

高分解能リチウム分布分析装置の調達
Procurement of High-Resolution Lithium
Distribution Analysis Equipment

仕 様 書

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
六ヶ所フュージョンエネルギー研究所
核融合炉材料研究開発部
核融合炉構造材料開発グループ

1. 一般事項

1. 1 件名

高分解能リチウム分布分析装置の調達

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。）では、発
電用ブランケットの開発のため、各種材料分析装置の整備に加えて、大面積熱負
荷試験施設の増強、安全実証試験装置の増強や、強磁場環境下での性能試験に向
けた技術開発を進めている。特に、フュージョンエネルギーの早期実現と産業化
に向け、核融合燃料増殖に必須となるリチウム（Li）同位体の回収技術開発、共
存性研究、及び強度相関の解明を進めている。これらの研究開発においては、Li
が単体として存在するか、結合して存在するかによらず、その分布状態を高分解
能で分析することで、技術課題の解決を図ることができる。

本件は、Li の分布状態を高分解能で評価可能な 3 次元マルチイメージングシス
テム、極表面の高分解能評価が可能な高分解能走査電子顕微鏡及び付帯機器（以
下「高分解能リチウム分布分析装置」という。）を調達するものである。

1. 3 適用範囲

本仕様書は、高分解能リチウム分布分析装置の調達に適用する。本項では、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 項以降
に示す。

1. 4 納期

令和 9 年 3 月 19 日

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駁字表館 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 114 号室（微細構造解析装置群室）
環境制御ユニット① 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。

・ 3 次元マルチイメージングシステム（付属品含む）

Zeiss 社製（Crossbeam550L）・・・・・・・・・・・・・・・・・・1 式 相当品可

表 1. 1 調達物品一覧 (3次元マルチイメージングシステム)

品名／内訳	数量
1. フェムト秒レーザー複合 FIB-SEM 本体	1 式
2. エネルギー分散型 X 線分析システム (EDS)	1 式
3. 電子後方散乱回折結晶方位解析システム (EBSD)	1 式
4. 飛行時間型二次イオン質量分析装置 (ToF-SIMS)	1 式
5. 付帯機器	1 式
6. アクティブ磁場キャンセラーシステム	1 式

・高分解能走査電子顕微鏡 (付属品を含む)

Zeiss 社製 (GeminiSEM560) 1 式 相当品可

表 1. 2 調達物品一覧 (高分解能走査電子顕微鏡)

品名／内訳	数量
1. 電界放出型走査電子顕微鏡本体 (FE-SEM)	1 式
2. エネルギー分散型 X 線分析システム (EDS)	2 式
3. 電子後方散乱回折結晶方位解析システム (EBSD)	1 式
4. SEM 用 In-situ ナノインデント	1 式
5. 非暴露搬送システム	1 式
6. 付帯機器	1 式

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作成する。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. 10 検査条件

第 2 項に定めた提出図書の完納、第 3 項で定めた装置の指定場所への納入、第 4

項で定めた据付調整の完了、第5項で定めた動作確認・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、確認を得ること。
- (3) 本仕様書に記載されている事項及び本仕様書に記載のない事項について疑義が生じた場合は、QSTと協議の上、その決定に従うものとする。

2. 設置仕様

2. 1 概要

本項では、高分解能リチウム分布分析装置の据付調整を遂行するにあたっての仕様を記す。

2. 2 適用条件

2. 2. 1 周囲環境条件 (屋内の空調利用時)

室温： 21 ±4℃
温度変化： 0.5℃/ hour
相対湿度： <65 RH%

2. 2. 2 設置場所

本装置等は、原型炉 R&D 棟 114 号室（微細構造解析装置群室）環境制御ユニット①内に設置する。これらの設置予定場所を図 2. 1 に示す。当該居室は放射性物質取扱の第 1 種管理区域であり、各装置を設置する仕様は以下の通りである。

- (1) 天井高さ： 約 3,600 mm
- (2) 延べ床面積（付帯機器含む）：
3次元マルチイメージングシステム：約 4,850 x 3,400 mm²
高分解能走査電子顕微鏡：約 3,000 x 2,750 mm²
- (3) 搬入口： 大扉 幅 約 3,000 mm、高さ 約 3,500 mm
搬入経路（扉）幅 約 1,800 mm、高さ 約 2,000 mm
- (4) 耐床荷重： 約 2.0 t/m²

