

宇宙探査イノベーションハブの活動状況

～これまでの取り組みと今後の方針～

2024年3月14日

JAXA理事 佐々木 宏

JAXA宇宙探査イノベーションハブ ハブ長 船木 一幸

1. JAXA探査ハブの約10年間の歩み
 - 取組み概要
 - 探査ハブ創出成果と約10年間の総括

2. 今後の探査ハブの活動について
 - 新たな方向性

3. まとめ

1. JAXA探査ハブの約10年間の歩み

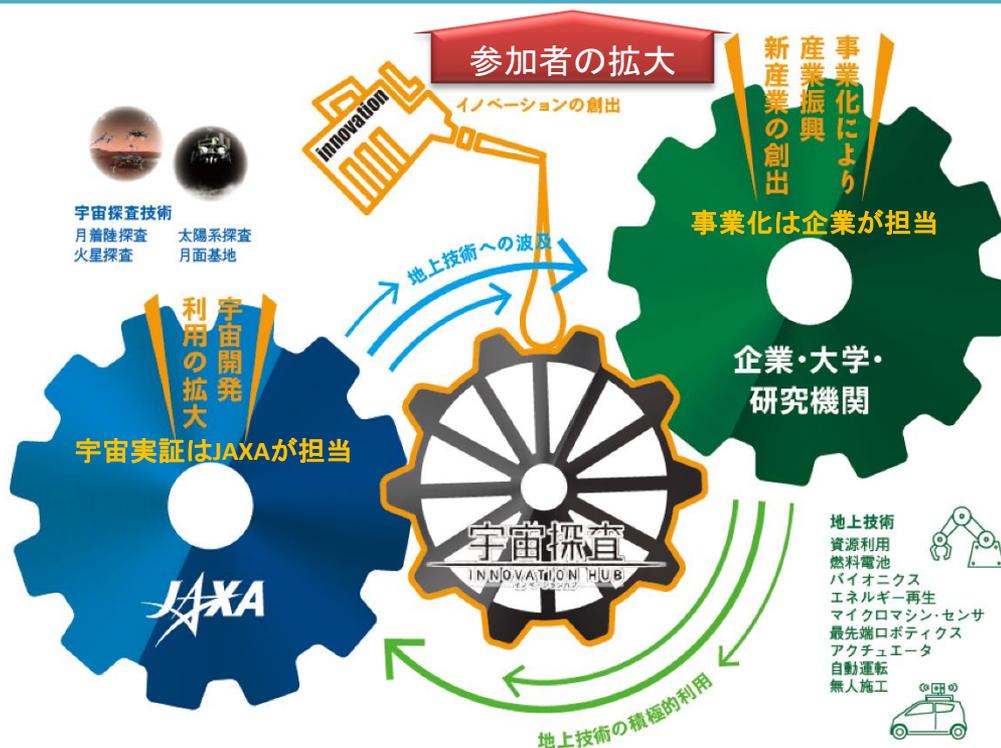
- 2015年4月1日「国立研究開発法人」が誕生
- 「科学技術イノベーション総合戦略2014」の重点施策の一つとして、国立研究開発法人を中核としたイノベーションの創出が明記
 - 同戦略では、イノベーションハブとは「イノベーションに向けて知識・技術、アイデアやノウハウを持った担い手が集う『場』や、これら担い手をバーチャルに結ぶネットワークの結節点となる拠点」と定義。
 - 各法人はイノベーションシステムの強靱性・持続的な発展性を確保する観点から、組織としての機能強化の取組みが必要。
- 科学技術振興機構JSTは、イノベーションハブ構築支援事業を設立し、JAXAは「太陽系フロンティア開拓による人類の生存圏・活動領域拡大に向けたオープンイノベーションハブ」として採択
 - 国立研究開発法人が我が国の研究開発成果の中核的な拠点として必要な役割を果たすための機能強化として、「宇宙探査イノベーションハブ」の構築をJSTが支援(2015年度～2019年度までの5年間)。
 - 2020年度から、交付金事業に移行しJAXA事業として継続中。

- 宇宙探査の過酷状況下におけるロボット技術、自律的な判断・制御技術などは、社会的課題の解決や地上産業に必要な技術課題と共通点(デュアルユーティリゼーション)が多く、民間企業等と共同で技術開発することにより、国の経済、技術、生活の質を向上させ産業競争力を強化する。
- 特に非宇宙分野の民間企業の参入の促進、All-Japan体制の構築(人材糾合、異分野融合)や世界の優秀な人材が集結するオープンイノベーション拠点を運営し、世界をリードする宇宙探査技術の研究開発に取り組む。

宇宙探査事例

- ① 移動型探査ロボットによる広域探査
- 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
- ④ 安全かつ効率的な有人宇宙探査のロボット技術活用

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 無人化・自動化された建設・メンテナンス技術
- ③ 新たなプロセスによる資材製造技術
- ④ 生活を豊かにする技術

