

NanoTerasu 加速器機器用制御装置の製作 仕様書

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構

一般仕様

1. 件名

NanoTerasu加速器機器用制御装置の製作

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「QST」という。）が運用する NanoTerasuにおいて、安定な運転を維持するため、加速器真空機器を保護するインターロック 制御装置やスクリーンモニタコントローラなどを製作するものである。

3. 仕様範囲

製作する制御装置は表 1 のとおりとする。製作する制御装置の仕様に関しては後述の技術 仕様を参照すること。

表 1 製作する制御装置

名称			数量
線型加速器	真空制御装置	TYPE A1	1
線型加速器	真空制御装置	TYPE A2	1
線型加速器	真空制御装置	TYPE B	1
線型加速器	真空制御装置	TYPE BT3	1
蓄積リング	真空制御装置	C01	1
蓄積リング	真空制御装置	C03	1
蓄積リング	真空制御装置	C04	1
蓄積リング	真空制御装置	C06	1
蓄積リング	真空制御装置	C16	1
真空機器保護	情報収集ユニット		1
真空機器保護	メンテナンス用タッチパネル		1
EtherCATコントローラドライバ			1
EtherCATスクリーンモニタコントローラ			1

4. 納入期限

令和 8 年 3 月 1 9 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2 提出図書

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

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、各図書及び作成したソフトウェアの電子ファイルを 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。

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、QSTが合格と認めること。
- ② 提出図書の確認を行い、QST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QST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、QST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、QST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、QST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

契約後速やかに工程表を作成すること。必要に応じて技術打合せを行い、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。製作する制御装置は現行の制御装置への入出力を、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。製作前に設計図を提出し、QSTの確認を得ること。

製作した制御装置は工場にて試験検査を実施すること。試験検査は総合的な入出力の試験を行うこと。必要に応じて工場立会検査を実施する。納入場所現地(NanoTerasu)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、QSTの確認を得ること。

2. 線型加速器 真空制御装置

線型加速器の真空制御装置はTYPE A1, TYPE A2, TYPE B, TYPE BT3を各1台ずつ、計4台を製作すること。

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6Uとすること。
- ・入力ACは单相100V 50/60 Hzで動作可能とすること。
- ・ユニット内部にPLC（横河電機製FA-M3Vシリーズ相当品）、24V DC電源等を備え、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にPLCのハードウェア参考仕様を示す。図1に参考図を示す。

表3 線型加速器 真空制御装置 PLC ハードウェア参考仕様

名称	参考型式	数量 (A1)	数量 (A2)	数量 (B)	数量 (BT3)
ベース	BU09-0N	1	1	1	1
電源	PU20-0S	1	1	1	1
CPU	SP71-4S	1	1	1	1
EtherCATユニット	LT02-0N	1	1	1	1
DIユニット	XD64-3F	1	1	1	1
DIユニット	XD32-3F	1	1	1	1
DOユニット	YD32-1P	1	1	1	1
AIユニット	AD08-5V	1	1	2	2
AIユニット	AD04-5V	1	1	0	0
温度モニタ	CX04-0H	0	1	0	0

