

日本の宇宙輸送のゲームチェンジに向けた 民間主導の活動への支援機能と体制構築の提案

Space Liner Initiative



SLA

Space Liner Association

<https://spaceliner.jp>

2023年11月

宇宙旅客輸送推進協議会

背景と目的

日本における輸送スタートアップの活動本格化，文科省ロードマップ検討委答申の，民間主導による輸送の革新，およびそれに向けた国支援と予算措置，基幹ロケットの将来に向けた議論，内閣府における輸送小委の発足，スタートアップ支援補助事業(SBIR)や宇宙戦略基金の設置，JAXAにおいてはファンディングエージェンシー機能の付与とSBIRなど補助事業への支援の役割付与・・・などの動きが活発化する状況で，今後の5年-10年のスケールで，宇宙輸送分野における本格的な民間主導の活動への国支援の体制具体化を考える段に差し掛かっている。

民間主導による宇宙輸送の革新に向けた，各実行ボディに共通の課題(産業界を束ねる機能，調査から提言へのシンクタンク機能，民間実行者へのコンサルティングの機能，基金運営の機能，有人・往還飛行などへの制度整備，安全の基準や審査の機能，試験設備や射場など実行インフラの整備，先端技術の研究開発支援，国知財の提供や共有など)が具体的に存在し，個別のスタートアップが独自に活動するよりも，これらをまとめた動きが求められる。

民間主導の活動と，支援を行う国との間に，多様な民間の意向を受け，大きなスケールでイノベーションの推進と産業振興や経済安全保障，国家安全保障の文脈も含め，有意な支援を行うためのメカニズムの必要性と具体化について議論しておきたい。

宇宙旅客輸送推進協議会(SLA)の役割 民間主導による宇宙旅客事業推進の環境作り

SLA

宇宙旅客輸送推進協議会

2040年の宇宙活動の描像と
マーケットの具体化・定量化

マーケットの要請から決められる
研究課題抽出とゴール設定

国の支援スキーム作り

世の中への発信とムーブメント醸成

新たなスタートアップ 民間事業実行ボディ

起業し実行企業体を組織・運営

資金調達(リスクマネーの世界含む)

国との連携体制と支援獲得

事業を実施してリターンを生み出す

期待される国の役割

国の研究資金投入
による研究開発支援
知財の共有・活用
スキーム

事業化支援と国による
アンカーテナンシー
SBIR/COTS的資金支援
スキームの構築

有人宇宙輸送と
高頻度運航の
基準や法制度・国の
許認可制度整備

産業政策への
位置づけと
インフラ整備
税制支援など

民間主導の宇宙輸送の革新に向けた2021-23年度の動き

SLA(およびその前身の勉強会)の提言や働きかけなどにより実現または進行中

宇宙基本計画改定(2021年7月)

有人輸送への発展に留意, 宇宙旅行・P2Pなどに言及

文科省 研開局長諮問委員会「革新的宇宙輸送ロードマップ検討会」(2021-22)
「基幹ロケット発展」と「民間主導による革新的輸送の研究開発の推進」の
2本立てで今後の宇宙輸送研究開発を推進, JAXA革新輸送に予算措置

宇宙基本計画改定(23年6月)

民間主導による衛星打上げサービス, 有人宇宙輸送, 革新的輸送システムの実現に向け, 技術開発, 資金支援, 制度整備などに国支援強化の記載充実.

23年度予算実行, 24年度予算要求に向けて

総合経済対策の中で科学技術イノベーションとスタートアップ支援の明記.
宇宙輸送枠SBIR制度(350億民間ロケット). 23年度7月公募10月から事業開始
さらに民間および大学等支援の大型戦略基金創出補正予算成立, および実行
具体化, JAXAのFA機能追加の法改正成立・・・などの新しい状況実現へ

日本の宇宙輸送分野のスタートアップの活動本格化と支援機能の必要

現在宇宙輸送機を開発し輸送事業を行おうとするスタートアップが活動している(ここに掲げていない輸送ベンチャーも複数ある)。これまでに文科省革新輸送予算によるJAXA支援やSBIRおよび次の大型基金の運用に向けて、文科省ロードマップ検討会答申の実現に向けた国の支援策が動き出そうとしている。しかしながら現状の支援スキームは未だ脆弱であり、有人輸送や高頻度運航など極めて幅広い分野の新たな宇宙輸送の革新に向けた民間支援の構想立案や支援機能の充実が必要となっている。



