

電気式疲労試験機を用いた 材料試験システムの構築

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

核融合炉構造材料開発グループ

1. 一般仕様

1.1. 概要

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。本事業において、発電用ブランケットに用いられる核融合炉構造材料の健全性評価に当たり、疲労寿命等の特性評価が必要である。本件は、電気式疲労試験機と高温真空チャンバー等を組み合わせた材料試験システムの構築を行うものである。

1.2. 納入品

電気式疲労試験機を用いた材料試験システム	1 式
提出図書	1 式

表 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	1	契約後 2 週間以内	要確認
②実施体制	1	契約後 2 週間以内	
③工程表	1	契約後 2 週間以内	要確認
④確認仕様書	1	契約後 2 週間以内	要確認
⑤据付作業要領書	1	据付開始前 4 週間	要確認
⑥取り扱いマニュアル	1	検収時	
⑦打合せ議事録	1	打合せ後 2 週間以内	要確認
⑧安全関連書類 (保安審査含む)	1	据付開始前 8 週間まで	要確認
⑨検査成績書	1	検収時	
⑩上記の電子ファイル	1 式	検収時	
⑪その他 QST が必要と 認めた図書	必 要 部数	随時	

1.3. 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 共同研究棟 材料試験室

1.4. 納期

令和 9 年 3 月 19 日

1.5. 検査条件

納入場所へ 1.2 に定める納入品の納入及び 1.7 に定める現地作業の完了、員数検査・外觀検査の合格、通電確認、取扱説明の完了及び提出図書の完納並びに仕様書に定めるところに従って業務が実施されたと QST が認めたときをもって検査合格とする。

1.6. 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）またはアメリカ材料試験協会（ASTM）
- ③日本電機工業会規格（JEM）
- ④六ヶ所フュージョンエネルギー研究所諸規則
- 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。

1.7. 現地作業

- 1) 現地作業に関する詳細な工程を 4 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又は第二種電気工事士又はそれに相当する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。

1.8. 協議

契約後、担当者と詳細について打ち合わせること。また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。

1.9. グリーン購入法の推進

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）が発生する場合は、これを採用するものとする。本仕様で定める提出図書（納入印刷物）については、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。

2. 装置仕様

2.1. 装置

購入品内訳（相当品不可）

インストロン 8862 型低サイクル疲労試験システム

1 式

表 2 電気式疲労試験機

品名／内訳	型番	仕様
1. 試験装置本体		
1) フレーム	モデル 8862	定格荷重：100kN
2) アクチュエータ		100 mm（±50 mm）
3) ロードセル	2527-111 Dynacell±100kN	定格荷重：100kN
4) 軸芯調整機構		Alignment PRO
4-1) ソフトウェア及び接続機器	8000-170	
4-2) ソフトウェア用コンピュータ		ノート PC
4-3) ひずみゲージ付きアライメント試験片	8000-172	
2. 試験機制御装置		
1) 制御装置	8800MT	
2) データ処理装置 (制御用コンピュータ)	2490-640D3	下記スペック以上とする。 CPU: Xeon 2.9GHz メモリ: 16GB HDD/SSD: 500GB

		OS : Windows11 Pro64bit(日本語) 付属品として 22 インチカラーディスプレイ、マウス、MS エクセル
3) ソフトウェア	2495-945	Wavematrix3
4) 応用制御モジュール	2495-945E1	
3. 試験治具 (グリップ)		
1) 高温グリップ	CP141684-Q01	リバーストレス対応
2) 水冷延長ロッド	CP141685-Q01	水冷式ロッド 使用温度：～700℃
4. 伸び計		
1) 軸伸び計	2632-055	高温用伸び計 GL:12.5mm 使用温度：～1000℃
5. その他		
1) 昇圧トランス		200V から 220V

2.2. 装置仕様

2.2.1 試験機本体

フレーム

- 1) 荷重容量：±100kN
- 2) ロードフレーム：2 本支柱床置き型
- 3) 最大試験空間：幅方向 663mm、高さ方向 1200mm (クロスヘッド最大時)
- 4) 試験機最大高さ：2790mm
- 5) 重量：1458kg

