

REPLACEMENT OF A HEBT CONTROL COMPUTER IN HIMAC

Masashi Katsumata^{1,A)}, Tadahiro Shiraishi^{A)}, Takanori Kondou^{A)}

Masami Torikoshi^{B)}, Eiichi Takada^{B)}

^{A)} Accelerator Engineering Corporation (AEC)

2-13-1 Konakadai, Inage-ku, Chiba-shi, 263-0043 Japan

^{B)} National Institute of Radiological Sciences (NIRS)

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

Abstract

The main computer of HEBT control system in HIMAC was replaced. Because of the maintenance service discontinuation we were forced to replace with a new scheme. A combination of EWS & PLC was chosen and installed. We describe our design consideration, improvement, testing and installing experience, and fewer direction.

HIMAC HEBT計算機のリプレイス

1. はじめに

放射線医学総合研究所のHIMAC (Heavy Ion Medical Accelerator in Chiba) は、1994年6月から炭素線による臨床試験を始め、2003年10月に炭素線によるがん治療が高度先進医療の認可を受けて、本格的に治療を行なっている。^[1]

HIMAC高エネルギービーム輸送系 (HEBT系) 制御上位計算機は三菱電機(株)製のスーパーミニコンを使用していた。そのリプレイスを検討し汎用的なエンジニアリングワークステーション (EWS) とプログラマブルコントローラ (PLC) の組み合わせを導入した。ここでは計画から運用に至るまでの経緯とその過程での問題点及び解決方法について報告する。

2. リプレイスの方針

HEBT系制御システム^[2]は約10年運用しておりこの間、

1997.03 SB機器・計算機追加とそれに伴う上位計算機の強化 (dual CPU化)

1999.03 操作パネルのPC化

2000.03 表示パネルのPC化

の改造を行なってきた。

しかし、保守期間の終了のため上位計算機のリプレイスが必要となった。

上位計算機には、汎用的で信頼性が高いと思われるEWSを用いることにし、以下の基本方針でリプレイス計画をたてた。

開発環境

マシン及びOSは更新が容易に出来る汎用的なものを使用する。アプリケーション開発言語はプログラマーが十分確保できる言語で、使用する関数も装置固有のパッケージングソフトウェアを極力使用しない。

データ伝送方式

原則としてEthernetを使用する。

アプリケーションの性能

リプレイス前と同等の仕様で動作する。また、アプリケーションの追加に関しては性能を低下させてはならない。

アプリケーションの開発スケジュール

基本機能 (通常のオペレーションをする上で必要な最低限の機能) を初めに製作し、仮運用後すべてのシステムを導入する。

ここで問題となるのは旧システムで使用していたOSと下位機器へのデータ伝送方式であった。旧システムで使用していたOSはOS60/UMXである。また、データ伝送方式はサイクリック伝送と割り込みメッセージ伝送が利用可能なMDWS-60である。

この伝送方式は機器間の伝送速度が速く (50msec) 動作する。これは上位計算機から下位システムまでの操作信号が平均290msecと監視信号が平均520msecで動作している。しかし、本製品も生産中止になっていた。

そこでMDWS-60用に設置されていた情報伝送盤の機能を見直すことでMDWS-60の他にEthernet, OPS-BUS, MELSEC-NETが新方式として候補に挙がった。情報伝送盤をPLC化して伝送方式をEthernet (100BASE) に決定した。

¹ E-mail: aechebt@nirs.go.jp

3．システム構成と機能の改造

3.1 システム構成（運用当初）

本システムはオペレータが実際に操作するための制御画面（表示パネル×4、操作パネル×4いずれも、上位計算機の端末として接続）と上位計算機、情報伝送盤より下位のMELTAC-RIOシステムと呼ばれる制御系から構成される。

3.2 システム構成（2003.03）

リプレイス検討開始時の2003年3月までに前節(2)で述べた改造によって図1のシステム構成に至った。

構成図に見える改造は2次ビーム制御計算機（SB計算機）の追加^[3]と現場機器の機器の増設に伴うRIO21～23の追加、保守期間の終了した操作／表示パネル用端末の後継としてのPCによる操作／表示パネルの導入である。特に、表示パネルPCはEthernet接続化し上位計算機で管理していた画像情報をPCで管理させることによって機能を分散した。

