

REPLACEMENT OF MEASUREMENT CONTROL SYSTEM FOR HIMAC

Tomoaki Takei^{1,A)}, Naoki Shinozaki^{A)}, Yoshinobu Sano^{A)}, Tatuaki Kanai^{B)}
Yuka Takei^{C)}, Masami Torikoshi^{C)}, Shinichi Minohara^{C)}, Shigekazu Fukuda^{C)}, Yuuji Tameshige^{C)}

^{A)} Accelerator Engineering Corporation

3-8-5 Konakadai, Inage-ku, Chiba, 263-0043

^{B)} Gunma University Heavy Ion Medical Center

3-39-22 Syouwa-chou, Maebashi, Gunma, 371-8511

^{C)} National Institute of Radiological Sciences

4-9-1 Anagawa, Inage-ku, Chiba, 263-8555

Abstract

A measurement control system takes control and provides management of dose measurement, and controls peripherals at HIMAC, NIRS. The dose measurement is most important and needs to be strictly managed in radiotherapy. Replacement of the measurement control system in a treatment room was highly desirable, because the present system had a lot of problems it was difficult to maintain and enhance its functions due to design-time technical limitations, and the system was complicated and used many special devices, which led to an increase in breakdown due to superannuation and hard-to-finding of the spare items. The new measurement control system was designed using standard devices, general-purpose industrial PLCs for easy maintenance and enhancement, and a touch panel for device status displays and instrument setup. The base system constructed according to the same design concept has been operated in a biological experiment room since 2006. Based on the good performance of the basic system, the new measurement control system in the treatment room was developed and upgraded to add such a necessary function for clinical usage as a measurement of leak beam current caused by a beam-off signal delay. This new measurement control system enabled a highly-reliable control and management of the dose measurement.

HIMAC 計測制御システムの更新

1. はじめに

(独)放射線医学総合研究所 HIMACでは、炭素線によるがん治療や、様々な核種による生物・物理実験が行われている。HIMACの照射室のうち、治療を行う治療室(3室/4ポート)と、生物・物理実験を行う生物照射室(1室/1ポート)では、線量計測の制御と管理、並びに計測周辺機器の制御に『計測制御システム』が使用されている。

計測制御システムは、1994年の臨床開始より運用が開始され、現在に至るまでに信頼性向上や機能追加などの目的で数度の改造が行われている。しかしながら、近年では治療人数の増加への対応や、更なる高度な制御の実現が困難になりつつあり、現行計測制御システムに置き換わる新システムを構築する必要があった。

本稿では、計測制御システムを更新するための新システムについて報告する。

2. 計測制御システムの概要

計測制御システムは、線量計測制御と線量測定に関わる周辺機器の制御を司り、各制御指令は上位計測機よりネットワークを介して通知される。

以降に代表的な制御機器とその概要を示す。

2.1 線量モニタカウンタ制御

照射室ビームライン上には、正・副1・副2・平坦度の4つの線量モニタが設置されており、照射線量の制御には、正モニタと、そのバックアップを担う副1モニタの2つが使用される。

全てのモニタからの電離電流は、I/Fコンバータを介し、そのパルスは各カウンタで計測される。正・副1の制御用カウンタでは、カウント値が予め上位計算機から設定された予定線量(プリセットカウント)に達すると、満了信号を動作させ、加速器ではビーム遮断やビームシャッタの閉動作が行われる。

制御用カウンタでは、照射野生成装置を動的に制御して照射を行う積層原体照射法^[1]において、各動作機器への動作開始トリガ信号を出力する(図1)など、各照射モードに応じ、ビーム遮断を伴う連続した照射制御にも対応する。

2.2 計測器制御

線量測定に用いられる電位計や、多チャンネル電離箱専用の信号処理制御回路などの各種計測器を、GPIBやEthernet経由で制御する。

¹ E-mail: takei@aec-beam.co.jp

ビーム遮断を伴う連続した照射の際には、線量モニタカウンタと同期して制御を行う。

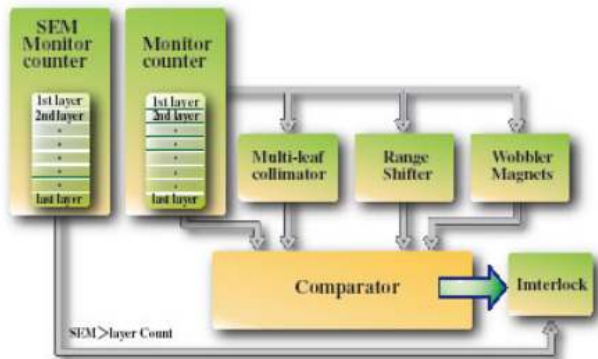


図1：積層原体照射時の動作概要

2.3 モータ位置決め制御

線量測定に用いられる線量計などの位置は、ステップモータ駆動によって、遠隔位置決め制御を行う。3軸のモータを同時に駆動することが可能で、計測器と同様に線量モニタカウンタと同期した制御も行う。

