容器内機器流量・温度監視ソフトの
作成及び校正作業
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
炉工学基盤研究開発部
本体開発グループ

Ⅰ　一般仕様

1　件名

容器内機器流量・温度監視ソフトの作成及び校正作業

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、幅広いアプローチ活動の一環として実施するサテライト・トカマク計画において、JT-60SA のプラズマ加熱実験に向けた容器内機器の試験調整及び運転を実施する。本件は、容器内機器の試験調整及び運転において真空容器内機器の冷却水流量及び温度の監視に用いるソフトウェア(以下「ソフト」という。)の作成と、流量・温度計の校正試験を行うものである。

3　納期(履行期限)

令和 9 年 2 月 26 日(金)

4　履行場所(作業場所)

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 実験棟及び JT-60 制御棟中央制御室

5　業務内容(詳細はⅡ技術仕様による)

容器内機器流量・温度監視ソフトの作成及び校正作業　一式

6　提出図書

下記の提出図書を提出すること。

表 1.6-1 提出図書一覧

提出図書	内容及び提出期限	部数	確認
作業計画書	作業計画書は、工程表と各作業要領書からなる。 工程表は、作業の工程毎のスケジュールを記載したもの。全工程表を契約後速やかに提出し、QST の確認を得ること。 作業要領書は、作業の要領をまとめたもの。作業毎に作業開始前に、作業要領書を提出し、QST の確認を得ること。作業に変更が生じた場合には、変更した作業要領書を速やかに提出し、QST の確認を得ること。	文書 3 部及び電子ファイルで送付のこと	要
品質保証要領書	品質保証要領書は、品質保証計画書と試験検査要領書からなる。作業を開始する前に提出して QST の確認を得ること。品質保証計画書又は試験検査要領書に変更が生じた場合には、変更した品質保証計画書又は試験検査要領書を速やかに提出し、QST の確認を得ること。	文書 3 部及び電子ファイルで送付のこと	要
社内体制表	社内体制表は、下請けを含む社内体制と、作業場所を記載したもの。契約後速やかに提出すること。	文書 3 部及び電子ファイルで送付のこと	不要

再委託承諾願 (QST 指定様式)	作業開始 2 週間前までに提出すること。 下請けを使用する場合提出すること。	1 式	要
現場代理人届	現場代理人を記した書類。現地作業開始前に提出すること。	文書 1 部及び電子ファイルで送付のこと	不要
議事録	打合せ後、5 日(営業日)以内に電子メールで提出すること。	電子ファイルで送付のこと	要
試験検査成績書	試験検査終了から 10 日(営業日)以内に提出すること。	文書 3 部及び電子ファイルで送付のこと	不要
作業報告書	作業報告書は作業報告書(最終手順報告書)、作業実績表、完成図、品質保証要領書、試験検査成績書、議事録からなり、印刷物で納入すると共に、DVD-R を用いて電子ファイル(PDF)形式で提出すること。図表に用いたオリジナルの写真と数値データを Microsoft 社製 Excel 形式で提出すること。開示を制限する技術情報については分冊とし、その旨を明記して納入すること。	文書 3 部及び電子ファイルで送付のこと	不要
外国人来訪者票 (QST 指定様式)	対象者入構の 2 週間前までに提出すること。 外国籍のもの、又は、日本国籍で非居住の者の入構がある場合提出すること。	文書 1 部	要

(1) 提出書類の確認方法

提出書類の「確認」は次の方法で行う。確認を求める場合は、QST に書類を提出すること。QST より期限日を記載した受領印を押印して返却する。当該期限までに確認を行い、必要な場合は修正を指示し、修正を指示しないときは確認し、受理したものとする。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。「外国人来訪者票」は QST の確認後、電子メールにて入構可否を回答するものとする。

(2) 提出書類形式

受注者は、提出書類を以下の形式で作成すること。

文書:Microsoft 社製 Word、Excel 及び Adobe 社製 PDF 形式

CAD:3D CAD は Dassault System 社製 CATIA V5R34、又は中間ファイル(STP 又は IGS)形式、2D CAD はオートデスク社の AutoCAD 用 DWG または DXF 形式

