

仕様書案説明書

下記のとおり調達物品の仕様書案の作成が完了したので、仕様書案に対する意見を招請します。

記

1. 調達内容

- (1) 購入物品及び数量 テンダーX 線ビームライン用光学系・輸送チャンネル機器の整備一式

2. 意見の提出方法

- (1) 意見の提出期限 令和8年9月24日 17:00（郵送の場合は必着のこと。）
(2) 提出先 〒263-8555 千葉県稲毛区穴川4-9-1
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
財務部契約課 川畑 夏姫
電話 043-206-3015 FAX043-251-7979
E-mail:nyuusatsu_qst@qst.go.jp
(3) 提出部数 1部

3. 仕様書案の説明会

- (1) 日時 令和8年9月14日 14:00
(2) 場所 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻青葉 468-1
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
NanoTerasu センター 総合研究棟9階 901-5号室
なお、参加を希望する場合は、必ず添付の参加申込書を提出すること。

4. 入札公告予定時期 令和8年10月下旬

5. その他

- (1) 意見の提出、照会は、添付の様式にて提出すること。
(2) 提出のあった意見に対して、当方より質問する場合があるので意見提出の場合は、連絡窓口（住所、所属、氏名、電話番号、メールアドレス）を明記すること。

6. 添付書類

- (1) 仕様書案説明会参加申込書
(2) 意見提出用紙
(3) 仕様書（案）

以上

「テンドーX線ビームライン用光学系・輸送チャンネル機器の整備」
仕様書案説明会参加申込書

連絡担当窓口	企業等名称	
	(ふりがな) 氏名	
	所属部署名	
	所在地	
	電話番号	
	FAX番号	
	E-mail	
参加者氏名等	参加人数	(名)
	参加者氏名 ①	
	参加者氏名 ②	
	参加者氏名 ③	

※仕様書案説明会の参加者は、事前に参加登録された者のみとします。したがって、参加を希望する場合は、必ず本申込書を提出期限までに下記契約担当までご提出ください。

提出期限: 令和8年9月10日(木) 12:00(必着)

提出方法: Eメール添付により提出すること。

(提出先)

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
財務部契約課 川畑 夏姫
E-mail: nyuusatsu_qst@qst.go.jp
FAX: 043-251-3015
TEL: 043-206-6262

仕様書案に対する意見

件名	テnderX線ビームライン用光学系・輸送チャンネル機器の整備
----	--------------------------------

法人名：	
所属部署：	
氏名：	
電話番号：	
E-mail：	

No.	意見の内容
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

テNDERX 線ビームライン用光学系・ 輸送チャンネル機器の整備

**Procurement of Optical and Beam Transport Equipment for
Tender X-ray Beamline**

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

テNDER-X線ビームライン用光学系・輸送チャンネル機器の整備 Procurement of Optical and Beam Transport Equipment for Tender X-ray Beamline 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. 品質管理	1
8. 提出図書	2
9. 保管条件	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 駆動制御機器	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	軟 X 線用光学素子容器仕様(UHV-OP 級)	9
4.4.6	軟 X 線用輸送チャンネル真空仕様(UHV-TC 級)	9
4.4.7	X 線用輸送チャンネル真空仕様(HV-TC 級)	9
4.5	粗排気	10
4.6	架台	10
4.7	真空内温度計測	11
4.7.1	測定子	11
4.7.2	電流導入端子	11
4.7.3	真空内ジョイント	11
4.7.4	接続試験	11
4.8	ユーティリティー配管・配線	11
4.9	冷却	12
4.9.1	冷却方式	12
4.9.2	冷却配管	12
4.10	モニター類取付けフランジ標準規定	12
4.11	ベーキング用機材	12
4.12	支給及び貸与真空部品に関する一般規定	13
5.	「テンダー X 線ビームライン用光学系・輸送チャンネル機器の整備」の技術仕様	14
5.1	概要	14
5.2	設置場所と設置時期	14
5.2.1	設置場所	14
5.2.2	設置時期	14
5.3	構成	14
5.3.1	全体構成	14
5.3.2	構成要素	14
5.3.3	支給及び貸与物品	16
5.4	各構成要素の仕様	17
5.4.1	光学素子ホルダー	17
5.4.2	駆動機構	18
5.4.3	光学素子真空容器	21
5.4.4	光学素子真空容器用架台	24
5.4.5	遮蔽関連部品	25
5.4.6	モニター類	27
5.4.7	四象限スリット・アパーチャー類	29
5.4.8	フィルター類	30

5.4.9	真空防護関連部品.....	30
5.4.10	真空機器締結要素類.....	32
5.4.11	ユーティリティー配管・配線.....	35
5.4.12	据付・調整.....	38
5.4.13	試験検査.....	41

図目次

図 1 座標系の定義	6
図 2 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と正面図（参考図）	43
図 3 光学素子の配置図（参考図）	44

表目次

表 1	提出図書一覧	3
表 2	モニター類取付けフランジ標準規定	12
表 3	真空セクション一覧（上流側取り合い点から Q ブランチ分岐直前まで）（参考）	45
表 4	真空セクション一覧（Q ブランチ）（参考）	46
表 5	光学素子の仕様一覧（参考）	47
表 6	主軸回転走査機構（RC）の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法	48
表 7	第一結晶多軸調整機構（TRC1）の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法	48
表 8	第二結晶多軸調整機構（TRC2）の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法	48
表 9	結晶切替機構（TC）の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法	49
表 10	再集光鏡多軸調整機構（TRM3a）の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法	49
表 11	再集光鏡多軸調整機構（TRM3b）の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法	49
表 12	再集光鏡多軸調整機構（TRM3c）の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法	50
表 13	水冷式四象限スリット（4DS01）の可動幅、最小可変量、繰返精度及び駆動方法	50
表 14	ガンマストッパー（GS）と下流シャッター（DSS、DSSQ）の遮蔽体の外形寸法（参考）	50

第I部 一般仕様

1. 件名

テンダーX線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（以下「NanoTerasu」という。）に新たに整備するテンダーX線ビームラインの光学系・輸送チャンネル機器の整備に係る仕様を定めるものである。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、試験等を含む。また、放射線安全及び機器保護のための NanoTerasu 標準インターロックシステム（本仕様書の範囲外）との接続に必要な結線等を含む。

3. 納入品構成と仕様範囲

3.1 納入品構成

- a) テンダーX線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（NanoTerasu 標準インターロックシステム（仕様範囲外）への結線等含む）
 - 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 レーザーアライメント（光軸原点出し）
 - ⑦ QST 担当者が行う光学素子の取付け作業の支援

4. 納期

- a) 令和 11 年 3 月 23 日（金）
- b) 現地作業は同年 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 実験ホール内の指定する場所

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. 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

8. 提出図書

a) 共通事項

- ① 表1に記載の(コ)「完成図書」とは、(ア)～(ケ)の印刷物（表紙と目次を付してファイルに綴じたもの）及びQST担当者により適合と判断された最終版の電子ファイルを取録した記録メディアをいう。
- ② 表1の確認欄に「要」と記載の図書については、QST担当者の確認を受けるものとする。当該図書の内容が本仕様書に適合しないと判断された場合は受領されないものとし、受注者はQST担当者の指摘に基づき速やかに是正の上、再提出すること。なお、製作、試験検査、現場作業の着手前に提出する図書については、確認が完了するまでそれぞれの工程に着手してはならない。
- ③ 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。

b) 印刷物

- ① 印刷物は「完成図書」に限り作成し、提出すること。
- ② 印刷物は原則A4サイズ用紙とする。ただし、確認図、図表等はこの限りでない。
- ③ 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 (ア)～(ケ)の図書は、原則電子ファイルにて提出すること。
- ② 電子ファイルは、特記なき限り次の電子可読形式ファイルとする。
 - (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)
 - (3) 電子ファイルの提出方法は、(ア)～(ケ)については QST 担当者が指定する電子メール又はクラウドシステムとし、(コ)については記録メディアとする。

③ 記録メディア

- (1) CD-R 又は DVD-R とする。
- (2) 数量は 1 枚/部とする。
- (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 電子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とから、この点を考慮し提出すること。

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	製作の着手前	1	要
(ウ)	打合せ議事録	実施の都度	1	要
(エ)	試験検査要領書	試験検査の着手前	1	要
(オ)	試験検査成績書	試験検査の都度	1	要
(カ)	作業実施要領書	現場作業の着手前	1	要
(キ)	作業実施報告書	現場作業の翌日	1	要
(ク)	取扱説明書	納入時	1	－
(ケ)	納入品目表	納入時	1	－
(コ)	完成図書	納入時	2	－

9. 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。

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 担当者の上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、迅速な進捗を図ること。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こと。
- 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うこと。
- 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ェ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) 本仕様書に定める提出図書（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

テンダーX線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

テンダーX線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

- 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 R_x 、 R_y 、 R_z を定義する。
 - ① 光学素子が縦振りの場合、 R_x 、 R_y 、 R_z 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、 R_x 、 R_y 、 R_z はそれぞれヨー、ピッチ、ロールに対応する。

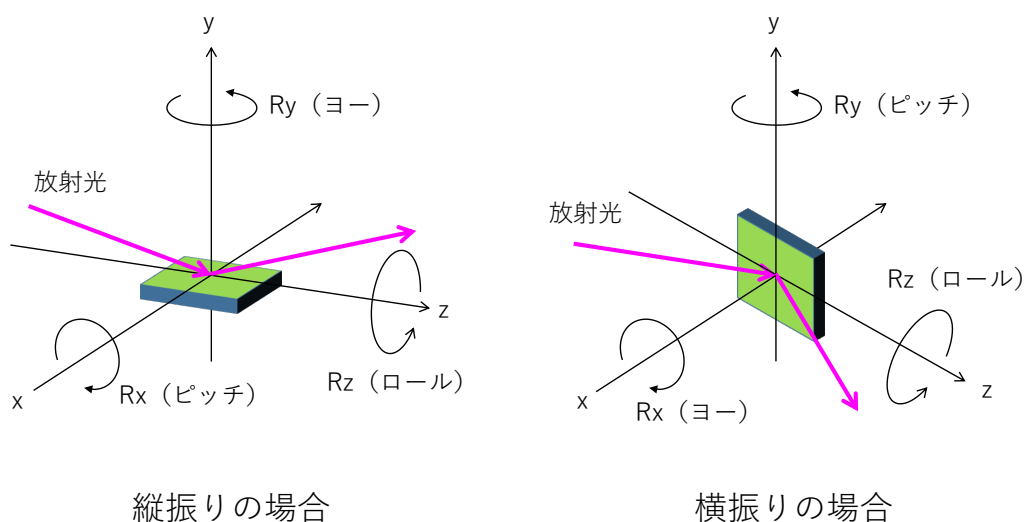


図 1 座標系の定義

4.2 調整機構

4.2.1 原点

- a) 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 繰返し精度（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に再現できることをいう。
 - 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) 繰返し精度の計測の際、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) 双方向繰返し精度と明記されない限り、指定された一方向の繰返しとし、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℃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 駆動制御機器

- a) NanoTerasu 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) NanoTerasu 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) NanoTerasu 標準ステッピングモータードライバ
 - 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。
- b) リークチェックは、原則 H e 真空吹き付け法とし、測定機器、温度、湿度などの条件を記録すること。