2.4 上位計算機との通信制御

治療照射や線量測定時は、予定線量や照射開始/終了の各種指令が上位計算機よりEthernet経由で通知される。これら指令に従って先述した各機器の動作や、ステータス等を返送する。

2.5 照射記録

放射線治療において、照射線量は最も重要な値であり、正確に記録・管理されなければならない。HIMACではスライスという単位でブラッグピーク層を重ねる積層原体照射法での治療が行われているため、全体の照射線量に加え、スライス毎に照射線量の記録が必要である。

計測制御システムでは、照射中にスライス毎の照射線量の記録を行い、電子情報として保存する。保存した電子情報は、照射終了時に上位計算機がFTPで取得する。

3. 現行システムの問題

- 制御機器ごとに専用の通信・変換モジュールが必要で、部品点数が多く、予備品を多く保有する必要がある。
- 各制御機器(モジュール)は、独自のLANで接続されているが、あるモジュールが通信不能になることで、システム全体が不安定になり通信トラブルが発生する。
- 老朽化による故障が増加しているが、古い製品は交換品(予備品)の入手が困難。
- システムの状態表示機能がないため、異常時などに状況が把握し辛い。
- システム構成による制限やこれまでの改造によ

り、機能追加等が困難な状態となっている。

上記のような問題があり、計測制御システムを更新するための新システムの開発・構築を行うこととなった。

4. 新システムの概要

4.1 概要

- 安定性・拡張性・保守性を高めるため、汎用産業用PLCを主構成とし、各制御・通信をPLCの各機能ユニットにて実現させる。計算機・PCは使用しない。
- システム状態表示や各種環境設定は、タッチパネル表示器にて行う。
- ビーム遮断時に発生する漏れカウントを計測し、照射線量として扱う。
- 照射線量計測の信頼性を高めるため、H/Wのみで線量を計測・表示するカウンタを実装する。

治療室用システムの更新に先立って、基本機能を有したベースシステムを開発し、2006年度より生物照射室用システムとして稼働を開始した。

4.2 治療室用システム構成

基本機能を実現した生物照射室用システムを、治療室用システムとして機能拡充し、より発展させたシステムを2008年度に開発した。構成を図2に示す。

主構成となるPLCは、機能ごとにユニット化されたMCU(Measurement Control Unit)に実装される。MCUは計3ユニットの構成とし、PLC用光ネットワークで互いの情報伝達を可能としている。

各MCUの制御・機能を表1に示す。

表1：各MCU制御・機能

	制御・機能
MCU1	<ul style="list-style-type: none"> ・システム統括、監視 ・上位計算機や計測器とのEthernetインタフェース ・照射記録 ・タッチパネル ・FTPサーバ
MCU2	<ul style="list-style-type: none"> ・モニタカウント ・インタロック ・ビーム入射タイミングによるイベント発生 ・カウンタ満了によるビーム遮断トリガ ・H/Wカウンタ動作トリガ
MCU3	<ul style="list-style-type: none"> ・計測器とのGPIBインタフェース ・モータ位置決め ・ビームエネルギー調整フィルタ圧空駆動

現行システムでは、制御機器ごとに専用のモジュールが必要であったが、新システムでは、PLCの標準的な各機能ユニットを使用することによって、汎用性・保守性が向上する。また、機能毎にMCUを分けているため、CPU負荷の分散化が図られ、安定動作を実現した。

