

2020年度
「きぼう」での静電浮遊炉を利用した材料研究テーマ
募集

基盤研究利用コース

募集案内

(注) 民間企業から応募される方、成果の占有を希望される方は、
「民間利用促進コース(有償利用制度)」で応募ください。

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 静電浮遊炉の特徴	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
2.1 募集の主旨・募集対象	3
2.2 応募要件	4
2.3 応募試料数	4
3. 選考のポイント	4
4. 選定後の作業と作業分担	5
4.1 選定後の作業	5
4.2 実験スケジュール	6
4.3 作業分担	7
4.4 経費負担	7
5. 宇宙実験にかかる契約	7
6. 留意事項	8
7. 応募方法等	8
7.1 応募書類	8
7.2 募集締め切り・応募先	8
7.3 審査	9
7.4 問い合わせ窓口	9
7.5 応募時の注意事項	9
7.6 応募書類等の取り扱い	10
静電浮遊炉(Electrostatic Levitation Furnace: ELF)の概要	11

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、国際宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟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。

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。

1. 2 本募集案内で提供する実験機会の範囲

「きぼう」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。

民間企業から応募される方や得られた成果の占有を希望される場合は、「民間利用促進コース(有償利用制度)」(1種類・約58万円)をご覧ください。

1. 3 静電浮遊炉の特徴

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℃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。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、鋳造・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
- 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の創出

