

超伝導電磁石の製作

仕様書

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

1. 目的と概要

本件は、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。）が運用する NanoTerasu において、高磁場下での X 線磁気円二色性および線二色性測定に用いる超伝導電磁石一式を製作するものである。

2. 名称及び数量

超伝導電磁石	1 台
磁石架台	1 台
制御電源類	1 式

3. 納期

令和 8 年 3 月 2 5 日

詳細な日程は、契約後の協議の上決定する。

4. 納入場所

宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1

NanoTerasu 実験ホール

5. 納入条件

持込渡し

6. 検査条件

4. 納入場所に納入後、員数検査、外観検査及び 8. 試験検査に定める試験検査及び 9. 提出図書の完納をもって検査合格とする。

7. 個別仕様

7.1 超伝導電磁石 1台

GM（ギフォード・マクマホン）冷凍機を用いた無冷媒型の超伝導電磁石で、以下の仕様を満足すること。

- ・ 装置の外径寸法は参考図のようであること。ただし、参考図の寸法は概算値であり、軽微な差については QST 担当者の上承があれば変更して良い。
- ・ ボア内に 8 T 以上の磁場を印加でき、磁場の符号反転が可能であること。
- ・ 室温ボア径は 100 mm 以上であること。
- ・ 磁場掃引速度は励磁していない状態から ±8 T 到達まで 15 分以内であること。
- ・ 磁場均一度は 0.1 % /10 mm DSV 以下であること。
- ・ 初期冷却時間は 60 時間以内であること。
- ・ 磁場中心から 5 ガウスラインまでの距離は軸方向 2.7 m, 径方向 2.2 m 以下であること。
- ・ 電磁石を所定の精度で設置するために、室温ボア中心との位置関係が 1.0 mm 以下の精度で測定済である容器位置測量用の φ6 mm 貫通穴 (公差 h8) を設置すること。測量用貫通穴の配置については確認図に明記し、不明点は QST 担当者と協議のうえで決定すること。
- ・ 内部保護方式のクエンチ保護回路を持つこと。
- ・ GM 冷凍機は 8 T 以上の励磁に必要な程度まで電磁石を冷却する能力を有すること。
- ・ GM 冷凍機のメンテナンス間隔は 10000 時間以上であること。

7.2 磁石架台 1台

7.1 の超伝導電磁石およびその位置調整機構を設置する架台であり、以下の機能を有すること。

- ・ 各軸所定の精度、再現性を十分満たす剛性をもった構造とすること。
- ・ 磁石を載せたままでボア軸方向に 1.0 m 以上移動可能で、その際に移動軸に対する変位が水平・鉛直両方向に対して 1.0 mm 以下であること。必要ならば床面にレール機構などを設置しても良い。
- ・ 磁石の位置について、1.0 mm 以下の精度で調整可能な位置調整機構を有すること。
- ・ 調整終了後は、粗調機構並びに微調機構は十分な剛性・強度で固定できること。
- ・ 架台は床面に十分な強度でアンカー固定できる構造であること。

- 必要に応じてアンカー固定を取り外し、架台ごと装置を移動できるようなキャスターを持つこと。
- GM型冷凍機などのメンテナンスが必要な重量物を容易に取り外し可能な構造とし、必要ならばそのための治具を有すること。
- 本架台上に超伝導電磁石を設置した状態で、室温ボアの中心が実験ホールの床から 1414 mm の高さとなること。ただし、実験ホールの床高さは必ずしも平坦ではないため、 ± 20 mm 以上の高さ調整しろを設けること。

7.3 制御電源類 1 式

7.3.1 圧縮機ユニット 1 台

超伝導電磁石の冷凍機に高圧のヘリウムガスを供給する装置で、以下の機能を有すること。

- 消費電力は起動時に AC200 V (3 相, 50 Hz) 7.2 kW、定常時に 6.5 kW 程度であること。
- 超伝導電磁石を 8 T まで励磁するのに必要な温度まで GM 冷凍機が冷却能力を発揮するために必要なヘリウムガスを供給できること。
- 冷却方式は水冷式であり、表 1 の仕様を満たす水質の冷却水により運転可能であること。ただし、純水に対応する必要はない。
- 圧縮機内のアドゾーバーの交換間隔は 30000 時間以上であること。

特性値	流入冷却水温度範囲 (°C)	4.0-28.0
	流入冷却水圧力範囲 (MPa)	0.10-0.69
	必要冷却水流量 (liter/min.)	4.0-10.0
	圧力損失 (MPa)	0.060-0.300
	冷却水への放熱量 (kW)	定常時 6.5 kW以下 初期冷却時 7.5 kW以下
水質	pH値	6.5-8.2 at 25°C
	電気伝導率	80 mS/m 以下
	塩化物イオン	200 mg/liter 以下
	硫酸イオン	200 mg/liter 以下
	Mアルカリ度	100 mg/liter 以下
	全硬度	200 mg/liter 以下
	カルシウム硬度	150 mg/liter 以下
	イオン状シリカ	50 mg/liter 以下
	鉄	1.0 mg/liter 以下
	銅	0.3 mg/liter 以下
	硫化物イオン	検出されないこと
	アンモニウムイオン	1.0 mg/liter 以下
	残留塩素	0.3 mg/liter 以下
	遊離炭素	4.0 mg/liter 以下
	安定度指数	6.0-7.0
	浮遊物質	10 mg/liter 以下
	粒径	100 μm以下

