61A-Z-2022-013

宇宙旅客輸送推進協議会（SLA）　第3回シンポジウム

PKG2検討結果について

IHI

2022年 6月 6日

株式会社IHIエアロスペース
宇宙輸送システム技術部長　矢木　一博

Copyright © 2022 IHI AEROSPACE Co., Ltd. All Rights Reserved.

目次

1. はじめに
2. SLAからの検討条件
3. 宇宙輸送インフラ及びこれを用いて行う輸送サービス像、そこで活用される宇宙輸送システムの姿等の構想
4. 輸送体系への要請・要求
5. 必要とされる主要アーキテクチャとその選択肢
   5.1. 1段式（SSTO）／2段式（TSTO）の比較検討
   5.2. 離着陸方式（水平／垂直）の比較検討
   5.3. 推進系の比較検討
   5.4. 候補形態の得失比較
6. 技術課題の抽出
7. 概略の研究開発計画
8. まとめ

Copyright © 2022 IHI AEROSPACE Co., Ltd. All Rights Reserved.

1. はじめに

■ IHIエアロスペースがSLAより受託した「2040年の社会ニーズに対応する有人宇宙輸送サービス構想と必要技術の検討」の成果について概要を報告する。

Copyright © 2022 IHI AEROSPACE Co., Ltd. All Rights Reserved.

2. SLAからの検討条件

IHI

- SLAより受領したインプットパッケージ（PKG1）に基づいて検討。
- 2040年の世界観における宇宙輸送の状況を念頭に有人宇宙輸送サービス構想と必要技術の検討を行った。

2040年時点の世界観における宇宙輸送の世界市場規模

輸送モード	総市場規模	ヒト/モノ	市場詳細：市場規模*2	客数/重量	マーケット単価*3	機体キャパ*4	往訪回数*5	ユースケース（主要ケース抜粋）：エコノミー	プレミアム
地上~宇宙滞在施設	3.6（兆円）	ヒト	21,000（億円）	53（万人）	400（万円/人）	~60（人/機）	8,800（回/年）	宇宙旅行 軌道上運営要員派遣 政府ミッション …	軌道上ビジネス 宇宙実験 宇宙安全保障 …
		モノ	15,000（億円）	50,000（トン）	3,000（万円/トン）	~10（トン/機）	4,400（回/年）	宇宙配達便 軌道上施設資材物資輸送 軌道上輸送燃料補給 …	宇宙実験機材・サンプル LEO以遠輸送システム 宇宙安全保障 …
オービタル	2.2（兆円）	ヒト	22,000（億円）	110（万人）	200（万円/人）	~70（人/機）	15,000（回/年）	宇宙旅行 サービス従業員派遣 運航管理官派遣 …	宇宙冠婚葬祭 宇宙実験 宇宙安全保障 …
		モノ	NA（ユースケースなしと仮定）						
P2P	5.4（兆円）	ヒト	37,000（億円）	250（万人）	150（万円/人）	~100（人/機）	12,000（回/年）	旅行 出張 運航管理官派遣 …	冠婚葬祭 軍・部隊派遣 安全保障 …
		モノ	17,000（億円）	6,400（トン）	27,000（万円/トン）	~5（トン/機）	1,300（回/年）	配達便 乗客積み荷 貿易 …	医療関連 災害時支援 安全保障 …
サブオービタル	1.9（兆円）	ヒト	19,000（億円）	220（万人）	80（万円/人）	~100（人/機）	21,000（回/年）	宇宙旅行 宇宙体験飛行 訓練目的の飛行 …	宇宙冠婚葬祭 宇宙実験 宇宙安全保障 …
		モノ	NA（ユースケースなしと仮定）						

*1：P2P、サブオービタル、オービタル、地上~宇宙滞在施設間、地上~月間、地上~月以遠間輸送の市場規模を積算した値、サブオービタルは発射点またはその近傍に帰還する飛行で短時間の雨中飛行をおこなうもの。以下の議論では技術検討の対象外とする。*2：市場を構成する主要ユースケースの市場規模を基に推算 *3：マーケットドリブンで推算した1回あたり利用単価を想定、P2Pの貨物単価は他に輸送手段が既に確立しており超高価値の輸送のみ対応という前提（今後要議論） *4：ユースケースのペルソナを基に同時に利用する客数/重量を推計、*5：客数/重量÷機体キャパで年間の往訪需要を推計

技術検討への要請サマリ

前項２－５までに中間報告時点での宇宙輸送を取り巻く世界観とマーケットの要請する市場規模の検討内容と結果を示した。この内容は最終報告に向けてアップデートされるが、市場のオーダ的規模感は概ね導出されたとし、これに基づいて以下の前提でマーケット要請を定量化する。

地上・LEO間の輸送、LEO周回飛行と、P2P輸送（１時間で２地点間飛行）の三者はマーケットの特性はそれぞれ異なるが、要求される高頻度運航や有人安全などに関わる技術基盤と要求される輸送体系の能力や技術レベルは概ね同じであるから、これらの3つのマーケットのセグメントに対して、個々のセグメントそれぞれの必要条件を満たす解を個別に用意するのでなく、これらの3つのセグメントの総体をひとつのマーケットとして捉え、ひとつの輸送体系で宇宙への輸送と2地点間輸送をカバーする体系を考えることとする。

