

第1回宇宙探査オープンイノベーションフォーラム

平成27年7月

説明資料ダウンロード版
JAXA/JST

イノベーションハブ構築支援事業とその背景について

JST イノベーションハブ構築支援事業

支援のイメージ: 約5億円 × 3件程度 (H27 予算 15億円)

■ 国立研究開発法人の機能強化(研究開発システムの改革)

- ・研究開発法人の運営費交付金等独自資金と、JSTの資金をマッチングさせ、研究開発法人がイノベーションを駆動させる基盤を持つのに必要な改革を行うもの

・ 科学技術振興機構(JST)と研究開発法人の連携

JST: ファンディングを活用した人材糾合、研究成果の展開、技術の調査・分析など

研究開発法人: 人材交流の場の提供(施設設備の整備・提供)、コア技術をベースにした研究開発推進など

・ 法人ごとに特色ある新たな研究開発システム導入

- ー クロスアポイントメントの積極活用による外国人研究者、企業、大学等の人材の受入れを推進(研究者の流動化)
- ー 研究者向けの柔軟な給与・人事システム
- ー 連携大学院制度を活用した人材育成



国立研究開発法人
科学技術振興機構
Japan Science and Technology Agency

新しい産学官連携拠点モデル

国立研究開発法人を核としたイノベーションハブ

(特徴)

- 国立研究開発法人* がテーマを設定し、ハブを構築
 - * 平成27年4月発足・改称した研究開発型の独立研究開発法人
- 国内外の企業、大学、公設研究機関、自治体等の英知を結集
- オープンイノベーション拠点
 - オープンイノベーション: 新連携・新結合で新事業の創出 大阪ガス
- 異分野・異セクターの人材交流を促進
- 産業界や市場のニーズを起点とした研究開発マネジメント
- JSTが運営にコミット

ハブ構築のポイント

戦略立案とマネジメントに新たな取組みを！

- 研究者を集める戦略
- 企業を集める戦略
- オープン／クローズポリシー
- 知財戦略
- 標準化戦略
- 製品化・社会実装の戦略(ビジネスモデル)
- 研究開発戦略
- ハブ運営体制(マネジメント)

ハブ戦略

市場・産業界の動向やニーズを定期的・徹底的に調査・分析し、
ハブ戦略の構築・遂行 → コアとなる人材が必要

運営体制(コア人材の例)

職 名		役 割	
プロジェクトリーダー(PL)		ハブの活動指針を示し、全体を統括する。	
プログラム マネー ジャー (PM)	ビジネスモデル担当	俯瞰データ、ビジネスモデル研究の結果を踏まえ、技術担当とともに、具体的なビジネスモデルを検討、提示。企業等のステークホルダーの参加数を増やす活動を行う。	
	技術担当	起業、企業の事業化を促すのに必要となる技術データを投資家、企業に示す。	
専 門 家 ス タ ッフ	俯 瞰	社会経済担当	ハブが関係する分野における社会経済を俯瞰、動向分析、科学技術への期待の具体化を行う。
		技術研究担当	ハブが関連する技術分野の技術俯瞰、ハブ固有技術を類似技術と比較分析し、技術面での応用範囲を具体化する。
	ビジネスモデル研究担当		俯瞰データ(社会経済、技術)をもとに、新たなビジネスを研究する。起業支援。
	知財担当		知財戦略、ハブの知財ポリシー立案等を担当。
	技術統合担当		ハブが有する既存技術をブレイクダウンして、体系化。ビジネスモデルの実現に必要な技術をブレイクダウンし、体系化。研究開発ロードマップを作成。
	システム化担当		技術統合担当と連携し、ビジネスモデルに沿って、技術統合により目指す機能を出すためのシステム化を推進する。

© 2013 Pearson Education, Inc. or its affiliate(s). All rights reserved. Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings, 101 University Avenue, New York, NY 10017-2423.

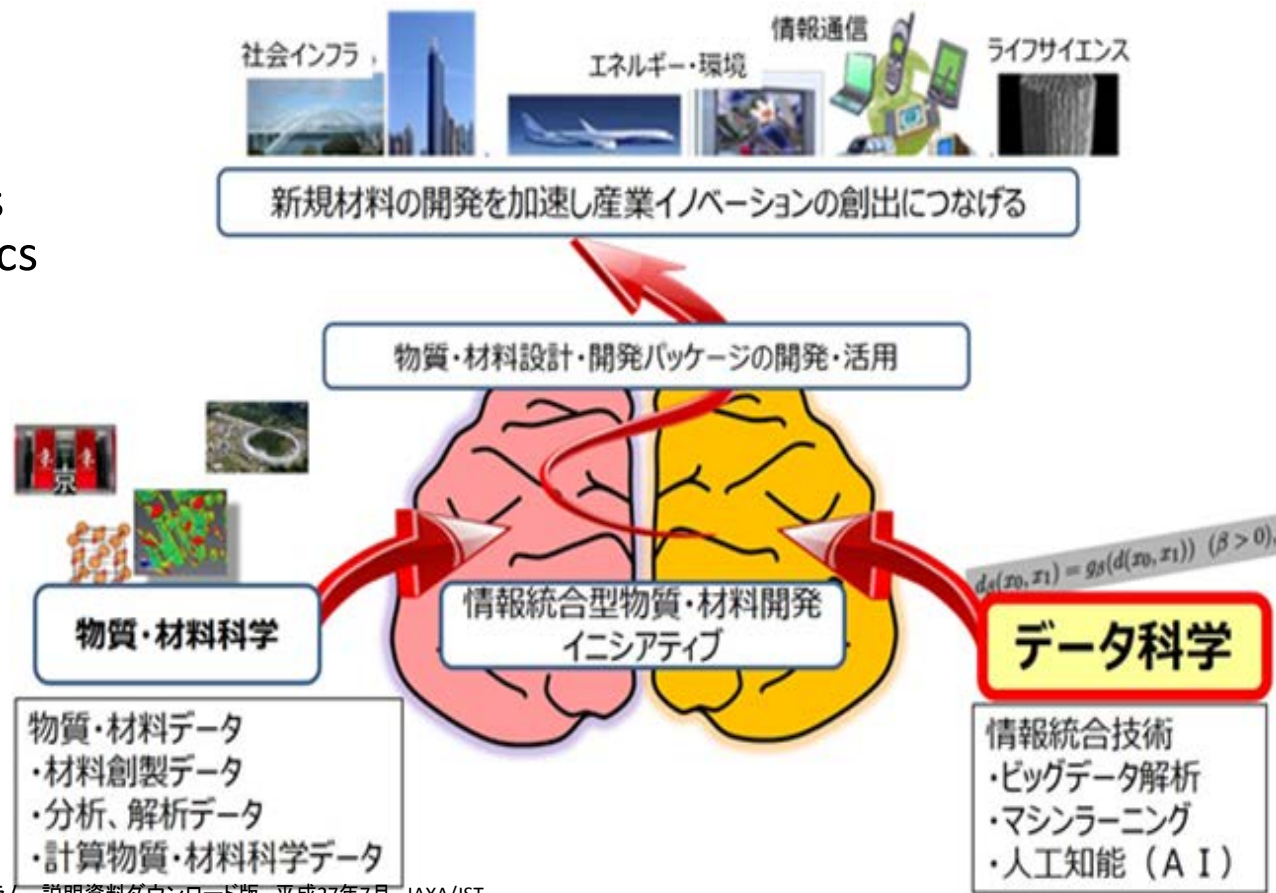


※NSF資料を基に

NIMS 「情報統合型物質・材料開発イニシアティブ」

(概要) NIMSを中核として物質・材料に関する英知を結集し、最先端の情報科学・データ科学を取り込み(MI*)、産業界におけるニーズに対する有効なソリューションを短期間で開発・提供するイノベーションハブを目指す。

*MI: Materials Informatics



NIMS課題への産業界からの期待

- 産業競争力懇談会(COCN)が2度に渡って提言

- 2013年3月13日

『シミュレーション応用によるものづくり連携
システム及び新材料設計手法』

- 2014年3月3日

『シミュレーション応用による新材料設計手法』

- JST CRDSの戦略的プロポーザル

『データ科学との連携・融合による新世代物質・材料
設計研究の促進(マテリアルズ・インフォマティクス)』

第1回宇宙探査オープンイノベーションフォーラム
～ JAXA宇宙探査イノベーションハブへのご案内～

宇宙探査イノベーションハブについて

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27年7月

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
ハブ長 國中 均

- 平成27年4月1日「国立研究開発法人」が誕生。
 - 目的: 我が国の科学技術の水準の向上を通じた国民経済の発展
その他の公益に資するため研究開発の最大限の成果を確保する。
- 国立研究開発法人を中核としたイノベーションの創出は、「科学技術イノベーション総合戦略2015」の重点施策の一つ。
 - 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。
- イノベーションを駆動させる基盤・仕組＝イノベーションハブ
 - すべての国立研究開発法人がイノベーションハブ（または、それと同等な機能）の構築に取り組んでいる。
 - JAXAにおいても、本年4月に、「宇宙探査イノベーションハブ」、「次世代航空イノベーションハブ」を新たに組織。

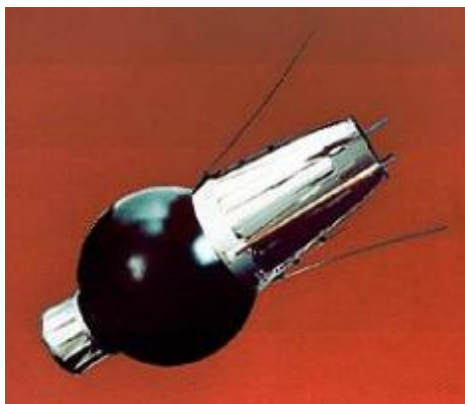
1. 宇宙探査は何を目指すか

このページの画像は投影のみとさせていただきます。

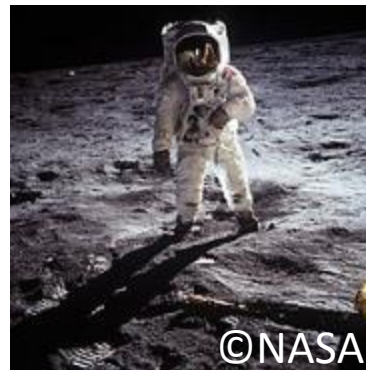
欧米露に比較して、日本のロケットは総じて小さい。
宇宙予算規模も小さい。（NASA:17,000億円、JAXA:1,700億円）
小型ロケット+小型探査機+低コストで高度ミッションを行うには、
人工衛星に搭載する推進器を高性能化する。⇒電気ロケット

「技術イノベーション」で、不利・劣勢を跳ね返す。
⇒ Game Changing

1970年2月11日
おおすみ



1969年7月20日
アポロ11号



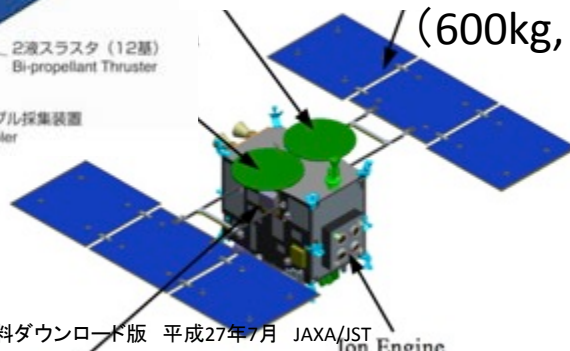
45年前、米国が人を月に送ってから半年遅れて
日本はやっと24kgの人工衛星打ち上げにこぎ着けた。
それほど技術格差だった。

2010年、日本は世界に先駆けて小惑星サンプルリターン技術確立した。
米国は新たにこの分野へ進出を目指しており、日本は初めて追われる立場になった。
小惑星サンプルリターン技術の優位性を確実にしなければならない。

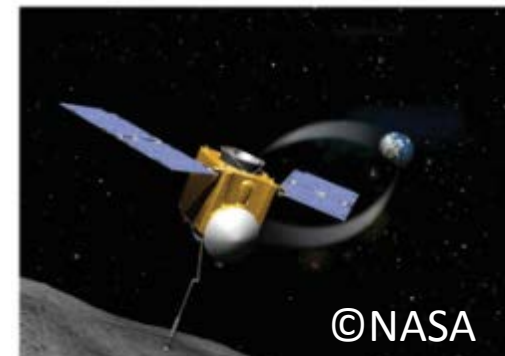


2003年
はやぶさ
(500kg, 200億円)

2014年
はやぶさ2
(600kg, 300億円)



2016年
NASA OSIRIS-REx計画
(1,600kg, 1,000億円)



1.1 宇宙探査シナリオ (文部科学省ISS・国際宇宙探査小委員会 H27.6.25)

火星

月

地球
低軌道

人類の活動領域の拡大

火星衛星サンプルリターン※
(2020年代前半)

