

NanoTerasu 加速器用真空粗排気装置の購入

仕様書

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構

一般仕様

1. 件名

NanoTerasu加速器用真空粗排気装置の購入

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。）が運用する NanoTerasuにおいて、加速器の真空作業に必要な真空粗排気装置を購入するものである。

3. 仕様範囲

本件の仕様範囲は以下のとおりとする。詳細仕様に関しては後述の技術仕様を参照すること。

- ・ NanoTerasu加速器用真空粗排気装置4台の購入
- ・ NanoTerasu加速器用真空粗排気装置の試験検査

4. 納入期限

令和8年3月19日

5. 納入場所

宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1
3GeV 高輝度放射光施設（NanoTerasu） 内の指定する場所

6. 納入条件

持ち込み渡し。運搬時には破損を避けるため保護をして運搬すること。

7. 提出図書

表1 提出図書

	図書名	提出時期	部数
①	確認図	手配前	1 部
②	試験検査要領書	試験検査実施前	1 部
③	試験検査成績書	納入時	1 部
④	取扱説明書	納入時	1 部

図書の確認時は電子ファイルでの提出を可とするが、納入時に全ての提出図書を印刷しファイルに綴じ、表紙と目次を付けたものを「完成図書」として1部提出すること。また、各図

書の電子ファイルを CD-R などの記録媒体に納めたものを上記「完成図書」に綴じ提出すること。

真空粗排気装置のラダーのアルゴリズムやプログラム等について、ソースコード等すべての情報を記録媒体に納め提出すること。

8. 検査条件

- ① 納入場所に納入後、員数検査、外観検査を行い、QSTが合格と認めること。
- ② 提出図書の確認を行い、QSTが合格と認めること。

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. 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）に適合する環境物品（事務用品、OA機器等）の採用が可能な場合は、これを採用するものとする。

11. 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。

12. その他

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。また故障や不良の原因とその対処方法を速やかにQST担当者に報告すること。

技術仕様

1. 概要

NanoTerasu加速器用真空粗排気装置は、超高真空状態に保たれた真空容器内部に大気圧まで高純度窒素ガスを導入し、真空作業完了後に大気圧から1e-5 Pa程度の高真空領域まで装置内部を排気する機能を有する装置である。本装置は、主にドライポンプ、ターボ分子ポンプ、保護用ゲート弁、真空計、制御装置から成る。一体化した構造で作業場所への移動が容易に可能であること。NanoTerasu加速器で用いられている既存の真空粗排気装置と同等の機能を備え、同等の使用が可能であること。詳細な仕様を以下に記す。