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 (キャノンアネルバ) 相当品
 - (2) コントローラーM923HG (キャノンアネルバ) 相当品
- ② コールド型真空計
 - (1) コールドカソードゲージ IKR060 (PFEIFFER) 相当品
 - (2) コントローラーTPG500 (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 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。
 - (2) 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。
 - (3) 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。
 - ② 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。

4.4.6 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 $1\text{E-}6\text{ Pa}$ 以下に至ることを目標とする。
 - (2) ベーキングを施してもよいとする。
 - (3) 到達真空度は $5\text{E-}7\text{ Pa}$ 以下を目標値とする。
 - (4) 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。

4.4.7 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。
 - (2) ベーキングを施しても良いとする。
 - (3) 到達真空度は $5\text{E-}6\text{ Pa}$ 以下を目標値とする。
 - (4) 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。

4.5 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。
 - 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る。

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。

4.7 真空内温度計測

4.7.1 測定子

- a) 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。
- b) 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。
- c) 使用されるリード線はポリイミド被覆線であること。
- d) 測温部、リード線ともに禁油処理されていること。

4.7.2 電流導入端子

- a) 電流導入端子付きフランジは ICF70 であること。
- b) ハーメチックシールであること。
- c) 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。

4.7.3 真空内ジョイント

- a) 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。
- b) 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。
- c) 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。

4.7.4 接続試験

- a) 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。
- b) 真空内温度を正常に計測できること。

4.8 ユーティリティー配管・配線

- a) 配管及び配線は、ベーキング時及び放射光照射時において、取り外し又は退避することなく使用可能な構造及び材質とすること。
- b) ベーキング時にやむを得ず取り外し又は退避が必要となる配管・配線については、QST 担当者と協議の上、コネクター等により安全かつ容易に着脱可能な構造とすること。
- c) 配線については、端子台及びケーブルの双方に接続先を識別できる機器名及び接続番号等を表示すること。
- d) PLC 制御機器に接続する信号名及び信号仕様については、QST 担当者の指示によるものとする。
- e) AC100V 及び AC200V の電源系統と制御信号系統は、同一端子台で取り合わないこと。
- f) チューブ配管（真空外）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。
- g) 電源投入及び通電確認は、QST 担当者立会いのもと実施すること。

4.9 冷却

4.9.1 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。
- b) NanoTerasu 標準光学素子冷却用水冷チラー
 - ① エスペックサーマルシステム TCW2KCF-UT 相当品
 - 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。

4.9.2 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、組立て時及び搬入時に異物が混入しないよう、ビニルキャップ等により簡易封止を行うこと。封止処置が確認できない場合は、納入後にフラッシング処理を要求する場合がある。
- e) 通水前にフラッシング処理を行うこと。ただし、構造上フラッシング処理が困難な場合は、QST 担当者と協議の上、対応を決定すること。

4.10 モニター類取付けフランジ標準規定

- 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。

表 2 モニター類取付けフランジ標準規定

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

4.11 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) NanoTerasu 標準ベーキングヒーターコントローラーとの接続及び外部からの監視・制御が可能な構成とすること。

4.12 支給及び貸与真空部品に関する一般規定

- a) 受注者は、支給又は貸与された真空部品について、取付け作業に着手する前に外観を目視確認し、外傷の有無を確認すること。
- b) 外傷、初期不良その他の異常を確認した場合は、速やかに QST 担当者へ報告するとともに、写真等によりその状況を明示すること。

5. 「テンダーX線ビームライン用光学系・輸送チャンネル機器の整備」の技術仕様

5.1 概要

本章では、QST のミッションである生命科学、物質科学、光学素子開発及び放射線基盤技術等の研究開発に供することを目的とするテンダーX線ビームライン用光学系及び輸送チャンネル機器の技術仕様を規定する。本ビームラインは、回折格子分光器、結晶分光器及び多層膜鏡分光器を切り替えて使用する複合型分光光学系により、テンダーX線を中心とする 1 keV 以上 15 keV 以下の X 線を 3 ブランチの実験ステーションへ供給する構想である。本仕様は、3 ブランチのうち Q ブランチに係る一連のビームライン光学系・輸送チャンネル機器を対象とし、主として 2.1 keV 以上 15 keV 以下の単色 X 線を供給する二結晶分光器 (DCM) 及び再集光光学系を整備するものである。本仕様の範囲は、既設フロントエンド終端ゲートバルブから Q ブランチの試料位置直前のベリリウム窓までの各機器の設計、製作、試験、搬入、据付及び調整並びに、支給品である光学素子の据付調整を含むものとする。また、NanoTerasu における放射線安全及び機器保護のための標準インターロックシステム (本仕様の範囲外) に組み込むために必要な配線、端子処理及び接続作業を含むものとする。

5.2 設置場所と設置時期

5.2.1 設置場所

- 本ビームラインは、NanoTerasu のポート番号 03U に設置すること。
- 納入機器、据付やアライメントに必要な計測機器、資材等の仮置き場所については、QST 担当者と協議の上決定する。

5.2.2 設置時期

- ビームライン光学系・輸送チャンネル機器の搬入、据付及び調整等の現地作業の実施時期は、光学ハッチ及び実験ハッチ (いずれも本仕様の範囲外) の設置状況を踏まえ、別途協議の上決定するものとする。

5.3 構成

5.3.1 全体構成

- 図 2 にビームラインの全景概略図を示す。
- 図 3 にビームラインにおける光学素子の配置図を示す。
- 表 3 及び表 4 に真空セクションの一覧を示す。
- 表 5 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

- 液体窒素冷却式第一結晶ホルダー (HC1)、3 個
 - 第一結晶ホルダーの識別記号は HC1m ($m=1\sim3$) とする。
- 液体窒素冷却式第二結晶ホルダー (HC2)、3 個
 - 第二結晶ホルダーの識別記号は HC2m ($m=1\sim3$) とする。
- 再集光鏡ホルダー (HM3a、HM3b、HM3c)、各 1 個

5.3.2.2 駆動機構

- 主軸回転走査機構 (RC)、1 式
- 第一結晶多軸調整機構 (TRC1)、1 式

- c) 第二結晶多軸調整機構 (TRC2)、1 式
- d) 結晶切替機構 (TC)、1 式
- e) 再集光鏡多軸調整機構 (TRM3a、TRM3b、TRM3c)、各 1 式

5.3.2.3 光学素子真空容器

- a) 二結晶分光器真空容器 (VDCM)、1 式
- b) 再集光鏡真空容器 (VM3)、1 式

5.3.2.4 光学素子真空容器用架台

- a) 二結晶分光器真空容器架台 (STD CM)、1 式
- b) 再集光鏡真空容器用架台 (STM3)、1 式

5.3.2.5 遮蔽関連部品

- a) ガンマストッパー (GS)、1 式
- b) 水冷式下流シャッター (DSS、DSSQ)、各 1 式

5.3.2.6 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) デュアルビームモニター (DM03、DM04)、各 1 式
- c) スクリーンモニター (SCM01Q、SCM02Q)、各 1 式

5.3.2.7 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

5.3.2.8 フィルター類

- a) ベリリウム窓 (BW)、1 式

5.3.2.9 差動排気関連部品

- a) 差動排気システム (DPS)、1 式
- b) 高速遮断アブソーバー (FABS)、1 式
- c) 高速遮断バルブ (FCV)、1 式

5.3.2.10 真空機器締結要素類

- a) 真空ダクト・真空ベローズ類、1 式
- b) ゲートバルブ、1 式
- c) 真空排気容器、1 式
- d) モニター用真空容器、1 式
- e) 架台、1 式
- f) 真空計、1 式
- g) 主排気ポンプ、1 式
- h) 粗引き排気ポンプ、1 式
- i) 計装、1 式

5.3.2.11 ユーティリティー配管・配線

- a) 制御ラック、1 式
- b) NanoTerasu 標準ステッピングモータードライバー、1 式
- c) NanoTerasu 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) 液体窒素、1 式
- h) NanoTerasu 標準インターロック (PLC) 用ケーブル、1 式
- i) 測温抵抗体用ケーブル、1 式
- j) 樹脂床、1 式

5.3.2.12 据付・調整

- a) 基準マークの設置、1 式
- b) 真空容器の設置、1 式
- c) 光学素子ホルダー及び駆動機構の精密設置、1 式
- d) 機械原点及び駆動範囲限界の記録、1 式
- e) 光学素子の取付け支援、1 式
- f) 真空立ち上げ、1 式

5.3.2.13 試験検査

- a) 員数検査、1 式
- b) 外観検査、1 式
- c) 寸法検査、1 式
- d) 調整機構駆動試験、1 式
 - ① 主軸回転走査機構 (RC) 駆動試験
 - ② 第一結晶多軸調整機構 (TRC1) 駆動試験
 - ③ 第二結晶多軸調整機構 (TRC2) 駆動試験
 - ④ 結晶切替機構 (TC) 駆動試験
 - ⑤ 再集光鏡多軸調整機構 (TRM3a、TRM3b、TRM3c) 駆動試験
- e) 漏洩試験、1 式
- f) ベーキングヒーター通電・絶縁試験、1 式
- g) 据付精度試験、1 式

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 5 参照)
 - ① Si(111)分光結晶 (C)、2 個
 - (1) 第一結晶及び第二結晶の識別記号は、それぞれ C1m 及び C2m ($m=1\sim3$) とする。
 - (2) 仕様書で支給する分光結晶は、 $m=1$ に対応する C11 及び C21 とする。なお、本仕様書では、文脈上明らかな場合には、それぞれ C1 及び C2 と表すことがある。
 - ② 平面鏡 (M3a)、1 個
 - ③ サジタル円筒鏡 (M3b)、1 個

5.3.3.2 貸与物品

- a) 半月板 (CP)、1 式
- b) 測温抵抗体用多点計測モジュール (ケーブルは含まない)、1 式
- c) NanoTerasu 標準リークテスター (ヘリウムガスを含む)、1 式
- d) ラダー、1 式
- e) 粗引き排気ポンプ、10 式程度

- f) NanoTerasu 標準ベーキングヒーターコントローラー、1 式
- g) 質量ガス分析器、1 式

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、二結晶分光器 (DCM) 用分光結晶 (C)、再集光鏡 (M3a、M3b、M3c) を超高真空中で保持するためのホルダーで、液体窒素冷却式結晶ホルダー (HC1、HC2) 及び再集光鏡ホルダー (HM3a、HM3b、HM3c) から構成される。

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：室温又は液体窒素温度

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 5 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 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) 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) 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。
 - (3) 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。
 - (4) 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。
 - (5) 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。
 - (6) 配管からの振動が光学素子や他の駆動機構の精度に影響を与えないように工夫すること。
- ⑥ アライメント用として、液体窒素冷却式結晶ホルダー用ダミー結晶及び再集光鏡ホルダー用ダミーミラーを製作すること。いずれもアルミニウム製とし、中心にケガキを入れること。

b) 液体窒素冷却式第一結晶ホルダー及び第二結晶ホルダー (HC1、HC2)