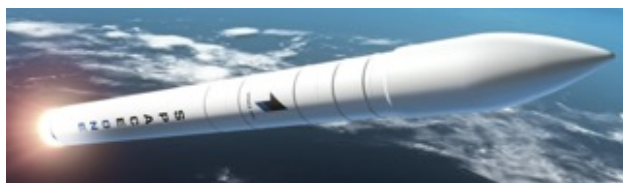
PDエンジンによる
有人宇宙飛行を目標に弾道飛行から順次発展の構想。



弾道飛行ロケットから小型衛星
打上げ機による
輸送サービスを目指す。



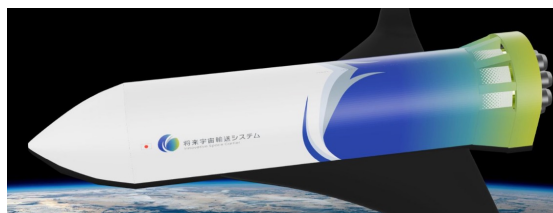
有人輸送も視野に入れ有翼往還機による弾道飛行から軌道周回輸送機への発展を目指す



小型衛星打ち上げ市場に参入し、
年20機打ち上げを目標にマー
ケットキャプチャ



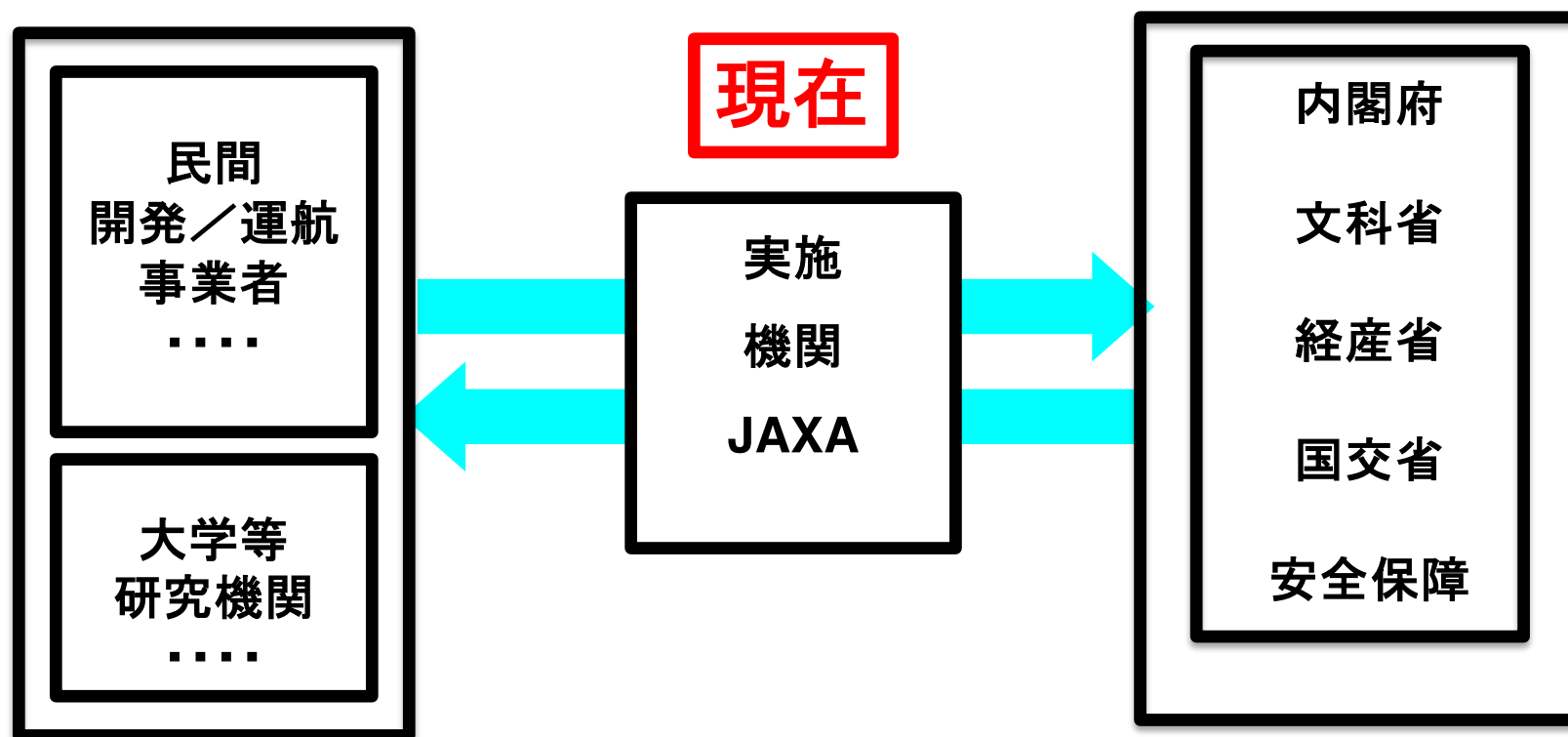
将来宇宙輸送システム
Innovative Space Carrier



革新的技術による大量高頻度の宇宙旅客輸送体系の構築を目指し段階的技術実証と事業化に取り組む

民間主導の革新輸送技術研究開発活動と国の支援の運営スキーム

実施機関であるJAXAを通じて民間支援のさまざまな物事が行われ、JAXAの機能強化の一環として民間等支援の基金運営の機能が付加され、具体化の議論が進んでいる。



高頻度往還輸送や有人輸送およびそれらの大規模事業化や社会実装などの観点で、産業基盤の充実や上流のロジック構成および多様かつ広範囲で未経験な技術課題への取り組み、および制度整備・インフラ整備などが必要である。JAXAの現有事業を維持しつつ、JAXAの資源制約や民間支援関連の必要機能が複数の部門間に分かれた組織体系の中で、JAXAが単独で全ての民間支援を行うにはいろいろな意味で限界がある。

民間主導の輸送の革新を体現するために必要となる5つの機能

政府・JAXAや私企業単独では直接担えない役割は多く存在する
民間宇宙輸送市場創出・産業振興観点ではこれらの役割を担う機能が必要

機能・役割

論点

業界組織

- 業界・産業全体の情報交換
- 産業全体の意見をとりまとめとロビイング
- 安全保障分野との連携

- 業界主体が旧来の重工業中心の構成であり、スタートアップの意見がくみ上げられていない
- 安全保障分野の研究開発とリンクせず、お互いバラバラに研究開発しており、国全体として研究予算の使用が非効率的になっている

シンクタンク

- 様々な課題の調査研究
- 幅広い社会経済研究に基づく政策提言

- 政策立案はもっぱら中央省庁でのみ行われており、それに付随する調査研究も散発的なものになっている
- 民間企業は国からの受注事業者となってしまうっており、自らの事業の政策提言機能を持たず、スタートアップを含めたエコシステムが機能していない。

コンサルティング

- 研究開発実行支援
- 技術/安全評価支援
- 知財活用

- JAXA知財を民間開放などを行っているが、より初期段階からの技術検証などの支援は出来ていない。
- 米国のSBIRでは実現可能性調査と言った研究開発の最初期からスタートアップ支援を行っている。

