

文科省 宇宙開発利用課

第3回 革新的将来宇宙輸送システム

実現に向けたロードマップ検討会

資料3-1-1
研究開発局宇宙開発利用課
革新的将来宇宙輸送システム実
現に向けたロードマップ検討会
(第3回) R2. 12. 23

宇宙輸送関連スタートアップ企業の 将来展望について(その2)

PDエアロスペース社の将来展望について

2020年12月23日

PDエアロスペース株式会社



項目	内容
会社名	PDエアロスペース株式会社
住所	本社：愛知県名古屋市緑区有松3519番地 R&Dセンタ：愛知県碧南市港本町1番地27
設立年月	2007年5月
資本金	7億9,600万円（資本準備金含む）
代表	緒川 修治
従業員	34名（出向受入含む）
事業内容	宇宙機開発 宇宙旅行および附帯事業 宇宙輸送事業（宇宙港含む）



- 民間主導で「**宇宙飛行機(スペースプレーン)**」の開発を行い、宇宙旅行や宇宙太陽光発電所建設など、民需としての宇宙利用の拡大を目指す。
- ジェットとロケット、二つの機能を持つ“**燃焼モード切替エンジン**”が最大の技術特徴。（'12年 特許取得済み）
- **ANAHD、HISグループ、みずほグループ**などが出資。ANAHD、HISの他、IHIグループ、トヨタグループからの出向者を受け入れ、事業検討を進めている。

1. 弊社の計画概要／取り組み事項

1. 開発ロードマップ

~2015 | '16 | '17 | '18 | '19 | '20 | '21 | '22 | '23 | '24

【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-MN

無人機技術を基に大型化、高度化

X08
'25年8月

【機体】



FPV、
追尾装置



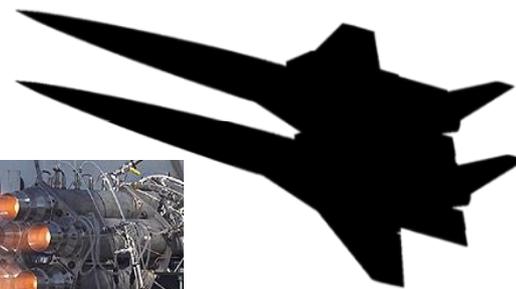
通信距離 200km



【サブオービタル無人機】
X05, X06, X07 PEGASUS-UM
X07 '22年2月



FTE4n (X09)



