

**次世代放射光施設のナノ ARPES 装置用  
ピエゾ試料ステージの購入  
仕様書**

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

## 1. 概要

本件は、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（以下「量研」という。）が官民地域パートナーシップにより整備する次世代放射光施設において、ナノ ARPES 装置で使用するピエゾ試料ステージを購入するものである。ピエゾ試料ステージは試料に対して3次元方向への並進移動（XYZ軸）と試料表面の面内回転駆動（ $\theta$ 軸）を行い、試料を測定位置に正確に移動、保持するために用いられる。そのためピエゾ試料ステージには測定空間分解能以下の移動精度及び安定性が求められると同時に、ARPES測定のために超高真空下で使用できること、非磁性体のみで構成されていること、極低温下でも同じ精度で動作することが求められる。

## 2. 納入期限

令和5年6月30日

## 3. 納入場所

宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-11  
国立大学法人東北大学工学研究科総合研究棟 9階

## 4. 仕様

### 4.1. 構成

- (1) Z軸用ピエゾ試料ステージ 1個
- (2) XY軸用ピエゾ試料ステージ 2個
- (3)  $\theta$ 軸用ピエゾ試料ステージ 1個
- (4) Z軸レーザー干渉計用コントローラ 1式
- (5) ピエゾ試料ステージ制御用コントローラ 1式

### 4.2. Z軸用ピエゾ試料ステージ

#### a) 概要

試料ステージ上の試料表面に対して垂直方向への並進移動（Z軸）のためピエゾ試料ステージである。液体ヘリウムで冷却される試料に近接するために、極低温下でも精度・安定性・移動量を低下させずに動作することが求められる。

#### b) 型式

SmarAct社製 SLC-2445-F-CR-UHV-TI-NM-1.5 相当品

#### c) 仕様

- ① 移動軸：1軸直動
- ② 移動量：29mm以上
- ③ 位置分解能：0.5nm以下
- ④ 耐荷重：水平設置時30N以上、垂直設置時且つ6Nの荷重を搭載時で1N以上
- ⑤ 推力：2N以上
- ⑥ 最低動作温度：4K以下スキャンレンジ1 $\mu$ m

- ⑦ ステージ内蔵のレーザー干渉計によるクローズドループ制御が可能であること。
- ⑧ 一方向クローズドループ再現性：±45nm（全ストローク内）、5nm（1mm 移動範囲）
- ⑨ ステージ母材：Ti 製
- ⑩ 全ての部材に非磁性体を使用していること。
- ⑪ 使用真空度： $1 \times 10^{-11}$ mbar 以下
- ⑫ 真空中で 120°C以下でのベーキングが可能であること。
- ⑬ サイズ：移動軸方向長さ 55mm 以内、ステージ厚み 15mm 以内(Constant Force スプリングを除く)
- ⑭ 移動軸が重力方向へ向くような配置での設置と使用を可能とするため Constant Force スプリングが取り付けられていること。

#### 4.3. XY 軸用ピエゾ試料ステージ

##### a) 概要

試料ステージ上の試料表面に対して面内方向への並進移動（X 軸及び Y 軸）のためのピエゾ試料ステージである。超高真空下で高い精度・安定性で動作することが求められる。

##### b) 型式

SmarAct 社製 CLS-5252-D-S-NM-UHV-TI 相当品

##### c) 仕様

- ① 移動軸：1 軸直動
- ② 移動量：30mm 以上
- ③ 位置分解能：1nm 以下
- ④ 耐荷重：20N 以上
- ⑤ 推力：5N
- ⑥ ステージ内蔵の光学センサーによるクローズドループ制御が可能であること。
- ⑦ 一方向クローズドループ再現性：±50nm（全ストローク内）
- ⑧ ステージ母材：Ti 製
- ⑨ 全ての部材に非磁性体を使用していること。
- ⑩ 使用真空度： $1 \times 10^{-11}$ mbar 以下
- ⑪ 真空中で 120°C以下でのベーキングが可能であること。
- ⑫ サイズ：移動軸方向長さ 55mm 以内、ステージ厚み 15mm 以内

#### 4.4. $\theta$ 軸用ピエゾ試料ステージ

##### a) 概要

試料ステージ上の試料表面に対して面内の回転移動（ $\theta$  軸）のためピエゾ試料ステージである。超高真空下で高い精度・安定性で動作することが求められる。

##### b) 型式

SmarAct 社製 SR-9219C-D-S-UHV-NM-TI 相当品

c) 仕様

- ① 移動軸：1 軸回転
- ② 移動量：360°
- ③ 位置分解能：15 $\mu$ ° 以下
- ④ 耐荷重：25N 以上
- ⑤ 推力トルク：10Ncm 以上
- ⑥ ステージ内蔵の光学センサーによるクローズドループ制御が可能であること。
- ⑦ ステージ母材：Ti 製
- ⑧ 全ての部材に非磁性体を使用していること。
- ⑨ 使用真空度：1 $\times$ 10<sup>-11</sup>mbar 以下
- ⑩ 真空中で 120°C 以下でのベーキングが可能であること。
- ⑪ サイズ：面内方向 95mm $\times$ 95mm 以内、ステージ厚み 20mm 以内