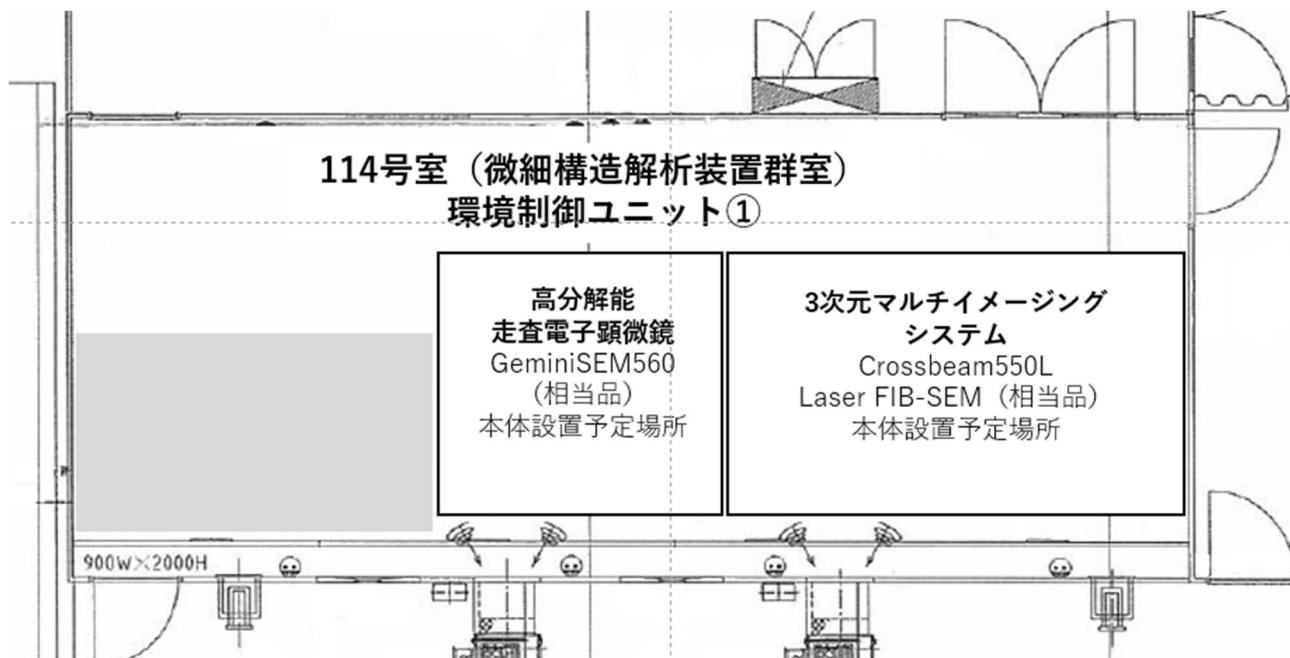


図 2. 1 114 号室内の各装置の設置予定場所

2. 2. 3 取り合い条件

(1) 電気 (50Hz)

AC200V 単相 6kVA、接地 3次元マルチイメージングシステム用
AC200V 単相 6kVA、接地 高分解能走査電子顕微鏡用
AC100V-15A アース付コンセント 8口程度

※電源容量に不足がある場合、受注者とQSTでの協議の上、詳細を決定する。

(2) 排気ライン

環境制御ユニットパーティション下部孔から真空配管を通し、
ユニット外にロータリー真空ポンプを配置すること。
各装置付属真空ポンプの排気口は、施設側の排気ラインと接続すること。

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。
- (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	備考
① 提出図書リスト	4	契約後2週間以内	要確認
② 実施体制	3	契約後2週間以内	
③ 工程表	4	契約後2週間以内	要確認
④ 確認仕様書	4	契約後2週間以内	要確認
⑤ 据付作業要領書	4	据付開始前2週間	要確認
⑥ 安全関連書類	3	据付開始前2週間	要確認 リスクアセスメント
⑦ 検査成績書	3	検収時	
⑧ 取扱マニュアル	1	検収時	英文・デジタル
⑨ 完成図書	3	検収時	
⑩ 上記の電子ファイル	1式	検収時	
その他QSTが必要と認めた図書	必要部数	随時	

3. 装置仕様

3. 1 概要

本項では、高分解能リチウム分布分析装置に関する仕様を記す。

3. 2 要求仕様 (3次元マルチイメージングシステム)

Crossbeam550L Laser FIB-SEM 相当品可 (付属品を含む)

