

# APPLICATION OF SMALL-EMBEDDED COMPUTER TO RS-232C CONTROL AT SPRING-8 ACCELERATOR CONTROL SYSTEM

Takahiro Matsumoto<sup>1,A)</sup>, Takemasa Masuda<sup>A)</sup>, Togo Kudo<sup>A)</sup>

<sup>A)</sup> Japan Synchrotron Radiation Research Institute (JASRI)

1-1-1, Kouto, Sayo-cho, Sayo-gun, Hyogo 679-5198

## Abstract

Serial control interface, RS-232C is still widely used at SPring-8 accelerator control system. We used workstation or RS-232C-GPIB converter for such control devices. However, we encountered problems on malfunction and unreliabilities during long time operation. Therefore, we introduced small-embedded computer, Armadillo-220 for the replacements of the control system. This control device has several convenient features; small, cheap, high reliability and high location capability with power supply via PoE. Also the device is Linux-base, and has higher flexibilities on software implementation. We can use the device by embedding SPring-8 control framework, MADOCA, or just as RS-232C-Ethernet converter. In this paper, we report applications of the device into linac modulator control and cooling water control of RF for storage ring at SPring-8 accelerator control system.

## SPring-8加速器制御系における 小型組み込み計算機のRS-232C制御への適用

### 1. はじめに

RS-232Cは広く普及したシリアル通信の規格であり多種多様の機器が対応していることから、現在でも加速器制御系において利用されている。SPring-8加速制御系においても同様で、PLCやデータロガー、音声発生装置等の制御に利用されている。

これらRS-232C機器をネットワークシステム上で制御するには、機器の近傍にワークステーションやPCを設置してCOMポートから制御を行う方法や、RS-232C-GPIB変換器を用いてVMEのGPIBボードを経由して制御を行う方法などが取られてきた。

しかしながら、これらの方法は幾つか問題点を抱えていた。まずPCやワークステーションを用いた方法では老朽化等によるディスク故障の危惧が常に存在し、また比較的大きな設置スペースを必要とした。RS-232C-GPIB変換器を用いた方法では、通信エラーが高い頻度で発生し、長期間にわたってデータの収集ができない等の問題が生じていた。特に信頼性の問題は加速器運転への影響が大きいため、早急にこれらの問題を解決し、システムの安定化を図る必要があった。

我々は、ネットワークシステム上でRS-232C機器を制御するためにLinux OSを搭載した小型組み込み計算機を導入した。このことにより、故障率の減少、設置スペースの確保など制御の問題点の解決に成功しただけでなく、小型組み込み計算機上で任意のアプリケーションプログラムを稼働させることで、より高度な制御装置としての運用も実現することができた。

### 2. 小型組み込み計算機のRS-232C制御への適用

RS-232C制御機器の置き換えにあたっては、以下の点に留意して機器の選定を行った。

- 高い信頼性、耐障害性を有すること。
- RS-232C-Ethernet変換器として利用可能であること。
- 高いソフトウェア柔軟性を持つこと。具体的にはSPring-8制御ソフトウェア(MADOCA[1])が動作させられること。
- 高い設置自由度が持てるよう、十分に小型であること。

これらの要求を満たす製品の中から、我々はArmadillo-220[1]をSPring-8加速器制御におけるRS-232C制御用機器として採用した。Armadillo-220(図1参照)は以下の特徴をもつ小型組み込み計算機である。

- 小型(83.0 x 58.0 x 24.3 mm<sup>3</sup>、70g)
- 低価格
- Linux kernel 2.6
- CPU : ARM920T (200MHz)
- SDRAM 32 MB、Flash 8 MB
- 外部とのI/O: RS-232C、GPIO
- 低消費電力 (1.5W)

<sup>1</sup> E-mail: matumot@spring8.or.jp

● PoEによる電源供給

小型組み込み計算機では高速応答は期待できないが、制御対象がRS-232Cであることから我々の用途には十分適用可能と考えられる。選定にあたっては、SPring-8ビームライン系においてPLCによるデータ収集でArmadillo(Armadillo-220及びArmadillo-210)を70台導入し、3年間安定に稼働していた実績を考慮した。