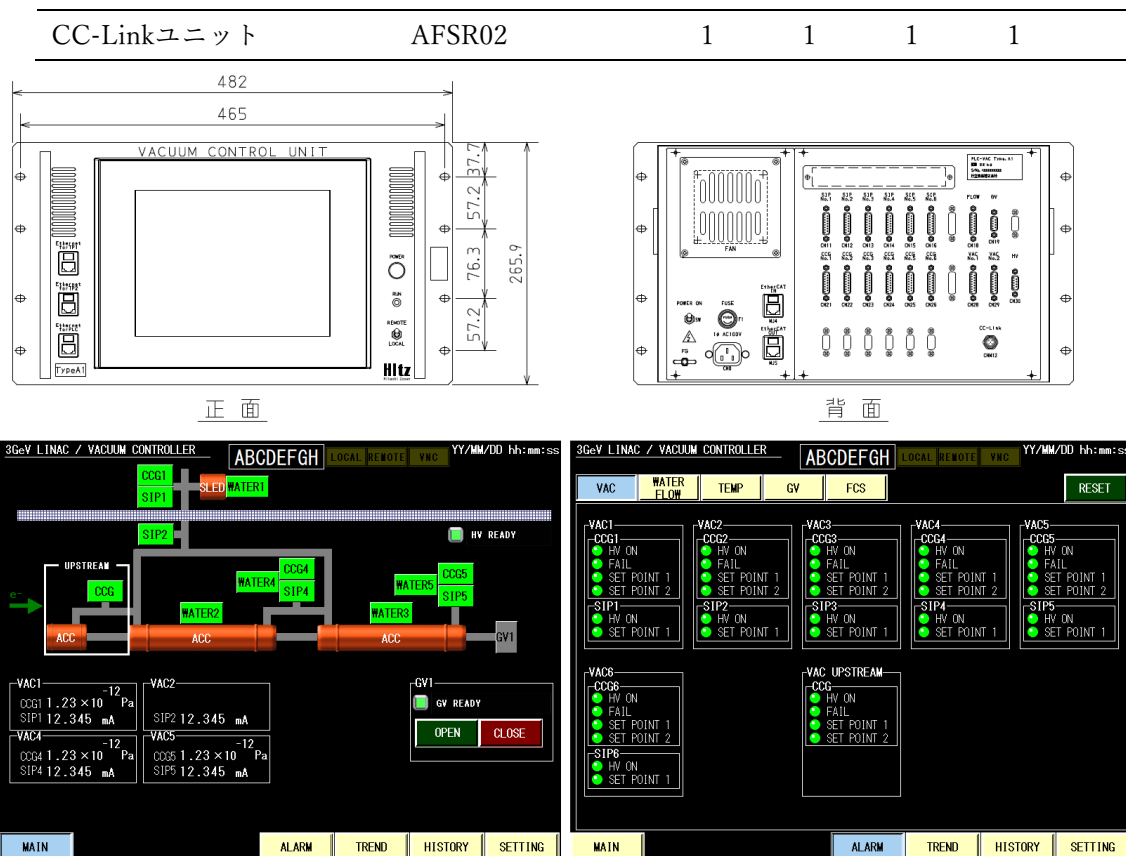


図1 線型加速器 真空制御装置 参考図

- ・タッチパネル（発紘電機V1010iSLD相当品、10.4型、Ethernet 2 ch）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、POWER表示、RUN表示、REMOTE/LOCAL切り替えスイッチ、Ethernetポート(PLC)、Ethernetポート(タッチパネル)×2を備えること。正面パネルの色はシルバーとする。
- ・背面に、POWER ONスイッチ、AC入力、EtherCATポート(IN,OUT)、CC-Linkポート、内部確認用ペット板、入出力D-subコネクタ(9pin 2-8個程度、15pin 14-15個程度)等を備えること。

2-2. 機能・ソフトウェア

- ・本機が制御する真空計及びイオンポンプの状態信号(高電圧印加状態・FAIL・圧力接点(真空計は圧力接点2つ))を受け取り、正面タッチパネルでの状態表示を行うこと。受信した異常はリセット操作が行われるまでラッチすること。真空計のうち最下流の1台の状態信号を隣接する下流の真空制御装置から読み取れるようにすること。
- ・本機が制御する真空計(最大7台)の圧力アナログ信号を受け取り、正面タッチパネルでの圧力表示を行うこと。

