

線型加速器用
大電力高周波ダミーロードの製作

仕様書

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

1 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。）が運用する NanoTerasu の 3GeV 線型加速器では、共振周波数が 5.7 GHz（C バンド）のディスクロード型加速管を 40 本使用し、電子ビームを 3 GeV まで加速する。加速管に供給される大電力高周波は、出力 50 MW のパルスクライストロンにて生成され、パルス圧縮器にて時間幅を圧縮しピーク強度を約 4 倍に高めてから 2 本の加速管に供給される。加速管で高加速電場を生成した後、高周波の一部は加速管出口に接続されたダミーロードにて吸収される。また、電子バンチ圧縮部にて使用する共振周波数が 2.9 GHz（S バンド）の加速管においても、加速管出口にダミーロードを接続し、大電力高周波を吸収させる。本件は、これらのダミーロードを製作するものである。

2 仕様範囲

C バンド大電力高周波ダミーロード 1 台

S バンド大電力高周波ダミーロード 1 台

このダミーロードの製作に必要な材料手配、製作、試験、梱包、輸送、搬入を行うこと。

3 仕様

3.1 概要

本件のダミーロードは、加速管の終端に設置し、大電力高周波を吸収して終端させるための機器である。このダミーロードは高周波吸収体として炭化珪素（SiC）を用い、発生した熱は金属体を介し間接的に冷却水に伝熱される構造を有するもので、大電力高周波による放電を防ぎ反射を極力減らすため、適切な高周波設計と調整が必要である。また、大電力高周波による発熱を考慮し、適切な熱設計を行う必要がある。このダミーロードは真空導波管に接続し、超高真空環境下で使用するため、製造時には必要な洗浄処理を行い内面は清浄な状態を保つこと。内面を汚したり傷つけたりすることの無いよう、十分に留意すること。

3.2 性能仕様

以下の仕様を満たすこと。

仕様項目	C バンドダミーロード	S バンドダミーロード
運転周波数	5712 MHz $\pm$ 5 MHz	2856 MHz $\pm$ 5 MHz
定格運転条件	高周波電力 50 MW 高周波パルス幅 0.5 μ s パルス繰り返し 25 Hz 平均高周波電力 625 W	高周波電力 40 MW 高周波パルス幅 1 μ s パルス繰り返し 25 Hz 平均高周波電力 1000 W
高周波反射特性 (運転周波数の範囲で)	VSWR $\leq$ 1.1	VSWR $\leq$ 1.1
形状と寸法	外観図 (参考図) : 図 1 全長 550 mm 以内	外観図 (参考図) : 図 2 全長 600 mm 以内
材質と規格	本体 : 無酸素銅 OFC-CLASS2 又は JIS 規格相当品 導波管フランジ : SUS316 L A-DESY型フランジ	

	配管継手： ステンレス鋼 スウェジロック継手 (8 mm)
真空リーク量	1×10^{-10} Pa・m ³ /sec 以下
冷却方式	冷却方式： 間接水冷方式 (純水) 以下の冷却水を供給することが可能である (1) 供給温度： 28 °C (2) 供給流量： 3 L/min 以上 (3) 供給圧力： 常用 0.2 MPa 以上 (背圧を除く) ※耐圧・漏洩試験時の圧力は 0.98 MPa
ダミーロードの内面	超高真空環境下で使用するため、内面に傷、汚れ、異物が無いこと。
外表面の処理	防錆のため、外表面に透明ラッカー塗装をすること。

