



KEK電子陽電子入射器の安全系システム

佐藤 政則^{A, B)}, 佐武 いつか^{A)}, 白川 明広^{A)}, 久積 啓一^{C)}

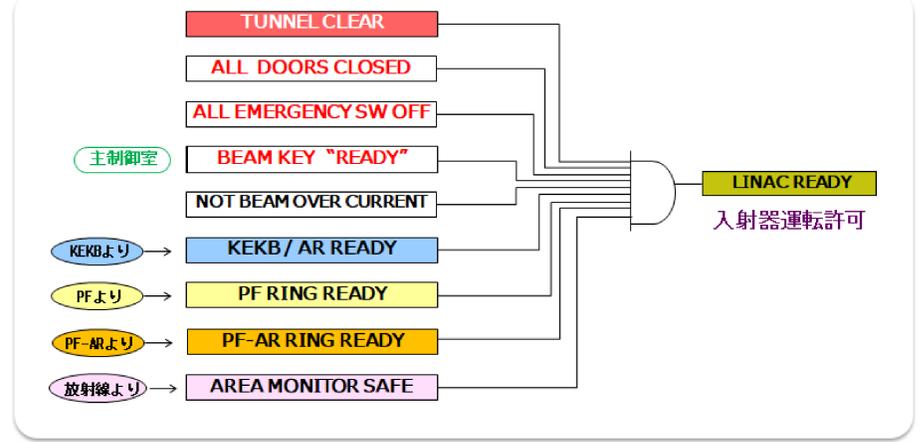
A) KEK加速器, B) 総研大加速器科学コース, C) 三菱電機システムサービス

はじめに

KEKの電子陽電子入射器は、1982年にPFリング専用入射器として稼働を始め、その後、TRISTAN, PF-AR, KEKBの異なるエネルギーのリングへ電子・陽電子ビームを供給してきた。2009年4月に、KEKB電子・陽電子・PFリングへの3リング同時トップアップ入射を実現し、2019年5月、SuperKEKBの電子・陽電子リング, PFリング, およびPF-ARへの4リング同時トップアップ入射を実現した。

このように複雑化した運転形態のもと、入射器および下流リングにおける人的, 機器的安全性を担保するためには安全系システムの堅牢性がますます重要性を帯びてくる。入射器の安全系システムはPLCを基盤とし、入射器自身の状態のみならず、下流リングからの各種情報信号を読み込み、複雑なロジック判定に基づいてRF運転やビーム運転の可否を決定している。

電子陽電子入射器安全インタロック論理

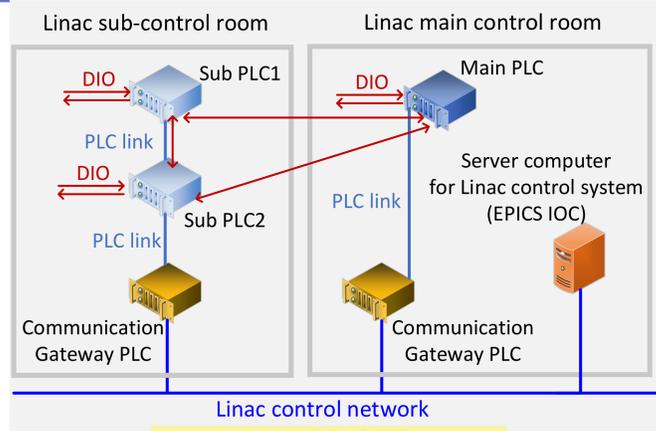


運転許可条件の信号を集約し、運転の可否を判断する。

安全インタロックの種類および信号処理



インタロック状態表示GUI



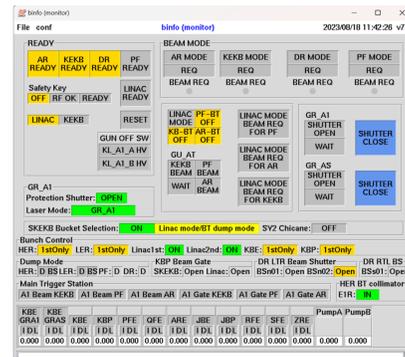
PLC接続図



横河電機PLC "FA-M3"

PPSとMPSの組み合わせ

- 人的安全 (PPS: Personnel Protection System)
 - 入射器のREADY信号
 - トンネル内無人, ドア開閉状態
 - 放射線エリアモニタの状態
 - 各リングのREADY信号 (運転許可信号)
 - リング内無人/BT安全マグネットオフ
- 機器的安全 (MPS: Machine Protection System)
 - 真空圧力
 - GV開閉状態