アクチュエータ

- 1) 荷重容量：±100kN
- 2) 搭載位置：試験機下部
- 3) 駆動方式：電動サーボ式
- 4) アクチュエータ駆動方向：試験軸方向 (上下)
- 5) ストローク：100mm (±50mm)
- 6) 速度：1 μ m/hr～300mm/min (0.000017mm/min～300mm/min)
- 7) 位置測定精度：トランスデューサフルスケールの±0.5%
- 8) アクチュエータ操作：片手操作可能なグリップ開閉も可能なジョグハンドセットの粗調スイッチ/微調ジョグダイヤルで調整可能なこと。

ロードセル

- 1) 荷重容量：±100kN
- 2) 搭載位置：ベース部
- 3) 荷重測定精度：ロードセルフルスケールの±0.005%または指示値の±0.5%のどちらか大きい方
- 4) 非直線性：定格の1/100まで読取値の±0.25%
- 5) 許容過負荷：150%
- 6) 温度補償範囲：0～50°C
- 7) 校正：キャリブレーションを含むロードセルの自動認識機能付とする。
- 8) 慣性補正：加速度計をロードセル中央部に内蔵し、リアルタイムで慣性補正後の制御が可能なこと。

軸心調整機構

8862型試験機本体のクロスヘッドと100kN容量ロードセルとの間に取り付けられ、この機構によりロードセル/延長ロッド/試験治具を含む構成品の機械的アライメントを調整すること。機械的アライメントはAlign-Proの前後左右及び上下2か所に取り付けられた調整用ボルト(全8か所)により調整できる機構であること。また、専用ソフトウェアがインストールされたノートPCも準備すること。

- 1) 動的荷重容量：400kN
- 2) 静的荷重容量：250kN

2.2.2 試験機制御装置

制御装置

- 1) 制御装置本体 小型筐体(幅280mm、奥行530mm、高さ650mm)
- 2) 試験片セッティング試験片保護機能を使用し、試験片装着時、及び試験片温度変化時に負荷を与えないことが可能又、試験片装着時の操作はジョグハンドセットにて実施することが可能であること。
- 3) 試験制御モード：ロード、ポジション、ストレイン
- 4) 試験波形：正弦波、三角波、矩形波、台形波、ランプ波、プログラム波、任意波(最大12000ポイント/1波形)、ブロック制御、シーケンス制御が可能なこと。
- 5) データサンプリング速度：チャンネル数に依存せず1チャンネルあたり10kHz
- 6) データ取得：時間設定以外に、各パラメータの変化分の複合任意設定によるデータ取得が可能なこと。
- 7) チューニング機能：自動、及び、手動チューニングが可能であること。
- 8) 慣性補正機能：ロードセル内蔵された加速度計からの信号と荷重信号を演算し、試験中の慣性補正をリアルタイムで行うことが可能であり、ASTM E467に準拠すること。

9) 外部データ入力可能なこと。

データ処理装置 (制御用コンピュータ)

- 1) ハードウェア : OS Windows11 PRO64bit 日本語
CPU Xeon 2.9GHz 以上
メモリ 16GB 以上
HDD/SSD 500GB 以上
DVD-RW ドライブ
モニタ 22 インチ以上 TFT 液晶

ソフトウェア (応用制御モジュール含む)

- 1) 疲労試験ソフトウェア : Instron WaveMatrix3TM (日本語版)
2) 制御モード : 変位、荷重、ひずみ
3) 試験波形 正弦波、三角波、矩形波、台形波、ランプ波、プログラム波、任意波 (12000 ポイント/1 波形)、ブロック制御、シーケンス制御が可能なこと。
4) データサンプリング速度 最大 10kHz 以内で任意設定が可能であり、各チャンネル完全同期であること。
5) 取得データ設定 : 時間、ロード、ポジションの変化量設定の組合せによる取得データの設定が可能であり、データ取得試験サイクルは任意設定が可能なこと。
6) 試験条件入力確認 : 試験条件リスト表示、試験波形グラフ表示
7) 取得データ : 荷重、振幅、試験サイクル数等
8) グラフ表示 : 以下が可能であること。
画面 任意設定
表示画面変更 試験実施中
表示タイミング リアルタイム表示
グラフ X-T グラフ、X-Y グラフ表示
9) 取得データ保存 : PC 内部 HDD
10) 保存データ活用 : Excel 等市販の表計算ソフトにて解析・表示・印刷可能であること。

2.2.3 試験治具 (グリップ)

