

SX イメージングビームライン用フロントエンド機器の整備 仕様書

Manufacturing of a frontend for SX imaging beamline

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構

I. 一般仕様

1. 件名

SX イメージングビームライン用フロントエンド機器の整備

2. 目的

本件は、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（以下、「QST」という。）が、3GeV 高輝度放射光施設ナノテラス（以下、「ナノテラス」という。）の蓄積リングに設置する楕円偏光アンジュレータから出射される放射光を、軟 X 線イメージング実験を行うビームラインに導くための、フロントエンド機器（図 A 参照）の設計、製作及び、据付・調整、等を行うものである。

3. 仕様範囲

SX イメージングビームライン用フロントエンド機器の整備

1 式

- ① 必要な材料手配、製作、試験、梱包、輸送、搬入、据付け、アライメント、超高真空立上げ、遮蔽機器取り付け及びユーティリティ敷設、制御系機器敷設、等一切を行うこと。
- ② 据付調整作業に必要な一切の測量機器（トランシット、鉛直器、オートレベラ、水準器、治具等並びに、ベーキングを含む真空作業及びユーティリティ敷設作業に必要な一切の部品、工具及び、消耗品（固着防止用のモリブデン、アルコール等）など、本案件を遂行するために必要な全ての物品は、受注者側で準備すること。
- ③ 納入時に使用した梱包材、現地での搬入及び作業時に養生などに使用した資材の廃棄は、受注者が行うこと。

4. 納入期限

令和 11 年 3 月 23 日（金）

ナノテラスでは放射光施設としての利用が開始されていることから、蓄積リング収納部内での機器の据付などが可能な期間は加速器停止期間に限られる。蓄積リングトンネル内での作業は延べ 1 ケ月程度で据え付けられる工程とすること。なお、事前の準備、コンポーネント等の搬入及び設置準備等に

については、この限りではない。搬入経路は図Bを参照のこと。詳細なスケジュールは、契約後に打合せの上決定する。物品製造後、納入までの保管は、受注者が行うこと。

5. 納入場所

宮城県仙台市青葉区荒巻青葉 468-1 ナノテラス内の指定する場所

6. 納入条件

据付調整後渡し。ナノテラス内の指定納入場所へ搬入、据え付けの後、真空立ち上げ作業、最終アライメントを実施した後、引き渡しを行うこと。試験検査成績書を納入すること。

7. 試験条件

試験前に試験検査要領書を提出し QST 担当者の確認を得ること。試験検査要領書に基づき試験を実施し、試験検査成績書を作成・提出すること。試験には必要に応じて QST 担当者が立会いをする。

①工場試験

物品製作段階にて技術仕様の各項目に記載した項目について試験を行うこと。

②現地試験

据付・真空立ち上げ時に技術仕様の各項目に記載した項目について試験を行うこと。

8. 保管条件

物品製作後、納入までの保管は室温 5℃～40℃の室内で行うこと。またナノテラス搬入時を含め結露・錆が生じないように、梱包など適切な処置を行うこと。なお、ナノテラスの室温は 25℃程度である。

9. 契約不適合責任

契約不適合責任については、契約条項のとおりとする。

10. 提出図書

提出図書のリストを下表に示す。

表：提出図書リスト

	図書名	提出時期	電子ファイル提出	部数
①	製作工程表	契約後速やかに	WORD (EXCEL), PDF	3 部
②	契約仕様書	契約後速やかに	WORD (EXCEL), PDF	3 部
③	各種仕様書	製作前	WORD (EXCEL), PDF	1 部
④	各種構造図	製作前	2D-CAD, 3D-CAD, PDF	1 部
⑤	各種要領書	製作前	WORD (EXCEL), PDF	1 部
⑥	試験検査要領書	試験前	WORD (EXCEL), PDF	1 部
⑦	打合せ議事録	実施の都度	WORD (EXCEL), PDF	1 部
⑧	ミルシート ・鉛ブロックのミルシート(鉛コリメータ及びシールド壁穴部) ・ブロック配置図(シールド壁穴部) ・タングステンブロックのミルシート(ビームシャッター) 寸法試験結果 ・鉛ブロックを積み上げた状態での寸法検査結果(鉛コリメータ) ・タングステンブロック(ビームシャッター) その他 ・シールド壁穴部の鉛埋め戻し時の 1 層毎のカラー写真	設置前 設置後速やかに 設置後速やかに	WORD (EXCEL), PDF	1 部
⑨	試験検査成績書	実施後速やかに	WORD (EXCEL), PDF	1 部
⑩	取扱説明書	納入時	WORD (EXCEL), PDF	1 部
⑪	完成図 (決定図)	納入時	2D-CAD, 3D-CAD, PDF	1 部
⑫	完成図書	納入時	WORD (EXCEL), PDF	3 部

- ・ 提出図書①及び②は、契約後速やかに A4 紙に印刷したもの 3 部と電子ファイルを提出すること。電子ファイルは WORD あるいは EXCEL ファイルと PDF とする。
- ・ 提出図書③～⑪は提出時期都度、A4 紙に印刷したもの(④及び⑪は A3 に印刷し 2 つ折りにしたもの)1 部と電子ファイルを提出すること。電子ファイルは WORD あるいは EXCEL ファイルと PDF とする。
- ・ ⑫完成図書は①～⑪をそれぞれ印刷して A4 ファイルに綴じ、表紙と目次を付けたものとする。必要に応じて分冊すること。大型図面④及び⑩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。
- ・ 提出された 3D-CAD ファイル及び 2D-CAD ファイルの全体平面図及び全体側面図は周辺機器との干

涉や取合いを確認するために使用される。これらは総合図に統合後に、使用を本プロジェクトのみに制限した上で、関係する他の会社に渡すことがあるため、必要に応じて、支障のない総合図用のファイルを提出すること。

(提出場所)

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 高輝度放射光研究開発部 加速器グループ

11. 支給品

支給する物品のリストを下表に示す。

表：支給品リスト

	品名	数量	支給時期
①	FEPLC 制御盤	1 台	設置前
②	EtherCAT マスターカード搭載ラックマウントサーバ	1 台	設置前

支給場所： ナノテラス内の指定する場所

12. 貸与品

ナノテラス内において貸与可能な物品のリストを下表に示す。

表：貸与品リスト

	品名	数量	備考
①	窒素ガスボンベ	1 式	使用したガスは支給とする
②	ヘリウムガスボンベ	1 式	使用したガスは支給とする
③	移動式排気ポンプユニット	2 台	
④	ヘリウムリークディテクタ	1 台	
⑤	ベーキング用ヒーターコントローラ	1 式	
⑥	建屋内クレーン	1 式	
⑦	NEG ポンプ用制御装置	1 式	
⑧	水用電気伝導率計	1 式	
⑨	ベーク用リボンヒータ、熱電対、温度ロガー	1 式	
⑩	レーザートラッカ	1 式	

13. 品質管理

本件調達に係る設計・製作・据付け等は、管理体制、設計管理、外注管理、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、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。

※全て網羅しなくとも可とする。受注者から品質保証計画書を提出により確認することでも可とする。

14. 適用法規・規格基準

本品の設計・製作・据付・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 日本工業規格（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

15. 知的財産権等

知的財産権については、知的財産権特約条項のとおりとする。

16. 機密保持

受注者は、本業務の実施に当たり、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。このため、機密保持を確実にできる具体的な情報管理要領書を作成・提出し、これを厳格に遵守すること。

17. 安全管理

① 一般安全管理

- ・ 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 QST 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。

- ・ナノテラスにおける設置作業にあたっては、ナノテラス作業ルール及び手引きに従うこと。

② 放射線管理

- ・本仕様の一部には放射線管理区域内での作業が含まれる。当該作業にあたっては、放射線作業従事者登録が必要であることに留意すること。
- ・放射線管理及び異常時の対策は、QST の指示に従うこと。

18. グリーン購入法の推進

- ・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。
- ・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。

19. 協議

本仕様書に記載されている事項及び本仕様書に記載のない事項について疑義が生じた場合は、QST と協議のうえ、その決定に従うものとする。機器構成を含む詳細については、QST 担当者の指示に従うこと。

20. その他

- ① 物品識別タグ：本契約において納入する全物品のリストを、QST が指定する様式にて納入前に QST に提出すること。提出リストを元に、QST 側でユニーク識別コードが書かれたタグを準備し支給する。QST が指定した全物品に対し、支給タグを貼り付けた後に納入すること。タグを貼る箇所については別途指示する。
- ② 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の行使権は、QST に帰属する。
- ③ 技術打合せ：工程、詳細設計及び試験等に関する技術打合せを、必要に応じて QST 担当者の指示する日時・場所にて行い、受注者は 1 名以上の設計担当者（技術者）が出席すること。搬入、据付、真空立上げ、ユーティリティ敷設時には現場での工程管理を行い、他の作業などとの調整も行うこと。議事内容や決定事項を議事録として毎回提出すること。打合せ時の使用言語及び技術資料、議事録の使用言語は日本語とする。なお、第 1 回打ち合わせ(キックオフミーティング)は受注後 1 ヶ月以内に行うこと。必要に応じて web 会議システムなどの利用を認める。
- ④ 故障や不良等が発生した場合には速やかな対処が可能であること。また原因と対処方法を速やかに QST 担当者に報告すること。

II. 技術仕様

本件は、ナノテラス蓄積リングの長直線部に設置される楕円偏光アンジュレータを光源とし軟 X 線イメージング実験を行うビームラインのフロントエンド機器を製作する。フロントエンドはビームラインの先端部に位置し、光源で生成される放射光を安全かつ安定的に光学・輸送系に導くための超高真空装置である。

この装置の目的は、

- ① 放射光利用の際に起こりうる真空事故への対応を含め蓄積リングの超高真空状態を保護すること。
- ② 必要に応じて高出力放射光をマスク、アブソーバ及び、スリット等によって制御すること。
- ③ ビームシャッター等により放射線を遮蔽することによって安全な放射光利用を確保すること。この装置は基本的にリングトンネルに設置され、上流側の蓄積リングとは、光取出管端部に設置される手動式オールメタルゲートバルブ（仕様範囲外）で取り合う。

1. 構成

フロントエンドは、以下により構成される。ライン図 (図 A) に構成模式図、ライン表 (表:A) に配置参考値を示す。各装置の詳細は「III. 詳細仕様書」を参照すること。

- ① 放射光ビームを制御しつつ超高真空を達成するための真空装置部。（表 1）
- ② 各種真空装置を精度良く配置するためのビーム架台部。（表 2）
- ③ 各種真空装置を冷却するための冷却水配管部。
- ④ 真空装置の一種であるゲートバルブやビームシャッターを動作させるための圧空配管部。

以上各部の機器の動作を制御する制御盤部。なお、フロントエンド構成機器の全ての駆動信号、リミット信号、ドライブ信号などは、安定的な運転のために、加速器インターロックシステムで統合的に制御・監視される。各装置の詳細は「III. 詳細仕様書」を参照すること。

表 1: 真空装置部構成機器

機器名	数量	概要	III. 詳細仕様書
超高真空排気ユニット	1 式	ゲートバルブで区切られる各真空セクションに配置され超高真空を得るための装置。3 種類の排気真空槽（VPC1, VPC2, VPC3）と端部排気真空槽（EVPC）からなる。	第 1.1 項
フォトンダクトアブソーバ (PDA)	1 台	ビームライン閉鎖時に銅ブロックを光軸上にく下ろし、最上流ゲートバルブへの偏向電磁石からの漏洩光照射を防ぐ装置。	第 1.2 項
前置マスク SX 型	1 式	フロントエンド最上流部に設置され、水冷銅ブ	第 1.3 項

		ロックにより不要な放射光を吸収する装置。	
光軸調整用フィルタ (ADJFIL)	1 式	フィルタを挿入することにより放射光の低エネルギー成分を除去する装置。発生した熱は水冷により取り去る。	第 1.4 項
スクリーンモニタ (SCM)	2 台	蛍光セラミック板を下ろすことにより放射光を照射することで光軸位置を測定する装置。2 か所に設置する。	第 1.5 項
固定マスク SX 型(FMK-SX)	1 式	水冷却された無酸素銅を使用して放射光に空間的な制限を加え、不要な放射パワーを取り除く装置。	第 1.6 項
アブソーバ SX 型	1 式	ビームライン不使用時に放射光ビームを遮る装置、放射光使用時にはマスクとしての機能を有する。放射光による熱負荷は水冷却された GlidCop で受ける。	第 1.7 項
鉛コリメータ	1 式	鉛ブロックにより散乱 X 線、制動 γ 線を吸収する装置。	第 1.8 項
XY スリット SX 型	1 式	2 台の受光部により、ビーム利用実験に使用されない放射光部分をカットする装置。水冷却された XY スリット受光部(L 型スリット u, d)、精密駆動ステージ及びベローズパイプと支持台から構成される。受光部は、基本的には冷却水により冷却する。	第 1.9 項
ビームシャッター(BS)	1 式	タングステンブロックを光軸上を下ろすことにより実験ホール内に放射線が漏洩しないようにする装置。	第 1.10 項
ゲートバルブ	4 台	フロントエンドの真空系を分割するためのバルブ。VG1, 2, 3, 4 の 4 台で構成される。	第 1.11 項
高速ビームシャッター (FCS)	1 式	真空漏れ事故時に高速でシャッターを下ろし、蓄積リング真空系へのガスの流入を阻止する装置。	第 1.12 項
シールド壁貫通管	1 式	放射光を実験ホールに取り出すためリングトンネルのシールド壁を貫通する真空配管。	第 1.13 項
光電子モニター	1 式	XY スリット受光部等の駆動可能な高熱負荷機器を、光軸に対して軸調整する時に使用する装置。	第 1.14 項
真空ベローズ	1 式	各真空装置部を連結するとともに、ベーキング時の熱膨張を吸収する。	第 1.15 項
ニップル	1 式	各真空装置部を連結する。	第 1.16 項

表 2: ビーム架台部構成機器

機器名	数量	詳細仕様書
共通ビーム支持架台	4 台	第 2.1 項
共通ビーム支持架台簡易型	1 台	第 2.2 項
壁外ビーム架台	1 台	第 2.3 項
共通ビーム	10 本	第 2.4 項

2. 搬入

工場内試験等の終了後、納入場所に輸送、搬入すること。輸送、搬入にあたっては、装置の性能を損なわないよう十分注意すること。重量物、長尺物の搬入には、地下 1 階連絡通路を利用することが可能である(図 B 参照)。耐荷重、稼働範囲等、QST 担当者に確認し安全に作業を行うこと。

3. 現地据付・調整

フロントエンド機器の据付・調整は、以下の項目により構成される。各項目の詳細は「III. 詳細仕様書」を参照すること。なお、ナノテラスの搬入及び据付調整に当たっては、ナノテラス作業手引きに基づくものとする。

- ① 現地作業を実施する場合は、1 週間前までに作業工程表を提出して確認を得ること。
- ② 作業責任者をおき、QST 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。
- ③ 作業は、QST の勤務時間内に実施すること。ただし、緊急を要し QST 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。
- ④ 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 QST に報告し、その指示に従って速やかに現状に復すること。
- ⑤ 作業責任者は、現地作業終了後、速やかに作業報告書を提出すること。
- ⑥ 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。
- ⑦ ナノテラスへの入退域及び物品、車両等の搬出入に当たっては、ナノテラスの手続きを遵守すること。
- ⑧ 蓄積トンネル内の建屋内クレーンを利用することが可能である。耐荷重、稼働範囲等、QST 担当者に確認し安全に作業を行うこと。

4. アライメント

床面基準点を使ったアライメントには、トラッカ及び WILD 製 TM5100 相当の精度を有するトランシットを使用すること。

4.1. ビーム部

QST が指定する期間中（加速器停止期間）に、床面の光軸基準点(QST により打設済)を使って架台部（共通ビーム支持架台及び共通ビーム）の据付・アライメントを実施すること。