#### 4.5. Z 軸レーザー干渉計用コントローラ

a) 概要

Z 軸ピエゾ試料ステージのクローズドループ制御のためのレーザー干渉計を制御するコントローラである。超高真空中に設置されたステージ内部のセンサーを読み取り、高速で位置制御にフィードバックする必要がある。

b) 構成と形式

- ① レーザー干渉計（ハイパワー）本体：SmarAct 社製 PS-CTRL-V2.0-RACK-HP 相当品 1 個
- ② ブレイクアウトボックス：SmarAct 社製 PS-BOB-V2.0-RACK 相当品 1 個
- ③ 光ファイバーフィードスルー：SmarAct 社製 PS-VF-APC-UHV-1-CF16 相当品 1 個
- ④ 大気側ファイバーケーブル：SmarAct 社製 PS-ACC-PAT-APC-5M-APC-D 相当品 1 個
- ⑤ 制御用ソフトウェア：ソフトウェアパッケージ 計算システム 1 個

c) 仕様

- ① チャンネル数：3 チャンネル以上
- ② レート：10MHz 以上
- ③ 分解能：1pm 以下
- ④ 3 チャンネル以上のアナログ入力ポートを備えること。
- ⑤ 3 チャンネル以上のアナログ出力ポートを備えること。
- ⑥ Ethernet による制御インターフェースを備えること。
- ⑦ LabVIEW による制御が可能であること。
- ⑧ 本体が 19 インチラックに格納可能であること。

#### 4.6. ピエゾ試料ステージ制御用コントローラ

a) 概要

超高真空中に設置されたピエゾ試料ステージの位置制御を大気側から行うためのコントローラである。光学センサーによるクローズドループ制御機能を備える。

#### b) 構成と形式

- ① クローズドループ制御用ピエゾ試料ステージコントローラ本体：SmarAct 社製 MCS2-R19-0001+MCS2-MOD-0006+MCS2-MOD-0001×3 相当品 1式
- ② センサーモジュール：SmarAct 社製 MCS2-S-0005 相当品 1個
- ③ レーザー干渉計信号入力モジュール：SmarAct 社製 MCS2-A-PS-CABLE-5M-5M 相当品 1個
- ④ ハンドコントローラ：SmarAct 社製 MCS2-H-0001 相当品 1個
- ⑤ フィードスルー：SmarAct 社製 ALB-VF-56-CF63 相当品 1個

#### c) 仕様

- ① 制御軸：Z軸用ピエゾ試料ステージ用3軸以上、光学センサーステージ用9軸以上
- ② Z軸用ピエゾ試料ステージを除く全軸において光学センサーによるクローズドループ制御が可能であること。
- ③ Z軸用ピエゾ試料ステージのレーザー干渉計によるクローズドループ制御が可能であること。
- ④ ハンドコントローラによる有線での遠隔操作が可能であること。
- ⑤ Ethernet による制御インターフェースを備えること。
- ⑥ LabVIEW による制御が可能であること。
- ⑦ 本体が19インチラックに格納可能であること。

### 5. 試験検査

メーカー標準の試験を行い、その結果を試験検査成績書にまとめて提出すること。

### 6. 検査条件

第3項に示す納入場所に納入後、員数検査、外観検査、試験検査成績書の確認を行い合格と認め、第7項に示す提出図書の完納をもって検査合格とする。

### 7. 提出図書

書類名	提出時期	部数	提出前確認
納入仕様書	契約後すみやかに	1部	要
試験検査成績書	納入時	1部	要
取扱説明書	納入時	1部	不要

(提出場所)

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

次世代放射光施設整備開発センター 高輝度放射光研究開発部 ビームライングループ

(確認方法)

提出図書のうち、量研の確認を要するものは、確認期限日を記載した受領印を押印の上受注者に返却する。確認期限日までに量研から修正等の指示なき場合は、確認したものとする。

## 7.1. 印刷物

- a) 試験検査成績書、同梱リスト（記録メディア内容含む）を印刷物として1部ずつ提出すること。
- b) 使用する言語は日本語とする。ただし、海外機器等の取扱説明書等はこの限りでない。
- c) 印刷物は、原則A4サイズ用紙で提出すること。ただし、図表等はこの限りでない。
- d) 印刷物は、原則チューブファイル等で綴じて提出すること。ただし、冊子体の場合又は頁数の少ない場合はこの限りでない。
- e) 大型図面は折りたたんで収納すること。縮小図は可とするが、文字が判読できること。

## 7.2. 電子ファイル

- a) 上記の印刷物および取扱説明書を、Microsoft Office (docx, xlsx, pptx) 又は Adobe Acrobat (pdf) 形式の電子可読形式ファイルで1部提出すること。
- b) 提出図書の作成に使用するソフトウェアは最新バージョンを用いることが望ましい。
- c) 記録メディア
  - ① USB 又は CD-R 又は DVD-R とする。
  - ② 数量は1個とする。
  - ③ 提出前に最新定義ファイルに更新されたウイルス検知ソフトでウイルスチェックを行うこと。
  - ④ 記録メディアのレーベル面に製造元を明記し、以下の内容を書面にて同梱すること（順不同）。
    - i. 件名
    - ii. 受注者名
    - iii. データ書き込み日
    - iv. ウィルス検知ソフト名（バージョンを含む）
    - v. ウィルスチェック日

## 8. 機密保持

受注者は、本件の受注にあたり、発注者から知り得た情報を厳重に管理し、本業務遂行以外の目的で、受注者及び下請会社等の作業員を除く第三者への開示、提供を行ってはならない。ただし、あらかじめ量研担当者の上承を得た場合にはこの限りでない。