ピンポイント
着陸技術

重力天体
表面探査技術

★ 無人火星探査

- 火星の利用可能性調査
- 火星の科学探査

長期間
滞在・活動技術

★ 火星の本格的な利用

- 長期にわたる火星の科学探査
- 多種多様な主体による火星表面活動



小型月着陸実証機
(SLIM(仮称))
(2019年度)

着陸機
輸送技術



月南極探査(2020年代初頭)

- 月の利用可能性調査(水氷等)
- 月の科学探査



★ 月の本格的な利用

- 長期にわたる月の科学探査
- 火星探査を目指した宇宙技術実証
- 多種多様な主体による月面活動

宇宙開発利用の拡大

HTV-X(仮称)

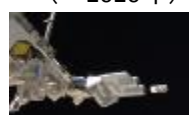
研究開発プラットフォームとしての幅広い利用
(~2020年)

物資補給技術

生命維持・
環境制御技術

民間企業を含めた多様な主体による低軌道利用

★国際動向等を踏まえて実施を検討JAXA/ISASにて検討中



材料研究

再生医療研究

宇宙旅行

創薬研究

エネルギー
技術

ロボティクス
技術

自動走行・
自動作業
技術

人工
知能

地上の
最先端技術

災害地用
ロボット

高効率再生
エネルギー

地上への
成果還元

新薬
創製

新機能材料
の創出

1.2 これからの宇宙探査で求められる技術



I 重力天体へ自由・自在にアクセスする技術

⇒ ロケット技術の延長線上で、月や火星などの重力天体への着陸技術を開発中



着陸技術イメージ

II 特殊環境下で宇宙活動を行う技術

⇒ 重力のない宇宙空間での活動技術(人工衛星、ISS)



ISS

これからの宇宙探査では新たに、

III 重力天体(月・火星)で持続的に探査する技術

が必要となる。これらは、

- 地上における技術との親和性が高く、宇宙との融合によりイノベーションを起こす可能性が高い。
- JAXAでは技術蓄積が少なく、民間が高い技術を有する分野。

※今回のJST支援事業の提案ではIIIを中心とした活動への支援を提案。これをトリガーとしてこれまでのJAXA事業 I II へのシステム改革に拡大していく。

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

1.3 乗り越えるべき障壁



- 過酷な環境

- 遠隔地で未知の環境であり、また真空、高温、低温、重力の違い、通信時間遅れなど特有の困難さがある。

- 質量、時間、コスト

- 上記の環境に対応し、かつ高い信頼性を確保するために、探査機は世界的に見て、大型になりがちで、開発に多大な時間とコストがかかっている。

- 高い敷居

- 対象・環境が特殊で、開発に長期間を要し、頻度も少ない。結果として、参入への敷居が高く、参加者も限定的になり、新たな広がりも見られず、魅力的な産業になっているとはいえない。



- 設計思想や技術開発手法の転換を図り革新的技術を獲得する。
- そのため、既存概念にとらわれないシステム改革を実施する。

宇宙探査イノベーションハブが目指すインパクト

『月・火星へのアクセス性を地球低軌道と同等レベルに』

技術革新により輸送効率を3倍、輸送重量を1／3、一部物資の現地資源利用を実現し、月火星探査のために必要な輸送重量を1／10に削減

I 重力天体へ自由自在にアクセスする技術

II 特殊環境下で宇宙活動を行う技術

III 重力天体(月・火星)で持続的に探査する技術

なお、地球低軌道(ISS)と比して、地球からの距離、着陸の必要性や特殊な宇宙環境などの違いが大きく、有人月・火星探査の実現には技術的チャレンジを必要とする

地球低軌道

$\frac{10}{10}$

飛行期間: 数日(片道)
距離: 37万km
通信遅延(往復): 約2.6秒
月面着陸ミッション期間: 30日ー60日
(放射線: 数mSv × 30日ー60日)
→ II (特殊環境)

有人火星着陸のためには火星周回軌道に約100トン(燃料含む離着陸船など)の輸送が必要→地球低軌道に1000トン程度必要(大型ロケット10本分)

→ I (輸送量・輸送頻度)

月表面

$\frac{1}{10}$

I (着陸・離陸・帰還)
II (特殊環境下)
III (持続的探査)

月周回

$\frac{1}{4}$

火星周回

$\frac{1}{10}$

飛行期間: 約6～9か月(片道)
距離: 5500万km～4億km
通信遅延(往復): 6分～44分
→ I (距離)
火星着陸ミッション期間: 約900日
(放射線: 数mSv × 900日)
→ II (特殊環境)

✓ 円グラフは、H2Bロケットで地球低軌道に輸送できる重量を基準とし、同じロケットで月、火星に輸送できる重量を表記

2. 宇宙探査ハブで何をするか

(テーマ1)

「月火星での活動可能性を調べ尽くす」スマート 無人探査技術の研究開発

(課題1) 点の探査から脱却する『広域未踏峰』探査技術

(課題2) 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

(テーマ2)

全補給型探査から脱却する『現地調達・高効率 再生型』探査技術の研究開発

(課題3) 全補給型探査から脱却する『現地調達・高効率再生型』
探査技術

2.2 課題例① 『広域未踏峰』探査技術

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

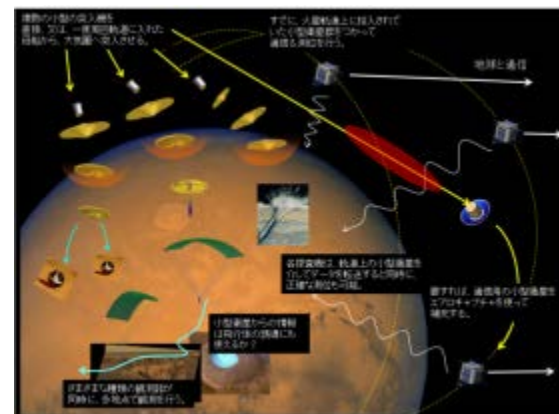
バイオミクス工学やインフレータブルに基づく設計、昆虫や動物の群知能・群行動に関する知見をもとに分散協調型探査システムを創出する。



インフレータブル
エアロシェル



パラフォリル型探査機



マルチランダによる協調探査のイメージ図

2.2 課題例② 『自動・自律型』探査技術

◆ 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自動車技術や建設技術を小型軽量化・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、地上で既の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)

小型軽量化
宇宙仕様化



2.2 課題例③ 『地産地消型』探査技術

◆ 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：なし、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。

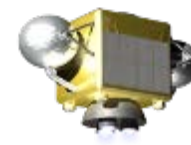


月の表土(レゴリス)

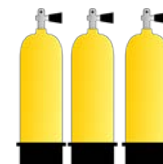
- ◆化学・物理プラント技術
- ◆レゴリスハンドリング技術
- ◆エネルギー・物質供給
- ◆システム技術



ブロック



燃料(酸素)



水、水素、窒素



金属

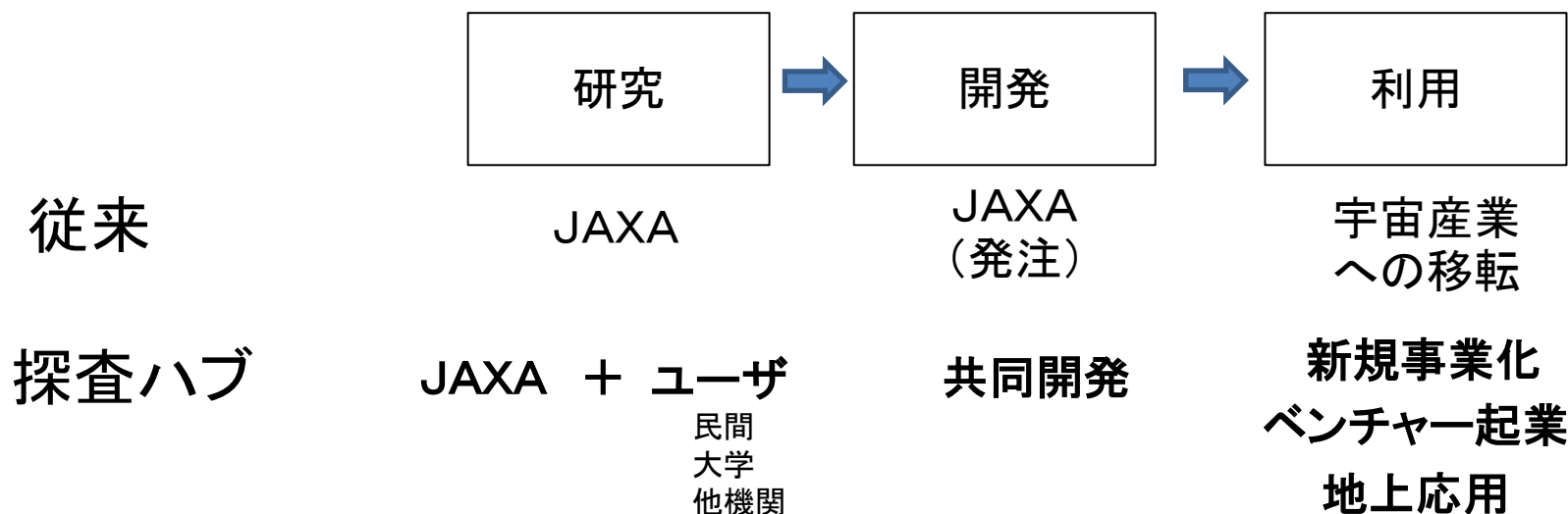
3. 宇宙探査ハブで何を変えたいか

3.1 探査ハブによるシステム改革のコンセプト



探査のあり方を変える！（発注型から参画型へ）

- 効率良く短期間で多様な宇宙を広く、深くとらえる挑戦的な探査を実現するために、設計思想（集中から自律分散協調）と技術開発方向（地上技術の積極的利用と地上技術への波及を同時に行う）の転換を行う。
- 20年先の宇宙探査の中で、民間企業を含めた多種多様なプレイヤーが月の利用に参画する姿を描き、技術革新を狙う。
- 利用ニーズを取り入れるため、研究課題の設定の段階から民間企業等も巻き込んで探査を進める（従来はJAXA内部での検討に基づく発注型）。



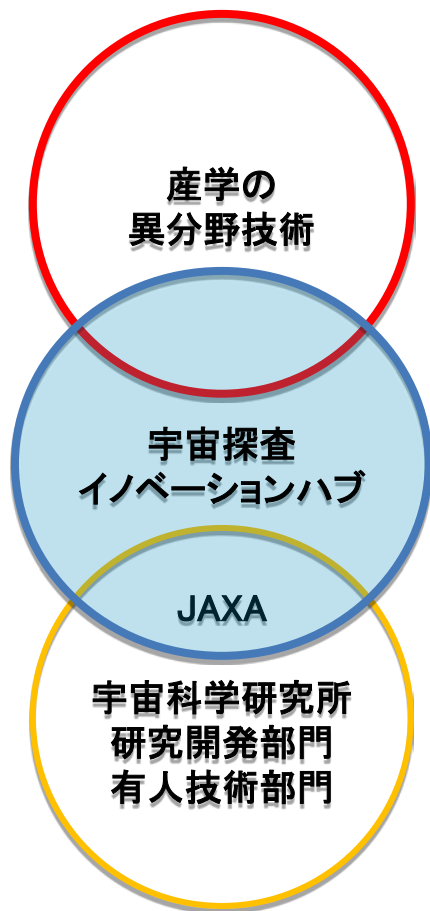
3.2 探査イノベーションに必要な取り組み

■ 異分野との協働

- 天体表面活動は、地上活動との親和性・相似性が極めて高く、地上技術・知見の導入・適用が可能。
- 宇宙分野以外の企業・大学が参画を促す仕組みを導入。
- オープンフォーラム, 公募等による情報発信・収集。
- 天体表面模擬フィールドを活用した地上技術実証機会の提供や宇宙技術実証機会の提供

