SXイメージングビームライン用
ビームラインの整備

Construction of the Optical Components
for the SX Imaging Beamline

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

目次

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 1
8. 提出図書 1
9. 品質管理 3
10. 適用法規・規格基準 3
11. 産業財産権等 3
12. 機密保持 3
13. 安全管理 3
14. 権利の帰属 4
15. 契約不適合責任 4
16. グリーン購入法の推進 4
17. 協議事項 4
第II部　技術仕様 5
1. 件名 5
2. 技術仕様の構成 5
3. 特記事項 5
4. 技術仕様における共通事項 5
4.1. 座標系 5
4.2. 調整機構 5
4.2.1. 原点 5
4.2.2. 計測点 6
4.2.3. 可動幅 6
4.2.4. 繰返精度（再現性） 6
4.2.5. 最小可変量 6
4.2.6. 最小読取量 6
4.2.7. 調整軸 6
4.2.8. 切替機構 7
4.3. 駆動制御 7
4.4. 超高真空仕様 7
4.4.1. フランジシール 7

4.4.2. リーク量 7
4.4.3. 真空度計測 7
4.4.4. 材料・処理 8
4.4.5. 冷却 8
4.4.6. 架台 8
4.4.7. ベーキング 8
4.4.8. 支給及び貸与真空部品に関する一般規定 8
4.4.9. 軟X線用光学素子容器仕様（UHV-OP級） 9
4.4.10. 軟X線用輸送チャンネル真空仕様（UHV-TC級） 9
4.4.11. 粗排気 9
4.5. ユーティリティー 10
4.6. 真空内温度計測 10
4.7. ビームライン分光光学系の光学配置 10
4.8. モニター類取付フランジ標準規定 11
4.9. ベーク用機材 11
5. SXイメージングビームライン用ビームラインの技術仕様 12
5.1. 概要 12
5.2. 構成 12
5.2.1. 全体構成 12
5.2.2. 構成要素 12
5.2.3. 支給及び貸与物品 14
5.3. 各構成要素の仕様 14
5.3.1. 光学素子ホルダー 14
5.3.2. 駆動機構 17
5.3.3. 光学素子真空容器 20
5.3.4. 光学素子真空容器用架台 24
5.3.5. 遮蔽関連部品 25
5.3.6. 出射スリット 26
5.3.7. モニター類 27
5.3.8. アブソーバー類 30
5.3.9. 四象限スリット・アパーチャー類 30
5.3.10. 真空機器締結要素類 31
5.3.11. ユーティリティー配管・配線 35
5.3.12. 据付 38
5.4. 試験検査 41

図目次

図1 座標系の定義 5
図2 偏角可変平面鏡と回折格子の配置とそれぞれの回転中心位置の模式図 11
図3 ビームライン12Uの全景の概略図、赤線で囲まれた範囲が本仕様での製作範囲（参考図） 45
図4 12Uの光源から出射スリットまでの光学素子の配置図（参考図） 46
図5 12UにおけるM2及びGrの回転機構の位置関係（参考図） 46

表目次

表1 提出図書一覧 2
表2 モニター類取付フランジ標準規定 11
表3 12Uにおける真空セクション一覧（参考） 47
表4 12Uで使用する光学素子（反射鏡、回折格子）の仕様一覧（参考） 48
表5 12UにおけるM0の動作と移動量及び精度 49
表6 12UにおけるM1の動作と移動量及び精度 49
表7 12UにおけるM2の動作と移動量及び精度 49
表8 12UにおけるGrの動作と移動量及び精度 50
表9 12UにおけるM3A、M3Bの動作と移動量及び精度 50
表10 12Uにおける出射スリットS2VBとS2HBの動作と移動量及び精度 51
表11 12Uにおける水冷式四象限スリット4DS01の動作と移動量及び精度 51
表12 12UにおけるアパーチャーAPV01Bの動作と移動量及び精度 51

第I部　一般仕様

1. 件名

SXイメージングビームライン用ビームラインの整備

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NanoTerasuに設置する軟X線イメージングビームライン12Uの整備に関するものである。本仕様書の範囲は、ビームラインの光学機器、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、超高真空立上げ、ユーティリティー配線・配管、試験検査等に加え、NanoTerasuにおける放射線安全及び機器保護のための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) SXイメージングビームライン用ビームライン、1式

3.2. 仕様範囲

a) 上記構成機器の設計、製作、試験検査の全部に加え、以下が含まれる。
b) 現地における精密位置決め、据付、超高真空排気に掛かる作業
c) 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
d) 信号線の配線
e) 機器内、機器間の配線、圧縮空気、冷却水等の配管
f) 真空機器、駆動機器等の動作確認
g) レーザーアライメント（光軸原点出し）
h) QST担当者が行う光学素子の取付作業の支援

4. 納期

令和11年3月30日（金）

5. 納入場所

宮城県仙台市青葉区荒巻青葉468-1 NanoTerasu BL12U

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℃から40℃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) 印刷物

① 表1に示す図書を印刷物として提出すること。
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 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。
④ 印刷物は、原則ファイルに綴じること。
⑤ （ク）「完成図書」とは、(ア)～(ク)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。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。

表1 提出図書一覧

	図書名	提出時期	部数	確認
(ア)	確認図	製作開始前	3	要
(イ)	試験検査要領書	試験検査の前	3	要
(ウ)	打合せ議事録	実施の都度	3	要
(エ)	試験検査成績書	試験検査の都度	3	−
(オ)	取扱説明書	納入時	3	−
(カ)	完成図	納入時	3	−
(キ)	納入品目表	納入時	3	−
(ク)	完成図書	納入時	3	−

b) 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 LT（dwg、dxf）及びAdobe Acrobat（pdf）
2) 3D-CAD：SOLIDWORKS（step、parasolid）及びAdobe Acrobat（pdf）
(2) CADファイル以外：Microsoft Office（docx、xlsx、pptx）又はAdobe Acrobat（pdf）
② 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。
③ 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) 記録メディアのレーベル面には、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
④ 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。

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、別紙－1「知的財産特約条項」に定めるとおりとする。

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. 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。

15. 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。

16. 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。

17. 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

SXイメージングビームライン用ビームラインの整備

2. 技術仕様の構成

SXイメージングビームライン用ビームラインの整備　1式

3. 特記事項

a) 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。

b) 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

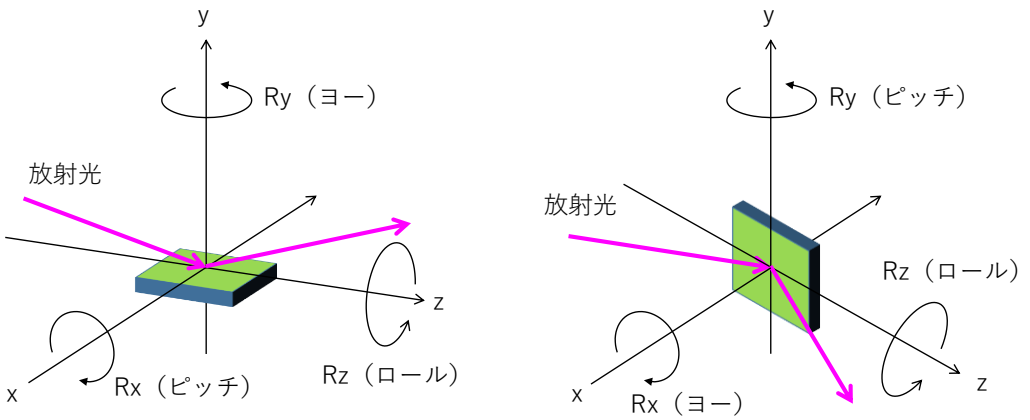
4.1. 座標系

a) 座標系は右手系で、光の進行方向をz軸にとる。y軸は常に鉛直上向きを正とする（図1参照）。

b) x、y、z軸の右回りを正として回転角Rx、Ry、Rzを定義する。

① 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。

② 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。



縦振りの場合　　横振りの場合

図1 座標系の定義

4.2. 調整機構

4.2.1. 原点

a) 光学原点

① 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

① 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

a) 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。

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。

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返とし、バックラッシュを考慮しなくてよいものとする。

f) 計測時の温度は0.5℃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す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㈱製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。
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。

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こと。

4.4.2. リーク量

a) リーク量は、5E−11 Pa·m^3/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) ヌードイオンゲージNIG-2F（キヤノンアネルバ㈱製）相当品
      (2) コントローラーM923HG（キヤノンアネルバ㈱製）相当品
   ② コールド型真空計
      (1) フルレンジゲージPKR361（PFEIFFER社製）相当品
      (2) コントローラーOmniControl200（PFEIFFER社製）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) 水による真空外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プ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冶具を有すること。

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、高さ調整しろを十分設けること。

4.4.7. ベーキング

a) ベーキングの詳細については、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」に従うこと。

4.4.8. 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。

4.4.9. 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1E−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。

(2) 到達真空度は5E−8 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。

4.4.10. 軟X線用輸送チャンネル真空仕様（UHV-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、144時間以内を目途に1E-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ものとする。

(2) 到達真空度は5E-7 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 UHV-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。

4.4.11. 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る。

b) 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

1) 排気速度250 L/s程度（N_2）

2) 自由姿勢が可能

3) ユニットから切り離し可能

(2) ドライポンプ

1) 排気速度250 L/min程度

2) アイソレートバルブ付

(3) 可搬型架台

② 数量：10式

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。

c) 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る。

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、ピン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、ピン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. ビームライン分光光学系の光学配置

a) 本仕様書におけるビームライン分光光学系は、偏角可変平面鏡と平面回折格子からなる。その配置とそれぞれの回転中心位置の模式図を図2に示す。

b) オフセットhは技術仕様で指定される。

c) 回転角θは回転角Rx（ピッチ）に対応する。ただし、偏角可変平面鏡の回転中心は反射面中心ではなく回折格子近傍にある。

d) 偏角可変平面鏡及び平面回折格子の回転軸はどちらもx軸に平行であること。

e) θ=0の時を偏角可変平面鏡及び回折格子の基準位置とする。

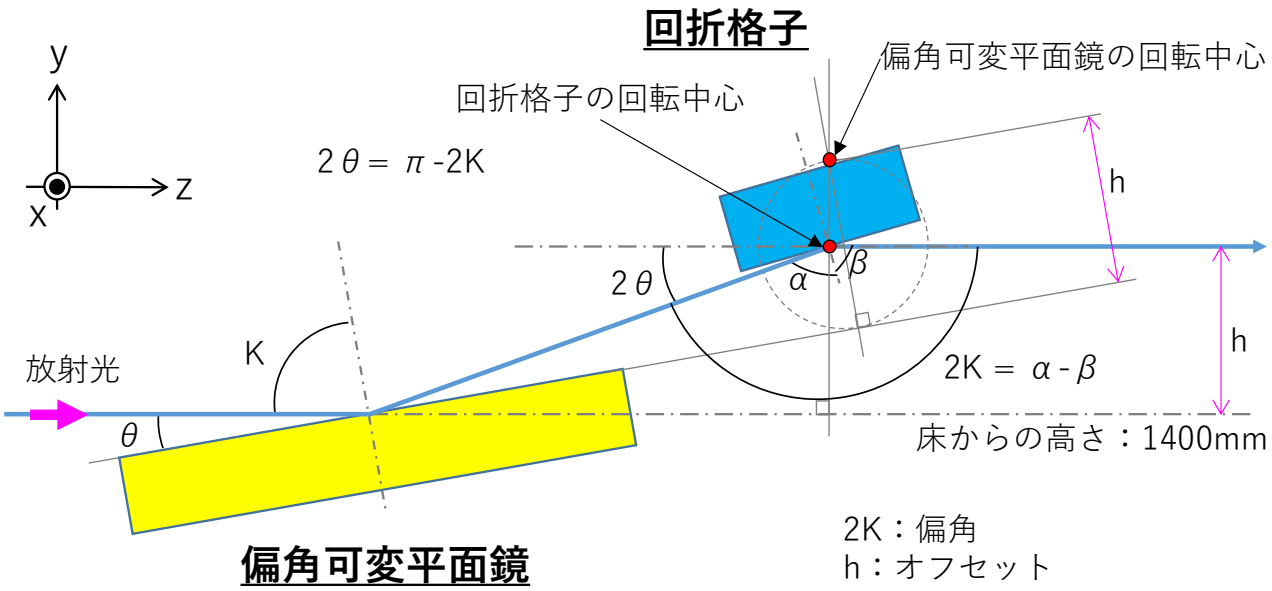


図2 偏角可変平面鏡と回折格子の配置とそれぞれの回転中心位置の模式図

4.8. 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。

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。

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

4.9. ベーク用機材

a) ベーク用機材は、真空容器、真空ダクト等をベーキングするためのシースヒーター、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℃で単相AC200Vにて絶縁抵抗DC500 Vメガーにて50 MΩ以上であること。

③ ワット密度約0.3 W/cm^{2}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. SXイメージングビームライン用ビームラインの技術仕様

5.1. 概要

本章で記述される技術仕様書は、イメージング実験を目的とした軟X線イメージングビームライン（12U）におけるビームラインの整備に関するものである。本ビームラインは、挿入光源から放出される放射光を反射鏡及び回折格子を用いて純度の高い単色軟X線にするとともに、2ブランチに振り分けて出射スリットまで導くための装置である。本技術仕様書の範囲は、フロントエンド終端ゲートバルブからビームライン出射スリットまでの光学機器、真空機器等の設計、製作、検査、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. 構成

5.2.1. 全体構成

a) 図3にビームラインの全景の概略図を示す。
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（反射鏡、回折格子）の仕様一覧を示す。
d) 特記事項
   ① 本技術仕様書の範囲はBブランチのみであるが、Aブランチの機器との干渉を考慮して、設計、製作、据え付けを行うこと。

