

クライオ排気系のバラストガス導入機構等の整備  
Maintenance of the ballast gas introduction mechanisms  
in the cryostat vacuum pumping system  
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

トカマクシステム技術開発部 JT-60SA本体開発グループ

## I 章 一般仕様

### I-1 件名

クライオ排気系のバラストガス導入機構等の整備

### I-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。）は、JT-60SAのプラズマ加熱実験運転に向けた本体機器の整備を実施する。本件は、本体機器の付帯機器整備の一環として、クライオスタット容器（以下「CV」という。）排気系ドライ真空ポンプにおいて、配管ベーキング機構とバラストガスの導入機構の整備を行うものである。

### I-3 仕様範囲（詳細は「II 章 技術仕様」による。）

- (1) バラストガス導入機構の整備
- (2) 配管ベーキング機構の整備
- (3) 制御系の整備

### I-4 納入期限

令和8年3月27日（金）

### I-5 納入場所

茨城県那珂市向山801番地1

QST那珂フュージョン科学技術研究所 JT-60実験棟内指定場所

### I-6 納入条件

据付調整渡し

### I-7 検査条件

- (1) I-13に示す貸与品が、全て返却されていること。
- (2) I-5に示す納入場所に据付後、II-5に示す試験検査を行うこと。
- (3) 上記(2)の合格及びI-9に示す提出書類の確認をもって検査合格とする。

### I-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。

### I-9 提出書類

受注者は、下表に示す提出書類を提出期限までに提出すること。

書類名	提出時期	部数	確認
工程表	初版提出を契約後速やかに。 ※変更が生じる度に再提出のこと。	3部	要
社内体制表	契約後速やかに。	3部	不要
確認図	初版提出を製作開始1週間前までに。 ※QSTの確認完了を製作開始前までに。	1部	要

作業要領書	初版提出を作業開始 1 週間前までに。 ※QSTの確認完了を作業開始前までに。	1 部	要
試験検査要領書	初版提出を検査開始 1 週間前までに。 ※QSTの確認完了を検査開始前までに。	1 部	要
試験検査成績書	納入時に。	3 部	不要
完成図	納入時に。	3 部	不要
打合せ等議事録	打合せ等後 4 営業日以内に。	電子データ	要
作業日報	現地作業後翌営業日までに。 ※現地作業実施時に提出のこと。	1 部	不要
再委託承諾願 (QST指定様式)	作業開始 2 週間前までに。 ※下請負等がある場合に提出のこと。	1 部	要
外国人来訪者票 (QST指定様式)	入構の 3 週間前までに。 ※外国籍の者又は日本国籍で非居住の者の入構 がある場合に提出のこと。	電子データ	要
その他必要書類	別途協議のうえ決定する。		

(1) 書類の提出場所は以下のとおりとする。

QST那珂フュージョン科学技術研究所 JT-60制御棟 304号室

トカマクシステム技術開発部 JT-60SA本体開発グループ

(2) 書類の「確認」方法は以下のとおりとする。

① QSTは、確認のために提出された書類を受領したときは、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、受理したもとする。

② 「再委託承諾願」は、QSTの確認後、書面で回答するものとする。

③ 「外国人来訪者票」は、QSTの確認後、入構可否を電子メールで通知するものとする。

(3) 電子ファイルの提出方法は以下のとおりとする。

部数に「電子データ」と記載した提出書類については、電子メールにより、電子データ 1 式を提出すること。

#### I-10 作業場所

茨城県那珂市向山801番地1 QST那珂フュージョン科学技術研究所

(1) JT-60実験棟 本体室及び組立室 ※第 1 種放射線管理区域

(2) JT-60実験棟 本体機器制御室 ※第 2 種放射線管理区域

(3) JT-60実験棟 真空排気設備 ※第 2 種放射線管理区域

(4) JT-60地下ダクト(I) ※第 2 種放射線管理区域

(5) QST構内

(6) 受注者の工場

#### I-11 作業工程

I-10 に示す作業場所は、JT-60SAの運転等のため、立入禁止となる期間がある。

また、本件以外にも複数の作業が同時進行で実施されるため、クレーンの使用時期や作業場所を含めた作業工程を管理し、調整する必要がある。

#### I-12 支給品

本件に必要な場合に限り、QSTは受注者に、以下の物品等は無償で支給する。

- (1) 電気（1式） ※支給場所は、QSTが指定する。
- (2) 水（1式） ※支給場所は、QSTが指定する。

#### I-13 貸与品

本件に必要な場合に限り、QSTは受注者に、以下の物品等は無償で貸与する。返却場所及びその方法は別途指示する。使用完了後、速やかに返却すること。

##### (1) 設計図書及び完成図（各1式）

受注者は、取扱いには厳重注意し、完了時には速やかに返却すること。

##### (2) 放射線管理区域用防護資機材等

###### ① 第1種放射線管理区域用作業衣及び線量計（各1式）

・第1種放射線管理区域内作業従事者に対してのみ。

###### ② 第1種管理区域用安全靴、ヘルメット及び墜落制止用器具（各1式）

・作業期間が2週間未満の第1種放射線管理区域内作業従事者に対してのみ。

・作業期間が2週間以上の場合、その全期間において受注者が準備すること。

##### (3) 資材置場（1式）

・可能な範囲において作業場所付近から貸与する。

##### (4) クレーン（各1式）

① 他の作業等との調整を行い、及び、QSTが定める手続きを行うこと。

② クレーンの操作や玉掛け作業は、有資格者が行うこと。

③ 吊り具、屋外で使用するクレーン等は受注者が準備すること。

④ 本体室及び組立室の天井クレーンは、250/70 t及び30/5 t各1台である。

#### I-14 適用法規・規格基準

##### (1) 労働安全衛生法

##### (2) 労働基準法

##### (3) 日本産業規格(JIS)

##### (4) QST内規程及び規則等

##### (5) その他本件に関し、適用又は準用すべき全ての法令、規格及び基準等

#### I-15 品質管理

受注者は、本件の全ての工程において、十分な品質管理を行うこと。

#### I-16 安全管理

##### (1) 一般安全管理

① 作業計画に際しては、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、迅速な進捗を図ること。

- ② 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こと。
- ③ 作業現場の安全衛生管理は、受注者の責任において自主的に行うこと。
- ④ 作業着手に際しては、事前にQSTと安全について十分に打合せを行うこと。
- ⑤ 作業開始 1 週間前までに作業要領書を提出し、QSTの確認を得ること。
- ⑥ 受注者の宿泊施設を那珂フュージョン科学技術研究所内に置かないこと。
- ⑦ 受注者は、全て受注者の責任で作業及び資材の管理を行うこと。
- ⑧ 受注者は、那珂フュージョン科学技術研究所内で喫煙をしないこと。
- ⑨ 機器、設備及び工事用資材を現地に搬入する場合の宛先は、全て受注者の現地担当者とした上で受注者の責任で受取りをすること。
- ⑩ 作業完了後、仮設備、機材等は速やかに撤去し、原状回復すること。
- ⑪ 現地作業中、建屋、他設備等のQSTの財産に損害を与えた場合は、受注者の負担において速やかに修復すること。
- ⑫ 作業責任者を置き、QSTにおける作業安全に係る規定、規則等の遵守を図り、災害発生防止に努めること。
- ⑬ 作業は、QSTの勤務時間内（平日9:00～17:30）に実施すること。  
ただし、緊急を要し、QSTが承諾した場合は、所定の手続きを経たうえで、QSTの勤務時間時間外に作業を実施することができる。
- ⑭ 他の機器、設備に損害を与えないよう十分注意すること。損害を与えた場合、遅滞なくQSTに報告し、その指示に従って速やかに原状回復すること。
- ⑮ 作業責任者は、現地作業終了後、速やかに作業報告書を提出すること。
- ⑯ 作業員は、十分な知識及び技能を有し、熟練した者を配置すること。  
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。
- ⑰ QST構内への入退域及び物品、車両等の搬出入に当たっては、QST所定の手続きを遵守すること。
- ⑱ 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。
- ⑲ 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。
- ⑳ 本件に使用する機器及び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、可能な限り転倒防止対策等を施すこと。
- ㉑ 火気使用に際しては、事前に「火気使用届」の提出等の必要な手続きを行う。作業は、付近に可燃物がないことを確認し、実施すること。
- ㉒ 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を終了すること。
- ㉓ 高所作業において、作業員の転落や機器物品の落下防止対策等を施し、細心の注意を払って作業を行うこと。
- ㉔ 異常事態等に際しては、QSTの指示に従い行動すること。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、それに従うこと。

