

# 不純物ペレット入射装置の整備

## 仕様書

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

那珂フュージョン科学技術研究所

先進プラズマ研究部 先進プラズマ第2実験グループ

## I 一般仕様

### 1. 件名 不純物ペレット入射装置の整備

### 2. 目的

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。）では、JT-60SA のプラズマ加熱実験に向けて計測装置を整備する。本件では、計測装置付帯機器整備の一環として、不純物ペレット入射装置の整備を実施するものである。

### 3. 業務内容

不純物ペレット入射装置の整備 一式

- (1) 単管サポートの製作
- (2) バイパス配管の製作
- (3) 溶発光計測観測系の製作
- (4) 遠隔制御システムの製作
- (5) 制御盤の製作
- (6) 不純物ペレット入射装置の周辺機器の据付け
- (7) 試験検査

### 4. 納入期限

令和8年12月25日（金）

### 5. 履行場所（作業場所）

茨城県那珂市向山801-1

QST 那珂フュージョン科学技術研究所 JT-60 実験棟 本体室

### 6. 検査条件

I 章 3 項及び II 章に示す作業完了後、I 章 7 項に定める提出図書の確認並びに仕様書に定めるところに従って業務が実施されたと QST が認めたときをもって検査合格とする。

### 7. 提出図書

図書名	提出時期	部数	確認
全体工程表	契約後速やかに	3部	要
確認図	製作着手前	3部	要
完成図	納入時	3部	不要
作業要領書	作業開始前	3部	要
試験検査要領書	検査着手前	3部	要
試験検査成績書	納入時	3部	不要
打合せ議事録	打合せ後速やかに	1部	不要

作業体制表	作業開始前	1部	不要
緊急連絡体制表	作業開始前	1部	不要
クレーン作業届	作業開始1週間前まで ※クレーン作業がある場合に提出のこと。	1部	不要
週間工程表・月間工程表	JT-60SA 改修作業部会の開催(週1回) 1週間前まで	電子データ 1式	不要
再委託承諾願 (QST 指定様式)	作業開始2週間前まで ※下請負等がある場合に提出のこと。	1式	要
外国人来訪者票 (QST 指定様式)	入構の2週間前まで ※外国籍の者、又は、日本国籍で非居住者の入構がある場合に提出のこと。	電子データ 1式	要

(提出場所)

QST 那珂フュージョン科学技術研究所 先進プラズマ研究部 先進プラズマ第2実験グループ

(確認方法)

「確認」は次の方法で行う。QSTは、確認のために提出された図書を受領したときは、期限日を記載した受領印を押印して返却する。当該期限までに審査を完了し、受理しない場合には修正を指示し、修正等を指示しないときは、受理したものとする。ただし、「再委託承諾願」は、QSTの確認後、書面にて回答する。「外国人来訪者票」は、QSTの確認後、入構の可否を書面で通知するものとする。

(提出方法)

提出媒体が「電子データ」となっている提出書類については、CD-R/DVD-Rにより、電子データを1式提出すること。

## 8. 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。

## 9. 貸与品

本作業での貸与品は以下のとおりとする。

名称	備考
CPU ユニット	不純物ペレットの入射を制御する。
ゲートウェイサーバー端末	不純物ペレットの入射を制御する制御サーバーへのゲートウェイ端末
速度計測システム	光コリメータ、LED光源、LED光検出系、光ケーブルを含む。
不純物ペレット保持ディスク	コントローラー及び信号線を含む。
制御ボックス (PLCを含む)	信号線及び圧空チューブを含む。

真空ポンプ冷却水チューブ	
真空ポンプ用コントローラー	信号線を含む。
UPS	
ノイズカットトランス	

また、上記のほか本作業に必要な電力は、可能な範囲において、作業現場付近にて無償で支給する。

## 10. 品質管理

本仕様に定める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) 現地作業管理
- (4) 工程管理
- (5) 試験・検査管理
- (6) 不適合管理
- (7) 記録の保管

## 11. 適用法規・規格基準

次の法規、規格及び基準に基づき、本仕様に定める作業を行うものとする。

- (1) QST 内諸規程、規格
- (2) 労働安全衛生法
- (3) 日本産業規格（J I S）
- (4) 労働基準法
- (5) 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

## 12. 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。

## 13. グリーン購入法の推進

- (1) 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。
- (2) 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。

## 14. 安全管理

### 14.1. 放射線管理区域内作業に関する事項

- (1) 本作業は、第一種放射線管理区域内での作業になるため、放射線障害予防及び放射線の安全な取扱いに関する QST 内諸規程を順守すること。作業安全の確保に必要な対策・処置等に万全を期すこと。なお、詳細事項は事前に QST と十分な打ち合わせを持つものとする。

