

公募公告

令和 7 年 10 月 9 日

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

イノベーション戦略部長 松藤 成弘

(住所) 千葉県千葉市稲毛区穴川四丁目 9 番 1 号

下記のとおり公募します。

1. 公募に付する事項

(1) 件 名

ITER 負イオン加速器開発のための電極熱負荷の起源解明に向けた実験的研究

(2) 内 容

別添実施計画書のとおり

(3) 履行期限

令和 8 年 2 月 27 日

2. 公募に参加する者に必要な資格に関する事項

(1) 公募参加資格

国もしくは機構の競争参加資格を有すると認められた者とする。なお、機構の競争参加資格の認定を受けていない者であっても、参加意思確認書を提出することができるが、その者が応募要件を満たすと認められ、競争的契約手続きに移行した場合に技術提案書等を提出するためには、技術提案書等の提出時まで、当該資格の認定を受ける必要がある。

(2) 公募に参加できない者

競争に係る契約を締結する能力を有しない者及び破産者で復権を得ない者。資格審査申請書及びその添付書類に故意に虚偽の事実を記載した者等。

3. 応募要件

- (1) 280 Am^{-2} の負イオンビームを引き出すことが可能な負イオン源とそれに必要な電源設備を有し、プラズマパラメータ、加速電極熱負荷、ビーム電流、ビーム分布、及びビームエミッタンスを測定できる試験設備を有すること。
- (2) 負イオン源並びに負イオンビーム、プラズマの生成と測定に関する専門的な知識を有すること。
- (3) 大型の核融合プラズマ実験装置に設置した中性粒子入射用大型負イオン源の運転・実験経験を有すること。

4. 応募要件等を満たす意思表示

本公募に参加を希望する者は、3項に示す応募要件を満たすことを証明する資料を参加意思確認書に添付の上、以下の期限までに「6. 連絡先」まで、持参又は郵送（書類書留郵便等の配達記録が残るものに限る）により、提出すること。

上述の資料の様式は自由とするが、応募者の組織として意思決定が確認できる書類とする。

応募要件を満たす者があった場合には、機構は、応募要件の遂行能力を確認し、確認結果を書面にて通知する。

期限：令和7年10月24日（金）必着（郵送による場合も同様とする）

5. 備考

- (4) 応募がなかった場合には、特定の者と随意契約を行う。
- (5) 応募があった場合で、かつ確認の結果合格者があった場合には、企画競争により決定することとなる。その場合には別途公告する。
- (6) 手続きにおいて使用する言語及び通貨は、日本語及び日本国通貨に限る。

6. 連絡先

〒263-8555 千葉県千葉市稲毛区穴川四丁目9番1号

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構

イノベーション戦略部研究協力推進課 山下 槇子

TEL：043-206-3023 FAX：043-206-4061

E-Mail：innov-prom1@qst.go.jp

実施計画書

1. 委託研究題目

「ITER 負イオン加速器開発のための電極熱負荷の起源解明に向けた実験的研究」

2. 委託研究の目的

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（以下「QST」という。）は、ITER 中性粒子入射加熱装置（NBI）用 1 MeV 負イオン加速器の調達を担当する。ITER NBI 用 1 MeV 負イオン加速器では、1 MeV/40 A の高エネルギー負イオンビームを 3600 秒間にわたり安定に加速する必要がある。この加速器の実現に向けて QST では MeV 級イオン源試験装置（以下、MTF）において、ITER NBI 用 1 MeV 加速器と同じ構造の加速器を用いて高エネルギー負イオンビームの長時間加速のための技術開発を進めている。

ITER 負イオン加速器は多孔 5 段静電加速器であり、負イオンビームに含まれる一部の発散角の大きな成分が加速途中に各段の加速電極に衝突して大きな熱負荷を与え、これに起因して電極間の絶縁破壊が誘発されて負イオンビームの安定な加速が阻害される。