高温グリップ

- 1) 荷重要領 : $\pm 100\text{kN}$
2) 試験片装着方式 : ねじ固定式
3) 装着試験片サイズ : 平行部 $\phi 6\text{mm}$ 及び $\phi 8\text{mm}$ 、ボタンヘッド式もしくはねじ式

水冷ロッド

- 1) 使用温度 : 最高 700°C

2.2.4 伸び計

軸伸び計

- 1) GL:12.5 mm、Travel:+2.5 mm/-1.25 mm
- 2) 温度域:1000℃まで
- 3) 材質:アルミナ

2.2.5 その他

昇圧トランス

200Vから220Vに昇圧するために必要となるトランスを準備すること。

2.3. 設置場所

対象装置の設置場所は図1に示すとおりである。装置設置場所近辺の閉器盤内遮断器と試験装置電源供給用のケーブルの接続は受注者側で実施すること。なお、電源ケーブルについてはアンペアトリップ容量以上のケーブルを選定すること。遮断器情報は以下の表に示すとおりである。

共同研究棟

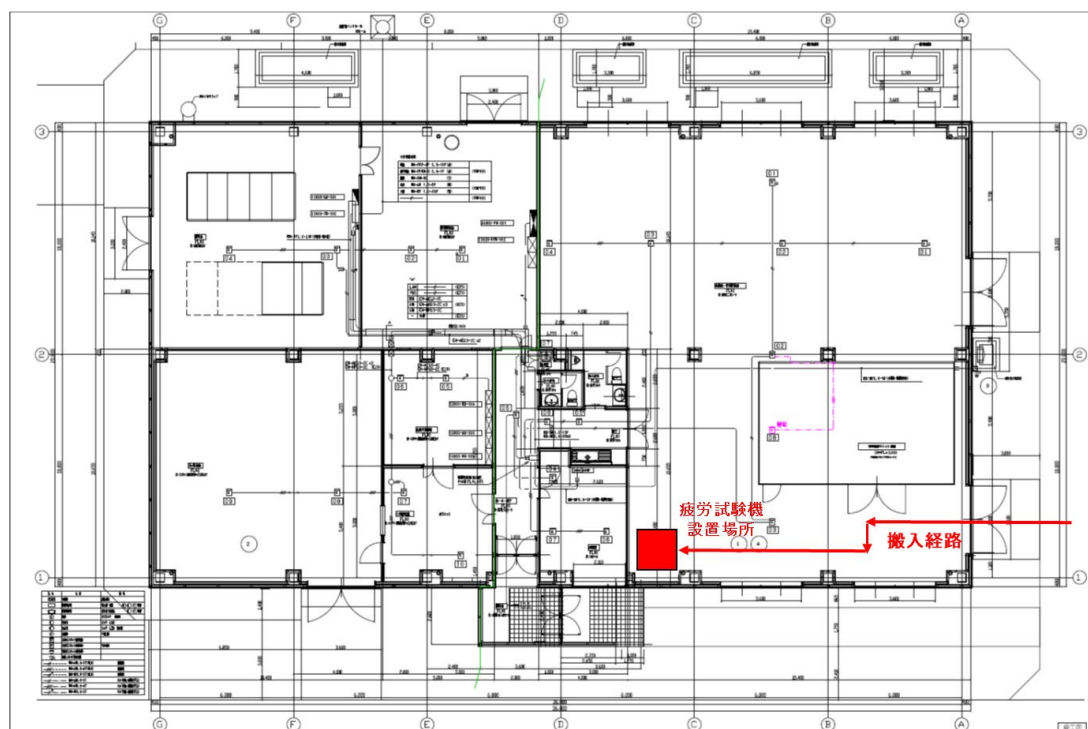


図1 設置場所

表 3 8862 試験機用交換遮断器情報

開閉器盤	相区分	番号 (結線先)	遮断機容量	備考
開閉器盤②	単相/200V	1 (701)	MCCB2P 50AF/30AT	試験装置本体

3. 整備仕様

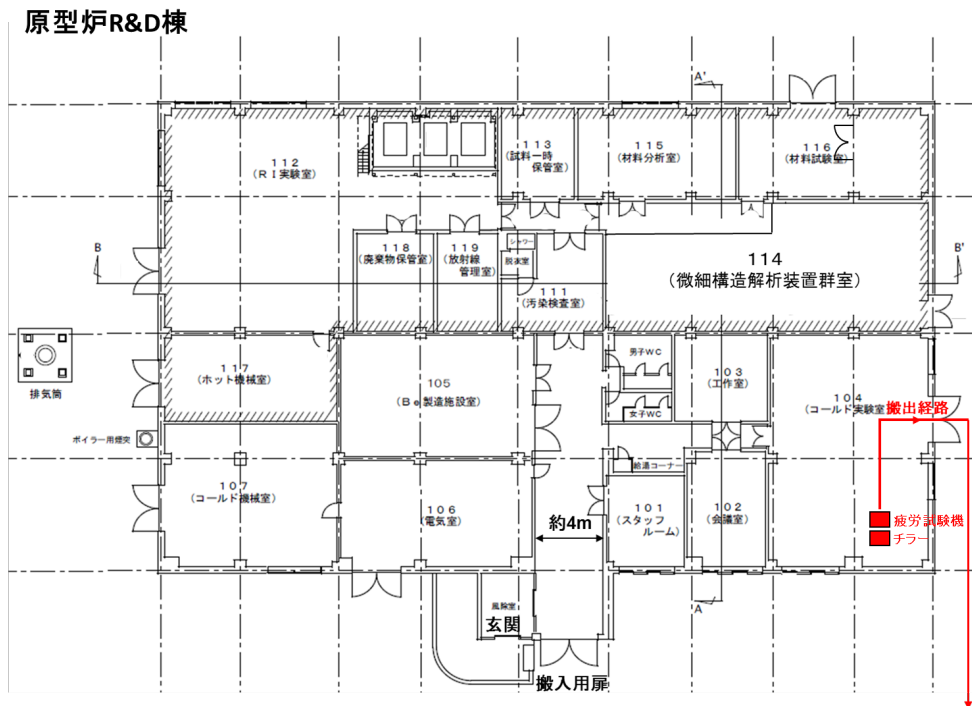
3.1 既設装置の移設

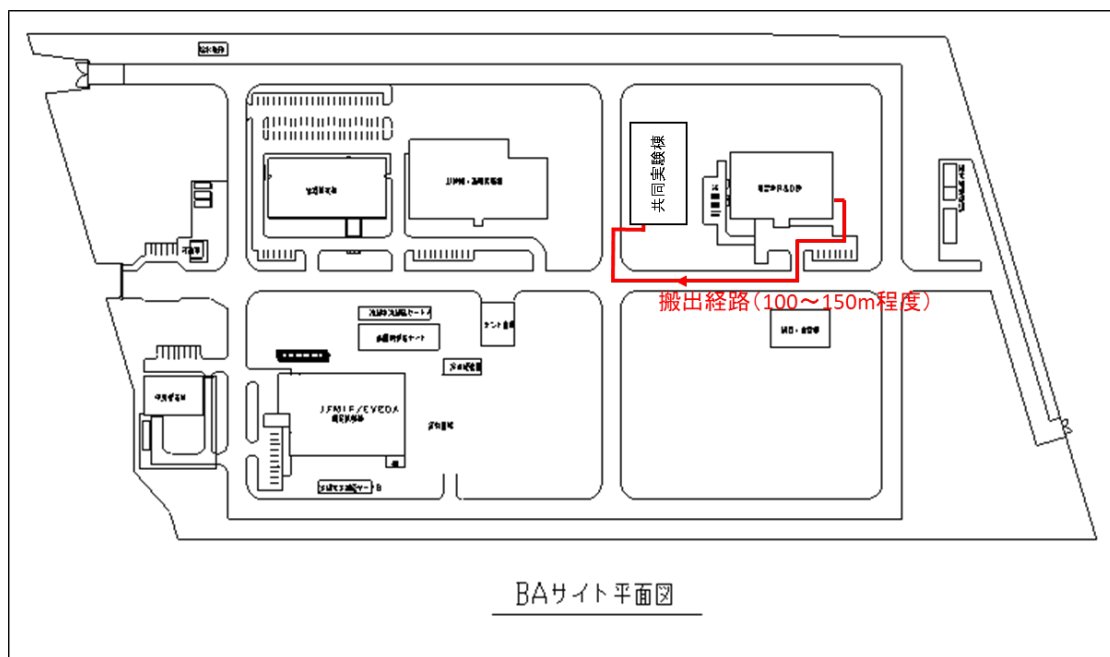
対象装置

インストロン 8861 型試験機	1 式
インストロン高温真空チャンバー	1 式
インストロン制御盤	1 式
オリオン機械製 DC インバーターチャラーRKE3750B-V-G2	1 式