3. 2. 1 フェムト秒レーザー複合 FIB-SEM 本体装置

Zeiss 社製 (Crossbeam550L Laser FIB-SEM)

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1式 相当品可

装置本体と制御システムで構成される。

- FIB イオン銃：ガリウム液体金属イオン源を用いたイオン銃であること。
- FIB 分解能：下記の FIB 分解能性能をすべて満足すること。
 - ・ 3nm (FIB 加速電圧 30kV)
 - ・ 120nm (FIB 加速電圧 1kV)
 - ・ 330nm (FIB 加速電圧 500V)
- FIB 倍率：300 倍～500, 000 倍の範囲以上でイオン顕微鏡観察が可能なこと。
- FIB 最大視野範囲：580 μ m×580 μ m 以上であること。
- FIB イメージシフト (電磁視野移動)：30 μ m (X-Y: \pm 15 μ m) 以上であること。
- FIB 加速電圧：0.5kV～30kV の範囲以上で 10V ステップ可変であること。
- FIB 電流値：1pA～100nA の範囲以上で FIB 加工及びイオン顕微鏡観察が可能なこと。
- コインシデンスポイント：FIB と FE-SEM の交点となる作動距離はそれぞれ FIB：14mm 以下、SEM：5mm 以下であること。
- FE-SEM 電子銃：ショットキーエミッターによる電界放出型電子銃であること。
- イメージング検出器：下記の全てのイメージング検出器を含むこと。
 - ・ 二次電子検出器
 - ・ 環状反射電子検出器
 - ・ 対物レンズ内二次電子検出器
 - ・ 対物レンズ内反射電子検出器
 - ・ 走査型透過電子検出器 (STEM 検出器)
- FE-SEM 分解能：下記の FE-SEM 分解能性能を全て満足すること。
 - ・ 0.6nm (加速電圧 30kV、STEM 検出器にて)
 - ・ 0.7nm (加速電圧 15kV)
 - ・ 1.4nm (加速電圧 1kV)
 - ・ 0.9nm (加速電圧 15kV、コインシデンスポイントにて)
 - ・ 1.8nm (加速電圧 1kV、コインシデンスポイントにて)
 - ・ 2.3nm (加速電圧 20kV、電流量 10nA 以上、WD:5mm 以下の EDS/EBSD 使用条件にて)
- FE-SEM 倍率：12 倍～2, 000, 000 倍の範囲以上で FE-SEM 観察が可能なこと。
- FE-SEM 対物レンズ：対物レンズ内は磁界レンズ及び静電レンズ、スキャンコイルを有し試料と対物レンズの間へ磁場を漏らさぬレンズ構造であること。

- 電子線の再加速/減速機能：電子線の加速電圧を鏡筒内で再加速及び減速を行う機能を有し、試料に照射する一次電子線の収差抑制・低減が可能なこと。
- コンデンサーレンズ：2 段以上のコンデンサーレンズを内蔵していること。クロスオーバー（光軸焦点）の形成が無く、色収差を抑制した電子線形成が可能なシングルコンデンサーモードを選択可能なこと。
- SEM イメージシフト（電磁視野移動）：大容量の 3D データ取得を高効率かつドリフト補正を行うために SEM イメージシフトは $200\mu\text{m}$ （ $\pm 100\mu\text{m}$ ）以上であること。
- SEM ドリフト補正機能：SEM 観察時に、操作者が任意に設定可能なドリフト補正機能を有すること。
- 試料のハンドリング：予備試料交換室での試料交換、及び試料室の大気開放による試料交換がいずれも可能なこと。また、FIB-SEM と建屋内グローブボックス間を不活性ガス雰囲気で搬送可能な構造及び搬送ユニットを備えること。
- 試料ステージ駆動：全 6 軸（X-Y-Z-M/Z' -T/傾斜-R/回転）がモーター駆動であること。
- 駆動範囲は X-Y 軸：153mm-153mm 以上、Z：50mm 以上、M/Z'（傾斜時の Z 軸）：20mm 以上、傾斜(T)： $-15^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 以上、R： 360° （連続）であること。
- 試料室：内径 $\Phi 520\text{mm}$ ×高さ 307 mm 以上の容量を持つ大型試料室を有し、3D マルチイメージングのために 22 個以上のアクセサリポートを有すること。
- フェムト秒レーザー：大容量高速加工のためのフェムト秒レーザー加工装置を備え、下記の仕様を満足すること。
 - ・ 最大出力：10W @ 1MHz
 - ・ 波長：515nm
 - ・ パルス繰返周波数：0.1~1000kHz
 - ・ パルス幅：< 350fs
 - ・ パルスエネルギー：最大 $10\mu\text{J}$ @ 1MHz
 - ・ レーザー走査により $40\times 40\text{mm}^2$ を加工可能であること。
 - ・ FIB-SEM の試料室から独立したレーザー加工チャンバーを有し、加工屑が FIB-SEM 試料室内に飛散しない構造であること。
- プラズマクリーナー：試料室内の清浄な真空環境維持のため酸素プラズマを発生させるプラズマクリーナーを装備すること。
- マニピュレーター：下記仕様を満たすマニピュレーター機能を備えること。
 - ・ 最小ステップサイズ：100nm 以下
 - ・ 挿入位置再現性： $\pm 2\mu\text{m}$ 以内
 - ・ ドリフト量：100nm/分以下
 - ・ 駆動軸：4 軸以上
- ガスインジェクションシステム：複数のリザーバーが搭載可能なマルチガスインジェクション銃及び 3 種類以上のリザーバータンクによるイオン成膜（デポジション）機能を有すること。成膜源, 照射源は Pt, C, W の 3 種類とすること。
- シリアルセクションング：3D-SEM 像の作成のために、FIB で試料を切削しながら連続的に SEM 断面像を撮像できること。
- 3D-EDS/EBSD：3D-SEM 像の撮像中に、任意のタイミングで EDS 分析や EBSD 分析ができること。

