

NB 送電及び容器内コイル電源運転のための
電源設備制御監視システムの改良
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 電源・制御開発グループ

第1章 一般仕様

1-1. 件名

NB 送電及び容器内コイル電源運転のための電源設備制御監視システムの改良

1-2. 目的及び概要

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・トカマク計画において、超伝導トカマク装置（以下「JT-60SA」という。）のプラズマ加熱実験に向けた整備の一環として、プラズマ加熱装置である NBI 装置の再稼働、容器内コイル電源の試験調整を進めている。

NBI 装置は、既存の電動発電機である JT-60 加熱用発電設備（以下「H-MG」という。）から出力母線、遮断器を介して必要な交流電力が供給される機器である。容器内コイル電源である「誤差磁場補正コイル電源」及び「抵抗性壁モード抑制コイル電源」は、JT-60SA 真空容器内に設置される「誤差磁場補正コイル」及び「抵抗性壁モード抑制コイル」に電力を供給するものである。

本件は、プラズマ加熱実験において、H-MG から NBI 装置への給電するために必要な電源設備制御監視システム内の H-MG 制御系の改良及び放電シーケンスでの容器内コイル電源用遮断器制御機能追加を行うものである。

1-3. 契約範囲

NB 送電及び容器内コイル電源運転のための電源設備制御監視システムの改良 一式

- (1) H-MG 制御系の改良
- (2) 容器内コイル電源用遮断器制御機能の追加

1-4. 納期

令和 7 年 12 月 26 日（金）

1-5. 作業場所

QST 那珂フュージョン科学技術研究所内の JT-60 整流器棟電源制御室とする。

上記以外での作業が発生した場合には、受注者と協議するものとする。

1-6. 支給品及び貸与品

- (1) 支給品

本作業に必要な電力は、QST が指定するコンセント及び実験盤にて無償で支給する。

- (2) 貸与品

本調整作業に必要な以下図書類を無償で貸与する。引渡場所は JT-60 整流器棟電源制

御室とし、紙媒体のファイルを貸与するものとする。

- | | |
|-------------------------------|----|
| 1) インターロックブロック線図（以下「IBD」という。） | 一式 |
| 2) 運転監視 PC ソフトウェア仕様書 | 一式 |
| 3) データ管理仕様書 | 一式 |
| 4) データベース処理仕様書 | 一式 |
| 5) 運転制御処理仕様書 | 一式 |
| 6) メッセージ通信処理仕様書 | 一式 |
| 7) 展開接続図 | 一式 |

1-7. 提出図書

受注者は、下記に示す提出図書を遅滞なく提出すること。

また、提出図書（ただし、「再委託承諾願」は除く）については、印刷媒体と CD-R/DVD-R を用いた電子媒体（USB メモリは不可）の両方で納入すること。

提出図書の種類	提出期限	数量	確認
全体工程表	契約締結後、速やかに	1 部	要
作業体制表	契約締結後、速やかに	1 部	不要
改良検討書	調整開始 1 か月前まで ※1 部確認後、コピー 1 部提出のこと。	計 2 部	要
試験要領書	試験開始 1 か月前まで ※1 部確認後、コピー 1 部提出のこと。	計 2 部	要
作業日報	現地作業期間中、作業翌日まで	1 部	不要
週間工程表	前週の金曜日 (当該週前後 1 週間も含む。 合計 3 週間分)	1 部	不要
月間工程表	前月の第 2 金曜日 (当該月前後 1 ヶ月も含む。 合計 3 ヶ月分)	1 部	不要
試験検査報告書	試験検査完了後、速やかに	1 部	不要

完成図書 改良作業報告書 ソフトウェア関係 PLC プログラムリスト インターロックブロック線図 取扱説明書	納入時	2 部	不要
再委託承諾願 (QST 指定様式)	作業開始 2 週間前まで ※下請負等がある場合提出のこと。	1 部	要
外国人来訪者票 (QST 指定様式)	入構 2 週間前 ※外国籍の者、又は日本国籍 の非居住者が入構する場合提出のこと。	電子	不要
その他 QST が必要とする図書	その都度 (詳細は別途協議)	必要部	不要

