

計測装置開発のための熱真空試験装置の製作

Manufacturing of the Thermal Vacuum Test Chamber for
the Development of Diagnostic Equipment

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

先進プラズマ研究開発部 先進プラズマ計測開発グループ

目次

1. 一般仕様.....	1
1.1. 件名	1
1.2. 目的	1
1.3. 契約範囲	1
1.4. 納入期限	1
1.5. 納入場所	1
1.6. 納入条件	1
1.7. 検査条件	1
1.8. 提出図書	2
1.9. 品質管理	3
1.10. 適用法規・規格基準	3
1.11. 機密保持	3
1.12. グリーン購入法の推進	3
1.13. 協議	4
2. 技術仕様.....	5
2.1. 熱真空試験装置の概要	5
2.2. 熱真空試験装置の使用法について	6
2.3. 熱真空試験装置各部の仕様.....	6
2.3.1. 真空チャンバー仕様	6
2.3.2. シュラウドの仕様	7
2.3.3. 主排気ポンプ（TMP）の仕様	8
2.3.4. 補助排気ポンプ（DP）の仕様	9
2.3.5. 主排気バルブ（MV）の仕様	9
2.3.6. アングルバルブ（FV、RV）の仕様	9
2.3.7. 自動リークバルブ（ALV）の仕様	10
2.3.8. リークバルブ（LV）の仕様	10
2.3.9. 窒素ガス導入バルブ（NV）の仕様	10
2.3.10. 窒素ガスパージバルブ（NPV）の仕様	10
2.3.11. 窒素ガスストップバルブ（NSV1、NSV2）の仕様	11
2.3.12. リリーフバルブ（RRV）の仕様	11
2.3.13. ガスボンベ用圧力調節器の仕様	11
2.3.14. ボンベ立ての仕様	11
2.3.15. クリスタルイオンゲージの仕様	11

2.3.16. ピラニゲージの仕様	11
2.3.17. 隔膜真空計の仕様.....	12
2.3.18. 四重極質量分析計の仕様.....	12
2.3.19. ビューポートの仕様.....	12
2.3.20. ヒーター用フィードスルーの仕様	12
2.3.21. 熱電対用フィードスルーの仕様.....	12
2.3.22. 熱電対真空側ケーブルの仕様.....	13
2.3.23. 熱電対大気側ケーブルの仕様.....	13
2.3.24. 共試体上段／下段テーブルの仕様	13
2.3.25. 拡張配管の仕様	13
2.3.26. 圧縮機の仕様	14
2.3.27. チラーの仕様	14
2.3.28. 防護柵の仕様	14
2.3.29. 運転・監視システムの仕様	15
2.3.29.1. 基本ハード構成.....	15
2.3.29.2. 機能とソフトウェア	15
2.3.29.3. タッチスクリーンの画面について	22
2.3.30. 予備品の仕様.....	27
2.3.30.1. ICF フランジガスケット	27
2.3.30.2. FKM 製 O リング	27
2.3.31. 確認図 1 について.....	27
2.3.32. 確認図 2 について.....	27
2.3.33. 確認図 3 について.....	28
2.4. 現地据付調整.....	28
2.4.1. 一般事項	28
2.4.2. 安全管理	28
2.4.3. 搬入作業	29
2.4.4. 据付調整作業	29
2.5. 試験検査.....	30
2.5.1. 工場試験検査	30
2.5.1.1. 寸法検査（工場立会）	30
2.5.1.2. 真空リーク試験（工場立会）	30
2.5.1.3. 到達真空度確認試験（工場立会）	30
2.5.1.4. ベーキング試験.....	30
2.5.1.5. 放射線透過試験.....	30

2.5.2. 現地試験検査	31
2.5.2.1. 外観検査.....	31
2.5.2.2. 寸法検査.....	31
2.5.2.3. 員数検査.....	31
2.5.2.4. 絶縁抵抗測定	31
2.5.2.5. 動作試験.....	32
2.5.2.6. 真空リーク試験.....	32

1. 一般仕様

1.1. 件名

計測装置開発のための熱真空試験装置の製作

1.2. 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。）那珂フュージョン科学技術研究所（以下「那珂研」という。）は、ITER 計画やサテライトトカマク (JT-60SA) 計画など、プラズマ制御技術などフュージョンエネルギーの実現に向けて重要な研究開発を行っている。この QST 那珂研のイノベーション拠点化を図るため、スタートアップにも裨益する設備等の整備をすすめている。本件は、真空中に設置され高熱負荷にさらされる計測装置の熱真空試験装置を製作するものである。

1.3. 契約範囲

- 1) 熱真空試験装置の設計・製作
- 2) 熱真空試験装置の据付調整
- 3) 試験検査
- 4) 図書作成

1.4. 納入期限

令和 9 年 2 月 26 日

1.5. 納入場所

茨城県那珂市向山 801-1

QST 那珂研

先進計測開発棟

1.6. 納入条件

据付け調整後渡し

1.7. 検査条件

第 2.3 節の仕様を満たす製作品の納入、第 2.4 節に定める作業内容の完了及び第 2.5 節に定める試験検査の合格、第 1.8 節に定める提出図書の完納をもって検査合格とする。

1.8. 提出図書

図書名	提出時期	部数	確認
工程表	契約後速やかに	1 部	要
体制表	契約後速やかに	1 部	不要
打合せ議事録	打合せ後速やかに	1 部	不要
確認図 1	真空チャンバーの製作着手前	1 部	要
確認図 2	計装制御機器の製作着手前	1 部	要
確認図 3	電気部品の調達前	1 部	要
現地作業要領書	現地作業開始前	1 部	不要
現地作業月間工程表	現地作業月の 1 か月前	1 部	不要
現地作業週間工程表	現地作業週の 2 週間前	1 部	不要
現地作業体制表	現地作業週の 2 週間前	1 部	不要
現地作業緊急時連絡 系統図	現地作業週の 2 週間前	1 部	不要
工場試験検査要領書	工場試験検査着手前	1 部	要
工場立会検査申請書	工場立会検査日の 1 週間前まで	1 部	要
工場試験検査成績書	工場試験検査後速やかに	1 部	不要
現地試験検査要領書	現地試験検査着手前	1 部	要
現地試験検査成績書	納入時	1 部	不要
クレーン使用届・玉 掛け作業実施計画書	作業開始前	1 部	要
クレーン運転・玉掛 け作業日誌	作業終了後速やかに	1 部	不要
完成図	納入時	1 部	不要
取扱説明書	納入時	1 部	不要
再委託承諾願 (QST 指定様式)	契約後速やかに ※下請負等がある場合に提出のこと。	1 部	要

(提出場所)

QST 那珂研 先進プラズマ研究開発部 先進プラズマ計測開発グループ

(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。当該期限までに審査を完了し、受領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、再委託承諾願については、QST の確認後、書面にて回答するものとする。

1.9. 品質管理

受注者は、本契約に係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) 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

1.10. 適用法規・規格基準

本契約に係る全ての作業工程においては、以下の法規・規格基準等を適用又は準用して行うこととする。

- 1) 労働安全衛生法、労働基準法
- 2) 日本産業規格（JIS）
- 3) QST 内諸規定、規則及びこれに基づき制定した各種要領
- 4) その他関係する諸法令・規格基準

1.11. 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。ただし、あらかじめ QST の了承を得た場合にはこの限りでない。

1.12. 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。

1.13. 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。

2. 技術仕様

2.1. 熱真空試験装置の概要

熱真空試験装置は内部を真空状態にするための真空チャンバーと計測装置（以下「共試体」という。）を加熱するためのヒーターを備えたシュラウドで構成され、付帯機器として真空排気のための真空ポンプ、真空計、バルブ、配管及び加熱のためのヒーターと温度監視や制御用の温度計が取り付けられる。また、真空ポンプやヒーターへの電力の供給、真空ポンプやバルブからの状態信号入力、真空度及び各部の温度のモニターなど、運転と監視は集中して司る運転・監視システムから行うものである。図 1 はベーキング装置の構成図を示しており、さらに、真空チャンバー他付帯機器のイメージ図を添付図 1 に示し、共試体の収容イメージ図を添付図 2 に示す。添付図 2 では、共試体を収容するために拡張配管（添付図 6）を真空チャンバーに取り付けている。

ベーキング装置の製作にあたっては、先ず装置全体の構成を示す配管計装線図を作成し、確認図として提出すること。

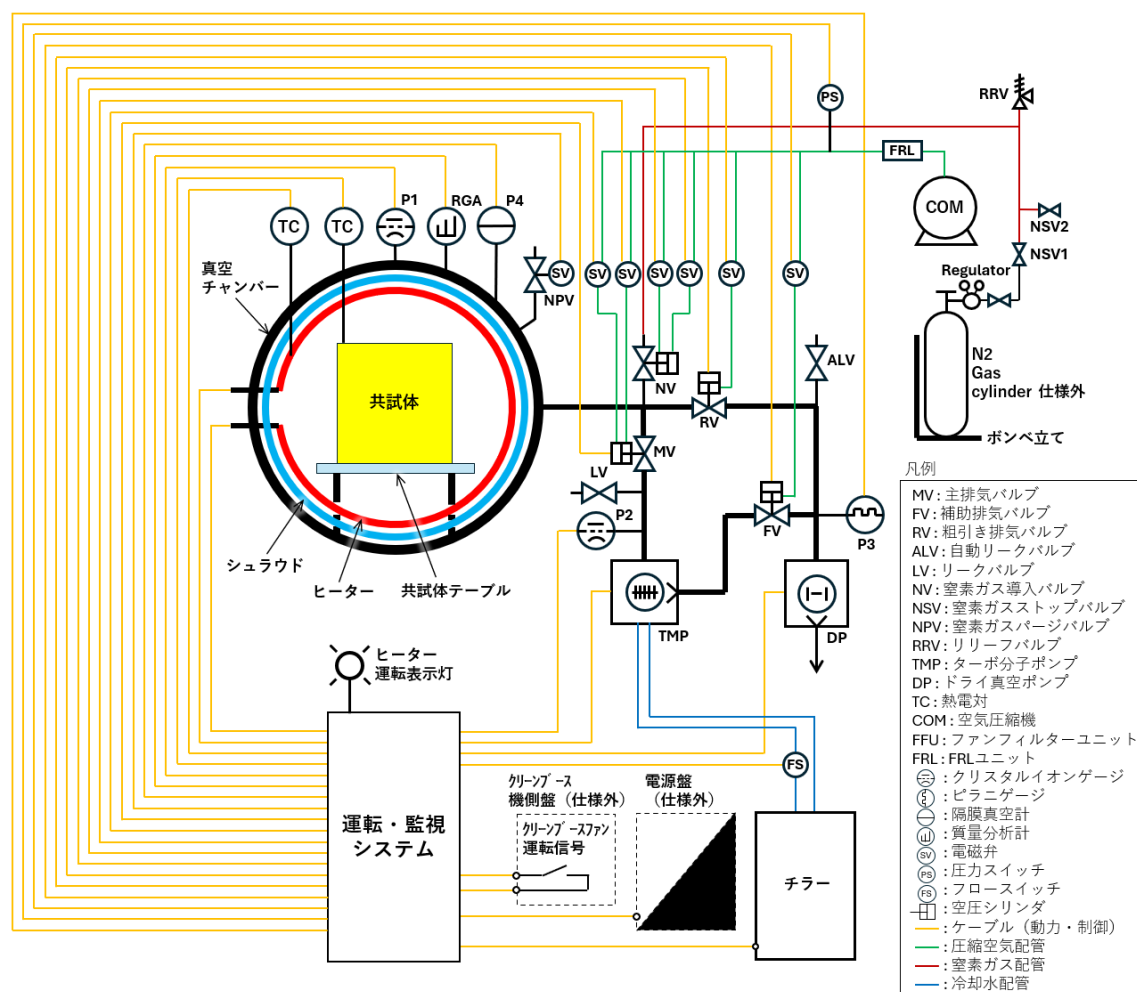


図 1 熱真空試験装置の構成図

2.2. 熱真空試験装置の使用法について

本熱真空試験装置は共試体のベーキングを繰り返し行い、熱サイクル試験を行うことを目的としている。必要な機能として、常温から加熱温度までシーケンシャルに繰り返して行えること。なお、温度の上昇速度を示す上昇率、下降速度を示す下降率及びベーキングの回数は任意に設定できるものとし、また、加熱温度（最高設定温度 300℃）の維持時間を任意に設定できること。

また、240℃で 24 時間維持することにより脱ガス処理を行うことも目的としている。共試体が 240℃に到達した時、真空度は常に 10^{-3} Pa 以下である必要がある。また、昇温速度は毎時 10℃以下で、降温速度も毎時 10℃以下であることが求められる。

降温方法は、ヒーターの加熱を停止し、成り行きでゆっくりと温度が下げる方法と、窒素ガスを真空容器内に導入することで速やかに温度を下げる方法を使い分ける。窒素ガスを導入する場合は、窒素ガスが真空容器内に溜まるのではなく流れ続けるようにすること。

