

リアルタイムクエンチシステムの構築作業 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

超伝導磁石開発グループ

1. 一般仕様

1.1. 件名

リアルタイムクエンチシステムの構築作業

1.2. 概要目的

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。)では、幅広いアプローチ活動の一環として実施されるサテライト・トカマク計画整備として、統合コミッショニングにおいて超伝導コイル用冷凍設備の運転を行う。本件では、冷凍設備の運転に必要なリアルタイムクエンチシステム(以下「リアルタイムシステム」という。)のプログラム構築を行う。

1.3. 契約範囲

1.3.1. 契約範囲内

- リアルタイムシステムの構成図を図1に示す。リアルタイムシステム2式は基本的に同一構成であり、本契約では両リアルタイムシステムに対して同一仕様のソフトウェアを開発し、それぞれに導入するものとする。具体的には、次に示すソフトウェアを開発し、納品する。
 - ▶ 常駐処理の作成
 - ▶ 放電シーケンス中の処理の作成
 - ▶ データ転送機能の作成
 - ▶ ユーザーインターフェース(以下「UI」と呼ぶ)の作成
 - ▶ ログ機能の作成

1.3.2. 契約範囲外

- 図1の赤枠外に示す既存設備との接続、物品調達及び配線工事については、本仕様の契約範囲外とする。

1.4. 納入

納入期限:令和9年2月26日

納入場所: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 実験棟増設部 能動粒子線電源室

1.5. 検査条件

1.7 項に示す全ての貸与品の返却、1.6 項に示す提出図書の完納、2.6 項に示す試験検査の合格及び仕様書に定める業務が実施されたと QST が確認した時をもって検査合格とする。

1.6. 提出図書

表 1.6 に示す図書を提出すること。

表 1.6 提出図書名、提出時期、部数等

図書名	提出時期	部数	確認
1. 社内体制表	契約後速やかに	文書1部及び電子媒体	不要
2. 工程表	契約後速やかに	文書1部及び電子媒体	要
3. 作業要領書	契約後速やかに	文書1部及び電子媒体	要

4. 設計書	開発・増設着手前	文書 1 部	要
5. 試験検査要領書	試験検査前	文書 1 部	要
6. 試験検査成績書	試験検査後	文書 1 部	要
7. 完成図書(4,5,6,8 で構成される)	納入時	文書 1 部及び電子媒体	不要
8. 開発したソースコード	納入時	電子媒体	不要
9. 再委託承諾願 (QST 指定様式)	下請負等がある場合には、作業開始2週間前までに提出のこと	文書 1 部	要
10. 外国人来訪者票 (QST 指定様式)	入構の 2 週間前まで (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 提出すること)	電子媒体	要
11. 打合せ議事録	打合せ後1週間以内	文書 1 部	要
12. 作業日報	作業終了の翌営業日	文書1部	不要
13. その他、必要と認められた書類	随時	必要数	

(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 超伝導磁石開発グループ

(確認方法)

「確認」は次の方法で行う

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、確認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、確認したものとする。ただし、再委託承諾願については、QST の確認後文書により回答する。外国人来訪者票については、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。

(電子媒体)

提出物のうち電子媒体は、CD-R 又は DVD-R により提出すること。

データ形式は Microsoft 社製 Word、Excel、Adobe 社製 PDF のいずれかの書式を用いること。ただし、この方法によることができない電子媒体については、QST の情報セキュリティ実施規程等を遵守し、QST と協議して提出方法を決定すること。また、外国人来訪者票は電子メールの添付ファイルにて提出すること。

1.7. 支給品及び貸与品

支給品及び貸与品については、契約条項のとおりとする。なお、QST が支給品及び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。

(1) 支給品

現地調整作業に必要な電源(AC100V)は無償にて支給する。

支給場所・時期・方法は QST と協議する。

(2) 貸与品

貸与品一覧を表 1.7-1 に示す。

引渡し方法は手渡しとする。引渡し時期は契約後 QST と協議する。

表 1.7-1 貸与品一覧

項目	品名	数量	引渡し場所	備考
1	リアルタイムシステム	2 式	能動粒子線電源室	詳細仕様は表 1.7-2 のとおり
2	リアルタイムシステム完成図書	1 式	制御棟 416A 室	