本PKG2の技術検討では、上記のようにひとつの輸送体系でこれらのマーケットの要請に応える解を考える。２－５で述べたLEO輸送（滞在施設行きとオービタル飛行）およびP2P輸送の3つのセグメントの想定旅客数と貨物量をまとめて、マーケットの要請する輸送規模（総旅客数と物資輸送量）とマーケット単価の目標数値として、

１００万人／年オーダの規模の旅客輸送、
１万トン／年オーダの軌道上および高速2地点間の物資輸送

乗客単価＝１００万円／人のオーダ
荷物単価＝1千万円／トンのオーダ

とする。（上記例えば「１００万人／年オーダ」とは数１００万人／年の程度という意味である。他も同様）

仮に機体への搭載量を乗客50人／機、荷物重量10トン／機、１日１回の飛行などとすると総飛行回数は数万回／年の飛行頻度、総機数は１００機のオーダとなる。これらはPKG2委託者において独自に検討し設定されたい。

検討を行う上での8つの観点

① 社会が許容する有人旅客輸送の安全性（事故に対して保険でカバーできる世界）

② 高頻度大量輸送におけるエアライン的運航
（定時運航、ターンアラウンドの柔軟性、整備計画、故障検知と予兆整備、荒天耐性など）

③ 製造と運航の分離＝マニュファクチャラーとオペレータの分離と連携
（世界に1~2のマニファクチャラー、主要国に10程度のオペレータとスペースポートを想定など）

④ スペースポートの立地とアクセス
（主要都市から搭乗まで１時間でアクセス可能、2040年時点の地上の輸送体系の進化を反映）

⑤ 乗客の搭乗・緊急時対応＝簡単な講習を受けるなど訓練なしまたは最低限の負担で搭乗できる

⑥ 大量高頻度宇宙輸送における旅客輸送と貨物輸送の分離の可能性

⑦ 環境負荷への配慮の観点（カーボンニュートラル政策、水素社会・脱炭素ムーブメントとの整合）

⑧ 米民間など先行者の今後の動向と、それらとの差別化、日本の勝ちワザの追求

Copyright © 2022 IHI AEROSPACE Co., Ltd. All Rights Reserved.

3. 宇宙輸送インフラ及びこれを用いて行う輸送サービス像、そこで活用される宇宙輸送システムの姿等の構想

IHI

～ 前提 （2項の要請サマリより） ～

- スペースポート: **東京・LA・欧州の3都市**
  （北半球を概ね3等分，各間9000km前後）
- 運航業者5社（米3,欧1,日1）⇒ **マーケットシェア20%**
  マーケット全体規模：200万人・4万トン/年
  ⇒ **旅客輸送：40万人/年規模,**
  物資輸送：8000トン/年規模

P2Pミッション

- 東京↔LA，東京↔欧州の2路線 各60分で結ぶ ⇒ 平均時速9000km ≒ **Mach 7~8**が必要
- 乗客50人/回×12回/日・路線 ⇒ 30万人/年（6000回/年） ⇒ 30機あれば1機あたり200回/年，0.8回/日
- 貨物10トン/回×1回/日・路線 ⇒ 5000トン/年（500回/年） ⇒ 2機あれば1機あたり250回/年，1回/日

LEOミッション

- 東京↔LEO ⇒ 到達速度 8km/s ≒ 時速30000km
- 乗客50人/回×12回/日 ⇒ 15万人/年（3000回/年） ⇒ 15機あれば1機あたり200回/年，0.8回/日
- 貨物10トン/回×1回/日 ⇒ 2500トン/年（250回/年） ⇒ 2機あれば1機あたり125回/年，0.5回/日