(提出場所)

QST 那珂フュージョン科学技術研究所 JT-60 制御棟 415 号室

(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。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、受理したものとする。この確認は、確認が必要な図書 1 部をもって行うものとし、QST の確認後、受注者へ返却するので、受注者は、受領印を押印した図書のコピー 1 部を QST へ送付すること。

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。

1-8. 検査条件

1-3 項及び 2 章に示す作業完了後 2-5 項に示す試験検査の合格並びに 1-7 項に示す提出図書の内容を QST が確認したことをもって検査合格とする。

1-9. 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。

1-10. 適用規格、規程等

下記の関係規格、基準、規程等に準拠すること。

- (1) 日本産業規格(JIS)
- (2) 日本電機工業会標準規格(JEM)

- (3) 日本電気規格調査会標準規格(JEC)
- (4) 日本電線工業会規格(JCS)
- (5) 日本電気協会内線規程(JEAS)
- (6) 電気設備の技術基準を定める省令
- (7) その他関係する諸規格、基準

1-11. 安全管理

- (1) 作業計画にあたっては、十分な現場調査を行い、綿密かつ無理のない工程を組むこと。
また、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。
- (2) 受注者は、本契約に伴う一切の作業遂行及び安全確保に係る労基法、労安法その他法令上の責任並びに作業従事者の規律・秩序及び風紀の維持に関する責任を負うこと。
- (3) 受注者は、作業着手前に **QST** と安全について十分に打合せを行うこと。また、作業の安全について指摘を受けた場合は、速やかに改善すること。
- (4) 作業期間中は常に整理整頓を心掛け、安全及び衛生面に十分留意すること。
- (5) 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、地震等が発生した場合に備えて避難方法や避難経路を作業者全員に周知すること。
- (6) 受注者は作業実施前に本作業のリスクアセスメントを実施すること。また、**QST** の指示があった場合、その内容を提示すること。
- (7) 受注者は、非常時連絡体制表を作成し作業場所に掲示すること。また、その内容を作業者全員に周知すること。

1-12. 特記事項

- (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、業務を遂行し得る能力を有する者を従事させること。
- (2) 受注者は、業務を実施することにより取得した当該業務及び作業に関する各データ、技術情報、成果その他の全ての資料及び情報を **QST** の施設外に持ち出して発表若しくは公開し又は特定の第三者に対価を受け、若しくは無償で提供することはできない。ただし、あらかじめ書面により **QST** の承認を受けた場合はこの限りではない。
- (3) 受注者は、情報システム（情報処理及び通信に関わるシステムであって、ハードウェア、ソフトウェア及びネットワーク並びに記録媒体で構成されるものをいう。）を利用する場合には、当該業務により取得した情報及び情報システムを保護するために、情報システムからの情報漏えい、コンピュータウィルスの侵入等の防止その他必要な処置を講じること。
- (4) 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。
- (5) **QST** が貸与した物品は受注者が善良な管理を行い、使用後は速やかに返却すること。

1-13. 品質管理

本作業に関わる全ての工程等において、十分な品質管理を行うこと。

1-14. 総括責任者

受注者は、本契約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。

- (1) 受注者の従事者の労務管理及び作業上の指揮命令
- (2) 本契約業務履行に関する **QST** との連絡及び調整
- (3) 受注者の従事者の規律秩序の保持その他本契約業務の処理に関する事項

1-15. 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。

1-16. 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。

第2章 技術仕様

2-1. 概要

次回統合試験運転及びプラズマ実験運転(Op-2)では、プラズマ加熱装置である NBI 装置の運転が開始される。NBI 装置は、電動発電機である H-MG から 18kV で給電され運転を行う。しかし、NBI 装置はこれまでの実験運転では使われていなかったため、当該機器に給電するための機能が電源設備制御監視システム内の H-MG 制御系には整備されていない。同様に、Op-2 で運用が開始される容器内コイル電源(誤差磁場補正コイル電源、抵抗性壁モード抑制コイル電源)の実験運転での放電シーケンスに対応した交流電源機器(遮断器等)を制御する必要があるが、現在の電源設備制御監視システムにはその機能は含まれていない。