5.2.2. 構成要素

5.2.2.1. 光学素子ホルダー

a) 水冷式第一光学素子ホルダー（HM0）、1式
b) 水冷式第二光学素子ホルダー（HM1）、1式
c) 水冷式偏角可変平面鏡調整ホルダー（HM2）、１式
d) 水冷式回折格子調整ホルダー（HG1、HG2、HG3）、各1式
e) 非冷却式再集光鏡ホルダー（HM3B）、1式

5.2.2.2. 駆動機構

a) 第一光学素子多軸調整機構（TRM0）、1式
b) 第二光学素子多軸調整機構（TRM1）、1式
c) 偏角可変平面鏡回転走査機構（RM2）、1式
d) 偏角可変平面鏡並進機構（TM2）、1式
e) 回折格子回転走査機構（RG）、1式
f) 回折格子切替機構（TG）、1式
g) 再集光鏡多軸調整機構（TRM3）、1式

5.2.2.3. 光学素子真空容器

a) 第一光学素子真空容器（VM0）、1式
b) 第二光学素子真空容器（VM1）、1式
c) 偏角可変平面鏡・回折格子真空容器（VM2G）、1式
d) 再集光鏡真空容器（VM3）、1式

5.2.2.4. 光学素子真空容器用架台

a) 第一光学素子真空容器用架台（STM0）、1式

b) 第二光学素子真空容器用架台（STM1）、1式
c) 偏角可変平面鏡・回折格子真空容器用架台（STM2G）、1式
d) 再集光鏡真空容器用架台（STM3）、1式

5.2.2.5. 遮蔽関連部品

a) ガンマストッパー（GS）、1式

5.2.2.6. 出射スリット

a) 出射スリット（S2HB、S2VB）、各1式

5.2.2.7. モニター類

a) 水冷式デュアルビームモニター（DM01、DM02）、各1式
b) 水冷式光量モニター（FM01）、非冷却式光量モニター（FM02B、FM03B）、各1式
c) 分光器アライメント用モニター（MAM）、1式
d) スクリーンモニター（SCM03、SCM04B）、各１式

5.2.2.8. アブソーバー類

a) 水冷式アブソーバー（ABS02）、1式

5.2.2.9. 四象限スリット・アパーチャー類

a) 水冷式四象限スリット（4DS01）、１式
b) アパーチャー（APV01B）、各1式

5.2.2.10. 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) 主排気ポンプ
g) 粗引き排気ポンプ
h) 計装

5.2.2.11. 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) 冷却水
g) 次世代放射光施設標準インターロック（PLC）用ケーブル
h) モーター駆動ケーブル
i) 測温抵抗体用ケーブル

5.2.2.12. 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) レーザーアライメント
g) 真空立ち上げ

5.2.2.13. 試験検査

a) 員数検査
b) 外観検査
c) 寸法検査
d) 調整機構駆動検査
e) リークチェック
f) ベーキングヒーター通電・絶縁検査
g) 据付精度検査

5.2.3. 支給及び貸与物品

a) 以下の物品は支給する。
   ① 光学素子（M0、M1、M2、G1、M3B）
   ② 真空計（コントローラー、ケーブル含む）
   ③ ゲートバルブ
   ④ チラー装置
   ⑤ 流量計
   ⑥ 測温抵抗体用多点計測モジュール（ケーブルは含まない）
   ⑦ 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）
   ⑧ ラダー
   ⑨ 蛍光剤、蛍光板
   ⑩ シリコンウエハー
b) 貸与物品
   ① 粗引き排気ポンプ
c) 特記事項
   ① 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。

5.3. 各構成要素の仕様

5.3.1. 光学素子ホルダー

5.3.1.1. 概要

光学素子ホルダーは、第一光学素子（M0)、第二光学素子（M1)、偏角可変平面鏡（M2)、回折格子（G1、G2、G3)、再集光鏡（M3A、M3B）を超高真空中で保持するためのホルダーで、水冷式第一光学素子ホルダー（HM0)、水冷式第二光学素子ホルダー（HM1)、水冷式偏角可変平面鏡調整ホルダー（HM2)、水冷式回折格子調整ホルダー（HG1、HG2、HG3)、非冷却式再集光鏡ホルダー（HM3A（仕様外)、HM3B）から構成される。HM3A、HM3Bを除く光学素子ホルダーは水冷機能を備える。また、HM2、HG1、HG2及びHG3には、大気中及び真空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。

5.3.1.2. 構成

a) 水冷式第一光学素子ホルダー（HM0）、1式
b) 水冷式第二光学素子ホルダー（HM1）、1式
c) 水冷式偏角可変平面鏡調整ホルダー（HM2）、1式
d) 水冷式回折格子調整ホルダー（HG1、HG2、HG3）、各1式
e) 非冷却式再集光鏡ホルダー（HM3B）、1式

5.3.1.3. 使用条件

a) 真空度：UHV-OP級
b) 温度：室温

5.3.1.4. 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（反射鏡及び回折格子）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。ただし、光学素子自体の製作は本仕様の範囲外である。
② 有効領域全部を使える構造とすること。
③ 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。
④ 光学素子ホルダーに冷却機構を設ける場合には、次の要件を満足すること。
(1) 冷却が必要な場合、方式は水冷とし、光学素子の長手方向両側面に密着させた金属板等を介した間接冷却できる構造とし、これに必要な配管を行うこと。
(2) 間接冷却用の金属板等を光学素子に密着固定固定することよる、光学素子表面の形状変化（歪み）が最小限に抑えられる構造とすること。
(3) 光学素子や金属板にInGaを塗布する場合は、反応しない材料又は無電解ニッケルメッキと金メッキ処理など所定の処理を施すこと。
(4) 冷却水配管については、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。逸脱する場合には、QST担当者と別途協議の上決定する。
(5) 真空中の冷却水配管は、ステンレス又は焼きなまし銅とする。これら以外の材料を使用する場合には、QST担当者と別途協議の上決定する。
(6) 真空容器への冷却水導入フランジを取り外す際に、パイプ切断不要とすること。必要に応じて食い込み継ぎ手にテフロン製のフロント・バックフェルールセットを用いること。
(7) 配管からの振動が光学素子や他の調整機構の精度に影響を与えにくいように工夫すること。

b) 水冷却式第一光学素子ホルダー（HM0）
① 仕様
(1) HM0はM0を水平反射できるよう保持できる構造であること。
(2) HM0はM0を水冷できる構造であること。
(3) M0の上流側端面には、水冷された銅ブロックによるマスクを設け、不必要な放射パワーを鏡に入射させない構造とする。この場合、ビューポートで観測する端面は、この銅ブロック端面位置とする。

c) 水冷式第二光学素子ホルダー（HM1）
① 仕様

(1) HM1はM1を水平反射できるよう保持できる構造であること。
(2) HM1はM1を水冷できる構造であること。

d) 水冷式偏角可変平面鏡調整ホルダー（HM2）

① 仕様

(1) HM2は、M2を鉛直上方に反射できるよう保持できる構造とし、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) HM2はM2を水冷できる構造であること。
(3) HM2における調整軸は独立して制御できる構造であること。HM2の可動幅、最小可変量、繰返精度を表7に示す。
(4) 調整軸を駆動する際に他の調整軸に意図しない変位が生じることがないような構造であること。
(5) 調整軸は、真空排気前後でたわみによる変位が極力生じないような構造であること。又は、変位を避けられない場合には、変位量を計測した上で位置決めを再現できるような構造とすること。
(6) 指定の軸に対して稼動状態（水冷機構を取り付けた上で全てのホルダーがセットされた状態）で位置に影響を与えることなく、調整可能な構造であること。

e) 水冷式回折格子調整ホルダー（HG1、HG2、HG3）

① 仕様

(1) HG1、HG2、HG3は、G1、G2、G3を鉛直下方に反射できるよう保持できる構造とし、G1、G2、G3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) HG1、HG2、HG3はG1、G2、G3を水冷できる構造であること。
(3) HG1、HG2、HG3の調整軸は大気及び真空環境において、それぞれ独立して制御できるようにすること。HG1、HG2、HG3の可動幅、最小可変量、繰返精度を表8に示す。
(4) 調整軸を駆動する際に他の調整軸に意図しない変位が生じることがないような構造であること。
(5) 調整軸は、真空排気前後でたわみによる変位が極力生じないような構造であること。又は、変位を避けられない場合には、変位量を計測した上で位置決めを再現できるような構造とすること。
(6) 指定の軸に対して大気及び真空環境において、稼動状態（水冷機構を取り付けた上で全てのホルダーがセットされた状態）で位置に影響を与えることなく、調整可能な構造であること。
(7) アライメント用として本ホルダーに取り付け可能な回折格子のダミーを製作すること。ダミーはアルミニウム製ブロックで、外形は表4に示す回折格子に準じ、1 mm厚程度の蛍光板を取り付けるため、ダミー表面にはザグリ加工を施し、蛍光板の表面とダミーブロックの表面が同一面になるよう固定できる構造とすること。中心線にはケガキを入れること。数量は2個とする。
(8) HG1にはG1を、HG2、HG3にはダミーを取り付けること。

f) 非冷却式再集光鏡ホルダー（HM3B）

① 仕様

(1) HM3BはM3BをM3Aと対向する方向に水平反射できるよう保持できる構造であること。

(2) HM3Bは冷却機構を持たない構造とすること。

(3) HM3Bは、調整機構TRM3に、将来設置予定のHM3A（仕様外）とM3A・M3Bの反射面が互いに対向する形で近接して配置される。そのため、TRM3上のHM3A設置領域と干渉せず、将来のHM3A追加時に、双方が他方に干渉・影響することなく互いに独立して着脱・調整できる外形・保持構造とすること。

5.3.2. 駆動機構

5.3.2.1. 概要

駆動機構は、第一光学素子（M0）、第二光学素子（M1）、偏角可変平面鏡（M2）、回折格子（G1、G2、G3）、再集光鏡（M3A、M3B）の位置、入射角等を超高真空下で電動駆動により高精度に設定、調整し、波長掃引、回折格子等の切り替え等を行うための駆動制御機構で、第一光学素子多軸調整機構（TRM0）、第二光学素子多軸調整機構（TRM1）、偏角可変平面鏡回転走査機構（RM2）、偏角可変平面鏡並進機構（TM2）、回折格子回転走査機構（RG）、回折格子切替機構（TG）、再集光鏡多軸調整機構（TRM3）から構成される。

5.3.2.2. 構成

① 第一光学素子多軸調整機構（TRM0）、1式
② 第二光学素子多軸調整機構（TRM1）、1式
③ 角可変平面鏡回転走査機構（RM2）、1式
④ 偏角可変平面鏡並進機構（TM2）、1式
⑤ 回折格子回転走査機構（RG）、1式
⑥ 回折格子切替機構（TG）、1式
⑦ 再集光鏡多軸調整機構（TRM3）、1式

5.3.2.3. 使用条件

a) 真空度：UHV-OP級
b) 温度：室温

5.3.2.4. 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相ペンタ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、伸縮等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ようにすること。位置の詳細については別途協議の上決定する。

b) 第一光学素子多軸調整機構（TRM0）
① 概要

第一光学素子多軸調整機構（TRM0）は、第一光学素子（M0）を独立して並進及び回転駆動させ、所定の位置及び入射角に設定するための多軸調整機構である。また、M0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、M0が取り付けられた水冷式第一光学素子ホルダー（HM0）を、水平反射で設置できる構造であること。

(2) TRM0は、可動軸を独立して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) 第二光学素子多軸調整機構（TRM1）

① 概要

第二光学素子多軸調整機構（TRM1）は、第二光学素子（M1）を独立して並進及び回転駆動させ、所定の位置及び入射角及び曲率に設定するための多軸調整機構である。また、M1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、M1が取り付けられた水冷式第二光学素子ホルダー（HM1）を水平反射で設置できる構造であること。

(2) TRM1は可動軸を独立して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) 偏角可変平面鏡回転走査機構（RM2）

① 概要

偏角可変平面鏡回転走査機構（RM2）は、偏角可変平面鏡（M2）の偏角を設定するための回転走査機構である。回転中心はM2の反射面上にはなく回折格子（G）近傍にある。

② 仕様

(1) RM2は、M2が取り付けられた水冷式偏角可変平面鏡調整ホルダー（HM2）を鉛直上方反射で設置できる構造であること。

(2) M2及びGの配置とそれぞれの回転中心位置の模式図を図5に示す。図中の回転角θはM2のRxに対応する。

(3) M2回転軸はx軸方向に平行であること。

(4) RM2の可動幅、最小可変量及び繰返精度を表7に示す。

(5) RM2は、Rx回転によってM2表面を水平にした際に真空容器やその他の機器等と干渉しない構造であること。

(6) 回転走査の安定性の評価が可能なエンコーダーを真空容器内に設置こと。エンコーダーシステム（本体、ケーブル、PCと通信可能な表示機等）を一式含むこと。

e) 偏角可変平面鏡並進機構（TM2）

① 概要

偏角可変平面鏡並進機構（TM2）は、偏角可変平面鏡（M2）を超高真空中で並進移動させるための一軸駆動機構である。

② 仕様

(1) TM2の可動幅、最小可変量及び繰返精度を表7に示す。

(2) 並進駆動軸はx軸と平行であること。

(3) M2を所定の位置にマウントできるような調整しろを設けること。

f) 回折格子回転走査機構（RG）

① 概要

回折格子回転走査機構（RG）は、回折格子（G1、G2、G3）の偏角を設定するための一軸回転機構である。回転軸は回折格子中心の表面内のx軸で、格子溝に平行である。

② 仕様

(1) RGは、回折格子が取り付けられた水冷式回折格子調整ホルダー（HG1、HG2、HG3）を鉛直下方反射で設置できる構造であること。

(2) 回折格子とM2との配置関係は図5に示すとおりである。

(3) 回折格子の回転中心軸はM2のそれと同様にx軸と平行とする。

(4) RGの可動幅、最小可変量及び繰返精度を表8に示す。偏角可変のためGの光学原点を一意に決めることができないことから、回折格子の法線が鉛直下向き（表面が水平面内）の時を基準位置としてRxの可動幅を定義する。