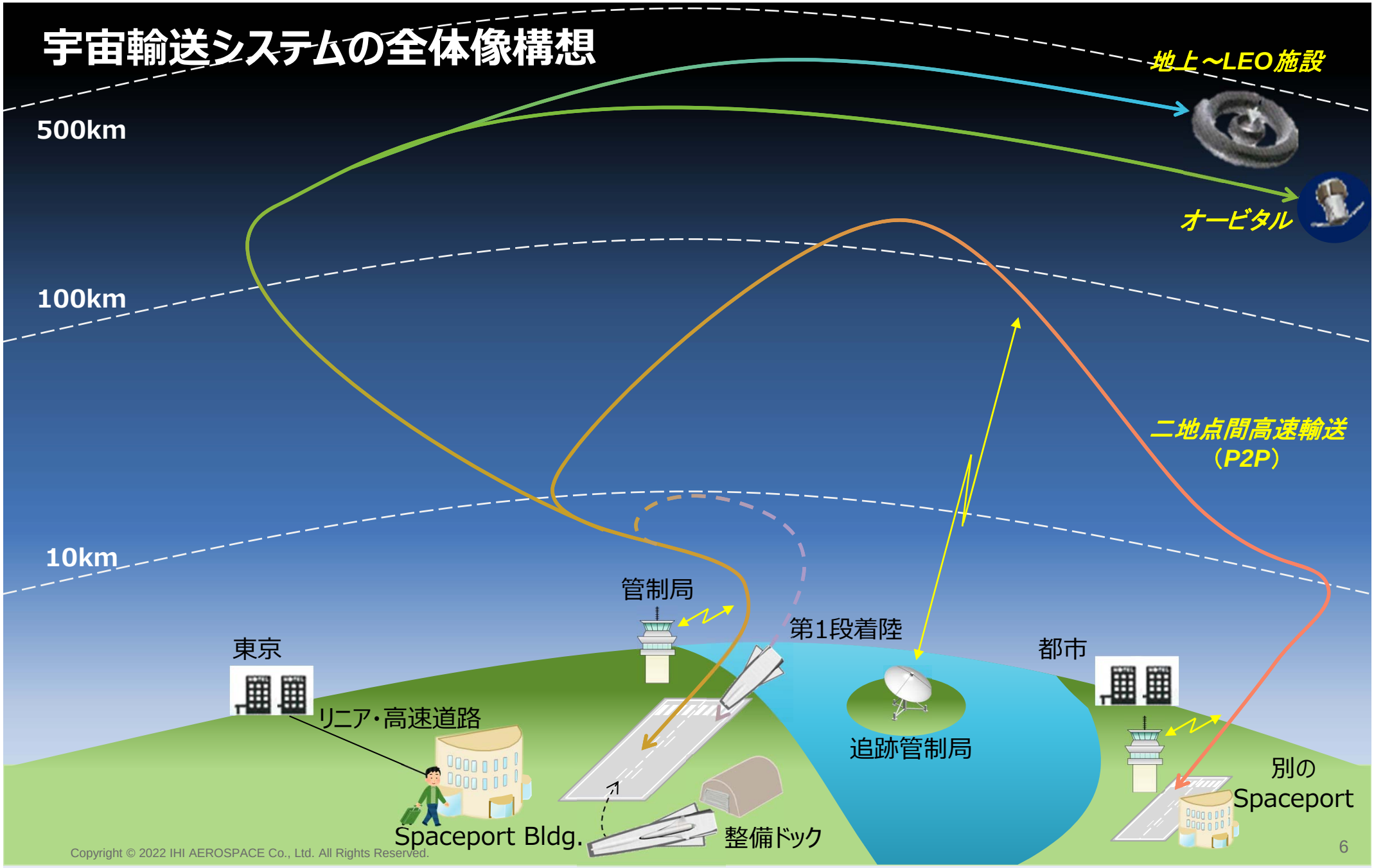
⇒ 合計： 45万人/年の旅客輸送，7500トン/年の物資輸送
総飛行回数：**約1万回/年，総機数約50機（200フライト/年）**
価格：1フライト **0.5～1億円 ⇒ 5年で500～1000億円/機**
≒大型民間機価格500億円/機

※1：乗客1人あたり貨物換算200kgと仮定
※2：実質運航可能日数は250日/年と想定
※3：乗客単価100～200万円、
荷物単価1000万円/t

Copyright © 2022 IHI AEROSPACE Co., Ltd. All Rights Reserved.

