

小型技術刷新衛星研究開発プログラム
オンボード PPP¹技術の軌道上実証に係る共同研究提案要請

2023（令和 5 年）年 12 月 11 日

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

1. 本共同研究提案要請のサマリ

- 本提案要請は、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（以下、「JAXA」という。）が研究開発を進めている技術について、事業者が保有する衛星に搭載して軌道上での技術実証を行うとともに、事業者と協力して本技術の活用について検討する共同研究パートナーを選定するものです。
- 具体的には、小型技術刷新衛星研究開発プログラム（以下、「刷新 P」という）にて検討を進めているオンボード高性能計算機環境と、JAXA が進めているオンボード精密単独測位技術（オンボード PPP アルゴリズム）とを組み合わせ、軌道上でオンボード PPP アルゴリズムの書き換えをアジャイルに行い実証します。これにより、従来の地上開発—軌道上実証という実証サイクルから、軌道上での実証結果を踏まえてアルゴリズムを積極的に書き換える実証サイクルにすることで、従来よりも圧倒的に早くアルゴリズムの技術成熟度向上を行います。
- 本提案要請に係る JAXA と共同研究パートナーとの基本的な役割分担は、以下の通りです。
 - JAXA：JAXA が研究開発を進めているオンボード高性能計算機環境及びその活用ノウハウ、オンボード PPP アルゴリズム及びオンボード PPP 技術実証に必要な機器を提供します。また、オンボード PPP 機能を搭載した GNSS 受信機の製品化に関する情報、オンボード PPP に関する技術情報を提供します。
 - 共同研究パートナーとなる事業者：JAXA 技術を搭載する衛星とその実証運用機会、およびオンボード PPP データの衛星事業への活用に関するアイデアを提供いただきます。
- 本提案要請では、応募いただいた事業者から、6 項に示す評価基準により共同研究パートナーを選定します。事業者数は、刷新 P の資金計画の範囲内で得点の高い順から選定します。
- ただし、最終的に選定した事業者と契約するかについては、選定後、JAXA にて検討を行ったうえで決定する予定です。

¹ オンボード精密単独測位技術（オンボード PPP）。詳細は 3 項参照

2. 本提案要請に至る経緯

JAXA では、刷新 P を 2021 年度に立ち上げ、研究開発を推進しています。刷新 P では、衛星機能のソフトウェア化を目標の一つに掲げ、オンボードコンピューティング環境の構築とその活用について研究を推進しています（表 1）。

2022 年 10 月には昨今急速に取り組みが進んでいる軌道上での AI 活用の実証についての公募を行い、共同研究パートナーを選定いたしました。その後、刷新 P では引き続きオンボードコンピューティング環境の活用に係る研究開発を進め、2023 年 10 月には衛星機能をソフトウェア化することの具体例を蓄積することを目指し、オンボード PPP 技術の軌道上実証に係る情報提供要請²（RFI：Request for Information）を実施し、検討を進めてきました。この度、RFI を通じて提供いただいた情報をもとにオンボード PPP 軌道上技術実証計画を策定し、本提案要請により共同研究パートナーを選定することとしました。

今回のオンボード PPP 軌道上実証により、刷新 P で進めるオンボードコンピューティング環境の活用事例を蓄積するとともに、軌道上実証を通じて得た反映事項を刷新 P 研究に反映していく予定です（図 1）。

表 1 刷新 P で取り組む研究課題（赤枠が本軌道上実証に活用する技術）

研究課題	研究開発の内容
1. 衛星のデジタル化（ソフトウェア化）	軌道上でのコンピューティング能力の拡大とこれらを活用した新たな機能の実現による衛星利用サービスの競争力の強化を目指す
1-1 軌道上エッジコンピューティングにおけるサービス環境の構築	・オンボード処理能力向上（AI、連携）に向けたフレームワークの研究開発 ・観測データを用いた AI プログラムの試作
1-2 衛星のオンボード処理能力の拡張	・海外商用ベースの計算機を改良設計 ・次世代オンボード処理の研究開発（予定）
2. 衛星開発プロセスのデジタル化	・衛星開発プロセスにデジタル技術を適用し、短期・効率的な開発などのプロセスの刷新を目指す
2-1 小型衛星コンステレーション事業の多種多様なミッションへの対応力向上とデリバリータイムの縮減	・小型衛星事業者の多品種・短期開発へ向けた手法・ツール適用に関する研究開発
2-2 衛星開発への MBSE/MBD 等、デジタル開発手法の標準化に係る研究	・異なる組織間で衛星開発情報をデジタルで繋ぎ、開発の品質と速度を向上させるデジタル開発手法の研究開発 ・製造、試験フェーズの短縮を目指したシミュレーション、3D プリンタなどの製造技術適用に係る研究開発（予定）
3. 衛星バス能力の拡大	・ミッション運用の制約となる衛星バス能力を拡大する

