

宇宙科学・探査に関する工程表の 実現に向けた課題と対応について

平成30(2018)年5月16日

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

宇宙科学研究所長・理事 國中 均

はじめに

- 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所(宇宙研)は、宇宙基本計画(平成27年1月9日 宇宙開発戦略本部決定)及び工程表(平成28年12月8日同本部決定)に従い、宇宙科学・探査の実行に取り組んでいる。

「学術としての宇宙科学・探査は、今後とも世界的に優れた成果を創出し人類の知的資産の創出に寄与する観点から、ボトムアップを基本としてJAXAの宇宙科学・探査ロードマップを参考にしつつ、今後も一定規模の資金を確保し、推進する。」(宇宙基本計画より)

- また、工程表に基づき、計画されている宇宙科学・探査のプロジェクトを着実に取り組むだけでなく、科学的な意義があり、かつ日本の宇宙開発に貢献する宇宙科学・探査のプロジェクトの提案を行う準備を進めている。
- 今回、工程表実現に向けた課題として、プログラム化への対応、プロジェクト等の状況、人材育成計画、探査イノベーションハブの状況等についてご報告する。

ご報告内容

1. 宇宙科学・探査の戦略・方向性

- － 重力天体探査、小天体探査、宇宙物理学

2. プロジェクト等の状況

- － 火星衛星サンプルリターン計画(MMX)
- － 木星氷衛星探査計画(JUICE)
- － 深宇宙探査技術実証機(DESTINY+)
- － 小型月着陸実証機(SLIM)

3. 宇宙科学におけるISASの役割と人材育成

4. プロジェクト創出と立ち上げ強化

5. 太陽系フロンティア開拓による人類の生存圏・活動領域拡大に向けたオープンイノベーションハブ

1. 宇宙科学・探査の戦略・方向性

これまで日本において宇宙研のミッションは、研究者によるミッション提案の中から、競争的プロセスにより、その都度最適なミッションを理・工学委員会が選考し、実質的にその選考結果を尊重して実施してきた。これにより、例えば、惑星科学分野では、水星、金星、火星、小惑星に向かうミッションを次々と実現するなどの成果を生み出してきたが、この方法では、以下の課題が顕在化していくことが危惧される。