2.3. 熱真空試験装置各部の仕様

2.3.1. 真空チャンバー仕様

真空チャンバーの形状及び主要な寸法については添付図 3 と 4 に示す。なお、添付図については参考図とし、必要に応じて細部の構造等の設計を行うこと。

真空チャンバーの外形図を確認図として提出すること。外形図は真空チャンバーの形状や寸法が明確に描かれており、複数の角度からの投影図や断面図を含むこと。また、真空チャンバーに直接取り付けられる次項の部品を含めた熱真空試験装置組立図を確認図として提出すること。

- 1) 真空チャンバー材質：SUS304
- 2) 内面処理：バフ研磨処理＋電解研磨処理
- 3) 到達圧力： 5×10^{-5} Pa 以下（共試体なしで加熱処理後の常温から 24 時間以内）
- 4) リークレート： 1×10^{-7} Pa・m³/sec 以下
- 5) 主排気ポート：主排気ポンプの口径に合わせて適宜決定すること。
- 6) 粗引きポート：ICF70
- 7) 窒素ガス導入ポート：ICF70
- 8) 窒素ガスバージポート：ICF70
- 9) 真空計ポート：ICF70×2
- 10) 質量分析計ポート：ICF70
- 11) 熱電対ポート：熱電対に合わせて適宜決定すること。
- 12) ヒーター用フィードスルーポート：ヒーターに合わせて適宜決定すること。
- 13) ビューポート用ポート：ICF253

- 14) 予備ポート：ICF70×1（ブランクフランジ×1 含む）
- 15) 予備ポート：ICF253×4（ブランクフランジ×4 含む）
- 16) ICF ガスケット材質：無酸素銅
- 17) O リング材質：FKM（ベーキング処理品）
- 18) 数量：一式
- 19) その他：
 - ・ 真空チャンバーの構成部材であるロール円筒の溶接線及び鏡板との溶接線は完全溶け込み溶接とし、真空チャンバー内側から溶接を行うこと。真空チャンバー外側からの溶接を併用する場合は、仮想リークの原因となる隙間を作らないよう配慮して溶接を行うこと。
 - ・ 完全溶け込み溶接の品質を確保する目的で、ロール円筒の溶接線及び鏡板との溶接線の全周にわたって放射線透過試験を行い、溶接部の内部に欠陥がないことを確認すること。
 - ・ 各ポート及びフランジの溶接線は、真空チャンバー内側から溶接を行うこと。ただし、強度を確保する上で外側の溶接が必要な場合は、強度の補強のために行う断続溶接にとどめ、連続溶接はしないこと。
 - ・ 真空チャンバーの洗浄は、到達真空度を考慮した上で、洗浄方法とその工程を決定すること。
 - ・ 洗浄後の取り扱い、清浄な手袋を着用して取り扱うこと。真空部品以外のものに触れた場合は、その都度、速やかに手袋を交換すること。
 - ・ 洗浄後の取扱いは、クリーンな環境（JIS B 9920 クラス 7 相当）に準じた空間で行うこと。
 - ・ 一時保管する場合は清浄なポリエチレンシート等を使用して梱包し、製品が汚染されないよう十分な配慮を行うこと。
 - ・ 工場試験検査完了後にチャンバー内を高純度の乾燥窒素で置換して封じきること。
 - ・ 大径フランジの O リングは、二重シール構造とし、O リング間を真空排気が可能な構造とし、さらに、2.3.25 項のチラーを供給源とする冷却が行える構造とすること。
 - ・ 組み立てで必要になるネジ類の材質はステンレス鋼とし、受注者が調達すること。
 - ・ 真空チャンバーの支持架台は、QST 所有のハンドリフター（スギヤ製 ST65E-HT）の寄り付きを考慮して設計すること。

2.3.2. シュラウドの仕様

シュラウドの形状及び主要な寸法については添付図 3 と 4 に示す。なお、添付図については参考図とし、必要に応じて細部の構造等の設計を行うこと。

シュラウドの外形図を確認図として提出すること。外形図はシュラウドの形状や寸法が明確に描かれており、複数の角度からの投影図や断面図を含むこと。

- 1) シュラウド材質：SUS304
- 2) 表面処理：バフ研磨処理＋電解研磨処理
- 3) シースヒーター容量：1.5 kW 以上×10 本（電解研磨処理）
- 4) シース外形：12 mm
- 5) シース材質：SUS304
- 6) 数量：一式
- 7) その他：
 - ・ 溶接線は、片側からのみ溶接とすること。ただし、強度を確保する上で両側からの溶接が必要な場合は、強度の補強のために行う断続溶接にとどめ、連続溶接はしないこと。
 - ・ シュラウドの洗浄は、到達真空度を考慮した上で、洗浄方法とその工程を決定すること。
 - ・ 洗浄後の取り扱い、清浄な手袋を着用して取り扱うこと。真空部品以外のものに触れた場合は、その都度、速やかに手袋を交換すること。
 - ・ 洗浄後の取扱いは、クリーンな環境（JIS B 9920 クラス 7 相当）に準じた空間で行うこと。
 - ・ 一時保管する場合は清浄なポリエチレンシート等を使用して梱包し、製品が汚染されないよう十分な配慮を行うこと。
 - ・ シースヒーターは、シュラウドとの熱膨張差を考慮し、また、シースヒーターの不均一な温度分布を生じないように取り付け構造を決定すること。
 - ・ シースヒーターは、断線等不具合時に容易に交換できる構造を決定すること。
 - ・ シースヒーターの過昇温防止の目的でシースヒーター毎に熱電対を取り付けること。また、共試体の温度調節の目的で 5 か所程度の温度を測る熱電対を備えること。
 - ・ シースヒーターへの電力の導入で必要となるフィードスルーは、2.3.1 項に記載の到達真空度及びリークレートを考慮して構造を決定すること。
 - ・ シースヒーターに電力を供給するためのケーブル仕様を適宜決定して準備すること。

2.3.3. 主排気ポンプ（TMP）の仕様

主排気ポンプ（TMP）は以下の仕様相当品とすること。

- 1) 排気速度：3800 L/s 以上（N2）
- 2) 到達圧力： 1×10^{-6} Pa 以下

- 3) 接続フランジ：選定するメーカーのサイズによるものとする。
- 4) 冷却方式： 水冷
- 5) 電源：付属（一体型、別置き型可）
- 6) 数量：1 台
- 7) その他：主排気ポンプに電力を供給するためのケーブル及び運転信号用のケーブル仕様を適宜決定して準備すること。
- 8) 必要に応じてポンプの支持架台を準備すること。

2.3.4. 補助排気ポンプ（DP）の仕様

補助排気ポンプ（DP）は以下の仕様相当品とすること。

- 1) 排気速度：1000 L/min 以上
- 2) 到達圧力；1 Pa
- 3) 接続フランジ：選定するメーカーのサイズによるものとする。
- 4) 冷却方式；空冷
- 5) 数量：1 台
- 6) その他：補助ポンプに電力を供給するためのケーブル及び運転信号用のケーブル仕様を適宜決定して準備すること。

2.3.5. 主排気バルブ（MV）の仕様

主排気バルブ（MV）は以下の仕様相当品とすること。なお、バルブの形式については、ゲートバルブに限定せず、2.3.1 項に記載の到達真空度及び以下の仕様を満足することを条件に、その他の形式を可とする。

- 1) 接続フランジ：主排気ポンプの口径に合わせて適宜決定すること。
- 2) リーク量： $1 \times 10^{-9} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{sec}$ 以下
- 3) アクチュエータ：圧空作動複動式
- 4) 位置表示信号：搭載
- 5) 数量：1 台
- 6) その他：主排気バルブに圧縮空気を供給するための配管仕様及び開閉状態信号用のケーブル仕様を適宜決定して準備すること。

2.3.6. アングルバルブ（FV、RV）の仕様

アングルバルブ（FV、RV）は以下の仕様相当品とすること。

- 1) 接続フランジ：NW40
- 2) アクチュエータ：圧空作動単動式
- 3) 位置表示信号：搭載

- 4) 数量：2 台
- 5) その他：アングルバルブに圧縮空気を供給するための配管仕様及び開閉状態信号用のケーブル仕様を適宜決定して準備すること。

2.3.7. 自動リークバルブ（ALV）の仕様

自動リークバルブ（ALV）は大亜真空製 LCLV-40（相当品可）とすること。

- 1) サイズ：40
- 2) 接続フランジ：NW40
- 3) 数量：1 台
- 4) その他：自動リークバルブ動作用の電力を供給するためのケーブル仕様を適宜決定して準備すること。

2.3.8. リークバルブ（LV）の仕様

リークバルブ（LV）はコスモ・テック製 NW40ILTV（相当品可）とすること。

- 1) サイズ：NW40
- 2) 数量：1 台

2.3.9. 窒素ガス導入バルブ（NV）の仕様

窒素ガス導入バルブ（NV）は SMC 製 XVD2-02V（相当品可）とすること。

- 1) サイズ：1/4 インチ
- 2) 数量：1 台
- 3) その他：VCR1/4-ICF70 変換フランジを準備すること。窒素ガス導入バルブを駆動するための電磁弁と電磁弁動作用のケーブル仕様を適宜決定して準備すること。電磁弁に圧縮空気を供給するための配管及び電磁弁から窒素ガス導入バルブへの圧縮空気配管の仕様を適宜決定して準備すること。

2.3.10. 窒素ガスパージバルブ（NPV）の仕様

窒素ガスパージバルブ（NPV）は SMC 製 XSA3-43V-4GS2（相当品可）とすること。

- 1) サイズ：3/8 インチ
- 2) 数量：1 台
- 3) その他：VCR3/8-ICF70 変換フランジを準備すること。窒素ガスパージバルブを駆動するための電磁弁動作用のケーブル仕様を適宜決定して準備すること。

2.3.11. 窒素ガスストップバルブ（NSV1、NSV2）の仕様

窒素ガスストップバルブ（NSV1、NSV2）はスウェーヂロック製 SS-4BK-VCR（相当品可）とすること。

- 1) サイズ：1/4 インチ
- 2) 数量：2 台

2.3.12. リリーフバルブ（RRV）の仕様

リリーフバルブ（RRV）は SMC 製 AP20-D（相当品可）とすること。

- 1) サイズ：1/4 インチ
- 2) 設定圧力：0.02～0.2 MPa
- 3) 数量：1 台

2.3.13. ガスボンベ用圧力調節器の仕様

- 1) 使用流体：窒素ガス
- 2) 入口管接続サイズ：W22-14（右）袋ナット
- 3) 数量：1 台
- 4) その他：ストップバルブ付き

2.3.14. ボンベ立ての仕様

- 1) ボンベサイズ：47L
- 2) 収容本数：4 本
- 3) 数量：1 基
- 4) その他：マニホールド付き

2.3.15. クリスタルイオンゲージの仕様

クリスタルイオンゲージはキャノンアネルバ製 M-336MX（相当品可）とすること。

- 1) 接続フランジ：ICF70
- 2) 表示器：M-601GC 相当品
- 3) 数量：2 台
- 4) その他：真空度モニター用のケーブル仕様は適宜決定すること。

2.3.16. ピラニゲージの仕様

ピラニゲージはキャノンアネルバ製 M-350PG（相当品可）とすること。

- 1) 接続フランジ：NW25

- 2) 表示器：M-601GC 相当品
- 3) 数量：1 台
- 4) その他：真空度モニター用のケーブル仕様は適宜決定すること。

2.3.17. 隔膜真空計の仕様

隔膜真空計はキャノンアネルバ製 M-342DG-13（相当品可）とすること。

- 1) 接続フランジ：ICF70
- 2) 表示器：M-601GC 相当品
- 3) 数量：1 台
- 4) その他：真空度モニター用のケーブル仕様は適宜決定すること。

2.3.18. 四重極質量分析計の仕様

四重極質量分析計は mks 製 Microvision2(668-120-000)（相当品可）とすること。

- 1) 測定質量数範囲：1~100 m/z
- 2) 接続フランジ：ICF70
- 3) 付属品：必要に応じて分析部の延長管を準備すること。
- 4) 測定用計算機：ノート型 PC で OS は Windows11
- 5) 数量：一式

2.3.19. ビューポートの仕様

ビューポートはアールデック製 ZPV-600（相当品可）とすること。

- 1) フランジサイズ：ICF203
- 2) 窓材質：コバールガラス
- 3) 付属品：ICF203-ICF253 変換フランジを準備すること。
- 4) 数量：1 台

2.3.20. ヒーター用フィードスルーの仕様

ヒーター用フィードスルーの仕様は 2.3.2 項の 7)を参照すること。

- 1) 接続フランジ：ヒーターに合わせて適宜決定すること。また、必要に応じて 2.3.25 項のチラーを供給源とする冷却が行える構造とすること。
- 2) 数量：20 個