4.2. 真空装置

III. 詳細仕様書及びライン図(図 A)、ライン表(表 A)の配置に従って、真空装置の据付・アライメントを行うこと。

- ① XY スリット（精密駆動ステージも含む）、シールド壁貫通管については、床面基準点に対してアライメントすること。
- ② スクリーンモニタについては床面基準点でモニター中心をアライメントすること。
- ③ その他の機器については、基本的に共通ビーム基準に対してアライメントすること。
- ④ 次節のベーキング終了後、高熱負荷機器（固定マスク、アブソーバ、XY スリット）に対してリングトンネル内座標ネットワークを使い QST が行うレーザートラッカを使った測量に基づき、最終アライメントを行うこと。

4.3. 真空排気、リークテスト、ベーキング及び真空立ち上げ

- ① ニップル、ベローズを含む全ての真空機器を締結後、貸与する移動式粗排気ポンプユニットを排気真空槽に取り付けて（VPC1 と VPC3 を想定）ベーキングの昇温開始までに十分な真空排気を行うこと。真空排気に必要な一切の部品（ボルト、ナット、ワッシャ、ガスケット、金属フレキ配管等）を準備すること。ベーキングに必要な電力はリングトンネル内の分電盤から供給される。なお、分電盤から各機器のヒータへ効率よく電力を供給するための中継の役割を果たすベーキング用温度調整機能付きヒーターコントローラを準備すること。ただし、ベーキングに必要な電力等が合致すれば QST のベーキング用温度調整機能付きヒーターコントローラを貸与する。
- ② ベーク時に他各部の熱膨張により損傷することがないように措置を講ずること。
- ③ シースヒータが不足しているか、あるいは取り付けられていない箇所に貸与するテープヒータを取り付けること。また、熱電対を取り付けること。なお、熱電対はシースヒータに接触させないこと。
- ④ ベーク対象機器を、追加したヒータや熱電対の外側からアルミホイルで覆うこと。
- ⑤ ヒータに通電し漏電等の問題がないことを確認の上、低温でプリベーキングを行うこと。
- ⑥ ベーキング開始後、昇温速度が 50 °C/時間以下程度となるようベーキングコントローラの温調器の温度を設定すること。ベーキング定常温度は 200～250 °C とすること。機器ごとのベーキング

定常温度は別途打ち合わせの上決定する。

- ⑦ 定常温度に到達後、36 時間以上保持すること。この間、予期しない温度上昇、低下、ほか火災等の異常がないことを監視すること。
- ⑧ ベーキング終了前に各種機器のガス出し、活性化(ポンプ類)を行うこと。
- ⑨ ベーキング終了時にイオンポンプの運転を開始すること。
- ⑩ ベーキングの終了時、降温速度が $-60\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{時間}$ 以下となるよう、ベーキングコントローラの温調器の温度を設定すること。降温速度がこれ以下まで低下した段階でベーキング電源を切り、自然冷却とすること。
- ⑪ 真空槽の降温中に粗排気セットの圧力計を監視し、約 10^{-5} Pa 以下に到達した段階でメタルバルブを規定トルクで閉止すること。
- ⑫ メタルバルブの閉止後は設置された真空ゲージを短時間運転し、適宜圧力を読み取ること。これは、圧力が高い段階で真空ゲージを運転することによる損傷を防ぐための措置である。真空ゲージの値が 10^{-5} Pa 以下となった段階で、同真空ゲージを連続運転とすること。
- ⑬ 真空ゲージの値が $3\times 10^{-6}\text{ Pa}$ 以下となった時点で、真空ゲージのコントローラを操作してガス出しを行うこと。
- ⑭ 各部が概略室温になるまで、自然冷却開始後 12 時間以上放置すること。その時点で真空ゲージの値が $5\times 10^{-8}\text{ Pa}$ 以下になっていることを確認すること。圧力がこの値を上回っている場合はリークが疑われるので、適切な処置をとること。方法については別途協議する。
- ⑮ リーク量が許容値以下であることを確認すること。なお、ヘリウムリークディテクタ及びスプレーガンを備えたヘリウムガスポンペを貸与する。

5. 遮蔽機器の取り付け

- ① 鉛コリメータの遮蔽体構造物を III. 詳細仕様書 第 1.8 項に基づき組み立てること
- ② シールド壁貫通管の周りを鉛で隙間無く埋めること。鉛を埋める範囲は、リングトンネル側 408 mm 角開口(奥行 300 mm)の全域とする。
なお、鉛の設置はベーキング後に行うこと。

6. 冷却水・圧空配管敷設

- ① III. 詳細仕様書 第 3 項に基づき、冷却水母配管を敷設するとともに、冷却水が必要な真空機器に枝配管を敷設すること。
- ② III. 詳細仕様書 第 4 項に基づき、圧空母配管を敷設するとともに、圧空が必要な真空機器に枝配管を敷設すること。

7. 制御系敷設

III. 詳細仕様書 第 5 項に基づき、フロントエンドの制御に必要な各種制御装置が収納された FE 主制御ラックを内周通路の指定場所に設置すること。加速器インターロックシステムへの接続も含め、フロントエンドの制御に必要な全てのケーブルを敷設すること。

8. 最終アライメント

すべての機器を設置しベーキング・真空立ち上げを行った後、リングトンネル内ネットワークに基づき QST が行うレーザートラッカを使った測量に基づき、最終アライメントを高熱負荷機器(固定マスク、アブソーバ、XY スリット、)に対して実施すること。

9. 試験検査

本装置に関する試験・検査は以下の各項目を実施すること。なお、以下の検査を実施するに当たり、事前に検査要領書を作成し提出するものとする。

9.1. 受注者工場における試験

受注者工場において真空装置ごとに、「III. 詳細仕様書」に記載する試験を行い、その結果を試験検査成績書にとりまとめて QST に提出すること。なお、試験は必要に応じて、QST 担当者の立会いのもとで行うものとする。

9.2. 現地における試験

① 設置精度の試験

本仕様書記載の設置精度確認のために必要な試験を行う。なお、設置精度は基本的にベーキング終了時の状態で満足するものとする。さらに主要機器については、レール基準面から各機器基準フランジ面あるいは本体基準面までの寸法を計測の上、提出すること。

② リーク試験

全機器を締結後、ヘリウムリークディテクタにてリーク試験を行うこと。

③ 超高真空試験

温度調節器などにより到達温度を管理のもと 48 時間以上の 250℃（真空装置の種類によっては 150℃や 200℃前後。）加熱排気を実施した後、NEG ポンプの活性化、タイバックポンプのフラッシングを実施し、240 時間経過後の各排気真空槽におけるヌード型 BA ゲージの指示値が、下表に示す仕様値を満足していることを確認すること。下表の値に達し得ない場合は、原因を究明し、不良箇所を特定した上で QST 担当者の指示を仰ぐこと。QST 担当者が、加熱排気時間の不十

分等、据付・調整作業によることが原因と判断した場合には、必要に応じて再加熱排気処理等を施すこと。また、この試験によって真空装置の本仕様書記載の精度が損なわれた場合には、修理や交換等の処置を講ずること。

表：真空仕様値

測定場所(ゲージ)	仕様値
IG1 (EVPC)	4×10^{-8} Pa 以下
IG2 (VPC1)	4×10^{-8} Pa 以下
IG3 (VPC2)	6×10^{-8} Pa 以下
IG4 (VPC3)	6×10^{-8} Pa 以下

④ 冷却水配管試験

冷却水配管に漏洩がないことを確認するため、窒素ガスなどによる加圧漏洩試験をスヌープを使って行うこと（耐圧 1MPa）。また、「III. 詳細仕様書第 3.4 項」に記載の流量確認も行うこと。

⑤ 圧空配管試験

圧空配管に漏洩がないことを確認するため、窒素ガスなどによる加圧漏洩試験をスヌープを使って行うこと（耐圧 0.8 MPa）。また、「III. 詳細仕様書第 4.6 項」に記載の漏洩試験を行うこと。

⑥ 動作試験

ステッピングモータ駆動装置、圧空駆動装置、ゲートバルブ及び高速シャッター等の動作試験を通水状態で行うこと。また、駆動部に取り付けられた金属フレキホースが駆動時の滑らかな動きを妨げていないことを確認すること。さらに、継手部に無理な負担が掛かっていないことも確認すること。

⑦ インターロック信号試験

冷却水接点、圧空接点、真空系及びリミットスイッチによるステータス信号など各種信号が正しく出力されていることを確認するとともに、支給品である FE/PLC 制御盤との取合い試験を行うこと。

⑧ 最終アライメント試験

II 技術仕様第 8 項に記載の最終アライメントを行い、本仕様書記載の設置精度確認のために必要な試験を行うこと。

（要求者）

部課（室）名：NanoTerasu センター

高輝度放射光研究開発部 加速器グループ

氏 名：安居院 あかね

III. 詳細仕様書

1. 真空装置部

各仕様は、「II. 技術仕様、第 4.2 項」に示す真空装置部の 1 式あたりのものであり、また、各機器の内周通路側設置機器への配線作業、冷却水枝配管、圧空枝配管を含む。各機器の内周通路側設置機器への配線作業は、「第 5 項 フロントエンド制御盤部」の記述と重なる部分があるので注意すること。

1.1. 超高真空排気ユニット(VPC1, VPC2, VPC3、EVPC)

1.1.1. 概要

超高真空排気ユニットは超高真空を得ることを目的とする装置であり、3 種類の排気真空槽 (VPC1, VPC2, VPC3: 各 1 台(図 1-1(a)～(c)SX 型)) と端部排気真空槽 (EVPC: 1 台(図 1-1(d))) から構成され、ゲートバルブで区切られる各真空セクションに配置される。本ユニットは、圧力の絶対値だけでなく高度な清浄度を要求される蓄積リングに直結するため、製作時に真空内面を汚したり傷つけたりすることのないよう十分に留意すること。

VPC は主排気ポンプであるノーブルポンプを加工し、放射光がポンプ内を通過できる構造を有する。補助ポンプとしてタイバックポンプを有する。EVPC は、光軸上におかれた専用チェンバにノーブルポンプをオフセットさせて取り付けられる構造とし、主排気ポンプは NEG ポンプとする。VPC、EVPC とともに電離真空計、真空封止用メタルバルブ、移動式粗排気ポンプユニット接続用アングルバルブ等の真空部品が取り付けられる。

1.1.2. ユニット構成部品

1.1.2.1. VPC1

VPC1(1 台)は以下①～⑦で構成される。(図 1-1(a))

- | | |
|--|------|
| ① 排気真空槽 B 型本体(図 1-1(e)) | :1 台 |
| 面間寸法: 260 mm (参考値) | |
| 材質: SUS304、SS | |
| ビーム軸フランジ: ICF70/ICF114 とする。 | |
| ノーブルポンプ (キャノンアネルバ製 110L/s ノーブルポンプ特注品(相当品)) | |
| 以下②～⑦を装備できること。 | |
| ② タイバックポンプ | :2 個 |

キャノンアネルバ製タイバックポンプ/956-7040 相当品とする。

延長ニップルを付属すること。

- ③ 光電子抑止型ゲージポート (図 1-1(h)) :1 個
寸法 : 217L×217H×114W (参考値)
材質 : SUS304, SS,
光電子抑止にはフェライト磁石を用いること。
- ④ ICF114 フランジ付きヌード型 BA ゲージ :1 個
キャノンアネルバ製 NIG-2TF/954-7903 相当品とする。
- ⑤ 2.5 インチオールメタルバルブ :1 個
キャノンアネルバ製/951-7152 相当品とする。
- ⑥ 2.5 インチバイトンバルブ :1 個
キャノンアネルバ製/V-065LV-MMI DN65 手動 L 型バルブ MSB 相当品とする。
- ⑦ 高速シャッター用真空センサー(冷陰極型) :1 個
VAT 製 770SH-99NN 相当品とする。

1.1.2.2. VPC2

VPC2(1 台)は以下①～⑥で構成される。(図 1-1(b))

- ① 排気真空槽 A 型本体 (図 1-1(f)) :1 台
面間寸法 : 250 mm (参考値)
材質 : SUS304、SS
ビーム軸フランジ ICF70/ICF70
ノーブルポンプ: キャノンアネルバ製 110L/s ノーブルポンプ特注品(相当品)
以下②～⑥を装備できること
- ② タイバックポンプ :2 個
キャノンアネルバ製タイバックポンプ/956-7040 相当品
延長ニップルを付属すること。
- ③ 光電子抑止型ゲージポート (図 1-1-1(h)) :1 個
寸法 : 217L×217H×114W (参考値)
材質 : SUS304, SS
光電子抑止にはフェライト磁石を用いること。
- ④ ICF114 フランジ付きヌード型 BA ゲージ :1 個
キャノンアネルバ製/NIG-2TF/954-7903 相当品
- ⑤ オールメタルバルブ :1 個
キャノンアネルバ製/951-7150 相当品
ICF114/70 変換フランジを付属すること。
- ⑥ ポリイミドバルブ :1 個
キャノンアネルバ製/951-7120 相当品

1.1.2.3. VPC3

VPC3(1 台)は以下①～⑦で構成される。(図 1-1(c))

- | | |
|---|------|
| ① 排気真空槽 A 型本体 (図 1-1(f)) | :1 台 |
| 面間寸法 : 250 mm (参考値)、 | |
| 材質 : SUS304、SS | |
| ノーブルポン (キャノンアネルバ製 110L/s ノーブルポンプ特注品(相当品)) | |
| ビーム軸フランジ; ICF70/ICF70 | |
| 以下②～⑦を装備できること | |
| ② タイバックポンプ | :2 個 |
| キャノンアネルバ製タイバックポンプ/956-7040 相当品 | |
| 延長ニップルを付属すること。 | |
| ③ 光電子抑止型ゲージポート (図 1-1-1(h)) | :1 個 |
| 寸法 : 217L×217H×114W (参考値) | |
| 材質 : SUS304, SS | |
| 光電子抑止にはフェライト磁石を用いること。 | |
| ④ ICF114 フランジ付きヌード型 BA ゲージ | :1 個 |
| キャノンアネルバ製 NIG-2TF/954-7903 相当品とする。 | |
| ⑤ オールメタルバルブ | :1 個 |
| キャノンアネルバ製 951-7150 相当品 | |
| ICF114/70 変換フランジを付属すること。 | |
| ⑥ ポリイミドバルブ | :1 個 |
| キャノンアネルバ製 951-7120 相当品 | |
| ⑦ 高速シャッター用真空センサー(冷陰極型) | :1 個 |
| VAT 製 770SH-99NN 相当品とする。 | |

1.1.2.4. 端部排気真空槽 (EVPC)

EVPC(1 台)は以下①～⑥で構成される。(図 1-1(d))

- | | |
|--|------|
| ① チェンバ付き端部排気真空槽本体 (図 1-1(g)) | :1 台 |
| 面間寸法 : 300 mm (参考値) | |
| 材質:SUS304、SS | |
| ノーブルポンプ; キャノンアネルバ製 60L/s ノーブルポンプ特注品(相当品) | |
| 及び、これを光軸からオフセットさせる、ビーム軸フランジ ICF152/ICF152、 | |
| 以下②～⑥を装備すること。 | |
| ② NEG ポンプ | :1 個 |
| SAES 製 CapaciTorr Z200(ICF70 付)相当品 | |
| 活性化に用いる SAES 製 CapaciTorr D200 用制御装置は貸与する | |
| 延長ニップルを付属すること。 | |
| ③ 光電子抑止型ゲージポート (図 1-1(h)) | :1 個 |

寸法：217L×217H×114W（参考値）

材質：SUS304, SS

光電子抑止にはフェライト磁石を用いること。

- | | |
|------------------------------------|------|
| ④ ICF114 フランジ付きヌード型 BA ゲージ | :1 個 |
| キャノンアネルバ製 NIG-2TF/954-7903 相当品とする。 | |
| ⑤ オールメタルバルブ | :1 個 |
| キャノンアネルバ製 951-7150 相当品 | |
| ICF114/70 変換フランジを付属すること。 | |
| ⑥ ポリイミドバルブ | :1 個 |
| キャノンアネルバ製 951-7120 相当品 | |