## 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

- a) 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）に適合する環境物品（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。
- b) 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. 協議事項

- a) 受注者は、本仕様書について疑義が生じた場合、量研担当者と協議の上その決定に従うものとする。
- b) 協議内容は文書によるやり取りを原則とし、その内容について受注者と量研担当者の双方が確認する。

## 12. 特記事項

受注者は、本仕様書に関する前提事項として別添資料「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。

(要求者)

部課(室)名： 次世代放射光施設整備開発センター  
高輝度放射光研究開発部  
ビームライングループ

氏 名： 堀場 弘司

次世代放射光施設ビームライン機器  
共通事項

第1版 (Ver. 1.1)

2020年12月

## 1. 各種定義

### 1.1. 座標軸の定義

- ・ビームライン機器の座標軸を次のように定義する。光源から試料位置に対して、図1のように図を描いたときに重力の働く方向をy軸マイナス方向として座標軸（右手系）を定義する。
- ・光学素子の回転軸は、光学素子の中心を原点（光学素子原点）として、光学素子表面の法線方向の軸と光軸との関係から、図2のように回転軸を定義する。

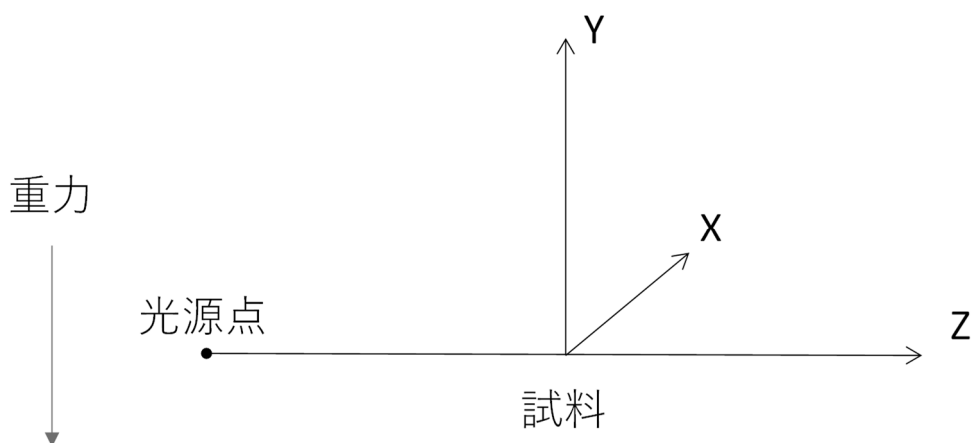


図1 座標軸の定義

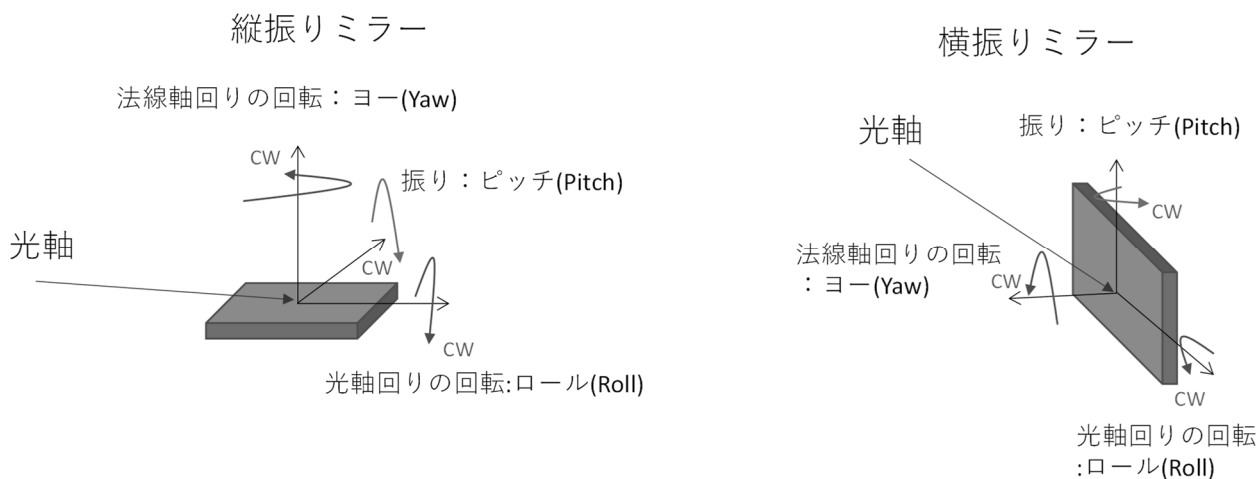


図2 座標回転軸の定義

### 1.2. 原点の定義

- ・挿入光源の上下流に設置された四極電磁石の中心をビームラインの原点とする（ビームライン原点）。
- ・光学素子の位置決め等を行う場合は各々の光学素子の表面の中心を原点とする（光学素子

原点)。

### 1.3. MKSA 単位系の使用

- ・完成図書を作成するにあたって、数値の単位は MKSA 単位系を使用すること。
- ・温度の単位はセルシウス度 (°C) あるいはケルビン (K) を使用すること。

### 1.4. ビームラインの呼称

・ビームラインの名称は、ビームトランスポートトンネルを基準として、反時計回りにむけて番号が増加していく。2桁のアラビア数字の後ろに挿入光源の場合は U、ウィグラーの場合は W を付して表記する。(例：BL01W)

