

国際宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟での
材料の物性値測定・新材料創成実験(静電浮遊炉利用)

基盤研究利用コース搭載試料
募集要項

平成 30 年 2 月
国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

目次

1. 制度の概要	1
1. 1 背景・目的	1
1. 2 本要項で提供する実験機会の範囲	1
1. 3 静電浮遊炉でできること	1
1. 4 提供する成果物	2
1. 5 全体の流れ	2
1. 6 実験装置等	2
2. 募集の内容	3
2. 1 募集の主旨	3
2. 2 募集対象	3
2. 3 応募要件	3
2. 4 応募数	3
3. 選考のポイント	3
4. 選定後の作業と JAXA/提案者それぞれの作業範囲	4
4. 1 選定後の作業	4
4. 2 実験スケジュール	5
4. 3 作業範囲	5
5. 宇宙実験にかかる契約	6
6. 留意事項	8
7. 応募方法等	8
7. 1 応募書類	8
7. 2 募集期間	9
7. 3 審査	9
7. 4 応募先・問い合わせ窓口	9
7. 5 応募書類等の取り扱い	9
別紙 静電浮遊炉の概要	1

1. 制度の概要

1. 1 背景・目的

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）は、我が国の科学技術力向上への貢献、「きぼう」利用の裾野拡大等を目的に、これまで静電浮遊炉を利用する科学研究課題の提案を募ってきました。

この度、搭載準備作業を定型化・簡略化して、より多くの成果を創出するため、科学成果創出目的の静電浮遊炉搭載試料を募集します。

容器に接触せずに試料を保持できる微小重力の特徴を利用して、静電浮遊炉は精密な熱物性値（密度）の取得、大過冷却を利用した新たな性質の材料探索が可能です。これらの課題を抱えている方は、ぜひ応募をご検討ください。

1. 2 本要項で提供する実験機会の範囲

国際宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟に設置された静電浮遊炉を利用する実験（試料）を募集します。本募集は、科学的成果創出目的の実験の募集です。営利目的等は「民間利用促進コース」をご覧ください。

静電浮遊炉の概要については、別紙をご参照ください。

JAXA は、応募いただいた試料の「きぼう」への打上げ、宇宙実験の実施（浮遊・溶融による熱物性データの取得、（過冷）凝固）、地上への試料の回収（回収が必要な場合）を実施します。

実験試料の提供、熱物性データの解析、回収試料の解析は、応募者に実施していただきます。

1. 3 静電浮遊炉でできること

- 融点が 3,000°C になるような材料も溶かして、熱物性値（密度）を取得できます。
- 容器（るつぼ）を使うことなく高純度を保ったまま融液の維持・凝固ができます。
- 容器からの核発生がなくなり、大過冷却を実現できます。

これらの特徴により、例えば以下のようなことが可能です。

- 熱物性データの取得により、鑄造・溶接・溶射・結晶成長など液体状態を用いる製造プロセスをモデル化した数値シミュレーションの精度・信頼性を向上させることができます。
- 通常の凝固では得られない準安定相や微細組織の実現等、新たな性質を持った材料を得ることができます。