資金分配

- 国の資金支援
- 採択配分(Funding Agency機能)

- 航空宇宙分野の国の研究開発はJAXAが組織として研究開発を実施し、その下請けとして民間企業が資金を受け取っている。
- 民間の主体的な開発に対して国が資金を直接投入してはいない。
- 政策的な資金配分には、司令塔機能が不足している。

インフラ整備・ 制度整備・ 許認可

- 実行インフラ
- 射場整備
- 制度整備・許認可

- 航空宇宙分野は他の分野と比べても、射場のような実行インフラや、風洞やエンジン試験場と言った研究開発インフラに対する巨額の投資が必要となり、民間企業だけでは整備が難しい。
- JAXAも資金不足で整備・更新が難しく、国民間で負担を分け合う仕組みが必要

これら5つの機能において米国の体制との比較

日本の民間主導宇宙輸送を支える官民エコシステムは脆弱である

	業界団体	シンクタンク	コンサルティング	資金分配	インフラ整備 制度整備・許認可
米国	 <ul style="list-style-type: none"> Aerospace Industries Association 	 <ul style="list-style-type: none"> Commercial Spaceflight Federation  <ul style="list-style-type: none"> Aerospace Corporation 	 <ul style="list-style-type: none"> NASA  <ul style="list-style-type: none"> Aerospace Corporation 	 <ul style="list-style-type: none"> NASA  <ul style="list-style-type: none"> DARPA 	 <ul style="list-style-type: none"> NASA  <ul style="list-style-type: none"> DOD  <ul style="list-style-type: none"> FAA
現在の日本の状況	 <ul style="list-style-type: none"> 日本航空宇宙工業会 <p>いわゆるニュースペースは入っていない</p>	<ul style="list-style-type: none"> 存在せず 	 <p>民間の求めに応じているか検証必要</p>	<ul style="list-style-type: none"> 政府・JAXA <p>SBIR/宇宙戦略基金など新しい仕組みができつつある</p>	 <ul style="list-style-type: none"> 内閣府 JAXA <p>民間からの求めは多い</p>

日本では民間主導の実行に求められる重要な機能が存在しない部分が多い
期待される機能と現実に府省やJAXAが行えることは一致しているか検証が必要



これらの米国の体制では各々数百人から千人規模の実行組織が構築されている

5つの機能のうち現在日本不足する分野で どのような機能を担う体制を作るべきかの考察

シンクタンク

資金拠出

期待される 機能

- 大きな意味のイノベーション戦略、産業政策や安全保障の観点での議論の必要
 - 官需依存からの脱却、新たな市場創出には、世界の動向調査を行った上で、民間によるイニシアチブを構想する組織が必要となる。
- 民間による自由な発想や、商業化前提での技術開発に対しても公共の金銭的支援を提供する。
 - VCによる関与を前提とするファンディングなど、民間のリスクマネーの運営も行う。

担い手

- 完全公営では旧来の行政のあり方に埋没する可能性が高い。
 - 官民双方の意見調整の機能を持つには、双方からの出資、関与がある方が良い。
- 現状日本では国立研究開発法人が担っている。
 - 民間で担うのはハードルが高い。(新たな法律が必要となる)

組織運営に おける論点

- JAXAの中に設置しても、今までと大幅に変わった機能を発揮することは難しい。(航空宇宙以外の分野では機能していない(JST))
 - マネジメントは民間出身者委ねることが必須である。
 - アナリスト、研究員等の行政職員でない専門家を雇用する必要がある。
- 官民ファンド(JIC等)のように、Boardに至るまで独自の人材採用を行う。
 - VC出身者など、民間のリスクビジネス経験者の雇用は絶対に必要である。
 - ハイリスクハイリターン、イノベーションを起こすほどの提案を誘発するような発信をし、採択・資金支援を通じて望ましい方向に誘導していく。

JAXAが一部の機能を担っている分野において 民間主導に期待される機能には何が必要かの考察

コンサルティング

インフラ整備・制度整備

期待される 機能

- 民間の求めに応じた研究開発の支援, 知財の活用など
- 官需依存からの脱却、新たな市場創出には、民間による事業化イニシアチブを構想する組織が必要となる。
- 特定の民間事業者でなく共通に必要とされる実行インフラは、国が支援または整備して民間に供用する、あるいは民間の運営が理想。
- 有人安全や高頻度運航など現在の宇宙輸送の精度ではカバーされない、基準や制度の整備支援

担い手

- 完全公営では旧来の行政のあり方に埋没する可能性が高い。
- 官民双方の意見調整の機能を持つには、双方からの出資、関与がある方が良い。
- インフラの運営に民間の関与と運営論理が必要
- 民間の輸送事業者が実行実態を作り、国が制度整備を行うと言う循環が必要。

組織運営に おける論点

- マネジメントは民間出身者に委ねることが必須である。
- JAXAの中でやると、JAXAのためにと論理が働いてしまう。
- アナリスト、研究員等の行政職員でない専門家を雇用する必要がある。
- 射場や帰還場の整備や誘致および将来的にはスペースポートの構想などを持つ地域の団体や自治体との連携が必要。
- 制度の議論には法律や安全基準などの専門家との連携必要。

課題認識と目指すべき体制

官民の連携や双方の立場を俯瞰して行うような上位の方針の議論や産業政策としての位置づけおよび安全保障との連携の戦略など、米国における体制との比較においても実施機関としてのJAXAが全てを行うには限界があるだろう。