- 切削深さトラッキング：FIB での 1 スライスごと、もしくは任意のタイミングで切削深さをトラッキングする機能を有すること。

3. 2. 2 エネルギー分散型 X 線分析システム (EDS)

Oxford Instruments 社製 (UltimMax 170 Infinity)

・・・・・・・・・・1 式 相当品可

- 形式：センサータイプは SDD 型で、センサーサイズは 170mm² 以上の検出器であること。
- エネルギー分解能：127 eV (Mn-K α) 以上の性能であること。
- 検出範囲：Be (ベリリウム) ~ Cf (カリホルニウム) までの元素を検出できること。
- 制御/分析ソフトウェア：ライブケミカルイメージング、定量マッピング、ドリフト補正機能、相マップ、大面積マッピングの機能を有すること。

3. 2. 3. 電子後方散乱回折結晶方位解析システム (EBSD)

Oxford Instruments 社製 (Symmetry S3) ・・・・・・・・・・1 式 相当品可

装置本体と制御・計測システムで構成される。

- 形式：光ファイバーカップリングの CMOS カメラ方式であること。
- 角度分解能：角度分解能は 0.05° 以下であること。
- 最大スピード：5,700 点/秒以上であること。
- 制御/分析ソフトウェア：EDS に付属するパソコンにインストールされ、EBSD と EDS の同時収集及び統合データを収集・表示できること。マップ解析、グレイン解析、極点図・逆極点図、結晶データベース (ICSD)、親粒子解析、パターンマッチングによる指数付け機能を有すること。

3. 2. 4 飛行時間型二次イオン質量分析装置 (ToF-SIMS)

Zeiss 社製 (ToF-SIMS-Detector) ・・・・・・・・・・1 式 相当品可

装置本体と制御・計測システムで構成される。

- 検出限界：Si 中における B が、4.2ppm 以下での検出が可能であること。
- 分解能：下記の空間分解能を満足すること。
 - ・横方向の分解能：35nm
 - ・深さ方向の分解能：AlGaAs の多層試料において、10nm
- 質量分解能： $m/\Delta m > 900$ FWHM 以上の性能であること。
- 質量電荷比：1~500Th 以上の性能であること。

3. 2. 5 付帯機器

- 冷却水循環装置：機器が正常に動作できる温度を保持するために十分な冷却能力を有する冷却水循環装置を 1 台付帯すること。
- 圧縮空気供給機：機器内部の駆動に用いるための圧縮空気供給機 (エアーコンプレッサ) を 1 台付帯すること。
- 制御用 PC：全ての機器を制御するための PC 及び 24 インチ以上のカラー液晶

