

RF 空腔用精密温度調整装置配線作業

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

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 の 3GeV 蓄積リングでは、共振周波数が 509 MHz 高周波加速空洞を 4 台使用し、3 GeV で蓄積されている電子ビームエネルギーを安定・維持している。高周波空洞に供給される大電力高周波により空洞本体の温度管理をおこなうため冷却水による温度調整がなされているが、冷却水温度がわずかに変化すると空洞の特性変化による蓄積ビームへの影響が問題となる。本件は、冷却水温度を高水準で安定化するための冷却水温度調整・管理システムの配線作業である。

2. 仕様範囲

RF 空洞用精密温度調整装置配線作業

1 式

- ・ 空洞用冷却水 AC ヒータ・精密温度制御装置間電力ケーブル配線
- ・ 空洞空洞本体温度、冷却水温度測定用ケーブル配線
- ・ 冷却水圧力、流量監視用ケーブル配線

3. 仕様

3.1 概要

精密温度調整装置は、蓄積リングの RF 空洞などの温度に動作が敏感な機器の精密温度調整を行うために使用される。これらの機器の温度制御を高精度に行わないと、安定な蓄積リングで生成する低エミッタンスビームの維持が望めない。本制御システムは、施設側より供給される冷却水系（温度安定度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 以内）水路に設置した AC ヒータの電流を調節することにより、常時、冷却水温度を $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ 以内の精度で制御するものである。

既存装置において、RF 空洞を流れる冷却水の平均温度は $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ を達成しているが、蓄積リングビーム電流増加の加速器スタディにより、RF 空洞温度に依存するビーム不安定性が確認された。このため、ヒータ制御方式には、PWM (Pulse Width Modulation) 信号により半導体リレーを ON/OFF 制御で行うこととする。また、フィードバックシーケンスのために使用する測温抵抗体の読み取り温度を高精度かつ高分解能化することで安定化の向上を図る。

3.2 支給物品

- ・ 精密温度制御装置

1 式

・ 20kW 冷却水ヒータ用電源	4 式
・ 20kW 冷却水ヒータ	4 式
・ 冷却水圧力計	4 式
・ 冷却水流量計	4 式

3.3 RF 空洞用精密温度調整装置の構成

4 台の RF 空洞には、大電力高周波の供給源であるクライストロンから導波管・立体回路を介して、各 RF 空洞の上部にある導波管より大電力高周波が入力されている。RF 空洞の温度維持のための冷却水は、加速器収納トンネル天井上部より、冷却水母管から分岐して RF 空洞に通水されている（図 1）。冷却水温度を精密制御するための AC ヒータ本体は、加速器収納トンネル天井上部の冷却水分岐部に備えられている。

4 台の RF 空洞にそれぞれに対応した AC ヒータが備わっており、RF 空洞本体温度、または RF 空洞に通水する冷却水温度を測定し、その温度が一定値を維持するように AC ヒータにヒータ用電源から間欠通電、および PWM 帰還制御による通電が行われる。

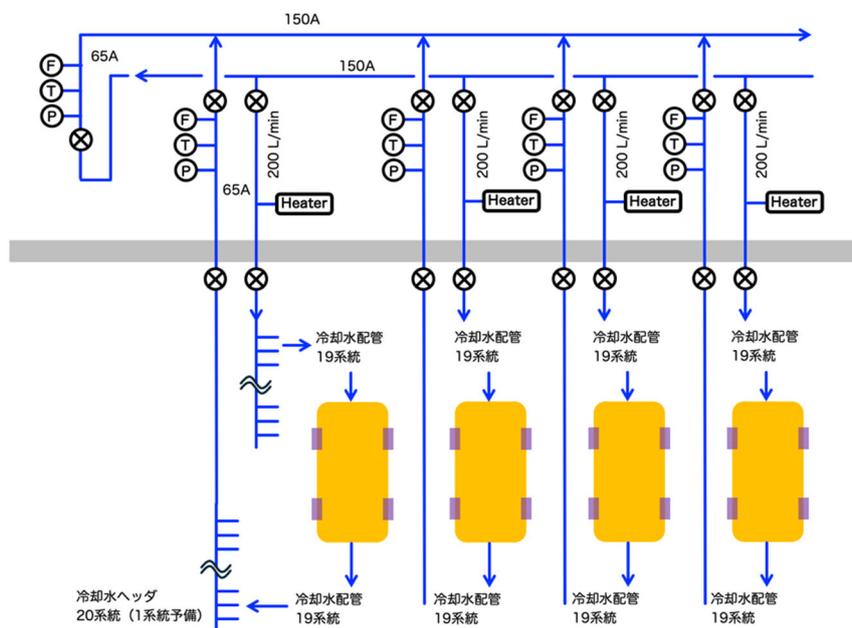


図 1：RF 空洞のための冷却水システム構成図（参考図）

3.4 精密温度調整装置

精密温度調整装置は、PLC（Programmable Logic Controller）と PID 演算処理を行う高分解能温度調節計を装備し、冷却水流量や温度などの状態を監視する制御ユニットとその処理信号に基づいてヒータ電力を制御する AC 電源で構成される。