一方で、高頻度往還宇宙輸送や有人輸送など先端的課題においては、国の基幹輸送系を維持発展させるのみでは、世界の先端を走る実行者との間の格差は開くばかりであり、衛星分野での競争力強化の動きなどに比較して、輸送系では永久にそれらの分野の実行機会を失いかねないという危惧がある。

今般のSBIR補助金制度の運営や宇宙戦略基金の創設などが始まるなど、国の支援が相当規模で動く機会に、具体的な支援の内容や仕組みについて検討を始めることは有意義であろう。

中長期の民間主導の輸送の革新に向けた活動に対する国支援内容と体制について、イメージすると同時に、現状から出発して、それに至るトランジションのイメージを具体化することを始めてはどうか？

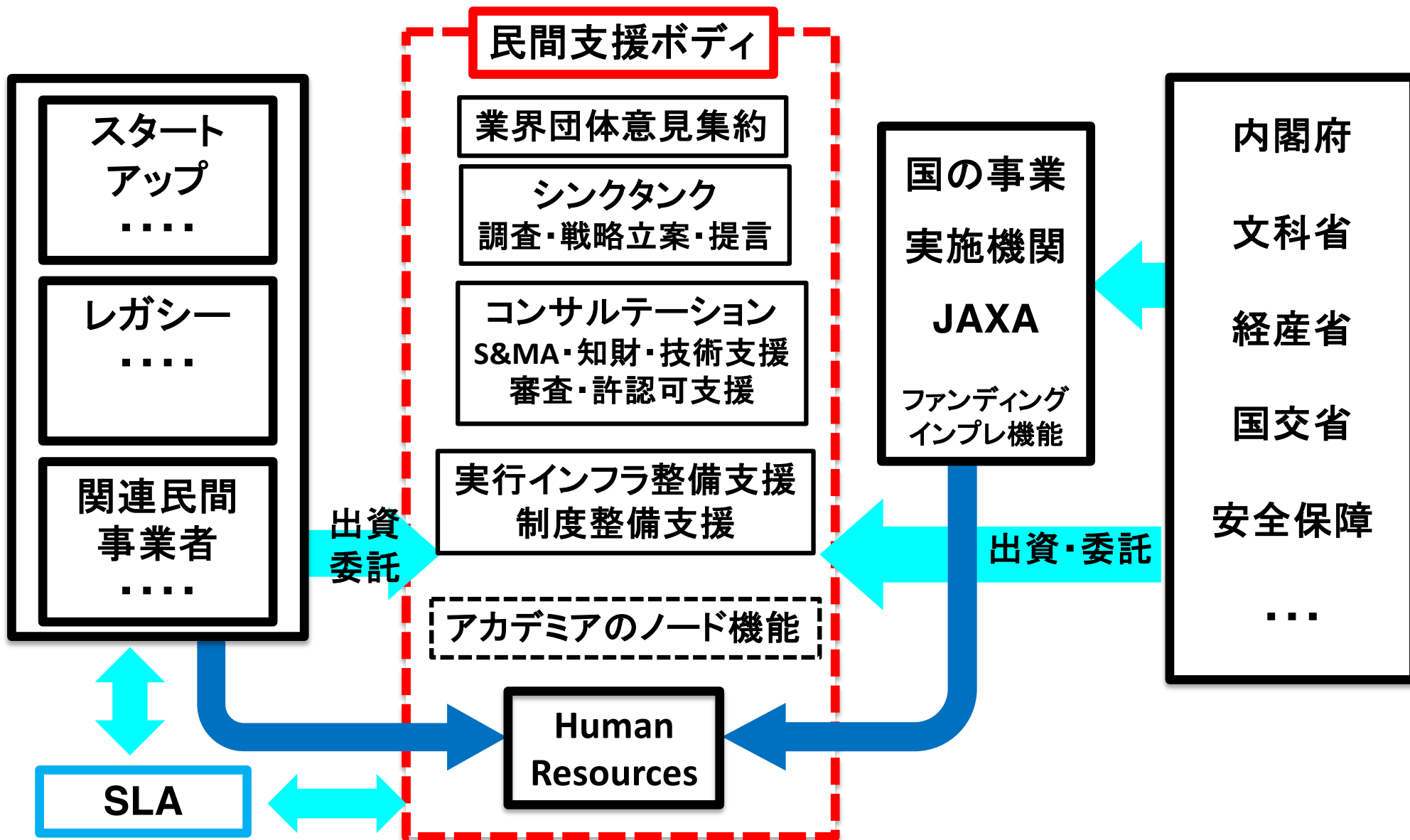
まずは、多くの必要な機能から、戦略を考えるシンクタンク機能と技術や安全などに関するコンサルティング機能の整備から始めてはどうか？ 実行インフラや制度整備の面では、長期的には高頻度往還にかかる制度や有人飛行の安全などが考えられるが、当面SBIR補助金での民間活動の支援のための方策(射場帰還場の整備や帰還飛行に関わる制度や安全基準など)が必要だろう。

アカデミアのインボルブメントについても個々の研究者の対応でなくなんらかの体系を用意する必要

以下にそれらの実行のための体制や内容の提案について述べる。

日本の民間主導宇宙輸送を支える官民エコシステムの将来像の提案

民間の実行を支援する機能を、数年程度のトランジションを経て現行のJAXAとは独立な形で作ることを想定。JAXAや民間のエンジニアやマネージャおよび審査経験者などの専門人材が必要