モニターを付帯すること。

- 操作用テーブル：制御用 PC、モニター、コントローラーを設置するための昇降式テーブルを付帯すること。
- 試料ホルダ/実験用治具：下記の試料ホルダを付帯すること。
 - 9 個以上のスタブを同時に装填可能なピンスタブホルダ
 - 3D-EDS/EBSD 測定用ホルダ
 - 電流測定用ファラデーカップ
 - TEM 試料作製用ホルダ
 - STEM 観察用ホルダ

3. 2. 6 アクティブ磁場キャンセラーシステム

Zeiss 社製 (AMC-332)

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1 式 相当品可

コントローラーと磁場センサー、磁場発生用コイルで構成される。

制御方式 3 軸制御 (X, Y, Z 方向)、各軸独立フィードバック制御

制御磁界 $\pm 25 \mu T$

制御周波数 準 DC~3.5kHz

- コントローラー AJ-100
 - 入力チャンネル 磁場センサー 3ch/3 軸
 - 出力チャンネル 出力コイル 3ch/3 軸
 - ディスプレイ タッチパネル
 - USB コネクタ 1ch (マウス用)
 - 電源 AC100-240V 50/60Hz
 - 寸法 430(W) x 300(D) x 132(H) mm
 - 重量 7.5kg

- 磁場センサー HBS-100
 - 型式 HBS-100
 - 周波数帯域 DC~10kHz
 - 測定レンジ $\pm 100 \mu T$
 - 寸法 73(W) x 73(D) x 100(H) mm
 - 重量 420g

- 磁場発生用コイル
 - 仕様 3 軸ヘルムホルツコイル
 - 出力電流 $\pm 2A$ Max

- 付属品
 - 端子台、電源ケーブル、センサーケーブル、OUTPUT ケーブル

3. 3 要求仕様 (高分解能走査電子顕微鏡)

Zeiss 社製 (GeminiSEM560)

相当品可 (付属品を含む)

3. 3. 1 電界放出型走査電子顕微鏡本体 (FE-SEM)

Zeiss 社製 (GeminiSEM560) 1 式 相当品可
装置本体と制御システムで構成される。

- 電子銃：ショットキー方式による電界放出型電子銃であること。
- 電流値：3pA～20nA の範囲以上で可変式であること。
- 電流安定度：電流値の変動が 0.2%/h 以下であること。
- 分解能：下記の分解能性能を全て満足すること。
 - ・ 0.4nm (加速電圧 30kV, STEM 像)
 - ・ 0.5nm (加速電圧 15kV, 二次電子像)
 - ・ 0.8nm (加速電圧 1kV, 二次電子像)
 - ・ 1.0nm (加速電圧 500V, 二次電子像)
 - ・ 1.0nm (加速電圧 1kV, 反射電子像)
 - ・ 1.0nm (加速電圧 15kV かつ試料室内気圧 30Pa, 二次電子像)
 - ・ 1.4nm (加速電圧 3kV かつ試料室内気圧 30Pa, 二次電子像)
- 加速電圧：0.02kV～30kV の範囲以上とし最小可変ステップは 10V 以下であること。
- 倍率：1 倍～2,000,000 倍の範囲以上であること。
- 最大視野範囲：加速電圧 15kV 及び作動距離 8.5mm 以上において 5.6mm 以上の視野観察が可能なこと。
- 画素数：最大で 32,000 x 24,000 ピクセル以上であること。
- 画像取得検出器：下記の全てのイメージング検出器を含むこと。
 - ・ 二次電子検出器
 - ・ 環状反射電子検出器
 - ・ 対物レンズ内二次電子検出器
 - ・ 対物レンズ内反射電子検出器
 - ・ 低真空用二次電子検出器
 - ・ 走査型透過電子検出器 (STEM 検出器)
- コンデンサーレンズ：エネルギー分布のばらつきによる色収差を抑制するために、一次電子線にクロスオーバー (光軸焦点) を形成しない光学系であること。
- 対物レンズ：対物レンズ内は磁界レンズ及び静電レンズ、スキャンコイルを有し試料と対物レンズの間へ磁場を漏らさぬレンズ構造であること。
- 電子線の再加速/減速機能：電子線の加速電圧を鏡筒内で再加速及び減速を行う機能を有し試料に照射する一次電子線の収差抑制・低減が可能なこと。
- 電磁視野移動：電子線の偏向走査により加速電圧 20kV 及び作動距離 8.5mm において最大 30 μ m ($\pm 15 \mu$ m) 以上の電磁視野移動 (ビームシフト) 機能を有すること。
- ステージ駆動：5 軸 (X-Y-Z-T-R) モーター駆動ステージであること。
- ステージ駆動範囲：X-Y:130-130mm 以上、Z:50mm 以上。T (傾斜)：-4° ～70° 以上、R (回転)：360° であること。
- 試料交換方式：ドローアウト及び試料交換室での試料交換が可能であること。
- 試料室： $\Phi 360$ mm 以上かつ高さ 270 mm 以上の内寸であること。
- 最大試料サイズ： $\phi 179$ mm 以上の試料が全面観察可能であること。
- プラズマクリーナー：試料室内の清浄な真空環境維持のためのプラズマクリー

