

ビームシャッター外部開閉操作機構の開発

斉藤裕樹、濁川和幸、小菅隆

高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所

1. 概要

物質構造科学研究所放射光実験施設の実験用ビームラインには安全に実験が行えるよう、ビームラインインターロックシステム (BLIS) ^[1]が設置され、インターロック集中管理システム (CCS) によって統合的に管理されている。これまで、実験者がビームシャッター (MBS、BBS) 開閉をする際には必ず BLIS のステーションコントローラ (OPC) の操作パネル (図 1 参照) を使用しなければならなかったが、高度な放射光利用実験を行うために、外部からビームシャッターを開閉するシステムが必要になった。本報告はビームシャッター開閉外部操作機構 (External Mode) の詳細である。

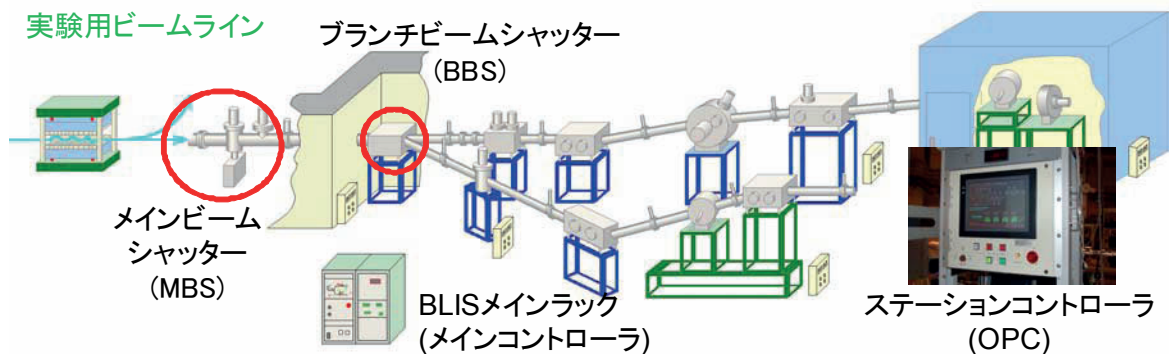


図 1 実験用ビームライン概要図

2. システム概要

BLIS は Programmable Logic Controller (PLC) で動作しており、それぞれの PLC は Serial・Ethernet 変換可能な N Port を介してインターロック専用 LAN に接続されている。PF-AR には 3 つの実験ホールがあり、それぞれに CCS が設置されている。各 CCS もインターロック専用 LAN に接続されて運用されており、今回の技術を導入した NE-3A がある NE 棟実験ホールにも NE-CCS という CCS が設置されている。CCS は簡易メッセージ配信システムである STARS (Simple Transmission and Retrieval System) ^{[2][3]}を基本として構築されており、Logger Client で各 PLC のステータスとコマンドの流れをロギングしている。今回のシステムは、インターロック専用 LAN にビームシャッターを外部から操作する為の PC (外部操作 PC) を接続してネットワーク経由で BLIS

の PLC をコントロールする構成となっている。外部操作 PC は実験用ビームラインのコントロール専用 LAN に接続されビームラインの主要コンポーネントを操作する可能性もある。インターロック専用 LAN の安全を確保する為に、2 系統の LAN に接続可能な OpenBlockS を用いて 2 つの LAN を物理的に切り分け、OpenBlockS 上に STARS のブリッジ用プログラムを搭載することでコントロール専用 LAN に接続された不特定多数の PC からのビームシャッター操作を防止し、限られた PC のみビームシャッターのコントロールをすることとして、一定の安全の確保に役立っている。(図 2 参照)