以下のような悩みを抱えている方は、ぜひご応募ください。

「融点が高く溶融できない材料がある」

「るつぼの影響を減らして、信頼性の高い熱物性値を調べたい」

「熱物性値を使ったシミュレーションの精度を上げたい」

「過冷却状態での物質の状態を追求したい、過冷却凝固を利用して新しい物質を作りたい」

1. 4 提供する成果物

①計測データ

地上からの遠隔操作で取得した計測データは、筑波宇宙センターで JAXA が一時保管した後、電子媒体で提案者に引き渡します。

提供する計測データは以下のとおりです。

- ・ 試料の温度
- ・ 試料外郭の画像データ（別紙の「実験条件」参照）

②回収品の引渡し（試料回収が必要な場合）

宇宙実験終了後に地上に回収した試料は、JAXA が日本に輸送します。外観検査と員数確認を行った上で、JAXA 筑波宇宙センターにて引き渡しとなります。

1. 5 全体の流れ

①応募

実験を行う材料を広く募集します。応募書類に必要事項を記入し提出ください。

②搭載候補の選定

試料の安全性や実験の実現性、期待される成果等を審査し、搭載候補を選定します。

③契約の締結

約款形式による共同研究契約を締結します。

④適合性確認用の試料の提供

静電浮遊炉への適合性の確認試験のため、提案者に試料を提供いただきます。

⑤適合性確認・安全性評価

静電浮遊炉への適合性の確認試験、安全性の評価を JAXA が行います。

⑥搭載試料の最終決定

適合性確認・安全性評価の結果を踏まえ、「きぼう」に搭載する試料及びその数量等を JAXA が決定します。

⑦宇宙実験用の試料の提供

搭載試料の最終決定に基づき、提案者に宇宙実験用の試料を提供いただきます。

⑧宇宙実験の実施

日本や米国等の宇宙船で実験試料を「きぼう」に運び、静電浮遊炉に試料をセットし、実験を開始します。

⑨成果物の回収・引き渡し

実験で取得した計測データは JAXA から提案者に提供します。実験後の凝固試料が必要な場合には、米国の宇宙船等で持ち帰った試料を日本へ運び、日本で JAXA から提案者に引き渡します。

1. 6 実験装置等

利用する静電浮遊炉の概要は別紙をご参照ください。

2. 募集の内容

2. 1 募集の主旨

静電浮遊炉は、融点が 3,000℃にもなる金属から絶縁体までの幅広い材料の熱物性データを計測できる、また、大過冷却により新たな物性の材料の創出が可能という特徴を持ちます。これを生かし、地上では取得できない金属、酸化物、セラミックス等の熱物性データ取得や新材料創成により、「きぼう」でしか実現できない材料研究成果を創出することを目的に搭載試料を募集します。

2. 2 募集対象

「きぼう」の静電浮遊炉を使って科学的な成果創出を目的に熱物性データ（密度）取得又は新材料探索を行う提案を募集します。

幅広く提案を受け付けますので、少しでも興味のある方はぜひご応募ください。また「こういう実験はできるのかな？」など、ご提案・ご質問があればお気軽にお問い合わせください。

なお、利用料金（1種類（3サンプル）；約56万円）を負担することで、3項に示す選考を通らず、得られた成果を占有する「民間利用促進コース」がありますので、あわせてご覧ください。

2. 3 応募要件

(1) 応募資格

日本国内の大学又は公的研究機関に所属している方
（民間企業の方は「民間利用促進コース」で募集しています。）

(2) 技術要件

直径約2mm程度の球状試料を複数個準備できる分量の試料を提供してください。宇宙実験前の地上での適合性試験や宇宙実験に使用するために、提供いただいた試料をもとにJAXAが直径約2mm程度の球状の実験用試料に加工します。

2. 4 応募数

応募の最小単位は試料1種類です。1種類につき、約2mm球の試料3個の搭載を基本とします。複数種類の申し込みが可能です。ただし、一度に多種類のお申し込みをいただいた場合には、実験機会の集中を防ぐ観点から、選定後に種類数の削減や一部試料の実験時期の先送り等をお願いする場合があります。

3. 選考のポイント

JAXA及び外部委員で構成される選考評価委員会が、社会的なインパクトや波及効果、期待される成果、研究の実現性、試料の安全性等について審査を行い、搭載候補を選定します。審査の観点は以下のとおりです。