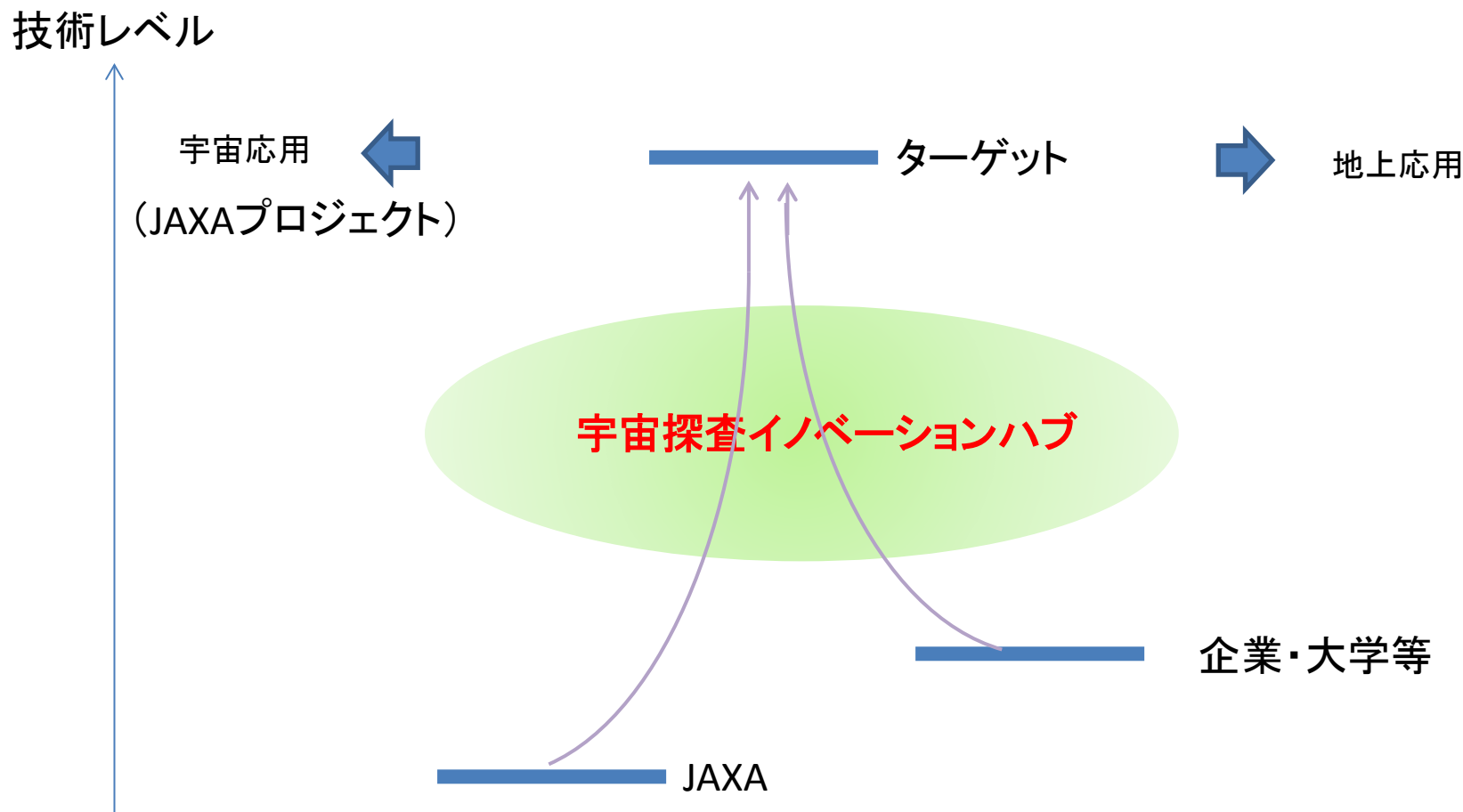
■ 人材糾合

- クロスアポイントメント制度の導入による共同開発。
- 海外からの優れた研究者を招へいし、アジアにおける宇宙探査のハブも目指す。
- スピンオフ促進や技術移転、知財管理などの支援スタッフの充実し成果の最大化を図る。



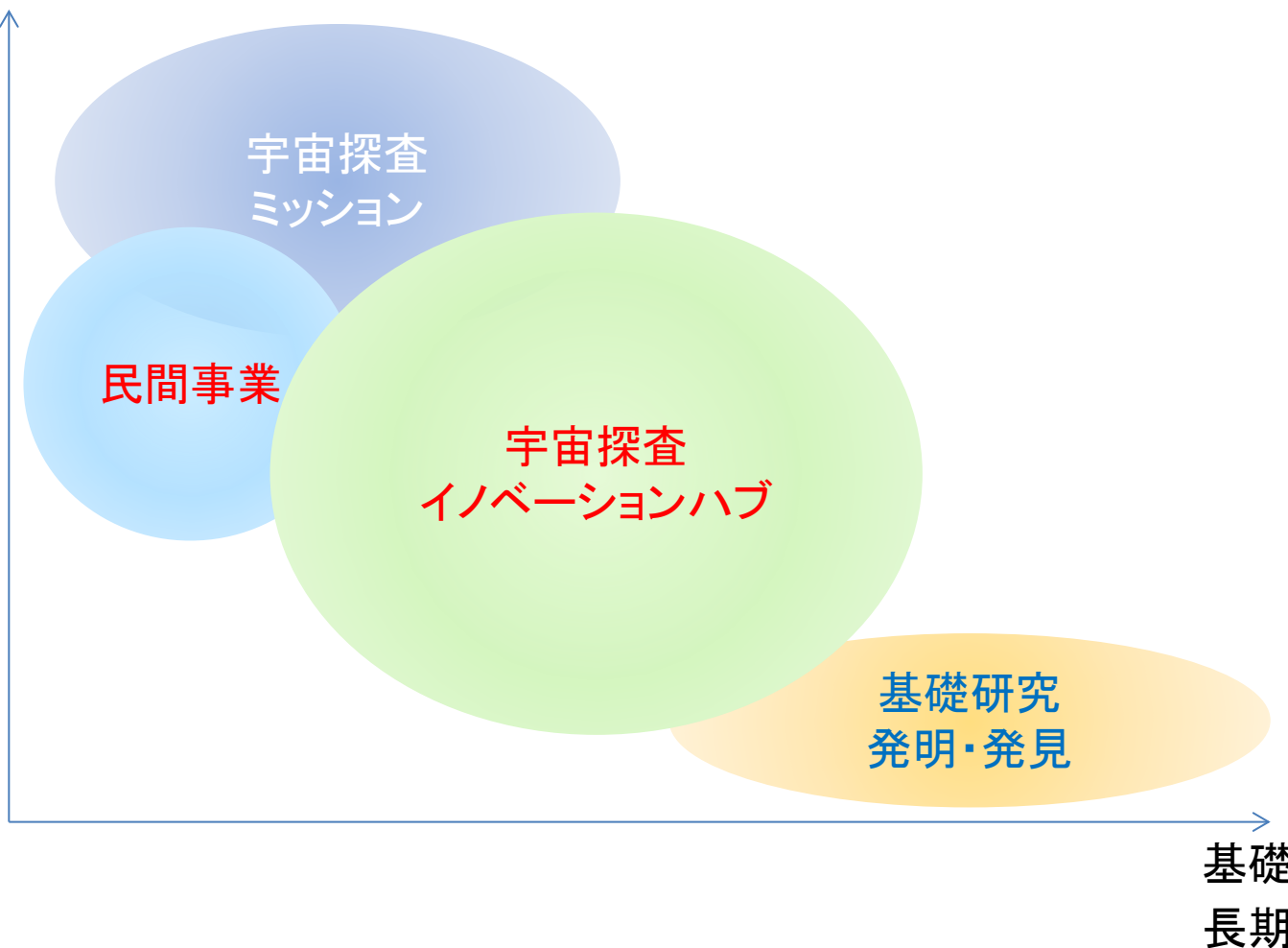
4. 宇宙探査ハブでの研究イメージ

- 宇宙探査イノベーションハブでの活動を通じて、JAXAだけでなく、参加企業・大学側の技術レベルを高めるような課題を設定する。



- JAXAが直面しているニーズへの対応ではなく、将来のニーズに対し革新的な研究と実用化を加速するような課題を設定する。

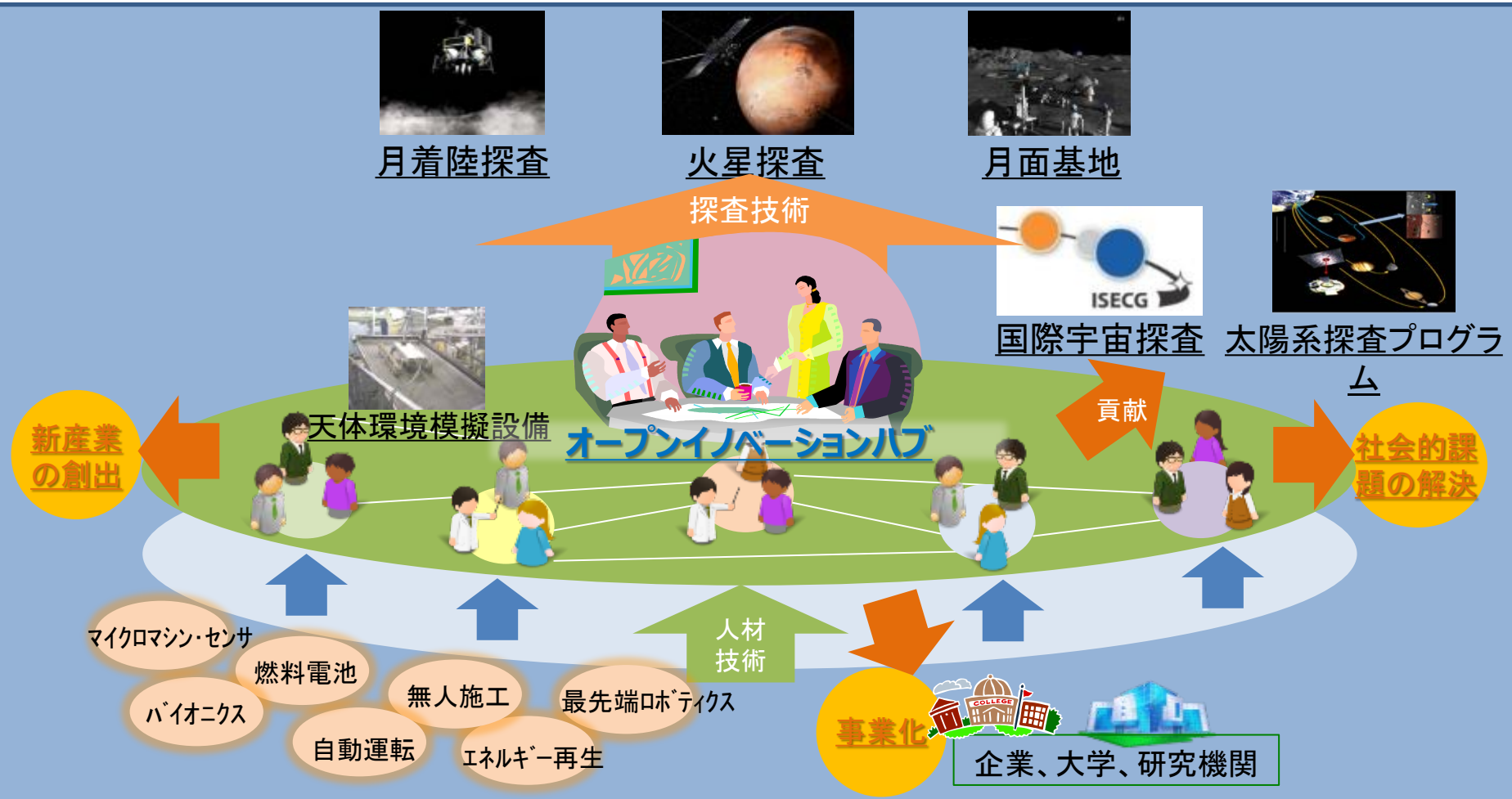
実用
短期



さいごに

- JAXAの新しい組織である「宇宙探査イノベーションハブ」では、新たな参加者を募り宇宙開発利用に資する技術研究開発を実施します。
- ここで培った技術で、従来の発想にとらわれない革新的なミッションを実現させるだけでなく地上へ応用展開され、Game Change(現状を打破する、革新的な、考え方を根本から変える)を巻き起こしましょう。
- みなさまの専門領域と宇宙探査の接点や共通課題を共に見出して、探査ハブの仕組みを活かして協働しましょう！
- 課題の検討段階から、みなさまの積極的なご参加を期待しています。

