

個人キー保管器制御システムの更新

白川 明広

高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設

1. はじめに

放射線発生装置である電子陽電子線形加速器の放射線管理区域への入域管理の一環として、入域時に個人キーを各自携帯している。個人キーは専用の保管器に格納しており、ID カード照合によりキーの貸出を行う。一連のキーの貸出・返却・保管の制御は長年にわたりオンボードコンピュータが担っていたが、経年劣化に備えて更新することとし、保守性や工期・コスト低減を勘案して PLC を採用した。また省配線システムを導入して PLC を保管器の外部に設置し、既存のハードウェアを最大限活用した。

2. 加速器室への入室管理

線形加速器本体は地下トンネル内にあり、電子・陽電子を加速するための大電力高周波源や電磁石電源、真空機器等が地上部にある。加速器運転中は地下加速器室の空間放射線量が高くなり入域不可となる。運転中の無人を担保する方策の一つとして、停止時に入域する際には各自「個人キー」（図 1）を携帯することとし、運転再開時には全ての個人キーが返却されていることを必要条件に加える。地下加速器室は全長約 700 m で出入口は 2 か所があり、個人キーはその入口扉を解錠するための鍵を兼ねている。

なお個人キーを携帯して入域するのは本来加速器運転期間として計画されている日に短時間だけ停止する場合であり、元より停止期間とされている間は個人キーの貸出管理が困難となるため個人キー携帯を免除している。



図 1 入域管理用個人キー

3. 個人キー保管器の仕様

個人キーは 50 個あり、すなわち最大 50 名が同時に入域可能である。これらの個人キーは加速器入口近くに設置した専用の保管器に格納している。保管器には上記の入域用キーの他に、地下加速器室に通じるすべての扉の鍵を格納している。更に、入域管

理に直接関係しないものの加速器運転に関わりの深い鍵も合わせて保管している（図 2）。キータグに付着している黒い物体は、建屋外への持ち出しを防止するための自鳴式 RF タグである^[1]。格納されているキーの種別と数量を表 1 に示す。表中で「保守モード切替キー」は加速器停止期間に個人キー携帯を免除するモードへ切り替えるためのキーである。

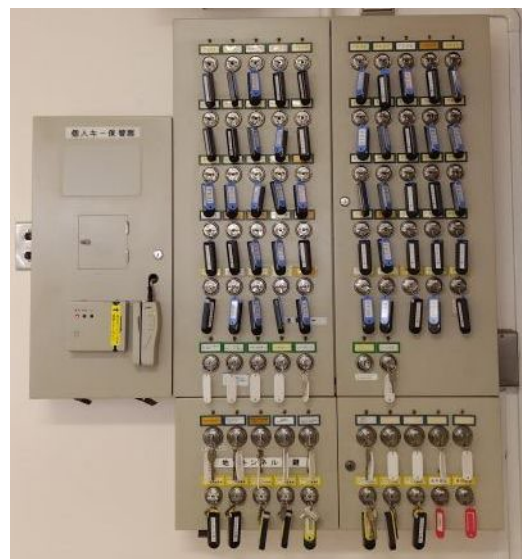


図 2 個人キー保管器

表 1 保管器に格納されているキー

キー種別	数量
入域用個人キー	50
加速器室境界扉キー	10（うち休止 2）
入域管理以外の重要キー	17（うち休止 4）
保守モード切替キー	1

キーの貸出に当たっては、各人の ID カードの磁気データを読み込みの上、可否を判断している。当該加速器への入域をあらかじめ登録している者に対し、個人キーが貸出可となる。

キー保管器制御システムの入出力信号の種別と点数を表 2 に示す。「内部」は保管器制御システム内で完結する信号である。鍵の貸出制御はキーシリンダに連なるコイルに励磁してストッパーを解除するもので、解除状態のときに LED 表示灯を点灯させる。「対外」は加速器の安全インターロックシステムとの間で授受を行う信号である。加速器停止時に「入域

許可」信号が ON となり、個人キー貸出が可能となる。また全ての個人キー及び境界扉キーが返却状態のときに「キー全数返却」信号を送信する。

表 2 個人キー保管器の制御入出力信号

	入力		出力	
	信号種別	点数	信号種別	点数
内部	キー返却状態	78	鍵の貸出制御	78
	磁気カード読取	1	貸出可能表示灯	78
対外	入域許可	1	キー全数返却	1
			長期保守モード	1

4. 更新前の個人キー保管器制御システム

個人キー保管器の制御システムに求められる機能は表 2 に記載の入出力信号を所期の目的に沿うよう取り扱うことである。更新前の制御システムでは回路基板上に IC チップを組み合わせて配列した所謂オンボードコンピュータ上にこの制御機能を持たせていた。オンボードコンピュータは保管器内部に設置していた（図 3）。すべてのキー及びカードリーダーからの信号をここに集約しており、また保管器の情報を表示するための PC との間で RS-232C で通信を行っていた（図 4）。加速器室に入域可能な人員は時折変更があるが、入域許可者の登録更新作業はその PC から可能としていた。



図 3 保管器に内蔵されたオンボードコンピュータ

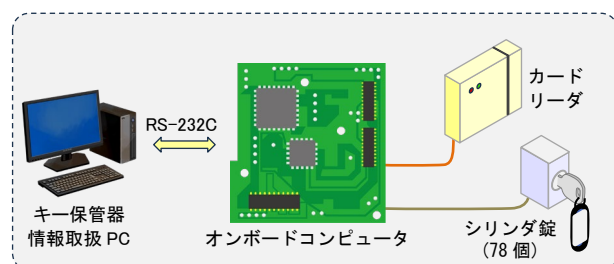


図 4 更新前のキー保管器制御システム概略図

この制御システムは当然ながら本保管器向けに特化したものであり、オンボードコンピュータもオーダーメイドであった。システム構築以来何回か更新を経ていたが、最終更新から 20 年以上を経過しており、新規製作当時の機器担当者及び施工会社が既に不在となっていた。経年劣化等による動作不良がひとたび発生すると加速器運転停止に直結する恐れがあり、システム更新が喫緊の課題となっていた。