## (2) 放射線安全管理

- ① 放射線管理区域内作業では、那珂フュージョン科学技術研究所が定める放射線管理仕様書を遵守すること。
- ② 放射線管理及び異常時に際しては、QSTの指示に従うこと。
- ③ 作業を開始する前に、QSTが行う保安教育を受けること。

ただし、放射線に関する知識は受注者側で教育すること。

(3) その他

- ① 受注者は、法令上の責任及び風紀の維持に関する責任を負うこと。
- ② 作業監督者は、QST担当者と共に密接に連絡を取りながら作業を進め、QSTが行う作業工程調整と協調すること。
- ③ 作業員は、放射線管理区域内作業の経験を持つか、又は、事前に十分な教育を受けた者とする。
- ④ 受注者は、QSTが量子科学技術に関する研究・開発を行う機関であるため、高い技術力及び高い信頼性を社会的に求められていることを認識し、QSTの規程等を遵守し安全性に配慮し業務を遂行し得る者を従事させること。

I-17 その他

- (1) 受注者は、本件によって得た情報を厳重に管理し、本件以外の目的で受注者側の作業員を除く第三者への開示又は提供を行わないこと。
- (2) 受注者は、本件の内容及び成果について発表、公開又は特定の第三者に提供する場合、あらかじめ書面によるQSTの承認を得ること。
- (3) QSTが、本件を遂行するために受注者の保有する技術情報を了知する必要がある場合、受注者はQSTと協議のうえ、当該技術情報を無償でQSTに提供すること。

I-18 グリーン購入法の推進

- (1) 受注者は、国等による環境物品等の調達推進等に関する法律（グリーン購入法）が定める特定調達物品等（事務用品等）を調達する場合、可能な限り同法基本方針が定める基準を満たす物品等（環境物品等）を採用すること。
- (2) 受注者は、納入印刷物については環境物品である「紙類」を採用すること。

I-19 協議

受注者は、本仕様書の記載事項及び記載のない事項について疑義又は変更が生じた場合、QSTと協議のうえ、その決定に従うこと。

## II 技術仕様

### II-1 一般事項

本件では、CV排気系各系統の配管の途中からガスを導入する機能の整備と配管のベーキングを可能にする機能の整備を実施する。II-2に示すCV排気系の概要及び図面等、II-3に示す整備概要及びII-4に示す作業内容並びにII-5に示す試験検査内容を確認し、CV排気系の構造等や本件仕様についてよく理解し、作業を実施すること。

### II-2 CV排気系の概要

CV排気系は、JT-60SAの超伝導コイルを真空断熱するため、CV内を真空排気する設備である。大気圧から高真空までの真空排気を効率的に実施するため、以下4種類計6系統の真空排気系統及びこれら各系統が接続されたマニホールドから構成される。また、各系統は、配管及び真空ポンプのほか、バルブ、真空計及び計装機器等からなる。図-1に既設のCV排気系の系統図を示す。

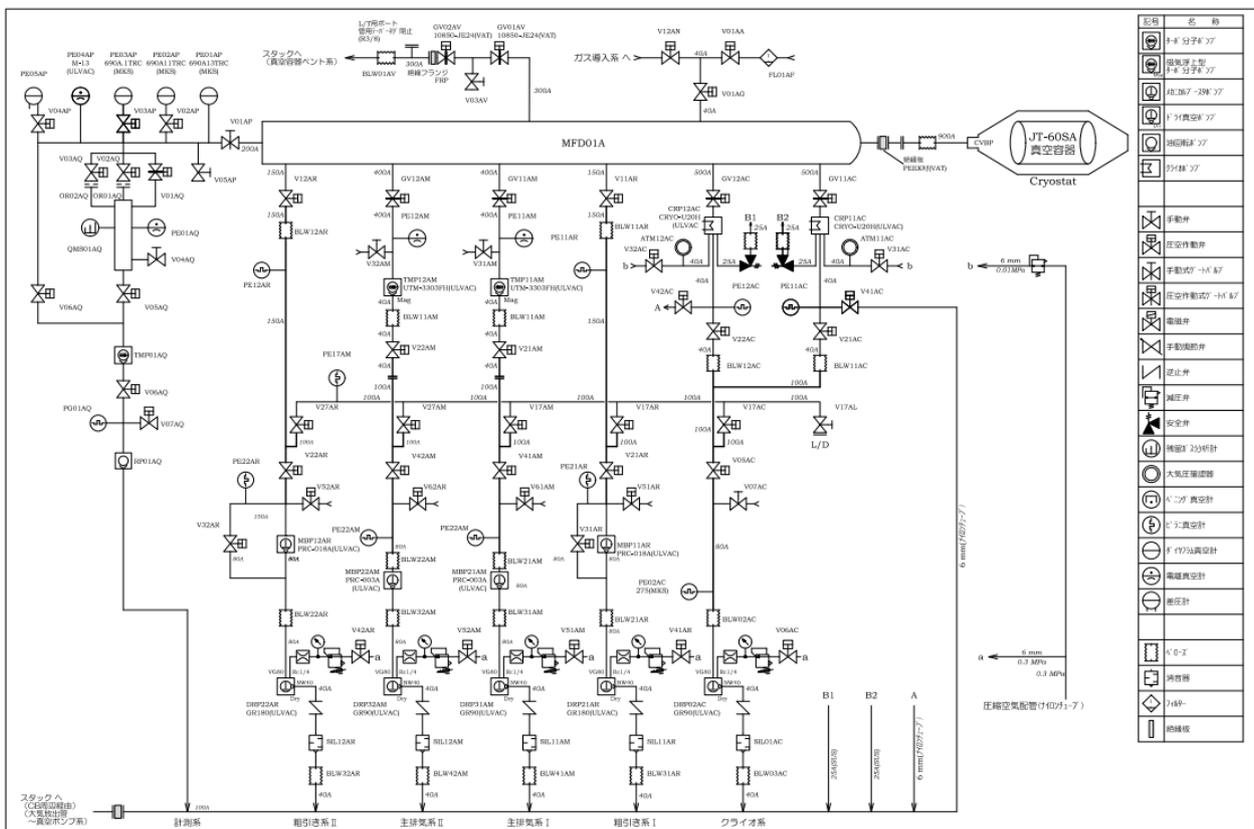


図-1 既設CV排気系系統図

#### (1) 粗引き系 I 及び II

排気速度 $0.42 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ のメカニカルブースタポンプ（以下「MBP」という。）と排気速度 $0.05 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ の多段ルーツ型ドライポンプ（以下「DRP」という。）からなり、大気圧から中真空までの真空排気を担う。I 及び II の2系統。

