

サブオビ飛行 官民協議会 #04

サブオビ宇宙飛行機 & 宇宙港 開発および事業進捗状況報告

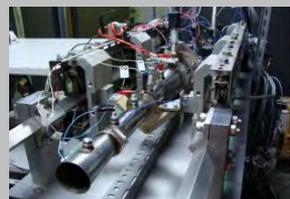
2022年12月7日

PDエアロスペース株式会社



~2017 | '18 | '19 | '20 | '21 | '22 | '23 | '24 | '25 | '30

【エンジン】



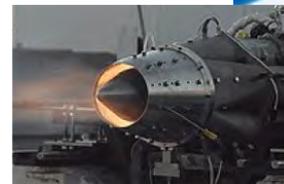
パルス
デトネーション
(ロケット)



ジェット/ロケット燃焼
モード切替実験成功



【無人機用】
FTE2n (X06)
FTE3n (X07)



FTE5n (X08)



【有人機】
X08, PEGASUS
'27年6月

有人サブオービタル飛行
達成
'29年 商業運航スタート

無人機技術を基に大型化、高度化

【機体】



FPV、
追尾装置



通信距離 200km



宇宙港整備



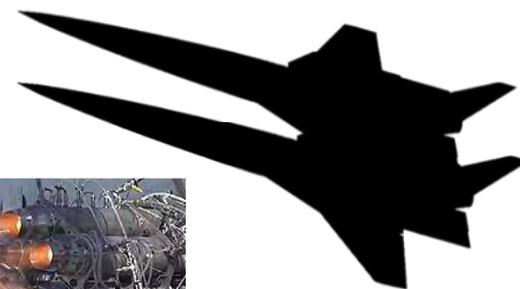
【サブオービタル無人機】

X06, X07

'24年4月 無人サブオービタル飛行 達成



FTE4n (X09)



【次期開発機】
X09 PEGASUS-X



自動操縦
X03A



無人飛行技術実証
X02A, X04

サブオビ宇宙旅行事業に関する検討項目: 10テーマ20項目

10 テーマ	20 項目	主な検討対象事項	現在のステータス
1 A) 計画	1. 事業計画	事業モデル、スケジュール、コスト 構造/価格、事業アライアンス	「事業アライアンスMOU」を策定中
2 B) プロモ	2. プロモーション	企画、広告	T.B.D.
3 C) サービス	3. 商品内容	含まれるもの、前後当日のスケジュール、特典、飛行そのもの	サービス内容検討開始
	4. 顧客対応	実施前後、当日 ※ 先行販売時含む	T.B.D.
4 D) 販売	5. 販売条件	条件(キャンセルポリシー含)、基準、時期、準備物、販促	T.B.D.
	6. 販売方法	ルート、販売オペレーション	事業アライアンスMOUで対応予定
5 E) 運航	7. 運航管理	運航計画、オペレーションマニュアル、安全管理	事業アライアンスMOUで対応予定
	8. クルー	パイロット/キャビンクルーの教育訓練、マニュアル	T.B.D. ※ 無人機開発で一部実施
	9. 機内装備	シート、機内服、緊急設備、操縦室、客室	事業アライアンスMOUで対応予定
	10. 機体整備	ライン整備、ドッグ整備、施設整備、燃料等供給	事業アライアンスMOUで対応予定
6 F) メディカル	11. メディカル	訓練(0G, HighG) ※ 設備、身体検査、販売条件との整合性	項目/方法 策定済み、訓練設備の検討中
7 G) 保険	12. 保険	第三者、搭乗者/パイロット、自機、設備、キャンセル保険	事業アライアンスMOUで対応予定
8 H) 法規	13. 適用法律	サブオビ飛行(有人)、空港利用、販売上の法律	“飛行”に関しては済み、“有人”の対応開始
9 I) 宇宙港	14. 建設	ハンガー、接続路、関連施設・設備	ハンガー1 設計: 入札済み、ハンガー2以降: 検討中
	15. 環境整備	沖縄県の利活用事業+ 振興計画	沖縄県の施策化へ対応中、宮古島市との連携検討中
	16. 事業検討	事業(開発, テナト, 訓練, 観光)、実施体制、事業推進コン	テナト候補と調整中、コソ登録企業とサービス作り込み中
	17. 他拠点展開	国内、海外 ※ 適用フェーズ考慮要	米国/コロラド州とMOU済み、 と調整開始
10 J) 機体	18. 機体開発	諸元、性能、飛行条件、飛行プロファイル ※ 製造、試験	(別対応)
	19. 外部接続	搭乗ゲート、ドッキングベイ	T.B.D.
	20. 量産	生産体制構築、サプライチェーン検討/構築	構想中 ※ 一部トライアル的に打診中