- (2) 本体室は第一種放射線管理区域となり、既設機器は放射化（ $^{60}\text{Co}$  等）しているため、加工作業汚染が発生するような作業を実施するにあたっては、「JT-60 解体作業における放射線作業要領」に準じて、養生等必要な防護措置を講じること。
- (3) 作業現場での放射線測定等は、基本的に QST が行う。
- (4) 空気汚染を伴う加工作業（溶接、溶断、グラインダー等）と空気汚染を伴わない作業を明確に区別して作業を実施すること。加工作業の場合は、被ばく及び汚染防止の観点から定められた専用の保護具（安全靴、防護衣等）を着用すること。
- (5) 使用した工具・資材・機材等を管理区域から持ち出す際は、QST の放射線管理担当者による汚染検査を受け、汚染のないことが確認されたのちに搬出すること。また、管理区域への工具の持ち込みは、必要最小限に留めること。なお、電動工具等内部の汚染、汚染検査が困難な場合には、基本的に搬出不可となる。
- (6) 管理区域に立ち入り、かつ、作業を行う者は、放射線管理上、放射線業務従事者の指定を受けた者とすること。

#### 14.2. 一般事項

- (1) 使用後の養生材等（ビニルシート）や、非金属性の廃棄物等は、可燃性・不燃性に分別すること。
- (2) 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。
- (3) 作業現場の安全衛生管理（KY 活動、ツールボックスミーティング等）は法令に従い、受注者の責任において自主的に行うこと。
- (4) 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い、作業要領書を作成し、QST の確認を得てから作業を行うこと。
- (5) 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。
- (6) 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。
- (7) 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。
- (8) 火気を使用する際には、事前に火気使用届の提出等の必要な手続きを行うこと。付近に可燃物がないことを確認して作業を実施すること。また、火気使用終了から最短 1 時間は残り火を点検し、異常のないことを確認してから作業終了とすること。
- (9) 火気使用作業中は、養生等の作業環境について QST の許可を得てから作業を行うこと。
- (10) 玉掛け作業や天井走行クレーン運転は受注者の有資格者が行うこと。
- (11) 高所作業時には、必要に応じて、作業者の転落や機器物品の落下を防止するための措置等を施し、細心の注意を払って作業を行うこと。

#### 15. 責任事項

- (1) 受注者は本仕様を QST と協議することなく変更した場合には、たとえ変更箇所が提出書類に記載されていても無効とし、仕様書の内容を優先するものとする。

- (2) 受注者は、本仕様書の内容を正しく理解するにとどまらず、作業を実施する上で必要となる全ての情報(対象機器の使用目的や使用形態等)についても正しく理解しなければならないものとする。この手続を怠ったために生じた一切の不都合は受注者の責任とし、無償で交換するか、又は修理すること。
- (3) 仕様書の内容に不備がある場合には、受注者は直ちにその旨を申し出なければならない。それを怠り受注者が独自の判断で仕様を決定して作業を行ったために起きた不都合は受注者の責任とし、無償で交換するか、又は修理すること。
- (4) 機器の経年変化などに起因して当初予測できない問題が発生した際は、直ちに QST と打合せを行い、その方針の下に解決するものとする。
- (5) QST と受注者の間で打合せを行った際には、受注者側で議事録を作成し、提出するものとする。議事録の提出がない場合は、打合せの決定事項は QST の解釈を有効とする。
- (6) QST からの文書又は口頭による質問事項に対しては速やかに回答すること。ただし、口頭により回答した場合には速やかに文書にて提出し、QST の確認を得ること。文書の提出がない場合は回答に対する QST の解釈を有効とする。
- (7) 受注者は、業務の進行状況を QST へ随時報告し、必要に応じて打合せを行うこととする。

## 16. 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。

## II 技術仕様

### 1. 一般仕様

- (1) 不純物ペレット入射装置（以下「入射装置」という。）の整備を行う。
- (2) 作業は主に JT-60 実験棟本体室内の P9 水平フロアや P9 床面で行う。P9 水平フロアは床面から約 6m の高さとなっている。本体室内は共通架台と呼ばれる複雑な構造物が JT-60SA の周りを取り囲んでいるため、作業要領を入念に検討すること。
- (3) JT-60SA では、本仕様で規定された作業に加え、QST が別途発注する各種作業で建設される。このため、建設現場となる JT-60 組立室や実験室では、複数の業者が組立て作業を実施する。JT-60SA の作業を安全かつ遅滞なく進めるためには、作業工程を管理して、上下作業や作業干渉を回避するための作業場所を調整する必要がある。受注者は、作業安全及び作業の効率化に留意し、円滑に作業を進めるための安全管理及び工程調整の専任者を配置する等、安全管理、作業場所等を調整する項目も契約範囲とする。

