

「デモ炉」作成に伴う問題提起

2022年11月4日（金）

神戸大学科学技術イノベーション研究科 教授

尾崎 弘之

項目

- デモ炉に求められる役割
- 核融合特有の事業構造への対応
- NASAの産官学連携：COTS
- JAXAの産官学連携
 - 宇宙デブリ回収実証プロジェクト
 - 宇宙探査イノベーションハブ
 - J-SPARC

JAXA石井康夫理事へのインタビューを参照して作成

デモ炉に求められる役割

- 原型炉、商業炉へつなげる実証の場
 - 「ハイテクの塊」である核融合炉開発に必要なプロセス
- 産官学が協力する場
 - 官が補助金以外のインセンティブを民間に提供して投資を誘引する
- 研究でなく「事業化」を目的とする
 - 研究プロジェクトの「屋上屋」を避ける
 - 研究、知財、コスト、スピード、リスク負担のバランス実現を目指す
- ITER、JT-60SAと異なる構造
 - 官から民への「スペック提示・調達」と異なる方式
 - 民のアイデアと開発成果の集結

核融合特有の事業構造への対応

ITER先端機器は、日本企業が製作に貢献

中心ソレノイド(CS)コイル
日本分担: CSコイル導体(全数)

49mm

トロイダル磁場(TF)コイル
日本分担: TFコイル導体 33導体(25%)
TF構造物 19機分(全数)
TFコイル巻線+一体化 9機分(47%)

プラズマ計測装置(一部)
日本分担: 電子温度・密度計測、中性子計測など5つの計測装置(約15%)

高周波(EC)加熱装置
日本分担: ジャイロトロン8基(全体の1/3)、水平ランチャー(ポートプラグを含む)

中性粒子入射加熱装置
日本分担:
1MV電源高電圧部 3機(全数)
高圧プッシング 3機(全数)
加速器 1機(33%)