評価項目		審査のポイント
重要性		<ul style="list-style-type: none"> • 学術的・社会的・産業的に意義があるか（いずれかでも可） • 外部（学术界・産業界・行政）からの具体的なニーズがあるか • 得られる成果は当該分野の発展に寄与するか。他分野への波及効果はあるか。
成果活用の道筋		<ul style="list-style-type: none"> • 宇宙での実験が地上研究のどの部分に寄与するのかが明示されているか。
必然性		<ul style="list-style-type: none"> • 地上では実現が不可能であるか。
優位性		<ul style="list-style-type: none"> • 提案者の研究・技術は他提案者等の類似又は競合する研究・技術に対して優位性があるか。
実現性・妥当性	目標の妥当性	<ul style="list-style-type: none"> • 最終目標及び、そこに至るまでの工程が明確な理由に基づき設定されているか。
	研究課題の妥当性	<ul style="list-style-type: none"> • 現状を的確に把握し、課題が明確な理由に基づき具体的に抽出されているか。
	研究方法の妥当性	<ul style="list-style-type: none"> • 目標達成に向けて、確実に課題解決につながる研究方法であるか。
	体制等	<ul style="list-style-type: none"> • 課題を解決するために、適切な人員・設備等が配置されているか。 • 実験試料の安定的な供給が可能か。 • 民間企業との連携があるか。
	実施スケジュール	<ul style="list-style-type: none"> • 成果創出、目標達成のために必要なスケジュールが組まれているか。

4. 選定後の作業と JAXA/提案者それぞれの作業範囲

4. 1 選定後の作業

(1) 適合性試験・安全性評価

搭載候補として選定された後、JAXA が地上装置を使って以下の適合性を試験します。試験のため実験試料をご提供いただきます。

- ・ レーザ及び放射温度計と実験試料との適合性を確認（ガス浮遊炉等利用）
- ・ 試料の帯電特性の確認と宇宙実験の実現性を確認するための予備データを取得（地上静電浮遊炉利用）
- ・ 打上・回収時の試料の振動耐性を確認
- ・ 試料の安全性評価

なお、提案者には、搭載候補試料又はその組成成分(原料)について、SDS (MSDS) (英語版) 及び(日本以外のロケットを使用する場合には) 輸出評価に必要な該非判定書を提出いただくこととなります。

(2) 搭載試料の最終決定

これらの適合性試験・安全性評価の結果を踏まえて、最終的な搭載判断を行います。
これらの試験・評価の結果、「きぼう」の静電浮遊炉で実験しても期待される効果が得られる見込みがない、または ISS の安全基準に適合せず安全性上の問題があると判断された場合には、宇宙実験を行うことができません。

(3) 宇宙実験準備

搭載試料の最終決定で搭載が決定した試料について、搭載試料数に応じた試料を準備頂きます。通常は、1種類につき直径約 2mm の試料 3 つを基本とします。

4. 2 実験スケジュール

具体的な実験時期については、応募者と JAXA との間で調整のうえ決定します。
平成 30 年 11 月に試料を打ち上げる場合の想定スケジュールは以下の通りです。想定ですので変更される可能性があります。

選考	平成 30 年 4 月～6 月
適合性確認・安全性評価	6 月～8 月
搭載試料の最終決定	9 月頃
搭載試料準備	9 月～10 月
宇宙実験	11 月頃～

4. 3 作業範囲

(1) JAXA が実施する作業範囲

本募集案内でご案内する静電浮遊炉利用実験において、JAXA が実施する作業範囲は以下のとおりです。

- ・ 提供を受けた実験試料の加工（地上での適合性試験や宇宙実験向けに成型）
- ・ 地上での適合性試験（レーザ及び放射温度計の適合性確認、帯電特性の確認、実現性の予備データ取得、振動試験）、安全性評価
- ・ 実験試料の打上げ用器材への組み込み、打上場への輸送、宇宙船への搭載
- ・ 打上及び「きぼう」日本実験棟の静電浮遊炉への試料の設置
- ・ 宇宙実験の実施（計測データの取得）、計測データの地上への伝送及び応募者への提供
- ・ (試料回収が必要な場合) 実験後試料の地上への回収と筑波宇宙センターへの輸送、回収試料の外観と員数の確認、応募者への試料の引渡し

