

**X 線回折ビームライン用光学系・
輸送チャンネル機器の整備
仕様書**

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

目次

X線回折ビームライン用光学系・輸送チャンネル機器の整備 仕様書.....	i
第I部 一般仕様.....	1
1. 件名	1
2. 概要	1
3. 納入品構成と仕様範囲	1
3.1 納入品構成	1
3.2 仕様範囲	1
4. 納期	1
5. 納入場所	1
6. 検査条件	1
7. 保管条件	2
8. 提出図書	2
9. 品質管理	3
10. 適用法規・規格基準	3
11. 知的財産権等	3
12. 機密保持	4
13. 安全管理	4
14. 物品識別タグ	4
15. 権利の帰属	4
16. 契約不適合責任	4
17. グリーン購入法の推進	4
18. 協議事項	4
第II部 技術仕様	6
1. 件名	6
2. 技術仕様の構成	6
3. 特記事項	6
4. 技術仕様における共通事項	6
4.1 座標系	6
4.2 調整機構	6
4.2.1 原点	6
4.2.2 計測点	7
4.2.3 可動幅	7
4.2.4 繰返精度（再現性）	7
4.2.5 最小可変量	7
4.2.6 最小読取量	7
4.2.7 調整軸	7
4.2.8 切替機構	8
4.3 駆動制御	8
4.4 超高真空仕様	8

4.4.1	フランジシール	8
4.4.2	リーク量	8
4.4.3	真空度計測	8
4.4.4	材料・処理	9
4.4.5	冷却	9
4.4.6	架台	9
4.4.7	支給及び貸与真空部品に関する一般規定	10
4.4.8	軟 X 線用光学素子容器仕様(UHV-OP 級)	10
4.4.9	X 線用輸送チャンネル真空仕様(HV-TC 級)	10
4.4.10	粗排気	10
4.5	ユーティリティー	11
4.6	真空中内温度計測	11
4.7	モニター類取付フランジ標準規定	12
4.8	ベーキング用機材	12
5.	X 線回折ビームライン用光学系・輸送チャンネル機器の技術仕様	13
5.1	概要	13
5.2	設置場所と設置時期	13
5.2.1	設置場所	13
5.2.2	設置時期	13
5.3	構成	13
5.3.1	全体構成	13
5.3.2	構成要素	13
5.3.3	支給及び貸与物品	15
5.4	各構成要素の仕様	16
5.4.1	光学素子ホルダー	16
5.4.2	駆動機構	17
5.4.3	光学素子真空容器	19
5.4.4	光学素子真空容器用架台	21
5.4.5	遮蔽関連部品	23
5.4.6	モニター類	23
5.4.7	アブソーバー類	24
5.4.8	四象限スリット・アパーチャー類	25
5.4.9	フィルター類	25
5.4.10	差動排気関連部品	26
5.4.11	真空機器締結要素類	27
5.4.12	ユーティリティー配管・配線	30
5.4.13	据付	32
5.4.14	試験検査	35

図目次

図 1 座標系の定義	6
図 2 実験ホール側におけるビームライン光学系・輸送チャンネル機器の配置の平面図（上）と正面図（下）（参考図）	38
図 3 光学素子の配置図（参考図）	38

表目次

表 1 提出図書一覧	3
表 2 モニター類取付フランジ標準規定	12
表 3 真空セクション一覧（参考）	39
表 4 光学素子の仕様一覧（参考）	40
表 5 前置平面鏡多軸調整機構（TRM0）の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法	41
表 6 集光鏡多軸調整機構（TRM1）の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法	41
表 7 高次光除去平面鏡多軸調整機構（TRM2）の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法	41
表 8 高次光除去平面鏡多軸調整機構（TRM3）の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法	42
表 9 前置平面鏡切替機構（TM0）の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法	42
表 10 集光鏡切替機構（TM1）の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法	42
表 11 ガンマストッパー（GS）の遮蔽体の外形寸法（参考）	43
表 12 四象限スリット（4DS01、4DS02）の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法	43

第I部 一般仕様

1. 件名

X線回折ビームライン用光学系・輸送チャンネル機器の整備

2. 概要

本仕様書は、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3GeV高輝度放射光施設 NanoTerasu（以下「NanoTerasu」という。）に共用ビームラインとして新たに整備するX線回折ビームラインの光学系・輸送チャンネル機器の製作に関するものである。本仕様書の範囲は、ビームライン光学系を構成する光学機器、真空機器等の設計、製作、組立、組付け、精密位置決め据付調整、真空立上げ、ユーティリティー配線・配管、試験等に加え、NanoTerasuにおける放射線安全及び機器保護のための次世代放射光施設標準インターロックシステム（仕様範囲外）に組み込むために必要な結線等が含まれる。

3. 納入品構成と仕様範囲

3.1 納入品構成

- a) X線回折ビームライン用光学系・輸送チャンネル機器、1式

3.2 仕様範囲

- a) 上記構成機器の設計、製作、試験の全てに加え、以下が含まれる。
 - ① 現地における精密位置決め、据付、超高真空排気に係る作業
 - ② 真空容器、駆動機構及び各種機器類（支給品及び貸与品を含む）の組付け
 - ③ 信号線の配線（次世代放射光施設標準インターロックシステム（仕様範囲外）への結線等を含む）
 - ④ 機器内、機器間の配線、圧縮空気、冷却水等の配管
 - ⑤ 真空機器、駆動機器等の動作確認
 - ⑥ レーザーライメント（光軸原点出し）
 - ⑦ QST担当者が行う光学素子の取付作業の支援

4. 納期

- a) 令和9年3月23日
- b) 現地作業は2月末までに完了させること

5. 納入場所

宮城県仙台市青葉区荒巻青葉468-1
3GeV高輝度放射光施設 NanoTerasu 実験ホール内指定する場所

6. 検査条件

- a) 第8項に記載の提出図書を完備していること。
- b) 第II部 技術仕様に記載の仕様を満足していること。

7. 保管条件

室温 5°Cから 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

a) 共通事項

- ① 表1に示す図書を印刷物及び電子ファイルで提出すること。
- ② 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。
- ③ 「完成図書」とは、(ア)～(コ)を印刷して、表紙と目次を付してファイルに綴じた物に加え、これらの電子ファイルも併せた物である。

b) 印刷物

- ① 印刷物は、原則 A4 サイズ用紙で提出すること。ただし、確認図、図表等はこの限りでない。
- ② 印刷物は、原則ファイルに綴じること。なお、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。

c) 電子ファイル

- ① 表1に示す提出図書は、特記なき限り、次の電子可読形式ファイルで提出すること。
 - (1) CAD ファイル：
 - 1) 2D-CAD : Autodesk AutoCAD (dwg) 又は中間ファイル (dxf)
 - 2) 3D-CAD : SolidWorks (sldasm, sldprt) 又は Autodesk AutoCAD (dwg) 若しくは中間ファイル (parasolid, step)
 - (2) CAD ファイル以外 : Microsoft Office (docx, xlsx, pptx) 又は Adobe Acrobat (pdf)

② 記録メディア

- (1) CD-R 又は DVD-R とする。
- (2) 数量は1枚とする。
- (3) 提出前に最新定義ファイルに更新されたウィルス検知ソフトでウィルスチェックを行うこと。
- (4) 記録メディアのラベル面には、次の内容を直接印刷又は不滅インクによる手書きで明記すること。
 - 1) 件名
 - 2) 受注者名
 - 3) ウィルス検知ソフト名 (バージョンを含む)
 - 4) データ書き込み日
 - 5) ウィルスチェック日

d) 特記事項

- ① CAD ファイルは周辺機器との干渉や取り合い等の確認に供するためにその使用を制限した上で他社と共有する場合がある。この点を考慮し CAD 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	部数	確認
(ア)	工程表	契約後速やかに	1	要
(イ)	確認図	製作開始前	1	要
(ウ)	打合せ議事録	実施の都度	1	要
(エ)	試験検査要領書	試験検査の前	1	要
(オ)	試験検査成績書	試験検査の都度	1	-
(カ)	作業実施要領書	作業の着手前	1	要
(キ)	作業実施報告書	作業の翌日まで	1	-
(ク)	取扱説明書	納入時	1	-
(ケ)	完成図	納入時	1	-
(コ)	納入品目表	納入時	1	-
(サ)	完成図書	納入時	2	-

9. 品質管理

本仕様書における設計・製作・設置等は、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。

- ① 管理体制
- ② 設計管理
- ③ 外注管理
- ④ 現地作業管理
- ⑤ 材料管理
- ⑥ 工程管理
- ⑦ 試験・検査管理
- ⑧ 不適合管理
- ⑨ 記録の保管
- ⑩ 重要度分類
- ⑪ 監査

10. 適用法規・規格基準

本仕様書における設計・製作・試験検査にあたっては、以下の法令、規格、基準等を適用又は準用して行うこと。

- ① 労働安全衛生法
- ② 日本産業規格 (JIS)
- ③ その他受注業務に関し、適用又は準用すべき全ての法令・規格・基準等

11. 知的財産権等

知的財産権等の取扱いについては、知的財産権等特約条項のとおりとする。

12. 機密保持

受注者は、本品の製作にあたり、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、提供してはならない。ただし、あらかじめ QST 担当者の了承を得た場合にはこの限りでない。

13. 安全管理

- a) 本品の製作・設置作業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。
- b) 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。
- c) 受注者は、作業着手に先立ち QST 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。
- d) 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。
- e) 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。
- f) 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。

14. 物品識別タグ

- a) 物品識別タグは、提出された納入品目表をもとに QST 担当者が作成し支給する。
- b) 受注者は、QST 担当者が指定する全物品に物品識別タグを貼り付けた後に納入すること。
- c) 物品識別タグの貼付場所については別途協議の上決定する。

15. 権利の帰属

本仕様書によって製作されたハードウエア等の図面を含む著作物の著作権は、QST に帰属するものとする。資料等から波及する特許権は、発注者に帰属する。

16. 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。

17. 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。
- 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。

18. 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、QST 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 QST 担当者の双方が確認する。

第II部 技術仕様

1. 件名

X線回折ビームライン用光学系・輸送チャンネル機器の整備

2. 技術仕様の構成

X線回折ビームライン用光学系・輸送チャンネル機器、1式

3. 特記事項

- 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。
- 受注者は、本仕様書について疑義等が生じた場合は、QST 担当者とその取扱いについて協議すること。協議内容は文書によるやり取りを原則とする。

4. 技術仕様における共通事項

4.1 座標系

- 座標系は右手系で、光の進行方向を z 軸とする。y 軸は常に鉛直上向きを正とする（図 1 参照）。
- x、y、z 軸の右回りを正として回転角 Rx、Ry、Rz を定義する。
 - 光学素子が縦振りの場合、Rx、Ry、Rz はそれぞれピッチ、ヨー、ロールに対応する。
 - 光学素子が横振りの場合、Rx、Ry、Rz はそれぞれヨー、ピッチ、ロールに対応する。

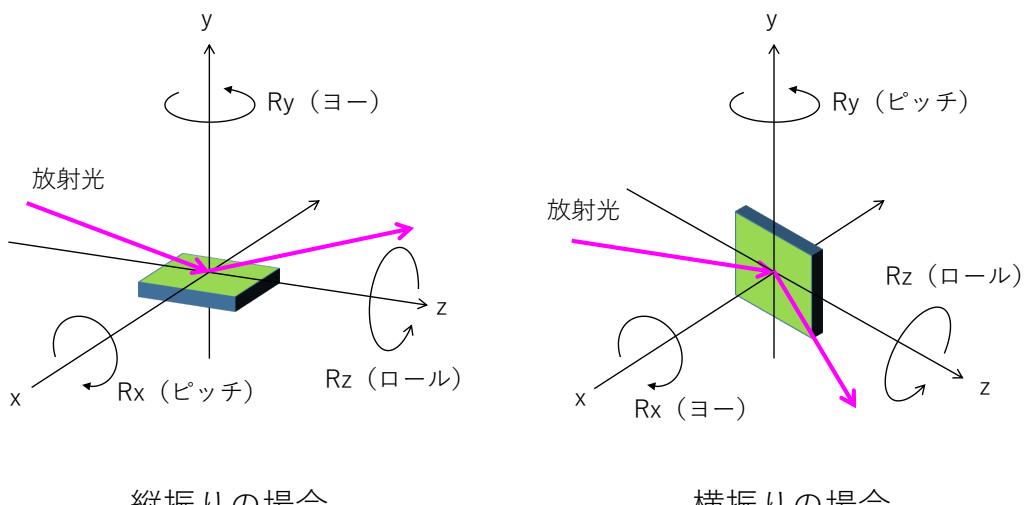


図 1 座標系の定義

4.2 調整機構

4.2.1 原点

- 光学原点

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。

b) 機械原点

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。

4.2.2 計測点

- a) x、y、z 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。
- b) Rx、Ry、Rz の回転軸の計測点は、原則として、光学素子端面又は駆動端点とする。
- c) x、y、z 軸と Rx、Ry、Rz の相互の干渉が問題となる場合には、x、y、z の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。
- d) 上記 a)～c)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。

