

積分機能付き粒子数カウンターの製作 仕様書

目 次

1. 件名	1
2. 目的および概要	1
3. 仕様	1
4. 試験・検査	5
5. 提出書類	5
6. 納期	5
7. 納入場所及び納入条件	5
8. 検収条件	6
9. 適用法規・規程等	6
10. グリーン購入法の推進	6
11. 協議	6
12. その他	6

1. 件名

積分機能付き粒子数カウンターの製作

2. 目的および概要

J-PARC のリニアック (Linac) および 3 GeV シンクロトロン (RCS) は、ビームダンプ等に入射されるビーム (粒子数) を計測し、その積算粒子数と規定量を比較し、インターロック信号 (MPS、PPS) を出力することにより、規定量を超えない運転を担保する安全システムを構築している。

既存のシステムは、粒子数カウンター (COM 電子開発製 : PC51W) および粒子数インターロック用積分器 (GIGA 製 : G6012 等) を組み合わせて構築している。しかしながら、安全系にて異なる機器を組み合わせたシステムを構築しているため、信号送受信のハンドシェイク動作、粒子数カウンターで積分ゲートを監視し、問題ないゲート信号を積分器に供給するなど、システムとして動作が複雑となっている。また、維持管理の観点から、複数台の機器を組み合わせず、単一機器での機能実現が重要となっている。

一方、いずれも J-PARC センター稼働初期から使用されているものもあり、その経年化対策として計画的な機器の更新を行うことが重要である。以上より、機器の更新に際して、積分機能を有する粒子数カウンターの開発が必要不可欠となっている。

本件では、安定した加速器運転を維持するための経年化対策、並びに、安全性向上を目的とし、既存粒子数カウンターおよび積分器の機能を一体化した積分機能付き粒子数カウンターを製作する。

3. 仕様

本件で製作する積分機能付き粒子数カウンターの仕様を以下に示す。

3. 1 作業範囲

本件の作業範囲を以下に示す。

- ・ 積分機能付き粒子数カウンターの製作 : 一式 (ハードウェア 2 台製作含む)
- ・ 試験検査 : 一式

3. 2 積分機能付き粒子数カウンターの製作

本件の積分機能付き粒子数カウンターは、Linac に分配されたタイミングシステムから常時発信されている 25 Hz (または 50 Hz) のリファレンス信号、および、ビームに同期したゲート信号を利用し、モニタ機器から送信される粒子数に対応するアナログ信号を解析 (粒子数としてカウント) するものである。そして、その積算粒子数と各ビーム行先の許容値 (規定量) を比較し、インターロック信号 (PPS 信号、MPS 信号) を出力することにより、許容値を超えない加速器運転を担保するものである。そのため、本ユニットの信号処理系は高

速な信号処理を期待できる高性能 ADC と FPGA を組み合わせた構成とし、データ処理系は信頼性の高いシーケンサ（PLC）を採用し最適化を図ること。

本件の積分機能付き粒子数カウンターの仕様概略を以下に示す。

・ハードウェア仕様

(1) 寸法

W : 約 482mm × H : 約 133mm × D : 約 402mm

(2) インターフェース

本件の積分機能付き粒子数カウンターのインターフェース信号および接続コネクタを以下に示す。

- ・ Reference Clock IN/OUT : SMA 各 1
- ・ Monitoring Gate : BNC 1
- ・ Beam Gate IN : BNC 1
- ・ CT Value IN/OUT : BNC 各 1
- ・ LAN Port : RJ-45 1
- ・ MPS Error : 端子台 3 ペア (6 端子)
(FPGA error、PLC error、1 shot over)
- ・ PPS Error : 端子台 1 ペア (2 端子)
- ・ PPS Mode : D-Sub コネクタ (25pin) 1
- ・ Timing Info. : MIL コネクタ (26pin) 1
- ・ To Next Unit : MIL コネクタ (50pin) 1

(3) 接続概略

接続概略を図 1 に示す。本件の積分機能付き粒子数カウンターは、接続する機器と整合するインターフェースを有すること。また、上位装置（上位計算機）にて動作する既存アプリケーションと LAN 経由でデータ送受信可能なこと。

