

「きぼう」での静電浮遊炉を利用した材料研究テーマ
募集

民間利用促進コース
(有償利用制度)

募集案内

2020年8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 本募集案内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	3
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	4
2.5 価格と支払条件	4
3. 選定後の作業と JAXA/応募者それぞれの作業範囲	5
3.1 選定後の作業	5
3.2 実験スケジュール	6
3.3 作業範囲	6
4. 宇宙実験にかかる契約	6
5. 留意事項	8
6. 応募方法等	8
6.1 応募書類	8
6.2 募集期間	9
6.3 審査	9
6.4 応募先・問い合わせ窓口	9
6.5 応募書類等の取り扱い	9
静電浮遊炉(Electrostatic Levitation Furnace: ELF)の概要	10

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、静電浮遊炉(ELF)を利用する搭載試料を募集しております。

「きぼう利用戦略」(第3版2020年3月)(<http://iss.jaxa.jp/kiboexp/strategy/>)において、「きぼう」での静電浮遊炉実験を、無容器処理技術を利用した材料研究への貢献として、物質・物理科学分野としては初めてとなる新規プラットフォーム「革新的材料研究支援プラットフォーム」として定義しました。「きぼう」での静電浮遊炉実験により、地上における科学的成果を飛躍的に向上させ更なる成果創出を目指します。

この度、民間企業等の課題解決、新たなビジネスの創出等にお役立ていただくため、得られた成果を占有できる有償利用による実験機会提供事業を実施します。

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、表面張力、粘性)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。

なお、有償の仕組みを試行していく中で、本募集案内も適宜見直し・修正していく予定ですので、予めご了承ください。

1. 2 本募集案内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、利用料金を負担することで科学的な意義・価値の選考過程を経ない実験の募集です。実験機会は年1回程度を予定しています。

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

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、静電浮遊炉では、融点が3,000°C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ます。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。

- 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、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。

「融点が高く熔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、電子媒体で応募者に引き渡します。

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)
- ・ 試料の液滴振動データ (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適格審査

ご提出いただいた書類をもとに適格性の審査を行います。審査の結果、契約締結をお断りすることがあります。

③契約の締結

有償利用制度契約書による受託契約を締結します。

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、応募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、応募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 から応募者に提供します。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 から応募者に引き渡します。

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。

また、装置の詳細については、以下の Web サイトを参照してください。

- 静電浮遊炉

<http://iss.jaxa.jp/kibouser/provide/elf/>

- きぼう船内実験室利用ハンドブック

http://iss.jaxa.jp/kibouser/library/item/pm_handbook.pdf

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、民間企業等の課題解決や新たなビジネス創出等に貢献することを目的に搭載試料を募集します。

2. 2 募集対象

特に制限はありません。

科学的な意義・価値の選考過程を経ずに静電浮遊炉を利用する提案を幅広く受け付けますので、少しでも興味のある方はぜひご応募ください。ただし、以下の基本的禁止事項を遵守していただく必要があります。

- ・ 公序良俗に反する利用
- ・ 宇宙基本法（平成 20 年 5 月 28 日法律第 43 号）第 2 条の宇宙の平和的利用に関する基本理念に反する利用
- ・ 政治又は宗教活動を目的とする利用又は内容である利用
- ・ 条約、法律、法律に基づく命令、条例、規則その他制限に違反する利用
- ・ 賭博・ギャンブル等射幸心を煽る又はそれらに類する利用
- ・ 商業活動において、消費者等に損害を与える恐れのある又は暴利をむさぼる恐れのある利用

「こういう実験はできるのかな？」など、ご提案・ご質問事項があれば 6.4 項問合せ窓口までお気軽にお問い合わせください。

2. 3 応募要件

(1) 応募資格

日本国の機関、法人、その他団体

※海外機関等の参加については、日本国の機関、法人、その他団体が JAXA と契約を締結する場合は受け付けます。

ただし、JAXA が次に掲げる条件に該当すると判断する者は、応募することができません。

- ①民事再生法及び会社更生法による再生・更生手続中の者。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整理手続開始の申立てがある者、その資産について仮差押え、保全差押え若しくは差押え