#### (2) 主排気系 I 及び II

排気速度 $3.30 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ のターボ分子ポンプ（以下「TMP」という。）と排気速度 $0.08 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ のMBP、排気速度 $0.03 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ のDRPからなり、中真空から高真空までの定常的な真空排気を担う。I 及び II の2系統。

#### (3) クライオ系

水蒸気の排気速度 $29.0 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ のクライオポンプ 2 台と排気速度 $0.03 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ のDRPからなり、中真空から高真空までの真空排気、初期における水蒸気の排気を担う。1系統。

#### (4) 計測系

排気速度 $0.05 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ のTMPと $0.0008 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ の油回転ポンプからなり、残留ガス分析のための、計測チャンバーの差動排気を担う。1系統。

### II-3 整備概要

#### (1) バラストガス導入機構の整備

CV排気系の粗引き系 I・II、主排気系 I・IIとクライオ系の5系統に常温から $100^\circ\text{C}$ の間で温度を制御したバラストガスを導入するための機構として、導入ガスの温度、流量を調整するガス加熱器や電磁弁等の機器を整備するとともに、必要なケーブルを敷設する。図-2に粗引き系 I 及び II、主排気系 I 及び IIとクライオ系のバラストガスを導入する位置を、下記の青線部として示す。

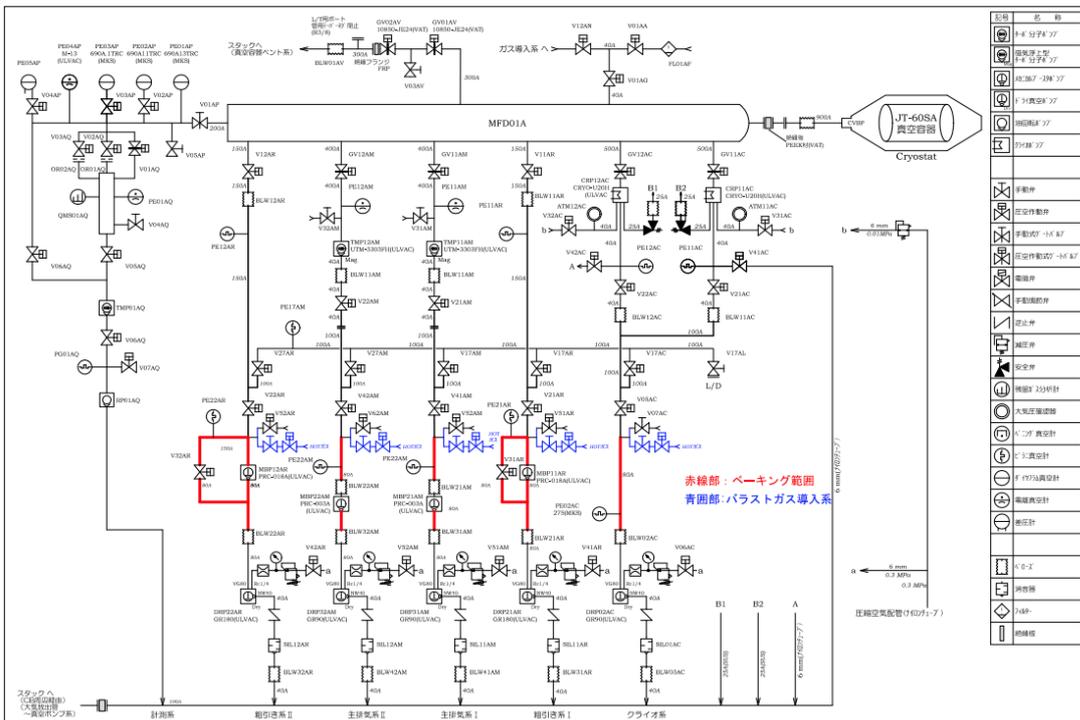


図-2 バラストガス導入系組立位置（青線部）

#### (2) 配管ベーキング機構の整備

CV排気系の粗引き系 I 及び II、主排気系 I 及び IIとクライオ系のバラストガスを導入した配管からドライ真空ポンプ（DRP）間の各真空配管のベーキングを可能にするため、ベーキングヒーター、保温材などを整備する。また、粗引き系 I 及び II については、ベーキングによる変位を吸収するために配管を改良する。ベーキングヒーターの取付け範囲を、図-2の赤線部に示す。

#### (3) 制御系の整備

バラストガス導入機構においては、導入ガスの温度、流量を調整するガス加熱器や流量調整器等、並びに配管ベーキング機構において整備した各配管のベーキングヒーターの温度制御を行う温度コントローラーなどの機器を制御するための制御系を整備する。また、制御に必要な動力、制御、計装（補償導線を含む）用ケーブルの敷設及び既設制御盤の改造を行う。

## II 4 整備内容

### II-4.1 共通事項

- (1) 受注者は、I-12 に示す支給品及び I-13 に示す貸与品以外に本件で必要となる物品等を全て調達すること。
- (2) 真空に接する部品等の表面は清浄にすること。
- (3) 真空配管の溶接は、原則内面溶接とすること。
- (4) ケーブル類は、原則IEEE-383適合の難燃性ケーブルとすること。

### II-4.2 バラストガス導入機構の整備

- (1) 現地作業場所は、JT-60実験棟本体室内CV排気系架台である。
- (2) バラストガス導入系の系統

粗引き系 I・II、主排気系 I・II とクライオ系の5系統についてバラストガスを導入できる系統を製作し、組立てる。バラストガス導入系の系統図を図-3に示す。

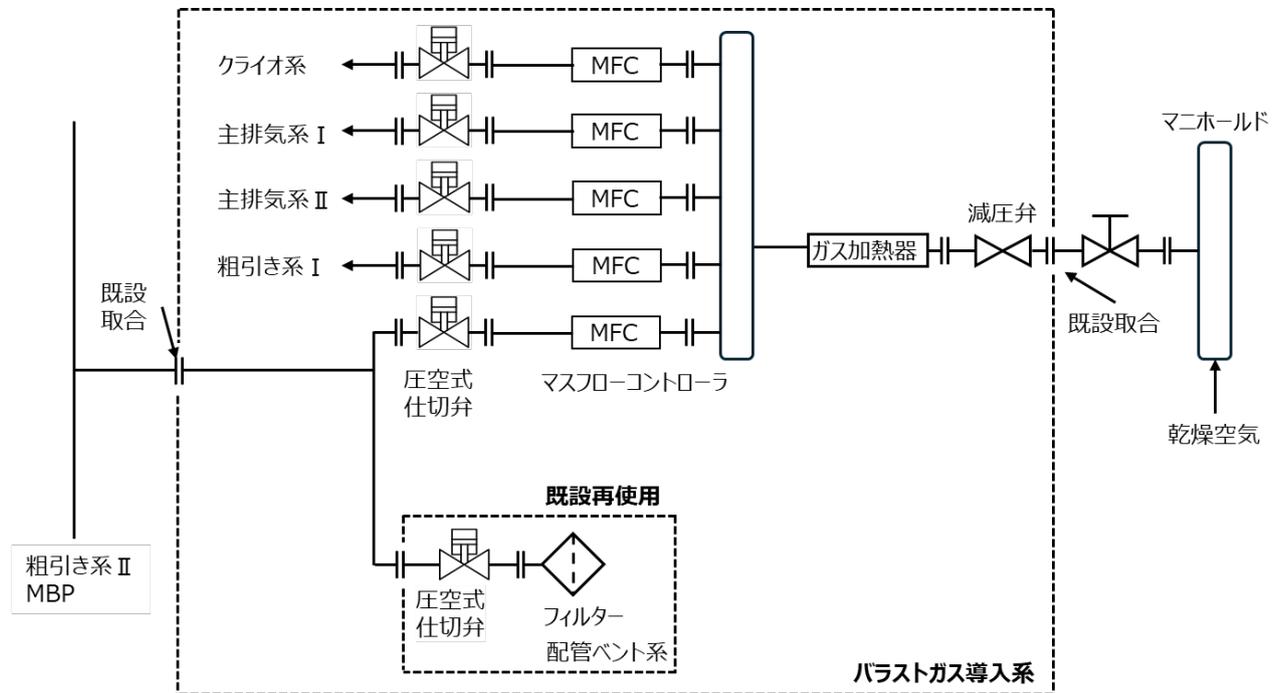


図-3 ガス導入配管の概要

- (3) 導入系は、導入するガス量を調整するマスフローコントローラ（以下「MFC」という）を5台、各排気系統とバラストガスを仕切るための圧空式真空バルブ（5台）、導入するガス温度を調整するガス加熱器（1台）、ガス加熱器に供給する圧力を供給する減圧弁（接点付き）は0.05MPaから0.5MPaの範囲で圧力を調整できるものを設置すること。ガス加熱器から各排気系の既設取合フランジまでの配管には、保温材を取り付けること。