(参考)オープンイノベーションハブのイメージ

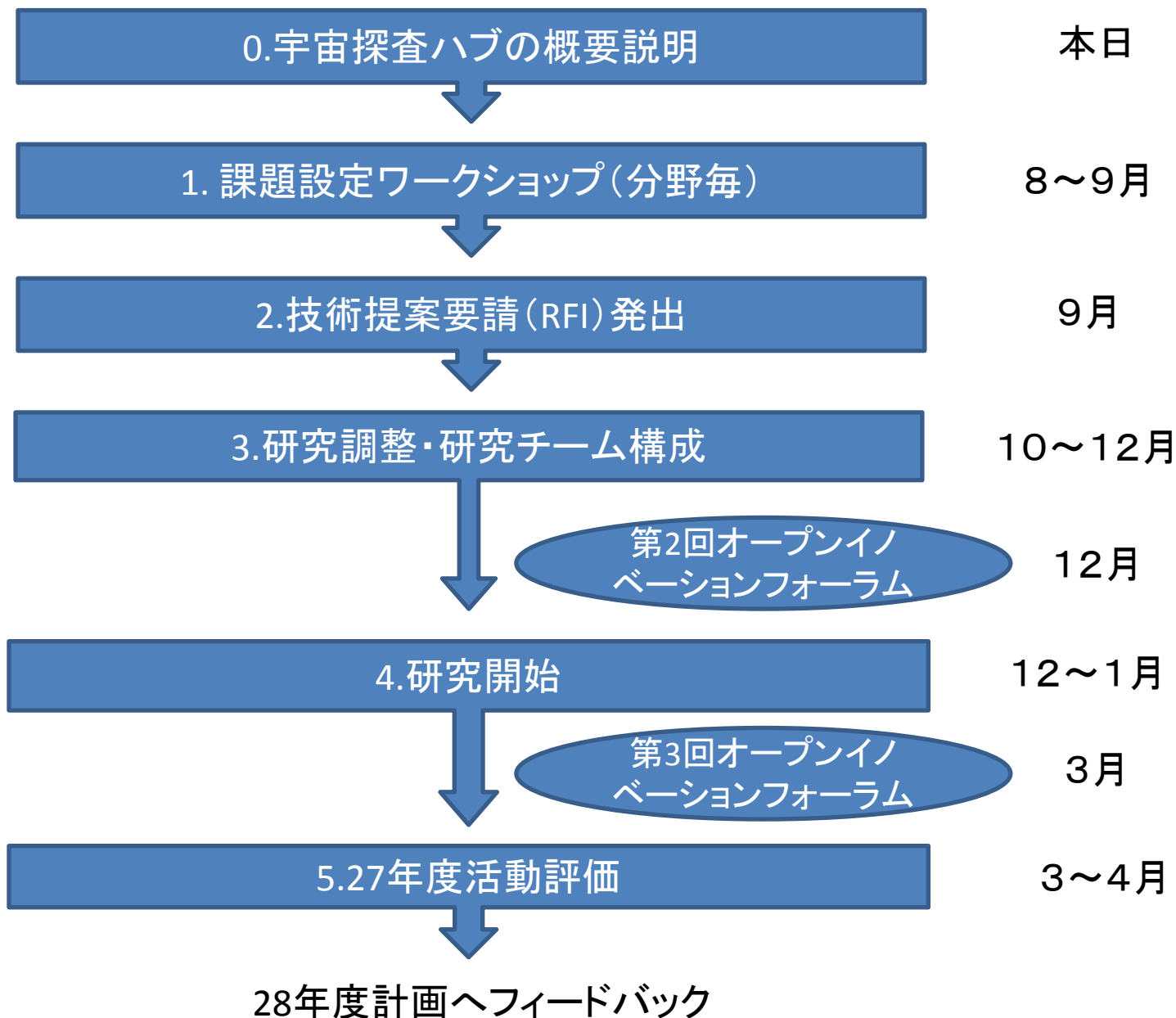


今年度の進め方について

平成27年7月

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
計画マネージャ 川崎 一義

1. 今年度の進め方



1. 課題設定ワークショップ(分野毎)



■ 実施時期

平成27年8～9月（詳細は後日お知らせします。）

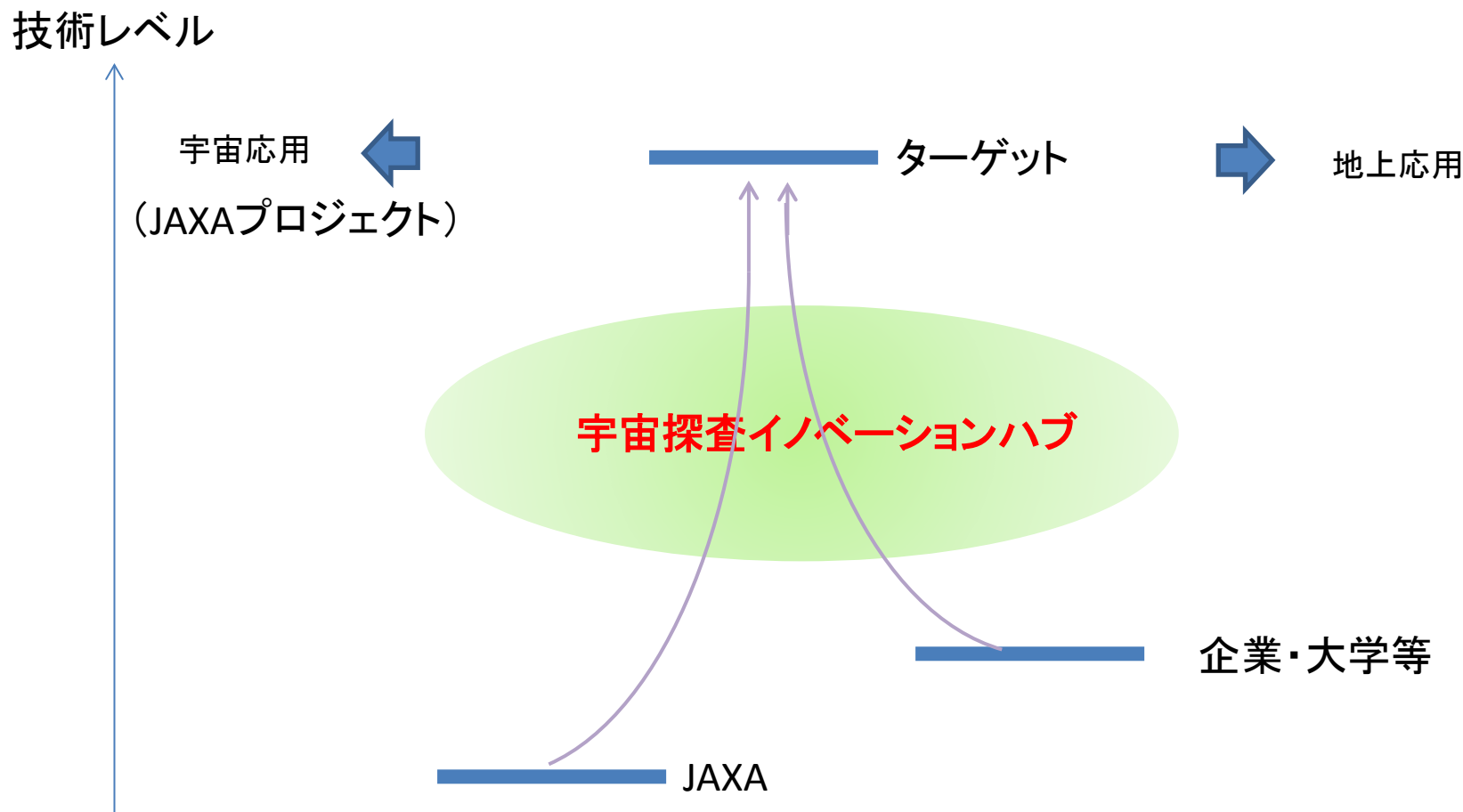
■ 目的

研究課題とターゲットとなる技術レベルを抽出する。

■ 実施方法

- ✓ 対象の分野はJAXAから提案する3つの課題分野に対する実現化技術・要素技術開発要素を検討(Middle level)。
- ✓ 参加者全員で研究課題の抽出を行い、参加者において所有する、あるいは開発したい技術による解決の可能性を探る。
- ✓ 議論を踏まえ、宇宙探査ハブで目指す研究課題と目標とする技術レベルを設定する。

- 宇宙探査イノベーションハブでの活動を通じて、JAXAだけでなく、参加企業・大学側の技術レベルを高めるような課題を設定する。



2. 技術提案要請(RFI)について



■ 実施時期

平成27年9月頃

■ 目的

研究課題解決のための技術提案を広く募り、未発掘の最先端技術の導入を図るとともに、ハブにおける研究チーム構成の参考とする。

■ 実施方法

- ✓ 課題設定ワークショップでの議論を踏まえて技術課題およびターゲットとする技術レベルを提示。
- ✓ 契約や資金提供を前提としない技術提案の募集。
- ✓ 秘密保持について募集要項に明記。必要に応じNDAを締結。
- ✓ RFIの対象となる技術課題に捉われない提案についても実施を検討中。

3. 研究調整・研究チーム構成



■ 実施時期

平成27年10月～12月

■ 目的

研究チーム構成にむけて、参加企業・機関との契約調整と探査ハブへの人材派遣等の調整を行う。

■ 実施方法

- ✓ RFIへの応募を踏まえて、國中ハブ長が研究課題、プロジェクトリーダーを選考。
- ✓ 各種契約の締結（秘密保持契約（NDA）、クロスアポイントメント協定、雇用契約、共同研究契約、委託契約等）
- ✓ 必要に応じて、ファンディングを伴う研究公募を実施。
- ✓ ハッカソン／アイディアソン等の参加型討議イベントを行い、アイデア発掘や課題のブラッシュアップを継続的に実施。

4. 研究(平成27年度)



■ 開始目標時期

平成27年12月～平成28年1月

■ 研究の進め方

- ✓ 課題解決型(目指す技術が明確なもの)とアイディア型(有効であるが未知の技術やアイディア発掘)の2種類に分類
- ✓ 研究着手時に研究期間に上限を置く
 - 課題解決型:3年程度(上限5年)
 - アイディア型:1年程度
- ✓ 研究課題数
 - 課題解決型 3～5テーマ
 - アイディア型 5～10テーマ
- ✓ 研究資金
 - 課題解決型 1～3億円(3年間総額)
 - アイディア型 100～500万円(1年間)

■ 留意事項

- ✓ 宇宙探査ミッションへの搭載機器の開発については研究結果を踏まえて、宇宙実証フェーズへ移行するかどうかを判断する。
- ✓ 28年度以降も継続的に課題を設定する。

5. 宇宙探査オープンイノベーションフォーラム

■ 開催時期

- 第2回 平成27年12月頃
- 第3回 平成28年 3月頃

(詳細は決定次第お知らせします。)

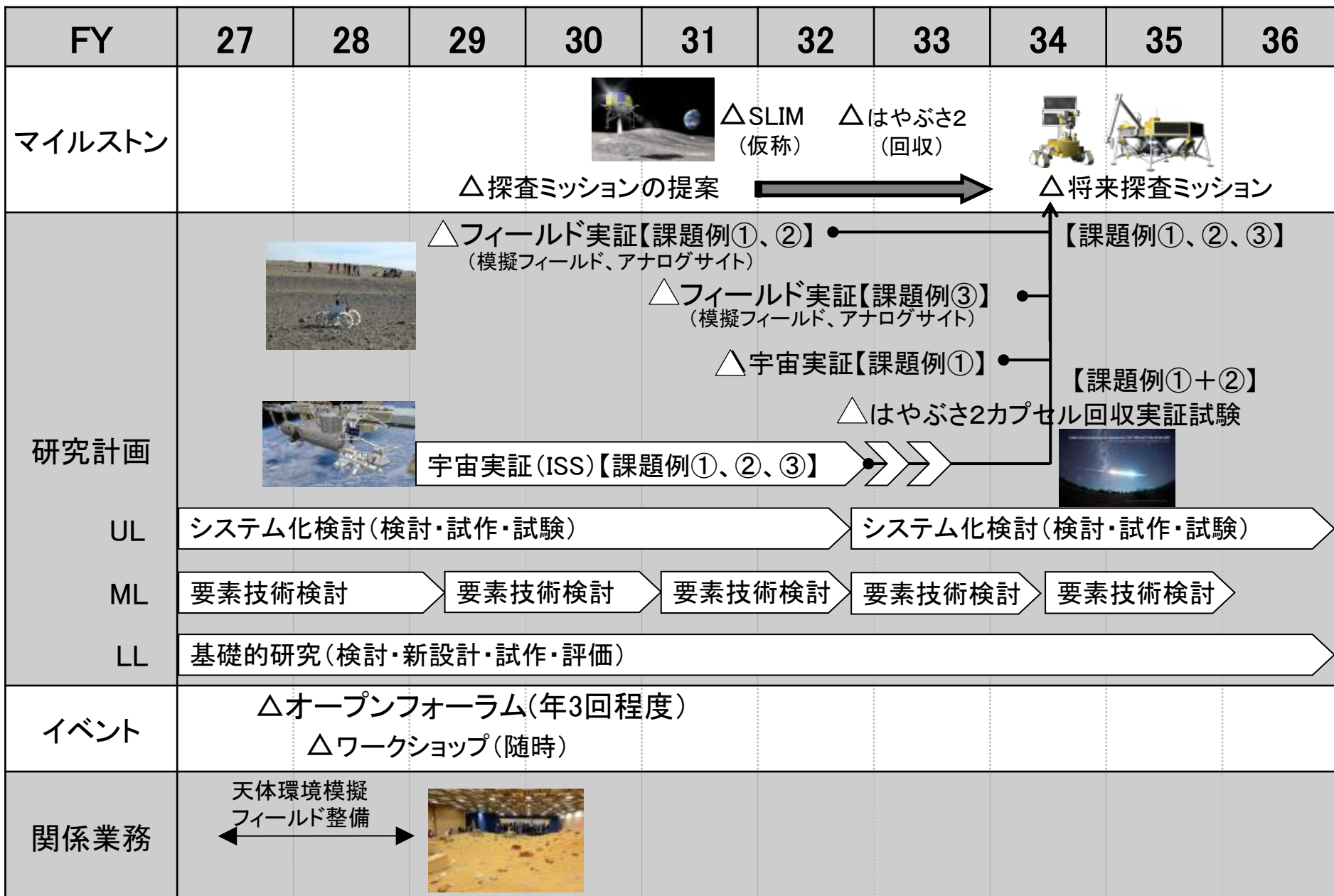
■ 目的

- 宇宙探査イノベーションハブの研究活動状況の報告
- 宇宙探査イノベーションハブの運営方法に対する要望等、コミュニティとの意見交換
- 新たな参加者や技術の探索、異分野交流

