

## 宇宙インフラ整備のための低コスト宇宙輸送技術の研究開発

### ① 計画の概要

現在、人工衛星による通信環境や各種情報の提供は日常生活において欠かせないものとなっており、国民の生活水準の維持のためには宇宙インフラが不可欠なものとなっている。エネルギー不足や社会福祉の比重が大きくなる中で宇宙インフラを維持するためには、飛躍的に経済的な宇宙輸送システムの構築が急務である。一方で月基地建设や資源の開発が計画されているが、実現のためにはやはり経済的な輸送システムが不可欠である。他方、民間企業が宇宙輸送サービスを展開し始めているが、新しい輸送手段を確立した企業が優位性を確保する。

これに対して革新的な低コストの宇宙輸送システムである新宇宙機スペースプレーンと宇宙エレベータの研究開発を提案する(図1)。

スペースプレーンの技術は高速航空飛行にも適用される。工学的な検討だけではなく、社会科学の観点から事業成立性や国際競争の検討などを行い、適切な判断を伴う事業計画とすることを提案する。

宇宙エレベータからの波及効果としては通信・放送サービスや監視システムの提供やロボット技術への寄与などが挙げられる。スペースプレーンからは微小重力試験環境の提供や衝突実験環境の提供、高温気流技術への寄与などが挙げられる。また長期プロジェクトへの社会科学的评价手法も、他分野に適用することが可能となる。

本提案は10年計画であり、前半5年で宇宙エレベータ技術の技術確立と検証実験の準備を行い、またスペースプレーンの技術確立と飛行実証試験準備、そのための試験設備整備を行う。後半5年ではハイブリッド宇宙エレベータの技術検証実験、新宇宙機の飛行実証試験、試験設備整備を行う。その間、社会科学の検討や評価を行い、計画の見直しや技術開発への反映を行う。国内の多くの大学やメーカー、JAXA などにより All Japan の体制で実施する。総費用は700億円である。

### ② 学術的な意義

本提案の研究活動により宇宙への新しい輸送手段の新規技術を獲得することで、将来の宇宙開発における日本の優位性を高めることができる。ハイブリッド宇宙エレベータの母体として利用する成層圏の浮揚システムは長期間・広範囲の放送・災害監視システムや、地球観測分野への成果が期待できる。材料研究、ロボット研究への寄与も期待できる。

また空気吸い込み型エンジン搭載のスペースプレーンの研究では機体航法、制御、管制等の宇宙機体関連技術や、関連する高温空気力学、燃焼、構造・材料等の理学、工学の分野への波及効果が想定される。機体飛行制御技術はサブオービタル機への適用も可能である。これら宇宙機用の技術は大気中を極超音速で飛行する輸送機の技術としても有用である。高速走行軌道試験装置や打上げ発射場の整備は、こうした技術実証のための手段として直接寄与するとともに、各種衝突試験での利用や、宇宙輸送アクセスポイントたる宇宙港が持つべき社会的な利便性、経済性などの事前検証にも役立つ。

本提案のような技術経営の観点、政治学の観点から宇宙輸送システムの在り方を検討することで、事業的観点から輸送システムへの性能要求を明確化することができる。また宇宙開発事業の経営学的検討を通して、長期にわたるプロジェクトへの手法拡張を図ることができる。

工学から社会科学の広い領域にわたる研究であり多数の大学が参加しており、多分野に亘る人材の育成が期待できる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

宇宙エレベータはカーボンナノチューブの発見を機に国際的に研究が活発化しており、クライマの競技会等を通して技術向上が図られている。本研究はハイブリッド方式での技術確立により、軌道まで一体で整備する宇宙エレベータの成立性を示す。また空気吸込み式エンジンを搭載したスペースプレーンの技術は、NASAの研究プログラムなどで高速飛行実証試験が行われたが、地上からの加速を含めた宇宙機としての実証は世界的に未達である。我が国ではJAXA・大学において機体・エンジン技術研究が進められている。その技術レベルは米国等と比肩できる水準までに来ており、本研究を通して有効性確認が急がれる。