(2) 提案者に実施いただく作業範囲

提案者には、以下の作業を行っていただく必要があります。

- ・ 地上での適合性試験及び宇宙実験を実施するための実験試料の準備・提供
- ・ JAXA が行う実験試料の加工の支援
- ・ 筑波宇宙センターへの試料の輸送
- ・ 実験試料に関する情報の提供（外為法・輸出貿易管理令の定める該非判定含む。戦略物質に該当し輸出許可が必要な試料は取り扱うことができません。）
- ・ 提供する計測データより熱物性データ（密度）の取得、及び熱物性データの研究への活用。回収試料を用いた解析、及びその解析結果の活用。

5. 宇宙実験にかかる契約

搭載候補に選定された場合には、JAXA は応募者との間で、宇宙実験の条件、遵守事項、作業範囲、価格及び支払計画、技術情報及び成果等の取扱い、JAXA 施設等のセキュリティ、JAXA の免責事由、損害賠償責任の相互放棄、第三者賠償責任、紛争の解決等必要な事項を定めた約款形式の利用契約（共同研究契約）を締結し、作業を進めます。提案者は約款に定める契約条件に同意の上、応募に必要な提出書類を提出してください。JAXA からの実施承諾書の発送をもって契約が成立します。

ただし、JAXA の技術開発につながる提案の場合、JAXA が代表研究者として実験に参加する場合等についての利用契約（共同研究契約）は利用者と個別に調整させていただきます。

なお、研究費等の支給は実施していませんのでご了承ください。契約内容の詳細は、契約書により定めませんが、次の内容を含みます。

(a) 成果の取り扱い

成果は原則公開いただきますが、特許等の知的財産権の保持に配慮します。

○取得データ等

得られるデータは、以下に大別されます。

① 宇宙実験中に得られる計測データ（生データ）。地上の適合性試験等で得られる計測データ（生データ）

② 提案者が生データや回収試料を使った解析によって得た解析データ

①は JAXA に帰属しますが、提案者に無償で提供します。②は、提案者に帰属します。計測データ及び地上の適合性試験等で得られたデータ、並びにご提出いただいたデータシートの内容は、今後の宇宙実験に必要な基礎データとして利用させていただきます。これらの情報を提案者のご了承なく公開することはありません。ただし、データの一部もしくは統計値については、試料名や提案者が特定されない形で、学会、展示会、他の宇宙機関との情報交換等で発表する場合があります。予めご了承ください。

○試料

地上の適合性試験等に用いた試料及び宇宙実験で得られた回収試料（試料回収がある場合）は、提案者に帰属します。

(b) 技術情報の開示等

JAXAにおけるサンプルの審査・技術調整・搭載作業等のため、応募者には、JAXAの要求に応じて、必要な技術情報（試料の組成情報等）を開示していただきます。また、開示された技術情報と製造されたフライト用試料等に齟齬がないようにして下さい。

頂いたデータシート情報は、実験準備（試料作製、適合性試験、安全性評価、運用、輸送等）のためJAXAから契約で委託している支援業者に対して限定的に開示いたします。

また、提案者名、提案機関名、試料名称、実験目的、提案研究の内容、適合性試験の結果、宇宙実験成果については、公開させていただきます。ただし、対象試料や

提案者を特定できるような情報の場合には、提案者の了解を得ずに公開することはありません。公開にあたっては、学術論文での成果発表や知的財産権取得のために一定期間配慮いたします。

(c) 技術情報の取扱い等

JAXAから応募者に対して開示した技術情報で、秘密等の指定をしたものについては、本契約の目的以外では使用してはならず、また第三者に開示することはできません。さらに、漏洩等を防止する措置を講じてください。JAXAの施設・設備等から得られた情報の取り扱い等（写真撮影、ネット上での公開などを含む）についても、同様です。