本報告の対象

A) 計画

各"項目"に対して、「事業アライアンス」契約に向けて調整開始

- 事業参入の考え方整理
- 事業計画 P/L の試算

10 テーマ	20 項目	主な検討対象事項
1 A) 計画	1 事業計画	事業モデル、スケジュール、コスト構造/価格、事業アライアンス
2 B) プロモ	2 プロモーション	企画、広告
3 C) サービス	3 商品内容	含まれるもの、前後当日のスケジュール、特典、飛行そのもの
	4 顧客対応	実施前後、当日 ※先行販売時含む
4 D) 販売	5 販売条件	条件(キャンセルポリシー含)、基準、時期、準備物、販促
	6 販売方法	ルート、販売オペレーション
5 E) 運航	7 運航管理	運航計画、オペレーションマニュアル、安全管理
	8 クルー	パイロット/キャビンクルーの教育訓練、マニュアル
	9 機内装備	シート、機内服、緊急設備、操縦室、客室
	10 機体整備	ライン整備、ドッグ整備、施設整備、燃料等供給
6 F) メディカル	11 メディカル	訓練(OG, HighG) ※設備、身体検査、販売条件との整合性
7 G) 保険	12 保険	第三者、搭乗者/パイロット、自機、設備、キャンセル保険
8 H) 法規	13 適用法律	サブオビ飛行(有人)、空港利用、販売上の法律
9 I) 宇宙港	14 建設	ハンガー、接続路、関連施設・設備
	15 環境整備	沖縄県の利活用事業+振興計画
	16 事業検討	事業(開発、テナト、訓練、観光)、実施体制、事業推進コア
	17 他拠点展開	国内、海外 ※適用フェーズ考慮要
	10 J) 機体	18 機体開発
19 外部接続		搭乗ゲート、ドッキングベイ
20 量産		生産体制構築、サプライチェーン検討/構築

候補事業者 A

候補事業者 B

候補事業者 C

候補事業者 D

候補事業者 E

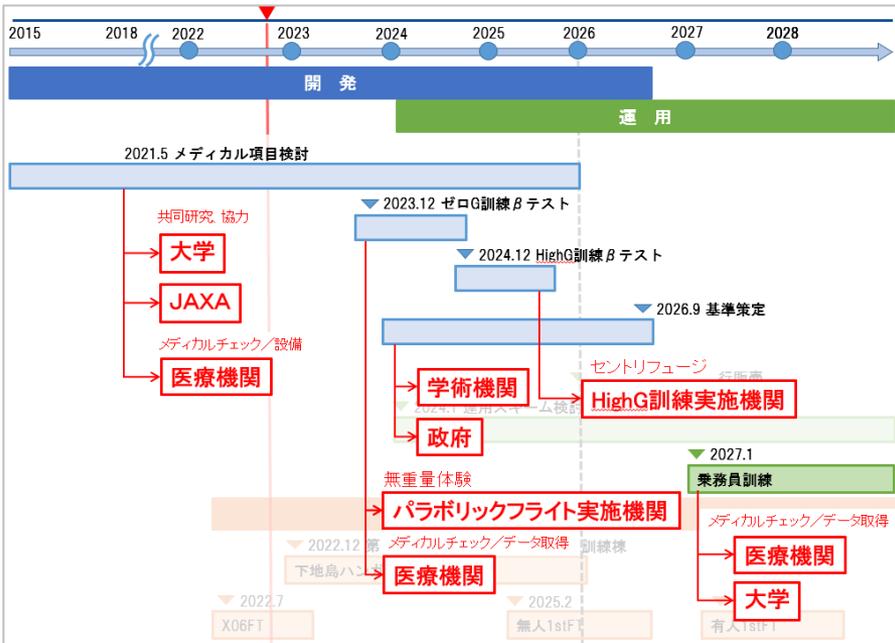
候補事業者 F

"侍サプライチェーン"構想

検討事項の洗い出し、考え方 & 進め方を整理中

- 5大項目を対象に深掘り

大項目	PDASの考え方	内容/意図
1 基礎概念	民間先行	机上論よりも、実務/実益に沿った形で進める必要がある
2 検討領域	<ul style="list-style-type: none"> - 有人宇宙飛行 - 検査事項、方法、良否判定 (身体的、心理的) - 事前訓練、実飛行 	<ul style="list-style-type: none"> - サブオビ飛行から (P2P、オービタル飛行へ発展) - 自社基準から (国基準へ発展)
3 実施目的	<ol style="list-style-type: none"> 1) 搭乗者の安全・安心 2) 機体設計への要求 3) 判定基準の策定 	
4 適用対象	搭乗者	<ul style="list-style-type: none"> - 乗務員 (パイロット、クルー) - 実験参加者
5 検討事項	<ol style="list-style-type: none"> 1) マスタープラン 2) メディカル検査項目 3) 事前訓練 4) 取得データの取り扱い 5) 緊急対応 	<ul style="list-style-type: none"> - 各検討事項へ実施ステップを設ける - 実施スケジュールの策定 - 実施予算の算出 - 実施環境の整備、協業パートナーの選定 - 概念から個々への摘要 ... など



メディカルチェック項目

国際宇宙ステーション
宇宙飛行士選抜
医学検査項目
(NASA)