1.1.3. ユニット機器共通仕様

- ① ビーム軸フランジの溶接取り付け精度はチェンバ軸に対し±0.2 mm 以下（目標値）であること。
- ② VPC1, 2, 3 は、共通ビームを用いたアライメントに適合した専用架台を有していること。
- ③ EVPC のノーブルポンプは光軸からオフセットしており、本仕様書内「第2項 ビーム架台部」に記載の 2 本の共通レールで構成される架台システムに搭載できないので、共通レールの使用は 1 本とし EVPC のノーブルポンプ本体を床面から支持するための架台を別途設けること。また、当該架台は、近隣の他の真空機器の位置調整機能付き架台となる構造も有していること。なお、建設後にも基準面が残るようにすること。
- ④ ノーブルポンプは、特に下記の仕様を満足すること。
 - ・ ON LOCK 機能（停電後の復電時に自動復帰する機能）を有していること。
 - ・ 1 台のノーブルポンプのみ単独にオフする際、コントローラの主電源もオフできること。（誤操作による高圧出力によって人的災害が引き起こされる可能性を防ぐため）。
- ⑤ 予備ポート及びバイトンバルブの粗排気接続用フランジには、ブランクフランジを取り付けて納入すること。
- ⑥ 出荷前に単体でベーキングを行い、ベーキング後の到達圧力が 3×10^{-8} Pa 以下であることを確認し、真空封じきりの状態で出荷すること。真空封止部には、ガス導入バルブ（ICF70 フランジ付、ベローズ軸シール方式）を使用するなど、ベント時に操作し易い構造であること。

1.1.4. ユニット機器据え付け

- ① アライメント基準はビーム軸フランジ中心とすること。
- ② ビーム軸フランジの設置精度はレール基準のビーム軸に対して±0.2 mm 以下であること。
- ③ ゲージポートのコネクタ取合部は、ケーブルの曲げ弾性等による負荷がかからないようにすること。

1.1.5. 内周通路側制御部設置機器

1.1.5.1. VPC1

- | | |
|--|------|
| ① ノーブルポンプコントローラ（キャノンアネルバ製 P-521NP 相当品） | :1 台 |
| ② 真空ゲージコントローラ（キャノンアネルバ製 M-923DD 相当品） | :1 台 |
| ③ サブリメーション制御装置（キャノンアネルバ製 SR-TVP-050 相当品）（共用） | :1 台 |
| ④ 高速シャッターコントローラ（VAT 製 770VF-16NN-AJV2 相当品） | :1 式 |

1.1.5.2. VPC2

- | | |
|--|------|
| ① ノーブルポンプコントローラ（キャノンアネルバ製 P-521NP 相当品） | :1 台 |
| ② 真空ゲージコントローラ（キャノンアネルバ製 M-923DD 相当品） | :1 台 |
| ③ サブリメーション制御装置（キャノンアネルバ製 SR-TVP-050 相当品）（共用） | :1 台 |

1.1.5.3. VPC3

- | | |
|--|------|
| ① ノーブルポンプコントローラ（キャノンアネルバ製 P-521NP 相当品） | :1 台 |
| ② 真空ゲージコントローラ（キャノンアネルバ製 M-923DD 相当品） | :1 台 |
| ③ サブリメーション制御装置（キャノンアネルバ製 SR-TVP-050 相当品）（共用） | :1 台 |
| ④ 高速シャッターコントローラ（VAT 製 770VF-16NN-AJV2 相当品） | :1 式 |

1.1.5.4. 端部排気真空槽(EVPC)

- | | |
|--|------|
| ① ノーブルポンプコントローラ（キャノンアネルバ製 P-511NP 相当品） | :1 台 |
| ② 真空ゲージコントローラ（キャノンアネルバ製 M-923DD 相当品） | :1 台 |

1.1.6. 内周通路制御部への通線

1.1.6.1. VPC1

- | | |
|------------------------------------|------|
| ① ノーブルポンプ用ケーブル（ポンプコントローラへ） | :1 本 |
| ② 真空ゲージ用ケーブル（ゲージコントローラへ） | :1 本 |
| ③ タイバックポンプ用ケーブル（ポンプコントローラへ） | :1 本 |
| ④ 高速シャッター用センサーケーブル（緊急遮断シャッターシステムへ） | :1 本 |

1.1.6.2. VPC2

- | | |
|-----------------------------|------|
| ① ノーブルポンプ用ケーブル（ポンプコントローラへ） | :1 本 |
| ② 真空ゲージ用ケーブル（ゲージコントローラへ） | :1 本 |
| ③ タイバックポンプ用ケーブル（ポンプコントローラへ） | :1 本 |

1.1.6.3. VPC3

- | | |
|------------------------------------|------|
| ① ノーブルポンプ用ケーブル（ポンプコントローラへ） | :1 本 |
| ② 真空ゲージ用ケーブル（ゲージコントローラへ） | :1 本 |
| ③ タイバックポンプ用ケーブル（ポンプコントローラへ） | :1 本 |
| ④ 高速シャッター用センサーケーブル（緊急遮断シャッターシステムへ） | :1 本 |

1.1.6.4. EVPC

- ① ノーブルポンプ用ケーブル（ポンプコントローラへ） :1 本
- ② 真空ゲージ用ケーブル（ゲージコントローラへ） :1 本

1.2. フォトンダクトアブソーバ(PDA)

1.2.1. 概要

PDA は、ビームライン閉鎖時に銅ブロックを光軸上に下ろすことにより、GV1 への偏向電磁石からの漏洩光照射を防ぐ。PDA の挿入は圧空駆動で行う。水冷機構を有する。材質は SUS304、SS、無酸素銅（OFHC/C1011）とする。（図 1-2(a)）

1.2.2. 構成

- ① PDA チェンバは、面間寸法:220 mm（参考値）、ビーム軸フランジ： ICF114（参考値）とする。
- ② 受光体部は 62W×80H×30t(参考値)とする。
- ③ PDA チェンバは、エアシリンダ、ベローズを有する。
- ④ PDA チェンバと、下流側に接続される第 1.3 節の前置マスクをサポートするための架台部（水平・垂直方向の位置調整機能付き）を設けること。詳細は別途協議する。

1.2.3. 仕様

- ① PDA 開閉駆動部は 40mm 以上のストロークを備え、溶接ベローズ及びスピード制御付圧空シリンダ(エアシリンダ)方式を採用し、動作時間を 2～3 秒程度に調整できる構造であること。
- ② PDA の開状態と閉状態を検出するために高耐久型リミットスイッチを設置すること。
- ③ 加速器/真空制御システムに出力するために、上記②に記載のもの以外に、PDA の開状態信号用高耐久型リミットスイッチを開側に設置すること。
- ④ 受光部材質は無酸素銅（OFHC/C1011）とする。
- ⑤ 水冷配管には 10 mm 銅パイプ又は二重管式冷却機構を採用し、継手は金属製食い込み継手（Swagelok）を使用すること。
- ⑥ 放射光が照射される領域の背面に冷却水配管を設けないこと。
- ⑦ PDA を開の状態に固定するためのメカロック機能を有していること。
- ⑧ ビーム軸フランジの溶接取り付け精度はチェンバ軸に対して±0.2 mm 以下（目標値）であること。
- ⑨ PDA 閉状態の受光体軸精度はチェンバ軸に対して±0.2 mm 以下（目標値）であること。
- ⑩ ベローズ部は、材質:SUS316L、変位量 40mm m 以上、耐用回数(寿命)10,000 回以上、耐熱温度 250℃であること。

- ⑪ 開閉の動作時間が 2～3 秒程度で調整できる構造であること。

1.2.4. 据付仕様

- ① 第 1.3 節の前置マスクと一体で支持すること。
- ② アライメント基準はビーム軸フランジ中心とし、前置マスクと一体で調整すること。
- ③ ビーム軸フランジの設置精度は床面基準点に基づいたビーム軸に対して $\pm 0.2 \text{ mm}$ 以下（目標 $\pm 0.1 \text{ mm}$ 以下）であること。
- ④ 冷却水母配管からの枝配管を行うこと。
- ⑤ 冷却水路の OUT 側に接点付き流量計を設置すること。なお、PDA の流量計接点信号を蓄積リング真空制御系に取り込むため、QST が指定する取り付けコネクタ又は信号線（リングトンネル内真空冷却系ヘッダー近傍）に接続すること。
- ⑥ 圧空母配管からの枝配管を行うこと。
- ⑦ 開閉の動作時間を 2～3 秒で調整すること。

1.2.5. 内周通路側制御部への通線作業

- ① エアシリンダ駆動用及びリミットスイッチ用ケーブル (FE 主制御ラックへ) : 1 本
- ② PDA の開状態信号用高耐久型リミットスイッチ用ケーブル
(加速器真空系取り付け端子台へ。最大 100 m 程度) : 1 本
- ③ 水流量接点 (加速器真空系取り付け端子台へ。最大 100 m 程度) : 1 本

1.3. 前置マスク SX 型

フロントエンド最上流部に設置され、水冷銅ブロックにより不要な放射光を吸収する。

1.3.1. 仕様 (図 1-3(a))

- ① フランジは、面間寸法 : 130 mm (参考値)、ビーム軸フランジ : ICF114/ICF70 とする。また、
入口開口 : 50 (水平) $\times$ 40 (垂直) 公差 $+0.4/-0$ (参考値)
出口開口 : 26 (水平) $\times$ 26 (垂直) 公差 $+0/-0.4$ (参考値)
材質 SUS304、無酸素銅 (OFHC/C1011) とする。
- ② 前置マスクと、上流側に接続される PDA をサポートするための架台部 (水平・垂直方向の位置調整機能付き) を設けること。隣接する加速器構成機器 (仕様外) との干渉が厳しいので、詳細は別途協議する。
- ③ ビーム軸フランジの取り付け精度はマスク開口軸に対し $\pm 0.2 \text{ mm}$ 以下とする。
- ④ 冷却水入出部は金属製食い込み継手 (Swagelok) を採用すること。

1.3.2. 据付仕様

- ① アライメント基準はビーム軸フランジ中心とし、PDA と一体で調整すること。
- ② ビーム軸フランジの設置精度は床面基準点に基づいたビーム軸に対して $\pm 0.2 \text{ mm}$ 以下（目標 $\pm 0.1 \text{ mm}$ 以下）であること。
- ③ 冷却水母配管からの枝配管を行うこと。
- ④ 冷却水路の OUT 側に接点付き流量計を設置すること。

1.3.3. 内周通路側制御部への通線

- ① 水流量接点 (FE 主制御ラックへ) : 1 本

1.4. 光軸調整用フィルタ (ADJFIL)

1.4.1. 概要

圧空動作により各種フィルタを挿入し放射光の低エネルギー成分を除去する。発生した熱は水冷により取り去る。専用の真空チェンバに SCM1 と共に取り付けられる。低蓄積電流モードの光軸確認時にのみ使用する。材質は SUS304、SS、OFHC（水冷パイプ）、銅、アルミとする。（図 1-4(a)）

1.4.2. 構成

- ① 銅及びアルミフィルタを切り替えられる ADJFIL を ICF70 付きサファイアビューイングポート付き ICF70 取合の真空チェンバ (ADJFIL 用チェンバ) に装備すること。
- ② ADJFIL 用チェンバには、後述の SCM1 をビューイングポートも含めて取り付け可能なこと。

1.4.3. 仕様

- ① フィルタ切り替え機構には圧空シリンダを用いること。2 段式エアシリンダ駆動により、1 軸で 2 つのフィルタ部を独立に選択できる（IN1、IN2、OUT の 3 位置の選択）こと。
- ② ADJFIL/OUT 時におけるフィルタ部の最下点と光軸とのクリアランスが 16mm 以上確保出来る構造、ストロークとすること。
- ③ 直線導入器は、各フィルタ部の停止位置を微調できる機能を有すること。
- ④ 真空外からフィルタの中心位置を光軸中心位置にあわせるための位置調整（水平・垂直方向）が可能であること。フィルタ材は銅板（厚さ 1 mm；参考値）、アルミ板（厚さ 1 mm；参考値）を使用すること。
- ⑤ 冷却水入出部は金属製食い込み継手 (Swagelok) を使用すること。
- ⑥ 開⇄上部フィルタ、上部フィルタ⇄下部フィルタ間の駆動時間を 1～2 秒で調整できる構造であること。

- ⑦ 受光部ホルダーと水冷パイプとのロウ付けは、十分な熱接触が得られるように隙間なくなされていること。
- ⑧ ビーム軸フランジ（ICF114）の溶接取り付け精度はチェンバ軸に対して ± 0.2 mm 以下（目標値）であること。
- ⑨ チェンバを真空引きした際のフィルタ取り付け開口軸の変位量が、水平・垂直方向とも ± 0.1 mm 以下を達成できる構造であること。
- ⑩ 水平、垂直の位置調整機構が付いた台座を設けること。
- ⑪ 水冷却は継手を使用しない一筆書き構造とし、パイプの材質は無酸素銅とすること。
- ⑫ ベローズ部の耐用回数(寿命)は 10,000 回以上であること。

1.4.4. 据付仕様

- ① 出荷前に、ビーム軸フランジ基準に対してフィルタ取り付け開口軸中心が ± 0.1 mm 以下になるように調整すること。
- ② ビーム軸フランジの設置精度はレール基準のビーム軸に対して ± 0.2 mm 以下であること。
- ③ 冷却水母配管からの枝配管を行うこと。
- ④ 冷却水路の OUT 側に接点付き流量計を設置すること。
- ⑤ 圧空母配管からの枝配管を行うこと。
- ⑥ 開 $\leftrightarrow$ 上部フィルタ、上部フィルタ $\leftrightarrow$ 下部フィルタ間の駆動時間を 1~2 秒で調整すること。

1.4.5. 内周通路側制御部への通線

- ① エアシリンダ駆動及びリミットスイッチ用ケーブル（FE 主制御ラックへ）： 1 本
- ② 水流量接点（FE 主制御ラックへ）： 1 本

1.5. スクリーンモニタ(SCM)

1.5.1. 概要

圧空動作によりアルミナ蛍光板を出し入れし、必要に応じて放射光を照射することにより光軸位置を測定する。専用の真空チェンバに取り付けられる。アブソーバ上流に設置するものを SCM1、ビームシャッター下流に設置するものを SCM2 とする。低蓄積電流モードの光軸確認時にのみ使用する。(図 1-5(a), (b))

1.5.2. 構成（1 台あたり）

- ① SCM の受光部はアルミナ蛍光板（Chromox 社 AF995R 相当品）とする。他の材質は SUS304、SS とする。

- ② 受光部を出し入れ機構は圧空シリンダとする。
- ③ SCM2 は ICF70 付きサファイアビューイングポート付き SCM 用真空チェンバに取り付けること。
SCM1 は（ビューイングポートも含めて）1.4 節記載の ADJFIL 用チェンバに取り付けること。
- ④ アルミナ蛍光板を観察するカメラ（仕様外）による観測が可能であること。カメラ（仕様外）取付のための支持台を持つこと。

1.5.3. 仕様

- ① 直線導入器は検出部入側の停止位置を微調できる機能（ストッパー位置可変）を有すること。
- ② ビーム軸フランジの溶接取り付け精度はチェンバ軸に対して $\pm 0.2\text{mm}$ 以下（目標値）であること。
- ③ チェンバを真空引きした際のアルミナ蛍光板中心の変位量が、水平・垂直方向とも $\pm 0.1\text{mm}$ 以下であること。
- ④ アルミナ蛍光板の取り付けはビーム軸に対して 45° とし、 90° 方向からのカメラ（仕様外）による観測が可能であること。
- ⑤ 開閉駆動部は 40mm 以上のストロークを備え、スピード制御付圧空シリンダ方式を採用し動作時間を 2～3 秒に調整できる構造であること。
- ⑥ 水平、垂直の位置調整機構が付いた台座を設けること。（図 1-6(b)）
- ⑦ ベローズ部の耐用回数（寿命）は 10,000 回以上であること。