(5) RGは、その可動幅の全域で後述の回折格子切替機構（TG）の位置によらず真空容器やその他の機器等と干渉しない構造であること。特に、M2と干渉する配置が存在する場合、先述の偏角可変平面鏡回転走査機構（RM2）とRGの駆動順序を工夫して干渉しないようにすること。

(6) 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は、あらかじめどの軸を優先するか、何が干渉するのか、原点・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。

(7) 走査回転軸を支持するベアリングの回転中心を直接的に真空容器の外から見込むことができる構造であること。真空排気によって軸ぶれの影響がない構造であることを前提に、真空状態で確認できる必要はない。

(8) 回転走査の安定性の評価が可能なエンコーダーを真空容器内に設置こと。エンコーダーシステム（本体、ケーブル、PCと通信可能な表示機等）を一式含むこと。

g) 回折格子切替機構（TG）

① 概要

回折格子切替機構（TG）は、最大3枚の回折格子を超高真空下で切り替えるための一軸並進駆動機構である。

② 仕様

(1) TGは、超高真空中で3枚の回折格子（G1、G2、G3）を一軸並進駆動で切り替えることができる構造であること。

(2) M2からの反射光が回折格子に照射されず、下流に通過できるよう、3枚の回折格子を光路から退避できる機構とすること。

(3) TGの可動幅、最小可変量、繰返し精度を表8に示す。ただし、可動幅は、全ての回折格子の照射有効領域に定常的に放射光を導くことができること。

(4) TGはx軸と平行であること。

(5) TGは、その可動幅の全域で回折格子回転走査機構（RG）の角度によらず真空容器やその他の機器等と干渉しない構造であること。特に、M2と干渉する配置が存在する場合、偏角可変平面鏡回転走査機構（RM2）とTGの駆動順序を工夫して干渉しないようにすること。

(6) 切替操作でRGの性能が損なわれないように工夫すること。

③ 特記事項

(1) 可動幅は回折格子ホルダーのサイズに依存するため別途協議の上決定する。

h) 再集光鏡多軸調整機構（TRM3）

① 概要

再集光鏡多軸調整機構（TRM3）は、超高真空下で互いに向かい合って配置された2枚の再集光鏡（M3A、M3B）を並進及び回転駆動させて所定の位置及び入射角に設定するための多軸調整機構である。TRM3は、M3A、M3Bを適宜切り替えることでA及びBブランチに放射光を振り分ける機能、ならびにM3A、M3Bを光路から退避させる機能を有する駆動機構である。

② 仕様

(1) TRM3は、非冷却式再集光鏡ホルダー（HM3A、HM3B）をM3A、M3Bの反射面が互いに向かい合うように水平反射で設置できる構造であること。

(2) TRM3は、可動軸を独立して駆動できるようにすること。

(3) TRM3の可動幅、最小可変量及び繰返精度を表9に示す。

(4) TRM3は、超高真空下でx軸方向の一軸並進移動によってM3A、M3Bいずれか一方に放射光を照射できること。また、いずれのM3にも放射光が照射されないように光軸から退避できる機構とすること。

5.3.3. 光学素子真空容器

5.3.3.1. 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。第一光学素子真空容器（VM0）、第二光学素子真空容器（VM1）、偏角可変平面鏡・回折格子真空容器（VM2G）、再集光鏡真空容器（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、アパーチャー等に加え、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、冷却水配管等を具備する。

5.3.3.2. 構成

a) 第一光学素子真空容器（VM0）、1式

b) 第二光学素子真空容器（VM1）、1式

c) 偏角可変平面鏡・回折格子真空容器（VM2G）、1式

d) 再集光鏡真空容器（VM3）、1式

5.3.3.3. 使用条件

a) 真空度：UHV-OP級

b) 温度：室温

5.3.3.4. 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、独立して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、光学素子で反射又は回折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ときに、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（または、ポート付き変換フランジ）を設けること。なお、このポートは、光路の出射軸フランジ口径を大きくすることで兼用してもよい。
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) 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。この取付位置は光学素子表面を見込まないこと。
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外しにあたっては、ハッチ内天井チェーンブロックやクレーンを使用できる場合はこれを使っても良い。

(7) 粗引き用ポート
1) 貸与する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。
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) 冷却水循環用ポート
1) 光学素子を冷却するための冷却水循環用ポートを設けること。

2) 仕様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従うこと。

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が観察できる構造であること。

⑦ 光学ハッチ内においては天井チェーンブロックを使用できるが、実験ホール内のクレーンの可動範囲外では、真空容器等の重量物を移動することができる機器を用意すること。

⑧ 特記事項

(1) 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。

b) 第一光学素子真空容器（VM0）

① 概要

第一光学素子真空容器（VM0）は第一光学素子（M0）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、第一光学素子多軸調整機構（TRM0）を取り付けることができる構造であること。

(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。

(3) M0には高強度の放射光が照射されるため、M0で散乱されたX線やM0から放出された光電子などが真空容器に照射されると高温になる恐れがある。これらの照射を避けるため真空容器内に水冷された銅板（以下「コンプトンシールド（CS)」という。）を設置すること。

(4) CSの一部は、放出された電子の捕集を目的として正バイアス電圧を印加できるよう真空容器から電気的に絶縁された構造とし、真空外から電圧印加するための電流導入端子及び真空内配線を備えること。

③ 特記事項

(1) 光学ハッチは本仕様の範囲外とする。

c) 第二光学素子真空容器（VM1）

① 概要

第二光学素子真空容器（VM1）は第二光学素子（M1）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、第二光学素子多軸調整機構（TRM1）を取り付けることができる構造であること。

(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) M1で散乱されたX線等が真空容器に照射されるのを避けるため、M1の反射面から10～30 mm程度離れた対向位置にガラス板を設置すること。

③ 特記事項

(1) 光学ハッチは本仕様の範囲外とする。

d)　偏角可変平面鏡・回折格子真空容器（VM2G）

①　概要

偏角可変平面鏡・回折格子真空容器（VM2G）は、偏角可変平面鏡（M2)、回折格子（G）等を搭載するための真空容器で、光学ハッチ外に設置される。

②　仕様

(1) VM2G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) 偏角可変平面鏡回転走査機構（RM2）
2) 偏角可変平面鏡並進機構（TM2）
3) 回折格子回転走査機構（RG）
4) 回折格子切替機構（TG）

(2) VM2Gの出射軸ポートの鉛直方向に1次回折光以外の高次回折光及び0次光を受光するためのシリコンウエハーを取り付けること。なお、シリコンウエハーは支給する。

(3) 共通事項で掲げたポートに加え、以下のポートを設けること。

1) 高次光アライメントポート
   i. 入射光軸へ可視光レーザーを導入し、鉛直方向下向きに発出される回折格子からの回折光を観測するポートである。
   ii. 共通事項に示した出射軸ポートと開口を共有するが、回折格子の0次光、1次光だけでなく高次回折光を取り出せる開口径であること。
2) 入射軸・出射軸アライメントポート
   i. M2が取り除かれた状態でM2より上流側に設置したレーザートランシットからのレーザー光を回折格子に照射するための入射軸アライメントポートを設けること。
   ii. M2を光軸から退避させた時のダイレクト光を下流へ取り出すための出射軸アライメントポートを設けること。
   iii. Gを光軸から退避させた時、M2からの反射光を分光器アライメント用モニター（MAM）へ取り出すためのM2アライメントポートを設けること。
   iv. 入射軸・出射軸・M2アライメントポートは、共通事項に記載した入射軸ポート及び出射軸ポートのフランジ開口径を大きくすることで代用することができる。
3) ガス導入ポート
   i. 鏡表面の洗浄のためのガス導入ポートを設けること。

③　特記事項

(1) 次の詳細については別途協議の上決定する。

1) ポートのフランジ径、設置位置等
2) レーザー光の波長
3) スクリーン

e)　再集光鏡真空容器（VM3)、1式

①　概要

再集光鏡真空容器（VM3）は、再集光鏡（M3A、M3B）を搭載するための真空容器である。M3A、M3Bは排他的に使用され、反射光を2つのブランチに導く。さらに、いずれのM3にも照射されないようM3を光軸から退避させ下流へダイレクト光を通すことができる。

②　仕様

(1) VM3には再集光鏡多軸調整機構（TRM3）を取り付けることができる構造であること。

(2) VM3は、互いに向き合う2枚のM3を排他的に使用することで反射光を2ブランチに供給できる構造であること。また、M3を光軸から退避させたとき、下流へ放射光を通過させることができる構造であること。

③ 特記事項

(1) VM3は、VM2Gに近いため光学素子交換用ポートの位置、サイズ等が互いに干渉しないようにすること。

(2) ポートのフランジ径、設置位置等の詳細については別途協議の上決定する。

5.3.4. 光学素子真空容器用架台

5.3.4.1. 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。第一光学素子真空容器用架台（STM0）、第二光学素子真空容器用架台（STM1）、偏角可変平面鏡・回折格子真空容器用架台（STM2G）、再集光鏡真空容器用架台（STM3）から構成される。

5.3.4.2. 構成

a) 第一光学素子真空容器用架台（STM0）、1式

b) 第二光学素子真空容器用架台（STM1）、1式

c) 偏角可変平面鏡・回折格子真空容器用架台（STM2G）、1式

d) 再集光鏡真空容器用架台（STM3）、1式

5.3.4.3. 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±0.05 mm以下の精度で決められること。

b) 第一光学素子真空容器用架台（STM0）

① 概要

第一光学素子真空容器用架台（STM0）は、第一光学素子多軸調整機構（TRM0）と第一光学素子真空容器（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とVM0を分離して支持できる構造であること。

(2) STM0は、VM0内のM0の中心位置が光源（ID中心）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4に設置位置の概略図を示す。

c) 第二光学素子真空容器用架台（STM1）

① 概要

第二光学素子真空容器用架台（STM1）は、第二光学素子多軸調整機構（TRM1）と第二光学素子真空容器（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とVM1を分離して支持できる構造であること。

(2) STM1は、VM1内のM1の中心位置がM0の中心位置から2,000 mm下流となるように配置で

きる構造であること。図4に設置位置の概略図を示す。

d) 偏角可変平面鏡・回折格子真空容器用架台（STM2G）

① 概要

偏角可変平面鏡・回折格子真空容器用架台（STM2G）は、駆動機構（偏角可変平面鏡回転走査機構（RM2）、偏角可変平面鏡並進機構（TM2）、回折格子回転走査機構（RG）、回折格子切替機構（TG））と偏角可変平面鏡・回折格子真空容器（VM2G）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) STM2Gは、駆動機構のRM2、TM2、RG、TGと真空容器のVM2Gをそれぞれ分離して支持できる構造であること。

(2) STM2Gは、VM2G内のGの中心位置がM1の中心位置から4,000 mm下流となるように配置できる構造であること。図4に設置位置の概略図を示す。

e) 再集光鏡真空容器用架台（STM3）

① 概要

再集光鏡真空容器用架台（STM3）は、再集光鏡多軸調整機構（TRM3）と再集光鏡真空容器（VM3）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) STM3は、TRM3とVM3を分離して支持できる構造であること。

(2) STM3は、VM3内の所定の基準位置がGの中心位置から2,000 mm下流となるように配置できる構造であること。図4に設置位置の概略図を示す。

f) 特記事項

① STM0、STM1、STM2G、STM3のサイズ等の詳細については別途協議の上決定する。

5.3.5. 遮蔽関連部品

5.3.5.1. 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、ガンマストッパー（GS）、ギロチン（GU）等の構造物である。本仕様書では、光学ハッチ及びGUは本仕様の範囲外である。

5.3.5.2. 構成

a) ガンマストッパー（GS）、1式

5.3.5.3. 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、散乱体である第一光学素子（M0）で発生する制動放射線を遮蔽するため機器である。

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) 遮蔽体の寸法（x×y×z）は、幅400 mm×高さ400 mm×長さ（厚さ）300 mmとする。マイナス公差は認めない。

(3) GSの上流側端面がM0の中心から1,000～1,100 mm程度下流の位置に配置すること。なお、

配置の詳細については別途協議の上決定する。

(4) 遮蔽体はSUS304の外枠内に鋳込むものであること。

(5) 輸送ダクトを着脱できる構造であること。ダクト貫通部はϕ22 mm（+0/－0.2 mm）以下とする。なお、遮蔽体に対し斜めとなる点に留意すること。

(6) 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。

(7) 遮蔽体と輸送ダクトとの隙間は鉛毛等で埋めること。

5.3.6. 出射スリット

5.3.6.1. 概要

出射スリットS2HBは、前置集光鏡M1で集光された放射光の水平を切り出す。出射スリットS2VBは、回折格子Gで分散された放射光の鉛直方向を切り出すことで単色化する。S2HB、S2VBの位置は、後置集光鏡に対する水平・鉛直それぞれの仮想光源点となり、後置集光鏡までの距離を確定させる。このため、スリット開口位置は分光・集光性能に直接影響を与えることから、高い精度で所定の位置に設置できる構造とする必要がある。なお、出射スリットはスリット機構、真空容器、架台から構成される。