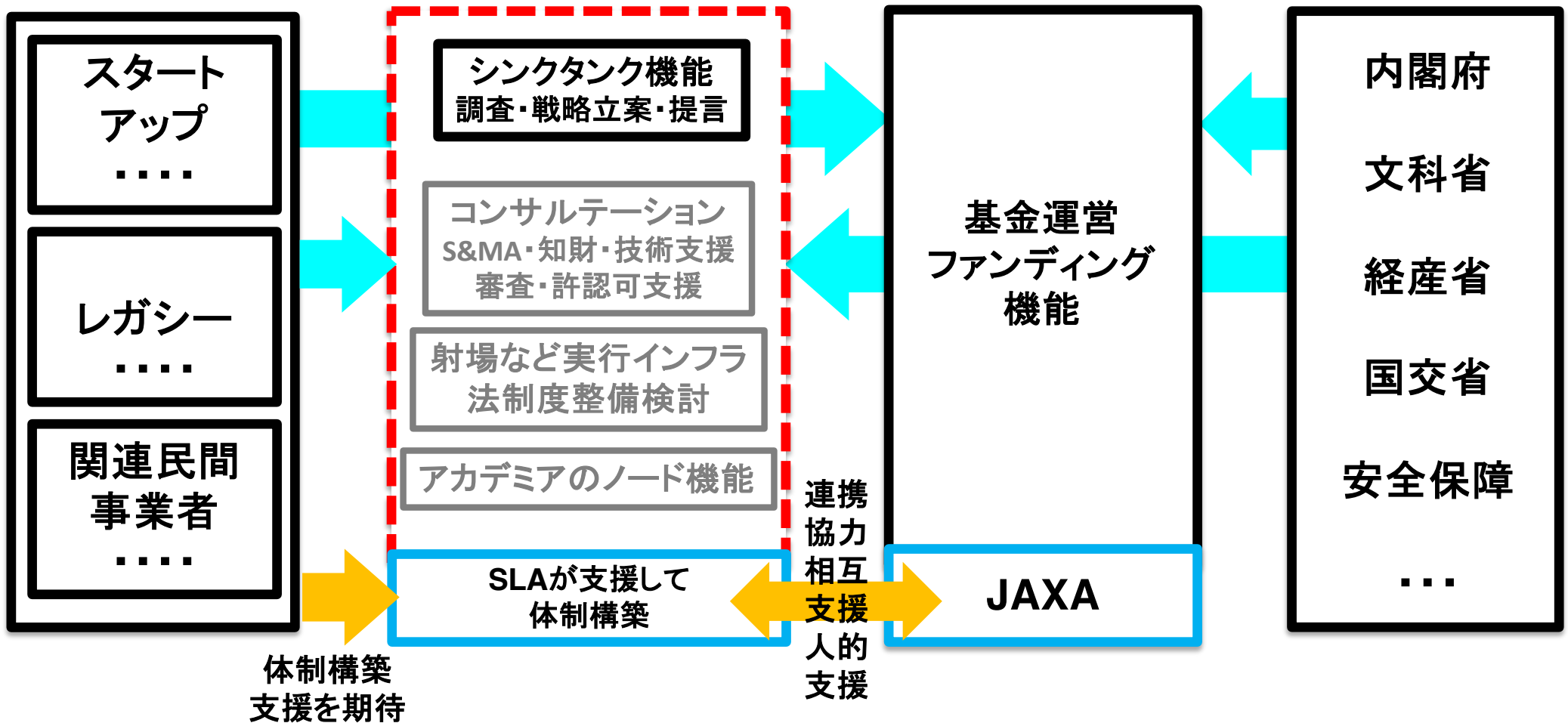


民間主導による宇宙輸送の革新を進めるにあたっての当面の方策

- 今後、宇宙戦略基金における将来輸送分野が、将来宇宙輸送システム実現のための資金分配機能の重要な役割を担うと理解
- このためには、当面の課題としてシンクタンク及びコンサルテーション機能が重要であり、日本が世界に勝つための戦略立案、民間事業者が必要とする技術の開発、環境制度整備のための体制づくりが鍵となるだろう
- SBIRでは、この機能をJAXAが直接担ったが、今後、将来宇宙輸送システムの構築にあたっては、人的リソースの観点を含みJAXAが有する知見・技術以外の要素も必要とされ、政府・JAXA・民間事業者(SU/レガシーほか)・アカデミアが連携協力し、推進する体制が求められる。
- 特に今後の宇宙戦略基金を活用した将来宇宙輸送シナリオ、技術開発戦略は、この分野の専門家を糾合し、早期に戦略を構築する必要がある。
- これらの調査検討結果や提言などを、宇宙政策に反映させるパスとして基盤部会輸送小委の議論に反映させる循環を作るのだろう。
- 当面の推進体制構築に向けた準備活動と方策案を次ページに示す。

当面の中間ボディ構築に向けた体制の検討

まずは戦略構築のためにシンクタンク機能の強化が重要, コンサルテーション機能, 射場などのインフラ整備, 制度整備, アカデミアとのノード機能についても検討する
将来宇宙輸送分野の宇宙戦略基金による活動と融合し, JAXA/SLAの連携により
まずはシンクタンク機能から民間支援機能を推進する体制を検討



今後の課題

大きな意味での中間ボディの必要性と役割定義の整理と明確化

作るべき体制の実行可能性と規模感, 体制組織化のタイムラインについて

具体的なスタートの方法. JAXAの役割との整合と補完関係について

アカデミアとの連携(大学などと一体的に運用するスキーム, 人材育成の議論)

民間事業者が支援対象として備えるべき権能についても議論必要

関係各機関や民間企業各社の認知と支援の獲得.

