

仕 様 書

1 件名 重イオン照射ポート用スキャニング電磁石電源設備の整備

2 数量 一式

3 目的

量子科学技術研究開発機構千葉地区にある重粒子線治療施設は、建設から 30 年以上が経過し、設備の老朽化が進行している。設備の保守部品は現在製造されておらず入手困難なものが多く、部品枯渇により修理不能となる恐れもある。また、重粒子線照射設備の故障は、ビーム制御不能による標的への誤照射や内部ショートによる火災等の危険性もある。そこで、重粒子線照射設備の老朽化対策として治療施設内に新たな照射ポートを整備することを目的とし、本件では重イオン照射ポートに必要となるスキャニング電磁石電源設備の整備を行う。

4 納入期限

令和 9 年 3 月 31 日

5 納入場所

千葉県千葉市稲毛区穴川 4-9-1

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

量子医科学研究所 新治療研究棟内

※納入条件は車上渡しとする。但し、機構が指定する荷下ろし業者と調整を行うこと。

6 一般仕様

本件では、電源設備として以下の装置を製作すること。

- ・スキャニング電磁石電源 X 1 台
- ・スキャニング電磁石電源 Y 1 台

使用環境は、温度 19～30℃、湿度 20～65%とする。

電源装置の冷却方法は、水冷または空冷とする。

受電条件は、3 相 200 V±10%、周波数 50 Hz とする。

7 技術仕様

すべての電源装置は定格電流値以下での直流運転が可能とし、外部制御システムから設定される電流指令値にあわせて速やかに出力変更できること。また、出力電流値が定められた値に達したら、次の電流変更指令が来るまでその出力電流を保持すること。

それぞれの電源装置の正面パネルには、出力電流・出力電圧・電流偏差モニタ用に絶縁されたアナログ電圧出力端子（モニタ電圧は定格+10%に対して±10 V とすること）、現場・遠隔制御切替用ボタン、出力オン・オフボタン、出力電流増・減ボタン、異常リセットボタンを設けること。また、出力電圧 [V]、出力電流 [A]、電流設定値 [A]を表示すること。

電源盤上面側を配線の取り合い方向とする。外部制御システムとの各種ステータス信号やリセット信号等の授受を行い、電磁石負荷からのコイル温度や冷却水流量の状態信号を受けて、それら信号・条件ごとに定められた動作を行うこと。外部制御システムとの信号取り合いはプログラマブルロジック回路（PLC）のネットワーク通信を含むため、電源盤内に通信用の PLC を搭載すること。

電源装置の冷却方法を水冷とする場合は、冷却水流量を監視するためのフローメータを設けること。また、冷却水流入側にはボール弁、流量調整弁、ストレーナを設け、冷却水流出側にもボール弁を設けること。流量調整弁が冷却水の通水・停止機能も兼ねられる場合は、ボール弁を流量調整弁に置き換えた構成にしてもよい。

それぞれの電源装置における主要な仕様値を以下に示す。

7-1 スキャニング電磁石電源 X

・員数	1 台
・定格電流	±720 A
・定格電圧	±600 V
・IGBT スイッチング周波数	40 kHz
・パルス間隔	25 μs
・励磁速度	580 A/ms（参考値）
・コイル抵抗	110 mΩ（参考値）
・コイルインダクタンス	0.84 mH（参考値）
・ケーブル抵抗	5.2 mΩ（参考値）
・ケーブルインダクタンス	0.04 mH（参考値）
・ケーブル容量	0.6 μF（参考値）
・フォーシング電圧	±510 V
・電流維持用電圧	±90 V
・電流リップル	±1×10 ⁻³ （定格電流比、目標）
・フォーシングステップ電流	3.4~21.6 A（参考値）
・最小フォーシングオン時間	6 μs（参考値）
・オーバー／アンダーシュート	±1.0 A 以内（目標）
・電流整定時間 （設定値±0.4 A 以内に収まる時間）	25 μs（目標）
・IGBT 動作遅れ時間	2 μs 以内（目標）