【二地点間機】
X09 PEGASUS-AL

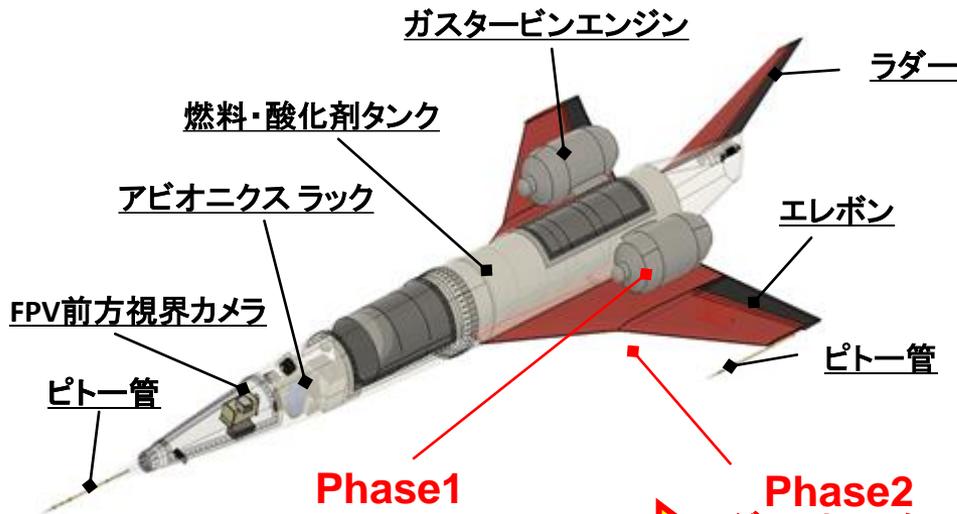


自動操縦
X03A



無人飛行技術実証
X02A, X04

PDAS-X06



Phase1
ガスタービンエンジン

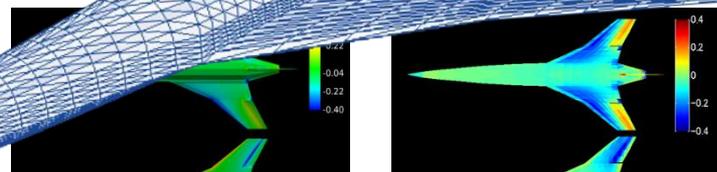
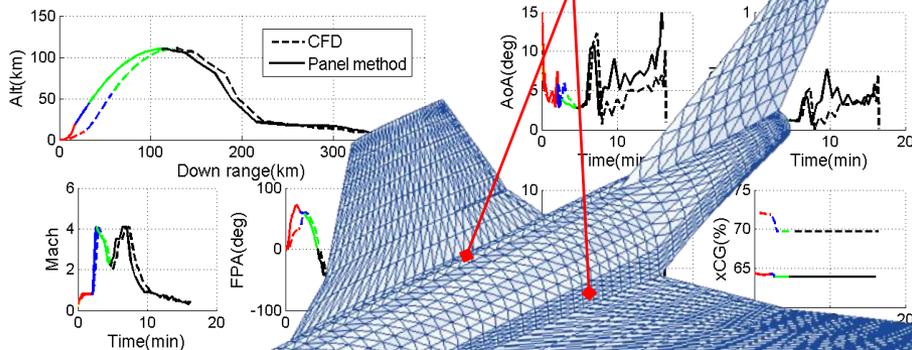
➔

Phase2
ジェット・ロケット
切替エンジン

※機体下面に
新型エンジンを追加

PDAS-X07

ジェット・ロケット
切替エンジン



機体諸元	PDAS-X06	PDAS-X07
機体総全長	4.9 m	11.4 m
全幅	2.4 m	6.2 m
最大離陸重量	400 kg	4.6t
到達高度	10 km	110 km
最大マッハ数	M0.35	M4.4
最大推力(計)	3 kN	80 kN
エンジン	P1: GTE x2 P2: GTE, PDE-S	PDE-S x2



2. 官民協議会 決定事項

国内 無人サブオビ飛行に対する法的取り扱い正式決定 [2020年5月28日] (サブオビ官民協議会／実証実験WG)



[内閣府ホーム](#) > [宇宙政策](#) > [政府関連施策](#)

政府関連施策

サブオービタル飛行に関する官民協議会

令和元年6月26日、「サブオービタル飛行に関する官民協議会」（共同事務局：内閣府宇宙開発戦略推進事務局及び国土交通省航空局）が設立されました。本協議会では、サブオービタル機の往還飛行について、安全性を確保するとともに、民間事業者の計画的な技術開発に資するよう、必要な環境整備について検討を進めています。

開催状況

[PDエアロスペース（株）の無人実験機 PDAS-X07の実証実験に向けて整理した考え方について（PDF形式：183KB）](#)

宇宙ベンチャー育成のための新たな支援パッケージ

平成30年3月20日、安倍総理は、宇宙ベンチャー育成のため、新たな支援パッケージを発表しました。

日本政策投資銀行（DBJ）、産業革新機構（INCJ）をはじめとし、官民合わせて、宇宙ビジネス向けに、今後5年間に約1,000億円のリスクマネー供給を可能とするとともに、JAXA・民間企業の専門人材を集約したプラットフォームを創設し、宇宙ベンチャーとJAXA・民間企業との人材の流動性を高めることなどを通じて、人材・技術面からも支援を行います。この他にも、ビジネス環境整備など、政府一丸となって、宇宙ベンチャーの育成を支援します。