2.3.21. 熱電対用フィードスルーの仕様

熱電対用フィードスルーの仕様は熱電対に合わせて適宜決定すること。

2.3.22. 熱電対真空側ケーブルの仕様

熱電対真空側ケーブルの仕様は適宜決定すること。

2.3.23. 熱電対大気側ケーブルの仕様

熱電対大気側ケーブルの仕様は適宜決定すること。

2.3.24. 共試体上段／下段テーブルの仕様

共試体の上段及び下段テーブルの形状及び寸法については添付図 5 を参照すること。なお、添付図については参考図とし、必要に応じて最適化すること。

- 1) 材質：SUS304
- 2) 板厚：10 mm 以下とし、必要に応じて補強を付けること。
- 3) 表面粗さ：Ra6.3 以下
- 4) その他：加工後に洗浄を行うものとし、到達真空度を考慮した上で、洗浄方法とその工程を決定すること。

2.3.25. 拡張配管の仕様

拡張配管の形状及び仕様については添付図 6 を参照すること。なお、添付図については参考図とし、必要に応じて最適化すること。

拡張配管の製作図を確認図として提出すること。

- 1) 配管材料：SUS304 シームレス管
- 2) 配管サイズ：外形 203 mm、肉厚 3 mm
- 3) 配管長：フランジ面間 700 mm
- 4) 内面処理：電解研磨処理
- 5) その他：
 - ・ 加工後に洗浄を行うものとし、到達真空度を考慮した上で、洗浄方法とその工程を決定すること。
 - ・ マイクロヒーターに電力を供給するためのケーブル仕様は、適宜決定すること。
 - ・ マイクロヒーターの過昇温防止及び共試体の温度調節の目的で、拡張配管の表面に熱電対を取り付けるものとし、熱電対の仕様は適宜決定すること。また、熱電対から運転・監視システムまでのケーブルを準備するものとし、ケーブル仕様を適宜決定して準備すること。
 - ・ 拡張配管には 400℃以上の耐熱性能を持つ保温断熱ジャケット及びステンレス製の外装材を備えること。

2.3.26. 圧縮機の仕様

圧縮機は日立産機システム製 0.4LE-8SB（相当品可）とすること。

- 1) 最高圧力:0.8MPa
- 2) 制御圧力：0.6-0.8MPa
- 3) 吐出空気量：42L/min
- 4) 空気タンク容量：30L
- 5) その他：FRL ユニット及び圧力スイッチを準備すること。運転・操作システムから圧力スイッチ間の制御ケーブル及び圧縮機までの動力ケーブルの仕様を適宜決定して準備すること。

2.3.27. チラーの仕様

チラーの仕様は第 2.3.1 項、第 2.3.3 項及び第 2.3.20 項の仕様を考慮して決定するものとし、バイパス配管キット、流量計及びフローズスイッチを取り付けること。運転・監視システムからフローズスイッチ間の制御ケーブル及びチラーまでの動力ケーブルの仕様を適宜決定して準備すること。

2.3.28. 防護柵の仕様

真空チャンバーの周囲に、安全対策の目的で防護柵を取り付けること。防護柵は真空チャンバー表面から 1m 以内、高さ 2m 程度で真空チャンバーを囲む構造とすること。

2.3.29. 運転・監視システムの仕様

2.3.29.1. 基本ハード構成

- 1) EIA 規格の 19 インチラックに組み込むものとし、ラックの高さ及び台数は本仕様で必要になるハード構成を考慮して決定すること。
- 2) ユニット内部に PLC、リレー回路等を備え、シーケンス制御が可能なユニットとすること。
- 3) 19 インチラックの前面にタッチパネルを搭載し、機器の状態表示や運転操作が行えること。
- 4) 19 インチラックに 12ch のデータを記録可能な液晶付きのデータロガーを搭載すること。
- 5) 2.3.18 項の四重極質量分析計の測定に使用するノート型 PC を 19 インチラックに組み込むこと。
- 6) 19 インチラックの背面から各機器及び計器へのケーブルの出し入れを行うこと。
- 7) 入力電源は三相 200V 50Hz、単相 230V 50Hz 及び単相 100V 50Hz とし、受電元は添付図 8 の先進計測開発棟平面図で示す各電源盤から受電すること。
- 8) 電力ケーブルについては、許容電流や電圧降下等を考慮して選定するものとする。受注者は、遮断器を含めてその選定根拠を示す保護協調検討書を確認図として提出すること。
- 9) 受注者は、配管経路、バルブ、計測機器および制御機器の構成及び相互関係を示す配管計装線図を確認図として提出すること。真空排気プロセスの流れや加熱方法が把握できるように記載すること。
- 10) 受注者は、ラック筐体の外形寸法および外観構成を示す 19 インチラックの外観図を確認図として提出すること。また、ラック内に搭載される機器のユニット位置も把握できるように記載すること。
- 11) 受注者は、本システムを構成する計装制御機器の部品リストを確認図として提出すること。リストにはメーカー名、商品名、型番、員数、カスタマイズ仕様を記載すること。

2.3.29.2. 機能とソフトウェア

- 1) 本熱真空試験装置はタッチパネルを使用して機器の制御と監視を行うこと。タッチパネルの画面は、メイン画面、温度監視画面、設定画面、アラーム履歴画面を作成すること。各画面の詳細については 2.3.29.3 項に示す。

- 2) メイン画面の真空排気開始ボタンを押下すると、図 2 に示す処理手順を実行できること。

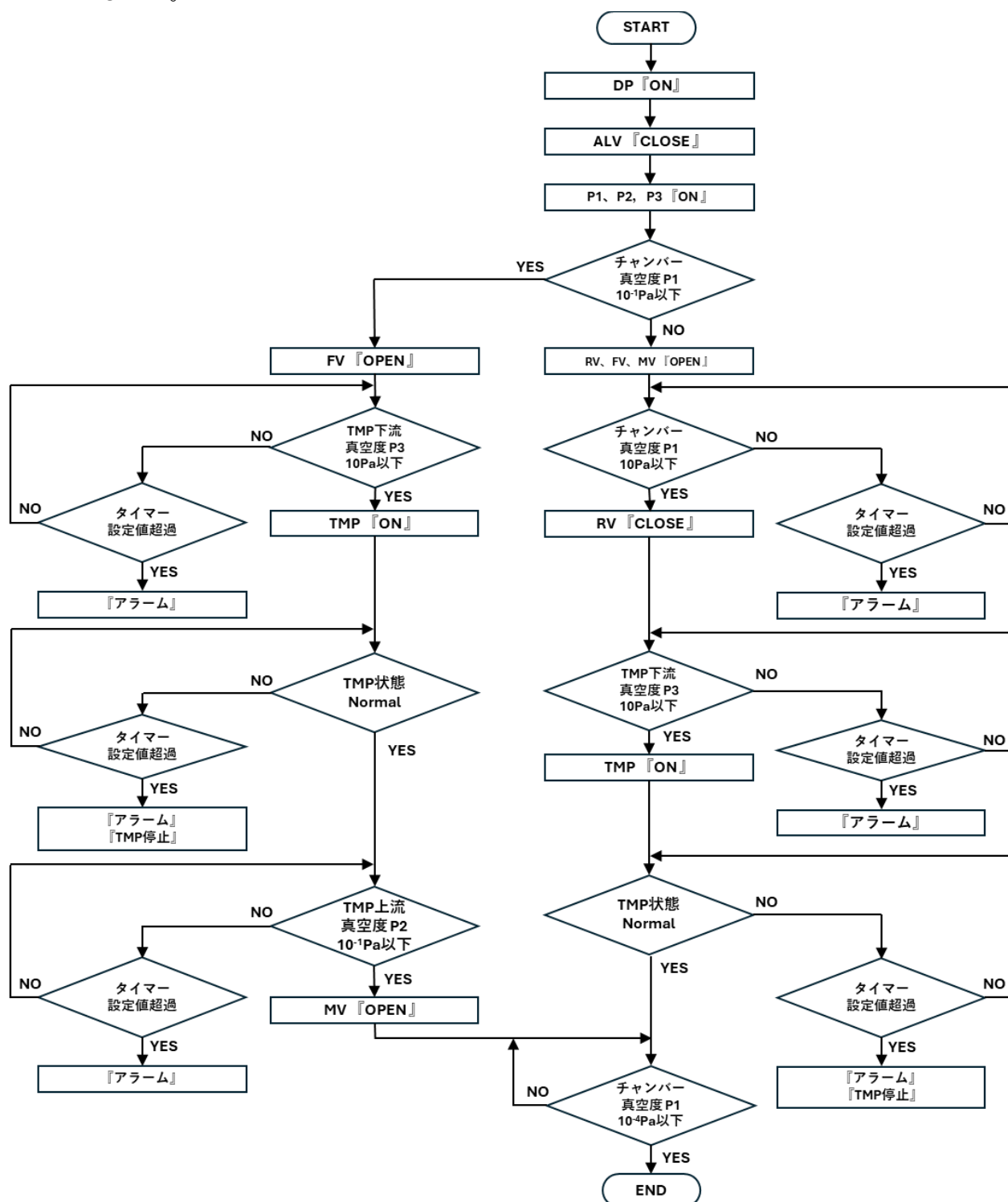


図 2 真空排気系の自動起動のフローチャート

3) メイン画面のベーキング加熱運転開始ボタンを押下した際の要求仕様を以下に示す。

- ・ ベーキング加熱運転開始ボタンを押下すると、図 3 に示す処理手順を実行できること。
- ・ 本運転の前提条件は、2)の真空排気系の起動が完了していることのため、起動完了していない場合は、本運転を実行できないようにすること。
- ・ 加熱対象はシュラウドと拡張配管があり、シュラウドのみ加熱する場合は、図 9 の設定画面から加熱制御に必要なパラメータを設定したうえで運転を開始できること。
- ・ シュラウドに加えて拡張配管も加熱する場合は、図 9 のパラメータ設定に加えて、図 10 の設定画面で拡張配管加熱を ON にしてパラメータ設定したうえで運転を開始できること。
- ・ 本運転時の加熱処理は 1 サイクルのみ実行すること。設定画面でインターバルとサイクル数が設定されていたとしても、その設定値は参照せずに加熱処理を 1 サイクル実行すること。

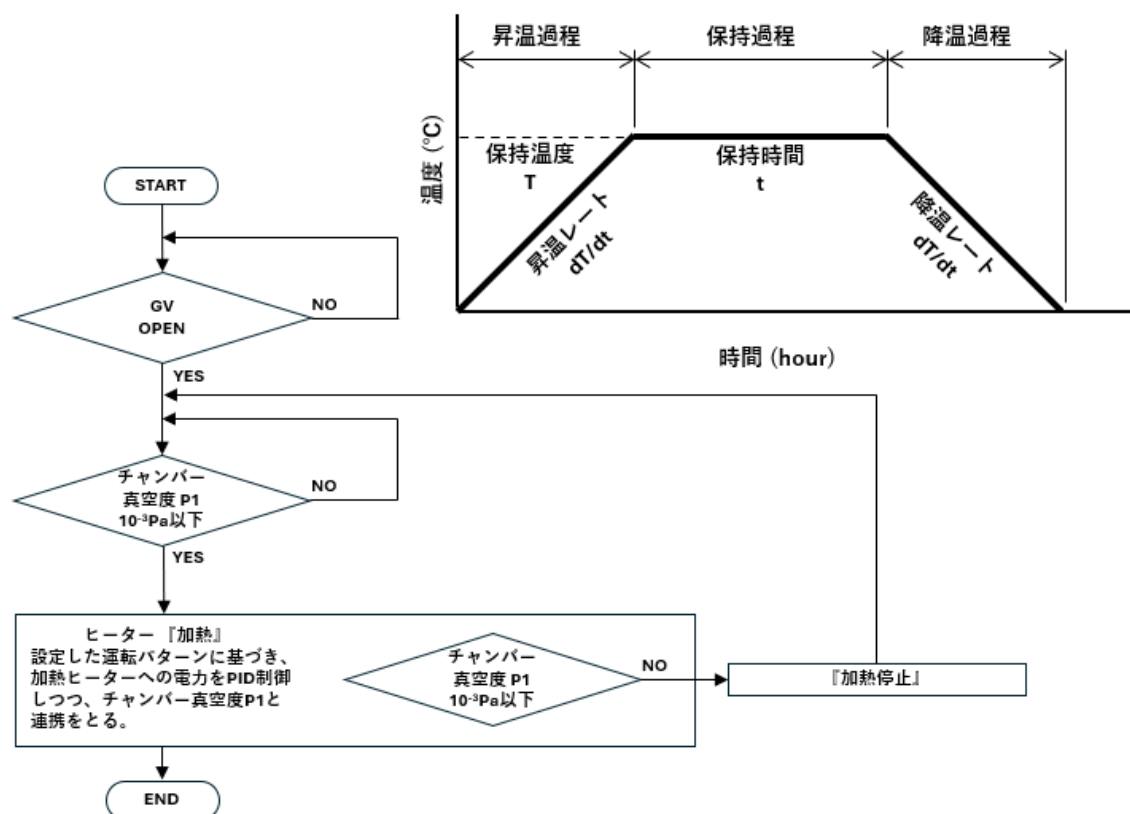


図 3 ベーキング加熱運転のフローチャート

- 4) メイン画面の熱サイクル運転開始ボタンを押下した際の要求仕様を以下に示す。
- ・ 熱サイクル運転開始ボタンを押下すると、図 4 に示す処理手順を実行できること。
 - ・ 本運転の前提条件は、2)の真空排気系の起動が完了していることのため、起動完了していない場合は、本運転を実行できないようにすること。
 - ・ 加熱対象はシュラウドと拡張配管があり、シュラウドのみ加熱する場合は、図 9 の設定画面から加熱制御に必要なパラメータを設定したうえで運転を開始できること。
 - ・ シュラウドに加えて拡張配管も加熱する場合は、図 9 のパラメータ設定に加えて、図 10 の設定画面で拡張配管加熱を ON にしてパラメータ設定したうえで運転を開始できること。