5.3.6.2. 構成

a) 水平方向出射スリット（S2HB）、1式

b) 鉛直方向出射スリット（S2VB）、1式

c) 出射スリット用真空容器、2式

d) 架台、2式

5.3.6.3. 仕様

a) スリット機構

① スリットは、S2HBは水平（x方向）、S2VBは鉛直方向（y方向）の刃で構成される。

② スリットブレードの材料はステンレスとする。

③ スリット開口幅及び開口中心位置は、S2HBは水平方向に、S2VBは鉛直方向に、電動制御できるようにすること。原点センサーを装備すること。

④ スリットの可動幅、最小可変量及び繰返精度を表10に示す。

⑤ スリットブレード間の平行度は100 μrad以下であること。

⑥ スリットブレードの直線度を顕微鏡等で確認すること。

⑦ スリット開口幅を精度高く全閉できる構造であること。

⑧ スリットブレードは電気的に孤立させ、放射光がスリットブレードに照射された際に発生するドレイン電流をそれぞれ計測できるようにすること。

⑨ スリットブレードにはケガキ線を入れた上で、超高真空下でも利用できる蛍光剤を塗布し、放射光が照射された際にケガキ線を読み取れるようにすること。蛍光剤の詳細については別途協議の上決定する。

⑩ スリット開口位置を特定できる基準位置を設け、レーザートラッカー等を使ってスリット開口位置を捕捉できるようにすること。基準位置、計測方法等の詳細については別途協議の上決定する。

b) 出射スリット用真空容器

① 出射スリット用真空容器には次のポートを設けること。ただし、フランジサイズ、取付け位置、数量等の詳細については別途協議の上決定する。

(1) 電流導入端子（BNC）用ポート：各スリットブレードのドレイン電流を計測できるようにすること。
(2) ビューポート：放射光が照射された際のスリットブレードの蛍光を大気側から観察できるようにすること。
(3) 真空測定子用ポート：支給する真空測定子を設置すること。
(4) 主排気ポンプ用ポート：主排気ポンプを設置すること。
(5) 粗引き排気ポンプ用ポート：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、貸与する粗引き排気ポンプを設置できるようにすること。

② 真空容器の大気側表面にスリット機構の位置を示すケガキ線を入れること。
(1) 真空容器の側面部：スリット開口の光軸上の位置
(2) 真空容器の上流面部及び下流面部：スリット開口幅の中心位置

③ 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ようにすること。位置の詳細については別途協議の上決定する。

④ 真空容器は、スリット機構の保守のために架台から容易に着脱できるとともに、スリット機構位置を容易に再現できる構造であること。

c) 架台
① 共通事項のとおり。（5.3.4.3.参照）

5.3.7. モニター類

5.3.7.1. 概要

モニターは、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確認するために用いるスクリーンモニターと、放射光が金膜に照射された際に発せられる光電子を計測することでビーム強度をモニターするために用いる光量モニターの2種類あり、アライメント調整等に用いられる。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は水冷方式の冷却機能を有する。モニターは、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。

5.3.7.2. 構成

a) 水冷式デュアルビームモニター（DM01、DM02）、各1式
b) 水冷式光量モニター（FM01）、非冷却式光量モニター（FM02B、FM03B）、各1式
c) 分光器アライメント用モニター（MAM）、1式
d) スクリーンモニター（SCM03B、SCM04B）、各 1 式

5.3.7.3. 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 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 モニターを取り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。

⑥　モニターの設置位置、受光面サイズ等の詳細は別途協議の上決定する。

b)　水冷式デュアルビームモニター（DM01、DM02）

①　スクリーンモニター部

(1) DM01は、M0の反射光とM0を退避した際のダイレクト光が照射した位置を大気側から目視観察できる構造であること。

(2) DM02は、M1の反射光とM1を退避した際のダイレクト光が照射した位置を大気側から目視観察できる構造であること。

(3) 受光部の視野は鉛直（y）方向で25 mm以上、少なくとも光軸基準から±10 mm以上とする。水平（x）方向はモニターの設置距離に応じて決めるが、M0、M1の入射角に応じてストレート軸からの変位が50 mm以上にわたって連続的に計測できなければならない。

(4) 受光面中心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よい。

②　光量モニター部

(1) DM01は、M0の反射光とM0を退避した際のダイレクト光が照射したときのドレイン電流を個別に計測できる構造であること。

(2) DM02は、M1の反射光とM1を退避した際のダイレクト光が照射したときのドレイン電流を個別に計測できる構造であること。

(3) 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。

(4) 受光面は17 mm角以上の有効面積を有し、材質は純金板（0.1 mm厚以上）、または金属基板上に純金メッキ（金層の厚さ3 μm以上）とする。

(5) 受光面中心が、光軸に対して±1 mm以内に設置すること。

③　切替機構

(1) スクリーンモニターと光量モニターは、2つのドライブ信号で適宜切り替えることができるようにすること。

(2) 上下に配置する際には、スクリーンモニターを下、光量モニターを上にすること。

(3) モニターの挿入、退避ステータスを無電位接点によって与えること。

(4) 切替機構には圧縮空気を用いること。

(5) モニターは、光路を遮る位置と退避する位置に切り替える必要がある。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。

④　冷却方法

(1) モニターの受光面は水冷すること。

(2) 冷却水配管については、次世代放射光施設ビームライン機器共通事項のとおり。

c)　分光器アライメント用モニター（MAM）

①　概要

MAMとは、分光器の偏角可変平面鏡M2からの反射光、回折格子からの回折光を実測することにより、M2とGをアライメントするために用いられるスクリーンモニターの一種で

ある。また、任意の高さで固定することによって、高次回折光カットの役割も持たせる。

② 仕様

(1) プレートの表面にはスクリーンの機能を備え、裏面にはシリコンウエハーを固定することで高次光カットの機能を持つ構造であること。なお、シリコンウエハーは支給する。

(2) MAMのスクリーンモニターは、M2退避時のダイレクト光、G退避時の指定角度におけるM2反射光、および、Gからの反射・回折光の各照射位置を、大気側から目視確認できる構造であること。これらの照射光をスクリーンの位置を変更することなく、同一面上で受光できること。

(3) スクリーン上に5 mm間隔で水平・鉛直に平行線をケガくこと。

(4) スクリーン上には、上記3パターンの照射予定位置に対応する設計上の水平線をケガくこと。これらの水平線が設計上の光軸高さに一致する位置をMAMの動作位置とする。評価基準となるM2の特定の角度は別途協議の上決定する。

(5) MAMは上記の動作位置と退避位置を手動で切替えることができ、かつ、任意の高さで固定し、回転させることができること。

(6) MAMの出し入れ動作時、ケガキ線の水平面に対する平行度が±0.05度以下を維持できる構造であること。

(7) 退避位置においては、入射光や分散光が照射されないこと。

d) 水冷式光量モニター（FM01）、非冷却式光量モニター（FM02B、FM03B）

① FM01、FM02B、FM03Bは、放射光が受光面に照射したときのドレイン電流を計測できる構造であること。

② 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。

③ 受光面は25 mm角以上の有効面積を有し、材質は純金板（0.1 mm厚以上）、または金属基板上に純金メッキ（金層の厚さ3 μm以上）とすること。

④ 受光面中心が、光軸に対して±1 mm以内に設置すること。

⑤ 切替機構

(1) 光量モニターは、ドライブ信号で挿入及び退避ができること。

(2) モニターの挿入、退避ステータスを無電位接点によって与えること。

(3) 切替機構には圧縮空気を用いること。

(4) ビームサイズを考慮した上で、光路を確実に遮蔽できる挿入位置と、光路を一切妨げない退避位置を設定し、必要な可動幅を確保すること。

⑥ 冷却

(1) FM01は、モニターの受光面は水冷すること。

(2) FM02B、FM03Bは冷却機構を持たない構造とすること。

e) スクリーンモニター（SCM03、SCM04B）

① スクリーンモニターは、光が照射した位置を大気側から目視観察できる構造であること。

② 受光部の視野は鉛直（y）方向で25 mm以上、少なくとも光軸基準から±10 mm以上とする。水平（x）方向はモニターの設置距離に応じて決めるが、各光軸基準からの変位が20 mm以上にわたって連続的に計測できる構造であること。

③ 受光面中心に十字状のケガキ線を2 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よい。

④ 特記事項

(1) 複数光軸を受光するSCM03においては、機構上およびポート径の制約を考慮し、各光軸における水平方向の計測範囲を20 mm未満とすることを認める。この場合の受光面寸法については別途協議の上決定する。

5.3.8. アブソーバー類

5.3.8.1. 概要

アブソーバー類は、放射光を受け止める光学機器である。熱負荷の高い位置で使用するため水冷方式の冷却機能を有する水冷式アブソーバー（ABS02）で構成される。

5.3.8.2. 構成

a) 水冷式アブソーバー（ABS02）、1式

5.3.8.3. 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り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

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時における位置再現性は±0.1 mm以下であること。

⑨ 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。

b) 水冷式アブソーバー（ABS02）

① ABS02は、水冷式銅ブロックで放射光を受け止められる構造であること。

② ABS02の受光面を水冷すること。冷却水配管については、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。

5.3.9. 四象限スリット・アパーチャー類

5.3.9.1. 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。

5.3.9.2. 構成

a) 水冷式四象限スリット（4DS01）、１式

b) アパーチャー

① 鉛直方向（APV01B）、1式

5.3.9.3. 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とする。

b) 水冷式四象限スリット（4DS01）

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、各ブレードは独立して駆動できること

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11に示す。

c) アパーチャー

① 鉛直方向（APV01B）

(1) アパーチャーのブレードは鉛直方向（y方向）で独立して電動で可動できること。

(2) ブレードの材料はステンレスとする。

(3) アパーチャーブレードの可動幅、繰返し精度、最小可変量を表12に示す。

(4) 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は、特記なき限り表2に示すとおり全て共通とする

5.3.9.4. 特記事項

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

5.3.10. 真空機器締結要素類

5.3.10.1. 概要

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。

5.3.10.2. 構成

a) 真空ダクト・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

5.3.10.3. 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、遮蔽壁ラチェット面から下流の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。

2) GV4は本仕様の範囲外とする。

(2) 真空機器取り合い点下流

1) Aブランチは、M3の下流に設置されるゲートバルブ（GV11A）のフランジ面とする。

2) Bブランチは、S2VBの下流に設置されるゲートバルブ（GV14B）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へ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、特記なき限りICF70とし、ダクト内径はφ30 mm以上であること。ただし、ガンマストッパー（GS）に使用する真空ダクトは、この限りではないが、GS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。

(3) 各真空セクション間には原則ICF70の真空ベローズを設けること。

(4) 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、インターロックシステムには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。

(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) 水冷式デュアルビームモニター（DM01、DM02）、各1式
2) 水冷式光量モニター（FM01）、非冷却式光量モニター（FM02B、FM03B）、各1式
3) 分光器アライメント用モニター（MAM）、1式
4) スクリーンモニター（SCM03、SCM04B）、各１式
5) 水冷式アブソーバー（ABS02）、1式
6) 水冷式四象限スリット（4DS01）、１式
7) アパーチャー（APV01B）、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等を設置し固定するための機器である。

② 仕様

(1) 共通事項のとおり。

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。

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) 第一光学素子真空容器（VM0)、第二光学素子真空容器（VM1）にはホット型真空計を2台以上設置すること。

(3) 偏角可変平面鏡・回折格子真空容器（VM2G）には、ホット型真空計を2台以上、コールド型真空計を1台以上設置すること。

(4) 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、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ためのゲッター（NEG）ポンプ、イオンポンプ（IP）及びNEGとIPの複合機（以下「複合機」という。）である。

② 構成

(1) NEG、IP、NEGとIPの複合機

③ 仕様

(1) 表3において、IP、複合機が主排気ポンプとして指定されている真空セクションについては、ポンプ本体、ケーブル及び制御電源を含む。なお、IPについては支給する。

(2) 容量等、所定の到達圧力の達成・維持が可能なサイズとする。

(3) 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冶具を具備すること。

(4) 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) 共通事項のとおり。

j) 計装

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。

5.3.11. ユーティリティー配管・配線

5.3.11.1. 概要

ユーティリティー配管・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ー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。

5.3.11.2. 構成

a) 制御ラック、1式

b) 次世代放射光施設標準モータードライバー、1式

c) 次世代放射光施設標準モーターコントローラー、1式

d) 電力、1式

e) 圧縮空気、1式

f) 冷却水、1式

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式

h) モーター駆動ケーブル、1式

i) 測温抵抗体用ケーブル、1式

5.3.11.3. 仕様

a) 共通事項

① 全てのユーティリティー配管・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共通事項のとおり。

(2) 制御用ラックは、図3に示すように、指定の場所に設置すること。なお、上流に設置されるラックをBL#1、AおよびBブランチに設置されるラックをそれぞれBL#2、BL#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ー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3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3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3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よい。

(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。軟X線用輸送チャンネル真空仕様(UHV-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共通事項に従うこと。

g) 冷却水

① 概要

冷却水は、建屋施設からチラー装置へ供給される1次冷却水、チラー装置から光学素子及びモニター類へ供給される2次冷却水として用い、冷却水配管に掛かる全ての配管作業及び次世代放射光施設インターロックシステムへの接続を行う。

② 仕様

(1) 水冷配管について、所定の冷却水供給・排水部からの配管工事を含む。

(2) チラー装置

1) チラー装置は支給する。

2) 次の光学素子を冷却できるようにすること。

i. 第一光学素子（M0）

ii. 第二光学素子（M1）

iii. 偏角可変平面鏡（M2）

iv. 回折格子（G）

(3) 流量計

1) 流量計は支給する。

2) 流量計は本仕様書で必要な機器の復路に設けること（表3参照）。

3) 次世代放射光施設インターロックシステムへの配線を含む。

4) 電源が必要な場合にはこれの配線を含む。

(4) 圧力計

1) M2とGへの冷却水配管には、偏角可変平面鏡・回折格子真空容器（VM2G）の入口と出口のそれぞれに圧力計を設置すること。

③ 特記事項

(1) インターロック信号は直列配管による場合は、端子台上にて渡しが必要になる場合がある。

h) 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、図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。