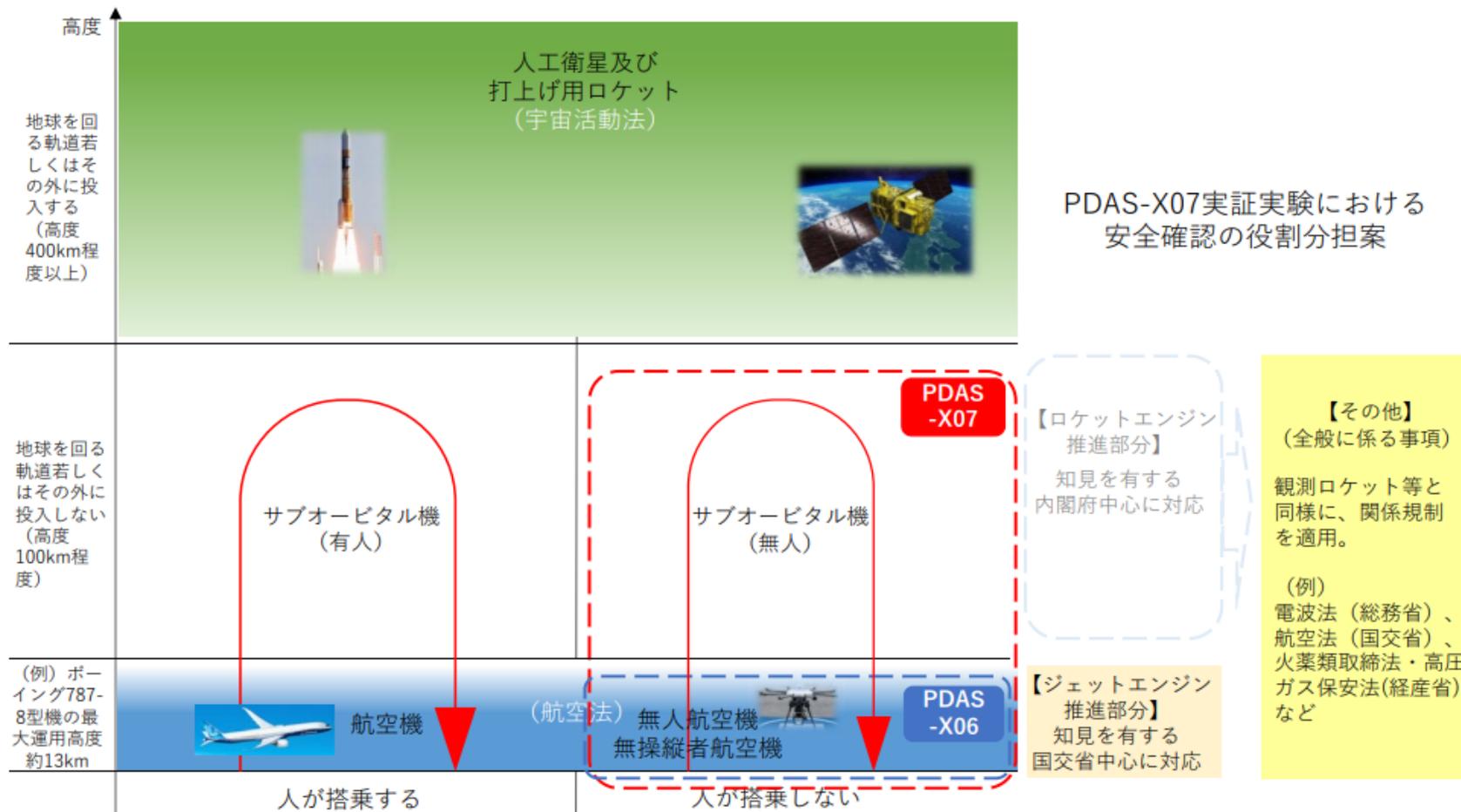
[宇宙ベンチャー育成のための新たな支援パッケージ（PDF形式：66KB）](#)

[このページの先頭へ](#)