1.5.4. 据付

- ① 出荷前に、ビーム軸フランジ基準に対してアルミナ蛍光板中心が $\pm 0.1\text{mm}$ 以下になるように調整すること。
- ② ビーム軸フランジの設置精度はレール基準のビーム軸に対して $\pm 0.2\text{mm}$ 以下であること。
- ③ アルミナ蛍光板中心が床面基準点に基づいたビーム軸に対して $\pm 0.2\text{mm}$ 以下であることを確認すること。
- ④ 圧空母配管からの枝配管を行うこと。
- ⑤ 開閉の動作時間を 2～3 秒で調整すること。

1.5.5. 内周通路側制御部への通線

- ① エアシリンダ駆動及びリミットスイッチ用ケーブル（FE 主制御ラックへ） : 1 本
- ② Web カメラ用 LAN ケーブル（FE 主制御ラックへ） : 1 本

1.6. 固定マスク SX 型(FMK-SX)

1.6.1. 概要

不要な放射パワーを取り除くために、水冷却された無酸素銅（OFHC/C1011）を使用して放射光に

空間的な制限を加える。(図 1-6(a), (b)SX 型)

1.6.2. 構成

1.6.2.1. 本体部

- ① 固定マスク本体部は寸法：560L×85W×80H（参考値）とする。
- ② 材質は無酸素銅（OFHC/C1011）、SUS304、SS とする。
- ③ ビーム軸取合フランジ ICF114/ICF70 とする。

1.6.2.2. 冷却水路

- ① 冷却水路の内径は 10 mm 以上とし、図 1-6(b)を参考に複数本設け、それらが直列となるような構造とすること。
- ② 冷却水入出部は 金属製食い込み継手(Swagelok) を使用すること。
- ③ 冷却水入出部の短管と本体は EB 溶接で（ねじ込み式は不可）接続すること。

1.6.2.3. ヒータ

- ① ベーキング用のプレートヒータ等を受光部本体外面に取り付けること。
- ② ベーキング時の無酸素銅の最高温度は 150℃とするが、ヒータ自身の能力としては 200℃までベーキング可能にしておくこと。

1.6.2.4. 温度センサー

- ① 温度センサーとして、JIS-K タイプで外径 1.6 mm の非接地型シース熱電対 4 個（参考値）をバヨネット型フィッティング等により本体に固定すること。
- ② 機器近傍にて補償導線と専用コネクタ（オメガ熱電対コネクタ相当品）で接続させること。なお、端部には識別可能なタグを取り付けること。

1.6.3. 仕様

- ① 固定マスクのアライメント基準は、本体外面とすること（内面のビーム軸と本体外面が一致していること）。
- ② ビーム軸フランジの本体基準面に対する溶接精度は、±0.2 mm 以下であること。
- ③ 受光部テーパ部全域において、テーパ角が規定値以上に逸脱しない加工を行うこと。
- ④ 本体外面に、ビーム軸と基準面との実測寸法及びシリアル No. を刻印すること。
- ⑤ 本体上面光軸上に、レーザートラッカ用ターゲット(SMR)が搭載可能なターゲット穴(φ4/H7)を 2 箇所以上設けること。また、本体上面は、ローリングを測定するための高精度水準器が使える水平基準面であること。
- ⑥ 加工方法によって完成品では確認できない部位に対しては、事前にモックアップ試験を行い、QST 担当者の承認を得ること（過去の実績提示でも可）。
- ⑦ 基準面となる本体外面が酸化・変色しないような梱包処置を行うこと（例えば、本体をビニール袋で 2 重に被い、シリカゲル等を入れたあと N₂ で膨らませる等）。
- ⑧ 納入前に単体ベーキング（24 時間保持）を行い、所定の温度に上がることを確認すること。

所定の温度に上がることとリーク量が許容リーク量以下であることを確認すること。

- ⑨ 共通ビーム対応の専用架台（図 1-6(a)）を有すること。架台の柱には低熱伝導型スタッド（図 1-6(c)）を使用すること。

1.6.4. 据付仕様

- ① 機器据付時：本体外面基準面の設置精度は、レール基準のビーム軸に対して $\pm 0.2 \text{ mm}$ 以下であること。
- ② 最終アライメントは QST が行うレーザートラッカを使った測量に基づき、実施すること。SMR の設置精度はトラッカ測量に基づいたビーム軸に対して $\pm 0.2 \text{ mm}$ 以下（目標 $\pm 0.1 \text{ mm}$ 以下）であること。
- ③ 冷却水母配管からの枝配管を行うこと。母配管との取合バルブサイズは 20A (3/4") とする。
- ④ 母配管からの枝配管は $\phi 16 \text{ mm}$ の BA 管 (SUS304) を使用すること。接続部は金属製食い込み継手 (Swagelok) を使用すること。また、作業前に配管系統図を提出して承認を得ること。
- ⑤ 冷却水路の OUT 側に接点付き流量計を設置すること。

1.6.5. 工場出荷前試験

工場出荷前に下記試験等を行うこと。

① 外観・寸法試験

外観（特に真空内面）に有害な傷、変形、シミ・汚れ等の無いことを確認すること。また納入仕様書に指示された主要寸法および公差とおりであることを確認すること。

② ヘリウムリーク試験

ベーキング前後においてヘリウムリーク試験を行い、リーク量が $1 \times 10^{-11} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{sec}$ 以下であることを確認すること。

③ 冷却水路耐圧・漏洩試験

N_2 ガス $1 \text{ MPa} \cdot \text{G}$ で加圧し、スヌープ等で漏れがないこと、および 30 分間放置して顕著な漏れ ($-0.1 \text{ MPa} \cdot \text{G}$) が無いことを確認すること。水を用いた同等の検査でも可とする。詳細は打ち合わせの上決定する。

④ 冷却水通水試験

所定の圧力条件（機器の出入口での $\Delta P = 0.5 \text{ MPa}$ ）において、所定の流量が (20 L/min 以上）流れることを確認すること。また、水温も記録すること。

⑤ ベーキング用ヒータ通電試験

ベーキング用ヒータに通電を行い、ヒータ線と受光部が絶縁されていること、受光部が均一に昇温できることを確認すること。なお、ベーキング時には冷却水路の真空排気を行った状態で実施すること。

⑥ 熱サイクル試験

受光部本体をベーキング用ヒータにより 150°C まで昇温させ、30 分保持後 50°C まで自然冷

却させる作業を 3 回繰り返し、その後上記 ②に記載のヘリウムリーク試験を行うこと。

⑦ 受光部テーパ角度計測試験

受光部のテーパ角度が既定値以内であることを確認すること。

1.6.6. 内周通路側制御部への通線

- ① 水流量接点 (FE 主制御ラックへ) : 1 本
- ② 補償導線(温度センサー熱電対) (FE 主制御ラックへ) (参考値): 4 本

1.7. アブソーバ SX 型

1.7.1. 概要

ABS 本体は圧空機構により駆動し、ビームライン不使用時に放射光ビームを遮る。また使用時にはマスクとして機能する。放射光による熱負荷は水冷却された GlidCop で受けて冷却する。ABS の上下流には ASB 用ベローズニップルを設置する。ニップルは ABS の駆動に支障を与えないこと。また、駆動しても放射光ビームが当たらない寸法・形状であること。(図 1-7(a)～(c))

1.7.2. 構成

1.7.2.1. 本体部

- ① 寸法: 560L×80W×80H (参考値)、ビーム軸取合フランジ ICF114/ICF114 とする。(図 1-7(a), 1-7(b) 参照)
- ② 材質は GlidCop-AL15 (受光部)、Cu コイル、SUS304、SS とする。
- ③ 駆動用圧空シリンダ、駆動位置を取り出すリミットスイッチを有すること。

1.7.2.2. 冷却水流路

- ① 冷却水流路は内径 10 mm とし、流路内には直径 1.5 mm でピッチ 10mm、コイル外径 10 mm の銅線コイルをロウ付けにより取り付け、流路方向に沿って円周方向に一ヶ所固定すること。また、本固定が健全なものであることを工業用内視鏡等により確認すること。
- ② 冷却水路は、図 1-7(b)を参考に複数本設け、それらが直列となるような構造とすること。出荷前に所定の圧力条件 ($\Delta P=0.5$ MPa) において所定の流量 (20 L/min 以上) が流れることを確認すること。
- ③ 冷却水入出部は 金属製食い込み継手(Swagelok)を使用すること。冷却水入出部の短管と本体は EB 溶接で (ねじ込み式は不可) 接続すること。

1.7.2.3. ヒータ

- ① ベーキング用のプレートヒータ等を受光部本体外面に取り付けること。
- ② ベーキング時の GlidCop の最大温度は 180℃とするが、ヒータ自身の能力としては 250℃までベーキング可能であること。

1.7.2.4. 温度センサー

- ① 温度センサーとして JIS-K タイプで外径 1.6 mm の非接地型シース熱電対 4 個（参考値）をバヨネット型フィッティング等により本体に固定すること。
- ② 熱電対補償導線と専用コネクタ（オメガ熱電対コネクタ相当品）を機器近傍に接続させること。なお、端部には識別可能なタグを取り付けること。

1.7.2.5. 駆動

- ① アブソーバの水平を保って上下方向に 18 mm（参考値）の移動を行う機構として、上下限に機械的なリミッタと上下位置をステータス信号として取り出すことのできるリミットスイッチを設けること。上下限リミットスイッチは本体の上流側と下流側に各々 1 対設けること。
- ② 停止精度は ± 0.2 mm 以下であること。
- ③ 動作時間は 0.5～3.0 秒で調整可能であること。但し設定値は別途協議する。
- ④ 電磁弁及びリミットスイッチ等の部品の選定には耐放射線性を考慮し、日本において容易に入手可能なものであること。
- ⑤ 繰り返し使用による位置ずれを防ぐため、リミットスイッチ用押板はリミットスイッチの先端に対して垂直にあたること。

1.7.2.6. ABS 用ベローズニップル部

- ① ABS 本体部の直上流、直下流に 1 つずつ設置する。（図 1-7(c)）ABS の駆動に支障がなく、駆動により変形しても放射光ビームが当たらない寸法・形状であること。
- ② 材質は AM350（ベローズ）、SUS304（他）、接続フランジ：ICF70-RH、ICF114-FH とする。
- ③ 全長 240mm（自由長；参考値）、ストロークは軸直角方向で 25 mm（上下方向に ± 12.5 mm）以上とする。
- ④ ベローズ部の耐用回数（寿命）は 1×10^6 回以上であること。
- ⑤ 上流側のベローズニップル用サポートを準備すること（ライン図（図 A）参照）。

1.7.3. 仕様

- ① アブソーバ本体のアライメント基準は、本体外面とすること（内面のビーム軸と本体外面が一致していること）。
- ② ビーム軸フランジの本体基準面に対する溶接精度は、 ± 0.2 mm 以下であること。
- ③ 受光部テーパ部全域において、テーパ角が規定値以上に逸脱しない加工を行うこと。また、最小幅部の寸法は 0.5 mm 程度以下とし、当該部を通過した放射光はクサビ板で受光すること。クサビ板の詳細は最大放射パワーにより決定すること。
- ④ 本体外面に、ビーム軸と基準面との実測寸法、およびシリアル No. を刻印すること。
- ⑤ 本体上面光軸上に、SMR が搭載可能なターゲット穴（ $\phi 4/H7$ ）を 2 箇所以上設けること。また、本体上面は、ローリングを測定するための高精度水準器が使える水平基準面であること。
- ⑥ 加工方法によって完成品では確認できない部位に対しては、事前にモックアップ試験を行い、QST 担当者の承認を得ること（過去の実績提示でも可）。
- ⑦ 納入前に単体ベーキング（24 時間保持）を行い、所定の温度に上がることとリーク量が許容

リーク量以下であることを確認すること。

- ⑧ 基準面となる本体外面が酸化・変色しないような梱包処置を行うこと（例えば、本体をビニール袋で2重に被い、シリカゲル等を入れたあと N₂ で膨らませる等）。
- ⑨ 架台の柱には低熱伝導型スタッド（図 1-6(c)）を使用すること。

1.7.4. 据付

- ① 機器据付時：本体外面基準面の設置精度は、レール基準のビーム軸に対して±0.2mm 以下であること。
- ② 最終アライメントは QST が行うレーザートラッカを使った測量に基づき、実施すること。SMR の設置精度はトラッカ測量に基づいたビーム軸に対して±0.2 mm 以下（目標±0.1 mm 以下）であること。また、ピッチング±0.02 mrad 以下；目標±0.01 mrad 以下、及びヨーイング±0.15 mrad 以下；目標±0.10 mrad とする。詳細は QST 担当者と打ち合わせのうえ決定する。
- ③ 冷却水母配管からの枝配管を行うこと。母配管との取合バルブサイズは 20A (3/4") とする。
- ④ 母配管からの枝配管は φ16 mm の BA 管（SUS304）を使用し、アブソーバには 20A の金属フレキホース配管を用いて接続すること。接続部は金属製食い込み継手(Swagelok)を使用すること。また、作業前に配管系統図を提出して承認を得ること。
- ⑤ 冷却水路の OUT 側に接点付き流量計を設置すること。
- ⑥ 圧空母配管からの枝配管を行うこと。
- ⑦ 開閉の動作時間を 1～2 秒で調整すること。

1.7.5. 工場出荷前試験

工場出荷前に下記試験等を行うこと。詳細は別途協議する。

- ① 外観・寸法試験
外観（特に真空内面）に有害な傷、変形、シミ・汚れ等のないことを確認すること。また納入仕様書に指示された主要寸法及び公差とおりであることを確認すること。
- ② ヘリウムリーク試験
ベーキング前後においてヘリウムリーク試験を行い、リーク量が 1×10^{-11} Pa・m³/sec 以下であることを確認すること。
- ③ 冷却水路耐圧・漏洩試験
N₂ ガス 1 MPa・G で加圧し、スヌープ等で漏れがないこと、および 30 分間放置して顕著な漏れ（-0.1 MPa・G）がないことを確認すること。水を用いた同等の検査でも可とする。詳細は打ち合わせの上決定する。
- ④ 冷却水通水試験
所定の圧力条件（機器の出入口での ΔP=0.5 MPa）において、所定の流量が（20 L/min 以上）流れることを確認すること。また、水温も記録すること。
- ⑤ ワイヤコイル形状確認試験

ロウ付け前にワイヤコイルが所定の形状で冷却流路内に挿入されていることを内視鏡等により確認すること。また、ロウ付け後においては、ワイヤコイルが流路壁に正常にロウ付けされていることと、ロウ材が流路を塞いでいないことを確認・記録すること。

⑥ 動作試験

ベーキング前後において、ベローズニップルを取り付け、真空引きを行った状態で動作試験（開閉を 200 サイクル）を行うこと。滑らかに所定のストロークを動作すること、上下停止位置の再現性、水平方向への倒れがないこと、またリミットスイッチの動作確認等を確認すること。

⑦ ベーキング用ヒータ通電試験

ベーキング用ヒータに通電を行い、ヒータ線と受光部が絶縁されていること、受光部が均一に昇温できることを確認する。なお、ベーキング時には冷却水路の真空排気を行った状態で実施すること。

⑧ 熱サイクル試験

受光部本体をベーキング用ヒータにより 180℃まで昇温させ、30 分保持後 50℃まで自然冷却させる作業を 3 回繰り返し、その後上記第②のヘリウムリーク試験を行うこと。

⑨ 受光部テーパ角度計測試験

受光部のテーパ角度が既定値以内であることを確認すること。

1.7.6. 内周通路側制御部への通線

- | | |
|-------------------------------------|------------|
| ① 水流量接点 (FE 主制御ラックへ) | : 1 本 |
| ② 圧空シリンダ駆動及びリミットスイッチ信号 (FE 主制御ラックへ) | : 1 本 |
| ③ 補償導線 (FE 主制御ラックへ) | (参考値): 4 本 |