※ リアルタイムシステムの貸与にあたり、モニタ、キーボード、マウス 1 式を貸与する。

表 1.7-2 リアルタイムシステム 1 式あたりの構成表

品名	リアルタイムシステム (1 式あたり)
OS	RedHawk Linux real-time OS with Rocky Linux distribution (v8.4)
プロセッサ	Intel® Xeon(R) Silver 4309Y CPU @2.84GHz ×16
RAM	125.5 GB
グラフィック	llvmpipe (LLVM 11.0.0 256bits)
GNOME	Ver. 3.32.2
内臓 PCIe カード	CP-ADS6418 x 2 枚
	CP-MFIO x 1 枚
	PMC5565PIORC & 専用キャリア x1 組
インストール済み ソフトウェア	Visual Studio Code ver.1.10.2
	コンパイラ:gcc 8.4.1 20200928
	WC-ADS6418
	WC-CP-FIO
	emDRV-BASE
	emDRV-PCIE-5565
付属品 (端子台&ケーブル)	CX-CBL-HIS-F-01 x 3
	CX-CBL-AIO-BRKF x 3
	LC-LC 光ケーブル 5m x 1

1.8. 品質管理

本件は、全ての工程において十分な品質管理を行うこととする。

1.9. 適用法規・規格基準

本作業の実施に当たっては、以下の法令、規格、基準等を適用又は準用して行うこと。

(1) QST 内諸規程、規則等

- ・那珂フュージョン科学研究所安全衛生管理規則
- ・那珂フュージョン科学研究所電気工作物保安全管理規程・規則
- ・那珂フュージョン科学研究所事故対策規則、要領
- ・那珂フュージョン科学研究所リスクアセスメント実施要領

(2) 法規、規格、基準等

- ・労働基準法
- ・労働安全衛生法
- ・廃棄物の処理及び清掃に関する法律
- ・電気設備技術基準
- ・電気学会電機規格調査会標準規格(JEC)
- ・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

1.10. 成果の帰属

本業務により得られた成果を利用又は処分する権利は QST に帰属する。提出された図書及び電子データの所有権は全て QST に帰属するものとする。ただし、受注者が書面による QST の確認を得た場合はこの限りではない。

1.11. 秘密の保持

本契約において作成され、又は QST が貸与した資料は契約目的以外に使用してはならない。ただし、事前に QST の確認を得た場合はこの限りではない。

1.12. 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、第三者への損害防止も留意し、必要な処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。
- (4) 作業中は、常に整理整頓を心がけるなど、安全及び衛生面に十分留意すること。
- (5) 受注者は、本作業に使用する機器、装置の中で地震などにより安全を損なうおそれのあるものについては、転落防止対策等を施すこと。

1.13. 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。

1.14. 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と協議の上、その決定に従うものとする。

1.15. その他

本契約に関する作業関係者に外国人が含まれ、那珂フュージョン科学技術研究所に入構する予定がある場合は、速やかに QST に連絡すること。入構許可を有していない場合は、入構手続きを行い、那珂フュージョン科学技術研究所の入構許可が下りたことを確認して入構すること。外国人の入構手続きについて、手続き開始後、許可が下りるまで通常 2 週間程度を要する。また、許可が下りない場合もありうる。

1.16. 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。

2. 技術仕様

2.1. 概要

本件で開発するリアルタイムシステムは、超伝導コイルの常伝導転移(以下「クエンチ」と言う。)やコイル通電により発生する応力をリアルタイムで解析し、超伝導コイルを安全に運転するためのシステムである。本契約ではクエンチ判定処理やコイル応力解析処理の内容については含まず、各々の処理を実行するための環境を構築するものである。

2.2. 資格

Rocky Linux 8 OS を使用する知見・技術を有する者が本作業を実施すること

2.3. 作業場所

受注者の事業所等 及び

QST 那珂フュージョン科学技術研究所

JT-60 実験棟増設部 能動粒子線制御室、能動粒子線電源室

2.4. 使用プログラミング言語

C 言語または C++とする。その他の言語を使用する場合は、QST との協議により決定すること。

2.5. 作業内容

(1) 常駐処理の作成

リアルタイムシステムはコイル通電中に常時稼働する計画で、平日朝に起動し、夕方に終了する想定である。起動中は図 2 に示すフローの常駐処理が実行される。

250us、10ms の 2 つの異なる周期でループさせ、250us 周期で計測したデータを 10ms に 1 回平均化処理(使用する点数は任意に変更できるものとする)を行い、平均化したデータを内部ストレージに保存するものである。

(2) 放電シーケンス中の処理の作成

リアルタイムシステム稼働中は、1 回あたり 10 分程度、1 日数十回程度の放電シーケンスが実行される。その間の処理は、常駐処理に加えて図 3 に示すフローが実行される。

なお、同図に示した緑枠にある処理「MMS処理」および「ノイズキャンセル処理」の内容の構築は契約範囲外とする。

シーケンスの開始/終了は図 4 のとおり、表 2.5-1 に示すタイミング信号を用いて判断する。

表 2.5-1 受信するタイミング信号

信号名	意味
実時間制御開始指令	受信したタイミングでシーケンス開始を判断
実時間制御停止指令	受信から 20 秒後にシーケンス終了と判断
放電シーケンス中断指令	受信から 20 秒後にシーケンス終了と判断