(3) 提出場所

QST 那珂フュージョン科学技術研究所

炉工学基盤研究開発部 本体開発グループ

7 検査条件

Ⅰ章 5 項及びⅡ章に示す作業完了後、Ⅰ章 6 項に定める提出図書の確認、Ⅰ章 8 項に示す貸与品が全て返却されたことの確認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 が認めた時をもって検査合格とする。

8　貸与品

表 1.8-1 に示す物品を無償にて貸与する。引渡しの時期及び場所については、別途 QST と協議の上、決定する。

表 1.8-1 貸与品

No.	品目	員数
1	横河電機製データロギングソフトウェア GA10	1 式
2	横河電機製 GA10 及び SMARTDAC+の取扱い説明書	1 式
3	データ監視及びデータ監視ソフト開発用 Windows PC	2 式
4	K 型熱電対(端子は Burndy ソケットコンタクトとする)	6 本

貸与品については、契約条項のとおりとする。なお、QST が貸与品の所在等の確認を求めた場合には、受注者はこれに協力するものとし、紛失等の異常時には速やかに報告することとする。

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　適用法規・規定等

10.1　適用法規

(1)　労働安全衛生法
(2)　労働基準法
(3)　放射性同位元素等の規制に関する法律
(4)　電気事業法
(5)　BA 協定並びに議定書
(6)　廃棄物の処理及び清掃に関する法律
(7)　その他関係する諸法令

10.2　適用規格基準

(1)　労働安全衛生法 クレーン構造規格(準拠)
(2)　那珂フュージョン科学技術研究所放射線安全取扱手引等放射線に関する諸規程
(3)　QST 内諸規程、規格
(4)　JT-60 施設管理要領及びこれに基づき制定した各種要領
(5)　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)
(6)　鋼構造設計基準
(7)　日本産業規格(JIS)
(8)　日本電機工業会標準基準(JEM 規格)
(9)　電気学会電気規格調査会規格(JEC 規格)
(10) 建築設備耐震設計・施工指針
(11) 電気設備の技術基準
(12) その他関係する諸規格・基準

11　総括責任者

(1)　受注者は本契約業務を履行するに当たり、受注者を代理して直接指揮命令する者及びその代理者を選任し、次の任務に当たらせるものとする。
(2)　受注者の従事者の労務管理及び作業場での指揮命令

(3) 本契約業務履行に関する QST との連絡及び調整
(4) 従事者の規律秩序の保持並びにその他本契約業務の処理に関する事項

12 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。

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。

14 免責事項
(1) プラズマの性能に関する一切
(2) 納入後のプラズマ実験運転における機器の健全性
(3) 支給する機器の設計及び製作に関する一切
(4) 本作業後（納入後）の他機器組立作業に関する一切
(5) 既設品、既設設備の取合いに関する非作業部の性能

15 打合せ及び立合い
(1) 本契約に関する打合せを、定期的に QST 施設において行うものとする。
(2) 本仕様書に定める試験、検査項目のうち、一部は立会検査とする。受注者は、QST が立ち会う検査に協力すること。
(3) 本仕様書に定める試験、検査項目のうち、(2)に定めた項目以外は、受注者の自主検査とする。
(4) QST は、前項に定める立会いを行う場合、受注者に事前に連絡する。
(5) QST は、立会現場の写真撮影の必要性を認める場合には、撮影できることとする。
(6) 受注者は、QST が必要と認めた第三者について、QST の 3 日（営業日）以前の予告に受注者が許可の下で、作業及び検査に立ち会うことができるものとする。
(7) 本体室内での工事調整のため、1 週間に 1 回開催される会合に参加し、前週の工事対応状況、今週の作業内容、次週の作業予定について、報告すること。

16 技術情報および作業内容、成果効果等の取扱い
16.1 成果の帰属
本契約により得られる成果の帰属は、別に定める「BA 協定の調達に係る情報及び知的財産に関する特約条項」によるものとする。