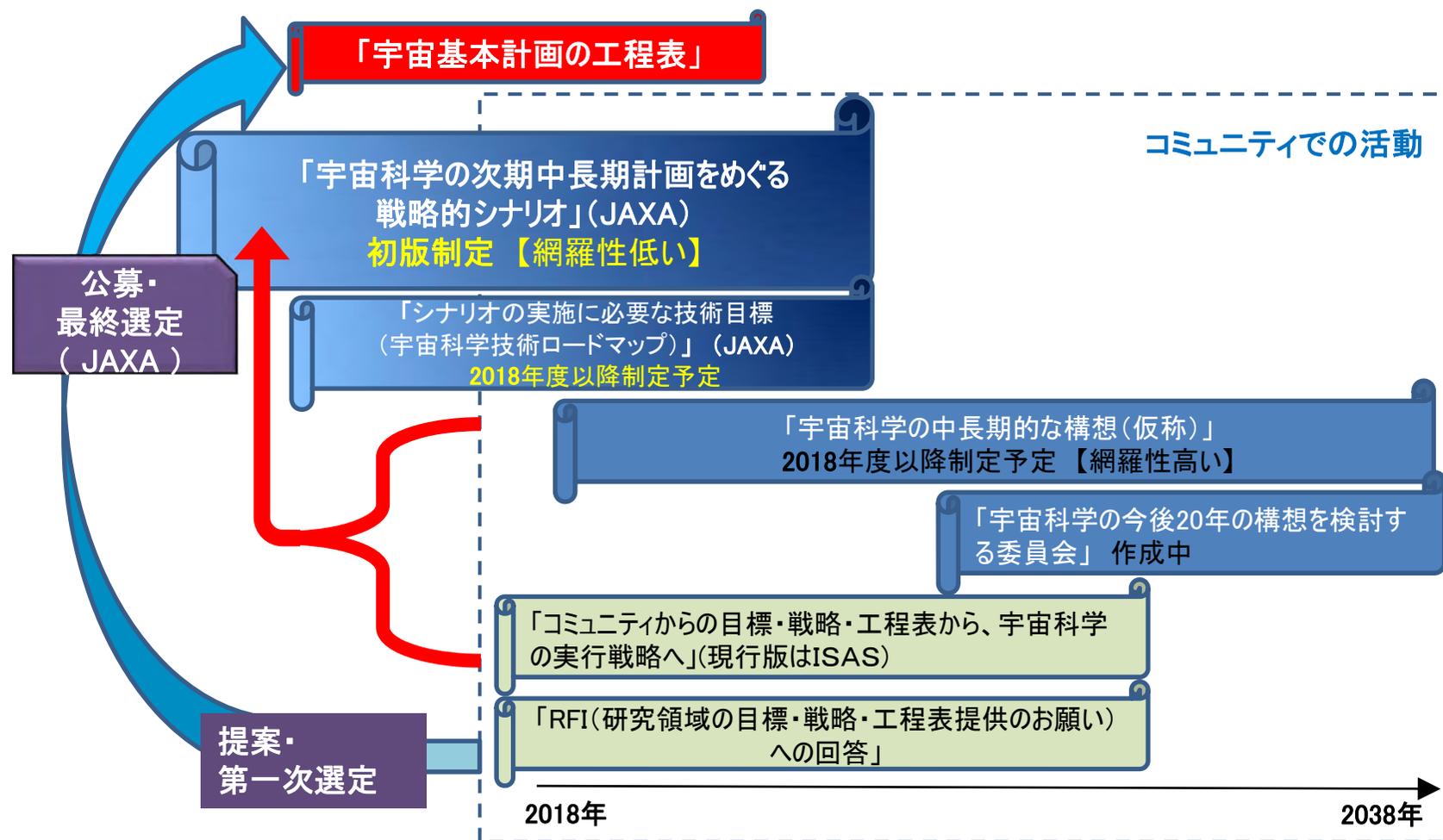
- ① 「日本の宇宙科学が、世界のベンチマークのもとで、全体としてどこに向かおうとしているのか？」について、宇宙科学コミュニティ自ら長期的なロードマップを持たず、関係者や国民が、日本の宇宙科学の将来についての描像を共有できない懸念のあること
- ② これまで実現してきたミッションは選定時点での最適解であったものの、ミッションの相互関連に乏しく、開発のための資金や体制等の分散を招く懸念があること
- ③ ミッションの高度化・大型化に対応して、長期にわたる戦略的な技術開発がますます必要となっているが、それが行いにくいこと
- ④ ほとんどのミッションが国際協力により実現されている状況で、ボトムアップのプロセスだけでは国際協力の機動性確保がしにくくなっていること

このため、ボトムアップによるミッション立案を基本としつつも、技術とサイエンス両面におけるプログラム化による戦略的なミッション実施が必要であると判断し、宇宙基本計画の工程表の「宇宙科学・探査」の考え方とも整合した今後20年程度の宇宙科学の『次期中長期計画をめぐる戦略的シナリオ』を策定し、宇宙科学分野におけるプログラムの全体像や目的の明確化を図り、宇宙探査を総合的かつ戦略的に進めていきたい。