### 2. 入射装置の整備

受注者は、以下の各項に従い、単管サポート、バイパス配管、溶発光計測観測系を設計し、確認図を提出して QST の確認を得てから製作すること。また、製作した機器と貸与品を用いて入射装置の周辺機器の据付け作業を行うこと。作業開始前に作業要領書を提出して QST の確認を得てから作業を開始すること。加えて、据付作業完了後、試験検査を実施すること。試験検査実施前には試験検査要領書を提出して QST の確認を得てから試験検査を実施すること。

#### (1) 単管サポートの製作

- 1) 入射装置の単管サポートの据付け位置を図 1、参考図を図 2 に示す。数量は一式とすること。
- 2) 単管サポートは、P9 水平フランジの 8 つの M10 ボスを利用し、 $\phi 11\text{mm}$  の穴加工を施した溝型鋼をボルト締結する。P9 水平フランジに固定した溝型鋼から板や L 鋼で支持を出し、サポート台と単管を U バンドで固定できる構造とすること。
- 3) サポート台には P9 水平フランジとの電位を切り離すための絶縁材を入れ、サポート台と絶縁材のボルト締結部分には絶縁カラーを挿入して固定すること。
- 4) 単管サポートはステンレス製（SUS316L または SUS304L 材）とし、絶縁材及び絶縁カラーはガラスエポキシ樹脂製とすること。
- 5) その他の詳細な寸法や仕様については QST と協議の上、決定すること。