サブオービタル商業宇宙飛行で必要とされる心循環器系、呼吸器系等に焦点を絞り、必要ないと考えられる項目は除外。
除外すべきか迷うものに関しては現時点では残す。



サブオービタル
商業宇宙飛行参加者
医学検査項目

[策定]
岡山大学
愛知医科大学
JAXA
(宇宙飛行士健康管理Gr)

宇宙旅行者の医学基準 ver 06.22
岡山大学医学部 奥村浩基 高橋寛

【サブオービタル商業宇宙飛行
参加者医学検査項目】

1. 病歴の聴取
2. 全身の身体検査
3. 臨床検査
4. 補助的検査
5. 心肺評価
6. 精神医学的・心理学的評価

全51項目

- ・予備検査
- ・前日検査
- ・フライト前検査
- ・フライト後検査

Confidential

宇宙旅行へ行ってみたくて・・・
自分の体で大丈夫だろうか？
宇宙へ行ったら、どうなってしまうのだろうか？
そもそも、宇宙旅行って、どんなもの？

この訓練プログラムは、
宇宙旅行の飛行環境を擬似的に再現し、
色彩や体感などによって身体学習をより効果的に

事前訓練プログラム用 装置・設備

μG訓練

HighG訓練



計測装置
(In flight)

hitoe' トランスミッタ (TX02)

hitoe' ウェア群



C3ft IN-pulse

hitoe' シャツ

hitoe' ヘルム

G) 保険

- 無人飛行実験機 PDAS-X06 に対しては、適用中
- 有人飛行に対して、検討開始

保険対象	無人飛行実験機	有人飛行
1. 自機	(適用済み)	対応可
2. 搭乗者	N/A	調整開始
3. 関係スタッフ	適用済み	対応可
4. 第三者賠償	適用済み	対応可
5. 関連設備	一部適用済み	対応可

(一部:限定的に保険を適用している、との意味)

検討事項の洗い出し、考え方 & 進め方を整理中

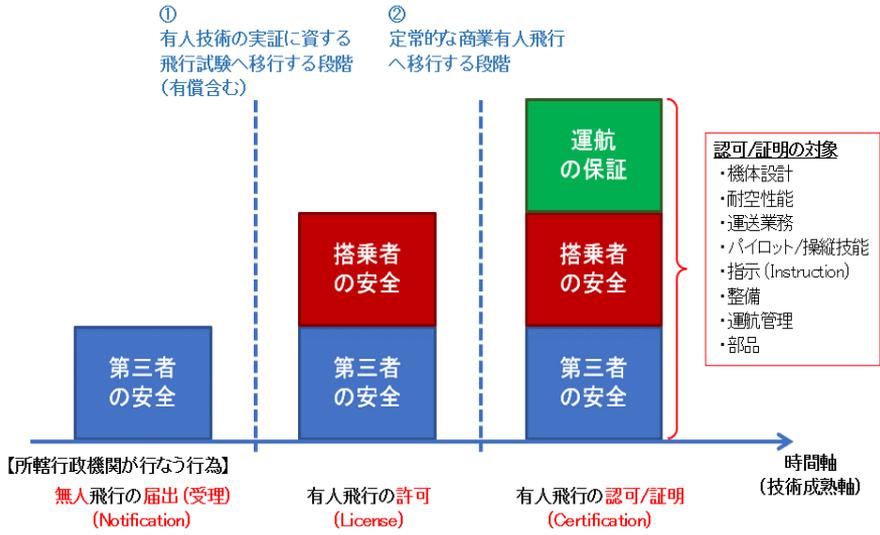
- 5大項目を対象に深掘り

大項目	PDASの考え方	内容/意図
1 基礎概念	段階的移行 ⇒ "許可/実験"段階の導入	時間軸を設け、技術成熟に応じて、段階的に制度を導入する
2 検討領域	- 無人宇宙飛行: 済み - 有人宇宙飛行: これから	- サブオビ飛行から (P2P、オービタル飛行へ発展)
3 検討項目	主要構成4項目 (安全、技量、事業、責任)	- 陸海空の各法律の構成に類似させる - "登録"の取り扱い: 要検討
4 適用対象	- 主要実施4者 (国、製造、運航、販売) - 実験参加者 - 機体	- 其々の責任範囲・量を整理する (発生原因に従う) - 自己責任を負う。但し、全放棄ではない。
5 検討事項	1) マスタープラン 2) 概念策定 3) ICの取り扱い/"実験参加者" 4) 責任範囲	- 各検討事項へ実施ステップを設ける - 実施スケジュールの策定 - FAAとの相違点

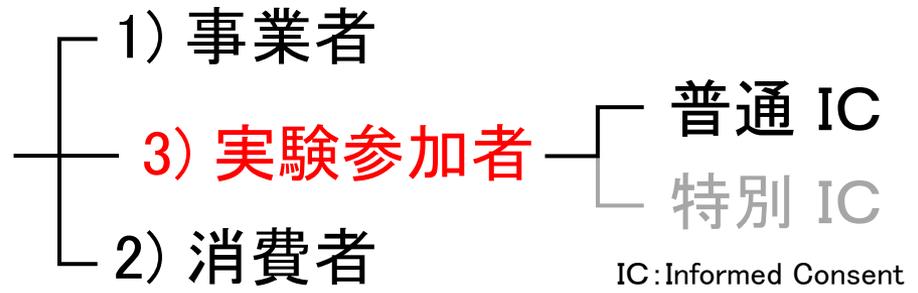
H) 法規／有人飛行への道筋(案)