² <https://www.kenkai.jaxa.jp/research/sasshin/rfi-2023.html>

研究課題	研究開発の内容
	ことを目指す
3-1 小型衛星コンステレーション事業の観測能力の拡大に資する熱制御デバイス技術及びシミュレーション技術の獲得	・ 高発熱機器に対する効率的な熱制御デバイスの研究開発、及び熱モデル・シミュレーションと連携した最適設計に係る研究開発
3-2 小型衛星コンステレーション事業の観測能力の拡大に資する電源系技術に係る研究（予定）	

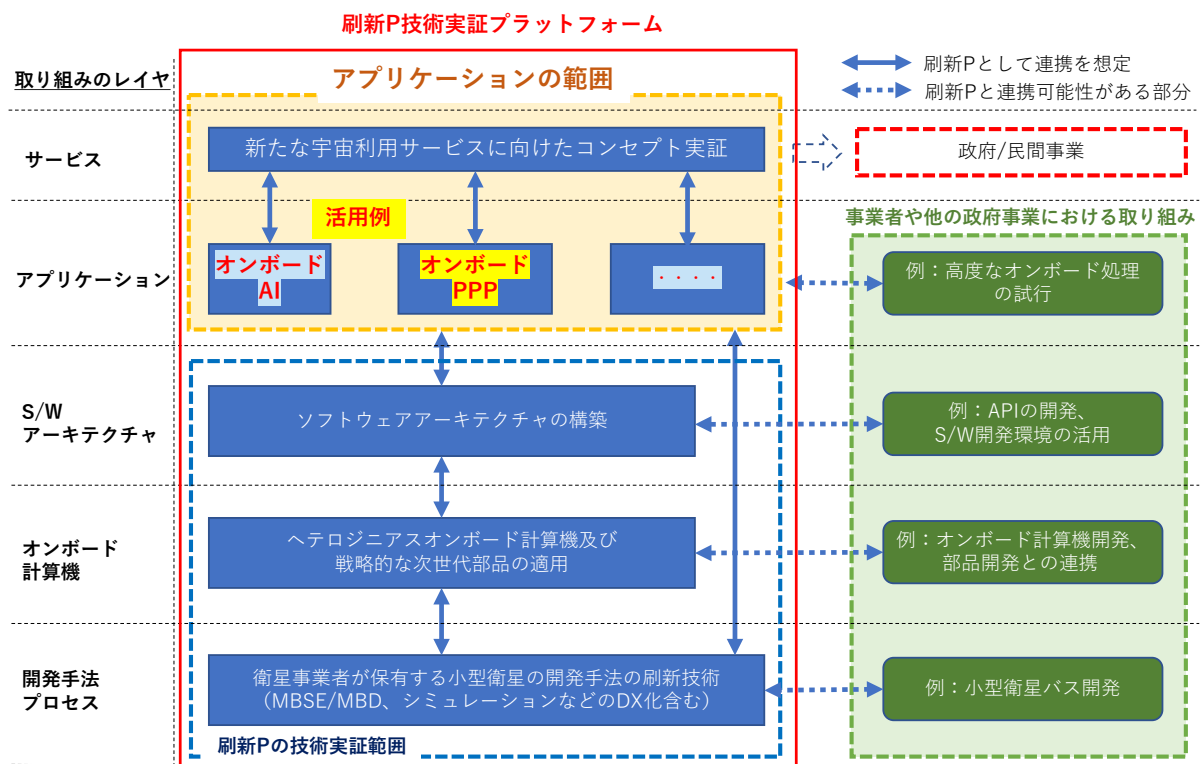


図 1 刷新 P で取り組む研究課題とオンボード PPP アルゴリズム実証の関係

3. 提案要請を行う技術実証テーマについて

3.1 衛星測位におけるオンボード PPP 技術の位置づけ

測位衛星が放送する測位信号には軌道や時刻の誤差が含まれているため、その信号を使用してコード位相単独測位を行う場合は、数 m～十数 m 程度の測位精度しか実現することができません。しかしながら、搬送波位相計測を利用、更に測位信号に含まれる誤差を補正する高性能なモデルに基づいた測位を行うことができれば、センチメートルの精度で位置を計算することができるようになります。この技術を高精度単独測位（Precise Point Positioning）といいます。JAXA では、地上での高精度単独測位を実現するための研究開発（MADOCA-PPP）を進めてきており、MADOCA（Multi-GNSS Advanced Demonstration tool