の申立て又は公租公課の滞納処分を受けている者、その他信用状態の著しい悪化を生じている者

②解散の決議、事業の廃止、事業の譲渡、事業の停止その他の事由により、本契約の履行が著しく困難になったと見込まれる者

③暴力団または暴力団関係者

次のいずれにかに該当する場合の個人又は法人をいう。

a. 暴力団員と認められる場合

b. 暴力団員が経営に実質的に関与していると認められる場合

c. 自己若しくは第三者の不正の利益を図る目的、又は第三者に損害を加える目的をもって、暴力団又は暴力団員を利用するなどしていると認められる場合

d. 暴力団員に対して、資金等を供給し、又は便宜を供与するなど直接的若しくは積極的に暴力団の維持及び運営に協力し、若しくは関与していると認められる場合

e. 暴力団員と社会的に非難されるべき関係を有していると認められる場合

f. 暴力団員であることを知りながら、これを不当に利用するなどしていると認められる場合

g. 上記 a～f のほか、警察当局からの指導又は見解などにより暴力団関係者と認められる場合

④入札参加資格(全省庁統一資格)を有する場合は、機構による競争参加資格の停止を受けている者

⑤海外機関等が参加する場合で、以下の条件に該当する者

a. 海外機関が、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

b. 安全保障貿易管理に関する法令等に基づき、JAXA の技術情報の提供ができない者

⑥その他、本契約を履行するために必要な技術的能力及び経済的能力を有しない者等、JAXA が不適切と判断する者

(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

申込の最小単位は試料 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。

2. 5 価格と支払条件

(1) 価格

本募集案内でご案内する静電浮遊炉利用実験の標準価格は以下のとおりです。

1 種類 (3 サンプル) 576,000 円

本価格は、3.3 項の JAXA の実施作業範囲を実施する価格です(※1)。この作業範囲を超える作業については、別途経費が必要となります。追加経費については、契約時にご照会ください。

- (※1) ただし、本実験事業の自立化に向けた顧客開拓の観点から、リソース料(クールタイム、打ち上げ、回収機会に要する費用)や一部作業人工費等を減免しています。今後の制度の見直し等により、価格が見直される可能性があります。

(2) 支払条件

全額前払いとなります。搭載試料の最終決定で搭載が不可能と判断された場合には、宇宙実験にかかる経費を返金します(適合性確認試験等に要した費用は返金されません)。また、宇宙実験において、宇宙実験データの取得が不能(※2)となった場合には、宇宙実験にかかる経費は、実施が完了したところまでの経費をいただき、残りは返金いたします。

- (※2) 装置不具合やISS都合等により実験が成立しなかった場合

3. 選定後の作業と JAXA/応募者それぞれの作業範囲

3. 1 選定後の作業

(1) 適合性確認・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、応募者には、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

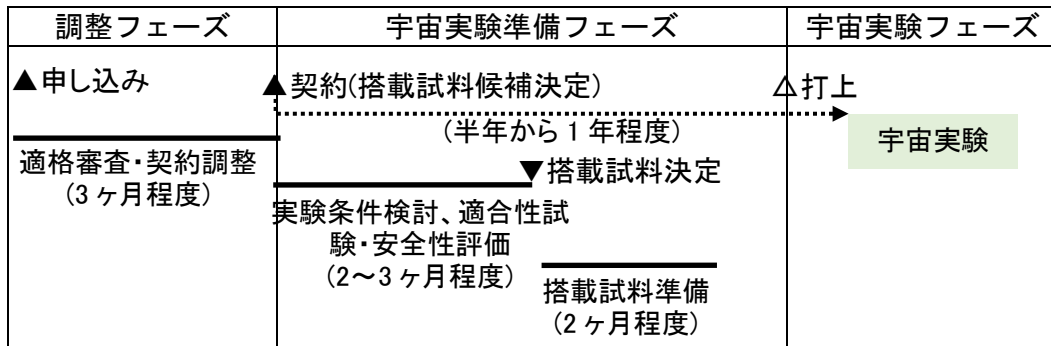
これらの適合性試験・安全性評価の結果を踏まえて、最終的な搭載判断を行います。ISSの安全基準に適合せず安全性上の問題があると判断された場合には、宇宙実験を行うことができません。

