

平成 21 年 5 月 30 日現在

研究種目：基盤研究 (C)
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19540314
 研究課題名 (和文) CC/NET を使った XML ベースのオールインワン DAQ の研究開発
 研究課題名 (英文) Research and Development of the All-In-One DAQ System
 Based on XML Languages using the CC/NET
 研究代表者
 井上 栄二 (INOUE EIJI)
 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・技師
 研究者番号：10391723

研究成果の概要：DAQ (Data Acquisition) ミドルウェアを使った CC/NET 用データ収集システムの枠組みを作った。DAQ ミドルウェアは RT (Robot Technology) ミドルウェアという国際規格のロボット・テクノロジーをベースにしている。DAQ ミドルウェアは、機能の拡張が簡単にでき、またソフトウェアの再利用もやり易くなっている。今回の成果物であるオールインワン DAQ の枠組みを使うことで、ネットワーク分散型の CAMAC データ収集システムを効果的に構築でき、使用することが可能になった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	500,000	150,000	650,000
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,300,000	390,000	1,690,000

研究分野：データ収集

科研費の分科・細目：物理学・素粒子、原子核、宇宙線、宇宙物理

キーワード：粒子測定技術

1. 研究開始当初の背景

(1) 本研究構想は、従来のデータ収集システムにはない斬新なものである。この研究では、Web 技術を取り入れて、ネットワークを利用した新しいデータ収集モデルをめざしている。研究の結果として、オールインワン型の新しい DAQ システム枠組み構成の確立を目指すものである。この研究により、ネットワークの利便性を活かしたデータ収集ソフトウェア・モデルが明確化される。更にデータ収集システム分散化の確立が期待できる。本研究に先立って行った、平成 18

年度の科研費基盤研究 (C) (一般) “データ収集ミドルウェアのためのデータベースの研究開発” の研究は、ロボット・テクノロジーを使った DAQ システムのためのデータベースの研究である。この研究成果の上に立って行われる本研究では、読み出したデータを表示する部分および DAQ システム全体をコントロールする部分を 1 パッケージ化した CC/NET 用の DAQ システムの枠組みを構築することを目的としている。DAQ システムにロボット・テクノロジーを取り入れたものは、国内・国外においても見当たらないユニーク

なものである。

(2) 素粒子実験で使用されるエレクトロニクス装置はVME 機器等を主とするものが多くなったものの、依然としてCAMAC 機器を利用する実験も中小規模実験で見られる。これは素粒子実験の分野で長年の渡って使われてきたCAMAC の資産が多く残っていることにも起因する。CAMAC の読み出しスピードはコントローラの仕様で決まる。我々は企業との共同研究によって、新しいCAMAC コントローラ、CC/NET を開発した(図. 1 参照)。

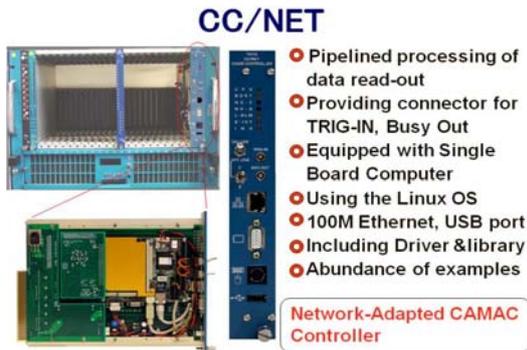


図 1. CC/NET の概観図

CC/NET は、CAMAC コントローラにパイプライン技術を適用したことでCAMAC 規格限界の速度でデータの読み出すことに成功した。また、CC/NET はシングルボードコンピュータを内蔵しており、この上でLinux オペレーティング・システムが動作している。これにより、ネットワークを通しての読み出しを基本動作とすることができた。このため、最近めざましい発展を続けるWeb 技術を活用することが可能になった。このコントローラは商品化され、KEK をはじめとして理研、各大学およびJ-PARC で多数使用されている。CC/NET の開発研究の成果が認められ、我々は平成17年度KEK 技術賞を受賞した。これらの研究成果の上に立って、より実践的なDAQ システム構築を目指して本研究を提案した。