for Orbit and Clock Analysis) プロダクトを使用したリアルタイム測位において、10cm 以下 (3D-RMS) の精度が実現できています。この地上で実現できている高精度単独測位を軌道上で実現する取り組みとして、オンボード PPP 技術の研究開発を宇宙開発利用加速化戦略プログラム (スターダストプログラム) にて進めています。

3.2 オンボード PPP 技術の意義価値

① 高分解能地球観測センサのデータレイテンシの短縮

高分解能センサを搭載している衛星にオンボード PPP 技術を適用することができれば、リアルタイムにセンチメートルオーダの衛星軌道位置計算が可能となり、地上での高精度軌道暦の生成が不要となるため、ユーザへの画像データ提供時間を数時間まで短縮することが可能となります。これにより、災害対応等の際に、より鮮明な衛星画像に基づいて被害区域の判別を行えるようになって考えています (図 2)。

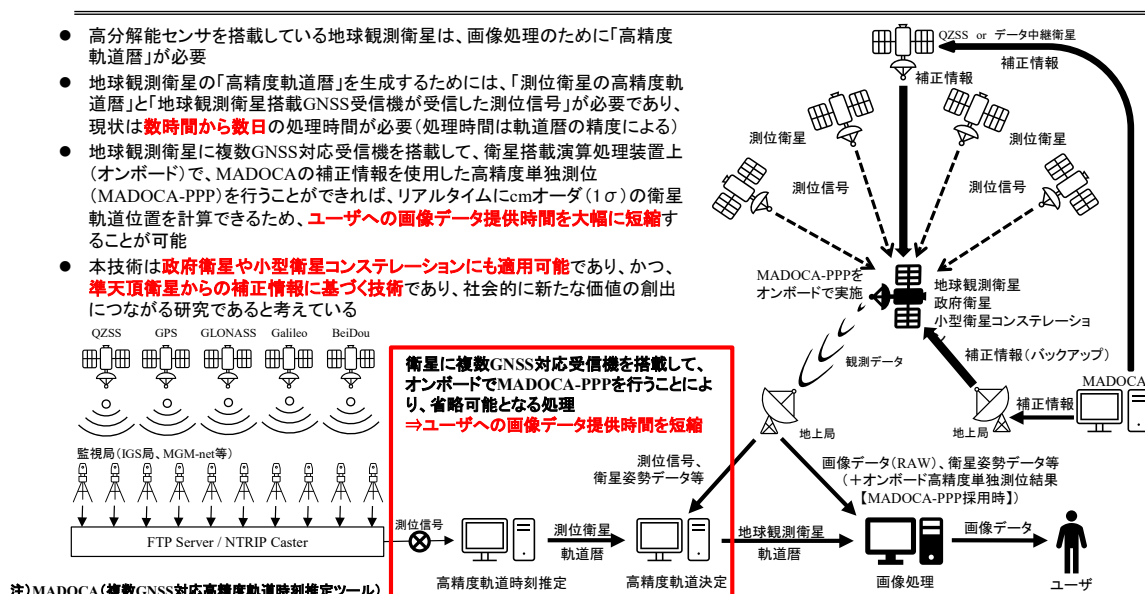


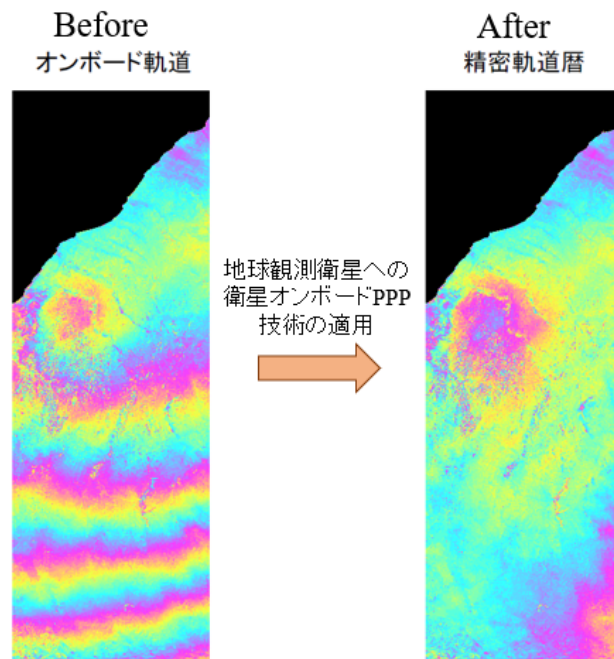
図 2 高分解能地球観測センサのデータレイテンシの短縮のイメージ

② InSAR の画像精度向上

JAXA の地球観測衛星である「だいち 2 号 (ALOS-2)」の InSAR 画像を、オンボード GPSR 航法解を使用して処理したものと、精密軌道暦を使用して処理したものの比較結果を図 3 に示します。