1.8. 鉛コリメータ

1.8.1. 概要

30 cm 厚さの鉛ブロックにより散乱 X 線、制動 γ 線を吸収する。(図 1-8(a))

1.8.2. 仕様

- ① 寸法は装置全体 340L×300W×400H (参考値) とし、鉛ブロック部は 300L×200W×200H (プラス公差であること) とする。また、真空パイプは外径 25×内径 23×340L (参考値) とする。
- ② 材質は鉛、SUS304、SS とする。
- ③ 真空パイプには溝を設け、ベーキングヒータを埋め込むこと。
- ④ ビーム軸フランジの溶接取り付け精度はチェンバ軸に対し±0.2mm 以下であること。
- ⑤ 真空パイプのベーキング温度を測定するために熱電対 (K タイプ) をあらかじめ組み込んでおくこと。

- ⑥ 真空パイプは共通ビームから支持し、鉛ブロックは床から鉛ブロック支持部にて独立に支持する構造とすること。

1.8.3. 据付

- ① ビーム軸フランジの設置精度はレール基準のビーム軸に対して ± 0.2 mm 以下であること。
- ② 鉛ブロックが崩れ落ちないように崩壊防止板で固定すること。

1.8.4. 提出書類

- ① 鉛ブロックのミルシート
- ② 鉛ブロックを積み上げた状態での寸法検査結果

1.9. XY スリット SX 型

1.9.1. 概要

本装置は、XY スリット受光部、精密駆動ステージ及びベローズパイプと支持台から構成される(図 1-9(a))。スリット受光部によりビーム利用実験に使用されない放射光部分をカットすることで、本装置より下流に設置される光学素子等の熱負荷を低減することを目的とする。受光部は、基本的には冷却水により冷却するが、システム全体として度重なる発熱・冷却によるサイクルに対して、その構造・性能を維持することも担う。精密駆動ステージはXYスリット受光部をビーム軸に直交する水平方向及び垂直方向に精密に駆動する。(図 1-9(a)～(d))

1.9.2. 構成

1.9.2.1. XY スリット受光部

本装置は放射パワーを除去するための主要部分である。L型スリットu (1 個)、L型スリットd (1 個)から構成され、L型スリット自体が超高真空仕様の真空容器の一部となっている。放射パワーによる発熱は水冷却により処理する。(図 1-9(a)～(c))

1.9.2.1.1. 構成

(a) L型スリットu、L型スリットd

- ① ビーム軸両端フランジは ICF114 とし、接続管・フランジを含めた面間寸法はいずれも 530 mm (参考値) とする。従って、下記の軸直角方向駆動用溶接ベローズを含めた全長では 1860 mm (参考値) となる。
- ② 材質は無酸素銅 (OFHC/C1011) を使用し、ブロック材からの切削加工とすること。
- ③ 真空内面は超高真空仕様とすること。
- ④ 斜入射受光のための傾斜角は 1/18 程度 (参考値) とするが、詳細は別途協議の上、受光部の

処理可能な最大熱量の設計により最終的に決定すること。

- ⑤ L型スリットのエッジ部分にはナイフエッジを採用し、スリットより下流への散乱光を極力減らすような構造とすること。
- ⑥ L型スリットエッジ部の熱変形によるビーム成形への影響を極力抑えるよう、また透過成分によるビーム端部のぼやけを小さくするようにヘビーメタル（タンタル）によりダブルスリットを構成すること。
- ⑦ ヘビーメタルの受光面も斜入射構造とすること。傾斜角については、別途協議の上、ヘビーメタルの処理可能な最大熱量の設計により最終的に決定すること。

(b) 接続管、フランジ

- ① SUS304 で製作し、超高真空仕様とすること。
- ② ICF114 フランジを用いること。
- ③ 1 ビームラインあたり接続管、フランジはそれぞれ 4 個用いること。

(c) ダブルスリット

- ① ダブルスリットはL型スリット u、L型スリット d にそれぞれ 1 個用いること。
- ② ダブルスリット部のヘビーメタルの取り付け精度（直入射部分が 50～100 μm 程度）については別途協議する。ダブルスリットと OFHC/C1011 との間には熱接触向上のため銀箔などのシムを挟むこと。また、取り付けに用いるビス等にはガス抜き処理を施し、ゆるみ防止のために皿バネやスプリング・ワッシャーなどを用いること。
- ③ ダブルスリット部のヘビーメタルブレードの隅角部は R0.05 mm 以下であること。計測結果及び写真を試験検査成績書に添付すること。

(d) 冷却水流路

- ① 冷却チャンネルは内径 10 mm とし、5 本程度のチャンネルを設けること（図 1-9(c) 参照）。
- ② 複数の冷却チャンネルが直列となるように加工すること。
- ③ 冷却水入出部は金属製食い込み継手(Swagelok)を使用すること。
- ④ 冷却水入出部の短管と本体は EB 溶接（ねじ込み式は不可）で接続すること。

(e) ヒータ

- ① ベーキング用のプレートヒータ等を受光部本体外面に取り付けること。
- ② ベーキング時の無酸素銅の最高温度は 150℃以下とするが、ヒータ自身の能力としては 200℃までベーキング可能なようにしておくこと。

(f) 温度センサー

- ① 温度センサーとして、JIS-K タイプで外径 1.6 mm の非接地型シース熱電対 2 個（L型スリット u、L型スリット d に各 1 個；参考値）をバヨネット型フィッティング等により本体に固定すること。
- ② 機器近傍にて補償導線と専用コネクタ（オメガ熱電対コネクタ相当品）で接続させること。なお、端部には識別可能なタグを取り付けること。

1.9.2.1.2. 仕様

- ① 斜入射受光型のL型スリットを基本型とすること。
- ② L型スリットと接続管の接合については別途協議すること。取付精度はビーム軸に対して

±0.2 mm 以下とする。

- ③ 接続管とフランジの間の接合には TIG 溶接又は EB 溶接を採用し、内側溶接を施すこと。溶接の取付精度はビーム軸に対して±0.2 mm 以下とする。
- ④ XY スリット受光部は第 2 項に記載の精密駆動ステージの上に設置する。如何なる場合にも、この精密駆動ステージにダメージを与えるような熱が伝わらないような取付方法を採用すること。必要に応じて低熱伝導型スタッド（図 1-6(c)）を用いること。
- ⑤ XY スリット受光部を精密駆動ステージとともに フロントエンド共通ビームに設置した際、基準面から光軸までの高さ 300 mm（参考値）に受光部基準点がかかるような形状を満たすものとする。L 型スリットの外壁には、受光部基準点を確認できるようなケガキ線を入れること。なお、この受光部基準点の設定は QST 担当者と協議すること。また、±5 mm 程度の範囲で高さ調整が出来るような構造でなければならない。
- ⑥ 納入前に、スリット本体で単体ベーキング（24 時間保持）を行い、所定の温度に上がることとリーク量が許容リーク量以下であることを確認すること。詳細は協議の上決定する。
- ⑦ スリット本体のアライメント基準面は L 型スリット u, d 本体外面とする（内面のビーム軸と本体外面が一致していること。）こと。
- ⑧ 電磁弁及びリミットスイッチ等の部品の選定には耐放射線性を考慮し、日本において容易に入手可能なものであること。
- ⑨ 受光部テーパ部全域において、テーパ角が規定値以上に逸脱しない加工を行うこと。
- ⑩ 本体外面に、ビーム軸と基準面との実測寸法及びシリアル No. を刻印すること。
- ⑪ 本体上面光軸上に、SMR が搭載可能なターゲット穴（φ4/H7）を 2 箇所以上設けること。また、本体上面は、ローリングを測定するための高精度水準器が使える水平基準面であること。
- ⑫ 加工方法によって完成品では確認できない部位に対しては、事前にモックアップ試験を行い、QST 担当者の承認を得ること（過去の実績提示でも可）。
- ⑬ 基準面となる本体外面が酸化・変色しないような梱包処置を行うこと（例えば、本体をビニール袋で 2 重に被い、シリカゲル等を入れたあと N₂ で膨らませる等）。
- ⑭ 納入前に単体ベーキング（24 時間保持）を行い、所定の温度に上がることとリーク量が許容リーク量以下であることを確認すること。

1.9.2.1.3. 据付

- ① スリット本体の据付基準は L 型スリット u, d 本体外面とし、リングトンネル床面基準点に対して行うこと。
- ② スリット本体の設置精度（ピッチング・ヨーイング・ローリング）についてはダブルスリットの機能を損なわないものとする。詳細は協議の上決定する。
- ③ 設置作業終了後、スリット本体上流端、下流端における本体基準面のレール基準面からの寸法及び計測位置を水平・垂直方向について提出すること。
- ④ 最終アライメントは QST が行う測量に基づき実施すること。SMR の設置精度はトラッカ測量に基づいたビーム軸に対して±0.2mm 以下（目標± 0.1mm 以下）であること。さらに、各 L 型スリット（u, d）において、上下流の SMR を結んだ仮想軸がトラッカ測量に基づいた光軸に対して水平・垂直とも平行（ピッチング及びヨーイングが±0.04 mm 以下；目標±0.02 mm

以下) であること。

- ⑤ 冷却水母配管からの枝配管を行うこと。母配管との取合バルブサイズは 15A (1/2") とすること。
- ⑥ 母配管からの枝配管は $\phi 12$ mm の BA 管 (SUS304) を使用し、XY スリット本体には 15A の金属フレキホース配管を用いて接続すること。接続部は金属製食い込み継手 (Swagelok) を使用すること。また、作業前に配管系統図を提出して承認を得ること。
- ⑦ 冷却水路の OUT 側に現場指示及びアラーム接点付き流量計を、L 型スリット u、L 型スリット d に各 1 台設置すること。

1.9.2.2. XY スリット用精密駆動ステージ

XY スリット受光部をビーム軸に直交する水平方向及び垂直方向に精密に駆動する。駆動においてはパルスモータを使用し、パルスモータコントローラ、ドライバを介してコンピュータで制御するものとする。また、リミットスイッチや原点読みだしの機能及び、駆動量を表示する機能を有すること。

1.9.2.2.1. 構成

- ① 超精密アライメント装置 XY 型 (トヤマ製 0TA-00174-A 相当品) (図 1-9(d)) を L 型スリット u 及び L 型スリット d にそれぞれ 1 台用いる。
- ② 超精密アライメント装置 XY 型は X ステージおよび精密 Z ステージから構成すること。パルスモータ (オリエンタルモータ製高トルク 5 相ステッピングモータ PK569H-B 相当品) により駆動すること。
- ③ ステージの性能としては、X ステージ : $2 \mu\text{m}/1$ パルス、Z ステージ : $0.5 \mu\text{m}/1$ パルス (高精度減速装置を利用) 以下であること。
- ④ X、Z ステージの可動範囲は以下のとおりとする。但し、実際の可動範囲 (リミットスイッチの設定) については別途協議する。

X ステージ : $-20 \sim +20$ mm

Z ステージ : $-15 \sim +15$ mm
- ⑤ 繰り返し位置決め精度は X、Z ステージとも $\pm 1 \mu\text{m}$ 以内であること。
- ⑥ バックラッシュは X、Z ステージとも $2 \mu\text{m}$ 以内であること。
- ⑦ ピッチング、ヨーイングは X、Z ステージそれぞれに対して 5 秒以内であること。
- ⑧ 真直度は X、Z ステージともフルストロークに対して $1 \mu\text{m}$ 以内であること。
- ⑨ 耐荷重は 80 kg 以上であること。
- ⑩ リミットスイッチを有し、ロジックは NC (ノーマルクローズ) とすること。
- ⑪ エンコーダ (オムロン製ロータリーエンコーダ、インクリメンタル形、ラインドライバ出力 E6B2-CWZ1X(2000 P/R) 相当品) を使用し、駆動量を表示する機能を有すること。また、エンコーダ本体のみコンパクトに遮蔽できる保護シールドボックス付きであること。
- ⑫ 位置センサー (マグネスケール製マグネスイッチ SET- K2 相当品) による原点読みだし機能を有し、当センサーによる原点検知により駆動パルスを停止させることが可能であること。繰り返し精度は X ステージに対しては $\pm 5 \mu\text{m}$ 以内、Z ステージに対しては $\pm 1 \mu\text{m}$ 以内であること。

- ⑬ X, Z 両ステージとも動きは完全に独立であり、他方の動きにより影響を受けないこと。
- ⑭ フロントエンド共通ビームに設置できる構造となっていること。
- ⑮ エンコーダ本体のみコンパクトに遮蔽できる専用の遮蔽 BOX を取り付けること。
- ⑯ リングトンネル内で用いるケーブルは耐放射線ケーブルとすること。
- ⑰ エンコーダケーブル、パルスモータ駆動ケーブルと取り合える中継ボックス (図 1-9(e)) を付属すること。

1.9.2.2.2. 仕様

- ① ビーム軸に対して、駆動系の原点をどの様に設定するかは QST 担当者と協議の上決定すること。
- ② リミットスイッチ、原点センサーの設定については別途協議の上決定すること。
- ③ 繰り返し位置決め精度、ピッチング、ヨーイング、真直度は XY スリット受光部と組み合わせ、真空環境下で達成すること。また、これが不可能な場合には相当荷重の鉛等を載せた状態で達成すること。
- ④ ケーブル・コネクタの形式及びピンアサインは QST 担当者に確認すること。

1.9.2.2.3. 据付

- ① 精密駆動部の据え付けはリングトンネル床面基準点に対して行うこと。
- ② 駆動部単体での設置精度は、ピッチング、ヨーイングについては 14 秒以内、ローリングについては水準器 (0.02 mm/m/目盛) で 1 目盛り以内とする。詳細は別途協議する。

1.9.2.3. 軸直角方向駆動用溶接ベローズ及び支持台

XY スリット受光部真空槽のビーム軸に対する軸直角変位を可能にする。支持台は ICF フランジあるいはフランジ付きニップルをフロントエンド共通架台に堅牢に固定するものである。

1.9.2.3.1. 構成

(a) 溶接ベローズタイプ 1

- ① 1 ビームラインあたり 2 台とする。(図 1-9(f))。
- ② 溶接ベローズの自重によるたわみを極力抑えるため、ICF フランジ、接続管、溶接ベローズ、接続管、溶接ベローズ、接続管、ICF フランジといった構造とする。
- ③ 溶接ベローズの長さは、XY スリットで最大 15 mm 程度の軸直角変位を可能とするよう製作すること。
- ④ 両側のフランジは ICF70RH/ICF114FH とし、面間寸法は 220 mm (参考値) とする。

(b) 溶接ベローズタイプ 2

- ① ビームラインあたり 1 台とする。(図 1-9(g))
- ② 溶接ベローズの自重によるたわみを極力抑えるため、ICF フランジ、接続管、溶接ベローズ、接続管、溶接ベローズ、接続管、ICF フランジといった構造とする。
- ③ 溶接ベローズの長さは、XY スリットで最大 15 mm 程度の軸直角変位を可能とするよう調整すること。
- ④ 両側のフランジは ICF114RH/ICF114FH とし、面間寸法は 360 mm (参考値) とする。

(c) 支持台

- ① ビームラインあたり 3 台とする。(図 1-9(h)、(i))

- ② 共通ビーム支持架台に設置できるような構造となっており、また支持架台の大きさは、XY スリットの上流側、下流側の機器の領域にかかるものではないこと。
- ③ フランジ又は ICF フランジ付ニップルを固定するもので、共通架台の設置基準面から光軸までの高さ 300 mm を考慮すること。
- ④ 駆動系の最大変位や、超高真空による如何なる影響も受けないような堅牢な構造であること。

1.9.2.4. 工場出荷前試験

工場出荷前に下記試験等を行うこと。詳細は別途協議する。

① 外観・寸法試験

外観（特に真空内面）に有害な傷、変形、シミ・汚れ等のないことを確認すること。また納入仕様書に指示された主要寸法及び公差とおりであることを確認すること。（特にダブルスリット部）