【事業化】及び【社会課題の解決】

探査ハブのオープンイノベーション型の「共同研究」によりJAXAの探査技術の獲得と企業の事業課題解決の両輪に取り組む

【技術シーズ】

【月面の本格的な探査】
技術課題・技術ギャップの
解消に寄与する技術

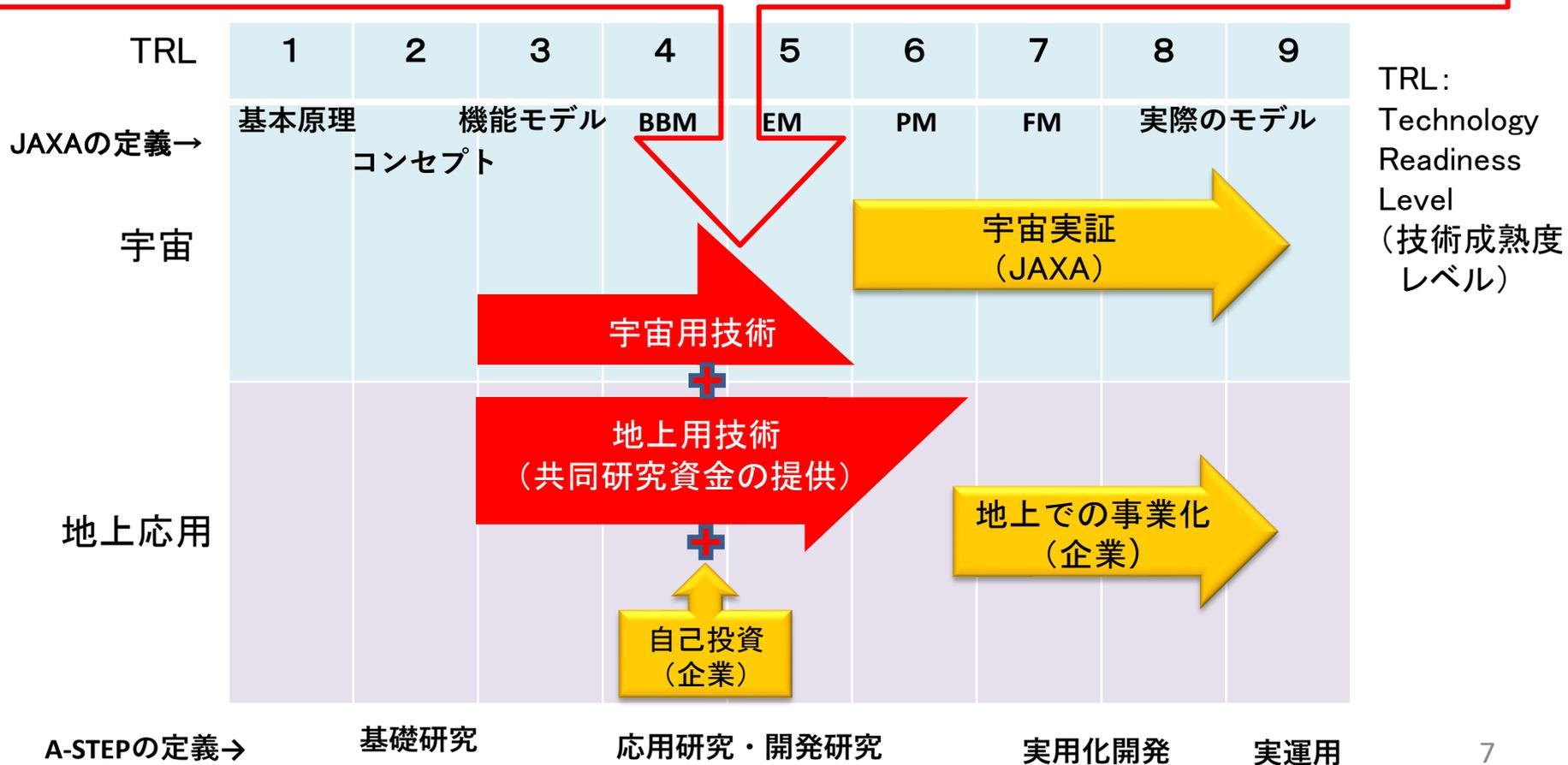
アルテミス計画

月面3科学を含む
将来ミッション

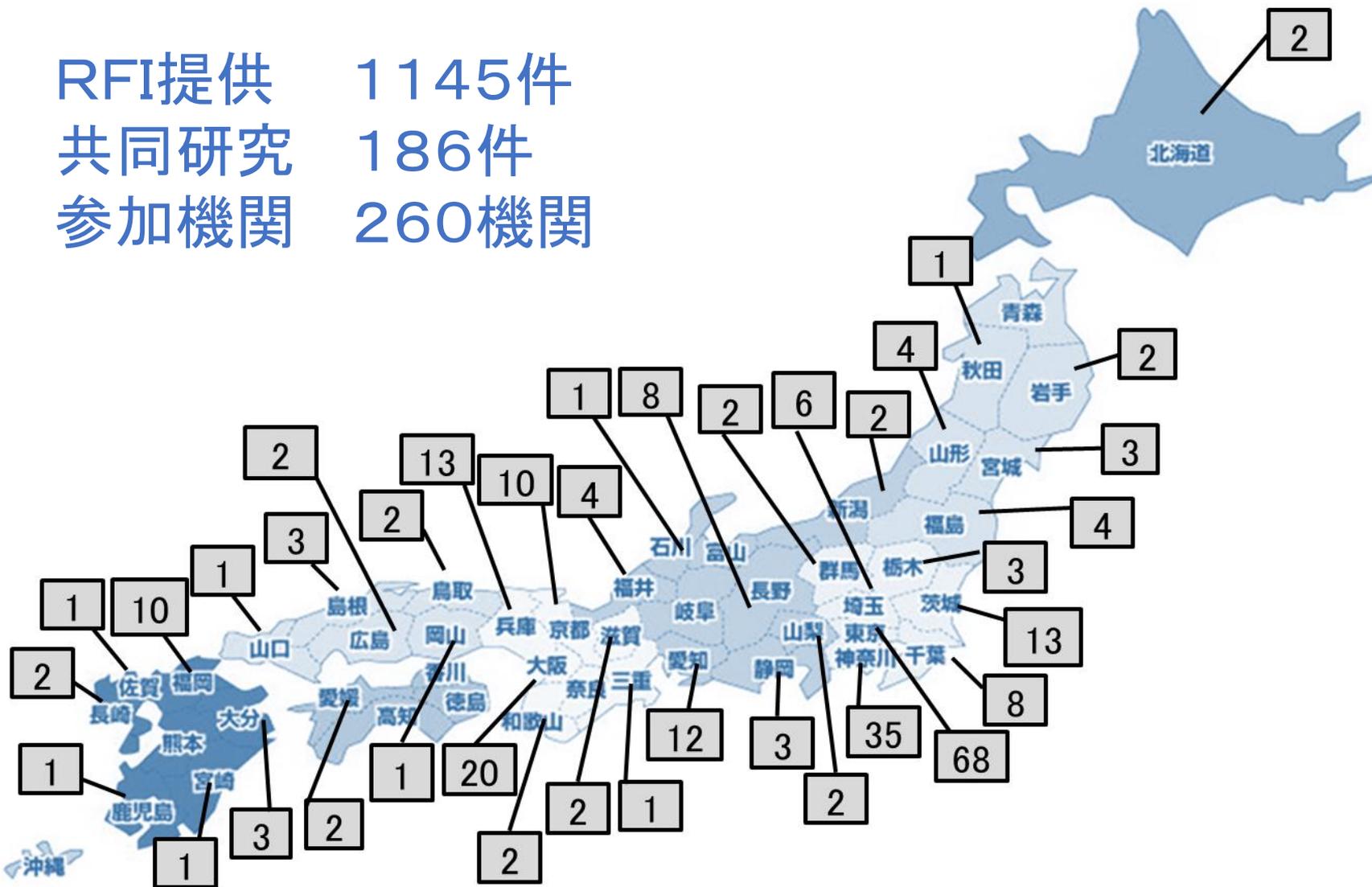
【火星以遠の探査】
探査のための新技術の芽出し・
新しいミッションコンセプトの創出
に寄与する技術