作業内容

- 3.1 項の対象装置に接続されたケーブルを遮断器から切り離す。
- 3.1 項の対象装置を原型炉 R&D 棟のクールド実験室から共同研究棟材料試験室へと移設する。移設経路を図 2 に示す。





共同研究棟

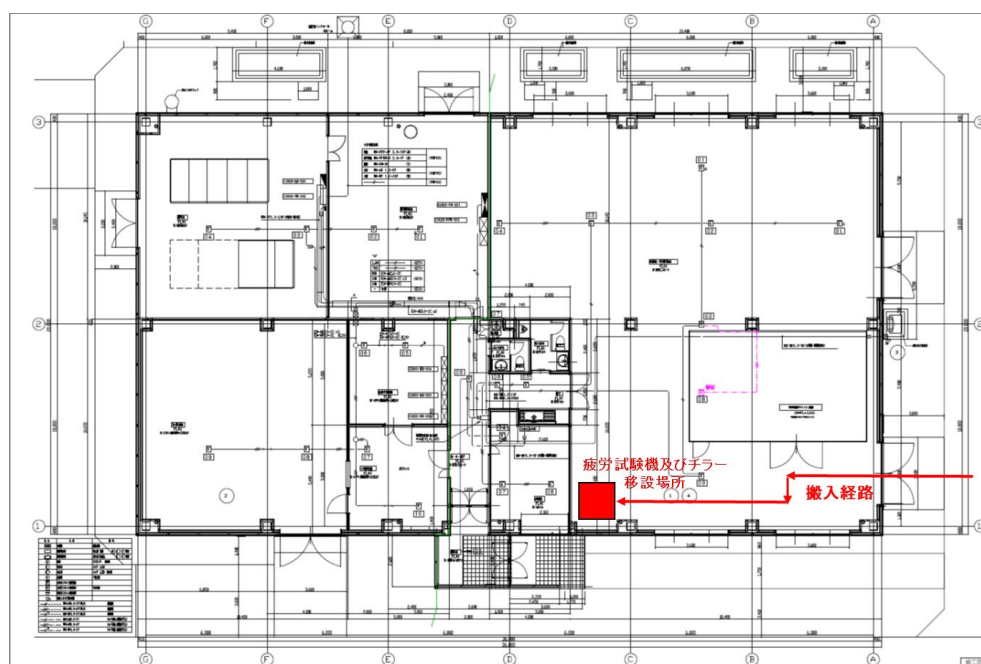


図2 移設経路

3.2 更新

対象装置

インストロン 8861 型試験機

1 式

更新内容

1. 制御コントローラ本体を最新版に更新
2. 上記項 1 のコントローラに対応した制御 PC 及びソフトウェアの更新
3. 軸芯調整機構を試験機に追加

3.3 修理

対象装置

インストロン 8861 型試験機	1 式
インストロン高温真空チャンバー	1 式
インストロン制御盤	1 式

修理内容

1. PLC プログラムデータの復旧
2. 真空チャンバー前扉の TIG 溶接及び調整
3. 真空チャンバー内フロントヒートシールド、フロントトップヒートシールド及び絶縁碍子の交換
4. 電離真空計測定子の交換
5. フロータースイッチの交換
6. 修理完了後の全システムの動作確認。なお、この動作確認は高温真空チャンバーを新設の電気式疲労試験機 8862 に取り付けて行うものとする。
※修理に必要な工具類については受注者側で準備するものとする。
※TIG 溶接についてはアーク溶接作業員（アーク溶接等特別教育）及び特定化学物質及び四アルキル鉛等作業主任者技能講習をそれぞれ修了した者から作業主任者を選出し実施することとする。
7. 修理完了後に真空チャンバーを載せておく仮置き用架台を準備すること。

3.4 結線作業

対象装置

インストロン 8861 型試験機	1 台
インストロン高温真空チャンバー	1 式
インストロン制御盤	1 式
オリオン機械製 DC インバーターチャラー RKE3750B-V-G2	1 台