2. 研究の目的

(1) 最近の、めざましいIT 技術の進歩は、誰もが認めるところである。Web 技術は従来のコンピューティングモデルばかりでなく、社会の情報基盤をも大きく変えようとしている。DAQ の分野でも、この激しい技術革新に適応するために努力している。本研究は、先の科研費補助金で行った“データ収集ミドルウェアのためのデータベースの研究開発”の研究成果をさらに発展させるための研究である。本研究の構想は、最新のWeb 技術の流れに沿っている。IT 技術の中で、Web 技術は特に進歩がいちじるしい分野

である。Web 技術を中心とするDAQ ソフトウェア体系を構築することで、最新のIT 技術の恩恵を存分に受けることができる。

(2) Extensible Markup Language(XML)はIT 技術の核となる言語の1つである。本研究では、情報記述の基本をXML にし、DAQ オペレーションの制御、情報表示などをWeb で行うようにする。XML パーサにはオープンソースのXERCES を利用する。システム・コンフィグレーション・データファイルのXML 記述を書き換えることでさまざまな実験に適合できる柔軟なシステム構築を目指す。これは、実験毎に再利用可能なDAQ システムにできるばかりでなく、DAQ システムの拡張の面でも有利になる。最新のIT 分野では、目的に添って簡単にプラグインできるようなコンポーネント化の技術が多く用いられている。DAQ システムの構築においてもDAQ コンポーネントをプラグインして使用する技術を採用する。本研究の目的は、DAQ ミドルウェアを使い、最新のWeb 技術を採用入れた、CC/NET 用の新しいネットワーク分散型DAQ システムの枠組みを構築することである。

(3) 本研究の特徴は、DAQ ミドルウェアをCC/NET と統合し、オールインワンのDAQ システムを構築した点にある。Web を通してDAQ オペレータを制御しネットワーク上に分散したDAQ 機能を使ってデータの取得、表示、蓄積を行う。これらのソフトウェアが1パッケージとして構成される。基本構成はネットワークをベースしたDAQ システムなので、さまざまな拡張性が考えられる。本研究はデータ収集ミドルウェアのシステム構築へ向けての拡張を念頭し置いたもので、そのための基礎となる研究である。ここでは、XML を始めとして最新のWeb 技術を採用込み、より柔軟性のあるDAQ システム構築がされることにより、将来のDAQ システムへの拡張が可能となる。本研究により、データ収集ソフトウェアのパッケージ化が促進され、分散データ収集システムへの応用に役立ち、データ収集ミドルウェアの新たな展開に貢献するものである。

3. 研究の方法

本研究の全体図を図. 2 に示す。

(1) 平成19年度は、GUI フレームワークの研究を主に行った。RT ミドルウェアの基本パッケージに含まれているツールにRTC リンクというものがある。これは、GUI を使ってシステム構成を行うためのツールである。このソフトウェアは、オープンソースの統合開発環境Eclipse を使って作成されている。

RT ミドルウェア開発元の方針に添って Eclipse を採用することが、今後の DAQ ミドルウェア開発において整合性を保てるとの判断から、我々は、本研究での GUI の開発に Eclipse を使うことにした。Eclipse を使った GUI と DAQ ミドルウェアとの整合性をとるための調査研究することが、平成 19 年度に行ったことである。

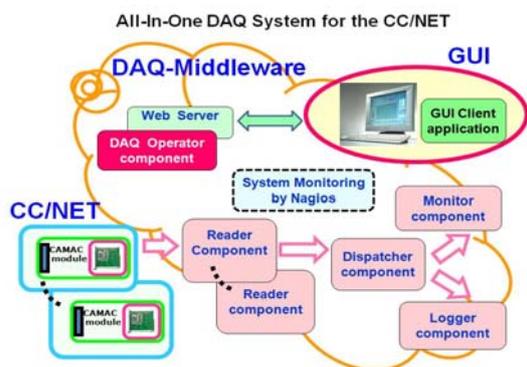


図 2. CC/NET 用 DAQ システムの全体図

(2) 次年度の平成 20 年度には、CC/NET 読み出し部の開発ならびに DAQ システム全体について総合の研究開発を行った。DAQ ミドルウェアのシステム構成の記述には XML 言語を使用した。XML は WEB 技術の情報記述のキーテクノロジーであり、すべてのシステム・パラメータを XML 仕様で記述することで汎用化を図った。一方、CC/NET で実行すべき CAMAC 命令などは XML では DAQ コンポーネントの負担が大きすぎるので、もっと簡易は JSON を使用した。CC/NET から読み出したデータの表示には ROOT システムを使用している。ROOT システムは、実験データを解析し表示することができるフレームワークで、CERN で開発されたものである。平成 20 年度に行ったことは、Reader コンポーネントと CC/NET との間のデータの交換およびコントロールの方法について研究開発を行った (図.