2. 真空粗排気装置

NanoTerasu加速器用真空粗排気装置の型式を表2に、参考系統図を図1に示す。

表2 NanoTerasu加速器用真空粗排気装置 型式

品名	製造元	型式	数量
ターボ排気ユニット	株式会社エイブイシー	ATU-004-A-15G-S (相当品可)	4 台

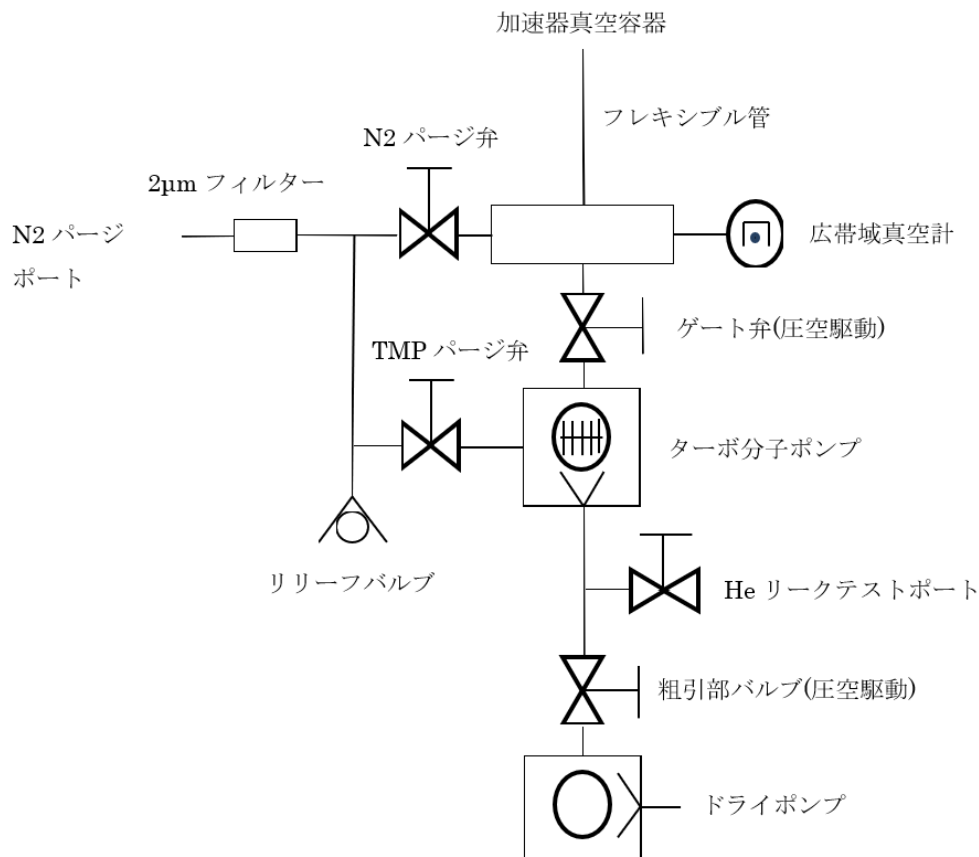


図 1 NanoTerasu加速器用真空粗排気装置 参考系統図

2-1. 全般仕様

- (1) コンフラットフランジ (ICF) の規格：JVIS003:1982相当品とする。
- (2) クランプ形継手 (KF/NW) の規格：JIS B 8365:1988相当品とする。
- (3) 排気する気体：空気あるいは窒素
- (4) 電源：単相AC200V 50Hz
- (5) 電源コード長：15m

電源供給側プラグは、アメリカン電機製3322N-L6(NEMA規格のL6-30)とする。

ケーブルは原則としてJIS C 3005 60度傾斜試験に合格した難燃エコケーブルを使用すること。電源ケーブルは端子台、コネクタ接続部約5cmを除いて必ず外皮のあるケーブルを使用すること。電源ケーブルが露出する場合、カバーで保護すること。

- (6) 筐体はアセトン等の有機溶剤で塗装等が剥がれないアルミ材を使用すること（ポンプを固定するベース板は該当しない）。
- (7) 使用環境
使用温度：10～30℃

使用湿度：5～60%RH（ただし結露しないようにすること）

保管温度：0～40℃

- (8) 可搬性：装置全体を台車上（キャストサイズφ75以上）に設置し、ハンドルによる運搬が可能であること。またクレーンによる吊下げ移動ができるようアイボルトを有すること。アイボルトの取り付け位置は重心バランスを考慮し、装置重量を十分に持ち上げられる構造、強度を有すること。
- (9) 設置方法：M12アジャスターボルトで平坦な床面に自立設置できること。
- (10) 保護回路：漏電ブレーカを設けること。
- (11) 重量：120kgを上限とし、これを超えないこと。（フレキシブル管を除く）
- (12) 本体寸法：H830mm×D580mm×W880mm以下（フレキシブル管、ブックフォルダ、突起物を除く）フレキシブル管による取り出し中心高さは750mm以下とする。
- (13) 表示/操作：コントローラは1か所にまとめ、タッチパネルから操作が出来ること。操作性及び視認性を考慮すること。
- (14) ベーキング：本装置のベーキングは行わない。
- (15) ターボ分子ポンプからドライポンプに至る配管はフレキシブル管などにより最短ルートで接続すること。シールは、フッ化ゴム及びクイックカップリング金具とし、サイズはKF/NW25共通とする。
- (16) ターボ分子ポンプからフレキシブル管に至る配管はコンフラットフランジによる接続とし、銅ガスケットによりシールすること。
- (17) ドライポンプ動作時の振動がターボ分子ポンプに影響しないように防振ゴムなどを用いて振動抑制に努めること。
- (18) 大気突入などによりターボ分子ポンプがタッチダウンした場合でも、安全に停止できる十分な強度があるフレーム及び台車を使用すること。
- (19) 圧空：吸気ポート2（日東工器製 SPカプラType A, 2P-A-BRS-FKM相当品）
供給圧力はレギュレータにより0.5 MPaに調整できること。また、3ch（ゲート弁駆動用1系統、アングル弁駆動用1系統、予備1系統）以上の供給コントロールができる圧空マニホールドを設けること。
- (20) 窒素供給：吸気ポート1（日東工器製 SPカプラType A, 1P-A-SUS-EPDM相当品）
2μmフィルタ取り付けること。
- (21) 窒素パージは経路途中に手動バルブを設けること。
- (22) 圧空及び窒素用の配管材質はステンレスとし、サイズは圧空φ8、窒素φ6とする。
- (23) ゲート弁駆動用圧空及び窒素パージのための迅速流体継手は誤挿入を防止のため、異なるサイズを採用すること。
- (24) ヘリウムリーク試験を行うための試験ポートをターボ分子ポンプとアングル弁の間の排気管内に設けること。ポートサイズはKF/NW25とし、手動バルブを設け、ヘリウムリークディテクタの接続/分離が可能であること。

