

4 共同開発研究プロジェクト



筑波山神社境内

大学・研究所における共同開発研究プロジェクト

計測・制御汎用カーネルの開発研究

高エネルギー加速器研究機構 阿部勇、木代純逸、小菅隆、
濁川和幸、白川明広、片桐広明、中島啓光、
黒川真一
東北大学 武藤正勝、柴崎義信
核融合科学研究所 小川英樹、井上知幸、塚田究、横田光弘、
小嶋護、小平純一、山崎耕造
DESY, Germany Philip Duval

電子・陽電子入射器での加速器制御の経験を生かし、平成10年度から科学振興事業団の予算支援を受け、「次世代型計測制御汎用カーネルの研究開発」をテーマにプロジェクトを開始する事になった。プロジェクトは、大学と研究所の共同研究をベースに、コーディング等の実装については民間会社も入って、平成11年度には「COACK」プロトタイプ（Component Oriented Accelerator/Advanced Control Kernel）を完成させた。単年度研究予算の為、一年の間に、仕様の策定、コーディング、プロトタイプの試作・運転、試験、評価を行う事になり、多くのメンバーの作業分担によって進められる事になった。平成12年度は、ライブラリー化や実用化の為の改善を行い、国際会議にも発表するに至った。制御システムの概念や構築手法について海外からも予想以上の反響を得たのは存外な喜びであった。国内より国際会議で知られる事になった。予想もしていなかった事である。現在では、更にユーザーや共同開発メンバーが増え、幾つかの研究所で既に安定な運用が行われるようになった。さて、ここで簡単に本プロジェクトの紹介、特にCOACKについて概要説明をおこなう。

各種の実験系における制御システムには、巨大実験装置であれ小規模計測機器であれ、根本的にはどの制御系にも共通した機能があるとの考え方に基づいて、機能の分析・抽出を行った。その上で、オブジェクト化、コンポーネント化を進め、汎用化を行いスタンダードを作ろうという試みである。汎用化を推し進める事は、誰でも再利用が可能になり、省力化に貢献出来ると言うものである。市販のLabViewのような小規模計測用ソフトもあるが、もう少し規模の大きい制御系にも使用でき、市販ソフトもクライアントとして接続できるものである。これらの考え方を実装・実現するに際し、多少新しい手法でシステム構築を試みる事が今回2つ目のチャレンジである。概念の表現として、オブジェクト分析ツールでUMLを使用し、仕様書やプログラム言語での表現より、OOAツール表現での仕様記述を重要視した。次の実装段階では、コンポーネント化技術の基本バスともいえるDCOMテクノロジー（Microsoftの資料参照の事）によって実装を試みた。

これによって、コンポーネント化されたオブジェクトの分離が良くなり、移植性、増殖性に富むシステム構築が可能になると共に、次世代を狙った計測・制御汎用カーネルの構築を達成する事が出来た。構成要素のコンポーネントについての詳細は、他の研究会等の発表に譲るとして、制御に必要なカーネルと呼ぶべき機能を搭載した汎用的な計測・制御カーネルが完成したといえる。ユーザーが個別に必要とする機能も標準バス仕様にそってコンポーネント化することで、自由にシステムを停止することなく増殖させていく事が出来るようになった。これらは、COMの旨みを引き出すことになった。初めから懸念してい

たDCOM通信速度は、何度もプロトタイプ前段の通信モデル構築段階で、チューニングを繰り返し実用的な値に達する事を確認した上で、カーネル・プロトタイプの作成に入った。よくJava, CORBAに比較されるDCOMであるが、比べても十分に必要な性能を得る事が出来た。制御系において、これだけDCOMを駆使しての制御カーネル開発例はこれまで例が無い。初めて試みとして多くの関心呼んだ。

又、オブジェクトのフラットな表現としてXMLをいち早く導入し、非-Windowsシステムに対応した事もユニークなアイデアとなった。データベースにXMLを用いた事も今思えば読みが当たっていた事になった。昨今、時々見られる様になってきた。

プロジェクト開始後1年目に、科学振興事業団の行った成果発表会では、審査委員長より「完成度の高いシステムとして」も評価を頂いた。加えて、「多くの学会発表、一般への普及を促進すべし」とのコメントも頂いた。

平成10年、11年度は、主にKEKと東北大の間で積極的な議論を展開し、両者のこれまでの経験を生かしたシステムに仕上げて行く事に努めた。平成12年度からは、核融合研が参加され、COACKの応用と共に評価試験やいろんな使い方でのCOACKの実用性を立証すると共に問題点の洗出しが行われた。ここで、Component Oriented Accelerator/Advanced Control Kernelの名前は、AcceleratorをAdvanced Control Kernelに置き換える事が提案されるようになった。又、ドイツのDESY研究所も参加し、コンポーネントについて作業協調が行われ、双方の特徴が加味されたシステムへとプロジェクトは成長していく事になった。DESYの参加によって、これまでWindowsをベースに構築されたCOACKがマルチOS対応に近づいた。いかなるOSでも接続可能になる。DESYでは、PCシステムで巨大な加速器を運転してきた十分な実績があり、もはや安定したシステムとして高く評価できる。PCで運転されている世界最大の加速器でもある。