3. 宇宙輸送インフラ及びこれを用いて行う輸送サービス像、そこで活用される宇宙輸送システムの姿等の構想

IHI

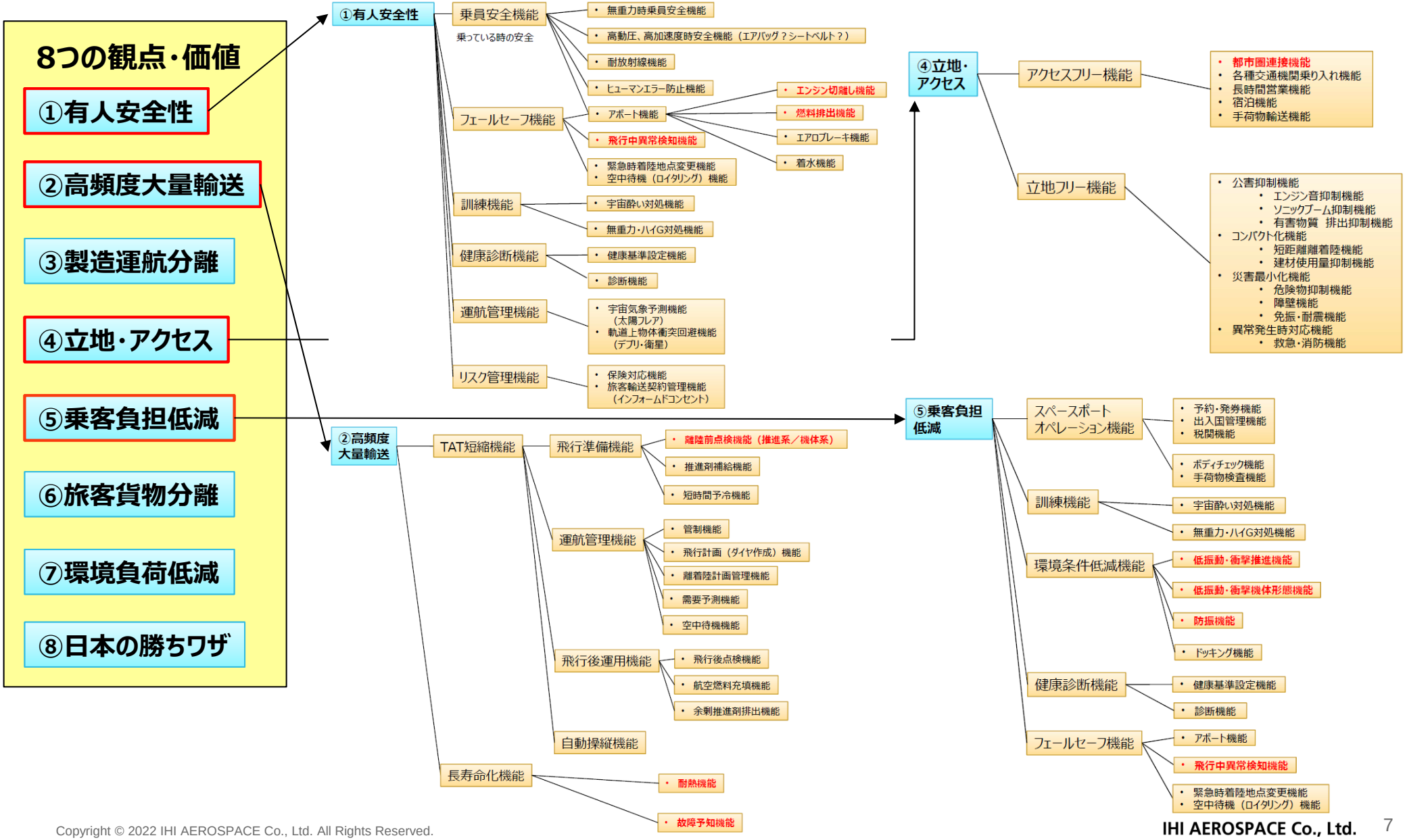


Copyright © 2022 IHI AEROSPACE Co., Ltd. All Rights Reserved.

4. 輸送体系への要請・要求

IHI

■ 2項の8つの観点・価値 ⇒ これを実現する機能を展開（**赤太字**で重要機能識別）
⇒ 5項以降での得失検討の項目に。



Copyright © 2022 IHI AEROSPACE Co., Ltd. All Rights Reserved.

4. 輸送体系への要請・要求

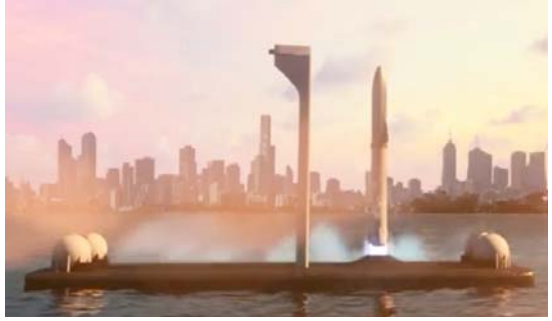
IHI

⑧日本の勝ちワザ

■ 米民間の代表例として，Space X社Starshipによる旅客輸送サービスに関するリサーチに基づく2040年の状況を想定し，日本国内交通体系の動向を踏まえ方策を検討。

検討材料：2040年動向想定

2040年のSpace X社（Star Ship）の動向想定 ※公開情報をもとにIAで想定	
機体形態	2段式（Rocket　Rocket）ともに機体再使用可
離着陸方式	垂直離着陸
使用燃料	LOX / 液体メタン
射場	アメリカ合衆国テキサス州をハブ射場 垂直離着陸に対応したビル型搭乗設備を各地洋上に建設
射場へのアクセス	最寄り大都市圏からバス / 高速船 富裕層向けに空飛ぶタクシー（リムジン）
打ち上げ頻度	5フライト / 1日
フライト1回あたり搭乗人数	100人 / 1フライト



Star Ship射場イメージ
©Space X

2040年の日本国内交通体系の想定
富裕層への空飛ぶタクシーの一般化
リニアモーターカー等による鉄道高速化
水素燃料の一般化（自動車、飛行機）
運転自動化　セルフダメージチェック

© Joby Aviation

©東海旅客鉄道

©川崎市

Copyright © 2022 IHI AEROSPACE Co., Ltd. All Rights Reserved.

4. 輸送体系への要請・要求

IHI

⑧日本の勝ちワザ

Space X社のweak pointは？

✓ 定時運行性に懸念
⇒ 垂直離着陸機体のため、
乗客の乗降・貨物の積込みが長時間

✓ スペースポートへのアクセス性の悪さ
⇒ ハブ空港が都市圏から遠距離、ドアtoドアが不便
（ニューヨークから飛行機で6Ｈ、高速鉄道なし）

日本の勝ちワザ

✓ 日本のエアラインの**高い定時運行率**の活用
⇒ AIを用いた故障予測や疲労度チェックでターンアラウンドタイム最小化、欠航・遅延の防止。

✓ **スペースポート⇔都市間の速達パッケージ**
⇒ リニア・空飛ぶタクシーの活用。特にリニアは天候・事故に影響されず、大量輸送・定時運行率UP。

✓ 燃料高速充填
⇒ 工業地帯からスペースポートまでのパイプライン化等。
（燃料候補は水素、メタン、ケロシン）

Copyright © 2022 IHI AEROSPACE Co., Ltd. All Rights Reserved.

