

仕 様 書

1. 件名

軟X線ミラーチャンバー等の製作

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。）が運用する NanoTerasuにおいて、BL13Uでは下流部にビームラインを延伸し、超伝導電磁石を用いた高磁場X線磁気円二色性(XMCD)測定を行うための各種装置調達を進めている。本件は超伝導電磁石の磁場中心に軟X線放射光を集光するためのミラーチャンバーおよびその周辺機器一式を製作するものである。

3. 製作品較正と仕様範囲

3.1. 製作品構成

軟X線ミラーチャンバー 1式

技術仕様については第12項以降にて詳述するので、合わせて参照すること

3.2. 仕様範囲

上記装置の設計、製作、試験検査の全部に加え、以下が含まれる

- 現地における精密位置決め、据付、超高真空排気に関わる作業
- 真空容器、駆動機構および各種機器類（支給品含む）の組付け
- 真空機器、駆動機器などの動作確認
- 可視光レーザーアライメントによる光軸調整
- QST担当者が行う光学素子取り付け作業の支援

4. 納期

令和8年3月27日

5. 納入場所

宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1

NanoTerasu 実験ホール

据付調整渡し

6. 検査条件

- 第8項に示す提出図書を完備していること
- 13.8 に示した試験検査を実施し、全て合格していること

検査は製作工場または納入場所で行うこと。必要に応じてQST担当者が製作工場での検査に立ち会う場合がある。

7. 保管条件

室温5-40°Cの室内で結露しない保管条件下で梱包を施すこと

8. 提出図書

表1に提出図書の一覧を示す

- 使用する言語は日本語とするが、海外機器などの取扱説明書等は英語でも可とする
- 印刷物は原則A4サイズで提出すること。ただし、確認図や図表等はこの限りでない
- 印刷物は原則ファイルに綴じること
- 表1に記載の図書全てを印刷して表紙と目次を付してファイルに綴じたものを完成図書とする。完成図書の大型図面は折りたたんで収納すること。文字が判読できない縮小図は不可とする
- 電子ファイルはCADファイルについては2D-CAD又は3D-CADファイルを提出すること。提出ファイル形式は使用したCADソフトファイルおよびpdfとする。
 - 提出されたCADファイルは周辺機器との干渉や取り合い等の確認のためにその使用を制限したうえで他社と共有する場合がある。この点を考慮してCADファイルを提出すること
- CADファイル以外の電子ファイル形式はpdfとする
- 電子ファイル提出の際には最新定義ファイルに更新されたウイルス検知ソフトを用いてウイルスチェックを行うこと
- 納入時には上記完成図書3部および電子ファイルを提出すること

表1 提出図書一覧

図書名	提出時期
確認図	製作開始前
試験検査要領書	試験検査の前
打合せ議事録	実施の都度
試験検査成績書	試験検査の都度
取扱説明書	納入時
完成図	納入時
納入品目表	納入時

9. 契約不適合責任

契約不適合責任については、契約条項のとおりとする。

10. 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に関する法律）に適合する環境物品（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、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。

11. 協議

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と協議のうえ、その決定に従うものとする。

12. 共通技術仕様

12.1. 前提条件

受注者は、本仕様書に関する前提として別添資料「次世代放射光施設ビームライン機器共通事項」を原則遵守すること。ただし、別途指示等が本仕様書に明記されている場合にはそれに従うこと

12.2. 調整機構

12.2.1. 原点

- 光学素子における光学原点は、特記なき限り放射光照射使用時の位置、角度とする。
- 機械原点は、組立て、設置の正確性を期するために設けられる原点である。機械原点位置は、光学原点に対して所定の物理量によって結び付けられていること。

12.2.2. 計測点

- 並進軸の移動量、繰返し精度、最小可変量の計測点は、原則として、光学素子の中心位置の変位量とする。
- 回転軸の計測点は、原則として、光学素子端面又は駆動端点とする。
- 並進軸と回転軸の相互干渉が問題となる場合には、並進移動において光学素子端面と中心の双方を計測点として指定する。
- 上記のいずれの場合においても、光学設計から各軸の精度や干渉程度に優先度がつけられ、必要とされる精度を順に確保するよう計測手法や計測点を定めること。

