

## 宇宙機ミッションの作り方：戦略的中型ミッションの立ち上げについて

2022年1月18日

宇宙物理学研究系 教授 山崎 典子

宇宙理学・工学委員会では、2020年度の実験ミッションカテゴリ見直しにおける提言をフォローするものとして、宇宙研からの諮問に基づき「ミッション立ち上げ実施方法検討タスクフォース」を設置した。タスクフォースのもとに理学・工学委員5名および宇宙研副所長、PD、総主幹からなる「戦略的中型分科会」が設置され、2021年10月から12月にかけて全10回の議論を集中的に行ない、これからの戦略的中型ミッションの立ち上げに関する提言をまとめた。分科会メンバーだけでなく、理学・工学委員長ならびに幹事団の皆さん、宇宙研の各研究系主幹、PO室長、科学推進部など多くの方々がお忙しい中議論に参画いただいた。

戦略的中型ミッションは、ミッションカテゴリ見直し後の宇宙科学・探査ロードマップにおいて宇宙科学コミュニティと宇宙科学研究所の開かれた関係のもとで「戦略的に」立案を行なうべきものと定義され、公募型小型ミッションのボトムアップ立案とは異なる位置づけがされている。その根底にあるのは、HIIA/H3 ロケットを用いた300億規模（最大400億円程度）のミッションは、現在の欧米を含む世界状況では「中型」と呼ばざるを得ないとしても、日本の宇宙科学にとっては最大規模のフラッグシップであり、コミュニティの将来を託されているという認識である。もう一つの共通認識は、中型ミッションを推進する難しさである。ミッション規模が大きくなると、その複雑さ、難しさは非線形に増大する。2016年以降その克服のために JAXA および宇宙研の中で改革が進められてきたが、国際共同ミッションにおける困難からさらに今年度も改善方策が打ち出されるに至っている。その中には、プロジェクトをマネジメントする意識を全てのプレイヤーが、それぞれの役割に応じ持つ必要が強調されている。

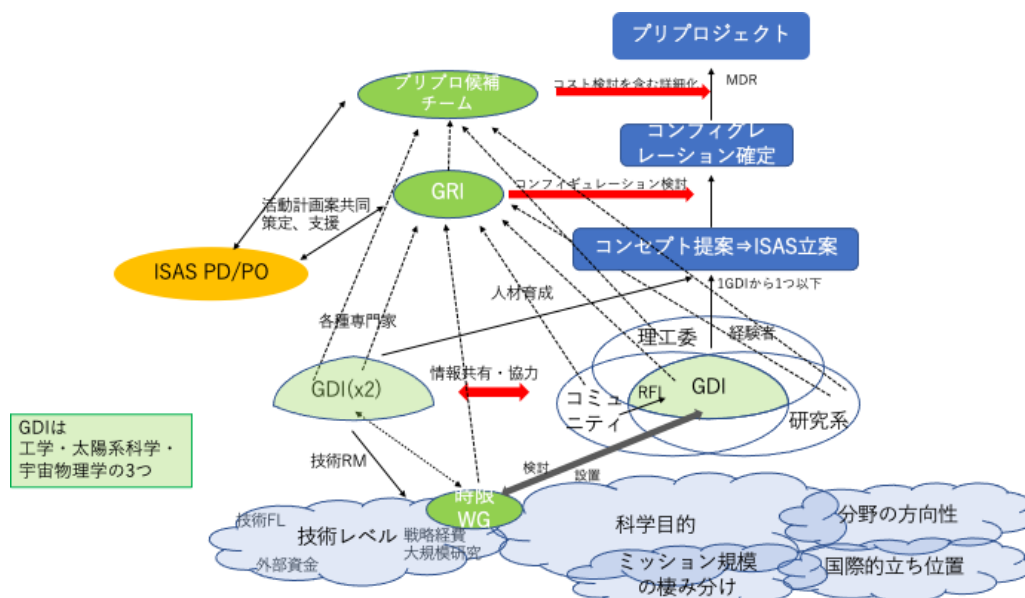
分科会では、ミッションコンセプト提案の創出（アイデア創出プロセス：Pre-Phase A1a）とその具体化を目指すアイデア実現加速プロセス（Pre-Phase A1b）、およびミッション定義フェーズ（Pre-Phase A2）において、従前のやり方からの改革を提案した。詳細は報告書（2021年度第3回宇宙理工学合同委員会資料サイト

<https://www.isas.jaxa.jp/home/rikou/godo/meeting/2021/1227/>）を参照いただきたい。

ミッションコンセプト提案の創出では、宇宙工学・太陽系科学・宇宙物理学の3分野で設定される理学・工学委員会と宇宙研当該研究系、コミュニティメンバーからなる

GDI (Groupe de Discussion Intensive) というものを新たに定義した。GDI は分野を広く俯瞰し、将来像、海外ミッションや日本の公募型小型、小規模ミッション、国際宇宙探査等との棲み分けを継続的に議論する場として、戦略的中型ミッション立案の母体となる。ミ

