Proposal of a space science mission concept

宇宙科学ミッションコンセプト提案書

In reply to JFY2022 Announcement of Opportunity for competitive M-class missions  
提案機会：公募型小型2022年度公募

submitted on \*\* \*\* 2022

Summary[[1]](#footnote-2)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Mission name | |  |
|  | (English) |  |
|  | (Japanese) |  |
| Proposing working group (WG) | |  |
|  | Under the advisory committee of |  |
|  | Name |  |
| Principle Investigator (PI) | |  |
|  | Name |  |
|  | Affiliation |  |
|  | e-mail address |  |
| Co-Investigators (Co-I) | | shown in the next page |

緑字の記述は，提案書提出前に削除してください。

Please remove all descriptions in green characters before submission.

List of Co-I’s

| Co-I name | Affiliation | Major responsibilities | |
| --- | --- | --- | --- |
| in Pre-phase A1a | in Pre-phase A1b and A2 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Concept Study Report

概念検討書

\*\*\* WG

Date ,,, version \*\*\*

1. Summary of the proposal

本提案のサマリー

The summary of this proposal is presented including the following aspects with in strictly three pages.

以下の観点を中心に、提案するミッションコンセプトのまとめを3p以内（厳守）で記載すること。

Science goals and objectives

ミッションの大目的、目標

Science investigations, instrumentation

ミッションが実施する研究使用する装置・使用する装置

Spacecraft system and mission operation

宇宙機システムおよび運用

Key technologies and major risk

主要技術要素とリスク

Threshold science mission

最低限のデスコープミッション

Cost estimation

コスト評価

Project Organization

体制

なお、本提案書の提案書構成とページ数のガイドライン（100ページ時の目安）を以下に示す。

Summary §1 3P(Max)

Science goals, objectives and launch date constrains §2〜5 12P  
Science investigations, instrumentation and data §6､7 12P  
Scientific traceability matrix §8 2P

Spacecraft system and mission operation §9､10 6P

Trade-off study §11 12P

Baseline architecture §12 21P

Key technologies, heritage and development plan §13,14 20P  
Threshold science mission §15 6P

Cost estimation §16 6P  
Total 100P(Max)

1. Science goals of the mission [1-1-1]  
   ミッションの大目的(goals)

The science goals of the proposed mission concept shall be described in one sentence in relation to the big pictures of the relevant broad science area (e.g. astronomy & astrophysics, solar/planetary-system sciences, and space engineering).

該当分野（ここで分野とは天文学・宇宙物理学，太陽系科学・惑星科学，宇宙工学といった大きな粒度の分野）におけるミッションの大目的(goals)を簡潔に(可能な限り一文で)記述することにより、ミッション実施の意義を明快に示すこと。

　提案する宇宙機を用いた研究活動のみで、ここに記述する目的(goals)が完全に達成できる必要はなく、達成に向けた有意な進歩が出来ればよい。

(注)　本提案資料中での「科学」や「Science」は、理学と工学の両方を含む意味とする。

To help understanding the differences and the relationship among “science goals”(section 1), “science objectives” (section 2), and “science investigations”(section 5), we quote the sentences from NASA explorer program AO 2016:

“A goal is understood to have a broad scope (e.g., discover whether life exists elsewhere in the Universe; discover how and why the Earth’s climate and the environment are changing), while an objective is understood as a more narrowly focused part of a strategy to achieve a goal (e.g., identify specific chemical, mineralogical, or morphological features on Mars that provide evidence of past or present life there; understand and improve predictive capability for changes in the ozone layer, climate forcing, and air quality associated with changes in atmospheric composition). Proposed investigations must achieve their proposed objectives; however, the investigation might only make progress toward a goal without fully achieving it.”

1. Scientific objectives of the mission [1-2-1]  
   ミッションの目標(objectves)

Science objectives of the mission concept to achieve the science goals shall be described. The objectives is written to levels that allow comparison with previous, underdevelopment or under-investigation missions

第１項に記述した大目的達成に向けたミッション目標(objectives)を記載すること。ここに記述する目標は、同様の大目的を持った（あるいは持つ）過去ミッション、現在開発中ある検討中のミッションの目標(objectives)と比較可能なレベルに、大目的からフローダウンして、記載すること。

1. Rationale for the scientific goals and objectives

ミッションの大目的(golas)と目標(objectives)の根拠

* 1. Scientific background, status of the relevant scientific area, etc.