12.2.3. 可動幅

可動幅は、光学原点を基準として前後求められる範囲として定義する。

12.2.4. 繰返精度（再現性）

- 可動範囲の起点から終点までの走査を3回繰返した場合、次のように定められた領域において所定の精度内で再現できることを言う。
- 位置決め計測においては、計測点と駆動軸との距離を図面に明示すること。
- 測定点数は、最小読取量の10倍又は可動範囲の20分割のより細かい方を原則とする。ただし、計測実績が存在し、典型データにおいて滑らかな変化が担保される場合は、可動範囲の指定分割数を協議の上より粗く調整できるものとする。
- 繰返精度の計測のさい、計測時の誤差が問題になる場合には計測回数や平均化処理を認める場合がある。
- 双方向繰返精度と明記されない限り、指定された一方向の繰返とし、バックラッシュを考慮しなくてよいとする。
- 計測時の温度は0.5°C以下の確度とする。

12.2.5. 最小可変量

- 電動駆動軸の場合、次世代放射光施設ビームライン機器共通事項のとおり。
- 手動駆動軸の内、目視読取（目盛など）がない駆動軸の場合には、操作軸の1/4回転を、目視読取がある場合には最小目盛りの半値をそれぞれ最小制御単位として与えたときに得られる可変量を最小可変量と呼ぶ。

12.2.6. 最小読取量

- 電子読取（エンコーダ付き又は電動）の場合、それぞれの最小目盛に対応する当該軸の変位量をいう。
- 目視読取（目盛など）の場合、それぞれの最小目盛の1/2に対応する当該軸の変位量をいう。

12.2.7. 調整軸

動作条件に応じて、次の種類の調整軸を規定する。各調整範囲を確認図に明記すること

- 真空動作軸：超高真空を維持したまま操作できる調整軸
- 大気動作軸：通常開閉可能なフランジの開放のみによって操作できる調整軸
- 組立調整軸：組立時に容易に操作できる調整軸
- 工場調整軸：製造出荷段階や現地精密位置決め調整段階における使用のみを前提としたボルト等の締結部品を含む調整軸

主要な調整軸については、確認図に明記すること。特に、現地で不用意に操作すると機器性能を担保できなくなる調整軸についてはその旨注釈を入れること。

12.3. 駆動制御

- 次世代放射光施設標準ステッピングモータ
 - 次世代放射光施設ビームライン機器共通事項に従うこと。
- 次世代放射光施設標準モーターコントローラー
 - ツジ電子PM16C-16HW2相当品とし、これ以外の機器を使用する場合には、QST担当者と別途協議の上決定する。
- 次世代放射光施設標準パルスモータードライバー
 - メレックH750v1相当品とし、これ以外の機器を使用する場合には、QST担当者と別途協議の上決定する。

12.4. 超高真空仕様

12.4.1 フランジシール

- ポートのシールには、銅ガスケットシールのコンフラットフランジ（以下ICF規格と記す。）を原則として用いること
- ミラー及び駆動機構取り付け用フランジはICF規格フランジと同等以上のメタルシールであれば採用を認める。なお、ICF規格以外のメタルシールを用いる場合は、製造社名、連絡先、型番、形状、材質等を明示し、入手方法を明らかにすること。

12.4.2. リーク量

リーク量は、 $5E-11 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 以下とする。

12.4.3. 真空度計測

真空度は鏡表面相当箇所での値とする。ポンプ内部など意図的な好条件における計測は認めない。真空度は次の機器を用いて計測する。

- ホット型真空計：ヌードイオンゲージNIG-2F（キャノンアネルバ）相当品
- コールド型真空計：フルレンジゲージPKR361（PFEIFFER）相当品

12.4.4. 材料・処理

- 真空容器及び駆動機構、冷却機構を含む真空内機器は、真空仕様を満足する素材を用い、脱脂、電解研磨、純水洗浄などの処理を施すこと。
- 真空雰囲気には炭化水素系の汚染履歴が残らない素材・処理方法を用いること。
- 素材及び処理方法については内容・工程を報告すること。

