

加速器インターロックユニットの製作

仕様書

一般仕様

1. 件名

加速器インターロックユニットの製作

2. 目的

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「量研」という。）が運用する NanoTerasuにおいて、加速器機器を保護し安定な運転を維持するためのインターロックシステムを構成する各種ユニットを製作するものである。

3. 仕様範囲

各種インターロックユニットの製作。製作するユニットは表1. 1のとおりとする。ユニットの仕様に関しては後述の技術仕様を参照すること。

表1. 1 製作ユニット

製作品名称	数量
電磁石インターロック 蓄積INTLK親機	1
電磁石インターロック 蓄積INTLK子機 標準セル用	1
電子銃高電圧ステーション機器制御装置	1
真空機器保護インターロック	1
RFインターロックユニット	1
ARIS 保守通路用ノードユニット	1
ARIS RFステーション用ノードユニット	1
ARIS インターフェースユニット	1

4. 納入期限

令和7年3月21日

5. 納入場所

宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1

3GeV 高輝度放射光施設（NanoTerasu）内の指定する場所

6. 納入条件

持ち込み渡し。運搬時には破損を避けるため保護をして運搬すること。

7. 提出図書

表 1. 2 提出図書

	図書名	提出時期	部数	確認
①	製作工程表	契約後速やかに	1部	要
②	打合せ議事録	打合せ後	1部	
③	製作確認図	製作前	1部	要
④	試験検査要領書	試験検査実施前	1部	要
⑤	試験検査成績書	納入前	1部	要
⑥	取扱説明書	納入前	1部	

製作確認図は必要に応じて、製作仕様書、信号系統図、入出力割付表、内部配線図、ブロック図、通信用アドレスマップなどを含むこと。図書確認時は電子ファイルでの提出を可とするが、納入時に全ての提出図書を印刷しファイルに綴じ、表紙と目次を付けたものを「完成図書」として1部提出すること。また、電子ファイルを CD-R などの記録媒体に納めたものを上記「完成図書」に綴じ提出すること。

(提出場所)

量研 NanoTerasuセンター

高輝度放射光研究開発部 加速器グループ

(確認方法)

提出書類のうち、量研の確認を要するものは、確認期限日を記載した受領印を押印の上受注者に返却する。確認期限日までに量研から修正等の指示なき場合は、確認したものとする。

8. 検査条件

- ① 納入場所に納入後、員数検査、外観検査を行い、量研が合格と認めること。
- ② 提出図書の確認を行い、量研が合格と認めること。

9. 品質管理

本設備の制作に係る設計・製作・据付け等は、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

1 0. 適用法規・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、基準等を適用また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) 日本産業規格（JIS）
- (4) その他受注業務に関し、適用または準用すべき全ての法令・規格・基準等

1 1. 知的財産権

知的財産権については、知的財産権特約条項のとおりとする。

1 2. 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、あらかじめ量研の了承を得た場合にはこの限りでない。

1 3. 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。

1 4. 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）に適合する環境物品（事務用品、OA機器等）の採用が可能な場合は、これを採用するものとする。

1 5. 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。資料等から波及する特許の行使権は、量研に帰属する。

1 6. 協議

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、量研と協議のうえ、その決定に従うものとする。

技術仕様

1. 共通事項

契約後、速やかに量研担当者と打合せを行い、工程表を作成すること。定期的に技術打合せを行い、打合せ後には議事録を作成し電子データにて提出すること。製作するユニットは現行のインターロックユニットへの入出力を、信号レベル・コネクタを含めそのまま使用できるように設計すること。ユニット製作前に設計図を提出し、量研の確認を得ること。

製作したユニットは工場にて試験検査を実施すること。試験検査はハードウェア・ソフトウェア含めた総合的な入出力の試験を行うこと。納入場所現地での試験は基本的に不要とするが、現地試験が必要であれば協議の上で実施すること。試験検査実施前に試験検査要領書を提出し、量研の確認を得ること。