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

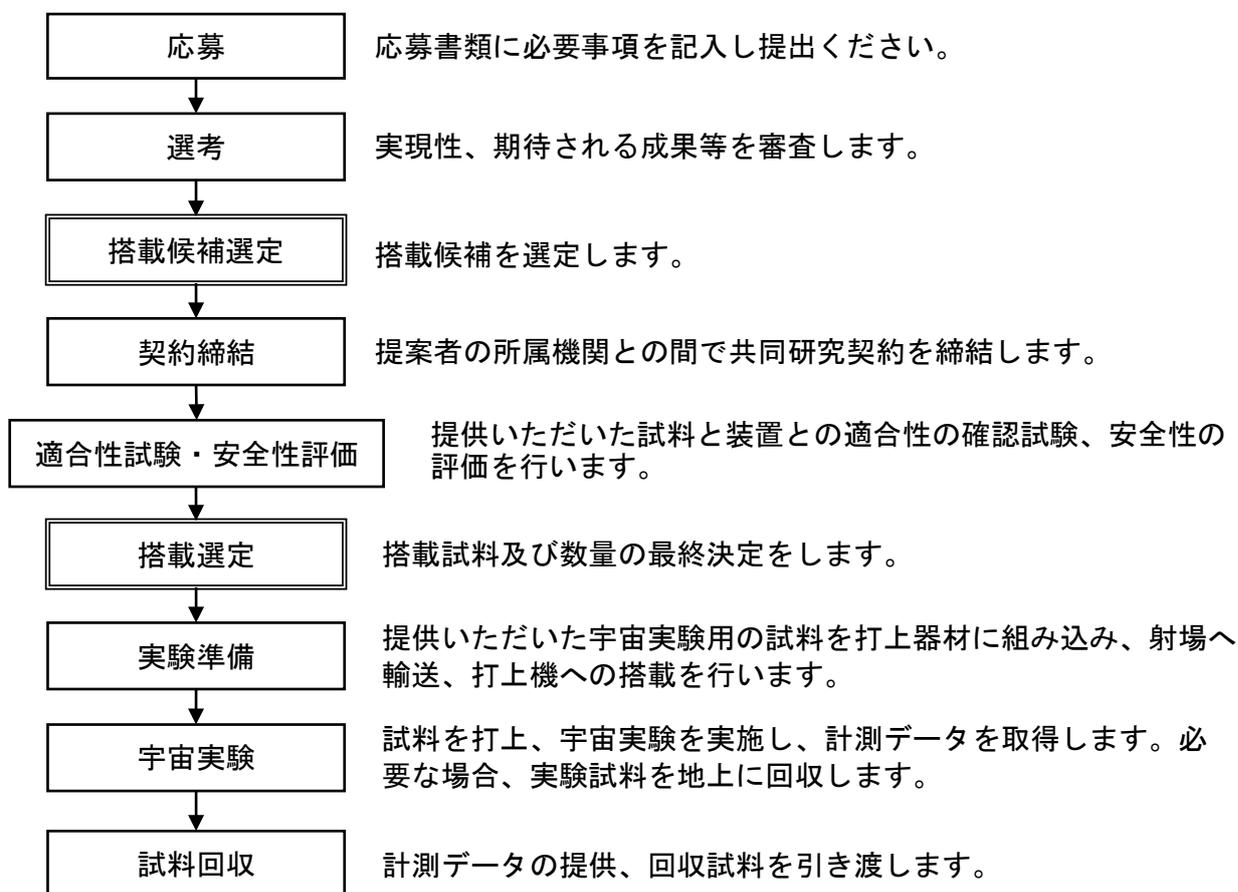
以下の計測データを電子媒体で提案者に提供します。

- ・ 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回収試料 (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、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提案者に引き渡します。

1.5 全体の流れ



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

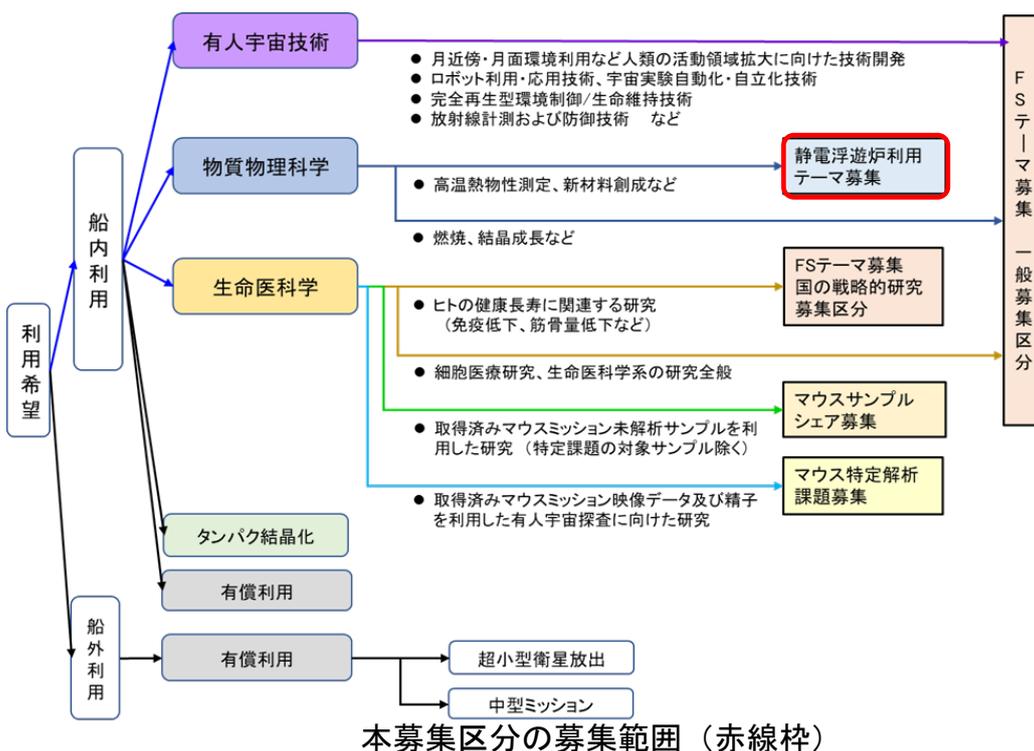
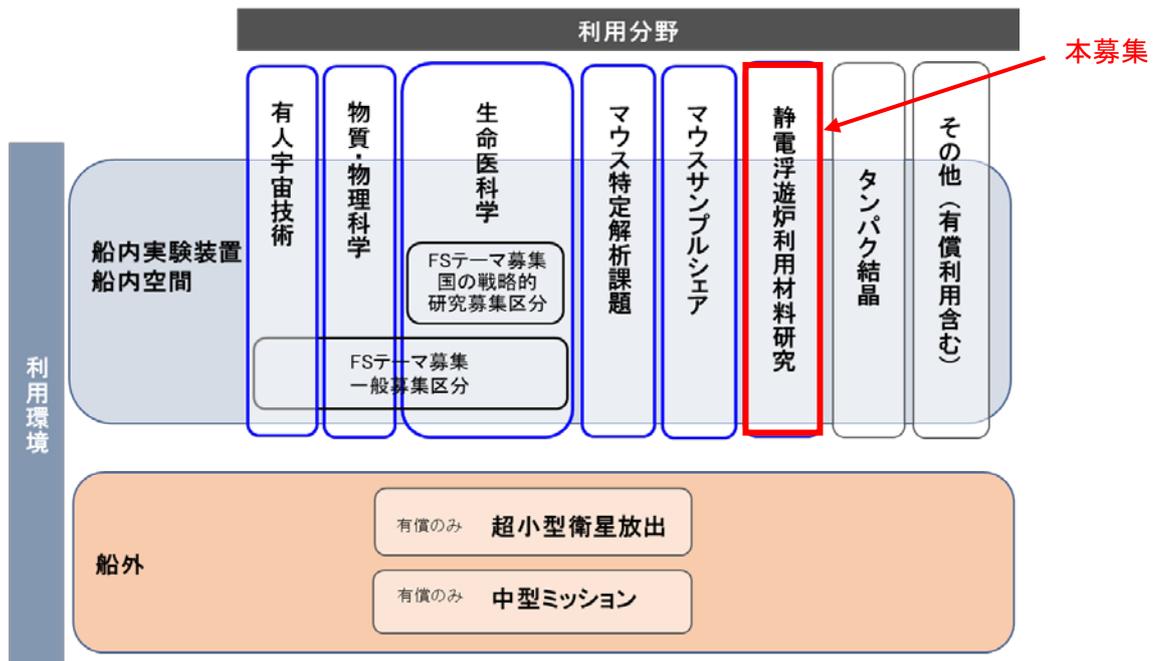
2. 募集の内容

