

宇宙輸送システム長期ビジョン 素案について

慶應義塾大学大学院 システムデザイン・マネジメント研究科
宇宙政策委員会宇宙輸送システム部会部会長代理
白坂 成功

宇宙輸送システム 長期ビジョン素案の構成

第1章 基本的な考え方

1-1. 長期ビジョンの目的

1-2. 将来宇宙輸送システムの実現に向けた取組の意義

第2章 宇宙輸送システムの歴史及び動向

2-1. 世界における宇宙輸送システムの歴史及び動向

2-2. 我が国における宇宙輸送システムの歴史及び動向

2-3. 歴史及び動向の分析

第3章 将来宇宙輸送システムの姿

3-1. 将来の宇宙利用の姿

3-2. 将来宇宙輸送システムの姿

第4章 将来宇宙輸送システムの実現に向けて

4-1. 低軌道領域の将来宇宙輸送システムの発展経路

4-2. 低軌道領域の将来宇宙輸送システムの設計等の変革

4-3. 低軌道領域の将来宇宙輸送システムの実現のための要素技術

4-4. 高軌道領域の将来宇宙輸送システムの発展経路及び要素技術

4-5. 先端技術の獲得による国際優位性の確保

4-6. 将来宇宙輸送システムの開発プロセス

4-7. 長期ビジョンの実現に向けた課題

はじめに

- 宇宙基本計画(平成25年1月25日宇宙開発戦略本部決定)
 - － 宇宙輸送システムは、我が国が必要とする時に、独自に宇宙空間に打ち上げるために不可欠な手段
 - － その維持は我が国の宇宙活動の自律性確保の観点から重要
 - － 今後長期にわたり我が国が自律的な宇宙輸送能力を保持し続けていくために、より中長期的な観点から、我が国の宇宙輸送システムの在り方について総合的検討を行い、必要な措置を講じること
- 宇宙輸送システム長期ビジョン
 - － 長期的な観点で我が国の宇宙輸送システムに関する取組の方向性を提示
 - － 我が国では新たな基幹ロケットの運用を2020年から開始する予定であり、少なくとも2030年代までは新たな基幹ロケットのような使い切り型ロケットが主な輸送手段であると想定
 - － 2040年以降の宇宙輸送システム手段が対象

長期ビジョンの目的

宇宙輸送システムに関する取組の方向性

- 新たな宇宙利用の姿から技術的な目標の設定
- 発展過程と実現プロセスの提示

- 国主導の宇宙活動から、民間主導の宇宙活動へ（一般人による滞在型宇宙旅行など）
- 上記を実現する宇宙輸送システム
 - 誰でも自由に利用できるインフラ化
 - 抜本的低コスト化
 - これらを実現する技術
 - 国際優位性の確保

取組の意義

1. 長期的な自律性の確保
2. 新たな飛躍的な宇宙利用の拡大と宇宙産業の発展
3. 先端技術(システム技術含む)の獲得
4. 国際優位性の確保
5. 人材育成
6. 有人宇宙輸送への発展性