- ・本機が制御するゲートバルブの状態信号を受け取り、正面タッチパネルでの状態表示を行うこと。異常状態はリセット操作が行われるまでラッチすること。また、ゲートバルブに制御信号を出力し、開閉操作を可能とすること。
- ・流量計信号を受け取り、正面タッチパネルでの状態表示を行うこと。流量計の異常状態はリセット操作が行われるまでラッチすること。
- ・真空機器保護インターロック（仕様範囲外）とCC-Link通信にてゲートバルブ閉指令・ゲートバルブ状態・メンテナンスモード・真空異常状態などの送受信を行うこと。
- ・大きな圧力悪化を示す接点信号が入力された場合や、真空機器保護インターロックからゲートバルブ閉指令を受信した場合、ゲートバルブを強制的に閉じること。
- ・TYPE A1, A2においては、真空異常時や冷却水流量の異常時にクライストロンや電子銃制御装置(仕様範囲外)にHV出力を停止する信号を出力すること。
- ・TYPE A2においては、測温抵抗体からの温度アナログ信号を受け取り、正面タッチパネルでの温度表示を行うこと。異常時には238 MHzアンプ、476 MHzアンプ(仕様範囲外)に出力停止の信号を出力すること。
- ・TYPE B, BT3においては、ファストクロージングシャッター(FCS)の状態信号を受け取り、正面タッチパネルでの状態表示を行うこと。異常状態はリセット操作が行われるまでラッチすること。また、FCSに制御信号を出力可能とし、異常時には閉信号を出力すること。
- ・TYPE BT3においては、非蒸発型ゲッターポンプ(NEG)電源の状態信号を受け取り、正面タッチパネルでの状態表示を行うこと。
- ・正面タッチパネルのリセットボタン押下時や、上位計算機からのリセット操作時にはラッチした信号をリセットすること。
- ・制御装置前面のRemote/LocalスイッチがLocalのときは、上位計算機からのゲートバルブ操作、リセット操作などを不可とすること。Remoteのときは逆にタッチパネルからのゲートバルブ操作、リセット操作、設定変更などを不可とすること。
- ・本機が受け取る全ての機器の状態をEtherCAT通信により上位計算機から収集可能とすること。また、上位計算機からゲートバルブの開閉操作やリセット操作などを可能とすること。
- ・上記動作を実現するようにラダープログラム、通信用アドレスマップなどを作成すること。既存機器と本機を入れ替えても制御が成立するように既存のアドレスマップと齟齬がないよう作成すること。
- ・タッチパネル表示については、アラーム状態や実際の機器配置をまとめたメイン画面、各機器のアラームの詳細が確認できるアラーム画面、圧力トレンド表示画面、アラーム履歴画面、設定変更画面などを表示できるようグラフィックパネルのプログラムを作成すること。設定変更画面はパスワード認証とすること。本機はNanoTerasu内の計30か所程度で使用されているため、設置場所の設定を切り替えることでそれぞれの場所に対応するメイン画面・アラーム表示・信号名称表示できるように作成すること。

3. 蓄積リング真空制御装置

蓄積リングの真空制御装置はC01, C03, C04, C06, C16用を各1台ずつ、計5台を製作すること。

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7Uとすること。
- ・入力ACは単相100V 50/60 Hzで動作可能とすること。
- ・ユニット内部にPLC（三菱電機製QnU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4にPLCのハードウェア参考仕様を示す。図2に参考図を示す。

表4 蓄積リング 真空制御装置 PLC ハードウェア参考仕様

名称	参考型式	数量 (C01)	数量 (C03)	数量 (C04)	数量 (C06)	数量 (C16)
ベース	Q312B	1	1	1	1	1
電源	Q61P	1	1	1	1	1
CPU	Q06UDVCPU	1	1	1	1	1
DIユニット	QX42	2	2	2	2	2
DOユニット	QY41P	1	1	1	1	1
AIユニット	Q68ADV	4	4	4	5	3
熱電対 ユニット	Q68TD-G-H02	4	3	4	3	4
CC-Link IE Control	QJ71GP21-SX	1	1	1	1	1