Armadillo-220をRS-232C制御機器として導入する際のメリットは以下にあげられる。

- 省スペース化、省電力化
- 制御の信頼性の向上 (ストレージとしてフラッシュメモリを用いているため、ディスク故障の心配がない)
- PoE給電による利点:
  - 1) 設置場所の自由度の高さ
  - 2) 制御機器の電源OFF/ONが、ネットワークスイッチの遠隔操作で可能
- Linuxベースであることによるソフトウェアの柔軟性: 用途に応じてサーバープログラムを適宜開発して稼働させることが可能

SPring-8ビームライン制御では、ArmadilloをRS-232C-Ethernet変換器として利用していた。この場合にはArmadilloとソケット通信を行うため外部に別途計算機が必要となる[3]。我々はLinuxベースである利点を活かし、Armadillo-220上でSPring-8の制御フレームワークMADOCAの制御プログラムを稼働できるようにライブラリの整備を行った。このことにより、Armadillo-220に制御系を集約させることができるようになり、制御システムをより簡素化することが可能になる。

### 3. 小型組み込み計算機用アプリケーション開発

小型組み込み機器、Armadillo-220のソフトウェア開発には、ARM CPU上で動作させるプログラムを構築するため、クロス開発環境が必要になる。この開発環境には、(株)アットマークテクノで提供されているATDE(Atmark Techno Development Environment)を利用した。ATDEはVMwareのOSイメージとして提供されており、我々がSPring-8制御で用いている仮想化開発環境に容易に組み込むことが可能であった。ARMのgcc用MADOCAライブラリを用意し、この開発環境下で利用できるようにすることで、Armadillo-220に関して共通のソフトウェア開発環境を整備した。

Armadillo-220を利用する際には、必要に応じてカスタマイズした情報(カーネルイメージ等)を8MBのフラッシュメモリに事前書き込んでおく。起動時にフラッシュメモリのイメージが32MBのSRAM上に展開され、その上でLinuxが動作する。イメージ領域はbootloader(64kB)、kernel(約1.44MB)、userland(約6.44MB)、config(64kB)の4つの領域があ

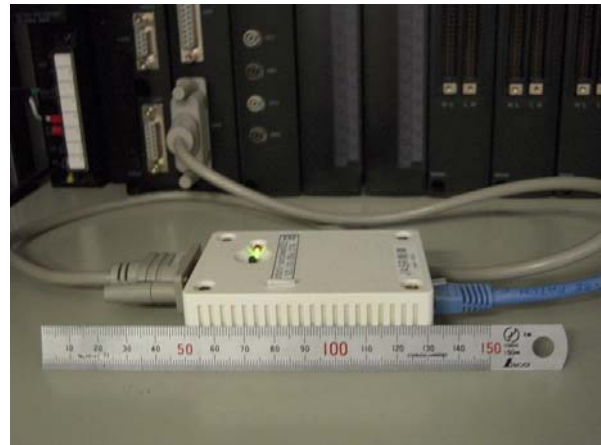


図1 PLCのRS-232Cインターフェースに接続されたArmadillo-220。PoEで電源供給されている。

る。ユーザーが作成したアプリケーション等はuserland領域に設定する。config領域は唯一Linux起動後も書き換え可能な領域であり、変更が必要なパラメータは適宜この領域に設定しておく。

SPring-8加速器制御で用いるイメージは各用途に応じてそれぞれ作成することも可能であったが、管理の煩雑さを避けるため、共通のイメージを用いて利用することにした。イメージ領域は全体で8MBと制限されているため多くの機能を実装することはできないが、NFSマウントが出来るように設定し、ファイルサーバー経由で各種制御プログラムを実装できるようにした。また、config領域にLinux起動時の立ち上げ処理のスクリプトを設けることで、RS-232C-Ethernet変換や、MADOCAフレームワーク組み込みでの利用など、多様な用途に適用することが可能になっている。

### 4. SPring-8加速器制御系における適用例

#### 4.1 Linacクライストロン変調器制御への適用

SPring-8 Linacではクライストロン変調器の制御にPLCを用いている。制御システムの様子を図2に示す。制御パネルを用いて現場制御も可能であるが、PLCに設けられたRS-232Cのインターフェースを通して遠隔制御が可能である。このRS-232Cの制御には、Hewlett-Packard社のワークステーション(HP-WS)が利用されてきた。しかしながら老朽化によるディスク障害が危惧されていたため、より高い信頼性を実現するためにArmadillo-220への更新を行った。HP-WSでは、PLCとのやりとりをShared Memory上にマッピングするプログラム、MADOCAの制御プログラム Equipment Manager(EM)、定期的なデータ収集のためのRPCサーバープログラムが稼働している。これらのプログラムをARM用クロス開発環境を用いて整備することで、Armadillo-220へ更新することが可能になった。