宇宙輸送システム 長期ビジョン素案の構成

第1章 基本的な考え方

- 1-1. 長期ビジョンの目的
- 1-2. 将来宇宙輸送システムの実現に向けた取組の意義

第2章 宇宙輸送システムの歴史及び動向

- 2-1. 世界における宇宙輸送システムの歴史及び動向
- 2-2. 我が国における宇宙輸送システムの歴史及び動向
- 2-3. 歴史及び動向の分析

第3章 将来宇宙輸送システムの姿

- 3-1. 将来の宇宙利用の姿
- 3-2. 将来宇宙輸送システムの姿

第4章 将来宇宙輸送システムの実現に向けて

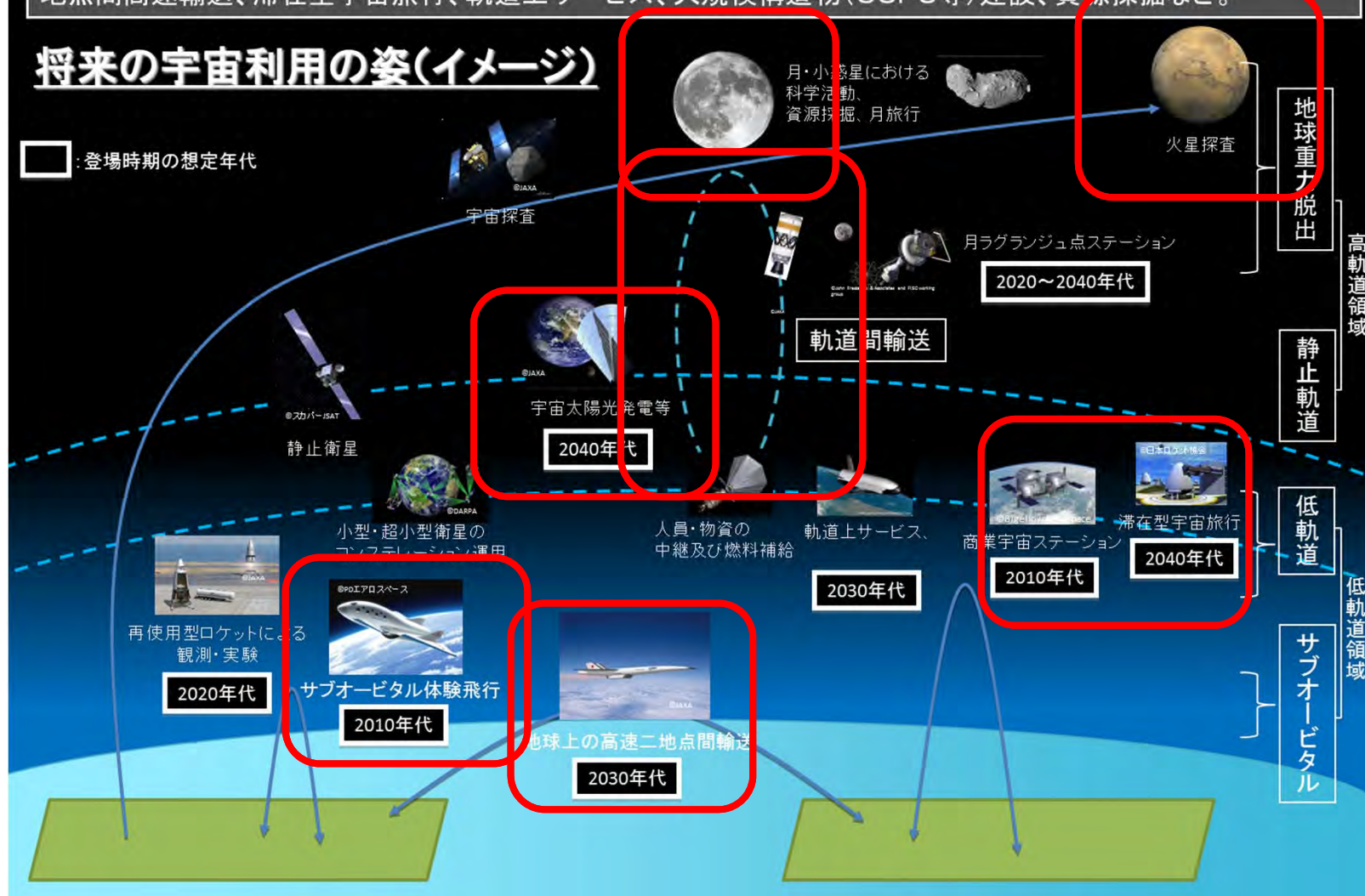
- 4-1. 低軌道領域の将来宇宙輸送システムの発展経路
- 4-2. 低軌道領域の将来宇宙輸送システムの設計等の変革
- 4-3. 低軌道領域の将来宇宙輸送システムの実現のための要素技術
- 4-4. 高軌道領域の将来宇宙輸送システムの発展経路及び要素技術
- 4-5. 先端技術の獲得による国際優位性の確保
- 4-6. 将来宇宙輸送システムの開発プロセス
- 4-7. 長期ビジョンの実現に向けた課題

将来の宇宙利用の姿

宇宙輸送コストの大幅な低減により、新たな宇宙利用の出現・拡大が考えられる。サブオービタル体験飛行、二地点間高速輸送、滞在型宇宙旅行、軌道上サービス、大規模構造物(SSPS等)建設、資源探掘など。

将来の宇宙利用の姿(イメージ)