### 1.5. 図面上の上流の位置

・完成図書の図面などを作成する場合、図表上の左側を光源点 (ビームラインの原点) 側とする。

### 1.6. 基準とする規格

・特に断りがない限り、以下の規格並びに基準に準拠して設計・施工を行い、図書を作成すること。

- 建築学会 (建築工事標準仕様書)。
- 国土交通大臣官房長官部 (機械設備工事共通仕様書)。
- 国土交通大臣官房長官部 (電気設備工事共通仕様書)。
- 経済産業省 (電気設備技術基準)。
- 日本電気協会内線規定。
- 建築基準法施行令。
- 日本工業規格 (JIS)。
- 使用部品メーカー標準規格。

・他に指定が無い限り JIS 規格と同等以上の規格製品を用い、JIS 以外の製品を用いるときはあらかじめ承認を得ること。

## 2. 施設による境界条件

### 2.1. 実験ホールのスペース

#### 2.1.1. ビームライン境界

・実験ホール外周部のイクスパンションジョイントの内側がビームライン機器を設置可能なエリアである。

・原則として、QST 及びパートナー側で取り決めたビームライン境界の内側に全てのビームライン機器が設置されること。

#### 2.1.2. 通路の確保

・ビームライン機器を配置する際には近隣の装置と十分に間隔をあけて、機器を操作する者が通行できるための十分なスペースを確保すること。

放射線管理区域について

- ・実験ホール内の一部に第 2 種放射線管理区域が設定されている。工事関係者が放射線管理区域に立ち入る場合は、あらかじめ所定の手続きを行った上で作業を行うこと。

## 2.2. 実験ホールの床

### 2.2.1. 床耐荷重

- ・実験ホール内の床耐荷重は  $2\text{ t/m}^2$  である。この点に留意して設計施工すること。

### 2.2.2. アンカー固定

- ・床目地のひび割れ防止用の切込み部分を避ける必要があるため、アンカー固定の場所はあらかじめ確認すること。

### 2.2.3. 光軸高さ

- ・放射光ビームの光軸高さは、実験ホール床面から  $1400\text{ mm}$  が設計値であるが、実験ホール床は理想的な平面ではなく、全面で  $\pm 10\text{ mm}$  以内の起伏がある。

- ・ビームライン光学系の光軸は、設置位置における床面からの高さではなく、あくまで放射光ビームの高さが基準であることに留意すること。

## 2.3. 実験ホールの環境

### 2.3.1. 温度

- ・実験ホール内の温度は  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  に設定されている。

### 2.3.2. 湿度

- ・実験ホール内の湿度は  $50\% \pm 10\%$  に設定されている。

### 2.3.3. 清浄度

- ・実験ホール内は光学素子や真空部品などを取り扱う場所となっている。そのため粉塵などがホール内に循環しないよう高い清浄度を保つことが求められることから、機器の設置及びその後の運用において、実験ホール内の環境を著しく乱してはならない。

- ・作業上、粉塵等が発生など実験ホール内の環境を著しく乱す可能性がある場合は、あらかじめ元の環境を乱さないような措置を講じること。

### 2.3.4. 振動・騒音

- ・実験ホール内には、実験試料ステージに  $\text{nm}$  レベルの空間分解能を有する実験装置が設置される。そのため振動や騒音の元となる機器の設置は極力避けること。あるいは振動や騒音の元となる機器を設置する場合は、防振・防音措置を講じること。

## 2.4. 実験ホールユーティリティ

- ・ビームライン設置場所に用意されるユーティリティーを表 1 に示す。

- ・想定される用途を考慮して、各ユーティリティーの取り合いは、放射光取り出しポート近くの収納壁ラチェット部若しくは実験ホール外周部のいずれかに設けられる。

表1 ビームラインに用意されるユーティリティー

設備	仕様	場所
分電盤	1Φ3W 210 V/105 V : 150A×2、100A×3、 20A×2 (インターロック用) 3Φ3W 210 V : 100A×4、75A×3	収納壁ラチェット上部
圧縮空気用フランジ	0.7-0.85 MPa	収納壁ラチェット上部
循環冷却水用フランジ	70L/min、25°C±0.2°C	収納壁ラチェット上部
ヘリウム回収ライン	25Φ×1	実験ホール外周上部
液体窒素供給ライン	60Φ×2	収納壁ラチェット上部
排水口	25A×1 (一般廃水)	実験ホール外周床
接地端子	A 種接地接続 38sq 線 2BL につき 1 か所	実験ホール外周床

## 2.5. 電場

・実験ホール内では微弱な電気信号を検出する機器が多く設置されている。これらの機器のノイズ源となるような電場が発生する可能性がある装置を設置する場合はノイズを低減させるような措置を講じること。

## 2.6. 磁場

・実験ホール内に磁場を発生する装置を設置する場合、その磁場は放射光の光源性能の著しい低下を起ささない、かつ安定な運転を妨げない範囲に制限される必要がある。また実験者が立ち入る区域では、磁場強度を 0.5 mT 以下に抑えるような措置を講じるか、これを越える区域に立ち入り制限を施すこと。

## 3. 互換性の確保

### 3.1. 電気・制御

#### 3.1.1. ケーブル

- ・配線は原則としてエコケーブル (EM ケーブル) あるいは、電気用品安全法の耐燃性 (JISC3005) 傾斜試験に適合したケーブルを使用すること。
- ・複数の信号線を接続する場合は、原則としてモレックスやメイテンロックなどのコネクタを使用すること。
- ・ピンをコネクタに接続する際は、専用の工具を用いて接続を行うこと。