オンボード GPSR 航法解を使用して処理した衛星画像 (図 3 の左) には、長波長のノイズが載っていることが確認できますが、衛星オンボード PPP と同程度の精度である精密暦を使用して処理した衛星画像 (図 3 の右) には、長波長のノイズは無く、鮮明な画像が得られていることが確認できます。

衛星オンボード PPP は精密軌道暦と同程度の精度であるため、本技術を実現することができれば、現状の精密軌道暦を使用して処理した衛星画像と同等の InSAR 画像を使用して、災害時の判別情報を生成することが可能となると考えています。



北海道胆振地震時のALOS-2画像（出典：国土地理院）

図 3 InSAR の画像精度向上

③ 宇宙天気予報精度向上等、上層大気観測への貢献

オンボード PPP 技術では、LEO 衛星の正確な位置、時刻をリアルタイムに推定するだけでなく、軌道高度よりも上層の電子総数を併せて推定することができます。電離層の立体的な動きの把握は宇宙天気予報の高度化に貢献できる可能性がありますし、洋上における水蒸気量、可降水量把握は、線状降水帯の高精度予測などにも有用です。近年、津波など大規模な海面上昇が上空の電離層に影響を及ぼす事例が実際に観測されており、オンボードでリアルタイムに電離層擾乱を検知できれば、津波の早期警報に繋がる可能性も示唆されています。

4. 具体的な提案要請事項

本項では、提案者にご提案いただきたい事項の詳細を示します。本項に示された事項に従い、様式1の提案書フォーマットに記載ください。

提案を要請する項目は全部で2項目となります。提案を要請する2項目、および本軌道上実証のアウトプットやアウトカムの関係については図4に示します。提案する際は2項目すべてについてご提案ください。JAXAにて提案された2項目について評価を行い、選定を行います。