2. 電磁石インターロック 蓄積INTLK親機

2-1. ハード構成

- ・EIA規格19インチラックに組込み可能とし、高さ8Uとすること。
- ・入力ACは单相100V 50/60 Hzとすること。
- ・ユニット内部にPLC（三菱電機製iQ-Rシリーズ相当品）、リレー回路等を備え、これを用いてシーケンス制御が可能なユニットとすること。表2. 1にPLCのハードウェア参考仕様を示す。

表2. 1 蓄積INTLK親機PLC ハードウェア参考仕様

名称	参考型式	数量
ベース	R38B	1
電源	R61P	1
CPU	R04CPU	1
DIユニット	RX41C4	1
DOユニット	RY41NT2P	1
CC-Link IE Controlユニット	RJ71GP21-SX	1
CC-Link IE Fieldユニット	RJ71GF11-T2	1

- ・タッチパネル（発紘電機V9120iS相当品）にて表示と操作を可能とすること。
- ・正面パネルに、タッチパネル、Ethernetポート（タッチパネル及びPLC）、POWER ON表示、出力許可スイッチを備えること。正面パネルの塗装色はマンセル5G7/8とする。

- ・背面に、POWER ONスイッチ、AC入力、CC-Link IE Controlポート、CC-Link IE Fieldポート、その他の入出力D-subコネクタ(9pin 23個程度、15pin 2個程度)等のコネクタを備えること。

2-2. 機能・ソフトウェア

- ・蓄積INTLKの子機(18台)とCC-Link IE Fieldにて通信を行い、蓄積リング電磁石の状態を収集しタッチパネル表示を行うこと。線型INTLKの子機(2台)とCC-Link IE Controlにて通信を行い線型加速器電磁石の状態を収集しタッチパネル表示を行うこと。子機については次項の蓄積INTLK子機標準セル用の1台のみが本仕様の範囲内、その他は範囲外とする。

- ・本機が直接制御する電磁石電源(20台)の電源異常状態と出力状態を受け取り、出力許可信号を出力すること。

- ・蓄積リングの水冷電磁石の異常時や、出力許可スイッチ不許可時、安全インターロックからの非常停止受信時には、本機が制御する電磁石電源に対し出力不許可を出力すること。蓄積INTLK子機に対しCC-Link IE Field経由で出力不許可を出力すること。

- ・蓄積INTLK親機は外部インターロックユニットと通信し、インターロック信号の伝達を行う。蓄積リングRFへのアポートリクエスト送信、安全インターロックからの非常停止の受信を行うこと。

- ・情報収集ユニットとCC-Link IE Controlにて通信を行い、蓄積リング及び線型加速器の電磁石の状態を送信し、上位計算機から情報収集可能とすること。情報収集ユニットは本仕様の範囲外とする。

- ・予備電源切替器のドア開閉ステータスを取得し、ドア開の場合は出力不許可を出力すること。予備電源切替作業のガイド機能を持ち、切替器各端子に電源接続信号を出力可能とすること。

- ・タッチパネルから全ての電磁石のアラーム状態、制御状態、アラーム履歴を表示可能とすること。パスワード認証の設定画面を備え、入射部電磁石の温度接点閾値や、異常状態監視のENABLE / DISABLE設定を個別に変更できるようにすること。

- ・上記動作を実現するようにラダープログラム、グラフィックパネルプログラム、通信用アドレスなどを設計し、作成すること。

3. 電磁石インターロック 蓄積INTLK子機 標準セル用

3-1. ハード構成

- ・EIA規格19インチラックに組込み可能とし、高さ4Uとすること。

- ・入力ACは単相100V 50/60 Hzとすること。

・ユニット内部にPLC（三菱電機製iQ-Rシリーズ相当品）、リレー回路等を備え、これを用いてシーケンス制御が可能なユニットとすること。表3. 1にPLCのハードウェア参考仕様を示す。

表3. 1 蓄積INTLK子機PLC ハードウェア参考仕様

名称	参考型式	数量
ベース	R35B	1
電源	R61P	1
CPU	R04CPU	1
DIユニット	RX41C4	1
DOユニット	RY41NT2P	1
CC-Link IE Fieldユニット	RJ71GF11-T2	1