(4) ガス導入は、既設ベント弁から取り外し、配管をT分岐し、ガス導入系配管と取り外した既設ベント弁を組み立てる。取合フランジは、既設配管がコンフラットフランジのCF70、圧空式仕切弁はVCRとする。下記に各系統の現在の組立状況を図-4に示す。

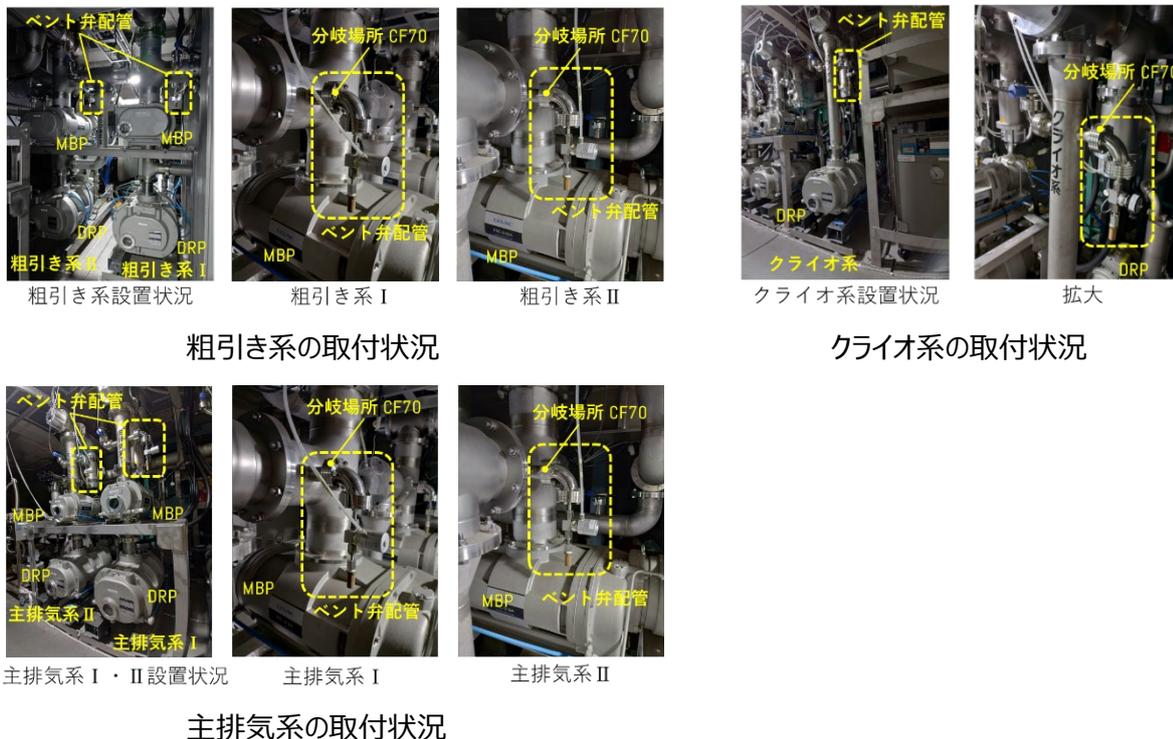


図-4 各系統の組立状況

(5) 導入するガスは、ガス加熱器で加熱後5系統に分岐し、各系統にMFCで流量を調整して、CV排気系の配管に導入するものとする。ガス加熱器は、常温から100℃の間でガスの温度を調整できる機能を有しているものとする。

(6) 電磁弁盤

- ① 新設する圧空式真空バルブを開閉するための電磁弁をJT-60実験棟本体室の真空排気設備架台2Fフロアに設置すること。
- ② 電磁弁は、JT-60SAの強磁場から保護するための磁気シールドで囲った電磁弁盤を製作し、設置すること。電磁弁盤の固定は、既設真空架台（放射化物）にサポート溶接し固定すること。
- ③ 電磁弁盤には、圧空式真空バルブを動作させるための電磁弁、電磁弁用接続端子台等を取り付ける。電磁弁に圧空を供給する配管、圧空式真空バルブ動作用圧空配管（ナイロンチューブ 外径6 mm 乳白色）と電磁弁操作用配線が貫通できる開口部を設ける。また、圧空配管を接続しない圧空出口には閉止栓を取付ける。
- ④ 電磁弁は、電圧DC24V、2位置シングルソレノイドが10個とし、常用圧力は0.5MPaとする。
- ⑤ 電磁弁へ供給する圧空は、真空排気架台2Fの0.5MPaの圧空配管を分岐して電磁弁盤に接続する。配管材質はSUS304とする。圧空配管接続は、予備手動弁（呼び径 1/2B）の2次側を分岐し、片側はカプラのコネクタ、もう一方に電磁弁盤の配管を接続する。図-5に圧空配管取合箇所を示す。

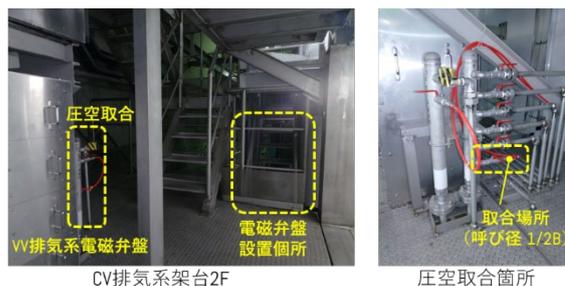


図-5 圧空配管取合箇所

## (7) 磁気シールド

- ① 電磁弁盤と各MFCは、JT-60SAの強磁場対策として磁気シールドを設置する。
- ② 磁気シールドの材料は、アルミ板とケイ素鋼板（50H1000）とし、ケイ素鋼板をアルミ板で挟む構造を基本とする。シールドの構造イメージを図-6に示す。

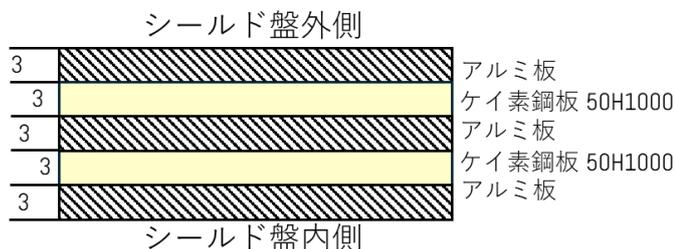


図-6 磁気シールドの構造イメージ

- ③ 磁気シールドは、点検時に容易に分解・組立てができる構造とし、配管と配線の開口部を設ける。

## (8) 配管の敷設

### ① 各CV排気系と既設シールガス配管の間の配管

JT-60実験棟本体室の真空排気設備架台1Fの既設シールガス供給系マニホールドの予備弁に配管を接続し、各排気系統にガスを供給できるようにする。配管とサポートは、ステンレス鋼製（SUS304相当）とし、CV排気架台等に溶接等により取り付け、配管を固定する。