4.2.3 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。

4.2.4 繰返精度（再現性）

- a) 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、次の領域において所定の精度内で位置決めを再現できることを言う。
 - ① 各測定点での最大幅及び最小幅
 - ② 可動範囲内での最大幅及び最小幅
- b) 位置決めの計測においては、計測点と駆動軸との距離を図面に明示すること。
- c) 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。
- d) 繰返精度の計測の際、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。
- e) 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り返しとし、バックラッシュを考慮しなくて良いとする。
- f) 計測時の温度は 0.5°C 以下の確度とする。

4.2.5 最小可変量

- a) 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。
- b) 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。

4.2.6 最小読取量

- a) 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。
- b) 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。

4.2.7 調整軸

- a) 動作雰囲気に応じて、次の 3 種類の調整軸を規定する。その調整範囲を確認図に明記すること。

- ① 真空動作軸：超高真空を維持したまま操作できる調整軸
- ② 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
- ③ ユーザー組立調整軸：組立時にユーザーが容易に操作できる調整軸
- b) 上記の調整軸の他、次の調整軸を規定する。
 - ① 工場調整軸
 - (1) 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
 - (2) 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。

4.2.8 切替機構

- a) 切替機構は、光学素子等を光軸から退避させ、複数の同一種類の光学素子を相互に入れ換えるための機構である。
- b) 切替機構は、特記なき限り、真空を保持したまま動作できること。
- c) 切替操作によって光学素子調整機構の性能を損なわないような構造とする。
- d) 切替機構の可動幅は、少なくとも両端の光学素子の照射有効領域（端）に定常的に放射光を導くことができる範囲とする。

4.3 駆動制御

- a) 次世代放射光施設標準ステッピングモーター
 - ① 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。
- b) 次世代放射光施設標準モーターコントローラー
 - ① ツジ電子 PM16C-16HW2 相当品又は Beckhoff CX5240 相当品とする。
 - ② 前項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。
- c) 次世代放射光施設標準ステッピングモータードライバー
 - ① メレック H750v1 相当品とする。
 - ② 前項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。

4.4 超高真空仕様

4.4.1 フランジシール

- a) 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。
- b) 鏡及び駆動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とともに、QST 担当者の確認を得ること。

4.4.2 リーク量

- a) リーク量は、 $5 \times 10^{-11} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 以下とする。

4.4.3 真空度計測

- a) 真空度は次の機器を用いて計測する。
 - ① ホット型真空計
 - (1) スードイオングージ NIG-2F（キヤノンアネルバ）相当品

- (2) コントローラーM923HG（キヤノンアネルバ）相当品
- ② コールド型真空計
 - (1) フルレンジゲージ PKR361 (PFEIFFER) 相当品
 - (2) コントローラーTPG361 (PFEIFFER) 相当品
- b) 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に好条件における計測は認めない。

4.4.4 材料・処理

- a) 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。
- b) 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。
- c) 素材及び処理方法については内容・工程を報告すること。

4.4.5 冷却

4.4.5.1 冷却方式

- a) 水による真空中への熱の輸送を原則とする。その他の冷媒を認める場合があるが、別途協議の上決定する。

4.4.5.2 冷却配管

- a) 真空機器の冷却にあたっては、水冷方式の場合、原則として一筆書きによる接続部なき冷却配管とする。なお、一筆書き困難な箇所の場合、液体窒素冷却方式等の水冷方式以外の場合、別途協議の上決定する。
- b) 真空機器の冷却にあたっては、真空耐性、経年変化において信頼性が確立された継ぎ手やフレキシブルチューブによる冷却配管を認める場合がある。
- c) いずれの場合においても、冷却配管が保守可能な構造とすること。
- d) 冷却配管については、組立て時、搬入時にゴミ等が混入しないように、ビニルキャップで簡易封止を行うこと。これらの手続きなく納品されたものについては、フラッシング作業を求める。

4.4.6 架台

- a) 真空容器及び排気装置、駆動機構を設置する架台である。以下の機能を有するために必要な構造であること。
 - ① 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。
 - ② 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。
 - ③ 粗調整可能な位置調整機構を有すること。
 - ④ 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。
 - ⑤ 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。
 - ⑥ 架台は床面縁切りを跨がないようにすること。
 - ⑦ 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。
 - ⑧ 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。
 - ⑨ ビームライン上に設置する際の干渉を考慮すること。
 - ⑩ 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、十分な高さ調整しろを設けること。

4.4.7 支給及び貸与真空部品に関する一般規定

- a) 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付作業に着手すること。
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。

4.4.8 軟 X 線用光学素子容器仕様(UHV-OP 級)

- a) 到達圧力
 - ① 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。
 - (1) 乾燥窒素充填による大気圧解放後、144 時間以内を目途に $1\text{E}-7 \text{ Pa}$ 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。
 - (2) 到達真空度は $5\text{E}-8 \text{ Pa}$ 以下を目標値とする。
- b) 適用
 - ① UHV-OP 級仕様は、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。

4.4.9 X 線用輸送チャンネル真空仕様(HV-TC 級)

- a) 到達圧力
 - ① 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。
 - (1) 乾燥窒素充填による大気圧解放後、72 時間以内を目途に $1\text{E}-5 \text{ Pa}$ 以下に至ることを目標とする。ベーキングを施しても良いとする。
 - (2) 到達真空度は $5\text{E}-6 \text{ Pa}$ 以下を目標値とする。
 - (3) 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。
- b) 適用
 - ① HV-TC 級仕様は、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。

4.4.10 粗排気

- a) 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粗排気には、貸与する粗引き排気ポンプユニットを利用することができます。
 - ① 粗引き排気ポンプユニット
 - (1) 主な構成機器
 - 1) ターボ分子ポンプ
 - i. 排気速度 250 L/s 程度 (N_2)
 - ii. 自由姿勢が可能
 - iii. ユニットから切り離し可能
 - 2) ドライポンプ
 - i. 排気速度 250 L/min 程度
 - ii. アイソレートバルブ付

- 3) 可搬型架台
 - (2) 数量：最大 10 式程度
 - (3) 真空排気容器及びモニター用真空容器等に設置された変換ニップル、フレキシブルチューブ等を用いて接続可能
- b) 光学素子真空容器における冷却水用二重配管部の粗排気には、貸与するドライポンプ又はダイアフラムポンプを利用することができます。

4.5 ユーティリティー

- a) ベーキング対策
 - ① 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。
 - ② 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 担当者と別途協議の上、コネクター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。
- b) 信号
 - ① 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。
 - ② PLC 制御機器の信号名に関しては、別途指示する。
 - ③ 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。
- c) チューブ配管（真空外）
 - ① 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。

4.6 真空内温度計測

- a) 測定子
 - ① 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。
 - ② 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。
 - ③ 使用されるリード線はポリイミド被覆線であること。
 - ④ 測温部、リード線ともに禁油処理されていること。
- b) 電流導入端子
 - ① 電流導入端子付きフランジは ICF70 であること。
 - ② ハーメチックシールであること。
 - ③ 端子数、ピニアサイン等の詳細については別途 QST 担当者と協議の上決定すること。
- c) 真空内ジョイント
 - ① 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ー取り合いとすること。
 - ② 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。
 - ③ 端子数、ピニアサイン等の詳細については別途 QST 担当者と協議の上決定すること。
- d) 接続試験
 - ① 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。
 - ② 真空内温度を正常に計測できること。

4.7 モニター類取付フランジ標準規定

- a) 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、アパーカー）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。
- ① 取付けフランジが ICF070 の場合、フランジ面と光軸間距離は 85 mm とする。
 - ② 取付けフランジが ICF114 の場合、フランジ面と光軸間距離は 100 mm とする。
 - ③ 取付けフランジが ICF152 の場合、フランジ面と光軸間距離は 250 mm とする。

表2 モニター類取付フランジ標準規定

取付フランジ	フランジ面と光軸間距離
ICF070	85 mm
ICF114	100 mm
ICF152	250 mm

4.8 ベーキング用機材

- a) ベーキング用機材は、真空容器、真空ダクト等をベーキングするためのシーズヒーター、リボンヒーター、コントローラー等の機器をいう。その詳細は、次世代放射光施設ビームライン機器共通事項に付属する「ビームライン・ベーキング要領」のとおりとする。
- b) リボンヒーターを使用する場合、原則次の仕様を満たすこと。
- ① クリーン環境で使用可能なテフロンコートガラス布で被覆された構造の繊維状面発熱体であること。
 - ② 最高使用温度 230°C で、単相 AC200V にて、絶縁抵抗 DC500V50 MΩ 以上であること。
 - ③ ワット密度約 0.3 W/cm² 程度であること。
- c) ネットワーク等を介してコントローラーを外部から監視・制御等できるようにすること。

5. X 線回折ビームライン用光学系・輸送チャンネル機器の技術仕様

5.1 概要

本章では、NanoTerasu 共用ビームラインである X 線回折 (XRD) ビームライン用光学系・輸送チャンネル機器の製作に関する技術仕様を述べる。XRD ビームライン (11W) は、多極ウェイグラー (MPW) を光源とし、NanoTerasu の強みであるテンダー X 線から硬 X 線 (2.1~20 keV) を用いて結晶表面や埋もれた界面、薄膜、粉末、バルク材料等からの X 線回折・散乱現象を詳細に解析することで原子レベルからより大きいスケールまでの構造解明に供することを目的とする。本ビームラインの光学系は、上流から Si(111)二結晶分光器、平面鏡とベントサジタル円筒鏡からなる集光光学系、2 枚の平面鏡からなる高次光除去鏡で構成され、ブランチを持たないストレートビームラインである。MPW から発せられた放射光を光学ハッチ内の二結晶分光器（仕様範囲外）で分光後、ベントサジタル円筒鏡のタンジェンシャル曲率半径と視斜角を適宜設定することで実験ハッチ内にタンデムに設置された X 線回折装置、小角 X 線散乱装置等の各実験ステーション機器（仕様範囲外）にとって最適な位置に無段階で集光でき、全エネルギーに渡って水平出射を実現することを特徴とする。本技術仕様書の範囲は、既設のフロントエンド終端ゲートバルブから試料位置直前のベリリウム窓までのビームライン光学系・輸送チャンネル機器に係る設計、製作、試験、調整、据付に加え、光学素子（支給品）の据付調整、NanoTerasu における放射線安全及び機器保護のための次世代放射光施設標準インターロックシステム（仕様範囲外）に組み込むために必要な結線等を含む。

5.2 設置場所と設置時期

5.2.1 設置場所

- a) 本ビームラインは、NanoTerasu のポート番号 11W に設置すること。
- b) 2025 年 6 月現在、隣接ビームラインは未設置であるため、現地作業の際には QST 担当者と協議の上、納入機器、据付やアライメントに必要な計測機器、資材等を仮置きすることができる。

5.2.2 設置時期

- a) ビームライン光学系・輸送チャンネル機器の設置時期は、光学ハッチ、実験ハッチの設置後とし、2027 年 2 月末までに現地作業を完了すること。
- b) 具体的な時期の詳細については別途協議の上決定する。

5.3 構成

5.3.1 全体構成

- a) 図 2 にビームラインの全景概略図を示す。
- b) 表 3 に真空セクションの一覧を示す。
- c) 表 4 に光学素子の仕様一覧を示す。

5.3.2 構成要素

5.3.2.1 光学素子ホルダー

- a) 前置平面鏡ホルダー (HM01、HM02)、各 1 式
- b) 集光鏡ホルダー (HM11、HM12)、各 1 式
- c) 高次光除去平面鏡ホルダー (HM2、HM3)、各 1 式