12.4.5. ベーキング

- 超高真空到達のためのベーキングの手順や使用機材については、別添の「ビームライン・ベーキング要領」に従うこと。

- ベーキングに用いるヒーター類（シースヒーター、リボンヒーター、上記要領に記載の端子台および配線など）の手配と装置への取り付けは本仕様の範囲内とする
- ベーキングに用いるヒーターコントローラについては、上記要領の記述に添う機器をQSTが必要数を貸与する

12.4.6. 軟X線用光学素子容器仕様(UHV-OP級)

光学素子を含む真空容器においては、駆動機構、光学素子を含んだ状態において以下の要件を満足すること。本項の仕様は、光学素子を含む機器と、放射光を使用する際に必ず開放するゲートバルブを開けたときに接続される隣接真空容器端部に適応される。隣接真空容器に光学素子が含まれない場合は、隣接真空容器全体に対してこの規定を適用するものではない。

- 乾燥窒素充填による大気圧解放後、144時間以内を目途に $1\text{E}-7$ Pa以下に至ることを目標とする。ベーキングする場合、光学素子を装着した状態でも処理可能な温度設定、昇温・降温特性とする。
- 到達真空度は $5\text{E}-8$ Pa以下を目標値とする。

12.4.7. 軟X線用輸送チャンネル真空仕様(UHV-TC級)

輸送チャンネルにおいては、駆動機構を含んだ状態において以下の要件を満足すること。本項の仕様は、光学素子を含まない機器（スリット、モニタ容器及びダクト等）に準用される。

- 乾燥窒素充填による大気圧解放後、144時間以内を目途に $1\text{E}-6$ Pa以下に至ることを目標とする。ベーキングを施してもよい。
- 到達真空度は $5\text{E}-7$ Pa以下を目標値とする。
- UHV-OP級仕様の機器が接続されている場合、ゲートバルブを開けた際にUHV-OP級仕様の機器の真空度を維持できること。

12.4.8. 排気用ポンプ

光学素子真空容器、真空排気容器及びモニター用真空容器等の排気には、ターボ分子ポンプとドライポンプを組み合わせた粗排気ポンプユニット、イオンポンプ、NEGポンプ等を必要に応じて用いる。ポンプの一部または全部を支給する場合がある。12.10.支給品・貸与品リストを参照すること。

12.5. 装置架台

真空容器及び排気装置、駆動機構を設置する架台は以下の機能を有すること

- 各軸所定の精度、再現性を十分満たす剛性をもった構造とすること。
- ベーキングによって位置変位、変形しない構造であること。

- 粗調整可能な位置調整機構を有すること。
- 調整終了後は、粗調機構は十分な剛性・強度で固定できるものとする。
- 架台は床面に十分な強度でアンカー固定できる構造であること。
- 架台は床面縁切りを跨がないようにすること。
- 架台には焼き付け塗装を行うこと。ただし、塗装色及び塗装箇所は別途協議の上決定する。
- 排気装置本体及び鏡調整機構などのメンテナンスが必要な重量物を容易に取り外し可能な構造とし、必要ならばそのための治具を有すること。
- ビームライン上に設置する際の干渉を考慮すること。
- 実験ホールの床高さは必ずしも平坦ではない。一方ビーム高さは規定されている。このため、必要に応じて現地測量し、高さ調整しろを十分設けること。

12.6. ユーティリティ

- 真空外の配管、配線はベーキング時、放射光照射時に排除することなく接続したままで利用可能な構造・素材であること。
 - ベーキング時に限り、やむをえず排除しなければならない配管・配線がある場合には、QST担当者とは別途協議の上、コネクタ等により安全かつ容易に切断できる配管・配線を認める場合がある。
- 全ての配管、配線は、端子台又は接続部において端子台とケーブルの双方に機器及び接続番号が明示され、現場にて接続及び取り外しが容易であること。
 - 制御機器の信号名に関しては、別途指示する。
 - AC100V及びAC200Vの電源と制御信号を同一端子台によって取り合うことを禁ずる。