・正面パネルに、Ethernetポート(PLC)、POWER ON表示、CC-Link IE Field Failure表示、Magnet Failure表示、電磁石電源不許可表示を備えること。正面パネルの塗装色はマンセル5G7/8とする。

・背面に、POWER ONスイッチ、AC入力、CC-Link IE Fieldポート、その他の入出力D-subコネクタ(9pin 6個程度、15pin 4個程度)等のコネクタを備えること。

3-2. 機能・ソフトウェア

- ・本機が担当する電磁石の温度接点及び冷却水流量計接点信号を読み取れること。
- ・蓄積INTLKの親機とCC-Link IE Fieldにて通信を行い、蓄積リング電磁石の状態を伝達すること。
- ・蓄積リングの水冷電磁石の異常時や、出力許可スイッチ不許可時、安全インターロックからの非常停止受信時には、本機が制御するDC-Link制御ユニット(3台)に対し出力停止指令を出力すること。
- ・上記動作を実現するようにラダープログラムなどを設計し、作成すること。

4. 電子銃高電圧ステーション機器制御装置

4-1. ハード構成

- ・EIA規格19インチラックに組込み可能とし、高さ4Uとすること。
- ・入力ACは单相100V 50/60 Hzとすること。
- ・ユニット内部に横河電機(株)製FA-M3Vシリーズ相当品、リレー回路等を備え、これを用いて制御が可能なユニットとすること。表4. 1にハードウェア参考仕様を示す。

表4. 1 電子銃高電圧ステーション機器制御装置 ハードウェア参考仕様

名称	参考型式	数量
ベース	BU06-0N	1
電源	PU10-0S	1
DIユニット	XD32-3F	1
DOユニット	YC08-0C	1
AIユニット	AD04-5V	1
AOユニット	DA04-6R	1
光FAバス2ユニット	LR02-0N	1

- ・正面パネルに、POWER ON表示、AC100V出力表示、POWER ONスイッチを備えること。正面パネルの塗装色はマンセル6.25PB 5/10とする。
- ・背面に、AC入出力、光FAバス入出力コネクタ、その他の入出力D-subコネクタ(9pin 3個程度、15pin 3個程度)等のコネクタを備えること。

4-2. 機能

- ・カソードヒータ電源・バイアス電源に対し、出力状態・アラーム・電圧値・電流値を読み取れること。出力ON指令、電圧指令を送れること。
- ・パルサー電源に対し、POWER ON指令、電圧指令を送れること。
- ・光FAバスを用いてパルス電源制御装置（本仕様の範囲外）と通信し、上記の入出力の制御を行うこと。

5. 真空機器保護インターロック

5-1. ハード構成

- ・EIA規格19インチラックに組込み可能とし、高さ4Uとすること。
- ・入力ACは単相100V 50/60 Hzとすること。
- ・ユニット内部にPLC（三菱電機製iQ-Rシリーズ相当品）、リレー回路等を備え、これを用いてシーケンス制御が可能なユニットとすること。表5. 1にPLCのハードウェア参考仕様を示す。

表5. 1 真空機器保護インターロックPLC ハードウェア参考仕様

名称	参考型式	数量
ベース	R35B	1
電源	R61P	1
CPU	R04CPU	1

DI/Oユニット	RH42C4NT2P	1
CC-Link IEユニット	RJ61BT11	1
CC-Link IE Controlユニット	RJ71GP21-SX	1

- ・正面パネルに、Ethernetポート(PLC)、CC-Link IEポート、POWER ON表示、インターロック表示を備えること。正面パネルの塗装色はシルバーとする。
- ・背面に、AC入力、CC-Link IEポート、その他の入出力D-subコネクタ(9pin 1個程度、15pin 1個程度)を備えること。