① 捉え方の概念整理

サブオービタル宇宙飛行に関する管理対象の段階(案)



② 対象区分とIC適用の検討



実験参加者: 事業者とも、消費者とも異なる、リスクを自己責任で許容する者。

普通IC: リスクを実験参加者が同意/許容する。但し、免責条項は含まない。

特別IC: 実験参加者が、国および事業者に対する損害賠償請求権を全放棄する。

③ 対応先の整理

- 1) 官民協議会／2つのWG
- 2) 自治体／国家戦略特区
- 3) 内閣官房
／規制のサンドボックス

④ 対応方針の検討

①～③ の進め方とは、異なる別方策

ex)

「認証」レベルまで政府補償制度の導入

■ 下地島宇宙港 構築

- 無人サブオビ機用 ハンガー設計～入札 完了
- 沖縄県に拠るアクセス道路建設開始
- 有人サブオビ機用 ハンガーエリア基本設計中
- 乗り入れ(利用)業者とのMOU調整中（複数社）
- 事業コンソーシアム：登録 53社

■ 海外宇宙港との連携

- 米国コロラド州 CASP と定期mtg 継続中
- 米国外との調整開始

■ 将来の宇宙港の在りようを検討

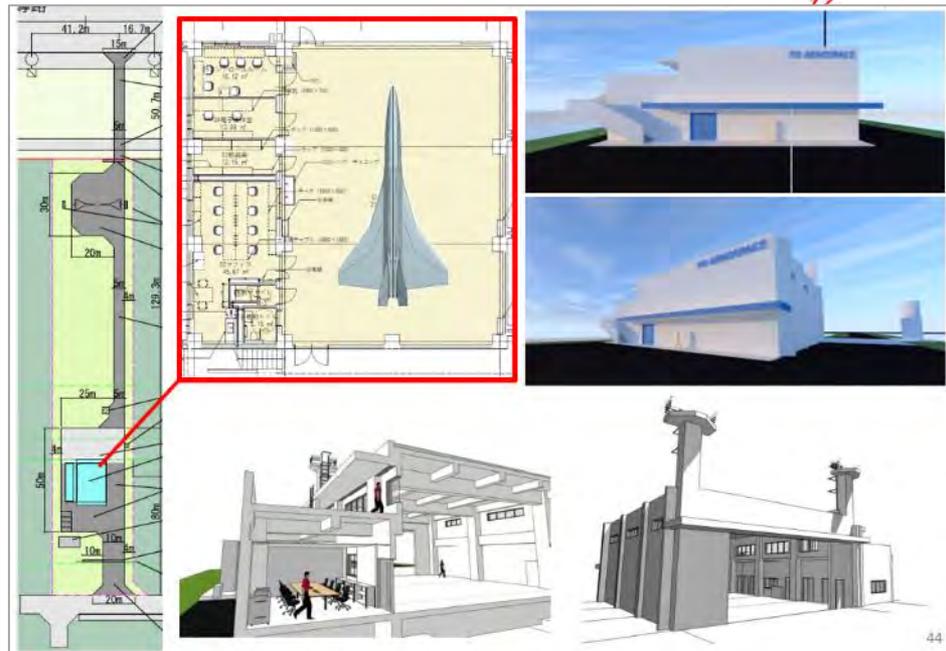
- 開発宇宙港と、運用宇宙港の2種
- 運用宇宙港の1日の離発着数 推算

I) 宇宙港／ハンガー設計

ハンガー1 for 無人機

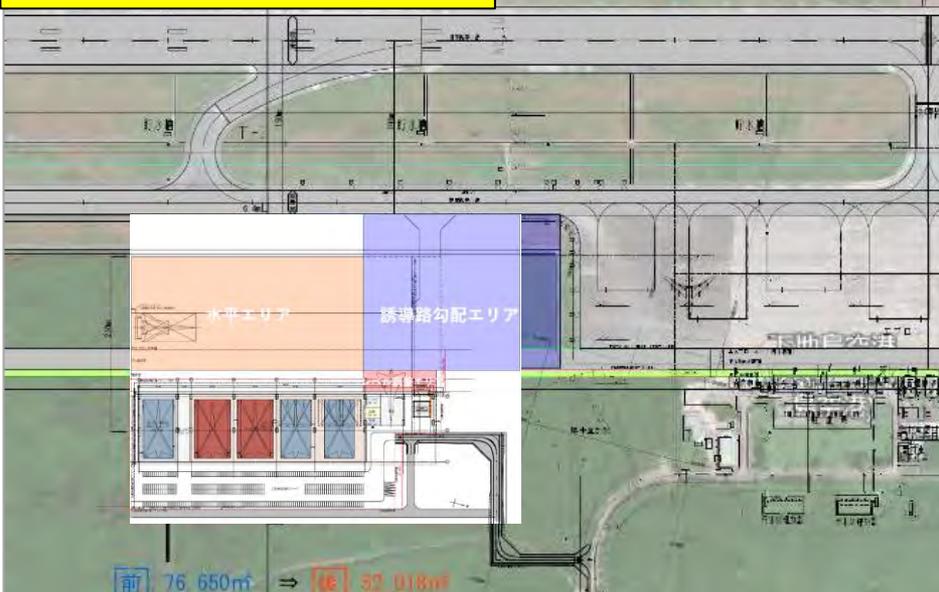


43



44

ハンガー2 for 有人機



宇宙港の在りよう for 高頻度往還

外型：島、大樹町

② 宇宙港の役割を設定
③ 国内の宇宙港で、実施数を分割

2) 都市近郊：コロラド (CASP)、大分、(下地島)
3) 都市一体型：ヒューストン

【実施国シェア】		【宇宙港の役割】		【国内宇宙港数】	
No	実施国 %	宇宙と地球を結び、ハブとなる「拠点整備」事業	運用 3港	運用 3港	運用 3港
1)	日本 25	・宇宙機の開発拠点	※開港宇宙港を除く	VV 北海道	HH セントレア
2)	USA 20	・日本 - 世界、宇宙へ2時間	運用 3港	HH 開空	HH 下地島
3)	中国 20	・ヒト、モノの物流拠点	開発	HH 下地島	+
4)	EU 10	・Final Destinationへの輸送	開発	HH 下地島	+
5)	ロシア 10				
6)	インド 10				
7)	その他 5				
	100				

行き
垂直(V) 水平(H)

垂直(V) 射場 滑走路+射場
水平(H) 射場+滑走路 滑走路

軌道周	①	②	③	④	⑤	⑥
軌道周	3.6	1.8	3.2	7.2	11.8	1.8
FL/day(宇宙港)	4days FL	3in FL	1.5in FL	2in FL	2in FL	2in FL

【計画内容】

- ・ターミナルビル (130)
- ・乗客待合室 (100)
- ・宇宙機整備室
- ・①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺