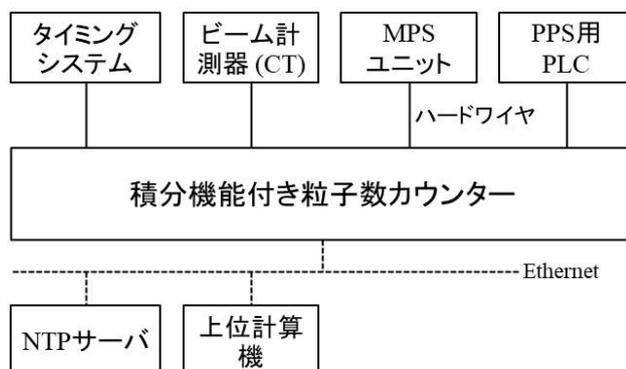


図 1 積分機能付き粒子数カウンター接続概略

・機能・性能仕様

(1) 粒子数積算機能

ビーム計測器 (CT) から出力される粒子数 (ビーム電流) に相当するアナログ信号 (0~10 V など) を受信し、それを 1 パルス毎のビームゲート信号が入力されている時間計測し、予め設定された換算係数、変換式により粒子数とすること。なお、アナログ信号の入力部分は、粒子数インターロック用積分器 (GIGA 製: G6012) と同等の仕様とすること (現在、積分器に入力されているアナログ信号が受信できること)。

アナログ信号の計測は、1 MHz サンプル・分解能 16bit 以上とすること。

粒子数はゲート信号が入力されている時間の積算値 (粒子数積算値) としてカウントすること。粒子数積算値はアナログ信号のサンプル周期 (1 MHz 以上) で更新されること。なお、入力されるゲート信号の最大幅は 1.5 msec とする。また、J-PARC Linac のビームは 25 Hz または 50 Hz であることを考慮し、1 パルス毎の粒子数積算値データの保管・管理を行うこと。

(2) 1 パルス対応 MPS 出力機能

1 パルス毎の粒子数を計測し、行先毎の積算値を算出すること。また積算値が行先毎に設定された閾値 (上限値) を超えた場合には、PPS または MPS 信号を出力すること。

(3) 積算データ取得機能

制御系 LAN 経由で 10 分間データが定期的に取得可能なこと。また、直前の短期データ (1 分間データ) が任意に取得可能なこと。

(4) 短期データ取得機能

制御系 LAN 経由で直前の短期データ (1 分間データ) が取得可能なこと。

(5) 計測データ保存機能

積分機能付き粒子数カウンターで計測した 25Hz (または 50Hz) 毎のデータを、1 週間程度本体に保存可能なこと。これらの時間単位のデータが SD 等により取り出せること。

(6) タイミング信号監視機能

積算粒子数計測に使用するタイミング信号の監視し、25Hz (または 50Hz) で適切なタイミング信号が入力されなかった場合に MPS 信号を出力すること。タイミング信号の適正範囲等はハードウェアスイッチで設定可能なこと。

(7) パラメータ表示設定機能

前面のタッチパネルにて、パラメータ等の状態表示および設定がネットワーク等を介することなく現場にて行えること。

(8) CT 値出力機能

積分機能付き粒子数カウンターに入力される CT 値について、その入力値を出力可能なこと。出力値は入力される CT 値に合わせること。

(9) 粒子数算出係数選択機能

あらかじめ設定された複数の粒子数算出係数から、ハードウェアスイッチにより何れか1つを選択し、それを用いて粒子数の算出可能なこと。選択された係数は積分機能付き粒子数カウンターの表示機能にて確認可能なこと。

(10) オフセット値選択機能

あらかじめ設定された複数のオフセット値から、ハードウェアスイッチにより何れか1つを選択し、その値を粒子数に加算可能なこと。選択されたオフセット値は表示機能にて確認可能なこと。

(11) 時刻合わせ機能

制御系 LAN 上に設置されている NTP (Network Time Protocol) サーバに接続し、積分機能付き粒子数カウンター自身での時刻合わせが可能なこと。時刻情報を粒子数の計測データに添付できること。

(12) 全パルス積算値対応 MPS 出力機能

1パルス毎の粒子数を計測し、全パルス積算値(行先を区別しない積算値)を算出すること。また全パルス積算値が設定された閾値(上限値)を超えた場合には、MPS 信号を出力すること。

(13) 遠隔監視操作機能

遠隔監視操作は、制御系 LAN を介し、EPICS にて可能とすること。上位計算機と本ユニット間の通信は、J-PARC 既存の PLC 用 EPICS ドライバの通信仕様に従うこととし、PLC の D レジスタを介して行うこと。

遠隔監視では、本ユニットの状態、設定値などの監視ができること。また、最新の粒子数積算値、積算粒子数割合(積算粒子数/規定値)のデータについては、定周期(約1秒周期)にて監視できること。PPS および MPS 信号出力時においては、ユニットに保持された MPS 発生時データの監視(取得)が可能なこと。