ミッションの意義の根拠：研究の背景, 当該分野の研究状況など

* 1. Goals and objectives: new scientific steps the proposed concept aims to achieve in the science area  
     大目的(goals)と目標(objectives): 提案するミッションコンセプトにより当該分野においてどのような新たなステップを達成するか
  2. The compelling nature of the proposed mission concept and its relationship to past, current, and future other investigations and missions.  
     提案するミッションコンセプトの他にない特徴と、過去・現在・未来の研究やミッションとの関係

1. Launch date constraints  
   打ち上げ時期制約
   1. Target launch date and rough schedule [18-1-1. 18-2-1]  
      打ち上げ目標時期と大まかなスケジュール

There are two launch slots in the present AO. Which slot the proposal aims at shall be mentioned. Rough development schedule with the target launch date shall be described.

今回の公募で念頭においている二つの打ち上げスロットの中のどちらをめざすのか？その打ち上げスロットをめざして，提案WGが念頭におく大まかな開発スケジュールを記述すること。

* 1. Schedule impact on science [18-3-1]  
     スケジュールの科学成果への影響

The possible impacts on the science outcome by deviations of the project schedule, and the possible impact on the total project period by the deviations of the development schedule shall be described.

プロジェクトスケジュールの逸脱による科学の成果への影響の可能性と、開発スケジュールの逸脱による総プロジェクト期間への影響の可能性について、それぞれの評価結果を記述すること。

1. Scientific investigations of the mission [3-2–1]  
   ミッションが実施する研究・探査

The investigations which the mission will pursue to obtain the scientific objectives shall be described. The investigations are described in the level of experiments, observations, and analyses　The performance requirements, e.g quality and quantity shall be given quantitatively.

ミッションの科学目的を達成するためにミッションが獲得するもの（例えば，実施する実験・観測・分析などで得るもの）と，その性能要求（品質，量など）を数値として与えること。

* 1. Rationale for the investigations [3-2-2][1-3-1]  
     ミッションが実施する研究・探査の根拠

Rationale for the investigations shall be shown with rudimentary calculation & computations. It must be stated clearly how the scientific objectives will be satisfied with the investigations.

実施する実験・観測・分析の根拠が初歩的な計算・見積もりなどによって示され，それによって科学目的がどのように達成可能されるかを示していること。

1. Instrumentation of the mission and mission data [5-2–1]  
   ミッションで使用する装置およびミッションデータ

This section shall describe the instrumentation, mission data and the rationale for their selection.

* 1. One sentence description of the technology to realize the investigations [5-2-1]  
     実施する実験・観測・分析などを実現する技術(１文で記述すること)
  2. Comparisons of the selected technology with other technologies [5-2-2]  
     実施する実験・観測・分析などを実現する方法・技術について，他の技術，および類似技術との比較
  3. Major flight / ground trades [6-3-3]  
     搭載機器/地上系の主要な機能分担の検討

搭載機器と地上系，それぞれで実施すべき範囲の比較検討結果を記述する。

* 1. Data to be returned in the course of the investigation (= mission data): telemetry data, sample data etc. [2-2-1]  
     ミッションで獲得するデータ, テレメトリーデータ，サンプルなど (以下ミッションデータ)

This subsection shall describe the data to be returned in the course of the investigation.

The relationship between the proposed data products and the scientific objectives, as well as the expected results, shall be described. How the science products and data obtained will be used to fulfill the scientific requirements shall be described.

ミッションで獲得するデータを記述し，それがミッションの科学目的，得られる結果とどのような関係になっているかを明確にすること。さらに，データをどのように用いて科学目的を達成するのかも記述すること。

1. Scientific traceability matrix (draft) [1-4-1]  
   科学トレーサビリティマトリックス

A draft version of traceability from science goals to measurement requirements to instrument functional and performance requirements shall be shown in a table format in this section.

ミッションの該当分野の科学（理学および工学）の大目的における意義から，提案ミッションで実施する実験・観測・分析などによりデータを取得し科学成果を得るまでの Traceability Matrix （表形式で与えられる）のドラフトを記述する。

| Table: Science traceability matrix | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Science goals | Science objectives | Investigations | | Instruments | | Mission data requirements |
| Physical parameters | Observables | Design Parameters | Requirement |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

1. Draft requirements on spacecraft system [4-2-1]  
   宇宙機（衛星・探査機）システムへの設計パラメータ・性能要求のドラフト

Spacecraft design parameters and performance requirements shall be listed

ミッションの科学目的を達成するために要請される宇宙機（衛星・探査機）システムへの設計パラメータ・性能要求がリスト化されていること。

Example of spacecraft parameters:

* 1. Structure design
  2. Thermal design
     + Temperature requirements in every operational modes
     + Temperature control approach (i.e. passive vs. active)
     + Special thermal design considerations (e.g., cryogenic instrument requirements).
  3. Power
     + Expected power requirement for each mission phase
     + Minimum power capability needed to meet all requirements
     + Battery sizing and worst case battery Depth of Discharge (DOD)
  4. Propulsion (if required)
     + Delta-V budget
     + propulsion type(s) and specific impulse
  5. Attitude determination and control
     + Attitude control modes
     + Attitude control requirements for the spacecraft pointing control, pointing knowledge (at the instrument interface), pointing stability, or jitter
     + Attitude determination requirements
     + Requirements for other modes, e.g. slewing or scanning
     + Requirements for safing and/or contingency modes; sensors and actuators used in these modes.
  6. Telecommunications,
  7. Command and data handling
     + data storage unit size (Mbits)
     + maximum storage record and playback rate
     + spacecraft housekeeping data rates for nominal and safing strategy
  8. In-flight fault management,

1. Mission operation profile [6-2-1][6-3-1]  
   ミッション運用方針案
   1. Mission operation profile [6-2-1][6-3-1]  
      ミッション定常運用方針案

This subsection shall discuss the mission operation (science observing/experiment) profile, including all mission-relevant parameters, such as orbit, navigation accuracy, operational time lines (including observing/experiment periods, data transmission periods and techniques, and time-critical events), etc.

The following elements shall be addressed.

* + Ground systems and facilities, including supporting ground software required for development and testing;
  + Telecommunications, Tracking, and Navigation
  + Description of approach for acquiring and returning critical event data
  + A high-level operations plan, including nominal sequence planning and commanding.

It must be shown how those parameters are derived to assure science objectives.

実験・観測・分析などを実現するために必要なミッション運用方針案を示すこと

ミッション運用方針案がミッションの科学目的からどのように要請されているか明確であること。

* 1. Post-mission operation [12-2-1]  
     後期運用

This subsection shall discuss the post-mission operation; its maximum period and resources including human and cost, as well as its scientific objectives and achievements. This balance between scientific achievements and costs shall be discussed in this review procedure.

定常運用終了後に宇宙機が健全であった場合に要望する最大期間の後期運用について、その科学目的、成果、および必用なリソース（人的、コスト的）について示すこと。ここでの成果とコストのバランスも、本ミッションコンセプト審査の中で審査される。

1. Trade-off studies among mission concepts  
   異なるミッションコンセプトとのtrade off
   1. Trade-off space [12-2-1]  
      トレードオフスタディの対象

In this subsection, investigations and/or instrumentations which will be studied as reference shall be listed . They may have different cost, risks, and programmatic issues.

比較対象として検討すべき，コスト・リスク・programaticな課題が異なるミッション実現方法を複数リスト化する。

* 1. Trade-off studies [12-3-1, 5-3-2, and other various points]  
     トレードオフスタディ

This subsection shall describe present status of trade-off studies.

Trade studies should contain the matrix of following points of view.

* + Different mission architectures, different investigations, different instrumentations, and different fight systems, different mission operation profiles [3-3-1, 5-3-1, 4-3-2, 6-3-2]
  + Cost [5-3-1, 21-3-1]
  + Technical and programmatic risks [5-3-1, 7-3-1]
  + Present technical development status and possible development capabilities of domestic and international communities, and appropriate partnership [16-3-1, 17-3-1]
  + Key technologies which require significant technical development [9-3-1]
  + Availabilities and limits of heritages [10-3-1]
  + Science data volume, data rate, and size of post analysis [2-3-1]
  + Science return, achievement level of scientific objectives [1-3-2]

Proc and cons are marked on each architecture studied from the balance among science return/achievement, cost, technical and programmatic risks [12-3-1]

A baseline architecture is selected from the above discussion [5-3-2]

トレードオフスタディの現状を記述する。

1. Baseline architecture (draft)  
   ベースラインアーキテクチャ (ドラフト)
   1. Subsystems and their dependencies [12-3-2]  
      サブシステムとその間の要求の依存関係

In this subsection, elements in the baseline architecture shall be identified, and the dependencies of requirements among the subsystems shall be clarified.

5-3-2 のベースラインアーキテクチャーを構成するサブシステム構成要素を明確化し，それらの間の要求の依存関係を分析し同定する。

* 1. Worst case analysis [8-3-2]  
     最悪ケース解析

The expected output of the proposed investigations shall be shall be shown for the worst and best cases within the present uncertainties.