(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。

3. 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。
搭載試料候補の選定から宇宙実験実施までの期間は、半年から1年程度を想定しています。但し、打上スケジュール等、様々な状況により変更される可能性があります。



3. 3 作業範囲

応募者及び JAXA の作業分担は以下のとおりです。
応募者には、以下の作業を行っていただく必要があります。

応募者	JAXA
<ul style="list-style-type: none"> ・ 実験試料の準備・提供 (地上での適合性試験及び宇宙実験を実施するため) ・ 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の取得。 ・ 回収試料を用いた解析(試料回収がある場合) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 提供を受けた実験試料の加工 (地上での適合性試験及び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 ・ 宇宙実験準備 (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、装置への試料の設置など) ・ 宇宙実験の実施 (計測データの取得、地上への伝送及び応募者への提供) ・ 地上への実験試料の回収・回収試料の外観と員数確認、応募者への試料の引渡し(試料回収が必要な場合)

4. 宇宙実験にかかる契約

搭載候補となった場合には、JAXA は応募者との間で、「きぼう」での静電浮遊炉を利用した有償利用制度契約書を締結し、作業を進めます。応募者は契約書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。

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

応募者が宇宙実験により得た成果(計測データ*、熱物性データ、取得試料)は、応募者に帰属します。 *熱物性に関係のない装置稼働データは除く。

(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。必要に応じて、応募者所属機関とJAXAとの間で秘密保持契約を締結することが可能です。

(c) 技術情報の取り扱い等

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。
- ④延期や中止に伴う費用負担等についての詳細は契約書で定めます。

(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。

5. 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頂きます。これらの情報を応募者のご了承なく公開することはありません。

(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、可能な範囲で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保管させて頂きます。これらの情報を応募者のご了承なく公開することはありません。

(3) 公表情報

搭載試料として最終決定した場合には、原則、応募法人名/機関名、簡易な実験目的を、JAXAの公開ページ等にて公表させていただきます。公表前には、公表内容を事前に調整させていただきます。

(4) 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、浮遊や熔融、(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。

6. 応募方法等

応募様式及び記入要領は、以下からダウンロードください。

<https://iss.jaxa.jp/kibouser/subject/invitation/elf/68551.html>

6. 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。

- ・ 申込書
- ・ 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応募頂いても構いません。複数種類をご応募の場合は、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。必要に応じて、秘密保持契約を締結することが可能です。

6. 2 募集期間

常時受け付けています。

なお、打上機会に制約がありますので、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。

6. 3 審査

提出いただいた書類をもとに、JAXA きぼう民間有償利用審査委員会にて、「2.2 募集対象」「2.3 応募要件」に記載した内容に基づき審査を行い、搭載候補を選定します。

審査結果は、速やかに応募者に連絡します。

6. 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、事前に募集案内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-kibo-promotion@ml.jaxa.jp

JAXA きぼう利用センター 静電浮遊炉(ELF)募集担当 宛

6. 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、応募書類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、応募書類はJAXA内部の関係部署、外部専門家からなる委員会、JAXAの募集・選考作業の支援を行う業者等へ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、静電浮遊炉利用募集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。

静電浮遊炉 (Electrostatic Levitation Furnace: ELF) 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、レーザー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、ガス雰囲気で行う実験が可能です。

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 2号機(MSPR2) 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、MSPR2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、表面張力、粘性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