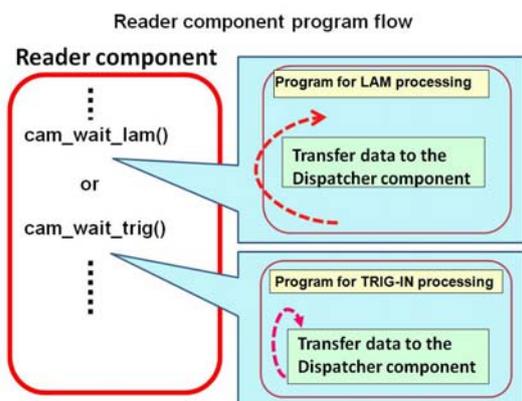


図 3. Reader コンポーネントソフトウェア構成

3 参照)。ならびに、本 DAQ システム全体を一つにパッケージ化をするための研究開発を行った。

(3) 本研究は、高エネルギー加速器研究機構、素粒子原子核研究所の施設・設備を使用して行った。本研究のためには 1 台以上の PC、CC/NET モジュール、CAMAC スイッチレジスタ・モジュールおよび CAMAC クレート等が必要である。一方、本研究を進めるうえで必要な研究資料は同研究所の研究成果として公開されている。本研究の研究代表者および研究分担者はこれらの施設・設備、資料を利用して本研究を行った。

4. 研究成果

本研究で開発した CC/NET 用 DAQ システムを実際に実行した時のスクリーン・ショットを図. 4 および図. 5 に示す。

(1) 我々は、国際規格のロボット技術、RT ミドルウェアをベースにした DAQ ミドルウェアの開発を進めている。RT ミドルウェアは、産総研が中心になって標準化を行ったものである。この規格では、RT コンポーネントと呼ばれる様々なロボット要素を、ネットワークを介して自由に組み合わせることで、多様なネットワーク・ロボットシステムの構築を可能にしている。ここでいうロボットシステムとは、必ずしも移動ロボットやヒューマノイドロボットといった単体のロボットのみを想定している訳ではなく、「ロボット技術を活用した、実世界に働きかける機能を持つネットワーク化された知能化システム」の総体としてのロボットシステムを指している。KEK で開発を進めている DAQ ミドルウェアは、RT ミドルウェアをベースとしているので、拡張性の高い、ネットワーク分散型のシステムを構築できる。DAQ ミドルウェアでは Web 技術を採用しているため、最新の IT 技術を存分に使用することができる。また、DAQ 機能を DAQ コンポーネント単位に分割しているため、ソフトウェアの再利用性が高い。さらに、DAQ 機能をコンポーネント単位に分けたことで、信頼性の高いシステムになった。本研究では、DAQ ミドルウェアを使って CC/NET 用の DAQ システムを作成したことで、上記の利点を十分に活かした DAQ システムを構築することができた。

(2) 一方、CC/NET は内部にシングルボードコンピュータ (SBC) を実装しており、その上ではユーザが扱い慣れた Linux OS が動作している。SBC は汎用のパソコンと全く同様の周辺機器用インターフェースを装備している。従って、CC/NET はネットワーク・フレンドリーでユーザにとっては扱い易い CAMAC コントローラである。このことから、

ネットワーク指向のDAQミドルウェアとの親和性はとても高い。CC/NETをDAQミドルウェアと組み合わせることで、両者の利点を十分に活かしたDAQシステムを構築することが可能となる。我々は、この方式を採用し最新のWeb技術、IT技術の恩恵を最大限に得ることができる、CC/NET用DAQシステムの枠組みを構築することができた。これにより、CAMAC資源をネットワーク分散型のデータ収集システムとして有効に活用することができるようになった。