ミッションの科学目的を達成するために実施する実験・観測・分析から得られる成果を，不確定性を考慮したworst caseとbest caseそれぞれについて示すこと。

* 1. Space environment [3-3-2]  
     宇宙環境

The present status of study shall be described for the effect of space environment on the mission scenario.

宇宙環境が，ミッションの開発と実施に重大な影響を与えうるかどうかを定量的に検討していること。

* 1. Planetary protection [14-3-1]  
     惑星検疫

Present plan for planetary protection shall be described if necessary.

Planetary protection が必要である場合，その実施方針の候補を評価する。

* 1. New ground system [6-3-5]  
     新規地上系

New ground systems shall be identified and their function requirements shall be described.

新規に必要となる地上系を同定し，その機能・性能要求を記述すること。

* 1. Launch Vehicle [13-3-1]  
     打ち上げ機

Consistency between the basline architecture and the launch vehicle’s capabilities and nose faring volume shall be shown.

打ち上げ能力とフェアリング内の大きさについて，検討しているアーキテクチャとの整合性を示すこと。

* 1. Spacecraft architecture [11-3-1]  
     宇宙機の構成

Components of the spacecraft of this baseline architecture shall be identified and their estimated masses shall be shown (in the form of table).

本ベースラインに基づく宇宙機を構成する要素について、質量見積もりを含むリストを（表形式で）作成する。

* 1. Ground and flight verifications [15-3-1]  
     地上・軌道上検証活動

Special requirements for the ground and flight verification shall be identified and described.

地上・軌道上を含めて特殊な検証活動が必要な項目を同定し，記述する。

* 1. Acquisition surveillance: make or buy [16-3-2]  
     調達

Items for which make-or-buy decisions are necessary shall be identified for the mission instruments.

ベースラインとする実験・観測・分析などを実現する方法・技術の中で，プロジェクトの開発品とするか購入品とするかを検討する必要のある項目を同定する。

* 1. WBS [19-3-1]  
     WBS

Work breakdown structure from the project highest level to the top of mission-instrument subsystem shall be shown.

プロジェクト全体の最上位レベルから，ミッション装置単位までのWBSを記述すること。

* 1. Project Organization [17-4-1]  
     体制

PI, Science team, and major partner organizations shall be listed.

PI, Science team, 主要なパートナー機関候補を明示する。

1. Key technologies and major risk [8-2-1]  
   主要技術要素とリスク

Key technologies of the investigation and technologies for which development plan is needed shall be identified.

主要技術要素と，開発が必要な技術要素を明確化する。

* 1. Assessment of uncertainties in technologies [8-2-1]  
     技術的不確定性の大きな要素のリスト化

Technologies with large uncertainties shall be listed. Examples are any new technologies/advanced engineering developments, any nontrivial modifications or upgrades of existing technologies, any validation of heritage technology, and non-standard test facilities.

* 1. Assessment of heritages [10-2-1]  
     既存技術の活用条件

If existing technologies are used in the proposed mission, the status of the heritages, the conditions to use the technologies, and the possible differences of the present and heritage missions shall be identified in this subsection.

既存技術を活用する場合，そのヘリテージの元となる開発・プロジェクトとその中での既存技術の使用境界条件・プロジェクトでの実施状況，本ミッションとの相違などを明確化する。

* 1. Risk identification [7-2-1] and major risks [7-2-2]  
     リスク分析と主要リスク要因

This subsection shall discuss risks in attaining science objectives, in particular, in the performances of investigations, in developments of the instruments and flight systems, and in the mission operation profile and the ground system. Then the major risks of the mission shall be identified according to the discussion.

ミッションの科学目的達成のリスクを，実施する実験・観測・分析の獲得すべき性能，それを実現する方法・技術，宇宙機（衛星・探査機）システム，運用コンセプト・地上系のそれぞれの観点から検討し，リスク要因を見出すこと。以上に基づいてミッションの主要なリスク要因を認識すること。

* 1. Margins in major-risk items [8-2-2][8-3-1]  
     主要リスク要因に対するマージン

Approach for setting significant margins for the major-risk items and large -uncertainty items shall be described. The margins in the JAXA engineering standards (JERG) must be recognized.

主要リスク，技術的不確定性の大きな要素に対して十分なマージン設定の考え方を記述すること。その際，JAXA標準のマージンの考え方が認識されていること。

The difference between “contingency” and “margin” should be noticed:

Contingency is the difference between the maximum resource value within the present uncertainties and the current best estimation.