(d) 計画の延期や中止時の取扱い

計画の遅延や中止については、次のとおりとします。

- ①安全要求等の確認に係る技術審査の結果、ISSシステム又は宇宙飛行士に影響がある場合、JAXAは、サンプルの打上げを延期又は中止することがあります。
- ②JAXAは、ロケット等の都合による打上げ遅延、失敗、中止等や、ISS運用利用計画及びISS/「きぼう」システムの都合により、サンプルの打上げ・実験の実施を延期又は中止することがあります。
- ③応募者側の都合またはJAXA側の都合で、打上げ時期を延期する必要がある場合、JAXAはNASA等の関係機関と調整の上、打上げ時期の再設定を実施します。

(e) 損害賠償責任の相互放棄

JAXA及び応募者は、サンプルの打上げ・宇宙実験等に該当する活動によって生じた自らの及び関係者の障害若しくは死亡、又は自らの及び関係者の財産の損害若しくはあらゆる種類の滅失について、相手方又はその関係者に対し、故意による場合を除き、如何なる請求も相互に放棄するものとします。また、その他のJAXAに起因する損害については、故意による場合を除き、JAXAは損害賠償の責を負いません。

(f) 免責事項

サンプルのJAXAへの引渡しまでの輸送を含め、応募者の行うサンプルの設計、解析、製造及び試験等作業の実施（JAXAの作業範囲になっているものを除く。工程管理を含む）、地上回収・引渡し後のサンプルの運用・利用については、JAXAは応募者に対していかなる義務も負いかねます。

また、JAXAは、打上げ後のサンプルの正常な運用・利用、サンプルを利用する応募者の研究開発又は事業活動等ユーザのミッション達成について、保証いたしません。

(g) ISS特約について

契約締結の際には、国際宇宙ステーション契約に関する特約事項について御了承いただく必要があります。契約書をご参照下さい。ご不明な点は、お問い合わせ先までご連絡ください。

(h) 知的財産権

共同で行った発明等に係る知的財産権については、その貢献度、持分及び特許出願等の可否等について別途協議のうえ、決めるものとします。詳細は、締結する共同研究契約書に定めます。

(i) 成果発表時のお願い

宇宙実験で得られた成果を公表する場合には、「きぼう」日本実験棟を利用した成果であることを謝辞に入れていただくようお願いします。具体的な文案等は別途調整します。

(j) 研究内容・成果の積極的発信

「きぼう」利用の理解増進・普及のため、研究活動の内容や成果を国民・社会に対してわかりやすく説明するため、JAXAが行う理解増進活動への協力や研究内容・成果の積極的発信をお願いします。

6. 留意事項

(1) 計測データ等

軌道上で得られた計測データ及び計測条件、並びにご提出いただいたデータシートの内容等は、目的達成基準の判定、今後の宇宙実験に必要な基礎データとして利用させていただきます。

(2) 回収試料の情報の提供（試料回収がある場合）

宇宙実験で得られた試料について、構造等を調べる分析データを取得した場合には、結果をお知らせください。宇宙実験の効果を把握する基礎データとして利用させていただきます。

(3) その他

- ・ 試料の提出をお願いする際、必要な量と期日を合わせてお知らせしますので、守って頂くようお願いいたします。
- ・ 試料の性質によっては、浮遊や溶融、（過冷）凝固ができず、実験が行えない場合があります。ご了承ください。
- ・ 国際宇宙ステーション内の宇宙飛行士や他の装置等に影響を及ぼす材料については搭載できない場合があります。安全要求等の詳細は応募後提示します。

7. 応募方法等

7. 1 応募書類

応募に際して提出していただく書類は以下の2種類です。

- ・ 提案書
- ・ 申込データシート（試料1種類につき1シート提出）

応募に際しては複数の種類の試料を一度にご提案頂いても構いません。複数種類をご提案の場合は、試料毎にデータシートを記入してください。

ISSで実験を実施する国際手続き上、これらの情報については、米国航空宇宙局（NASA）及びロシアの宇宙機関へ開示します。また、適合性試験や安全性評価のためにJAXAから業務委託を受けた支援業者に限定的に開示します。予めご了承ください。