- (25) 排気開始から24hr後の到達圧力は、ターボ分子ポンプ直上に取り付けた広帯域真空計で 1×10^{-5} Pa以下とする。到達圧力試験はフレキシブル管を取り外し、変換フランジなどを用いて広帯域真空計を取り付けた状態で行うものとする。
- (26) 広帯域真空計機能のアナログ出力及び通信機能はアクセスしやすい位置まで引き出し配線すること。
- (27) 被排気系を窒素置換した場合、加圧により機器が破損しないよう圧力調整式のリリースバルブを設けること。ボディはステンレス製、シールはFKM、クラッキング圧力設定範囲は0.02~0.34MPa（納品時設定圧力：0.04MPa）とする。なお、納品時にメーカー出荷時の検査成績書を添付すること。
- (28) ドライポンプよりステータス異常信号が出力された際には、ターボ分子ポンプ、ゲート弁を連動動作させること。
- (29) PLC（Programable Logic Controller）を製作した上で各機器の情報（アナログ信号、ステータス）は全てPLCに取り込み、タッチパネルに表示すること。保守用USBインターフェイスを設けること。

2-2. 制御仕様

- (1) 次の操作スイッチを有すること。（ステータスランプ付き）
（ドライポンプ:START/STOP、ゲート弁/アングル弁:OPEN/CLOSE、アラームRESET、操作:REMOTE/LOCAL、主電源：ON/OFF）
- (2) 緊急遮断(EMO)スイッチを設け、緊急時にこのスイッチを押すことにより安全に停止できること。また、スイッチには誤動作防止用ガードを設けること。
- (3) 制御シーケンスはPLC（Programable Logic Controller）を使用して行うこと。
- (4) タッチパネルを備え、次の表示機能を有すること
TMP：ALARM、FAILURE
DP:ALARM、FAILURE
CCG：SP1、SP2、fail
ゲート弁/アングル弁：OPEN、CLOSE
操作:REMOTE/LOCAL
主電源：ON/OFF
- (5) ドライポンプ停止条件：ドライポンプSTOPボタンon及びステータス異常
- (6) ターボ分子ポンプ停止条件：ドライポンプSTOP及びステータス異常、TMP STOPボタンon、TMP NG、予備接点T1/T2 open
- (7) ゲート弁閉条件：ドライポンプSTOP/NG、中真空領域真空計NG、GV CLOSEボタンon、真空計NG、TMP STOP/NG、予備接点G1/G2 open
- (8) ターボ分子ポンプの回転数に応じて窒素によるベントが自動でできること。

また、ベント開始回転数をターボ分子ポンプの性能に問題のない範囲で任意で設定できること。

- (9) タッチパネルはタイトル画面、オートモード画面、マニュアルモード画面、アラーム画面、セッティング画面を設け、切替表示できること。
- (10) オートモード画面では、STARTボタンによりドライポンプ、ターボ分子ポンプを自動で排気できること。起動中はSTARTボタンのステータスランプは点滅表示とする。STOPボタンによりターボ分子ポンプ、ドライポンプを自動で停止できること。停止中はSTOPボタンのステータスランプは点滅表示とする。また、緊急停止(ABORT)ボタンを設けること。
- (11) 装置ステータスのロギングができること。オートモードのSTART,STOPに連動してロギングを開始・停止できること。
- (12) マニュアルモード画面では、ポンプ・バルブ類を手動で操作できること。装置の簡易的な系統図をグラフィカルに表示し、操作するポンプ・バルブの位置が分かるようにすること。真空計の圧力値や、ターボ分子ポンプの回転数を表示し、ポンプ・バルブ操作時に確認できること。
- (13) アラーム画面では、発生したアラーム履歴の確認とアラームリセットができること。アラーム発生時はブザーを鳴動させること。タッチパネルの各画面にブザーを停止させるボタンを設けること。
- (14) セッティング画面は3ページ程度に分かれ、時刻合わせ、機器の個別リセット、ロギング設定、SDカード容量表示、真空計のセットポイント設定、オートモードのパラメータ設定などができること。技術者がメンテナンス時に用いるボタン及び設定画面を設け、その中ではインターロックを無視した制御などを可能とすること。