このようにして、COACKは大学、研究所を超えた共同開発によってより汎用的なシステム構築が行われ、また、多くのユーザーによって使い込まれ、完成度を上げる事が可能になってきている。システム構築の基本的路線が間違っていなかった事を証明し、新しい汎用計測・制御カーネルを提案する事が出来た。ドキュメント(日本語、英語)化も統一的に作成・管理されるようになった。ドキュメントを元に非常に少ない学習コストでCOACKは運用出来る点も大きな特徴としてあげる事が出来るようになった。以下、KEKでの応用例の一つを掲載致します。

ビームライン・インターロック集中管理システムでのCOACKの応用

技術部測定器第五課 小菅隆

1. はじめに

放射光研究施設(以下PF)には、2.5GeVリング及び6.5GeV-ARリングに合計20本を越すビームラインが設置され様々な放射光利用実験が行われている。ビームライン・インターロックシステム(以下BLIS)はビームライン毎に設置され、放射線安全、ビームライン真空の保持、ビームライン構成要素の保護を目的として動作している。また、これらBLISはビームライン・インターロック集中管理システム(以下集中管理システム)に接続され、集中管理システムはBLISの動作を統合的に監視、管理している。

これまで、集中管理システムは特に大きなトラブルもなく安定に動作してきたが、2.5GeVリングの集中管理システムにおいては老朽化等の問題が発生したためにCOACKを中心と

した新しい集中管理システムへの更新を行った。

COACKはもともと加速器制御用に開発されたシステムであるが、非常に柔軟で強力であるため、集中管理システムへの応用は容易である。COACKの導入により集中管理システムは非常に保守性の高いシステムとなっている。

2. 集中管理システムの構成

PF 2.5GeVリングにおいて全てのBLISは光ファイバー及び変換機、PLC (Programmable Logic Controller、シーケンサ) を経て集中管理システムに接続されている。BLIS側からは、BLISの運転状態を示す信号が、また集中管理システム側からはビームライン閉鎖などを指示する信号が送信される。集中管理システムは複数のPC (Personal Computer) とネットワークからなり、それぞれで動作するOS (Operating System) 及び役割は次の通りである。

- * PLC Interface: PLCインターフェース用PC (OS: FreeBSD 4.0 Release) BLISとCOACKとのインターフェースを行う。また、本PC上ではWindows以外のOSとCOACKのインターフェースを行うために開発されたSTARS (簡易メッセージ配信システム: Simple Transmission and Retrieval System) が動作している。
- * Operators' PC: オペレータ用PC (OS: Windows 2000 Professional) 各BLISの運転状態表示を行う。また、各ビームラインの閉鎖などはこのPC上で行う。オペレータの識別は接続されたIDカードリーダーにより行われる。
- * COACK Server: COACKサーバ用PC (OS: Windows 2000 Professional) COACKのサーバが動作するPC。
- * Developers' PC: ソフトウエア開発者用PC (OS: Windows 2000 Professional) インターロック担当者居室に設置されたPCで、ソフトウェアの開発保守を行う。また、COACKのクライアントプログラムを起動すれば、常に担当者がシステムの状態を監視する事が可能。

3. COACKを利用した集中管理システムの特徴

COACKを導入することで集中管理システムは以下の有用な特徴を備えることとなった。

- * 高効率のプログラム開発: COACKにおいて制御される機器はCOACKサーバの中にオブジェクトとして表現する事が可能である。集中管理システムにおいても全てのビームラインはCOACKサーバの中に仮想イメージとして表現されており、各クライアントプログラムは実際の詳細な信号授受を意識することなく、この仮想イメージに対して操作を行う。この事によりたとえBLISが完成していなくてもクライアントプログラムの作成が可能となる。
- * ネットワークを用いた遠隔監視: COACKはネットワークを強く意識したシステムであり、集中管理システムもインターロック専用のネットワーク上に構築されている。この事により、インターロック担当者が居室からシステムの監視やトラブルの診断を行うことが可能である。
- * システム分散化による保守性の向上: 集中管理システムではCOACKにより各アプリケーションが分散化されている。この事によりアプリケーションプログラムのバグ修正など些細な変更の際して、システムを停止する必要はない。また、COACKサーバにおいて

も各コンポーネントは分散化されており、必要に応じて起動しているコンポーネント数を増やすなど、システムの運転中におけるチューニングが可能となっている。オペレータの認識のためのデータベース更新に際してもシステムを停止する必要があった旧集中管理システムと比べるとCOACKを利用した集中管理システムの保守性は驚くほど向上している。

- * システム停止時間の短縮：COACKを利用した集中管理システムでは、ハードディスクなどのクラッシュによる重故障に際しても短時間で対応することが可能である。集中管理システムでは基本的にPLC Interface及びCOACK ServerのPCが動作していれば運転に支障は無く、たとえばOperators' PCが故障した場合には他のPCでクライアントプログラムを動作させビームラインの閉鎖などの操作はそのPC上で行う事ができる。また、サーバーの切り替えも容易であり、万が一COACK Serverがクラッシュした場合にはDevelopers' PC等を応急的なCOACKサーバ用PCとして利用する事も可能である。

4. 今後の予定

以上の通りCOACKを利用した集中管理システムは非常に保守性の高いシステムとなっている。また、COACKの導入以来、これまで集中管理システムは非常に安定に動作してきた。

今後、PF-ARにおける集中管理システムにもおいてもCOACKが導入される予定である。