企業の技術シーズを宇宙探査へ応用することを目指し、JAXAの人材と技術を投入し、共同研究の仕組みで企業と共に進めて行くスタイル。探査ハブでの研究により、宇宙用技術としてはTRL5(宇宙実証の手前)まで、地上応用としてはTRL6~7(実用化研究の手前)まで技術レベルを引き上げる。

→ 宇宙向けR&Dと企業ニーズのマッチング(自己投資)による研究加速を実現する。



RFI提供 1145件
 共同研究 186件
 参加機関 260機関



約9割が非宇宙企業

FY2015～FY2023まで

非宇宙企業
158社

大学の機関
74機関

中小ベンチャー

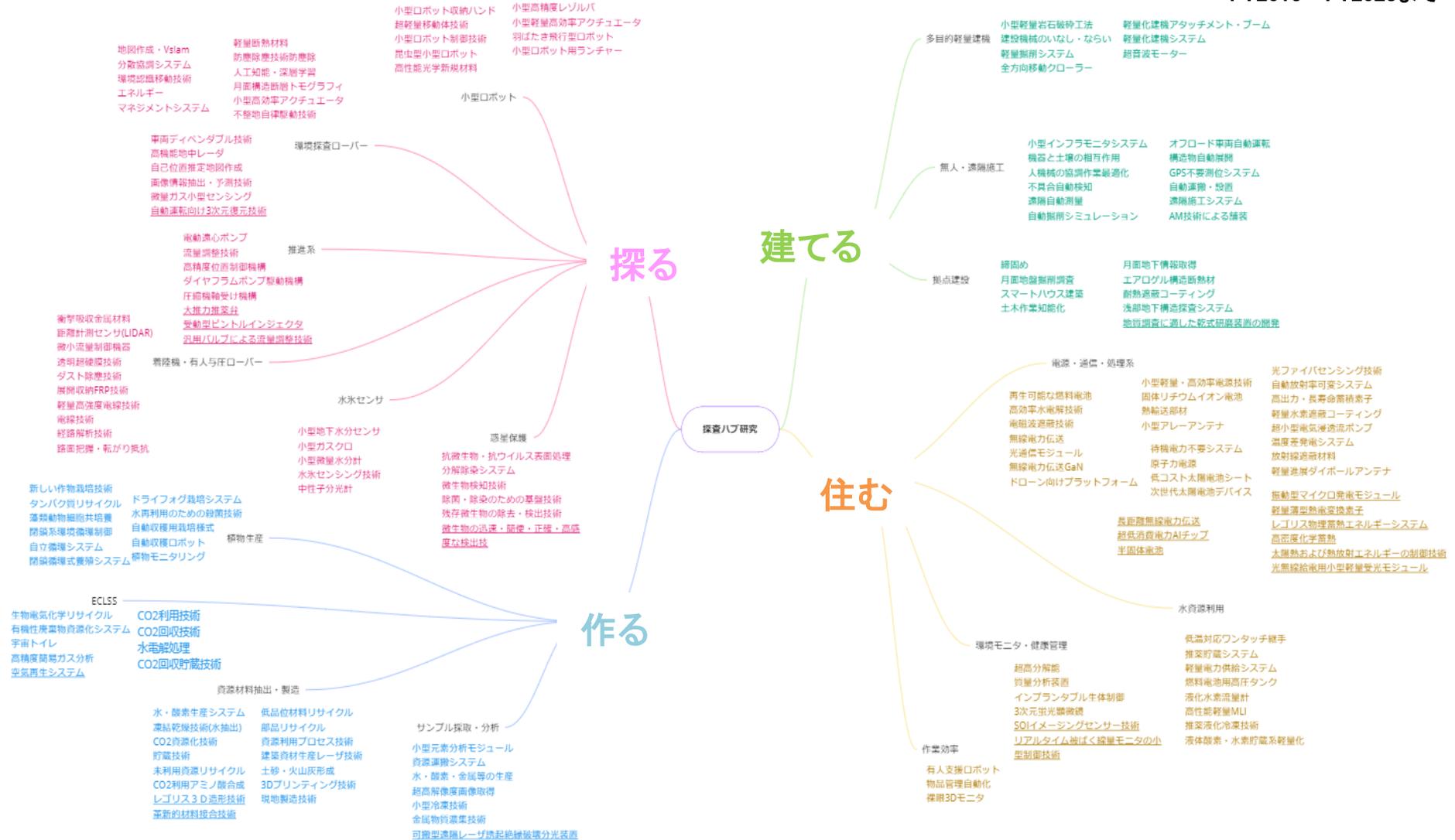
94社

宇宙実績有企業

28社

新明和工業株	株安川電機	株明治ゴム化成	株鹿島建設	株コガネイ	株三井三池製作所	株太陽工業	株インテックエレクトロニクス	株センサーコントロールズ	株エクストコム	株アマノ計測機器	株シマネ益田電子
株日東製網	株東急建設	株三菱マテリアル	株大林組	株ブリヂストン	株パナソニックエレクトロニクス	株日産自動車	株日本技術振興協会	株守谷刃物研究所	株タグチ工業	株東洋技術工業	株パナソニックアドバンステクノロジー
株中国工業	株日立造船	株キリン	株ソニー	株熊谷組	株川崎地質	株JSP	株メディカル青果物研究所	株ビーコンテクノロジー	株モルタルマジック	株シャベール・シール	株諸岡
株LIXIL	株タカラトミー	株THK	株竹中工務店	株住友林業	株藤森工業	株日本ゼオン	株菱熱工業	株インテグリカルチャー	株神楽テクノロジー	株マイクロ波化学	株東海光学
株竹中土木	株ヒロセ・ユニエンス	株日東精工	株日特建設	株光洋機械産業	株ニチレキ	株愛三工業	株中村牧場合同会社	株JOHNAN	株ロクマテック	株名城ナノカーボン	株微細テクノロジー
株酒井重工業	株清水建設	株トビー工業	株ミサワホーム総合研究所	株三菱造船	株いけうち	株日本電波工業	株新日本繊維	株H4	株イチカワ	株ベクトルテクノロジー	株ファームロイド
株リコー	株ミサワホーム	株パナソニック	株加藤製作所	株資生堂	株本田技術研究所	株岩谷産業	株米子シンコー	株ちとせ研究所	株紀州技研工業	株アイヴィス	株Pale Blue
株ヤンマーホールディングス	株カシオ計算機	株デリカフーズ	株KANZACC	株古河電気工業	株住友商事	株三幸商事	株ナノメンブレン	株ソラリス	株ビュープラス	株コンセプト	株マテリアルイノベーションフーズ
株伊藤忠商事	株関西電力	株カネカ	株栃木カネカ	株大成建設	株ニテック	株高砂電気工業	株ネオアーク	株タベルモ	株モルフォ	株Spiber	株矢嶋
株株式会社堀場製作所	株高砂熱学工業	株横河電機株式会社	株大気社	株日本特殊陶業株式会社	株クミネ工業株式会社	株KDDI総合研究所	株I S T	株ツインバード工業	株ケニックス	株メビオール	株ストロー株式会社
株クモノスコーポレーション	株昭和鉄工	株アシックス	株花王	株(株)地球科学総合研究所	株(株)中北製作所	株日立建機(株)	株吉川化成	株大同機械	株光電製作所	株アクトロニクス	株モルゲンロット
株トヨタテクノシステム(株)	株日本ガイシ	株ソリトシステム	株トプコン	株旭ダイヤモンド工業	株基礎地盤コンサルタンツ		株ウドノ医機	株銀座農園	株精電舎電子工業	株アクトロニクス	株横浜技術士事務所
			株金沢工業大学	株神戸学院大学	株山梨大学	株東京藝術大学	株メトロール	株Integral Geometry Science	株ポールウェブ	株機部科学研究所	株一般社団法人長野県農村工業研究所