本仕様は、制御ユニットの製作と制御ユニットで動作する PLC プログラム及び操作画面の作成である。精密温度制御装置、ならびに AC 電源、RF 空洞への接続ブロック図を図 2 に示す。

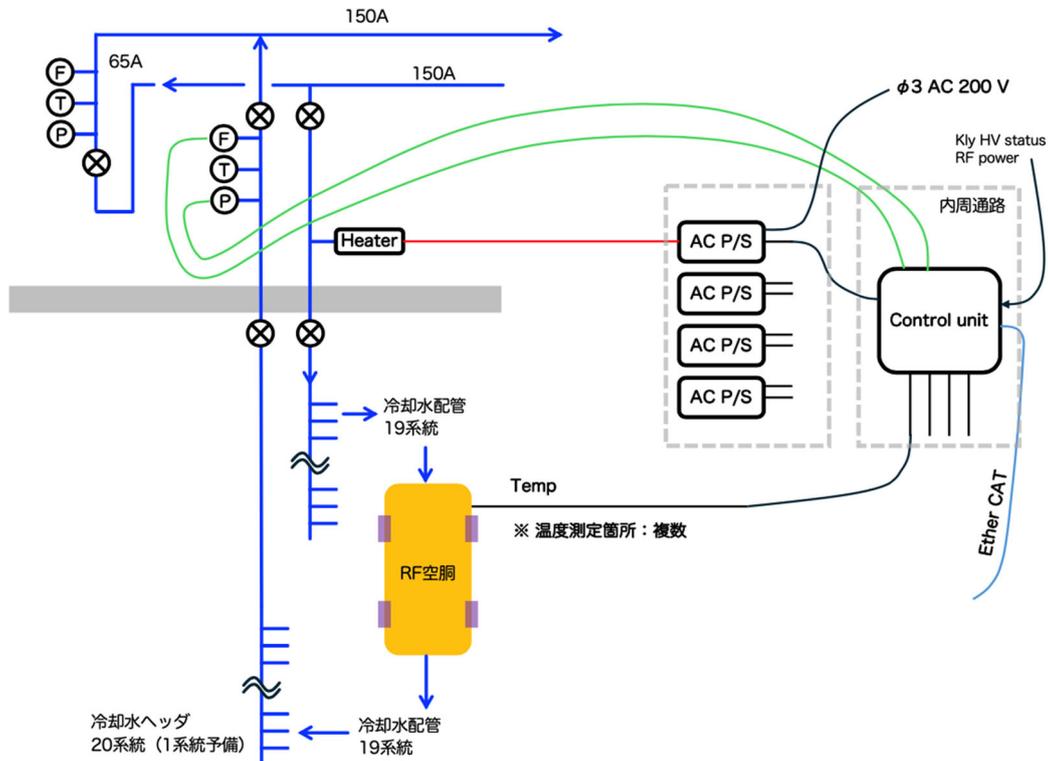


図 2：精密温度制御装置、ならびに AC 電源、RF 空洞への接続ブロック図（参考図）

3.5 配線、ならびに配線経路

(1) 温度測定数（1 台の RF 空洞当たり）

- RF 空洞本体温度測定点数： 3 点（図 3、4 を参照）
- 冷却水温度（往路）： 1 点（図 3、4 を参照）

(2) 冷却水圧力測定数（1 台の RF 空洞当たり）

- 冷却水圧力（往路）： 1 点（図 3、4 を参照）
旭計器工業株式会社製 MES-T249 相当品

(3) 冷却水流量測定数（1 台の RF 空洞当たり）

- 冷却水圧力（往路）： 1 点（図 3、4 を参照）

図4 電力線、センサーケーブル配線経路（上面図、参考図）

4. 試験

- ・外観目視試験 目視にて機器の外表面に機能上有害となる傷、汚れ、歪みのないことを確認すること。
- ・動作試験
 - 試験対象機器 精密温度調整装置
AC ヒータ電源
 - 測定内容 RF 空洞温度、冷却水温度、冷却水流量、冷却水圧力が精密温度調整装置にて測定できることを確認する。
遠隔機能、インターロック機能、オートチューニング機能、帰還制御機能、各種シーケンス動作の確認を行うこと。

5. 作業場所

宮城県仙台市青葉区荒巻青葉 468-1
NanoTerasu 蓄積リング棟加速器トンネル上部導波管立体回路部、内周保守通路

6. 作業日程

令和7年5月7日～9月22日
作業日程については、別途協議の上決定する。

7. 納期

令和7年10月31日

8. 提出書類

以下の書類または提出物を提出すること。

	書類または提出物名	提出時期	部数
①	契約仕様書	契約後速やかに	1部
②	試験検査要領書	試験前	1部
③	試験検査成績書	納入時	1部
④	工程表	契約後速やかに	1部