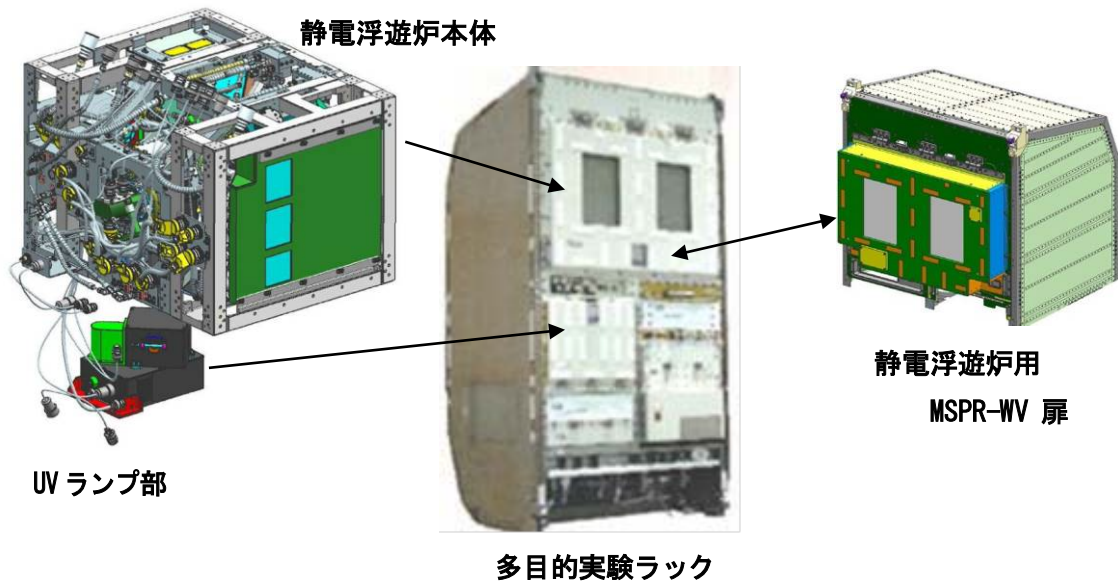


図2 静電浮遊炉外観

②試料ホルダ

試料の輸送は、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。

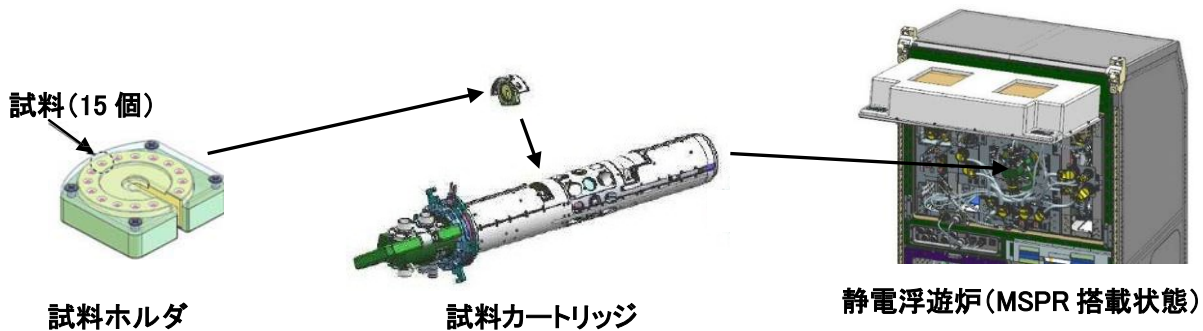


図3 試料ホルダ搭載イメージ

○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℃ (測定周期 100Hz)
- 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
- 表面張力・粘性計測方法： 熔融した試料に電圧パルスを与えて液滴を振動させる。液滴振動の共振周波数から表面張力を、減衰率から粘性を計算。(振動励起：1~600Hz)
- 雰囲気： 空気(酸素濃度 10%)：最大 2 気圧、窒素：最大 2 気圧、アルゴン：最大 2 気圧。