

クライストロン電源メンテナンス作業
仕様書

1. 件名

クライストロン電源メンテナンス作業

2. 目的及び概要

本件は、リニアック加速器の安定的な運転を行うために J-PARC リニアック棟に設置されたクライストロン電源をメンテナンスするものである。本件は、ケーブル及びその端末の接続確認、機器の外観検査、クローバ盤等の部品の交換、絶縁油の絶縁油検査、シーケンス試験を含む動作確認、検査、及び、経年劣化が顕著な部品交換等を実施することにより加速器の安定運転に資する。

3. 作業実施場所

茨城県那珂郡東海村大字白方 2-4

日本原子力研究開発機構 J-PARC センター リニアック棟

4. 納期

令和 9 年 3 月 26 日

5. 作業内容

5. 1 作業期間

契約締結日～令和 9 年 3 月 26 日とする。

5. 2 対象設備・装置

(1) クライストロン電源

表 1 代表仕様

入力電圧	3φ 6600V(主回路)、3φ 200V、1φ 100/200V
定格動作電圧	DC-110kV (ただし 6 号機のみ DC-80kV)
パルス負荷電流	194A、平均電流 6.8A
最大パルス幅	700 μs
最大繰り返し数	50Hz
電圧サグ	5%
出力電力	748kW

表2 クライストロン電源構成機器

高圧受電盤	7台	VCB2 個入り 6台 1 個入り 1台
降圧変圧器	13台	油入自冷式、600kVAx2
電圧調整盤	13台	サイリスタ位相制御方式
変圧整流器	13台	水冷式、1000kVA
クローバ盤	13台	イグナイトロン5直列
コンデンサバンク	13台	25.5 μ F、150kJ(代表)
断路器	47台	
Mアノード変調器	47台	半導体スイッチ方式
高圧電源制御盤	13台	19インチラック2連結
クライストロン高圧・低圧電源制御盤	47台	19インチラック2連結
クライストロン低圧電源盤	47台	19インチラック2連結

5. 3 作業範囲及び項目

- (1) 外観構造検査
- (2) 絶縁抵抗測定
- (3) 制御電源電圧測定
- (4) シーケンス試験
- (5) 短絡試験・クローバ動作試験
- (6) 無負荷電圧試験
- (7) 実負荷通電試験
- (8) 油入機器絶縁油検査
- (9) イグナイトロン耐電圧劣化調査
- (10) コンデンサバンク部品交換
- (11) AVR 盤コンデンサ交換
- (12) 制御盤タッチパネル交換

5. 4 作業内容及び方法

5. 4. 1 外観構造検査

表2に示す機器に対し下記の点検を行う。

- (1) ケーブルを含む機器の外観を目視点検し、変形、キズ、破損箇所等の有無を確認する。
集塵等により汚れのひどい箇所はアルコール等を用いて清掃を行なう。
- (2) 機器内部を目視点検し、破損部品及び締付けねじの緩みの有無を確認する。
- (3) 主回路端子の増し締めを実施し、主回路に緩みがないことを確認する。

(4) 漏油、漏水がないことを確認する。

5. 4. 2 絶縁抵抗測定

電源システムの回路ごとの絶縁抵抗を確認する。

・主回路(直流高圧回路)、主回路(600V 交流回路)、主回路(6600V 交流回路)、制御回路

5. 4. 3 制御電源電圧測定

表 2 に示す機器の制御用電源の電圧をテスターより確認する。

5. 4. 4 シーケンス試験

別添シーケンス試験表に示すシーケンス試験を実施し正常に動作することを確認する。

5. 4. 5 短絡試験・クローバ動作試験

直流高圧回路に直流電圧・30kV を充電し、クローバテストボタンにてクローバ動作指令を入力したとき、正常にクローバ回路が動作することを確認する。また、短絡検出回路に模擬電流を流し動作タイミングを確認する。

5. 4. 6 無負荷電圧試験

直流電圧を徐々に最大 110kV (6 号機は 80kV) まで印加し、漏れ電流を測定し、正規回路以外の漏洩電流を測定する。また、直流電圧が設定どおりに発生することを確認する。

5. 4. 7 実負荷通電試験

クライストロン負荷でシステムが正常に動作することを確認する。

5. 4. 8 油入機器絶縁油検査

表 2 に示すクライストロン電源構成機器のうち 4 台の変圧整流器(HVTR5, 6, 8, 13)及び 4 台の M アノード変調器(MANOD3, 13, 23, 38)の絶縁油に対し、以下の検査を行うこと。