以下補足資料

大きな目標に向けた長期のロードマップの例

SLAの環境整備提言8項目

技術ロードマップと背景に考えておくべきスコープについて

衛星系の分野での民間主導のイニシアチブ（ASTECCの例）

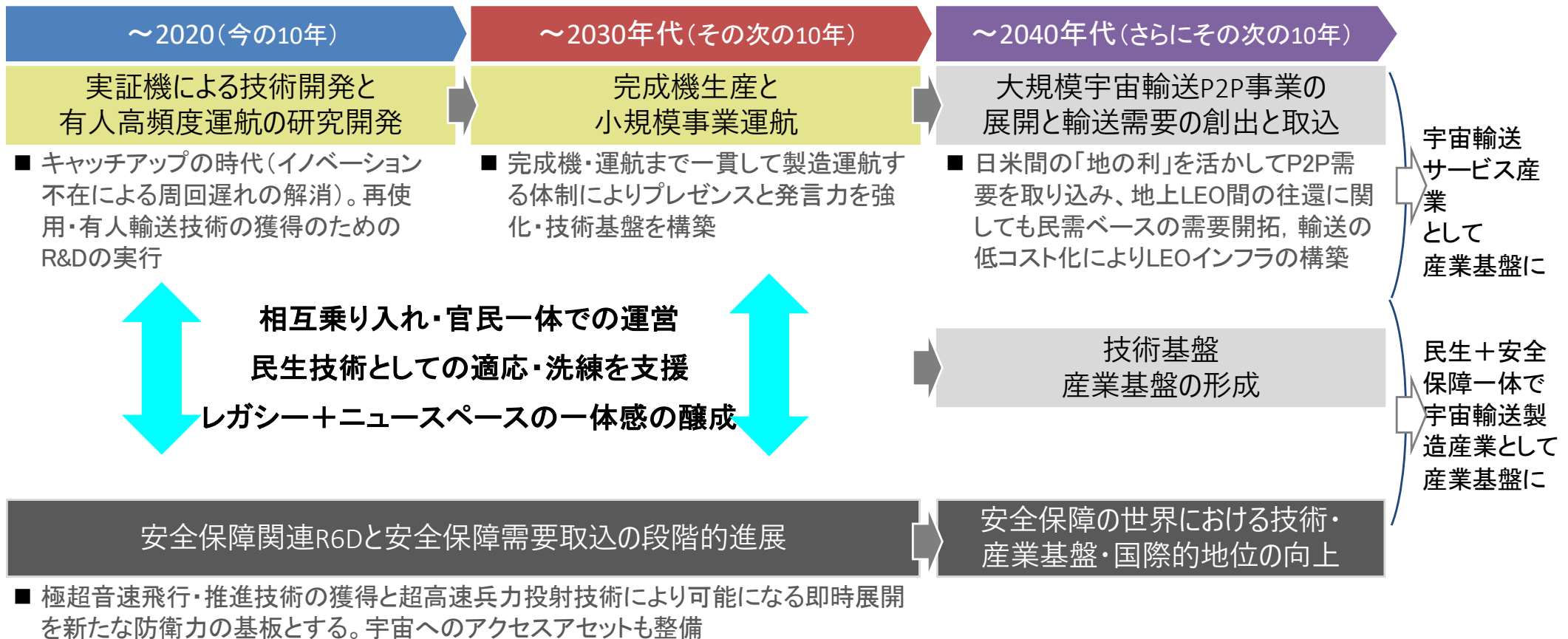
輸送系の分野で世界のフロントに立つために必要なこと

2040年代に宇宙輸送領域を日本の産業基盤に育て上げるためには ハイレベルな方針を官民・業界でワンボイスで形成することが重要

- 需要創出・取込みと産業基盤構築および安全保障との接点を視野に入れたシナリオの重要性

目標

日本が宇宙輸送産業のOEMの一角を占めることで、宇宙輸送産業市場伸長と技術革新成果伝播の果実を日本の産業基盤のひとつにする。安全保障の世界との一体的運営によりサービス基盤、技術基盤、産業基盤を構築する



SLAでは高頻度往還輸送・有人宇宙輸送の巨大市場創出・基幹産業化へ というゲームチェンジのため、8つの環境整備方策を提言している

● 事業環境整備に関する主要8項目

① 事業支援・ファイナンス

- 段階的資金供給、継続的かつ一括的な調達、SBIR、JAXA資金供給機能、官民投資の呼び込み、税制支援、政府窓口一元化、公的調達制度の改革

② 研究開発支援・知的財産利用/技術移転

- オープンイノベーション、経済安全保障、コア技術、知的財産の共有化とインセンティブ、設備の共用と整備、レガシー企業の参画促進、既存知財の活用、オープンソース化、GX

③ 有人宇宙飛行に関する法制度

- 宇宙活動法・航空法の拡張等、打上げ、軌道上運用、再突入、サブオービタル飛行、型式認定、搭乗者安全、第三者損害、アボート、搭乗員、保険付与義務

④ 宇宙交通網の構築

- スペースポートの経済圏、空港ビジネス、将来モビリティと接続、安全な交通網、軌道合理性、地方自治体、実証段階、商業段階、ドッキングインターフェース、宇宙交通管理、航空管制、飛行安全

有人宇宙輸送
による
巨大マーケット
創出実現の
ための
環境整備方策

⑤ 国際的イニシアチブの確保

- 宇宙版ICAO、安全保障、安全基準、デファクトスタンダード、パートナーシップ、条約

⑥ 強靱なサプライチェーンの構築

- 標準化・共通化、商社機能(海外調達)、輸出入管理支援、サプライヤーの情報共有促進

⑦ 人的基盤形成

- 人材流動化、アカデミアによる人材育成、スキルセット、他分野人材の活用、企業奨学金・寄附講座等民間企業による奨励

⑧ 国民の理解増進・機運醸成

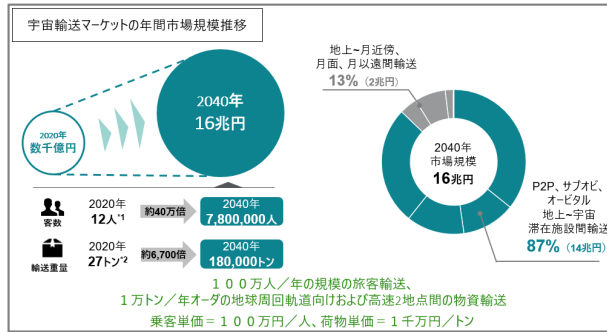
- 社会受容性、寄付、支援者の獲得、地元住民の理解・応援

SLAではレガシー・スタートアップ各社と協議を重ね、将来のイノベーションと基幹産業化のために民間主導の宇宙輸送体系構築のため実施が求められる研究テーマを抽出している