① 仕様

- (1) HCn ($n = 1, 2$) は、DCM 用分光結晶 Cn を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ができる構造であること。
- (2) HC1 は、第一結晶 C1 を縦振り上向きで利用できる構造とする。
- (3) HC2 は、第二結晶 C2 を縦振り下向きで利用できる構造とする。
- (4) HCn は、Cn を液体窒素冷却方式による間接冷却が可能な構造であること。
- (5) HCn には温度計測できるようにするとともに、後述の駆動機構の性能が 5.4.2.3 項の使用条件下で維持されるよう必要な措置を講ずること。
- (6) 液体窒素冷却の配管等の詳細については別途協議の上決定する。
- (7) 液体窒素冷却式結晶ホルダー用ダミー結晶を 2 個製作すること。
- (8) ダミー結晶はアルミニウム製とし、中心にケガキを入れること。
- (9) 5.3.2.1 項に示すように、HC1 と HC2 は各 3 個である。HC1m と HC2m ($m = 1 \sim 3$) のペアを DCMm とすると、支給する分光結晶は DCM1 に取り付けること。また、DCM2 にはダミー結晶を取り付け、DCM3 には何も取り付けない。

c) 再集光鏡ホルダー (HM3a、HM3b、HM3c)

① 仕様

- (1) HM3x ($x = a, b, c$) は、再集光鏡 M3x を水平横向きで利用できる構造とし、M3x 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ができる構造であること。
- (2) HM3x 用ダミーミラーを各ホルダーに 1 個 (計 3 個) 製作すること。
- (3) ダミーミラーはアルミニウム製とし、中心にケガキを入れること。

5.4.2 駆動機構

5.4.2.1 概要

駆動機構は、二結晶分光器 (DCM) の分光結晶 (C1、C2) および再集光鏡 (M3a、M3b、M3c) の位置、角度、姿勢等を超高真空下で高精度に位置決め・調整するとともに、ベント機構による M3a の曲率半径の設定・調整、DCM 主軸の角度掃引および結晶の切り替え等を行う。駆動機構は、主軸回転走査機構 (RC)、第一結晶多軸調整機構 (TRC1)、第二結晶多軸調整機構 (TRC2)、結晶切替機構 (TC)、ならびに再集光鏡多軸調整機構 (TRM3a、TRM3b、TRM3c) 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 相ペンタゴン結線によるステッピングモーター駆動方式とし、NanoTerasu 標準パルスモータードライバで駆動できること。

- 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) 主軸回転走査機構 (RC)

① 概要

二結晶分光器 (DCM) の主軸回転走査機構 (RC) は、第一結晶 C1 および第二結晶 C2 を互いに向き合った状態 (+-配置) で搭載した DCM の主軸を回転駆動し、所定の角度に高精度に設定するとともに、角度掃引を行うための一軸回転走査機構である。

② 仕様

- (1) RC は、分光結晶が取り付けられた液体窒素冷却式結晶ホルダー HC1m 及び HC2m ($m = 1 \sim 3$) をそれぞれ縦振り上向き配置及び縦振り下向き設置で搭載できる構造であること。
- (2) C1 及び C2 の配置関係を図 3 に示す。C1 と C2 間のオフセット量は表 5 のとおりとする。
- (3) DCM の主軸は、C1 及び C2 の結晶中心を結ぶ線分の中点を通る x 軸に平行な軸であり、当該軸を回転中心とする。
- (4) RC の可動幅、最小可変量及び繰返精度を表 6 に示す。回転速度は 1.0° /秒以上であること。
- (5) 回転走査の安定性を評価可能なエンコーダーを真空容器内に設置すること。なお、エンコーダーシステムは、エンコーダー本体、ケーブル、PC 等と通信可能な表示器及び必要な付属機器から構成されるものとする。
- (6) RC は、その可動幅の全域で後述の第一結晶多軸調整機構 (TRC1)、第二結晶多軸調整機構 (TRC2)、結晶切替機構 (TC) の位置及び角度によらず、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。
- (7) 他の軸の可動量によって RC の可動幅に制限が生じるおそれがある場合は、優先する可動軸、干渉箇所、原点及びリミット設定位置等について、あらかじめ QST 担当者と協議の上決定し、確認図に明示すること。
- (8) 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。

c) 第一結晶多軸調整機構 (TRC1)

① 概要

第一結晶多軸調整機構 (TRC1) は、第一結晶 C1m ($m = 1 \sim 3$) を独立に並進及び回転駆動させ、所定の位置及び角度に位置決め・調整するための多軸調整機構である。ブラッグ角微調整及び結晶間方向の並進移動に用いる。

② 仕様

- (1) TRC1 は、C1m が取り付けられた第一結晶ホルダー HC1m を縦振り上向き配置で設置できる構造であること。
- (2) TRC1 の可動幅、最小可変量及び繰返精度を表 7 に示す。

- (3) TRC1 は、各可動軸を独立に駆動できる構造であること。
 - (4) TRC1 は、C1m を z 軸上の放射光から退避させ、放射光を下流へ通過させることができる構造であること。
 - (5) TRC1 の各可動軸には、位置決め性能の評価が可能なエンコーダーを設置すること。なお、エンコーダーシステムは、エンコーダー本体、ケーブル、PC 等と通信可能な表示器及び必要な付属機器から構成されるものとする。
 - (6) TRC1 は、精度等の性能が液体窒素冷却による影響を受けにくい構造であること。そのため、5.4.2.3 b) 項を満足するために必要な対策を講じるとともに、TRC1 の温度を常時監視できるように白金測温抵抗体を設けること。なお、計測位置や点数等の詳細については別途協議の上決定する。
- d) 第二結晶多軸調整機構 (TRC2)
- ① 概要
第二結晶多軸調整機構 (TRC2) は、第二結晶 C2m ($m = 1 \sim 3$) を独立に並進及び回転駆動させ、所定の位置及び角度に位置決め・調整するための多軸調整機構である。
 - ② 仕様
 - (1) TRC2 は、C2m が取り付けられた第二結晶ホルダー HC2m を縦振り下向き配置で設置できる構造であること。
 - (2) TRC2 の可動幅、最小可変量及び繰返精度を表 8 に示す。
 - (3) TRC2 は、各可動軸を独立に駆動できる構造であること。
 - (4) TRC2 の各可動軸には、位置決め性能の評価が可能なエンコーダーを設置すること。なお、エンコーダーシステムは、エンコーダー本体、ケーブル、PC 等と通信可能な表示器及び必要な付属機器から構成されるものとする。
 - (5) TRC2 は、精度等の性能が液体窒素冷却による影響を受けにくい構造であること。そのため、5.4.2.3 b) 項を満足するために必要な対策を講じるとともに、TRC2 の温度を常時監視できるように白金測温抵抗体を設けること。なお、計測位置や点数等の詳細については別途協議の上決定する。
- e) 結晶切替機構 (TC)
- ① 概要
結晶切替機構 (TC) は、第一結晶 C1m および第二結晶 C2m から構成される DCMm ($m = 1 \sim 3$) を超高真空中で切り替えるための一軸並進駆動機構である。
 - ② 仕様
 - (1) TC は、超高真空中で 3 組の DCMm を x 軸と平行な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) TC の可動幅、最小可変量、繰返し精度を表 9 に示す。
 - (3) TC の可動幅は、全ての結晶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を前提とする。ただし、HC1 及び HC2 の寸法に依存するため別途協議の上決定する。
 - (4) TC は、その可動幅の全域で前述の主軸回転走査機構 (RC)、第一結晶多軸調整機構 (TRC1)、第二結晶多軸調整機構 (TRC2) の位置及び角度によらず、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。

- (5) 他の軸の可動量によって TC の可動幅に制限が生じるおそれがある場合は、優先する可動軸、干渉箇所、原点及びリミット設定位置等について、あらかじめ QST 担当者と協議の上決定し、確認図に明示すること。
- (6) TC による切り替え操作で RC の位置決め精度、繰返精度等の性能が損なわれないように必要な対策を講じること。
- f) 再集光鏡多軸調整機構 (TRM3a、TRM3b、TRM3c)
- ① 概要
- 再集光鏡多軸調整機構 (TRM3a、TRM3b、TRM3c) は、再集光鏡 (M3a、M3b、M3c) をそれぞれ独立に並進及び回転駆動し、所定の位置及び角度に位置決め・調整するための多軸調整機構である。TRM3a は、ベント機構により M3a のタンジェンシャル曲率半径を設定・調整できる。また、本多軸調整機構は、後年整備を想定したブランチ切替えに対応する。
- ② 仕様
- (1) TRM3a は、平面鏡 M3a が取り付けられた再集光鏡ホルダー (HM3a) を実験ホール側へ水平横振り配置 ($-x$ 方向) で設置できる構造であること。
- (2) TRM3b は、サジタル円筒鏡 M3b が取り付けられた再集光鏡ホルダー (HM3b) を蓄積リング側へ水平横振り配置 ($+x$ 方向) で設置できる構造であること。
- (3) TRM3c は、サジタル円筒鏡 M3c が取り付けられた再集光鏡ホルダー (HM3c) を実験ホール側へ水平横振り配置 ($-x$ 方向) で設置できる構造であること。
- (4) M3a、M3b、M3c の配置関係を図 3 に示す。M3a と M3b 間のオフセット量は表 5 のとおりとする。
- (5) TRM3x ($x = a \sim c$) は、各 M3x を z 軸上の放射光から退避させ、放射光を下流へ通過させることができる構造であること。
- (6) TRM3x の可動幅、最小可変量及び繰返精度を表 10～表 12 にそれぞれ示す。
- (7) TRM3x は、本ビームラインで想定する各ブランチに応じて、再集光鏡を以下の組合せで選択できる構造であること。
- 1) Q ブランチ (本仕様の範囲内) : M3a 及び M3b
 - 2) S ブランチ (本仕様の範囲外) : M3c
 - 3) T ブランチ (本仕様の範囲外) : M3b
- (8) TRM3b と TRM3c は、鏡の反射面が互いに向かい合うような配置で設置される。ブランチ切り替えの際、その可動幅の全域で互いの位置及び角度によらず、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。
- (9) 他の軸の可動量によって TRM3x の可動幅に制限が生じるおそれがある場合は、優先する可動軸、干渉箇所、原点及びリミット設定位置等について、あらかじめ QST 担当者と協議の上決定し、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。二結晶分光器真空容器 (VDCM) 及び再集光鏡真空容器 (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、機器用ボ

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、質量ガス分析器、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) 受注者は、主排気ポンプの取り付け及び取り外しにあたって、既設の実験ホール内天井クレーン及びハッチ内天井チェーンブロックを使用できる。

(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。
- 2) 粗引き用ポートには、特記なき限り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

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) 二結晶分光器真空容器 (VDCM)

① 概要

二結晶分光器真空容器 (VDCM) は分光結晶 (C1 及び C2) 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) VDCM は、5.3.2.2 項に記載の駆動機構 a)～d)を取り付けることができる構造であること。

(2) タンタルコリメーター (TaC)

- 1) VDCM の入射ポートには、放射光の入射範囲を制限するタンタルコリメーター (TaC) を設けること。
- 2) TaC は、開口 ϕ 17mm 以上 (+公差を認めない)、長さ 50mm 以上 (-公差を認めない) とする。

(3) コンプトンシールド (CS)