5. 必要とされる主要アーキテクチャとその選択肢

IHI

<u>機体の主要アーキテクチャを決める３要素についての検討</u>

① ステージング：　1段式（SSTO）　／　2段式（TSTO）

② 離着陸方式：　水平　／　垂直

③ 推進系：　ロケットエンジン　／　エアブリージングエンジン

⇒　全体のトレードオフ（４項で整理した価値と機能に基づく）

『**乗り心地が良く、小さくて、シンプルな機体**』 を目指して！

Copyright © 2022 IHI AEROSPACE Co., Ltd. All Rights Reserved.

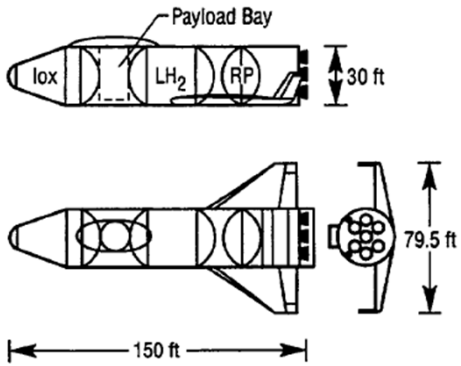
5.1. 1段式（SSTO）／2段式（TSTO）の比較検討

IHI

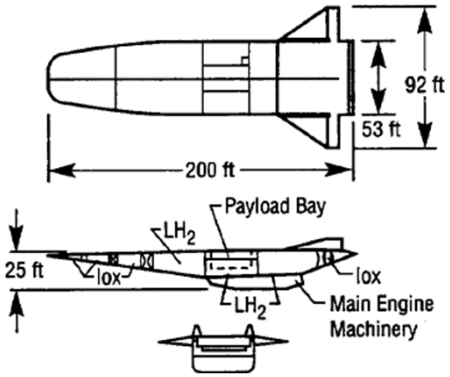
質量（機体規模）の比較（NASAのTM※より）

- 前提条件　：ペイロード11ton（50人乗り規模）@高度400km、軌道傾斜角51.6°
- 推進剤量は、2段式＜1段式（エアブリーザなら+100ton程度）だが、全備重量はそれほど変わらない。
- エアブリーザ（目標速度：Mach7程度）が可能なら選択肢として1段式もあり得る。

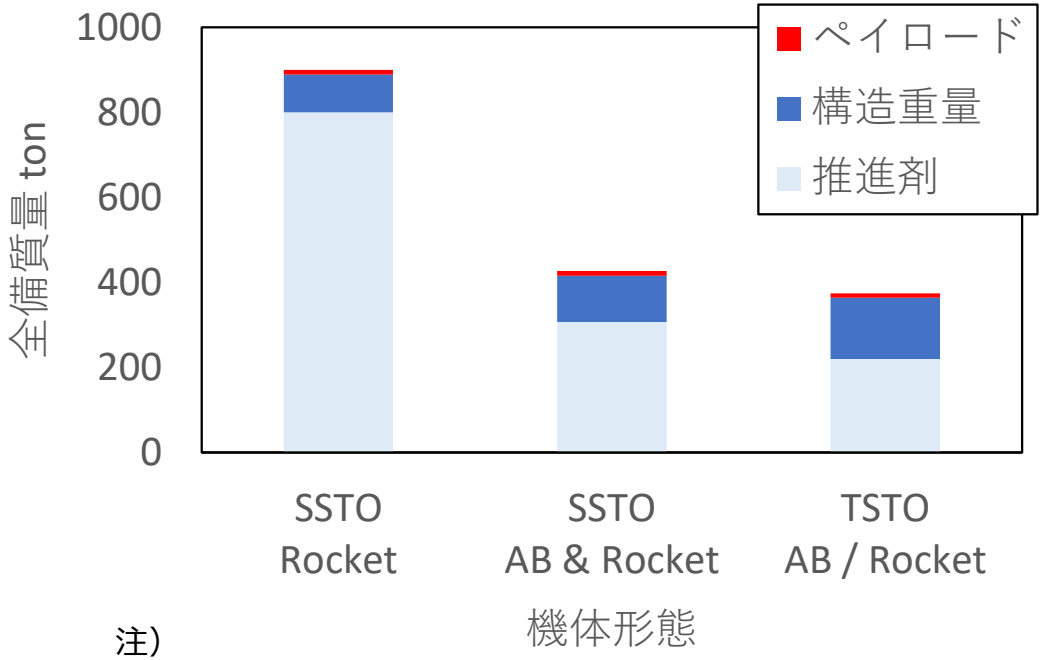
※参考文献
・NASA TM-109693 ACCESS TO SPACE STUDY Summary Report