2.1 募集の主旨・募集対象

1.3項の特徴を生かし、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(密度、表面張力、粘性)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。

ご提案・ご質問があれば7.4項の問合せ窓口まで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58万円)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できる「民間利用促進コース(有償利用制度)」もあります。



2.2 応募要件

(1) 応募資格

- 研究代表者は、日本国内の大学又は公的研究機関に所属し、日本国内で研究活動に従事している日本国籍の者かつ海外論文発表時に責任著者相当となる者に限ります。また、選定後に研究代表者が国外在住となる場合は研究代表者を変更することが必要です。
- 研究分担者の国籍は問いません。国外在住の研究者を研究分担者に加えることができます。ただし、研究代表者が応募する研究テーマを実現する上で必要不可欠な場合であって、当該研究者でなければ研究の実施が困難な場合に限りません。
- 単に指導助言を行うなど実質的な責任を行わない研究者、大学院の学生、学部学生及び研究生等は、研究代表者（応募者）あるいは研究分担者にはなれません。
- JAXA 所属者が研究代表者あるいは研究分担者となることも可能です。
- 提案者及び所属機関は、共同研究契約書に定める契約条件に同意の上、応募書類を提出してください。

(注) 民間企業から応募される方、成果の占有を希望される方は「民間利用促進コース（有償利用制度）」で応募ください。

(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できること。

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。

2.3 応募試料数

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が、1 提案につき 5 種類（合計 15 個）を上限とします。

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
①研究の重要性・優位性	• 学術的・社会的・産業的に意義があるか（いずれかでも可）。

