

真空紫外分光器サーベイユニットの製作
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

真空紫外分光器サーベイユニットの製作

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た計測装置の整備を実施する。本件では、計測装置付帯機器整備の一環として、真空紫外(以下「VUV」という。)分光計測を行うために用いる分光器サーベイユニットの設計製作を行うものである。

3. 業務内容

真空紫外分光器サーベイユニットの製作 一式

4. 納入期限

令和 8 年 3 月 19 日(木)

5. 納入場所および納入条件

(1) 納入場所

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 2 階 計測調整室 II

(2) 納入条件

持込渡し

6. 検査条件

I 章 5 項に示す納入場所に II 章に定める製作物及び I 章 8 項に示す提出図書を納入され、外観・員数の確認及び II 章 4 項に示す試験・検査の合格並びに本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. 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。

8. 提出図書

下表に示す提出図書を提出すること。

No.	名 称	内容及び提出期限	部数	確認
1	製作計画書	契約締結後速やかに (工程に変更が生じた場合には速やかに変更後の製作計画書を提出すること。)	3 部	要

2	社内体制表	契約締結後速やかに (下請けを含む社内体制と作業実施場所を 記すこと。)	3 部	不要
3	議事録	打合せ又は QST からの質問後 3 日以内	3 部	要
4	確認図	製作開始前	3 部	要
5	試験検査要領書	試験検査開始前	3 部	要
6	完成報告書	納入時 (試験検査成績書・分光器ユニット支持治 具仕様書・完成図で構成すること。印刷物 及びその電子ファイル(PDF)で納入(CD、 DVD ディスク限定のこと。)すること。)	3 部及び 電子媒体 1 部	要
7	作業写真集	納入時 (外観寸法検査・表面粗さ検査・溶接箇所 PT 検査・リーク試験時の写真で構成する こと。写真は、印刷物及びその電子ファ イル(PDF)で納入(CD、DVD ディスク限定の こと。)すること。)	3 部及び 電子媒体 1 部	不要
9	再委託承諾願 (QST 指定様式)	作業開始 2 週間前まで (下請けがある場合)	1 部	要
10	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、日本国籍で非居住の 者の入構がある場合に電子メール又は QST 指定のファイル共有システムで提出 すること。)	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)

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。また、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。この確認は、確認が必要な書類 1 部をもって行うものとし、受注者は、QST の確認後、残りの書類のコピーを QST へ送付するものとする。

ただし、「再委託承諾願」は、QST の確認後、書面にて回答するものとする。「外国人来所者票」は QST の確認後、入構の可否を電子メールで通知するものとする。

9. 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。

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

10. 適用法規・規格基準

次の法規、規格及び基準に基づき、現地作業を行うものとする。

- (1) QST 内諸規程
- (2) 日本産業規格(JIS)
- (3) 労働基準法
- (4) 労働安全衛生法
- (5) JT-60 施設管理要領及びこれに基づき制定した各種要領
(JT-60 安全手引、JT-60 実験棟本体室等における作業手引書等)

11. 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、機密保持を確実に実行す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。

12. 安全管理

(1) 一般安全管理

- ①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。
- ②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。
- ③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。
- ④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。

- ⑤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。
- ⑥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。

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。
- (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. 責任事項

- (1) 受注者は、製作物が本仕様書に明記された機能及び性能を発揮し得ることに対して責任を有するものとする。
- (2) 受注者は、機能及び性能を発揮し得るに必要な設計、製作、養生、運搬、試験検査等一切の作業について責任を有するものとする。
- (3) 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。このため、仕様内容を変更する際には、事前に変更点及び変更内容について QST の確認を得ること。
- (4) 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。
- (5) 本作業に当たり、本作業に関係しない機器・物品の移動が必要な場合には、協議の上、受注者が移動すること。また、移動した機器・物品は、本作業完了後速やかに元に戻すこと。
- (6) 作業に関し、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。それを怠ったり受注者が独自の判断で仕様を決定したり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。
- (7) QST と受注者の間で打合せを行った際には、受注者側で打合せ議事録を作成し、提出するものとする。打合せ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。
- (8) QST からの文書又は口頭による質問事項に対しては、速やかに議事録として回答を提出すること。
- (9) 本仕様書に記載されている事項及び記載されていない事項について疑義が生じた場合は、両者協議の上、合議内容を打合せ議事録にて確認し、その合議内容の決定に従うこと。
- (10) 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。
- (11) 納品作業中に QST の財産に損害を与えた場合は、その補償について両者協議の上、合議内容を議事録にて確認しその合議内容の決定に従うこと。