### ② 圧空式真空バルブと電磁弁盤間の配管

- ・ 配管の材料は、ナイロンチューブとし、外径6 mm、乳白色を使用する。圧空式真空バルブ、電磁弁との接続は、ナイロンチューブ接手を使用すること。
- ・ 配管は、原則アルミ製ケーブルトレイを設け、敷設する。トレイの固定は、V排気架台、CV排気系架台からサポートを設け取り付けること。
- ・ 配管には、系統名、流体名及び行先表示を原則として接続部に取り付ける。

## (9) 配線

### ① MFC

- ・ MFC から JT-60 実験棟本体機器制御室の真空排気 CD 系統ベーキング系統制御盤（LP3B）の PLC 取合い端子まで配線すること。接続する端子については、QST が別途指示する。
- ・ ケーブルは、電磁弁盤から本体室 D 系統計装系（L2DM）、JT-60 実験棟本体機器制御室真空排気設備 D 系統制御盤（1186LP1D）を経由して真空排気 CD 系統ベーキング系統制御盤（LP3B）まで配線すること。なお、本体室 D 系統計装系（L2DM）、JT-60 実験棟本体機器制御室真空排気設備 D 系統制御盤（1186LP1D）の間のケーブルは、既設ケーブルを利用し、接続する端子については QST が別途指示する。
- ・ ケーブル長は、電磁弁盤端子から既設ケーブル中継端子盤内端子まで約 30m、JT-60 実験棟本体機器制御室真空排気設備 D 系統制御盤（1186LP2D）から真空排気 CD 系統ベーキング系統制御盤（LP3B）の PLC 取合い端子台まで約 15m である。
- ・ ケーブルは、原則アルミ製ケーブルトレイ、あるいは電線管等を使用して敷設する。
- ・ ケーブル及び敷設、接続に必要なパーツ類は、受注者が用意すること。なお、盤間配線については、専用ケーブル以外は原則として難燃ケーブルを用いること。

- ・配線の発着点には、各々にケーブル番号、又は配線番号を取り付けること。また、ケーブルの発着点には、ケーブル番号表示として、行先（発点・着点）、ケーブル番号、使用電圧、ケーブル種類、芯数及びサイズを表示すること。

## ② 電磁弁

- ・II-4-2(6)項で設置した電磁弁盤内電磁弁用接続端子から JT-60 実験棟本体機器制御室の真空排気 CD 系統ベーキング系統制御盤 (LP3B) 内の PLC 取合い端子まで配線すること。接続する端子については、QST が別途指示する。
- ・ケーブルは、電磁弁盤から本体室 D 系統計装系 (L2DM)、JT-60 実験棟本体機器制御室真空排気設備 D 系統制御盤 (1186LP1D) を経由して真空排気 CD 系統ベーキング系統制御盤 (LP3B) まで配線すること。なお、本体室 D 系統計装系 (L2DM)、JT-60 実験棟本体機器制御室真空排気設備 D 系統制御盤 (1186LP1D) の間のケーブルは、既設ケーブルを利用し、接続する端子については QST が別途指示する。
- ・ケーブル長は、電磁弁盤端子から既設ケーブル中継端子盤内端子まで約 30m、JT-60 実験棟本体機器制御室真空排気設備 D 系統制御盤 (1186LP2D) から真空排気 CD 系統ベーキング系統制御盤 (LP3B) の PLC 取合い端子台まで約 15m である。
- ・本体室のケーブルは、原則アルミ製ケーブルトレイ、あるいは電線管等を使用して敷設する。
- ・ケーブル及び敷設、接続に必要なパーツ類は、受注者が用意すること。なお、盤間配線については、専用ケーブル以外は原則として難燃ケーブルを用いること。
- ・配線の発着点には、各々にケーブル番号、又は配線番号を取り付けること。また、ケーブルの発着点には、ケーブル番号表示として、行先（発点・着点）、ケーブル番号、使用電圧、ケーブル種類、芯数及びサイズを表示すること。

## II-4.3 配管ベーキング機構の整備

### (1) CV排気系各系統配管へのベーキングヒーターと熱電対の取付け

- ① 現地作業場所は、JT-60実験棟本体室内CV排気系架台である。
- ② 粗引き系 I 及び II、主排気系 I 及び II、並びにクライオ系の計 5 系統の各配管に、ベーキングヒーター、ヒーター毎に熱電対及び保温材を取り付け、ステンレスバンドなどで固定すること。

ベーキングヒーターの取付構造イメージを図-7に、取付構造イメージと取付け範囲を図-8に示す。

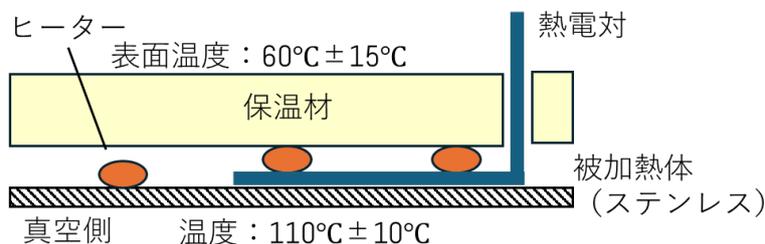
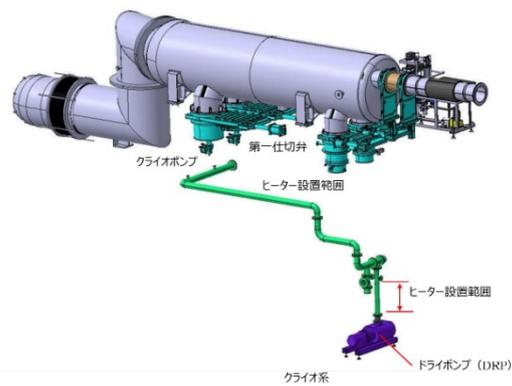
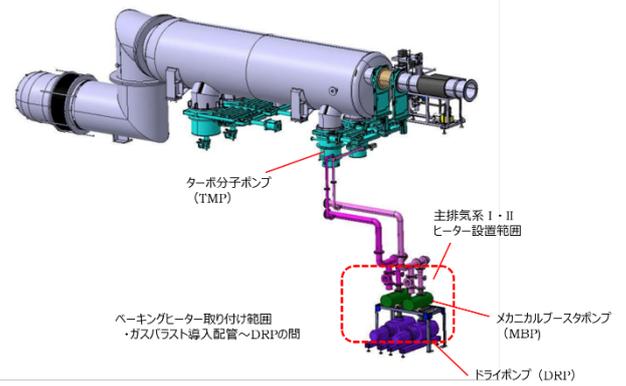


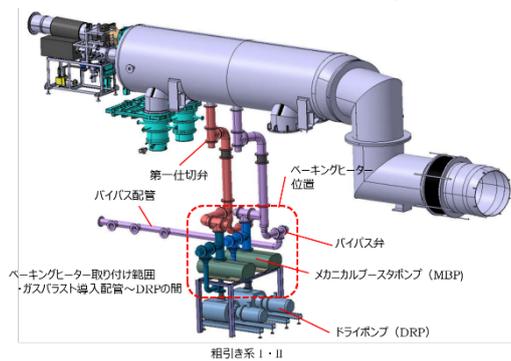
図-7 ベーキングヒーターの取付構造イメージ



クライオ系ベーキングヒーター取り付け範囲



主排気系 I・II ベーキングヒーター取り付け範囲



粗引き系 I・II ベーキングヒーター取り付け範囲

図-8 取付構造イメージと取付け範囲

ベーキングヒーターを取り付ける配管長

- ・粗引き系 I                    配管 80A sch10 : 1600mm、150A sch150 : 700mm
- ・粗引き系 II                   配管 80A sch10 : 1580mm、150A sch150 : 660mm
- ・主排気系 I・II                配管 80A sch10 : 600mm
- ・クライオ系                    配管 80A sch10 : 800mm