1. 宇宙科学・探査の戦略・方向性（続き）

以下を目的とし制定した『宇宙科学の次期中長期計画をめぐる戦略的シナリオ』の概要を以降に記す。

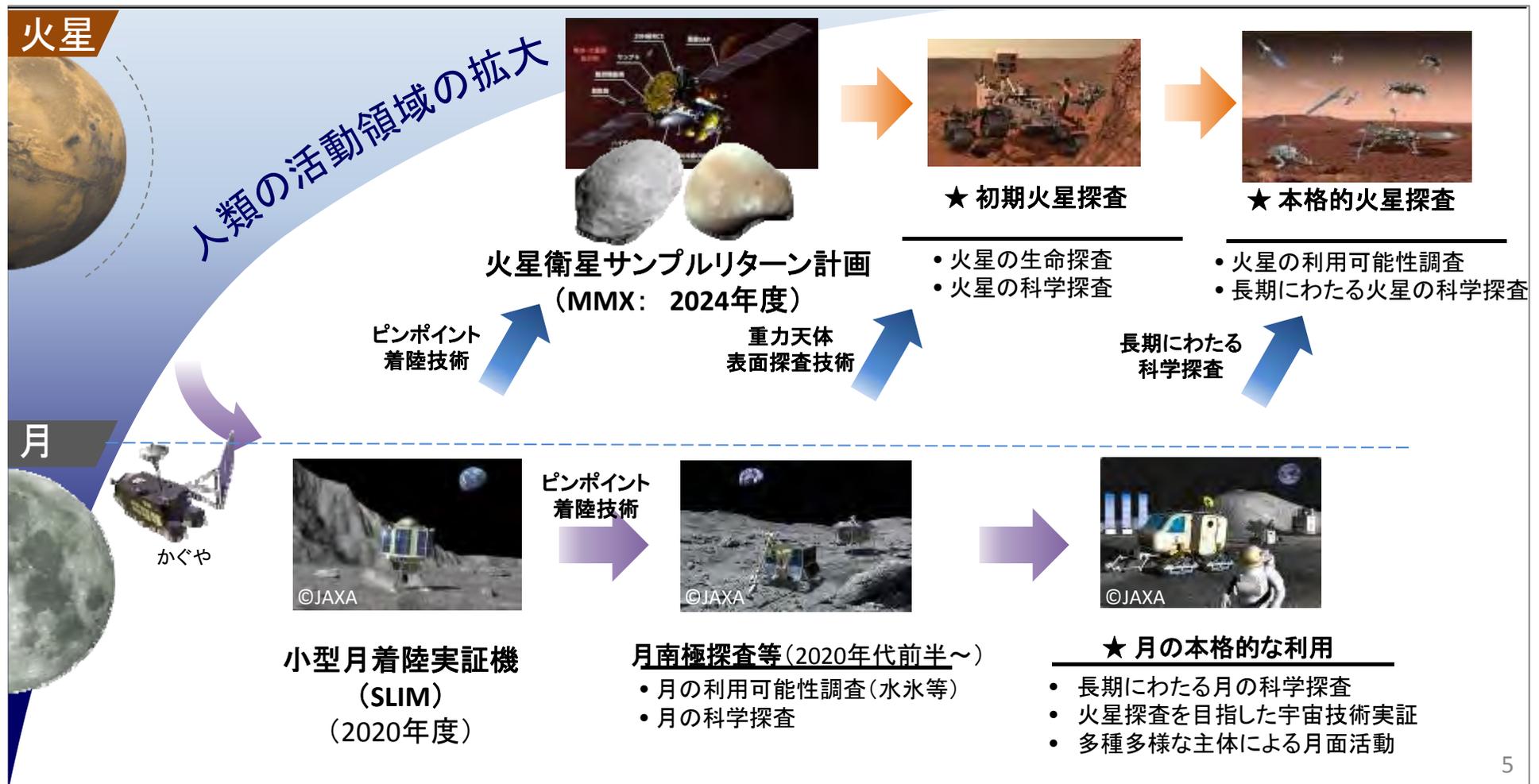
- ・関係者や国民が、日本の宇宙科学の将来についての描像を共有することを可能とし、コミュニティからの提案を魅力ある具体的なミッションとして工程表につなげる。
- ・一定の予見性を確保しつつ、そこからフローダウンされる一連の技術開発を長期的・戦略的に行う。
- ・機構としての戦略的シナリオの提示により、外国機関とのプロジェクト立ち上げ時の連携協議を可能とする。



