

# 仕 様 書

1 件 名 宇宙放射線試験のための C8 ビームコースの改造

2 数 量 一式

3 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。)千葉地区に設置されている量子医科学研究所サイクロトロン施設では、宇宙放射線試験の環境整備を目的としてサイクロトロン棟汎用照射室 C8 ビームコースを改造し、拡大ビームの照射を可能とする宇宙放射線試験コースを整備する。既存のビームラインを撤去するとともに、ビームコースの詳細設計を行い製作する。製作したシステムを汎用照射室に所定の精度で位置決めし据付する。

4 納入期限

令和 9 年 9 月 30 日

5 納入場所

千葉市稲毛区穴川 4-9-1

QST 千葉地区 サイクロトロン棟 1 階 汎用照射室内

6 仕 様

6.1 作業範囲

図1に汎用照射室の概略図を示す。作業範囲は図1において点線で囲われた部分である。

6.2 既設ビームラインの解体・撤去

6.2.1 図 2 に、図 1 において点線で囲われた部分の概略図を示す。

6.2.2 図 2 においてベース上に設置されている全ての機器(A-J)およびそれらの架台(K-Q)について固定取り外しおよび解体作業を行う。

6.2.3 図 2 のベースは解体しない。

6.2.4 解体対象機器のうち、機器(A-F)および架台(L、M)は QST 担当者が指定する汎用照射室内の位置に移動すること。

6.2.5 6.2.4 で指定した機器および架台以外は撤去すること。

6.2.6 6.2.5 の撤去対象機器を管理区域外に持ち出す際には、汚染検査を行うこと。

6.2.7 汚染検査で汚染が確認された場合は、QST 担当者の指示に従うこと。

6.3 新設ビームライン全般

- 6.3.1 ビームコースは図 3 に示す機器(a-m)、及びこれらを設置するための架台で構成される。電離箱(h)を除く機器(a-g, i-m)およびそれらの架台を調達または詳細設計し製作すること。
- 6.3.2 電離箱(h)は QST が支給するものを用いること。また、架台との取り合いを十分に考慮したうえで、不具合なく据付すること。
- 6.3.3 以上の機器を、下記に指定した精度でベースに位置決め・据付して納めること。
- 6.3.4 設計上必要となるベースの寸法や距離などを調査したうえで詳細設計を行うこと。
- 6.3.5 真空仕切りフランジ(m)末端の面が、図 3 の基準位置から  $7000 \pm 10$  mm の位置に置かれていること。

#### 6.4 ビームラインの各機器

- 6.4.1 各機器の位置は図 3 を参考にすること。
- 6.4.2 ダクト(b)の上流側にはベローズ(a)を入れること。固定の方法、フランジ形状等の詳細は QST 担当者に確認すること。
- 6.4.3 スキャニング電磁石(c, e)はビーム軸方向中心軸とベース上ビーム軸のズレを  $\pm 0.1$  mm に抑えて据付すること。
- 6.4.4 スキャニング電磁石用ビームダクト(b, d)は非磁性材料で製作すること。また交換が可能な構造とすること。
- 6.4.5 真空仕切りフランジ(f, i)には厚さ  $10 \mu\text{m}$  のハーバー膜を用いた薄膜窓を設け、真空と大気を仕切ること。ハーバー膜を交換可能な構造とすること。薄膜窓の開口径は直径 90 mm 以上を確保すること。また、差圧による膜の破損を防ぐため開口部には支持メッシュを設けること。その際、開口率は 90%以上を確保すること。
- 6.4.6 散乱膜(g)は大気中に設置する。散乱膜には厚さ  $100 \mu\text{m}$  のアルミ薄膜もしくは厚さ  $20 \mu\text{m}$  の金薄膜を用いる。散乱膜を交換可能な構造とすること。散乱膜の開口径は直径 90 mm 以上を確保すること。また、ビーム軸上から退避可能とする機構を設けること。
- 6.4.7 電離箱(h)は既設電離箱(支給品 外径 300 mm、厚さ 70 mm)を用いる。この電離箱を問題なく据付け出来るよう架台や固定具を製作すること。架台や固定具は電離箱を簡便に交換可能な構造とすること。

6.4.8 ビームダクト(j, k, l)は、図 3 の基準位置(0 mm)からの距離に応じて内径を下表の最低内径以上とすること。

| 距離      | 最低内径   |
|---------|--------|
| 1500 mm | 90 mm  |
| 2000 mm | 120 mm |
| 3000 mm | 190 mm |
| 4000 mm | 260 mm |
| 5000 mm | 330 mm |
| 6000 mm | 400 mm |
| 7000 mm | 470 mm |