2-3. 装置の組み立て

真空槽及びフレキシブル管の溶接は原則としてTIG溶接とするが、溶接による変形を押さえるためEBW（電子ビーム溶接）等を行っても良い。外面側から溶接を行う場合は、部分溶け込みとし裏波がでないこと。

洗浄後の組立作業は清浄な環境内で行うこととし、油分、ほこりなどが真空配管内面に付着しないような対策を施すこと。作業者は使い捨てポリエチレン手袋等を使用し、素手で真空面に触れることのないよう注意すること。真空面に触れるおそれのある工具等は、脱脂洗浄した専用のものをを用いること。

3. 個別機器仕様

3-1. ドライポンプ

- (1) 檜山工業NeoDry15G相当品とする。

- (2) 潤滑油による逆拡散がなく、クリーンな真空環境を実現するポンプとする。
- (3) 排気方式：非接触構多段ルーツ方式
- (4) 排気速度：250 L/min以上(50Hz)
- (5) 到達圧力：1.0 Pa以下
- (6) 動作音：50 dB以下
- (7) 水蒸気処理量：275 g/h以上
- (8) 吸気ポート：KF/NW25
- (9) 冷却方式：空冷
- (10) アイソレイトバルブ：入力電圧DC24V
ドライポンプ停止時に閉じ、ドライポンプ側を自動リーク出来ること。
- (11) 保証期間：2年間（但し、実績に基づいた標準メンテナンス期間が6年以上とする）
- (12) 駆動時間表示、ガスバラストバルブ及びサイレンサー付き、自動リーク
バルブ用DC24V出力機能（ポンプステータス連動）

3-2. ターボ分子ポンプ

- (1) エドワーズnEXT85HAO相当品とする。
- (2) 排気速度：84 L/s以上(N₂換算)
- (3) 到達圧力：5e-8 Pa以下
- (4) 最大圧縮比：1e11以上(N₂換算)
- (5) 最大許容背圧：1800 Pa以上
- (6) 口径：ICF114
- (7) 軸受方式：上部磁気軸受
- (8) 冷却方式：強制空冷
- (9) 取付姿勢：全方位
- (10) ベントバルブ：入力電圧DC24V（ノーマルクローズ仕様）

3-3. ゲート弁

- (1) VAT 10836-CE24相当品とする。
- (2) メタルゲート弁とする。潤滑剤を使用しないドライ仕様とし、開閉動作時はショック（振動）の少ない機構とすること、ポケット部のないシール機構とする。
- (3) リーク量：1×10⁻¹⁰Pa・m³/s以下
- (4) 使用圧力：1×10⁻⁸Pa～0.10MPa以下
- (5) ゲートにかける許容最大差圧：0.10MPa以下（両方向）
- (6) 開ける時の許容最大差圧：10hPa以下（両方向）
- (7) 開閉寿命：10000回以上
- (8) 取付方向：自在

- (9) 開閉ステータス表示：あり
- (10) 口径： $\phi 63$
- (11) フランジサイズ：ICF114
- (12) ボディ材質：ステンレス
- (13) シール：ボンネット メタル
- (14) ゲート FKM（ガス放出の少ないフッ化ゴム）
- (15) 駆動方式：圧空作動式（駆動圧力0.5MPa以下）
- (16) 圧空ポート：Rc1/8
- (17) ロック機能：閉状態で圧空供給が途絶えても閉状態を保てること。

3－4．アングル弁

ターボ分子ポンプとドライポンプ間を仕切る為のアングル弁である。

- (1) VAT 26428-KA21相当品とする。
- (2) 使用圧力： $1\text{e-}6\text{Pa}\sim 5\text{e}5\text{ Pa}$
- (3) プレートにかける許容最大差圧：0.20MPa以下(開方向)
- (4) 開ける時の許容最大差圧：0.1MPa以下（両方向）
- (5) 開閉寿命：3000000回以上
- (6) 開閉ステータス表示：あり
- (7) フランジサイズ：KF/NW25
- (8) ボディ材質：アルミニウム
- (9) 軸シール：ベローズ軸シール
- (10) 駆動方式：圧空作動式（駆動圧力0.5MPa以下）
- (11) 弁動作：スプリング（ノーマルクローズ仕様）