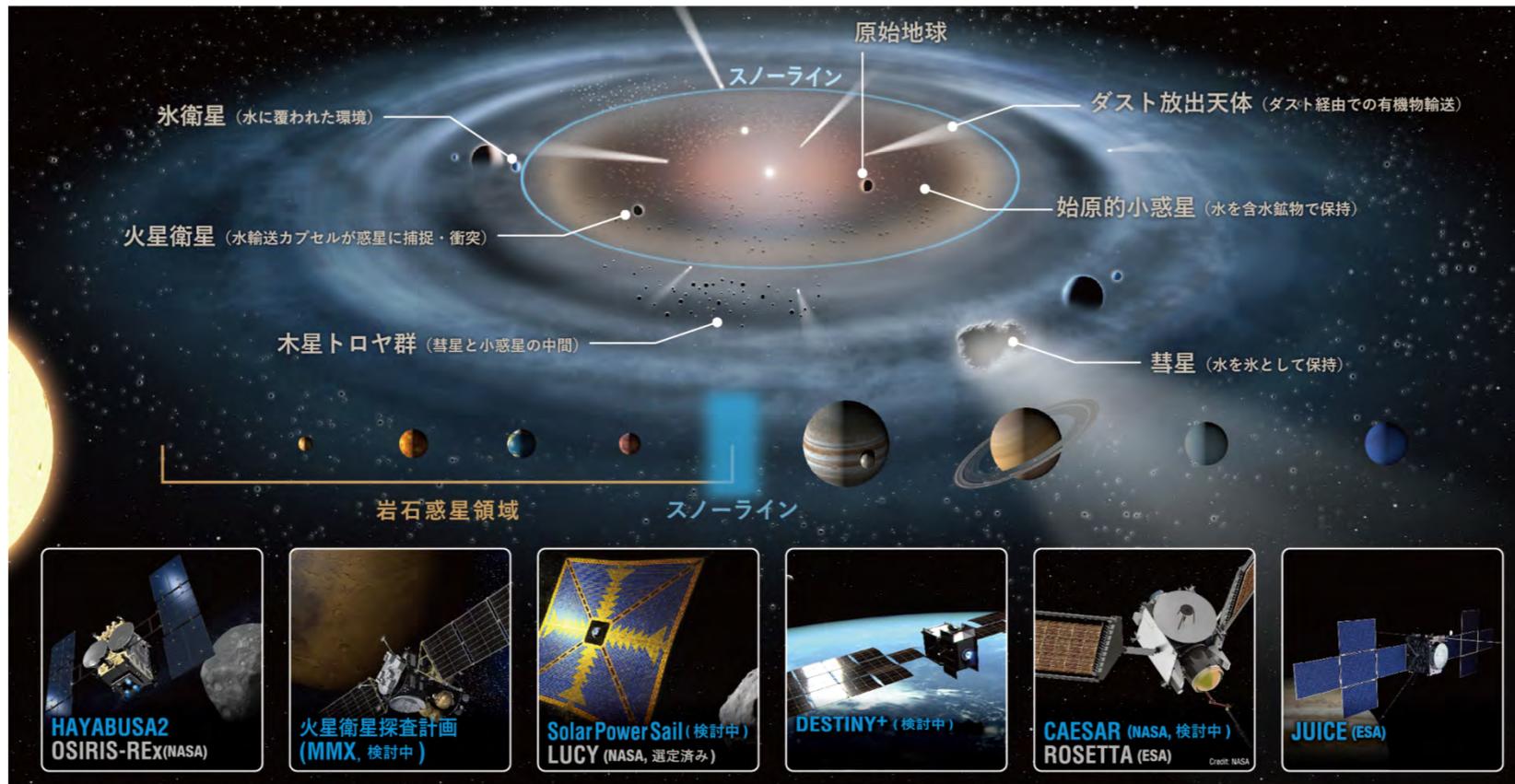
1. 1 重力天体探査戦略とSLIM / MMX の位置づけ

太陽系探査科学分野については、効果的・効率的に活動を行える無人探査をボトムアップの議論に基づくだけでなく、プログラム化も行いつつ進める。プログラム化においては、月や火星等を含む重力天体への無人機の着陸及び探査活動を目標として、特に長期的な取組が必要であることから、必要な人材の育成に考慮しつつ、学術的大局的観点から計画的に取り組む。