■ 実施方法

- 学会方式(論文発表、基調講演、パネルディスカッション等)
- 海外機関、企業からの研究者も参加を呼び掛ける。

6. 全体計画



お問い合わせ先

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

みなさまのご参加をお待ちしています。

第1回宇宙探査オープンイノベーションフォーラム
～ JAXA宇宙探査イノベーションハブへのご案内～

＜課題例の紹介＞

広域未踏峰探査技術

平成27年7月

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
久保田 孝

1. 重力天体で持続的に探査する技術



我が国が誇る小型・軽量化，低コスト化の技術を駆使するとともに，災害ロボットなど地上の技術シーズを融合させた我が国独自の探査技術を実現し，世界を牽引する宇宙探査を目指す。

＜民間，大学等からの技術の取り込み（例）＞

- MEMSスマートセンサ，群知能，可変構造型ロボット
- 自動運転技術，無人施工技術，環境認識，
- 現地製造技術，再生技術，大量物質ハンドリング技術

＜期待される成果最大化＞

- 高効率，短期間で実現でき，多くのプレイヤーが参加する挑戦的な探査システムの実現
- 地球での特殊環境下（災害地での活動，深海底での資源採掘等）で活用可能な技術革新

2. 今年度から取り組むテーマ



(大テーマ1)

「月火星での活動可能性を調べ尽くす」

スマート無人探査技術の研究開発

(課題1) 点の探査から脱却する『広域未踏峰』探査技術

(課題2) 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

(大テーマ2)

全補給型探査から脱却する

「現地調達・高効率再生型」探査技術の研究開発

(課題3) 地産地消型探査技術

3. (課題1) 広域未踏峰探査技術の研究

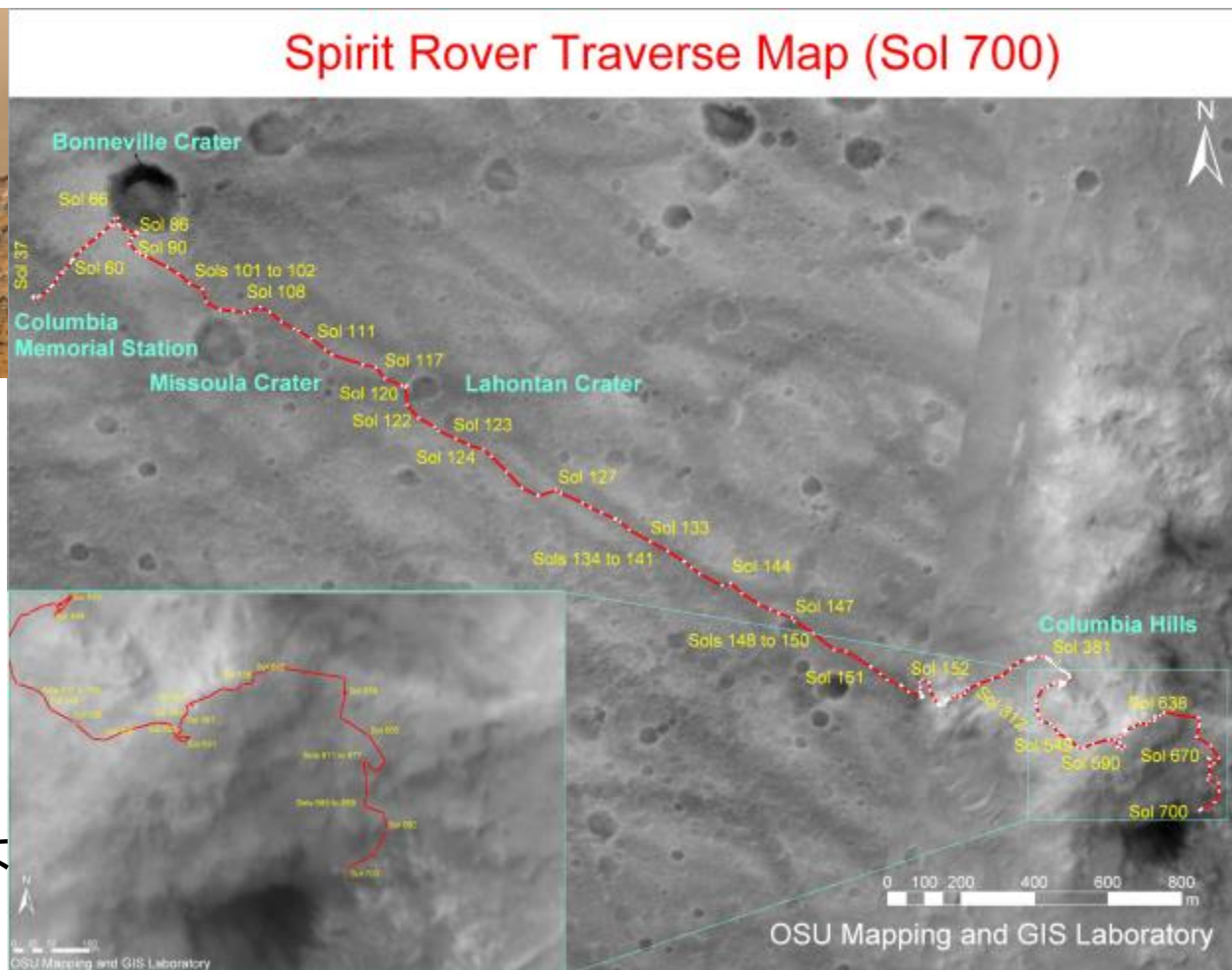
- ◆ 現在は大型の探査機で時間とコストをかけて探査を実施
- ◆ 探査の機会が少ない. 探査場所も限定的(点あるいは線)



NASA

- ・180kgのロボット
- ・2年間で5km程度移動
- ・クレータでスリップ

→複数の小型探査機
→クレータなど特殊地形は
昆虫型など群探査



-
- 複数の小型の突入機を直接、又は、一度周回軌道に入れた母船から、大気圏へ突入させる。
- すでに、火星軌道上に投入されていた小型衛星群をつかって通信と測位を行う。
- 地球と通信
- 各探査機は、軌道上の小型衛星を介してデータを転送すると同時に、正確な測位も可能。
- 小型衛星からの情報は飛行体の誘導にも使えるか？
- さまざまな種類の観測器が同時に、多地点で観測を行う。
- 要すれば、通信用の小型衛星をエアロキャプチャを使って補充する。

3. 広域未踏峰探査技術の研究例1



■ 分散協調の研究

- 目指す状態 : 複数の小型探査機が広い領域を均等に分散し、お互い協調しながら効率的な探査を行う。
- 解決する課題: 知的センサを有する小型探査機の開発と分散協調する手法の確立
- 適用する技術: 群知能・群行動技術, 自己組織化技術

■ 革新的移動の研究

- 目指す状態 : 月火星表面の中央丘, クレータ内, 縦孔底, 洞窟, 極域等のいままでの探査ロボットでは不可能な未踏峰探査を行う。
- 解決する課題: 凸凹した不整地を自由自在に移動するための新しい移動機構の実現
- 適用する技術: 可変構造型ロボット技術, 飛行移動体UAV技術

■ スマート化の研究

- 目指す状態 : 小型軽量で高機能なシステムを構築する。
- 解決する課題: 超小型軽量な高出力アクチュエータの開発および高性能性超小型センサの開発
- 適用する技術: MEMS技術, 高機能材料技術

3. 広域未踏峰探査技術の研究例2



■ 自律機能の研究

- 目指す状態 : 将来の月や火星において自律的探査を行う
- 解決する課題 : 地球から離れた場所で無人で探査を行う
- 適用する技術 : 環境適応, 智能化技術

■ 環境理解の研究

- 目指す状態 : 未知環境にて自律的な探査活動を行う.
- 解決する課題 : 周囲の環境を把握して適切な行動を計画する
人工知能の実現
- 適用する技術 : 認知科学・学習, アクティブセンシング技術

■ 長期間生存の研究

- 目指す状態 : 長期期間生存のためには, 電力の確保および故障に対してロバストであると同時に自己修復可能なシステムを構築する.
- 解決する課題 : 故障診断・検知・修理, 高効率な電力システム
- 適用する技術 : ロバスト設計, 自己修復技術

4. (研究例①) 分散協調探査システム研究

<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。

<課題>

- 昆虫型探査機から小型軽量な探査機の開発
- 分散協調するための自己組織化メカニズムの構築

<アプローチ>

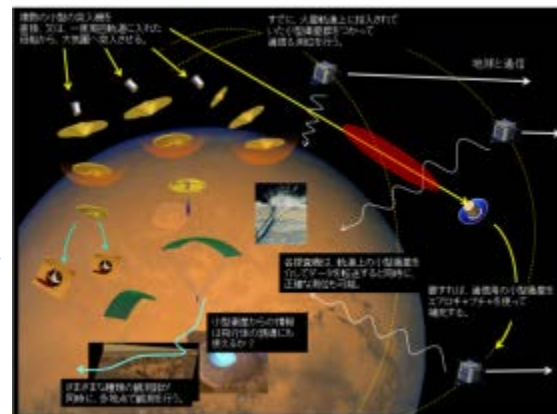
バイオミクス工学やインフレータブルに基づく設計，昆虫や動物の群知能・群行動に関する知見をもとに分散協調型探査システムを創出する



インフレータブル
エアロシェル



パラフォイル型探査機



マルチランダによる協調探査のイメージ図

4. (研究例②) 革新的移動の研究

<目的>

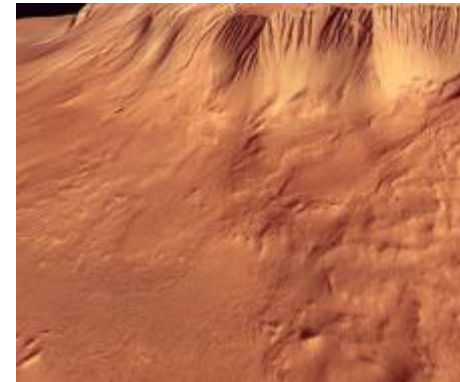
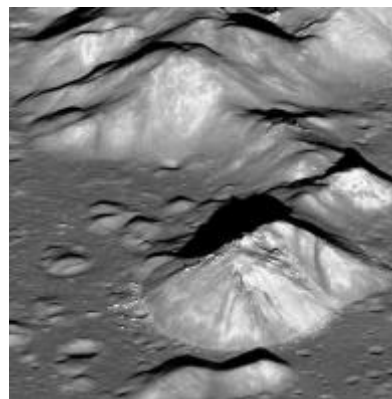
月・火星表面の中央丘峰，クレータ内，縦孔底，洞窟，極域等の今までの探査ロボットでは不可能な未踏峰探査を行う。

<課題>

凹凸があり軟弱地盤の月・火星表面を自由自在に移動するメカニズムの開発

<アプローチ>

地上で開発されている可変構造型ロボット(トランスフォーマ型)を参考に自然地形に応じて移動形態を変えるロボット機構を研究開発する。また飛行移動体UAVを宇宙実装化し，長距離移動を可能にする。



宇宙探査イノベーションハブでの活動を通じ、日本発の宇宙探査におけるGame Changing 技術を開発し、宇宙探査の在り方を変える。と同時に地上技術のイノベーションを起こす。

- 一点豪華主義（大型・長期・高コストミッション）から、分散型（小型・短期・低コストミッション）へ
- JAXA中心の探査活動から、誰もが参画しうる宇宙探査活動へ
- 地球での特殊環境下（災害地，深海底）での活動・資源採掘等への技術革新を