	<ul style="list-style-type: none"> 類似又は競合する研究・技術に対して優位性があり、当該分野の発展や他分野への波及に寄与するか。
②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。
③宇宙実験の必然性	<ul style="list-style-type: none"> 地上では実現が不可能であるか。
④研究の妥当性・実現性	<ul style="list-style-type: none"> 最終目標とそこに至るまでの工程の設定は妥当か。 現状を踏まえ、課題が具体的に抽出されているか。 課題解決につながる研究方法であるか。 課題の解決・試料の安定供給のために、人員・設備等が適切に配置されているか。
⑤技術的実現性	<ul style="list-style-type: none"> 静電浮遊炉との適合性やISSの安全性上の課題がないか。
⑥過去採択テーマとの関連性 (対象提案のみ、加減点で評価)	<ul style="list-style-type: none"> 過去採択テーマの実験から、成果創出に至る見通し・ビジョンを含めた一連の研究計画全体の中で、提案テーマの位置づけが明確となっているか。 過去採択テーマの例数を増やすための提案でなく、過去のテーマの成果に基づく発展性のある提案となっているか。

なお、審査の結果、評価点が同じ場合には、若手研究者(※)を優先します。

(※) 研究開始時(2021/4/1 予定)に博士の学位取得後8年未満の研究者。

なお、博士の学位を取得見込みの者及び博士の学位を取得後に取得した産前・産後の休暇、育児休業の期間を除くと博士の学位取得後8年未満となる者を含む。

4. 選定後の作業と作業分担

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が以下の適合性試験及び試料の安全性評価を行いますので、試験のための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の確認(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

なお、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)及び輸出審査に必要な該非判定書を提出いただくことになります。

(2) 搭載試料の最終決定

(1)の結果を踏まえて、JAXA及び外部委員で構成される選考評価委員会にてフェーズ移行審査を実施し、最終的な搭載判断を行います。

(1) 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、搭載は不可となり宇宙実験を行うことはできません。

(3) 宇宙実験準備

(2) において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、提案者と JAXA との間で調整のうえ決定します。

搭載試料候補選定から宇宙実験実施までの期間は、最短で 1 年程度を想定しています。但し、様々な状況により変更される可能性があります。

搭載候補選定	2021 年 1 月(予定)
実験条件検討	2021 年 2 月～3 月(予定)
適合性確認・安全性評価	2021 年 4 月～5 月(予定)
搭載試料の最終決定 (フェーズ移行審査)	2021 年 6 月頃(予定)
搭載試料準備	2021 年 7 月～8 月(予定)
打上	2021 年 12 月頃(予定)～
宇宙実験	2022 年度以降 (予定)
成果の一次報告(速報)	取得データ及び試料引渡から 2 ヶ月以内
成果の最終報告及び成果の公表 (論文発表等)	取得データ及び試料引渡から 1 年以内

4. 3 作業分担

提案者及び JAXA の作業分担は以下のとおりです。
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。

提案者	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。) ・ 打上げ前作業における進捗の報告 ・ 提供する計測データより熱物性データ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(試料回収がある場合) ・ 実験・解析の進捗報告(年1回) ・ 成果の報告(データまたは試料回収毎の速報、最終報告) ・ 成果の取りまとめ(論文発表等) 	<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、打上など) ・ 宇宙実験の実施 (計測データの取得及び提案者への提供) ・ 地上への実験試料の回収・提案者への引渡し(試料回収が必要な場合)

4. 4 経費負担

JAXA と研究代表者(研究分担者を含む)は、4.3 項の作業分担に基づき、それぞれ必要な経費を負担します。

JAXA からの依頼に伴う作業に係る旅費、宇宙実験に係る消耗品等の支援のみ、最大 100 万円/テーマの範囲で、JAXA が経費を負担する場合があります。

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 は研究代表者の所属機関との間で、「きぼう」での静電浮遊炉を利用した材料研究共同研究契約を締結し、作業を進めます。契約内容の詳細は、共同研究契約書をご確認ください。提案者及び所属機関は、共同研究契約書に定める契約条件に同意の上、応募書類を提出してください。受領した提案書に対し JAXA からの選定結果通知書(採択)の発送後、契約締結の手続きを行います。