(3) 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。

i) 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。

5.3.12. 据付

5.3.12.1. 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。

5.3.12.2. 構成

a) 基準マーク、1式

b) 真空容器の設置、1式

c) 調整機構の精密設置、1式

d) 機械原点、駆動範囲確認、1式

e) 光学素子の取付け、1式

f) レーザーアライメント、1式

g) 真空立ち上げ、1式

5.3.12.3. 仕様

a) 共通事項

① 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。

② 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、QST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、出射スリット、四象限スリット、アパーチャー及び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。

c) 真空容器の設置

① 概要

真空容器をビームライン上の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、アンカーボ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冶具については、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) 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。

(5) ガンマストパー、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) 精密機器を設置する床面にコールドジョイント対策を施す場合があるが、これは本仕様の範囲外とする。

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) スリット、アパーチャー、モニター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、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、手順を確定させる。

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。

② 仕様

(1) 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。

1) 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。

2) 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。

3) 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。

1) 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。

2) 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。

3) 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、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) 次の光学素子を取付対象とする。

1) 第一光学素子（M0）

2) 第二光学素子（M1）

3) 偏角可変平面鏡（M2）

4) 回折格子（G1、G2（ダミー）、G3（ダミー））

5) 再集光鏡（M3B）

(2) 光学素子の側面と冷却板に挟み込む金属性シールは必要員数を用意すること。

(3) 光学素子の取付作業はQST担当者が行うが、その支援をすること。

(4) 光学素子の取付作業時には、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) レーザーアライメント

① 概要

ダミーミラーや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。

② 仕様

(1) 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。

(2) 光学ハッチ内の第一光学素子上流基準点から導入されたレーザー光を下流の光学素子、出射スリットまでを通すこと。状況によっては、真空セクションごとにレーザー光でのアライメントを行うこと。また、この時の各機器の位置を光学原点とする。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 偏角可変平面鏡（M2）と回折格子の駆動範囲においてアライメントされていることを確認すること。

(6) レーザートランシット、鉛直器等の測長器を固定するレーザーアライメント用固定式台を製作し所定の位置にアンカー止めすること。

(7) 固定式台は、レーザートランシットを固定式台から取り外した際、容易に真空ダクト等を通すことができる構造であること。なお、真空ダクト用ポストと兼用することを妨げない。

③ 特記事項

(1) 固定式台のサイズ、固定方法、設置場所等の詳細については別途協議の上で決定する。

h) 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、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℃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. 第一光学素子真空容器（VM0）：5E−8 Pa以下

ii. 第二光学素子真空容器（VM1）：5E−8 Pa以下

iii. 偏角可変平面鏡・回折格子真空容器（VM2G）：5E−8 Pa以下

iv. 再集光鏡真空容器（VM3）：5E−8 Pa以下

v. 上記以外の真空容器、真空ダクト：5E−7 Pa以下

③ 特記事項

(1) 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、リークテスターによるリークチェック、追加のベーキング等を要求する場合がある。

(2) 残留ガス分析を要求する場合がある。

5.4. 試験検査

5.4.1.1. 概要

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

5.4.1.2. 構成

a) 員数検査

b) 外観検査

c) 寸法検査

d) 調整機構駆動検査

① 第一光学素子多軸調整機構（TRM0）駆動試験
② 第二光学素子多軸調整機構（TRM1）駆動試験
③ 偏角可変平面鏡回転走査機構（RM2）駆動試験
④ 偏角可変平面鏡並進機構（TM2）駆動試験
⑤ 回折格子回転走査機構（RG）駆動試験
⑥ 回折格子切替機構（TG）駆動試験
⑦ 再集光鏡多軸調整機構（TRM3）駆動試験
⑧ 第二光学素子（M1）湾曲機構部性能検査
⑨ 出射スリット駆動試験

e) リークチェック、1式
f) ベーキングヒーター通電・絶縁検査、1式
g) 据付精度検査、1式

5.4.1.3. 仕様

a) 共通事項
① 検査票には次の項目を明記すること。
(1) 検査内容
(2) 検査機材名
(3) 検査時の条件等
(4) 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 検査にあたり、出荷前検査、現地検査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。検査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。員数検査に準ずる。

d) 寸法検査
① 対象項目については別途協議の上、決定する。

e) 調整機構駆動検査
① 共通項目
(1) 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こと。
(2) 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検査すること。
(3) 出来る限り現地検査とするが、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。

(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は、予め工場にて検査の上、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。

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 第一光学素子多軸調整機構（TRM0）駆動試験

(1) 概要

次項の位置まで3往復駆動し、各パルス数を確認する。

(2) 仕様

1) 光学原点位置

2) ハードウェアリミット位置（両端）

③ 第二光学素子多軸調整機構（TRM1）駆動試験

(1) 概要

次項の位置まで3往復駆動し、各パルス数を確認する。

(2) 仕様

1) 光学原点位置

2) ハードウェアリミット位置（両端）

④ 偏角可変平面鏡回転走査機構（RM2）駆動試験

(1) 概要

次項の位置まで3往復駆動し、各パルス数、エンコーダー値をあわせて記す。

(2) 仕様

1) 鏡面水平保持位置

2) 最低エネルギー偏角位置

3) ハードウェアリミット位置（両端）

⑤ 偏角可変平面鏡並進機構（TM2）駆動試験

(1) 概要

次項の位置まで3往復駆動し、各パルス数を確認する。

(2) 仕様

1) 光学原点位置

2) ハードウェアリミット位置（両端）

⑥ 回折格子回転走査機構（RG）駆動試験

(1) 概要

次項の位置まで3往復駆動し、各パルス数、エンコーダー値をあわせて記す。

(2) 仕様

1) 鏡面水平保持位置

2) 最低エネルギー偏角位置

3) ハードウェアリミット位置（両端）

⑦ 回折格子切替機構（TG）駆動試験

(1) 概要

次項の位置まで3往復駆動し、各パルス数を確認する。

(2) 仕様

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）

⑧ 再集光鏡多軸調整機構（TRM3）駆動試験

(1) 概要

次項の位置まで3往復駆動し、各パルス数を確認する。

(2) 仕様

1) 光学原点位置

2) ハードウェアリミット位置（両端）

⑨ 第二光学素子（M1）湾曲機構部性能検査

(1) ベント機構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M1の曲率半径を確認すること。

⑩ 出射スリット駆動試験

(1) 概要

次項の位置まで3往復駆動し、各パルス数を確認する。

(2) 仕様

1) 原点センサー位置

2) ハードウェアリミット位置（両端）

3) 全閉位置

4) 開口幅再現性

i. パルスを横軸、縦軸に光量を記し、10往復駆動に対して再現性を確認すること。

f) リークチェック

① 概要

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検査する。

② 仕様

(1) プローブ：ヘリウム（支給品）

(2) 検査方法：ヘリウム真空吹き付け法

(3) 検査機器：次世代放射光施設標準型リークテスター（支給品）

(4) リーク量：5×10^{-11} Pa·m^3/s以下

g) ベーキングヒーター通電・絶縁検査

① 対象項目については別途協議の上、決定する。

h) 据付精度検査

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。

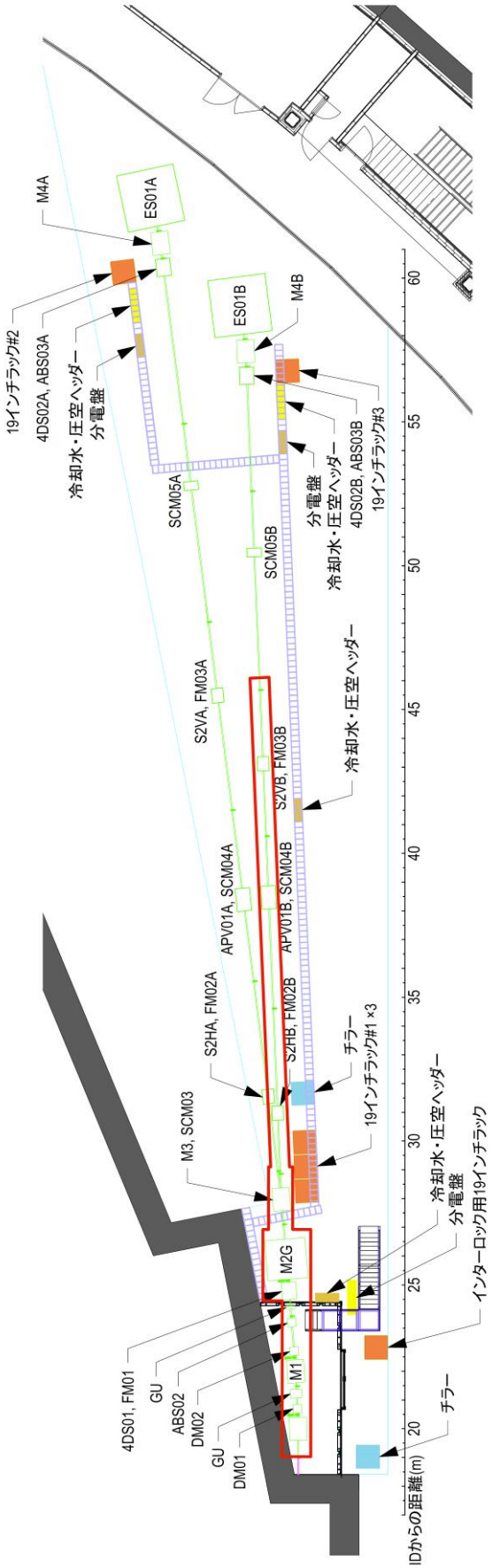
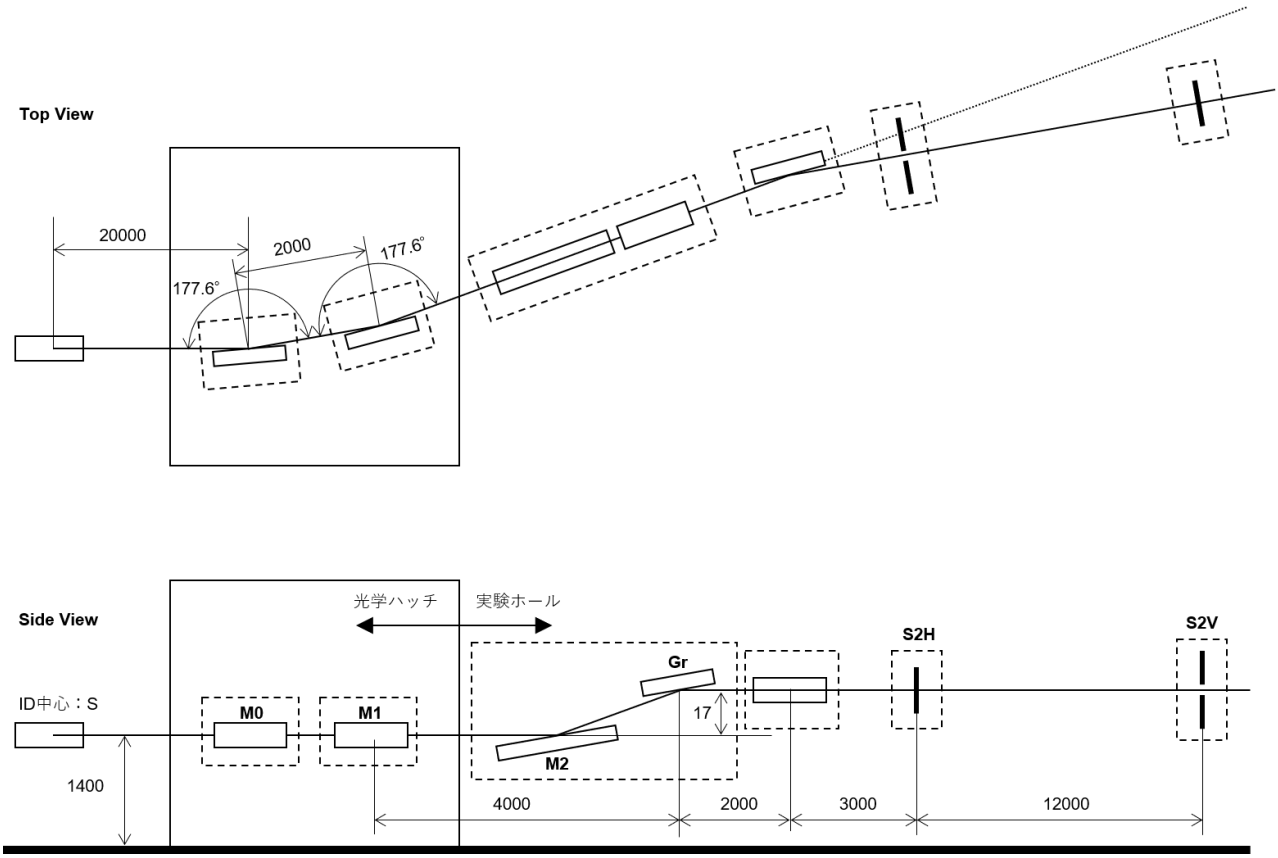