Margin is the difference between the maximum possible capability of a resource and the maximum resource value. Namely.

Maximum possible capacity = (current best estimate) + (uncertainties = contingency) + margin.

* 1. Risk mitigation [7-3-2]  
     リスクのmitigation

Mitigation strategy shall be given for the major risks of the mission concept.

ミッションの主要なリスク要因について，mitigation 戦略を見出すこと。

1. Technical heritages, technology development status and plan  
   技術ヘリテージと技術開発状況と開発計画
   1. Rationale for TRL [9-4-1]  
      TRL根拠

This subsection shall show the rationale for the TRL of the key technologies and technologies under development.

主要技術要素と，開発が必要な技術要素について，現在のTRL値とその根拠を示すこと。

* 1. Technology heritage, development history and status  
     技術ヘリテージと技術開発履歴と状況
  2. Technology development plans  
     技術開発計画

Technology development plans shall be described for Pre-phase A1b/A2, Phase-A, Phase-B, separately.

技術開発計画を，Pre-phase A1b/A2, Phase A, Phase B に分けて記述する

1. Threshold science mission [1-4-3]  
   公募型小型計画として実施する価値のある最低限のデスコープミッション

Performance requirements necessary to achieve the minimum science acceptable for the investment shall be described in this section.

提案の採択から打ち上げまでの過程でデスコープの必要性が生じた場合を想定して、デスコープ後でも公募型小型計画として実施する価値のあるミッション(Threshold science mission)を定義すること。そして、デスコープ前のベースラインミッション(Baseline Mission)と、意義・価値や目標達成度を比較し示すこと。さらに、デスコープを発動した場合に見込まれるコスト低減額の概算と、コスト低減となる理由を出来る限り具体的に示すこと。

【重要】公募型小型計画提案の科学審査では、Baseline Mission とThreshold Science Missionの両方を考慮して評価を実施する。実際にデスコープを実施した場合は、それに合わせて、Full Success Criteriaを更新することになる。Threshold science mission(デスコープミッション)までのデスコープは許容されるが、それを超えるデスコープが必要になった場合には、計画中止を含めた検討を実施するプロセスへ移行する。

注１： Section 2～ Section 13に、Baseline が記述されている。それに対して、どの部分をデスコープするかを明確に記述すること。

注２：Threshold Science MissionとMinimum Success Criteriaは異なる概念である。Threshold Science Mission に対応するFull Success Criteriaは、デスコープ前のMinimum Success CriteriaとFull Success Criteriaの間のどこかに位置する。

注３：デスコープは、「何々をしない」、「何々装置を搭載しない」、「装置搭載数を何ユニットに減じる」、「装置の能力をどこどこまで減ずる」など様々な表現が有りうるが、Baseline missionとの違いが第三者に判るようにThreshold science missionを定義し、意義・価値、目標達成度やコストへの影響を明確にしめすこと。

1. Cost evaluation [21-3-2] 【この項目は、日本語記載を可とする】  
   コスト見積もり

ミッションおよびシステムアーキテクチャーに基づいたコスト評価を行う。その根拠についても述べること。コストには、提案募集Appendix Fのマージンを明示的に含めること。

コスト見積もりは、最後に、下記のコスト積算表として纏めて示すこと。§12.10のWBSに基づいたサブシステムの階層をどこまで深くするかは、提案者による。評価方法は、XXからの類推、XX社見積等を識別する。運用系の費用には、運用そのものに加え、データアーカイブ、運用終了に要する費用も含める。また、想定する期間の後期運用経費も、ミッション経費総額には含めないものの、記載すること。他機関寄与分については、提案募集Appendix F備考の趣旨に則ったマージンを、ミッション経費総額に含めること。

コスト積算シート

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **対象** | **コスト(百万円)** | **マージン(百万円)** | **マージン(％)** | **評価方法** |
| ロケット |  |  |  |  |
| 宇宙機システム（含バス系） |  |  |  |  |
| サブシステム1 |  |  |  |  |
| サブシステム2 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| ミッション系 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 地上系 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 運用系 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 後期運用 | （ ） | （ ） |  |  |
| 他機関寄与分 | （ ） |  |  |  |
| 小計 |  |  | –––––––– | –––––––– |
| 総額 |  | –––––––– | –––––––– | –––––––– |

1. 記入事項の説明のためにテンプレートでは日本語も用いていますが，提案者の記入部分は，公募書類に従って一部の例外を除いて，全て英語で記入をお願いします。All descriptions by proposers should be written in English with some exceptions described in the AO document. [↑](#footnote-ref-2)