6.4.9 ビームダクト(j, k, l)のいずれかに真空排気用のポートを設け、ロータリーポンプを接続し真空排気を行えるようにすること。受電位置(3Φ200 V、AC100 V)は QST 担当者が指定する。

ロータリーポンプ仕様

|      |                                        |
|------|----------------------------------------|
| 排気速度 | 15 m <sup>3</sup> /h 程度                |
| 到達圧力 | 2×10 <sup>-1</sup> Pa 程度               |
| 吸気口側 | KF(NW)フランジ。<br>フォアライントラップ、およびオートリーク弁付き |
| 排気口側 | オイルミストトラップ付き                           |
| 入力定格 | 三相 200 V                               |

ロータリーポンプ制御

ロータリーポンプの制御盤を設けること。  
ビームダクト直下に真空ゲージを取り付けること。  
ロータリーポンプ直上に真空バルブを設けること。  
真空ゲージにより、5 Pa 以下で真空バルブ閉、ポンプ停止(オートリーク弁開)を行うこと。  
ロータリーポンプ制御盤の電源を OFF しても真空バルブ閉状態を保つこと。

6.4.10 真空仕切りフランジ(m)には、厚さ 250 μm 程度のカプトン膜を用いた薄膜窓を設けて真空と大気を仕切ること。カプトン膜を交換可能な構造とすること。薄膜窓の開口径は直径 470 mm 以上とすること。差圧によるカプトン膜の破損を防ぐため、開口部には支持メッシュを設けること。その際、開口率は 90%以上を確保すること。

6.4.11 駆動機器や真空バルブ等に圧縮空気が必要な場合は、圧縮空気の配管作業を合わせて行うこと。圧縮空気にプラスチックチューブを用いる場合は黒色を用いる

こと。圧縮空気の供給元は QST 担当者が指定する。分岐部には手動バルブを設けること。

6.4.12 各機器や部品等は詳細設計前に QST 担当者と概略設計にて内容を確認すること。

## 6.5 スキャニング電磁石

垂直用(c)および水平用スキャニング電磁石(e)を各1台製作すること。

### 垂直用スキャニング電磁石

|      |                       |
|------|-----------------------|
| 磁場強度 | 0.09 T 以上 (目標値 0.1 T) |
| 磁極間隔 | 104 mm                |
| 磁極長  | 350 mm                |
| 磁極幅  | 250 mm                |
| 励磁電流 | ±100 A                |
| 冷却方式 | 水冷式                   |

### 水平用スキャニング電磁石

|      |                       |
|------|-----------------------|
| 磁場強度 | 0.09 T 以上 (目標値 0.1 T) |
| 磁極間隔 | 104 mm                |
| 磁極長  | 400 mm                |
| 磁極幅  | 250 mm                |
| 励磁電流 | ±100 A                |
| 冷却方式 | 水冷式                   |

6.5.1 各スキャニング電磁石の鉄心は分割可能な構造とすること。

6.5.2 分割した鉄心を組み上げる際の組上げ再現性を担保するノックピン等の機構を有すること。

6.5.3 鉄心、磁極には積層鋼板を用いること。

6.5.4 鉄心の両端および側面には、電磁石の中心軸を示す罫書きを施すこと。

6.5.5 各スキャニング電磁石には電源とコイルとを接続するための端子台を設けること。

6.5.6 各スキャニング電磁石の各コイルには、温度上限超過による異常検出用のサーマルセンサー(N. C)を各コイルの冷却水の排出側に備えること。また、これらのセンサーは直列に接続すること。

6.5.7 各スキャニング電磁石の冷却水配管には流量下限以下による異常検出用のフローセンサーを備えること。

6.5.8 電磁石の架台に端子台を設け、サーマルセンサーおよびフローセンサーの端子

を配線すること。

6.5.9 防錆、防塵のため、可能な範囲で塗装を行うこと。

## 6.6 スキャニング電磁石電源

水平用および垂直用スキャニング電磁石に共通の以下の仕様を満たす電源 2 台を調達または製作すること。

6.6.1 連続的なバイポーラ出力であること。

6.6.2 定電流モードで運転可能であること。

6.6.3 任意波形モードで運転可能であること。

6.6.4 出力周波数は 30 Hz 以上であること。

6.6.5 定格電流は $\pm 100$  A 以上であること。

6.6.6 定格電圧は $\pm 60$  V 以上であること。

6.6.7 外部制御により出力の ON/OFF が可能とすること。

6.6.8 外部制御用アナログ電圧により出力電流を制御可能とすること。

6.6.9 6.5.5 – 6.5.7 に示したスキャニング電磁石の異常検出により出力を OFF とする外部インターロックを備えること。

6.6.10 電源正面パネルには、以下の機能を備えること。

### 操作

- ① 出力電流をモニターする絶縁されたアナログ電圧出力端子
- ② リモート/ローカル切り替え
- ③ 出力 ON/OFF 切り替え
- ④ 出力電流設定

### モニター

- ① 出力電圧表示
- ② 出力電流表示
- ③ リモート/ローカル状態表示
- ④ 各種アラーム(過電流、過電圧、温度異常、その他)

