

パルスレーザー高速試料加工・前処理装 置の調達

仕 様 書

第1章 一般事項

1. 1 件名

パルスレーザー高速試料加工・前処理装置の調達

1. 2 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。）が、フュージョンエネルギーの早期実現と産業化に向け、核融合工学に関わる様々な技術の研究開発を進めている。技術課題の解決にむけて、光学顕微鏡、走査型電子顕微鏡（SEM）及び過型電子顕微鏡（TEM）、さらに集束イオンビーム（FIB）、X線顕微鏡（XRM）、アトムプローブ電界イオン顕微鏡（APT）等と、様々な微細構造解析装置を用いて様々なスケールで試験体を評価する必要がある。

本件は、試験体を解析するための事前試料加工・前処理用として非加熱で水が不要な環境で超短パルスフェムト秒レーザーアブレーションによる切断加工が可能な加工装置を購入するための調達を目的とする。

1. 3 適応範囲

本仕様書は、パルスレーザー高速試料加工・前処理装置の購入及び据付調整に適用する。本章では、その購入及び据付調整に関する一般事項について示し、詳細については第2章以降に示す。

1. 4 納期

令和9年3月19日（金）

1. 5 納入場所及び納入条件

(1) 納入場所

青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字表館2番地166

QST 六ヶ所フュージョンエネルギー研究所

原型炉R&D棟 コールド実験室 指定場所

(2) 納入条件

据付調整後渡しとする。

1. 6 工程管理

契約締結から本件試験機の納入に至るまで、十分な工程管理を行うこと。

1. 7 購入品内訳

本仕様書に基づき、下記装置の調達を実施すること。

- ・パルスレーザー高速試料加工・前処理装置（付属品含む）

3D-Micromac 社製 microPREP L システム（相当品可）・・・1 式

表 1. 1 調達物品一覧

品名／内訳	数量
1. パルスレーザー高速試料加工・前処理装置	1 式
2. 超短パルスフェムト秒レーザー光源ユニット	1 式
3. CO ₂ スノージェット	1 式
3. 試料室フル真空チャンバー機構	1 式
4. オプション ソフトウェア	1 式
5. エアーコンプレッサー	1 台

1. 8 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（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、OA 機器等）の採用が可能な場合は、これを採用するものとする。
- (2) 本仕様に定める提出図書（納入印刷物）については、原則としてグリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

1. 9 協議及び遵守事項

- (1) 本仕様書に記載した事項及び記載無き事項に対して疑義や不測の事態が生じた場合、QST と協議して、その措置を定めた議事録を記載する。また、受注者は、その決定に従うものとする。
- (2) 据付調整作業に際し、綿密な計画による工程を組み、労務安全対策等の諸般の準備を行い、作業の安全、かつ、迅速な進捗を図ること。また、作業進行上、既設物の保護に留意し、そのために必要な処置を講ずると共に、災害や盗難その他の事故防止に努めること。また、当業務は特殊性に富んでいることを十分に認識し、構内の作業でトラブル（人身事故、火災等）を発生させた場合、たとえそれが些細なものであっても外部に与える影響は甚大なものであり、国民の信頼を損ねることがないように、安全衛生管理には特に注意を払うこと。なお、受注者側の過失による人災等の補償は、受注者側で全責任を負うこととし、QST は一切の責任を負わない。

1. 1 0 検査条件

第2項に定めた図書の完納、第3章で定めた装置の指定場所への納入、第4章で定めた据付調整の完了、第5章で定めた動作確認・検査結果の合格をもって検査合格とする。

1. 1 1 機密保持

受注者は、QSTより開示もしくは、貸与された図面、文書及び本契約の実施により得られる情報の全てを機密扱いとし、その保持に努めるとともに、本契約の実施以外の目的にこれらを使用しないこととする。

1. 1 2 その他

- (1) 本仕様書に定められた据付調整・検査について責任を持って実施すること。
- (2) 本仕様書に定められた書類、図面、資料等は、必要に応じて QST に提出し、承認を得ること。