② ヘリウムリーク試験

ベーキング前後においてリーク量が $1 \times 10^{-11} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{sec}$ 以下であることを確認すること。

③ 冷却水路耐圧・漏洩試験

N_2 ガス 1 MPa・G で加圧し、スヌープ等で漏れが無いこと及び 30 分間放置して顕著な漏れ（-0.1 MPa・G）が無いことを確認すること。水を用いた同等の検査でも可とする。詳細は打ち合わせの上決定する。

④ 冷却水通水試験

所定の圧力条件（機器の出入口での $\Delta P = 0.5 \text{ MPa}$ ）において、所定の流量が（10 L/min 以上）流れることを確認すること。また、水温も記録すること。

⑤ 動作試験

駆動部の動作試験を行うこと。

⑥ ベーキング用ヒータ通電試験

ベーキング用ヒータに通電を行い、ヒータ線と受光部が絶縁されていること、受光部が均一に昇温できることを確認する。なお、ベーキング時には冷却水路の真空排気を行った状態で実施すること。また、熱サイクル試験受光部本体をベーキング用ヒータにより 150℃まで昇温させ、30 分保持後 50℃まで自然冷却させる作業を 3 回繰り返す、その後上記(b)に記載のヘリウムリーク試験を行うこと。

⑦ 受光部テーパ角度計測試験

受光部のテーパ角度が既定値以内であることを確認すること。

1.9.2.5. 内周通路側制御部設置機器

- | | |
|--|-------|
| ① ステッピングモータドライバ（メレック製 H584-00/GD-5610v1 相当品） | : 4 台 |
| ② ステッピングモータ制御装置（ツジ電子製 PM16C-16EC2 相当品） | : 1 台 |
| ③ エンコーダ表示器（ツジ電子製 ER4C-04A 相当品） | : 1 台 |
| ④ XY スリット開口制限ユニット（ツジ電子製 T3956-02 相当品） | : 1 台 |

1.9.2.6. 内周通路側制御部への通線

- | | |
|---------------------|-------|
| ① 水流量接点（FE 主制御ラックへ） | : 1 本 |
|---------------------|-------|

- | | |
|-------------------------------|-------|
| ② 補償導線 (FE 主制御ラックへ) | : 2 本 |
| ③ パルスモータ駆動ケーブル (ドライバ、コントローラへ) | : 4 本 |
| ④ ロータリーエンコーダケーブル (エンコーダカウンタへ) | : 4 本 |

1.10. ビームシャッター(BS)

1.10.1. 概要

必要に応じてタングステンブロックを光軸上に下ろすことにより実験ホール内に放射線が漏洩しないようにする。(図 1-10(a))

1.10.2. 構成

- ① 真空チェンバ本体の寸法を 400L×300W×750H(参考値)、遮蔽体 (タングステン) の寸法を 300L×70W×60H (プラス公差であること) とする。
- ② 遮蔽体の材質はタングステン (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。相当品を使用する場合には、製作前に真空特性試験を行い QST 担当者の承認を得ること)、他は SUS304、SS、とする。
- ③ タングステンブロックの駆動に エアシリンダを用いること。
- ④ ベローズは、材質 AM350、変位量 50 mm 以上、耐用回数(寿命)100,000 回以上、耐熱温度 250℃ とする。(1.15 節参照)

1.10.3. 仕様

- ① シャッターの開状態と閉状態を検出するために 2 連高耐久型リミットスイッチを 2 組設置すること。各リミットスイッチの信号は独立 (パラ) に、1 つのコネクタを介した多芯ケーブルで取り出すこと。
- ② 加速器安全インターロックシステムに出力するための閉状態信号用として、上記①項に記載のもの以外に、閉側に高耐久型リミットスイッチを 1 組設置すること。
- ③ 真空配管の熱膨張を吸収できるよう可動型台座 (図 1-10(b)) を採用すること。
- ④ ビーム軸フランジの溶接取り付け精度はチェンバ軸に対して±0.2 mm 以下であること。
- ⑤ シャッター閉状態の遮蔽体軸精度はチェンバ軸に対して±0.2mm 以下であること。
- ⑥ 遮蔽体はタングステンの含有量が 95.0%以上であり、実寸法は 300.0L×70.0W×60.0H 以上 (プラス公差) であること。
- ⑦ FE/PLC 制御盤からの動作指令によるステータス状況を返信できるダミーリレーを 1 個付属品として納入すること。
- ⑧ 開閉の動作時間が 8~9 秒程度で調整できる構造であること。

1.10.4. 工場での組立・調整

- ① チェンバ及び遮蔽体を別々に単独で高温ベーキングを行い、圧力に異常がないことを確認すること。
- ② 次にチェンバの中に遮蔽体を入れた状態でベーキングを行い、圧力に異常がないことを確認すること。また、質量分析計によるマス分析を行い、異常がないことを確認すること。
- ③ 輸送時に機器の性能を損なわない荷姿とすること。必要に応じて、遮蔽体を再度チェンバから取り外し別々に梱包・出荷・輸送すること。なお、チェンバは真空引きを行い、真空封止の状態で納入すること。真空封止部にはガス導入バルブを使用し、ベント時に操作し易い構造とすること。

1.10.5. 現地での組立・調整及び据付仕様

- ① アライメント基準はビーム軸フランジ中心とすること。
- ② ビーム軸フランジの設置精度はレール基準のビーム軸に対し ± 0.2 mm 以下であること。
- ③ 圧空母配管からの枝配管を行うこと。
- ④ 圧空枝配管には逆流防止弁と、リザーバータンク（3 L）を設置すること。
- ⑤ リザーバータンクの機器取合配管部は、クイックカップラ取り合いとすること。
- ⑥ 開閉の動作時間を 8～9 秒で調整すること。

1.10.6. 内周通路側制御部への通線

- | | |
|---|-------|
| ① エアシリンダ駆動用及びリミットスイッチ用ケーブル（F E 主制御ラックへ） | : 1 本 |
| ② 安全系リミットスイッチ用ケーブル(最大 100 m 程度) | |
| （FE 主制御ラックを経由して加速器安全インターロック側端子台へ） | : 1 本 |

1.10.7. 提出書類

- ① タングステンブロックのミルシート
- ② タングステンブロックの寸法試験結果

1.11. ゲートバルブ

1.11.1. 概要

フロントエンド真空系を分割することによってフロントエンド保守を容易にする。計 4 台とする。放射線環境下で使用するので全金属製とする。

1.11.2. 構成(一台あたり)

- ① オールメタルゲートバルブ (VAT 製 48132-CE44-AAB1 相当品) : 4 台
- ② バネ支持台 (図 1-11(a)) : 4 個

1.11.3. 仕様

- ① 厳しい放射線環境下で使用するため、シール部 (ボンネット、ゲート) は全て金属製であること。
- ② 圧空作動式であり、複動シリンダ、開閉リミットスイッチ付き、DC24V 電磁弁付きであること。
- ③ コモンコネクタ (VAT 製 S48/DN40 用「243895」) を準備し電磁弁/本体間に配線すること
- ④ バルブボディの耐熱温度は 300°C (延長アクチュエータ型) であること。
- ⑤ シール面の変形は弾性変形の範囲内であること。
- ⑥ 閉位置で機械的ロックがかかる構造であること。
- ⑦ バルブボディ、バルブシートのリーク量は $1 \times 10^{-11} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{sec}$ 以下であること。
- ⑧ サイズは ICF70 (DN40)、面間距離は 72 mm、開口サイズは $\phi 40 \text{ mm}$ 以上であること。
- ⑨ アクチュエータの動作電圧は DC24V であること。
- ⑩ FE/PLC からの動作指令によるステータス状況を返信できるダミーリレーを 1 個付属品として納入すること。

1.11.4. 据付

- ① 共通レールへの据付に際しては、バネ支持台 (図 1-11(a)) で支持すること。
- ② GV1 は、端部排気真空槽用架台から支持すること。
- ③ 圧空母配管から枝配管を行うこと。

1.11.5. 内周通路側制御部への通線

- ① ゲートバルブ駆動用ケーブル (FE 主制御ラックへ) : 1 本

1.12. 高速ビームシャッター(FCS)

1.12.1. 概要

真空漏れ事故時シャッターを高速に (10 ミリ秒以下) 下ろすことによって大気の蓄積リング真空系への流入を阻止する。

1.12.2. 構成

- ① 高速シャッター(FCS) (VAT 製 77332-CE44 相当品) : 1 個
- ② 支持台 (図 1-12(a)) : 1 個

1.12.3. 仕様

- ① 高速シャッター用真空センサーのトリガー信号を受けてからシャッター閉止までの時間が 10 ms 以下であること。
- ② 圧空作動式であり、複動シリンダ、開閉リミットスイッチ付き、DC24V 電磁弁付きであること。
- ③ シャッターの駆動はスロットシャッター方式であること。
- ④ ボンネットのシールはメタルであること。また軸シールはベローズであること。
- ⑤ 材質はステンレス製であること。
- ⑥ ボディーのリーク量は 1×10^{-11} Pa・m³/sec 以下であること。
- ⑦ 耐放射線性能として、 10^8 Gy (シャッターボディー)、 10^4 Gy (圧空アクチュエータ) 以上であること。
- ⑧ サイズは ICF70 (DN40) で、面間距離は 60 mm であること。また、開口サイズは 38 mm 以上であること。
- ⑨ バルブボディーの耐熱温度は 300℃であること。
- ⑩ 専用の緊急遮断システムコントローラによる制御が可能であること。

1.12.4. 据付

- ① 共通レールへの取り付けに際しては、FCS 用バネ式台座で支持すること。(図 1-12(a))
- ② 圧空母配管から枝配管を行うこと。

1.12.5. 内周通路側制御部設置機器

- ① 高速シャッターコントローラ (VAT 製 770VF-16NN-AJV2 相当品) : 1 式

1.12.6. 内周通路側制御部への通線

- ① 高速シャッター駆動用ケーブル (緊急遮断シャッターシステムへ) : 1 本

1.13 シールド壁貫通管

1.13.1. 概要

リングトンネルと実験ホールを仕切るシールド壁を突き抜けて放射光を取り出すための真空配

管である。(図 1-13(a))

1.13.2. 構成

- ① シールド壁貫通管：1 個及びシールド材（鉛）：1 式からなる。
- ② 材質は SUS304、鉛 とする。また、ベーキングヒータを装備する。

1.13.3. 仕様

- ① 融点の低い鉛シールドブロックがこの配管を取り囲むため、ベーキングヒータを配管外壁に埋め込むことによって鉛の熔融を避けるような構造とすること。
- ② 配管のベーキング温度を測定するためにあらかじめ熱電対（K タイプ）を 4 本程度取り付けられるようにしておくこと。
- ③ ビーム軸フランジの溶接取り付け精度はチェンバ軸に対して ± 0.2 mm 以下であること
- ④ 配管長尺方向の真直度は ± 0.2 mm 以下であること。
- ⑤ ビーム軸フランジと本体チェンバ部との溶接はネック部で行うこと。

1.13.4. 据付

- ① ビーム軸フランジの設置精度は床面基準点に基づいたビーム軸に対して ± 0.2 mm 以下（目標 ± 0.1 mm 以下）であること。
- ② 本器を設置後、シールド壁穴と本器との間に鉛ブロックを多層に分けて隙間なく詰めること。鉛ブロックのビーム軸方向の長さは、リングトンネル側に開けられている 400 mm 角の開口 A（ライン図(図 A)参照）の全域とする。必要に応じて鉛毛を使用すること。作業前に 1 層毎の鉛ブロック配列図を提出し、QST 担当者の承認を得ること。詳細は別途指示する。
- ③ 本器設置後のシールド壁穴部の埋め戻し作業については、1 層設置ごとにカラー写真撮影を行い提出すること。撮影時には曲尺をあてて、ラチェット面からの寸法が分かるようにすること。
- ④ 蓄積リング運転時かつビームシャッター閉時において、実験ホール側への放射線漏洩が安全基準を超えた場合、安全基準以下になるよう迅速に壁穴の遮蔽補強を行うこと。
- ⑤ 本機器を遮蔽壁（壁内、壁外の両側）に固定する支持部を準備すること。

1.13.5. 提出書類

- ① シールド壁穴部の鉛埋め戻し時の 1 層毎のカラー写真
- ② 1.13.4 ②項に記載の鉛ブロック配列図
- ③ 鉛ブロックのミルシート

1.14. 光電子モニター(IOM)

1.14.1. 概要

光電子モニター (IOM) は、XY スリット受光部等の駆動可能な高熱負荷機器を、光軸に対して軸調整する時に使用されるもので、実験ホール光学ハッチ内に設置される。光電子モニターの挿入は圧空駆動で行う。(図 1-14(a))

1.14.2. 構成

- ① IOM 本体および専用真空チャンバからなる。
- ② IOM 駆動用エアシリンダを有する。
- ③ 材質は SUS304、SS、金箔とする。

1.14.3. 仕様

- ① 受光部には厚さ $50\mu\text{m}$ 程度の金箔を使用し、光電子放出による光電流が測定出来るようになっていること。ビームサイズは $\phi 18\text{ mm}$ までとする。また、金箔を絶縁するための絶縁材として、厚さ 1 mm 以下の窒化アルミ等を使用し、金箔の両側に挟むこと。
- ② IOM を設置するための真空チャンバとして、面間 200 mm の ICF70 六方クロス等を準備すること。当真空チャンバは、放射光の出入口用ポート、IOM 設置用ポート、モニター部の状態監視用ポート、サービスポートを有すること。なお、状態監視用ポートには $\phi 70\text{ ICF}$ 付サファイアビューイングポートを、サービスポートにはブランクフランジを取り付けること。
- ③ IOM と下流側に接続されるゲートバルブ (GV4) をサポートするための架台部 (水平・垂直方向の位置調整機能付き) を遮蔽壁又は床面から設けること。なお、GV4 の下流側にはブランクフランジを取り付けること。
- ④ 開閉駆動部は 40 mm 以上のストロークを備え、溶接ベローズ及びスピード制御付圧空シリンダ方式を採用し、動作時間を 2 秒程度 に調整できる構造であること。
- ⑤ 水冷配管には 6 mm 銅パイプを採用し、継手は金属製食い込み継手 (Swagelok) とすること。
- ⑥ 信号線として、専用同軸ケーブル (参考値: 20 m) を用意すること。コネクタは BNC-SHV とする。

1.14.4. 据付

- ① 出荷前にビーム軸フランジ基準に対して、モニター中心が $\pm 0.2\text{ mm}$ 以下になるように調整すること。
- ② ビーム軸フランジの設置精度はビーム軸に対して $\pm 0.2\text{ mm}$ 以下であること。
- ③ 圧空母配管から枝配管を行うこと。
- ④ 開閉の動作時間を 2 秒程度 で調整すること。

- ⑤ リングトンネル内の冷却水ヘッダーから地下ピットを通して枝配管を行うこと。

1.14.5. 内周通路側制御部への通線

- | | |
|---------------------------------------|-------|
| ① エアシリンダ駆動及びリミットスイッチ用ケーブル（FE 主制御ラックへ） | : 1 本 |
| ② 水流量接点（FE 主制御ラックへ） | : 1 本 |
| ③ 専用同軸ケーブル（FE 主制御ラック近傍へ） | : 1 本 |

1.15. 真空ベローズ

1.15.1. 概要

各真空装置部を連結するとともに、ベークアウト時の熱膨張を吸収する。(図 1-15(a)、(b)) なお、BS 下流ベローズは BS 下流に設置し、シールド壁貫通管と接続する。

種類、数量（参考値）

- | | |
|--|-------|
| ① TYPE1（ICF114/ICF70、面間 150 mm:参考値） | : 1 個 |
| ② TYPE2（ICF70/ICF70、面間 130 mm:参考値） | : 9 個 |
| ③ TYPE3（ICF114/ICF114、面間 150 mm:参考値） | : 2 個 |
| ④ BS 下流ベローズ（ICF70/ICF70、面間 280 mm:参考値） | : 1 個 |