高速輸送機の経済的成立性については検討の実績があり、今回はさらに長期の宇宙輸送システム開発について検討を進める。

### ④ 実施機関と実施体制

本提案を含めた将来宇宙輸送システムの研究開発はJAXAが中心となり、学会での活動、共同研究などを通じて多くの大学・メーカーと All Japan の体制で進める。宇宙エレベータについては静岡大学、日本大学を中心に進める。宇宙機の機体研究はJAXA、大阪府立大学、九州大学、静岡理工科大学、東京大学、室蘭工業大学、鳥取大、豊橋技術科学大、また特に小型実証機を東京

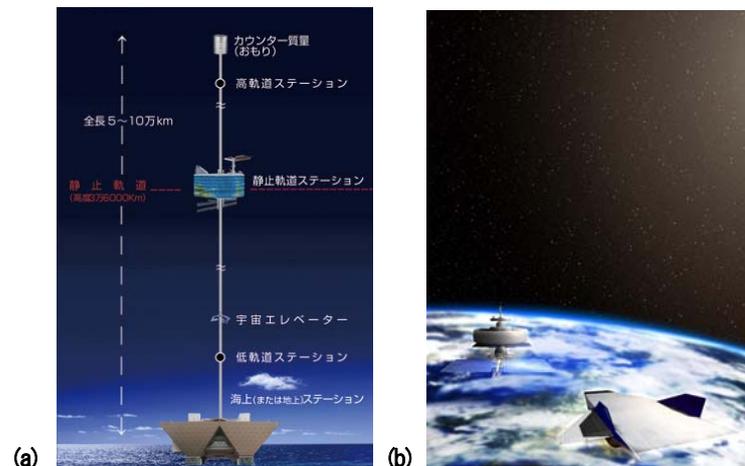


図1 低コスト宇宙輸送システム概念図。宇宙エレベータ(a)とスペースプレーン(b)。

理科大学で進める。新宇宙・航空用エンジンは JAXA、早稲田大学、東京大学、東海大学、名古屋大学、中部大学で進める。宇宙機試験への応用が可能な高速走行軌道試験設備は室蘭工業大学、北海道宇宙科学技術創生センター（HASTIC）が、打上げ発射場の検討は北海道大学と HASTIC が担当する。技術経営学的な検討は立命館大学にて、また政治学的検討は北海道大学にて進め、技術研究と連携して宇宙輸送システム開発計画の見直しを図る。

### ⑤ 所要経費

総経費 700 億円

・ハイブリッド宇宙エレベータ技術検証システム：総額 200 億円  
 (内訳) クライマ研究開発 40 億円、通信・管制設備整備 10 億円、成層圏プラットフォーム飛行試験 30 億円、衛星バスシステム開発 30 億円、衛星ミッションシステム開発 30 億円、衛星打ち上げ 10 億円、その他 50 億円  
 ・宇宙輸送機・高速航空機 500 億円

(内訳) 有翼小型制御技術実験機 5 億円、試験設備整備（高速路、風洞）40 億円、機体・エンジン統合化研究 35 億円、試験場・打上げ発射場の整備 120 億円、統合化実証機飛行試験 250 億円、その他 50 億円

・社会科学（技術経営学・政治学検討）0.1 億円  
 (内訳) 調査費、備品購入費など 0.1 億円

### ⑥ 年次計画（図 2）

#### 2020 年～2025 年の前半期間

(1)ハイブリッド宇宙エレベータの研究では、クライマの昇降、テザー形状制御、衛星軌道投入等の技術検証と、成層圏エレベータおよび 100km 軌道エレベータによる技術の検証実験準備を進める。(2)宇宙輸送システム研究では、小型実験機を用いた有翼機の飛行制御技術の確立、機体・エンジン統合設計技術の確立とその飛行実証準備、これらの研究と飛行実験のための高速走行路や飛行場整備等を行う。(3)社会科学的な検討では、(1)や(2)の事業成立性の検討や政策的な進め方の評価等を行う。(1)、(2)ではこの評価を反映し計画の見直し等を実施する。適切な社会的なフィードバックを技術開発に反映させる。