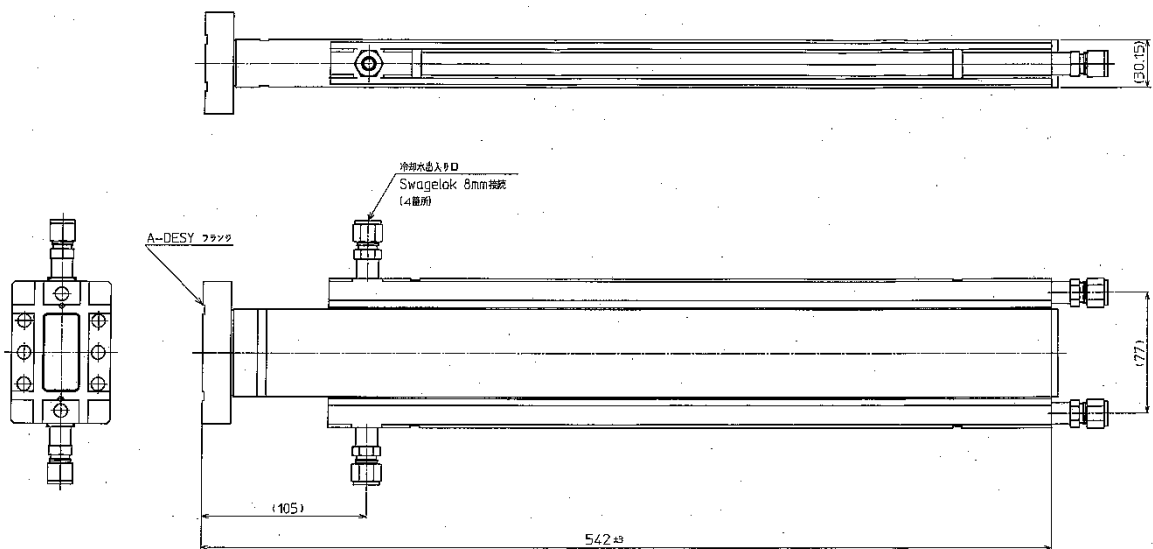


図1： Cバンド用 ダミーロード 外観図 (参考図)

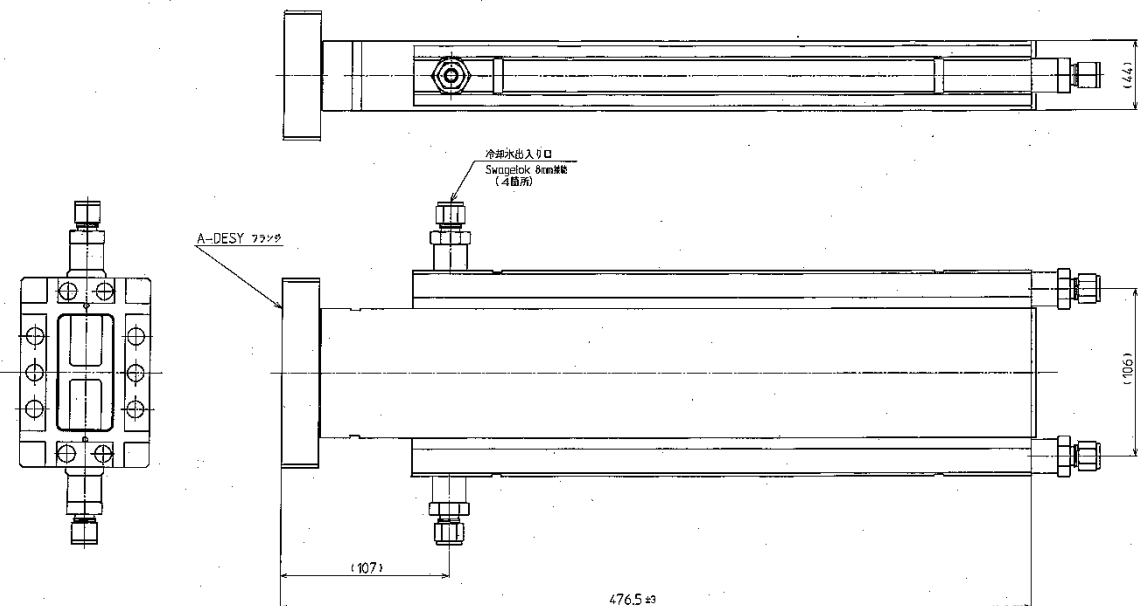


図2： Sバンド用 ダミーロード 外観図 (参考図)

4 試験

試験項目を表1に示す。

詳細については、試験検査要領書に示し確認を得ること。

これらの試験は、原則として受注者の工場で行うこと。

必要に応じて、QST 担当者が試験に立会いをする。

表1： 試験項目

項目	内容
外観目視試験	・目視にて機器の外表面、及び、内表面に機能上有害となる傷、汚れ、歪みの無いことを確認すること。
寸法試験	・機器の主要寸法、機能上重要な寸法を所定の測定機器、測定環境にて計測し記録すること。寸法に間違いが無いこと、許容公差以内にあることを確認すること。
真空リーク試験	方式： ヘリウムリーク検査 許容リーク量： 1.0×10^{-10} Pa・m ³ /sec 以下 基準： ダミーロード内部及び冷却水路に漏れがないこと。
水冷部の耐圧試験	方式： スヌープ法 乾燥空気（又は窒素）加圧保持 圧力・保持時間： 0.98MPa（10kgf/cm ² ）× 30 分 ・基準： 継目、継手等より漏れが認められないこと。
高周波特性試験	・定在波比（VSWR）を測定し、仕様を満たすこと。

5 納入場所

宮城県仙台市青葉区荒巻青葉 468-1

NanoTerasu 線型加速器棟

車上渡しとする。

6 納期

令和8年3月13日

保管時には、窒素を充填した袋に入れて密閉するなど、防錆と結露に注意すること。

詳細なスケジュールは、契約後に打合せのうえ決定する。

7 提出書類

以下の書類又は提出物を提出すること。

	書類名又は提出物名	提出時期	部数
①	契約仕様書	契約後速やかに	1 部
②	製作工程表	契約後速やかに	1 部
③	確認図	製作前	1 部
④	試験検査要領書	試験前	1 部
⑤	納入図	初回の納入時	1 部
⑥	試験検査成績書	納入時	1 部