- ・①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺

【設備】

- ・宇宙機整備室
- ・乗客待合室
- ・①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺

【施設】

- ・乗客待合室
- ・①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺

【施設】

- ・乗客待合室
- ・①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺

11

J) 機体



無人機

有人機



J) 機体／無人機: X06 飛行試験準備



第 2022-0025 号 航空運航第 11258 号

許 可 書

PD エアスペース株式会社
代表取締役 緒川 修治 様

令和 4 年 6 月 24 日付、試験飛行等（更新）許可申請書の申請におい
て、サーキュラーNo.1-006 第9-12 項「自働航空機の安全上の重要事
項」及び下記許可条件を遵守することを条件として許可する。

2

（許可条件）

1. 安全対策等申請内容を遵守すること
2. 令和 3 年 9 月 6 日付の許可書（航空機第 2021-0043 号）で付され
た許可条件を遵守すること

許可期間 令和 4 年 10 月 17 日 から 令和 4 年 12 月 31 日 まで

令和 4 年 7 月 5 日

大阪府知事

航空運航第 1017 号

許 可 書

PD エアスペース株式会社
代表取締役 緒川 修治 様

行付で申請があった航空機の飛行は、航空機第 1017 号の
の条件を行って申請の上より許可する。

2

若しくは行付の条件に照準を合わせなければならない事
項がある場合は、許可を取り直し又は新たに条件を付加することがある。

許可期間 令和 4 年 10 月 17 日 から 令和 4 年 12 月 31 日 まで

令和 4 年 7 月 5 日

国土交通大臣

航空運航第 1017 号

許 可 書

PD エアスペース株式会社
代表取締役 緒川 修治 様

行付で申請があった航空機の飛行は、航空機第 1017 号の
の条件を行って申請の上より許可する。

2

若しくは行付の条件に照準を合わせなければならない事
項がある場合は、許可を取り直し又は新たに条件を付加することがある。

許可期間 令和 4 年 10 月 17 日 から 令和 4 年 12 月 31 日 まで

令和 4 年 7 月 5 日

国土交通大臣

飛行試験 安全対策

飛行試験 概要

CONFIDENTIAL



■ スケジュール

初飛行:

※天候等で飛行できない場合は順延

■ 飛行時間

17:15~17:45 (約30分)

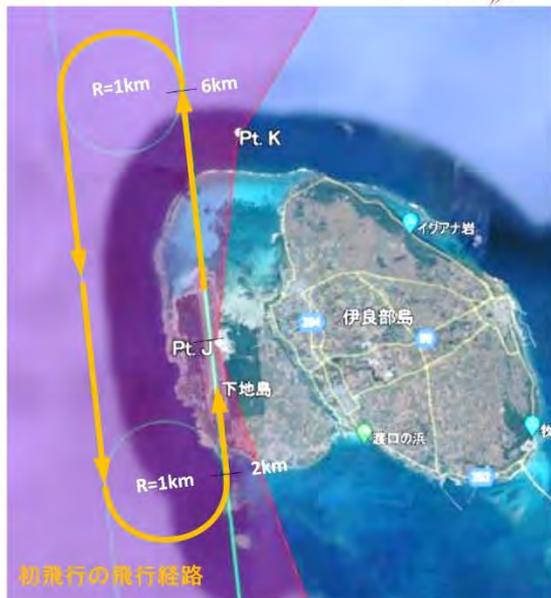
■ 飛行経路

左図(橙色 矢印線)