クライストロン変調器で用いられているHP-WSは



図2. Linacクライストロン変調器制御系 (旧ワークステーション部がArmadillo-220での制御に置き換わった)

計13台あったが、2008年度冬の加速器停止期間中に全てのHP-WSをArmadillo-220に置き換えた。Armadillo-220で代替した制御システムは現在まで安定に稼働している。HP-WSを一掃することでディスク障害による制御トラブルを未然に防ぐことができた。また設置スペースも軽減することができた。

#### 4.2 蓄積リングRF系、冷却水制御への適用

蓄積リングRFでは、クライストロン電源、高周波信号(ローレベル機器)、冷却水、温度、真空などの多種多様な機器の制御をVME計算機で行っている。このうち冷却水、温度、真空の制御は、GPIBを用いて制御しているが、特に冷却水の制御で冷却水流量調節計、空洞本体温度モニター、空洞冷却水温度モニターの箇所はデータ取得時のトラブルが多発しており対策が必要であった。

これら冷却水制御は RS-422 → RS-232C、RS-232C → GPIBの変換を行い、VME上のGPIBボードで制御を行う方法をとっていた。しかしながら、RS-232C-GPIB変換器とGPIBボードとの相性が悪く、通信エラーが多発していたため、RS-232C-GPIB変換器の部分を Armadillo-220での制御に置き換えることにした。ここでは、既存プログラムの互換性の観点からArmadillo-220をRS-232C-Ethernet変換器として活用した。

蓄積リングRFの冷却水制御は、A、B、C、Dステーションの4箇所あるが、2008年度冬の加速器停止期間中に全てArmadillo-220を用いた制御システムの更新を行った。現在まで安定に稼働しており、通信エラーによるトラブルは発生していない。

#### 4.3 音声発生装置への適用

SPring-8加速器制御では、アラーム発生時における音声通知のため、音声発生装置を用いている。

音声発生装置には、音声合成ボードと外部からの

テキスト入力のためのRS-232Cインターフェースが実装されている。今まではリモートから音声テキストを受け付けるためのRPCサーバープログラムをオペレータコンソール上で立ち上げていたが、同様に、Armadillo-220への置き換えを実施した。Armadillo-220の導入により、オペレータコンソールから音声発生サーバの機能分離ができるようになり、トラブル時の対処が容易になった。

## 5. まとめ、今後の展望

近年の計測機器はネットワークで直接制御できるものも出てきているが、RS-232Cによる制御機器もまだ多く存在する。ここで示したようにLinuxベースの小型組み込み計算機を活用することで、制御システムを小型化すると同時に、高い信頼性を実現することができる。また、RS-232C-Ethernet変換器としての利用や、MADOCAを実装した小型アプリケーションサーバー計算機としての利用など、柔軟な利用が可能になる。RS-232制御はSPring-8におけるBPM信号処理回路の監視や、XFELにおける地盤沈下測定など今後も需要があり、同様にArmadillo-220を適用していく予定である。本例で示したArmadillo-220のRS-232C制御への適用は、現状ではツール類の不足によりトラブル時の診断・デバッグしづらいつらという課題もある。今後、診断・デバッグツールの充実など機能拡張することでより使いやすい制御システムに発展させていく予定である。

## 謝辞

小型組み込み計算機のRS-232C制御への適用に関し、多くの有益なアドバイスを頂きました(財)高輝度光科学研究センターの大端通氏、竹内政雄氏に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] (株)アットマークテクノ, Armadillo-220, URL: <http://www.atmark-techno.com/products/armadillo/a220>
- [2] R. Tanaka, "SPring-8独自開発の制御システム-MADOCA", 日本加速器学会誌, Vol.2 No.2, (2005) p162-169
- [3] M. Ishii et al., "A software framework to control a network-connected equipment as a pseudo device", Proceedings of ICALEPCS2003, Gyeongju, Korea