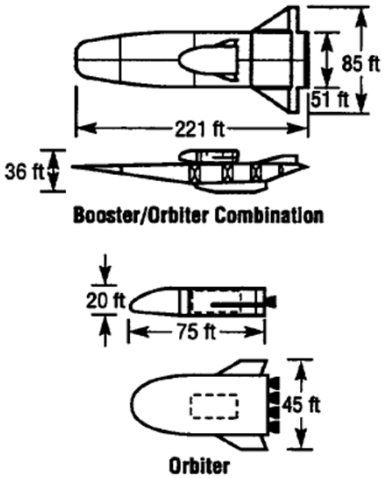
SSTO Rocket



SSTO AB&Rocket



注）
・Rocket：ロケットエンジン
・AB：エアブリーザ



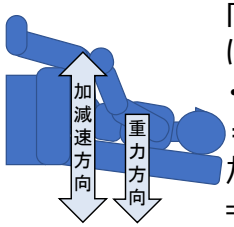
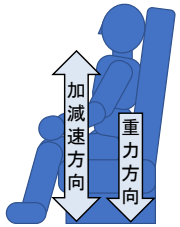
TSTO AB/Rocket

Copyright © 2022 IHI AEROSPACE Co., Ltd. All Rights Reserved.

5.2. 離着陸方式（水平／垂直）の比較検討

IHI

■ 乗り心地や乗降時間（ターンアラウンドタイム（TAT）に影響）の観点からは**水平離着陸**が良い。

離着陸方式	水平離着陸	垂直離着陸	
イメージ	©Virgin Galactic	©SpaceX	
人体への影響	○ ・離着陸時の加減速方向＝前後方向（人体に寛容な方向） ・離着陸時の重力方向＝上下方向（頭に血が上らない） ⇒**乗客負担低減の点で有利**	△  ・離着陸時の加減速方向＝前後方向（人体に寛容な方向） ・離着陸時の重力方向＝前後方向（頭に血が上る） ⇒**乗客負担低減の点で不利**	△  ・離着陸時の加減速方向＝上下方向　（人体に厳しい方向） ・離着陸時の重力方向＝上下方向（頭に血が上らない） ⇒**乗客負担低減の点で不利**
搭乗時に要する時間	○ 搭乗時、航空機同様の搭乗となると考えられるため右記に比べて、**高頻度大量輸送の点で有利**である。	△ 搭乗時、上下に移動する必要があり、搭乗に時間がかかるなど、**高頻度大量輸送の点で不利**である。	

Copyright © 2022 IHI AEROSPACE Co., Ltd. All Rights Reserved.

5.3. 推進系の比較検討

IHI

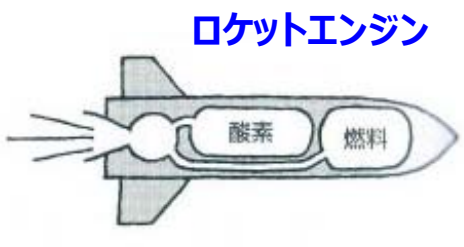
■ P2P/LEOの２つのミッションに対応するためのエンジンを検討。

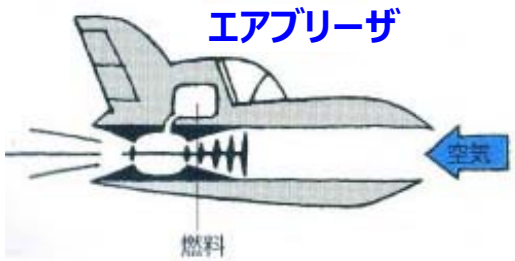
ミッション	推進系への要求	推進系の候補
LEO	・真空中で作動すること	・ロケットエンジンを含むこと ×ジェットエンジン：作動しない ×複合サイクル：ロケットと比較してマスレシオが低いことが想定される
P2P （60minで9000km）	・短時間で加速 ・最低でもMach7の速度	・ロケットエンジンが必要 ×ジェットエンジンや複合サイクルではMach7以上は到達不可能（1段目への適用は可能性あり）

以上より、

- 1段：ロケットエンジンまたはエアブリーザ
- 2段：ロケットエンジン

の形態で検討を進める。





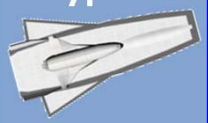
※ジェットエンジンや複合サイクルエンジン

Copyright © 2022 IHI AEROSPACE Co., Ltd. All Rights Reserved.