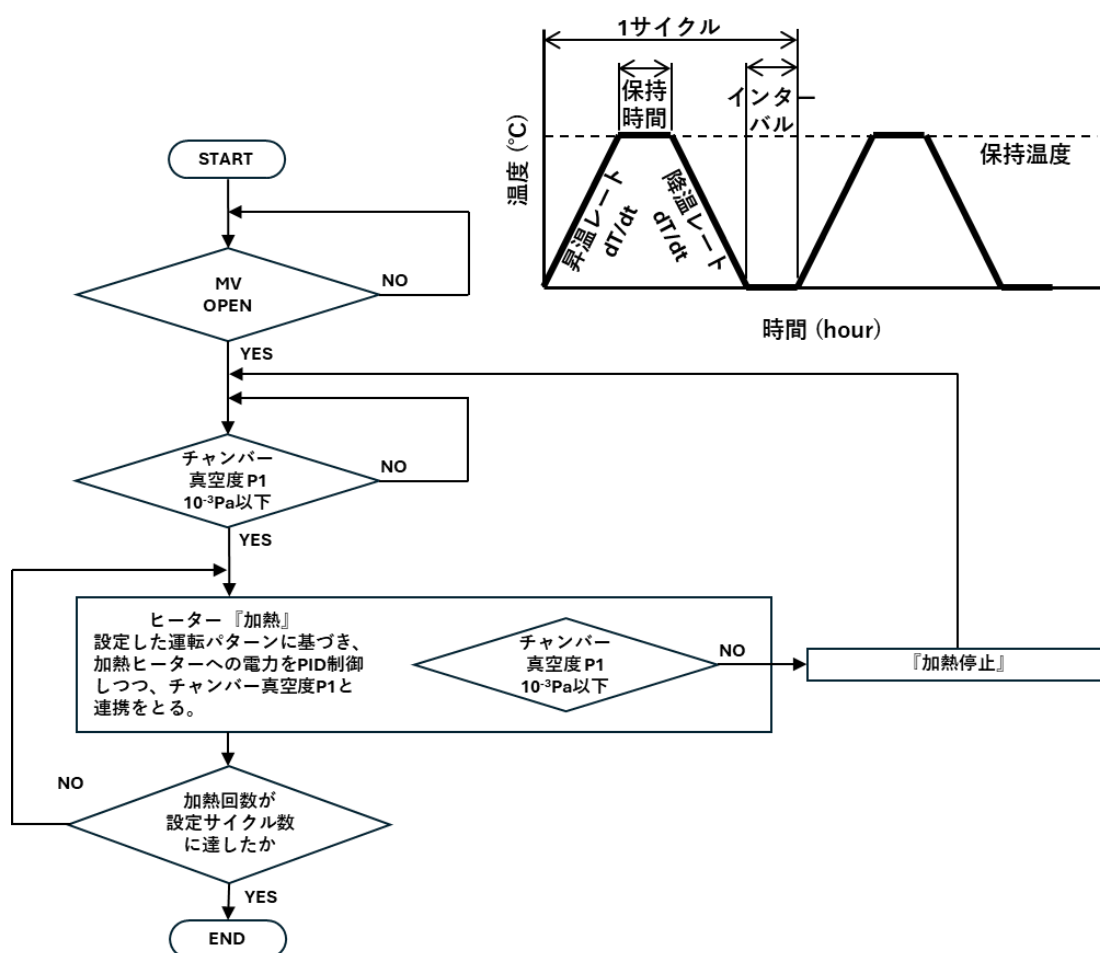


図 4 熱サイクル運転のフローチャート

- 5) メイン画面の真空排気停止ボタンを押下すると、図 5 に示す処理手順を実行できること。本運転の前提条件は、2)の真空排気系の起動が完了していることのため、起動完了していない場合は、本運転を実行できないようにすること。

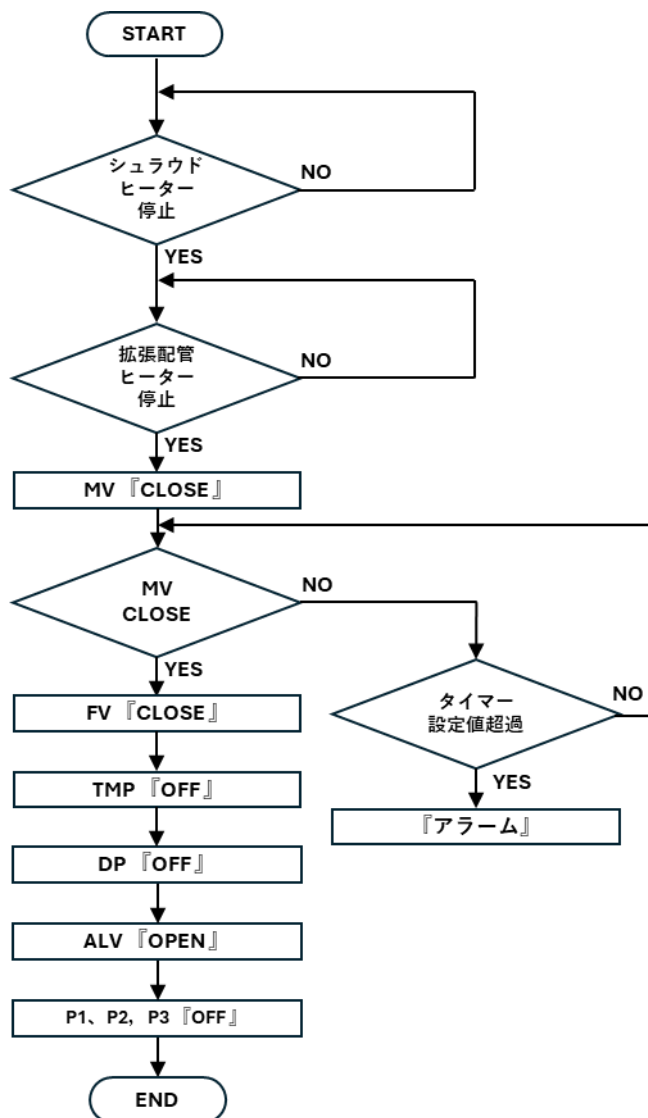


図 5 真空排気の自動停止のフローチャート

- 6) メイン画面の窒素ガス導入ボタンを押下した際の要求仕様を以下に示す。
- ・ メイン画面の窒素ガス導入ボタンを押下すると、図 6 に示す処理手順を実行できること。
 - ・ 本運転の前提条件は、5)の真空排気系の停止が完了していることのため、停止していない場合は、本運転を実行できないようにすること。
 - ・ 窒素ガスの導入時間は、図 11 の設定画面から設定することで、任意に変更できること。

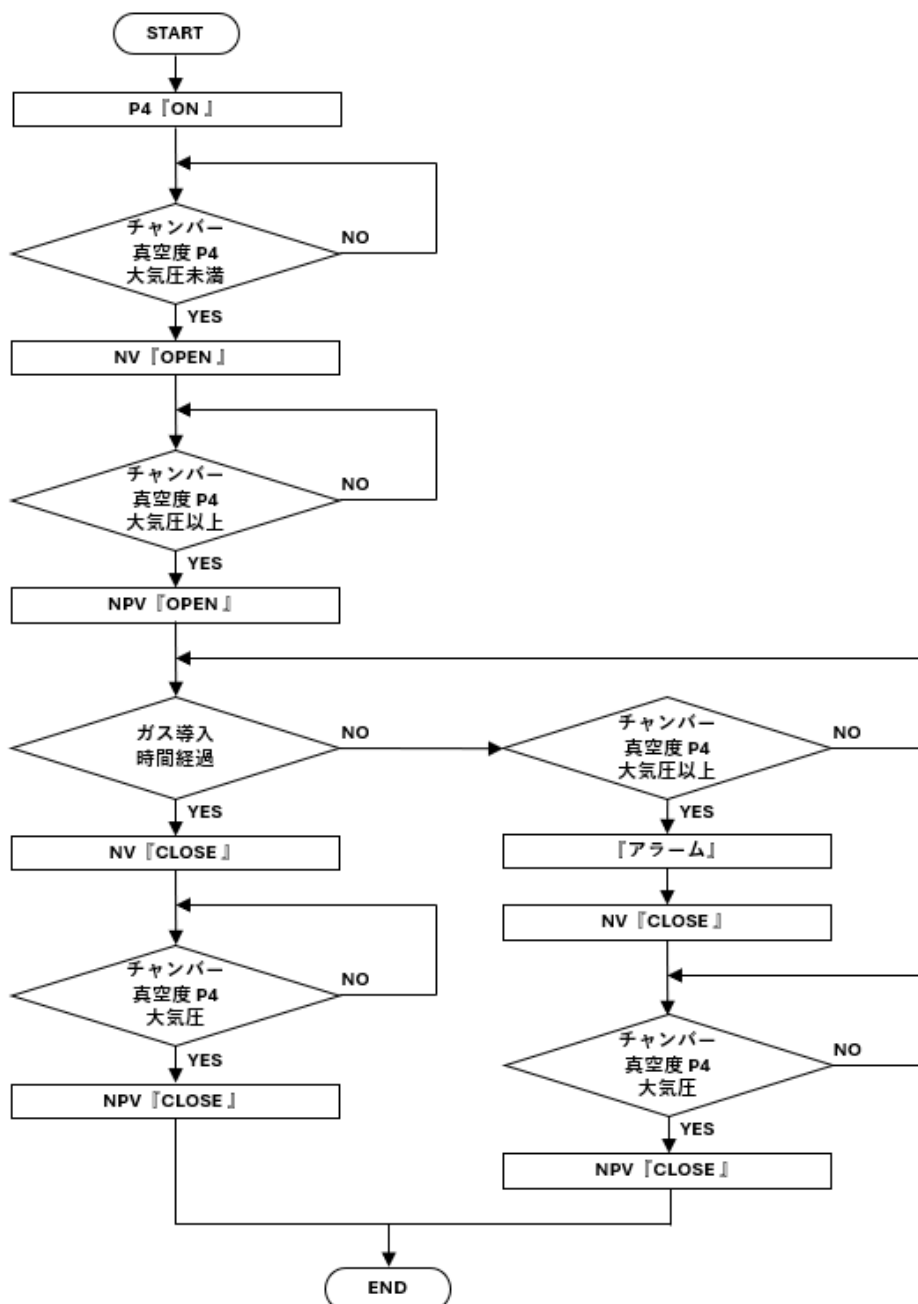


図 6 窒素ガス導入運転のフローチャート

- 7) 12ch 分の温度・圧力データをデータロガーで記録し、またデータロガーの画面上にグラフ表示すること。また、外部記録装置を使用してデータロガーから 12ch 分の温度・圧力データを CSV ファイル形式で取り出せること。
- 8) 収集した真空計の状態に基づき圧力の異常判定を行い、異常と判定した場合は、主排気バルブを自動的に閉動作するインターロック機能を有すること。
- 9) 主排気ポンプ及びドライ真空ポンプから故障信号が発せられた場合は、主排気バルブを自動的に閉動作するインターロック機能を有すること。
- 10) 収集した温度の状態に基づき異常判定を行い、異常と判定した場合はヒーターへの電力供給を自動的に遮断するインターロック機能を有すること。
- 11) ヒーターへの電力供給は、チャンバーの真空度が 10^{-3}Pa 以下に限り可能となるようなインターロック機能を有すること。
- 12) 仕様外のクリーンブース換気用ファンの運転信号を取り込んで、換気用ファンが運転中に限りヒーターへの電力供給が可能となるようなインターロック機能を有すること。
- 13) 予期せぬ電源の喪失に見舞われた場合は、すべてのラインバルブを閉じるなどフェールセーフ機能を有すること。
- 14) 異常信号についてはラッチ機能を有し、リセット操作を行うまでは異常表示を維持すること。
- 15) 異常信号の発報時はブザーを鳴動させること。
- 16) 共試体の温度上昇率及び下降率は 1 時間あたり 10°C を超えないようにヒーターへの電力を調節できること。
- 17) ヒーターの加熱中にチャンバーの真空度が 10^{-3}Pa を超えると予測した場合は、ヒーターへの電力を調節できること。
- 18) 受注者は、PLC を中心とした計装制御機器構成および接続関係を示したハードウェア構成図を作成し、確認図として提出すること。
- 19) 受注者は、以下の内容を盛り込んだソフトウェア設計書を作成し、確認図として提出すること。
 - ・ シーケンス図（PLC および関連機器（センサ、バルブ等）間の処理の流れおよびイベント発生時の動作を、時間軸に沿って示した図とする。）
 - ・ I/O リスト（PLC に接続される入出力信号の一覧を示すものとする。）
 - ・ インターロック一覧（機器の誤動作防止および安全確保のために設定されるインターロック条件を一覧形式で示すものとする。）
 - ・ アラーム一覧（システムにおいて発生する異常および警報の内容を一覧形式で示すものとする。）