ダイバータ外側ターゲット
金属技研
アライドマテリアル
大和合金・三芳合金工業

三重水素プラント
日本分担: 三重水素除去系
日揮

ブランケット遠隔保守機器
東芝
エーテック
スギノマシン
愛知産業

日鉄エンジニアリング
JASTEC
古河電気工業
日立金属ネオマテリアル

三菱重工
三菱電機
東芝エネルギーシステムズ
日鉄エンジニアリング
JASTEC
日立金属ネオマテリアル

東芝
三菱重工
トヤマ
岡崎製作所
清原光学

キヤノン電子管デバイス
東京電子

日立製作所
京セラ

インテグレーション
+
多くのパーツ

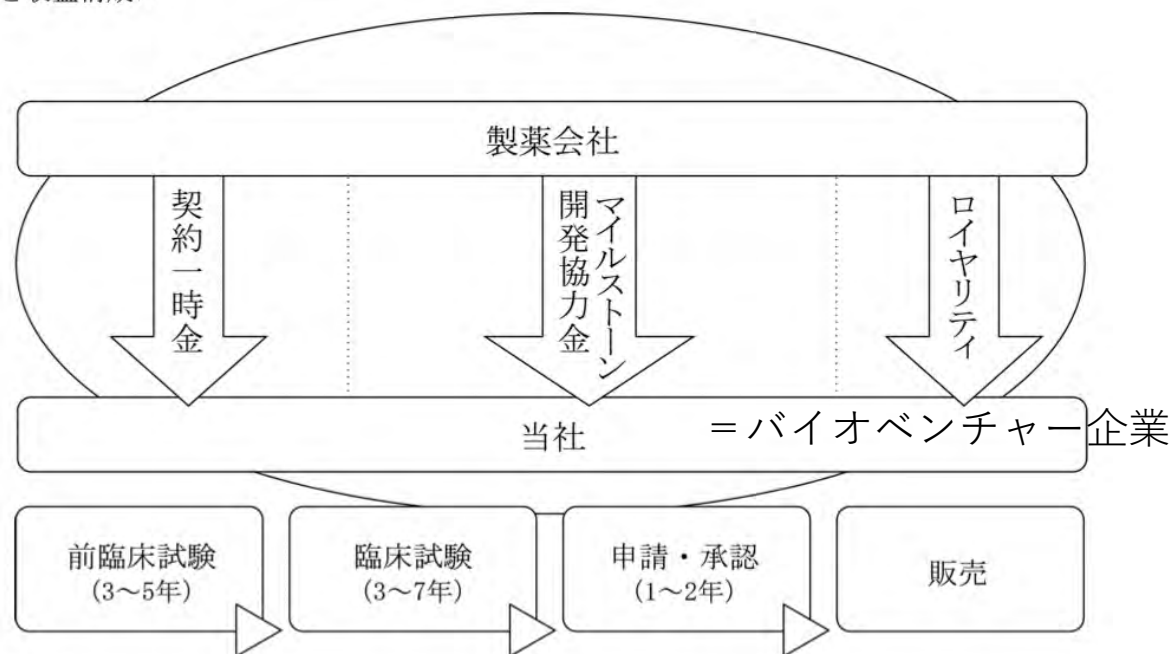
出典: 文科省 栗原研一技術参与資料

NASAの産官学連携：COTS

- COTS: 「商業軌道輸送サービス」
 - Commercial Orbital Transportation Services
- 「より早く、より良く、より安く」
- 政府出資を抑えて民間投資を誘発する仕組み
- 開発期間(6～7年)を決めてテーマごとに民間のアイデアを募集、マイルストーン方式を採用
- ゴールを達成した企業←NASAが長期間の輸送契約を提供することをコミットする
- 非契約アプローチ
- 成功例：Space X

医薬品開発で多用されるマイルストーン

<開発段階と収益構成>



<主な収益内容>

収益	内容
契約一時金	契約締結時に受ける収益
開発協力金	研究開発に対する経済的援助として受け取る収益
マイルストーン	研究開発の進捗(予め設定されたイベント達成)に応じて受け取る収益
ロイヤリティ	製品上市後に販売額の一定比率を受け取る収益

出典：アンジェス（株）有価証券報告書

1章： 基盤の構築 NASAと産業界

主要概念 2005年頃までにNASA COTSの根幹となるアプローチの原則が出揃う。

■ 地球周回低軌道の運用を民間に移管

2002年SLI:地球周回低軌道のルーチン活動は民間に任せ、NASAは探査、科学研究、技術開発に特化

■ 限定的な政府投資

宇宙輸送産業への政府の補助が必要、ロシアへの依存を少なくする、政府は投資するが限定し、民間も出資するというモデルの確立。

■ 宇宙機ではなく切符を買う

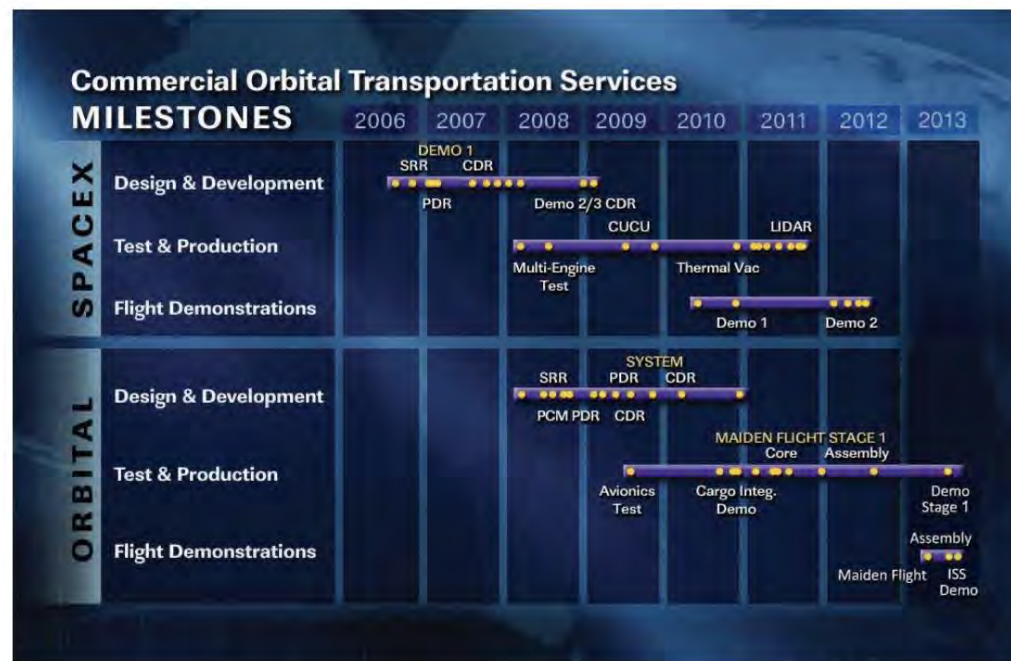
1998年商業宇宙法で宇宙輸送サービスを民間から購入する旨規定。

■ 実績ベース確定契約のマイルストーン

従来の予期しないスケジュール遅延に対し追加経費を支払う方式から、追加で発生する業務は企業側の責任とすることで企業側のインセンティブを引き出す。

■ 非契約アプローチ

ステーション代替アクセス計画(AAS)は従来の厳密な手続きに基づくNASAの調達契約の問題を指摘。



CNASA

Copyright © 2014 Japan Aerospace Exploration Agency.

