

## 3-3 制御

SACLAでは、少しでも制御系にトラブルが発生するとレーザー発振を阻害する要因となってしまう。このため2011年度は各制御系のより一層の安定性向上と管理及び操作性の向上をめざした。加えて、安定なレーザー発振のためには機器の状態監視を行うために大量のデータを処理することが必要となってきた。

### 3-3-1. データ収集システム

SACLA制御用データベースには約45,000点に上るデータ点数が登録されており、2秒ないし10秒の一定周期で機器のデータ収集を行っている。このデータ量は既にSPring-8加速器群の制御系データ量を越えるほど多く、データベースサーバ負荷が高くなっていた。さらに、将来的なデータ点数の増加や収集周期の高速化も見込まれることから、SPring-8データベースシステムを基本とした計算機構成をアップグレードし、性能強化を図った。2011年度は現状のデータベース管理系等の運用パラメータを見直して、パフォーマンスボトルネックがどこにあるのかの確認とその対策を行った。この結果をもとに、データベースシステムの性能を充分発揮できるようなハードウェア構成変更を含めた最適化を行った。まず、データベースサーバを2台構成とし、オンライン更新系と過去データの蓄積及び参照系を分離することで、負荷分散を図る設計とした。また、データ蓄積用ストレージについて、汎用ファイルサーバと兼用していたネットワーク型ストレージシステムから、ファイバチャネル接続の専用ストレージに変更して、データ通信の広帯域化と高速化を図った。2011年度内に試験環境にて本構成の試験を行い、運転停止期間に実環境に試験的に導入し負荷試験を行った。テスト用のデータを加えて80,000点以上の機器データを処理することが確認できたので、2012年度に構成変更を予定している。

SACLA加速器機器やビーム診断機器の一部は、パルス運転の周期に同期してデータ収集することでより詳細な情報が得られ、ビーム品質の向上や異常時の原因究明に役立てることができる。RF機器の状態やビーム位置・強度など約2,000点のデータを、最大60 Hzのビームに同期して、MySQL高速データベースに蓄積するシステムを2011年2月から稼働させた。収集されたデータは迅速なビーム調整やフィードバック制御に利用されている。

### 3-3-2. 機器制御

SACLA機器制御では、安定性向上をめざして以下のよ

うな開発を行った。

#### ・FL-net監視装置

インターロックを含む高周波加速装置等の制御としてProgrammable Logic Controller (PLC) を大量に使用しておりPLCとの通信にFL-netを採用している。FL-netはイーサネットベースのプロトコルであるため、トラブル時の対応としてネットワーク上のパケットを収集して解析を行う必要があり、ネットワーク上に流れるパケットをすべてキャプチャーして解析するソフトウェアを開発した。サーバ計算機を用いて最大4つのFL-netループを監視し、Webベースで情報を表示できることが確認できたため、加速器制御系と施設管理系に2012年度の導入を予定している。

#### ・プロファイルモニター読み出し系

ビームプロファイルの読み出しにはCameralink規格のカメラとキャプチャーボードを使用している。読み出し系ソフトウェアを開発した時点では、製作の容易さを重視してシングルスレッドでの実装としていたため、ディスクへの書き出しに性能が左右されて安定したパフォーマンスが得られていなかった。ディスクへの書き出し等の遅いプロセスを非同期で行えるように、マルチスレッドに変更した。これにより、安定した性能で動作するようになり、60 Hz運転に問題なく対応することが確認できた。

#### ・VMEシステム

電磁石電源に使用している光伝送ボードへのアクセスがハードウェアタイミングのハンドリングの問題で時間がかかっていたため、Dual CoreのCPUを積んだVME CPUボードに入れ替え、ウエイトのやり方をBusywaitに入れ替えて安定化した。また、FL-net経由で大量のデータを収集しているため複数のCPUを1つのシャーシに実装する構成に変更して処理能力の向上を図った。

その他、夏期の瞬時停電からサーバを保護するために約1秒間の瞬時停電に耐えることができる保護装置を設置した。

### 3-3-3. ビームライン/実験ステーション制御

ビームに同期したデータ収集系で使用している高速ADCボードにVMEバックプレーンから高精度の安定化電源を供給する必要があるため、実験ステーションの設置環境に合わせたカスタムVMEシャーシの設計開発を行った。ADCボードの高精度化の要求に対応できるように低ノイズ電源による供給機構や、ADCボード用スロットへの他ボードの誤挿入による事故を防ぐための機構を装備し

ている。

制御システムのインフラ整備として、BL-WSの冗長化による可用性向上とリアルタイムに運転ログを記録するためのsyslog環境の整備を行った。また、ユーザーの計測システムと加速器の電子ビーム出射タイミングとの高精度な同期を可能とするためのタグ配信環境の整備を行った。

SPring-8 BL32XUとSACLA BL3の両方の光を利用するための相互利用実験施設の建設に伴い、相互利用実験施設実験ホールへのビームライン制御用ネットワーク、データ収集用ネットワークおよびステーション制御システムの整備を行った。