本件では、今後のプラズマ実験を円滑に実施するために必要な NBI 装置に給電するための H-MG 制御系の改良及び放電シーケンスに対応した誤差磁場補正コイル電源、抵抗性壁モード抑制コイル電源用交流電源機器(遮断器等)の制御機能追加を実施する。

2-2. 仕様範囲

図 1 に既存電源設備制御監視システム構成図を示す。仕様範囲は、2 点鎖線で囲まれた制御機器である「運転監視 PC」(計 2 台)、「PS-SC 模擬計算機」(1 台)、「H-MG PLC1、2」(各 1 台)及び「電源設備 PLC2、3」(各 1 台)とする。

受注者は、「運転監視 PC」、「PS-SC 模擬計算機」、「H-MG PLC1、2」及び「電源設備 PLC2、3」に対する機能改良のための当該ソフトウェア改良を行い、試験検査を行うこと。

これらの改良作業内容を改良検討書に記して提出し、QST の確認を得ること。改良検討書には、IBD、基本制御及び詳細制御についての検討結果に関する情報も含むこととする。

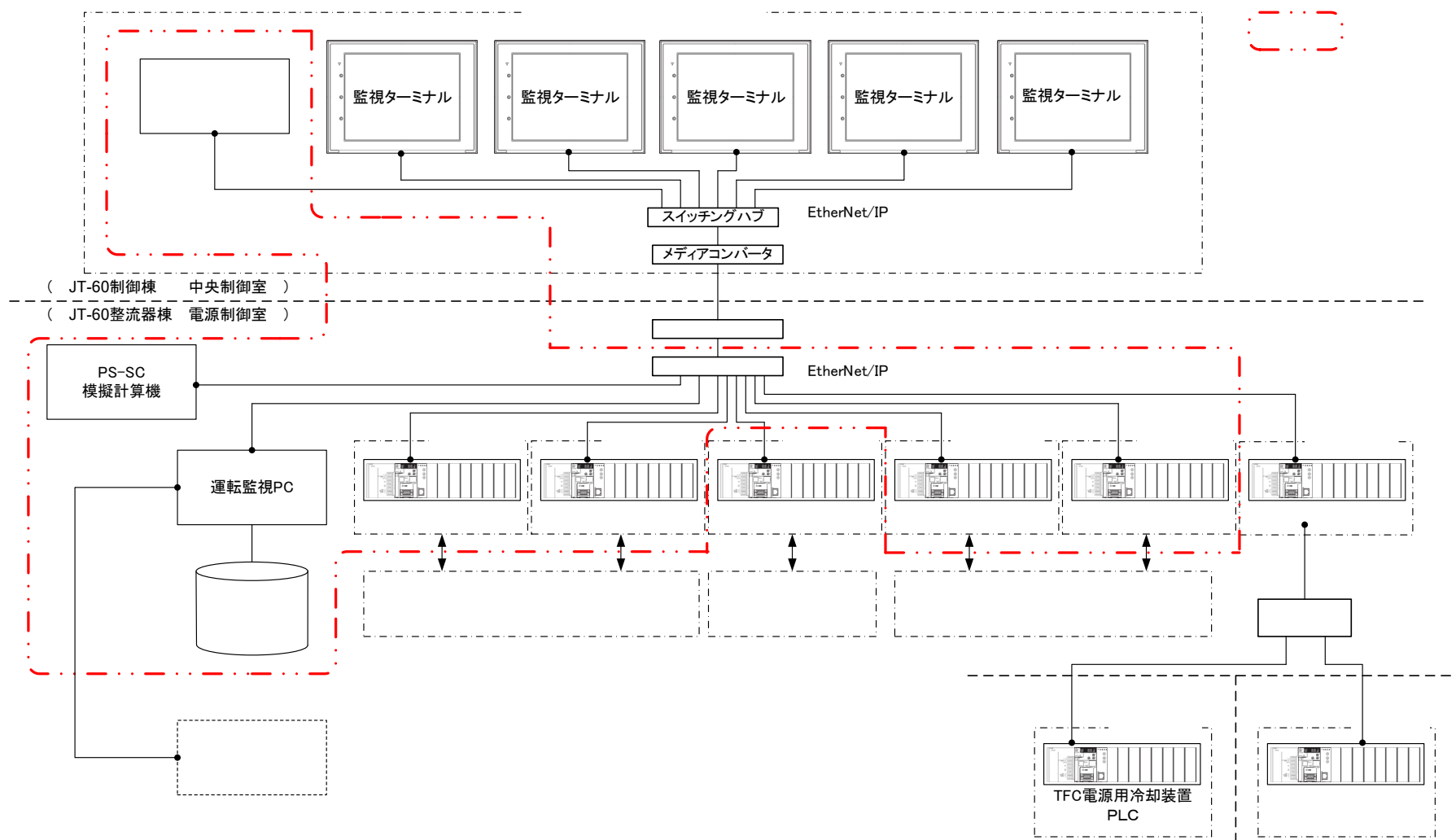


図 1 電源設備制御監視システム構成図

2-3. ソフトウェア改良作業

受注者は、既存の電源設備制御監視システム(以下「PS-PLC システム」という。)に以下の機能に関する改良作業を行うこと。

(1) H-MG 制御系の改良

- H-MG 制御系を NBI 装置への送電に対応した放電シーケンス制御に改良すること。
- メッセージ通信を精査し、機器の状態が一致する処理に改良すること
- H-MG 補機の操作について、仕様を考慮した処理を追加すること。

(2) 容器内コイル電源用遮断器制御機能の追加

- 容器内コイル電源用遮断器の制御機能を追加すること。
- 容器内コイル電源用断路器の操作について、機器の仕様を考慮した処理を追加すること。

2-3-1. H-MG 制御系の改良