遠隔操作については、本ユニットの MPS 状態のリセット操作ができること。ただし PPS 状態のリセットは不可とする。

なお、上述の(3)、(4)については本機能にて対応する必要はない。

(14) その他

本ユニットは J-PARC 加速器の安全かつ安定した運転維持において非常に必要な機器であることから、既存粒子数カウンターに実装されている、タイミング信号監視機能、時刻合わせ機能(NTP 経由)など、本件ユニットに必要な上記(1)~(13)以外の機能・性能については、既存粒子数カウンターと整合することが必要不可欠である。また、本ユニットの設置される環境を考慮し、耐ノイズ性を十分考慮すること。本件の積分機能付き粒子数カウンターは、参考資料と完全に一

致するものではないが、基本的な仕様となることを十分に考慮すること。

なお、(1)～(13)の機能を含め、詳細については別途打合せの上、決定することとする。

3. 3 数量

積分機能付き粒子数カウンター : 2 台

4. 試験・検査

試験・検査として、外観検査、員数検査、性能試験を行うこと。性能試験内容は以下に示すが、詳細は別途打合せの上、決定することとする。

・性能試験

本試験は、製作した積分機能付き粒子数カウンターについて、模擬信号により動作およびインターフェース（信号レベル等）を確認するものである。模擬信号は既存タイミングシステム、計測器等と同様の信号にて行うこと。なお、模擬信号の発生器など、本試験に必要な機材は基本的に受注者が用意することとする。

なお、本試験は JAEA 担当者立会の下で行うこと。

5. 提出書類

(1) 工程表	契約締結後速やかに	3 部 (要確認)
(2) 設計書	製作開始前までに	3 部 (要確認)
(3) 試験検査要領書	試験開始前までに	3 部 (要確認)
(4) 試験検査成績書	納入時	3 部
(5) 議事録	打合せ後速やかに	3 部 (要確認)
(6) 取扱説明書	納入時	3 部
(7) 本件において作成した設計書、議事録等の資料の電子データおよび本件で制作したソフトウェア (FPGA を含む) を CD 等に記録したもの	納入時	3 枚
(8) 完成図書 ((1)～(7)を 1 冊にまとめたもの)	納入時	3 部

6. 納期

令和 8 年 3 月 1 3 日

7. 納入場所及び納入条件

(1) 納入場所 :

茨城県那珂郡東海村白方2-4

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

J-PARCセンター リニアック棟

(2) 納入条件：

持込渡し

8. 検収条件

7. に示す納入場所に納入後、「4. 試験・検査」の合格ならびに「5. 提出書類」の全図書が提出されたことを原子力機構担当者が確認したことをもって検収とする。

9. 適用法規・規程等

- ・ 日本原子力研究開発機構 J-PARC センター 安全衛生管理規定
- ・ 大強度陽子加速器施設 (J-PARC) 放射線障害予防規程
- ・ その他関係法令に基づく諸規定並びに諸基準

10. 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。
- (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。

11. 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、原子力機構と協議の上、その決定に従うものとする。この場合、議事録を残すものとする。

12. その他

- (1) 受注者は原子力機構が原子力の研究・開発を行う機関であるため、高い技術力及び高い信頼性を社会的にもとめられていることを認識し、原子力機構の規程等を遵守し安全性に配慮し業務を遂行しうる能力を有する者を従事させること。
- (2) 受注者は業務を実施することにより取得した当該業務及び作業に関する各データ、技術情報、成果その他のすべての資料及び情報を原子力機構の施設外に持ち出して発表もしくは公開すること、または特定の第三者に対価をうけ、もしくは無償で提供することはできない。ただし、あらかじめ書面により原子力機構の承認を受けた場合はこの限りではない。

- (3) 本件において制作したソフトウェアの著作権は原子力機構が有するものとする。また、本件において制作したソフトウェア及び使用したソフトウェアは提出すること(FPGA を含む)。
- (4) 本件は加速器構成機器を保護する安全系を対象としたものであり、安全かつ安定した J-PARC 加速器の稼働を実現するために非常に重要な機器である。よって、本件における不具合等が、機器の損傷する(場合によっては加速器の運転が不可能となる)可能性があること、及び、J-PARC の共用運転に多大なる支障を及ぼすことを十分認識した上で、設計・製作を行うこと。
- (5) 本件に関して疑義が生じる場合には速やかに協議の上、原子力機構が指示するものとする。この場合、議事録を残すものとする。

以 上