株産業技術総合研究所	株大分大学	株茨城大学	株静岡大学	株九州工業大学	株慶應義塾大学	株岡山理科大学	株ブランツラポラトリー	株Thermalytica	株Link T & B	株ヤンマーエネルギーシステム	株岡谷熱処理工業
株芝浦工業大学	株京都大学	株日本文理大学	株東京農工大学	株東京大学	株愛媛大学	株佐世保工業高等学校	株(株)xbs	株(株)Portalgraph	株Zメカニクス技研	株ナノブリッジ・セミコンダクター	株B I H
株大阪大学	株東京都市大学	株電気通信大学	株山口大学	株会津大学	株東北大学	株秋田大学					
株中央大学	株福井大学	株名古屋大学	株信州大学	株桐蔭横浜大学	株立命館大学	株北海道大学					
株千葉大学	株東京理科大学	株若狭湾研究センター	株東京電機大学	株千葉工業大学	株東京工業大学	株九州大学		株Space Power Technologies	株ダイヤモンド	株日本ムーグ	株(株)原製作所
株鹿児島大学	株日本大学	株摂南大学	株埼玉大学	株農研機構九州沖縄農業研究センター	株兵庫県立大学	株大阪府立大学	株利ガミイテック合同会社	株テクノソルバ	株小野電機製作所	株I D D K	株ispace
株海洋研究開発機構(JAMSTEC)	株東京女子医科大学	株国士舘大学	株明星大学	株山形大学	株理化学研究所	株玉川大学	株株式会社アイ・エレクトロライト	株センテシア	株有人宇宙システム	株南オービタルエンジニアリング	株八田・山本宇宙推進機製作所
株同志社大学	株神戸大学	株国立極地研究所	株法政大学	株新潟大学	株北里大学	株聖マリアンナ医科大学	株東芝電波テクノロジー	株(株)デジタル・スパイス	株丸和電機(株)	株(株)アイカムス・ラボ	株(株)Piezo Sonic
株福井県工業技術センター	株レーザー総合技術研究所	株京都府立大学	株森林総合研究所	株量子科学技術研究開発機構	株筑波大学	株大分県立大学		株日機装(株)	株日本飛行機(株)	株I H I	株三菱重工業
株島根大学	株物質・材料研究機構	株佐賀大学	株名古屋工業大学	株長野県工業技術センター	株関西大学	株上智大学	株千代田化工建設	株株式会社アロスベース	株浜松ホトニクス	株三菱電機	株日本電気

FY2015~FY2023まで



総計186件の共同研究
非常に多くの技術要素や技術シーズが蓄積されている

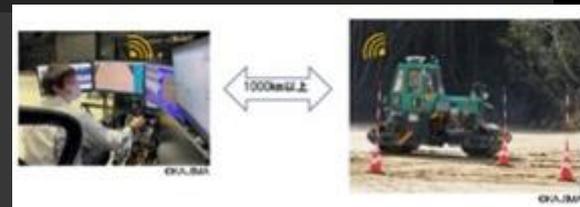
探る



変形型月面ロボット
(株)タカラトミー



防塵コーティング
(株)ニテック



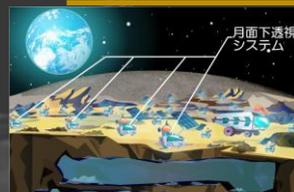
月面拠点の自動化施工
鹿島建設(株)



砂地走破性向上
(株)日産自動車



高感度ガスクロマトグラフ
ボールウェーブ(株)



月深部の立体構造
映像化
IGS/神戸大



可視光通信による広域測位
カシオ計算機(株)



微量ガス検出QCM
日本電波工業(株)



超軽量電磁波遮蔽材料
パナソニックインダストリー(株)他



全固体リチウム
イオン電池
日立造船(株)

作る

住む



セミドライフォグ栽培
(株)いけうち他



レーザー加熱による
土質材料利用
レーザー総研他



イオン液体リチウム
イオン電池
(株)アイ・エレクトロライト他



低濃度CO2の低コスト
分離/濃縮/貯蔵
JCCL/九州大



外皮と床の即時展開
ベースキャンプ
東大/フランチラボラ
リー(株)/矢嶋(株)