16.2 技術情報の開示制限
(1) 受注者は、本契約を実施することにより得た技術情報を第三者に開示しようとするときは、あらかじめ文書で QST の確認を得るものとする。
(2) 受注者は、本契約の目的を達成するために受注者の保有する技術情報を QST が了知する必要が生じた場合、受注者が合意した場合に限り、当該技術情報を QST に無償で提供するものとする。

(3) QST は、受注者の提供する技術情報を、受注者の合意なく第三者に提供しないものとする。

16.3 秘密の保持

受注者は、本契約で作成された資料又は QST が開示した資料を、契約目的以外に使用してはならない。

16.4 知的財産権の取り扱い

本契約により発生する知的財産権の取扱いは、別添「BA 協定の調達に係る情報及び知的財産に関する特約条項」によるものとする。

17 品質保証

本契約の履行に当たり適用する品質保証計画は、別添「BA 調達取決めに係る調達契約の品質保証に関する特約条項」によるものとする。なお、各機器の品質重要度の等級は「クラス B」とする。

18 その他

(1) 受注者は、QST が量子科学技術の研究・開発を行う機関であり、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するとともに、QST の規程等を順守し、安全性に配慮しつつ業務を遂行しうる能力を有する者を従事させること。

(2) 受注者は、本件業務を実施することにより取得したデータ、技術情報、成果その他のすべての資料及び情報を QST の施設外において、発表若しくは公開することはできない。ただし、あらかじめ書面により QST の許可を受けた場合はこの限りではない。

(3) 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。

(4) 現場となる JT-60 本体室では、本仕様の作業の他に、QST が別途発注する作業が実施される。複数の業者が天井クレーンを使用すると共に、作業場所が重複する可能性がある。クレーンの利用時間、作業場所の重複や近接、上下作業を回避して、遅滞なく安全に作業を進めるためには、作業工程を管理して必要に応じた調整をする必要がある。受注者は、作業の安全と効率化に留意し、クレーンの利用時間や作業場所等を管理して積極的に調整すること。

(5) 作業を安全に行うために、足場及び安全帯を掛ける器具を現場内で設置する必要がある。これらは受注者で準備するものとする。これらも作業工程を管理して必要に応じた調整をする必要がある。受注者は、作業の安全と効率化に留意し、積極的に調整すること。

(6) 作業場所となる JT-60 実験棟は、JT-60SA の統合試験運転が予定されており、試験運転条件によっては JT-60 実験棟へ入室できない期間がある。入室禁止期間の詳細は最終的に QST に確認すること。現在の工程では、JT-60SA のコイル耐電圧試験(合計 4 日、I,II 直)やレーザー利用試験時(合計 8 日、終日)に入室不可となる。また、2027 年 1 月下旬から納期までの期間中は、コイル通電試験及びプラズマ実験のため、運転体制下での I,II 直時間帯(8:00~22:30)において JT-60 実験棟本体室内および JT-60 実験棟地下本体機器制御室への入室が不可となる。

II　技術仕様

1　概要

JT-60SA の真空容器内に設置された容器内コイルや安定化板などの容器内機器に関して、容器内コイルは、冷却水による冷却を行う。また、安定化板などの容器内機器は、機器温度を監視する。これら容器内コイル冷却水流量や温度、そして容器内機器温度を監視するためのデータ監視ソフトの作成と計測器の校正試験を行う。

図 2.1-1 に本仕様が関連する機器の配置を示す。冷却水流量・温度の計測器は、JT-60 本体室内の真空容器外にある容器内コイル冷却水配管上に 40ch 設置されている(データ数は 80ch)。計測器は、同じく本体室内に設置されたデータ収集系(SMARTDAC+)1 台に接続される。データ収集系の操作・監視は、シールドルーム(I)に設置され、データ収集系と同一ネットワーク内にあるデータ監視 PC で遠隔により実施する。一方、容器内機器温度は、容器内機器に配置された約 350ch の熱電対(計測器)が真空と大気の境界となるポート部の電流導入端子や容器外(大気)での補償導線を介して、本体機器制御室に設置された計 6 台のデータ収集系(SMARTDAC+)に接続されている。データ収集系の操作・監視は、中央制御室に設置され、データ収集系と同一ネットワーク内にあるデータ監視 PC で遠隔により実施する。