12.7. 真空内温度計測

- 測定子は以下の仕様を満足すること
 - JIS-A級、規定電流1 mAの白金測温抵抗体(Pt 100オーム)であること。
 - 温度測定部はカプトンフィルムで絶縁されており、このフィルム部のサイズは幅10 mm、長さ50 mm、厚さ0.5 mm以下であること。
 - 使用されるリード線はポリイミド被覆線であること。
 - 測温部、リード線ともに禁油処理されていること。
- 電流導入端子は以下の仕様を満足すること
 - 電流導入端子付きフランジはICF70であること。
 - ハーメチックシールであること。
 - 端子数、ピンアサイン等の詳細は別途QST担当者とは協議の上決定すること。
- 真空内ジョイントは以下の仕様を満足すること
 - 測定子は交換を簡便に行えるよう真空容器内でコネクタ取り合いとすること。

- ジョイント材質はPEEK等の脱ガスの少ない物質を用いること。
- 端子数、ピンアサイン等の詳細は別途QST担当者と協議の上決定すること。
- 以下の接続試験を実施すること
 - 測定子の設置箇所と計測機器のチャンネルとの関係を確認すること。
 - 真空内温度を正常に計測できること。

12.8. モニター類取り付けフランジ標準規定

モニター類（デュアルモニター、光量モニター、スクリーンモニター、アブソーバー、アパーチャー）を取り付けるポートのフランジ面と光軸間の距離を次のとおり規定する。

- 取り付けフランジがICF070の場合、フランジ面と光軸間距離は85 mmとする。
- 取り付けフランジがICF114の場合、フランジ面と光軸間距離は100 mmとする。

12.9. 支給品・貸与品に関する一般規定

受注者は、予め外傷を目視確認した後、駆動部分やフランジ等の取り付け作業に取り掛かること。外傷、初期不良等が発見された場合、速やかにQST担当者に報告するとともに、写真撮影などにより明示的に状況を説明すること。

12.10. 支給品・貸与品リスト

12.10.1. 支給品

以下の品を支給する。

- UHVゲートバルブ：必要数
- ターボ分子ポンプ・ドライポンプ組み合わせ租排気機構：必要数
- ホット型真空計：1
- 次世代放射光施設標準モーターコントローラー：1
-

12.10.2. 貸与品

以下の品を貸与する。

- ベーキングヒーターコントローラ：必要数
- 次世代放射光施設標準型リークテスター（ヘリウムガスは必要量を支給）：1台

13. 個別技術仕様

13.1. 概要

図1にビームラインの全景の概略図と、本件にて設置するミラーチャンバーおよび制御電機ラックの設置位置概要を示す。光学原点座標などの詳細についてはQST担当者の指示に従うこと。

13.2. 光学素子ホルダー 数量：1式

光学素子ホルダーは、表2に示す仕様の光学素子を超高真空中で保持するためのホルダーである。ただし、光学素子自体の製作は本仕様の範囲外である。

13.2.1. 使用条件

- 真空度：UHV-OP級
- 温度：室温

13.2.2. 詳細仕様

- 光学素子を保持し、入射した放射光を水平反射できる構造であること
- 光学素子コーティングの有効領域全部を使える構造とすること。
- 光学素子ホルダーは、光学素子を不用意に歪ませずに保持でき、かつ、光学素子表面の有効領域に触れない構造であること。
- 光学素子ホルダーにセラミック部品等を組み込み、保持している光学素子を電氣的に孤立させること。これにより、放射光が光学素子に照射された際に発生するドレイン電流を計測できるようにすること。
- ドレイン電流計測にあたり、必要に応じて光学素子表面に触れる電極部品を組み込むこと。ただし、電極は光学素子表面の有効領域に触れない構造とすること。

13.3. 光学素子調整機構 数量：1式

光学素子調整機構は、光学素子ホルダーを保持して光学素子の位置や入射角等を超高真空下で電動駆動により高精度に設定し、集光位置の調整や使用する光学素子の切り替えを行うための駆動制御機構である。