2.3.29.3. タッチスクリーンの画面について

メイン画面

- ・ メイン画面では熱真空試験装置のシステム系統図を表示し、各機器の運転状態（ON/OFF）やバルブの開閉状態（OPEN/CLOSE）等を表示すること。
- ・ 異常がある機器は赤色点灯し、正常の場合は緑色で表示すること。
- ・ 本熱真空試験装置の運転は、Auto / Manual ボタンを押下することで切り替えられること。
- ・ Manual の場合は、各機器のアイコンを 1 秒以上タッチすることで運転（ON/OFF）やバルブの開閉（OPEN/CLOSE）を制御できること。また Manual の間は、画面右の自動運転で使用するボタンは非活性とすること。
- ・ Auto の場合は、画面右にあるボタンを押下することで、各種運転モードに応じた動作を行うこと。また Auto の間は、各機器のアイコンを非活性とし、手動で制御できないこと。各運転モードの詳細は 2.3.28.3 項 2)～6)に記載している。
- ・ ブザーリセットボタンを押下することで、異常時に発報されるブザーを停止できること。
- ・ アラームリセットボタンを押下することで、アラームの発生原因が解決されたアラームのリセットをできること。
- ・ 受注者は、図 7 に示す画面レイアウトに基づきメイン画面を実装すること。

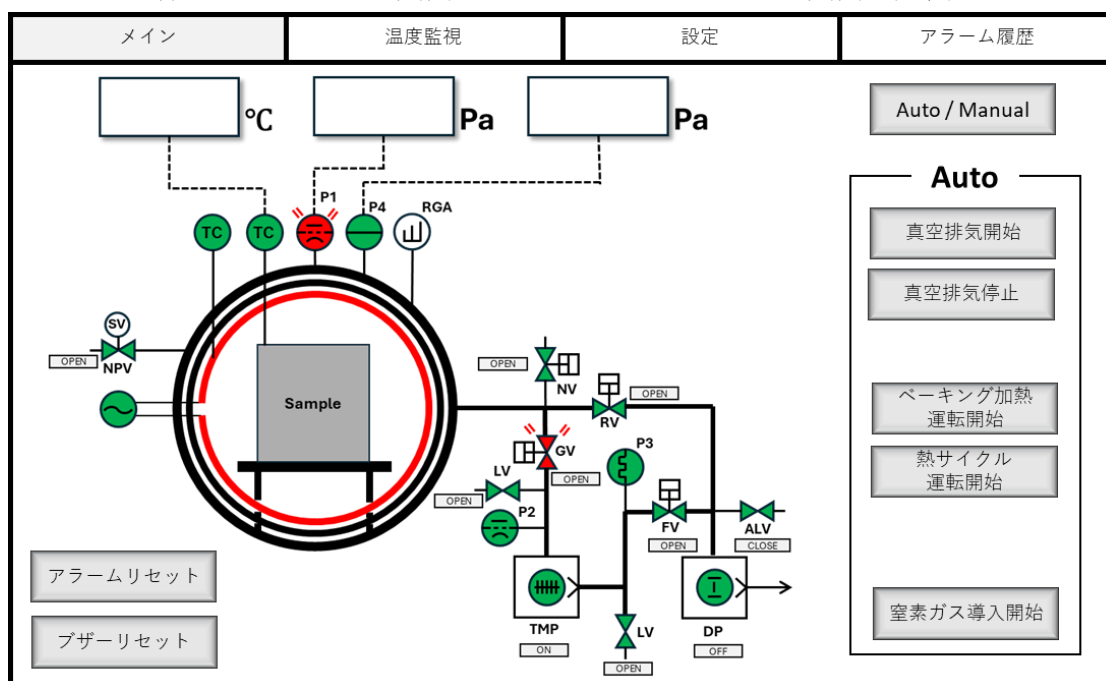


図 7 メイン画面案

温度監視画面

- ・ 温度監視画面では、シースヒーターに取り付けた熱電対から取得した 10ch 分の温度データを表示すること。また、共試体に取り付けた熱電対から取得した 10ch 分の温度データも表示すること。
- ・ 何らかの異常が発生した場合、この画面からでも異常が発生したことをわかるようにすること。
- ・ 受注者は、図 8 に示す画面レイアウトに基づき温度監視画面を実装すること。

メイン	温度監視	設定	アラーム履歴
ヒーター用 熱電対 TC1 °C TC2 °C TC3 °C TC4 °C TC5 °C TC6 °C TC7 °C TC8 °C TC9 °C TC10 °C 共試体用 熱電対 TC11 °C TC12 °C TC13 °C TC14 °C TC15 °C TC16 °C TC17 °C TC18 °C TC19 °C TC20 °C Alarm			

図 8 温度監視画面案

設定画面

- ・ 設定画面では、温度コントローラ（シュラウド用と拡張配管用）の各種パラメータを設定できること。また、窒素ガス導入時間や温度・圧力異常を判定する閾値についても任意に変更できるようにすること。
- ・ 何らかの異常が発生した場合、この画面からでも異常が発生したことをわかるようにすること。
- ・ 受注者は、図 9～図 12 に示す画面レイアウトに基づき設定画面を実装すること。

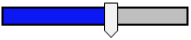
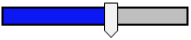
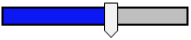
メイン	温度監視	設定	アラーム履歴								
<table border="1"><thead><tr><th>シュラウド用 温度コントローラー</th><th>拡張配管用 温度コントローラー</th><th>窒素ガス導入運転</th><th>アラーム判定閾値</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="4"> 昇温レート  降温レート  保持温度  保持時間  インターバル  サイクル数  </td></tr></tbody></table>  Alarm				シュラウド用 温度コントローラー	拡張配管用 温度コントローラー	窒素ガス導入運転	アラーム判定閾値	昇温レート  降温レート  保持温度  保持時間  インターバル  サイクル数 			
シュラウド用 温度コントローラー	拡張配管用 温度コントローラー	窒素ガス導入運転	アラーム判定閾値								
昇温レート  降温レート  保持温度  保持時間  インターバル  サイクル数 											

図 9 設定画面案（シュラウド用温度コントローラー）

メイン	温度監視	設定	アラーム履歴
-----	------	----	--------

シュラウド用 温度コントローラー	拡張配管用 温度コントローラー	窒素ガス導入運転	アラーム判定閾値
---------------------	--------------------	----------	----------

拡張配管加熱

ON ●

昇温レート

降温レート

保持温度

保持時間

インターバル

サイクル数

Alarm

図 10 設定画面案（拡張配管用温度コントローラー）

メイン	温度監視	設定	アラーム履歴
-----	------	----	--------

シュラウド用 温度コントローラー	拡張配管用 温度コントローラー	窒素ガス導入運転	アラーム判定閾値
---------------------	--------------------	----------	----------

ガス導入時間

Alarm

図 11 設定画面案（窒素ガス導入運転）

メイン	温度監視	設定	アラーム履歴
-----	------	----	--------

シュラウド用 温度コントローラー	拡張配管用 温度コントローラー	窒素ガス導入運転	アラーム判定閾値
---------------------	--------------------	----------	----------

圧力異常-Low

圧力異常-High

温度異常-Low

温度異常-High

⋮

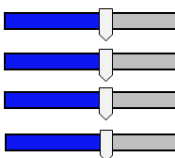




図 12 設定画面案（アラーム判定閾値）

アラーム履歴画面

- ・ アラーム履歴画面では、過去に発生したアラームを一覧で確認できるようにすること。
- ・ 何らかの異常が発生した場合、この画面からでも異常が発生したことをわかるようにすること。
- ・ 受注者は、図 13 に示す画面レイアウトに基づきアラーム履歴画面を実装すること。

メイン	温度監視	設定	アラーム履歴
-----	------	----	--------

2026.02.20	ドライ真空ポンプ異常
2026.02.20	複合分子ポンプ異常
2026.02.20	ゲートバルブ異常
2026.02.21	補助排気バルブ異常
2026.02.21	リークバルブ異常
⋮	⋮
⋮	⋮



図 13 アラーム履歴画面案

2.3.30. 予備品の仕様

以下に示す部品を予備品として納入すること。

2.3.30.1. ICF フランジガスケット

- 1) ICF253 用無酸素銅ガスケット：10 個
- 2) ICF70 用無酸素銅ガスケット：20 個

2.3.30.2. FKM 製 O リング

- 1) 大径フランジ用 O リング：1 本
- 2) V325：5 本

2.3.31. 確認図 1 について

受注者は、真空チャンバーの製作開始前に確認図を作成し、QST の確認を得た後に製作を開始すること。確認図 1 に記載すべき事項は以下のとおりである。

- 1) 真空チャンバーの外形図（形状や寸法が明確に描かれており、複数の角度からの投影図や断面図を含む）
- 2) ベーキング装置組立図（真空チャンバーに直接取り付けられる部品を含む）
- 3) シュラウドの外形図（形状や寸法が明確に描かれており、複数の角度からの投影図や断面図を含む）
- 4) 拡張配管の外形図（形状や寸法が明確に描かれており、複数の角度からの投影図や断面図を含む）
- 5) 全体の機器配置図（真空チャンバー、真空ポンプ、各種配管及び運転・監視システム等の配置図）
- 6) 真空機器関連の部品リスト（リストには、メーカー名、商品名、型番、員数、カスタマイズ仕様を記載すること。予備品も含めること。）

2.3.32. 確認図 2 について

受注者は、計装制御機器の製作開始前に確認図 2 を作成し、QST の確認を得た後に製作を開始すること。確認図 2 に記載すべき事項は以下のとおりである。

- 1) 配管計装線図（詳細は 2.3.29.1 の 9)を参照）
- 2) 19 インチラックの外観図（詳細は 2.3.29.1 の 10)を参照）
- 3) 計装制御機器の部品リスト（詳細は 2.3.29.1 の 11)を参照）
- 4) ハードウェア構成図（詳細は 2.3.29.2 の 18)を参照）
- 5) ソフトウェア設計書（詳細は 2.3.29.2 の 19)を参照）

2.3.33. 確認図 3 について

受注者は、電気部品の調達前に確認図 3 を作成し、QST の確認を得た後に調達を開始すること。確認図 3 に記載すべき事項は以下のとおりである。

- 1) 保護協調検討書
- 2) 単線結線図
- 3) 展開接続図
- 4) ケーブルルート図
- 5) 電気部品のリスト（リストには、メーカー名、商品名、型番、員数、カスタマイズ仕様を記載すること）

2.4. 現地据付調整

2.4.1. 一般事項

本熱真空試験装置の搬入及び据付調整にあたっては、第 1.10 節に掲げた関係法令等及び QST 内諸規程、規則等を遵守するものとし、QST が安全確保のために指示を行ったときは、その指示に従うものとする。

本件の作業に先立ち、事前に作業要領書を提出して QST の確認を得ること。現地の作業では作業要領書の他に、月間工程表、週間工程表、作業体制表及び緊急時連絡系統図を提出すること。

2.4.2. 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、本作業を開始する前に QST が行う保安教育を受けること。
- 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掲示するとともに、作業体制表、緊急時連絡系統図を掲示すること。
- 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) 受注者は、異常事態等が発生した場合、QST の指示に従い行動するものとする。
また、平常時においても、QST が安全確保のために指示を行った場合は、それに従うものとする。
- 9) 作業は、QST の勤務時間内に実施すること。但し、緊急を要し QST が承認した場合は、所定の手続きを行い実施すること。
- 10) 作業員は、十分な知識及び技能を有し、熟練したものを配置すること。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。
- 11) QST の構内への入退域及び物品、車両等の搬出入にあたっては、QST の所定の手続きを遵守すること。

2.4.3. 搬入作業

現地作業場所となる那珂研構内の建屋配置図を添付図 7 に示し、先進計測開発棟の平面図を添付図 8 に示す。先進計測開発棟内への搬入は西側シャッターからアクセスするものとし、車両は建屋内のトラックヤードまで進入が可能である。建屋内には主巻 20 トンと捕巻き 3 トンの天井クレーンが備わっており、クレーンを使って荷下ろしが可能である。クレーンの使用にあたっては、クレーンの運転員及び玉掛作業員、さらには、吊り具等についても受注者が準備するものとし、クレーン作業に必要な所定の手続きを行って実施すること。なお、手続きは QST 様式であるクレーン使用届・玉掛け作業実施計画書を作業前に提出するものとし、作業後にはクレーン運転・玉掛け作業日誌を提出するものとする。