#### 3.1.2. 電源コネクタ

- ・電源コネクタは分電盤のコネクタ形状にあったコネクタを使用すること。

- ・引掛タイプのコネクタを用いない場合は、トラッキング防止策を講じること。
  - ・動力系統の電源には、過電流運転を防止するため、適切な容量の保護回路を設けること。
- さらに、漏電防止のため、漏電ブレーカーを有するコンセント盤に接続するか、漏電ブレーカーを装備すること。

### 3.1.3. ラック

- ・インターロック等の誤作動を防止するため、電力系・駆動系と信号系の配線を分けて配置すること。
- ・制御装置等は19インチラック（EIA規格に準拠）に設置し、ラック自身は転倒防止策を講じること。そのほかの規格品に設置する可能性が生じた場合は、事前に担当者と協議すること。
- ・ミリサイズ規格の機器を設置する場合は、変換金具を使用して設置すること。

### 3.1.4. ステッピングモータ

#### 3.1.4.1. 駆動方式

- ・5本結線、原則としてペンタゴン結線による駆動方式を使用すること。配線等の詳しい内容については、専用のマニュアルを参考にすること。

#### 3.1.4.2. センサ

- ・センサは原則として2個（3線）と5個（7線）の2タイプを使用すること。

#### 3.1.4.3. リミットスイッチ

- ・原則としてリミットスイッチを両端点に設けること。
- ・リミットスイッチの位置は、調整可能とすること。ただし、納入時には設定されたリミット位置を再現できるようにマーカー等で印をつけること。
- ・原則としてリミットスイッチに加え、万一暴走した場合でも、真空内の光学素子やスリットのブレードに負担をかけることがないように、真空外でメカニカルストップを設けておくこと。これは二重の安全保護を施すことを意味する。
- ・リミットスイッチは原則としてB接点（接点をMakeしたらOpenになる）、原点センサはA接点とすること。

#### 3.1.4.4. コネクタ

- ・ステッピングモータとドライバとの間のコネクタは、原則としてスリオ社の丸形コネクタGシリーズ、トリムトリオバンダムを使用すること。
- ・電源供給側は原則として、ソケットコンタクト、受け側はピンコンタクトを使用すること。
- ・ドライバとコントローラとの間のコネクタは、原則としてDsub9を使用すること。

#### 3.1.4.5. ケーブル

- ・原則としてモータのパワーラインとリミットスイッチのケーブルはシールド線によって分離すること。コネクタ部のケーブルは共通にすること。

#### 3.1.4.6. モータの回転方向

- ・被駆動機器が放射光光軸近傍に設置され、直線方向に（回転ではない）駆動される場合、

コントローラから CW 方向の駆動信号を受けた場合には、以下の方向に機器が駆動するようにハードウェアを構成すること。

- 光軸に対して上下方向の場合：上方向
- 光軸に対して左右方向の場合：光を背負って左方向（光に正対して右方向）
- 光軸に平行方向の場合：光の進行方向

#### 3.1.5. コンピュータ

- ・納品物としてコンピュータ等が含まれる場合は、あらかじめウィルス対策を講じること。

### 3.2. 配管

#### 3.2.1. 継手

- ・食い込み継ぎ手が指定された場合は、原則としてフジキン社製 2 圧縮リング方式継手（ミリサイズ規格）あるいはスウェジロック社製スウェジロック（JIS 規格）を使用することとする。ただし、異なる製造元の継手同士を同一箇所では接続してはならない。
- ・材質は原則としてステンレスとする。ただし、水導入フランジ部など指定箇所においては、テフロン製を指定する場合がある。
- ・往路・復路は、指定箇所に対して矢印等で明示すること。

#### 3.2.2. 冷却水配管

- ・真空内において表面が晒される配管は、脱ガス特性が明らかな金属性であることを原則とする。
- ・真空内の機器の冷却水配管は、一筆書きとする。
- ・真空外機器に関しては、協議の上、フレキシブルチューブや継手を認める場合がある。配管の外径は原則として  $\phi 10 \text{ mm}$  とする。
- ・配管の色は、往路青色、復路緑色とする。金属配管を用いる場合は、継手接続部分に往路青色、復路緑色の目印をつけること。
- ・冷却水配管に漏洩がないことを確認するため、窒素ガスや専用の漏洩検査液を用いた加圧漏洩試験（0.6 MPa）を行うこと。

#### 3.2.3. 圧空配管

- ・圧空配管は外径  $\phi 6 \text{ mm}$  を原則とし、色は黄色とする。
- ・シンフレックスチューブが指定された場合でも、金属配管を排他するものではない。この場合は、保守が容易なように、最終段にシンフレックスチューブ若しくはフレキシブルチューブを用いること。
- ・圧空配管に漏洩がないことを確認するため、窒素ガスや専用の漏洩検査液を用いて加圧試験（耐圧:0.85 MPa）を行うこと。また、全ての配管終了後に漏洩試験（圧力：0.5 MPa）を実施し、1 時間保持で減圧が 5 % 以下であることを確認すること。