添付資料 1 にコイル電源のみに送電する場合(既存 H-MG 制御系)の放電シーケンスタイムチャートを示す。

既存の放電シーケンスの流れは、「放電シーケンス開始指令」信号をタイミングシステムから受信し、放電シーケンスの制御を開始する。「H-MG 再加速開始指令」を統括制御（電源統括制御計算機(PS-SC)経由）から受信し、設定回転数まで再加速を開始する。設定回転数が高いと再加速時間が長くなるので、放電シーケンス開前に再加速を開始する場合がある。

設定回転数に到達したら、その状態を維持する。「 $t=60$ 秒」信号をタイミングシステムから受信し、 $t=50$ 秒でコイル電源へ送電するための遮断器 52GP1 に「入」指令を出力する。「入」状態を確認したら、H-MG へ励磁開始指令を出力し、コースティング開始指令を出力する(コースティング開始)。放電が完了し、【H-MG 励磁停止依頼】を電源統括制御計算機(PS-SC)から受信したら、H-MG へ励磁停止指令を出力する。停止を確認したら、遮断器 52GP1 に「切」指令を出力する。

NBI 装置を使用する放電シーケンス制御を追加すること。NBI 装置を使用する放電シーケンス制御の追加として、NBI 装置へ送電するための遮断器 52NH1 が入状態の場合のみ制御方式が「統括」でも励磁の「開始／停止」操作ができるように処理を追加すること。また、遮断器 52NH1 が入状態の場合のみ「放電シーケンス終了」信号をタイミングシステムから受信後、任意の時間経過後に励磁を開始する処理を追加すること。任意時間(設定可能範囲：60 秒～600 秒)は設定できる運転監視 PC の画面に項目を追加すること。「放電シーケンス終了」からの経過時間が確認できる画面表示を追加すること。この処理の「使用／不使用」を選択する処理を追加すること。選択は、運転監視 PC の画面に項目を追加すること。

