

人類のフロンティア拡大を牽引するシームレスな宇宙輸送ネットワークの実現

① ビジョンの概要

宇宙空間や月惑星圏における人類活動拠点の拡大に向け、地上から月惑星圏を網羅するシームレスな宇宙輸送ネットワークの確立を目指す。輸送のみならず、太陽系宇宙惑星環境に関わる探査、人文・社会科学分野における宇宙での社会形成・法整備や規範づくりに関わる学術研究と連携し分野横断で取り組む。

② ビジョンの内容

全地球規模のエネルギー問題、気候変動、環境破壊等の社会問題が顕在化しており、地上のみにいてこれらを解決することは困難な状況になりつつある。一方で、宇宙は、地上と連続する人類の日常的な活動領域へと変貌しつつある。今世紀中には、宇宙における人類活動は、これまでの「国家主導型」から、より多くの人びとが自由意思に基づいて新たな活動領域を展開する「自由創造型」の段階へ移行すると考えられる。このような未来からバックキャストして、今後 30 年を見据えた宇宙開発の目標として、以下の 4 つを掲げる。

1. 一人ひとりの自由な移動を実現する技術と制度
2. エネルギーや食糧の循環を含む軌道上インフラの構築
3. 物流と人流の効率化と安全確保
4. 人類に調和と平和をもたらす社会規範の制定

4 つの目標実現の鍵となるのが、「地上から月惑星圏までを網羅する自在性の高い宇宙輸送ネットワークの確立」である。このネットワークの確立が従来の工学の枠組みを超え、新しい融合学術体系を創成するとともに宇宙空間における人類の協調と発展に寄与すると確信するものである。

③ 学術研究構想の名称

人類のフロンティア拡大を牽引するシームレスな宇宙輸送ネットワークの実現

④ 学術研究構想の概要

図 1 に宇宙輸送系ロードマップを示す。今後約 10 年間に於いて軌道間輸送ネットワークを形成すべく、往還型輸送機と軌道上ロジスティクス技術の開発に向けた研究を行う。日本の特色として、エアブリーザ型再使用輸送機に必要なシステム技術と基盤技術を獲得し、この往還型輸送機システムの早期の飛行実証を目指す。軌道上ロジスティクスについては軌道上中継拠点などのインフラの実現を目標とする。獲得した宇宙輸送系技術は、地上から深宇宙領域への人や物資の高頻度大量輸送を実現して、2030 年代以降の人類の活動領域や生活圏を大きく拡大させるであろう。人類が有人宇宙活動の領域を広げる上で重要な太陽系科学・探査の分野においては、深宇宙空間に中間補給拠点を置くことで、長期間かつ高頻度の探査活動が可能となり、継続的かつ多様な観測・実験の実施が促進される。その結果、太陽系内の環境のみならず生命の起源に関する理解が大きく進むことが期待される。

⑤ 学術的な意義

この学術研究構想では、大型ロケットが主流となる世界の宇宙輸送動向において、エアブリーザを搭載した独自の輸送システムの確立を提案するものである。エアブリーザを搭載した宇宙往還機は、日本を含め諸外国でも研究開発が行われているが、日本の研究は多岐にわたって展開されており、研究者の層の厚さと実績で海外に対して優位性がある。さらに日本では 1990 年代より単段式再使用ロケットの研究が継続されており、この技術にエアブリーザを融合させることにより、高効率な宇宙輸送システムを、世界に先駆けて実現することを目的としている。このシステムの実現は今後の宇宙利用や宇宙事業を飛躍的に発展させ、「地上二地点間輸送（地上の長距離間における超高速輸送）」への技術的波及効果も期待できることから本研究の価値はきわめて高いといえる。軌道上ロジスティクスは、宇宙往還機と軌道間輸送機に加え、軌道上拠点から構成される。軌道上拠点では太陽光等を利用した発電・蓄電システムが必要となる。これらの研究と開発を通

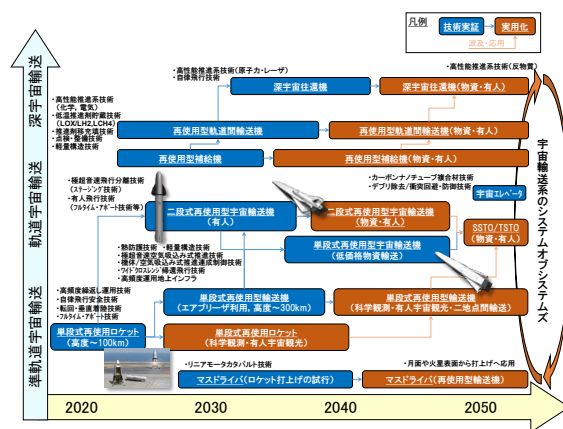


図1 宇宙輸送系ロードマップ

じて、基盤学術分野を極限的環境条件へ拡張し、分野横断的な連携により新しい学術領域の創成を目指す。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