□ : 登場時期の想定年代



将来宇宙輸送システムの姿

1. 低軌道領域の将来宇宙輸送システム

宇宙輸送のインフラ化

- 航空機並みの安全性、運用性

Ex. 100万回に1回以下の事故率、高頻度飛行

- 抜本的な低コスト化

1回あたり数十分の一の輸送コスト

2. 高軌道領域の将来宇宙輸送システム

- 再使用型の軌道間輸送機の活用

- 火星以遠は使い切り型ロケットも継続的に使用

軌道領域別に見た2040年から2050年頃の宇宙利用と輸送の分類

軌道の分類		宇宙利用の例	宇宙輸送システム
低軌道領域	サブオービタル (高度100km)	・科学観測、微小重力実験	再使用観測・実験ロケット
		・サブオービタル体験飛行 ・地球上の高速二地点間輸送	<u>再使用型宇宙輸送システム</u>
	低軌道 (高度数百km)	・地球観測衛星 ・低軌道ステーションへの人員及び物資の輸送・回収 ・一般大衆の宇宙旅行	<u>再使用型宇宙輸送システム</u>
高軌道領域	中・高軌道 (静止軌道等)	・測位衛星、通信放送衛星等 ・宇宙太陽光発電システム(SSPS)等	<u>再使用型の軌道間輸送機</u>
	月周辺	月周辺での持続的滞在・活動(月探査、科学研究、資源採掘、旅行等)の為の人員・物資の輸送	<u>再使用型の軌道間輸送機</u>
	火星以遠	宇宙探査(深宇宙、惑星、小惑星)	使い切り型ロケット、 <u>再使用型の軌道間輸送機</u>