第2章 一般仕様

2. 1 概要

本章では、パルスレーザー高速試料加工・前処理装置の調達に関する一般仕様を記す。

2. 2 適応条件

2. 2. 1 周囲環境条件（屋内の空調利用時）

温度 : 18～24℃

推奨温度 : 21℃

相対湿度 : 40－60 %

露点 : 17℃未満

2. 2. 2 電源条件

電源 : 100V または 200V 単相

周波数 : 50/60 Hz

消費電力 : 1.0 kW

(排出ユニットは別電源 1.1kW)

コンセント : アース付き 3 ピンコネクター x 3 個

エアーコンプレッサー電源 : 200V 三相

2. 2. 3 その他

スノージェット用ガス

ガスボンベ : 液体 CO₂

グレード : 99.7 % 以上 (推奨 99.9%)

2. 2. 4 適用法令、規格基準等

受注者は、下記の基準等を準拠（または準用）すること。

- ① 労働安全衛生法
- ② 日本産業規格（JIS）もしくは同等の世界基準規格
- ③ 日本電機工業会規格（JEM）もしくは同等の世界標準規格
- ④ 量子科学技術研究開発機構所内規定
- ⑤ 電気設備技術基準

なお、本仕様書に記載されていない規格基準等については、必要に応じて協議し、決定事項に従うこと。

2. 3 現地作業

- (1) 現地作業に関する詳細な工程は2週間前までに QST と協議して決定し、据付作業要領書として提出し、それに従い工程管理を行うこと。
同要領書には作業員名簿と作業に関わる有資格者一覧を含むこと。
- (2) 据付調整等の作業については本仕様書に記載の事項を遵守し、QST の指示に従い行うこと。
- (3) 現地作業に関しては必要な資格・経験・知識等を有する者を担当者として選任すること。
電気配線接続作業は必ず第一種電気工事士の有資格者が実施のこと。
- (4) 現地作業の期間中においては、現場責任者を常駐させ、QST との連絡を密にし、本装置の据付調整に遺漏のないよう工程の管理・調整・試験・検査等に万全を期すこと。
- (5) 現地作業に際しては安全関係法令及び QST 内諸規定を遵守し、安全について細心の注意を払うこと。また、万一火災・事故が起きた場合は、火災・事故の発生を速やかに QST へ報告するとともに迅速に原因の究明、対策を講じて最善の処置を施すこと。
- (6) 受注者側の責により、機器類を輸送すること。なお、機器の輸送において、清浄度の低下、破損、その他の支障をきたさないよう十分配慮すること。また、輸送時に生じた事故については、受注者側で全責任を負うこと。
- (7) 据付作業等で既設物品等の一時移動等を行った場合、完全な現状復帰を行うこと。
- (8) 本件の作業が、既存の建屋の一部改造を伴う場合、前もって改造の詳細な情報を QST に提出し、協議を行い、了承を得ること。
- (9) 本件の作業の際は、既設構造物、地下埋設物等を毀損しないよう十分注意するとともに、万一毀損した場合は、QST の指示に従って、同一材料にて速やかに復旧すること。
- (10) 据付作業が終了した場合は速やかに後片付け、清掃を行うこと。

2. 4 動作確認検査

対象機器の性能及び信頼性を確認するために必要なすべての動作確認検査を実施することとし、完成図書提出時に検査成績書を提出すること。

2. 5 提出図書

表2. 1に示す書類を提出すること。

なお、受注者から提出される各種提出図書については、英文による提出も認める。
ただし、QST が翻訳を指示した場合は、その指示に従い対応すること。

表 2.1 提出図書一覧

項目	部数	提出時期	確認
① 作業工程表	1	契約後速やかに	要
② 確認仕様書	1	契約後速やかに	要
③ 連絡体制表及び従業員就業届	1	据付開始前2週間	要
④ 安全衛生チェックリスト及びリスクアセスメント	1	据付開始前2週間	要
⑤ 検査成績書	1	納入時	
⑥ 取り扱いマニュアル	1	納入時	
⑦ 打合せ議事録	1	打合せ後2週間以内	要
⑧ 完成図書	1	納入時	
その他QSTが必要と認めた図書	必要部数	随時	
上記納入図書の電子ファイル	1	納入時	