2.4.4. 据付調整作業

先進計測開発棟内における熱真空試験装置の据付場所詳細図を添付図 9 に示す。

- 1) 真空チャンバーを確認図のとおり位置決めし、アンカー打設を行って据え付けること。据え付けにあたっては、シムやライナーでの調整が必要になる可能性があるため、シム、ライナーについても受注者が準備して作業を行うこと。
- 2) 主排気ポンプ及びドライ真空ポンプを確認図のとおり据え付けること。
- 3) 真空配管、圧縮空気配管及び窒素ガス配管を確認図のとおり敷設して接続すること。ガスボンベ立ての据付についても本契約の範囲とし、アンカー打設を行って据え付けること。
- 4) 運転・監視システムを確認図のとおり据え付けること。
- 5) 運転・監視システムと各機器間のケーブルを確認図のとおり敷設して接続すること。敷設にあたって必要となる電線管等についても受注者が準備して作業を行うこと。

- 6) 指定の分電盤から運転・監視システムまでのケーブルを確認図のとおり敷設して接続すること。

2.5. 試験検査

本件の試験検査に先立ち、事前に試験検査要領書を提出して QST の確認を得ること。
工場立会検査については、事前に工場立会検査申請書を提出すること。

2.5.1. 工場試験検査

2.5.1.1. 寸法検査（工場立会）

- 1) 時期：製作完了後
- 2) 方法：社内検査記録を確認する。チャンバー、シュラウドなど主要な部分については、スケール、コンベックス等を使って実測
- 3) 判定基準：有害となる寸法の逸脱がないこと。

2.5.1.2. 真空リーク試験（工場立会）

- 1) 時期：製作完了後
- 2) 方法：ヘリウムリークディテクタによるリーク試験
- 3) 判定基準： $1 \times 10^{-7} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{sec}$ 以下

2.5.1.3. 到達真空度確認試験（工場立会）

- 1) 時期：製作完了後
- 2) 方法：常温、装置単独による真空排気試験
- 3) 判定基準： $5 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ 以下（共試体なしで加熱処理後の常温から 24 時間以内）

2.5.1.4. ベーキング試験

- 1) 方法：共試体テーブルの温度上昇率、下降率及び設定したベーキング温度が維持できていることをトレンドグラフで確認すること。
- 2) 判定基準：温度上昇率、下降率及びベーキング温度が設定値どおりであることを確認すること。

2.5.1.5. 放射線透過試験

- 1) 時期：真空チャンバーのロール円筒及び鏡板の溶接後（図 14 に溶接線を示す。）
- 2) 方法：溶接線全周にわたる放射線透過試験

- 3) 判定基準：溶接接合部の品質が ISO 5817 のレベル C を満足していることを確認すること。検査成績書にはフィルムを現像処理した透過写真を添付するものとし、フィルムの提出は不要とする。

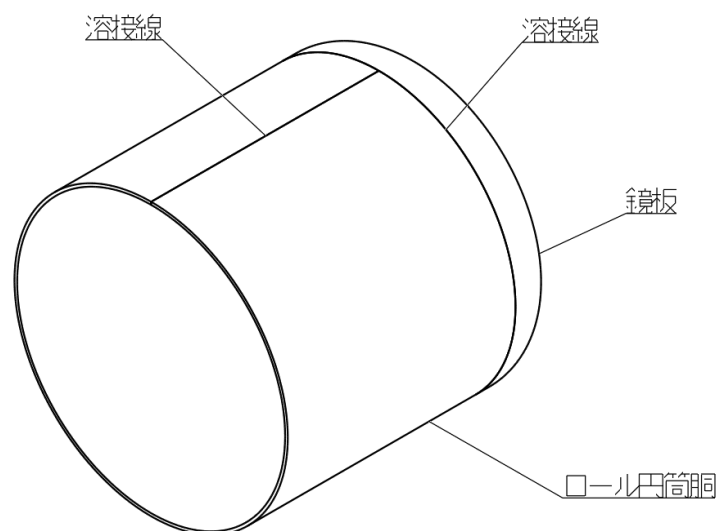


図 14 放射線透過試験の該当部位

2.5.2. 現地試験検査

2.5.2.1. 外観検査

- 1) 方法：目視による検査
- 2) 判定基準：有害となる傷、汚れがないこと。

2.5.2.2. 寸法検査

- 1) 方法：コンベックス、レーザー距離計等を使った据付位置の測定
- 2) 判定基準：有害な寸法の逸脱がないこと。

2.5.2.3. 員数検査

- 1) 方法：目視による検査
- 2) 判定基準：確認図書として提出される納入品リストのとおりであること。

2.5.2.4. 絶縁抵抗測定

- 1) 方法：電力ケーブルに対して、電気設備技術基準に則り実施すること。
- 2) 判定基準：絶縁抵抗値 $1\text{M}\Omega$ 以上であること。

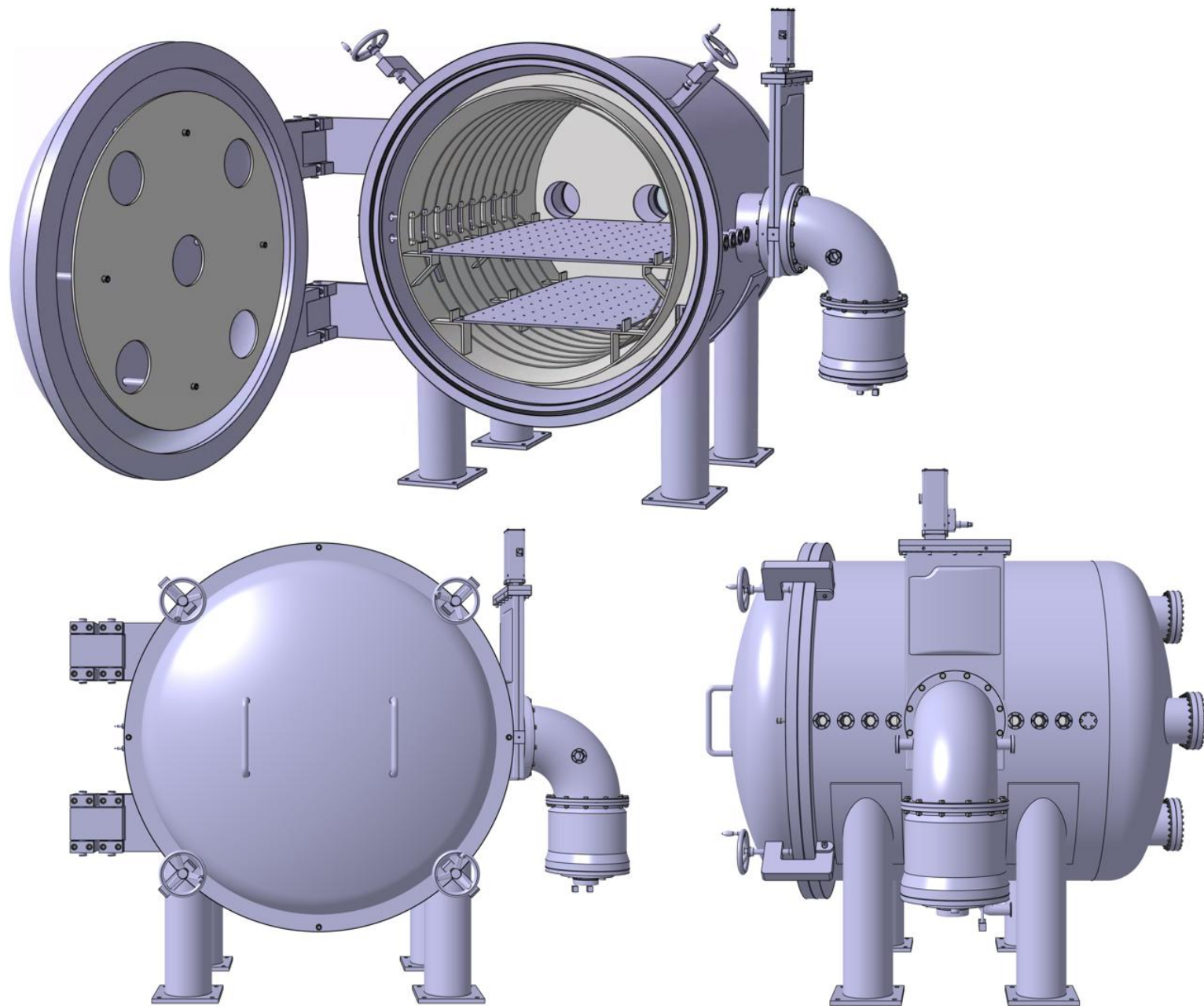
2.5.2.5. 動作試験

- 1) 方法：取扱説明書に従い、運転、停止及び異常停止の動作を確認する。
- 2) 判定基準：取扱説明書のとおり正常に動作すること。

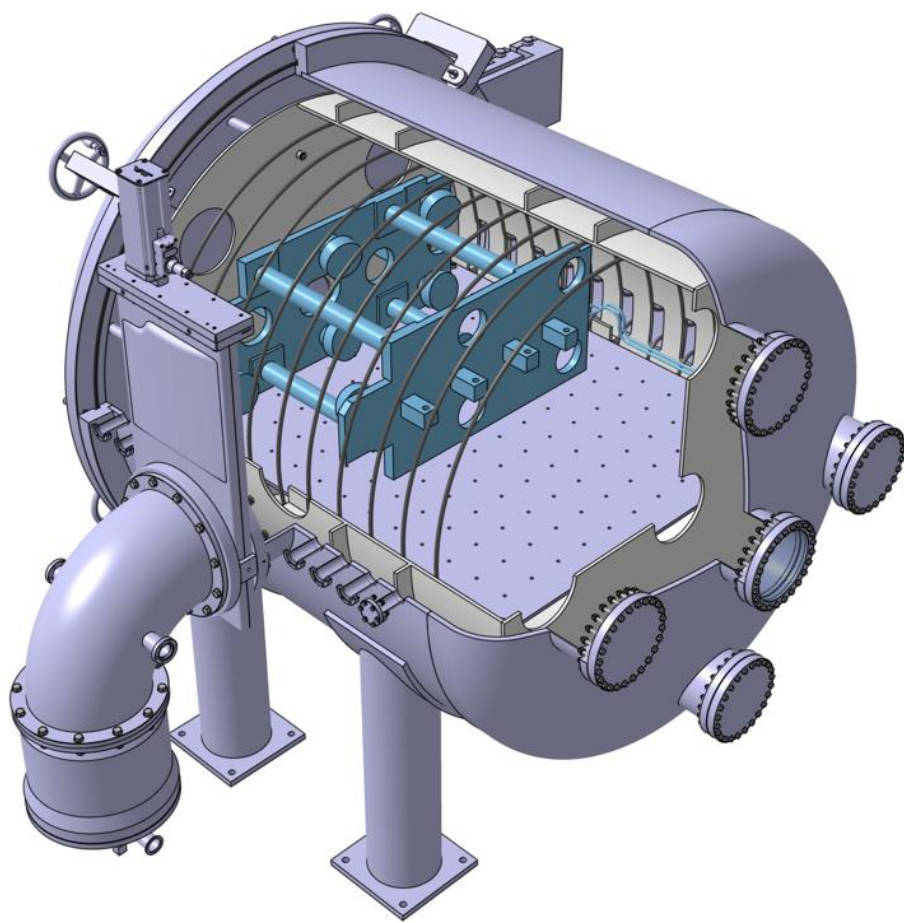
2.5.2.6. 真空リーク試験

- 1) 方法：He リークディテクタによるリーク試験
- 2) 判定基準： $1 \times 10^{-7} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{sec}$ 以下