ミッションの具体的提案にむけ、宇宙理学・工学委員会に時限的ワーキンググループを設置して集中的開発を行なうことや、長期的な開発項目について技術ロードマップへの取り込みなどを提言することなどできる。議論の経過を随時公表することで、コミュニティと将来像を共有すると同時に、3つのGDI間で共同で分野横断的に日本の宇宙科学の最先端ミッションを立案することも期待される。具体的なミッションコンセプト提案書だけでなくGDIによる評価の考え方、位置づけも含めたものが提案となる。科学成果だけではなく、宇宙科学全体にとってのミッションの役割も踏まえ宇宙科学研究所によるコンセプト提案の検討が行われ、立案される。戦略的中型ミッションは10年間で3機程度という条件から、最初の提案機会はこれから2年後と考えている。分野によりコミュニティの規模・粒度も異なるため、GDIの具体化と設置は今後理学・工学委員会で行われる。



次のアイデア実現加速プロセスで、ミッションコンセプトを実現する宇宙機や運用のコンフィギュレーションを固めて、「魅力的かつ実現可能なミッションの姿」を定義することが、プロジェクトの早期実現には必須である。Pre-phase A1b に 1 年、A2 に 2 年、プリプロジェクトとしての Phase A に 2 年、開発から打ちあげ(Phase B~D)まで 5 年でようやく 10 年での打ちあげが可能である。会計年度の制約の中でこの期間を守ることは注意深いマネジメント無には可能とはならない。ミッション実現のための様々な選択肢やオプションからどれを捨て、どれを選択するか、提案チームの履歴に引きずられない厳しいトレードオフによる最適化には、それまでの検討チームを越えた多角的かつシステムズエンジニアリング的視点の導入が必要である。そのため幅広い専門家や分野関係者が参加する GRI(Groupe de Réalisation Intégré)というものを新たに設ける。Pre-Phase A2 ではミッション定義のために、ミッション部/衛星システムのハードウェア仕様の定量化だけではなく、国際協力の範囲や開発計画も固めて、コスト推定の上で実現可能なミッションの形を決定する。ミッシ

ジョン定義では、サイエンスインパクトおよび分野を担う戦略的中型としての意義も評価されることとなる。

技術的な開発可能性の判断や見落としのないコスト評価には、ミッション目的の理解、様々な経験による直感、詳細な吟味による積み上げが必要となり、常にヒューマンリソース不足が指摘されてきた。その解消のためには宇宙科学研究所の深い関与も必須であるが、一方でプリプロ候補チームに各種専門家、ミッション立ち上げ経験者やあるいは今後ミッション立ち上げを行なう候補者が関与する厚い体制を作ることが求められる。もちろん衛星開発そのものがよい研究テーマとなることもありうるが、時限的な貢献が有益な場合も多い。例えばクリティカルな技術について専門家にみてもらいたい、今後も参加してほしい、という要望はよくあるが、一方で元々の提案チームがクリティカルと認識していないシステムへの要求が開発コストを引き上げることもあり、広い知見をもつ専門家により一度サーベイ的に全体をみておくことは有益である。またインターフェースを仮決めして検討を進め、後で必要性和成立性を見直して妥当なところに落ち着かせるというようなイテレイティブなシステム検討はメーカーに任せるだけでは抜けや無駄が多く経験が必要となる。このようなプロセスに参加したり、あるいは国際調整の現場に立ち会うことは将来ミッション設計への貴重な経験となる。

本人の適正・希望を確認の上、研究系やコミュニティが、ミッションから直接の成果を得なくても、時限的でも、プロジェクトに参加することの価値を共有し、応援あるいは斡旋をしていくことが、これからの戦略的中型ミッションでは重要となってくるだろう。科学ミッションのサイクルは長くなり、基礎開発・衛星開発・成果の創出というサイクルを規模の小さいミッションから大きなミッションへ、あるいはコンポーネント担当からシステム担当へというステップアップを数サイクルかけてくり返すという直線的なキャリアモデルはもはや立ちにくい。様々なフェーズ、サイクルを同時進行させることが個人にとっても分野にとっても必要であろう。基礎開発から衛星への道は双方向的な海外協力でチャンスを広げている。また成果の創出においても、複数の探査機による国際宇宙探査や多波長観測など、自らの開発品にこだわらず成果の最大化を求めることは常識となってきている。同様に衛星開発においても、他者の知見や貢献をいかに取り込むか、自身の経験を生かし・ふやす場にするか、という意識で参加することが双方に有益である。この意義を宇宙科学コミュニティが認め、個人の評価につなげる環境を整備することが求められている。