- 1) C1 への放射光照射により発生する散乱 X 線及び C1 から放出される光電子等が真空容器や駆動機構等へ照射されるのを防止するため、コンプトンシールド (CS) を設けること。
- 2) CS は水冷すること。その際、冷却水循環による振動を極力抑える措置を講じること。

(4) ビームキャッチャー (BC)

- 1) C1 に入射すべき放射光が C1 に照射されず、真空容器等へ直接照射されることを防止するため、ビームキャッチャー (BC) を設けること。

- 2) BC の表面は水平に対して約 7 度の傾斜を設けて設置すること。
- 3) BC は水冷すること。その際、冷却水循環による振動を極力抑える措置を講じること。
- 4) C1 を光路外へ退避して放射光を下流へ通過させる場合には、BC も光路外へ退避できる構造であること。

(5) 冷却

- 1) C1 及び C2 を冷却するための液体窒素冷却循環用ポートを設けること。
- 2) CS 及び BC を冷却するための冷却水循環用ポートを設けること。
- 3) 冷媒の循環による振動が分光結晶及びその駆動機構に伝播しにくいよう必要な対策を講じること。
- 4) 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。

(6) VDCM は光学ハッチ内に設置されるため、その周辺スペースが狭いことを考慮し、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構造とすること。

c) 再集光鏡真空容器 (VM3)

① 概要

再集光鏡真空容器 (VM3) は再集光鏡 (M3a、M3b、M3c) 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。また、本真空容器は、後年整備を想定したブランチ切替えに対応する。

② 仕様

- (1) VM3 は、5.3.2.2 項に記載の駆動機構 e) を取り付けることができる構造であること。
- (2) VM3 は、本ビームラインで想定する各ブランチに対応した再集光鏡の配置が可能な内部空間を有するとともに、再集光鏡を z 軸上の放射光から退避させた状態で、放射光を下流へ通過させることができる構造であること。
- (3) VM3 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。
- (4) M3a を収納する真空容器と M3b 及び M3c を収納する真空容器の二分割構成について、QST 担当者と協議の上合理的と認められる場合には、それを妨げない。その際、両真空容器で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。二結晶分光器真空容器用架台 (STDCM) 及び再集光鏡真空容器用架台 (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 ± 0.05 mm 以下の精度で決められること。

b) 二結晶分光器真空容器用架台（STDCM）

① 概要

二結晶分光器真空容器用架台（STDCM）は、駆動機構と二結晶分光器真空容器（VDCM）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) STDCM は、次の駆動機構を分離して支持できる構造であること。

- 1) 主軸回転走査機構（RC）
- 2) 第一結晶多軸調整機構（TRC1）
- 3) 第二結晶多軸調整機構（TRC2）
- 4) 結晶切替機構（TC）

(2) STDCM は、光学ハッチ（OH）内に設置すること。

c) 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、駆動機構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、以下の駆動機構を分離して支持できる構造であること。

再集光鏡多軸調整機構（TRM3a、TRM3b、TRM3c）

(2) STM3 は、OH 内に設置すること。

5.4.5 遮蔽関連部品

5.4.5.1 概要

遮蔽関連部品は、鉛等により放射線遮蔽するためのガンマストッパー（GS）、下流シャッター（DSS、DSSQ）、半月板、光学ハッチ、実験ハッチ等の構造物である。本仕様書では、GS、DSS、DSSQ 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、光源加速器に由来する制動放射線、二結晶分光器（DCM）を透過する高エネルギー放射線、及びこれらに起因する二次放射線を遮蔽し、放射線防護を確保するための機器であり、遮蔽体、真空ダクト、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-Z 4817 標準品（ 11.26 g/cm^3 以上）に準拠すること。

- (2) 遮蔽体の材質、化学成分、密度、寸法を証明する化学分析結果等の書類（ミルシート）を確認図の使用部品の性能表として添付すること。
- (3) 遮蔽体の外形寸法を表 14 に示す。真空ダクト用貫通部の開口を除いて外形寸法はプラス公差とする。
- (4) 遮蔽体は SUS304 の外枠内に鑄込むものであること。
- (5) GS には貫通部を最大限利用できる寸法の真空ダクトを用いること。
- (6) 遮蔽体と真空ダクトとの隙間は鉛毛等で埋めること。

b) 水冷式下流シャッター（DSS、DSSQ）

① 概要

水冷式下流シャッター（DSS、DSSQ）は、遮蔽体ブロックを光軸上へ挿入して放射光を遮断するための光学機器であり、光軸から退避可能な構造を有する。また、将来のブランチ切替えに対応するため、分岐された光路において放射光を選択的に遮断するとともに、全光路に対して放射光を一括して遮断できる機能を有する。さらに、比較的大きな熱負荷を有する放射光（ピンクビーム）の遮断にも対応するため、水冷構造とする。

② 仕様

- (1) DSS 及び DSSQ は、遮蔽体を光軸上へ挿入して放射光を遮断するとともに、光軸から退避できる構造であること。
- (2) DSS 及び DSSQ は、将来のブランチ切替えに対応できる構造とし、上流側の切替えミラーにより分岐された光路において放射光を選択的に遮断するとともに、全光路に対して放射光を一括して遮断できること。
- (3) DSS 及び DSSQ を構成する遮蔽体の材質は、タングステン密度が 18.0 g/cm^3 以上の非磁性材タングステン-ニッケル-銅系焼結合金（日本タングステン社製ヘビーアロイ HAC1 相当品）であること。
- (4) 遮蔽体の材質、化学成分、密度、寸法を証明する化学分析結果等の書類（ミルシート）を確認図の使用部品の性能表として添付すること。
- (5) 遮蔽体の外形寸法を表 14 に示す。マイナス公差は認めない。
- (6) 遮蔽体は水冷構造とすること。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。
- (7) DSS 及び DSSQ における遮蔽体の駆動機構は、特記なき限り DC24V 電磁弁で操作する圧縮空気方式とすること。駆動用電力は NanoTerasu 標準インターロックシステムより供給すること。
- (8) DSS 及び DSSQ の挿入時における遮蔽体の位置再現性は $\pm 0.1 \text{ mm}$ 以下であること。
- (9) DSS 及び DSSQ は、ドライブ信号により遮蔽体の挿入及び退避操作が可能であること。関連する信号線は、表 3 及び表 4 に示す端子台に結線すること。
- (10) 遮蔽体の挿入及び退避の状態を無電位接点によって与えること。
- (11) DSS 及び DSSQ 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 に示すとおりとする。
- (12) ビームサイズを考慮した上で遮蔽体の退避位置及び可動幅を確定すること。
- (13) 真空内で使用する材料、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。

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、設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。

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 真空内で使用する材料、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 NanoTerasu 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 及び表 4 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。

- 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、3 枚の平面鏡（M0a、M0b、M0c）から構成される高次光除去光学系（以下、「M0」という。）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。なお、M0 及びこれを収納する真空容器等は、後年整備機器であり、本仕様の範囲外である。
- (2) DM02 は、ベント機構付平面鏡（M1a）とサジタル円筒鏡（M1b）から構成される前置集光鏡（以下、「M1」という。）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。なお、M1 及びこれを収納する真空容器等は、後年整備機器であり、本仕様の範囲外である。
- (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 及び 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 ± 0.2 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) 受光面の材料は金、サイズは 25 mm 角、0.1 mm 厚以上とする。
- (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) 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) 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) デュアルビームモニター (DM03、DM04)

① スクリーンモニター部

- (1) DM03 の設置位置は、ガンマストッパー (GS) の下流側を基本とするが、QST 担当者との協議により上流側へ変更する場合がある。その場合、設置位置に応じて以下の条件を満たす構造とすること。
- 1) GS の下流側に設置する場合 (図 2 及び表 3 記載のとおり) : 二結晶分光器 (DCM) からの反射光の照射位置を大気側から目視観察できること。
- 2) GS の上流側に設置する場合 : DCM からの反射光と DCM 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) DM04 は、ベント機構付平面鏡 (M3a)、サジタル円筒鏡 (M3b 及び M3c) から構成される再集光鏡光学系 (以下、「M3」という。) の反射光と M3 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、DCM 及び M3 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 ± 0.2 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) DM03 は、設置位置に応じて以下の入射した放射光によるドレイン電流を計測できる構造であること。

1) GS の下流側に設置する場合 (図 2 及び表 3 記載のとおり) : DCM からの反射光

2) GS の上流側に設置する場合 : DCM からの反射光と DCM を退避した際のダイレクト光

- (2) DM04 は、M3 の反射光と M3 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) 受光面の材料は金、サイズは 25 mm 角、0.1 mm 厚以上とする。

- (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) 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) 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。

d) スクリーンモニター (SCM01Q、SCM02Q)、各 1 式

- 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、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る構造であること。

- ③ 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 ± 0.2 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。

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 四象限スリット・アパーチャー類

5.4.7.1 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、水冷式四象限スリット (4DS01) 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 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) 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、各ブレードは独立に駆動できること。
- ② ブレードは水冷すること。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。
- ③ 各ブレードのドレイン電流を計測できるようにすること。
- ④ 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 13 に示す。

5.4.7.4 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。

5.4.8 フィルター類

5.4.8.1 概要

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。

5.4.8.2 構成

- a) 5.3.2.8 項のとおり

5.4.8.3 仕様

- a) ベリリウム窓 (BW)

- ① BW は、窓付ゲートバルにベリリウム膜を取り付けること。
- ② 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を用いること。駆動電力は NanoTerasu 標準インターロックシステムより供給する。
- ③ BW に関連する信号線は、表 4 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 ベリリウム膜は両面研磨すること。

5.4.8.4 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。

5.4.9 真空防護関連部品

5.4.9.1 概要

真空防護関連部品は、実験ステーションに設置されたベリリウム窓 (BW) の破損等による真空事故が発生した際、蓄積リング及びフロントエンドへの急激な圧力上昇 (大気流入) の伝播を抑制・遮断し、上流側真空系を保護することを目的とする真空機器群である。本部品群は、大気流入時のコンダクタンスを制限して圧力上昇の伝播を遅延させる差動排気システム (DPS)、圧力上

昇検知後に放射光ビームを遮断する高速アブソーバー（FABS）及び真空ラインを閉止する高速遮断バルブ（FCV）により構成され、これらを組み合わせた真空防護機構とする。

5.4.9.2 構成

- a) 5.3.2.9 項のとおり

5.4.9.3 仕様

- a) 共通事項

- ① 真空防護関連部品に関連する信号線は、表 3 及び表 4 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 真空防護関連部品の駆動機構は、特記なき限り DC24V の電磁弁操作による圧縮空気方式とすること。

- b) 差動排気システム（DPS）

- ① 概要

差動排気システム（DPS）は、大気流入事故時にコンダクタンスを制限することにより圧力上昇の上流側への伝播を遅延させ、高速遮断バルブ（FCV）が完全に閉止するまでの時間を確保するための機器である。

- ② 仕様

- (1) 複数のアパーチャー（コンダクタンス制限穴）とそれらの間に配置された独立した真空容器により構成されること。
- (2) 各真空容器は、支給する主排気ポンプにより独立して排気される構造であること。
- (3) アパーチャーは、放射光ビームの通過を妨げることなく、大気流入時のコンダクタンスを低減できる内径及び長さを有すること。