ただし、JAXAの技術開発につながる提案の場合等については提案者と個別に調整させていただきます。

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。
- ・ 「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いたします。

7. 応募方法等

応募様式は、以下からダウンロードください。

<https://iss.jaxa.jp/kibouser/subject/invitation/elf/71585.html>

7. 1 応募書類

提出いただく書類は以下の2種類となります。また、電子データ(PDF)にて、別々のファイルとして保存し、提出ください。

- ・ 提案書
- ・ データシート(試料1種類につき1シートを作成し、全ての種類シートを1つのファイルとして提出。)

7. 2 募集締め切り・応募先

以下の期日までに応募受付フォーム(電子申請)を介して応募書類を提出してください。提出後の提案書及びデータシートの変更はできませんのでご注意ください。

2020年9月30日(水) 正午(日本時間)

応募受付フォームは以下からご確認ください。

<https://iss.jaxa.jp/kibouser/subject/invitation/elf/71585.html>

応募受付フォームで必要書類提出後、24時間以内に受信確認のメールが届かない場合には、10月1日(木)正午までに、7.4項の問合せ窓口までメールで問い合わせください。

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、速やかに研究代表者に連絡します。選定結果通知(採択、不採択)は、2021年1月頃を予定しています。

7.4 問い合わせ窓口

お問い合わせは、以下まで電子メールにてお願いします。お問合せメールの件名に「ELF利用テーマ募集」と記載してください。

なお、ご質問いただいた事項にかかる返答に関しては、公平性を保つため質問、返答ともに個人が特定されない形および提案内容が開示されない形で、JAXAのHP上で公開となる可能性があります。技術的なご質問は、応募締め切りの2週間前(9月16日)までにお願いします。それ以降のご質問につきましては、募集期間内にお答えできない可能性がありますのでご注意ください。

また、選定前のテーマに関するお問い合わせや選考状況に関するお問い合わせ等には一切お答えできませんのでご了承ください。

(一財)日本宇宙フォーラム(JSF)宇宙利用事業部
静電浮遊炉(ELF)利用材料研究テーマ募集係
e-mail: kiboexp[atmark]jsforum.or.jp

7.5 応募時の注意事項

- 提案書及びデータシートは合計 10MB以下にしてください。
- 選考の帳票を作成するために提案書の一部を別のファイルにコピー&ペーストしますので、提案書のPDFファイルにはロック等はかけずに提出ください。
- 字数制限があるものがありますので、ご注意ください。
- 提案書は日本語でご記入ください。
- 選考作業を進めるに際し、応募内容の確認等のために研究代表者に直接問い合わせをする場合があります。このため、JAXA等からの連絡に適切かつ確実に対応いただけますようお願いいたします。適切な対応がなされない場合や一定期間連絡(1週間程度)が取れない場合には、審査対象から除外する場合があります。

7.6 応募書類等の取り扱い

(1) 応募書類の取り扱い

応募書類は選考審査及び宇宙実験準備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、審査及び宇宙実験準備の過程で、以下の範囲で情報の開示をします。

- ①選考審査： 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
- ②宇宙実験準備： 米国航空宇宙局 (NASA) 及びロシアの宇宙機関 (ISS で実験を実施する国際手続き上)、JAXA から業務委託を受けた支援業者 (適合性試験及び安全評価のため)

(2) 個人情報の取り扱い

今回の応募で得た氏名、勤務先等の個人情報については、本募集・選定にかかる業務のほか、JAXA による各種募集、関連学会・シンポジウム等に関する情報をダイレクトメールおよび電子メール等でお知らせするために利用します。ダイレクトメール等をお届けするために、JAXA が機密保持契約の締結等を行った業務委託団体に個人情報を提供する場合を除いて第三者への個人情報の提供は一切致しません。