### 3.3. 機械

### 3.3.1. ネジ

- ・ボルト、ナット等の部品においては原則として JIS 規格（ミリサイズ）を用いること。インチサイズを用いる場合、あらかじめ担当者の承認を得ること。

### 3.3.2. 架台

#### 3.3.2.1. 精度

- ・粗調整と微調整可能な位置調整機構を有すること。

#### 3.3.2.2. 剛性

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

- ・調整終了後は、粗調機構並びに微調機構は十分な剛性・強度で固定できるものとする。

- ・排気装置本体及びミラー調整機構などのメンテナンスの必要な重量物が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。

#### 3.3.2.3. 固定方法

- ・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。

- ・水平方向は 0.5 G、垂直方向は 1.5 G の揺れに対して転倒しないよう、機器の重心なども考慮し適切にアンカー固定すること。

#### 3.3.2.4. 移動

- ・架台は機器自身で自走できるようなキャスターを設けるか、ハンドパレットなどの搬送機器を用いて移動することができるよう、架台と床面との間に 70 mm 以上 150 mm 以下の隙間をあげ、搬送機器が架台下部に入る構造にすること。

### 3.3.3. 位置決め精度

#### 3.3.3.1. 最小移動量（最小可変量）

- ・パルスモータにより電動駆動する場合、ハーフパルスの移動量を明示すること。

#### 3.3.3.2. 最小読取量

- ・目視読取（目盛など）の場合、副尺などによる目盛りを用いる場合はその旨を明示すること。

#### 3.3.3.3. 累積リード誤差

- ・基準点から一方向に一定間隔で順次位置決めを行い、それぞれの位置決め地点での測定値と指令値との差をテーブルの移動範囲で測定し、その差分の最大差を累積リード誤差とする。

#### 3.3.3.4. ロストモーション

- ・駆動部品と駆動ギアとの間に生じる隙間が原因で生じるバックラッシュなどが原因で生じるロストモーションは、次のように定義する。任意の位置に対して、正の向き（モータ回転 CW 方向）から位置決めし、その位置を測定する。さらに正の向きに移動させた後、負の向き（モータ回転 CCW 方向）に同量の指令を与え移動させて位置決めし、その位置を測定する。さらに負の向きに移動させた後、正の向きに同量の指令を与え、移動させて

位置決めし、その位置を測定する。この位置決め測定を、正の向き・負の向きそれぞれ複数回行い、停止位置の平均値の差を求めた最大値とする。

#### 3.3.3.5. 再現性（繰り返し位置決め精度）

・同じ方向からの任意の一点（基準とする測定点）に位置決めし、その位置を測定する。この測定点に対して複数回の測定を行い、その最大差を求める。この操作を所定の位置で行い、求めた値の最大値の 1/2 に±を付けた値を、繰り返し位置精度とする。

#### 3.3.3.6. 真直度

・基準位置から一方向に順次位置決めを行い、それぞれの位置での垂直方向、水平方向の変位長さと基準位置との差を測定し、測定値の始点・終点を結んだ直線から変位の最大差を真直度とする。

#### 3.3.3.7. 円周振れ

・データム軸直線に対して垂直な円形平面であるべき対象物をデータム軸直線の周りに回転したとき、その表面が指定した位置又は任意の位置で指定した方向に変位する大きさ部品を回転させたときの任意の円周の一部の振れのこととする。

・回転軸に垂直な変位計で指定した部分の変位量を測定することで求めることとする。

#### 3.3.3.8. 偏心（同心度）

・部品の中心と同一中心上にあるべき点の部品の円中心からのずれの大きさのこととする。

・テーブルを 1 回転させ、回転軸の水平方向の変位を測定し、その測定値の最大差を偏心とする。

#### 3.3.3.9. 面振れ

・テーブルを 1 回転させ、上面の外周付近で上下方向の変位を測定し、その最大差を面振れとする。

### 3.4. 真空

#### 3.4.1. 真空度

・真空度の計測は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。

#### 3.4.2. 真空機器内の部品類

・真空機器内で使用する部品類は真空内で放出ガスの少ない材料を用いること。必要に応じて、脱脂及び電解研磨などの処置を施すこと。

#### 3.4.3. リークチェック

・リークチェックを行った場合は、その方法を事前に協議し担当者の承認を得ること。リークチェックを行う場合は測定機器、温度、湿度などの条件を記録すること。

#### 3.4.4. 真空配管

・NW、ICF ミラー及び調整機構取付用フランジは 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、製造メーカー名、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。

- ・取付用フランジのメタルシールが ICF 規格でない場合、粗引き用にバイトンの O リング若しくは角リングを添付すること。

### 3.4.5. 真空ポンプ

#### 3.4.5.1. ロータリーポンプ、スクロールポンプの使用

- ・本施設内では、ロータリーポンプやスクロールポンプの使用を推奨しない。

#### 3.4.5.2. 振動対策

- ・駆動部分のある真空ポンプを使用する場合は他の機器に振動などの影響を与えることを抑えるために、除震などの対策を講じること。

### 3.4.6. ベーキング

- ・目標とする真空度を達成するためにベーキングを行う必要がある場合は、以下の要件を満たすこと。

- リボンヒータを用いる場合は、AC200V 用とする。
- リボンヒータは、指定の標準のコネクタを取り付けること。
- リボンヒータ専用の端子台を取り付け、上記のコネクタの中継に使用すること。
- シースヒータを用いる場合は、電圧を明示し、系統ごとに同一電圧印加で制御できるように配線を工夫すること。
- ベーキング時には、シースヒータ、リボンヒータを問わず、真空セクションごとに指定する標準ベーキングコントローラとベーキング用コネクタのみにより取り合いできる構成とすること。
- ベーキングヒータを巻いた場合には、通線・絶縁試験を行うこと。
- ベーキングに関わる詳細については、別途用意する「ビームライン・ベーキング要領」に従うこと。