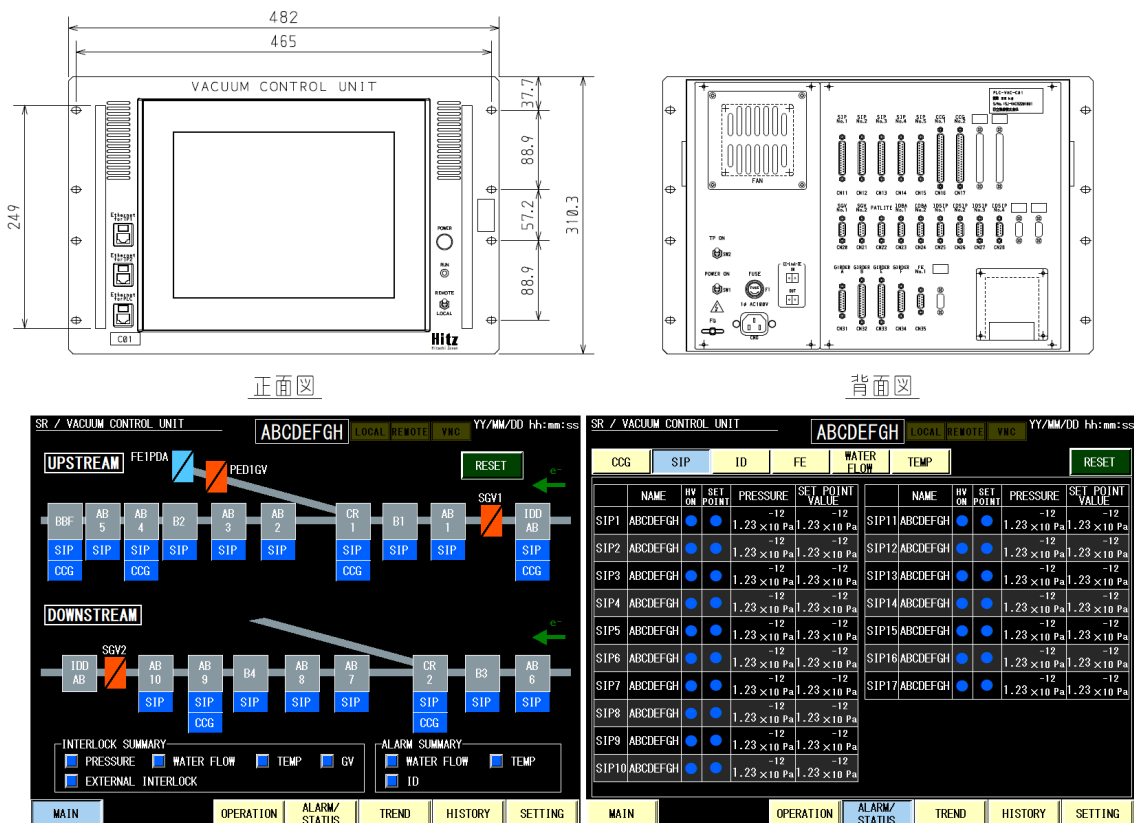


図2 蓄積リング 真空制御装置 参考図

- ・タッチパネル（発紘電機V9120iS相当品、12.1型、Ethernet 2 ch）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 RJ45コネクタ（タッチパネル用: 2 ch、PLC用: 1 ch）、POWER ON表示、RUN表示、Remote/Local切替スイッチを備えること。正面パネルの塗装はメタリックシルバーとする。
- ・背面に、POWER ONスイッチ、タッチパネルONスイッチ、AC入力、CC-Link IE Controlポート、入出力D-subコネクタ（37pin 2-4個、25pin 7個、15pin 2個、9pin 11個程度）を備えること。熱電対端子台については外付けとし、制御装置背面から熱電対端子用のケーブルを取り出せるようにすること。熱電対端子台は仕様範囲外、熱電対端子台までのケーブルは仕様範囲内とする。

3-2. 機能・ソフトウェア

- ・蓄積リングの1セル分の真空機器（真空計7-14台、イオンポンプコントローラ17-18台、流量計23-28台、熱電対、ゲートバルブ2台、ID・フロントエンド機器等）の状態を収集し、タッチパネル表示を行うこと。