ナーを付帯すること。

- 低真空仕様：試料室内気圧が 500Pa 以上の低真空環境下で SEM 観察が可能な機能を備えること。試料室内気圧が 150Pa 以上の低真空環境下でインレンズ検出器の使用が可能であること。

3. 3. 2 エネルギー分散型 X 線分析システム (EDS)

3. 3. 2. 1 Oxford Instruments 社製 (UltimMax 170 Infinity)

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1 式 相当品可

装置本体と制御・計測システムで構成される。

- 形式：センサータイプは SDD 型で、センサーサイズは 170mm²以上の検出器であること。
- エネルギー分解能： 127 eV (Mn-K α) 以上の性能であること。
- 検出範囲：Be (ベリリウム) ~Cf (カリホルニウム) までの元素を検出できること。
- 制御/分析ソフトウェア：ライブケミカルイメージング、定量マッピング、ドリフト補正機能、相マップ、大面積マッピングの機能を有すること。

3. 3. 2. 2 Oxford Instruments 社製 (UltimExtreme)

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1 式 相当品可

装置本体と制御・計測システムで構成される。

- 形式：センサータイプは SDD の検出器であること。また、検出感度を最大限にするため、センサーの保護膜がない方式であること。
- エネルギー分解能： 127 eV (Mn-K α) 以上の性能であること。
- 検出範囲：Li (リチウム) ~Cf (カリホルニウム) までの元素を検出できること。
- 制御/分析ソフトウェア：ライブケミカルイメージング、定量マッピング、ドリフト補正機能、相マップ、大面積マッピングの機能を有すること。

3. 3. 3. 電子後方散乱回折結晶方位解析システム (EBSD)

Oxford Instruments 社製 (Symmetry S3)

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1 式 相当品可

装置本体と制御・計測システムで構成される。

- 形式：光ファイバーカップリングの CMOS カメラ方式であること。
- 角度分解能：角度分解能は 0.05° 以下であること。
- 最大スピード：5,700 点/秒以上であること。
- 制御/分析ソフトウェア：EDS に付属するパソコンにインストールされ、EBSD と EDS の同時収集及び統合データを収集・表示できること。マップ解析、グレイン解析、極点図・逆極点図、結晶データベース (ICSD)、親粒子解析、パターンマッチングによる指数付け機能を有すること。

3. 3. 4 SEM用 In-situ ナノインデント

Oxford Instruments 社製 (FT-NMT04 型) 1 式 相当品可

3. 3. 4. 1 ナノメカニカルテストシステム詳細仕様

(1) 本体仕様

・可動軸 (coarse)	3 軸
・駆動原理 (coarse)	ピエゾ stick slip
・XYZ 駆動範囲 (coarse)	21mm x 12mm x 12mm
・最小駆動単位 (coarse)	1nm
・駆動原理 (coarse)	ピエゾ scanning
・駆動範囲 (fine)	25 μ m
・最小駆動単位 (fine)	0.05nm
・位置測定範囲	0.05nm - 21mm
・最大荷重範囲	\pm 200mN

実施可能な試験については以下を満たすものとする。

- ・マイクロ引張試験
- ・連続剛性測定が可能なナノインデントーション試験

(2) システム制御用 PC 仕様 (相当品可)

・モニター一体型 PC (23 インチモニター)	1 台
・OS : Windows 11 pro 64bit	
・HDD : 1TB 以上	
・RAM : 16GB 以上	
・キーボード・マウス	各 1 個
・データ収集用ソフトウェア	1 セット
・解析用ソフトウェア	1 セット