5-2. 機能・ソフトウェア

- ・線型加速器真空制御装置（本仕様の範囲外）とCC-Link IEにて通信し、真空異常信号を受け取ること。
- ・真空異常信号を受けたとき、線型加速器真空制御装置に対しCC-Link IE通信にて異常箇所の直近2つのゲートバルブの閉指令を出力すること。
- ・真空異常時に蓄積リング真空制御システム（本仕様の範囲外）がゲートバルブ閉できるように、収集した信号をCC-Link IE Control通信にて送信すること。
- ・監視範囲のゲートバルブが閉じたときに、パルス電源制御装置（本仕様の範囲外）に対し高電圧停止指令を出力すること。電磁石インターロック線型INTLK BT局（本仕様の範囲外）から偏向電磁石の励磁状態を受け取り、状態に応じてゲートバルブの監視範囲の切り替えを行うこと。
- ・Ethernetポート（PLC）を通じて仕様範囲外の可搬型タッチパネルディスプレイと接続し、PLCの状態を確認できるように設計すること。
- ・上記動作を実現するようにラダープログラムなどを設計し、作成すること。

6. RFインターロックユニット

6-1. ハード構成

- ・EIA規格19インチラックに組込み可能とし、高さ7Uとすること。
- ・入力ACは単相100V 50/60 Hzとすること。
- ・ユニット内部にPLC（横川電機製FA-3MVシリーズ相当品）、高速判定用内部基板、リレー回路等を備え、これを用いてシーケンス制御が可能なユニットとすること。表6. 1にPLCのハードウェア参考仕様を示す。

表6. 1 RFインターロックユニットPLC ハードウェア参考仕様

名称	参考型式	数量
ベース	BU05-0D	1

電源	PU20-0S	1
CPU	SP71-4S	1
DIユニット	XD64-3F	1
DOユニット	YD32-1P	1
EtherCATスレーブユニット	LT02-0N	1

- ・タッチパネル（発紘電機V9120iS相当品）にて表示と操作を可能とすること。
- ・正面パネルに、タッチパネル、Ethernetポート（タッチパネル及びPLC）、POWER ON表示、アラーム表示、RF OFFスイッチ、REMOTE/LOCAL切替スイッチを備えること。正面パネルの塗装色はマンセル5Y8/1.5とする。
- ・背面に、POWER ONスイッチ、タッチパネルONスイッチ、AC入力、EtherCATポート、D-subコネクタ（9pin 10個程度、15pin 1個程度）、BNCコネクタ（5個程度）等のコネクタを備えること。

6-2. 機能・ソフトウェア

- ・ARIS RFステーション用ノードユニット（本仕様範囲内）及び本仕様範囲外の各機器（蓄積リング真空制御装置、真空コンパレータユニット、ドライバアンプ、クライストロン電源、ビームシェーカー、アークセンサー4台、ローレベルRF制御用AMC, RTMモジュール、予備入出力2台）から状態信号を受け取り、また条件に応じてローレベルRF制御用AMC, RTMモジュール、ドライバアンプに停止指令を出力すること。
- ・高速判定用の内部基板をユニット内部に有し、入力から10マイクロ秒以内にインターロック判定し停止指令出力を可能にすること。内部基板は入力された信号をラッチし、また、どの信号が先着だったかわかるようにすること。内部基板の収集・判定した情報をタッチパネルに表示し、インターロックリセット操作で内部基板を含めたラッチ信号のリセットができるようにすること。
- ・AMCモジュールからRF ON信号を受け取り、クライストロン電源、ビームシェーカー、ARIS RFステーション用ノードユニットにRF ON信号を出力すること。特にビームシェーカーへの信号は入力から10マイクロ秒以内に出力すること。
- ・EtherCATにて通信を行い、収集した各機器の状態を送信し上位計算機から情報収集可能とすること。
- ・タッチパネルからインターロック信号の先着状態と現状態の表示、アラーム履歴を表示可能とすること。パスワード認証の設定画面を備え、信号名称及び状態監視(ENABLE / DISABLE)設定を個別に変更できるようにすること。タッチパネルからアークセンサーのテストと個別リセットを可能にすること。
- ・上記動作を実現するようにラダープログラム、グラフィックパネルプログラム、通信用アドレスなどを設計し、作成すること。