7-2 スキャニング電磁石電源 Y

- ・員数 1 台
- ・定格電流 $\pm 720 \text{ A}$
- ・定格電圧 $\pm 600 \text{ V}$
- ・IGBT スイッチング周波数 20 kHz
- ・パルス間隔 $50 \mu\text{s}$
- ・励磁速度 240 A/ms (参考値)
- ・コイル抵抗 $150 \text{ m}\Omega$ (参考値)
- ・コイルインダクタンス 1.96 mH (参考値)
- ・ケーブル抵抗 $5.2 \text{ m}\Omega$ (参考値)
- ・ケーブルインダクタンス 0.04 mH (参考値)
- ・ケーブル容量 $0.6 \mu\text{F}$ (参考値)
- ・フォーシング電圧 $\pm 480 \text{ V}$
- ・電流維持用電圧 $\pm 120 \text{ V}$
- ・電流リップル $\pm 1 \times 10^{-3}$ (定格電流比、目標)
- ・フォーシングステップ電流 $3.4 \sim 21.6 \text{ A}$ (参考値)
- ・最小フォーシングオン時間 $14 \mu\text{s}$ (参考値)
- ・オーバー／アンダーシュート $\pm 1.0 \text{ A}$ 以内 (目標)
- ・電流整定時間 $25 \mu\text{s}$ (目標)
(設定値 $\pm 0.4 \text{ A}$ 以内に収まる時間)
- ・IGBT 動作遅れ時間 $2 \mu\text{s}$ 以内 (目標)

上記仕様での設備設計・設備整備を行うにあたり、その詳細について当機構担当者と随時協議を行い、承認を得た上で進めるものとする。また、上記を含む詳細な仕様は当機構担当者の承認を得た上で変更可能とする。

8 制御仕様

制御仕様の概要を以下に記載する。制御仕様の詳細は契約締結後に開示する。

- ・現場制御時には各電源装置に設けられたボタンにより、出力のオン・オフならびに出力電流の増減を行えること。
- ・遠隔制御時には外部制御システムから設定される電流値ならびに電流変更指令にあわせて、出力電流値を速やかに変更すること。また、出力電流値が決められた値に達したら、次の電流変更指令が来るまでその値を保持すること。
- ・各電源ユニットは3種類のステータス (NOT_READY、充電 ON、出力 ON) を遷移するものとする。NOT_READY は出力不許可状態 (重故障中など)、充電 ON は充電

完了状態、出力 ON は出力中状態を表す。

- ・電流出力中に重故障 (FAULT) が発生した場合は速やかに出力を停止し、重故障状態が継続しているかぎり NOT_READY 状態とする。また、重故障ステータスはラッチさせる。
- ・現場リセットボタンないしは遠隔制御からの RESET コマンドにより重故障ステータスのラッチを解除する。その際、重故障要因が解消されていれば READY へと状態遷移させる。
- ・各電源装置のステータス、異常状態を電源盤に設ける PLC で外部制御システムに伝えること。

9 工場試験

製作した電源設備一式に以下の試験を実施すること。詳細な試験内容、合格基準については当機構担当者と協議の上で決定すること。

- ・外観検査
- ・重量／寸法検査
- ・絶縁抵抗試験
- ・耐電圧試験
- ・操作機能試験
- ・シーケンス試験
- ・保護機能／インターロック試験
- ・電流／電圧メータ校正
- ・模擬負荷通電試験
- ・電流リップル測定
- ・連続通電安定性測定
- ・電流追従性測定
- ・高調波ノイズ測定
- ・耐電源ラインノイズ試験
- ・耐電波ノイズ試験
- ・力率／効率測定

10 現地試験・調整

納入現地にて以下の試験を行うこと。また、実負荷との組み合わせにて仕様を満たすために必要な調整を実施すること。詳細な試験内容、合格基準については当機構担当者と協議の上で決定すること。

- ・外観検査
- ・絶縁抵抗試験

- ・シーケンス試験
- ・保護連動試験
- ・連続通電試験
- ・実負荷運転シーケンス試験

11 提出図書

以下の内容を含む完成図書の電子データをオンラインストレージ等の電子記録媒体にて1部提出すること。CADデータ等の図面ファイルもあわせて提出のこと。

- ・設計図書
- ・外觀図
- ・回路図
- ・取扱説明書
- ・試験検査報告書

12 グリーン購入法の推進

- ・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。
- ・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 検査

上記仕様を全て満足しているかを当機構担当職員が確認したことを以て、検査合格とする。

14 その他

仕様内容に疑義がある場合は、当機構担当者へ問い合わせること。また、本請負者は、本件業務上知り得た情報を発注者の許可なくして第三者に開示してはならない。納品後1年以内に生じた不具合に関して、設計・整備・搬入据付作業上の明らかな契約不適合と認められる場合には無償で対応すること。

物理工学部
水島 康太