本件では、1 MeV の高エネルギー負イオンビームの長時間加速技術を開発するために、電極熱負荷の起源解明に向けた実験的研究を実施する。特に、負イオンが主に生成されるプラズマ電極の引出孔の形状と負イオンビームの空間分布及び位相空間構造の相関を詳細に計測する。本委託研究で得られた成果は、ITER 負イオン加速器の研究開発並びに調達技術仕様の確定に活用され、円滑な調達活動に資する。

3. 委託研究の範囲

- (1) 負イオンビームに含まれる発散成分の空間分布及び位相空間構造の測定
- (2) 報告書の作成

4. 委託研究の内容

本件に係る負イオンビーム加速・測定試験は、別紙 1 に示す「研究計画書」を QST に提出し、QST の同意が得られてから実施すること。

- (1) プラズマ電極の引出孔の形状と負イオンビームの空間分布及び位相空間構造

の相関測定

プラズマ加熱用負イオン源では、セシウム（以下「Cs」という）を堆積させて低仕事関数化したプラズマ電極（以下「PG」という）表面上で主に負イオンが生成される。本項では図 1 に示すように PG に開けられた引出孔の形状を変えて負イオンビームを生成・加速し、その空間分布と位相空間構造を詳細に測定すること。なお、引出孔の詳細な形状については QST 担当者と打ち合わせの上、決定すること。

表 1 にまとめた点に留意して試験計画を策定すること。

表 1. 検討項目、試験体系及び試験条件等

形状の異なる PG 孔からの同時ビーム引出	同一のプラズマ・Cs 条件下で生成した負イオンビームの空間分布と位相空間構造を比較するために、図 1 に示した形状の異なる引出孔を同じ一枚の PG に開けてビーム引出を行うこと。なお、引出孔の配置については、負イオン密度の空間的な均一性、ビームレット同士の空間電荷反発の影響、及びビーム計測器でのビームレットの重なりを考慮して検討すること。
加速器構造	電極での損失を低減して発散成分を測定し易くするために、接地電極は横方向に電極孔を広げたスロット型電極とし、単段の静電加速器を用いて負イオンビームを加速すること。
プラズマパラメータの測定	PG 近傍の負イオン密度、電子密度、電子温度を測定すること。また、PG 近傍の水素のバルマー系列及び Cs 原子の発光スペクトルを測定すること。
ビームパラメータの測定	ビーム電流量、電極熱負荷、ビームレットの空間分布及び位相空間構造を測定すること。なお、ビーム電流量はビームレット全体の電流量のみならず、各ビームレット単体でも測定すること。
プラズマ放電条件	プラズマ放電電力を 20 kW～60 kW、放電容器内のガス圧力を 0.3 Pa～0.5 Pa の範囲で変化させて負イオンビーム生成・測定を実施すること。

ビーム引出・加速条件	各プラズマ放電条件において引出電圧スキャン及び加速電圧スキャンを実施すること。なお、引出電圧スキャンの際は加速電圧/引出電圧比が一定になるように加速電圧を調整すること。
Cs 効果の最適化	十分に Cs 効果が発現した状態でビームを引き出すために、負イオン密度が最大となる PG 温度の条件を探索すること。