7. ARIS 保守通路用ノードユニット

7-1. ハード構成

- ・EIA規格19インチラックに組込み可能とし、高さ2Uとすること。
- ・入力ACは単相100V 50/60 Hzとすること。
- ・ユニット内部にFPGAボード（Intel製10M02SCE144C8G相当品）、MPU（ルネサスエレクトロニクス製R5F563NEDDFC#V0相当品）、EtherCATスレーブ（ヒルシャー製COMX 51CA-RE/ECS V4相当品）、光トランシーバー（七星科学研究所製SC-113-OPT(S3)G相当品）、RS485信号（LTM2881相当品）等を備え、これらを用いて制御が可能なユニットとすること。
- ・正面パネルに、EtherCATポート、光ケーブルコネクタ、ABORT状態表示、POWER ON表示、リセットスイッチ、Enable / Disable切替ディップスイッチを備えること。正面パネルの塗装色はマンセル2.5Y8/12とする。
- ・背面に、POWER ONスイッチ、AC入力、EtherCATポート、RJ45コネクタ（RS485）（10個程度）を備えること。

7-2. 機能・ソフトウェア

- ・本仕様範囲外の各機器（最大10台程度）からRS485のABORT信号を受け取り、双方向通信の光トランシーバーを通じてARIS RFステーション用ノードユニットにABORT信号を高速で出力すること。
- ・ABORT信号はラッチすること。また、先着判定を行い、どの信号が先着だったか分かるようにすること。
- ・EtherCATにて通信を行い、ABORT信号状態、ABORT先着状態、Disable状態、光トランシーバー状態を送信し上位計算機から情報収集可能とすること。また、上位計算機からラッチ状態のリセットを可能にすること。
- ・上記動作を実現するようにプログラム、通信用アドレスなどを設計し、作成すること。

8. ARIS RFステーション用ノードユニット

8-1. ハード構成

- ・EIA規格19インチラックに組込み可能とし、高さ2Uとすること。
- ・入力ACは単相100V 50/60 Hzとすること。
- ・ユニット内部にFPGAボード（Intel製10M02SCE144C8G相当品）、光トランシーバー4ch（七星科学研究所製SC-113-OPT(S3)G相当品）等を備え、これらを用いて制御が可能なユニットとすること。

- ・正面パネルに、ABORT状態表示、POWER ON表示、光ケーブルコネクタ（4ch）、入力BNCコネクタ、出力BNCコネクタを備えること。正面パネルの塗装色はマンセル2.5Y8/12とする。

- ・背面に、POWER ONスイッチ、AC入力等を備えること。

8-2. 機能・ソフトウェア

- ・双方向通信の光トランシーバーを通じてARIS 保守通路用ノードユニットから信号を受け取り、RFインターロックユニットにABORT信号を高速で出力すること。また、RFインターロックからのABORT信号を受け取り、ARIS 保守通路用ノードユニットに送信すること。

9. ARIS インターフェースユニット

9-1. ハード構成

- ・EIA規格19インチラックに組込み可能とし、高さ1Uとすること。

- ・入力ACは単相100V 50/60 Hzとすること。

- ・ユニット内部にFPGAボード（Intel製10M02SCE144C8G相当品）、RS485信号（LTM2881相当品）等を備え、これらを用いて制御が可能なユニットとすること。

- ・正面パネルに、ABORT状態表示、POWER ON表示、入力BNCコネクタ、出力BNCコネクタ、RJ45コネクタ（RS485）を備えること。正面パネルの塗装色はマンセル2.5Y8/12とする。

- ・背面に、POWER ONスイッチ、AC入力等を備えること。

9-2. 機能・ソフトウェア

- ・本仕様範囲外のmicroTCAモジュールからABORT信号を受け取り、ARIS保守通路用ノードユニットにRS485のABORT信号を高速で出力すること。また、ARIS保守通路用ノードからのRS485のABORT信号を受け取り、microTCAモジュールに出力すること。

（要求者）

部課（室）名：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：保坂 勇志