5.4. 候補形態の得失比較

IHI

■ 7つの候補形態について、4項目で得失比較 ⇒ **SSTOのType G, TSTOのType B, C**

(* H→水平 V→垂直) 1st Stage 2nd Stage 離着陸方式*	Type A AB Rocket H / V	Type B AB Rocket H / H	Type C  Rocket Rocket H / H	Type D Rocket Rocket V / H	Type E Rocket Rocket V / V	Type F Rocket (SSTO) V / V	Type G AB&Rocket (SSTO) H / H	備考
有人安全性・乗客負担低減 環境条件低減 フェールセーフ	○ 加速度・重力方向の面で乗客負担比較的小，空力減速が効きにくい	◎ 加速度・重力方向の面で乗客負担小，空力減速が可能	◎ 加速度・重力方向の面で乗客負担小，空力減速が可能	○ 加速度・重力方向の面で乗客負担比較的小，空力減速が可能	△ 加速度・重力方向の面で乗客負担大，空力減速が効きにくい	△ 加速度・重力方向の面で乗客負担大，空力減速が効きにくい	◎ 加速度・重力方向の面で乗客負担小，空力減速が可能	垂直着陸→空力を積極的に活用した形状にはならない→空力減速が効きにくいと推論
高頻度大量輸送 TAT短縮 長寿命化（再使用回数）	○ 降機に要する時間長，耐熱の課題は比較的小	○ 搭乗に要する時間短，耐熱の寿命に課題あり	○ 搭乗に要する時間短，耐熱の寿命に課題あり	△ 搭乗に要する時間長，耐熱の寿命に課題あり	○ 搭乗に要する時間長，耐熱の課題は比較的小	△ 薬量・機体が大きく運用性低，耐熱の課題は比較的小	○ 薬量は多いが機体は比較的小さい，耐熱の寿命に課題あり	上段ロケットは共通のため，推進系の再使用化課題に関しては差異がない
立地・アクセス・環境負荷低減 都市圏連接 公害（騒音・振動）	○ 有人対応の着陸設備が必要，公害規模小	◎ 既存の滑走路が利用可能，公害規模小	○ 既存の滑走路が利用可能，公害規模大	△ 有人対応の射場設備が必要，公害規模大	△ 有人対応の射場設備が必要，公害規模大	△ 有人対応の射場設備が必要，公害規模大	◎ 既存の滑走路が利用可能，公害規模小	保安距離は燃料の選定次第であり，形態による差異はない
経済性 段数・機体サイズ・薬量	○ 薬量・機体が比較的小さく経済性良	○ 薬量・機体が比較的小さく経済性良	○ 薬量・機体が比較的小さく経済性良	○ 薬量・機体が比較的小さく経済性良	○ 薬量・機体が比較的小さく経済性良	△ 薬量・機体が大きく経済性悪	◎ 段数・機体サイズの観点で経済性良	

Copyright © 2022 IHI AEROSPACE Co., Ltd. All Rights Reserved.

6. 技術課題の抽出

IHI

■ 7つの候補形態に関する技術課題を抽出し、以下の観点で整理。

- 現状TRL：　現状の技術成熟度（国内のレベル）
- 技術的難度：　技術自体の難度，問題や現象の複雑さ
- 実行上のリスク：事故等不測の事態，事業環境の変化により技術開発が遅滞または停止しうるリスク

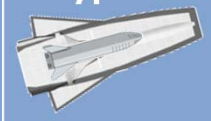
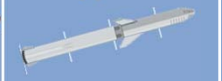
⇒　形態選定のために早期に着手すべきテーマを識別する。

Copyright © 2022 IHI AEROSPACE Co., Ltd. All Rights Reserved.

6. 技術課題の抽出

IHI

■ 7つの候補形態でTRL・難度に差がある技術課題（**青字**）⇒ 形態選定のため早期に着手すべきテーマ

（* H→水平 V→垂直）	Type A	Type B	Type C	Type D	Type E	Type F	Type G	備考
								
1st Stage 2nd Stage 離着陸方式*	AB Rocket H / V	AB Rocket H / H	Rocket Rocket H / H	Rocket Rocket V / H	Rocket Rocket V / V	Rocket (SSTO) V / V	AB&Rocket (SSTO) H / H	
有人宇宙輸送機の飛行技術	TRL 4 難度 中 リスク 高	TRL 4 難度 中 リスク 高	TRL 4 難度 高 リスク 高	TRL 4 難度 高 リスク 高	TRL 4 難度 高 リスク 高	TRL 4 難度 高 リスク 高	TRL 4 難度 高 リスク 高	加速度低減しつつ効率的に加速および再突入，システムの信頼性とフェールセーフ
高頻度有人輸送用射場技術	TRL 5 難度 高 リスク 高	TRL 5 難度 低 リスク 高	TRL 4 難度 中 リスク 高	TRL 5 難度 低 リスク 中	TRL 5 難度 低 リスク 中	TRL 2 難度 高 リスク 中	TRL 3 難度 高 リスク 高	機体の移動等オペレーションと乗客の乗降・推進剤と乗員の安全性
再使用高信頼度エアブリーザ推進技術	TRL 4 難度 高 リスク 高	TRL 4 難度 高 リスク 高	–	–	–	–	TRL 4 難度 高 リスク 高	長寿命化・信頼性向上，衝撃・振動低減とハザード回避
再使用高信頼度ロケットエンジン技術	TRL 4 難度 高 リスク 高	TRL 4 難度 高 リスク 高	TRL 4 難度 高 リスク 高	TRL 8 難度 高 リスク 高	TRL 4 難度 高 リスク 高	TRL 4 難度 高 リスク 高	TRL 4 難度 高 リスク 高	長寿命化・信頼性向上，衝撃・振動低減とハザード回避
安全・低環境負荷・高性能推進剤および軽量タンク系技術	TRL 4 難度 低 リスク 中	TRL 4 難度 中 リスク 中	TRL 4 難度 高 リスク 中	TRL 4 難度 中 リスク 中	TRL 4 難度 低 リスク 中	TRL 4 難度 低 リスク 中	TRL 4 難度 中 リスク 中	高圧・低温貯蔵，保安距離の低減（規制対応含）と運用性向上，供給系
軽量再使用耐熱システム技術	TRL 5 難度 中 リスク 中	TRL 5 難度 高 リスク 高	TRL 5 難度 高 リスク 高	TRL 5 難度 中 リスク 中	TRL 5 難度 中 リスク 低	TRL 4 難度 高 リスク 高	TRL 4 難度 高 リスク 高	長寿命化・信頼性向上，整備性
安全・低衝撃分離技術	TRL 6 難度 低 リスク 高	TRL 6 難度 低 リスク 高	TRL 6 難度 低 リスク 高	TRL 6 難度 低 リスク 高	TRL 6 難度 低 リスク 高	–	–	長寿命化・信頼性向上，衝撃・振動低減とハザード回避
離着陸技術	TRL 4 難度 中 リスク 高	TRL 5 難度 低 リスク 中	TRL 5 難度 低 リスク 中	TRL 5 難度 低 リスク 中	TRL 4 難度 中 リスク 高	TRL 4 難度 中 リスク 高	TRL 5 難度 低 リスク 中	安全かつ確実な離陸および目的地点への着陸