これら①～⑥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を「完

成図書」として1冊提出すること。また、①～⑥の電子ファイルをCD-Rなどの記録媒体に納めたものも、上記の「完成図書」に綴じて提出すること。

8 技術打合せ

工程及び詳細設計に関する技術打合せを、契約締結日から納期までの期間において少なくとも1回、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。開催場所は日本国内の指定する場所とする。なお、打合せ時の使用言語及び用いる資料は日本語とする。

9 梱包と運搬

製作品は運搬時の破損等を避けるため、断衝機能のある箱に入れて納品すること。

10 検査条件

- (1) 製作完了後、本仕様書に記載した各種試験を実施し、合格すること。
なお、試験前に試験検査要領書を作成してQSTの確認を得ること。
試験結果は試験検査成績書に記載して、提出すること。
- (2) 外観検査・員数検査を行い、量研が合格と認めること。
- (3) 試験検査成績書、その他の提出図書の確認を行い、QSTが合格と認めること。

11 品質管理

本品の製作に係る設計・製作・試験等は、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

12 適用法規・規格基準

本品は、放射性同位元素等規制法（RI 規制法）の適用を受ける放射線発生装置を構成するものである。従って、設計・製作・試験・据付調整等にあたっては、以下の法令、規格、基準等を適用又は準用して行うこと。

- (1) 放射性同位元素等規制法（RI 規制法）
- (2) 労働安全衛生法
- (3) 日本工業規格（JIS）
- (4) 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

13 知的財産権

知的財産権については、契約条項のとおりとする。

14 契約不適合

契約不適合については、契約条項のとおりとする。

15 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）に適合する環境部品（事務用品、OA 機器等）が発生する場合は、これを採用する。
- (2) 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。

16 機密の保持

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、提供を行ってはならない。ただし、予めQSTの承諾を得た場合にはこの限りでない。

17 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。

18 協議

本件は仕様書に基づいて行うものとし、これらに疑義が生じた場合は QST の指示に従うこと。部材や製作・施工方法、試験・測定方法、寸法や形状等は原則、仕様書に記載する方法や値を採用すること。機器構成を含む詳細については、QST の指示に従うこと。

19 その他

- (1) 製品の瑕疵について明らかになった場合、使い勝手等を含む性能が保証できるよう速やかに対処すること。
- (2) 瑕疵担保期間の内外を問わず、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 に報告すること。

（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：安積 隆夫

選定理由書

1. 件名	線型加速器用大電力高周波ダミーロードの製作
2. 選定事業者名	日本高周波株式会社
3. 目的・概要等	本件の大電力高周波ダミーロードは、加速管の終端に設置し、大電力高周波を吸収して終端させるための機器である。施設の運営上、保守点検時や故障が発生した場合に交換して使用するために調達する。 NanoTerasu の 3GeV 線型加速器では、高品質電子ビームを高安定加速するために 1 台の S バンド加速ユニット、ならびに 20 式の C バンド加速ユニットを使用している。これらの加速ユニットには進行波型加速管が備えられている。進行波型加速管にはクライストロンから出力される大電力高周波が入力され、余分な電力は加速管後段に位置する精密加工・調整されたダミーロードにより終端される。 本ダミーロードは、大電力高周波による放電を防ぐとともに反射を極力減らすため、適切な高周波設計と調整が必要である。また、大電力高周波による発熱を考慮した適切な熱設計が求められる。
4. 希望する適用条項	契約事務取扱細則第 29 条第 1 項第 1 号チ (研究開発に係る設備機器の更新、改修、点検保守(維持管理)等、当該設備機器の特殊性や互換性の確保のために契約相手方が一に限定されるとき)
5. 選定理由	本件は、令和 2 年度に契約した「次世代放射光施設の線型加速器用大電力高周波ダミーロードの製作」に関連する案件であり、日本高周波株式会社が製作した。先に調達した大電力高周波ダミーロードは既に NanoTerasu に設置されている。 本件で調達予定の大電力高周波ダミーロードは、線型加速器に備わる加速ユニットとの機械的取り合いにおいて高精度の機械精度が要求されるだけでなく、大電力高周波供給下でも安定した性能を有する高周波特性を実現しなければならない。本件の製作においては、NanoTerasu に備わる既存機器との機械的・電氣的な完全互換性が必要であることに加えて、大電力高周波環境下で放電などを発生させないことが重要であり、これを実現するための設計の詳細は非公開である。 以上のことから、本件を製作できる専門的な技術的能力を有し、本件調達が可能な唯一の者として日本高周波株式会社を選定事業者とした。