SORA-Qの宇宙探査ミッション(SLIM)への搭載／地上商品化へ

玩具メーカーであるタカラトミーのノウハウを活用し、月面データを取得する変形型月面ロボット(SORA-Q)を同志社大学・ソニーグループ株式会社とともに、共同開発。

宇宙探査

月面着地後、SLIMの撮像に成功

民間事業

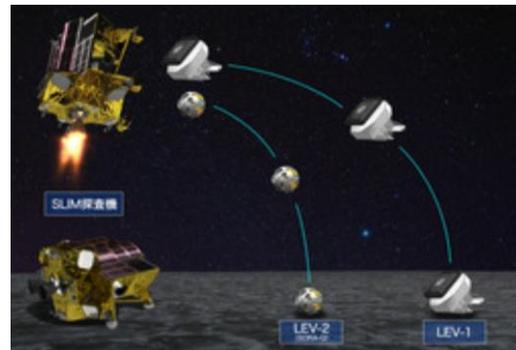
SORA-Q Flagship Modelを地上にて販売中

月面での実証結果：

1. 着地後に自動自律で起動し、搭載されたカメラでSLIMの撮影に成功。
2. LEV-2には前後2つのカメラが搭載されており、撮影した複数枚の写真のうち最も映りのよいものを自動選択しLEV-1経由で地上に送信する仕組みとなっており、正常に動作したと推定される。
3. 上記によりLEV-2は、LEV-1と共に以下を達成。
 - ・ 日本初の月面探査ロボット
 - ・ 世界初の完全自律ロボットによる月面探査
 - ・ 世界初の複数ロボットによる同時月面探査
 - ・ 世界初の月面ロボット間通信
4. 加えて、LEV-2は世界最小・最軽量の月面探査ロボットとなった。



タカラトミーHPより



本技術は、将来の宇宙探査において、多数のプローブによる広域探査や崖、堅穴等のような通常ローバーが近づけない箇所の探査等への適用が期待できる。

SLIMミッションへの搭載
©タカラトミー/JAXA

LEV-2(SORA-Q)がフロントカメラでSLIM探査機を撮影、LEV-1がデータ受信し、地上へ送信。

半導体製造現場と月探査における水分測定ニーズへの適用

神栄テクノロジーによる高い湿度水分測定技術を活用し、月面探査と半導体製造現場に適用される小型微量水分計を開発。

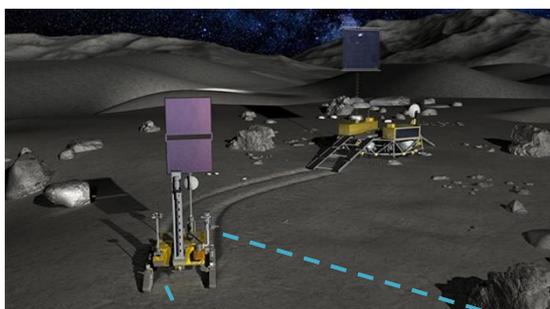
宇宙探査

月極域探査ミッション(LUPEX)への搭載を予定

民間事業

小型微量水分計の開発と量産化に成功

半導体の製造現場製造プロセスにおいては、ガス中の残留水分が、品質、性能、歩留まりへ大きな影響を与える。ガス中の水分を高精度、かつ高感度で高速に測定し、世界でも類を見ない画期的な小型微量水分計の開発と量産化に成功



小型微量水分計



CRDS 小型微量水分計「DewTracer mini CRDS-H₂O」

神栄株式会社のプレスリリースより

ソニーの光ディスクシステム技術の活用による、宇宙光通信事業

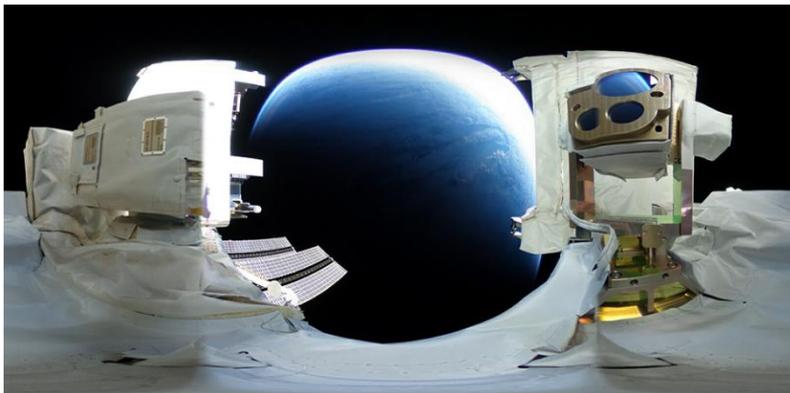
1970年代より、ソニーが培ってきたCD、DVD、ブルーレイなどの光ディスクシステムの技術を活用し、ISSから地上への光通信実験に成功。この成果をもとにソニーグループ(株)が新会社を米国に設立、軌道上の小型衛星間通信の装置製造、販売に着手している。

宇宙探査

将来の地球一月・火星との大容量通信基盤への適用に期待

民間事業

米国に新会社設立、宇宙光通信事業の開始



「SOLISS」から光通信で伝送されたHD画像
©JAXA/Sony CSL



Sony Space Communications Corporation設立のNEWS
(Sony HPより)