③ 各配管と真空バルブの加熱温度は $110 \pm 10^{\circ}\text{C}$ とし、室内の温度は $25^{\circ}\text{C}$ に空調されているものとし、ベーキングヒーターを選定する。ベーキングヒーターの電源電圧は、単相200Vとする。

④ 保温材表面温度は $60^{\circ}\text{C}$ 以下とし、飛散ないように表面がアルミコーティングされている構造とする。

(2) 粗引き系 I 及び II の配管の改良と組立て

① 現地作業場所は、JT-60実験棟本体室内のCV排気系架台である。

- ② 粗引き系 I 及び II の真空配管はベーキング時の変位を吸収できるようにベローズを追加する等の改良を行うこと。粗引き系 I の現状と改良後の概略系統と範囲を図-9に示す。なお、粗引き系 II の改良する真空配管も同様である。

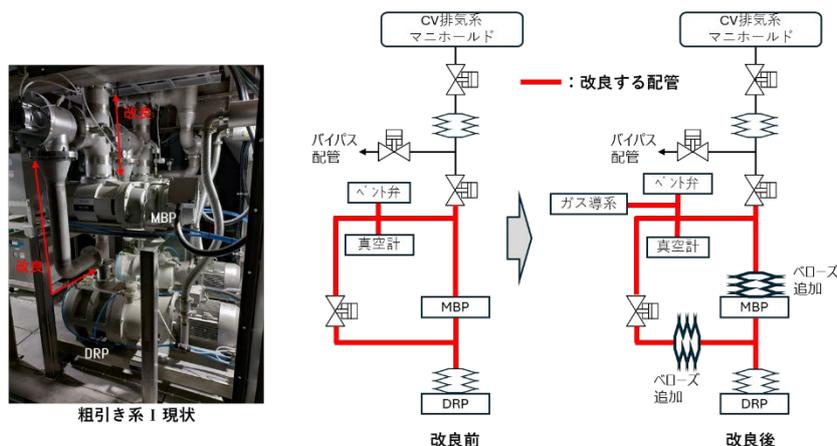


図-9 粗引き系 I の据付現状と改良する配管範囲

- ③ 粗引き系 I 及び II の当該既設配管の改良のため、真空配管及びその支持構造を撤去すること。  
 ④ 改良した真空配管及びその支持構造を、粗引き系 I 及び II に組み立てること。支持構造は、必要に応じて製作し、組み立てること。

#### II-4-4 制御系の整備

バラストガス導入機構と配管のベーキング機構のガス導入の制御を行う制御系の整備を行う。両機構の制御はプログラマブルコントローラ (PLC) を使用して行うが、PLCのプログラムについては、仕様範囲外とする。制御に必要なPLC、制御機器は、JT-60実験棟本体機器制御室のCD系統真空排気設備ベーキング制御盤 (1186LP3B) を改造し、設置並びに、両機構を動作するために必要な配線を敷設するものとする。現地作業は、JT-60実験棟本体機器制御室、真空排気設備室とJT-60地下ダクト I とする。

##### II-4-4.1 バラストガス導入機構の制御

本制御系は、ガス加熱器の温度 (ガスの温度設定、温度制御とモニター)、バラストガスの導入 (圧空弁の開閉)、流量 (MFCの流量設定、モニター) 等の制御、機器操作と運転状態のモニター機能を有するものとする。

ガス加熱器の温度制御を行うため、ガス加熱器の通電、温度制御に必要なガス加熱器コントローラ、電磁接触器と漏電遮断器等の機器を設置する。制御系の概念図を図-10に示す。

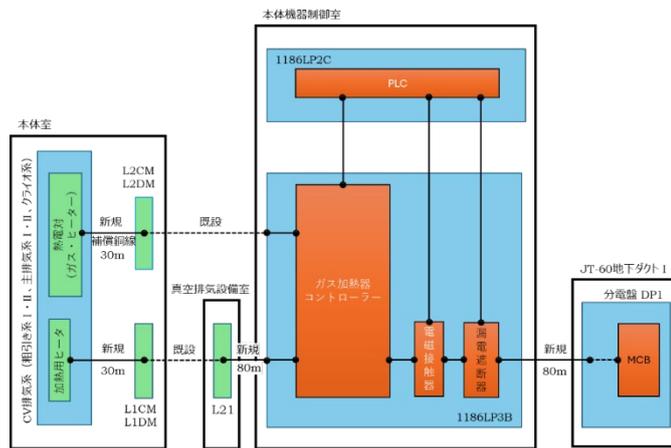


図-10 ガス加熱器制御系の概略図

#### II-4-4.2 ベーキングヒーター制御系

ベーキングヒーターの温度制御系は、ベーキングヒーターに通電、温度制御可能な温度コントローラ、漏電遮断器とサイリスタ（SCR）を設置すること。制御系の概念を図-11に示す。なお、PLCプログラムについては、仕様外とする。

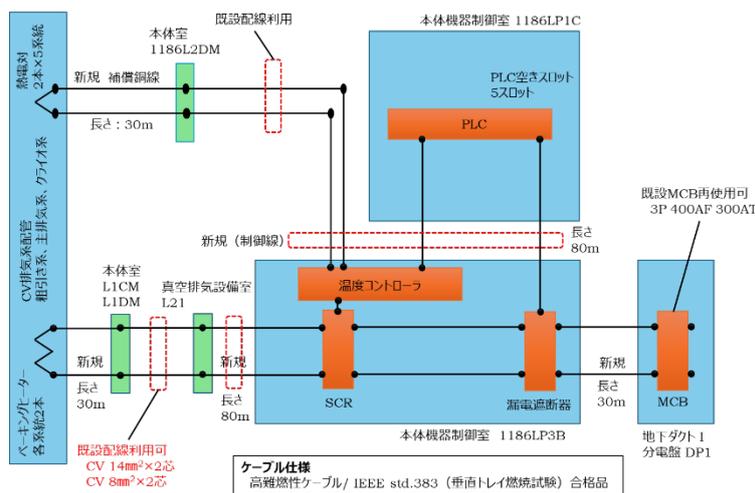


図-11 ベーキングヒーター制御系概略図

#### II-4-4.3 PLC

##### (1) 設置場所と配線

本体機器制御室の真空排気CD系統ベーキング系統制御盤にプログラマブルコントローラ（PLC）を設置し、新規に配線し、既設PLCと接続する。また、電源ケーブルを盤内で配線する。

##### (2) PLC機器構成

設置するPLCユニット構成は、(3)の信号を満たす機材を業者が選定する。なお、構成するPLCは、既設PLCと接続するため、横河電機製のFA-M3Vシリーズ（相当品不可）とする。

ア ベースモジュール	横河電機製	F3BU13-0N
イ 電源モジュール	横河電機製	F3PU20-0N
ウ 光FAバス2モジュール	横河電機製	F3LR02-0N
エ 入出力モジュール	横河電機製	F3WD64-3P

オ アナログ-デジタル変換入力モジュール	横河電機製	F3AD08-6R
カ アナログ-デジタル変換出力モジュール	横河電機製	F3DA04-6R
キ 温度モニタモジュール	横河電機製	F3CX4-0H
ク 専用ケーブル	横河電機製	