- ・圧縮空気にて駆動するゲートバルブ2台の開閉操作信号を出力できること。タッチパネルから開閉操作可能にすること。
- ・C言語コントローラユニット(仕様範囲外)とCC-Link IE Controlにて通信を行い、収集した信号を送信し上位計算機から情報収集可能とすること。また、隣接する蓄積リング真空制御装置や真空機器保護インターロックユニット(仕様範囲外)からも情報が読み取れるようにすること。
- ・隣接する蓄積リング真空制御装置からCC-Link IE Controlを経由し信号を受信し、隣接する真空計の圧力値のタッチパネル表示及びゲートバルブ外部インターロック判定(隣接セルの圧力異常の受信)を行うこと。
- ・収集した真空計及びイオンポンプコントローラの状態に基づき圧力異常判定を行い、本機が制御するゲートバルブの閉動作を行うこと。
- ・圧力異常、ゲートバルブ閉、インターロックに適用される熱電対の異常、インターロックに適用される流量計の流量低のとき、蓄積リング真空制御装置RF用(仕様範囲外)に対しCC-Link IE Control経由でアボート要求を出力すること。
- ・アラーム信号についてラッチ機能を有し、リセット操作をするまでアラーム表示を維持すること。リセット操作はタッチパネルのボタン及びCC-Link IE Control経由で受け付けること。
- ・制御装置前面のRemote/LocalスイッチがLocalのときは、CC-Link IE ControlからのSGV操作、リセット操作を不可とすること。Remoteのときは逆にタッチパネルからのSGV操作、リセット操作、設定変更を不可とすること。
- ・タッチパネルには、アラーム状態や実際の機器配置をまとめたメイン画面、ゲートバルブ操作画面、各機器のアラーム状態表示画面、トレンドグラフ表示画面、アラーム履歴画面、設定変更画面を備えること。
- ・タッチパネルのトレンドグラフ表示画面では、真空計及びイオンポンプの16分間の圧力推移を表示し、画面スワイプすることで直近120分間の圧力推移を表示可能にすること。真空計については長い時間間隔の表示機能を備え、24時間の圧力推移を表示し、画面スワイプすることで直近48時間の圧力推移を表示可能にすること。
- ・タッチパネルの設定変更画面はパスワード認証とすること。設定変更画面では、QSTの指定する機器についてはタッチパネルからインターロック適用のEnable/Disableを個別に変更可能とすること。イオンポンプの圧力接点閾値を変更可能にすること。C16用以外ではフロントエンドの設置状態に応じてフロントエンド機器及び流量計のインターロック判定を変更可能にすること。
- ・メンテナンスモードを設け、設定変更画面からON/OFFを可能にすること。メンテナンスモードではQSTの指示するゲートバルブを閉じ、閉じた状態でロックすること。
- ・圧力のロギング機能を備え、ロギング時は全ての真空計、イオンポンプの圧力値を2秒間隔でSDカードに保存すること。保存したデータはFTP経由で取り出し可能にすること。

- ・VNCの接続機能を備え、タブレット等からタッチパネル画面の表示と操作を可能にすること。排他的操作の切り替えが可能なこと。
- ・QSTの指定する局のCC-Link IEのボタンバスエラー時には、タッチパネル画面上部にボタンバスエラーが発生していることを表示すること。
- ・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。

4. 真空機器保護 情報収集ユニット

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は単相200V 50/60 Hzで動作可能とすること。
- ・ユニット内部にPLC（三菱電機製iQ-Rシリーズ相当品）等を備え、CC-Link IE Controlにて送られる真空機器の状態をEtherCATにて情報収集できるようにすること。正面、背面及び上面にパネルやカバーは不要とする。表5にPLCのハードウェア参考仕様を示す。

表5 真空機器保護 情報収集ユニット PLC ハードウェア参考仕様

名称	参考型式	数量
ベース	R35B	1
電源	R61P	1
CPU	R04CPU	1
EtherCATユニット	RJ71EC93	1
CC-Link IE Controlユニット	RJ71GP21-SX	1

4-2. 機能・ソフトウェア

- ・既存の真空機器保護インターロックユニット(仕様範囲外)とCC-Link IE Controlを介して通信を行い、真空機器の状態情報を収集すること。収集した情報をEtherCAT通信を介して上位計算機から読み取れるようにすること。EtherCATサーバーから上位計算機に情報を送るプログラムは仕様範囲外とするが、既存のプログラムに合うようにアドレスマップを作成すること。
- ・EtherCAT通信を介して上位計算機からの指令を受信し、CC-Link IE Control通信を介して真空機器保護インターロックユニットのリセット等の制御を可能にすること。上位計算機から指令を送るプログラムは仕様範囲外とする。