2. サブオービタル飛行の法的考え方

PDエアロスペース（株）の無人実験機 PDAS-X07の実証実験に向けた考え方について

- 無操縦者航空機の範囲を超えるPDAS-X07の国内実証を速やかに実現するため、関係機関が適切な役割分担の下連携し、安全確認を行うことが必要。
- ジェット推進部分については知見を有する国交省中心に対応し（航空機等と同様の規制を適用）、ロケット推進部分については観測ロケット等と同様の規制を適用することが、考えられる。
- 実証で用いる設備や推進薬等によって規制を受ける可能性があるため、計画（やリスク）について事前に必要な情報開示をしてもらう必要がある。



1. 試験実施環境 : 国内3箇所、海外1箇所



①北海道／大樹町
(多目的航空公園)

1,000m



②和歌山県
(南紀白浜旧空港)

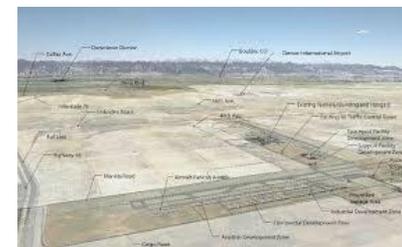
1,300m



③沖縄県
(下地島空港)

3,000m

米国／コロラド州
コロド航空宇宙港



2,400m x 2

メイン拠点化決定

1. 宇宙港事業 (下地島／沖縄県)



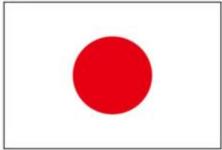
宇宙に行ける島、下地島



北側から



南側から



- Define mutual roles and milestones to implement the partnership and collaboration.
- Begin coordination with U.S. FAA to begin testing flights in the U.S.
- Incorporate various conditions and environments of the Space Port into our vehicle designs.
- Most importantly, continue building a strong relationship with CASP.



2. 狙う市場／規模

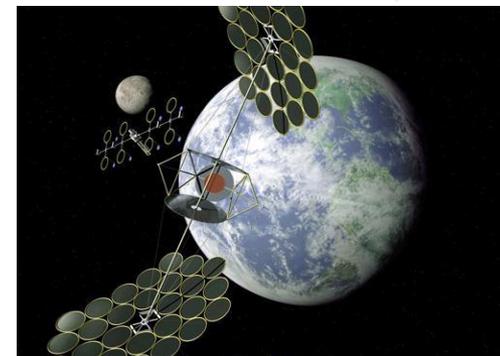
1. 事業対象(将来構想)



他天体の鉱物資源



人員・物資輸送



大規模建造物

(宇宙太陽光発電所など)

宇宙旅行

ロケット
空中発射

軌道投入

高度 100km

実験・開発

大気観測

2点間飛行

極超高速輸送

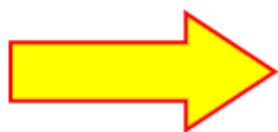
宇宙港

商業運航 領域別事業

主事業領域

飛行形態	A 無人	B 有人
1) サブオービタル	① <ul style="list-style-type: none"> ・微小重力実験 ・高高度大気観測 ・テストベッド 	② <ul style="list-style-type: none"> ・サブオビ宇宙旅行
2) オービタル	③ <ul style="list-style-type: none"> ・小型衛星軌道投入 	④ <ul style="list-style-type: none"> ・オービタル宇宙旅行 (宇宙ホテル滞在)
3) 二地点間	⑤ <ul style="list-style-type: none"> ・物資輸送 	⑥ <ul style="list-style-type: none"> ・人員輸送
宇宙港	⑦ <ul style="list-style-type: none"> ・実験場 ・事業者との協業 	⑧ <ul style="list-style-type: none"> ・商用離発着場