(1) 絶縁破壊電圧試験

(2) 水分試験

(3) 油中ガス分析

採油の際に、タンク呼吸器部の乾燥剤の状態を確認し、劣化が確認された場合には乾燥剤を交換すること。交換に必要なシリカゲルは原子力機構より支給する。

5. 4. 9 イグナイトロン耐電圧劣化調査

クローバ盤 3 式(CROW4, 6, 10)に内蔵されているイグナイトロンに対して耐電圧及びイグ

ナイタ抵抗値を測定し、劣化が認められる場合は交換すること。交換用予備イグナイトロンは原子力機構から支給する。また、クローバ盤で使用するイグナイトロンの予備品を調達し、単体納入すること。調達数量は10本とする。

5. 4. 10 コンデンサバンク部品交換

以下のコンデンサバンクについて、部品交換を実施すること。交換に必要なコンデンサや絶縁変圧器、接地装置、接地用銅板は原子力機構より支給する。交換作業においては、クライストロン準備室とHe冷凍機室の天井クレーンを使用することができる。移動式クレーンが必要な場合は受注者にて準備すること。

- ・HVDC0: 既設コンデンサバンクを撤去し、コンデンサ及び絶縁変圧器を交換したコンデンサバンク4号機を設置すること。
- ・HVDC6: コンデンサ3式を交換すること。
- ・HVDC5: コンデンサおよび絶縁変圧器、接地装置を交換し、HVDC2コンデンサバンクと配置を入れ替えること。
- ・HVDC3: 絶縁変圧器を交換すること。
- ・HVDC12: コンデンサおよび絶縁変圧器を交換すること。

5. 4. 11 AVR 盤コンデンサ交換

AVR 制御盤に内蔵しているコンデンサ(14台)の交換を実施すること。交換に必要なコンデンサは原子力機構より支給する。

5. 4. 12 制御盤タッチパネル交換

制御盤に取り付けられているタッチパネル(13式)の交換を実施すること。交換に必要なタッチパネルは原子力機構より支給する。

6. 業務に必要な資格

(1) 電気工事士等

第1種電気工事士もしくは、労働安全衛生法に基づく特別教育(高圧電気)を修了していること。

(2) 放射線業務従事登録者

(3) クレーン運転士等

クレーン操作及び玉掛け作業に必要な免許や技能講習を修了していること。

7. 支給品及び貸与品

7. 1 支給品

下記を支給する。使用時期、使用量等については別途、原子力機構と協議すること。

- ・交換用シリカゲル
- ・交換用イグナイトロン
- ・交換用タッチパネル
- ・交換用コンデンサバンク部品(コンデンサ、絶縁変圧器、接地装置)
- ・接地用銅板
- ・交換用コンデンサ(AVR 盤用)
- ・作業に必要な電力、水

7. 2 貸与品

なし

8. 提出書類

(1) 作業実施要領書	契約締結後速やかに	2部	要確認
(2) リスクアセスメント表	作業開始2週前	1部	要確認
(3) 作業報告書(紙媒体)	作業終了後速やかに	1部	
(4) 作業報告書(電子媒体)	作業終了後速やかに	1部	
(5) 作業日報	作業日ごと	1部	
(6) 下請届	作業開始前	1部	

(提出場所)

J-PARC センター 加速器ディビジョン 加速器第一セクション

9. 検収条件

「8. 提出書類」の確認並びに、原子力機構が仕様書の定める業務が実施されたと認めた時を以て、業務完了とする。

10. 適応法規、規程等

- (1) 労働基準法
- (2) 労働安全衛生法
- (3) 電気事業法
- (4) 消防法
- (5) 内線規程(JEAC8001-2005)
- (6) 原子力科学研究所 電気工作物保安規程及び規則
- (7) 原子力科学研究所 構内諸規定及び J-PARC センター諸規定

11. 安全教育及び安全管理

- (1) 本作業従事者は、放射線従事者中央登録センターに登録し、作業前にJ-PARCセンター管理区域への入域のための教育を受けること。
- (2) 受注者は、異常事態等が発生した場合、原子力機構の指示に従い行動するものとする。
- (3) 受注者は、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。
- (4) 受注者は、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。
- (5) 受注者は、作業着手に先立ち原子力機構と安全について十分に打合せを行った後着手すること。
- (6) 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。
- (7) 放射線管理及び異常時の対策は、担当者の指示に従うこと。
- (8) 受注者は、作業現場の見やすい位置に、作業責任者及び連絡先等を表示すること。
- (9) 受注者は、作業中常に整理整頓を心掛ける等、安全衛生面に十分留意すること。

1 2. 総括責任者

受注者は本契約業務を履行するにあたり、受注者を代理して直接指揮命令する者（以下「総括責任者」という。）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原子力機構との連絡及び調整。
- (3) 受注者の従事者の規律秩序の保持並びにその他本業務の処理に関する事項。