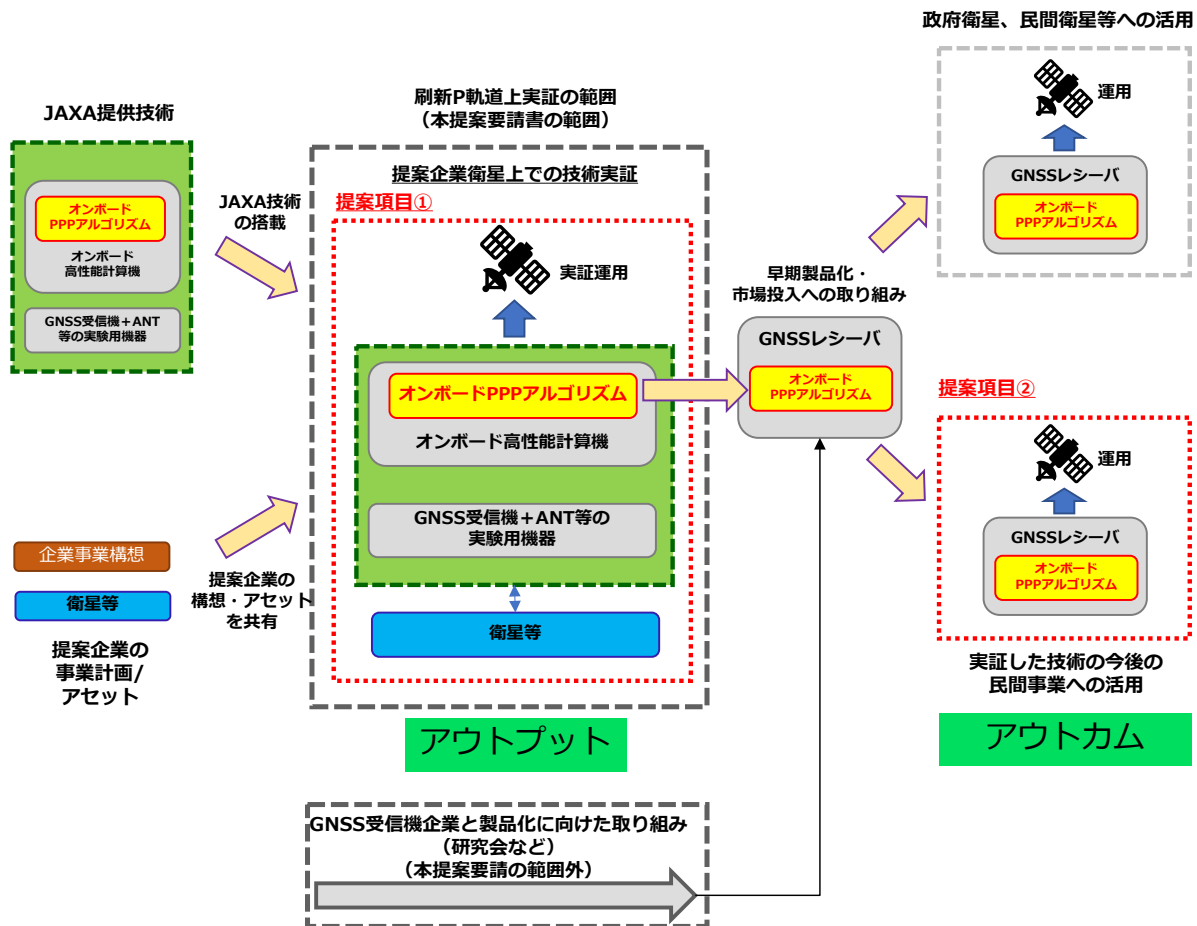


図4 本提案要請の概要

提案項目①：オンボードPPP技術の軌道上実証の実現性等の評価について

JAXAが研究開発を進めている「オンボード高性能計算機」、およびオンボードPPP技術実証に必要な機器（GNSS受信機、アンテナ（ANT）等）を事業者が保有する衛星システムに搭載し、軌道上でオンボードPPPの技術実証を実施することについて提案を求めるものです。提案に際しては以下の4項目についての評価・提案をお願いいたします。

A) オンボードPPP技術実証に必要な機器の搭載性評価

別途配布する搭載機器に関する技術情報（GRS-2023011）に基づく事業者衛星への搭載性評価

B) オンボードPPP技術実証運用の実現性評価

別途配布する技術情報（GRS-2023011）に基づく事業者衛星における実証運用の実現性評価（軌道上実証の回数等）

C) 衛星開発、打上げ時期のベースライン

別途配布する搭載機器の提供時期に関する技術情報（GRS-2023011）に基づく事業者衛星の開発スケジュール、打ち上げ時期の提案

D) 企業と JAXA の役割分担の実現性評価

- 別添 2 共同研究契約書（案）別表 1（役割分担）に示す「企業側（乙）の役割」として示した項目に対する実現性評価
 - 実施可の場合で、補足情報がある場合は備考欄にご記入ください。**否となる部分がある場合、ご提案は選定されません**
 - 役割分担表について、**追記すべき項目**や、**JAXA と提案者の役割分担の明確化に向けた詳細化**が必要な場合は追記ください
- 企業（乙）側の役割とした項目について、JAXA から支払いが必要な項目の識別、及び支払いが必要な場合の想定額、条件等の補足情報を記入ください。
 - なお、JAXA の相手方への**支払額の上限は 8.0 億円（税込）**となります。8.0 億円（税込）以内でのご提案をお願いいたします。

E) オンボードコンピューティング環境の活用

- 別途配布する搭載機器の提供時期に関する技術情報（GRS-2023011）に示された JAXA が検討を進めるオンボードコンピューティング環境について、今後の活用拡大に向け必要な取り組み、事業者から見た課題などを記載ください

提案項目②：F) 提案者の将来事業に対する本技術の活用に係る構想の提示

本技術実証で実証したオンボード PPP 技術を搭載した GNSS レシーバーが入手できた場合、提案者が考える事業への適用性や効果および活用拡大に向けて JAXA が進める製品化の取り組み（図 4：本提案要請書範囲外の取り組み参照）への貢献についてご提案ください。