図3 ビームライン12Uの全景の概略図、赤線で囲まれた範囲が本仕様での製作範囲（参考図）



※　入射光の実験ホール床面からの高さは約1.4 mである。

※　破線で囲った中を光学素子真空容器として、それぞれ一つの真空セクションとする。

図4 12Uの光源から出射スリットまでの光学素子の配置図（参考図）

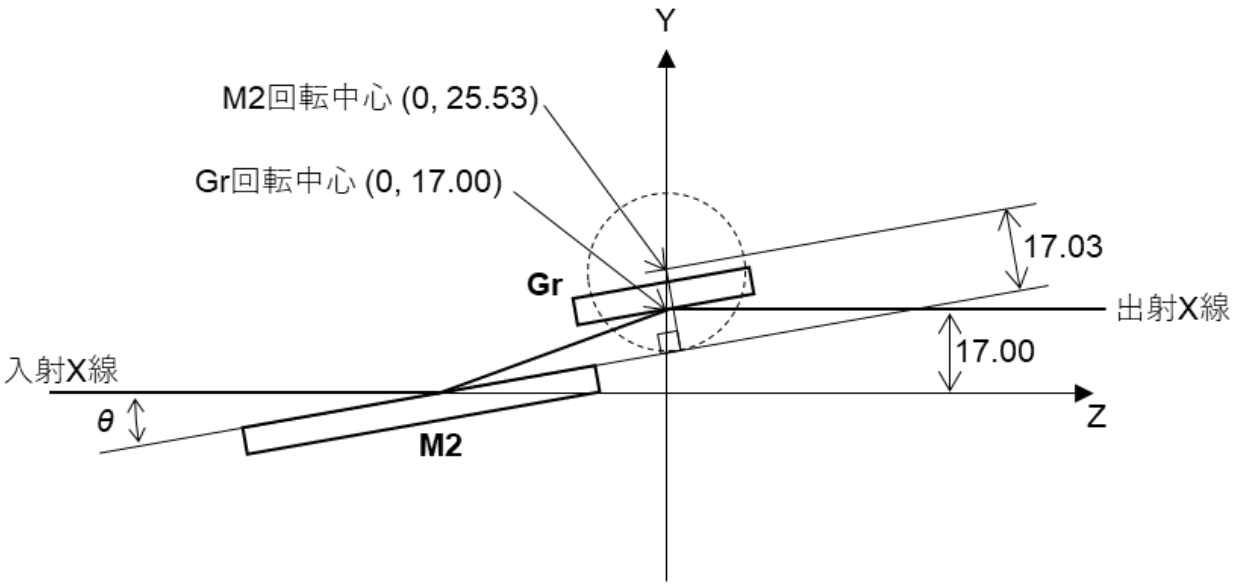


図5 12UにおけるM2及びGrの回転機構の位置関係（参考図）

表3 12Uにおける真空セクション一覧（参考）

真空セクション	機器名称	BL,ES製作または支給の区分	個別機器記号	インターロック信号										真空度クラス	真空ポンプ		
				駆動機構			流量計	真空ゲージ			光負荷保護属性有無（有の場合の保護機器）		端子盤				
				出力	入力		入力	入力									
				DC24V	接点信号		接点信号	接点信号		真空度					主排気	補助	粗引き
					開	閉		Set Point	Gauge Error			駆動接点機器保護のタイプ					
4	真空ゲージ	既設	VG4	仕様外													
	ゲートバルブ	既設	GV4														
5	前置集光鏡	製作	M0	—	—	—	WTR（温度計）	—	—	—	M0冷却水（MBS閉）	—	#1（モーター）架台脚部（流量計）	OP	NEG	IP	常設
	コンプトンシールド	製作	CS	—	—	—	WTR	—	—	—	CS冷却水（MBS閉）	—	架台脚部				
	真空ゲージ	支給	VG5	—	—	—	—	S1,S2	ERR	VAC	—	—	#1				
	ゲートバルブ	支給	GV5	DRV	OP	CL	—	—	—	—	Gate Valve（MBS閉）	B	架台脚部				
6	デュアルモニター	製作	DM01	DRV1 DRV2	OP	Upper Lower	WTR（温度計）	—	—	—	DM01冷却水（MBS閉）	D	架台脚部	TC	NEG	—	可搬
	真空ゲージ	支給	VG6	—	—	—	—	S1,S2	ERR	VAC	—	—	#1				
	ガンマストッパー	製作	GS														
	ゲートバルブ	支給	GV6	DRV	OP	CL	—	—	—	—	Gate Valve（MBS閉）	B	架台脚部				
7	前置集光鏡	製作	M1	—	—	—	WTR（温度計）	—	—	—	M1冷却水（MBS閉）	—	#1（モーター）架台脚部（流量計）	OP	NEG	IP	常設
	真空ゲージ	支給	VG7	—	—	—	—	S1,S2	ERR	VAC	—	—	#1				
	ゲートバルブ	支給	GV7	DRV	OP	CL	—	—	—	—	Gate Valve（MBS閉）	B	架台脚部				
8	デュアルモニター	製作	DM02	DRV1 DRV2	OP	Upper Lower	WTR（温度計）	—	—	—	DM02冷却水（MBS閉）	D	架台脚部	TC	NEG	—	可搬
	アブソーバー	製作	OP	DRV	OP	CL	WTR（温度計）	—	—	—	ABS02冷却水（MBS閉）	C	架台脚部				
	真空ゲージ	支給	VG8	—	—	—	—	S1,S2	ERR	VAC	—	—	#1				
	ギロチン	既設	GU														
	ゲートバルブ	支給	GV8	DRV	OP	CL	—	—	—	—	Gate Valve（ABS02閉）	B	架台脚部				
9	四象限スリット	製作	4DS01	—	—	—	WTR	—	—	—	4DS01（ABS02閉）	—	—	TC	NEG	—	可搬
	光量モニター	製作	FM01	DRV	OP	CL	WTR	—	—	—	FM01冷却水（ABS02閉）	C	架台脚部				
	真空ゲージ	支給	VG9	—	—	—	—	S1,S2	ERR	VAC	—	—	#1				
	ゲートバルブ	支給	GV9	DRV	OP	CL	—	—	—	—	Gate Valve（ABS02閉）	B	架台脚部				
10	偏角可変平面鏡	製作	M2	—	—	—	WTR	—	—	—	M2冷却水（ABS02閉）	—	#1（モーター）架台脚部（流量計）	OP	NEG IP	—	常設
	回折格子	製作	G	—	—	G1 G2 G3	WTR	—	—	—	G冷却水（ABS02閉）	D	#1（モーター）架台脚部（流量計、G1-3接点）				
	モニター	支給		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	真空ゲージ	支給	VG10	—	—	—	—	S1,S2	ERR	VAC	—	—	#1				
	ゲートバルブ	支給	GV10	DRV	OP	CL	—	—	—	—	Gate Valve（ABS02閉）	D	架台脚部				
11	再集光鏡	製作	M3	—	—	A NTR e	—	—	—	—	（ABS02閉）	D	#1（モーター）架台脚部（A/B接点）	OP	NEG	IP	常設
	スクリーンモニター	製作	SCM03	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—	C	架台脚部				
	真空ゲージ	支給	VG11	—	—	—	—	S1,S2	ERR	VAC	—	—	#1				
	ゲートバルブA	支給	GV11A	DRV	OP	CL	—	—	—	—	Gate Valve（ABS02閉）	D	架台脚部				
	ゲートバルブB	支給	GV11B	DRV	OP	CL	—	—	—	—	Gate Valve（ABS02閉）	D	架台脚部				

真空セクション	機器名称	製作または支給の区分	個別機器記号	インターロック信号										真空度クラス	真空ポンプ		
				駆動機構			ステータス	真空ゲージ			光負荷保護属性有無（有の場合の保護機器）		端子盤				
				出力	入力		入力	入力									
				DC24V	接点信号		接点信号	接点信号		真空度					主排気	補助	粗引き
					開	閉		Set Point	Gauge Error			駆動接点機器保護のタイプ					
12A	水平スリット	範囲外	S2HA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	#1	TC	NEG	—	可搬
	光量モニター	範囲外	FM02A	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—	C	架台脚部				
	真空ゲージ	範囲外	VG12A	—	—	—	—	S1,S2	ERR	VAC	—	—	#1				
	ゲートバルブ	範囲外	GV12A	DRV	OP	CL	—	—	—	—	Gate Valve（ABS02閉）	D	架台脚部				
13A	垂直アパーチャー	範囲外	APV01A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	#1	TC	NEG	—	可搬
	スクリーンモニター	範囲外	SCM04A	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—	C	架台脚部				
	真空ゲージ	範囲外	VG13A	—	—	—	—	S1,S2	ERR	VAC	—	—	#1				
	ゲートバルブ	範囲外	GV13A	DRV	OP	CL	—	—	—	—	Gate Valve（ABS02閉）	D	架台脚部				
14A	垂直出射スリット	範囲外	S2VA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	#1	TC	NEG	IP	可搬
	光量モニター	範囲外	FM03A	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—	C	架台脚部				
	真空ゲージ	範囲外	VG14A	—	—	—	—	S1,S2	ERR	VAC	—	—	#1				
	ゲートバルブ	範囲外	GV14A	DRV	OP	CL	—	—	—	—	Gate Valve（ABS02閉）	D	架台脚部				
15A	スクリーンモニター	範囲外	SCM05A	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—	C	架台脚部	TC	NEG	—	可搬
	真空ゲージ	範囲外	VG15A	—	—	—	—	S1,S2	ERR	VAC	—	—	#2				
	ガスセル	範囲外															
	ゲートバルブ	範囲外	GV15A	DRV	OP	CL	—	—	—	—	Gate Valve（ABS02閉）	D	架台脚部				
16A	四象限スリット	範囲外	4DS02A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	#2	TC	NEG	—	可搬
	アブソーバー	範囲外	ABS03A	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—	C	架台脚部				
	真空ゲージ	範囲外	VG16A	—	—	—	—	S1,S2	ERR	VAC	—	—	#2				
	ゲートバルブ	範囲外	GV16A	DRV	OP	CL	—	—	—	—	Gate Valve（ABS03A閉）	D	架台脚部				
17A	後置集光鏡	範囲外	M4A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	#2	OP	NEG	IP	常設
	真空ゲージ	範囲外	VG17A	—	—	—	—	S1,S2	ERR	VAC	—	—	#2				
	ゲートバルブ	範囲外	GV17A	DRV	OP	CL	—	—	—	—	Gate Valve（ABS03A閉）	D	架台脚部				
18A	ES	範囲外	ES01A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	#2	TC			
	真空ゲージ	範囲外	VG18A	—	—	—	—	S1,S2	ERR	VAC	—	—	#2				

真空セクション	機器名称	製作または支給の区分	個別機器記号	インターロック信号										真空度クラス	真空ポンプ		
				駆動機構			ステータス	真空ゲージ			光負荷保護属性有無（有の場合の保護機器）		端子盤				
				出力	入力		入力	入力									
				DC24V	接点信号		接点信号	接点信号		真空度					主排気	補助	粗引き
					開	閉		Set Point	Gauge Error			駆動接点機器保護のタイプ					
12B	水平スリット	製作	S2HB	—	—	—	—	—	—	—	—	—	#1	TC	NEG	—	可搬
	光量モニター	製作	FM02B	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—	C	架台脚部				
	真空ゲージ	支給	VG12B	—	—	—	—	S1,S2	ERR	VAC	—	—	#1				
	ゲートバルブ	支給	GV12B	DRV	OP	CL	—	—	—	—	Gate Valve（ABS02閉）	D	架台脚部				
13B	垂直アパーチャー	製作	APV01B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	#1	TC	NEG	—	可搬
	スクリーンモニター	製作	SCM04B	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—	C	架台脚部				
	真空ゲージ	支給	VG13B	—	—	—	—	S1,S2	ERR	VAC	—	—	#1				
	ゲートバルブ	支給	GV13B	DRV	OP	CL	—	—	—	—	Gate Valve（ABS02閉）	D	架台脚部				
14B	垂直出射スリット	製作	S2VB	—	—	—	—	—	—	—	—	—	#1	TC	NEG	IP	可搬
	光量モニター	製作	FM03B	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—	C	架台脚部				
	真空ゲージ	支給	VG14B	—	—	—	—	S1,S2	ERR	VAC	—	—	#1				
	ゲートバルブ	支給	GV14B	DRV	OP	CL	—	—	—	—	Gate Valve（ABS02閉）	D	架台脚部				
15B	スクリーンモニター	範囲外	SCM05B	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—	C	架台脚部	TC	NEG	—	可搬
	真空ゲージ	範囲外	VG15B	—	—	—	—	S1,S2	ERR	VAC	—	—	#3				
	ガスセル	範囲外															
	ゲートバルブ	範囲外	GV15B	DRV	OP	CL	—	—	—	—	Gate Valve（ABS02閉）	D	架台脚部				
16B	四象限スリット	範囲外	4DS02B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	#3	TC	NEG	—	可搬
	アブソーバー	範囲外	ABS03B	DRV	OP	CL	—	—	—	—	—	C	架台脚部				
	真空ゲージ	範囲外	VG16B	—	—	—	—	S1,S2	ERR	VAC	—	—	#3				
	ゲートバルブ	範囲外	GV16B	DRV	OP	CL	—	—	—	—	Gate Valve（ABS03A閉）	D	架台脚部				
17B	後置集光鏡	範囲外	M4B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	#3	OP	NEG	IP	常設
	真空ゲージ	範囲外	VG17B	—	—	—	—	S1,S2	ERR	VAC	—	—	#3				
	ゲートバルブ	範囲外	GV17B	DRV	OP	CL	—	—	—	—	Gate Valve（ABS03A閉）	D	架台脚部				
18B	ES	範囲外	ES01B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	#3	TC	TMP?		
	真空ゲージ	範囲外	VG18A	—	—	—	—	S1,S2	ERR	VAC	—	—	#3				