出典：JAXA(2016)「商業軌道輸送サービス(COTS):宇宙飛行の時代

2章： 概念から現実へ

◆ COTSイニシアチブのコンセプト

“次の10年を視野に、ISSへの輸送支援の主力の手段として、商業ベースでの能力獲得”
⇒ そして、NASAは月や火星への探査活動に注力した輸送機等の開発へ

◆ COTSイニシアチブにおける2つのフェーズ

フェーズ1： 民間企業の輸送能力の獲得支援

フェーズ2： 実証された民間サービスの調達

◆ 当初のNASA内部での反応

“William H. Gerstenmaier”
, Associate Administrator
for the NASA Space Operations
Mission Directorate

“High-risk”

“Many of the engineer at JSC ”

“Side bet” “Back burner”

Copyright © 2014 Japan Aerospace Exploration Agency.

出典：JAXA(2016)「商業軌道輸送サービス(COTS):宇宙飛行の時代

2章： 概念から現実へ



CNASA

● Key person(ベンチャーキャピタリスト)

“Alan Marty ”

- 物理学者、元ホワイトハウスフェロー、ベンチャーキャピタリスト
- NASAとは、2000年代初頭に、イノベーション推進施策に関して Ames Reserach Centerと協業した実績有り
- 企業の選定にあたっては、技術的な能力よりも継続的に資金繰りが行える能力を重視するよう提案するなど、従来のNASAで保有しない知見などを提供。

★ COTSプログラム/SAAの設計に盛り込まれた特徴

- 商業的な親和性
 - ✓ 大企業だけでなく、中小ベンチャー企業にも意図的にチャンスを与えるような設計。
- 知的所有権
 - ✓ 従来のNASA契約と異なり、知的所有権(データ、発明等)が大幅に企業側に残る仕組み。
- 独創的な手法
 - ✓ NASA側からの技術的な要求は最低限に抑え、企業側の独創的な提案を促進。
- パートナーシップの保証
 - ✓ NASA側の事由で契約を解除できる要件に制約をかけ、企業が安心して参加できる環境を構築。

※ 上記の企業側の観点の他、NASAとしても伝統的な実費精算方式の契約ではなく、成果報酬型の確定契約となり、コストオーバーランのリスクを大幅に低減させる等の仕組みを導入。

Copyright © 2014 Japan Aerospace Exploration Agency.

出典：JAXA(2016)「商業軌道輸送サービス(COTS):宇宙飛行の時代

JAXAとベンチャー企業の連携

CRD2プロジェクト：商業デブリ除去実証

- JAXAが必要としている技術のRFIを民間に提示
- 民間のレスポンスを基にRFP作成、共同研究実施
- 最優先事項：研究成果を事業化に早く結びつけること
- JAXAはスペックを提示せずに民間に考えてもらう
- JAXAがマイルストーン審査を行う
- JAXAは補助金を提供せずに、成果を買い取る
- 民間は物納せずに、データ、研究成果を納入する
- 企業にとって宇宙分野以外の新規投資につながる

4.1. パートナー企業における実証衛星開発の状況

JAXAの要求サービスと企業ミッション



JAXAの要求するサービスに加え、企業が独自のミッションも実施する



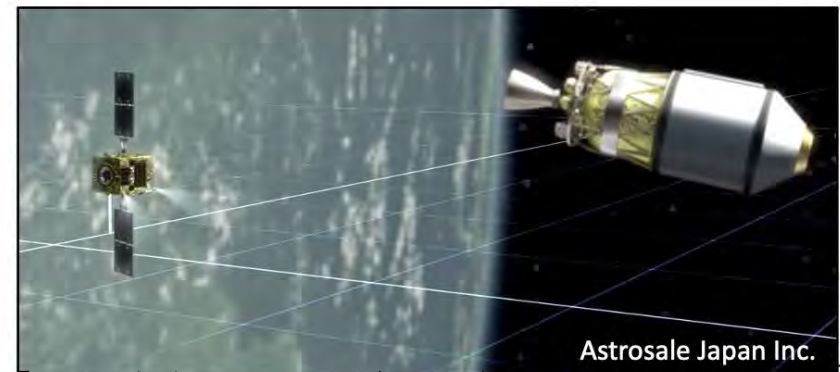
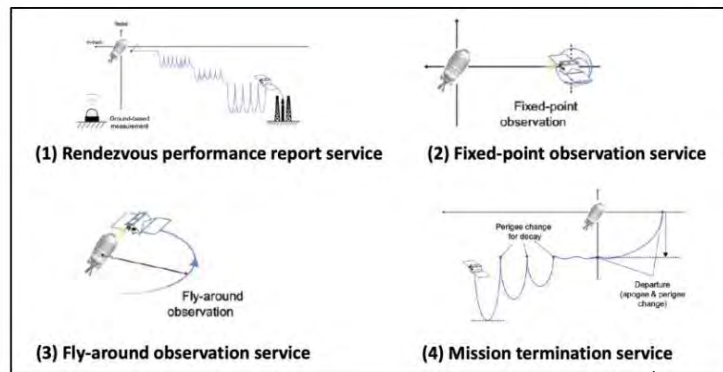
Services for JAXA