Copyright © 2022 IHI AEROSPACE Co., Ltd. All Rights Reserved.

7. 概略の研究開発計画

IHI

- サービスインの目標時期：　2040年　⇒　事業立上げ判断時期：　2030年
- 2030年に判断に資するレベル（TRL7）まで技術成熟度UPのための研究開発計画を検討。

技術課題：**有人宇宙輸送機の飛行技術**

課題
加速／再突入 加速度低減技 （乗り心地）
フェールセーフ技
信頼性検証技

技術課題：**高頻度有人輸送用射場技術**

課題
極低温燃料の短時間補給
爆発物近傍で 安全確保
乗降時間の短

技術課題：**再使用高信頼度エアブリーザ推進技術**

課題
要求される推進性の達成
冷却
試験評価技術

技術課題：**再使用高信頼度ロケットエンジン技術**

課題
安全性の確保 ・推進剤の漏洩と 出に着目
再使用 ・長寿命化と寿命 出に着目
高信頼度

技術課題：**安全・低環境負荷・高性能推進剤および軽量タンク系技術**

課題
安全かつ環境負荷（貯蔵時エネルギー消費含む）を抑えつつ必要な性能を満足する燃料
極低温高圧タンクの軽量化
加速度方向変化に対応し重心変化に配慮した燃料・酸化剤供給システム
燃料・酸化剤の補給・排出時の運用性

技術課題：**軽量再使用耐熱システム技術**

課題
損傷度評価（信頼性）
短時間の交換
環境配慮

技術課題：**安全・低衝撃分離技術**

課題
安全・低衝撃分 術（乗り心地）
信頼性検証技術

技術課題：**離着陸技術**

課題	～2025	～2030	～2035	～2040	備考
着陸技術（水平着陸）	ロケット機体における水平着陸技術の確立	実機での水平着陸技術の確認			
	• CFD解析、風洞試験等による機体設計 • サブスケール試験（TRL～7）	• フルスケール全機モデル試験での試験の実施（TRL～9）			
着陸技術（垂直着陸）	垂直着陸のための要素技術検討	ロケット機体における垂直着陸技術の確立	実機での垂直着陸技術の確認		
	• CFD解析、風洞試験等による機体設計 • 制御モデル確立（TRL～6）	• サブスケール試験（TRL～7）	• フルスケール全機モデル試験での試験の実施（TRL～9）		
減速技術	着陸のための減速技術の確立				
	• CFD解析、風洞試験等によるエアロブレーキ設計 • サブスケール試験（TRL～7）				

Copyright © 2022 IHI AEROSPACE Co., Ltd. All Rights Reserved.

8. まとめ

IHI

「2040年の社会ニーズに対応する有人宇宙輸送サービス構想と必要技術の検討」

① マーケット要請（PKG1より）に対応するサービスの規模感とミッションを定義し，輸送体系に対する要求機能として具体化した。

② 主要アーキテクチャとしては7つの候補形態のうち，マーケット要請に基づいた価値基準から，**TSTOまたはSSTOで、ロケット推進系を備えた水平離着陸型**の形態が優位と考える。

③ 2040年のサービスインをターゲットとした研究開発計画の検討結果より，現状TRLや難度について7つの候補形態間で差がある、**①射場技術，②エアブリーザ推進技術，③耐熱システム技術，④離着陸技術**は，形態の選定を左右するテーマとなることから早期に研究着手するべきと考える。

④ 世界の競合を見据えた日本の勝ちワザとして，2040年におけるSpace X社や日本国内交通体系の動向を想定し，**日本の定時運航率や都市までのアクセス性等を武器とすることを提案**する。

Copyright © 2022 IHI AEROSPACE Co., Ltd. All Rights Reserved.

IHI
Realize your dreams

ご清聴ありがとうございました。