5.3.2.2 駆動機構

- a) 前置平面鏡多軸調整機構 (TRM0)、1式
- b) 集光鏡多軸調整機構 (TRM1)、1式
- c) 高次光除去平面鏡多軸調整機構 (TRM2、TRM3)、各1式
- d) 前置平面鏡切替機構 (TM0)、1式
- e) 集光鏡切替機構 (TM1)、1式

5.3.2.3 光学素子真空容器

- a) 前置平面鏡真空容器 (VM0)、1式
- b) 集光鏡真空容器 (VM1)、1式
- c) 高次光除去平面鏡真空容器 (VM2、VM3)、各1式

5.3.2.4 光学素子真空容器用架台

- a) 前置平面鏡真空容器用架台 (STM0)、1式
- b) 集光鏡真空容器用架台 (STM1)、1式
- c) 高次光除去平面鏡真空容器用架台 (STM2、STM3)、各1式

5.3.2.5 遮蔽関連部品

- a) ガンマストッパー (GS)、1式

5.3.2.6 モニター類

- a) スクリーンモニター (SCM01、SCM02、SCM03)、各1式

5.3.2.7 アブソーバー類

- a) 下流シャッター (DSS)、1式

5.3.2.8 四象限スリット・アパーチャ一類

- a) 四象限スリット (4DS01、4DS02)、各1式

5.3.2.9 フィルター類

- a) ベリリウム窓 (BW)、1式

5.3.2.10 差動排気関連部品

- a) 高速遮断アブソーバー (FABS)、1式

- b) 高速遮断バルブ (FCV)、1式

5.3.2.11 排気ステーション

- a) 排気ステーション (PS01、PS02、PS03)、各1式

5.3.2.12 真空機器締結要素類

- a) 真空ダクト・真空ベローズ類
- b) ゲートバルブ
- c) 真空排気容器
- d) モニター用真空容器
- e) 架台
- f) 真空計
- g) 主排気ポンプ
- h) 粗引き排気ポンプ
- i) 計装

5.3.2.13 ユーティリティー、配管・配線

- a) 制御ラック
- b) 次世代放射光施設標準モータードライバー
- c) 次世代放射光施設標準モーターコントローラー
- d) 電力
- e) 圧縮空気
- f) 次世代放射光施設標準インターロック (PLC) 用ケーブル
- g) 測温抵抗体用ケーブル
- h) 樹脂床

5.3.2.14 据付

- a) 基準マーク
- b) 真空容器の設置
- c) 調整機構の精密設置
- d) 機械原点、駆動範囲確認
- e) 光学素子の取付け
- f) 真空立ち上げ

5.3.2.15 試験検査

- a) 品数検査
- b) 外観検査
- c) 寸法検査
- d) 調整機構駆動試験
 - ① 前置平面鏡多軸調整機構 (TRM0) 駆動試験
 - ② 集光鏡多軸調整機構 (TRM1) 駆動試験
 - ③ 高次光除去平面鏡多軸調整機構 (TRM2、TRM3) 駆動試験
 - ④ 前置平面鏡切替機構 (TM0) 駆動試験
 - ⑤ 集光鏡切替機構 (TM1) 駆動試験
- e) 漏洩試験
- f) ベーキングヒーター通電・絶縁試験
- g) 据付精度試験

5.3.3 支給及び貸与物品

5.3.3.1 支給物品

- a) 光学素子 (表 4 参照)
 - ① 前置平面鏡 (M02)、1 個
 - ② 集光鏡 (M12)、1 個
 - ③ 高次光除去平面鏡 (M2、M3)、各 1 個
- b) 真空計 (コントローラー、ケーブル含む)
- c) ゲートバルブ (窓付含む)
- d) イオンポンプ (IP) (コントローラー、ケーブル含む)
- e) 萤光剤
- f) シリコンウエハ

5.3.3.2 貸与物品

- a) 二結晶分光器 (DCM)
- b) 半月板 (CP)
- c) 測温抵抗体用多点計測モジュール (ケーブルは含まない)
- d) 次世代放射光施設標準型リークテスター (ヘリウムガスを含む)
- e) ラダー
- f) 粗引き排気ポンプ
- g) ベーキングヒーターコントローラー
- h) 質量ガス分析器

5.3.3.3 特記事項

- a) 支給及び貸与物品であっても結線及び動作確認を行うこと。

5.4 各構成要素の仕様

5.4.1 光学素子ホルダー

5.4.1.1 概要

光学素子ホルダーは、前置平面鏡 ($M0x$) ($x = 1, 2$)、集光鏡 ($M1x$)、高次光除去平面鏡 ($M2$ 、 $M3$) を超高真空中で保持するためのホルダーで、前置平面鏡ホルダー (HM01、HM02)、集光鏡ホルダー (HM11、HM12)、高次光除去平面鏡ホルダー (HM2、HM3) から構成される。光学素子ホルダーは、大気中において所定の位置、角度に微調整できる高精度調整機構を有する。

5.4.1.2 構成

- a) 5.3.2.1 項のとおり。

5.4.1.3 使用条件

- a) 真空度 : UHV-OP 級
- b) 温度 : 室温

5.4.1.4 仕様

a) 共通事項

- ① 光学素子ホルダーに適用する光学素子の仕様一覧を表 4 に示す。記載数値は設計最適化の過程で都合により変更する場合がある。
- ② 光学素子自体の製作は本仕様の範囲外である。
- ③ 光学素子ホルダーは、コーティングの有効領域全部を使える構造とすること。
- ④ 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。
- ⑤ アライメント用として本光学素子ホルダーに取り付け可能なアルミニウム製ダミーミラーを製作すること。ミラー中心にケガキを入れること。

b) 前置平面鏡ホルダー (HM01、HM02)

① 仕様

- (1) $HM0x$ ($x = 1, 2$) は、前置平面鏡 $M0x$ を縦振り下向きで使用できる構造とし、 $M0x$ に対して重力の影響によるたわみが軽減されるように保持すること。

- (2) HM01 にはダミーを、HM02 には M02 を取り付けること。

- (3) ダミーミラーの数量は 1 個とする。

c) 集光鏡調整ホルダー (HM11、HM12)

① 仕様

- (1) HM1x ($x = 1, 2$) は、集光鏡 M1x を縦振り上向きで使用できる構造とし、M1x に対して重力の影響によるたわみが軽減されるように保持すること。
 - (2) HM11 にはダミーを、HM12 には M12 を取り付けること。
 - (3) ダミーミラーの数量は 1 個とする。
- d) 高次光除去平面鏡ホルダー (HM2、HM3)
- ① 仕様
 - (1) HM2 は、高次光除去平面鏡 M2 を縦振り上向きで使用できる構造とし、M2 に対して重力の影響によるたわみが軽減されるように保持すること。
 - (2) HM3 は、高次光除去平面鏡 M3 を縦振り下向きで使用できる構造とし、M3 に対して重力の影響によるたわみが軽減されるように保持すること。
 - (3) ダミーミラーの数量は各ホルダーに 1 個（計 2 個）とする。

5.4.2 駆動機構

5.4.2.1 概要

駆動機構は、前置平面鏡 (M01、M02)、集光鏡 (M11、M12)、高次光除去平面鏡 (M2、M3) の位置、視斜角、姿勢等に加え、集光鏡のタンジェンシャル曲率半径を超高真空下で電動駆動により高精度に設定、調整し、角度掃引、光学素子の切り替えるための駆動制御機構で、前置平面鏡多軸調整機構 (TRM0)、集光鏡多軸調整機構 (TRM1)、高次光除去平面鏡多軸調整機構 (TRM2、TRM3)、前置平面鏡切替機構 (TM0)、集光鏡切替機構 (TM1) から構成される。

5.4.2.2 構成

- a) 5.3.2.2 項のとおり。

5.4.2.3 使用条件

- a) 真空度 : UHV-OP 級
- b) 温度 : 室温

5.4.2.4 仕様

a) 共通事項

- ① 超高真空対応仕様であること。
- ② 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される。
- ③ 駆動軸は、原則 5 相ペントゴン結線によるステッピングモーター駆動方式とし、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。
- ④ 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ー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。
- ⑤ 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、伸縮などが発生しないように工夫すること。
- ⑥ 駆動軸の大気側に基準位置を設け、レーザートラッカーを使って駆動機構のベース位置を捕捉できること。位置の詳細については別途協議の上決定する。

b) 前置平面鏡多軸調整機構 (TRM0)

① 概要

前置平面鏡多軸調整機構 (TRM0) は、前置平面鏡 (M_{0x}) ($x = 1, 2$) を独立に並進及び回転駆動させ、所定の位置及び視斜角に設定するための多軸調整機構である。また、 M_{0x} を放射光の光路から退避させることができる。

② 仕様

- (1) TRM0 は、 M_{0x} が取り付けられた前置平面鏡ホルダー (HM $0x$) を縦振り下向きで設置できる構造であること。
- (2) TRM0 は、可動軸を独立に駆動できるようにすること。
- (3) TRM0 の可動幅、最小可変量及び繰返精度を表 5 に示す。

c) 集光鏡多軸調整機構 (TRM1)

① 概要

集光鏡多軸調整機構 (TRM1) は、集光鏡 (M_{1x}) ($x = 1, 2$) を独立に並進及び回転並びにベント駆動させ、所定の位置及び視斜角並びにタンジェンシャル曲率半径に設定するための多軸調整機構である。また、 M_{1x} を放射光の光路から退避させることができる。

② 仕様

- (1) TRM1 は、 M_{1x} が取り付けられた集光鏡ホルダー (HM $1x$) を縦振り上向きで設置できる構造であること。
- (2) TRM1 は可動軸を独立に駆動できるようにすること。
- (3) TRM1 の可動幅、最小可変量及び繰返精度を表 6 に示す。

d) 高次光除去平面鏡多軸調整機構 (TRM2、TRM3)、

① 概要

高次光除去平面鏡多軸調整機構 (TRM2、TRM3) は、高次光除去平面鏡 (M_2, M_3) をそれぞれ独立に並進及び回転駆動させ、所定の位置及び視斜角に設定するための多軸調整機構である。また、 M_2 と M_3 を放射光の光路から退避させることができる。

② 仕様

- (1) TRM2 は、 M_2 が取り付けられた高次光除去平面鏡調整ホルダー (HM2) を縦振り上向きで設置できる構造であること。
- (2) TRM3 は、 M_3 が取り付けられた高次光除去平面鏡調整ホルダー (HM3) を縦振り下向きで設置できる構造であること。
- (3) TRM2 と TRM3 の可動幅、最小可変量及び繰返精度を表 7 と表 8 にそれぞれ示す。

e) 前置平面鏡切替機構 (TM0)

① 概要

前置平面鏡切替機構 (TM0) は、2 枚の前置平面鏡 M_{01} と M_{02} を超高真空中で切り替えるための一軸並進機構である。

② 仕様

- (1) TM0 は、超高真空中で x 軸に平行な一軸並進移動によって M_{01} と M_{02} の内いずれか一方の鏡に放射光を照射できる構造であること。また、いずれの鏡にも放射光が照射されないように光軸から退避できること。
- (2) TM0 の可動幅、最小可変量、繰返し精度を表 9 に示す。
- (3) 切替操作によって前置平面鏡多軸調整機構 (TRM0) の性能が損なわれないように工夫すること。

f) 集光鏡切替機構 (TM1)

① 概要

集光鏡切替機構 (TM1) は、2枚の集光鏡切替機構 M11 と M12 を超高真空中で切り替えるための一軸並進機構である。

② 仕様

- (1) TM1 は、超高真空中で x 軸に平行な一軸並進移動によって M11 と M12 の内いずれか一方の鏡に放射光を照射できる構造であること。また、いずれの鏡にも放射光が照射されないように光軸から退避できること。
- (2) TM1 の可動幅、最小可変量、繰返し精度を表 10 に示す。
- (3) 切替操作によって集光鏡多軸調整機構 (TRM1) の性能が損なわれないように工夫すること。