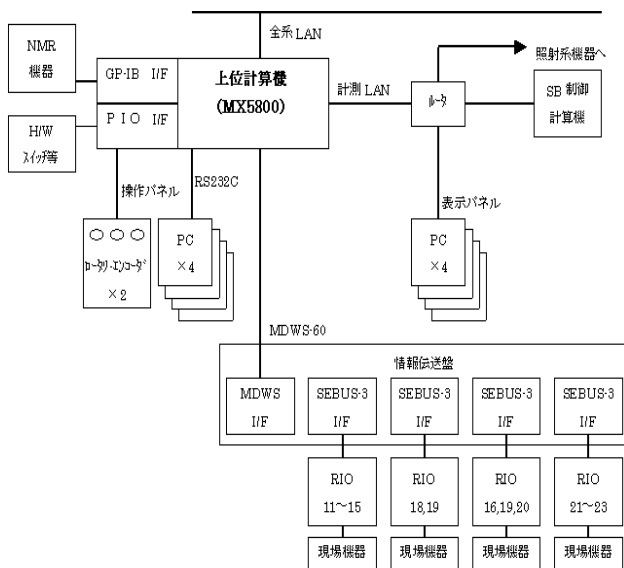


図1 システム構成図（2003.03）

3.3 システム構成（現在）

図2は2005年3月に完了したリプレイス後のシステム構成である。

開発環境

上位計算機（EWS）は三菱電機ME/RC3750（OS：HP-UX11.00 開発言語：C/ANSI-C）である。操作／表示パネルはPC/AT互換機（OS：WindowsXP 開発言語：MS Visual Basic 6.0）とタッチパネル機能付きディスプレイである。従来の情報伝送盤に変わる下位機器との通信用のPLCは三菱製のMELSEC-Qシリーズである。

データ伝送方式

各インタフェースは以下の通りである。

- ・EWS～MELSEC Ethernet（100BASE）
 - ・EWS～操作／表示パネルPC Ethernet（100BASE）
 - ・EWS～全系制御 Ethernet（10BASE）
 - ・EWS～治療計測系 Ethernet（10BASE）
 - ・MELSEC～RIO MELSEC-NET(10Mbps)
- MELSEC～RIO間はMELSECのSE-BUS3用I/Fユニットが無いため新規にインタフェースを検討する必要があった。Ethernetを中心に検討したが、最終的にRIOではEthernet用I/Fカード無いので既存のI/FカードがあるMELSEC-NETに決定した。

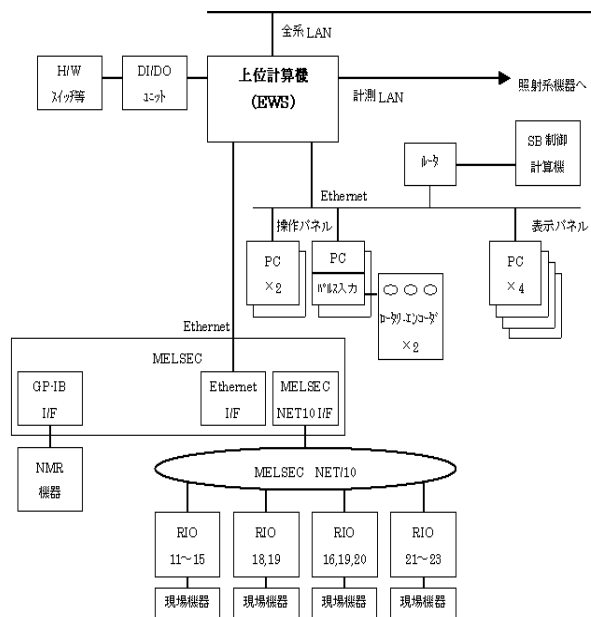


図2 システム構成図（2005.03）

アプリケーションの性能

システムを構成する上で改造した点がある。ひとつはMX5800で処理していた電磁石電源等のON/OFFを実行するシーケンス処理の機能をPLCに移した。これにより従来単独のシーケンス処理（情報伝送盤の特性上）しか出来なかったものを複数のシーケンスを同時に実行することを可能にした。

次にエンコーダ機能をどこに設置するかである。これはオペレータが違和感なく使用するためにある程度スピードと動作の追従が出来てなければならない。EWSとPLC、操作パネルPCで検討した結果、表示上で遅れが少ない（表示更新速度の問題上、操作上の違和感が少ない）操作パネルPCで運用することが決定した。

アプリケーションの開発スケジュール

現行の機能の改造と追加をした。

- ・機器ステータス表示機能の追加（TS関連、NMR機器の追加）
- ・インターロックシステムの改良（ビームモニタのDROP-IN追加）
- ・トレンド表示機能の拡張（過去データの参照機能）

- ・機器設定ファイル作成の機能拡張
(調整済みファイルの変換機能)