- c) 高速アブソーバー（FABS）

- ① 概要

高速アブソーバー（FABS）は、大気流入の検知直後、高速遮断バルブ（FCV）が閉止するまでのわずかな間に、強力な放射光ビームが FCV の弁体へ直接照射されるのを防ぐため、ビームを緊急遮断する機器である。

- ② 仕様

- (1) FABS は、圧力上昇検知から 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、銅製ブロックにより放射光ビーム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。
 - (4) FABS は、光軸への挿入及び光軸からの退避が可能な駆動機構を有すること。
- ③ 真空防護関連部品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 に示すとおり共通とする。

- d) 高速遮断バルブ（FCV）

- ① 概要

高速遮断バルブ（FCV）は、真空異常発生時に、高速アブソーバー（FABS）と連動して作動し、真空ラインを高速に閉止することで、大気の流れが上流側のフロントエンド及び蓄積リングへ到達することを防止するための真空保護機器である。

- ② 仕様

- (1) FCV は、圧力上昇検知信号に基づき、真空ラインを高速に閉止できる構造であること。

- (2) FCV は、圧力上昇検知から 0.05 秒以下で閉止動作を完了できること。
- (3) FCV は、超高真空仕様とし、真空中に使用する材料、シール構造及び駆動部は UHV 対応であること。
- (4) FCV の真空シール部は、ベローズ等による金属シール構造とし、真空漏れを低減する構造であること。
- (5) FCV は、開閉動作が可能な駆動機構を有すること。
- (6) FCV は、開閉状態を検出する位置確認信号を有すること。

5.4.9.4 特記事項

真空防護関連部品の設置位置、寸法及び周辺機器との取り扱い等の詳細については、QST 担当者と協議の上決定する。

5.4.10 真空機器締結要素類

5.4.10.1 概要

真空接続要素類は、真空機器取り扱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。取り扱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。

5.4.10.2 構成

- a) 5.3.2.10 項のとおり

5.4.10.3 仕様

- a) 共通事項

① 真空セクション

- (1) 真空セクションは、表 3 及び表 4 に示すように、超高真空排気された真空機器取り扱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 真空機器取り扱い点

- (1) 真空機器取り扱い点上流

- 1) 真空機器取り扱い点上流は、遮蔽壁ラチェット面から下流約 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) 真空機器取り扱い点下流

- 1) ベリリウム窓付ゲートバルブ (GV25Q) 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、原則 ICF70 とし、ダクト内径は $\phi 30$ 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 の遮蔽体の貫通部を最大限利用できる寸法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原則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。

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 及び表 4 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) 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、ビームライン輸送チャンネルの超高真空を維持するために主排気ポンプ等を取付けられた真空容器であり、表 3 及び表 4 に示す排気ステーション (PS) を対象とする。

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、原則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) 5.3.2.5 b)項に記載の遮蔽関連部品
- 2) 5.3.2.6 項に記載のモニター類
- 3) 5.3.2.7 項に記載の四象限スリット・アパーチャー類

(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、原則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 4.5 項のとおり。

③ 特記事項

(1) 光学ハッチ (OH) の後面パネル及び実験ハッチ 2 (EH2) の前面パネルにおける各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。NanoTerasu 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。

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) 二結晶分光器真空容器 (VDCM) 及び再集光鏡真空容器 (VM3) にはホット型真空計を 2 台以上設置すること。また、VDCM にはコールド型真空計も 1 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、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し、イオンポンプ (IP) 又はゲッター (NEG) ポンプ、若しくは NEG とイオンポンプ (IP) の複合機 (以下「複合機」という。) で構成される。

② 仕様

(1) 主排気ポンプを表 3 及び表 4 に示す。これらは同表に記載の真空度クラスを達成・維持できる排気性能であること。

(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具備すること。

(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本仕様を含む。

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 4.5 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 NanoTerasu 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) NanoTerasu 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。

5.4.11 ユーティリティ配管・配線

5.4.11.1 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 NanoTerasu 標準ステッピングモータードライバ及びコントローラーの配線に加え、NanoTerasu 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。

5.4.11.2 構成

a) 5.3.2.11 項のとおり

5.4.11.3 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ーステーションを供給点とすること。
- ② ラダー及びユーティリテーステーション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、モーターコントローラー等の機器を収納するための 19 インチラックで構成される。

② 仕様

- (1) 制御ラックは、図 2 に示すように、指定の場所に設置し、上流側から制御ラック#1、#2、#3 と呼ぶ。
- (2) 制御用ラックの台数については、収納する機器の構成を踏まえ別途協議の上決定する。
- (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) NanoTerasu 標準ステッピングモータードライバ

① 概要

NanoTerasu 標準ステッピングモータードライバは、駆動機構のステッピングモーターを駆動するためのモータードライバであり、各駆動軸に 1 台対応する。NanoTerasu 標準モーターコントローラーからの駆動指令及びリミットスイッチ信号に対応できるものとする。

② 仕様

- (1) ステッピングモーターの駆動に必要な数量の NanoTerasu 標準ステッピングモータードライバを設置すること。
- (2) モータードライバ本体のほか、ステッピングモーター及び NanoTerasu 標準モーターコントローラーとの接続に必要なケーブルの製作、配線及び結線を本仕様に含むこと。

d) NanoTerasu 標準モーターコントローラー

① 概要

NanoTerasu 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するためのパルス信号を発生し、最大 16 台の NanoTerasu 標準ステッピングモータードライバを制御する機器である。また、Ethernet を介したリモート制御に対応する。

② 仕様

- (1) ステッピングモーターの駆動に必要な数量の NanoTerasu 標準モーターコントローラーを設置すること。

e) 電力

① 概要

電力は、所定のコンセント盤から、本仕様の対象となる機器（支給品及び貸与品を含む）へ電源を供給するための設備である。必要に応じて制御盤及び端子盤を設け、機器への電気配線を行う。

② 仕様

- (1) 電源供給の主たる取り合い点は、コンセント盤とする。なお、コンセント盤は本仕様の範囲外であり、その設置位置については別途指示する。
- (2) 電源ケーブル等は、ケーブルラックの最寄り位置まで集約し、ラダー、カッティングダクト等を用いて保護すること。
- (3) 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、ケーブル経路は真空ダクトを渡すことを避けること。
- (4) ベーキングヒーター類への結線を含むものとし、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、当該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 NanoTerasu 標準型コネクタ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、モニター類及びその他の空気駆動機器の挿入・退避等の駆動源として用いるためのもので、圧縮空気駆動機器へ圧縮空気を供給するための配管を行う。

② 仕様

- (1) 圧縮空気により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) 冷却水

① 概要

冷却水は、建屋施設から供給され、本仕様の対象となる水冷機器の冷却に用いる。冷却水配管に係る全ての配管作業を行うとともに、必要な冷却水インターロック信号を次世代放射光施設インターロックシステムへ接続する。

② 仕様

- (1) 建屋施設から供給される施設冷却水を、本仕様で水冷を要する機器へ供給するための冷却水配管を行うこと。
- (2) 冷却水配管は、所定の冷却水供給・排水部から各機器までの配管作業を含むこと。
- (3) 本仕様で水冷を要する機器の復路には流量計を設けるとともに、次世代放射光施設インターロックシステムへの配線及び必要な電源配線を行うこと。

h) 液体窒素

① 概要

液体窒素は、建屋施設から供給される液体窒素冷却装置を介して、二結晶分光器（DCM）の分光結晶の冷却に用いる。本仕様では、液体窒素冷却装置の二次側冷却配管と二結晶分光器真空容器（VDCM）との接続を本仕様の範囲とする。

② 仕様

- (1) 液体窒素冷却装置は、二次側冷却配管までを含め、支給する。

(2) 受注者は、支給する二次側冷却配管を VDCM へ接続すること。VDCM との取り合いはバヨネット継手とすること。

i) NanoTerasu 標準インターロック (PLC) 用ケーブル

① 概要

NanoTerasu 標準インターロックシステムへの接続に必要な本仕様対象機器の制御信号用ケーブルを敷設し、所定の信号取り合い点まで接続する。

② 仕様

(1) NanoTerasu 標準インターロックシステムへ接続する機器及び信号の一覧を表 3 及び表 4 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) 本仕様の対象機器と、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

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。

j) 測温抵抗体用ケーブル

① 概要

光学素子等の温度計測に用いる測温抵抗体用ケーブルについて、測温抵抗体から真空フィードスルーを介して中継端子台までの配線を行う。

② 仕様

(1) 配線に必要なケーブル、コネクタ等を含むこと。

(2) 真空内で使用するケーブル、真空フィードスルー及びコネクタ類は、超高真空仕様とすること。

(3) ケーブル両端には配線図と対応した識別表示を行い、測温抵抗体番号と中継端子台の端子番号との対応が識別できるようにすること。

k) 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、設置機器の安定性を確保することを目的と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 項に記載の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) 樹脂床を設けた後は、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

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。

5.4.12 据付・調整

5.4.12.1 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、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。

5.4.12.2 構成

a) 5.3.2.12 項のとおり

5.4.12.3 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、資材等を搬出する際も同様とする。
- 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・調整に必要な寸法は、現地にて図面から読み取って算出する必要があるように、予め図面に明記しておくこと。
- ④ 支給及び貸与物品においても、本仕様の範囲に含まれる現地作業を行うこと。

b) 基準マークの設置

① 概要

据付・調整等に必要な基準点を示す基準マークを設置する。

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・アパーチャー類及びモニター類については、当該機器の中心位置又は基準位置を確認できるよう、光軸方向及び光軸直角方向のそれぞれについて 2 点以上の基準マークを貼付すること。なお、QST 担当者との協議の上、基準マークの点数を減ずることができる。
- (6) 基準マークは、原則として、機器設置後においても確認できる位置に設置すること。

c) 真空容器の設置

① 概要

真空容器を指定する位置に設置し、固定する。

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中心位置を示す治具については、ICF70、ICF114 及び ICF152 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) 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

真空容器等の重量物の搬入及び移動は、ハッチ内に設置された既設の天井チェンブロッック及び実験ホール内のクレーンを用いて行うことができる。天井チェンブロッックを使用する場合は、その可動範囲及び定格荷重等をあらかじめ確認すること。

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を所定の精度で各光学素子真空容器に設置する。

② 仕様

- (1) 駆動機構は ± 0.1 mm の精度で設置すること。
- (2) 駆動機構は、所定の角度及び高さとなるように設置し、その位置が機械原点となるよう調整すること。
- (3) 据付・調整は、中心線を示すケガキを施したアルミニウム製ブロック製のダミーミラーを用いること。
- (4) 四象限スリット・アパーチャー類及びモニター類については、駆動機構に準じて精密設置を行うこと。この場合、機器の中心位置又は基準位置を示すケガキ線が機械原点となるよう設置すること。
- (5) 真空排気及びフランジ締結に伴う位置変動を極力低減できるよう配慮すること。なお、その作業手順については、QST 担当者と協議の上決定すること。

e) 機械原点及び駆動範囲限界の記録

① 概要

光学素子、四象限スリット・アパーチャー類及びモニター類を取り付けた状態で実施するレーザーアライメント（本仕様の範囲外）の目安とするため、これらの機器に設ける手動及び電動の全ての軸について、機械原点及び駆動範囲限界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アライメントを行う際の目安となる機械原点となる位置を記録すること。
- 2) 手動の全ての軸について、機械原点となる寸法等を軸名とともに一覧表へ記載すること。
- 3) 電動の全ての軸について、機械原点となるパルス数に加え、メカのおおよその位置をノギス、マイクロメーター等により計測した数値を軸名とともに一覧表へ記載すること。
- 4) 当該機器の確認図には、寸法を計測した位置を明示すること。