5.4.2.5 特記事項

- a) 他の軸の可動量によって可動幅に制限が加わる恐れがある場合、あらかじめどの軸を優先するか、何が干渉するのか、リミット設定位置などを QST 担当者と協議の上確定し、確認図に明示すること。

5.4.3 光学素子真空容器

5.4.3.1 概要

光学素子真空容器は、光学素子及び駆動機構等を設置するための超高真空仕様の真空容器である。前置平面鏡真空容器 (VM0)、集光鏡真空容器 (VM1)、高次光除去平面鏡真空容器 (VM2、VM3) から構成される。光学素子真空容器には、光学素子の駆動機構、モニター、四象限スリット等に加え、真空排気ポンプ、機器用ポート、ビューポート、光学素子交換用ポート等の各種ポート、シースヒーター、冷却用配管等を具備する。

5.4.3.2 構成

- a) 5.3.2.3 項のとおり。

5.4.3.3 使用条件

- a) 真空度 : UHV-OP 級
- b) 温度 : 室温

5.4.3.4 仕様

a) 共通事項

- ① 光学素子真空容器（本節内では以下「真空容器」という。）は、真空容器本体及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及び調整等を行うことができる構造であること。
- ② 真空容器には原則 ICF 規格フランジを用いた以下のポートを設けること。

(1) 光学素子交換用ポート

- 1) 光学素子及びホルダーを保守交換するためのポートを設けること。
- 2) 光学素子が複数設置されている場合に光学素子を交換する時は、独立に交換することができること。
- 3) 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) 入射軸ポート及び出射軸ポート

1) 放射光を真空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真空容器から取り出すための出射軸ポートを設けること。

2) 光学素子を挿入したとき、入射光及び出射光の光路を妨げないこと。

3) 光学素子を光軸上から駆動機構を使って退避させた時に、ダイレクト光軸を確認できるようにストレート軸を抜くポート（又はポート付き変換フランジ）を設けること。

このポートは、光路の出射軸フランジ径を大きくすることで兼用しても良い。

4) 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

1) 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。

2) 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) 機器用ポート

1) 真空計測定子、質量分析計、メタルバルブ等を設置するための機器用ポートを設けること。

2) フランジサイズは原則 ICF70 とする。

3) 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ること。

(5) 測温抵抗体用ポート

1) 光学素子等の温度計測のための測温抵抗体用ポートを設けること。

2) 電流導入端子付フランジサイズは原則 ICF70 とする。

(6) 主排気用ポート

1) 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。もし、それを避けられない場合には光学素子との間にシールドを設けること。

2) 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。

3) 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。

4) 主排気ポンプの取り付け、取り外しにあたって、既設のハッチ内天井チェーンブロックの使用を妨げない。

(7) 粗引き用ポート

1) 粗引き排気ポンプを設置するための粗引き用ポートを設けること。なお、粗引き排気ポンプは貸与する。

2) 粗引き用ポートには、特記なき限り支給するゲートバルブを設けること。

3) 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。

(8) ガス導入ポート

1) 鏡表面の洗浄のためのガス導入ポートを設けること。

③ 必要とされるブランクフランジ、ガスケット及び締結部品の全てを含むこと。

④ ベーキング処理に必要なシースヒーターを具備すること。リボンヒーターを用いても良い。

⑤ 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。

- ⑥ 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を観察できる構造であること。

b) 前置平面鏡真空容器 (VM0)

① 概要

前置平面鏡真空容器 (VM0) は前置平面鏡 (M0x) 等を搭載するための真空容器で、光学ハッチ内に設置される。

② 仕様

(1) VM0 は、次の駆動機構を取り付けることができる構造であること。

- 1) 前置平面鏡多軸調整機構 (TRM0)
- 2) 前置平面鏡並進機構 (TM0)

(2) VM0 は光学ハッチ内に設置される。その周辺スペースは狭いことから、光学素子交換用ポートの位置、サイズ等が遮蔽壁や他の機器と干渉しないようにすること。

c) 集光鏡真空容器 (VM1)

① 概要

集光鏡真空容器 (VM1) は集光鏡 (M1x) 等を搭載するための真空容器で、光学ハッチ内に設置される。

② 仕様

(1) VM1 は、次の駆動機構を取り付けることができる構造であること。

- 1) 集光鏡多軸調整機構 (TRM1)
- 2) 集光鏡並進機構 (TM1)

(2) VM1 は光学ハッチ内に設置される。その周辺スペースは狭いことから、光学素子交換用ポートの位置、サイズ等が遮蔽壁や他の機器と干渉しないようにすること。

(3) VM0 と VM1 は、それぞれ独立した真空容器であることとするが、一体型とすることが合理的である場合には、別途協議した上でそれを妨げない。その際重複する共通事項の仕様は省略できる。

d) 高次光除去平面鏡真空容器 (VM2、VM3)

① 概要

高次光除去平面鏡真空容器 (VM2、VM3) は、高次光除去平面鏡平面鏡 (M2、M3) 等を搭載するための真空容器で、実験ハッチ 1 内に設置される。

② 仕様

(1) VM2 は、次の駆動機構を取り付けることができる構造であること。

- 1) 高次光除去平面鏡多軸調整機構 (TRM2)

(2) VM3 は、次の駆動機構を取り付けることができる構造であること。

- 1) 高次光除去平面鏡多軸調整機構 (TRM3)

(3) VM2 と VM3 は、それぞれ独立した真空容器であることとするが、一体型とすることが合理的である場合には、別途協議した上でそれを妨げない。その際重複する共通事項の仕様は省略できる。

5.4.3.5 特記事項

- a) ポートの取付け位置、数量、サイズ等の詳細については別途協議の上決定する。

5.4.4 光学素子真空容器用架台

5.4.4.1 概要

光学素子真空容器用架台は、光学素子真空容器を設置し、位置調整、固定するための支持架台である。前置平面鏡真空容器用架台（STM0）、集光鏡真空容器用架台（STM1）、高次光除去平面鏡真空容器用架台（STM2、STM3）から構成される。

5.4.4.2 構成

- a) 5.3.2.4 項のとおり。

5.4.4.3 仕様

- a) 共通事項

- ① 光学素子真空容器用架台（本節内では以下「架台」という。）は、真空容器を支える部位と、調整機構を支える部位を分離でき、ベーキングによって真空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。
- ② 光学素子の調整機構、切替機構及び走査機構の相互の位置が $\pm 0.1\text{ mm}$ 以下の精度で決められること。

- b) 前置平面鏡真空容器用架台（STM0）

- ① 概要

前置平面鏡真空容器用架台（STM0）は、駆動機構（前置平面鏡多軸調整機構（TRM0）、前置平面鏡並進機構（TM0））と前置平面鏡真空容器（VM0）を分離して支持し、位置調整するための架台である。

- ② 仕様

- (1) STM0 は、TRM0、TM0、VM0 を分離して支持できる構造であること。
- (2) 挿入光源を原点とする時、STM0 は、VM0 内の前置平面鏡（M0x）（ $x = 1, 2$ ）が表 4 に示されている位置に配置できる構造であること。図 3 に設置位置の概略図を示す。光学ハッチ（OH）内に設置すること。

- c) 集光鏡真空容器用架台（STM1）

- ① 概要

集光鏡真空容器用架台（STM1）は、駆動機構（集光鏡多軸調整機構（TRM1）、集光鏡並進機構（TM1））と集光鏡真空容器（VM1）を分離して支持し、位置調整するための架台である。

- ② 仕様

- (1) STM1 は、TRM1、TM1、VM1 を分離して支持できる構造であること。
- (2) 挿入光源を原点とする時、STM1 は、VM1 内の集光鏡（M1x）（ $x = 1, 2$ ）が表 4 に示されている位置に配置できる構造であること。図 3 に設置位置の概略図を示す。OH 内に設置すること。
- (3) STM0 と STM1 は、それぞれ独立した架台であることとするが、一体型とすることが合理的であればそれを妨げない。

- d) 高次光除去平面鏡真空容器用架台（STM2、STM3）

- ① 概要

高次光除去平面鏡真空容器用架台（STM2、STM3）は、高次光除去平面鏡多軸調整機構（TRM2、TRM3）と高次光除去平面鏡真空容器（VM2、VM3）をそれぞれ分離して支持し、位置調整するための架台である。

② 仕様

- (1) STM2 は、TRM2 と VM2 を分離して支持できる構造であること。
- (2) 挿入光源を原点とする時、STM2 は、VM2 内の高次光除去平面鏡 (M2) が表 4 に示されている位置に配置できる構造であること。図 3 に設置位置の概略図を示す。実験ハッチ 1 (EH1) 内に設置すること
- (3) STM3 は、TRM3 と VM3 を分離して支持できる構造であること。
- (4) 挿入光源を原点とする時、STM3 は、VM3 内の高次光除去平面鏡 (M3) が表 4 に示されている位置に配置できる構造であること。図 3 に設置位置の概略図を示す。EH1 内に設置すること。
- (5) STM2 と STM3 は、それぞれ独立した架台であることとするが、一体型とすることが合理的であればそれを妨げない。

5.4.5 遮蔽関連部品

5.4.5.1 概要

遮蔽関連部品は、鉛ブロック等で放射線遮蔽するための光学ハッチ (OH)、実験ハッチ (EH1、EH2)、ガンマストッパー (GS)、半月板 (CP) 等の構造物である。本仕様書では、GS だけが仕様の範囲である。

5.4.5.2 構成

- a) 5.3.2.5 項のとおり。

5.4.5.3 仕様

- a) ガンマストッパー (GS)

① 概要

ガンマストッパー (GS) は、散乱体である Si(111)二結晶分光器 (DCM) で発生する制動放射線を遮蔽するための機器で、遮蔽体、輸送ダクト、架台で構成される。

② 仕様

- (1) GS の遮蔽体の材質は鉛とする。その化学成分及び見掛け比重は JIS H4301:2009 標準品に準拠し、それらを保証する化学分析結果等の書類を確認図の使用部品の性能表として添付すること。
- (2) 遮蔽体の外形寸法を表 11 に示す。ダクト貫通部の開口を除いて外形寸法はプラス公差とする。
- (3) 遮蔽体は SUS304 の外枠内に鋳込むものであること。
- (4) GS にはその貫通部を最大限利用できる内径の輸送ダクトを用いること。
- (5) 遮蔽体と輸送ダクトとの隙間は鉛毛等で埋めること。

5.4.5.4 特記事項

- a) 遮蔽関連部品は光学ハッチ (OH) 内に設置するが、放射線防護の観点から極めて重要な機器であるため、配置位置等の詳細については別途協議の上決定する。

5.4.6 モニター類

5.4.6.1 概要

モニター類は、スクリーンモニターと光量モニターの 2 種類あり、アライメント調整等に用いられる。前者は、放射光が蛍光スクリーンに照射された際に発せられる蛍光によってビーム位置をモニターする。後者は、放射光が金膜や金板、メッシュ等に照射された際の光電子を計測することでビ

ーム強度をモニターする。デュアルビームモニターは、スクリーンモニターと光量モニターの複合機器である。熱負荷の高い位置で使用するモニター類は水冷方式の冷却機能を有する。モニター類は、再現性良く光軸に挿入することができ、また光軸から退避できる。本仕様書では、スクリーンモニターだけが仕様の範囲である。

5.4.6.2 構成

- a) 5.3.2.6 項のとおり。

5.4.6.3 仕様

- a) 共通事項

- ① 使用する材料、加工品の仕上げ、ソケット、ケーブル等は超高真空仕様であること。
- ② モニターの光軸への挿入及び光軸からの退避のための駆動機構は、特記なき限り DC24V の電磁弁操作による圧縮空気を用いること。駆動電力は次世代放射光施設標準インターロックシステムより供給する。
- ③ モニターに関連する信号線は、表 3 に示されているように、別途指示する端子台に結線すること。
- ④ モニターを取付けるポートのフランジ面と光軸間の距離は、特記なき限り表 2 に示すとおり全て共通とする
- ⑤ モニターの挿入時における位置再現性は±0.1 mm 以下であること。

- b) スクリーンモニター (SCM01、SCM02、SCM03)