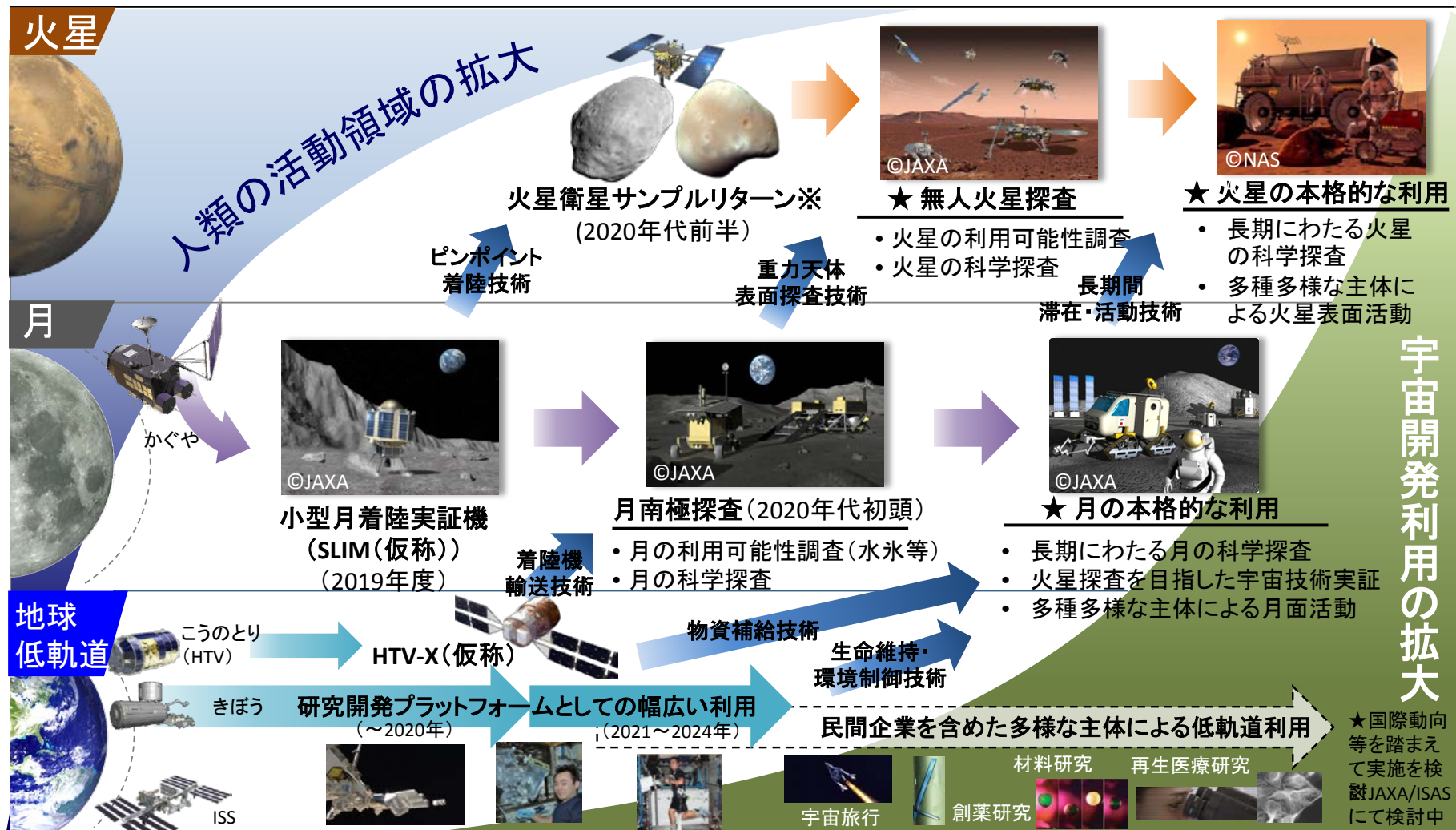
太陽系フロンティア開拓による人類の生存圏・活動領域拡大に向けた
オープンイノベーションハブ

＜課題例の紹介＞

自動・自律型探査、 現地調達・高効率再生探査

第1回宇宙探査オープンイノベーションフォーラム
平成27年7月

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
星野 健

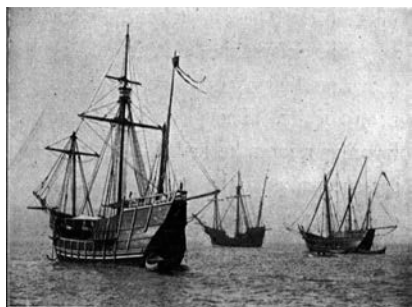


宇宙開発利用の拡大



人類の生存圏・活動領域拡大

- 人類の生存圏・活動領域拡大は、まず探検、次に開拓、最終的に定住と進めてきた。
- 現在の宇宙開発は探検段階から開拓段階に進みつつあると考えられる。



探検の時代



開拓の時代



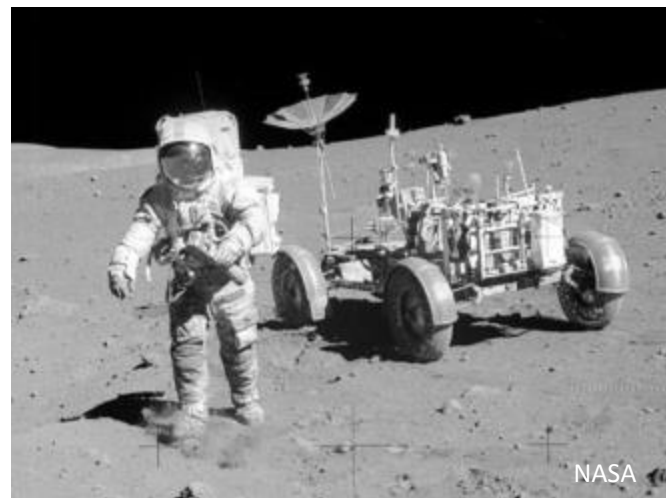
定住の時代



今はこのステップ

- 国際宇宙ステーションのような地球周回探査から月・火星の表面探査に進む。
- ところが、あまり進展していない。なぜか？
- 様々な課題がある
 - 輸送コスト
 - 例えば、H-IIA204ロケット＋着陸機で月面に運べる荷物は300-400kgしかない。
 - 通信
 - 火星には往復40分、月の裏側は地球から見えないなど、特有の困難さがある。
- 一方で、利点もある
 - 「地球という重力天体上の活動」と類似している。

- 周回探査
 - 地面： 無い
 - 物質は利用困難
 - 微小重力
 - 気体と液体の分離が困難。
 - 真空
 - 特殊な対策が必要
- 地球環境と全く異なり必要な技術も異なる。
 - これまでのJAXAの研究開発領域であり、JAXAの得意分野
- 表面探査
 - 地面がある
 - 多くの物質がある
 - 重力がある
 - 月1/6g、火星1/3g
 - 火星は大気がある
 - 火星 <1/100気圧
- 地球環境と相似性があり必要な技術は似ている。
 - これらからの研究開発領域であり地上技術の応用が可能。



どのように進めるか

- 人類の生存圏・活動領域拡大には、地球とつながる「へその緒」を少しずつ切ることが必要。
- 地球からの全指令・全補給型から脱却した自立探査の実現を目指す。
- 補給は細く、情報は太く！



アポロ

建設：なし
現地調達：なし
再利用：なし

宇宙船の電力源は燃料電池であり、酸素と水素を運んだ。



宇宙ステーション

建設：宇宙飛行士
現地調達：電力
再利用：空気、水の一部

電力は自給自足。空気再生と水再生を一部実施している。



今後の探査

建設：無人
現地調達：≒100%
再利用：≒100%

無人自動建設と燃料、空気、水、食料を含む地産地消。

• 米国

- 資源利用や拠点自動建設の研究を精力的に実施しており屋外フィールドでの実証なども実施している。また、月面実証や火星での実証計画も検討されている。
- アポロ型の探検的探査からISRU(現地資源利用)技術を用いた開拓型探査にシフト。



月資源利用実証(NASA)

• ロシア

- 月資源利用実証を行うLuna-Resurs(月資源という意味)の探査機の打ち上げを複数計画している。

• ヨーロッパ

- 上記のロシアの探査機と連携するとともに、3Dプリンタ技術を用い、レゴリスから月面基地を自動建設する研究などを積極的に実施している。



月の砂を用いた拠点建設(ESA)

• 日本

- 具体的ミッションは、まだ計画段階である。

そこで、日本が得意とする地上技術を最大限に活用し、宇宙探査技術に革新を起こし世界をリードすることを目指す。

- 自動車技術、自動建設技術、省エネルギー、リユース・リサイクル技術、資源精製技術 等

課題例： 地球からの全指令型から脱却した「無人で有人拠点建設」

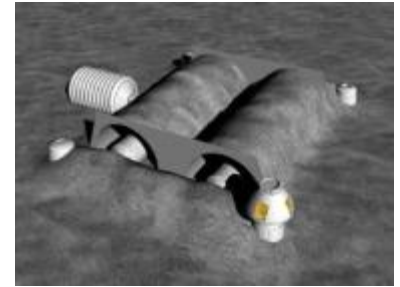
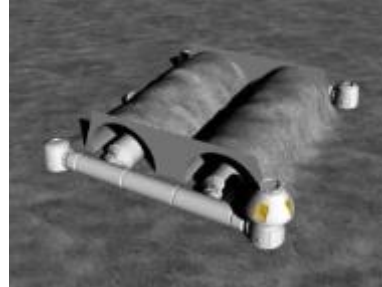
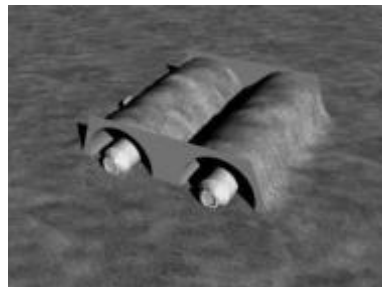
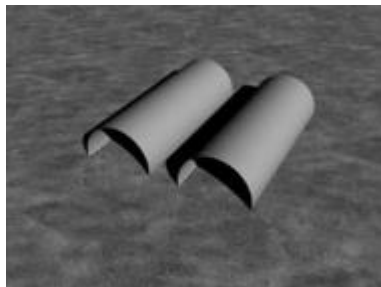
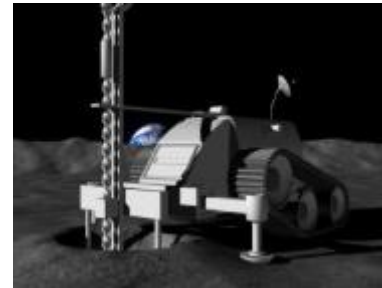
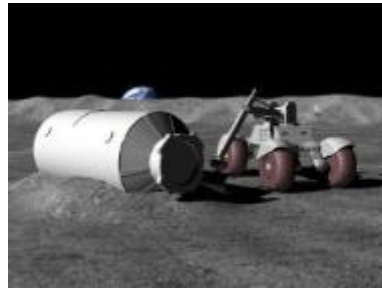
課題例 「無人で有人拠点建設」

◆ 目的

地球からの全指令型探査から脱却する自動・自律技術を獲得し、将来の有人探査拠点の無人建設に繋げる。

◆ チャレンジする課題

- 人類初その他天体での建設技術の獲得。
- 送る指令は最少に、受け取る情報は最大に。



- 宇宙用建機の研究開発をゼロからスタートするのではなく、地上で既の実現されている世界トップクラスの無人建機や自動化の技術をベースとする。
- それらを、宇宙仕様に昇華させる部分(質量、電力、耐環境、通信などの克服)に取り組む。
- 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)



雲仙普賢岳無人化施工
(NPO法人 土砂災害防止広報センター)



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)

軽量化
宇宙仕様化



宇宙だけでなく、海底・地下
などでの利用につなげたい。

- 大型軽量化
 - 課題： 拠点にはある程度の規模が必要
 - 適応技術例： 「小型軽量化」ではなく、展開機構やインフレータブル機構による「大型軽量化」を行う技術。
- 高度情報化(ICT)
 - 課題： 少ない指令、多くの情報
 - 適応技術例： 3D図面をアップロードするだけで、建機が共同作業を行う技術。逆に探査機が地球のDBにアクセスできるような通信技術。
- 電動化(EV化)
 - 課題： 内燃機関エンジンが使えない。
 - 適応技術例： 電動化や再生型内燃機関などを実現。
- GPS→UPS(Universal Positioning System)化
 - 課題： 月や火星ではGPSによる位置決定ができない。
 - 適応技術例： 他天体や地形、相互認識による自己位置同定技術。

※これらの取り組みは宇宙利用だけでなく、地底や海底での建設や資源開発につながると考える。

課題例： 地球からの全補給型から脱却した「地産地消型」探査の実現

(月産月消、火産火消?)