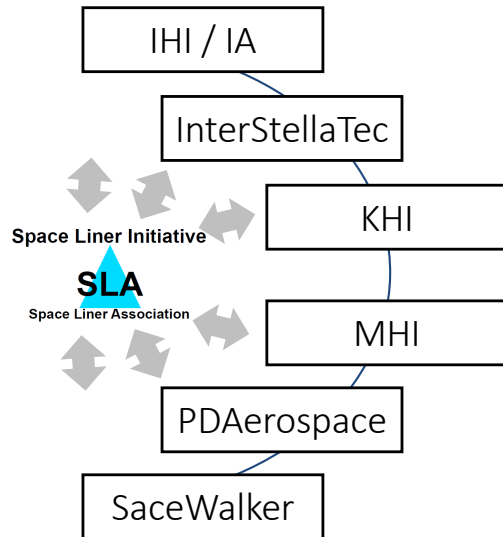
・民間主導の宇宙旅客輸送体系を構築するために民間から実施が求められる研究テーマ
(2022SE業務委託)

市場予想調査の成果を前提として

民間主導の宇宙旅客輸送体系実現のための研究テーマ群



各社と協議



A 有人輸送の安全の担保や高頻度大量輸送を実現するためのシステム技術の研究

- ✓ 有人安全のためのシステム技術, 設計基準, 故障許容システムと耐空性などの研究
- ✓ 飛躍的な低コスト化に資する多数回・短時間での再使用・繰り返し運用を可能とするシステムの研究
- ✓ スペースポート立地と地上運用安全基準などの研究, 高頻度大量輸送の環境適合性の研究,

B マーケット要請を見たす輸送体系とシステム形態の候補を選ぶための研究

- ✓ 多様な候補システム形態・推進系・帰還着陸飛行方式について実現性と市場要請への対応の観点での比較検討
- ✓ エアブリーザ/複合エンジン(RBCC)による往還システムの実現性とシステム成立性の研究
- ✓ ロケットSSTOのための推進系高性能化と機体の超軽量化の実現性とシステム成立性の研究