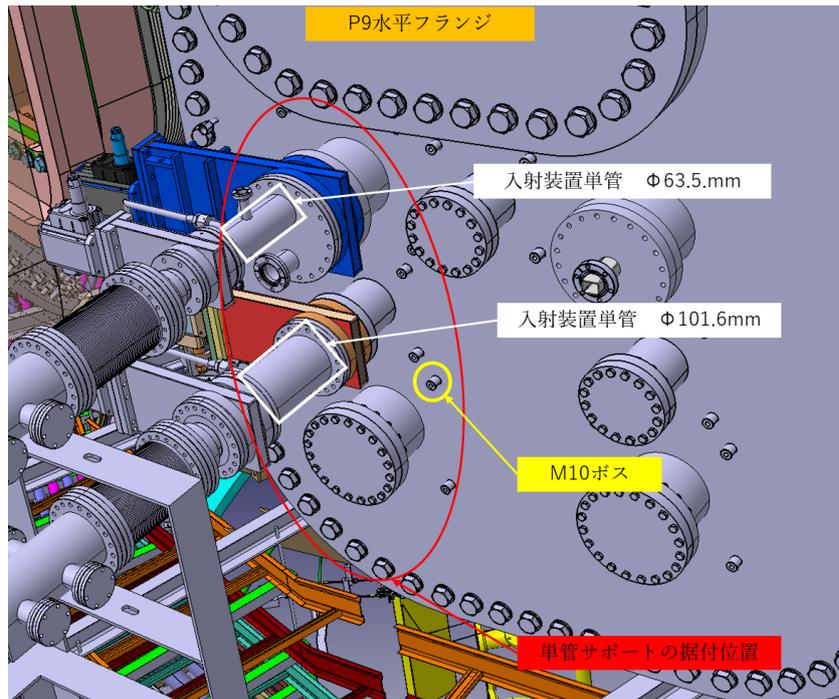


図1 単管サポートの据付位置

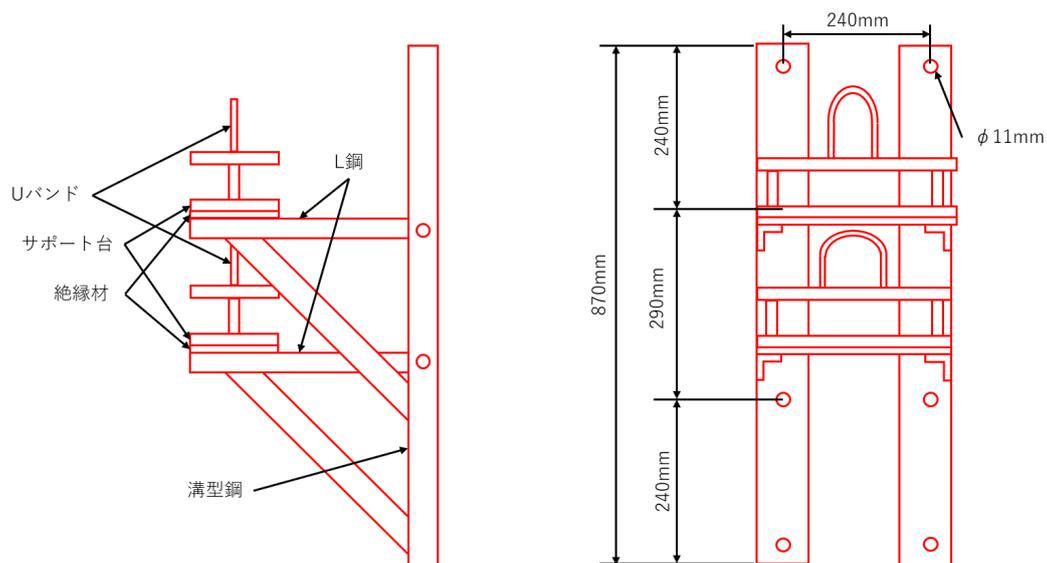


図2 単管サポートの参考図

## (2) バイパス配管の製作

- 1) バイパス配管の概念図を図3に示す。数量は一式とすること。
- 2) バイパス配管は全長約900mmの1/2インチのステンレス製の配管とすること。バイパス配管と入射装置取り付け部はICF70フランジとVCR面シール継手を使用すること。詳細な寸法はQSTと協議の上、決定すること。
- 3) バイパス配管は二手に分岐させ、それぞれの単管にVCR面シール継手を接続できる構造とすること。

- 4) バイパス配管には、PEEK 製またはセラミック製の絶縁材を一箇所以上設けること。
- 5) その他の詳細な仕様については QST と協議の上、決定すること。

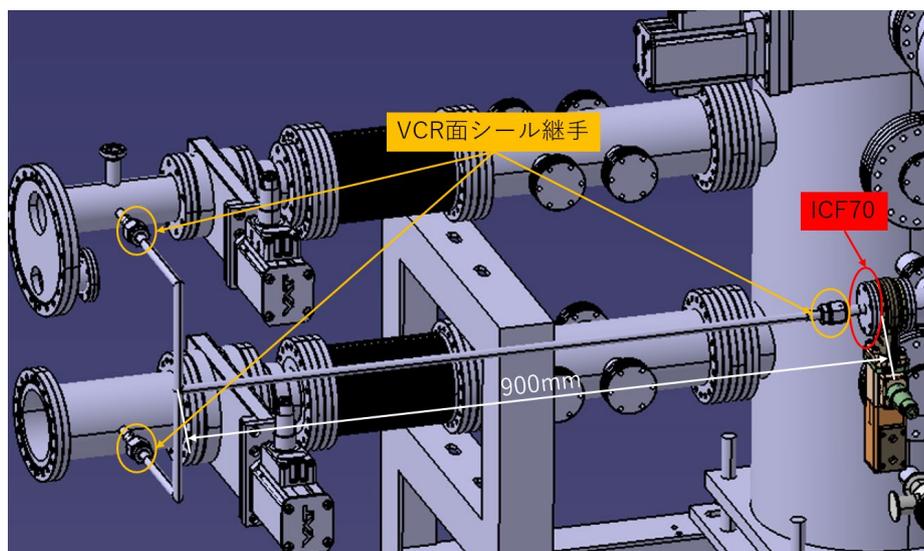


図3 バイパス配管の概念図

### (3) 溶発光計測観測系の製作

真空容器に入射された不純物ペレットからの溶発光（可視光）を、真空窓を通して大気側の単レンズで集光し、ファイバ端面などへ導くための観測系の製作を行うものである。

- 1) 図4のような真空二重窓、図5のようなファイバとレンズを固定するレンズホルダーを整備すること。数量は一式とすること。
- 2) 真空二重窓は真空窓付きフランジに可視分光用の窓を2枚取り付ける構成とし、中間層で真空引き可能なポートを設けること。フランジは $\phi 16\text{mm}$ 以上とし、観測視野を確保できることを確認すること。
- 3) 真空リークのないこと。
- 4) 真空容器側のフランジの ICF70 ポートに取り付けるものとする。取り付け際に周囲との干渉のないこと。
- 5) 金属部の材質は非磁性ステンレス製（SUS316L）とする。ガラスは可視分光用の透過率を有するものとする。
- 6) 光ファイバとレンズのホルダーについては QST の貸与する光ファイバ（スリーブ径 $\phi 10$ ）を二重真空窓の外側に保持できるものとする。
- 7) 詳細な仕様は QST と協議の上、決定すること。