①



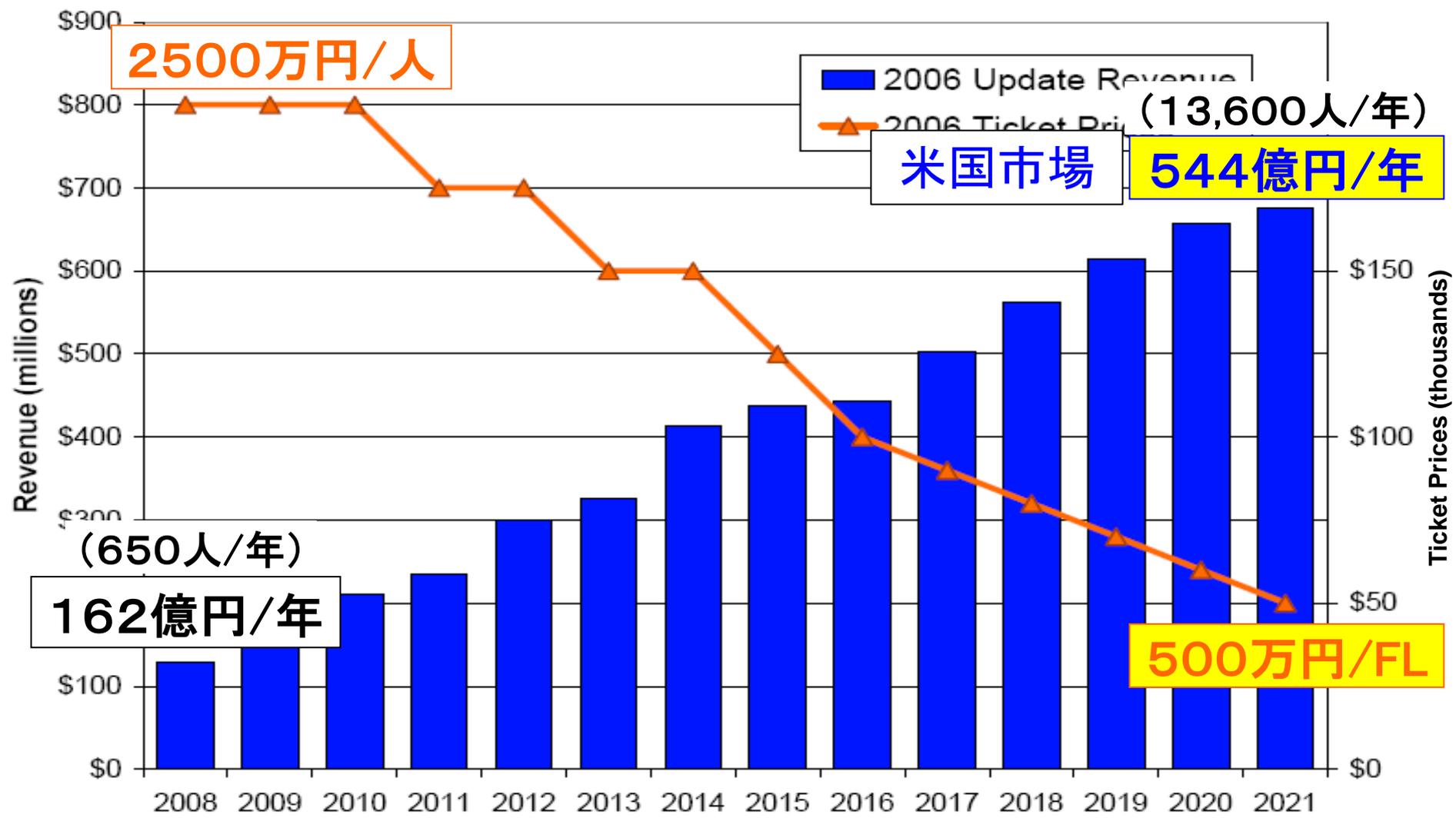
②

⑦

⑧

無人機技術をベースに、有人技術
& 事業へ発展させる。

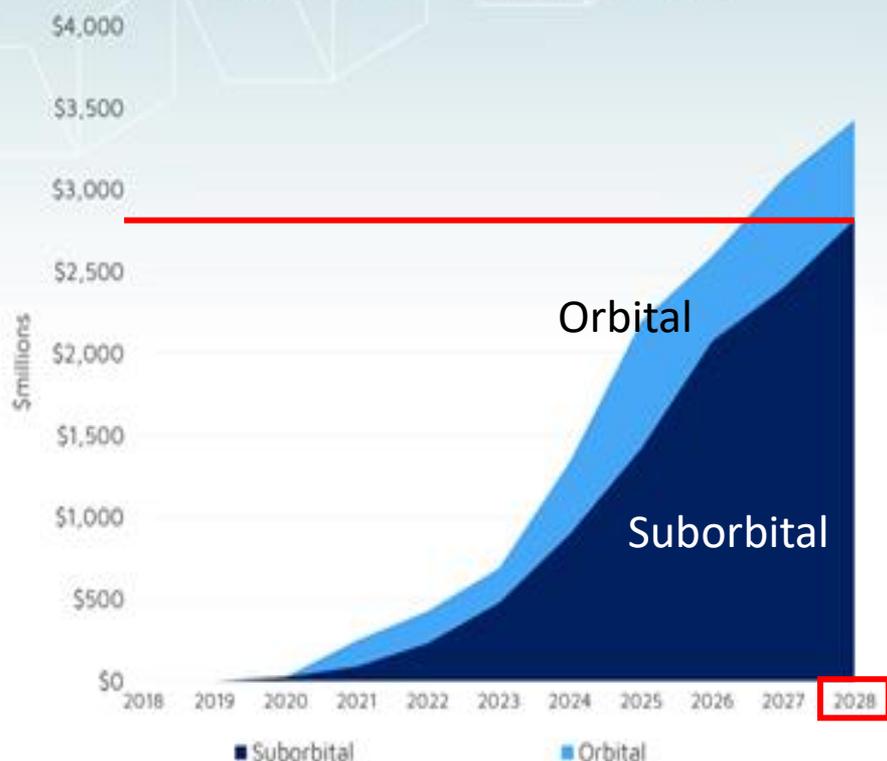
全世界: 1,500億~2,000億円 (推定)



\$1 = 100円

Space Tourism & Travel - Revenues

Space Tourism Market Revenues



Source: NSR

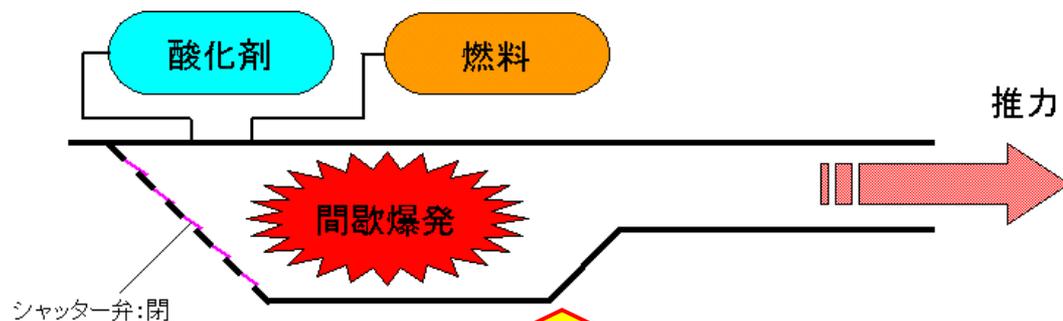
- NSR forecasts the revenue opportunity from space tourism ticket sales to grow to **over \$3.4 billion annually, by 2028.**
- **Suborbital tourism**, due to significantly higher demand and lower prices, controls **82% of the market** by end of forecast.
- Orbital revenues driven by few, expensive flights to ISS (or similar), aiming to expand commercial foothold in orbit.