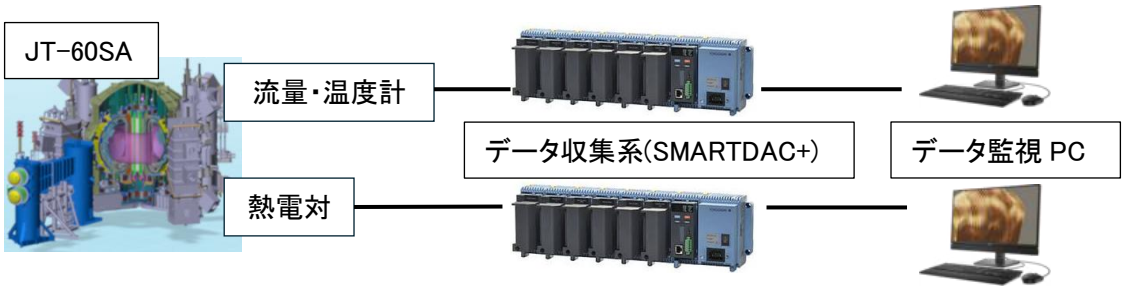


図 2.1-1 容器内機器の冷却水流量及び機器温度監視システムの概要

受注者が行う作業の概要は、以下である。

(1) データ監視 PC でのデータ監視画面の作成作業
(2) データ監視 PC でのインターロック発報条件の設定とソフト上での確認作業
(3) データ監視 PC へのデータ収集系からテキストデータの周期的な転送機能の設定作業
(4) 磁場の有無を考慮した容器内コイル冷却水の流量・温度確認と計測器校正作業
(5) 容器内機器温度のデータ確認と計測器校正作業

2　作業環境

作業場所は、那珂フュージョン科学技術研究所 JT-60 実験棟本体室内(第 1 種管理区域)、JT-60 実験棟地下本体機器制御室(第 2 種管理区域)、JT-60 実験棟 3F シールドルーム I 及び JT-60 制御棟中央制御室である。

3　作業内容

受注者は以下の作業を実施すること。

3.1　データ監視 PC でのデータ監視画面の作成作業

受注者は、中央制御室及びシールドルーム(I)に設置され貸与するデータ監視 PC を用いて付属するディスプレイ上にデータ監視画面を作成すること。容器内コイルの冷却水流量・温度は、指定するデータ収集系(SMARTDAC+)に、TCP/IP(トランスミッション コントロール プロトコル/インターネット プロトコル)経由で接続し、Web ブラウザ上で SMARTDAC+専用のデータビューワを用いてデータ監視画面を作成する。一方、容器内機器温度は、指定するデータ収集系(SMARTDAC+)に容器内コイルとは別の VLAN 内で TCP/IP 経由により接続し、貸与する専用のデータロギングソフトウェア GA10 を用いてデータ監視画面を作成する。データ監視画面の作成は、Web ブラウザ及び GA10 と共に貸与する SMARTDAC+及び GA10 の取扱い説明書に基づき専用の GUI(グラフィカル ユーザー インターフェイス)を用いて実施すること。監視画面の例として図 2.3.1-1 を示す。信号名称や監視画面のレイアウトなどの仕様は、契約後直ちに QST より提示する。