7. 2 応募締め切り

平成 30 年 3 月 30 日(金)

なお、選考は以下の予定です。

選考 : 4 月～6 月

選考結果通知 : 6 月頃

7. 3 審査

提案をもとに、JAXA 及び外部専門家からなる選考評価委員会にて、3 項の選考のポイントをもとに審査を行い、搭載候補を選定します。審査結果は、速やかに提案者に連絡します。

7. 4 応募先・問い合わせ窓口

応募書類の提出及びお問い合わせは、以下までメールにてお願いします。お問い合わせの際には、事前に募集要項をよくお読みになってからお願いします。回答までお時間がかかる場合もあります。ご了承ください。応募書類を提出後、受領の確認をメールで返信します。2, 3 日経過しても確認メールがお手元に届かない場合には、受領できていない場合がありますので、再度提出ください。

電子メール : Z-ELFAO@ml.jaxa.jp

JAXA きぼう利用センター ELF 募集担当 宛

7. 5 応募書類等の取り扱い

(1) 応募書類の取り扱い

選考の過程において、応募書類は審査以外の目的に使用せず、応募に関する秘密は厳守します。なお、提案書は返却いたしませんのでご了承ください。選考過程において、提案書は JAXA 内部の関係部署、外部専門家からなる選考評価委員会、JAXA の募集・選考作業の支援を行う業者等に開示されることがあります。

(2) 個人情報の取り扱い

個人情報については、静電浮遊炉利用提案選定及びその関連事項以外には使用せず、外部にも開示いたしません。

別紙 静電浮遊炉の概要

静電浮遊炉は、帯電させた試料をクーロン力で浮遊させ、レーザにより加熱することにより、無容器で加熱・冷却することができる材料実験装置です(図1)。無容器処理により、高温融体の熱物性計測や(過冷)凝固による新物質の探索が可能になります。浮遊炉には、他に電磁浮遊炉、超音波浮遊炉、ガス浮遊炉がありますが、静電浮遊炉には、次のような特徴があります。

- ・実験対象試料は、帯電する物質であれば金属でも絶縁体でも実験可能です。
- ・雰囲気は、真空でもガス雰囲気でも実験可能です。

本装置は、国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」内で多目的実験ラック Multi Purpose Small payload Rack (MPSR) に搭載します。微小重力環境下での静電浮遊炉による実験では、重力に拮抗する大きな電場が必要ないため、次のような利点があります。

- ・帯電量が少ない酸化物や地上での浮遊炉実験より重い試料の位置制御が可能となります。
- ・電極間の放電が発生しやすいガス雰囲気での位置制御が可能となりますので、真空での蒸発が問題となる合金系や酸化物の実験が可能となります。

静電浮遊炉は、MSPRのワークボリューム(WV)に搭載する本体、小規模実験エリア(SEA)に搭載するUVランプ部で構成されます。試料を詰めた試料ホルダを試料カートリッジに取付け、浮遊炉本体に挿入することにより、地上端末からのコマンド制御による実験が行えます。試料の熱物性として、密度の計測が可能であり、過冷凝固では、凝固現象観察と凝固試料を地上回収し調査することが可能です。