13.3.1. 使用条件

- 真空度：UHV-OP級
- 温度：室温

13.3.2. 詳細仕様

- 駆動軸の可動幅は、特記なき限り光学原点から測った値として定義すること

- 駆動軸は次世代放射光施設標準パルスモータードライバーで駆動できること
- 駆動に必要なステッピングモータは本仕様の範囲内とする
- 駆動軸は自己保持能力を有すること。ステッピングモータの励磁等の駆動保持力を与えない場合でも、容易に変位しない構造であること。
- 駆動軸は真空排気に伴う圧力負荷によって規定された調整軸の精度が確保できなくなるような倒れ、伸縮等が発生しないように工夫すること。
- 駆動軸は独立に駆動できるようにすること
- 駆動軸の可動幅、最小可変量および繰返精度は表3に示した値を満たすこと

13.4. 光学素子真空容器 数量：1式

光学素子真空容器（以下、「容器」という。）は、光学素子調整機構等を設置するための真空容器である。

13.4.1. 使用条件

- 真空度：UHV-OP級
- 温度：室温

13.4.2. 詳細仕様

- 容器は、容器本体およびそれに接続された光軸方向のフランジをビームラインから切り離すことなく光学素子の設置および調整等を行える構造であること。
- 容器は光学素子調整機構を取り付けることができる構造であること。
- 容器には共通仕様12.4.1. フランジシールの指定に従う以下のポートを設けること。ポートの取付位置、数量、サイズ等の詳細については別途協議の上決定する。

1. 光学素子交換用ポート

- ◇ 光学素子およびホルダーを保守交換するのに十分な開口を持つポートを設けること。
- ◇ 光学素子が複数設置されている場合にも独立に交換できること。
- ◇ 光学素子を保守交換することで他の光学素子の設置精度に影響を与えない構造であること。

2. 入射軸ポートおよび出射軸ポート

- ◇ 放射光を容器へ導入するための入射軸ポートと、光学素子で反射してきた放射光を容器から取り出すための出射軸ポートを設けること。
- ◇ 光学素子を挿入したとき、入射光および出射光の光路を妨げないこと。
- ◇ 両ポートには、特記なき限り支給するゲートバルブを設けること。

3. ビューポート

- ◇ 放射光が照射されている光学素子の表面及び上流側の端面を目視観察するための超高真空対応ビューポートを設けること。
 - ◇ 直接端面が見込めないか見込みにくい場合は、簡易の鏡を挿入するなどの方法で視野の代用や視野の確保を認める場合がある。
4. ドレイン電流計測用ポート
- ◇ 光学素子に放射光が照射されている際のドレイン電流を計測するためのポート（原則ICF70）を設けること。
 - ◇ ドレイン電流はBNC端子を介して計測できるようにすること。その際、信号線が光路上にかからないように取り回しを工夫すること。
5. その他機器用ポート
- ◇ 真空計測定子、質量分析計、測温抵抗体、メタルバルブ等を設置するための機器用ポート（原則ICF70）を設けること。
 - ◇ 機器用ポートの内少なくとも1か所は、メタルバルブ、バイトンバルブ、リークバルブを設けて乾燥窒素による容器全体の窒素ベントを可能にすること。
6. 主排気用ポート
- ◇ 主排気ポンプのための排気用ポートを設けること。この取付け位置は光学素子表面を見込まないこと。
 - ◇ 光学素子交換時に取り外し不要である位置に設置すること。
 - ◇ 主排気ポンプの保守・交換作業によって機器のアライメントを崩さないこと。
7. 粗排気用ポート
- ◇ 粗排気ポンプを設置するためのポートを設けること。
 - ◇ 特記なき限り支給するゲートバルブを設けること。
 - ◇ ゲートバルブに取り付けるためのバイトンバルブ付変換ニップルを設けること。
- 必要とされるblankフランジ、ガスケットおよび締結部品の全ては本仕様の範囲内とする。
 - ベーキング処理に必要なシースヒーターまたはリボンヒーターを具備すること。
 - 光学素子や調整機構は精密位置決めされているため、真空容器はベーキング処理の影響を受けて位置変動しないような構造であること。
 - 光学素子の設置に際し、真空容器外からトランシット等を用いて調整を行えるよう光学素子表面が観察できる構造であること。