- ① SCM0x (x = 1, 2, 3) は、光学素子 (DCM、M0、M1、M2、M3) の反射光と、光学素子 (DCM を除く) を光軸から退避した際のダイレクト光の受光面上の照射位置を大気側から目視観察できる構造であること。
 - (1) SCM01 : DCM からの反射光
 - (2) SCM02 : M01、M02、M11、M12 からの反射光とダイレクト光
 - (3) SCM03 : M2、M3 からの反射光とダイレクト光
- ② 受光部の鉛直方向の視野は、設置距離に応じて決めるが 50 mm 程度である。光学素子の視斜角に応じてダイレクト光からの変位を連続的に計測できる必要がある。水平方向の視野は 50 mm 程度とする。
- ③ 受光面に十字状のケガキ線を 1 mm ピッチで入れること。十字中心が、光軸に対して水平方向は±0.5 mm 以内、鉛直方向は±0.1 mm 以内に設置すること。なお、これらは、大気中でトランシット又はオートレベルによって据付調整する際に、モニターに搭載する十字をモニター用ホルダー上にこれらの精度でマウントすることで調整すれば良い。

5.4.6.4 特記事項

- a) モニター類の設置位置、受光面サイズ、材質等の詳細は別途協議の上決定する。

5.4.7 アブソーバー類

5.4.7.1 概要

アブソーバー類は、光軸上へ挿入し放射光を受け止める光学機器で、光軸からの退避も可能である。熱負荷の高い位置で使用する場合、水冷方式の冷却機能を有する。アブソーバー類は本仕様書では、下流シャッター (DSS) が仕様の範囲である。

5.4.7.2 構成

- a) 5.3.2.7 項のとおり。

5.4.7.3 仕様

a) 共通事項

- ① 使用する材料、加工品の仕上げ、ソケット、ケーブル等は超高真空仕様であること。
- ② アブソーバー類の光軸への挿入及び光軸からの退避のための駆動機構は、特記なき限りDC24Vの電磁弁操作による圧縮空気を用いること。駆動電力は次世代放射光施設標準インターロックシステムより供給する。
- ③ アブソーバー類はドライブ信号で挿入及び退避ができること。
- ④ 挿入、退避ステータスを無電位接点によって与えること。
- ⑤ アブソーバー類に関連する信号線は、表3に示されているように、別途指示する端子台に結線すること。
- ⑥ アブソーバー類を取付けるポートのフランジ面と光軸間の距離は、特記なき限り表2のとおり全て共通とする。
- ⑦ ビームサイズを考慮した上で退避位置や可動幅を確定すること。
- ⑧ アブソーバー類の挿入における位置再現性は±0.2 mm以下であること。

b) 下流シャッター (DSS)

- ① DSSは、タンクステン等のブロックで放射光を受け止められる構造であること。

5.4.7.4 特記事項

- a) アブソーバー類の設置位置、受光面サイズ等の詳細は別途協議の上決定する。

5.4.8 四象限スリット・アパーチャー類

5.4.8.1 概要

四象限スリット・アパーチャー類は、ビームの鉛直方向及び水平方向を積極的に制限することによって、アライメント調整、焦点探し、光学素子に照射されないビームの制限、迷光除去等に用いられる。本仕様書では、四象限スリットだけが仕様の範囲である

5.4.8.2 構成

- a) 5.3.2.8項のとおり。

5.4.8.3 仕様

a) 共通事項

- ① 四象限スリット・アパーチャー類に関連する信号線は、表3に示されているように、別途指示する端子台に結線すること。
- ② ブレードの材料はステンレス又はタンタルとする。

b) 四象限スリット (4DS01、4DS02)

- ① 四象限スリットのブレードは水平方向(x方向)及び鉛直方向(y方向)の計4枚からなり、各ブレードは独立に駆動できること。
- ② 四象限スリットブレードの可動幅、繰返し精度、最小可変量を表12に示す。

5.4.8.4 特記事項

- a) 四象限スリット・アパーチャー類のサイズ等の詳細については別途協議の上決定する。

5.4.9 フィルター類

5.4.9.1 概要

- a) フィルター類は、高次光除去、真空保護等を目的とする光学機器で、光軸上へ常時挿入した状態で使用する常設式と、必要に応じて光軸から退避させて使用することができる可動式がある。本仕様書では、真空保護に使用される可動式のベリリウム窓が仕様の範囲である。

5.4.9.2 構成

- a) 5.3.2.9 項のとおり。

5.4.9.3 仕様

- a) ベリリウム窓 (BW)

- ① BW は、支給する窓付ゲートバルにベリリウム膜を取り付けること。光軸への挿入及び光軸からの退避のための駆動機構は、特記なき限り DC24V の電磁弁操作による圧縮空気を用いること。駆動電力は次世代放射光施設標準インターロックシステムより供給する。
- ② BW に関する信号線は、表 3 に示されているように、別途指示する端子台に結線すること。
- ③ ベリリウム膜は両面研磨すること。

5.4.9.4 特記事項

- a) フィルター類のサイズ等の詳細については別途協議の上決定する。

5.4.10 差動排気関連部品

5.4.10.1 概要

差動排気関連部品は、実験ステーションに設置されたベリリウム窓 (BW) が破損した際の真空事故に伴う圧力上昇時に迅速に反応し真空ラインを遮断することでフロントエンド及び蓄積リングの真空レベルを保護することを目的とする光学機器で、主に高速アブソーバー (FABS) と高速遮断バルブ (FCV) で構成される。

5.4.10.2 構成

- a) 5.3.2.10 項のとおり。

5.4.10.3 仕様

- a) 共通事項

- ① 差動排気関連部品の光軸への挿入及び光軸からの退避のための駆動機構は、特記なき限り DC24V の電磁弁操作による圧縮空気を用いること。駆動電力は次世代放射光施設標準インターロックシステムより供給する。
- ② 差動排気関連部品に関する信号線は、表 3 に示されているように、別途指示する端子台に結線すること。
- ③ 差動排気関連部品を取付けるポートのフランジ面と光軸間の距離は、特記なき限り表 2 に示すとおり全て共通とする
- ④ 差動排気関連部品の下流には、支給する主排気ポンプを取り付けたオリフィス付真空容器を設けること。

- b) 高速アブソーバー (FABS)

- ① FABS は、0.1 秒以下の速さで光軸上に挿入できる構造を有すること。
- ② FABS は、銅ブロックで放射光を受け止められる構造であること。
- ③ FABS の挿入時における位置再現性は ± 0.2 mm 以下であること。

- c) 高速遮断バルブ (FCV)

- ① FCV は、0.05 秒以下の速さで真空ラインを閉じることができる構造を有すること。

5.4.10.4 特記事項

- a) 差動排気関連部品の反応速度やサイズ等の詳細については別途協議の上決定する。

5.4.11 真空機器締結要素類

5.4.11.1 概要

- a) 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、真空ダクト・ベローズ類、真空容器、架台、真空ゲージ、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。取り合い点間は複数の真空セクションに区分される。真空セクションの一部は、ダクトとベローズ以外の真空接続要素類を取り外すことなく光学素子等のアライメント調整に必要なトランシット、鉛直器などの測量機器を設置できる構造である。

5.4.11.2 構成

- a) 5.3.2.12 項のとおり。

5.4.11.3 仕様

- a) 共通事項

① 真空セクション

- (1) 真空セクションは、表 3 に示すように、超高真空排気された真空機器取り合い点間をゲートバルブで適宜真空仕切りすることで定義する。

② 真空機器取り合い点

- (1) 真空機器取り合い点上流

- 1) 真空機器取り合い点上流は、遮蔽壁ラチエット面から下流約 0.6 m 地点に設置されるフロントエンド終端ゲートバルブ (GV4) のフランジ面とする。なお、GV4 は本仕様の範囲外である。

- (2) 真空機器取り合い点下流

- 1) ゲートバルブ (GV05) のフランジ面とする。

- b) 真空ダクト・ベローズ類

① 概要

真空ダクト・ベローズ類は、真空セクション間を接続し下流ヘビーム輸送するための真空機器である。

② 仕様

- (1) 真空ダクト・ベローズは、特記なき限り超高真空仕様であること。

- (2) 真空ダクトは、原則 ICF114 とし、ダクト内径は $\phi 60$ mm 以上であること。

- (3) ガンマストッパー (GS) と半月板 (CP、製作は本仕様の範囲外) に使用する真空ダクトは、前項の限りではないが、GS と CP の遮蔽物の貫通部を最大限利用できる内径の真空ダクトを用いること。

- (4) 各真空セクション間には適宜真空ベローズを設けること。そのベローズ内径はダクト内径より大きいこと。

- (5) 接続部に過度な荷重負荷がかかる場合には、適宜支持架台を設けること。

③ 特記事項

- (1) 真空ダクト・ベローズの長さ、設置位置等の詳細については別途協議の上決定する。

- c) ゲートバルブ

① 概要

ゲートバルブは、圧縮空気駆動方式ゲートバルブ及び手動方式ゲートバルブの 2 種類で構成される。圧縮空気駆動方式ゲートバルブは、真空機器間に適宜設置し真空仕切りすることで真空セクションを定義し、その開閉状態はインターロックシステムに組み込まれる。一方、手動方式ゲートバルブは、粗引き排気ポンプ等に接続するために用いられ、その開閉状態はインターロックシステムに原則組み込まれない。なお、ゲートバルブは支給する。

② 構成

- (1) 圧縮空気駆動式ゲートバルブ
- (2) 手動方式ゲートバルブ

③ 仕様

- (1) 表 3 に示すように、真空セクション間には圧縮空気駆動式ゲートバルブを設置し、真空仕切りすること。
- (2) 圧縮空気駆動式ゲートバルブは支給する。必要な配線・配管作業は本仕様に含まれる。
- (3) 手動式ゲートバルブは、光学素子真空容器の粗引き排気用ポートに設置すること。

d) 真空排気容器

① 概要

真空排気容器は、輸送ダクト内の超高真空を維持するために主排気ポンプ等を取付けた真空容器である。

② 仕様

- (1) 次のポートを設けること。
 - 1) 入射軸ポート
 - 2) 出射軸ポート
 - 3) 主排気ポンプ用ポート
 - 4) 粗引き排気ポンプ用ポート
 - 5) 真空計測定子用ポート
 - 6) 別途協議の上指示するポート
- (2) 入射軸ポート及び出射軸ポートには、特記なき限り支給する圧縮空気駆動式ゲートバルブを設置すること。
- (3) 粗引き排気ポンプ用ポートには、オールメタルバルブ、バイトンバルブ、リークバルブを設けること。

e) モニター用真空容器

① 概要

モニター用真空容器は、モニター、四象限スリット、アパーチャー等の光学素子以外の真空機器を取り付けるための超高真空容器である。

② 仕様

- (1) モニター用真空容器には、次の機器を取り付けることが可能な構造であること。
 - 1) スクリーンモニター (SCM01、SCM02、SCM03)、各 1 式
 - 2) 下流シャッター (DSS)、1 式
 - 3) 四象限スリット (4DS01、4DS02)、各 1 式
 - 4) ベリリウム窓 (BW)、1 式

- (2) モニター用真空容器には、次のポートを設けること。
- 1) モニター用ポート
 - 2) 入射軸ポート
 - 3) 出射軸ポート
 - 4) 主排気ポンプ用ポート
 - 5) 粗引き排気ポンプ用ポート
 - 6) 真空計測定子用ポート
 - 7) 別途協議の上指示するポート
- (3) モニター用ポートのフランジ面から光軸までの距離が表 2 を満足すること。ただし、四象限スリットを取り付ける場合を除く。
- (4) 入射軸ポート及び出射軸ポートには、特記なき限り支給する圧縮空気駆動式ゲートバルブを設置すること。
- (5) 粗引き排気ポンプ用ポートには、オールメタルバルブ、バイトンバルブ、リークバルブを設けること。