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 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

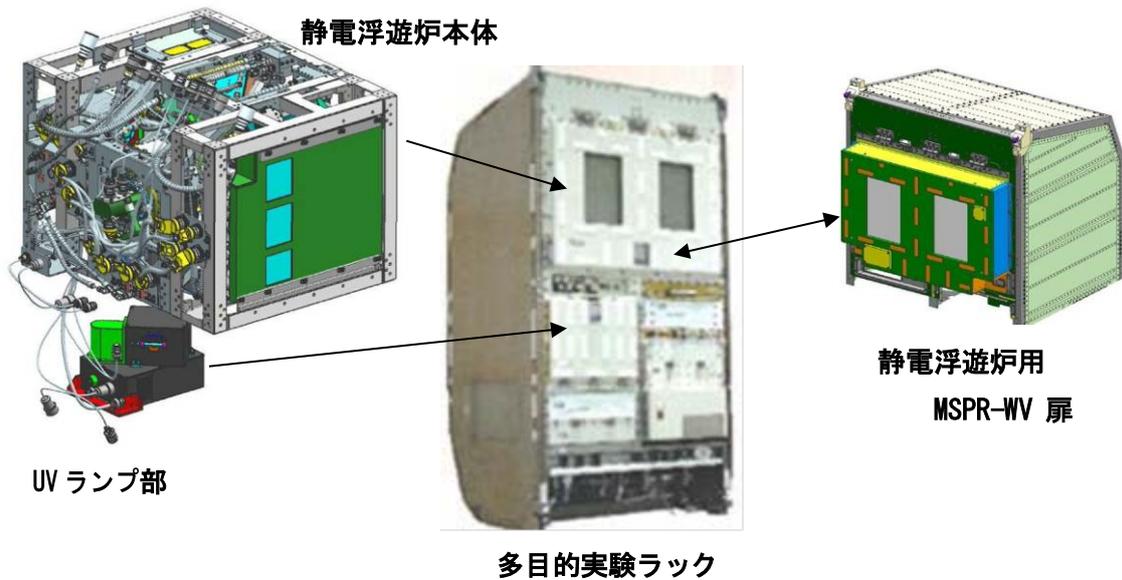


図 2 静電浮遊炉外観

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。

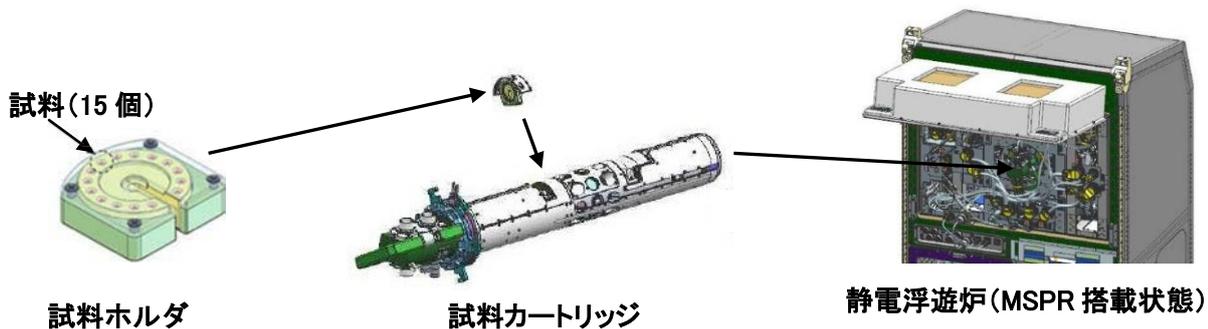


図 3 試料ホルダ搭載イメージ

○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)
- 溶融手法： 加熱レーザー (半導体レーザー、波長 980nm)
- 計測可能温度： 300°C~3,000°C (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： 溶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。