1.15.2. 仕様

ベローズ部は下記仕様を満たすこと。

- | | |
|--------|---|
| ① 用途 | : 可動部の真空密封用（超高真空対応であること） |
| ② 圧力 | : (内) 真空、(外) 大気 |
| ③ 温度 | : ベーキング時最大 250℃ |
| ④ 変位量 | : ± 10 mm (BS 下流ベローズは ± 15 mm) |
| ⑤ 使用回数 | : 10,000 回以上 |
| ⑥ 流体 | : Air |
| ⑦ 材質 | : SUS304 以上 |
| ⑧ リーク量 | : 1×10^{-11} Pa·m ³ /sec 以下 |
| ⑨ フランジ | : 片側固定、片側回転 |

1.16. ニップル

1.16.1. 概要

各真空装置部を連結する。

1.16.2. 仕様

- ① 材質は SUS304 とする。
- ② 必要に応じて ICF70 フランジ付きニップル（ $\phi 38 \times \phi 35$ ）を面間調整用に使用すること。
- ③ ニップル内面は超高真空対応の処理（バフ研磨後電解研磨処理）を行うこと。
- ④ 異径のフランジをもつ機器の接続には、必要に応じて変換フランジや変換ニップルを使用すること。
- ⑤ 設置現場の状況によっては必要個数が参考値を上回る可能性があることに注意すること。
- ⑥ パイプ支持架台（図 1-16(a)、(b)）で、ニップルを共通ビームに固定すること。

1.17. フロントエンド真空装置仕様

フロントエンドの各真空装置は原則として以下の共通仕様を満足しなければならない。

- ① リーク量は $1 \times 10^{-11} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{sec}$ 以下であること。
- ② アルミホイルを被せた状態で 250°C のベークアウト温度が達成できるようなヒータを取り付けること。ヒータは原則としてプレートヒータやシースヒータを採用すること。当該ヒータが装備できない機器に対してはリボンヒータ、ラバーヒータ等を準備すること。なお、各ヒータはクランプメータによる計測が容易に行える形状であること。
- ③ 共通ビーム（第 2 章参照）に搭載される真空機器は、共通ビームを用いたアライメントに適合した専用架台（共通レール対応架台）を有していること。ただし、各真空機器の共通レール対応架台は、複数の共通レールに跨がらないこと。
- ④ 真空フランジの溶接による取り付け誤差は特に指定なきものについて $\pm 0.5 \text{ mm}$ とする。
- ⑤ タップ穴、ボルト穴の加工誤差は $\pm 0.2 \text{ mm}$ とする。ただし、真空フランジについては JIS 規格に従うこと。
- ⑥ SS 製ベース板上に真空装置を支持している場合は、低熱伝導型スタッド（図 1-6(c)）を採用すること。
- ⑦ 超高真空部分と水冷却部分との間に溶接等の接合部が存在しないこと。また、冷却水路と本体部とのクリアランスは 5 mm 以上設けること。
- ⑧ 各真空装置部にはその軸芯を示すケガキ線をいれること。
- ⑨ 超高真空機器の組立・運搬の際は、真空又は乾燥した環境下に保持されなければならない。銅製部品の含まれる機器については、特に注意すること。
- ⑩ 真空チェンバ内面は超高真空対応の処理（電解研磨処理、洗浄、清浄度管理）を施すこと。
- ⑪ 真空計のゲージポートのコネクタ取合い部は、ケーブルの曲げ弾性等による負荷がかからないような構造・ケーブル配線とすること。
- ⑫ 電磁弁及びリミットスイッチ等の部品の選定には耐放射線性を考慮し、日本において容易に入手可能なものであること。

2. 共通ビームおよび架台

各真空装置は2本のH型共通ビーム上に設置され、しかるべき位置調整を実施することでビーム軸に対して基準水平面、垂直面を得られるようにする。これにより、あらかじめ軸調整を行った真空装置をこの共通ビームに取り付けるだけでビーム軸に対する精度は自動的に満足されるようにする。また、支持架台はこのビームを支持するものである。

- ① ビーム架台には JIS 規格のタップ穴加工を施すこと。
- ② 支持架台の塗装色は、マンセル 5R4/14 とすること。

2.1. 共通ビーム支持架台

2.1.1. 概要

各真空装置は2本のH型共通ビーム上に設置されるが、本器はこれらの共通ビームを精度よく支持するためのものである。そのために本器上部にはビーム軸に対して基準水平面となるような小テーブルを設置する。この小テーブルには共通ビームを水平方向に微動できる機能を持たせる。(図 2(a)) 4 台用意すること。

2.1.2. 据付

- ① リングトンネルにおけるビーム軸の床面からの高さの設計値は 1200 mm であるが、本器の製作においては若干の誤差を考慮し、スペーサー等で対処する必要がある。スペーサーの厚み等については別途協議して決定する。
- ② 床面の配管、配線、ピット穴及び基準点を避けて設置すること。また、鉛コリメータ専用架台との干渉も考慮すること。
- ③ 床面にアンカーで固定すること。

2.2. 共通ビーム支持架台簡易型

2.2.1. 概要

共通ビーム支持架台の簡易型である。補助的な支持に用いる。本器上部にもビーム軸に対して基準水平面となるような小テーブルを設置する。この小テーブルにも共通ビームを水平方向に微動できる機能を持たせる。(図 2(b)) 1 台用意すること。

2.2.2. 据付

- ① リングトンネルにおけるビーム軸の床面からの高さの設計値は 1200 mm であるが、本器の製作においては若干の誤差を考慮し、スペーサー等で対処する必要がある。スペーサーの厚み

等については別途協議して決定する。

- ② 床面の配管、配線、ピット穴及び基準点を避けて設置すること。
- ③ 床面にアンカーで固定すること。

2.3. 壁外ビーム架台

2.3.1. 概要

シールド壁外側で共通ビームを支持する支持架台である。本器上部にもビーム軸に対して基準水平面となるような小テーブルを設置する。この小テーブルにも共通ビームを水平方向に微動できる機能を持たせる。(図 2(c))。1 台用意すること。

2.3.2. 据付

- ① 壁外ビーム架台は実験ホールの壁に固定し床に接しないこと。
- ② 実験ホールの床は蓄積リングトンネルの床より 200mm 低い。共通ビームは水平面、垂直面は蓄積リングトンネル内共通ビームと同一になるように設置すること。
- ③ 配管、配線、ピット穴及び基準点を避けて、実験ホール壁に取り付けること。

2.4. 共通ビーム

2.4.1. 概要

各真空機器を設置するためのビームである。本H型共通ビーム 2 本を共通ビーム支持架台 2 基の上に設置し、共通ビームには高い剛性と耐振動性が要求される。(図 2(d))

2.4.2. 仕様

- ① ビーム素材の指定部を切削すること。
- ② 共通ビームの長さは、約 785 mm×1 本、約 1345mm×1 本、約 1880 mm×2 本、約 1805 mm×2 本、約 1970 mm×4 本、とするが、受注後リングトンネル内において測量を行い確認すること。詳細は別途指示するため、承認図により確認する。
- ③ 図 2(d)に記載の基準面の真直度を全数計測すること。また QST からの要求があった際にはその成績書を数値にて提出すること。
- ④ 据え付け前の基準面（切削面）には据え付け前の防錆措置として金ニスを塗布すること。据え付け時、機器設置の必要に応じ剥離しオイル塗布すること。基準面以外は塗装(マンセル 5R4/14)を行うこと。

2.4.3. 据付

共通ビームは、ビーム軸（水平方向：リングトンネル内床面に設置された2つの基準点を結ぶ軸；垂直方向：QSTが指定する4極電磁石の中心）に対して、 ± 0.2 mm以下の精度（計測機器の設置誤差等も含めて）で設置し、その成績書を数値にて提出すること。

3. フロントエンド冷却水配管部

3.1. 概要

ライン図(図 A)にある機器水冷却を必要とする機器へ冷却水を供給する。(図 3(a)～(d)) 構成部品は原則としてステンレスとする。作業前に全体の配管系統図を QST 担当者に提示し、承認を得た後に作業にとりかかること。

3.2. 主バルブ、取り合い点

- ① リングトンネルの天井から外側遮蔽壁面に沿って施設側冷却水配管が設置されており、床上高さ約 2 m 地点に取合バルブ (40A, JIS10K FF) が存在する。これより先を本仕様の範囲とする。
- ② 取合バルブの直後、IN と OUT の両方に 40A ストレーナ (100 メッシュ) を取り付けること。またストレーナは直管と交換できるように配管すること。
- ③ フロントエンドに沿った平行配管は 32A、取り合い点と平行配管の間は 40A で配管すること。
- ④ 取合バルブに付いている既設のバイパス配管は水抜き後に撤去すること。さらに撤去後、既設取合バルブのシート面リークの確認を行うこと。
- ⑤ ストレーナの外蓋を加工して、手動水・エア抜き用配管バルブを設けること (図 3(d))。

3.3. フロントエンド水冷母配管敷設

- ① 水流による振動が FE 機器に伝わらないように共通ビーム及び架台と独立に母配管支持柱を設けたうえ、共通ビームに沿わせて 32A の平行に母配管 (IN, OUT) を敷設すること。ただし、各系統の取り合い点から母配管の合流部は 40A とすること。また、合流部は鉛コリメータの近くに位置すること。なお、メンテナンスを容易にするため結合部周辺に工具が入る空間を確保すること。詳細は打ち合わせの上決定する。
- ② 各機器への枝配管用として適切なサイズのボールバルブ及びニードルバルブを必要個数、適切な位置に取り付けるとともに、どの機器用のバルブかを示すラベルも取り付けすること。ただし、保守用枝管部はボールバルブのみとする。
- ③ 母配管同士の接続にはユニオン継手もしくは大阪サニタリフェルール継手相当品を用いること。継手間のズレを吸収するために、200 mm 程度の金属フレキホースを継手毎に挟むこと。

詳細は打ち合わせの上決定する。

- ④ 最高使用圧力は 1MPa とすること。
- ⑤ 各母管 (IN, OUT) の合流部より上流に圧力計 (現場表示のみ) を設けること。
- ⑥ 各母管 (IN, OUT) に水抜き用バルブを設けること。
- ⑦ 各母管 (IN, OUT) 終端付近にバイパス用バルブを設け、金属フレキシブルホーズで接続すること。
- ⑧ 保守用、水抜き用バルブには封止栓を取り付けておくこと。
- ⑨ 母管 (IN, OUT) の最上流端及び最下流端に手動エア抜き用配管 (図 3(c)) を設けること。
配管径は $\phi 4$ mm 以下とし、ニードルバルブを設けること。-
- ⑩ 流量計の警報接点は無電圧接点とすること。信号は中継端子台を介してインターロックへ取り込むこと。流量計とはテフロンコネクタ取り合いとすること。
- ⑪ 流量計は東京計装製 FA4000 シリーズ相当品 (禁油処理) とすること。
- ⑫ XY スリットには、L 型スリット u 型、d 型に別々に流量計を設置すること。なお、警報接点は u 型、d 型をシリーズに接続してインターロックへ取り込むこと。
- ⑬ 実験ホールに設置される IOM への配管をシールド壁底のピットを通して行うこと。ピット中はステンレス製フレキ配管とし、その他は全てステンレス固定配管とすること。継手は金属製食い込み継手 (Swagelok) を使用し、ピット内や増し締めが行いにくい場所では継手を設けないこと。架台等を利用して配管の固定を行うこと。

3.4. 各機器の通水・必要流量

- ① 母配管及び各機器への枝配管終了後、窒素ガスとスヌープを用いた耐圧 (1.0 MPa) 漏洩 (0.8 MPa) 試験を行うこと。
- ② 耐圧漏洩試験に合格後、十分なフラッシングを行った後、各系内のフラッシングを行うこと。
さらに、2 日間程度の連続通水を行った後、ストレーナのメッシュ (100 メッシュ) を汚染が激しいときは新品に交換すること。なお、連続通水後の循環水の電気伝導率が施設循環水相当の電気伝導率 ($1 \mu\text{S/cm}$ 以下) であることを確認すること。詳細は別途協議する。
- ③ 下表に示す水流があることを確認すること。この値に達し得ない場合は原因を追及し、配管の改造等で対処すること。

表：機器水量

機 器 名 称	必要流量 (L/min)	バルブサイズ、配管径 (参考値)
フォトンダクトアブソーバ	10	1/2" 、 $\phi 10$
前置マスク	10	1/2" 、 $\phi 10$
光軸調整用フィルタ	5	1/2" 、 $\phi 10$
固定マスク SX 型	20	3/4" 、 $\phi 16$
アブソーバ SX 型	20	3/4" 、 $\phi 16$
XY スリット SX 型	24 (各12)	3/4" 、 $\phi 12 \times 2$ 台

10M	5	1/2” 、 $\phi 10$
-----	---	------------------

3.5. 冷却水配管仕様

フロントエンドの各冷却水配管は以下の仕様を満足しなければならない。

- ① 配管類の接続は枝管を含め金属製食い込み継手（Swagelok）を用いること。他の接続方法を採用する際には QST 担当者の承認を得ること。
- ② リングトンネル内は金属配管（基本的に SUS304）とすること。
- ③ 最高使用圧力は 1MPa とすること。
- ④ 各機器への枝配管において、原則として 16 mm 以下はミリ基準の配管を、3/4” 以上はインチ基準の配管を使用すること。
- ⑤ 個別機器用の接点付き水流量計（現場表示機能も必要）は、東京計装製 FA-4000 シリーズ（材質構成は耐放射線仕様、下限警報でロジックがノーマルクローズのもの）相当品であること。禁油処理を施すこと。
- ⑥ 接点付き水流量計の警報接点は無電圧接点とすること。信号は中継端子盤を介してインターロックへ取り込む。流量計とはテフロンコネクタ（MOLEX 相当品）取り合いとすること。
- ⑦ 金属フレキホースを使用の際は、機器の駆動方向に留意し、継手に負荷のかからないようにすること。
- ⑧ フロントエンドの冷却水循環系は純水（電気伝導率 $1 \mu\text{S/cm}$ 以下）を使用しているため、配管内の清浄度管理を徹底させること。例えば、ノンオイル加工で切断する、溶接を行う際にはバックシールで配管内の酸化を防止する、酸洗した場合には酸が残らないように純水等で十分に洗浄し窒素ガスブローをする、等を実施すること。

4. フロントエンド圧空配管部

4.1. 概要

ライン図(図 A)にある圧空駆動する機器へ圧搾空気を供給するための配管を敷設する。作業前に全体の配管系統図を QST 担当者に提示し、承認を得た後に作業にとりかかること。（図 4(a)）

4.2. 主バルブ、取り合い点

リングトンネルの天井から外側遮蔽壁面に沿って施設側圧空配管が設置されており、床上高さ約 2 m 地点に取合バルブ（15A）が存在する。これより先を本仕様の範囲とする。バルブの直下流にティを入れ、リング真空系とフロントエンド系に分岐するバルブ（15A）を設置する。分岐バルブから母配管まではステンレス配管とすること。基本的に全て金属配管（シンフレックスチューブは不可）とすること。

4.3. レギュレータ

- ① 施設側から供給される 0.7 MPa の圧力を 0.5 MPa に減圧すること。
- ② フィルタ付きのレギュレータを用いること。
- ③ 圧空供給側に逆流防止弁を設けること。

4.4. 圧空母配管

- ① フロントエンド共通レールに沿わせて $\phi 15$ mm の金属配管（アルミ）を敷設すること。
- ② 圧空枝配管用取り合い点を、保守用も含めた必要個数、適切な位置に設けること。取合部はクイックカップラ取り合い（日東工器；BSBM-2P 相当品）とすること。
- ③ 接点付き圧力計を設けること。
- ④ 実験ホール側にへの配管は本母管よりシールド壁底のピットを通して行い、ミニヘッダーを設けること（保守用含む）。IOM 及び GV4 への枝配管はミニヘッダーから行うこと。