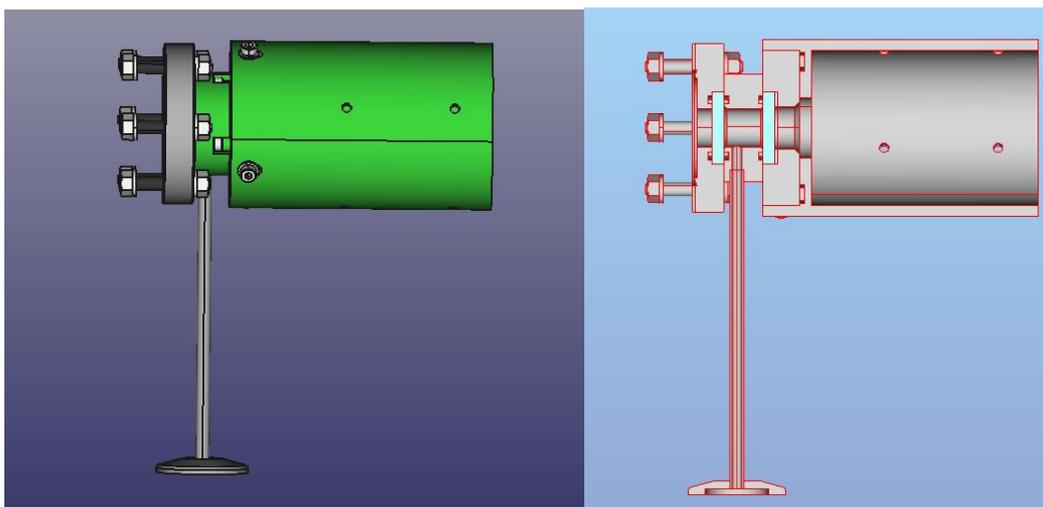


図4 二重真空窓の構造

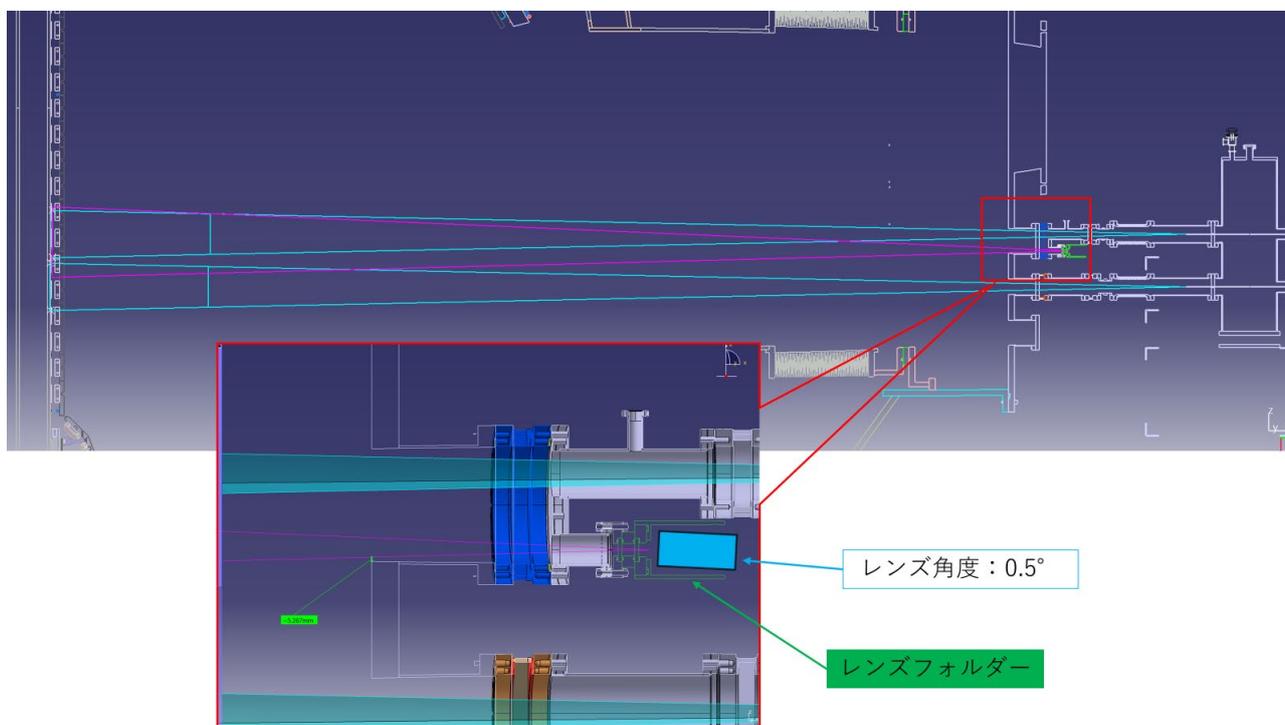


図5 レンズフォルダーの概念図

#### (4) 遠隔制御システムの製作

図6に遠隔制御システムの概要を示す。数量は一式とすること。受注者が手配する Windows OS を搭載した制御サーバー端末上で動作する制御ソフトウェアを製作し、遠隔制御システムを構築すること。制御サーバーは本体室内に設置されたオムロン製 CPU ユニット（型番：CS1G-CPU44H）（貸与品）と接続し、ローカルネットワーク通信を介して不純物ペレットの入射を制御する遠隔制御システムを構築すること。