### (3) PLCの入出力信号

下記にPLCのモジュールへの主な入出力信号を示す。

#### ① 入出力ユニット

・出力信号	
・バラストガス導入バルブ 開/閉	5点
・電磁接触器 入/切	6点
・ガス加熱器ヒーター 入/切	1点
・ベーキング ON/OFF	10点
・入力信号	
・パージガス供給圧力接点	1点
・漏電遮断器入/切	6点
・警報	必要数

#### ② アナログ-デジタル変換入力モジュール

・MFC流量モニター用	1点
・ガス加熱器ヒーター熱電対	1点
・ガス加熱器ヒーター過昇温熱電対	1点
・ベーキング温度測定用	10点

#### ③ アナログ出力ユニット

・MFC流量設定用	1点
・ガス加熱器ヒーター温度設定	1点
・ベーキング温度設定	10点

#### ④ 熱電対入力ユニット

・ガス加熱器ヒーター熱電対	1点
・ガス加熱器ヒーター過昇温熱電対	1点
・ベーキング温度測定用	10点

## II-4.4.4 ケーブル敷設

### (1) ガス加熱器コントローラーからガス加熱器間の電源ケーブル敷設

- ・ CD系統真空排気設備ベーキング制御盤（1186LP3B）からガス加熱器までヒーター用電源ケーブルを敷設する。ケーブルは、CD系統真空排気設備ベーキング制御盤（1186LP3B）から真空排気設備室のEP2B中継端子盤（1186 LP21）、本体室のD系統動力系（L1DM）あるいはC系統動力系（L1CM）を介してガス加熱器まで敷設する。
- ・ EP2B中継端子盤（1186 LP21）とD系統動力系（L1DM）、C系統動力系（L1CM）の間は、既設のケーブルを利用する。既設ケーブルは、架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル（CV）で、太さが5.5 SQ、8 SQ、14 SQと22 SQである。

・ケーブルは、架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル（CV）とする。

・真空排気CD系統ベーキング系制御盤（1186LP3B）から真空排気設備室内のEP2B中継端子盤（1186LP21）盤間のケーブル長は約75 mである。図-12に敷設ルート概要を示す。接続する端子は、別途QSTが指示する。

・真空排気設備室内のEP2B中継端子盤（1186LP21）盤から本体室真空排気架台内のD系統動力系（L1DM）間のケーブルは、既設ケーブルを利用すること。

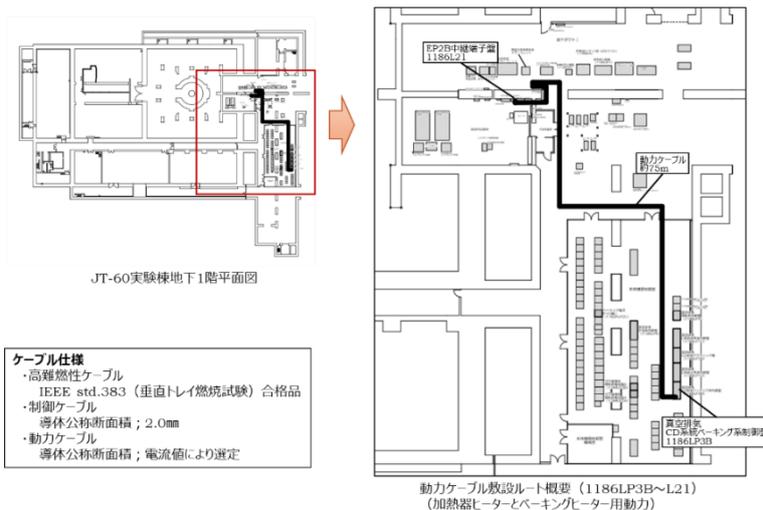


図-12 動力ケーブル敷設ルート

D系統動力系（L1DM）からガス加熱器までのケーブル長は約30 mである。図-13に本体室内の敷設ルートを示す。

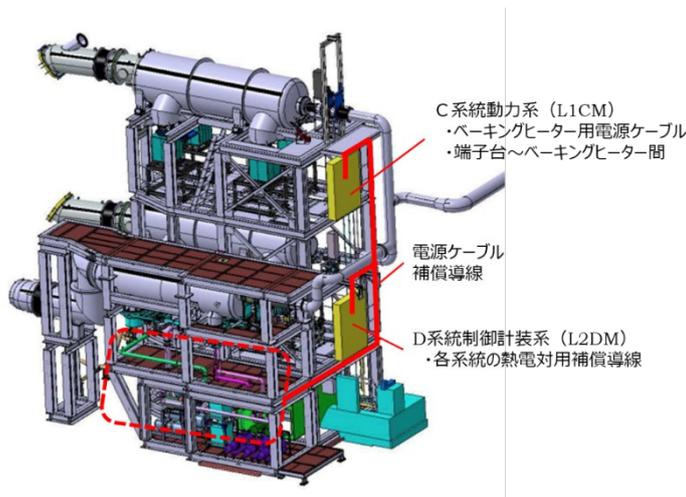


図-13 本体室内の敷設ルート

・D系統動力系（L1DM）からガス加熱器までのケーブルは、アルミ製ケーブルトレイ、または電線管を新規設置し敷設する。

・配線の発着点には、各々にケーブル番号、又は配線番号を取り付けること。また、ケーブルの発着点には、ケーブル番号表示として、行先（発点－着点）、ケーブル番号、使用電圧、ケーブル種類、芯数及びサイズを表示すること。

## (2) ガス加熱器からガス加熱器コントローラー間の補償導線ケーブル敷設

・各ガス加熱器からガス加熱器コントローラーまで、ヒーター温度とガス温度測定用熱電対の補償導線を敷設すること。ケーブルは、熱電対2本分を敷設する。

・ケーブルは、ガス加熱器コントローラーからJT-60実験棟本体機器制御室真空排気CD系統ベーキング制御盤（1186LP3B）、JT-60実験棟本体室のD系統動力系（L2DM）を經由してガス加熱器までとする。真空排気CD系統ベーキング制御盤（1186LP3B）から本体室真空排気架台内のD系統計装系（L2DM）間の

ケーブルは、既設ケーブルを利用すること。

- ・ ケーブルは、熱電対用補償導線とし、接続する端子については、QSTが別途指示する。
- ・ JT-60実験棟本体機器制御室真空排気CD系統ベーキング制御盤（1186 LP3B）とガス加熱器コントローラー間の配線は盤内配線となる。
- ・ 本体室内のD系統動力系（L1DM）からガス加熱器までのケーブル長は約30 mである。
- ・ D系統動力系（L1DM）からガス加熱器までのケーブルは、アルミ製ケーブルトレイ、または電線管を新規設置し敷設する。
- ・ 配線の発着点には、各々にケーブル番号、又は配線番号を取り付けること。また、ケーブルの発着点には、ケーブル番号表示として、行先（発点・着点）、ケーブル番号、使用電圧、ケーブル種類、芯数及びサイズを表示すること。

### (3) ガス加熱器コントローラーからPLC間のケーブル敷設

- ・ 真空排気CD系統ベーキング系統制御盤内のガス加熱器コントローラーからプログラマブルコントローラー（PLC）まで、ヒーターの入/切、警報（ヒータ断線、漏電遮断器 入/切）、ガス及びヒーター温度等のケーブルを敷設する。
- ・ ケーブルは、制御用ビニル絶縁ビニルシースケーブル（CVV）及び熱電対用補償導線とする。
- ・ 接続する端子については、QSTが別途指示する。
- ・ 配線の発着点には、各々にケーブル番号、又は配線番号を取り付けること。また、ケーブルの発着点には、ケーブル番号表示として、行先（発点・着点）、ケーブル番号、使用電圧、ケーブル種類、芯数及びサイズを表示すること。