(2) 駆動範囲限界

- 1) 駆動範囲限界となる位置を記録すること。
- 2) 手動の全ての軸について、駆動範囲限界となる寸法等を軸名とともに一覧表へ記載すること。
- 3) 電動の全ての軸について、駆動範囲限界となるパルス数に加え、メカのおおよその位置をノギス、マイクロメーター等により計測した数値を軸名とともに一覧表へ記載すること。
- 4) 当該機器の確認図には、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) 光学素子の取付け支援

① 概要

QST 担当者が実施する光学素子の取付け作業を支援する。

② 仕様

- (1) 取付け対象とする光学素子は、5.3.3.1 a)項のとおり。
- (2) QST 担当者が実施する光学素子の取付け作業を支援すること。
- (3) 支援作業にあたって、マスク、帽子、手袋、無塵衣を装着し、光学素子表面への埃、油分等の付着を極力防止するため適切な措置を講じること。

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、ユーティリティー接続、排気ポンプ及びベーク機器等の取付け、電気配線等が完了した後、真空排気を行うとともに、ベークングに必要な準備を行う作業である。

② 仕様

(1) 光学素子取付け前

- 1) ベークング準備にあたっては、駆動機構等へ影響を及ぼす温度とならないよう考慮すること。

(2) 光学素子取付け後

- 1) ベークング開始前に、駆動機構の動作確認を完了すること。
- 2) NanoTerasu 標準ベークングヒーターコントローラーと各種ヒーター及び温度センサとの配線を行い、温度監視及び制御が可能な状態とするとともに、光学素子自体の温度が 100℃以下となるよう、当該コントローラーの設定等を行うこと。
- 3) ヒーター系統については、配線完了後に導通確認及び絶縁抵抗確認を行い、温度計測系については正常に温度計測が可能であることを確認すること。
- 4) ベークング終了後、各真空容器及び真空ダクトの真空度を確認し、次の目標値を満足すること。
 - i. 5.3.2.3 項に記載の光学素子真空容器：UHV-OP 級
 - ii. 上記以外の真空容器及び真空ダクト：UHV-TC 級

③ 特記事項

- (1) ベークングの開始操作及びベークング中の運転管理は本仕様の範囲外とする。
- (2) 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。

5.4.13 試験検査

5.4.13.1 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、その結果を試験検査成績書に取りまとめて提出すること。試験検査の方法、条件及び合否基準の詳細は、試験検査要領書において定める。また、QST 担当者は必要に応じて試験検査に立会うことができる。

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 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。
- ③ 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。
- b) 員数検査
 - 仕様書に定める員数を満足すること。
- c) 外観検査
 - 外観に機能を害するような打こん、損傷等の異常がないこと。
- d) 寸法検査
 - 製作物の寸法が確認図に示す寸法及び公差を満足すること。
- e) 駆動機構試験
 - ① NanoTerasu 標準ステッピングモータードライバー及びコントローラーを使用し、駆動機構が設計どおりに動作し、表 6～表 13 に示す仕様を満足すること。なお、工場における本試験に限り、ステッピングモータードライバー及びモーターコントローラーは相当品の使用を認める。
 - ② ベント機構については、表 5 に示す光学素子の曲率半径が得られること。
- f) 真空漏洩試験
 - 真空容器、真空ダクト等について、所定のリーク量以下であること。
- g) ベーキングヒーター通電・絶縁試験
 - NanoTerasu 標準ベーキングヒーターコントローラーによるヒーター制御及び温度計測が正常に行えることを確認するとともに、ヒーター回路の絶縁試験を実施し、異常がないことを確認すること。
- h) 据付精度試験
 - 据付状態における位置精度、水平度等を確認すること。