1周して、着陸

■ その他

- ・初飛行の結果を受けて、2回目以降を実施していく。
- ・計8回を予定
- ・飛行経路は、試験条件により異なる。



初飛行の飛行経路

安全対策 概要

CONFIDENTIAL



対応レベルの違いに拠り、3案をで検討中

○:実施、×:非実施

	A案	B案	C案
対応レベル(安全レベル)	超高	高	中
1) 周辺道路の通行止め			
① Runway end近郊道路	○	○	○
② 下地島沿岸道路(空港西側)	○	○	×
2) 看板による通行止め告知	○	○	○
3) 通行止め箇所へスタッフ配置	○	○	○
4) SNSで通行止め周知	○	○	○
5) 漁船監視(レーダ+目視)	○	○	○
6) 人(海上含む)の退避の確認(※)	○	×	×

※確認方法:要検討

安全対策3案 イメージ

CONFIDENTIAL



A案 (夜中から通行止め)

B案 (①夜中から通行止め) (②飛行前/中/後 時間限定通行止め)

C案 (30分間 通行止め)



..... : 通行止め
 [Yellow Box] : 人の退避確認

⊗ : 告知看板
 [Green S] : スタッフ

- 国交省 JCAB と調整

- 沖縄県、宮古島市 と調整

- 警察、消防、海保、漁協、観光協会と調整

- 下地島空港 管理事務所、運航者と調整

- 宮古空港、新石垣空港 管理事務所へ連絡

⇒ 運航者への情報伝達

➡ 最終調整へ

J) 機体 / 今後のスケジュール

- 8) JCAB 許可、空港管理事務所 許可 **済み**
- 9) 全機機能確認試験(エンジンラン, 通信) **済み**
- 10) RF計測 (電波干渉, 通信/電波強度)
- 11) Ground taxi Test
- 12) Rotation Test
- 13) Flight Test ※全8回**
- 14) FT 公開 ※国、自治体、地元、PDAS(株主)



RDE開発状況

RDE Development Road Map for X07

CONFIDENTIAL



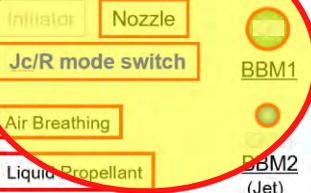
Development items

Rocket mode (Core less, w/ノズル)

推力:
時間:

Jet mode (C) (Core less, w/ノズル)

推力:
時間:



~ Dec. '22

Basic dev.

Cryo. Tank



EM (状況判断)

~ Jun. '23

Flight Model dev.



X07-80 class PFM

開発ターゲット

~ Sep. '24

Jc: Jet mode by compressed air
BBM: Bread Board Model
EM: Engineering Model
PFM: Prototype Model & Flight Model

□: 実施中 青文字: 現状成果 橙文字: Next ターゲット in 2 weeks

19

PRESS RELEASE

報道関係各位



公開日時指定: 4月5日 10:00

2022年3月22日
PD エアロスペース株式会社

世界初！回転デトネーションによる ジェット／ロケット切替エンジン実証成功！！



PDエアロスペース株式会社(本社:愛知県名古屋市、代表取締役:緒川修治、以下「当社」)は、世界初となる回転デトネーションによるジェット／ロケット切替エンジンの燃焼実証に成功しました。

従来の航空機エンジン(ジェットエンジン)は、空気の無い宇宙空間で使えません。そのため、ロケットエンジンが必要となります。大気中と宇宙空間をまたがって飛行するには、両方のエンジンを結合・複合して搭載するか、それぞれのエンジンを搭載した機体を分離・分割して運用するしかありませんでした。この課題を解決する方法として、弊社では、「ジェット／ロケット切替エンジン」を提唱。2017年に、「パルスデトネーションエンジン (PDE)」に拠る、燃焼モードの切り替え実験に成功しました。続いて、連続的に燃焼／推力発生させる「回転デトネーションエンジン (RDE)」の開発に着手。この度、世界初となる RDE によるジェット／ロケット切り替えの燃焼実験に成功しました。本技術は、2022年3月8日に特許