## 3.5. 制御

### 3.5.1. 開発環境

- ・制御系の開発環境として、以下の環境を推奨する。

#### 3.5.1.1. OS

- ・ Windows の場合

バージョン及びエディション：Windows 10 Pro

追加パッケージ：適宜

- ・ Linux の場合

ディストリビューション：Red Hat Enterprise Linux 又は互換 OS

バージョン：8 以上

追加パッケージ：適宜

#### 3.5.1.2. コンパイラ

- ・ コンパイラ：Visual Studio 2019、gcc、g++

- ・バージョン：適宜
- ・スクリプト言語
- ・言語：Python 推奨
- ・バージョン：3.6 以降

### 3.5.2. 通信規格

#### 3.5.2.1. プロセス間通信

- ・プロトコル：MQTT (Message Queueing Telemetry Transport)
- ・バージョン：適宜

#### 3.5.2.2. 機器通信

- ・Ethernet 推奨←加速器制御 EtherCAT (<https://www.ethercat.org/jp.htm>)

### 3.5.3. 通線

#### 3.5.3.1. ケーブル

・配線工事はすべて端子台又はコネクタにより取り合う。ケーブルには別途定める命名規則に乗っ取ったタグを付けること。

#### 3.5.3.2. 端子台、コネクタ

- ・タグ（名称シール）を付けること。

### 3.5.4. 19 インチラック

#### 3.5.4.1. 扉

・扉を備える場合は、前面は鍵付きの透明な扉とすること、後面の扉は底面より 32cm 上部からの開閉式とする。

#### 3.5.4.2. 側面及び底面

- ・側面板は取り外し可能なものとし、ケーブルダクトは可能な限り底面に配置すること。

#### 3.5.4.3. コンセント

- ・遮断機を備えること。アース端子、ロック機能を備えること。

#### 3.5.4.4. 空冷ファン

- ・必要な場合、内部機器の盤内消費電力を考慮した空冷用ファンを備えること。

### 3.5.5. 操作パネルの配色

・JISZ9101：図記号－安全色及び安全標識－安全標識及び安全マーキングのデザイン通則に従うこと。

### 3.5.6. アラーム

・警報音は JISS0013：規格名称「高齢者・障害者配慮設計指針－消費生活製品」の報知音に従うこと。

## 4. 作業等

### 4.1. 品質管理

- ・本設備の制作に係る設計・製作・据付け等は、全ての工程において、以下の事項等につ

いて十分な品質管理を行うこととする。

- 管理体制
- 設計管理
- 現地作業管理
- 材料管理
- 工程管理
- 試験・検査管理
- 不適合管理
- 記録の保管・重要度分類
- 監査

#### 4.2. 現場作業の工程管理

- ・ 施工工程を発注担当者の指定する期間で管理し、実績及び予定を報告すること。
- ・ 長期の施工工程については作業内容毎に予定を立て、あらかじめ報告すること。

#### 4.3. 作業報告

- ・ 作業進捗状況に遅れが生じている場合は、速やかに担当者に報告すること。
- ・ 作業日誌をA4用紙1枚等にまとめ現場責任者名において毎日報告すること。当日中であれば電子メール等での報告でもよい。
- ・ 日誌には、少なくとも立入業者名、作業内容、進捗状況、事故の有無が記載されていること。

#### 4.4. 機密保持

- ・ 受注者は、本業務の実施にあたり、知り得た情報を厳重に管理し、本業務遂行以外の目的で、受注者及び下請会社等の作業員を除く第三者への開示、提供を行ってはならない。

#### 4.5. 安全管理等

##### 4.5.1. 一般事項

- ・ 作業計画に際し綿密かつ無理のない工程を組み、材料、労働安全対策等の準備を行い、作業の安全確保を最優先としつつ、迅速な進捗を図るものとする。また、作業遂行上既設物の保護及び第三者への損害防止にも留意し、必要な措置を講ずるとともに、火災その他の事故防止に努めるものとする。
- ・ 作業現場の安全衛生管理は、法令に従い受注者の責任において自主的に行うこと。
- ・ 受注者は、作業着手に先立ち担当者と安全について十分に打合せを行った後着手すること。
- ・ 受注者は、作業現場の見やすい位置に、作業責任者名及び連絡先等を表示すること。

- ・作業中は、常に整理整頓を心掛ける等、安全及び衛生面に十分留意すること。
- ・受注者は、本作業に使用する機器、装置の中で地震等により安全を損なう恐れのあるものについては、転倒防止策等を施すこと。