- 1) システム構成： 制御サーバー端末と、入射装置に接続された PLC をローカルネットワークで

接続すること（図の青線）。ネットワーク接続の間にはハブを介すること。なお、制御サーバー端末は本体室外に設置すること。

- 2) 制御サーバー端末： 制御サーバー端末はローカルネットワーク内に接続され、制御サーバー端末とは別に設けるゲートウェイ（GW）サーバーを介して、機構ネットワーク（図の緑線）内の任意の端末からの遠隔操作が可能な構成とすること。ゲートウェイサーバーは貸与する1台のゲートウェイサーバー用端末（イーサネットポート1口）に、アダプタ等を用いて2口構成とすること。詳細な仕様については、機構との協議の上決定すること。
- 3) 遠隔操作ネットワーク構成： 制御ソフトウェアは、遠隔操作により真空ポンプ、圧力計の制御及びゲートバルブの開閉制御、ディスクコントローラ及び射出電磁弁の制御、またそれらの状態のモニタが行えること。機構ネットワークに接続された任意の端末から、前項2)に記載のとおりゲートウェイサーバーを介して制御操作が行えることを確認すること。制御ソフトウェアのUI画面の開発環境はMicrosoft Visual Studio とすること。
- 4) 放電同期制御機能： 制御システムは、放電シーケンスと同期して自動で入射制御を行うシーケンスモードを備えること。本モードにおいては、ゲートバルブの開閉等を含む一連の制御が自動で実行されること。
- 5) インターロック機能： 制御システムは、以下のインターロックがあること。
  - 各圧力計の値が指定値を超えた場合に、ゲートバルブを自動的に閉じる機構
  - 圧力値が指定値を超えている状態では、ポンプ起動を不可とする機構
  - 指定するゲートバルブ開閉条件を満たしていない場合に、ゲートバルブを開くことを不可とする機構
  - 射出条件を満たしていない場合に、高速電磁弁を開けること不可とする機構
- 6) 開発・保守性： 制御サーバー端末内の制御プログラムは、デバッグ及び仕様変更が可能な統合開発環境を備えていること。
- 7) その他： その他の詳細仕様については、機構と協議の上決定すること。