13.5. 光学素子真空容器架台 数量：1式

光学素子真空容器架台は、容器を設置し、位置調整および固定を行うための支持架台である。

13.5.1. 詳細仕様

- 光学素子真空容器架台は容器を支える部位と、光学素子調整機構を支える部位に分離でき、ベーキングによって容器に伸縮があった場合でも、調整機構が変形しない構造であること。
- 光学素子真空容器架台は容器内の所定の基準位置が仮光源（出口スリット中心：仕様範囲外）から20,000 mm下流となるように配置できる構造であること。図1に設置位置の概略図を示す。

13.6. 真空機器締結要素類

真空接続要素類は、真空機器取り合い点間を超高真空排気して放射光を下流に導くために必要な機器・部品で、ゲートバルブ、真空計、真空排気ポンプ等で構成される。また、構成機器・部品に使用されるメタルガスケット、ボルト、ナット等も含む。

13.6.1. ゲートバルブ

ゲートバルブは支給する。

13.6.2. 真空計

真空計は支給する。

- 真空計コントローラーは原則制御ラックに収納すること。
- コントローラーと電機ラック内のPLC中継端子台間の配線を行うこと。

13.6.3. 真空排気ポンプ

各真空容器に対して共通仕様に従う排気ポンプを設置すること。

- ポンプ本体、ケーブルおよびコントローラーは支給品・貸与品リストに示したものを除いて本仕様の範囲内とする。
- 所定の到達圧力の達成・維持が可能なように排気量などを選定すること。
- ポンプのメンテナンスを考慮し、取り外し容易な位置に設置し、それが困難な場合には必要に応じて治具を具備すること。
- 真空排気ポンプとコントローラー間の配線は本仕様の範囲内とする。

13.6.4. 計装

機器内配線の全てを本仕様の範囲内とする。

13.7. 据付調整

製作した機器等を現地の指定場所へ搬入し据付調整、真空排気、光学素子の設置、アライメント調整、駆動機構の動作確認等を行う。

- 据付調整に関する手順書を作成すること。手順書は図面を用いて簡潔かつ具体的に記すこと。
- 支給品においても、現地での据付、結線、真空排気を行うこと。

13.7.1. 基準マーク添付

納入場所の床面および壁面に必要な基準点を示す基準マークを貼付する。

- マークを貼る際には、本施設側から渡される基準点を親とし、何次転写であるかを現場マーク及び図面上で明示すること。
- シールが容易に剥がれないように保護カバーをつけること。
- 光学素子調整機構については、光軸上及び光軸直角方向に対して2点以上のマークを貼ること。機器設置後にも光軸上及び光軸直角方向から望むことにより、機器中心位置を確認できること。

13.7.2. 光学素子真空容器架台の設置

光学素子真空容器架台および容器をビームライン上の指定する位置に設置する。

- 光学素子真空容器架台は光軸に沿って所定位置に設置し、アンカーボルトで固定すること。
- 光学素子調整機構の設置位置調整に際しての調整幅を踏まえ、光学素子上の指定する点をビームライン上の指定する位置に所定の精度で調整できるように、架台の設置精度を設定すること。
- 容器の入射出射フランジ中心は ± 0.2 mmの精度で設置し、固定すること。
- NEGポンプ等を含む真空容器においては、ポンプの性能を劣化させないために真空による封じ切りが速やかに行えるような荷姿とする。このために、ポンプの組み付けをあえて避けるように指示する場合がある。このとき、ポンプ単体封じ切り状態での動作試験によってポンプのリークチェックの代替とする場合がある。
- 精密機器を設置する床面に樹脂床敷設などの対策を施す場合があるが、これは本仕様の範囲外とする。

13.7.3. 光学素子ホルダー及び調整機構の精密設置

光学素子ホルダー及び調整機構を所定の精度で真空容器に設置する。

- 設置精度はビームライン上の指定位置から ± 0.1 mmとする。
- 光学素子調整機構は所定のミラー反射角に設置すること。上記指定位置と合わせ、この位置を機械原点と定める。
- 据付調整の際はダミーの鏡（アルミニウム製ブロック、中心線にケガキあり）を用いること。