5. 応募資格

次の要件の全てを満たす者としてします。これらの要件を全て満たしていることをご確認のうえ、様式1の提案書フォーマット1項(3)「応募資格を全て満たしています」にチェックを入れてください。JAXAは、提案書の記載内容、公開情報やJAXAとの過去の契約実績等に基づき本応募資格を満たしていることを確認致しますが、これらの条件を満たしていることを証明する追加資料の提供を依頼させて頂く場合がございますので、ご協力をお願い致します。

また、次の(6)(7)を除くこれらの要件は、選定後に締結する技術実証等に関する共同研究契約(以下「共同研究契約」という。)にも規定され、共同研究期間中も維持いただきます。

- (1) 日本国法に基づき適法に設立され、有効に存続する法人であり、現在行っている事業を行うために必要な権限及び権能を有していること。
- (2) 破産手続開始、民事再生手続開始、会社更生手続開始若しくは特別清算開始その他これに類する法的倒産手続又は私的整理手続(外国法に基づくものを含む。)開始の申立てはなされておらず、租税公課について滞納処分又は保全差押を受けておらず、手形若しくは小切手の不渡り・支払停止又は手形交換所の取引停止処分を受けておらず、その他信用状態の著しい悪化を生じていないこと。
- (3) 反社会的勢力ではなく、反社会的行為に従事しておらず、反社会的勢力との間に過去・現在又は直接・間接を問わず、取引、金銭の支払い、便宜の供与その他一切の関係又は交流はないこと。また、反社会的勢力に属する者又は反社会的勢力との交流を持っている者が役員として選任され若しくは従業員として雇用されておらず、又は経営に実質的に関与していないこと。
- (4) 法令等及び共同研究契約の規定に従い、共同研究契約を適切に履行するために必要な技術的能力及び経済的能力を有すること。
- (5) 応募者又はその関係者は、いずれも次のいずれかの条件に該当しない者であること。
 - イ) 安全保障貿易管理に関する法令等に基づく国連武器禁輸国・地域に該当する国・地域の者
 - ロ) 安全保障貿易管理に関する法令等に基づき、機構の技術情報を提供できない者
- (6) 全省庁統一資格(競争参加地域等: 関東・甲信越、資格の種類: 役務の提供等)を有しており、JAXAによる競争参加資格の停止措置または随意契約の停止措置を受けていない者(※)
- (7) その他、JAXAが不適切と判断しうる事情がない者。

※全省庁統一資格を有さない場合、以下の情報に基づき資格審査を行います。

 - (a) 所属機関の沿革、組織図、活動実績、所在地、財務諸表等の情報
 - (b) 法人税、消費税、地方消費税について未納税額がないこと。

6. 評価項目と評価の観点

応募された共同研究テーマは表 2 に示す評価項目に基づき評価を行い、選定します。提案いただく項目は、提案項目①、②の 2 項目となっており、すべてご提案いただく必要があります。JAXA 及び外部有識者で構成される委員会にて評価を行い、事業者を選定いたします。