探査ハブの成果が、スターダストプログラムやムーンショット型研究開発事業へと接続し、研究開発が活用・発展。

探査ハブ研究

<建設技術>

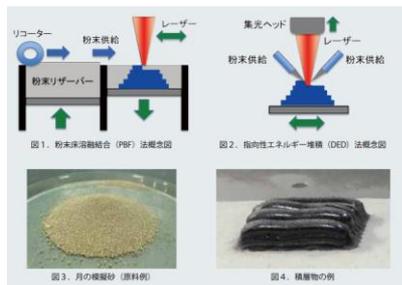
※代表研究機関のみ記載



鹿島建設(株)
自動化施工技術



清水建設(株)
無人施工に関するシステム検討



立命館大学
アースオーガによる
地盤推定

レーザー技術総合研究所
土質材料のレーザー加熱



東京大学
外皮と床の即時展開ベースキャンブ



熊谷組
林業機械システムの自動化

スターダストプログラム

<宇宙無人建設革新技術開発推進事業>

地上の無人建設技術を月面拠点建設へ適用および、地上建設への展開も考慮した技術開発



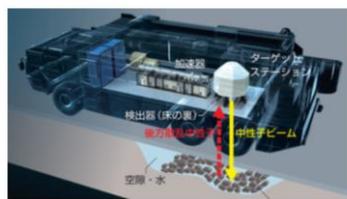
国土交通省HPより

※代表研究機関のみ記載

探査ハブ研究



理化学研究所
超小型インプラントブル
生体制御システム



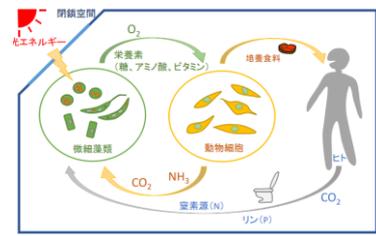
理化学研究所
中性子水モニタの開発



竹中工務店
複数小型ロボットによる探査システム



ヤンマーホールディングス(株)
力制御機能を有した建設機械



東京女子医科大学
藻類・動物細胞リサイクル培養システム

ムーンショット型研究開発事業

目標③: AIとロボットの共進化

研究開発プロジェクト

AIロボットにより拓く新たな生命圏

➡ JAXA研究者がPM

進化型群知能による確率的空間認識と
協調建築作業

多様な環境に適応しインフラ構築を革新
する協働AIロボット

➡ JAXA研究者がPI

目標⑤: 持続的な食料供給産業を創出

藻類と動物細胞を用いたサーキュラーセルカチャーによる
バイオエコミカルな培養食料生産システム

※研究成果はスターダストプログラム「月面等における長期滞在を支える高度資源循環型食料供給システムの開発(農水省)」へも活用(共同研究先として、東京女子医科大学が参加)

探査ハブ事業の約10年間の振り返りと総括を示す。これら状況認識を踏まえ、次年度より新たな取組方針を設定し、事業を推進する。

①宇宙産業の裾野拡大への貢献

- 約250機関以上の参加。日本の宇宙産業の裾野拡大に大きく貢献。
- 探査ハブの事業をきっかけに、宇宙における／宇宙を目指したプレイヤーが生まれ、多方面で活躍する好循環へと至っている。

②主力を含む非宇宙企業の参画・Dual Utilization成果の創出

- 非宇宙業界の大手プレイヤー（ゼネコン、自動車、通信等）による宇宙探査研究への参加と、民間事業への成果活用が進展。
- 一部の企業はスターダストプログラム、宇宙実証、JAXA内外の探査プロジェクトに継続的に参加。

③約10年間で宇宙を取り巻く環境が大きく変化

- 国際宇宙探査プログラムの具体化、世界各国による宇宙探査への進出、民間による宇宙参入の進展、米国を中心とした月インフラ開発の加速など、取り巻く状況が大きく変化

④民間企業等の意欲とJAXA伴走への期待

- 多くの企業は宇宙への参入機会を探っており、これは、探査ハブの伴走型の共同研究アプローチの有効性を示しつつ、宇宙へ参入する具体的プロセスの拡充とJAXAの伴走への期待

2. 今後の探査ハブの活動について ～新たな方向性～

約10年間の総括や宇宙を取り巻く環境／時代変化を踏まえ、探査ハブ事業の取り組み方針をさらに進化させる（FY2024より）。この基本的な考え方を示す。

※これまでの予算規模は年間総額6億円規模（P.26参照）

<基本的考え方(変わらない点)>

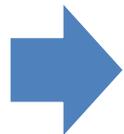
- ① 産学官研究結節点としての強みを活かし、JAXAの人材／技術と地上技術を糾合させ、JAXAと企業が伴走しながら、探査の在り方を変えるゲームチェンジ技術の創出を目指していく。
- ② 約10年間の探査ハブ事業を通じて獲得したヘリテージ(産学官・銀行との多様なネットワーク、成熟したRFI/RFPプロセス等)を最大限活用し、新規プレイヤーの更なる拡大を目指すとともに、産学官による一体的な取り組みを推進する。

<基本的考え方(新しい点)>

- ① 従来の地上のシーズベースの技術の宇宙応用に加え、国際宇宙探査のニーズに直接的に応える研究を推進する。
- ② 欧米の月インフラ開発の加速、宇宙技術戦略や国内におけるアーキテクチャ検討の活発化などに伴い、現状想定されている検討のさらに先にある次世代探査領域について、将来像を具体化しその実現方法となるシステムの検討、研究シナリオの検討、必要となる研究を推進し、月探査の段階的な発展とサービスの提供(段階的でタイムリーなイノベーション)の実現を目指す。

持続的な月・火星探査の実現へ ～新研究制度「Moon to Mars Innovation」の開始～

宇宙探査の産学官共同研究拠点として、地上の革新的な技術を応用することを基本とし、月から始まる国際宇宙探査のアーキテクチャを刷新する技術やインフラ開発を段階的に実現するための共同研究に取り組む。(RFI募集は今年度より開始予定)