1 3. 検査員及び監督員

検査員

- (1) 一般検査 管財担当課長

監督員

- (1) 動作確認 J-PARC センター 加速器第一セクション クライストロン高圧電源担当者

1 4. 特記事項

- (1) 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、担当者と協議のうえ、その決定に従うものとする。
- (2) 受注者は、原子力機構が原子力の研究・開発を行う機構であるため、高い技術力及び高

い信頼性を社会的にもとめられていることを認識し、原子力機構の規程等を遵守し安全に配慮し業務を遂行しうる能力を有する者を従事させること。

- (3) 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データ、技術情報、成果その他のすべての資料及び情報を原子力機構の施設外に持ち出して発表もしくは公開し、または特定の第三者に対価をうけ、も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原子力機構の承認を受けた場合はこの限りではない。
- (4) 受注者は異常事態等が発生した場合、原子力機構の指示に従い行動するものとする。また、契約に基づく作業等を起因として異常事態等が発生した場合、受注者がその原因分析や対策検討を行い、主体的に改善するとともに、結果について機構の確認を受けること。

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。

別添資料 シーケンス試験表

No	確認項目	試験条件	場所	操作箇所	表示確認	出力確認
i	直流過電圧 (HVCTL 検出)	HV-ON	AVR	AVR413-412 をリフト 同上端子にて 0V から 徐々に電圧を印加	6V±0.05V で故障表示 直流過電圧反転 (電圧検出値は AVR 調整による) I/L 表示、直流過電圧 PLC 「緑」→「赤」点灯	HV-OFF、HV-READY OFF PULSE-OFF PULSE-READY OFF
ii	直流過電圧 2 (AVR 検出)	HV-ON	AVR	AVR413-412 をリフト 同上端子にて 0V から 徐々に電圧を印加	6V±0.05V で故障表示 直流過電圧反転 (電圧検出値は AVR 調整による) I/L 表示、直流過電圧 AVR 「緑」→「赤」点灯	HV-OFF、HV-READY OFF PULSE-OFF PULSE-READY OFF
iii	全リターン過電流	HV-ON	HVCTL	NIM AMP1 IN1 から電圧 入力	3.9V±0.05V で I/L 表示「リターン過電流」 「緑」→「赤」点灯	HV-OFF、HV-READY OFF PULSE-OFF PULSE-READY OFF
iv	全カソード過電流	HV-ON	CROW	PCT2 (BNC) より電圧印加 (LEM035 引抜き)	ピーク電流 0.84±0.05V で故障表示 「全カソード過電流」 「緑」→「赤」点灯	HV-OFF、HV-READY OFF PULSE-OFF PULSE-READY OFF クローバトリガ
v	直流過電流 1	HV-ON	AVR	AVR H. CT2 次側配線リフト ACC11-ACC12 から電圧印加	1.62V±0.05V で I/L 表示 「直流過電流 PLC」 「緑」→「赤」点灯	HV-OFF、HV-READY OFF PULSE-OFF PULSE-READY OFF
vi	直流過電流 2	HV-ON	AVR	AVR H. CT2 次側配線リフト ACC11-ACC12 から電圧印加	I/L 表示「直流過電流 NIM」 「緑」→「赤」点灯	HV-OFF、HV-READY OFF PULSE-OFF PULSE-READY OFF
vii	DWTR 異常	HV-ON	DWTR	温度計設定値を油温以下とする	I/L 表示「DWTR 油温高」 「緑」→「赤」点灯	HV-OFF、HV-READY OFF
viii	HVTR 異常	HV-ON	HVTR	温度計設定値を油温以下とする	I/L 表示「HVTR 油温高」 「緑」→「赤」点灯	HV-OFF、HV-READY OFF
ix	交流過電流 偏磁電流検出	HV-ON 偏磁検出 NIM JP 設定 「JP2-1、2-2 開 放」	HVCTL	TB11C (1)-(2)間 1.94V 入力及び 1.98V 入力 TB11C (3)-(4), (5)-(6), (7)-(8), (9)-(10), (11)-(12)について同上	I/L 表示：交流過電流・偏磁検出 1.94V 入力時：「緑」点灯 1.98V 入力時：「緑」→「赤」点灯	HV-OFF、HV-READY OFF PULSE-OFF PULSE-READY OFF
x	CROW トリガ	HV-ON	HVCTL	TP テストトリガ長押し	内部設定表示「テストトリガ動作」 「緑」→「赤」点灯	HV-OFF PULSE-OFF クローバトリガ
xi	半導体スイッチオン 過電流	HV-ON	MANOD	CN18A(-)-(+)に電圧を入力	VDT 動作値の確認 I/L 表示 「半導体スイッチ過電流」 「緑」→「赤」点灯	HV-OFF、HV-READY OFF PULSE-OFF PULSE-READY OFF