15 . 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. 一般事項

- (1) 本件において製作する分光器サーベイユニットの概念図を図 1 に示す。真空紫外光(波長 0.5-50nm)を対象とする平面結像型斜入射分光器である。製作数量は 1 式とする。
- (2) 本分光器ユニットは超高真空(10^{-6} Pa)中に設置されるため、真空対応の部品を利用すること。
- (3) 本分光器ユニットは磁場環境下に設置されるため、筐体や治具、ねじ等の素材には非磁性体を用いること。

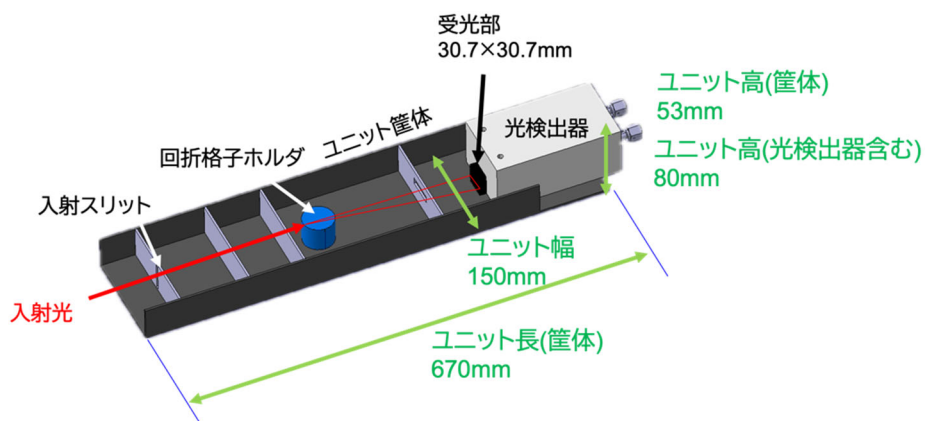


図 1 分光器ユニット概念図

2. 設置環境条件

分光器ユニットは、図 2 で示すように JT-60SA P-10H ポートに接続された VUV 真空容器(仕様外)の中に設置される。VUV 真空容器内に専用の支持治具(仕様外)を設置し、分光器ユニットを固定する。