1. デブリ接近計画に対する実績の確認
2. 対象デブリの定点観測
3. 対象デブリの周回観測
4. ミッション終了処理



Astroscale Missions

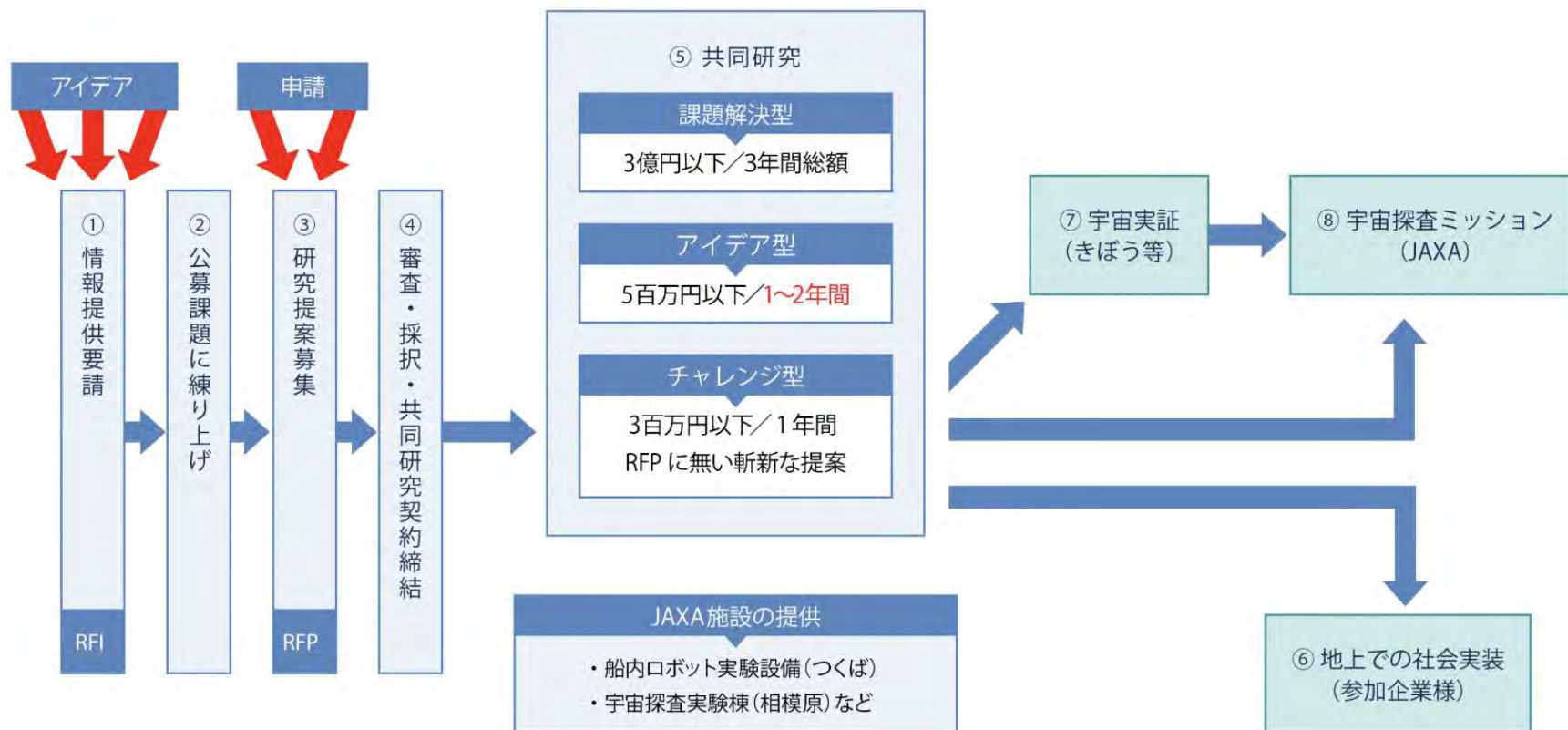
1. 対象デブリの検査および診断
2. 対象デブリへの極近傍接近
3. エクストラミッション