第3章 装置仕様

3. 1 概要

本章では、パルスレーザー高速試料加工・前処理装置の調達に関する装置仕様を記す。

3. 2 要求仕様

パルスレーザー高速試料加工・前処理装置

3D-Micromac 社製 microPREP™ L システム

1 式

(1) microPREP™ L 装置本体

以下で構成されていること。

- 本体メインコンソール（大型加工試料室、内蔵 PC ワークステーション、電源、排出ユニット）
- 操作用ディスプレイ(専用 GUI)&キーボード
- 自動化対応試料装填加工ロボット（真空対応、試料サイズ:300mm×300mm 以上、最大重量：1kg）
- 標準加工ワークフローソフトウェア（切断、薄片化、チャンク、ボックスミリング、ピラー）

(2) 超短パルスフェムト秒レーザー

以下の諸元を満たすこと。

- レーザー光源：FEMTO Laser 10 W
- 最大出力：10 W @ 60 kHz
- 波長：515 nm グリーンレーザー
- 周波数：50～1,000 kHz
- パルス幅：300 fs 未満
- パルスエネルギー：最大 400 μ J
- BiBurst モード搭載：フェムト秒パルス、64 MHz の複数バーストと、その中の 4.88 GHz の 2～20 個のイントラパルスで構成可能

(3) CO₂ スノージェット機能

- 加工後の試料クリーニングプロセスとして、汚れや埃を除去可能であること。
- 摩耗や残留物のない環境を実現可能なこと。

(4) 試料室フル真空チャンバー機構

- 大型試料室内を、加工試料に合わせて大気モード及び真空モードを切り替えして使用できること。
- 加工試料を一旦装填した後は、着脱をせずに、加工処理箇所を複数指定して自動加工処理が出来ること。
- 試料室内に、希望するワークフローに合わせて、多角度からの加工や全回転下での加工処理が可能な全自動加工ロボットを有していること。

(5) オプションソフトウェア

・イメージナビゲーション

- ベクトルや画像ファイル、全体カメラ画像を活用し目的エリアの特定を支援可能であること。

・カスタム&シンプル形状

- 標準形状（長方形・三角形・円など）やそれらの組み合わせをカットやアブレーション用に作成できること。
- CAD プログラムから複雑な DXF やベクターファイルの読み込みに対応していること。
- 各形状に加工法（ミリング、カット、マーキング、マスク）やパラメータを割り当て可能であること。
- 1 つの形状ごとに最大 10 種類のレーザーパラメータを適用し、自由な形状加工を実現できること。

・ラベリングレシピ

- レーザーによるマーキング（トラッキング用途など）を行えること。
- マーキングのほか、QR コードやデータマトリックスコードの生成も可能であること。

・ランプ加工レシピ

- 断面作成やランプ・階段形状の除去が加工となること。

(6) エアーコンプレッサー

- 運転制御方式： 自動発停(圧力センサー検知)であること
- 制御圧力： 0.65 - 0.8 MPa 範囲を満たすこと
- 吐出空気量： 255 L/分以上であること
- ドライヤー： 付属していること

- 消費電力： 0.24kW (50Hz)以下であること
- 電圧： 200V 三相 に対応すること
- 騒音値： 49db 以下(正面 1.5m)であること

第4章 現地据付作業仕様

4. 1 概要

本章は、パルスレーザー高速試料加工・前処理装置の調達に関する現地据付作業仕様について記す。

4. 2 作業内容

据付調整作業を以下記す。

- (1) 指定設置場所への搬入経路において養生等を行い、装置一式の開梱・搬入・設置作業
- (2) 組み立て作業
- (3) 接続作業
- (4) 結線作業
- (5) 調整作業
- (6) 据付後の動作性能確認（通電確認）