表 2 審査項目と審査の観点

L/N	提案要請事項	必須項目	○/×	加点項目	点数
1	A【機器搭載性評価】 オンボードPPP技術軌道上実証の搭載性に係る提案	技術資料（GRS-2023011）の1項に規定された基本構成に示された機器を搭載できること。 ※搭載できる根拠が具体的に示されていること（図表等）。 ※搭載性に関しI/F条件の成立見込みが根拠とともに示されており、妥当であること。		A-1（絶対評価） 【5点】CCRとしてMt.Fuji-miniに代わり、Mt.Fujiが搭載できる提案に加点 【1点】拡張案1に対応できる提案に加点 ※上記をともに満足する場合、加点は6点となる ※いずれも、搭載性、I/F条件の成立見込みが根拠とともに示されており、妥当であること	/6
		ベースとなる衛星バスの軌道上実績を示すこと。		A-2（絶対評価） 【4点】現時点で本軌道上実証に使用する衛星バスが1年以上の軌道上実績を有する 【2点】本軌道上実証に提供する衛星バスが提案する打ち上げ時期において1年以上の軌道上実績を有する ※4点の加点については、本技術実証に必要な衛星機能が正常に動作していることを示すこと ※2点の加点については、事業計画上、軌道上実績を確保できる見込みがあることを示すこと	/4
2	B【実証運用成立性評価】 オンボードPPPの軌道上実証運用の成立性に係る提案	技術資料（GRS-2023011）に規定された運用パターン（24時間連続、分割20回のいずれか）を打ち上げ後1年以内に5回実施できること。 ※衛星バスとして技術実証運用が成立する（電力収支、データ伝送、視野確保等）について根拠もって示すこと		B-1（相対評価） 運用パターン（24時間連続、分割20回のいずれか）の必須回数（5回/打ち上げ後1年以内）に対し、より多くの実証機会（打ち上げ後1年以内）を提供する提案に加点する。 【6点】もっとも実証機会（回数）の多い提案 【3点】次点の提案 ※提案する実施回数が確保できる根拠を合理的に説明できる（制約：他の運用との干渉など、を明らかにし、その制約の中で提案する実施回数が実現できる理由を説明できる）場合に加点	/6
				B-2（絶対評価） オンボードPPPの精度評価のためのレーザレンジング時間がより確保できる衛星バスに加点する 【6点】衛星の日陰全期間にわたってレーザレンジング運用が実施できる衛星バスである 【3点】衛星が日陰中に10分間のレーザレンジング運用が実施できる衛星バスである	/6
3	C【計画成立性評価】 開発・打ち上げスケジュールに関する提案	開発スケジュールの成立性、打ち上げ可能時期が根拠とともに示されており、妥当であること。 ※アジャイル実証をするプログラムであることから、FY2026年度までに打ち上げる計画であること		C-1（相対評価） 【10点】打ち上げタイミングが最も早い提案 【5点】打ち上げタイミングが2番目に早い提案 ※開発を含むスケジュール成立性の根拠が示されており、妥当であること	/10
				C-2（絶対評価） 【2点】打ち上げロケットに関し、スロット確保のエビデンスがある場合には加点	/2
4	D【役割分担・開発資金】 企業とJAXAの役割分担、資金分担に係る提案	共同研究契約書の別紙に示す企業とJAXAの基本的な役割分担に合意できること	N/A		/0
		JAXAの相手方へ支払額が予算上限（税込み 8.0億円）以内である計画が示されていること。	D-1（絶対評価） JAXA負担がより少ない提案に加点 【加点計算式】企業負担額と加点の関係式：加点=8.0-(JAXAが企業へ支払う額(億円)) ※小数点第2位を四捨五入する	/8.0	
5	E【オンボードコンピューティング環境の活用】 オンボードコンピューティング環境活用に向けた意見	JAXA/刷新Pにて研究開発を進めるオンボードコンピューティング環境（ソフトウェアフレームワークと計算機基盤）について、今後の活用拡大に向け必要な取り組み、事業者から見た課題が記載されていること	N/A		/0
6	F【事業適用性・有効性、貢献】 本技術の衛星サービス事業への適用・活用・期待効果に係る提案、および技術の活用に向けた貢献に係る提案	オンボードPPP技術を搭載したGNSSレシーバーが入手できた場合、提案者が考える事業活用への構想やその期待効果について記載されていること		F-1（絶対評価） 【3点】オンボードPPP技術を活用した提案者事業への適用性や効果が具体的_【定量性など】_に示されているものに加点 ※各評価員の知見による評価とする。	/3
		N/A	N/A	F-2（絶対評価） 【1点】オンボードPPP機能を搭載したGNSSレシーバーの製品化、利用拡大に向けて貢献可能な取り組みが示されており、その効果が見込める場合には加点 ※各評価員の知見による評価とする。	/1
		必須項目		加点数合計	0.0 /46.0

7. 知的財産権・成果の取り扱い

(1) 帰属（共同研究契約書第 17 条）

共同研究の実施により、提案者のみで発明等を行ったときは、速やかに JAXA に通知したうえで、提案者が単独で所有できます。

共同研究の実施により提案者と JAXA が共同で発明等を行ったときは、提案者及び JAXA は、速やかに相互に通知することとします。当該発明等に係る知的財産は共同で所有するものとし、その持分はそれぞれの知的貢献の割合に応じて協議のうえ定めます。

なお、本プログラムにおいて創出した、ソフトウェアフレームワーク API については JAXA 単独帰属とし、標準化（公開）を図るものとします。また、JAXA の機器を通じて得られた GNSS 観測データ、測位航法時刻演算結果等のデータは、提案者及び JAXA 共有の帰属となります。