これらのソフトウェアは基本機能(機器設定シーケンスやビームモニタ機能)と補助機能(トレンド, マルチスキャン, 自動チューニング機能)に分けて製作した。

4. 運用前試験と仮運用でのデバッグ

リブレース作業ではHIMACの運転スケジュールの都合で現地での試験が2週間から1ヶ月という短期間で試験を完了する必要があった。現地での試験の内容と試験期間は以下の通りである。

- RIO～MELSEC間I/F予備試験('03.8)
- ロータリーエンコーダの機能検証('03.8)
- RIO～MELSEC間I/F試験('04.3)
- 基本機能総合試験('04.8)
- 仮運用期間('04.9～'05.2)
- 最終組み込み('05.3)

までは主にメーカ主導による試験を実施した。ではRIOに組み込んだI/Fボードの動作確認を中心に試験し、にて機器全数における試験を行った。

この後個別の機能試験を済ませ'04.6～7にEWS-MELSEC間の組み合わせ試験を工場で行ったが、この際現場担当者が実際の利用状況と同様の環境で(シミュレータ)オペレーションを実施し、レスポンス等の動作を中心に試験を実施した。組み合わせ等の試験は仕様書では把握できない機能(操作性、連動動作)をチェックするために現場担当者の知識が必要であった。この時に通常オペレーションの動作を行い多くの障害を改善できた。この結果を踏まえて、で現地総合試験を行った。

は新システムの基本機能は使えるが一部の機能が使用できない状態での実運用を意味する。

仮運用開始後、以下のような障害が発生した。

- ・設定値表示等の異常
 - 表示形式の設定ミス
- ・ログエリアのDISK_FULLによる速度の低下と機器設定ファイルの保存が出来ない
 - ログ管理のミス
- ・瞬停後の動作不良
 - 供給電源接続のミス

そのほかにもソフトウェアの修正が必要な障害は約50件程度あった。大半は仮運用期間の最初の1ヶ月間で発覚した。さらに、ほとんどのケースではビーム運用で重度の障害(運転供給が30分以上遅れる障害)では無く、オペレータによる操作等で復旧またはその機能を使用しないで運用できた。この理由として組み合わせ試験による現地と同様の環境での試験がある。

最終的にですべての補助機能を含んだ状態としリブレースを完了した。

5. 今回のリブレースでの教訓

仮運用後の不具合の多くは仕様の不備で発生している。具体的にはリブレース方針が「リブレース前と同等の仕様で動作すること」であったため、オペレーションを基準とした仕様が打ち立てられていた。しかし、システム製作段階で検討された仕様(設計当時&改造時)が一部無視された(理解できなかった)ことで新たに不具合が生じた。同様にアプリケーションの機能改造/追加についても仕様の変更によるミスがあった。

もうひとつはアプリケーション製作者と仕様作成者のコミュニケーションを充実させる必要がある。仕様以外に製作者が実際の運用でどのように使用されるのかを理解することで操作性の高いアプリケーションが作れる。

組み合わせ試験でオペレータが参加したことによりかなりの不具合を無くすことに成功した。参加期間は5日程度であるが十分成果があげられた。しかし、今回のケースでは2週間程度の試験をしたかった。

以下の点が試験での教訓である。

- ・納入前(現地試験前)に出来る限り実環境に近い状態で試験する
- ・機能変更では過去の仕様検討を十分に理解する
- ・仕様は単体での動作だけでなく実動作での複合的な動きについても明記する
- ・組み合わせ試験は仕様を理解しているオペレータが試験する

6. 今後の予定

今後の予定としてRIOリブレースがある。これはRIOのカード等が生産中止となっているためで現在予備品を持って運用している。

今回の改造の中でPLCを使用したことによりRIOをMELSEC等のシーケンサーに置き換える事は容易である。これから電磁石電源等に使用しているPIOの接続方法を検討する。問題点としてモニタデータの伝送方法がある。現在、PLCでの大容量データを高速で通信できる機器を選定中である。

また、アプリケーションではオペレーションやモニタデータなどのデータ保持を検討している。現在は電子ログに向けたデータ収集機能を製作中である。

参考文献

- [1] K. Narita, et al., "Present Status of HIMAC, NIRS", Proceedings of the 1st Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, Funabashi, Aug. 4-6, 2004
- [2] M. Torikoshi, et al., "Control system of a high energy beam transport system of HIMAC", SAST95, pp.306-8.
- [3] S. Koda, et al., "Control system of HIMAC Secondary Beam Course for Medical Use", ICALEPCS'97, W-P-62.