負荷分散化のメリットとして、将来の機能・機器追加などの改修時には、影響範囲が限られることか

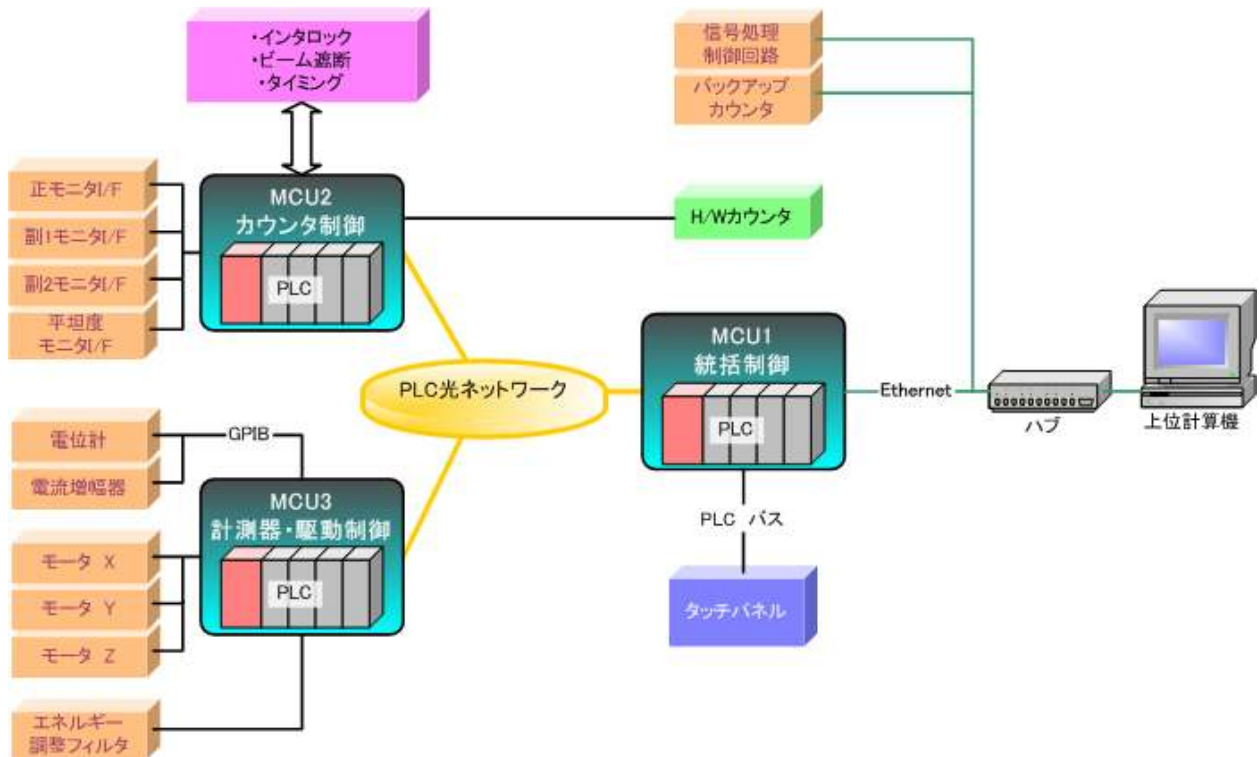


図2：治療室用システム 構成図

ら、改修後の試験ケース・工数が大幅に短縮できることも挙げられる。

また、プログラム変更や、機能ユニットの追加等も柔軟に行えるよう拡張性も考慮されている。

線量モニタカウントをはじめとする、システム状態は、治療用操作端末の近くで確認できることが望ましいが、現行システムの線量モニタカウンタは、NIMビンに収めるモジュールであったため、設置場所が限られており、操作者が視認しやすい位置には設置できなかった。新システムでは、薄型のタッチパネル表示器を採用したことにより、設置自由度が増し、操作端末の近くでシステム状態が把握できるようになった。

図3が治療用操作卓であり、写真右側が治療用操作端末で、左側が新システムのタッチパネル表示器である。



図3：治療操作卓

また、現行システムのNIMモジュールがPLCの各機能ユニットに置き換わるため、NIMビンが不要になる。空いたスペースには、H/Wカウンタを実装したMCUを設置する(図4)。これら設置機器の変更に より、治療患者に与える視覚的な印象も改善される。

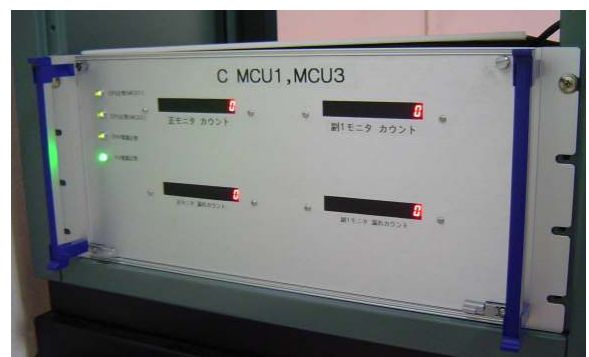


図4：H/Wカウンタ内蔵MCU

5. まとめ

治療室用の新たな計測制御システムとして、従来の問題点を改善するとともに、高度化を実現したシステムを開発し、QA試験までが完了した。今後は、残り3ポート分について、製作と試験を行い、システムのリプレースを実施する予定である。

参考文献

- [1] 金井達明 兼松信幸 加速器エンジニアリング(株). 「積層原体照射による線量分布の形成」, 放医研 HIMAC REPORT, HIMAC-103 (2005年3月)