動作検証ができる PS-SC 模擬計算機に当該処理を追加すること。

2-3-1. NBI 装置を使用する放電シーケンス

添付資料 2 に NBI 装置のプラズマ入射ありの放電シーケンスタイムチャートを示す。

上記に示すコイル電源のみの場合と同様に、放電シーケンス開始、再加速開始とシーケンス制御を実施すること。t=-68 秒で「H-MG 励磁停止指令」を統括制御（電源統括制御計算機(PS-SC)経由）から受信したら、励磁を停止し、励磁停止確認後に「励磁停止 完了」を応答すること。励磁停止確認後は、コイル電源のみの場合と同様に t=-50 秒以降の放電シーケンス処理を実施すること。

2-3-1-2. メッセージ通信処理の見直し

通常は、放電シーケンス開始後に再加速が開始される。設定回転数が高いと再加速時間が長くなるので、放電シーケンス開始前に再加速を開始する場合がある。この場合、「H-MG 再加速開始指令」を統括制御（電源統括制御計算機(PS-SC)経由）から受信後に「H-MG 再加速完了」を送信する場合がある。この場合、状態は「再加速中」となることから、機器の状態と一致しなくなる。そのため、メッセージ通信処理を精査し、機器の状態と一致するように処理を改良すること。

2-3-1-2. H-MG 補機の操作について機器の仕様を考慮した処理の追加

H-MG 補機の停止は、機器の仕様上、H-MG の制動完了後 5 分間待機する必要がある。H-MG の制動完了後 5 分経過するまで H-MG 補機の停止操作ができない処理を追加すること。操作可能となるまでの経過時間を運転監視 PC で確認できる画面表示を追加すること。

2-3-2. 容器内コイル電源用遮断器制御機能の追加

2-3-2-1. 容器内コイル電源用遮断器の制御機能の追加

これまでの容器内コイル電源の単体通電試験は、制御方式「個別」で実施していたが、プラズマ実験では、放電シーケンスに対応して遮断器の「入／切」制御機能を追加する必要がある。放電シーケンス中「放電条件設定指令」を統括制御(電源統括制御計算機(PS-SC)経由)から受信後に、放電条件を確認して、抵抗性壁モード補正コイル電源「52RWM2」、誤差磁場補正コイル電源遮断器「52EFCC」に対し「入／切」制御機能を追加すること。ただし、下記の条件を考慮すること。

(1) コイルが「使用」の場合は、「入」制御すること。

ただし、入状態の場合は、「入」制御しないこと。

(2) コイルが「不使用」の場合は、「切」制御すること。

ただし、切状態の場合は、「切」制御しないこと。

この機能追加後は、現在のソフトウェアインターロックを削除し、他の遮断器と同様の操

作ができるようにすること。

2-3-1-2. 容器内コイル電源用断路器の操作について機器の仕様を考慮した処理の追加

容器内コイル電源用断路器である 89SCPS 及び 89FPPC は、次の操作をする場合に 10 分間待機しなければならない。

例えば、切状態から入操作をし、入状態になってから 10 分間待機してから切操作を行う必要がある。そのため、遮断器の状態変化後の次の操作は 10 分経過するまでできない処理を追加すること。操作ができるようになるまでの経過時間を運転監視 PC で確認できる画面表示を追加すること。