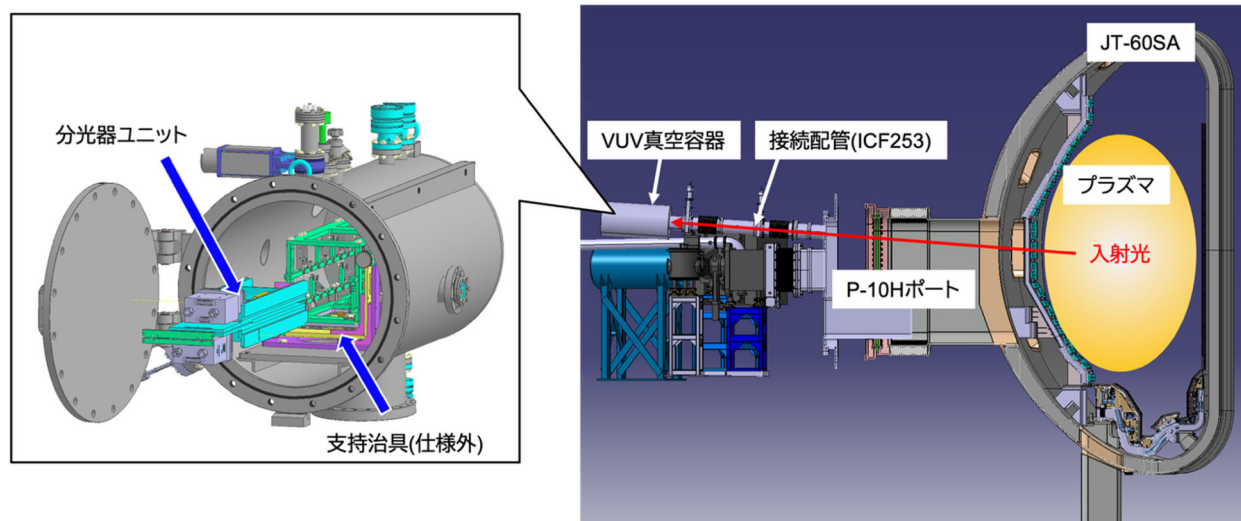


図 2 VUV 分光計測概念図

3. 各部仕様

3.1 構造概要

コの字型の分光器ユニット筐体上に入射スリット、回折格子、検出器を固定する。ユニット側面および

底面を基準面とし、入射光が基準面と平行となるように光学系を配置する。

3.2 分光器ユニット筐体

- (1) 分光器ユニット筐体を VUV 真空容器の支持治具に適合する寸法で製作する。筐体幅は 150mm、筐体高さは 53mm、筐体長さは 670mm とする。(図 1)
- (2) 迷光対策のため、表面に黒化处理(真空対応)を施すこと。
- (3) ユニット筐体上に 3.3 項から 3.6 項に示す機器類を設置すること。
- (4) 入射光は、ユニット筐体の側面に対して平行に入射するよう設計すること。

3.3 入射スリット

- (1) 入射スリットの高さは 5mm で、幅は $20\mu\text{m}$ および $100\mu\text{m}$ に手動調節が可能であること。
- (2) スリット幅を変化させてもスリットの中心位置が変化しない構造とすること。

3.4 回折格子

- (1) 回折格子は、平面結像、不等間隔溝、ラミナー型とする。
- (2) 表 1、表 2 中の仕様および図 3 の光学配置を満たすこと。

表 1 回折格子仕様

項目	内容
基板材質	石英
外径寸法 (mm)	50 ± 0.2 (幅) $\times$ 20 ± 0.2 (高さ)
中心厚 (mm)	10 ± 0.5
有効領域 (mm)	40 (幅) $\times$ 10 (高さ)
中心溝本数 (本)	300 ± 3
溝深さ (nm)	30 ± 5
デューティ比 (パターン幅/溝周期)	0.25 ± 0.15
波長範囲	0.5~50nm を 30.3mm に分散
コーティング材質	Au(アンダーコートとして Cr)
コーティング膜厚 (nm)	50 ± 20
キズ	80-50(MIL-O-13830A 準拠)

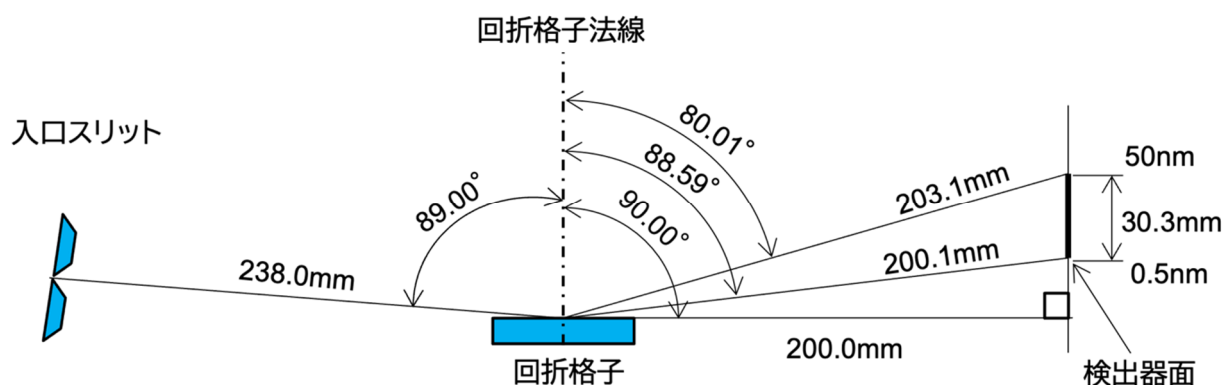


図 3 光学配置図

表 2 分散パラメータ

波長(nm)	回折角(°)	像面距離(mm)	検出器長(mm)
0.5	-88.59	200.1	0.0
5	-86.71	200.3	6.6
10	-85.45	200.6	11.0
30	-82.24	200.8	22.3
50	-80.01	203.1	30.3

3.5 CCD 光検出器(仕様外)

- (1) CCD 光検出器として、テレダイン・プリンストン社製 PI-MTE3-2048B を用いる。主な仕様を表 3 に記載する。
- (2) CCD の受光部が図 3 の像面位置に一致するように分光器ユニット筐体を製作すること。
- (3) 光軸調整や試験・検査において、実際の CCD 光検出器における取付ねじと検出素子の位置関係を再現したモックアップを用いること。詳細は QST と別途協議の上決定する。