(3) データ転送機能の作成

データの送信はリアルタイムシステムから図 1 に示す実験 DB サーバーに送信するものである。

I.放電結果データの送信処理

放電シーケンス処理中に常駐処理で得た全ての計測データ、およびMMS処理、ノイズキャンセル処理で生成した全てのデータを送信する。送信するためのデータフォーマットなど、構築に必要な情報は契約後に QST から受注者に伝える。

放電結果データで送信するデータを表 2.5-2 に示す。

表 2.5-2 放電結果データで送信するデータ一覧

信 号 名	点 数
コイル電圧	142 点
コイル電流	11 点
ノイズキャンセル処理の入力値	100 点
MMS処理の入力値	99 点
容器内コイル電流	38 点
処理後コイル電圧	9 点
コイル応力	310 点

II.プラントデータの送信処理

プラントデータとは、放電シーケンス外において常駐処理で得たデータを送信するものである。データのタイムスタンプは図 1 に示す NTP サーバーと同期をとり、正確性を維持する。

全データの送信は行わない。送信するデータが収集された時刻は、オペレータが任意で選択できるようにする。

プラントデータで送信するデータの種別を表 2.5-3 に示す。

表 2.5-3 プラントデータで送信するデータ一覧

信 号 名	点 数
コイル電圧	142 点
コイル電流	1 点

(4) UI の作成

オペレータが操作しやすいように UI を作成する。UI では次の機能が実行できるものとする。

- ・ 放電シーケンス中におけるタイミング信号の受信状況の視覚化
- ・ MMS 処理、ノイズキャンセル処理の起動/停止操作
- ・ (3)II で送信するデータのタイムスパンの設定
- ・ エラーの有無

(5) ログ機能の作成

処理中に何らかのエラーが発生した場合は、エラーが発生した処理およびエラー発生時刻をログとして残す。

2.6. 試験検査

表 2.6 に示す試験検査項目について、試験手順や詳細の判定基準を記載した試験検査要領書を提出して、QST の確認を得た後、試験を実施し各試験結果について試験検査成績書を提出すること。

表 2.6 試験検査項目

試験名	試験内容	合格基準
動作試験	リアルタイムシステムを図 1 に示す周辺機器実機と接続し、作成した処理が正しく行えることを確認する。	以下が仕様とおりに動いていること ・常駐処理 ・放電シーケンス中処理 ・データの転送 ・UI の動作 ・ログ出力機能