現在の宇宙ステーションの後継開発が、米国民間企業によって主導されている。中国では 2022 年に独自の宇宙ステーションの建設が完了し、運用開始されている。また、アルテミス計画はスケジュールが延期されているものの、民間企業による月面着陸の成功が相次ぐなど、月周回軌道や月面に多くの物資や人を輸送する段階になりつつある。これに伴い、人類の宇宙滞在に必要な生命維持や社会システム形成に関する議論が高まっている。国内では、文科省が令和 4 年 7 月に「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」を取りまとめ、「高頻度往還飛行型を官民連携で開発する」としている。以上のように、本提案は国内外の研究動向を的確にとらえたものであり、国内外の取り組みにも貢献が期待できる。

⑦ 社会的価値

本提案は人類の活動領域の拡大をもたらし、人びとの情熱を人類全体の持続的発展と幸福実現に繋げることが目的としている。人類が、地球圏宇宙、さらにその先へ活動領域を広げることで、膨大な未知に触れることができる。未知との遭遇は、宇宙開闢や生命誕生などの解明に繋がる。本研究構想は人類全体に有形・無形の大きなベネフィットをもたらすものである。また、宇宙開発・利用において日本が世界にプレゼンスを示すことは国民の誇りでもあり、社会的な価値は想像を絶するほど大きなものになると考える。

⑧ 実施計画等について

＜実施計画・スケジュール＞ 2020 年代に、エアブリーザ型再使用宇宙輸送機の研究を加速させ、実現に向けた技術的見通しをつける。軌道上ロジスティクスについては、基盤技術研究に早期着手する。また、有人飛行、高性能推進系の技術研究に取り組んでいくことにより、再使用型宇宙輸送機（有人仕様）や再使用型補給機の 2030 年代の実用化に向けて技術実証につなげていく。また、宇宙輸送ネットワークの社会実装に向けて、人文・社会科学分野との連携研究を展開する。2030 年代初頭から順次、単段式再使用ロケットによる科学観測ミッションや有人宇宙観光の運用段階に移行する。使いきり輸送系と再使用型輸送系を適切に組み合わせ運用する。2030 年代に実用化される技術を組み合わせ、2040 年代には地上二地点間輸送を可能とする単段式再使用型輸送機の実用化を目指す。再使用型軌道間輸送機も 2040 年代には実運用段階となる。

＜実施機関と実施体制＞ 本研究構想は、日本航空宇宙学会の「宇宙ビジョン 2050」や JAXA 宇宙科学研究所の「宇宙輸送系開発研究の中長期戦略」と連携するものであり、構想に携わる機関は多岐にわたるが、長期の研究となるため進捗状況に応じて体制見直しを行いながら進めていく。

主体的に進める機関は日本航空宇宙学会で、本構想全般にわたってコミットする。日本ロケット協会は日本航空宇宙学会と協力して全般にコミットする。日本ガスタービン学会は、推進システムやエネルギー変換にかかる要素技術について連携を進めていく。ターボ機械協会は、社会インフラ構築に関する研究推進機関として連携を進める。日本マイクログラビティ応用学会は、微小重力環境に関する学際的研究分野の実施機関として連携を進める。日本惑星科学会は、「惑星科学の実行に必要な技術等を作る」の観点から本提案の内容にご賛同頂いている。日本スペースロー研究会は、宇宙の社会形成や規範づくりを目指して連携する。JAXA は宇宙航空分野の中核的機関であり、積極的に連携の議論を進める。

＜所要経費＞ 700 億円

本構想は技術研究・技術開発と宇宙飛行実証のフェーズに大別される。

■技術研究・技術開発フェーズ

往還型再使用輸送機では、技術検討のための数値計算や試験などの費用として 50 億円を想定する。軌道上ロジスティクスでは、技術研究のために 50 億円を想定する。

■宇宙飛行実証フェーズ

地上インフラの整備には 150 億円、観測ロケット搭載型実証は往還型再使用機と軌道上ロジスティクスにそれぞれ 50 億円×各 2 回で計 200 億円を想定する。全体システム自律飛行実証は、サブスケール機の試作、再使用型・再突入飛行試験に 200 億円を想定する。人文・社会科学関連の研究費は、各種調査費や備品購入などに 1 億円を想定する。総額 700 億円を想定しており、成果はその後の軌道上宇宙飛行実証試験に繋げる。

⑨ 連絡先

内海 政春（国立大学法人室蘭工業大学）