表 3 CCD 光検出器(仕様外)の主要パラメータ

項目	内容
素子数	2048×2048
素子タイプ	フルフレーム型 CCD バックイルミネイト型
素子サイズ	15×15 μ m
有効素子エリア	30.7×30.7 mm
カメラヘッド	真空チャンバー内へ設置可能
真空度	10 ⁻⁹ Torr
エネルギー感度域	1.2eV~30keV
カメラヘッドサイズ	217.6(長さ)×102.3(幅)×73.9(高さ) mm
カメラ重量	2.31 kg

3.6 0 次光カットミラー

- (1) 図 4 で示すように、ミラーで 0 次光を反射させ、ユニット外部に 0 次光を逃がす構造を設ける。
- (2) 0 次光を反射させつつ回折光を遮ることが無いように、飛び出し幅を 0.1mm 精度で微調整可能とすること。

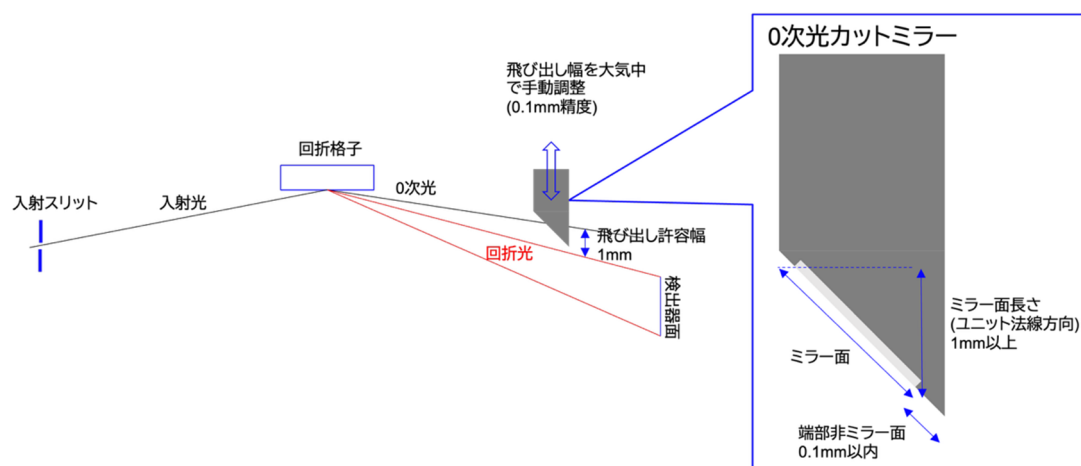


図4 0次光カットミラー概念図

3.7 調整機構

光軸調整のため、以下の調整機構を備えること。

- (1) 入射スリットは大気中および真空中(VUV 真空容器に設置した状態)で、回転導入端子を用いて大気側から幅の調整(20 μm と 100 μm の切り替え)が可能であること。
- (2) 回折格子は大気中で、入射光に対する角度を $\pm 0.5^\circ$ の範囲で 0.01° 精度での調整が可能であること。
- (3) 検出器は大気中および真空中で、回転導入端子を用いて取り付け位置を $\pm 5\text{mm}$ の範囲で 0.1mm 精度での位置調整が可能であること。

3.8. 組立

- (1) 組み立てた状態で VUV 真空容器の支持治具に設置・固定可能な形状であること。
- (2) 仕切り板やカバー等を設置し、迷光対策および光学素子の保護を行うこと。詳細は QST と協議の上決定する。
- (3) ユニット筐体に入射スリット、回折格子、0次光カットミラーを取りつけた状態で納品すること。

4. 試験・検査

本装置に関する試験・検査は表4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。詳細は QST と協議の上決定する。

表4 試験検査

項目	判定基準
入射スリット幅、倒れ、高さ	マイクロメータを用いて確認する。
入射スリット幅調整精度、再現性試験	マイクロメータを用いて確認する。
入射スリットと回折格子ホルダの設置精度試験	入射スリットからユニットに平行なレーザー光を入射し、スポット位置が回折格子の中心付近になることを確認する。
回折格子結像試験	表1に示す条件を満たすこと。

回折格子ホルダでの溝倒れ、あおり、高さ	回折格子ホルダに回折格子を設置し、入射スリット側からレーザー光を入射する。検出器側にスクリーンを設置し、スポット位置を確認する。
受光器 取り付け精度、調整精度試験	マイクロメータを用いて確認する。
0 次光ミラー取り付け精度	0 次光溝側からレーザー光を入射し、0 次光ミラーと回折格子を介して入射スリットから光が出ることを確認する。
VUV 真空容器への取り付け精度・再現性試験	VUV 真空容器内に設置可能であることを確認する。

以上