4. 3 支給物品など

- ・ 支給物品

電気・CO₂ガス

- ・ 貸与物品

特になし

- ・ 受注者負担品

その他、本作業に必要な消耗品、資材など一切は受注者の負担とする。

4. 4 作業実施に当たっての留意事項

- (1) 養生の着脱に際しては、受注者は QST の検査を受け、損傷の有無の確認を得るものとし、養生した搬出入口等に損傷が認められた場合には、QST の指示に基づき、受注者の責任において原状回復を図ること。
- (2) 装置は、破損等の事故がないよう受注者において梱包等を行い、搬出入等の際には横転・破損等事故のないよう細心の注意をもって行うこと。
- (3) 受注者は、QST が契約締結後に提示する室内レイアウト案等に基づき、移設物品の搬送準備、搬送順序、設置場所、解体・組立（解体等が必要な物品に限る。）等について、事前に打ち合わせを行い、作業要領書を提出すること。
- (4) 受注者は、搬出入作業の速やかな実施のため、QST のほか、必要に応じて関係する業者と十分協議を行い、搬出入作業工程等の必要事項の調整を行うこと。
- (5) 受注者は、みだりに廊下等に移設物品等及び存置物品等を積載し、通路の安全

を妨げないこと。

- (6) 受注者は、法令に定める資格を要する作業については、有資格者を確保して実施するものとし、法令の規定を遵守して作業を行うこと。
- (7) 受注者は、作業に直接関係のない場所にみだりに立ち入らないこと。
- (8) 受注者は、本作業の終了確認を行った後、速やかに QST に報告を行うとともに、検収を依頼すること。

4. 5 事故防止と補填

作業中に、万一以下の各項に該当する事故が発生した場合は、受注者の責任において適切に処理すること。

- ① 第三者、来訪者、QST 職員及びその関係者、受注者の作業員の人身事故。
- ② 作業車両等によるすべての車両事故。
- ③ 敷地内通路の縁石と植栽及び建物とそれに付随する設備に対する事故。
- ④ 移設物品等に対する事故。
- ⑤ その他受注者の管理責任に基づく事故。

4. 6 特記事項

- (1) 本仕様書に定めのない事項または本案件を遂行するのにあたり仕様等の変更しななければならない場合については、QST と協議の上決定すること。
- (2) 受注者は QST が核融合の研究・開発を行う機関であるため、高い技術力及び高い信頼性を社会的にもとめられていることを認識し、QST の規程等を遵守し安全性に配慮し業務を遂行しうる能力を有する者を従事させること。
- (3) 受注者は業務を実施することにより取得した当該業務及び作業に関する各データ、技術情報、成果その他のすべての資料及び情報を QST の施設外に持ち出して発表もしくは公開し、または特定の第三者に対価をうけ、もしくは無償で提供することはできない。ただし、あらかじめ書面により QST の承認を受けた場合はこの限りではない。
- (4) 受注者は異常事態等が発生した場合、QST の指示に従い行動するものとする。
- (5) 作業の実施に当たっては、受注者は、関連会社等と十分調整しトラブル等が発生しないよう努め、トラブル等が発生した場合には、QST に報告するとともに、QST と協議のうえ、受注者の責任と費用負担において解決すること。

4. 7 その他

作業開始前に搬出・搬入及び据付の手順、工程等について QST 側に説明すること。作業完了後には作業内容について提出すること。

第5章 動作確認・検査仕様

5. 1 概要

本章は、パルスレーザー高速試料加工・前処理装置の調達に関する確認試験・検査仕様について記す。なお、動作確認・検査結果は検査成績書として提出すること。

5. 2 確認試験、検査項目

(1) 員数検査

- ・ 納入機器の員数検査を行うこと。

(2) 外観検査

- ・ 機器類の外観検査は、機器にキズ、ヘコミなどが無いことを確認すること。

(3) 動作確認

- ・ 機器の動作確認は、通電確認をもって実施すること。

(4) 装置性能

- ・ 第3章に示す装置仕様を全て満たすこと。
- ・ 透過型電子顕微鏡観察用試料の作製性能の確認を行うこと。

以上

(要求者)