## 6.7 搬入、据付、配線・配管工事

6.7.1 ビームライン各機器の架台を製作し、図 2 に示すベースに固定すること。

6.7.2 架台は SUS304 で製作すること。ただし、スキャニング電磁石から十分離れたサブフレーム等は、鋼材等を用いても構わない。この場合は設計の段階で QST 担当者に確認すること。

6.7.3 架台据付工事の際は、建屋に記された位置マーカとビームラインの軸とのずれが 0.2 mm 以下となるように位置決めし据付すること。このアライメントが問題なく出来るように架台上のビームラインの軸を示す罫書き線を架台表面に施すこ

と。

- 6.7.4 スキャニング電磁石とスキャニング電磁石電源との間の配線を行うこと。電源は汎用照射室の地下一階に設置する。設計または機器選定後に設置場所、配線経路の詳細、ケーブルの規格や長さ等を QST 担当者に確認すること。
- 6.7.5 スキャニング電磁石とサイクロترون棟冷却水系を配管により接続すること。主要配管から新たに分岐して配管接続する場合は、分岐部にバルブを設けること。配管は分離可能とするため継手を用いること。冷却水配管にプラスチックチューブを用いる場合は白色を用いること。水路の経路、規格、長さ等は QST 担当者に確認の上行うこと。
- 6.7.6 スキャニング電磁石電源を水冷式とする場合には、スキャニング電磁石電源とサイクロترون棟冷却水系を配管により接続すること。主要配管から新たに分岐して配管接続する場合は、分岐部にバルブを設けること。配管は分離可能とするため継手を用いること。冷却水配管にプラスチックチューブを用いる場合は白色を用いること。スキャニング電磁石電源を設計または選定後、水路の経路、規格、長さ等は QST 担当者に確認の上行うこと。
- 6.7.7 機器および架台等の搬入経路の開口部は、幅 2.4 m、高さ 2.4 m であり、屋外から室内床への間には外壁より 2.1 m 程度の位置に 30 cm の上り段差がある。全体の設計を行う前に、納入場所や搬入経路の確認を行い、問題なく搬入と据付が出来ることを確認すること。
- 6.7.8 搬入・据付の際には、施設内の物品や設備を必要に応じて養生し、破損を防ぐ対策を講じること。
- 6.7.9 既存ビームラインの解体・撤去、搬入・据付工事、配線・配管工事の全ては 2 週間程度の工期で完了させること。工期の詳細は、QST 担当者へ確認の上で、令和 9 年 9 月 1 日から令和 9 年 9 月 24 日の期間より決めること。

## 7 試験・調整

- 7.1 スキャニング電磁石(c, e)は直流 100 A 及び 50 A 通電時において、図 4 に示す X-Y 平面上の Z 方向の磁場分布を 1 mm 間隔で測定すること。
- 7.2 X 方向の磁場分布測定では、磁場の実効長の評価に十分な領域について測定すること。
- 7.3 納入場所へ搬入し全体の組み立てを行った後、真空系全体のリークテストを行い、そのリーク量が  $1 \times 10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$  以下であることを確認すること。この試験の際には、QST 所有のヘリウムリークディテクターを貸与できるので、必要な場合は QST 担当者に相談すること。

## 8 提出図書

- 8.1 設計図書を紙媒体で 3 部及びその電子データ(dxf フォーマット)
- 8.2 取扱説明書を紙媒体で 3 部及びその電子データ(PDF フォーマット)
- 8.3 試験検査報告書を紙媒体で 3 部及び電子データ(PDF フォーマット)
- 8.4 磁場測定試験結果の電子データ(テキスト形式もしくは Excel ブック(xlsx)形式)

## 9 グリーン購入法の推進

- 9.1 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。
- 9.2 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。