③ 特記事項

- (1) モニター用真空容器は、他の真空容器と一体型とすることが合理的である場合には、別途協議した上で一体型とすることを妨げない。
- (2) 真空容器のサイズ等、各ポートの設置場所、サイズ等の詳細については別途協議の上決定する。

f) 架台

① 概要

架台は真空排気容器、モニター用真空容器を設置し固定するための機器である。

② 仕様

- (1) 本技術仕様の共通事項における 4.4.6 項のとおり。

③ 特記事項

- (1) ハッチ後面パネル貫通部ダクトを支える支持架台の固定方法等は協議の上決定すること。

g) 真空計

① 概要

真空計は、ホット型真空計とコールド型真空計の 2 種類とする。次世代放射光施設標準インターロックシステムに組み込まれる機器である。なお、真空計は支給する。

② 仕様

- (1) 真空セクションごとにいずれかのタイプの真空計を 1 台以上設置すること。
- (2) 前置平面鏡真空容器 (VM0)、集光鏡真空容器 (VM1)、高次光除去平面鏡真空容器 (VM2、VM3) にはホット型真空計を 2 台以上設置すること。
- (3) コントローラーの設置場所
 - 1) コントローラーは原則制御ラックに収納すること。
 - 2) コントローラーとラック内の PLC 中継端子台間の配線を行うこと。

h) 主排気ポンプ

① 概要

主排気ポンプはイオンポンプ（IP）で、真空セクションにおける光学素子真空容器、真空排気容器、モニター用真空容器、真空ダクト等を超高真空に保つことを目的とする。

② 仕様

- (1) 主排気ポンプは、本体、ケーブル及びコントローラーを支給する。
- (2) 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備備すること。
- (3) 主排気ポンプのコントローラーは制御ラックに収納すること。なお、ポンプとコントローラー間の配線までを含む。

i) 粗引き排気ポンプ

① 概要

粗引き排気ポンプは、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に接続され粗排気に用いられる。なお、粗引き排気ポンプは貸与する。

② 仕様

- (1) 本技術仕様の共通事項における 4.4.10 項のとおり。

j) 計装

① 概要

計装は、ビームライン光学系・輸送チャンネル機器を制御、管理するために必要な配線とともに、これらの機器と次世代放射光施設標準インターロックシステムとの配線を行う。

② 仕様

- (1) 機器内配線、制御ラック内配線及び制御ラックへの配線の全てを本仕様の範囲とする。
- (2) 次世代放射光施設標準インターロックシステムへの結線は別途指示する端子台とする。

5.4.12 ユーティリティ配管・配線

5.4.12.1 概要

ユーティリティ配管・配線は、ビームラインが動作するために必要な電力、圧縮空気、冷却水等のユーティリティの配管及び配線に関するもので、駆動機器等の制御系に関わる次世代放射光施設標準モータードライバー及びコントローラーの配線に加え、次世代放射光施設標準インターロックシステムへの配線等が本仕様に含まれる。

5.4.12.2 構成

- a) 5.3.2.13 項のとおり。

5.4.12.3 仕様

a) 共通事項

- ① 全てのユーティリティ配管・配線は、ラダーの各所に設けられたユーティリティーステーションを供給点とすること。
- ② ラダーは本仕様の範囲外である。

b) 制御ラック

① 概要

制御ラックは、真空計、排気ポンプ等のコントローラー、モータードライバー、モーターコントローラー等の機器を設置するための 19 インチラックで構成される。

② 仕様

- (1) 次世代放射光施設ビームライン機器共通事項のとおり。

- (2) 制御用ラックは、図 2 に示すように、指定の場所に設置すること。なお、上流側から制御ラック#1、#2、#3 と呼ぶ。
- (3) 制御ラック内に設置する全てのコントローラー機器は個別のコネクターで電力供給ラインに接続すること。
- (4) 制御ラック内の電力供給ラインごとに受電ブレーカー、ランプを設けること。なお、コンセント盤が最寄りにあり、かつ、コンセント盤との取り合いが明示的な場合はこの限りではない。
- (5) 受電ブレーカーが不用意に操作されないようにカバーを設けること。

c) 次世代放射光施設標準モータードライバー

① 概要

次世代放射光施設標準モータードライバーは、駆動機構のステッピングモーターにパルス数に応じた電力を供給し駆動させるためのステッピングモータードライバーで、各駆動軸に 1 台のモータードライバーが対応する。次世代放射光施設標準モーターコントローラーとリミットスイッチ信号を送受信することができる。ステッピングモーター及びモーターコントローラへの接続ケーブルの製作、結線までを本仕様に含む。

② 仕様

- (1) ステッピングモーターを駆動させるために必要な員数の次世代放射光施設標準ステッピングモータードライバーを用いること。設置場所は図 2 のとおりとする。

d) 次世代放射光施設標準モーターコントローラー

① 概要

次世代放射光施設標準モーターコントローラーは、駆動機構のステッピングモーターを駆動させるために必要なパルス信号を発生し最大 16 台の次世代放射光施設標準モータードライバーを同時に制御する機器で、Ethernet を介してリモート制御することができる。

② 仕様

- (1) ステッピングモーターを駆動させるために必要な員数の次世代放射光施設標準モーターコントローラーを用いること。設置場所は図 2 のとおりとする。

e) 電力

① 概要

電力は、所定の分電盤から本仕様における全ての機器（支給及び貸与物品を含む）へ電源を供給する。適宜、制御盤、端子盤を設け電気工事配線作業を行う。

② 仕様

- (1) 電力は、図 2 の分電盤を主たる取り合い点とする。
- (2) ケーブルは、ケーブルラックの最寄点までをまとめ、ラダー、カッティングダクト等を用いて保護すること。
- (3) 設置予定のラダーを使用して良い。
- (4) 真空ダクトは取り外してアライメント調整を行う場合があるためケーブル経路はダクトを渡すことを避けること。
- (5) ベーキングヒーター類の結線を含む。X 線用輸送チャンネル真空仕様(HV-TC 級)に従うこと。なお、この結線は機器別に端子台で受け、ビームライン・ベーキング要領に記載の次世代放射光施設標準型コネクター取り合いとすること。

f) 圧縮空気

① 概要

圧縮空気は、建屋施設から供給され、ゲートバルブの開閉、モニター類の挿入及び退避駆動の動力源として用いる。圧縮空気駆動機器へ圧縮空気の配管作業を行う。

② 仕様

- (1) 圧搾空気で動作する機器への配管を行い、機器が正常に動作すること。
- (2) 配管等は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。

g) 次世代放射光施設標準インターロック (PLC) 用ケーブル

① 概要

次世代放射光施設標準インターロックシステムへの接続に必要な各制御機器からのケーブルを所定の信号取り合い点まで接続する配線作業を行う。

② 仕様

- (1) 次世代放射光施設標準インターロックシステムにつなぎ込む機器及び信号の一覧を表3に示す。
- (2) インターロック (PLC) 信号取り合い点は、
- (3) に示すようにハッチ外に設けるラック内及び架台脚部の PLC 中継端子台とする。
- (4) 制御機器と、ラック内及び架台脚部の PLC 中継端子台間の配線を行うこと。

③ 特記事項

- (1) PLC 中継端子台での端子台番号は QST 担当者の指示に従うこと。

h) 測温抵抗体用ケーブル

① 概要

光学素子の温度計測のために測温抵抗体用ケーブルを光学素子真空容器近辺に設置した多点計測モジュールまでの配線作業を行う。

② 仕様

- (1) 配線に必要なケーブル、コネクター等を含むこと。
- (2) 多点計測モジュールは支給する。

i) 樹脂床

① 概要

樹脂床は、光学素子真空容器用架台の据付面を平滑化し、設置する機器の安定性向上、振動低減を目的するエポキシ樹脂等による極めて高精度な平坦面である。

② 仕様

- (1) 5.3.2.4 項に挙げる光学素子真空容器用架台に対して樹脂床を設けること。
- (2) 打設後、埃等の付着や風等の影響を受けないよう養生すること。

③ 特記事項

- (1) 平坦度、基準点との高さ誤差等の詳細については別途協議の上決定する。

5.4.13 据付

5.4.13.1 概要

製作した真空容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。所望のビームライン性能を得るために機器を指定の位置に高精度に設置する。

5.4.13.2 構成

a) 5.3.2.13 項のとおり。

5.4.13.3 仕様

a) 共通事項

- ① 製作した真空容器等を現地へ搬入する時は、日時、搬入物、搬入口等を予め QST 担当者に申し出ること。また、資材等の搬出時も同様とする。
- ② 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。
- ③ 据付調整に係る作業者が、据付調整に必要な寸法を現地にて図面から読み取って算出する必要がないように、図面には予めそれらを明記しておくこと。
- ④ 支給及び貸与物品においても、現地での据付、結線、真空排気を行うこと。

b) 基準マーク

① 概要

据付調整等に必要な基準点を示す基準マークを貼付する。

② 仕様

- (1) 光軸上（床面及び水平レベル）には基準マークを 5 m よりも細かい間隔で打つこと。
- (2) 基準マークは、0.2 mm 以下の線幅で十字が切られたシールとする。マークには個別の識別番号を付し、マークを貼った箇所を図面で記すこと。
- (3) 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。
- (4) 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。
- (5) 光学素子調整機構、四象限スリット・アパーチャー類、モニター類については、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付すること。機器設置後にも機器中心点が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。なお、QST 担当者と協議の上基準マークの点数を減ずることができる。

c) 真空容器の設置

① 概要

真空容器を指定する位置に高精度に設置する。

② 仕様

- (1) 真空容器用架台は光軸に沿って所定位置に ± 2 mm の精度で設置し、アンカーポルトで固定すること。
- (2) 真空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。
- (3) 真空容器のフランジセンターを示す治具については、ICF70、114、152 サイズについてこれを含むこと。その他特殊サイズについても、使用する場合はこれを含むこと。
- (4) イオン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中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。
- (5) ガンマストッパー、真空ダクトについてはこれに準拠すること。

③ 特記事項

- (1) 真空容器等の重量物を移動等の際、ハッチ内において既設の天井チェーンブロックや実験ホール内のクレーンの使用を妨げない。なお、これらの可動範囲や耐荷重等は予め確認しておくこと。

d) 光学素子ホルダー及び駆動機構の精密設置

① 概要

光学素子ホルダー及び駆動機構（以下「調整機構」という。）を所定の精度で各光学素子真空容器に精密に設置する。

② 仕様

- (1) 調整機構は±0.1 mm の精度で設置すること。
- (2) 調整機構は所定の偏角、高さへ調整し設置すること。この位置を機械原点と定める。
- (3) 据付調整は、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。
- (4) 四象限スリット・アパーチャー類、モニター類等の精密設置も調整機構のそれに準ずること。その場合、機器の中心位置（高さ、方向）のケガキ線を基準として機械原点を定めるものとする。
- (5) 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。なお、その手順等については、真空排気、フランジ締結に係る作業を進める中でQST担当者と協議の上確定させること。

e) 機械原点、駆動範囲確認

① 概要

光学素子を取り付けた状態でレーザーライメント（仕様の範囲外）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。

② 仕様

(1) 機械原点

- 1) 光学素子を取り付けた状態でレーザーライメントを行う際の目安とな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。
- 2) 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。
- 3) 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。
- 4) 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。

(2) 範囲限界

- 1) 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。
- 2) 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。
- 3) 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。
- 4) 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。

(3) 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。

f) 光学素子の取付け

① 概要

調整機構の精密設置に準じて光学素子を光学素子ホルダーに取り付けた後、駆動機構に設置する。

② 仕様

(1) 取付け対象とする光学素子は、5.3.3.1a)項のとおり。

(2) QST 担当者が行う光学素子の取付作業の支援をすること。

(3) 支援作業にあたって、マスク、帽子、手袋、無塵衣を装着し、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。

g) 真空立ち上げ

① 概要

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、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、真空引きとベーキングの準備行為までを行う。

② 仕様

(1) 光学素子装着前

1) 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。

(2) 光学素子装着後

1) 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。

2) ベーキングを実施中、光学素子自体の温度が 100°C 以下を厳守すること。

3) ベーキング終了後、各真空容器の真空度が次の目標値を達成していることが望ましい。

i. 5.3.2.3 項に記載の光学素子真空容器の全部 : UHV-OP 級

ii. 上記以外の真空容器、真空ダクト : HV-TC 級

③ 特記事項

(1) 残留ガス分析を要求する場合がある。その際、質量ガス分析器を貸与することができる。

5.4.14 試験検査

5.4.14.1 概要

受注者は、別途定める試験検査要領書に従って以下の試験検査を行い、その結果について試験検査成績書等にまとめて提出すること。必要に応じて、QST 担当者が試験に立会いをする。