#### 4.5.2. 現地作業

- ・現地作業を実施する場合は、事前に作業工程表を提出して確認を得ること。
- ・工専用仮設建物を設置する場合には、あらかじめ所定の部署と連絡をとり指示を仰ぐこと。
- ・作業責任者をおき、発注者の所属する機関における作業安全に係る規定、規則等の遵守を図り、災害発生防止に努めること。
- ・作業は、発注者の所属する機関の勤務時間内に実施すること。ただし、緊急を要し担当が承諾した場合は、所定の手続きを経た上で業務時間外に実施することができる。
- ・他の機器、設備に損害を与えないよう十分注意すること。万一そのような事態が発生した場合は、遅滞なく担当者に報告し、その指示に従って速やかに現状に復すること。
- ・作業員は、十分な知識及び技能を有し、熟練した者を配置すること。また、資格を必要とする作業については、有資格者を従事させること。
- ・構内への入退域及び物品、車両等の搬出入にあたっては、所定の手続きを遵守すること。
- ・現場作業責任者は作業員がいる間は常に担当者と連絡がとれるようにしていること。担当者の指示に従って連絡手段を講じること。
- ・高所作業にあたっては所定の安全ベルト・ヘルメットを着用し、専用の階段あるいは足場を使うこと。
- ・万一、事故が発生した場合には人的安全措施を取り、速やかに担当者に連絡をとること。事故報告書を作成の上、発生日の翌日中に提出すること。
- ・作業は必ず現場作業管理者の管理のもと複数人で行うこと。

#### 4.5.3. 梱包・輸送

- ・製品を傷つけないように、適切に梱包・輸送すること。
- ・真空チェンバには、輸送用フランジを取り付け、内部を超高純度窒素で充填する、外面を清浄なポリエチレン袋で密封し、袋内に脱酸素剤を入れるなどの処理を行い、据え付けまでの保管中に損傷、汚染、腐食、さびなどが発生しないように梱包すること。

#### 4.5.4. 搬入

- ・実験ホール内へは、表2のような搬入口が利用可能である。それぞれの搬入口に侵入可能なトラックも併せて別表に示しているので参考にすること。
- ・搬入・搬出作業予定は、事前に担当者と日程調整等を行うこと。
- ・原則として土日、休日、早朝、夜間の搬入は避けること。
- ・人力のみで移動できない物品の搬入にあたっては、搬入計画を事前に提出すること。
- ・搬入時には雰囲気的清浄性を保持するため、床・壁・雰囲気保護のための措置を講じること。

- ・梱包材等廃棄物はすべて持ち帰り、適正な処分を行うこと。
- ・環境対応物品を極力使い、梱包材などは性能に支障を来たさない範囲で再利用を積極的に推し進めること。
- ・産業廃棄物を処理した場合には、マニフェスト制度に則り適正に処理したことが確認できるようマニフェスト伝票を提出するよう求める場合がある。

#### 4.5.5. クレーン及びフォークリフト等重機類

- ・本施設にはフォークリフトは整備されていない。そのことに留意して搬入計画等を立てること。
- ・実験ホールには耐荷重 2.8 t、揚程 7.0 mの床上クレーンがある。このクレーンの長期間にわたる専有は不可能である。使用する場合には事前に使用計画書を提出し担当者の指示に従うこと。
- ・実験ホールにフォークリフト等の重機を持ち込む場合は担当者の許可を取り原則として電動式とすること。
- ・フォークリフト等を使用する場合は、所謂白タイヤを使用するなどして床面を汚さぬこと。
- ・クレーン操作並びに玉掛作業などにあたっては安全ヘルメットを着用の上、十二分に作業に精通した所定の法的免許保有者・有資格者が行うこと。
- ・クレーンやフォークリフトによって人を吊ったり足場としたりしてはならない。

#### 4.5.6. 養生

- ・周辺に設置されている機器への粉塵・漏水等がなきよう防護策を講じること。
- ・隣接するビームライン及び搬入経路にあたるビームラインや実験ホールに騒音、粉塵、臭いなどの影響を与えないように極力留意して作業すること。万一、どうしてもこれらを避け得ないと予想される場合には、実施期間、現場責任者名、連絡先を明記した立て看板を現場に設置し、周知を図ること。
- ・実験ホール内に持ち込むシート等は防炎性のものを用いること。
- ・作業に必要な工具、用具などは施工業者によって準備すること。

#### 4.5.7. 溶接及びグラインダー等作業

- ・現場での溶接、グラインダー作業、などは極力避ける設計とすること。止むを得ずこれらの作業を行う場合は、理由を付して担当者に届け出た後、周囲の雰囲気汚さない措置を必ず講ずること。
- ・原則として全方向を囲う蔽いを用いること。

#### 4.5.8. はつり作業

- ・粉塵、騒音などの防止に十分考慮すること。
- ・全方向を囲う蔽い内で十分な散水を行いながら作業し、蔽い外への排気は防塵フィルターを通して行うこと。
- ・ペンキ等の可燃物の管理を注意深く行い、溶接火花等を含む火気を近づけないこと。

#### 4.5.9. 感染症対策

・現地で作業を行う作業員は、十分な感染症対策を行い、体調が不良のものは基本的に作業を行ってはならない。

#### 4.5.10. 常時電源接続機器

・常時電源接続機器の運転を行う場合は、事前に担当者に機器と運転期間を協議し担当者の承認を得るとともに、機器の付近に運転期間と連絡先を掲示すること。

#### 4.5.11. 接続試験

・通電、通水などの接続試験は、担当者立会いの下行うこと。試験に合格しない場合は規定を満たすように対処すること。

・通水前は、フラッシング処理を行うこと。+

表2：搬入口

搬入口の名称	クレーンのサイズ	シャッターのサイズ	搬入可能なトラック
外周搬入室 (北東部)	耐荷重：2.8t 揚程：5.0m	W3500mm、 H4100mm	全長13m、全幅2.5m、全高3.8m
実験ホール用搬入組 立調整室（南西部）	耐荷重：20t 揚程：6.88m	W6100mm、 H4100mm	全長15m、全幅3m、全高3.8m 積載16tのトレーラー