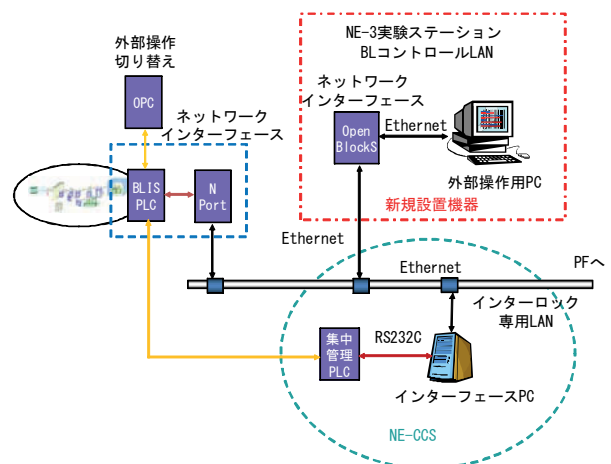


図 2 システム接続図

3. ソフトウェア構成とコマンドの流れ

今回の技術を達成するためのソフトウェア構成は図3の通りであり、STARS を使用して外部操作を行う構成とした。

STARSはその中心となる STARSサーバーと各種クライアントからなるが、今回はサーバーと5個のクライアントで構成されている。また、BLIS 側についてはハードウェアの改造を行う事無く PLC プログラムの変更のみで External Mode に対応している。

それぞれのサーバー、クライアント間でのコマンド(表1参照)の流れは下記の通りである。

- 1) 外部操作 Client から送信されたコマンドは Client Bridge に送られる。(図3の1参照)
- 2) Client Bridge は送られてきたコマンドが許可された PC からのもので、さらに許可されたコマンドかをチェックした後、サーバー経由で外部操作 Interface に送信する。(図3の2,3参照)
- 3) 外部操作 Interface は送られてきたコマンドを再度チェックした上でコマンドを変換し、サーバー経由で PLC Interface に送信する。(図3の4,5参照)
- 4) PLC Interface は送られてきたコマンドに対応したデータを PLC に送信する(図3の6参照) この時コマンドがステータス等の返り値を要求されたコマンドだった場合には、返り値が逆の順で外部操作 Client に送られる。
- 5) Logger Client でこれらのコマンドの流れは常にロギングされている。

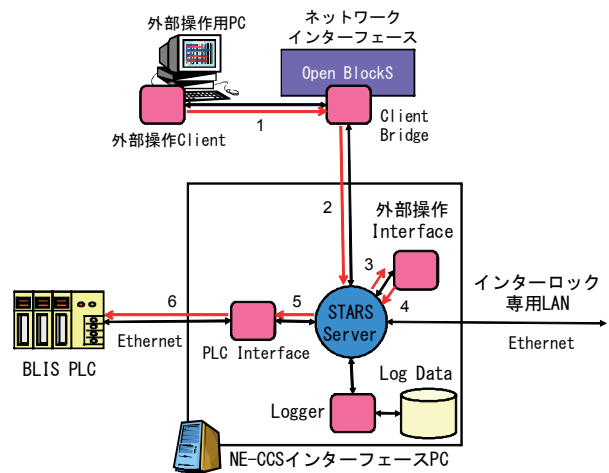


図3 ソフトウェア構成の概略図

表1 コマンド一覧

コマンド名	内容
NE03.ExternalMode	BLIS外部操作モードの状態信号
NE03.BLISMain.Status	ビームラインMainラインの状態信号
NE03.BLISA.Status	ビームラインAラインの状態信号
NE03MBS.Status	MBSの状態信号
NE03.MBS.OnReady	MBS開可能信号
NE03.MBS.OpenRequest	MBS開要求信号
NE03.BBSA.Status	BBS Aの状態信号
NE03.BBSA.OnReady	BBS A開可能信号
NE03.BBSA.OpenRequest	BBS A開要求信号

4. セキュリティーの確保

External Modeを開発するにおいて重要なことは、インターロック本来の機能として重要な安全を確保しつつ、External Mode という利用者の利便性実現することである。具体的には、許可された PC からのみコマンドを受け付ける等の STARS のセキュリティーだけでなく外部操作 Client、Client Bridge と外部操作 Interface それぞれにセキュリティーに配慮した作りとした。また、実際のビームシャッター操作する BLIS 側でも誤動作防止の為に一定の操作が必要な外部操作モード (External Mode on) に切り替えないと (図4参照) 外部からのビームシャッターのコントロールは受け付けない様にして、2重3重の