5.4.14.2 構成

- a) 5.3.2.15 項のとおり。

5.4.14.3 仕様

a) 共通事項

① 試験検査成績書には次の項目を明記すること。

(1) 試験検査内容

(2) 試験検査機材名

(3) 試験検査時の実施日、条件等

(4) 試験検査結果

(5) 合格基準

(6) 合否判定

- (7) 記録者の氏名
 - (8) 承認者の氏名
- ② 試験検査にあたり、出荷前、現地の場所に関わらず必要に応じて現場写真を求める場合がある。試験風景をデジタルカメラ等で撮影し提出すること。
- b) 員数検査
 - ① 員数が揃っていることを目視により確認すること。
 - ② 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。
 - c) 外観検査
 - ① 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。
 - ② 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。
 - d) 寸法検査
 - ① 製作物の寸法をノギス、直尺等で計測し、確認図と公差の範囲内で一致していることを確認すること。
 - ② 対象項目については別途協議の上、決定する。
 - e) 調整機構駆動試験
 - ① 共通項目
 - (1) 実際に当該機器を運転するために使用する次世代放射光施設標準モータードライバーとコントローラーを用いて動作確認を行うこと。
 - (2) 全軸の駆動範囲は、別途協議の上決定する手順に則って試験すること。
 - (3) 出来る限り現地試験とするが、やむをえず出荷試験とすることを認めることができる。
ただし、その場合でも、現地において確認を求める場合がある。
 - (4) 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を予め工場にて試験・検査の上、記録に留め、出荷すること。
 - (5) 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的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。
 - 1) 実使用状態に近い負荷をかけた状態とする。
 - 2) 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。
 - ② 前置平面鏡多軸調整機構（TRM0）駆動試験
 - (1) TRM0 に対して以下の所定の位置まで 3 往復駆動し、各パルス数を確認する。
 - 1) 光学原点位置
 - 2) ハードウェアリミット位置（両端）
 - ③ 集光鏡多軸調整機構（TRM1）駆動試験
 - (1) TRM1 に対して以下の所定の位置まで 3 往復駆動し、各パルス数を確認する。
 - 1) 光学原点位置
 - 2) ハードウェアリミット位置（両端）

- (2) 集光鏡 M11 を適用したダミーミラーに対してレーザー変位計又は 3 次元測定器で 5 点の変位量を計測し、使用する材料のヤング率の比から集光鏡の曲率半径の再現性及び最大サグ量を確認する。
- ④ 高次光除去平面鏡多軸調整機構 (TRM2、TRM3) 駆動試験
- (1) TRM2 と TRM3 のそれぞれに対して以下の所定の位置まで 3 往復駆動し、各パルス数を確認する。
- 1) 光学原点位置
 - 2) ハードウェアリミット位置 (両端)
- ⑤ 前置平面鏡切替機構 (TM0) 駆動試験
- (1) TM0 に対して以下の位置まで 3 往復駆動し、各パルス数を確認する
- 1) 退避位置
 - 2) 各挿入位置
 - 3) ハードウェアリミット位置 (両端)
- ⑥ 集光鏡切替機構 (TM1) 駆動試験
- (1) TM1 に対して以下の位置まで 3 往復駆動し、各パルス数を確認する
- 1) 退避位置
 - 2) 各挿入位置
 - 3) ハードウェアリミット位置 (両端)
- f) 漏洩試験
- ① 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。
- (1) プローブ：ヘリウム
 - (2) 試験方法：ヘリウム真空吹き付け法
 - (3) 試験機器：次世代放射光施設標準型リークテスター
 - (4) リーク量： $5 \times 10^{-11} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 以下
- g) ベーキングヒーター通電・絶縁試験
- ① 対象項目については別途協議の上決定する。
- h) 据付精度試験
- ① 環境計測を含めた対象項目については別途協議の上決定する。

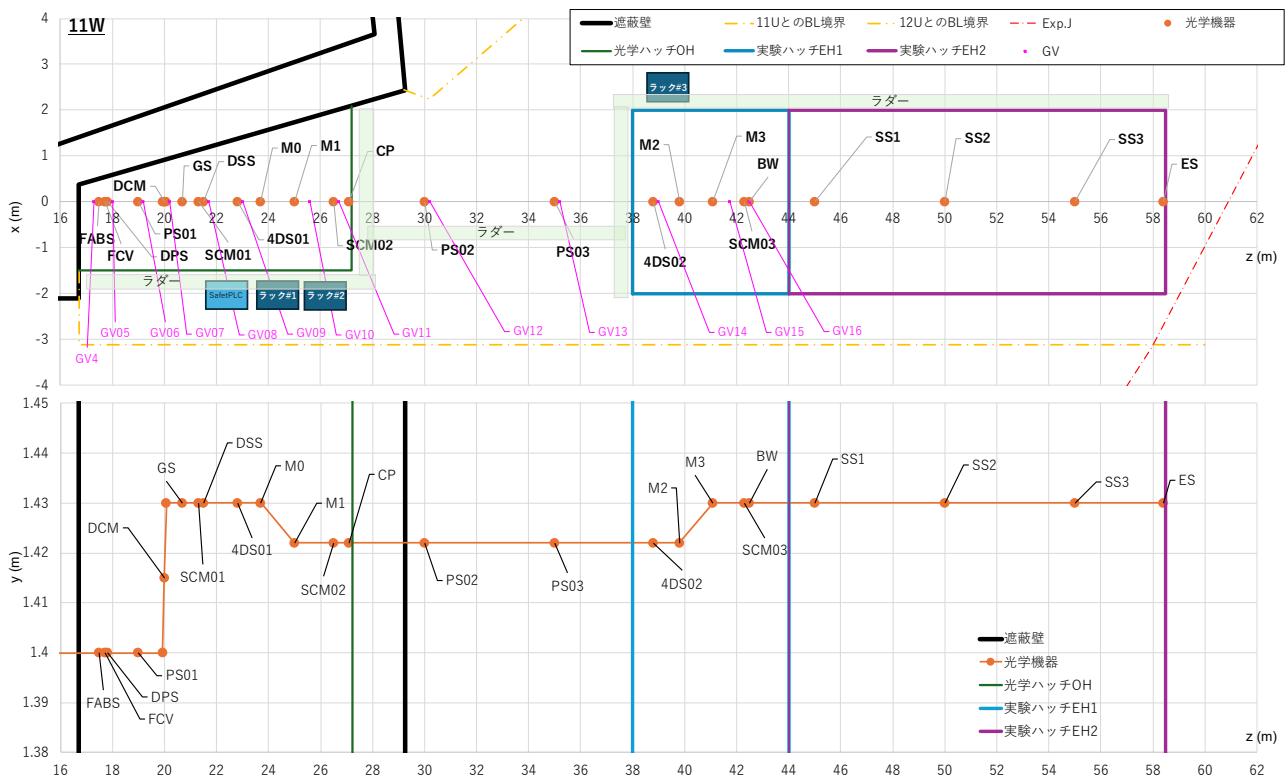
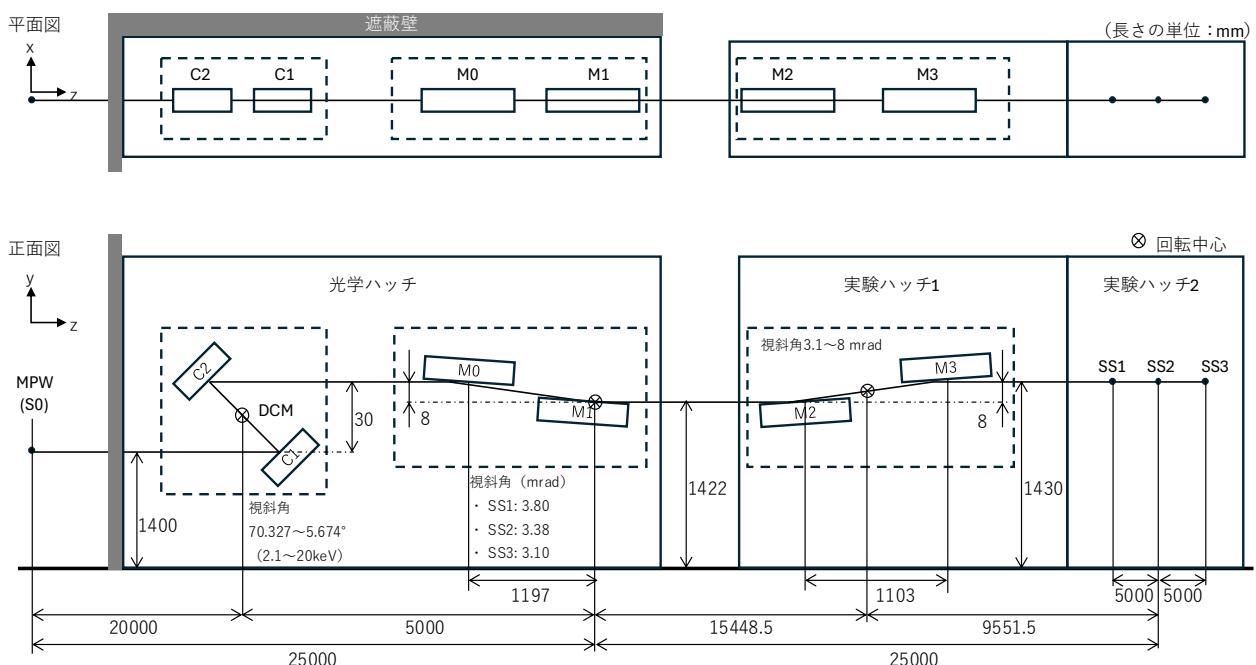


図2 実験ホール側におけるビームライン光学系・輸送チャンネル機器の配置の平面図（上）と正面図（下）（参考図）



C1 & C2 : DCM 第一結晶 & 第二結晶、M0 : 前置平面鏡、M1 : 集光鏡、M2 & M3 : 高次光除去平面鏡、
破線 : 真空セクション、回転中心 : 常に固定