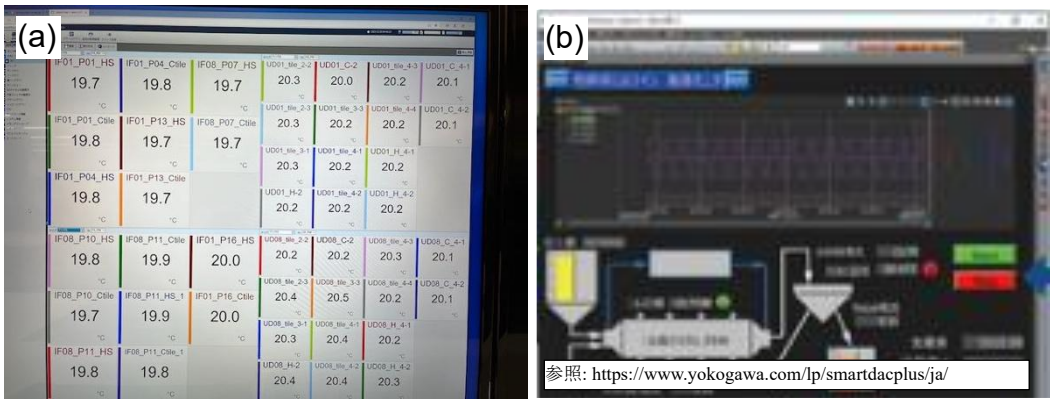


図 2.3.1-1 (a) Web ブラウザ及び(b)GA10 を用いたデータ監視画面(GUI)の一例

3.2　データ監視 PC でのインターロック発報条件の設定とソフト上での確認作業

受注者は、データ監視画面を作成した Web ブラウザ及び GA10 を用いて、QST が契約後に指定する信号名称および発報条件(発報方法、閾値、チャンネル間演算等)により、データ収集系(SMARTDAC+)に装備されている DO(デジタル出力)モジュールから無電圧接点信号を発報できるようにデータ収集系(SMARTDAC+)を設定する。基本的に、測定する全チャンネル(冷却水流量・温度計測:80ch、容器内機器温度:約 350ch)に対して設定する。発報条件の設定は、上記 3.1 同様に支給する SMARTDAC+及び GA10 の取扱い説明書に基づき専用の GUI(グラフィカル ユーザー インターフェイス)を用いて実施すること。具体的な発報条件は、契約後直ちに QST より提示する。

3.3　データ監視 PC へのデータ収集系からテキストデータの周期的な転送機能の設定作業

データ収集系(SMARTDAC+)は常時動作しており、得られたデータはデータ収集系(SMARTDAC+)内蔵のメモリに常時保存されている。データ収集系(SMARTDAC+)に保存されたデータを、データ監視画面を作成した Web ブラウザ及び GA10 において、データ収集系(SMARTDAC+)に実装されている FTP(ファイル トランスファー プロトコル)によるデータ転送機能を用いて、10 分周期でデータ収集系(SMARTDAC+)から遠隔地のデータ監視 PC に冷却水の流量・温度及び容器内機器の温度データ全てをテキストデータ形式で転送する設定を行うこと。データ転送設定は、上記 3.1 同様に貸与する SMARTDAC+及び GA10 の取扱い説明書に基づき専用の GUI(グラフィカル ユーザー インターフェイス)を用いて実施すること。FTP はデータ収集系(SMARTDAC+)側をサーバーに、データ監視 PC 側をクライアントとして設定するこ

と。転送するテキストデータのフォーマットは、データ収集系(SMARTDAC+)の標準形式を用いる。

3.4 磁場の有無を考慮した容器内コイル冷却水の流量・温度確認と計測器校正作業

受注者は、コイル通電試験外で流量・温度測定器が磁場を受けていない環境下において、容器内コイルに冷却水を通水した状態で、各計測器に備わる現場表示器の測定値が上記Ⅱ章 3.1 項で開発したデータ監視画面(Web ブラウザ利用)上に表示された 80 チャンネルの流量・温度値の値と等しいことを確認すること。流量・温度測定器が設置されたポート部並びにアクセス方法について表 2.3.4-1 に示す。

表 2.3.4-1 流量・温度測定器の設置場所及びアクセス方法

ポート	チャンネル数※	アクセス方法
P02H	12ch	P01 共通ステージ
P05H	12ch	P05 共通ステージ
P08LO	12ch	P10 共通ステージ
P11H	12ch	P10 共通ステージ
P13H	8ch	点検歩廊
P14H	12ch	真空排気ステージ
P17H	12ch	P01 共通ステージ