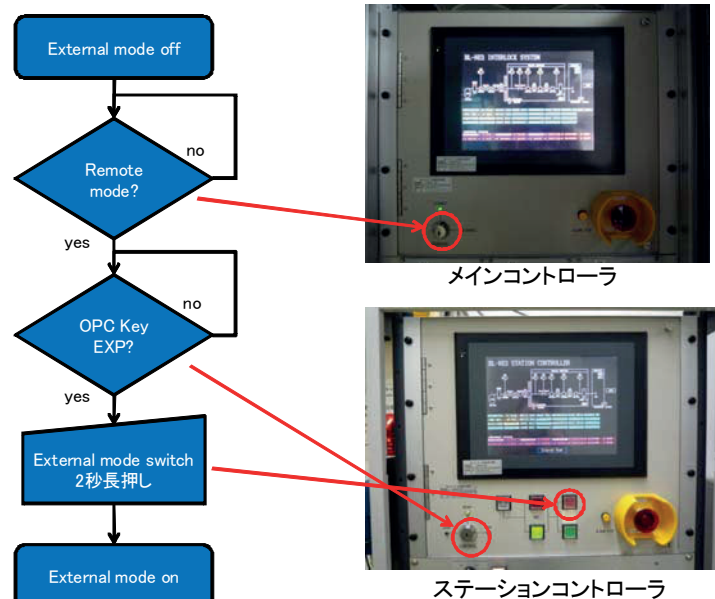


図4 External mode にする際の操作

安全性を確保している。External Mode時は安全のため OPC では特定スイッチ以外は操作不可になり、External Mode であるかないかの状態が運転当番や他のビームラインの実験者からも判断しやすい様に既存の LED を利用した表示（図 5 参照）を行っている。当然のことながら、当該ビームラインで少しでも異常が発生した場合には外部操作の条件が解除（図 6 参照）される。