- 真空排気、フランジ締結による変動を考慮し、これが極力低減されるように工夫すること。具体的な手順は真空排気、フランジ締結に掛かる作業を進める中で協議の上決定する。

13.7.4. 機械原点と駆動範囲の確認

光学素子を取り付けた状態でレーザーアライメントを行う際の目安とすることを目的に、手動・電動の全ての軸の機械原点及び駆動範囲限界を与える位置等を記録した一覧表及び図面を作成する。

- 機械原点を与える位置を記録し、一覧表及び図面に付与して提出すること。なお、この数値は、後に光学素子を取り付けた状態でレーザーアライメントを行う際の目安とするものである。
 - 手動の全ての軸について、機械原点を与えた寸法等を表に軸名とともに明記し、提出すること。
 - 電動の全ての軸について、機械原点を与えたパルス数に加え、メカのおおよその位置をノギス、マイクロメーター等で計測した数値を表に軸名とともに明記し、提出すること。
 - 当該調整機構の確認図に、寸法を計測した位置を明示すること。
- 可動範囲限界を与える位置を記録し、一覧表及び図面に付与して提出すること。
 - 手動の全ての軸について、範囲限界を与えた寸法等を表に軸名とともに明記し、提出すること。
 - 電動の全ての軸について、範囲限界を与えたパルス数に加え、メカのおおよその位置をノギス、マイクロメーター等で計測した数値を表に軸名とともに明記し、提出すること。
 - 当該調整機構の確認図に、寸法を計測した位置を明示すること。
- 作成した一覧表及び図面は試験検査成績書の別添として提出すること。

13.7.5. 光学素子の取り付け

調整機構の精密設置に準じ、光学素子を光学素子ホルダーに取り付けた後、調整機構に設置する。光学素子の取り付け作業はQST担当者が行うが、その支援をすること。同作業時には、マスク、帽子、手袋、無塵衣を装着し、可能な限り簡易クリーンブース内で作業するなど、光学素子の表面に埃、油分等が極力付着しないように配慮すること。

ただし、QSTが光学素子を納期内に準備できない場合には、光学素子の取り付けは納品後に支援作業するものとする。

13.7.6. レーザーアライメント

光学素子を光学素子真空容器に設置した状態でレーザー光を用いて精密にアライメントを行う。ただし、QSTが光学素子を納期限内に準備できない場合、光学素子が仕様を満たさない場合等でアライメント作業に困難が生じた際にはダミーミラーを用いた精密アライメントで代替しても良い。

- レーザーアライメントは光学素子を取り付けた状態で行うこと。ただし、上述の様にダミーミラーによるアライメントを認める場合がある。詳細はQST担当者と協議のうえ決定すること。
- 図1に示す取り付け点から導入されたレーザー光を下流の光学素子を通して所定の位置まで通すこと。この時の各機器の位置を光学原点とする。レーザー光の導入位置については作業時のビームラインの状況に応じてQST担当者の変更を指示する場合がある。その場合は指示に従うこと。
- 光学原点の位置は、機械原点及び駆動範囲限界を与える位置等を記録した一覧表及び図面に明記すること。その際、計測条件も併せて付記すること。
- レーザーの屈折の影響が無視できる範囲でビューポートを介してよいが、極力真空状態での計測が望ましい。

13.7.7. 真空立ち上げ

真空立ち上げは、光学素子の設置、真空容器及び真空ダクトの接続、冷却水配管、ベーク機器、排気ポンプ等の取付け、電気配線等が完了した後、真空引きとベークの準備行為までを行う。

- ベーキングは駆動機構等へ影響を及ぼすような温度とならないようにすること。
- ベーキングを実施する前に、駆動機構の動作確認を完了すること。
- 光学素子装着後のベーキングにおいては、光学素子自体の温度が100°C以下を厳守すること
- ベーキング終了後、各真空容器の真空度が共通仕様に示した目標値を達成していることが望ましい。
 - ベーキング後の真空度が目標値から大きく乖離している場合、QST担当者は必要に応じてリークテスターによるリークチェック、追加のベーキング、残留ガス分析等を要求することがある。受注者は可能な範囲でこれに従うこと。

