

# 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 2017 Announcement of Opportunity for competitive M-class missions

提案機会：公募型小型2017年度公募

submitted on \*\* \*\* 2017

### Summary<sup>1</sup>

|                              |                                 |                        |
|------------------------------|---------------------------------|------------------------|
| 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 |

Science goals and objectives (<200 words)

ミッションの意義と科学目的 (200語未満)

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.

---

<sup>1</sup> 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.

# 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. Science goals of the mission [1-1-1]

#### ミッションの意義

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）の大きな目的達成の中で提案ミッションが果たす科学的意義を1つの文で記述すること。

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.”

### 2. Scientific objectives of the mission [1-2-1]

#### ミッションの科学目標

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

提案ミッションの意義から，過去のミッションや海外を含めた開発中あるいは検討中の関連するミッションと比較可能なレベルにフローダウンし，科学目的として記述すること。

### 3. Rationale for the scientific goals and objectives

#### ミッションの科学意義と目標の根拠

#### 3.1. Scientific background, status of the relevant scientific area, etc.

科学的意義の根拠：研究の背景，当該分野の研究状況，等

3.2. Goals and objectives: new scientific steps the proposed concept aims to achieve in the science area

提案するミッションコンセプトは当該分野になにをもたらそうとするのか

3.3. 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強みと過去，現在，未来の他のミッション，研究・探査との関係

4. Launch constraints

4.1. Target launch date and rough schedule [18-1-1. 18-2-1]

めざす打ち上げ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。

4.2. Constraints from the launch vehicle (launch performance, envelope etc.) [13-2-1]

打ち上げ手段からの制約（打ち上げ能力，搭載エンベロープなど）

Constraints from the launch vehicle likely to affect the mission architecture shall be listed.

ミッションアーキテクチャーに影響を与える可能性のある打ち上げ手段からの制約をリストすること。

5. 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。

5.1. 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どのように達成可能されるかを示していること。

## 6. Instrumentation of the mission [5-2-1]

ミッションで使用する装置

This section shall describe the instrumentation and the rationale for its selection.

### 6.1. 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)

### 6.2. 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

### 6.3. 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。

### 6.4. 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も記述すること。

## 7. 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 |                           |
|               |                    |                     |             |                   |             |                           |
|               |                    |                     |             |                   |             |                           |
|               |                    |                     |             |                   |             |                           |
|               |                    |                     |             |                   |             |                           |

8. Threshold science mission (draft) [1-4-3]

最低限達成しなければならない科学outputのドラフト

The draft version of performance requirements necessary to achieve the minimum science acceptable for the investment shall be described in this section.

提案ミッションで実施する実験・観測・分析などにおいて、最低限達成しなければならない科学outputを示すこと。（そのoutputが達成されなければ、ミッションを実施する意義がない。）

9. Gross characterization of space environment [3-2-3]

ミッションを実施する宇宙環境

This section shall describe the present understandings of the space environment in which the investigations will be taken place, and the space environment the spacecraft will experience in the mission life.

実施する実験・観測・分析が実施される宇宙環境、宇宙機がミッションライフを通じて経験する宇宙環境についての理解

9.1. Identification of planetary protection requirements [14-2-1]

Planetary protection の認識

In this subsection, it shall be described whether planetary protection is necessary and its basic requirements if necessary.

惑星検疫の必要性和、必要である場合はその基本要求进行記述する。

## 10. 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:

- (a) Structure design
- (b) 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).
- (c) 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)
- (d) Propulsion (if required)
  - Delta-V budget
  - propulsion type(s) and specific impulse
- (e) 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.
- (f) Telecommunications,
- (g) Command and data handling
  - data storage unit size (Mbits)
  - maximum storage record and playback rate
  - spacecraft housekeeping data rates for nominal and safing strategy
- (h) In-flight fault management,

## 10.9. Comparisons to similar spacecraft systems[4-2-2][4-3-1]

過去の類似なシステムとの比較

This subsection shall describe comparisons with previous similar spacecraft systems. Unique features of the proposed flight system architecture shall be described if any.

過去の類似なシステムとの比較を示し、これまでにない特徴がある場合は記述すること。

## 11. Mission operation profile [6-2-1][6-3-1]

ミッション運用方針案

This section 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。

## 12. Key technologies [8-2-1]

### 主要技術要素

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

主要技術要素と、開発が必要な技術要素をリスト化する。

### 12.1. 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.

### 12.2. 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.

技術的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・プロジェクトと其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。

### 12.3. Technical risk identification [7-2-1] and major risks [7-2-2]

#### 技術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。

#### 12.4. 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.

#### 13. Cost assessments from similar missions [21-2-1]

類似ミッションからコストの規模推定

This section shall include the estimated cost in all mission phases from pre-phase A2 to Phase E. It must cover not only the flight systems (instruments, spacecraft bus, their development, testing, and integration) but also ground systems. The basis of estimates, i.e. the previous missions referred to, and the uncertainties of the estimates shall be shown.

#### 14. Trade studies among mission concepts

異なるミッションコンセプトとのtrade off

##### 14.1. Trade space [12-2-1]

Trade-off study 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・programmatic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。

##### 14.2. Trade 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 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 requires 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 architectures 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。

## 15. Baseline architecture (draft)

ベースラインアーキテクチャ (ドラフト)

### 15.1. 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。

### 15.2. 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。

### 15.3. Worst case analysis [8-3-2]

最悪ケース解析

The expected output of the proposed investigations 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。

### 15.4. 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。

#### 15.5. 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。

#### 15.6. New ground system [6-3-5]

新規地上系

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

新規に必要な地上系を同定し、その機能・性能要求を記述すること。

#### 15.7. Launch Vehicle [13-3-1]

打ち上げ機

Consistency between the baseline 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ーとの整合性を示すこと。

#### 15.8. Mission instrument architecture [11-3-1]

ミッションアーキテクチャ

Components of the mission instruments shall be identified and their estimated masses shall be shown.

実施する実験・観測・分析などの実現方法と技術ベースラインにたつて、ミッション機器アーキテクチャを構成する要素について、質量見積もりを含むリストを作成する。

#### 15.9. 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。

#### 15.10.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。

#### 15.11.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。

#### 15.12.Cost evaluation [21-3-2]

##### コスト見積もり

Cost evaluation of the baseline architecture based on the mission and flight-system architectures shall be described. The rationale for the estimation shall also be shown.

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。

#### 15.13.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。

#### 16. 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

#### 16.1. 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。

#### 16.2. Technology heritage, development history and status

##### 技術ヘリテージと技術開発履歴と状況

### 16.3. 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