出典：JAXA (2021) 「商業デブリ除去実証(CRD2)フェーズ1について」

宇宙探査イノベーションハブ

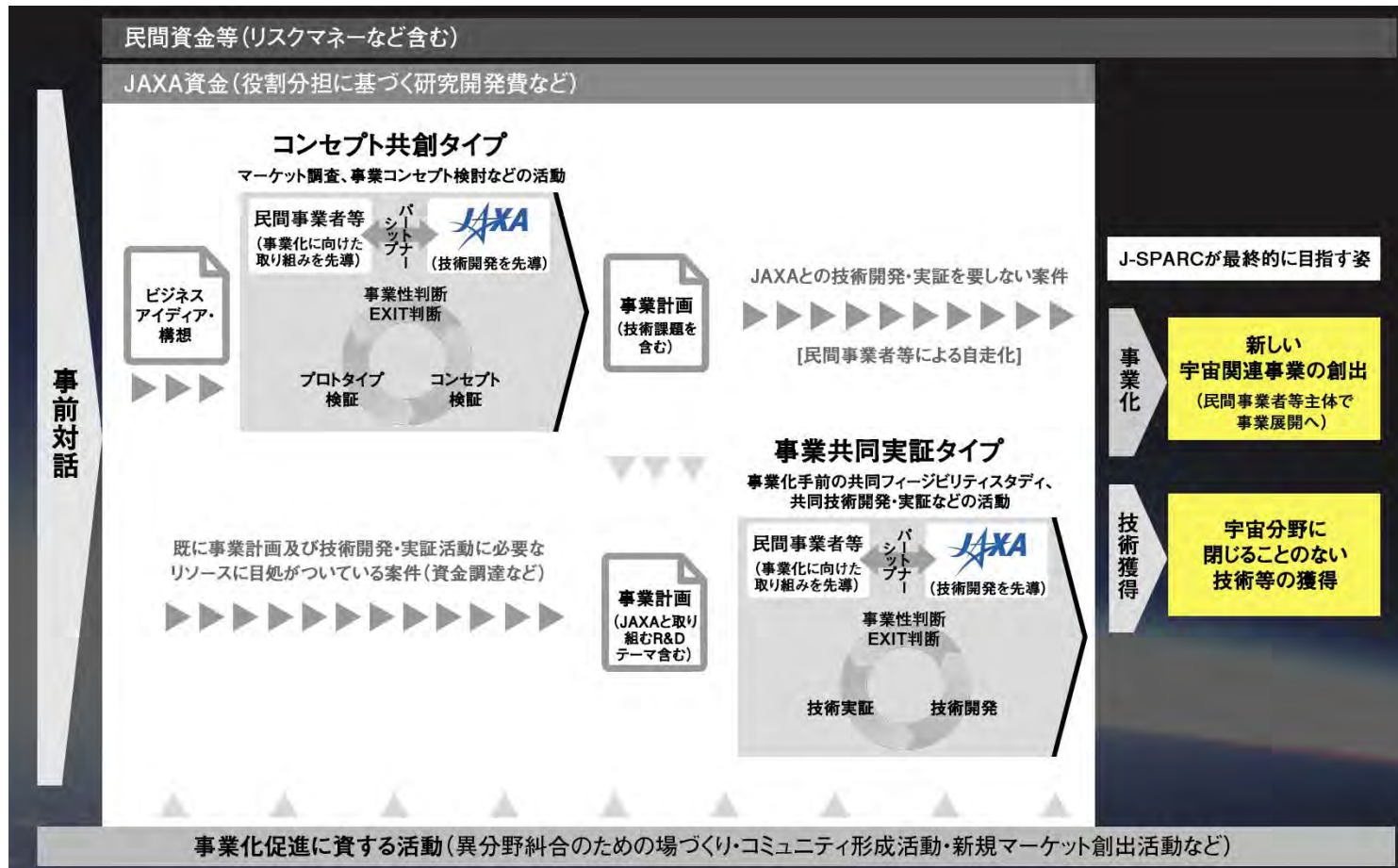
4つの研究分野に関して民間のアイデアを募集する共同研究 + 出口設定



出典：JAXAホームページ

J-SPARC (JAXA)

民間からJAXAに対するアイデアを提供→共同研究を目指す



出典：JAXAホームページ

まとめ・課題

- デモ炉のスペックの決定
- デモ炉のインテグレーションを担う組織設定
- マイルストーンの審査体制
- 民間のアイデアを吸収する仕組み