(3) FT-S マイクロフォースセンシングプローブ仕様

- ・センサープローブ軸に沿って指定の負荷力を測定可能であること。
- ・圧縮力と引張力の両方を測定可能であること。

(4) 測定・解析ソフトウェア仕様

表面接触位置を自動で検出するイージーアプローチ機能を有すること。

(5) データ解析項目仕様

以下の機能が利用可能であること

接触表面位置補正機能

- ・収集した剛性変化曲線を用い、使用者自身にて表面接触位置を補正することが可能であること。
- ・補正した表面接触位置に基づき、硬度・ヤング率を自動で再計算することが可能であること。

圧子面積補正機能

- ・圧子先端表面積を使用者にて校正可能であること。
- ・補正項を第 7 項目まで計算するソフトウェアを標準装備していること。

(6) 付属品仕様

・FT-SEM-EBSD/ETEST :	1 式
・FT-TT02-NANO :	1 式

・ FT-SEM-SYNC	:	1 式
・ FT-FEED04	:	1 式
・ FT-NMT-INTEG	:	1 式
・ FT-S20' 000-S-Dogbone	:	5 個
・ FT-S200' 000-S-Dogbone	:	2 個
・ バーコビッチ圧子	: ダイヤモンド製圧子	1 個
・ 標準試料用熱熔融石英	: アルミ試料台上に固定	1 個
・ 英文マニュアル	:	1 部
・ 和文簡易マニュアル	:	1 部

3. 3. 4. 2 システム設置条件

- ・ フェムト秒レーザー複合 FIB-SEM 及び電界放出型走査電子顕微鏡側に $\phi 100$ mm程度のポート、もしくは Feedthrough ポートが 1 つ利用できる事 (チャンバー内外への信号通信のために必要)
- ・ 設置後に取扱説明を実施すること。

3. 3. 4. 3 検査仕様

- (1) 装置付属の標準試料 (熔融石英) の測定を実施し、硬度・ヤング率の値が下記数値の範囲内に収まることを確認すること。
測定手法: 連続剛性測定法 (CSM 法) 算出押し込み深さ: 185nm~215nm
平均ヤング率: 70.0GPa~74.0GPa 平均硬度: 9.0GPa~10.0GPa の範囲内
- (2) 各測定メソッドが正常に動作することを確認すること。

3. 3. 5 非暴露システム Zeiss 社製 Uniport 80 Basic kit

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1 式 相当品可

高分解能走査電子顕微鏡と建屋内グローブボックス間を不活性ガス雰囲気中で搬送可能な構造及び搬送ユニットを備えること。

3. 3. 6 付帯機器

- 冷却水循環装置: 機器が正常に動作できる温度を保持するために十分な冷却能力を有する冷却水循環装置を 1 台付帯すること。
- 圧縮空気供給機: 機器内部の駆動に用いるための圧縮空気供給機 (エアーコンプレッサ) を 1 台付帯すること。
- 制御用 PC: 全ての機器を制御するための PC 及び 24 インチ以上のカラー液晶モニターを付帯すること。
- 操作用テーブル: 制御用 PC、モニター、コントローラーを設置するための昇降式テーブルを付帯すること。
- 試料ホルダ/実験用治具: 下記の試料ホルダを付帯すること。
 - ◇ 9 個以上のスタブを同時に装填可能な平面観察用ピンスタブホルダ
 - ◇ 断面観察用ピンスタブホルダ
 - ◇ STEM 観察用ホルダ

4. 現地据付作業仕様

4. 1 概要

本項は、高分解能リチウム分布分析装置の据付調整に関わる作業について記す。

4. 2 作業内容

据付調整作業を以下に記す。

- (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) それぞれのユニットや機器の組み立て作業
- (3) 電子顕微鏡とチラーとの接続作業
- (4) それぞれのユニットへの結線作業
- (5) 電子線・検出器（EDS・EBSD・ToF-SIMS）の調整作業
- (6) 据付後の動作性能確認（通電確認）

なお、分電盤への電子顕微鏡の本体電源及びチラー電源を含む各種ケーブルの接続作業、ならびに機器設置後のアンカー施工については、QST が対応する。これら一連の作業は、受注者の立ち会いの下で実施し、受注者の責任において装置性能を担保するための必要作業を指示すること。

4. 3 支給物品など

- ・ 支給物品
電気・窒素ガス・アルゴンガス
- ・ 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、搬出入等に際しては横転・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配置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にあたり、仕様等の変更をし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。

5. 動作確認・検査仕様

5. 1 概要

本項は、高分解能リチウム分布分析装置の確認試験・検査の基準について記す。
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項に示す装置仕様を全て満たすこと。

以上