### (4) 常用系分電盤からのケーブル敷設

- ・ JT-60実験棟本体機器制御室真空排気CD系統ベーキング制御盤（1186 LP3B）から常用系分電盤（1186DP1）間に電源ケーブルを敷設する。
- ・ 敷設ルートは、JT-60地下ダクト I のピット内ケーブルトレイを使用して敷設すること。ケーブル長は約80 mで、電源のMCBは、3P 400AF/300ATの系統に接続すること。
- ・ 配線の発着点には、各々にケーブル番号、又は配線番号を取り付けること。また、ケーブルの発着点には、ケーブル番号表示として、行先（発点・着点）、ケーブル番号、使用電圧、ケーブル種類、芯数及びサイズを表示すること。

### (5) 本体室のベーキングヒーターと温度コントローラー間のケーブル敷設

- ・ 本体室の粗引き系 I・II、主排気系 I・IIとクライオ系のベーキングヒーターから本体機器制御室の真空排気CD系統ベーキング系統制御盤（LP3B）の温度コントローラーまで電源ケーブルを敷設すること。
- ・ 配線は、真空排気CD系統ベーキング系統制御盤から真空排気設備室のEP2B中継端子盤（1186 LP21）、本体室のC系統動力系（L1CM）を經由し、ベーキングヒーターまでとする。ただし、EP2B中継端子盤（1186 LP21）盤から本体室真空排気架台内のC系統動力系（L1CM）又はC系統動力系（L1DM）間のケーブルは、既設ケーブルを利用すること。本体室内のケーブル敷設ルートを図-14に示す。

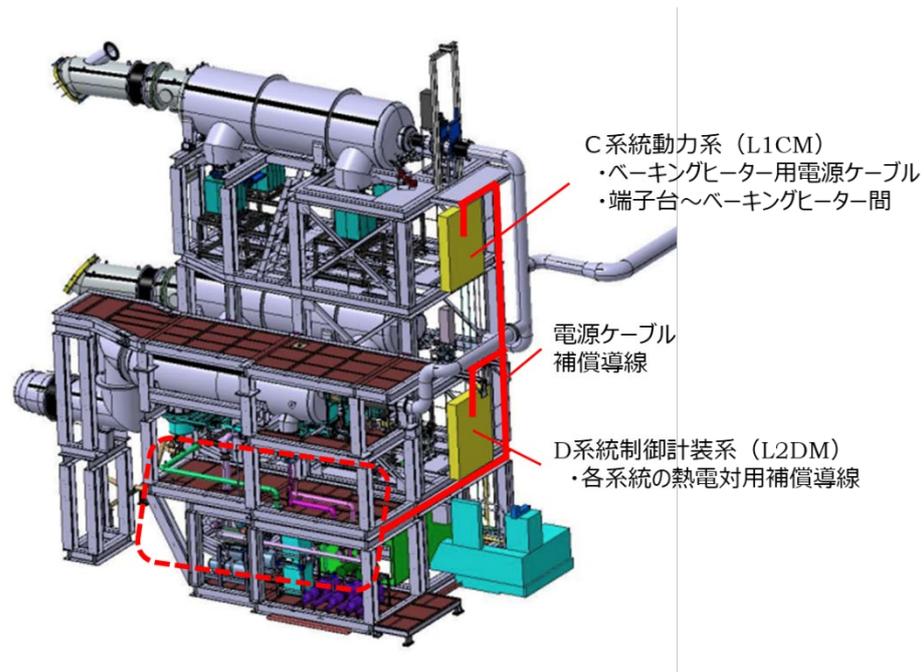


図-14 本体室のケーブル敷設ルート

- ・ ケーブルは、架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル (CV) とする。
- ・ 敷設するケーブル長は、C系統動力系 (L1CM) からベーキングヒーターは約40 mで、真空排気CD系統ベーキング系統制御盤 (LP3B) から真空排気設備室内のEP2B中継端子盤 (1186 LP21) 盤間のケーブル長は約70 mである。

(6) 真空排気CD系統ベーキング系統制御盤から常用系分電盤間の電源ケーブル敷設

- ・ 真空排気CD系統ベーキング系統制御盤 (LP3B) から常用系分電盤 (1186DP1) まで電源ケーブルを敷設すること。敷設するケーブル長は約80 mである。
- ・ 電源は、3P 400AF/300ATの系統に接続すること。なお、ガス加熱器の電源と共用で使用可能とする。

(7) 各系統の熱電対からベーキングヒーター温度コントローラー間の補償導線ケーブル敷設

- ・ 各系統の熱電対からベーキングヒーター温度コントローラーまで補償導線を敷設すること。ケーブルは、熱電対10本分を敷設する。
- ・ ケーブルは、JT-60実験棟本体機器制御室真空排気CD系統ベーキング制御盤 (1186 LP3B) 、JT-60実験棟本体室のD系統計装系 (L2DM) を経由して各熱電対までとする。真空排気CD系統ベーキング制御盤 (1186 LP3B) から本体室真空排気架台内のD系統計装系 (L2DM) 間のケーブルは、既設ケーブルを利用すること。
- ・ ケーブルは、熱電対用補償導線とし、接続する端子については、QSTが別途指示する。
- ・ JT-60実験棟本体機器制御室真空排気CD系統ベーキング制御盤 (1186 LP3B) とベーキングヒーター温度コントローラー間の配線は盤内配線となる。
- ・ 本体室内のD系統動力系 (L1DM) から各熱電対までのケーブル長は約30 mである。
- ・ D系統動力系 (L1DM) からベーキングヒーター温度コントローラーまでのケーブルは、アルミ製ケーブルトレイ、または電線管を新規設置し敷設する。
- ・ 配線の発着点には、各々にケーブル番号、又は配線番号を取り付けること。また、ケーブルの発着点には、

ケーブル番号表示として、行先（発点・着点）、ケーブル番号、使用電圧、ケーブル種類、芯数及びサイズを表示すること。

(8) ベーキングヒーター温度コントローラーから PLC 間のケーブル信号ケーブル敷設

- ・ 真空排気 CD 系統ベーキング系統制御盤（LP3B）のベーキングヒーター温度コントローラーからプログラマブルコントローラ（PLC）まで、ヒーターの入/切、警報（漏電遮断器 入/切）、ヒーター温度等の必要な信号ケーブルを敷設する。
- ・ ケーブルは、制御用ビニル絶縁ビニルシースケーブル（CVV）及び熱電対用補償導線とする。
- ・ 接続する端子については、QST が別途指示する。
- ・ 配線の発着点には、各々にケーブル番号、又は配線番号を取り付けること。また、ケーブルの発着点には、ケーブル番号表示として、行先（発点・着点）、ケーブル番号、使用電圧、ケーブル種類、芯数及びサイズを表示すること。

II-5 試験検査

受注者は、確認済みの試験検査要領書に従い、下表に示す試験検査を実施すること。また、その結果を試験検査成績書にまとめ、提出すること。

項目	方法	判定基準
外観検査	目視	機能を害する変形、傷又は汚れがない。
員数検査	目視	仕様書等のとおりである。
寸法検査	ノギス等による測定	確認図等のとおりである。
導通検査	テスター等による測定	配線が正常である。
絶縁抵抗試験	絶縁抵抗計による測定	0.2 MΩ以上である。
真空漏洩検査	ヘリウム漏れ試験	漏れ量が $1 \times 10^{-8}$ Pa m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> 未満である。 ※新規製作配管について実施のこと。
動作確認試験		正常に動作する。

以上