3. コスト削減の方策／技術課題

パルスデトネーションエンジンの特徴：間歇爆発燃焼を利用し、大気環境に応じて、ジェット燃焼とロケット燃焼を切り替え。

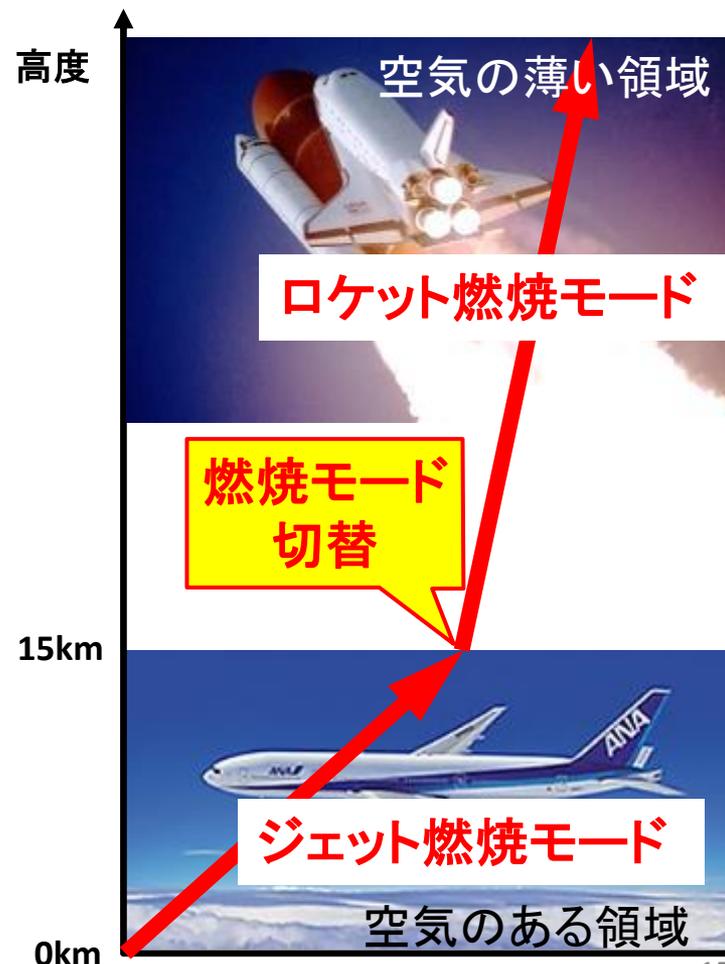
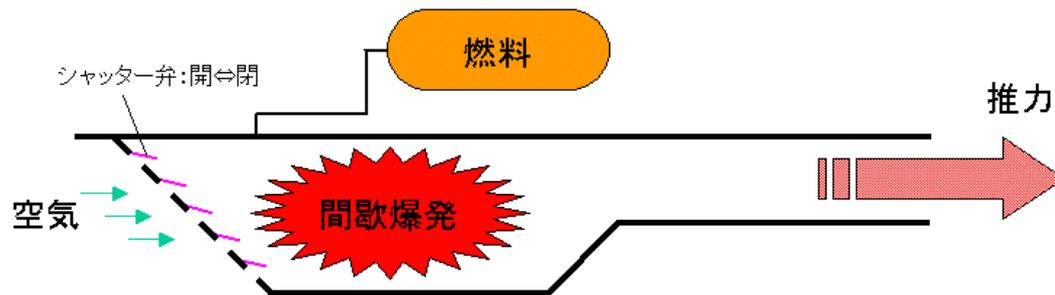
('12年 特許取得)

【ロケット燃焼モード】



燃焼モード切替

【ジェット燃焼モード】



完成度	92	95	25
機体外観			
機体名称	ニューシェパード	スペースシップ2	ペガサス
国	米国	米国	日本
製造会社	Blue Origin	The Spaceship Company	PDエアロスペース
タイプ	ロケットタイプ (VLVL)	航空機タイプ (HTHL)	航空機タイプ (HTHL)
コスト	△ 2000万~3000万円/人	--- 2500万円/人	○ 1400万~2000万円/人
安全性	○ 帰還時: パラシュート	--- 帰還時: 滑空のみ	◎ 着陸やり直し、アボート可
汎用性	--- 打上場+着陸地点	--- 専用空港	◎ 汎用空港
開発難易度	○ 既存技術で可	--- 実験は成功	△ 新技術、新規開発