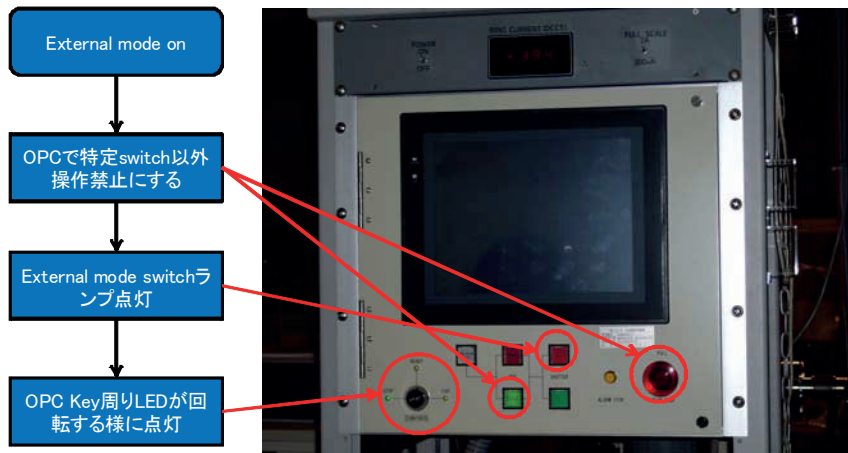


図 5 External mode 時の OPC の変化

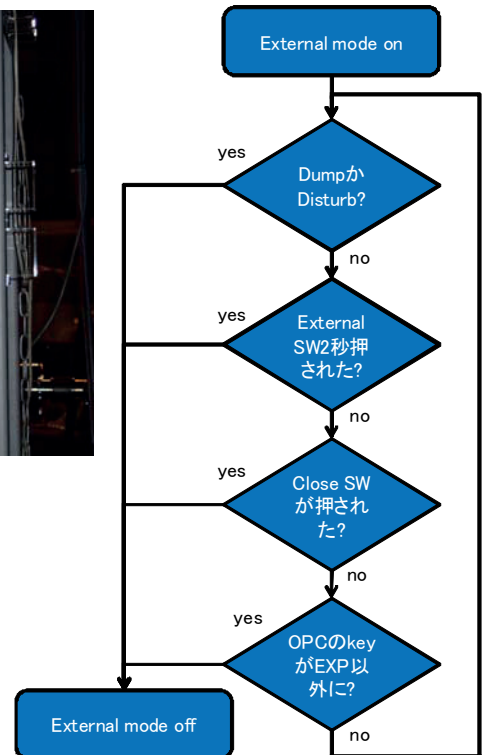


図 6 External mode が off になる条件

5. 外部操作クライアント

今回作成した外部操作 Client(図 7 参照)は外部からビームシャッター操作をする以外に Auto mode という機能を持ち、条件が満たされれば自動的にシャッターを開けることが可能となっている。(図 8 参照)



図 7 外部操作 Client の GUI

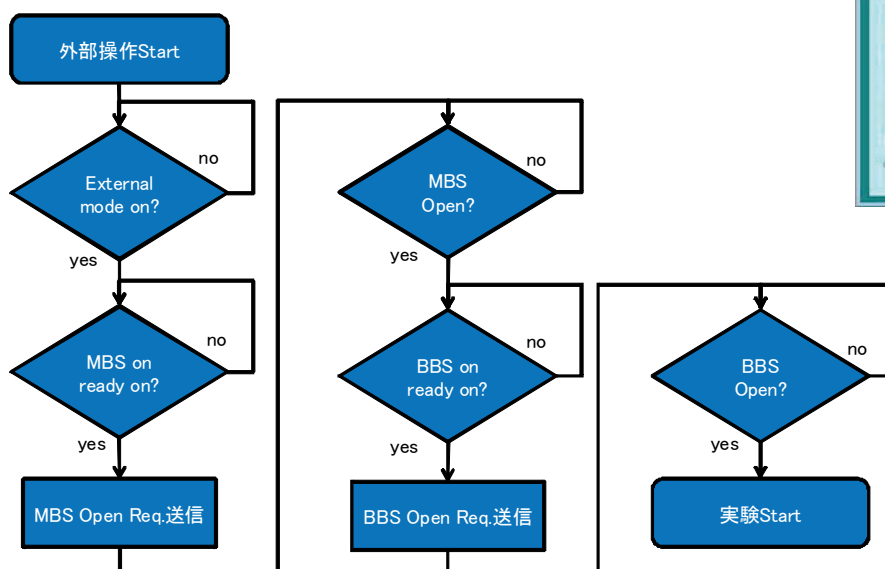


図 8 Auto mode 時の基本動作

6. まとめと今後

今回のシステムが導入された事により、本来であれば実験用ビームラインに行かなければ出来なかったビームシャッターのコントロールが遠隔でも出来る様になった。これにより、自動での実験を進めていくことが可能になり、また、実験ビームラインの担当者が実験者のサポートを行う場合にも遠隔でサポートできるなど利便性の大幅な向上につながった。また、実験計測システムが必要時に正確にビームシャッターを制御することで、実験の安定性が確保され、スループットの上昇にもつながっている。さらには、リングの運転モードがユーザー運転に切り替わると即時にビームシャッターを開けることが可能となり、ビームライン光学系の負荷が安定するという複次的な効果も得られ、放射光ビーム供給の安定化に大きくつながっている。

現在は限られたビームラインでのみ、本システムが導入されているが、今後はPFビームラインの標準仕様として拡張されることが望まれている。このためには、各リング、ビームラインで世代の異なるビームラインインターロックシステムのハードウェア、ソフトウェア両面からの整合性の統一等が課題として挙げられる。今後、システムが熟成するにつれ、順次他のビームラインへと導入される予定であるが、これにより要求の異なる様々なビームラインにおいて、供給される放射光ビームの信頼性が格段に向上し、より高度な実験が可能となることが期待される。

7. 参考文献

- [1] 最新のビームライン・インターロックシステム,平成 19 年度核融合科学研究所技術研究会(2008)
- [2] 計測・制御用簡易メッセージ配信システムの開発,平成 13 年度技術研究会(2001, 東北大学)
- [3] [http:// stars.kek.jp/](http://stars.kek.jp/)