13.8. 試験検査

受注者は、別途定める試験検査要領書にしたがって試験検査を行い、試験検査成績書等を提出する。

13.8.1. 試験検査成績書

次の項目を明記すること

- 試験検査内容
- 試験検査機材名
- 試験検査時の条件等
- 試験検査結果
- 合格基準
- 合否判定
- 記録者の氏名
- 承認者の氏名

13.8.2. 員数試験

員数が揃っていることを目視により確認すること。ただし、組付調整済み又は真空・窒素封入されている箇所に関しては、調整、封入前の確認で代用する場合がある。

13.8.3. 外観試験

外観に打こん、損傷等の異常がないことを目視確認すること。員数試験に準ずる。

13.8.4. 寸法試験

対象項目については別途協議の上、決定する。

13.8.5. 調整機構駆動試験

次世代放射光施設標準コントローラーと実際に当該機器を運転するために使用するモータードライバーによって動作確認を行う。

- 全軸の駆動範囲は協議の上詳細を決定する手順に則って試験すること。
- 出来る限り現地試験とするが、やむをえず出荷検査とする場合でも、現地においても確認を求める場合がある。
- 通電時異常がないこと、動作方向の確認、変位量等、設計どおりの動きが実現されていることは、予め工場にて試験の上、記録に留め、出荷すること。
- パルスあたりの送り設計量又はエンコーダー値を予め以下の位置に対する数値として表にまとめ、実際の送りパルス数を確認すること。
 - 実使用状態に近い負荷をかけた状態とする。
 - 3往復駆動し、方向に規定がある場合には、順方向及び逆方向について分けて記録をとること。
 - 光学素子調整機構については、光学原点位置および両端のハードウェアリミット位置まで駆動し、各パルス数を確認すること。

13.8.6. リークチェック

指定するリークテスターを用いて真空容器、真空ダクト等の溶接個所、接続箇所が所定のリーク量以下であることを試験する。ヘリウム真空吹き付け法で実施し、貸与するリークテスターにおいてリーク量 5×10^{-11} Pa·m³/s以下であることを確認すること。

13.8.7. ベーキングヒーター通電・絶縁試験

対象項目については別途協議のうえで決定する。

		単位	M5A
形状			回転楕円
物点から光学素子までの距離		mm	20,000
光学素子から焦点までの距離		mm	4000
入射角		°	89.0
曲率半径（参考値）	Tangential	mm	a 12000.000 b 156.099
基板物質			Si(100)単結晶 又は石英
スロープエラー（rms）	Sagittal	μ radRMS	<10, Best effort 5
	Tangential	μ radRMS	<0.5, Best effort 0.25
形状誤差		nmRMS	<2（目標値）
表面粗さ		nmRMS	<0.3
コーティング（厚さ）		nm	Au（50 \pm 10）
バインダー（厚さ）		nm	Cr（5 \sim 10）
有効領域	長さ	mm	>300
	幅	mm	>15
外形寸法	長さ	mm	310-320（ \pm 0.1）
	幅		50（ \pm 0.1）
	厚さ		50（+0/-0.2）
員数			1
反射面の向き			水平
側面研磨			あり
側面の溝加工			あり

表2：光学素子の仕様（参考図）

軸名	機能	可動幅	最小可変量	繰返精度	駆動方法
x	水平移動	±7 mm 以上	0.5 μm 以内	5 μm 以内	電動
y	鉛直移動	±10 mm 以上	0.5 μm 以内	10 μm 以内	電動
z	前後移動	—	—	—	—
Rx	ヨー	±0.5° 以上	20 μrad 以内	50 μrad 以内	電動
Ry	ピッチ	±0.5° 以上	2.5 μrad 以内	20 μrad 以内	電動
Rz	ロール	±0.5° 以上	20 μrad 以内	50 μrad 以内	電動

表 3：光学素子調整機構の可動幅、最小可変量および繰返精度

(要求者)

部課(室)名：NanoTerasuセンター

高輝度放射光研究開発部 ビームライングループ

氏名：大坪 嘉之