### 3-3-4. ネットワーク

実験計測用に整備を進めているDAQ-LANにおいて、検出器から創出される大容量データを取り扱う10ギガビットイーサネット回線と、パルスモータ制御等リアルタイムデータ伝送を必要としない1ギガビットイーサネット回線を分離し、データ収集システム環境の安定化を図った。これらのネットワークを各実験ハッチ内部および計測ステーションへの配線整備を行った。

実験計測システムの高精度化、広帯域化のために、電算機室を中心に大規模なネットワーク環境の整備を行った。電算機室では、解析用HPC導入に合わせ10ギガビットイーサネットによる広帯域ネットワークの整備を行った。また、瞬時電圧低下保護装置などの電源システムの安定化、VPNやFirewall装置導入によるネットワークセキュリティの確保も併せて行っている。レーザーブースでは、高精度タイミング制御用のネットワークファイバの敷設、実験準備室における実験データを持ち帰るためのデータ転送/コピーの環境整備、および利用者の利便性向上ための無線LAN環境の整備などを行った。

相互利用実験施設では、SPring-8側からは、SPring-8制御LANおよびBL-USER-LAN、SACLA側からは、SACLA制御LAN、DAQ-LAN、およびDAQ-USER-LANの配線整備を行い、SPring-8とSACLAからの放射光を連携した実験計測システムの構築が可能となっている。

### 3-3-5. SACLAインターロックシステム

#### ・加速器安全インターロック

加速器安全インターロックは、6月実施の施設検査に合格し本格稼働を開始した。その後は大きなトラブルも無く順調に稼働している。

#### ・入退室管理システム

2011年度は定期点検を実施し、大きなトラブルも無く順調に稼働した。

#### ・ビームラインインターロックシステム

2010年度に引き続き、2011年度もビームラインインターロックは順調に稼働した。6月にSACLAの施設検査にてビームラインインターロックの動作検査を行った。また、2012年1月にはSACLA BL1のフロントエンド部分の機器保護インターロックの増設作業を行った。

さらに、SPring-8 BL32XUおよびSACLA BL3の両方の光を利用するための相互利用実験施設の建設が行われ、それに対応するインターロックの製作を行った(図1)。このシステムに対する要求としては、SPring-8とSACLAの両方の光が安全に利用できるのに加え、SACLAとSPring-8のシャットダウン時期が異なる点にも対応できることが挙げられた。つまり、SPring-8側のインターロックの電源がOFFであってもSACLA側では安全に運転が継続できる仕組みが必要であった。このため、下図のように相互利用施設のインターロックを独立させ、SACLAとSPring-8のインターロックに対して、接続と切離ができる仕組みを導入した。SACLA、SPring-8それぞれに設置されている、メインビームシャッター(MBS)、下流シャッター(DSS)、可動式エンドストップ(ES)は従来通り、それぞれのインターロックが制御するが、相互利用施設に設置された2つのDSS2(散乱光遮蔽用)とハッチ機器に関しては、相互利用施設インターロックが制御する。接続・切離は「USEキー」と呼ばれるキースイッチを用いて行う。例えば、BL32XUのUSEキーをENABLEにすると相互利用施設とBL32XUのインターロックが連動して動作し、逆にDISABLEにすると、BL32XUインターロックを電源OFFにしてもSACLA側は運転できる。これに