3－5．ブルドン管圧力計

窒素バージ時の真空槽の圧力を監視するための圧力計である。

- (1) 真空から正圧までの圧力測定が可能であること。
- (2) 圧力測定範囲：-0.1MPa～0.2MPa
- (3) 継手形状：1/4インチ メタルガasket式面シール継手

3－6．広帯域真空計

窒素バージ時の真空槽の圧力を監視するための圧力計である。

- (1) 大気から超高真空まで広帯域の真空度測定が可能で、急激な圧力変化でも故障しない真空計であること。低中真空領域の測定にはピラニゲージ、高真空領域の測定にはコールドカソードゲージを採用したコンビネーションゲージとする。
- (2) 圧力測定範囲： $1\text{e}5\text{ Pa}$ (大気圧)～ $1\text{e-}6\text{ Pa}$

- (3) フランジ形状：ICF70

3－7．広帯域真空計コントローラ

広帯域真空計の測定/表示するための制御装置である。

- (1) ゲージ認識：自動
- (2) 接続測定子：1台以上
- (3) ゲージ種：ピラニ-コールドカソード
- (4) 表示機能：デジタル数値表示
- (5) セットポイント：2接点以上
- (6) アナログ出力：あり（DC 0-10V）
- (7) レコーダ出力：あり
- (8) 通信機能：RS-232C又はRS-485
- (9) CEマーキング：対応

3－8．真空槽

真空計を設置するための真空槽である。

- (1) 寸法：両端ICF114とし、面間距離は最少とする。
- (2) 分岐ポート：ICF70 1ポート（真空計用）、ICF34 1ポート（窒素パージ用）
- (3) ボディ材質：ステンレスSUS304
- (4) 表面処理：真空槽内面は原則として電解研磨を施すこと。
- (5) 洗浄：電解液を完全に除去するように洗浄すること。

3－9．フレキシブル管

真空計を設置するための真空槽である。

- (1) 寸法：長さ2.4m 内径 ϕ 49以上（フレキ部） 外径 ϕ 60以下
- (2) フランジ：片側ICF114 片側KF/NW40
- (3) フレキ材質：ステンレス SUS316L
- (4) 肉厚：0.2mm以上
- (5) 最小曲半径120mm以下

4．試験検査

4－1．外観試験

- (1) 真空槽

目視にて真空配管内外表面に有害となるキズ、ヒビ、ゴミ等の付着及び、汚れ、腐食のないことを確認すること。これらのないものを合格とする。

(2) フランジ

目視にてフランジ表面、特にシール部に有害となるキズ、ヒビ、ゴミ等の付着及び、汚れ、腐食のないことを確認すること。これらのないものを合格とする。

(3) 溶接部

目視にて溶接部に割れ、ピット、アンダーカット等の有害となる欠陥のないことを確認すること。これらのないものを合格とする。

4－2．寸法試験

本体寸法とフレキシブル管について寸法検査を行い、仕様を満足すること。

4－3．Heリーク試験

真空バウンダリーを形成する溶接部及びフランジ継ぎ手部に対して、ヘリウムリークディテクタ（最小検出感度 $1\text{e-}11\text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{sec}$ 以下）を用いてリーク試験を実施すること。測定値が許容リークである $1\text{e-}11\text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{sec}$ 以下であるものを合格とする。FKMによるシール部は $1\text{e-}9\text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{sec}$ 以下を合格とする。

4－4．残留ガス分析試験

ガス分析計にて残留ガス分析を行い、油分等の高分子の有無を確認すること。ガス分析計の最少検知分圧は $1\text{e-}12\text{ Pa}$ 以下とし、納品数量のいずれか1台とする。

4－5．到達真空度試験

到達圧力は、ターボ分子ポンプ直上に取り付けた広帯域真空計で $1\text{e-}5\text{ Pa}$ 以下とする。ただし、試験はフレキシブル管を取り外し、変換フランジなどを用いて広帯域真空計を取り付けた状態で行うものとする。

4－6．停電試験

排気装置の定常運転中に停電(1 ϕ AC200V)させた後でも、再起動後の動作に問題がないこと。

(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：保坂 勇志