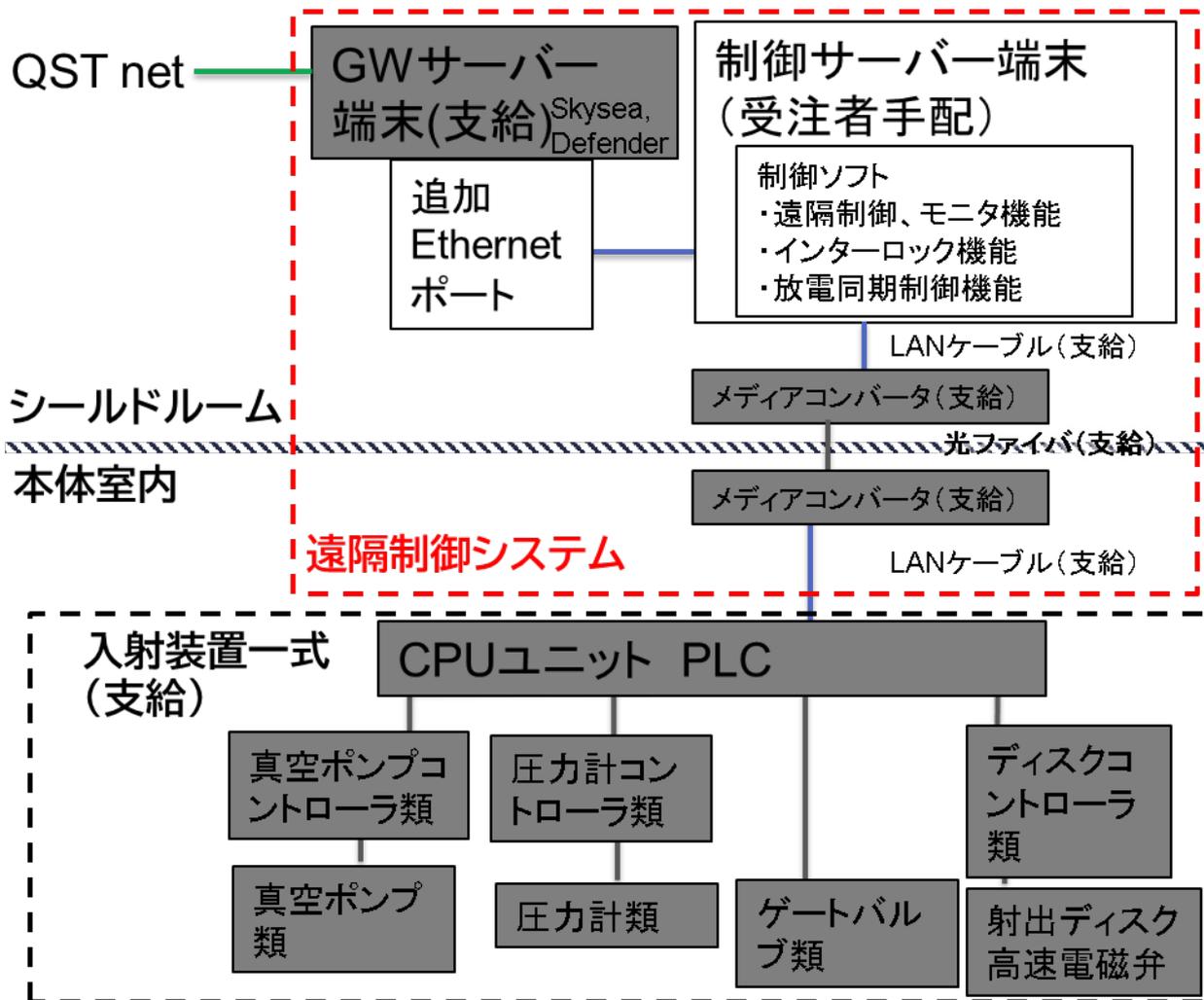


図6 遠隔制御システム概要

(5) 制御盤の製作

- 1) 不純物ペレット入射装置用の制御盤を1式(2台)製作すること。
- 2) 制御盤は19インチラック(摂津金属工業:FDC-1750-750W(相当品可))とし、底面タップ座にはボルト固定するための穴加工を施すこと。
- 3) 制御盤に表1に示す機器を設置すること。機器の設置位置はQSTと協議の上、決定すること。
- 4) ブレーカーは100V(15A)のブレーカーと10口以上のテーブルタップを取付けること。いずれかの制御盤には200V(30A)のブレーカー及び端子台を取付けること。それぞれのブレーカーは単相式とする。その他詳細な仕様についてはQSTと協議の上で決定すること。
- 5) その他設置が必要な機器がある場合には、QSTと協議の上、決定すること。

表1. 制御盤に設置する機器

	機器名	貸与品
①	LED 光源、LED	○
②	真空ポンプ用コントローラー	○
③	不純物ペレット保持ディスク用コントローラー	○
④	UPS	○
⑤	制御ボックス (PLC 含む)	○
⑥	CPU ユニット	○
⑦	テーブルタップ	
⑧	ブレーカー	
⑨	端子台	

(6) 入射装置の周辺機器の据付け

1) 入射装置及びの系統図を図6に示す。

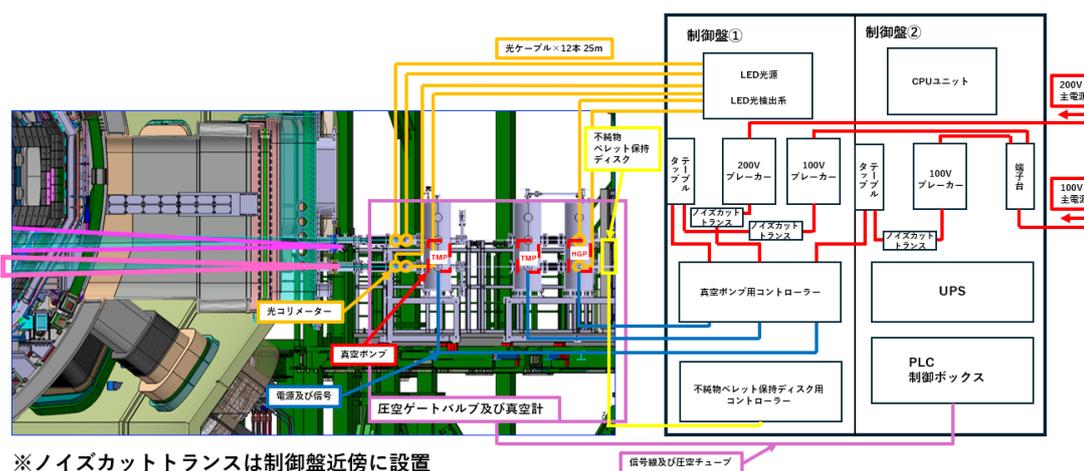


図6 入射装置及び制御盤の系統図

- 2) 入射装置の据付位置の上下、前後、左右の調整を共通架台上部の梁や吊り天秤を利用してチェーンブロック等で行う。高さはシムを入れ、調整すること。調整後、P9 水平フランジの取り合い部に入射装置をボルト締結をすること。締結はトルク管理をして行うこと。詳細な方法は QST と議論の上で決定すること。
- 3) P9 水平フランジに II 章 2 項(1)の単管サポート、II 章 2 項(2)のバイパス配管、入射装置に II 章 2 項(3)の溶発光計測観測系を設置すること。
- 4) 入射装置から制御盤上部までケーブルを敷設するためのケーブルラック (ネグロス電工 AL シリーズ (相当品可)) を約 15m 分調達し、設置すること。制御盤上部から P10 水平手すり付近までは共通架台の柱や梁を使用し、共通架台上には架台床に設置すること。架台床への設置方法は QST と協議の上で決定すること。共通架台上は人が往来する場所であるため、ケーブルが損傷