宇宙基本計画(平成28年4月1日)より



1. 2 小天体探査戦略と DESTINY+等 の位置づけ



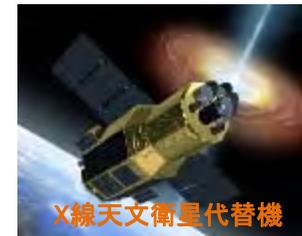
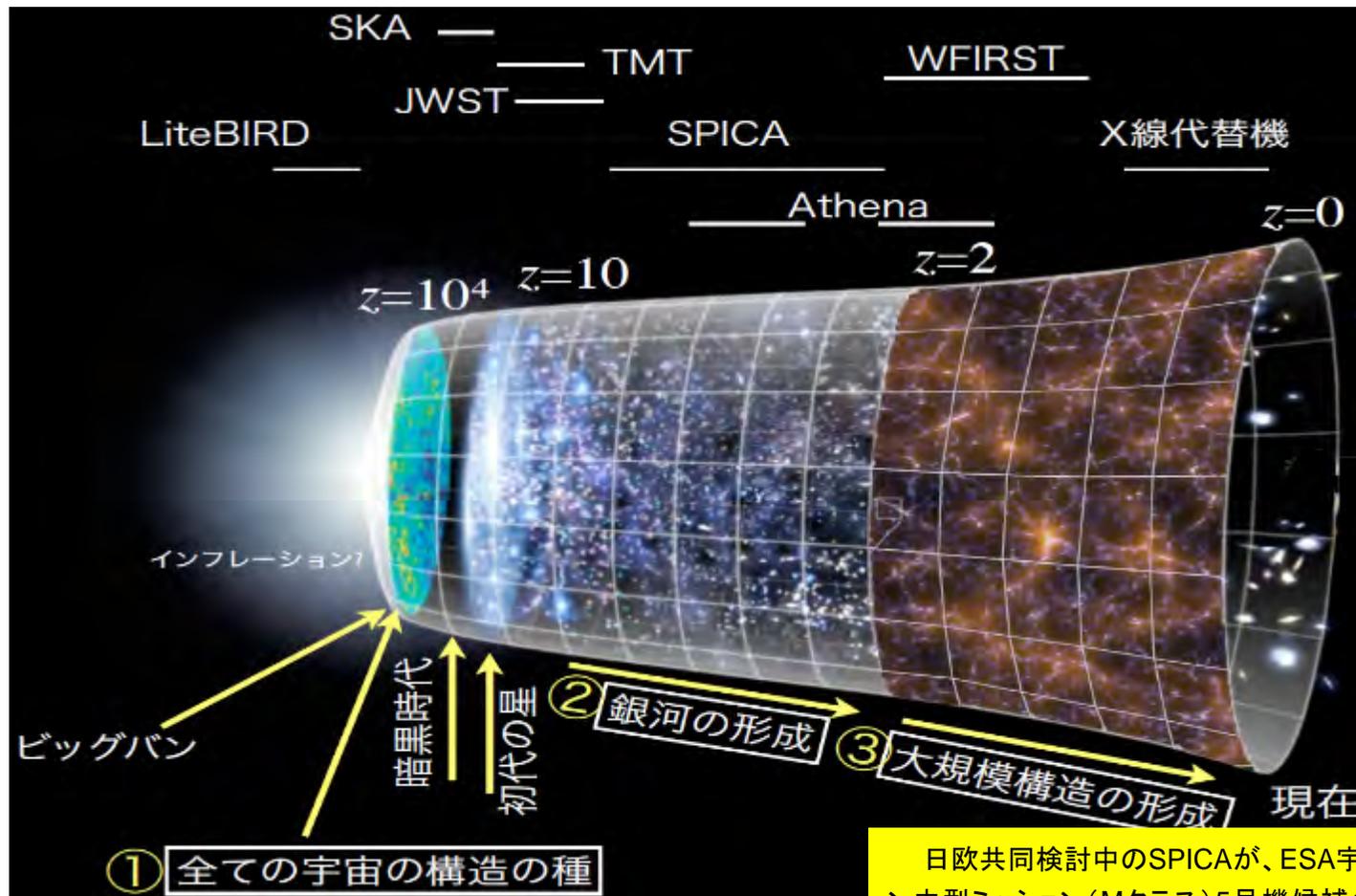
スノーラインの外で生まれた小天体は凍った泥団子（処女彗星）から多様な姿（始原的小惑星等）に進化した。そのいずれかの段階にあったものが何等かの方法で水・有機物等の揮発性物質を地球型惑星領域へと輸送したことが、それらの惑星を生命居住可能にするために必須であったと考えられている。

いつ、どの進化段階にある天体が、どうやって水や有機物を原始地球に持ち込んだのかという問題に対し、DESTINY+では、以下の側面からアプローチを試みる。

地球の表層へと炭素等の軽元素をもたらした輸送経路として、惑星間空間を漂うダストは有力視されており、その供給源として彗星と活動的小惑星が考えられている。DESTINY+では、地球公転軌道位置、及び世界初の活動的小惑星近傍でダスト分析を行い、その化学組成を明らかにすることで天体から放出直後のものを含めて惑星間ダストの特性把握を試み、上述の「軽元素はダストが輸送した」という仮説の定量的な検証を行う。