VTVL: 垂直打上、垂直着地 HTHL: 水平離陸、水平着陸

1) 安全性向上

- ・いつでも、アボート(ミッション中止)が可能
- ・着陸のやり直しが可能
- ・ダイバード(別空港へ振り替え)が可能

2) 製造／運用コスト低減

- ・システムが簡素＝製造コスト、整備コストを低減
- ・パイロット、整備員、整備機材、補用品などを半減
- ・専用空港 不要(既存空港 使用可能)＝運用費減
- ・熱効率が低いエンジン＝低燃費

3) 拡張性

- ・システムの幅広い転用が可能

4. 国 (JAXA) に求めること

～ 宇宙関連分野への投資を呼び込むために ～

➤ 民間プロジェクトへのJAXA参加 ⇒ マネジメントチームの強化

COTS、CCDevといった資金を伴った機会購入がベストだが、現状の予算状況では期待できない。また、棲み分け(民独自で活動)が出来るほど、民側の体制が整っていない。

そこで、事業検討段階の民間プロジェクトをJAXAプロとして認証し、共同実施体制を構築することが望ましい。必要に応じて大学の研究室を参加させる。あくまでも実施／主導を民間が行い、JAXAはアドバイザーの位置づけとする方式。(無償支援。JAXA内評価制度)

➤ 宇宙開発特区の設立 ⇒ 開発リソースの集中

日本には、米国のように、試作機を自由に飛ばし、気兼ねなく燃焼実験を出来る場所、環境が無い。特に、成長戦略として発達を促そうとしている中小企業やベンチャーが、これを確保することは不可能。

そこで、国内既存インフラを開発環境として開放し、宇宙開発特区とする。日本のモハベを構築する。

※モハベ: 米国カリフォルニア州の宇宙港。宇宙ベンチャーの集積地

候補地: 下地島空港、大樹町多目的航空公園、など

- ・ JAXA施設の安価／無償貸出
- ・ 航空機認可以外の機体(海外宇宙機を含む)離発着許可
- ・ 打ち上げ規制の緩和 ... など

日本のとるべき施策(案) (つづき)

➤ 出資保証、債務保証などの金融政策 ⇒ 新しいお金の流れを

航空宇宙機開発プロジェクトは、資金調達規模が大型案件化するため、一企業では賅えない。そこで、国(JAXA)による新規宇宙事業／プロジェクトへの債務保証を行う。最初から資金投下するのではなく、立ち行かなくなった場合のみに資金発生する方式を導入する。

※JOGMECでの事例：サハリン石油ガス開発(株)が参画するサハリン1プロジェクトなど

➤ 海外機の導入支援 ⇒ ビジネスの早期スタート

宇宙機器産業への波及、技術力向上を狙い、自国開発を奨励することも必要であるが、宇宙関連ビジネスの創出においては、機体システムは購入(海外機の導入)し、サービスを展開することが近道である。運用することで、様々な気づきも生まれ、自国開発へのフィードバックも期待できる。

海外機導入に当たっては、相手国の法規制も考慮する必要があるが、運用面における自国の体制作り(特に、宇宙港の認定や法制面に関して)は、対象を明確にした先行検討が出来る。

1) 法律上の位置づけの明確化

未定 ⇒ 暫定運用 ⇒ 実運用と、
フェーズで考え方を切り分ける。

2) 細部事項のルール化

- 機体の飛行許可
 - ※耐空類別: その他(X)による運用?
- 操縦者の飛行許可
- 搭乗者の身体的条件等に関する基準策定
- 搭乗者の自己責任の明確化

- ① 「有人」サブオビ飛行の取り扱い(考え方)
- ② パイロットの技量／安全性評価
- ③ “お客さま”⇒ 実験参加者の概念適用
- ④ 機体の安全性評価
- ⑤ FAA/AST CFRの解釈統一
- ⑥ “宇宙港”の取り扱い

Be a wing for Space