2-5. 試験検査

以下に示す試験については、試験要領書を提出し QST の確認を得ること。なお、試験は必要に応じて QST の担当者が立ち会うものとする。

なお、本試験における受注者の責任範囲は、本仕様で調整した機能とし、試験中に本仕様外の箇所で生じた不具合は含まれないものとする。

(1) 試験項目

2-3. の改良項目全ての機能試験

(2) 試験の方法

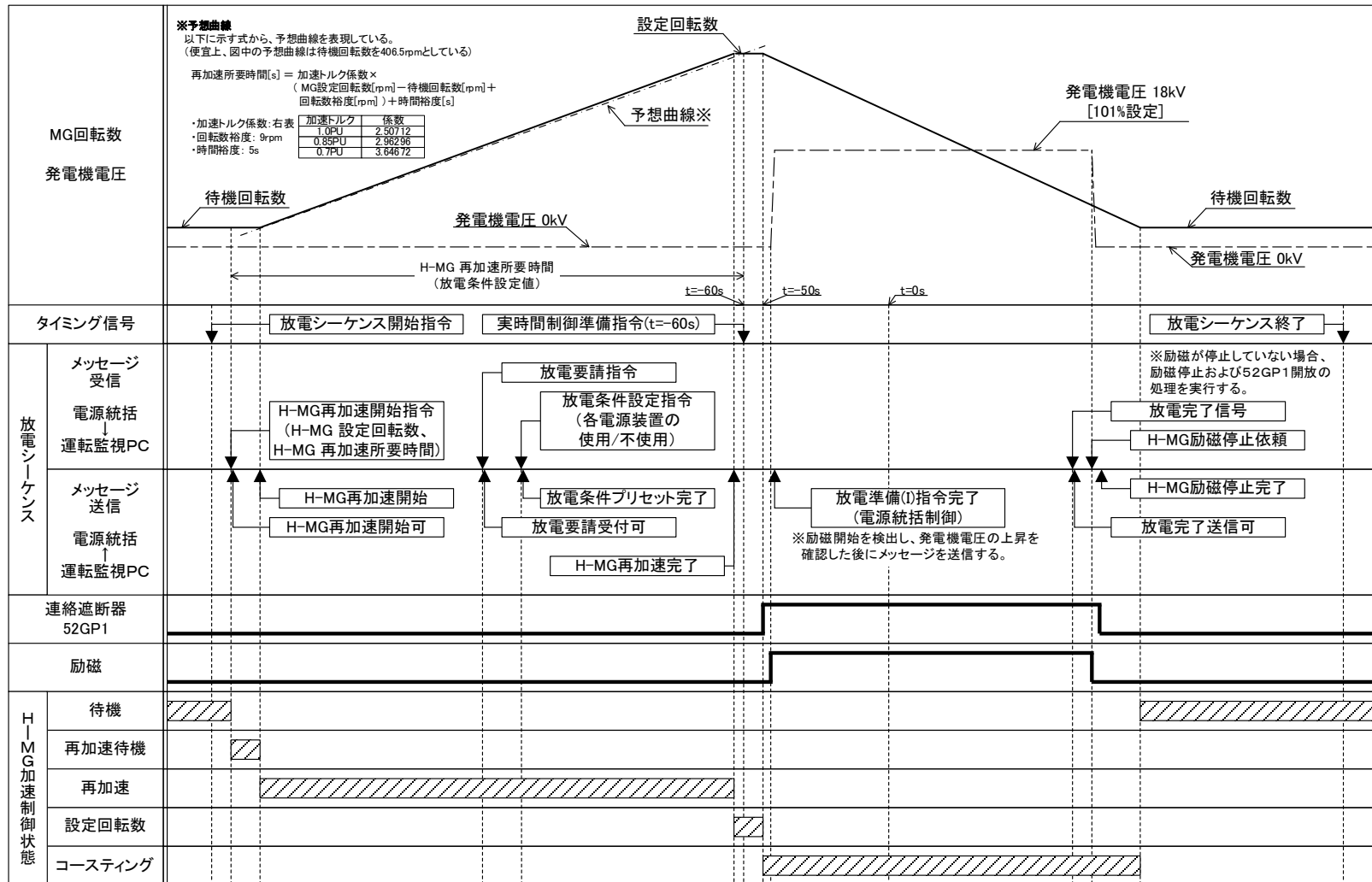
模擬シーケンス、模擬信号等を用いて動作が正常に行われることを確認すること。

出力信号は、既設制御盤の端子台より出力しないこと。

また、運転監視 PC、監視ターミナル及び電源設備 PLC が正常に動作していることを確認すること。

以 上

添付資料1 放電シーケンスタイムチャート（コイル電源のみ）



添付資料 2 放電シーケンスタイムチャート (NB 装置のプラズマ入射あり)