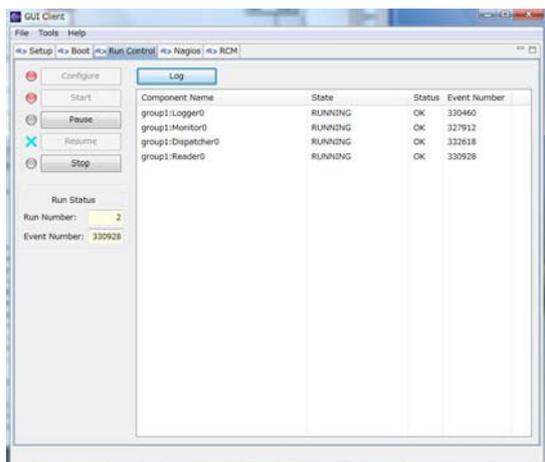


図 4. GUI Client のスクリーンショット

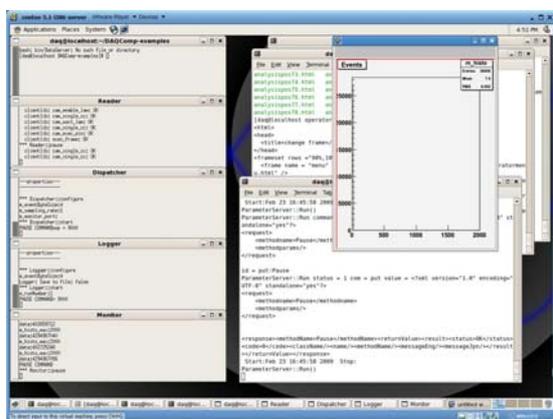


図 5. CC/NET 用 DAQ システムの実行例

(3) 研究成果としてソフトウェアのパッケージを作成し、公開の準備を進めている。CC/NET 利用者が広く利用できるように整備中である。

(4) 研究開発に際して得た成果に関わる知識や情報は、学会および国際会議で報告した。学会や国際会議の議事録は Web 上や出版物として、広く一般に周知するために公開されている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4 件)

- ① E. Inoue, Y. Yasu, K. Nakayoshi and H. Sendai
 “A DAQ System for CAMAC Controller CC/NET Using DAQ-Middleware”
 Journal of Physics: Conference Series, Manuscript number CHEP115, 掲載決定、査読有
- ② K. Nakayoshi, Y. Yasu, E. Inoue, H. Sendai, M. Tanaka, S. Satoh, S. Muto, N. Kaneko, T. Otomo, T. Nakatani, T. Uchida
 “Development of a data Acquisition sub-system using DAQ-Middleware”
 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, Volume 600, Issue 1, 21 February 2009, Pages 173-175、査読有
- ③ 井上 栄二、安 芳次
 “平成 15 年度～18 年度、KEK 技術賞受賞論文集、The KEK Technology Prize 2003-2006”、Pages 30-37、査読無
 KEK Internal 2007-7, February 2008
- ④ 井上 栄二、安 芳次
 “パイプライン CAMAC コントローラの開発”、ページ 10-11、イノベーション創出へ向けた技術移転事例集、～国公立大学・独立行政法人・高等専門学校 of “知識と知恵” で国民の生活の質の向上へ～文部科学省研究振興局、研究環境・産業連携課、査読無、平成 19 年 6 月

[学会発表] (計 13 件)

- ① Eiji Inoue, Y. Yasu, K. Nakayoshi, H. Sendai
 “A DAQ System for CAMAC controller CC/NET using the DAQ-Middleware”, CHEP2009, 21-27 March 2009, Prague, Czech Republic
- ② Yoshiji Yasu, Kazuo NAKAYOSHI, Noriaki ANDO, Satoshi HIRANO, Hiroshi SENDAI, Eiji INOUE, Manobu TANAKA, Setsuo SATOH, Suguru MUTO, Toshiya OTOMO, Takeshi NAKATANI, Tomohisa UCHIDA
 ”Development of DAQ-Middleware”, CHEP2009, 21-27 March 2009, Prague, Czech Republic