課題例 「地産地消型探査の実現」

◆ 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、持続可能な「地産地消型」探査を実現する。

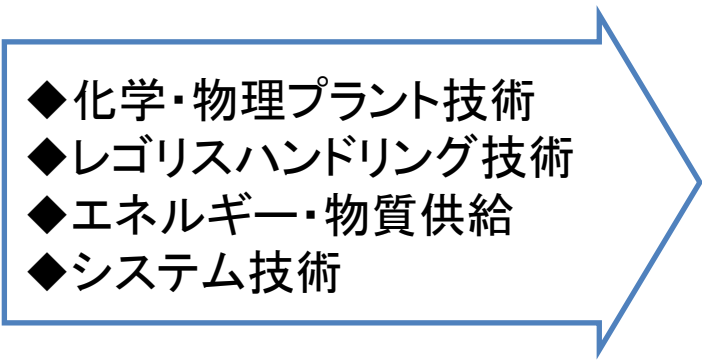
◆ チャレンジする課題

必要な物資を地球からの輸送コスト（低軌道<月<火星）に比して効率的に生産できるシステムを構築する。

- ブロック、金属： 拠点の建材などに。
- 水、酸素、水素： ロケット燃料、生命維持等

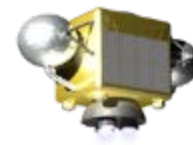


月の表土(レゴリス)

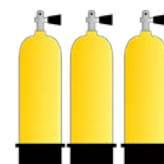
- 
- ◆化学・物理プラント技術
 - ◆レゴリスハンドリング技術
 - ◆エネルギー・物質供給
 - ◆システム技術



ブロック



燃料(酸素)



水、水素、窒素

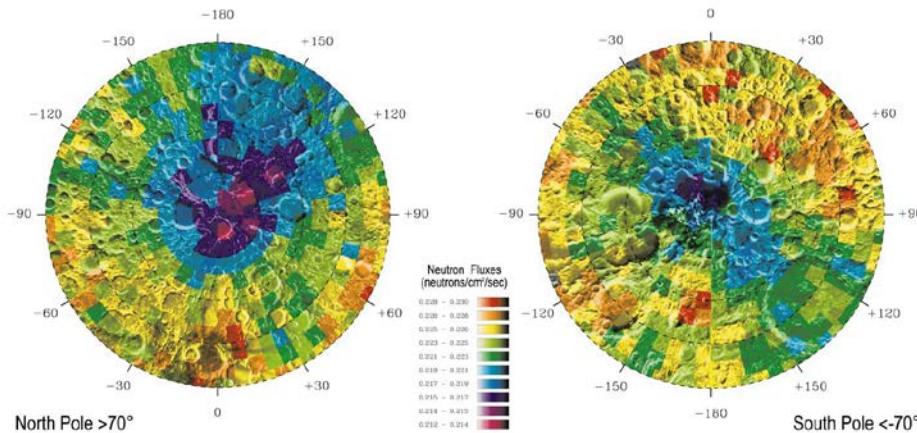
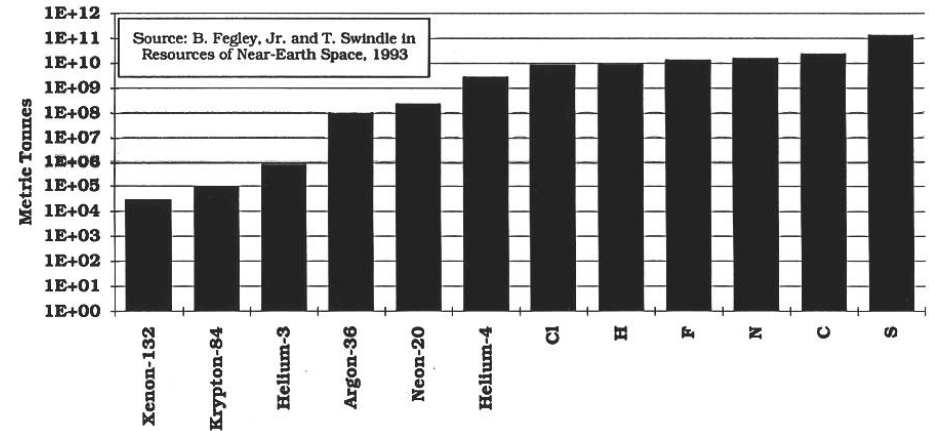


金属

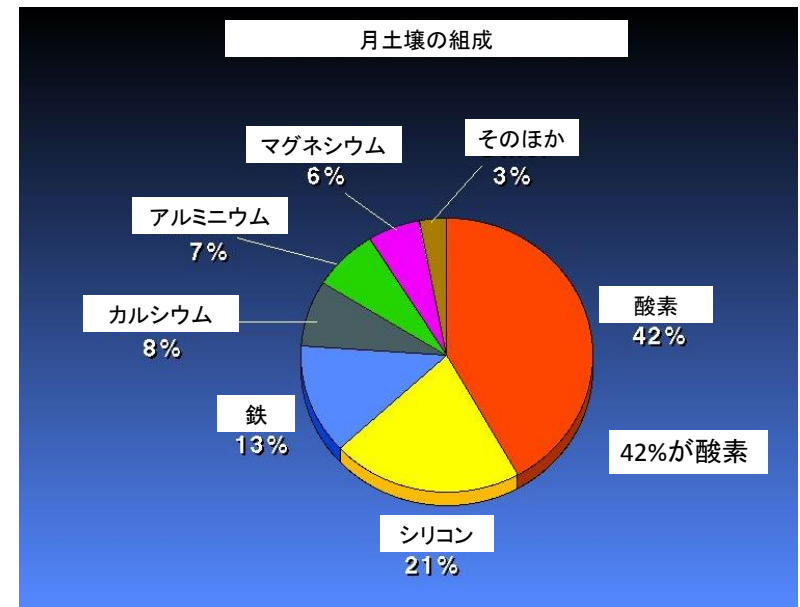
参考)月の表面物質

- 金属酸化物であり4割は酸素である。
- 焼結してブロックなどに加工できる。
- 揮発性物質が吸着している。
- 極域には、水の存在の可能性あり。

地下3mまでの揮発性物質のレゴリス吸着量の推定



月面の北極(左)／南極における(右)水素の濃度
中性子分光計による計測(NASA)

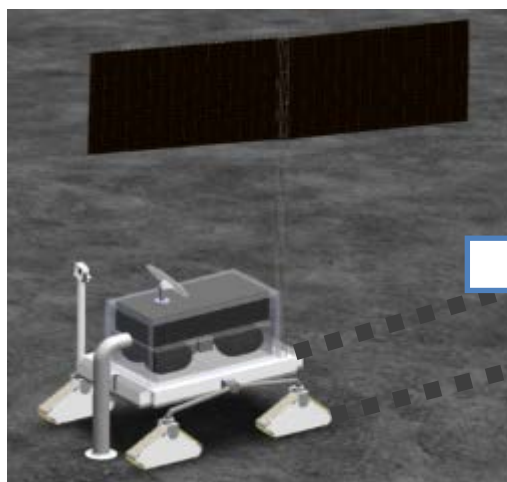
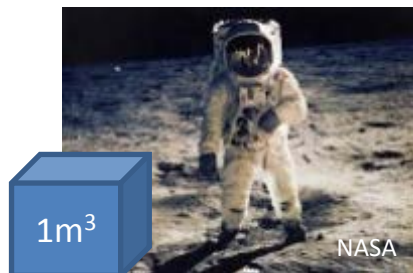


University of Wisconsin-Madison, Resources from Space

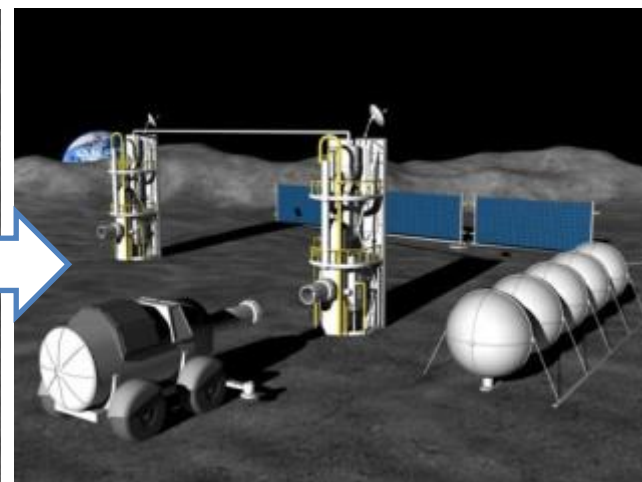
- 日本が得意とする地上の省エネルギー、リユース・リサイクル技術、資源精製技術等を適用・発展させる。
- 個別要素技術研究だけでなく、これらを組み合わせて、End-to-Endのシステムとして実現を目指す。
- 模擬フィールドやアナログサイトで技術実証を行い、最終的には宇宙実証する。最終的には火星有人探査につなげる。

例) 酸素製造

- 呼吸に必要な酸素860g/日
 - 月土壤の質量42%が酸素
- ↓
- 1m³の月土壤には、約800日分
 - 収率10%だと80日分
 - 1時間に0.5Lの月土壤処理速度



初期のシステムイメージ：
自走式で処理しつつ移動。



後期のシステムイメージ：プラントに原料を運んで生産貯蔵。

- **現地生産プラント技術**
 - － 課題： 地上の「土」や「砂」レベルの物質から、有用資源を抽出する技術の実現。
 - － 適応技術の例： 火山灰からの煉瓦製造や廃家電などから有用物質等を取り出すリサイクル技術等。
- **宇宙「搬送」技術**
 - － 課題： これまでの探査で行われてきたグラムオーダーの土壌サンプリングでなく、キログラム～トンオーダーの資源利用に必要な連続的な物質搬送の実現。
 - － 適応技術例： 静電力の利用や振動搬送などの地上技術の適用。
- **再「利用」探査機化**
 - － 課題： 着陸後の探査機の燃料タンクなど、すべてを再利用可能に。
 - － 適応技術例： 地上のように3R: Reduce(リデュース)、Reuse(リユース)、Recycle(リサイクル)を念頭に置いた探査機設計。
- **エネルギーと通信のスマートグリッド化**
 - － 課題： 月の夜でもプラントに必要なエネルギーを互いに供給しあうシステムの実現。
 - － 適応技術例： 生成した水を再利用する再生型燃料電池、太陽電池、無線電力伝送技術を組み合わせる。合わせて通信もグリッド化。
- ※これらの取り組みは宇宙利用だけでなく、リサイクル技術の向上、低質な資源の利用、省エネルギー等につなげたいと考える。

- ご紹介した課題例は、限られた「宇宙関係者」が認識している課題と解決方法の例です。
- 「オープンイノベーションハブ」の研究開発は、これにとらわれることなく、更に広い視点で実施したいと考えています。
- 「仮に、あなたが世界的な熱力学の専門家であって、私があるあなたに、もっとよいオーブンを作ってくれるように依頼するとしましょう。あなたは熱対流型オーブン、あるいはもっと断熱され、あるいはオーブン内部へ簡単にアクセス出来るようなオーブンを発明するかもしれませんが、しかし、どれほど多くの資金をあなたに与えたとしても、電子レンジは発明しないでしょう。なぜなら、電子レンジは別の研究であるレーダーと通信の研究の産物なのです。」 Neil deGrasse Tyson, Space Chronicles.
- この資料に示されなかった提案を歓迎します！

宇宙探査イノベーションハブにおける 知的財産管理制度について

平成27年 7月

宇宙航空研究開発機構
新事業促進部

はじめに

- イノベーションハブでは、研究開発法人の機能強化を含む研究開発システムの改革により、オープンイノベーションを実現することが求められている。
- JAXAでは、様々な異分野の人材・知を糾合した開かれた研究体制の構築が重要課題であると位置付け、そのための必要な制度改善を行っているところ。
- 特に、イノベーションハブにおける知的財産の取扱方針は、優れた研究者や多様な企業の参加促進の成否を決める重要な要素となりうるとの認識のもと、JAXAの従来制度とは異なるハブ特有の知的財産管理を試行する。（現在、関連規定類の改定手続き中）

ハブ参加促進に向けた改善すべき課題

【課題(1)：企業出向者が創出した知財の持分】

【課題(2)：共有知財の企業による自己実施】

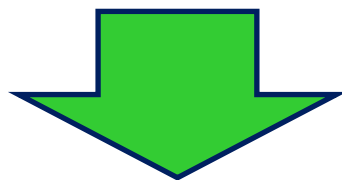
【課題(3)：共有知財の第三者へのライセンス】

【課題(4)：各企業の個別事業に係る情報管理】

課題(1)：企業出向者が創出した知財の持分

【課題(1)】

企業にとっては、自社研究者をイノベーションハブに参加させて、仮に価値のある知的財産を創出できたとしても、出向中はその行為はJAXAの職務発明等と整理されるため、当該知的財産は100%JAXA帰属となってしまう。



【改善(1)】

企業等他機関からJAXAに出向（クロスアポイントメント制度も含む）している研究者が発明等を行ったときは、あらかじめ出向契約等で約定することによって、当該研究者の貢献度等を考慮した上で、その知的財産を出向元にも帰属させることができる。