4.5. 圧空配管仕様

フロントエンドの各圧空配管は以下の仕様を満足すること。

- ① 配管類の接続は金属製食い込み継手（Swagelok）を用いること。（フェルールも含めて金属仕様）
- ② リングトンネル内は全て金属配管とすること。
- ③ 最高使用圧力は 0.8 MPa とすること。

4.6. 試験

全ての圧空配管終了後に漏洩試験（圧力 0.5 MPa）を実施し、1 時間保持で減圧が 5%以下であることを確認すること。

5. フロントエンド制御盤部

5.1. 機器仕様

- ① 基本的に高さ 2.1 m の鍵付き扉付き EIA 規格（42U）に準拠した 19 インチラック 1 台以上を準備し（以下「FE 主制御ラック」という。）、支給品（FEPLC 制御盤及び EtherCAT マスターカード搭載ラックマウントサーバ）を含む制御盤部構成機器（表：ラック組込機器）を組み込むこと（図 5(a)）。詳細は別途協議の上決定すること。
- ② フロントエンドの制御に必要な全てのケーブルを準備すること。
- ③ 上位の加速器インターロックシステム、安全インターロックシステム等と取り合うために必要な全ての盤内配線を実施するとともに、取合コネクタ（別途指示）も準備すること。

5.2. 真空ポンプ制御装置

下記の各装置を FE 主制御ラックに収納すること。

- | | |
|--|-------|
| ① ノーブルポンプ制御装置（キヤノンアネルバ製 P-521NP 相当品） | : 3 台 |
| ② ノーブルポンプ制御装置（キヤノンアネルバ製 P-511NP 相当品） | : 1 台 |
| ③ サブリメーション制御装置（キヤノンアネルバ製 SR-TVP-050 相当品） | : 1 台 |
| ④ タイバックポンプ切替器制御装置 | : 1 台 |
- ・ タイバックポンプ切替器本体はリングトンネル内に設置すること。
 - ・ タイバックポンプは内周通路に設置されるタイバック切替器制御装置によってフラッシング対象となるタイバックポンプが選択（最大 4 台）できること。
 - ・ サブリメーション制御装置によって当該タイバックポンプに電源を供給できる配線を敷設すること。

5.3. 真空計制御装置

下記の装置を FE 主制御ラックに収納すること。

- | | |
|------------------------------------|-------|
| ① 電離真空計制御装置（キヤノンアネルバ製 M-923DD 相当品） | : 4 台 |
|------------------------------------|-------|

5.4. 高速シャッター制御装置

下記の装置を FE 主制御ラックに収納すること。

- | | |
|--|-------|
| ① 緊急遮断シャッターシステム（VAT 製 770VF-16NN-AJV2 相当品） | : 1 台 |
|--|-------|
- ただし、以下の機器から構成されていること。
- | | |
|---------------------------|-------|
| 1) 基本デバイス（VAT 製 VF-2 相当品） | : 1 個 |
| 2) コントロールモジュール（VAT 製） | : 1 個 |
| 3) HV センサーモジュール（VAT 製） | : 2 個 |
| 4) バルブモジュール（VAT 製） | : 1 個 |

5.5. ステッピングモータ駆動制御関連装置

下記の各装置を FE 主制御ラックに収納すること。

- | | |
|--|-------|
| ① ステッピングモータ制御装置（ツジ電子製 PM16C-16EC2 相当品） | : 1 台 |
| ② ステッピングモータドライバ（メレック製 H584-00/GD-5610v1 相当品） | : 4 台 |
| ③ エンコーダ表示器（ツジ電子製 ER4C-04A 相当品；4ch 表示） | : 1 台 |
| ④ XY スリット開口制限ユニット（ツジ電子製 T3956-02 相当品） | : 1 台 |

XY スリット開口制限ユニットにより XY スリットの開口が規定値（可変であること）以上に拡がらないようにすること。

5.6. 瞬時電圧低下保護装置

下記の装置を FE 主制御ラックに収納すること。

- ① 瞬時電圧低下保護装置 指月電機製作所 YS10BC12C1RA(相当品) :1 台

5.7. FE/PLC 制御盤

支給する FE/PLC 制御盤 1 台を FE 主制御ラックに収納すること。

- ① FE/PLC 制御盤は現場モードで FE 機器の制御を行うとともに、上位のインターロックシステムとの取り合いとなる。
- ② FE/PLC 制御盤への信号入力コネクタ付きケーブルを製作し接続すること。
- ③ 必要により現地納入前に工場内で取り合い確認試験を行うこと。なお、試験に必要な機器/接点信号は受注者側で準備すること。試験には支給する FE/PLC 制御盤を使うこと。詳細は別途協議の上決定すること
- ④ FE/PLC 操作盤による圧空駆動のための DC24V を準備すること。

5.8. ラックマウントサーバ

支給するラックマウントサーバ 1 台を FE 主制御ラックに収納すること。本機器は FE/PLC 制御盤を介しフロントエンド機器を監視する。上位のネットワークシステムとの取り合いとなる。

5.9. スイッチングハブ

下記のスイッチングハブを FE 主制御ラックに収納すること。

- ① レイヤー2 Giga 対応 PoE Web スマートスイッチ(ELECOM EHB-SG2C16-PL 相当品) :1 台

表：ラック組込機器

	機器	相当品/仕様	
真空ポンプ 制御装置	ノーブルポンプ制御 装置	キヤノンアネルバ製 P-521NP	3 台
	ノーブルポンプ制御 装置	キヤノンアネルバ製 P-511NP	1 台
	サブリメーション制 御装置	キヤノンアネルバ製 SR-TVP-050	1 台
	タイバックポンプ切 替器制御装置	・切替器本体は蓄積リングトンネル内に設置すること。 ・内周通路に設置されるタイバックポンプ切替器制御装置によってフラッシング対象となるタイバックポンプが選択（最大 4 台）でできること。 ・サブリメーション制御装置によって当該タイバックポ	1 台

		ンプに電源を供給できる配線を敷設すること。	
真空計制御装置	電離真空計制御装置	キヤノンアネルバ製 M-923DD	4 台
高速シャッター制御装置	緊急遮断シャッターシステム	VAT 製 770VF-16NN-AJV2 以下の機器から構成されていること。 1) 基本デバイス (VAT 製 VF-) : 1 個 2) コントロールモジュール (VAT 製) : 1 個 3) HV センサーモジュール (VAT 製) : 2 個 4) パルプモジュール (VAT 製) : 1 個	1 台
ステッピングモータ駆動制御関連装置	ステッピングモータ制御装置	ツジ電子製 PM16C-16EC2	1 台
	ステッピングモータドライバ	メレック製 H584-00/GD-5610v1	4 台
	エンコーダ表示器	ツジ電子製 ER4C-04A ; 4ch 表示	1 台
	XY スリット開口制限ユニット	ツジ電子製 T3956-02 (XYスリットの開口が規定値 (可変であること) 以上に広がらないようにすること。)	1 台
瞬時電圧低下保護装置	瞬時電圧低下保護装置	指月電機製作所 YS10BC12C1RA	1 台
FE/PLC 制御盤	FE/PLC 制御盤	支給品	1 台
ラックマウントサーバ	EtherCAT マスターボード搭載ラックマウントサーバ	支給品	1 台
スイッチングハブ	レイヤー2 Giga 対応 PoE Web スマートスイッチ	ELECOM EHB-SG2B16F-PL	1 台

5.10. 据付・通線仕様

制御盤部据付・通線仕様は、FE 主制御ラックの設置と、蓄積リングトンネル内の機器と内周通路のラック間の配線 (ケーブルも含む)、ラック内の盤内配線により構成される。蓄積リングトンネルから内周通路及び実験ホールへの配線はピットを通して行う。(図 5(b)) 必要に応じてピット蓋 (縞鋼板もしくはグレーチング) に切り欠きを加工すること。詳細は QST 担当者と相談すること。各ケーブルは必要に応じ現物で長さを合わせ、端末処理を施すこと。また、基本的に全ての配

線の両端部には識別可能なタグを取り付けること。

- ① FE 主制御ラックは内周通路の指定場所にアンカーで固定すること。
- ② リングトンネル内の配線は放射線環境下であることを考慮し、基本的に、架橋ポリエチレンを絶縁体とする難燃エコケーブル（IEEE 準拠）を用いること。LAN ケーブルは、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（規格：Cat6、UTP、両端 RJ45 端子）であること。
- ③ リングトンネル内の各機器と内周通路側制御盤部間のケーブルはリングトンネル床下に設けられた 3 本のピット穴（ $\phi 100$ mm）を通して配線すること。図 5(b)に記載の制御盤部からリングトンネル内ピットまでの直線距離を参考とし、受注後に測量を行い、余長を含めた各ケーブルの最適長さを決定すること。低容量のケーブルは多芯ケーブルにまとめ、リングトンネルと内周通路（FE 主制御ラックを想定）に中継端子盤を設けて、配線の断面積を極力小さくするように心がけること。なお、敷設ケーブルの内、QST が指定するものについては、実装長さをリストにして提出すること。
- ④ 主制御ラック用電源は、内周通路を挟んだ反対側壁に設置されている分電盤内に、1 本のフロントエンド用として、
 - ・ 3 ϕ 210V/30A（粗排気ポンプユニット用）
 - ・ 1 ϕ 3W210V/20A（FE 主制御ラック用）
 - ・ 1 ϕ 105V/30A（FE 主制御ラック用）
 - ・ 1 ϕ 105V/15 A（保守作業用）

の各ブレーカが準備されている（図 5(c)）。この分電盤が取り合い点である。内周側の縦方向のケーブルラダーは全周に 8 箇所設けられている。ただし、FE 主制御ラックへの立ち下げ用ラダー等の施設側で準備されていないケーブルラダーは全て準備すること。

- ⑤ 3 ϕ 210 V/30 A（粗排気ポンプユニット用）と 1 ϕ 105V/15A（保守作業用）は、直接リングトンネル内に配線を行い、リングトンネル内にもブレーカ（各 1 個）を設置すること。さらに、100 V 系にはテーブルタップを、200V 系には粗排気ポンプユニットに接続可能なコネクタを接続しておくこと。また、FE/PLC 制御盤及びラックマウントサーバ(共に支給品)とブレーカの間には瞬低保護装置を配置すること。
- ⑥ 共通ビーム支持架台の通線ルートには、金属製カッティングダクトを設置し、配線はこの中に納めること。配線の詳細は別途協議のうえ決定すること。
- ⑦ 全ての接点付水流量計及び圧空用接点付圧力計の信号ケーブルは、各流量計、圧力計の近傍で、テフロンコネクタ（MOLEX）取り合いとすること。
- ⑧ 高熱負荷機器（固定マスク、アブソーバ、XY スリット）本体に取り付けられる熱電対は、機器本体近くの熱電対専用コネクタと、リングトンネル側中継端子盤の 2 ヶ所で中継し、内周通路側で監視できるようにすること。また、各配線の端末には識別可能なタグを取り付けること。
- ⑨ FE/PLC 制御盤に必要な各種真空機器のステータス信号や接点信号を取り出し、端子台/コネクタ取り合いとすること。取り合いについては別途協議の上決定すること。FE/PLC 制御盤及びラックマウントサーバと上位ネットワークへの取り合いは RJ45 取り合いとする（図 5(c) 下

図参照)。

- ⑩ 高速シャッター、電離真空計、イオンポンプ等の制御装置の出力からも、加速器に必要な信号を取り出すこと。必要に応じて拡張端子台を設けること。取り合いについては別途協議の上決定すること。
- ⑪ ステッピングモータのケーブル・コネクタの形式及びピンアサインについては別途協議の上決定すること。
- ⑫ ステッピングモータ制御関連機器については、モーター部、ドライバ、コントローラ間の全ての配線を行い（図 5(d)）、ドライバのディップスイッチの設定も行うこと。なお、XY スリットの精密駆動ステージに関して、コントローラから CW 方向に送った際の移動方向が下記のようになる（必要に応じて反転ケーブル反転コネクタを使用する）こと。
X 軸：放射光を背に受けた状態で右側（実験ホール側）が CW
Y 軸：鉛直上方が CW
- ⑬ 図 5(e)に従って、開口制限ユニット、エンコーダカウンタ、ステッピングモータ制御装置間の配線を行い、動作確認試験を行うこと。
- ⑭ FE 制御ラックから加速器インターロックラックまでは U/UTP インナーシースケーブル（規格：Cat6、24 芯ケーブルを用いること。
- ⑮ FE 主制御ラックから蓄積トンネルに通線し FE 共通架台付近に AC200V 及び 100V 用コンセントを設けること。詳細は別途協議する。

6. 光取出管端部

本装置と加速器との取り合い箇所となる手動式オールメタルゲートバルブの下流側には水冷配管が施された銅ブロックが設置されている。本装置を加速器真空機器に接続する際は、この銅ブロックと水冷配管の取り外し、新しい水冷配管を製作し加速器冷却水還りヘッダーの指定する場所に接続すること（図 6(a)）。水冷配管作業に係る加速器冷却水の停止、通水、フラッシング作業は第 3 章に準ずる。詳細は別途協議する。

表 A: ライン表 SX (参考値)

機器名	開口、 H×V (mm)	長さ (mm)	備考
真空ベローズ (TYPE1)	φ 42.7 / φ 63.5	150	ICF70/ICF114
フोटンダクトアブソーバ		220	
前置マスク SX 型	IN50×40、 OUT26×26	130	
真空ベローズ (TYPE2)	φ 38	130	ICF70/ICF70
変換フランジ(70/152)		20	ICF70/ICF152
端部排気真空槽 (EVPC)		300	ICF152/ICF152、IG1
真空ニップル		76	ICF152/ICF70 変換ニップル
オールメタルバルブ (ICF70)	φ 35	72	支持台付き、GV1
真空ニップル	φ 35	359	ICF70、パイプ支持台付き
真空ベローズ (TYPE2)	φ 38	130	ICF70/ICF70
高速シャッター	φ 35	60	ICF70、支持台付き
排気真空槽 1 (VPC1)		260	IG2、ICF70/ICF114、FCS センサー付き
真空ベローズ (TYPE3)	φ 60.2	150	ICF114/ICF114
光軸調整用フィルタ	V24	200	スクリーンモニタ (SCM1) 含む、 ICF114/ICF114
真空ベローズ (TYPE3)	φ 60.2	150	ICF114/ICF114
固定マスク SX 型	11×11	560	ICF114/ICF70
真空ベローズ (TYPE2)	φ 38	130	ICF70/ICF70
アブソーバ SX 型	10×10	1040	ベローズ+本体+ベローズ、 上流ベローズは支持付
鉛コリメータ	φ 23	340	独立支持架台
真空ニップル	φ 35	549	ICF70、パイプ支持台付き
真空ベローズ (TYPE2)	φ 38	130	ICF70/ICF70
オールメタルバルブ (ICF70)	φ 35	72	バネ支持台付き、GV2
排気真空槽 2 (VPC2)	φ 35	250	IG3、ICF70/ICF70
真空ベローズ (TYPE2)	φ 35	130	ICF70/ICF70
X Y スリット SX 型		1860	
真空ベローズ (TYPE2)	φ 38	130	ICF70/ICF70
オールメタルバルブ (ICF70)	φ 35	72	バネ支持台付き、GV3
排気真空槽 3 (VPC3)	φ 35	250	IG4、FCS センサー付き
真空ベローズ (TYPE2)	φ 38	130	ICF70/ICF70
スクリーンモニタ (SCM2)	φ 35	140	
真空ベローズ (TYPE2)	φ 38	130	ICF70/ICF70

ビームシャッター (BS)		400	
BS 下流ベローズ	φ 35	280	
シールド壁貫通管	30×20	1300	
真空ベローズ (TYPE2)	φ 38	130	ICF70/ICF70
光電子モニター		200	
オールメタルバルブ (ICF70)	φ 35	72	バネ支持台付き、GV4、ブランクフランジ付き