#### 2025 年～2030 年の後半期間

(1)ハイブリッド宇宙エレベータでは成層圏エレベータおよび軌道エレベータによる技術検証実験を実施する。(2)宇宙輸送システムでは、新エンジンを用いる宇宙・航空機の飛行実証試験を実施する。また 2030 年以降の開発に必要なインフラ整備を進める。前半期で確立した飛行制御技術を用いたサブオービタル機により、微小重力実験環境の提供等が可能となる。引き続き(3)社会科学的な検討を行い、計画の見直し等を行う。

本提案後には、(1)ハイブリッド宇宙エレベータの構築と技術検証を行う。低コストでの衛星の軌道投入や宇宙インフラの建設が可能となる。成層圏プラットフォームからは通信サービスの提供等も実施する。(2)宇宙輸送機スペースプレーンを開発し、低コストでの衛星軌道投入や宇宙エレベータの建設を行う。高速航空機の開発と短時間輸送も行う。(3)社会科学的には、投資が大きく期間も長い事業に対する評価手法を検証することも可能となる。

### ⑦ 社会的価値

革新的な低コスト宇宙輸送システムの実現によって、低コストでの衛星の軌道投入手段などのインフラを整備することにより、将来にわたる国民の生活水準の維持が可能となる。月基地の建設および維持も可能となる。また宇宙輸送コストが劇的に下がるため、無重力で実施することのメリットが謳われつつ実現に至らなかった産業分野に対して、低費用での利用の機会が高頻度で提供される。またその過程で実現するサブオービタル機は高層大気観測や微小重力実験環境を提供し、また宇宙観光への適用も可能となる。宇宙機の技術は高速輸送機の開発にもつながり、物流産業に革命をもたらす。また輸送機体の製造は機械、電気、化学工業の総合的な技術力を必要とするため、日本の工業全体に新たな需要を生むこととなる。ハイブリッド宇宙エレベータが使用する成層圏プラットフォームは高電波強度・広範囲の通信・放送サービス、観測・監視システムの提供により社会に貢献する。安全保障の面では、高速走行軌道試験設備を用いて航空機墜落や列車衝突に対する衝撃試験が行える。

### ⑧ 本計画に関する連絡先

荻田 丈士（中部大学工学部宇宙航空理工学科）

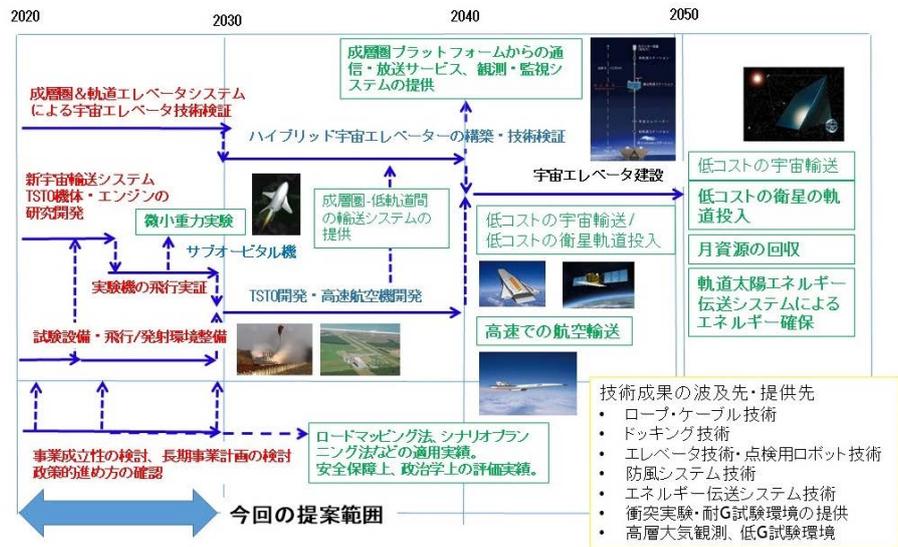


図 2 年次計画と将来計画