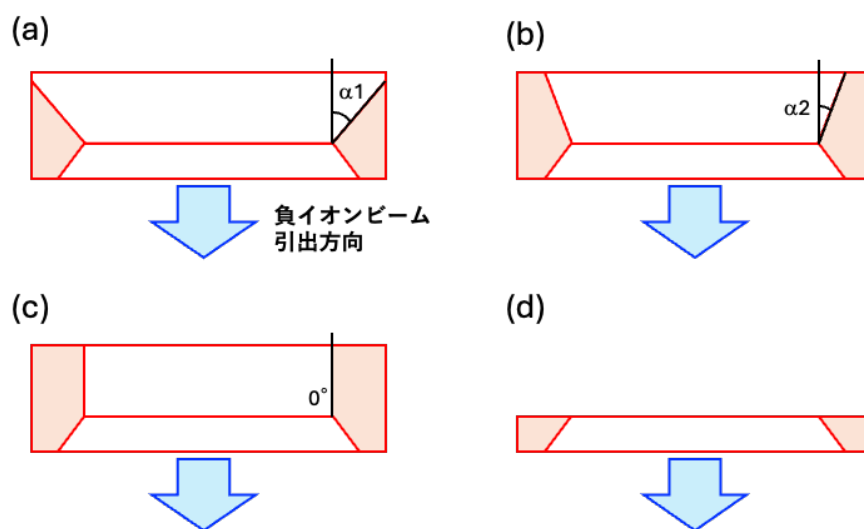


図 1 : PG 引出孔 (参考図)

(2) 報告書の作成

表 2 に示す項目について報告書にまとめること。

表 2. 報告書にまとめる項目

試験体系図	試験に使用した負イオン源、プラズマ計測器、ビーム計測器、プラズマ放電電源、及び引出・加速電源を含む試験体系がわかる図面を添付すること。
試験条件	プラズマ放電条件及びビーム引出・加速条件について記載すること。
PG 温度と負イオン密度の関係	PG 温度に対する負イオン密度の依存性を示すグラフを添付し、最適な PG 温度について言及すること。
PG 引出孔形状とビー	最適な PG 温度におけるプラズマ放電電力とビーム電

ム電流量の関係	流量の関係を示すグラフを PG の各引出孔形状に対して作成して添付すること。
ビームレットの空間分布	各試験条件におけるビームレットの空間分布を PG の引出孔形状毎に並べて比較すること。空間分布中央の発散の小さい成分と裾に広がる発散の大きな成分のそれぞれにガウスフィッティングを行い、それらの幅から発散角を評価すること。また、各ビームレットに含まれる発散成分の割合を空間分布の面積から評価すること。発散成分の発散角及び割合と電極熱負荷との関係を示すグラフを添付すること。
ビームレットの位相空間構造	各試験条件におけるビームレットの位相空間構造を PG の引出孔形状毎に並べて比較すること。引出形状に対応して発散成分の位相空間構造がどのように変化していくか言及すること。また、その変化と電極熱負荷との関係について考察すること。

5. 実施場所

受託者側実験施設

6. 研究期間

契約締結日 ～ 令和 8 年 2 月 27 日

7. 受託者側実施責任者

契約締結時に決定する。

8. 委託者側実施責任者

QST 那珂フュージョン科学技術研究所 ITER プロジェクト部

NB 加熱開発グループ 木崎雅志

9. 実施工程案

項 目	年 度			
	令和 7 年度			
	12	1	2	3

① 試験内容の検討				
② PG の製作				
③ 負イオンビーム加速・測定試験				
④ 報告書の作成				

10. 貸与品

なし

11. グリーン購入法の推進

- (1) 本契約においてグリーン購入法に適用する環境物品が発生する場合はそれを採用することとする。
- (2) 本仕様に定める提出図書（納入印刷物）においては、グリーン購入法に該当するため、その基準を満たしたものであること。

12. 特記事項

検討及び実施に際して疑義が生じた場合は、速やかに委託者側実施責任者と協議し、合意事項に委託者側実施責任者の決定に従うこと。

13. 添付書類

表 3 に定める図書を提出すること。

表 3 提出図書一覧

図書名	提出時期	提出先	部数	備考
研究計画書	契約締結後 速やかに	NB 加熱開発グループ	1 部	
実施工程表	契約締結後 速やかに	NB 加熱開発グループ	1 部	
最終報告書	研究期間終了時	イノベーションセンター 研究推進課	2 部	原紙 1 部 コピー 1 部

最 終 報 告 書 の 電 子 デ ー タ	研 究 期 間 終 了 時	NB 加 熱 開 発 グ ル ー プ	1 式	電 子 メ ー ル 等 に よ り 提 出。 試 験 に 使 用 し た 電 極 等 の 設 計 図 (AurCAD 互 換 形 式) も 最 終 報 告 書 に 含 め る こ と
--------------------------	------------------	-----------------------	-----	--