作業内容

3.1 項で移設した対象装置について、指定する開閉器盤内遮断器から装置まで電線ケーブル結線作業を行う。

表 4 8861 型試験機用交換遮断機情報

開閉器盤	相区分	番号（結線先）	遮断機容量	備考
開閉器盤②	単相 /200V	4（703）	MCCB2P 50/20AT	
開閉器盤②	三相 /200V	2（705）	MCCB3P 100/75AT	
開閉器盤②	三相 /200V	3（703）	ELCB3P 50/30AT	

本体：単相 200V MCCB2P 50/20AT

制御盤：三相 200V MCCB3P 100/75AT

チラー：三相 200V MCCB3P 50/30AT

3.5 高温真空チャンバー取付作業

対象装置

インストロン 8862 型試験機	1 台
インストロン高温真空チャンバー	1 式
インストロン制御盤	1 式
オリオン機械製 DC インバーターチラーRKE3750B-V-G2	1 台

作業内容

修理が完了した高温真空チャンバー、制御盤及びチラーを新規設置予定の 8862 試験機に取り付け、接続し、取り付け後の能力検査を実施すること。

3.6 試験機校正

対象装置

インストロン 8862 型試験機	1 台
インストロン 8861 型試験機（更新後）	1 台

支給品

アライメント用試験片	1 式
------------	-----

試験機校正内容

8862 型試験機及び 8861 型試験機について、以下の校正作業を実施し、認証を満足すること。

8862 型試験機

NVLAP 認証 ASTM E4 準拠荷重精度検証 100kN

NVLAP 認証 ASTM2658 準拠クロスヘッド速度の検証

NVLAP 認証 Instron 準拠ストロークの検証

NVLAP 認証 ASTM E83 準拠伸び計の検証

8861 型試験機 (更新後)

NVLAP 認証 ASTM E4 準拠荷重精度検証 35kN

NVLAP 認証 ASTM2658 準拠クロスヘッド速度の検証

NVLAP 認証 Instron 準拠ストロークの検証

以上

選定理由書

1. 件名	電気式疲労試験機を用いた材料試験システムの構築
2. 選定事業者名	インストロンジャパンカンパニーリミテッド
3. 目的・概要等	核融合炉構造材料開発グループでは、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。本事業において、発電用ブランケットに用いられる核融合炉構造材料の健全性評価に当たり、疲労寿命等の特性評価が必要である。本件は、新規に調達する電気式疲労試験機と保有する高温真空チャンバー等を組み合わせて材料試験システムの構築を行うことを目的とする。
4. 希望する適用条項	政府調達に関する協定その他の国際約束に係る物品等又は特定役務の調達手続について第25条第1項第3号② (その他既調達物品等に接続して使用し又は提供させる物品等又は特定役務)
5. 選定理由	<p>核融合炉材料(低放射化フェライト鋼やタングステン)について、発電用ブランケット開発に必要な材料特性データの拡充を図る必要がある。特に核融合炉の実用化に向けては、引張特性に加え、疲労特性、破壊靱性、クリープ特性等の多角的なデータを整備するためには、高負荷な領域まで耐えうる電気機械式疲労試験機(以下、「試験機」という。)の整備が不可欠である。既存の試験機は現在、故障・老朽化により一部機能が使用できない状況にあるため、当該装置を修理・整備し、使用可能な状態にする必要がある。また、実環境を模擬した試験の実施には、既存の高温真空チャンバーを有効に活かしつつ、試験機の軸精度を確保する軸芯調整機構の導入が必須であるが、既存の試験機では高温真空チャンバーと軸芯調整機構の同時搭載が構造的(空間的)に不可能である。そのため、実環境模擬試験データ取得の目的において新規試験機の導入が別途必要となる。</p> <p>既存の高温真空チャンバーは高温かつ冷却水を扱う設備であるため、試験片破断時や異常昇温時などの安全確保(インターロック)の観点から試験機との電気信号連携が重要であり、適切な接続が必須となる。この高温真空チャンバーについて、製作元であるインストロンジャパンカンパニーリミテッドからは、当該装置の設計図面等は第三者への技術漏</p>

洩に繋がるため、第三者への開示許可は得られていない。そのため、本件で定める仕様条件を満たせる装置は、高温真空チャンバーがインストロンジャパンカンパニーリミテッド製ということもあり、試験機と高温真空チャンバーの動作連動保証や安全上の観点から同社製試験機（インストロン 8862 型）に限られる。

以上の理由により、発注先として上記要件を満たす事業者は他に存在しないため、インストロンジャパンカンパニーリミテッドを選定する。