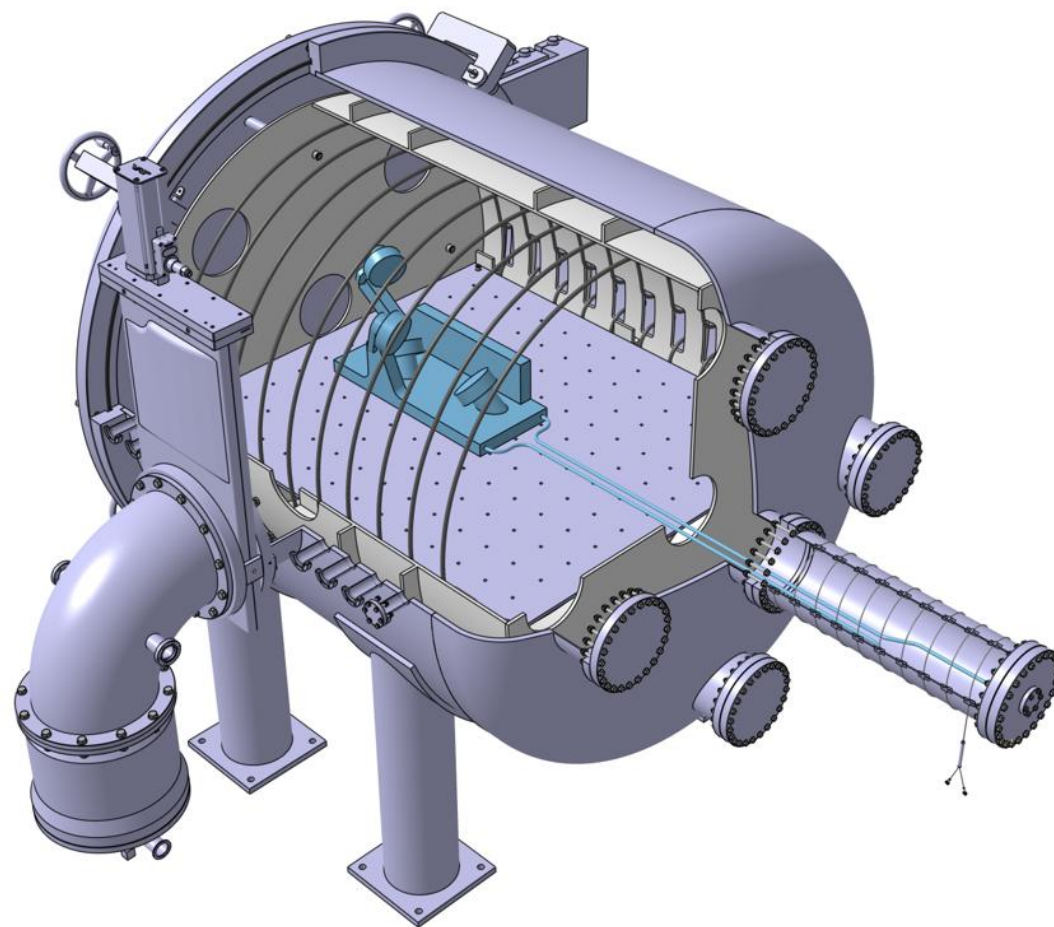
以上



添付図 1 真空チャンバー他付帯機器のイメージ図

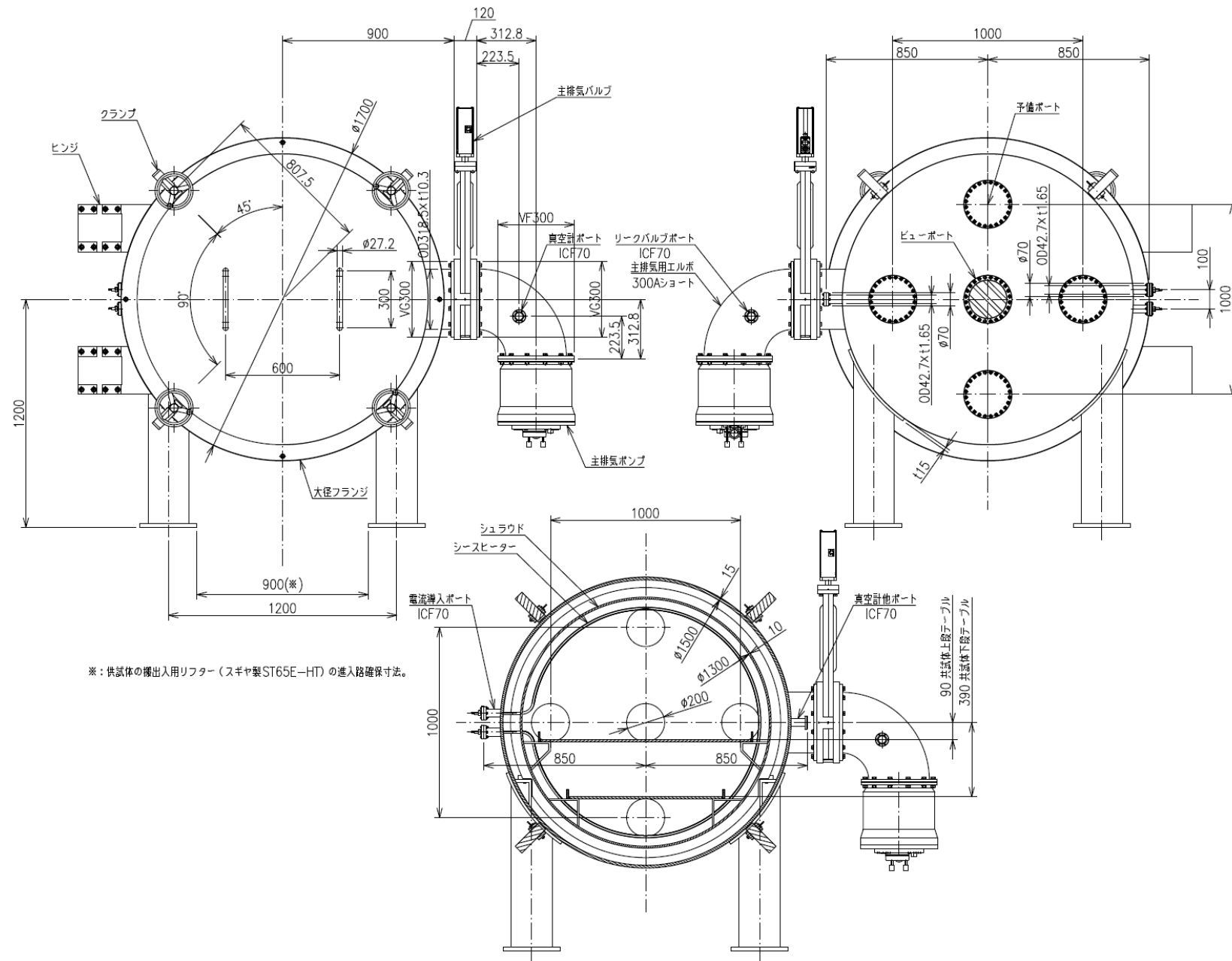


共試体最重量機器 (270 kg)



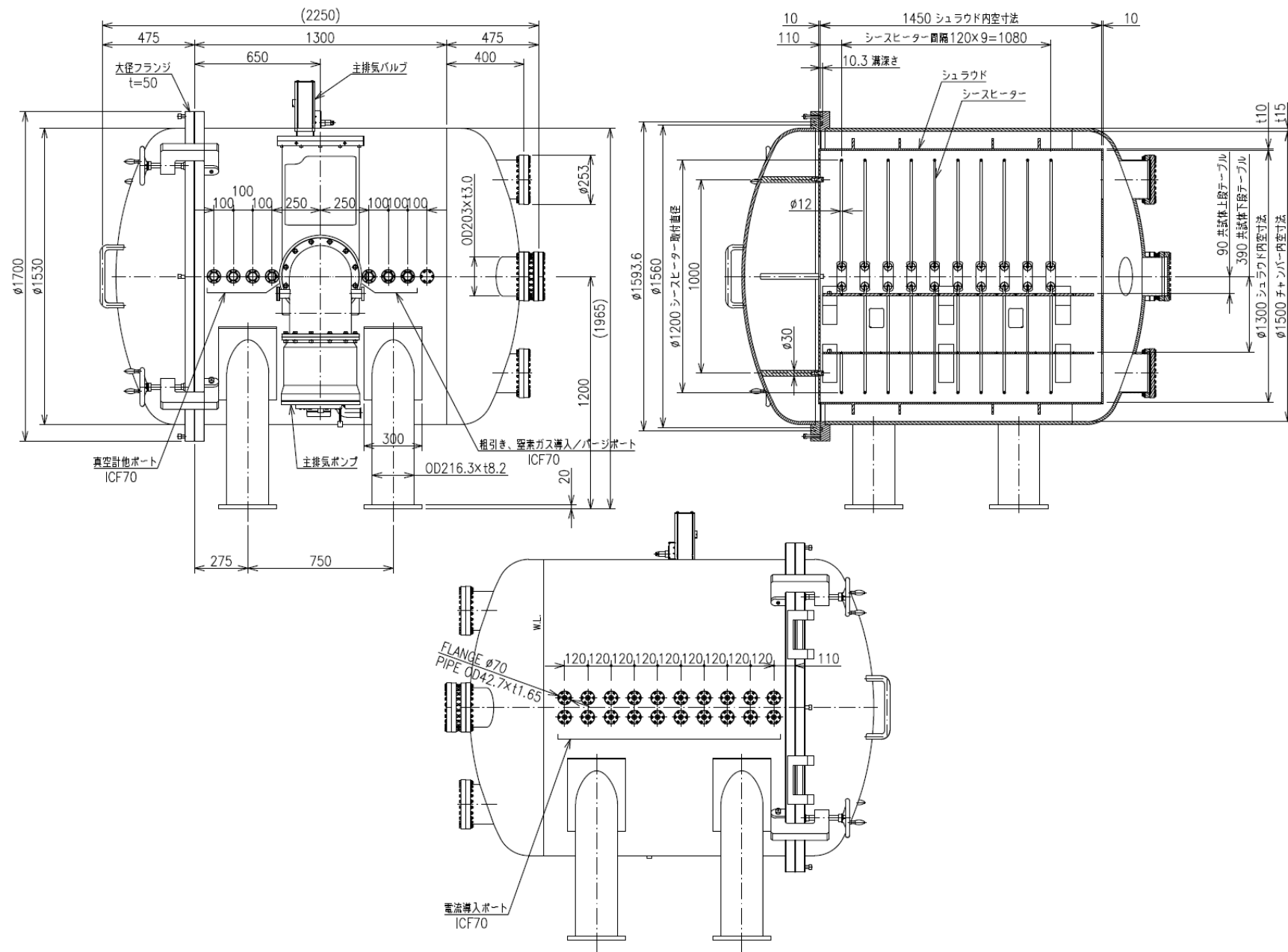
共試体最長機器 (2350 mm)