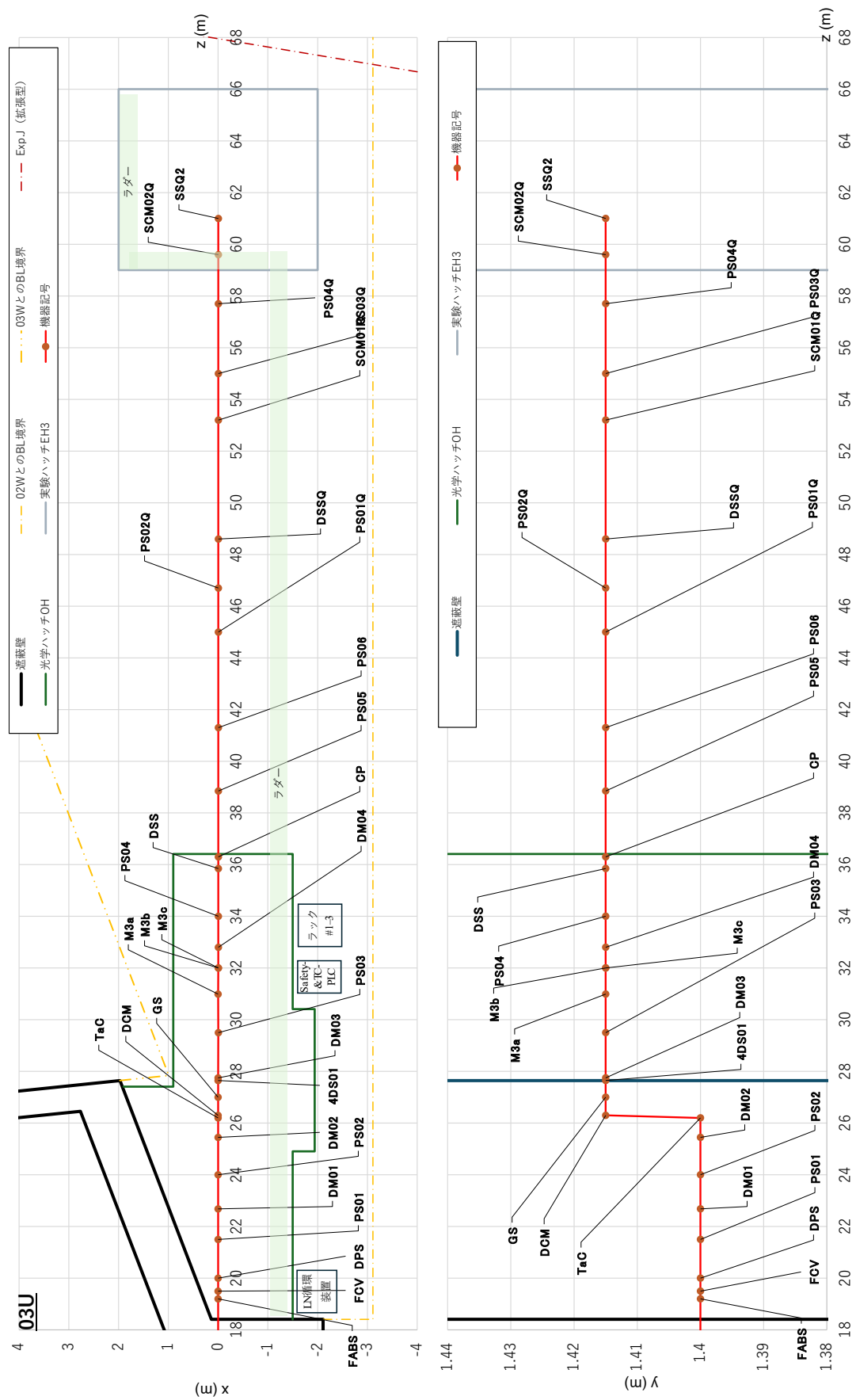


図2 ビームライン光学系・輸送チャンネル機器の配置の平面図と正面図（参考図）

表3 真空セクション一覧（上流側取り合い点からQブランチ分岐直前まで）（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											バルスモーター	真空度 クラス	真空ポンプ	
				駆動機構		流量計	真空ゲージ			光負荷保護属性有無		端子盤	パルスモーター	主排気			粗排気	
				出力	入力	入力	入力		有(の場合の保護機器)		駆動接点 機器保護 のタイプ							
				接点信号		接点信号	接点信号		Set Point	Gauge Error								真空度
				開	閉													
4	(フロントエンド) 真空ゲージ (フロントエンド) ゲートバルブ	既設 既設	VG4 GV4	仕様範囲外 仕様範囲外														
5	高速遮断アプソーバー_FABS	製作	FABS	DRV	OP	CL	—	—	—	—	FABS (MBS閉)	B	架台脚部	—	OP	IP	常設	
	高速遮断バルブ_FCV	製作	FCV	DRV	OP	CL	—	—	—	—	FCV (FABS閉)	B	架台脚部	—				
	差動排気ステーション_DPS	製作	DPS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	真空ゲージ_VG	製作	VG05	—	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	ラック#1	—				
	ゲートバルブ_GV	製作	GV05	DRV	OP	CL	—	—	—	—	GV05 (MBS閉)	B	架台脚部	—				
6	排気ステーション_PS	製作	PS01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	TC	NEG	可搬		
	真空ゲージ_VG	製作	VG06	—	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	ラック#1				—	
	ゲートバルブ_GV	製作	GV06	DRV	OP	CL	—	—	—	—	GV06 (MBS閉)	B	架台脚部				—	
7	デュアルモニター (水冷) _DM	製作	DM01	DRV1 DRV2	OP	Upper Lower	WTR (温度計)	—	—	—	DM01 (MBS閉)	C	架台脚部	—	TC	IP	可搬	
	真空ゲージ_VG	製作	VG07	—	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	ラック#1	—				
	ゲートバルブ_GV	製作	GV07	DRV	OP	CL	—	—	—	—	GV07 (MBS閉)	B	架台脚部	—				
8	排気ステーション_PS	製作	PS02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	TC	NEG	可搬		
	真空ゲージ_VG	製作	VG08	—	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	ラック#1				—	
	ゲートバルブ_GV	製作	GV08	DRV	OP	CL	—	—	—	—	GV08 (MBS閉)	B	架台脚部				—	
9	デュアルモニター (水冷) _DM	製作	DM02	DRV1 DRV2	OP	Upper Lower	WTR (温度計)	—	—	—	DM02 (MBS閉)	C	架台脚部	—	TC	IP	可搬	
	真空ゲージ_VG	製作	VG09	—	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	ラック#1	—				
	ゲートバルブ_GV	製作	GV09	DRV	OP	CL	—	—	—	—	GV09 (MBS閉)	B	架台脚部	—				
10	タンタルコリメーター _TaC	製作	TaC	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	OP	IP	常設		
	二結晶分光器 _DCM	製作	DCM	—	—	DCM1 DCM2 DCM3 NTR	LN	—	—	—	LN循環装置 (MBS閉)	—	ラック#2 (モーター) 架台脚部 (流量計、DCM1-3、NTR接点)				θ 、Y1、 $\Delta\theta$ 、 Y2、 α	
	真空ゲージ_VG	製作	VG10	—	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	ラック#1				—	
	ゲートバルブ_GV	製作	GV10	DRV	OP	CL	—	—	—	—	GV10 (MBS閉)	B	架台脚部				—	
	ガンマストッパー _GS	製作	GS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				—	
11	四象限スリット (水冷) _4DS	製作	4DS01	—	—	—	WTR	—	—	—	4DS01 (MBS閉)	—	架台脚部	X1、X2、 Y1、Y2	TC	IP	可搬	
	デュアルモニター_DM	製作	DM03	DRV1 DRV2	OP	Upper Lower	—	—	—	—	—	C	架台脚部	—				
	真空ゲージ_VG	製作	VG11	—	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	ラック#1	—				
	ゲートバルブ_GV	製作	GV11	DRV	OP	CL	—	—	—	—	GV11 (MBS閉)	B	架台脚部	—				
12	排気ステーション_PS	製作	PS03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	TC	NEG	可搬		
	真空ゲージ_VG	製作	VG12	—	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	ラック#1				—	
	ゲートバルブ_GV	製作	GV12	DRV	OP	CL	—	—	—	—	GV12 (MBS閉)	B	架台脚部				—	
13	ベント鏡_M3a	製作	M3a	—	—	M3a NTR	—	—	—	—	—	—	ラック#2 (モーター) 架台脚部 (M3a、NTR接点)	X1、X2、 Y1、Y2、Y3	OP	IP	常設	
	円筒鏡_M3b	製作	M3b	—	—	M3b NTR	—	—	—	—	—	—	ラック#2 (モーター) 架台脚部 (M3b、NTR接点)	X1、X2、 Y1、Y2、Y3				
	円筒鏡_M3c	製作	M3c	—	—	M3c NTR	—	—	—	—	—	—	ラック#2 (モーター) 架台脚部 (M3c、NTR接点)	X1、X2、 Y1、Y2、Y3				
	真空ゲージ_VG	製作	VG13	—	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	ラック#1	—				
	ゲートバルブ_GV	製作	GV13	DRV	OP	CL	—	—	—	—	GV13 (MBS閉)	B	架台脚部	—				
14	デュアルモニター_DM	製作	DM04	DRV1 DRV2	OP	Upper Lower	—	—	—	—	—	C	架台脚部	—	TC	IP	可搬	
	真空ゲージ_VG	製作	VG14	—	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	ラック#1	—				
	ゲートバルブ_GV	製作	GV14	DRV	OP	CL	—	—	—	—	GV14 (MBS閉)	B	架台脚部	—				
15	排気ステーション_PS	製作	PS04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	TC	IP	可搬		
	真空ゲージ_VG	製作	VG15	—	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	ラック#1				—	
	ゲートバルブ_GV	製作	GV15	DRV	OP	CL	—	—	—	—	GV15 (MBS閉)	B	ラック#1				—	
16	デュアル下流シャッター (水冷) _DSS	製作	DSS	DRV1 DRV2	Upper Lower	CL	WTR (温度計)	—	—	—	DSS冷却水 (MBS閉)	C	架台脚部	—	TC	IP	可搬	
	真空ゲージ_VG	製作	VG16	—	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	ラック#1	—				
	半月板_CP	貸与	CP	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	ゲートバルブ_GV	製作	GV16	DRV	OP	CL	—	—	—	—	GV16 (DSS閉)	D	架台脚部	—				
17	排気ステーション_PS	製作	PS05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	TC	IP	可搬		
	真空ゲージ_VG	製作	VG17	—	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	ラック#1				—	
	ゲートバルブ_GV	製作	GV17	DRV	OP	CL	—	—	—	—	GV17 (DSS閉)	D	架台脚部				—	
18	排気ステーション_PS	製作	PS06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	TC	IP	可搬		
	真空ゲージ_VG	製作	VG18	—	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	—	ラック#1				—	
	ゲートバルブ_GV	製作	GV18	DRV	OP	CL	—	—	—	—	GV18 (DSS閉)	D	架台脚部				—	

※ 駆動接点機器保護のタイプ：A=ビーム照射でビームアポート、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 真空セクション一覧 (Q ブランチ) (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										バルスモーター	真空度 クラス	真空ポンプ	
				駆動機構		流量計	真空ゲージ			光負荷保護属性有無 (有の場合の保 護機器)		駆動接点 機器保護 のタイプ	端子盤			主排気	粗排気
				出力	入力	入力	入力										
				DC24V	接点信号		接点信号	接点信号		真空度							
					開	閉	Set Point	Gauge Error									
190	排気ステーション_PS	製作	PS01Q	—	—	—	—	—	—	—	—	—	TC	IP	可搬		
	真空ゲージ_VG	製作	VG19Q	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	ラック#1	—					
	ゲートバルブ_GV	製作	GV19Q	DRV	OP	CL	—	—	—	GV19Q (DSS閉)	D	架台脚部				—	
200	排気ステーション_PS	製作	PS02Q	—	—	—	—	—	—	—	—	—	TC	IP	可搬		
	真空ゲージ_VG	製作	VG20Q	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	ラック#1	—					
	ゲートバルブ_GV	製作	GV20Q	DRV	OP	CL	—	—	—	GV20Q (DSS閉)	D	架台脚部				—	
210	下流シャッター (水冷) _DSS	製作	DSSQ	DRV	OP	CL	WTR	—	—	—	DSSQ冷却水 (DSS閉)	C	架台脚部	—	TC	IP	可搬
	真空ゲージ_VG	製作	VG21Q	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	ラック#1	—					
	ゲートバルブ_GV	製作	GV21Q	DRV	OP	CL	—	—	—	GV21Q (DSSQ閉)	D	架台脚部	—				
220	スクリーンモニター_SCM	製作	SCM01Q	DRV	OP	CL	—	—	—	—	C	架台脚部	—	TC	IP	可搬	
	真空ゲージ_VG	製作	VG22Q	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	ラック#1	—					
	ゲートバルブ_GV	製作	GV22Q	DRV	OP	CL	—	—	—	GV22Q (DSSQ閉)	D	架台脚部	—				
230	排気ステーション_PS	製作	PS03Q	—	—	—	—	—	—	—	—	—	TC	IP	可搬		
	真空ゲージ_VG	製作	VG23Q	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	ラック#1	—					
	ゲートバルブ_GV	製作	GV23Q	DRV	OP	CL	—	—	—	GV23Q (DSSQ閉)	D	架台脚部				—	
240	排気ステーション_PS	製作	PS04Q	—	—	—	—	—	—	—	—	—	TC	IP	可搬		
	真空ゲージ_VG	製作	VG24Q	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	ラック#1	—					
	ゲートバルブ_GV	製作	GV24Q	DRV	OP	CL	—	—	—	GV24Q (DSSQ閉)	D	架台脚部				—	
250	スクリーンモニター_SCM	製作	SCM02Q	DRV	OP	CL	—	—	—	—	C	架台脚部	—	TC	IP	可搬	
	真空ゲージ_VG	製作	VG25Q	—	—	—	S1/S2	ERR	VAC	—	ラック#1	—					
	ゲートバル (Be窓付) _GV	製作	GV25Q	DRV	OP	CL	—	—	—	GV25Q (DSSQ閉)	D	架台脚部	—				
—	エンドストッパー (固定式) _ES2	—	ES2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

※ 駆動接点機器保護のタイプ：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 5 光学素子の仕様一覧（参考）

光学系			分光光学系	再集光光学系	再集光光学系	再集光光学系
鏡記号	—	単位	C	M3a	M3b	M3c
形状	—	—	平面	平面	サジタル円筒	サジタル円筒
ID からの距離	—	mm	(DCM 回転中心) 26300	(鏡中心) 30990.6	(鏡中心) 32000	(鏡中心) 32000
視斜角	—	mrad	-70.33°@2.1keV ~-5.67°@20keV	-2.69~-2.37(Q)	-2.69~2.37 (Q) +3 (T)	-20(S)
曲率半径	Tan	mm	1E+08 以上	1E+08 以上	1E+08 以上	1E+08 以上
	Sag	mm	1E+08 以上	1E+08 以上	72(±1%)	440(±1%)
床面からのビーム高さ	—	mm	1400 →1415	1415	1415	1415
偏向の向き	—	—	鉛直上向き →下向き	水平方向 ホール側	水平方向 リング側	水平方向 ホール側
基板物質	—	—	Si(111)	Si(100)	Si(100)	Si(100)
コーティング	—	—	—	B4C	B4C	Pd
有効長	長さ	mm	90 以上	670 以上	550 以上	70 以上
	幅	mm	4 以上	4 以上	4 以上	4 以上
外形寸法	長さ	mm	100(±0.1)	690(±0.5)	570(±0.5)	90(±0.1)
	幅	mm	50(±0.1)	60(±0.1)	50(±0.1)	50(±0.1)
	厚さ	mm	35(±0.1)	50(±0.1)	50(±0.1)	50(±0.1)
冷却	—	—	液体窒素冷却	—	—	—
側面溝加工	—	—	なし	なし	なし	なし
側面研磨	—	—	あり	あり	あり	あり
面取り	—	—	R1	R2	R2	R1
員数	—	個	2	1	1	1
ベント機構：曲率半径	Tan	km	—	9 以下	—	—
備考	—	—	—	Q ブランチ専用	Q/T ブランチ兼用	S ブランチ専用

※1 フロントエンドスリットの取り込みサイズは $3\sigma H \times 4\sigma V$ (1keV)

※2 DCM の鉛直方向オフセットは 15 mm

※3 M3a と M3b 間の水平方向オフセットは 5 mm

※4 T 及び S ブランチ自体は後年整備

表 6 主軸回転走査機構（RC）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	—	—	—	—	
y	鉛直移動	—	—	—	—	
z	前後移動	—	—	—	—	
Rx	ピッチ	-72/+1°以上	0.18μrad 以下	5μrad 以下	電動	エンコーダー繰返精度 0.048μrad 以下 回転速度 1.0° /秒以上
Ry	ヨー	—	—	—	—	
Rz	ロール	—	—	—	—	

表 7 第一結晶多軸調整機構（TRC1）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	—	—	—	—	
y	鉛直移動	+1/-9 mm 以上	0.1μm 以下	1μm 以下	電動	エンコーダー繰返精度 0.02μm 以下
z	前後移動	—	—	—	—	
Rx	ピッチ	±1°以上	0.048μrad 以下	5μrad 以下	電動	
Ry	ヨー	—	—	—	—	
Rz	ロール	—	—	—	—	

表 8 第二結晶多軸調整機構（TRC2）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	—	—	—	—	
y	鉛直移動	+9/-1 mm 以上	0.1μm 以下	1μm 以下	電動	エンコーダー繰返精度 0.02μm 以下
z	前後移動	—	—	—	—	
Rx	ピッチ	—	—	—	—	
Ry	ヨー	—	—	—	—	
Rz	ロール	±2°以上	0.048μrad 以下	5μrad 以下	—	