リング入射運転状態表示GUI

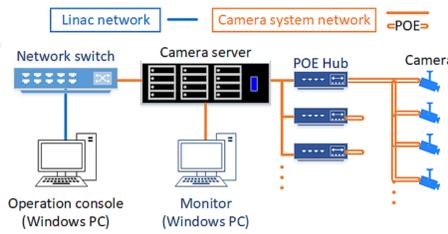
PLC

- PLC 3台を用いて運用している。
- DIOモジュール
 - 各リング, 機器からの許可信号受信
 - 各リング, 機器への許可信号送信
- 制御システムとのインターフェース
 - Gateway PLCが制御ネットワークと接続
 - EPICS PVとして読み出し可能
 - netDevを用いて開発 (EPICS Device Support) <https://github.com/shuei/netDev>

その他のシステム



監視カメラシステム



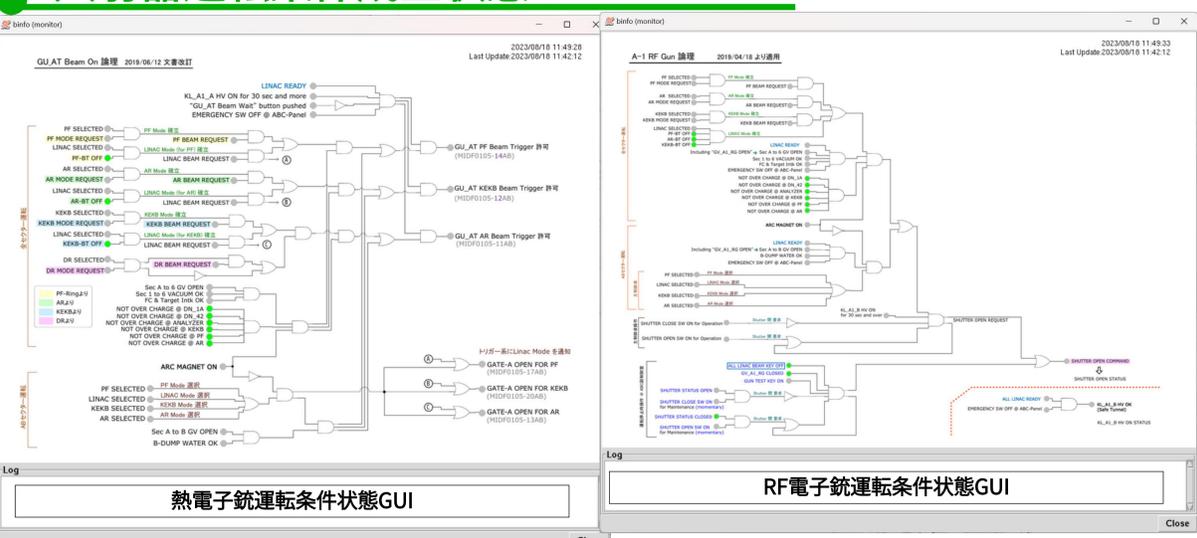
- 120台のネットワークカメラ
 - クライストロン, 電磁石電源
 - トンネル内状況の監視

返却済みの履歴

番号	名称	貸出日時	貸出場所	返却日時	返却場所
2	電子銃A1.2	0013 16:06	nan01	nan02	nan02
2	電子銃A1.2	0013 15:52	nan01	nan02	nan02
2	電子銃A1.2	0013 15:48	nan01	nan02	nan02
2	電子銃A1.2	0013 14:15	nan01	nan02	nan02
20	A1 電子銃A1.2	0014 17:13	nan04	nan01	nan01
93	カソード線	0014 08:40	nan04	nan01	nan01
47	トンネル内監視カメラ	0012 08:25	nan02	nan01	nan01
47	カソード線	0013 08:41	nan04	nan01	nan01
47	トンネル内監視カメラ	0013 08:40	nan04	nan01	nan01
35	電子銃A1.2 (017)	0013 08:40	nan04	nan01	nan01
5	電子銃A1.2 (017)	0013 08:40	nan04	nan01	nan01
35	電子銃A1.2 (017)	0013 08:40	nan04	nan01	nan01
47	トンネル内監視カメラ	0013 08:34	nan04	nan01	nan01

- 鍵の貸し出し管理簿
 - 手書きノートからオンライン (Web)に移行
- 老朽化したトンネル入室鍵保管器
 - 20年以上運用しており、保守が困難。
 - シリコンダーリミットSW 交換
 - 制御回路部をPLC化

入射器運転条件成立状態GUI



まとめ

KEK電子陽電子入射器の安全系システムは、人的および機器的安全性を担保するためのPLCを基盤とした堅牢なシステムであり、4リング同時トップアップ入射運転を陰から支えている。老朽化した機器の更新や、運転形態の変遷にともないシステムの更新をおこなってきた。鍵の貸し出しおよび放射線発生装置記録への署名など、紙ベースで管理してきたもののデジタル化も進めている。また、複雑な運転条件の成立状態を把握するためのGUIを整備し、運転状態に移行できない場合の迅速な原因特定が可能になった。