添付図 2 共試体の収容イメージ図

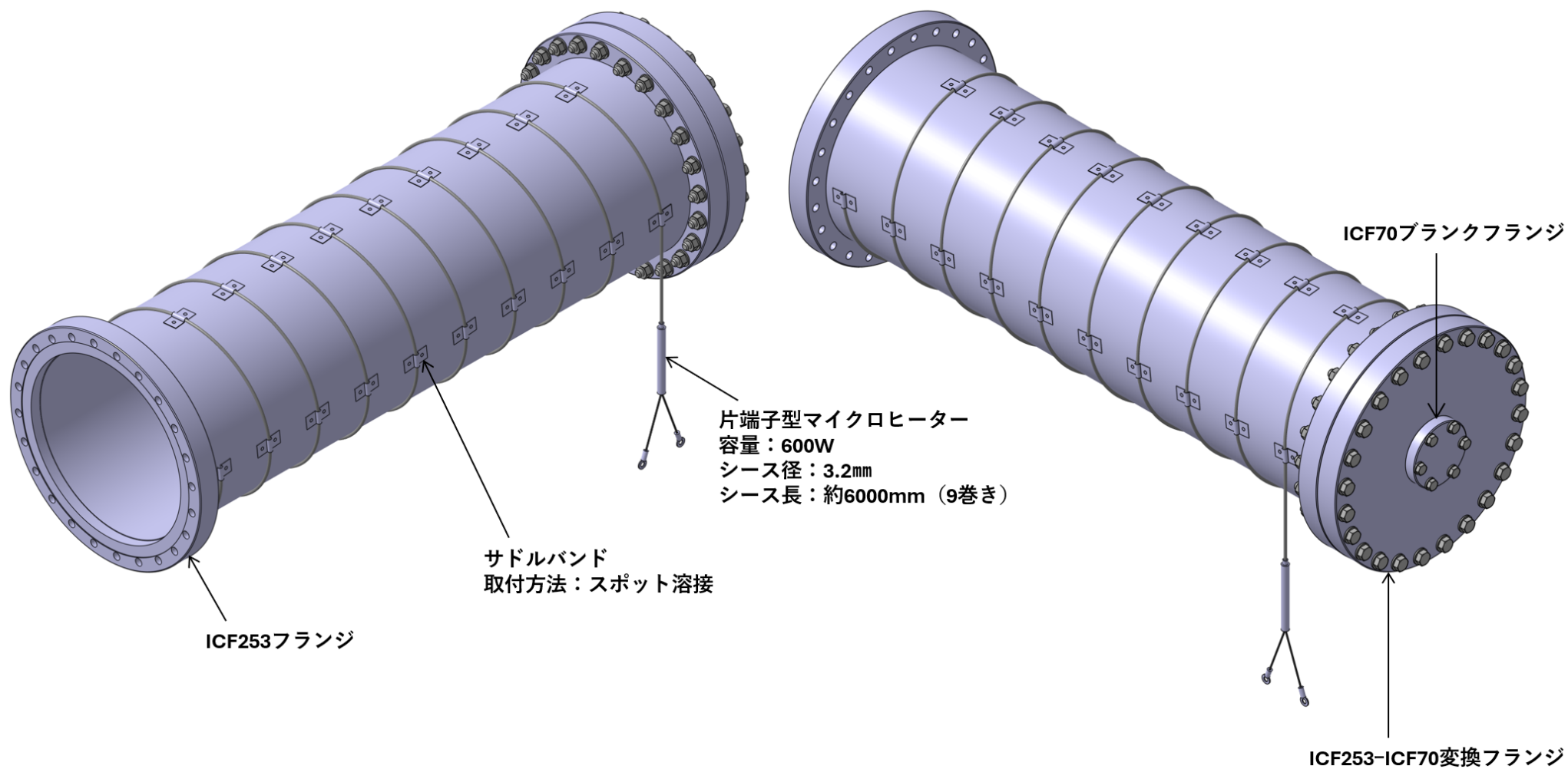


※：供試体の搬出入用リフター（スギヤ製ST65E-HT）の進入路確保寸法。

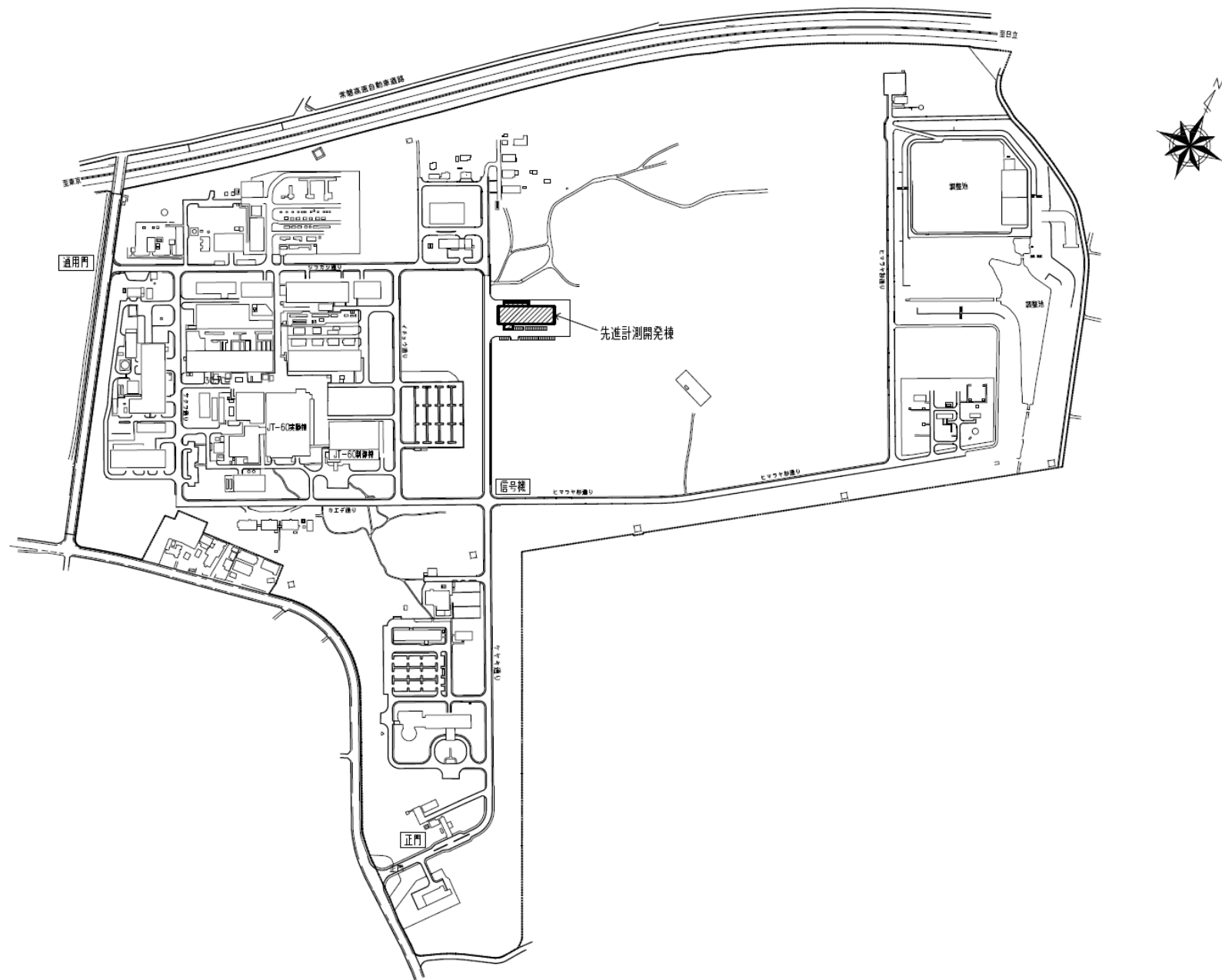
添付図 3 真空チャンバー正面、背面図（参考図）



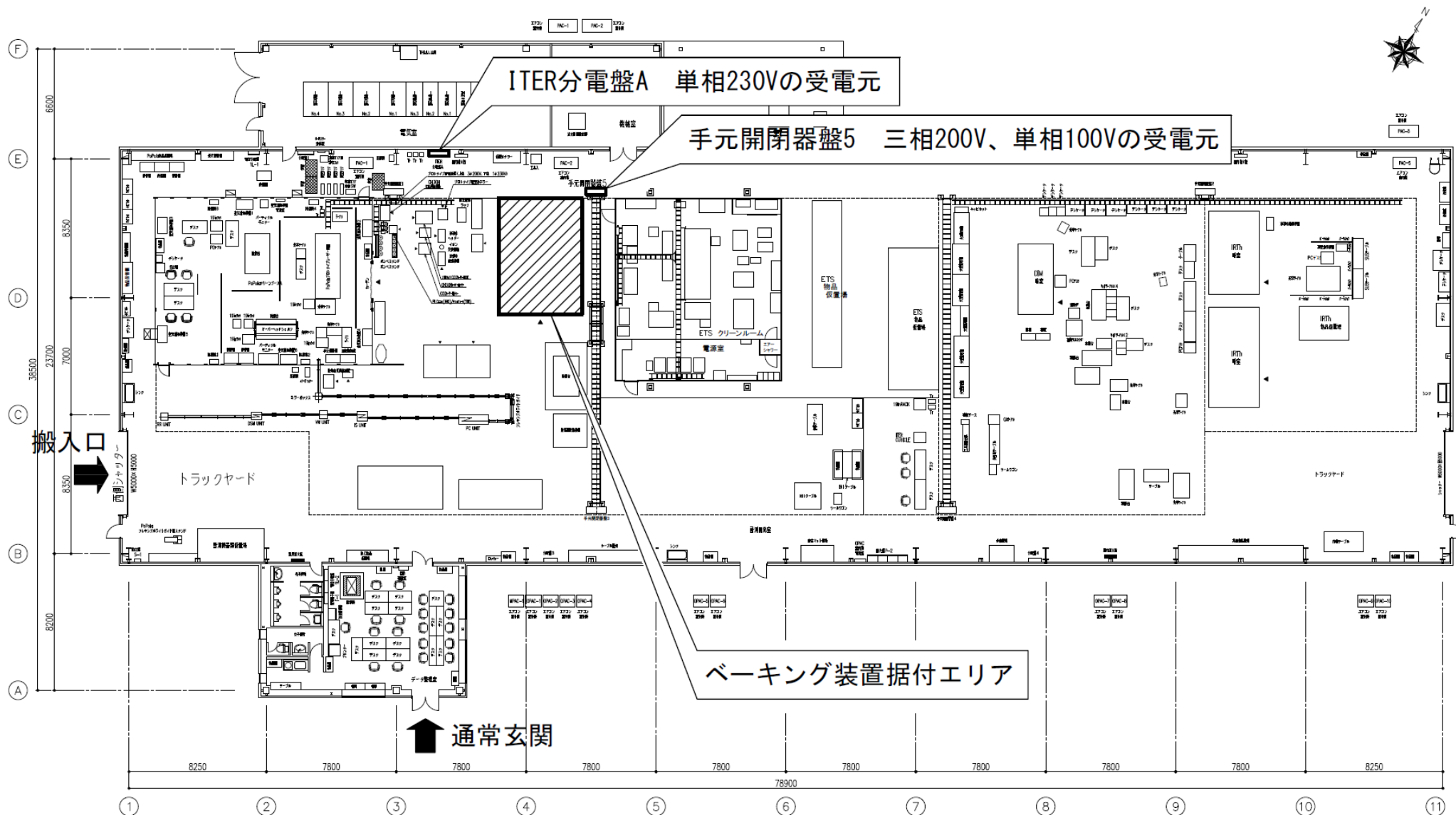
添付図 4 真空チャンバー側面図 (参考図)



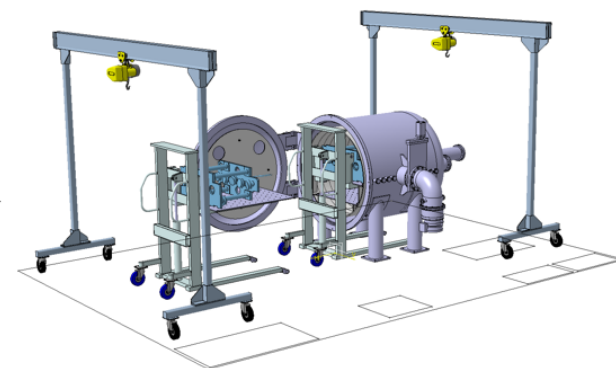
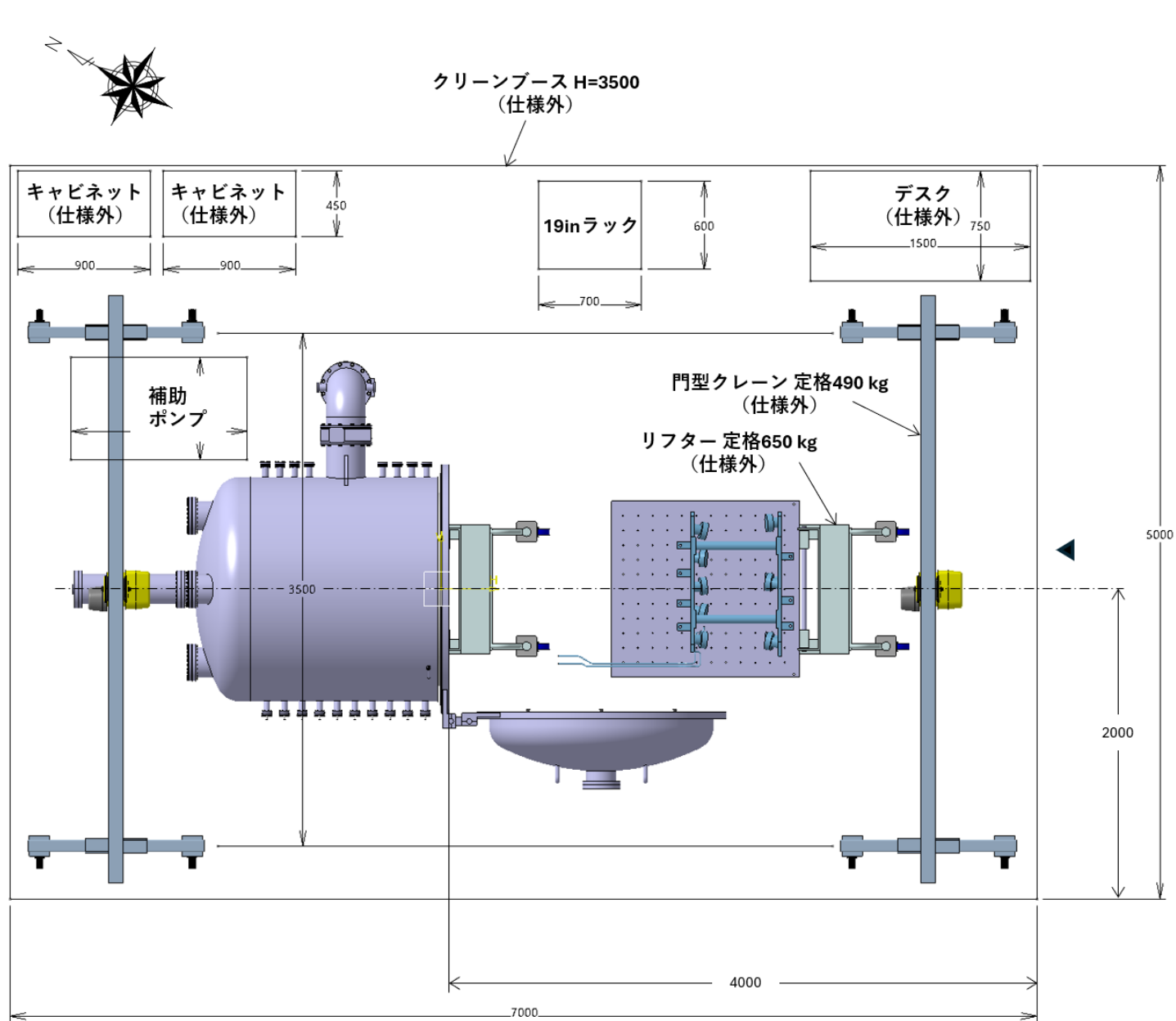
添付図 6 拡張配管（参考図）



添付図 7 構内建屋配置図



添付図 8 先進計測開発棟平面図



添付図 9 熱真空試験装置据付場所詳細図