表4 12Uで使用する光学素子（反射鏡、回折格子）の仕様一覧（参考）

名称			第一 光学素子	第二 光学素子	偏角可変 平面鏡	回折格子	再集光鏡
記号			M0	M1	M2	G1	M3B
形状			円筒鏡	円筒鏡	平面鏡	平面 回折格子	円筒鏡
曲率半径	Tan	m	>50,000	700	>100,000	>140,000	>50,000
	Sag	m	0.8377±1%	>1,500	>1,500	>20,000	0.6283±1%
IDからの距離		mm	20,000	22,000	—	26,000	28,000
入射角		°	88.8	88.8	85.1–88.9	85.9–89.4	88.8
基板物質			Si(100)	Si(100)	Si(100)	Si(100)	Si(100)
有効領域	長さ	mm	>180	>180	>380	>100	>80
	幅	mm	>10	>22	>20	>30	>30
外形寸法	長さ	mm	230(±0.1)	400(±0.1)	400(±0.1)	120(±0.1)	100(±0.1)
	幅	mm	50(±0.1)	50(±0.1)	50(±0.1)	50(±0.1)	50(±0.1)
	厚さ	mm	50(±0.1)	30(±0.1)	50(±0.1)	50(±0.1)	50(±0.1)
反射面の向き			水平	水平	鉛直上向き	鉛直下向き	鉛直下向き
冷却			水冷	水冷	水冷	水冷	水冷
側面研磨			あり	あり	あり	あり	あり
側面の溝加工			なし	なし	あり	あり	あり

表5 12UにおけるM0の動作と移動量及び精度

動作	可動幅	繰返精度	最小可変量	駆動方法	備考
X	−7~+3 mm	<5 μm	<0.5 μm	電動	退避軸
Y	>±7 mm	<5 μm	<0.5 μm	電動	
Pitch (R_Y)	±0.5°	<20 μrad	<2.5 μrad	電動	
Roll (R_Z)	±0.5°	<50 μrad	<20 μrad	電動	
Yaw (R_X)	±0.5°	<50 μrad	<20 μrad	電動	

表6 12UにおけるM1の動作と移動量及び精度

動作	可動幅	繰返精度	最小可変量	駆動方法	備考
X	−7~+3 mm	<5 μm	<0.5 μm	電動	退避軸
Y	>±10 mm	<10 μm	<0.5 μm	電動	塗分けの切替軸
Pitch (R_Y)	±0.5°	<20 μrad	<2.5 μrad	電動	
Roll (R_Z)	±0.5°	<50 μrad	<20 μrad	電動	
Yaw (R_X)	±0.5°	<50 μrad	<20 μrad	電動	
ベントサグ量	10 μm	<0.2 μm	※1	電動	

※1 パルスモーター制御の場合、全可変幅を16万パルス以上で分割すること。

表7 12UにおけるM2の動作と移動量及び精度

動作	可動幅	繰返精度	最小可変量	駆動方法	包括する機構
X	±15 mm	<20 μm	<10 μm	電動	TM2
Y	±2 mm	<0.2 mm	<0.07 mm	手動	HM2
Z	—	—	<0.02 mm	—	※1
Pitch (R_X)	※2	<5 μrad	<0.1 μrad	電動	RM2※3
Roll (R_Z)	±0.5°	<150 μrad	<75 μrad	手動	HM2
Yaw (R_Y)	—	—	—	—	—

※1 ホルダーへのM2のマウント調整及びM2走査軸、並進軸への組付けによって調整可能とすること。
※2 Pitch (Rx)は、M2の走査機構に包括される。記載の繰返精度、最小可変量、目盛は走査機構のものである。ただし、オフセット調整が必要な場合は、ホルダーに個別の調整軸を設ける場合がある。
※3 M2の走査機構によって、鏡表面が水平となる配置が可能であること。

表8 12UにおけるGrの動作と移動量及び精度

動作	可動幅	繰返精度	最小可変量	駆動機構	包括する機構
X	※1	<20 μm	<10 μm	電動	TG
Y	±2 mm	<0.2 mm	<0.07 mm	手動	HGm
Z	—	—	<0.02 mm	—	※2
Pitch (R_X)	※2	<2.5 μrad	<0.05 μrad	電動	RG※3
Roll (R_Z)	±0.5°	<150 μrad	<75 μrad	手動	HGm
Yaw (R_Y)	±0.5°	<1.5 mrad	<300 μrad	—	※4

※1 X軸は、回折格子切替機構に包括される。

※2 ホルダーへの回折格子のマウント調整及びGr走査軸、並進軸への組付けによって調整可能とすること。

※3 Pitch (Rx)は、回折格子の走査機構に包括される。記載の繰返精度、最小可変量、目盛は走査機構のものである。Grの走査機構によって、回折格子の刻線面（表面）が水平下向きとなる配置が可能であること。ただし、オフセット調整が必要な場合は、ホルダーに個別の調整軸を設ける場合がある。

※4 Yaw (Rz)は、全てのホルダーをGr走査軸、並進軸に組み付け、冷却機構を装備した状態で調整可能であること。

表9 12UにおけるM3A、M3Bの動作と移動量及び精度

動作	可動幅	繰返精度	最小可変量	駆動方法	備考
X	>±10 mm	<5 μm	<0.5 μm	電動	切替軸
Y	>±5 mm	<5 μm	<0.5 μm	電動	
Pitch (R_Y)	±0.5°	<20 μrad	<2.5 μrad	電動	
Roll (R_Z)	±0.5°	<50 μrad	<20 μrad	電動	
Yaw (R_X)	±0.5°	<50 μrad	<20 μrad	電動	

表10 12Uにおける出射スリットS2VBとS2HBの動作と移動量及び精度

S2VB							
動作	可動幅	繰返精度	最小可変量	駆動方法	環境	保証範囲下限	備考
slit width	−0.2~1.8 mm	<0.5μm	≤0.05μm	電動	真空	<2 μm	
X	—	—	—	—	—	—	
Y	±1 mm	<0.5μm	≤0.05μm	電動	真空	—	
Z	—	—	—	—	—	—	
R_X	—	—	—	—	—	—	架台上で予め調整組立
R_Y	—	—	—	—	—	—	
R_Z	—	—	—	—	—	—	
S2HB							
動作	可動幅	繰返精度	最小可変量	目盛	環境	保証範囲下限	備考
slit width	−0.2~1.8 mm	<0.5μm	≤0.05μm	電動	真空	<2 μm	
X	±1 mm	<0.5μm	≤0.05μm	電動	真空	—	
Y	—	—	—	—	—	—	
Z	—	—	—	—	—	—	
R_X	—	—	—	—	—	—	架台上で予め調整組立
R_Y	—	—	—	—	—	—	
R_Z	—	—	—	—	—	—	

※ スリットの2枚の刃間の平行度及びそれぞれの刃先の直線度は、10 mmで1 μm以下であること。

表11 12Uにおける水冷式四象限スリット4DS01の動作と移動量及び精度

動作	可動幅	繰返精度	最小可変量	駆動方法	備考
X	−5/+12.5 mm	<20 μm	≤25 μm	手動	中心を超えて5 mm、最大開口25mm
Y	−5/+12.5 mm	<10 μm	<1 μm	電動	中心を超えて5mm、最大開口25mm

表12 12UにおけるアパーチャーAPV01Bの動作と移動量及び精度

APV01B					
動作	可動幅	繰返精度	最小可変量	駆動方法	備考
Y	>±10 mm	<5 μm	<1 μm	電動	

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 ビームラインングループ
氏　　名： 宮脇 淳

次世代放射光施設ビームライン機器
共通事項

第 2 版（Ver. 2.1）

2022 年 4 月

本稿は、当該放射光施設のビームラインにおいて使用する機器（持ち込み装置を含む）に求める共通の仕様についてまとめたものである。ビームライン光学系機器やエンドステーションの機器に適応される。

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。

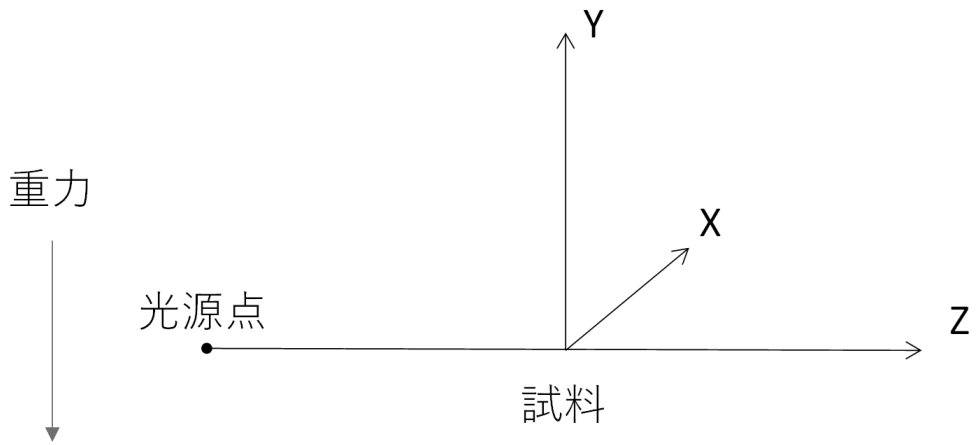


図１　座標軸の定義

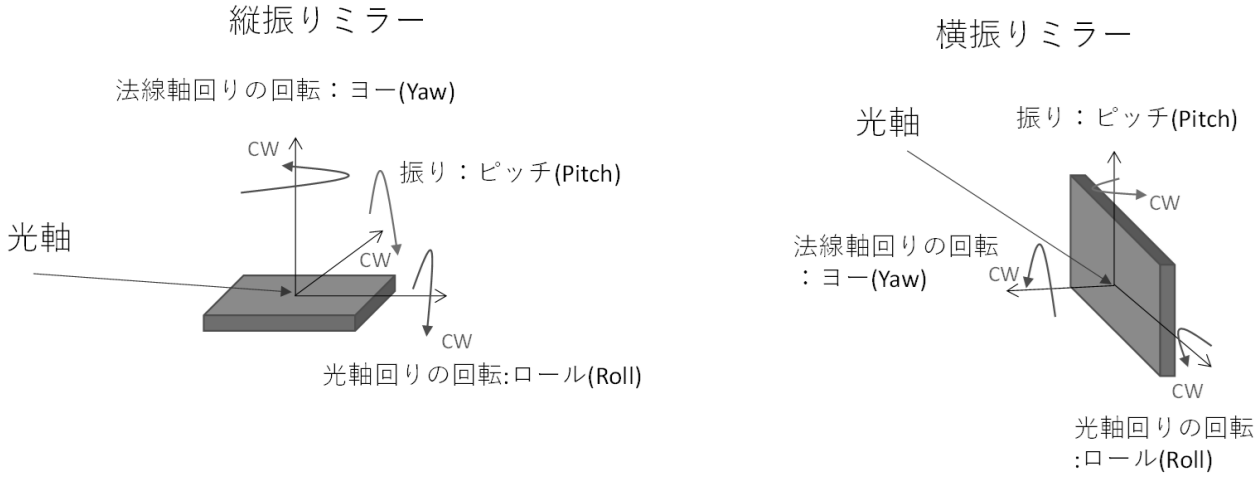


図２　座標回転軸の定義

1.2. 原点の定義

・挿入光源の上下流に設置された四重極電磁石の中点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（℃）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

・特に断らない限り、以下の規格なら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営繕部（機械設備工事共通仕様書）。
- 国土交通大臣官房長営繕部（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予め許可を申し出ること。

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 およ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すべ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 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 1400mm 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±10mm 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℃±2℃に設定されている。

2.3.2.　湿度

・実験ホール内の湿度は 50%±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、機器の設置およ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 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も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℃±0.2℃	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こさない、且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 0.5mT 以下に抑えるような措置を講じるか、これを超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パを設けておくこと。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

・施設側冷却水は抵抗率 1.0MΩ・cm 以上の純水である。工事中、完成後を問わずこの基準値以下の水を戻してはならない。

・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 ϕ10mm 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（0.6MPa）を行うこと。

3.2.3. 圧空配管

・圧空配管は外径 ϕ6mm 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も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:0.85MPa）を行うこと。また、全ての配管終了後に漏洩試験（圧力：0.5MPa）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、粗調機構なら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こと。
・排気装置本体およ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 以下の隙間をあけ、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 ミラーおよ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 リングも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

バージョンおよびエディション：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 または互換 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また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. 側面および底面

・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、予め報告すること。

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。

・工事用仮設建物を設置する場合には、予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者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。

・高所作業に当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置を取り、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。
・搬入時には雰囲気の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用い、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。
・クレーン操作なら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、周囲の雰囲気を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

知的財産権特約条項

（知的財産権等の定義）

第１条　この特約条項において「知的財産権」とは、次の各号に掲げるものをいう。

一　特許法（昭和34年法律第121号）に規定する特許権、実用新案法（昭和34年法律第123号）に規定する実用新案権、意匠法（昭和34年法律第125号）に規定する意匠権、半導体集積回路の回路配置に関する法律（昭和60年法律第43号）に規定する回路配置利用権、種苗法（平成10年法律第83号）に規定する育成者権及び外国における上記各権利に相当する権利（以下総称して「産業財産権等」という。）

二　特許法に規定する特許を受ける権利、実用新案法に規定する実用新案登録を受ける権利、意匠法に規定する意匠登録を受ける権利、半導体集積回路の回路配置に関する法律に規定する回路配置利用権の設定の登録を受ける権利、種苗法に規定する品種登録を受ける地位及び外国における上記各権利に相当する権利

三　著作権法（昭和45年法律第48号）に規定する著作権（著作権法第21条から第28条までに規定する全ての権利を含む。）及び外国における著作権に相当する権利（以下総称して「著作権」という。）

四　前各号に掲げる権利の対象とならない技術情報のうち、秘匿することが可能なものであって、かつ、財産的価値のあるものの中から、甲乙協議の上、特に指定するもの（以下「ノウハウ」という。）を使用する権利

２　この特約条項において「発明等」とは、次の各号に掲げるものをいう。

一　特許権の対象となるものについてはその発明

二　実用新案権の対象となるものについてはその考案

三　意匠権、回路配置利用権及び著作権の対象となるものについてはその創作、育成者権の対象となるものについてはその育成並びにノウハウを使用する権利の対象となるものについてはその案出