日本ならではのイノベティブな技術による月サービスの創出と月経済圏における国際プレゼンスと経済効果の発揮を目指す



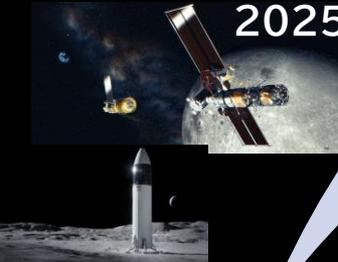
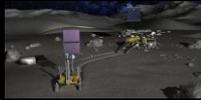
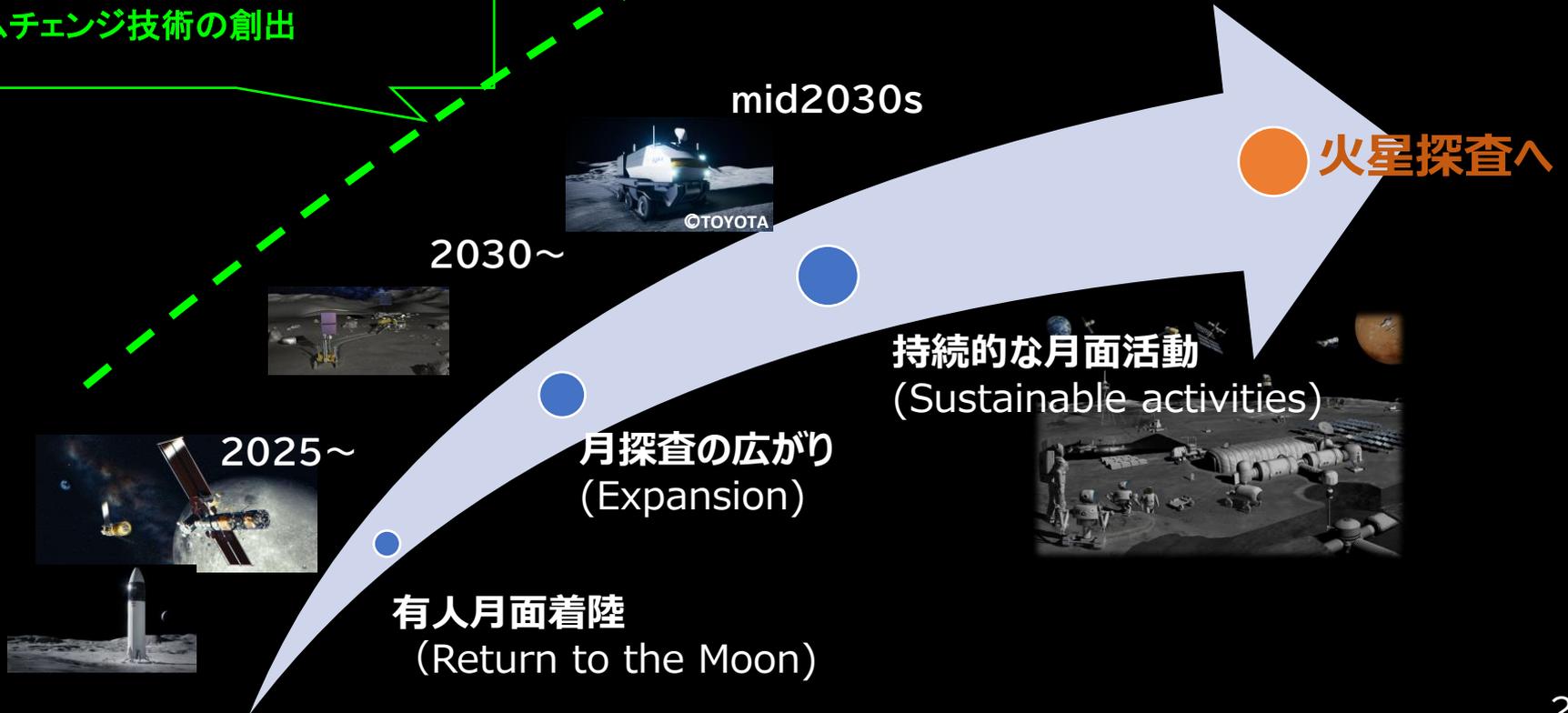
- ・スターダストPの検討、宇宙技術戦略
- ・NASA Moon to Mars、DARPA/Luna-10の検討

↑ Refer ↓

探査ハブの今後の活動スコープ ~Moon to Mars~

- ・次世代エネルギー
- ・次世代モビリティ
- ・ハビテーション(衣食住)
- ・アセンブリ&マニファクチャリング

- ・次世代の月~火星探査の将来像検討
- ・国内外のアーキテクチャ検討を踏まえ、月探査を段階的に発展させることを目指した研究のシナリオメイキング、研究実施
- ・ゲームチェンジ技術の創出



月から火星への段階的発展を目指す 「Moon to Mars Innovation」研究対象領域

※領域は追加も検討

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

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

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

～ 宇宙産業基盤の持続性にむけた自己分析(参考)～

JAXA探査ハブ

将来研究への投資と
企業との伴走による技術の成熟

産業界

技術の活用・ノウハウ継承
による事業自走・産業化

Investment in R&D
(JAXA研究資金)



**Accelerate
Industrialization**
(事業加速資金)

両輪が重要

Sustainability

「Investment in R&D x Accelerate Industrialization」

の取り組みが両輪で稼働し続けることが宇宙産業基盤の持続性に資すると考える。このため、宇宙探査イノベーションハブ事業を通じ、数多くのプレイヤーと技術の創出に今後も継続的に取り組むことが重要であり、貢献して参りたい。

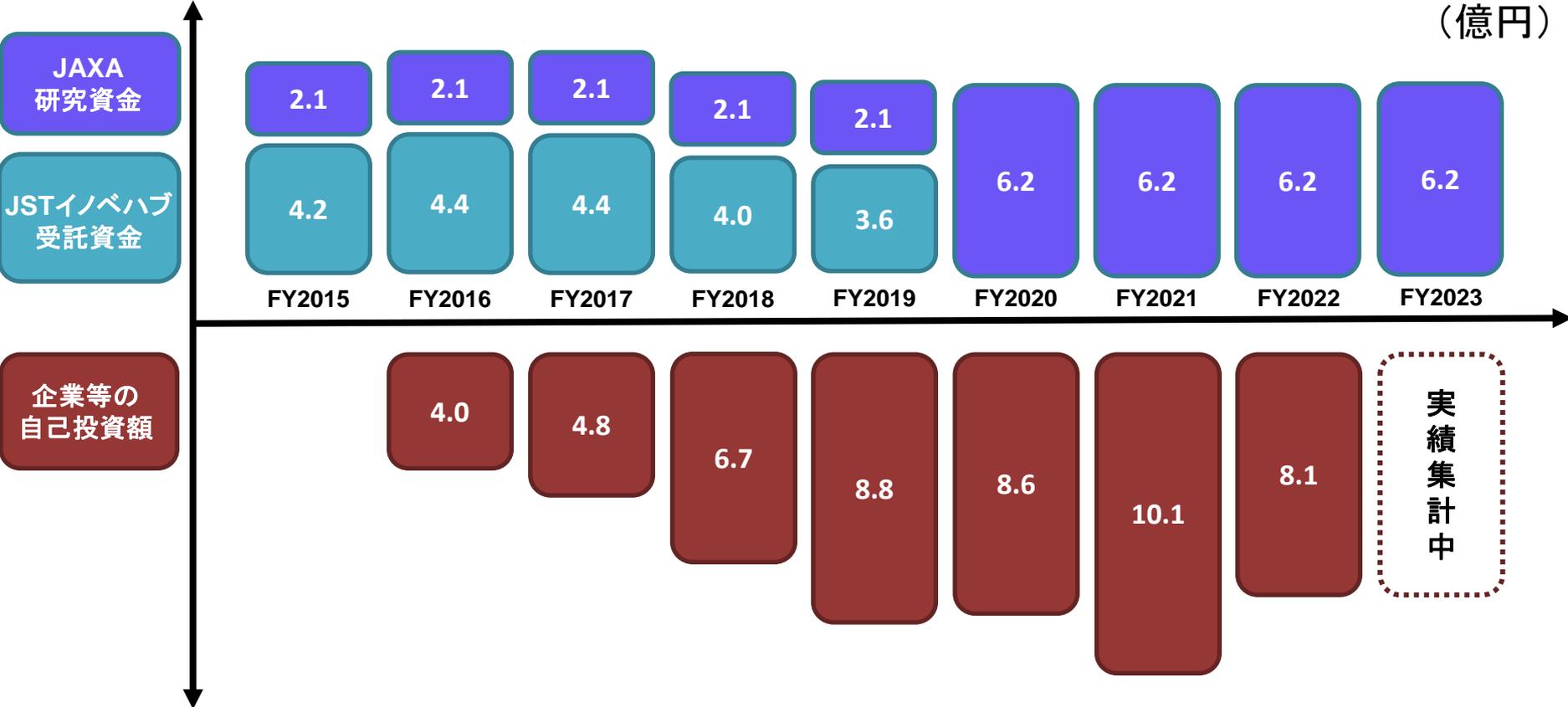
2015年度より開始した宇宙探査イノベーションハブの共同研究事業を通じて、多数の非宇宙企業・大学の技術を掘り起こすことに成功し、宇宙探査と地上産業に活用可能なDual Utilization技術の創出と、日本の宇宙産業界の裾野拡大を推進してきた。