1.3 宇宙物理学戦略と SPICA/LiteBIRD等の位置づけ

宇宙の始まりと銀河から惑星に至る構造形成の解明を目的とし、国際的に補完・協力しつつ、波長を統合した天文学として、以下の三視点からアプローチする。①宇宙はどのように始まったのか？②宇宙はどのように進化したのか？③銀河から惑星にいたる宇宙の構造の形成過程とその普遍性・多様性の解明



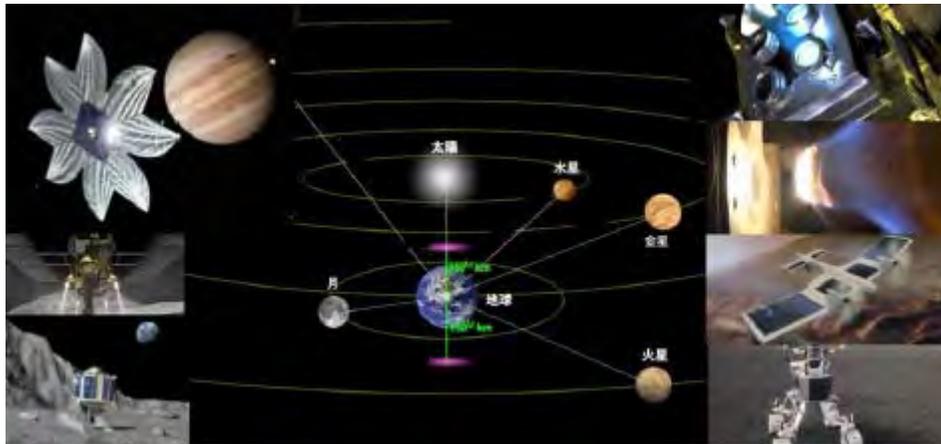
日欧共同検討中のSPICAが、ESA宇宙科学プログラムコスミック・ビジョン中型ミッション(Mクラス)5号機候補の1つとして一次選抜を通過した。今回、25の提案から選ばれた3候補から、2021年に1つが最終選抜される。

© 2006年NASAのWMAPプレスリリース図にJAXAで情報を付与

注記: 上図のZは赤方偏移量を表し、波長λのスペクトルがΔλずれている場合に Δλ/λ で定義される。遠方の銀河ほどZが大きいことが、経験的に知られている(ハッブルの法則)。

1.4 宇宙工学分野の戦略的シナリオ

宇宙工学は、多面的かつ先進的な科学観測や太陽系探査活動のための宇宙へのアクセス(より自在に)と宇宙でのモビリティ(より遠くへ)を確保するため、様々な宇宙科学の飛翔機会を活用して宇宙工学研究を創造的・実証的に遂行し、宇宙科学のみならず宇宙開発利用全体の将来への貢献や人類的課題の解決に向けた先駆けとなる事を目指す。ISAS/JAXAの探査プログラム計画は、水星・金星・月・火星圏・小惑星・木星圏に及ぶ『深宇宙探査船団(Deep Space Fleet)』の配備に至る。



衛星・探査機分野では、革新的深宇宙航行システムなどによる挑戦的ミッションの創出と実行のため、左図に示す太陽光推進、非化学推進など革新的な宇宙航行システムの研究成果を反映させたミッション創出を図り、さらには、自律化・知能化、モジュール化やネットワーク化、及びこれをベースとした軌道上結合/分離などの革新的な衛星探査機アーキテクチャにより、宇宙開発利用全体を牽引する成果創出を目指す。



宇宙航行・宇宙輸送分野では、ロケット推進、将来型の地上/低軌道間の輸送システム(イプシロンなど現行ロケットの段階的再使用化を含む)、軌道間の輸送、深宇宙航行の為の多様な推進技術などの革新を図る為の研究を、左図のように宇宙科学の飛翔実験機会等を活用し実証的に進めることにより、またJAXA他部門等の研究開発の立案・実行に参画する等して推進する。これらの成果により、宇宙輸送と航行の抜本的な低コスト化と全太陽系内へのモビリティを実現する。 8

1.5 ISAS/JAXA 宇宙科学・探査プログラム