5. 真空機器保護 メンテナンス用タッチパネル

- ・アルミ合板製の収納ケース(鞆型)に入った可搬型タッチパネルとすること。

- ・ AC単相100V 50/60Hzで動作可能とすること。
- ・ タッチパネルは発絨電機V9100iSもしくはV1010iS相当品（10.4型）とすること。
- ・ Ethernetケーブルにて真空機器保護インターロックユニット(仕様範囲外)と接続し、表示と操作を可能とすること。
- ・ タッチパネル取付用パネルを備え、タッチパネルの角度変更やケーブル接続が容易にできるようにすること。
- ・ AC100V電源ケーブルやEthernetケーブルなどに接続に必要な付属品を納品すること。ケースに付属品を収納するスペースを設けること。
- ・ タッチパネル等が傷つかないようケースに硬質クッションなどを備えること。

6. EtherCATコントローラドライバ

- ・ EIA規格19インチラックに組込み可能で高さ3Uとすること。
- ・ 入力ACは単相100V 50/60 Hzで動作可能とすること。
- ・ EtherCATにて制御可能なレゾルバカウンタ付き2軸コントローラドライバとすること。
- ・ NanoTerasuで用いられている制御プログラムで既存の機器を制御可能とすること。
- ・ メレック社製DH492-01/GD-5410v1相当品とする。

7. EtherCATスクリーンモニタコントローラ

- ・ EIA規格19インチラックに組込み可能で高さ1Uとすること。
- ・ 入力ACは単相100V 50/60 Hzで動作可能とすること。
- ・ ソレノイドバルブを操作するDC 24V出力が可能なこと。
- ・ LED照明のON/OFF操作するDC 12V出力が可能なこと。電気抵抗によるLEDの調光制御を行うデジタル信号4点を出力可能なこと。
- ・ スクリーン位置のリミットスイッチ信号2点の読み取りが可能なこと。
- ・ 上記仕様のスクリーンモニタ制御機能を、2台分備えること。スクリーンモニタへの取り付けコネクタはD-sub 25pinとする。
- ・ EtherCAT DIOボードを内部に備え、EtherCAT通信を介して上位計算機からの制御と情報収集が可能なこと。
- ・ 正面パネルに機器の状態表示のためのLED表示を取り付けること。

（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

選定理由書

1. 件名	NanoTerasu 加速器機器用制御機器の製作
2. 選定事業者名	カナデビア株式会社
3. 目的・概要等	NanoTerasu 加速器では低エミッタンスの電子ビームを輸送・蓄積するため、真空計、ポンプ、ゲートバルブ、スクリーンモニタなど様々な機器を利用している。これらの機器で異常を検知した場合は、ゲートバルブを閉じたうえで電子ビームを停止させるなどの処置が必要であり、これを自動で行うためのインターロックシステムが構築されている。このインターロックシステムは NanoTerasu を安全に運転する上で必要不可欠である。本件は、既存のインターロックシステムに組み込み可能な制御装置を製作するものである。
4. 希望する適用条項	政府調達に関する協定その他の国際約束に係る物品等又は特定役務の調達手続について 第 25 条第 1 項第 3 号②（その他既調達物品等に接続して使用し又は提供させる物品等又は特定役務）
5. 選定理由	インターロックシステムは、NanoTerasu の安全な運転を維持する上で重要な役割を担っており、当該システムに不具合が発生した場合はユーザーにビームを提供できなくなる。本件で調達予定の制御装置は既に構築されているインターロックシステムに組み込まれるため、既存のシステム内の装置と CC-Link IE Control, CC-Link, EtherCAT にて通信し、加速器機器のステータス等を送受信する必要がある。そのためには、既存のデータ通信アドレスに合致するようにデータ通信アドレスマップやラダープログラムを作成する必要があるが、それらの情報は非公開であり、NanoTerasu 建設期にインターロックシステムを構築したカナデビア株式会社のみが作成可能である。 以上の理由をもって、本件の仕様を満たす専門的な技術的能力を有し、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。