宇宙輸送システム 長期ビジョン素案の構成

第1章 基本的な考え方

- 1-1. 長期ビジョンの目的
- 1-2. 将来宇宙輸送システムの実現に向けた取組の意義

第2章 宇宙輸送システムの歴史及び動向

- 2-1. 世界における宇宙輸送システムの歴史及び動向
- 2-2. 我が国における宇宙輸送システムの歴史及び動向
- 2-3. 歴史及び動向の分析

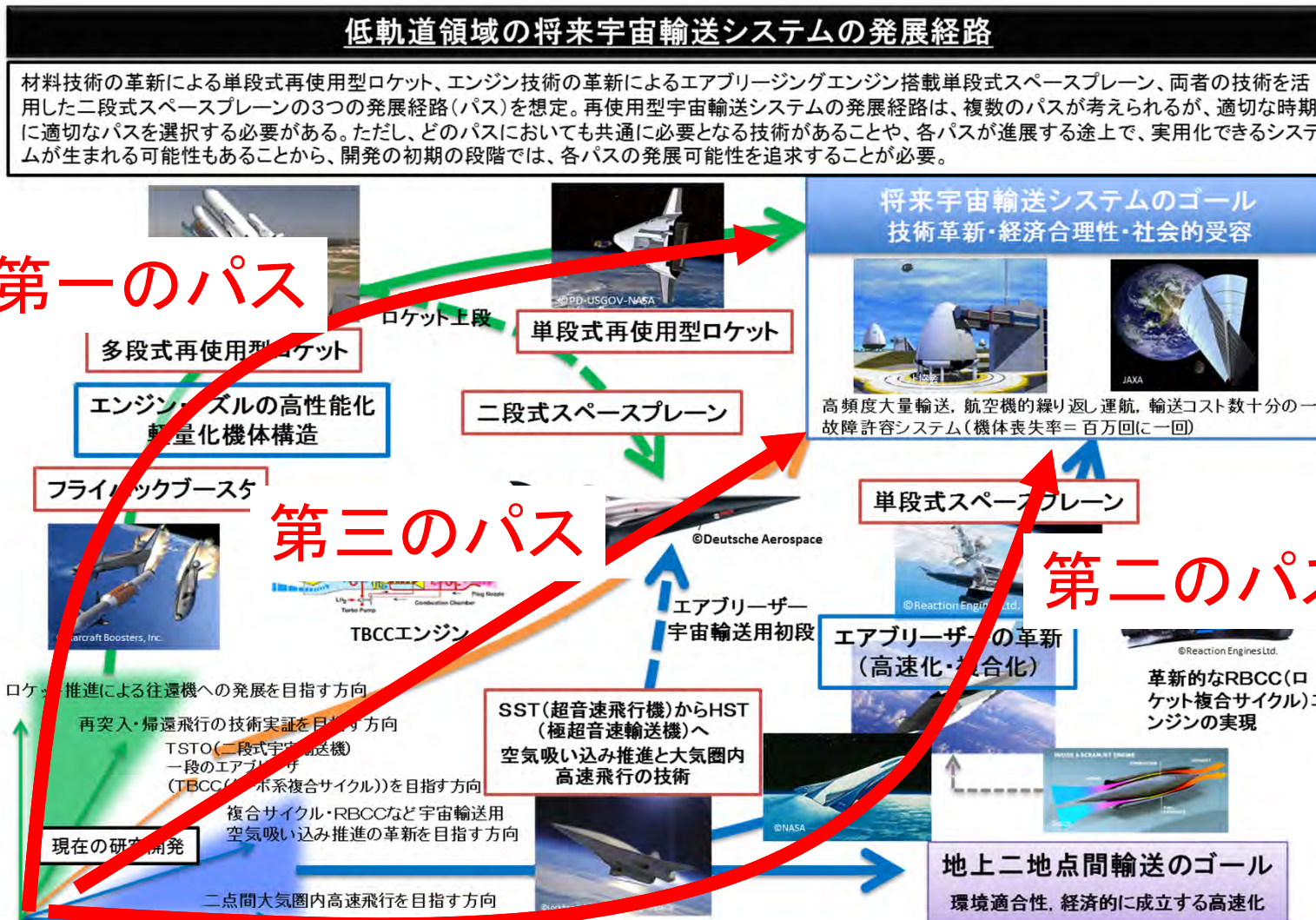
第3章 将来宇宙輸送システムの姿

- 3-1. 将来の宇宙利用の姿
- 3-2. 将来宇宙輸送システムの姿

第4章 将来宇宙輸送システムの実現に向けて

- 4-1. 低軌道領域の将来宇宙輸送システムの発展経路
- 4-2. 低軌道領域の将来宇宙輸送システムの設計等の変革
- 4-3. 低軌道領域の将来宇宙輸送システムの実現のための要素技術
- 4-4. 高軌道領域の将来宇宙輸送システムの発展経路及び要素技術
- 4-5. 先端技術の獲得による国際優位性の確保
- 4-6. 将来宇宙輸送システムの開発プロセス
- 4-7. 長期ビジョンの実現に向けた課題

低軌道領域の将来宇宙輸送システムの発展経路



低軌道領域の将来宇宙輸送システム の設計等の変革

インフラ化実現のための変革

(技術革新ではなく、利用の観点からの設計
=システムとして扱う)