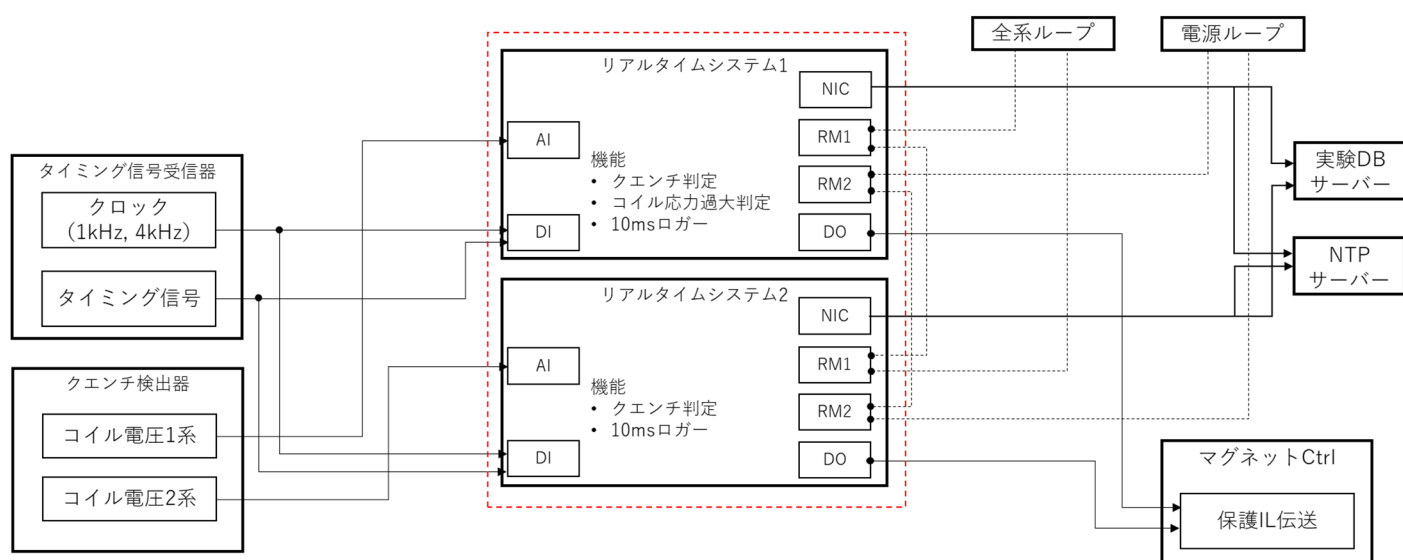


図 1. リアルタイムシステムの構成概略図

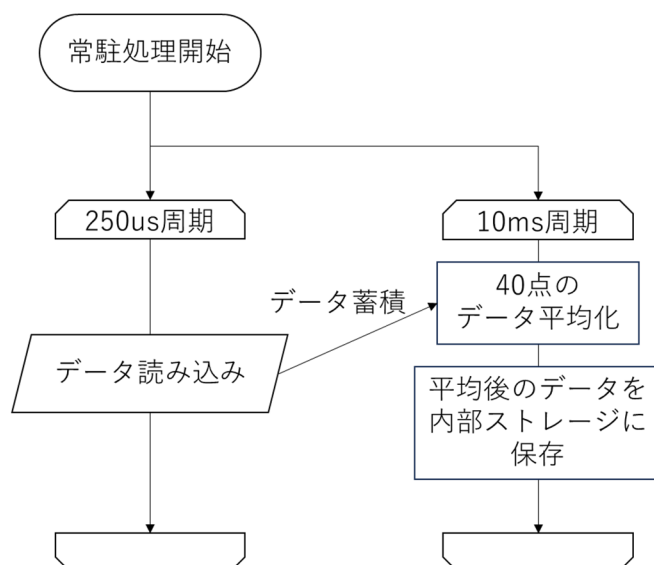


図 2. 常駐処理のフロー図

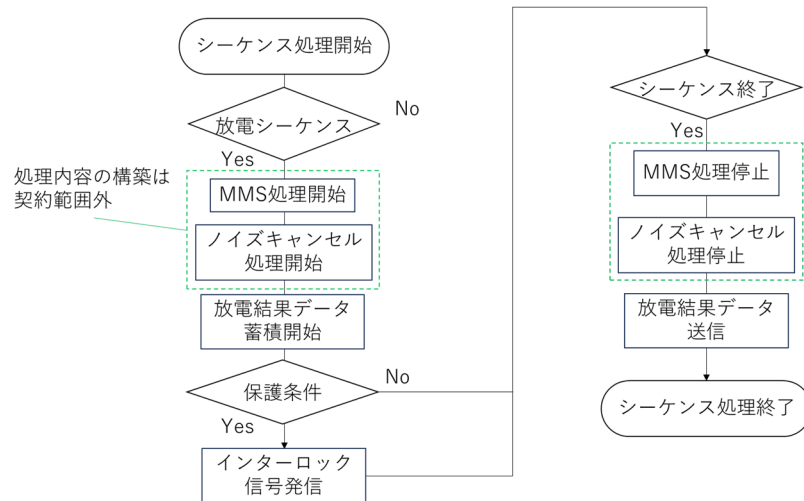


図 3. 放電シーケンス中のフロー図

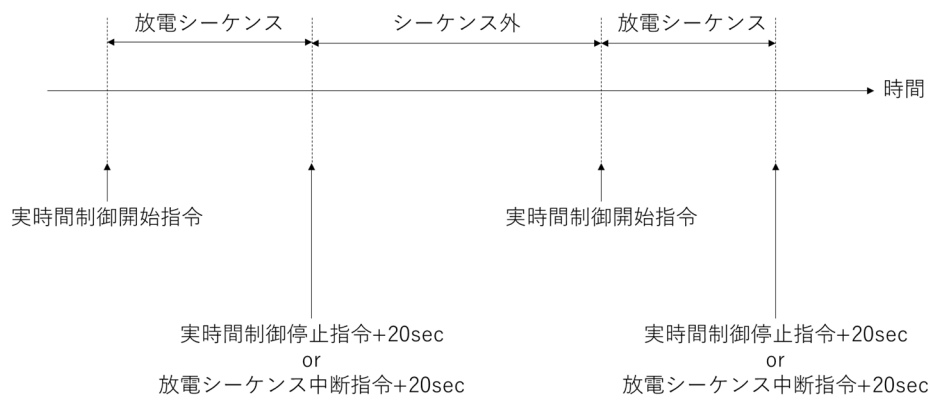


図 4. 放電シーケンスの判断基準

以 上