⇒ 企業にとっては、自社の研究者をハブに出すことで、多様な人材・知の糾合による相乗効果を得ることができ、より優れた成果（知財）の獲得につながる。

課題(2)：共有知財の企業による自己実施

【課題(2)】

従来、共有知財の出願等維持費は共有者間の持ち分に応じて負担することとしている。他方でJAXAは研究開発目的以外で自己実施をしないことから、共有者（企業）が研究開発目的以外で自己実施を希望する場合は、原則、当該実施料のJAXAへの支払いを条件としていた。



【改善(2)】

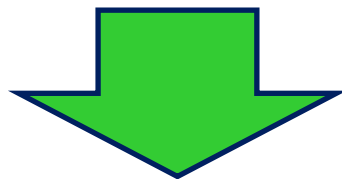
研究開発目的以外での自己実施を希望する者が出願等維持費を負担すれば、当該実施料のJAXAへの支払いを免除することができる。自己実施に際してJAXAの同意は不要。

課題(3)：共有知財の第三者へのライセンス

【課題(3)】

共有知財の場合、自己実施以外での活用が少ない。

また、休眠している共有知財については、ライセンスの促進の具体的方策がないため、第三者ライセンスでの有効活用ができていない。



【改善(3)】

第三者ライセンスによる収入は、原則、共有者間の持分に応じて分配するが、共有者の中に第三者へのライセンスを斡旋した者がいる場合には、その共有者を優遇できるようにする。これにより、競合分野以外の異業種への展開等も含め、第三者ライセンスのインセンティブを働かせ、知財活用の一層の促進を図る。

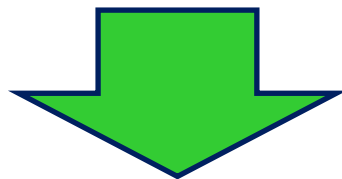
(ただし、第三者ライセンスの許諾条件や斡旋時の優遇条件は共有者間で事前合意が必要)

課題(4)：各企業の個別事業に係る情報管理

【課題(4)】

従来の共同研究等とは異なり、イノベーションハブでは複数の同業他社が参加する形態も想定されるため、個々の企業の都合に合わせた適切な情報管理が必要。

また、出向元企業が既に所有している知財を開示・活用して創出した成果の取扱いの明確化が必要。



【改善(4)】

複数企業が同一テーマに参加することを想定した情報共有と秘匿管理を実施。具体的には、企業が既に所有している知財、その活用から創出される知財、企業の事業活動に直結する情報など、企業が開示範囲の特定を要望する場合は、「ノウハウ等個別管理票」を適宜作成した上で、JAXAが情報管理を徹底。当該情報は開示対象範囲機関・企業のみで共有。

イノベーションハブにおける新たな知的財産管理制度

優れた人材や知の糾合に向け、ハブに参加する企業等にとって、よりメリットを享受できる新たな仕組みを試行

項目	従来 (知的財産活用規程)	ハブ対応 (イノベーションハブにおける知的財産取扱規程)
(1) 知財の持分	➤ 機構への出向者の寄与分は機構に100%帰属してしまうため、出向者を派遣する企業側のメリットがない。	➤ 企業等他機関からJAXAに出向(クロスアポ制度も含む)している研究者が発明等を行ったときは、あらかじめ出向契約等で約定することによって、<u>当該研究者の貢献度等を考慮した上で、その知的財産を出向元にも帰属させることができる。</u>
(2) 共有知財の 企業による自己実施	➤ 共有知財の出願等維持費は共有者間の持分に応じて負担。 ➤ JAXAは研究開発目的以外で自己実施をしないことから、共有者(企業)が研究開発目的以外で自己実施を希望する場合は、原則、当該実施料のJAXAへの支払いを条件としていた(不実施補償が前提)	➤ 研究開発目的以外での自己実施を希望する者が<u>出願等維持費を負担すれば、当該実施料のJAXAへの支払いを免除することができる。</u>自己実施に際してJAXAの同意は不要。
(3) 共有知財の 第三者へのライセンス	➤ 持分に応じて分配する。 ⇒ 第三者へのライセンス先を斡旋しても、特に優遇がないため、斡旋するインセンティブが働かない。	➤ 原則、持分に応じて分配するが、<u>第三者へのライセンスを斡旋した共有者がいる場合には、その共有者に対して第三者からの利用料の配分等に関し優遇措置を講じることができる。</u>
(4) 各企業の個別事業 に係る情報管理	➤ 適切な方法で秘匿管理を実施。 ⇒ 「機構 対 1企業」が前提であり、同業他社が複数参加する場合への対応が不十分。	➤ 複数の同業他社が同一テーマに参加することを想定し、より実効性のある効果的な秘匿管理を実施。 ➤ 具体的には、<u>具体的には、企業が既に所有している知財、その活用から創出される知財、企業の事業活動に直結する情報など、企業が開示範囲の特定を要望する場合は、「ノウハウ等個別管理票」を適宜作成した上で、JAXAが情報管理を徹底。</u>

クロスアポイントメント制度を活用した 宇宙探査イノベーションハブへの参加について

平成27年7月

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
人事部

目次

1. 導入の背景
2. クロスアポイントメント制度とは
3. 協定内容
4. よくあるご質問と回答
5. (参考)イノベーションフェロー制度

はじめに

■ 宇宙探査イノベーションハブにおける人材集結の狙い

- 大学や研究機関だけでなく、企業（中小企業やベンチャー企業含む）の参入を促進し、産学の英知・技術力を集結したAll-Japan体制の構築。
- 宇宙先進国のみならず国内外の優秀な人材を集結する国際拠点を構築することで、国際プログラムを牽引。

■ 主な任期制職員の受入れ形態

対象者	任期制職員の受入れ	
	職員の身分	定義
個人	招聘職員 (常勤/非常勤)	高度の学識及び経験をもって専門的業務に従事する者
企業・大学・研究機関等	出向契約職員 (常勤)	出向元での身分を保有したまま機構の職員として業務に従事する者

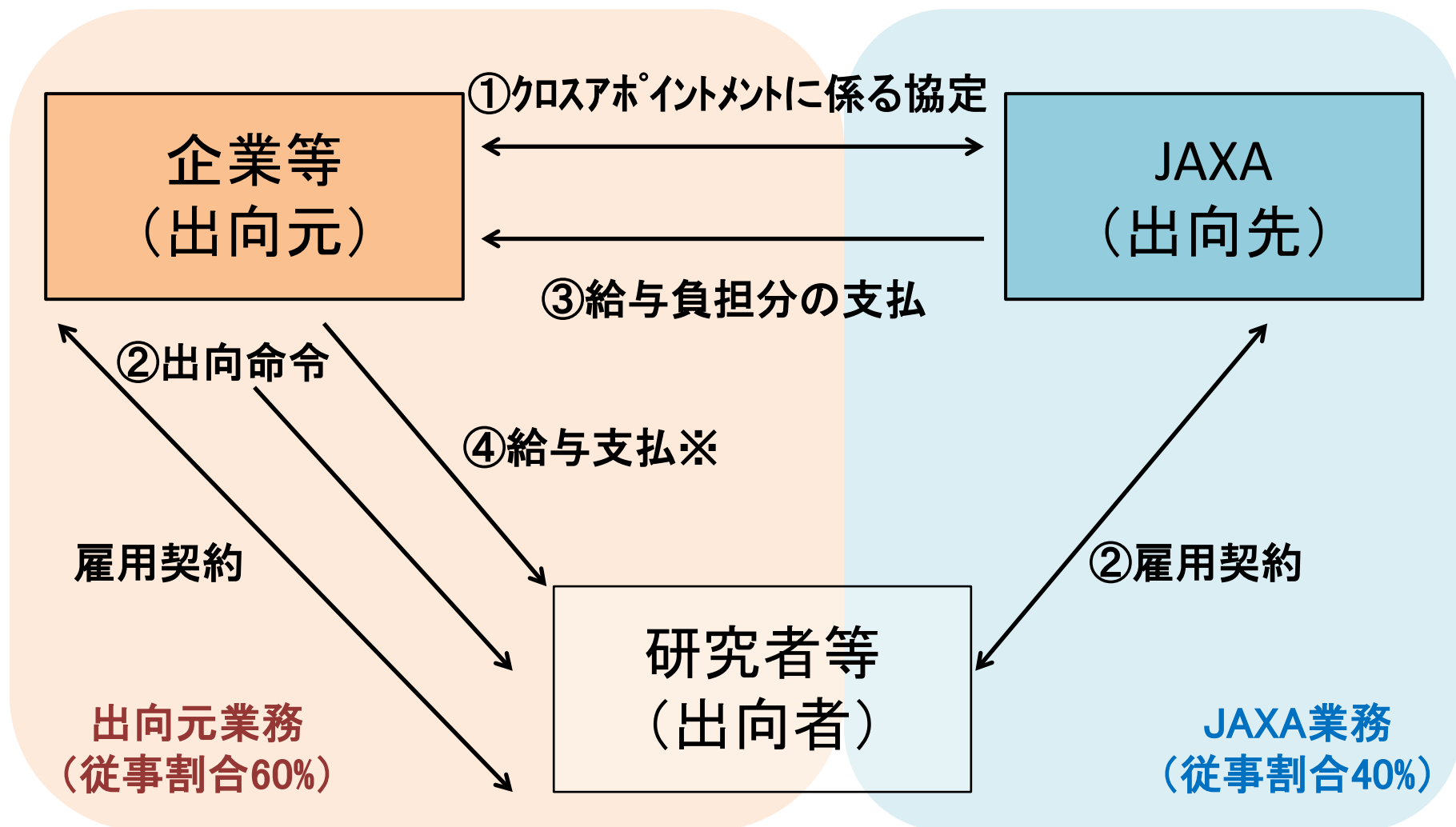
クロスアポイントメント制度は、研究者が企業・大学・研究機関等（出向元）とJAXA（出向先）の双方で雇用されつつ、それぞれの機関の役割に応じて研究開発業務に従事するための受入れ手段の一つです。

1. 導入の背景

- 「『日本再興戦略』改訂2014」及び「科学技術イノベーション総合戦略2014」において、科学技術イノベーションの推進に伴い、クロスアポイントメント制度の積極的な導入・活用の必要性がうたわれている。
- JAXAにおいても、平成27年3月にクロスアポイントメント制度により職員を受入れる制度を整備。
- クロスアポイントメント制度は、国内外の研究者等の受入れを促進するため、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。

**宇宙探査イノベーションハブでは、
当制度を積極的に適用します！！**

2. クロスアポイントメント制度とは



※給与は、出向元又は出向先のいずれかが、協定に基づき、一括支払い。

企業等 → JAXA → 研究者へ給与を支払うケース(上記と逆のケース)もあります。

3. 協定内容

【企業・大学・公的研究機関等とJAXAの協定イメージ】

- ・対 象 者 : 企業 ○○研究所 主任研究員
- ・業務内容: 企業 ○○研究、JAXA 自動・自律型探査研究
- ・従事割合: 企業 60%、 JAXA 40%
- ・勤 務 日 : 企業 月・火・水曜日、 JAXA 木・金曜日
(1勤務日は、終日、いずれかの業務に従事)
- ・給与支給: J A X A 給与額の40%分を企業Aに支払
企業 JAXA給与額を含め一括して社員へ支給
- ・そ の 他 : 企業の社会保険等を継続

【クロスポイントメント制度を適用する主なメリット】

①宇宙事業への新規参入

②JAXAの事業を経験することにより、研究者の新たな知見獲得

③研究者は企業側の業務継続も確保

4. よくあるご質問と回答

■ 質問①

研究者等を公募する場合、クロスアポイントメント制度の適用が必須条件になりますか？

(回答)

基本的にはクロスアポイントメント制度の適用は選択制とします。
業務の必要に応じて必須条件にする場合は、公募要領に明記いたします。

■ 質問②

遠隔地(例：東京－九州)でもクロスアポイントメント制度は可能ですか？

(回答)

可能です。ただし移動時間の観点で、出勤日等は別途協議が必要です。

■ 質問③

本人への一括給与支給や社会保険等を加入する機関は、どのように決めるのですか？

(回答)

出向者が不利益を被らないことを前提に、出向元機関とJAXAの協議により、決定します。

5. (参考)イノベーションフェロー制度



- 世界の第一線で活躍する国内外の優秀な研究者の獲得に向け、柔軟な給与・報酬制度「イノベーションフェロー制度」を平成27年3月に整備。
- 当制度の新設により、これまで給与処遇面で人材獲得が困難であった優秀な研究者を積極的に採用します。

<期待される効果>

- イノベーションハブ組織全体の活性化
- イノベーションを創出する機能の強化
- グローバルな競争環境の中での優位性を発揮

**宇宙探査イノベーションハブを国際拠点として、
国際プログラムを牽引します！！**

本件に関する問い合わせ先



クロスアポイントメント制度に関して、
ご不明な点がありましたら、
お気軽にお問い合わせください。

○クロスアポイントメント制度に関すること
人事部人事課 沢登 貴史
連絡先 TEL: 050-3362-2208
mail: sawanobori.takashi@jaxa.jp