1. システム全体として故障を許容する安全設計
2. 高頻度な運用を可能とするシステム設計

大規模化／低コスト化のための変革

1. 効率化のための開発及び製造のイノベーション

低軌道領域の将来宇宙輸送システム の実現のための要素技術

1. 推進系

- ① ロケットエンジン
- ② エアブリージングエンジン

2. 機体の超軽量化技術と極低温／超高温構造の一体設計技術

3. ヘルスマネジメント技術

機体の状態を常時把握して、不具合時の対応を実施

高軌道領域の将来宇宙輸送システム の実現のための要素技術

1. 推進系

- ① 化学推進系
- ② 電気推進系
- ③ その他推進系

2. 軌道上の貯蔵・中継技術及び関連技術

再使用型軌道間輸送機ネットワークを活用するための拠点を實現する技術

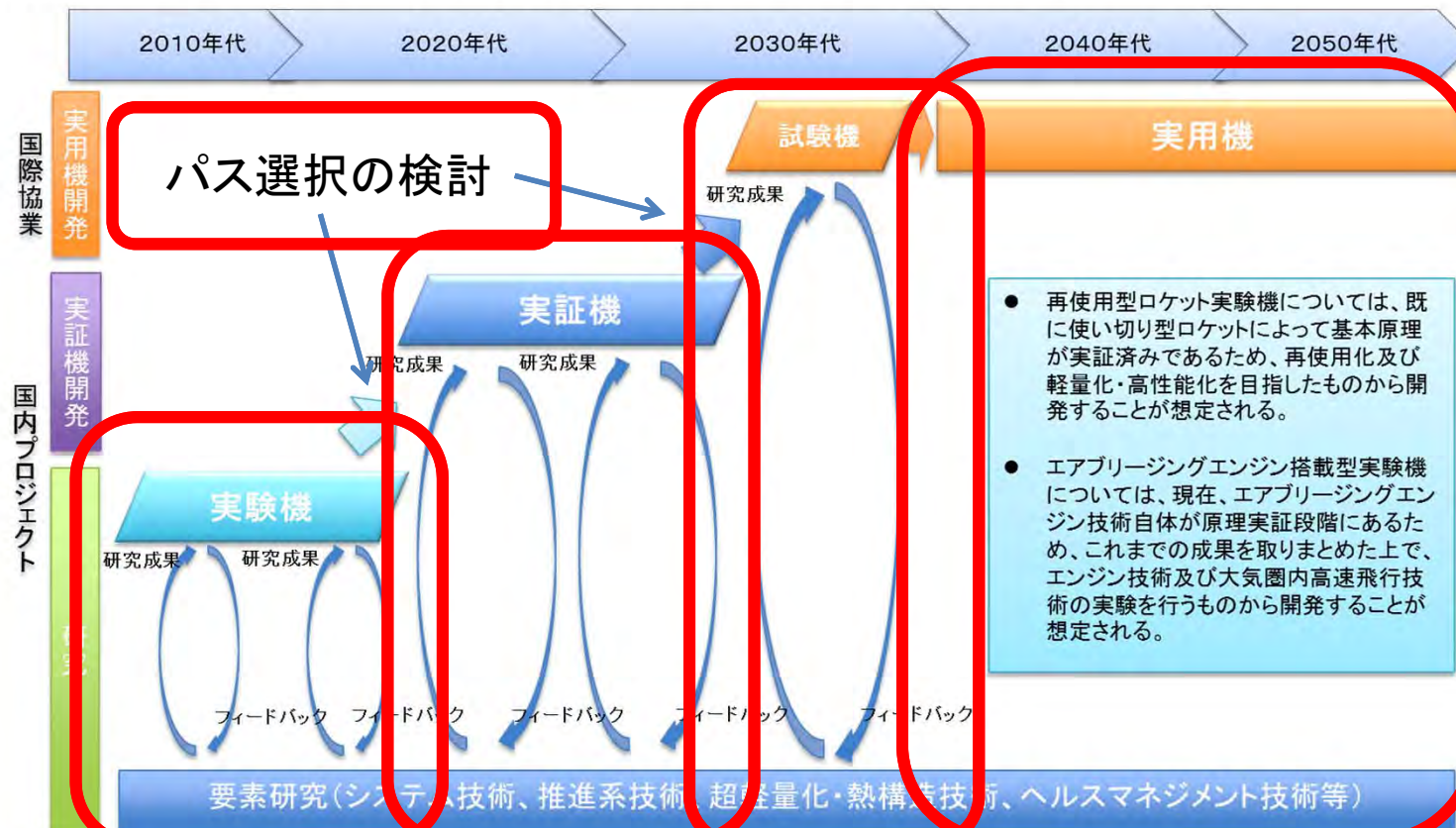
国際優位性の確保

- 国際共同事業となると想定
- 主体性を確保
- 個別の要素技術（推進系技術、材料技術など）での優位性を確保
- システムレベルでも国際共同開発を主導
 - システムインテグレーション技術の獲得が重要

将来宇宙輸送システムの開発プロセス

低軌道領域の将来宇宙輸送システムの開発プロセス

実験機を開発してシステム全体の検証や新たな研究課題の抽出を行い、その成果を要素研究にフィードバックするサイクルを確立して、研究開発を加速。その成果を順次実証機、試験機の開発へと発展させる一連のプロセスが必要。なお、実験機から実証機に移る段階、実証機から試験機に移る段階といった、適切な時期において、国際動向も踏まえつつ、4-1で述べたどのパスを選択するかという検討を行うことが適当。



2010年代中に、再使用型ロケット実験機とエアブリージングエンジン搭載型実験機の二種類の小型実験機の開発を提案

将来宇宙輸送システムの開発プロセス

高軌道領域

- 再使用型の軌道間輸送機ネットワーク
 - 当面はHTV又は使い切り型ロケットの実運用の機会を活用した技術実証
 - 低軌道領域における再使用型宇宙輸送システムの試験機開発段階を目途に再使用型の軌道間輸送機の実験機を開発

長期ビジョンの実現に向けた課題

1. 国際基準策定への積極的な参画
2. 国際連携の推進
3. 国内関係機関の連携強化
4. 他分野技術の取り込み
5. 人材育成
6. 国の役割
7. 民間の役割

おわりに

- 宇宙輸送システムに関する取組の方向性
 - 新たな宇宙利用の姿から技術的な目標の設定
 - 発展過程と実現プロセスの提示
- インフラとしての宇宙輸送システム
 - 低軌道領域への再使用型宇宙輸送システム
 - 要素技術研究中心から、利用から考えるシステム全体及びその検証へ
 - 高軌道領域も、低軌道領域への再使用型宇宙輸送システムを活用して実現
 - 宇宙分野を越えた総合力を結集した取組み
- 挑戦的で夢のある目標