## 10 検査

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

## 11 その他

原則として、放射線管理区域で作業する者は、放射線業務従事者として登録した上で作業に当たること(登録の 2 週間前までに QST への申請書類の提出が必要)。

QST 所有の天井クレーンやフォークリフトを用いる場合は使用者と相談の上、それぞれ適応する有資格者による運転操作を行うこと。

原則として搬入口の操作は QST 職員が行う。

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。

物理工学部

北條 悟

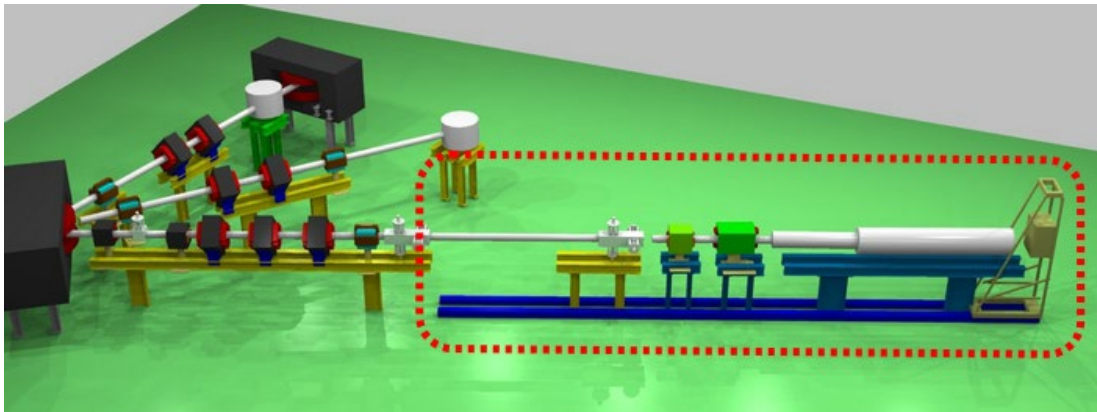


図 1 : 汎用照射室の全体概略図

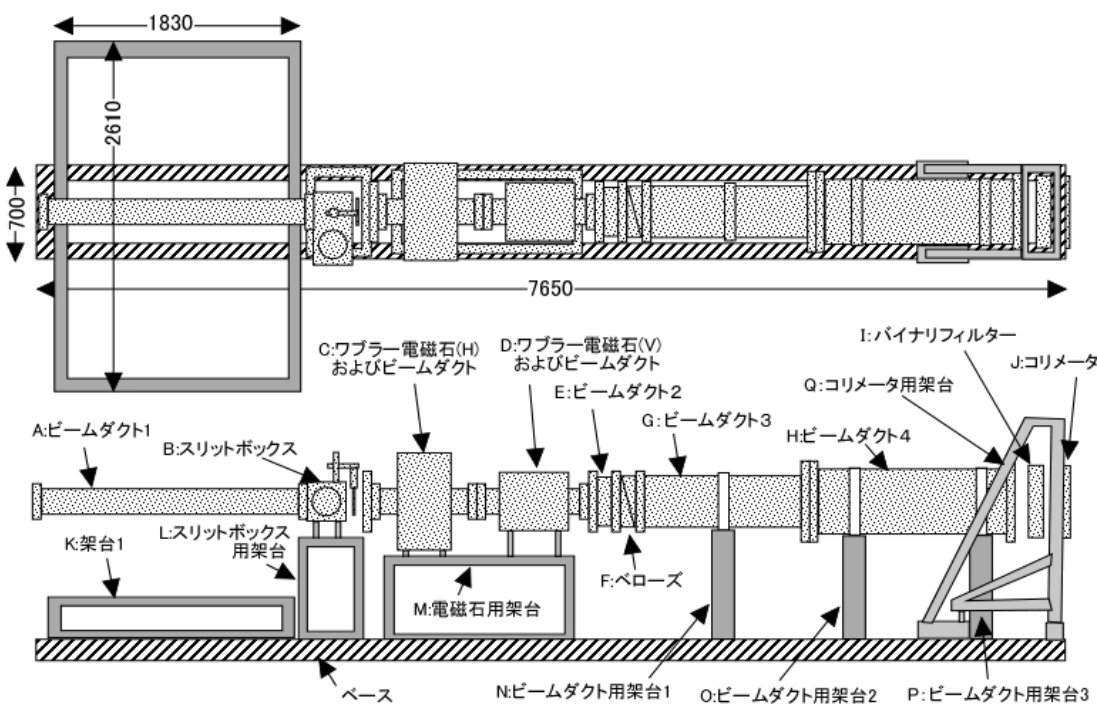


図 2 : 図 1 において点線で囲われた部分の概略図