(2) 共有の知的財産の自己実施（同第 19 条第 1 項）

提案者と JAXA は、共同で所有する知的財産について、自らの事業の目的のために、相手方の同意なく無償で利用することができます。

(3) 共有の知的財産の第三者への実施又は利用の許諾（同第 19 条第 2 項）

本事業で得られた成果を広く普及するため、原則として、提案者と JAXA は、共有の知的財産について、相手方への事前通知を行うことで第三者に対し利用を許諾することができます。

ただし、以下のいずれかに該当する場合には、提案者および JAXA の間で別途協議のうえ、第三者への利用許諾の可否及び条件等について合意させていただきます。

- ① 利用許諾をしようとする第三者が、日本国籍を有しない個人又は法人である場合
 - ② 利用許諾しようとする共有の知的財産に、共同研究を実施するために必要なものとして相手方から提供又は開示された知的財産が含まれる場合
 - ③ 利用許諾しようとする共有の知的財産にノウハウとして指定するものが含まれる場合
- なお、当該第三者から徴収する利用料は、知財財産の持ち分に応じて分配されます。

8. 資料提出の方法

以下の①～③の書類を PDF 形式にて提出ください。なお、①～③はそれぞれ 1 点ずつとし、指定の名前を付けてください。

① 提案書フォーマット(必須・**様式 1**・Word)

●指定ファイル名：“企業名”_Yosiki1.pdf

※フォントは 10 ポイント以上、A4 サイズ、20 枚以下程度を目安としてください。

※ご提出の際は Word 様式を PDF 形式に変換してください。

② 企業概要(任意・様式自由・PDF)

●指定ファイル名：“企業名”_gaiyo.pdf

③ 補足資料(任意・様式自由・PDF)

●指定ファイル名：“企業名”_Hosoku.pdf

※A4 サイズ、10MB 以下を目安としてください。

1) 提出方法

刷新プログラム HP に掲載する以下のメールアドレスに送付ください。

info-sasshinp@ml.jaxa.jp

件名：2023 年度 刷新 P オンボード PPP 軌道上実証共同研究提案書提出

2) 情報の取り扱いについて

- ① 技術情報（GRS-2023011）は、秘密保持契約書を締結の上、開示いたします。開示希望者は、9 項のお問い合わせ先までご連絡ください。
- ② ご提出いただいた「提案書」は関係者（公募型研究選定委員会の外部委員／守秘義務あり）のみに開示いたします。提供者の許可なくして第三者へ開示する事はありません。ただし、監督官庁に守秘義務を課した上で開示することがあります。

9. お問い合わせ先/秘密保持契約書送付先

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 研究開発部門研究戦略部

小型技術刷新衛星研究開発プログラム事務局 宛

件名：2023 年度 刷新 P 提案要請

宛先：info-sasshinp@ml.jaxa.jp

〒805-8505 茨城県つくば市千現 2-1-1

※電話でのお問合せはお受けできません

JAXA 総合窓口等へのお問合せはお控えくださいますようお願いいたします。

本プログラムの概要については以下の HP をご確認ください。

<https://www.kenkai.jaxa.jp/research/sasshin/sasshin.html>

10. 説明会

本提案要請に関し、以下の日時に説明会を開催する予定です。参加を希望される方は、参加可能な日時と会社名を9項のお問い合わせ先メールアドレスにご連絡ください。説明会はリモート開催を予定しています。連絡いただいた方に Microsoft Teams の接続先をご連絡いたします。説明会はすべて同じ内容となっております。質疑応答の中で共通的な事項については、刷新 P の HP に掲載する予定です。

第 1 回説明会：12月18日（月） 10：00～11：00

第 2 回説明会：12月20日（水） 13：30～14：30

第 3 回説明会：12月22日（金） 10：00～11：00

11. 受付期間

提案書等の提出締め切りは、**2024年1月16日（火）15：00必着**といたします。

12. 選定後の流れ

JAXA において選定された提案者とは、共同研究の実施計画を協議のうえ、共同研究契約書を締結頂きます。なお、契約締結に当たっては、本提案要請で JAXA から提示する共同研究契約書雛型を適用いたします。本契約書雛型を事前にご確認いただき、ご不明な点等ある場合には、本提案要請期間中にお問合せフォームよりご連絡ください。原則、契約書の条文の変更はいたしません（別表は除く）が、法令や提案者所属機関の規定と齟齬が生じる場合等、合理的な理由が説明できる場合には、条文を調整させていただきますので、具体的な修正要望等を提案書にご記入ください。

以上