- ③ K. Nakayoshi, Y. Yasu, H. Sendai, E. Inoue, M. Tanaka, S. Sato, S. Muto, J. Suzuki, T. Otomo, T. Nakatani, T. Ito, Y. Inamura, M. Yonemura, T. Hosoya, T. Uchida
 ”DAQ-Middleware for MLF/J-PARC”, TIPPO09, 12-17 March 2009, Tsukuba, Japan
- ④ K. Nakayoshi, Y. Yasu, E. Inoue, H. Sendai, M. Tanaka, S. Satoh, S. Muto, J. Suzuki, T. Otomo, T. Nakatani, T. Ito, Y. Inamura, M. Yonemura, T. Hosoya and T. Uchida
 “Application of DAQ-Middleware to the Data Acquisition Sub-System of the MLF at J-PARC”, IPS08, March 5-8, 2008, Ibaraki Shichouson Kaikan, Mito, Ibaraki, Japan
- ⑤ K. Nakayoshi, Y. Yasu, E. Inoue, H. Sendai, M. Tanaka, S. Satoh, S. Muto, J. Suzuki, T. Otomo, T. Nakatani, T. Ito, Y. Inamura, M. Yonemura, T. Hosoya T. Uchida
 “Current Status of DAQ-Middleware Development for MLF/J-PARC”, Dec 1~2, 2008 年日本中性子科学会年会、名古屋大学
- ⑥ 井上 栄二、安 芳次、仲吉 一男、千代 浩司、
 “DAQ ミドルウェアベース・オールインワン DAQ の GUI 開発”、Mar 22~26、2008 年日本物理学会年次大会、近畿大学大学本部キャンパス
- ⑦ 安 芳次、仲吉 一男、井上 栄二、千代 浩司、
 “DAQ ミドルウェアのための WEB “、Mar 22~26、2008 年日本物理学会年次大会、近畿大学大学本部キャンパス
- ⑧ 仲吉 一男、安 芳次、井上 栄二、千代 浩司、
 “DAQ-Middleware の開発”、Mar 22~26、2008 年日本物理学会年次大会、近畿大学大学本部キャンパス
- ⑨ 仲吉 一男、安 芳次、井上 栄二、千代 浩司、田中 真伸、佐藤 節夫、武藤 豪、金子 直勝、大友 季哉、中谷 健、内田 智久
 “DAQ ミドルウェアを用いたデータ集積ソフトウェア開発”、Nov 27~28、2007 年日本中性子科学会年会、九州大学
- ⑩ 井上 栄二、安 芳次、仲吉 一男、千代 浩司、
 “DAQ ミドルウェアベースの CC/NET 用オールインワン DAQ の開発”、Sep 21~24、2007 年日本物理学会秋季大会、北海道大学札幌キャンパス

- ⑪ 安 芳次、仲吉 一男、井上 栄二、千代 浩司、
 “DAQ ミドルウェアのための DAQ ワークフロー、GUI およびデータベースの事例研究”、Sep 21~24、2007 年日本物理学会秋季大会、北海道大学札幌キャンパス
- ⑫ 仲吉 一男、安 芳次、井上 栄二、千代 浩司、
 “GUI による DAQ ミドルウェアのシステム構築”、Sep 21~24、2007 年日本物理学会秋季大会、北海道大学札幌キャンパス
- ⑬ Yoshiji Yasu, Kazuo Nakayoshi, Eiji Inoue, Hiroshi Sendai, Hirofumi Fujii, Noriaki Ando, Tetsuo Kotoku, Satoshi Hirano, Takaya Kubota, Takeshi Ohkawa
 “Data Acquisition Middleware”, IEEE NPSS Real Time Conference, 29 Apr-4 May 2007, Fermilab Batavia IL

[その他]

ホームページ等

<http://www-online.kek.jp/~inoue/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

井上 栄二 (INOUE EIJI)

高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・技師

研究者番号： 10391723

(2) 研究分担者

仲吉 一男 (NAKAYOSHI KAZUO)

高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・技師

研究者番号： 80391746

安 芳次 (YASU YOSHIJI)

高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・主任技師

研究者番号： 00391730

(3) 連携研究者

なし