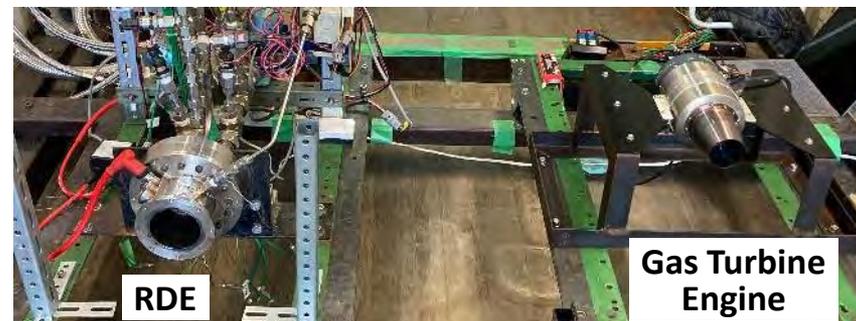


推力up (ショックダイヤモンド発生)



液体燃料(KRS) x 液体酸化剤 (LOx) 燃焼成功

- RDEベースでの燃焼モード切替 **特許出願**
- 学会発表
- JAXAのエンジン開発チームとの連携
- **エアブリーザ化**(実施中)



RDE

Gas Turbine Engine

16

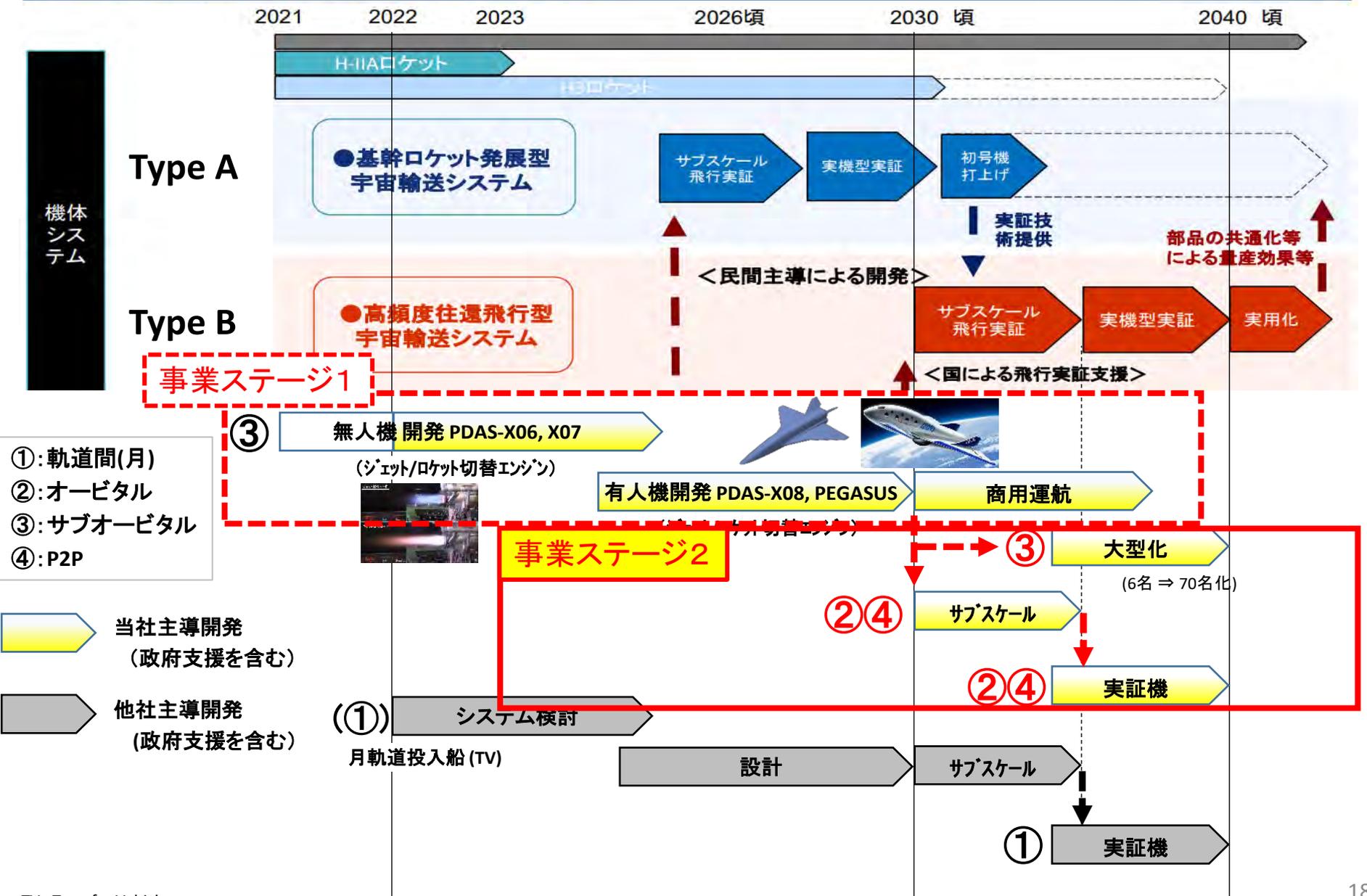
新たな動き

高頻度往還飛行型宇宙輸送システムの開発

文科省 革新的将来宇宙輸送システム
ロードマップに係る事項

(JAXA AOに拠る事業コンセプト共創活動)