しないようケーブルラックにはステンレス製のカバーを設けること。ケーブルラックには速度計測システム用の光ケーブルや真空ポンプ用の電源ケーブル、圧空ゲートバルブ及び圧空計の圧空チューブや信号線等を敷設する。

- 5) 貸与する速度計測システムの光コリメータを入射装置に設置すること。光コリメータは1組2台の合計12台である。入射装置のICF70窓に専用の取付機構を利用して窓の中心に向かって設置すること。
- 6) 制御盤に設置したLED光源とLED光検出系を入射装置に設置した光コリメータへ貸与する光ケーブルで接続すること。
- 7) 制御盤に設置した制御ボックス及びPLCを入射装置の圧空ゲートバルブや真空計へ貸与する圧空チューブ、信号線で接続すること。
- 8) 制御盤に設置した不純物ペレットディスク用コントローラーを入射装置保持ディスクへ貸与する制御ケーブルで接続すること。
- 9) 入射装置内に取り付けられている真空ポンプへ貸与する真空ポンプ冷却用の水冷チューブで接続すること。入射装置近傍への水冷チューブの敷設はQSTが実施する。
- 10) 制御盤に設置されている100V(30A)と200V(30A)のブレーカーの一次側へ電源ケーブルを接続すること。ブレーカーの一次側に接続する電源ケーブルは、QSTが19インチラック近傍へ敷設する。
- 11) 真空ポンプ用コントローラーを入射装置内に取付けられている真空ポンプへ電源ケーブルや信号線で接続すること。
- 12) 100Vブレーカーの二次側はノイズカットトランスに接続し、テーブルタップに接続すること。200Vブレーカーの二次側はノイズカットトランスに接続し、真空ポンプ用コントローラーへ電源ケーブルの接続を行うこと。ブレーカー二次側の電源ケーブルは受注業者が準備すること。
- 13) 遠隔制御システムをQSTが指定する場所に設置すること。詳細はQSTと協議の上、決定すること。
- 14) PLCから入射許可信号及び禁止信号を中央制御室内のQSTが指定する制御盤の端子台に接続し、信号が出力するように整備すること。
- 15) その他機器の設置や配線等が必要となった場合には、QSTと協議の上、決定すること。

## (7) 試験検査

### 外観検査

有害な変形、傷、汚れ等がないことを確認すること。

### 寸法検査

Ⅱ章2項(1)～(3)の確認図に記載している全寸法値を測定し、確認図とおりに製作されていることを確認すること。Ⅱ章2項(6)実施前に受注者の工場で行うこと。

### 統合試験

Ⅱ章2項(6)終了後に以下の試験を実施すること。

- 1) 個別動作試験

Ⅱ章 2 項(4)で製作する制御ソフトウェアにより、下記項目の個別動作試験を実施すること。

- ①高速電磁弁が正常に動作すること、各種圧空バルブが正常に開閉できること、及びソフトウェア上で開閉状態が表示されるバルブについては、その状態が正常に表示されることを確認すること。
- ②真空計の値がソフトウェア上に正常に表示されることを確認すること。
- ③真空ポンプが正常に起動（寸動）できること、及びソフトウェア上で各真空ポンプの動作状態が正常に表示されることを確認すること。

## 2) 総合真空動作試験

Ⅱ章 2 項(4)で製作する制御ソフトウェアにより、各拡散層の真空排気運転を行い、正常に動作すること、及びソフトウェア上で各機器の状態が正常に表示されることを確認すること。

## 3) 射出試験

QST の高圧ガス設備若しくはヘリウムガスポンベを利用した射出試験を実施すること。ヘリウムガスポンベで射出試験を行う場合はポンベの出口圧力を 1MPa 未満とすること。

- ①不純物ペレット保持ディスクにポリスチレン中実球を入れ、不純物ペレットが設置されている射出管やバッフル板に干渉することなく射出できることを確認すること。
- ②速度計測システムで不純物ペレットの射出速度が計測できることを確認すること。
- ③ポリスチレン中実球の正常な射出が確認できない場合は、高速電磁弁の開弁速度、ヘリウムポンベ圧力や流量の微調節を行い、再度、上記 1) 試験や入射装置の設置位置の微調整等を実施すること。
- ④入射許可/禁止信号が正確に動作することを確認すること。
- ⑤射出試験を実施する段階で装置の真空度が  $1 \times 10^{-5}$ Pa 以下（目標値）であることを確認すること。

以上