表 9 結晶切替機構 (TC) 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	150mm 程度	10 μ m 以下	20 μ m 以下	電動	すべて結晶の照射有効領域を網羅する範囲
y	鉛直移動	—	—	—	—	
z	前後移動	—	—	—	—	
Rx	ピッチ	—	—	—	—	
Ry	ヨー	—	—	—	—	
Rz	ロール	—	—	—	—	

表 10 再集光鏡多軸調整機構 (TRM3a) 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	+7/-3 mm 以上	0.5 μ m 以下	5 μ m 以下	電動	
y	鉛直移動	$\pm$ 5mm 以上	0.5 μ m 以下	5 μ m 以下	電動	
z	前後移動	—	—	—	—	
Rx	ヨー	$\pm$ 0.5°以上	20 μ rad 以下	50 μ rad 以下	電動	
Ry	ピッチ	$\pm$ 0.5°以上	2.5 μ rad 以下	20 μ rad 以下	電動	
Rz	ロール	$\pm$ 0.5°以上	20 μ rad 以下	50 μ rad 以下	電動	
—	ベントサグ	曲率半径 9km 以下相当	全可変幅/16 万 パルス	0.2 μ m 以下	電動	パルスモータ制御の場合

表 11 再集光鏡多軸調整機構 (TRM3b) 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	+3/-7 mm 以上	0.5 μ m 以下	5 μ m 以下	電動	
y	鉛直移動	$\pm$ 5mm 以上	0.5 μ m 以下	5 μ m 以下	電動	
z	前後移動	—	—	—	—	
Rx	ヨー	$\pm$ 0.5° 以上	20 μ rad 以下	50 μ rad 以下	電動	
Ry	ピッチ	$\pm$ 0.5°以上	2.5 μ rad 以下	20 μ rad 以下	電動	
Rz	ロール	$\pm$ 0.5°以上	20 μ rad 以下	50 μ rad 以下	電動	

表 12 再集光鏡多軸調整機構 (TRM3c) 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	+3/−7 mm 以上	0.5 μ m 以下	5 μ m 以下	電動	
y	鉛直移動	±5mm 以上	0.5 μ m 以下	5 μ m 以下	電動	
z	前後移動	—	—	—	—	
Rx	ヨー	±0.5° 以上	20 μ rad 以下	50 μ rad 以下	電動	
Ry	ピッチ	+1.5/−0.5° 以上	2.5 μ rad 以下	20 μ rad 以下	電動	
Rz	ロール	±0.5° 以上	20 μ rad 以下	50 μ rad 以下	電動	

表 13 水冷式四象限スリット (4DS01) 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/−5 mm 以上	1 μ m 以下	10 μ m 以下	電動	中心を超えて 5mm、最大開口 20mm
y	鉛直移動	+10/−5 mm 以上	1 μ m 以下	10 μ m 以下	電動	中心を超えて 5mm、最大開口 20mm
z	前後移動	—	—	—	—	
Rx	ピッチ	—	—	—	—	
Ry	ヨー	—	—	—	—	
Rz	ロール	—	—	—	—	

表 14 ガンマストッパー (GS) と下流シャッター (DSS、DSSQ) の遮蔽体の外形寸法 (参考)

機器名称	—	ガンマストッパー	下流シャッター	下流シャッター (Q ブランチ用)
機器記号	—	GS	DSS	DSSQ
リング動径方向 (幅)	mm	400	50	150
鉛直方向 (高さ)	mm	400 (開口中心より上部 170、下部 230)	50	50
光軸方向 (厚さ)	mm	300	100	100
開口 (水平×鉛直)	mm	50×10	—	—

※ 寸法はマイナス公差を認めない (開口を除く)

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 ビームライニンググループ
氏名 : 今園孝志

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が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实施をするときは、甲が自ら商業的实施をしないことに鑑み、乙の商業的实施の計画を勘案し、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(乙の親会社に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

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用される。

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。

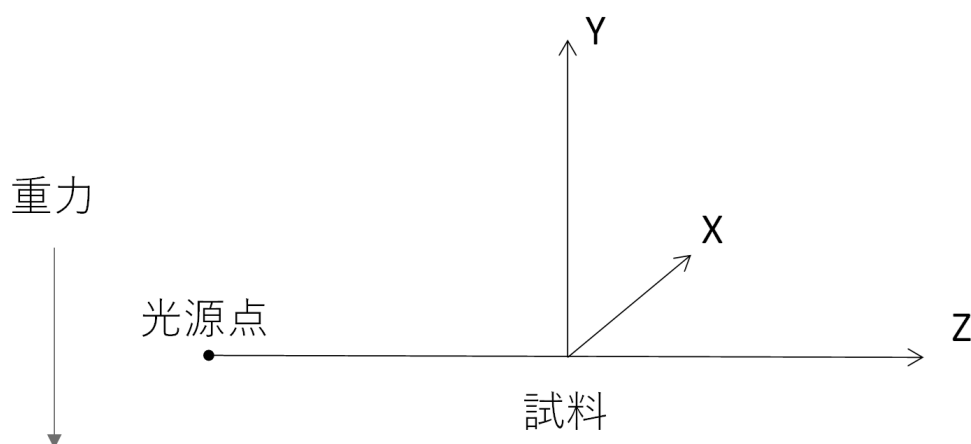


図1 座標軸の定義

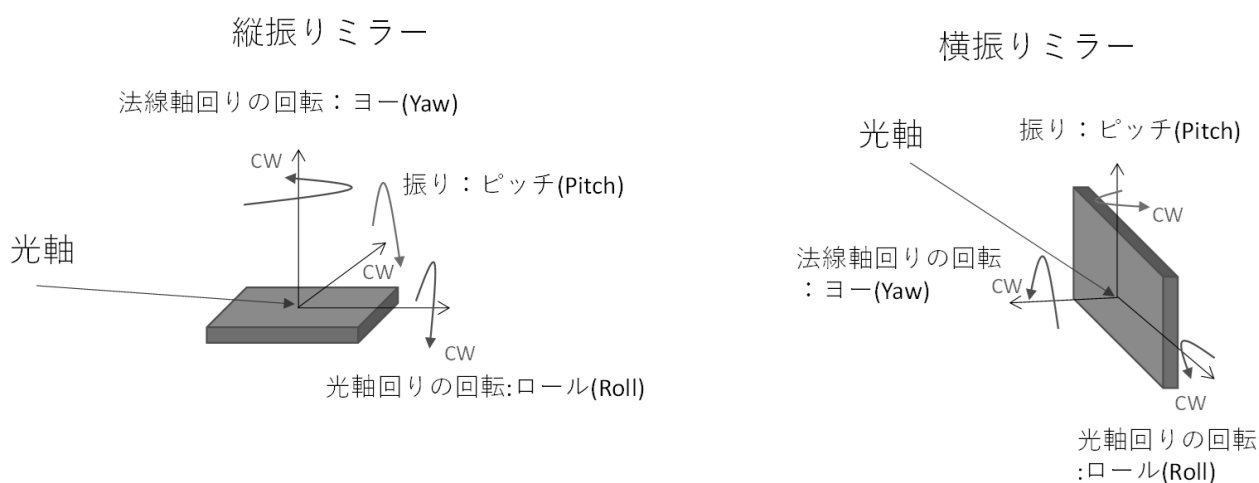


図2 座標回転軸の定義

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官官舎部（機械設備工事共通仕様書）。
 - 国土交通大臣官房長官官舎部（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 $\pm 10 \text{ mm}$ 以内の起伏がある。
- ・ビームライン光学系の光軸は、設置位置における床面からの高さではなく、あくまで放射光ビームの高さが基準であることに留意すること。

2.3. 実験ホールの環境

2.3.1. 温度

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

2.3.2. 湿度

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

2.3.3. 清浄度

- ・実験ホール内は光学素子や真空部品などを取り扱う場所となっている。そのため粉塵などがホール内に循環しないよう高い清浄度を保つことが求められることから、機器の設置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は接続してはならない。

- ・材質は原則としてステンレスとする。ただし、水導入フランジ部など指定箇所においては、テフロン製を指定する場合がある。

- ・往路・復路は、指定箇所に対して矢印等で明示すること。

3.2.2. 冷却水配管

- ・施設側冷却水は抵抗率 $1.0\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$ 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 $\phi 10\text{mm}$ とする。

- ・配管の色は、往路青色、復路緑色とする。金属配管を用いる場合は、継手接続部分に往路青色、復路緑色の目印をつけること。

- ・冷却水配管に漏洩がないことを確認するため、窒素ガスや専用の漏洩検査液を用いた加圧漏洩試験（ 0.6MPa ）を行うこと。

3.2.3. 圧空配管

- ・圧空配管は外径 $\phi 6\text{mm}$ を原則とし、色は黄色とする。

- ・シンフレックスチューブが指定された場合でも、金属配管を排他するものではない。この場合は、保守が容易なように、最終段にシンフレックスチューブもしくはフレキシブルチューブ

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。ベッ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。

- ・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 以下の隙間をあげ、搬送機器が架台下部に入る構造にすること。

3.3.3. 位置決め精度

3.3.3.1. 最小移動量（最小可変量）

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

3.3.3.2. 最小読取量

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

3.3.3.3. 累積リード誤差

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

る。

3.3.3.4. ロストモーション

・駆動部品と駆動ギアとの間に生じる隙間が原因で生じるバックラッシュなどが原因で生じるロストモーションは、次のように定義する。任意の位置に対して、正の向き（モータ回転 CW 方向）から位置決めし、その位置を測定する。さらに正の向きに移動させた後、負の向き（モータ回転 CCW 方向）に同量の指令を与え移動させて位置決めし、その位置を測定する。さらに負の向きに移動させた後、正の向きに同量の指令を与え、移動させて位置決めし、その位置を測定する。この位置決め測定を、正の向き・負の向きそれぞれ複数回行い、停止位置の平均値の差を求めた最大値とする。

3.3.3.5. 再現性（繰り返し位置決め精度）

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

3.3.3.6. 真直度

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

3.3.3.7. 円周振れ

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

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

3.3.3.8. 偏心（同心度）

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

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

3.3.3.9. 面振れ

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

3.4. 真空

3.4.1. 真空度

・真空度の計測はポンプ内部など意図的な好条件における計測は認めない。

3.4.2. 真空機器内の部品類

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

3.4.3. リークチェック

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

3.4.4. 真空配管

- ・NW、 ICF ミラー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 A 4 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施を取り、速やかに担当者に連絡をとること。事故報告書を作成の上、発生日の翌日中に提出すること。
- ・作業は必ず現場作業管理者の管理のもと複数人で行うこと。

4.5.3. 梱包・輸送

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

4.5.4. 搬入

- ・実験ホール内へは、表2のような搬入口が利用可能である。それぞれの搬入口に侵入可能

なトラックも併せて別表に示しているので参考にすること。

- ・搬入・搬出作業予定は、事前に担当者と日程調整等を行うこと。
- ・原則として土日、休日、早朝、夜間の搬入は避けること。
- ・人力のみで移動できない物品の搬入にあたっては、搬入計画を事前に提出すること。
- ・搬入時には雰囲気的清浄性を保持するため、床・壁・雰囲気保護のための措置を講じること。
- ・梱包材等廃棄物はすべて持ち帰り、適正な処分を行うこと。
- ・環境対応物品を極力用い、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