表1 冷却水仕様の例。詳細は QST 担当者と協議の上で決定すること。

- ・ メンテナンス間隔は 30000 時間以上であること。

7.3.2 励磁用電源 1 台

超伝導電磁石の励磁に用いる電源ユニットで、以下の機能を有すること。

- ・ 入力電圧は AC 単相 200-240 V, 50 Hz, 最大 3.3 kVA に対応すること。
- ・ 超伝導電磁石を 8 T まで励磁するのに必要な電流を供給できること。
- ・ 出力電流安定度は±6 mA/h 以内（室温 22-25°C）であること。
- ・ 過電圧、過電流、過熱に対する保護機能を有すること。

7.3.3 インターロックユニット 1 台

超伝導電磁石の状況を監視し、励磁電流を制御して電磁石を保護する機能を有する制御

ユニットで、以下の機能を有すること。

- ・ 高温超電導リードの温度を監視し、設定した閾値を超過した場合に励磁用電源に消磁信号を送信するなどの必要に応じた焼損防止機能を有すること。

7.3.4 温度モニター 1 台

超伝導電磁石の冷却状況をモニターできる装置で、以下の機能を有すること。

- ・ 超伝導電磁石のコイル 1 点、リード 1 点の温度を計測できること。
- ・ 計測温度範囲は 2-325 K (Cernox)および 30-800 K (Pt100)であること。

7.3.5 配管・配線類 1 式

超伝導電磁石と上記圧縮機ユニット、励磁用電源等を接続する配管・配線類で、数量は以下の通り。

- ・ 圧縮機ユニット入力電源ケーブル：6 m, 1 本
- ・ 励磁用電源入力電源ケーブル：6 m, 1 本
- ・ 冷凍機コールドヘッドケーブル：6 m, 1 本
- ・ 冷凍機フレキシブルホース：20 m, 2 本
- ・ 励磁用電源出力ケーブル：6 m, 1 対
- ・ 温度センサーケーブル：6 m, 1 式
- ・ インターロックユニット電源入力ケーブル：6 m, 1 本
- ・ 励磁用電源出力中間ケーブル：3 m, 1 対
- ・ 冷却水ホース：6 m, 1 式
- ・ 冷凍機圧縮機用ツールキット（スパナ、クイックレンチ）：1 式
- ・ インターロック信号ケーブル：3 m, 1 式

8. 試験検査

受注者は試験検査要領書に示した試験検査を行い、その結果について試験検査成績書等にまとめて提出すること。

試験検査成績書には次の項目を明記すること。

- (1)試験内容
- (2)試験機材名
- (3)試験時の条件等
- (4)試験結果
- (5)合格基準
- (6)合否判定
- (7)記録者の氏名
- (8)承認者の氏名

試験にあたり、出荷前試験、現地試験の場所にかかわらず必要に応じて現場写真を求める場合がある。試験風景をデジタルカメラ等で撮影し提出すること。

また、納品時に QST 担当者と共に下記の検査を実施すること。下記検査は超伝導電磁石の冷却や励磁はしない待機状態で実施すること。

8.1. 員数検査

員数が揃っていることを目視により確認すること。組付調整済み又は真空・窒素封入されている箇所に関しては、調整、封入前の確認で代用する場合がある。

8.2. 外観検査

外観に打こん、損傷等の異常がないことを目視確認すること。員数検査に準ずる。

8.3. 寸法検査

対象項目については別途協議の上、決定する。

9. 提出図書

a) 印刷物

- ・ 表 1 に示す図書を印刷物として提出すること。
- ・ 使用する言語は日本語とする。海外機器等の取扱説明書等はこの限りでない。

- ・ 印刷物は、原則 A4 サイズ用紙で提出すること。ただし、確認図、図表等はこの限りでない。
- ・ 印刷物は、原則ファイルに綴じること。
- ・ 「完成図書」とは、(1)～(5)を印刷して表紙と目次を付してファイルに綴じた物に加え、これらの電子ファイルも併せた物である。完成図書の大型図面は折りたたんで収納すること。文字が判読できない縮小図は不可とする。

表 1 提出図書一覧

	図書名	提出時期	部数
(1)	確認図	製作開始前	3
(2)	試験検査要領書	試験検査の前	3
(3)	試験検査成績書	試験検査の都度	3
(4)	完成図	納入時	3
(5)	納入品目表	納入時	3
(6)	完成図書	納入時	3

b) 電子ファイル

表 1 に示す提出図書は、特記なき限り、次の電子可読形式ファイルで提出すること。
提出図書の作成に使用するソフトウェアは最新バージョンを用いることが望ましい。

(1) CAD ファイル：2D または 3D のどちらか、あるいは両方を提出すること。

- ・ 2D-CAD：dxf.及び pdf.
- ・ 3D-CAD：step.

(2) CAD ファイル以外：pdf.

- ・ CAD ファイルは周辺機器との干渉や取り合い等の確認のためにその使用を制限した上で他社と共有する場合がある。
- ・ 提出前に最新定義ファイルに更新されたウィルス検知ソフトでウィルスチェックを行うこと。

(提出場所)

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 NanoTerasu センター
高輝度放射光研究開発部 ビームライングループ

10. 機密保持

受注者は、本品の製作にあたり、発注者から知り得た情報を厳重に管理し、本業務遂行以外の目的で、受注者及び下請会社等の作業員を除く第三者への開示、提供を行ってはならない。ただし、あらかじめ QST 担当者の了承を得た場合にはこの限りでない。

11. 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。

12. グリーン購入法の推進

- a) 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）に適合する環境物品（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。
- b) 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. その他

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、QST と協議の上、その決定に従うものとする。

（要求者）

部課室名 : NanoTerasu センター ビームライングループ

氏 名 : 大坪 嘉之