革新的将来宇宙輸送システムロードマップ 令和3年6月22日



システム形態 E が、ベストであるとの判定。(目指すべき形態) としたが、、、

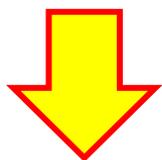
- ・現時点からの技術レベル(技術課題)
- ・形態効果の最大化 ※2040年頃の対象を考慮
- ・既存技術／産業への配慮

などの観点から、先ず目指すべきは、システム形態 D が妥当である。

システム形態：D

= SSTO

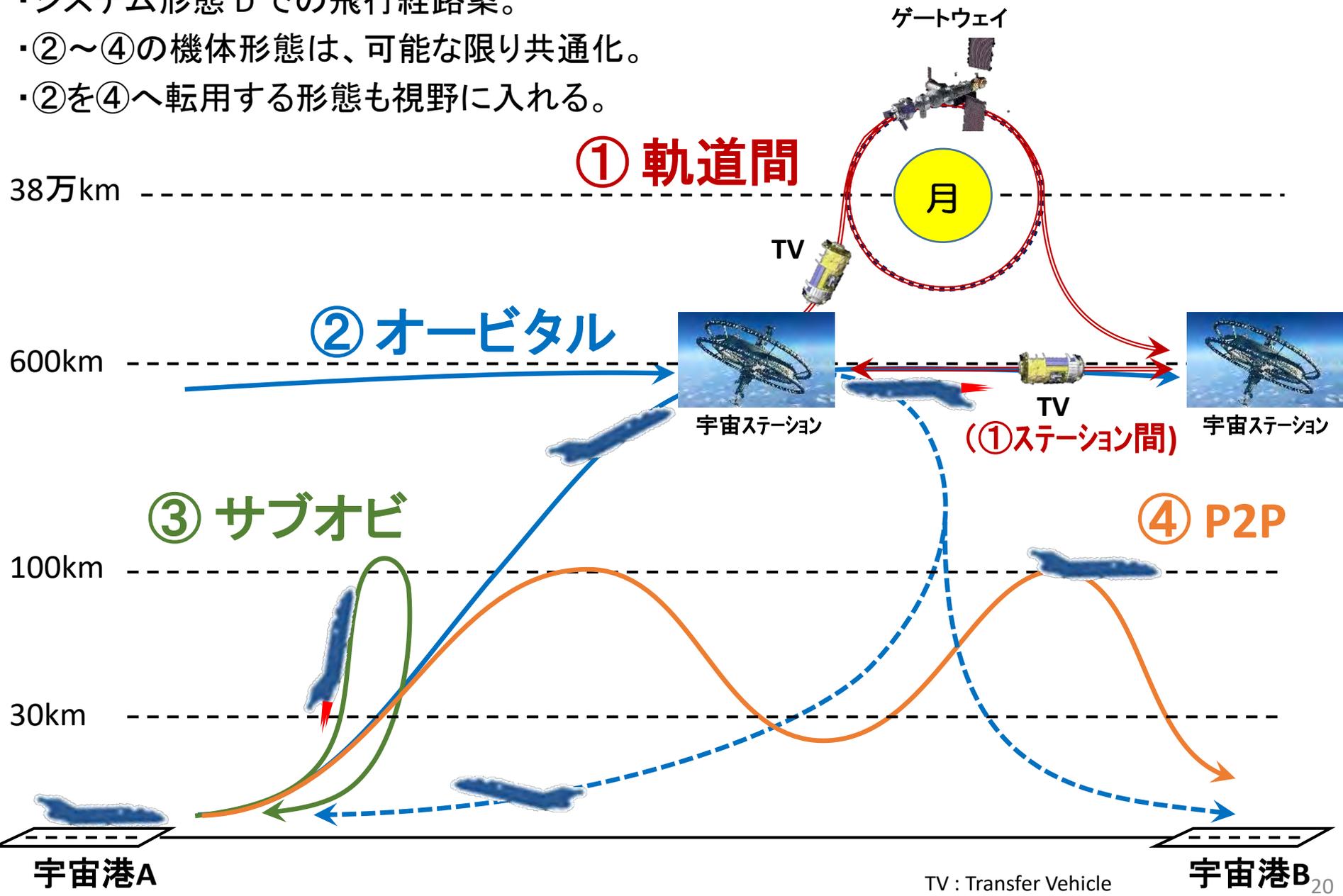
+ Transfer Vehicle



**SSTO機開発に、
開発の主軸を置く。**

システム形態 (Configuration)	A ALLロケット	B ブースター+S7プレーン	C	D SSTO+TV	E STM
① 軌道間 (GateWay)					
② オービタル					
③ サブオビ					
④ P2P					
①のStage数	1-2	2-3	2	2	1
Take off	V	V	V	H	H
Landing					
Space Plane	-	H	H	H	H
Booster	V	V	V	-	-
TV	V	V	-	V	-

- ・システム形態 D での飛行経路案。
- ・②～④の機体形態は、可能な限り共通化。
- ・②を④へ転用する形態も視野に入れる。



Be a wing for Space

～ 宇宙への翼 ～