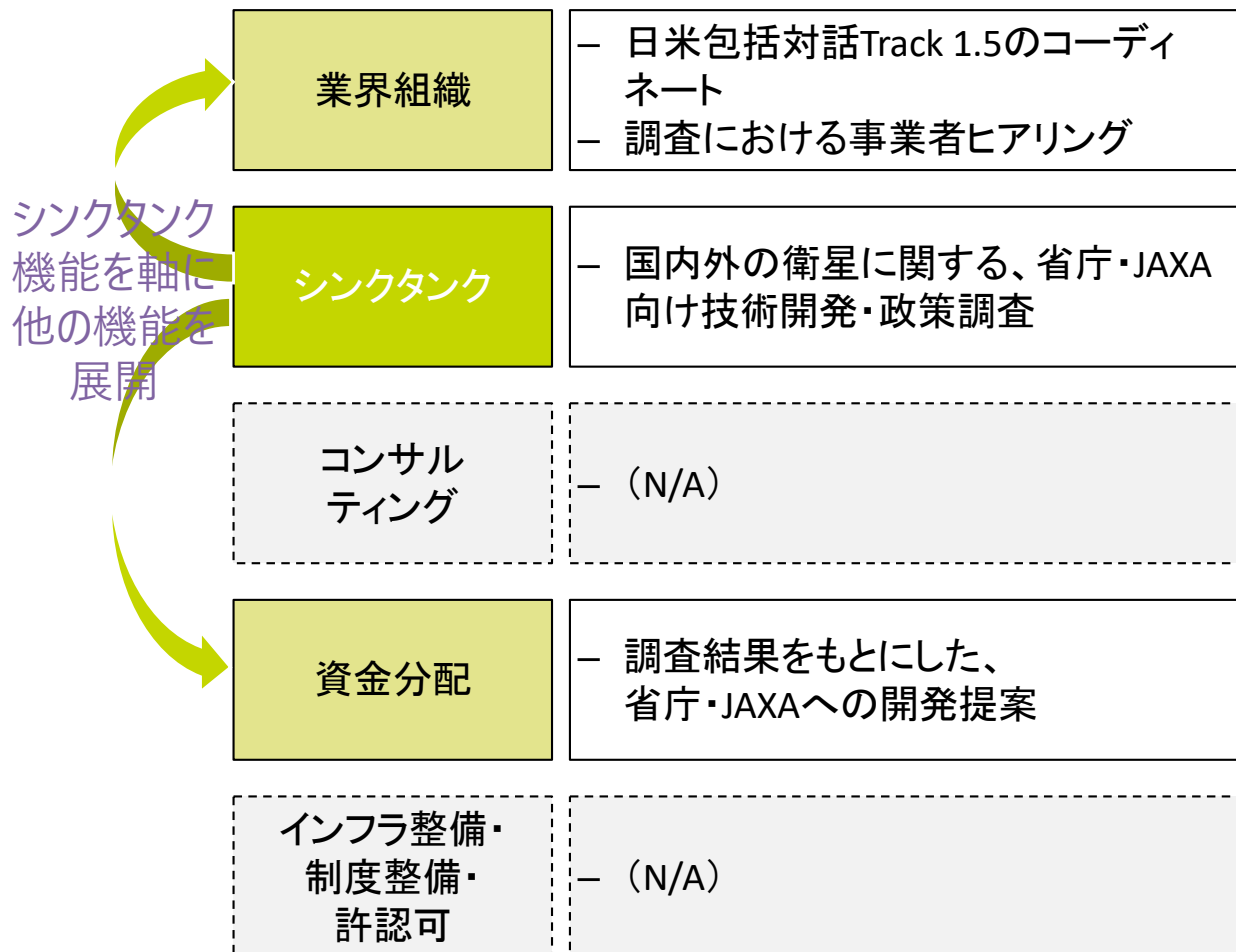
C A、Bを実行するためのキードライバとなる要素技術およびサブシステムの研究

- ✓ エアブリーザおよびRBCCエンジンの要素試作研究とシステム実証研究
- ✓ ロケットエンジンの高度化(高圧トリプロペラント, エアアデクション, 高度補償ノズルなど)試作および実証研究
- ✓ 超軽量化のための機体構造, 高温耐熱構造, 極低温タンク・長寿命断熱, 複合材・革新材料・製造技術の研究
- ✓ 帰還飛行・再突入耐熱システムの高度化研究, 多数回繰り返し運用に耐える耐熱構造材料研究の研究
- ✓ 推進系共通技術(寿命管理設計手法, ヘルスマonitoring, 点検整備手法, 推進系要素の複合材化など)の研究

これらに基づき, SLAとして民間主導の宇宙輸送の革新に向けた技術戦略を提言

他方で衛星の分野では同様の問題認識のもとで、衛星システム技術推進機構 (ASTECC) が始動. シンクタンク機能を起点として進化の途上にある

• ASTECCの機能と今後(参考)



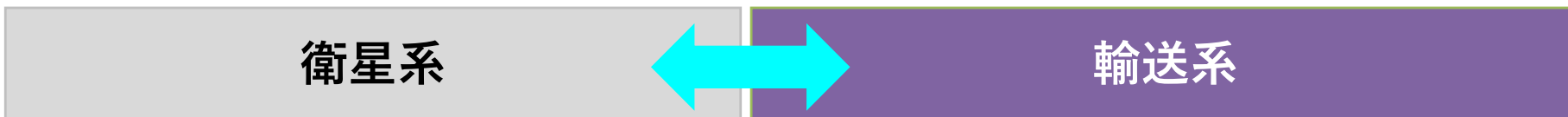
日本の宇宙輸送のゲームチェンジ





今後の論点

- ✓ **政府と業界のどちらを代表するか？**
 - 現在は、調査を通じて業界全体で取り組むべき技術課題を提案
 - 今後、JAXAで予算の要求と審査を同一主体で取り組むのは非現実的
 - 業界も多様な想いがある中で、どう集約するかも要検討
(参考) Aerospace Corpは産業界と緊張感を持った関係にある
- ✓ **適切な人員をどう確保するか？**
 - 現在は、New/Classic space各社からの出向者により、専門性を担保
 - 今後、より高度な機能を保有しようとする場合、競合他社や政策の動向の取り扱いで、出向元との利益相反を回避する必要がある
 - また、組織として知見の蓄積の観点からは、専門性を有する人材の雇用が必要となる

衛星系と輸送系：国際間でのポジショニングの違いと実行内容の相互比較

衛星系分野では国際競争の中での周回遅れを挽回する努力がなされているのに比べ、輸送系分野では、再使用運用や有人輸送など革新技術分野で、早期の環境整備と実行実態の登場がなければ、実行する当事者となる機会を、永遠に失う状況にあると危惧される。



	衛星系	輸送系
システム特徴	<p>通信機器が発展した宇宙環境対応型自律システム</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 電子機器、ソフトウェア進歩で小型化進行 ✓ 機能限定で大学衛星などが実用化しており産業化ハードル低い 	<p>弾道ミサイル技術から発展した地球重力離脱輸送システム</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 輸送事業として行うには運搬重量/システム重量の制限あり、機体規模が必要 ✓ ベンチャー規模でのビジネスには規模やインフラ整備の障壁
国際的位置づけ	<ul style="list-style-type: none"> □ 実用衛星・商用衛星では世界の趨勢から一巡遅れ。デジタルパイロードや電気推進バスは商業市場ですでに一般化:ETS-9の研究開発目標;全電化、ソフトウェア駆動などの日本の取り組みは既に世界では業界標準 □ 小型衛星、大学主導Cubesatは日本の優位性あり <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>【Airbus Onesatバス】 ソフトウェア駆動、電気推進バス</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>【ETS-9】 2025年度打上予定</p> </div> </div>	<p>物資輸送では、世界で4番目の打上能力保有国として能力を維持し続けているものの、産業的には価格競争力なし</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 有人輸送については国策として忌逃（2004、総合科学技術会議）し、全く手を付けていない ➢ 米口中に対し集会遅れどころか研究開発すらなされていない <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  <p>中国：有人打上ロケット長征2F 有人宇宙船 神舟</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>SpaceX CrewDragon</p> </div> </div>
業界動向	<p>実用衛星・商業衛星での技術成熟度の低さ、国際競争への対応遅れに対する業界の危機意識</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>ASTECC(衛星技術システム推進機構) グローバルに競争力分析、技術成熟度彼我比較、あるべき産業育成の方向を提言</p> </div>	<p>OldSpace:国策延長の衛星や物資輸送にとどまる NewSpace:輸送市場で新規事業開拓を目指すものの実績乏しい</p> <div style="background-color: #e0e0e0; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p>有人輸送・高頻度運航など大きなマーケット創出の実現のため、産業基盤の成長をドライブする機能(5項目)の具体化を進めるボディの必要</p> </div>