六ヶ所フュージョンエネルギー研究所
核融合炉構造材料開発グループ 濱口 大

選定理由書

1. 件名	パルスレーザー高速試料加工・前処理装置の調達
2. 選定事業者名	ヤマト科学商事株式会社
3. 目的・概要等	核融合炉構造材料開発グループでは、フュージョンエネルギーの早期実現と産業化に向け核融合工学に関わる様々な技術の研究開発を進めている。技術課題の解決にむけて、光学顕微鏡、走査型電子顕微鏡 (SEM) 及び過型電子顕微鏡 (TEM)、さらに集束イオンビーム (FIB)、X 線顕微鏡 (XRM)、アトムプローブ電界イオン顕微鏡 (APT) 等と、様々な微細構造解析装置を用いて様々なスケールで試験体を評価する必要がある。また、先進燃料増殖ブランケット開発においては、タングステンやイットリア等の酸化物を、鉄鋼材料又は SiC/SiC 等のセラミックス複合材料に被覆する技術を開発するとともに、これらの材料についてリチウムとの共存性試験を実施する必要がある。また、6Li 濃縮技術開発においては、試験後にイオン伝導体膜中のリチウム分布を評価する必要がある。 本件は、試験体を解析するための事前試料加工・前処理用として非加熱で水が不要な環境で超短パルスフェムト秒レーザーアブレーションによる切断加工が可能な加工装置を購入するための調達及び据付調整を実施する。
4. 希望する適用条項	契約事務取扱細則第 29 条第 1 項第 16 号 (その他第 1 号に準ずる場合であって、契約相手方になり得る者を公募により、確認することが妥当であると契約責任者が判断したとき)
5. 選定理由	本件は、各種工学試験体について、試験後に特定箇所の微細組織解析を可能とするため、試料加工装置を調達するものである。 従来の機械加工、研磨、切断等の試料加工法を用いた場合、構成材料間の熱膨張差に起因する破損が発生する可能性がある。そのため、加工の際に試験体に与える熱を最小限にしないといけないが、試験体の冷却に水を用いた場合、水によって素材が変質してしまい、正しい実験結果を取得できないため水は使用

	できない。また、大気中での加工も同様で、素材元素が大気中の酸素や窒素などと反応することにより変質してしまうため正しい分析ができず、特にリチウムの分析においては致命的な問題である。そのため、試料を大気に曝露することなく真空かつ非加熱に近い条件で加工する必要がある。 現在のブランケットの設計は、直径 300mm の半球を有する構造となっており、それに耐照射性や耐熱性を考慮したコーティングを施すが、この試験体の分析をするにあたり試験片を直接加工するために大型のチャンバーが必要となる。また、非接触加工はレーザー加工かイオンビーム加工に限られるが、イオンビーム加工は対象としている材料と製作する試料にダメージが残る課題がある。一方、レーザー加工も熱により変形が入る問題があるため、レーザーの出力等をコントロールすることにより熱の変形を抑える特殊・精密なパルスレーザー加工が必要となる（水を使わず非加熱に近い条件での加工）。 パルスレーザー加工装置を製造・販売するメーカーは半導体産業を中心に多数存在するが、高精度を必要とする透過型電子顕微鏡分析用の試料作成に強いものは、電子顕微鏡メーカーや専門の分析周辺機器メーカーに集中している。その中でも主要な査読論文においてその使用が明記されるなどの実績を有しているメーカーは 3D-Micomac、Oxford、Zeiss、TESCAN、日本電子、Thermo Fisher のみであると思われる。 それらのメーカーが φ300 mm 超えの大型試料を真空中で精密パルスレーザー加工を行うことができないことをカタログで確認している。そのため、上記、条件を満たせるのはドイツ 3D-Micomac 社製の microPREP L のみであると思料する。（ドイツ特許申請番号 10 2026 103 677.5） ヤマト科学商事株式会社は、ドイツ 3D-Micomac 社製のパルスレーザー高速試料加工・前処理装置を取り扱う国内唯一の輸入販売代理店である株式会社ナノテクソリューションズの、青森県における唯一の販売代理店である。 以上により、ヤマト科学商事株式会社以外では対応できないと思われるため、契約相手方になり得る者を公募により確認の上、選定事業者を決定することとしたい。
--	--