図3 光学素子の配置図（参考図）

表3 真空セクション一覧（参考）

真空 セクション	機器名称	仕様範 囲の区 分	機器記号	インターロック信号												端子盤	パルスモーター	真空度 クラス	真空ポンプ												
				駆動機構		流量計		真空ゲージ				(有の場合の保護機器)		駆動接点機 器保護のタ イプ	FABS (MBS閉)	C	架台脚部	—	TC	IP	可搬										
				出力	入力	入力	入力	接点信号	接点信号	接点信号	接点信号																				
				DC24V	開	閉		Set Point	Gauge Error		真空度																				
4																															
(FE) 真空ゲージ		既設	VG4	仕様範囲外																											
(FE) ゲートバルブ		既設	GV4																												
5	高速遮断アソーバー	製作	FABS	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—		FABS (MBS閉)	C	架台脚部	—	TC	IP	可搬												
	高速遮断バルブ	製作	FCV	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—		FCV (FABS閉)	B	架台脚部	—															
6	差動排気ステーション	製作	DPS	—	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	—	—	—	—	TC	IP	常設												
	真空ゲージ	支給	VG05	—	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	—	ラック#1	—	—															
	ゲートバルブ	支給	GV05	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—		GV05 (MBS閉)	B	架台脚部	—															
7	排気ステーション	製作	PS01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	OP	IP	可搬												
	真空ゲージ	支給	VG06	—	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	—	ラック#1	—	—															
	ゲートバルブ	支給	GV06	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—		GV06 (MBS閉)	B	架台脚部	—															
8	二結晶分光器	貸与	DCM	—	—	—		LN2	—	—	—		LN2 (MBS閉)	—	ラック#1	θ、Z1、Δθ、 Z2、α	OP	IP	常設												
	真空ゲージ	支給	VG07	—	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	—	ラック#1	—	—															
	ゲートバルブ	支給	GV07	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—		GV07 (MBS閉)	D	架台脚部	—															
	ガムマストッパー	製作	GS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—															
	スクリーンモニター	製作	SCM01	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—	—	C	架台脚部	—	—															
9	下流シャッター	製作	DSS	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—	—	C	架台脚部	—	—	TC	IP	可搬												
	真空ゲージ	支給	VG08	—	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	—	ラック#1	—	—															
	ゲートバルブ	支給	GV08	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—		GV08 (DSS閉)	D	架台脚部	—															
10	四象限スリット	製作	4DS01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ラック#1	X1、X2、Y1、 Y2	—	OP	IP	常設												
	真空ゲージ	支給	VG09	—	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	—	ラック#1	—	—															
	ゲートバルブ	支給	GV09	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—		GV09 (DSS閉)	D	架台脚部	—															
11	平面鏡	製作	M0	—	—		M01 M02 NTR	—	—	—	—	—	—	—	ラック#1	X、X1、X2、 Y1、Y2、Y3	OP	IP	常設												
	集光鏡	製作	M1	—	—		M11 M12 NTR	—	—	—	—	—	—	—	ラック#1	X、X1、X2、 Y1、Y2、Y3															
	真空ゲージ	支給	VG10	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	—	—	—	ラック#1	—															
12	ゲートバルブ	支給	GV10	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—		GV10 (DSS閉)	D	架台脚部	—	TC	IP	可搬												
	スクリーンモニター	製作	SCM02	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—	—	C	架台脚部	—	—															
	真空ゲージ	支給	VG11	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	—	—	ラック#1	—	—															
13	ゲートバルブ	支給	GV11	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—		GV11 (DSS閉)	D	架台脚部	—	TC	IP	可搬												
	半月板	貸与	CP	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—															
	排気ステーション	製作	PS02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—															
14	真空ゲージ	支給	VG12	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	—	—	—	ラック#1	—	TC	IP	可搬												
	ゲートバルブ	支給	GV12	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—		GV12 (DSS閉)	D	架台脚部	—															
	排気ステーション	製作	PS03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—															
15	真空ゲージ	支給	VG13	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	—	—	—	#1	—	TC	IP	可搬												
	ゲートバルブ	支給	GV13	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—		GV13 (DSS閉)	D	架台脚部	—															
	四象限スリット	製作	4DS02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ラック#1	X1、X2、Y1、 Y2	—															
16	真空ゲージ	支給	VG14	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	—	—	—	#1	—	TC	IP	可搬												
	ゲートバルブ	支給	GV14	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—		GV14 (DSS閉)	D	架台脚部	—															
	平面鏡	製作	M2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ラック#1	X1、X2、Y1、 Y2、Y3	OP	IP	常設													
17	平面鏡	製作	M3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ラック#1	X1、X2、Y1、 Y2、Y3																
	真空ゲージ	支給	VG15	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	—	—	ラック#1	—																
	ゲートバルブ	支給	GV15	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—		GV15 (DSS閉)	D	架台脚部	—															
18	スクリーンモニター	製作	SCM03	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—	—	C	ラック#1	—	TC	IP	可搬													
	真空ゲージ	支給	VG16	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	—	—	ラック#1	—																
	ゲートバルブ (Be窓付)	支給	GV16	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—		GV16 (DSS閉)	D	架台脚部	—															
—	エンドストッパー	範囲外	ES	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—											

※ バルブの定義：A ビーム照射でビームアボート、B ビーム照射で MBS 閉、C ビーム照射に関係なく開閉可、D シール面へのビーム照射不可

表4 光学素子の仕様一覧（参考）

項目		単位	M01	M02	M11	M12	M2	M3
形状	—	—	平面	平面	サジタル円筒	サジタル円筒	平面	平面
ID からの 距離	—	mm	(鏡中心) 23,803	(鏡中心) 23,803	(回転中心) 25,000	(回転中心) 25,000	(鏡中心) 39,989.5	(鏡中心) 41,093.5
視斜角	—	mrad	① 3.80 ② 3.38 ③ 3.10	3.1~8	3.1~8			
曲率半径	Tan	mm	1E+08 以上	1E+08 以上				
	Sag	mm	5E+07 以上	5E+07 以上	84.53 (±1%)	84.54 (±1%)	5E+07 以上	5E+07 以上
偏向の向き	—	—	下向き	下向き	上向き	上向き	上向き	下向き
基板物質	—	—	Si(100)	Si(100)	Si(100)	Si(100)	Si(100)	Si(100)
コーティン グ	—	—	Rh	B4C	Rh	B4C	(a) Rh (b) B4C	(a) Rh (b) B4C
有効長	長さ	mm	780 以上	780 以上	950 以上	950 以上	810 以上	950 以上
	幅	mm	28 以上	28 以上	29 以上	29 以上	35 以上 15×2 ライン マージン 5	35 以上 15×2 ライン マージン 5
外形寸法	長さ	mm	810±0.5	810±0.5	980±0.5	980±0.5	840±0.5	980±0.5
	幅	mm	50±0.2	50±0.2	75±0.2	75±0.2	50±0.2	50±0.2
	厚さ	mm	60±0.2	60±0.2	60±0.2	60±0.2	60±0.2	60±0.2
員数	—	個	1	1	1	1	1	1
ベント機 構：曲率半 径	Tan	km	—	—	5~9	5~9	—	—

※ フロントエンドスリット（光源から 13.3 m）での取り込みサイズ 14 mmH x 1 mmV（固定）、M0 と M1 の鉛直方向オフセットは 8 mm、M2 と M3 の鉛直方向オフセットは 8 mm

表5 前置平面鏡多軸調整機構（TRM0）の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法

軸名	機能	可動幅	最小可変量	繰返精度	駆動方法	備考
x	水平移動	±10 mm	0.5 μm 以内	5 μm 以内	電動	
y	鉛直移動	±5 mm	0.5 μm 以内	10 μm 以内	電動	二結晶分光器（DCM）からの出射光軸を原点とする
z	前後移動	—	—	—	—	
Rx	ピッチ	±1°	2.5 μrad 以内	20 μrad 以内	電動	
Ry	ヨー	±1°	20 μrad 以内	50 μrad 以内	電動	
Rz	ロール	±1°	20 μrad 以内	50 μrad 以内	電動	

表6 集光鏡多軸調整機構（TRM1）の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法

軸名	機能	可動幅	最小可変量	繰返精度	駆動方法	備考
x	水平移動	±10 mm	0.5 μm 以内	5 μm 以内	電動	
y	鉛直移動	-12～+4 mm	0.5 μm 以内	10 μm 以内	電動	二結晶分光器（DCM）からの出射光軸を原点とする
z	前後移動	—	—	—	—	
Rx	ピッチ	±1°	2.5 μrad 以内	20 μrad 以内	電動	
Ry	ヨー	±1°	20 μrad 以内	50 μrad 以内	電動	
Rz	ロール	±1°	20 μrad 以内	50 μrad 以内	電動	
—	ベントサグ	25 μm 以上	25 μm/16万バ尔斯以下	0.2 μm 以内	電動	パルスモーター制御の場合

表7 高次光除去平面鏡多軸調整機構（TRM2）の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法

軸名	機能	可動幅	最小可変量	繰返精度	駆動方法	備考
x	水平移動	±20 mm 程度	1 μm 以内	10 μm 以内	電動	照射有効領域に定常的に放射光を導くことができる範囲
y	鉛直移動	-12～+4 mm	0.5 μm 以内	10 μm 以内	電動	二結晶分光器（DCM）からの出射光軸を原点とする
z	前後移動	—	—	—	—	
Rx	ピッチ	±1°	2.5 μrad 以内	20 μrad 以内	電動	
Ry	ヨー	±1°	20 μrad 以内	50 μrad 以内	電動	
Rz	ロール	±1°	20 μrad 以内	50 μrad 以内	電動	

表 8 高次光除去平面鏡多軸調整機構 (TRM3) の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法

軸名	機能	可動幅	最小可変量	繰返精度	駆動方法	備考
x	水平移動	±20 mm 程度	1 μ m 以内	10 μ m 以内	電動	照射有効領域に定常的に放射光を導くことができる範囲
y	鉛直移動	±5 mm	0.5 μ m 以内	10 μ m 以内	電動	二結晶分光器 (DCM) からの出射光軸を原点とする
z	前後移動	—	—	—	—	
Rx	ピッチ	±1°	2.5 μ rad 以内	20 μ rad 以内	電動	
Ry	ヨー	±1°	20 μ rad 以内	50 μ rad 以内	電動	
Rz	ロール	±1°	20 μ rad 以内	50 μ rad 以内	電動	

表 9 前置平面鏡切替機構 (TM0) の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法

軸名	機能	可動幅	最小可変量	繰返精度	駆動方法	備考
x	水平移動	±30 mm 程度	10 μ m 以内	50 μ m 以内	電動	前置平面鏡 (M0) の照射有効領域に定常的に放射光を導くことができる範囲
y	鉛直移動	—	—	—	—	
z	前後移動	—	—	—	—	
Rx	ピッチ	—	—	—	—	
Ry	ヨー	—	—	—	—	
Rz	ロール	—	—	—	—	

表 10 集光鏡切替機構 (TM1) の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法

軸名	機能	可動幅	最小可変量	繰返精度	駆動方法	備考
x	水平移動	±30 mm 程度	10 μ m 以内	50 μ m 以内	電動	集光鏡 (M1) の照射有効領域に定常的に放射光を導くことができる範囲
y	鉛直移動	—	—	—	—	
z	前後移動	—	—	—	—	
Rx	ピッチ	—	—	—	—	
Ry	ヨー	—	—	—	—	
Rz	ロール	—	—	—	—	

表 11 ガンマストッパー (GS) の遮蔽体の外形寸法 (参考)

リング動径方向 (幅)	mm	400
鉛直方向 (高さ)	mm	400 (開口中心より上部 170、下部 230)
光軸方向 (厚さ)	mm	300
開口 (水平×鉛直)	mm	32.2×16

※ 寸法はマイナス公差を認めない (開口を除く)

表 12 四象限スリット (4DS01、4DS02) の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法

軸名	機能	可動幅	最小可変量	繰返精度	駆動方法	備考
x	水平移動	-5/+15 mm	1 μm 以内	10 μm 以内	電動	中心を超えて 5 mm、最大開口 30 mm
y	鉛直移動	-5/+15 mm	1 μm 以内	10 μm 以内	電動	中心を超えて 5 mm、最大開口 30 mm
z	前後移動	—	—	—	—	—
Rx	ピッチ	—	—	—	—	—
Ry	ヨー	—	—	—	—	—
Rz	ロール	—	—	—	—	—

以上

(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 : 今園孝志

(別紙様式 1－1)

選定理由書

1. 件名	X 線回折ビームライン用光学系・輸送チャンネル機器の整備
2. 選定事業者名	株式会社トヤマ
3. 目的・概要等	本件は、NanoTerasu 共用ビームライン（11W）として新たに整備する X 線回折ビームラインの光学系・輸送チャンネル機器（以下「ビームライン機器」という。）を調達するものである。
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 2 号③ (技術的な理由により競争が存在しない物品等又は特定役務)
5. 選定理由	<p>ビームライン機器は、2.1～20 keV の X 線を用いて結晶・界面・薄膜などの回折・散乱現象を詳細に解析し、原子レベルからミクロスケールまでの構造を明らかにすることを目的とする多極ウィグラーを光源とした共用ビームライン（11W）の主要な構成機器である。</p> <p>ビームライン機器には、X 線反射鏡を超高真空環境に保持しつつ、長期間にわたり安定した姿勢を維持し、熱や振動の影響を最小限に抑えながら、高精度な角度調整機構が要求される。特に、長さ 980 mm の円筒鏡の曲率半径を連続可変とするベント機構はビーム特性に直結する重要な要素であり、精密な形状制御と安定駆動を両立するためには高度な設計技術、部品選定及び製造ノウハウが不可欠である。</p> <p>株式会社トヤマは、国内外の放射光施設におけるビームラインの設計から製作、組立、精密アライメントまでを一貫して手掛けてきており、特に、アンジュレーターを光源とする共用ビームラインの納入実績を有する。実際に、NanoTerasu の多極ウィグラー・ビームラインは、同社により製作されたものである。一方で、上述の高度な設計技術、部品選定及び製造ノウハウについては、同社がこれまでの納入実績から独自に開発及び蓄積したものであり、その詳細は非公開である。</p> <p>以上の理由から、本件の仕様を満たし、要求される性能を確実に実現できる専門的技術的能力を有するのは、株式会社トヤマが唯一の者であると認められるため、同社を選定事業者とするものである。</p>