これら①～④をそれぞれ印刷してA4ファイルに綴じ、「完成図書」として1冊提出すること。

9. 技術打合せ

工程および作業詳細に関する技術打合せを、契約締結日から納期までの期間において少なくとも1回、量研担当者の指示する日時、場所にておこない、受注者は1名以上の作業担当者（技術者）が出席すること。開催場所は日本国内の指定する場所とする。なお、打合せ時の使用言語および用いる資料は日本語とする。

10. 検査条件

- (1) 製作完了後、本仕様書に記載した各種試験を実施し、合格すること。
なお、試験前に試験検査要領書を作成してQSTの確認を得ること。
試験結果は試験検査成績書に記載してQSTの確認を得ること。
- (2) 外観検査・寸法検査をおこない、QSTが合格と認めること。
- (3) 試験検査成績書、その他の提出図書の確認をおこない、QSTが合格と認めること。

11. 品質管理

本件に関わる作業、試験等は、全ての工程において、以下の事項等について十分な品質管理を行うこととする。

- (1) 管理体制
- (2) 設計管理
- (3) 外注管理
- (4) 現地作業管理
- (5) 材料管理
- (6) 工程管理
- (7) 試験・検査管理
- (8) 不適合管理
- (9) 記録の保管
- (10) 重要度分類
- (11) 監査

12. 適用法令・規格基準

本品は、放射性同位元素等規制法（RI 規制法）の適用を受ける放射線発生装置を構成するものである。従って、設計・製作・試験・据付調整等にあたっては、以下の法令、規格、基準等を適用又は準用して行うこと。

- (1) 放射性同位元素等規制法（RI 規制法）

- (2) 労働安全衛生法
- (3) 日本工業規格（JIS）
- (4) その他受注業務に関し、適用又は準用すべき全ての法令・規格・基準等

13. 契約不適合

契約不適合については、契約条項のとおりとする。

14. 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）に適合する環境部品（事務用品、OA 機器等）が発生する場合は、これを採用する。
- (2) 本仕様書に定める提出図書（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。

15. 機密の保持

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、予め量研の承諾を得た場合にはこの限りでない。

16. 権利の帰属

本仕様書によって製作されたハードウェア等の図面を含む著作物の著作権は、量研に帰属するものとする。

17. 協議

本件は仕様書に基づいて行うものとし、これらに疑義が生じた場合は量研の指示に従うこと。部材や製作・施工方法、試験・測定方法、寸法や形状等は原則、仕様書に記載する方法や値を採用すること。機器構成を含む詳細については、量研の指示に従うこと。

18. その他

- (1) 製品の瑕疵について明らかになった場合、使い勝手等を含む性能が保証できるよう速やかに対処すること。
- (2) 瑕疵担保期間の内外を問わず、故障や不良等が発生した場合には速やかな対処が可能であること。また原因と対処方法を速やかに量研に報告すること。

(要求者)

NanoTerasu センター 高輝度放射光研究開発部 加速器グループ
氏 名：安積 隆夫

(別紙様式 1 - 1)

選定理由書

1. 件名	RF 空洞用精密温度調整装置配線作業
2. 選定事業者名	カナデビア株式会社
3. 目的・概要等	<p>NanoTerasu においては、高品質バンチビームを 3GeV 蓄積リングに安定して蓄積し、高輝度放射光を利用した実験をおこなっている。蓄積リングには 3GeV ビームエネルギーを維持するため、4 台の RF 空洞が配置されている。RF 空洞においては、大電力クライストロンからの高周波電力供給による発熱を抑えるとともに、極めて高い精度で RF 空洞の温度を安定化することが求められる。</p> <p>NanoTerasu の建屋管理者が設置した既存の温度調整装置は、一定レベルの温度安定度を達成しているが、RF 空洞温度に依存するビーム不安定性が確認されたため、さらなる温度安定化を実現する必要がある。</p>
4. 希望する適用条項	契約事務取扱細則第 29 条第 1 項第 1 号チ 研究開発に係る設備機器の更新、改修、点検保守（維持管理）等、当該設備機器の特殊性や互換性の確保のために契約相手方が一に限定されるとき
5. 選定理由	<p>本件の精密温度制御装置の配線作業は、RF 空洞までの配線経路におけるノイズ環境と本装置がもたらすノイズ発生との観点でケーブル敷設処理、ならびに機器動作調整を実施するが、精密温度調整装置の特性および電気的性能を熟知していることに加えて、機器制御の整合性を得る必要がある。</p> <p>本件で配線作業を実施する対象の精密温度制御装置は、カナデビア株式会社によって製作が行われたが、機械の電機的性能ならびに接続先となる対象機器との取り合いの観点から、既存機器との電気的な互換性、機械的位置関係や形状等の構造的な完全互換性が必要不可欠であり、その設計の詳細は非公開である。</p> <p>以上のことから、本仕様で求める作業が可能な専門的技術的能力を有し、本件調達が可能な唯一の者としてカナデビア株式会社を選定事業者としたい。</p>