※ 冷却水流量及び温度計測器数の合計

計測器は、磁場環境下で利用実績があるが、容器内コイルに通水した状態で、閉じ込め磁場通電試験を利用し、磁場が計測器に与える影響をデータ監視 PC を用いて調査すること。計測器への磁場の影響は、磁場の方向や強度に依存することが想定されるため、TF コイルや PF コイルの単独通電のみならず、複合通電も利用し、磁場の影響を調査し、通電コイルと通電電流、測定流量と温度に関し時系列も含めデータを分類しまとめること。通電試験の概要を表 2.3.4-2 に示す。これら試験時に磁場影響調査を実施するが、表 2.3.4-2 の試験 No.3,4 では、容器内コイルに通電し、通電時のジュール損失により生じた熱を通電後に冷却水により除去するため、通電前後の時間変化も含めてデータをまとめること。

表 2.3.4-2 コイル通電試験を利用した計測器の磁場影響調査

No.	試験項目	試験コイル情報	日数(I,II 直)
1	TF コイル単独	全 TF 同時	2
2	PF コイル単独	EF1~6 及び CS1~4 独立	12
3	PF コイル複合	CS、EF34、EF1256、容器内コイルの組合せ	3
4	TF/PF コイル複合	TF、CS、EF34、EF1256、容器内コイルの組合せ	3

3.5 容器内機器温度のデータ確認と計測器校正作業

容器内機器に設置された熱電対(計測器)の校正作業を実施する。表 2.3.5-1 に容器内機器に設置された熱電対の ch 数と、電流導入端子が設置されたポートの位置情報を示す。

(1)引出しポートには最大で 24ch(48 端子)分の取合い部を有する電流導入端子(図 2.3.5-1)が設けられており、真空-大気境界となっている。電流導入端子の大気側プラグ(図 2.3.5-2)の指定した 2 端子に貸与する熱電対を差し込み、熱電対に QST が受注後に指定する熱源により熱を加え、各 ch の熱電対が、想定通りの温度測定が可能であるかを全 ch に対して実施す

る。本試験時には、表 2.3.5-1 の各ポート電流導入端子に、行「アクセス」に従ってアクセスし、大気側プラグを取り外し試験を実施する。

(2)JT-60SA 統合試験運転に伴う真空容器温度変化(常温、50 度、200 度)時に全チャンネルの温度を温度変化(時系列)も含め記録する。



図 2.3.5-1 電流導入端子
(BURNDY 型)図正面は真空側



図 2.3.5-2 電流導入端子
(BURNDY 型)大気側プラグ

表 2.3.5-1 容器内機器に設置された熱電対の引出し部ポート名とチャンネル数

ポート	P01H	P06H	P08H	P09H	P12H	P15H	P18H
アクセス	P1CS	P5CS	P10CS	P10CS	点検歩	真空ス	P1CS
内側第一壁	8		8			63	
上側ダイバータ	14		14				
安定化板		15		8	5	10	21
下側ダイバータ	48	42	36		36		
大量ガス入射装置				3			3

※ CS、点検歩、真空スはそれぞれ共通ステージ、点検歩廊、真空ステージを意味する。

3.6 試験検査

以下、表 2.3.6-1 に記載した試験検査を実施し、結果について、試験検査成績書に取りまとめること。なお、事前に試験検査要領書にて QST の確認を得た上で実施するものとする。

表 2.3.6-1 試験検査内容

節番号	試験項目	検査内容
3.1	データ監視 PC でのデータ監視画面の作成	QST が指定した画面構成で、測定結果が表示されていることを確認
3.2	データ監視 PC でのインターロック発報条件の設定とソフト上での確認	QST が指定した発報条件で、データ監視PCの画面上で発報を確認(実際に DO モジュールから発報させない)
3.3	データ監視 PC へのデータ収集系からテキストデータの周期的な転送	FTP により 10 分周期で測定結果がデータ監視 PC に転送されていることを確認
3.4	磁場の有無を考慮した容器内コイル冷却水の流量・温度確認と計測器校正	通電試験外及び中の冷却水流量及び温度をまとめた結果を確認
3.5	容器内機器温度のデータ確認と計測器校正	(1)大気側プラグに熱電対を接続し、各 ch に想定した温度変化があることを確認 (2)真空容器が、常温、50 度、200 度と変化した際の容器内機器温度をまとめた結果を確認