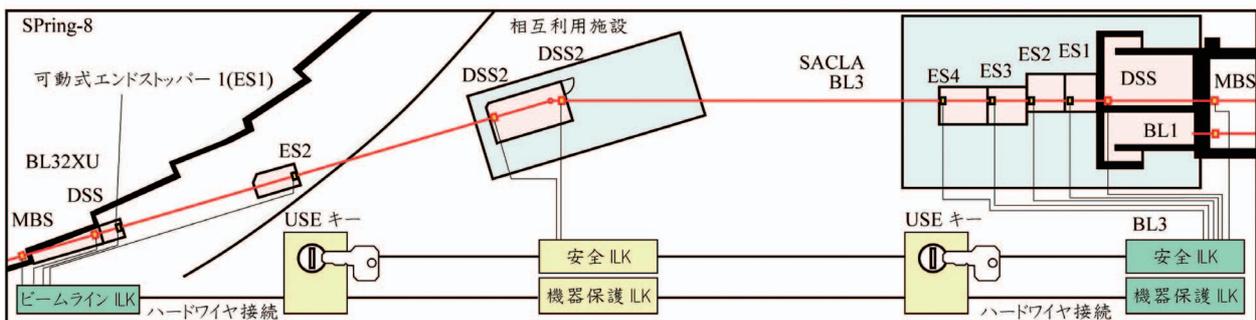


図1 相互利用施設配置図と、相互利用インターロックシステムの概略図

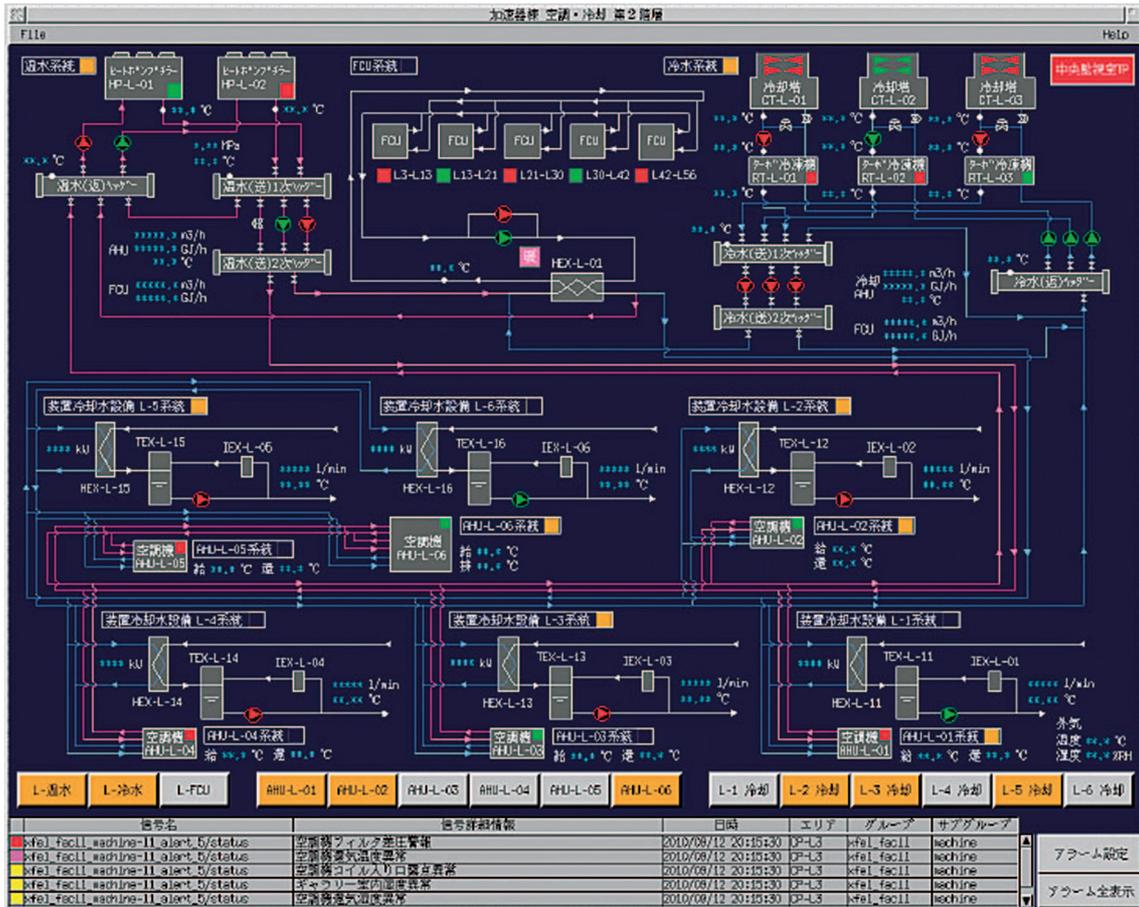


図2 SACLA施設管理系状態監視ソフトウェア

より、インターロック構造とロジックは多少複雑となったが、ユーザーから見ると、従来のビームラインを単に延長した形として捉えることができるような操作体系とした。

・SCSS試験加速器インターロック

加速器安全インターロックおよび機器保護インターロックの定期点検を実施した。大きなトラブルも無く順調に稼働している。

3-3-6. 施設管理系制御システム

SACLAの施設管理系は加速器の制御システムと連携できるように設計され、ローカルに配置された施設系PLCからFL-net経由でデータを収集しSACLA制御用データベースに格納している。2010年度より製作を開始したSACLA施設管理系状態監視ソフトウェアは、データベースに収集された施設管理系のデータを用いて、状態の表示、警報の通知、警報の記録やトレンドグラフの表示などを、より見やすくより使いやすい形で中央監視室に提供している。本ソフトウェアは、SACLA加速器データベースを利用しているが、加速器制御系とは独立して監視ができるよう設計されている。

2011年度には、相互利用実験施設の監視パネルの製作、プロセス起動時間の高速化、新規追加信号への対応、最小化・フォーカスなどのウィンドウ制御機能の強化、警報音による通知機能の追加、監視条件入力作業効率化を目指した画面の意匠変更などを実施した。

また、画面表示用シンクライアント端末の更新による画面表示速度の高速化、プリンター出力の整備を行い、利用環境の向上を併せて行った。監視条件のデータベース登録が完了した2011年度末から実運用を開始した。

制御系研究開発グループ  
福井 達