３　この契約書において知的財産権の「実施」とは、特許法第２条第３項に定める行為、実用新案法第２条第３項に定める行為、意匠法第２条第２項に定める行為、半導体集積回路の回路配置に関する法律第２条第３項に定める行為、種苗法第２条第５項に定める行為、著作権法第21条から第28条までに規定する全ての権利に基づき著作物を利用する行為、種苗法第２条第５項に定める行為及びノウハウを使用する行為をいう。

（乙が単独で行った発明等の知的財産権の帰属）

第２条　甲は、本契約に関して、乙が単独で発明等行ったときは、乙が次の各号のいずれの規定も遵守することを書面にて甲に届け出た場合、当該発明等に係る知的財産権を乙から譲り受けないものとする。

一　乙は、本契約に係る発明等を行った場合には、次条の規定に基づいて遅滞なくその旨を甲に報告する。

二　乙は、甲が国の要請に基づき公共の利益のために特に必要があるとしてその理由を明らかにして求める場合には、無償で当該知的財産権を実施する権利を国に許諾する。

三　乙は、当該知的財産権を相当期間活用していないと認められ、かつ、当該知的財産権を相当期間活用していないことについて正当な理由が認められない場合において、甲が国の要請に基づき当該知的財産権の活用を促進するために特に必要があるとしてその理由を明らかにして求めるときは、当該知的財産権を実施する権利を第三者に許諾する。

四　乙は、第三者に当該知的財産権の移転又は当該知的財産権についての専用実施権（仮専用実施権を含む。）若しくは専用利用権の設定その他日本国内において排他的に実施する権利の設定若しくは移転の承諾（以下「専用実施権等の設定等」という。）をするときは、合併又は分割により移転する場合及び次のイからハまでに規定する場合を除き、あらかじめ甲に届け出、甲の承認を受けなければならない。

イ　子会社（会社法（平成17年法律第86号）第２条第３号に規定する子会社をいう。以下同じ。）又は親会社（会社法第２条第４号に規定する親会社をいう。以下同じ。）に当該知的財産権の移転又は専用実施権等の設定等をする場合

ロ　承認ＴＬＯ（大学等における技術に関する研究成果の民間事業者への移転の促進に関する法律（平成10年法律第52号）第４条第１項の承認を受けた者（同法第５条第１項の変更の承認を受けた者を含む。））又は認定ＴＬＯ（同法第11条第１項の認定を受けた者）に当該知的財産権の移転又は専用実施権等の設定等をする場合

ハ　乙が技術研究組合である場合、乙がその組合員に当該知的財産権を移転又は専用実施権等の設定等をする場合

２　乙は、前項に規定する書面を提出しない場合、甲から請求を受けたときは当該知的財産権を甲に譲り渡さなければならない。

３　乙は、第１項に規定する書面を提出したにもかかわらず、同項各号の規定のいずれかを満たしておらず、かつ、満たしていないことについて正当な理由がないと甲が認める場合において、甲から請求を受けたときは当該知的財産権を無償で甲に譲り渡さなければならない。

（知的財産権の報告）

第３条　前条に関して、乙は、本契約に係る産業財産権等の出願又は申請を行うときは、出願又は申請に際して提出すべき書類の写しを添えて、あらかじめ甲にその旨を通知しなければならない。

２　乙は、産業技術力強化法（平成12年法律第44号）第17条第１項に規定する特定研

究開発等成果に該当するもので、かつ、前項に係る国内の特許出願、実用新案登録出願、意匠登録出願を行う場合は、特許法施行規則（昭和35年通商産業省令第10号）、実用新案法施行規則（昭和35年通商産業省令第11号）及び意匠法施行規則（昭和35年通商産業省令第12号）等を参考にし、当該出願書類に国の委託事業に係る研究の成果による出願である旨を表示しなければならない 。

3　乙は、第１項に係る産業財産権等の出願又は申請に関して設定の登録等を受けた場合には、設定の登録等の日から60日以内（ただし、外国にて設定の登録等を受けた場合は90日以内）に、甲にその旨書面により通知しなければならない。

4　乙は、本契約に係る産業財産権等を自ら実施したとき及び第三者にその実施を許諾したとき（ただし、第５条第４項に規定する場合を除く。）は、実施等した日から60日以内（ただし、外国にて実施等をした場合は90日以内）に、甲にその旨書面により通知しなければならない。

5　乙は、本契約に係る産業財産権等以外の知的財産権について、甲の求めに応じて、自己による実施及び第三者への実施許諾の状況を書面により甲に報告しなければならない。

（乙が単独で行った発明等の知的財産権の移転）

第４条　乙は、本契約に関して乙が単独で行った発明等に係る知的財産権を第三者に移転する場合（本契約の成果を刊行物として発表するために、当該刊行物を出版する者に著作権を移転する場合を除く。）には、第２条から第６条まで及び第12条の規定の適用に支障を与えないよう当該第三者に約させなければならない。

2　乙は、前項の移転を行う場合には、当該移転を行う前に、甲にその旨書面により通知し、あらかじめ甲の承認を受けなければならない。ただし、乙の合併又は分割により移転する場合及び第２条第１項第４号イからハまでに定める場合には、この限りでない。

3　乙は、第１項に規定する第三者が乙の子会社又は親会社（これらの会社が日本国外に存する場合に限る。）である場合には、同項の移転を行う前に、甲に事前連絡の上、必要に応じて甲乙間で調整を行うものとする。

4　乙は、第１項の移転を行ったときは、移転を行った日から60日以内（ただし、外国にて移転を行った場合は90日以内）に、甲にその旨書面により通知しなければならない。

5　乙が第１項の移転を行ったときは、当該知的財産権の移転を受けた者は、当該知的財産権について、第２条第１項各号及び第３項並びに第３条から第６条まで及び第12条の規定を遵守するものとする。

（乙が単独で行った発明等の知的財産権の実施許諾）

第５条　乙は、本契約に関して乙が単独で行った発明等に係る知的財産権について第三者に実施を許諾する場合には、第２条、本条及び第12条の規定の適用に支障を与えないよう当該第三者に約させなければならない。

2　乙は、本契約に関して乙が単独で行った発明等に係る知的財産権に関し、第三者に専用実施権等の設定等を行う場合には、当該設定等を行う前に、甲にその旨書面により通知し、あらかじめ甲の書面による承認を受けなければならない。ただし、乙の合併又は分割により移転する場合及び第２条第１項第４号イからハまでに定める場合は、この限りではない。

3　乙は、前項の第三者が乙の子会社又は親会社（これらの会社が日本国外に存する場合に限る。）である場合には、同項の専用実施権等の設定等を行う前に、甲に事前連絡のうえ、必要に応じて甲乙間で調整を行うものとする。

4　乙は、第２項の専用実施権等の設定等を行ったときは、設定等を行った日から60日以内（ただし、外国にて設定等を行った場合は90日以内）に、甲にその旨書面により通知しなければならない。

5　甲は、本契約に関して乙が単独で行った発明等に係る知的財産権を無償で自ら試験又は研究のために実施することができる。甲が　甲のために第三者に製作させ、又は業務を代行する第三者に再実施権を許諾する場合は、乙の承諾を得た上で許諾するものとし、その実施条件等は甲乙協議のうえ決定する。

（乙が単独で行った発明等の知的財産権の放棄）

第６条　乙は、本契約に関して乙が単独で行った発明等に係る知的財産権を放棄する場合は、当該放棄を行う前に、甲にその旨書面により通知しなければならない。

（甲及び乙が共同で行った発明等の知的財産権の帰属）

第７条　甲及び乙は、本契約に関して甲乙共同で発明等を行ったときは、当該発明等に係る知的財産権について共同出願契約を締結し、甲乙共同で出願又は申請するものとし、当該知的財産権は甲及び乙の共有とする。ただし、乙は、次の各号のいずれの規定も遵守することを書面にて甲に届け出なければならない。

一　乙は、甲が国の要請に基づき公共の利益のために特に必要があるとしてその理由を明らかにして求める場合には、無償で当該知的財産権を実施する権利を国に許諾する。

二　乙は、当該知的財産権を相当期間活用していないと認められ、かつ、当該知的財産権を相当期間活用していないことについて正当な理由が認められない場合において、甲が国の要請に基づき当該知的財産権の活用を促進するために特に必要があるとしてその理由を明らかにして求めるときは、当該知的財産権を実施する権利を甲が指定する 第三者に許諾する。

2　前項の場合、出願又は申請のための費用は原則として、甲、乙の持分に比例して負担するものとする。

3　乙は、第１項に規定する書面を提出したにもかかわらず、同項各号の規定のいずれかを満たしておらず、さらに満たしていないことについて正当な理由がないと甲が認める場合において、甲から請求を受けたときは当該知的財産権のうち乙が所有する部分を無償で甲に譲り渡さなければならない。

（甲及び乙が共同で行った発明等の知的財産権の移転）

第８条　甲及び乙は、本契約に関して甲乙共同で行った発明等に係る共有の知的財産権のうち、自らが所有する部分を相手方以外の第三者に移転する場合には、当該移転を行う前に、その旨を相手方に書面により通知し、あらかじめ相手方の書面による同意を得なければならない。

（甲及び乙が共同で行った発明等の知的財産権の実施許諾）

第９条　甲及び乙は、本契約に関して甲乙共同で行った発明等に係る共有の知的財産権について第三者に実施を許諾する場合には、その許諾の前に相手方に書面によりその旨通知し、あらかじめ相手方の書面による同意を得なければならない。

（甲及び乙が共同で行った発明等の知的財産権の実施）

第10条　甲は、本契約に関して乙と共同で行った発明等に係る共有の知的財産権を試験又は研究以外の目的に実施しないものとする。ただし、甲は甲のために第三者に製作させ、又は業務を代行する第三者に実施許諾する場合は、無償にて当該第三者に実施許諾することができるものとする。

２　乙が本契約に関して甲と共同で行った発明等に係る共有の知的財産権について自ら商業的実施をするときは、甲が自ら商業的実施をしないことに鑑み、乙の商業的実施の計画を勘案し、事前に実施料等について甲乙協議の上、別途実施契約を締結するものとする。

（甲及び乙が共同で行った発明等の知的財産権の放棄）

第11条　甲及び乙は、本契約に関して甲乙共同で行った発明等に係る共有の知的財産権を放棄する場合は、当該放棄を行う前に、その旨を相手方に書面により通知し、あらかじめ相手方の書面による同意を得なければならない。

（著作権の帰属）

第12条　第２条第１項及び第７条第１項の規定にかかわらず、本契約の目的として作成され納入される著作物に係る著作権については、全て甲に帰属する。

２　乙は、前項に基づく甲及び甲が指定する 第三者による実施について、著作者人格権を行使しないものとする。また、乙は、当該著作物の著作者が乙以外の者であるときは、当該著作者が著作者人格権を行使しないように必要な措置を執るものとする。

３　乙は、本契約によって生じた著作物及びその二次的著作物の公表に際し、本契約による成果である旨を明示するものとする。

（合併等又は買収の場合の報告等）

第13条　乙は、合併若しくは分割し、又は第三者の子会社となった場合（乙の親会社が変更した場合を含む。第３項第１号において同じ。）は、甲に対しその旨速やかに報告し

なければならない。

2　前項の場合において、国の要請に基づき、国民経済の健全な発展に資する観点に照らし、本契約の成果が事業活動において効率的に活用されないおそれがあると甲が判断したときは、乙は、本契約に係る知的財産権を実施する権利を甲が指定する者に許諾しなければならない。

3　乙は、本契約に係る知的財産権を第三者に移転する場合、次の各号のいずれの規定も遵守することを当該移転先に約させなければならない。

一　合併若しくは分割し、又は第三者の子会社となった場合は、甲に対しその旨速やかに報告する。

二　前号の場合において、国の要請に基づき、国民経済の健全な発展に資する観点に照らし本業務の成果が事業活動において効率的に活用されないおそれがあると甲が判断したときは、本契約に係る知的財産権を実施する権利を甲が指定する者に許諾する。

三　移転を受けた知的財産権をさらに第三者に移転するときは、本項各号のいずれの規定も遵守することを当該移転先に約させる。

（秘密の保持）

第14条　甲及び乙は、第２条及び第７条の発明等の内容を出願公開等により内容が公開される日まで他に漏えいしてはならない。ただし、あらかじめ書面により出願又は申請を行った者の了解を得た場合はこの限りではない。

（委任・下請負）

第15条　乙は、本契約の全部又は一部を第三者に委任し、又は請け負わせた場合においては、当該第三者に対して、本特約条項の各規定を準用するものとし、乙はこのために必要な措置を講じなければならない。

2　乙は、前項の当該第三者が本特約条項に定める事項に違反した場合には、甲に対し全ての責任を負うものとする。

（協議）

第16条　第２条及び第７条の場合において、単独若しくは共同の区別又は共同の範囲等について疑義が生じたときは、甲乙協議して定めるものとする。

（有効期間）

第17条　本特約条項の有効期限は、本契約の締結の日から当該知的財産権の消滅する日までとする。

以上

支払条件について

入札（見積）については、下記条件にてお考え下さい。
なお、支払額については契約時に別途協議の上、決定するものとします。

※前払いにあたっては、前払い金に対する担保として、保証事業会社と保証契約を締結し、もしくは銀行その他の金融機関を連帯保証人に立て、義務不履行その他の事由によって生ずる前払金を返納すべき場合について、受注者と連帯して保証する旨の保証証書又は保証書をご提出頂く必要があり、これに係る費用は受注者の負担となります。

年度	支払方法	割合
令和 8 年度	前払い	契約金額の 40%以内とする。
令和 8 年度	部分払い①	進捗相当額による。ただし、契約金額相当額から前払い相当額を控除した額とし、契約金額の 20%程度を上限とする。
令和 9 年度	部分払い②	進捗相当額による。ただし、契約金額相当額から前払い及び支払済み相当額を控除した額とし、契約金額の 6%程度を上限とする。
令和 9 年度	検収後払い	残額

以上