静電浮遊炉本体とその他構成品の外観を図2に示します。



図1 地上静電浮遊炉での浮遊と加熱

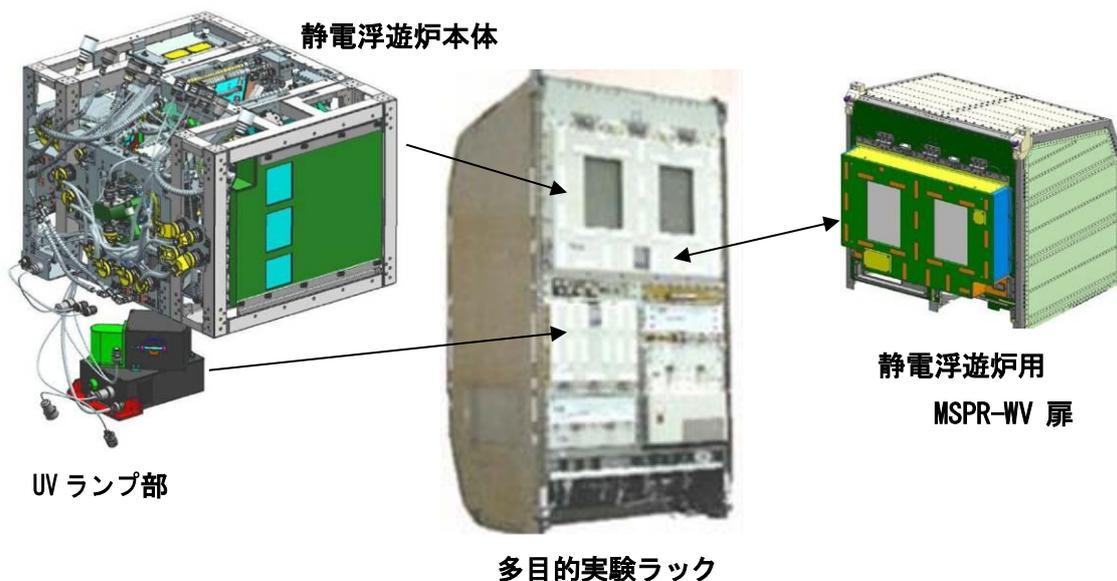


図 2 静電浮遊炉外観

②試料ホルダ

試料の輸送は、約 10cm×約 7cm×約 6cm 程度の試料ホルダに充填した状態で行います。試料ホルダには最大 15 個の試料を搭載できます。試料ホルダの交換や静電浮遊炉への設置は宇宙飛行士が実施します。試料ホルダの搭載イメージを図 3 に示します。

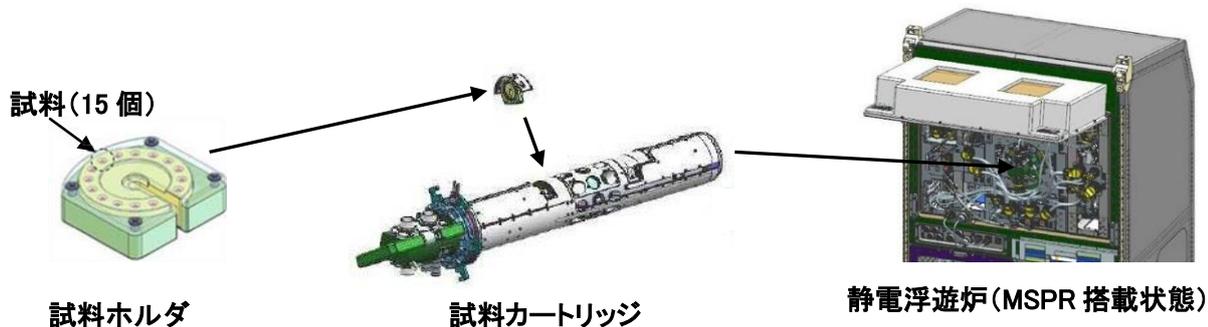


図 3 試料ホルダ搭載イメージ

○実験条件

現在以下の条件で宇宙実験が可能です。

- ・ 輸送温度：常温
- ・ 必要試料量：直径 1.5～2.1mm の球状試料×3 個（標準）
- ・ 熔融手法：加熱レーザ（半導体レーザ、波長 980nm）
- ・ 計測可能温度：300℃～3,000℃
- ・ 密度計測方法：UV 背景光を利用し、高温時に発光する試料外郭を、直径 2mm において 140 画素／半径以上で観察
- ・ 雰囲気：空気 2 気圧（酸素濃度 10%）、窒素 2 気圧、アルゴン 2 気圧、低真空