約10年間の宇宙開発を取り巻く環境変化を踏まえ、次年度より、探査ハブの取り組みを一層進化させ、産学官研究結節点として、下記に取り組んで参りたい。

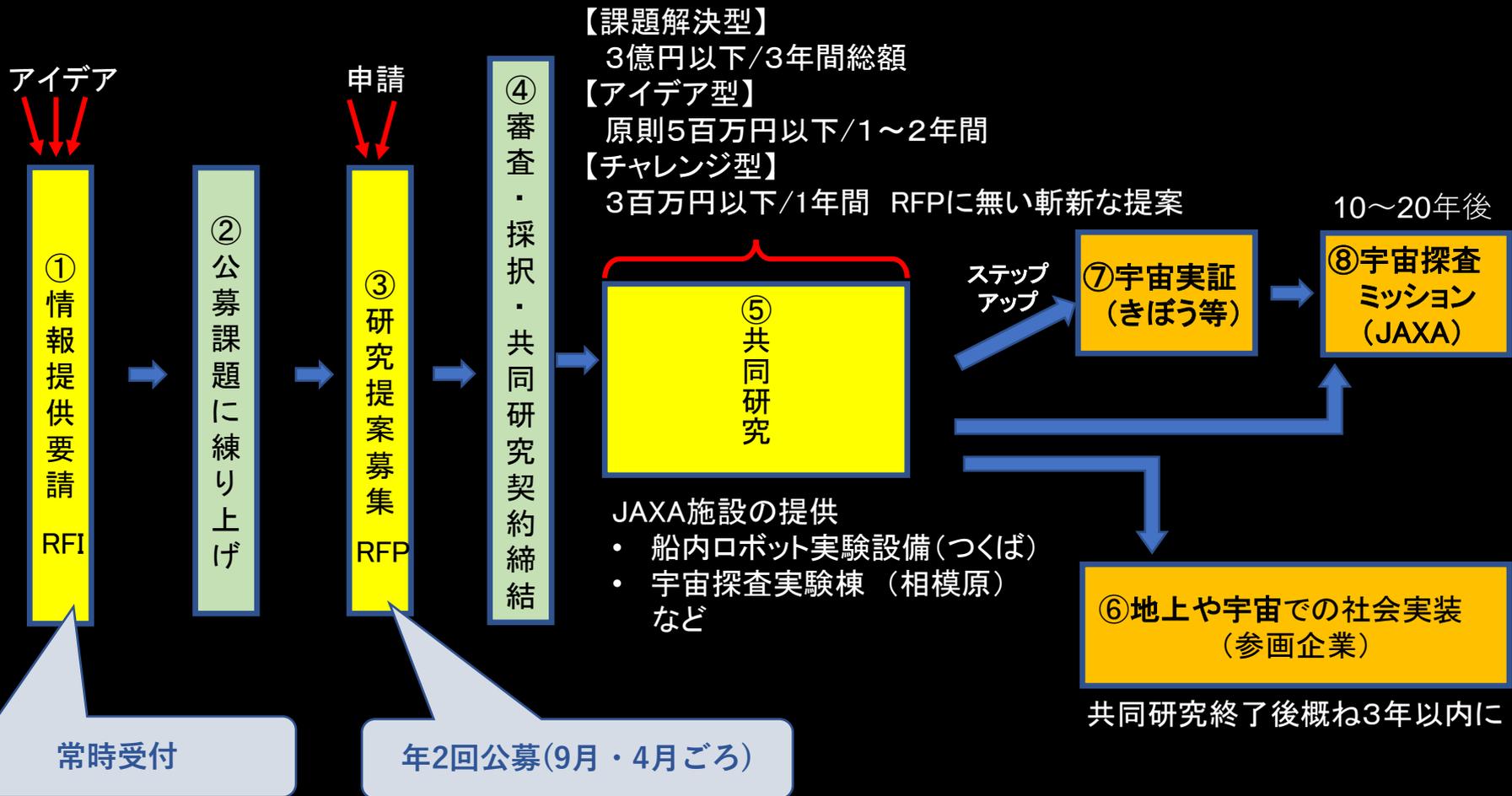
- ・ 地上のシーズベースの技術の宇宙応用に加え、国際宇宙探査のニーズに直接的に応える研究を推進する
- ・ 月火星探査の段階的発展に向けた研究に、産学官で一体的に取り組む
- ・ 探査の在り方を変えるゲームチェンジ技術の創出を目指す

参考

(億円)



情報提供要請 (RFI) から研究成果創出までの流れ 従来の制度



制度の変更方針について

※新制度では、研究成果を活用した地上事業化を求めない。
企業等による地上事業化への取り組みは歓迎するが、宇宙
事業化へ繋がる事業提案に期待。