5. 更新後の個人キー保管器制御システム

制御システム更新に際しては幾つか制約があり、また合わせて保守性を改善するため、次のような点を踏まえて新システムの構成を検討した。

- 加速器が連続して停止する期間は最長で実質約 1 カ月半であり、その間に更新を完了させる
- 個人キーが建屋の解錠機能を兼ねているため、キーは継続して使用する（もしキーを刷新すると建屋側にも工事が発生し、工期の伸長とコストの増加を招く）
- 加速器安全インターロック系に対して更新工事による影響を必要最小限に抑える
- 極力特注品を減らし、汎用品を使用する

検討の結果、ボードコンピュータに代えて PLC を使用することとした。なお PLC によりキー保管器制御を行った実績が既に当方に存在し^[2]、その経験も踏まえて本件を設計している。

オンボードコンピュータの他には、既存のカードリーダーが PLC との通信が難しかったため、RS-232C 通信が可能なタイプに交換した。キーシリンダ錠とキー保管器本体は継続使用とした。なお PLC はキー保管器内部に格納できないため、数十メートル離れた加速器制御室内に設置し、I/O 信号線を延長することとした。新制御システムの概略を図 5 に示す。キー保管器情報を取り扱う PC との通信は LAN 経由

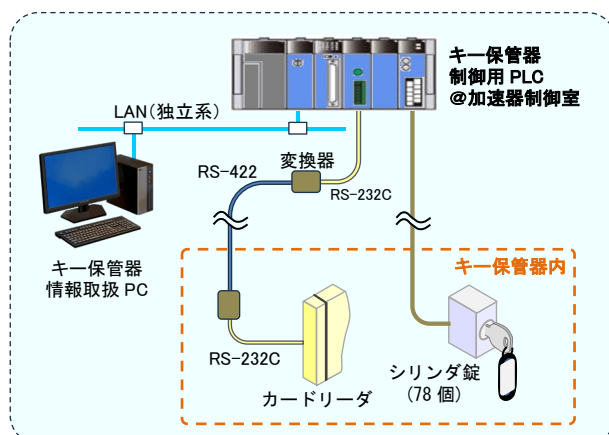


図 5 更新後のキー保管器制御システム概略図

としているが他の機器とは接続が無い独立系ネットワークである。カードリーダーと PLC の間は距離があり RS-232C 信号の許容延長距離を大幅に上回るため、途中で RS-422 に変換している。システム更新の前後でキー保管器の外観上はカードリーダー以外には変化が無い。

シリンダ錠 1 個あたりの入出力信号数は 3 系統あり、78 個では都合 234 系統の信号数となる。数十メートルの距離に 234 ペア (=468 芯線) もの配線を行うのは容易ではないため、省配線システムを導入して配線を簡素化した (図 6)。本件で採用したシステムは 4 芯のフラットケーブルで通信を行うもので、実信号を一旦入出力ターミナルで集約し、シリアルデータ通信に変換して送受信を行う。PLC 側には専用の入出力マスターモジュールを装着している。

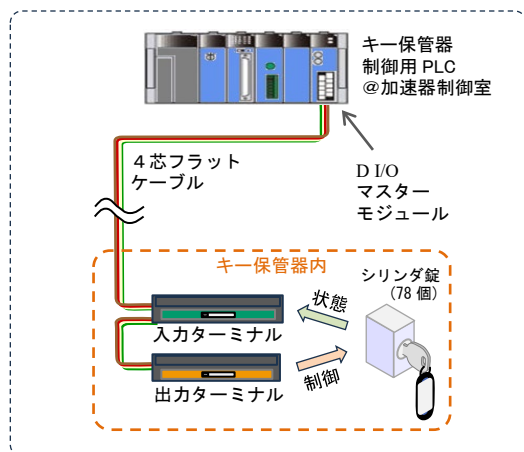


図 6 省配線システムを使用した入出力結線

入出力ターミナルは可能な限り各シリンダ錠の近傍に設置するのが効果的である。キー保管器の内部スペースには余裕が無いながらも、かろうじて必要数のターミナルを配置することができた (図 7)。また、既存の信号線を活用するために、新ターミナルとの間で信号を仲介する回路基板を合わせて製作して設置した。

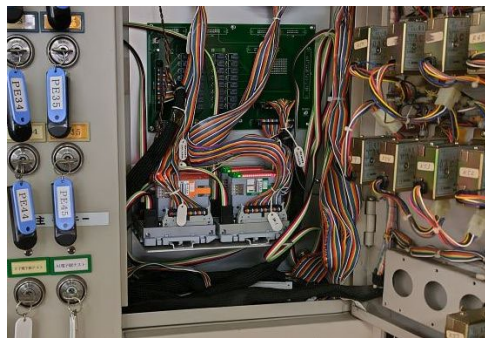


図 7 キー保管器内部に設置した入出力ターミナル

制御システム更新を完了し運用を開始したところで、実信号からシリアルデータ信号への変換時に生じるタイムラグが PLC のプログラムスキャンとの間で僅かに齟齬をきたす可能性が発覚し、対処に少し時間を要した。この問題は対策済みであり、その他には特に支障は無く、安定した運用を行っている。

キー保管器の情報統括 PC 上のソフトウェアも新たに用意した。各キーの貸出/返却状態や貸出履歴の表示が可能である (図 8)。

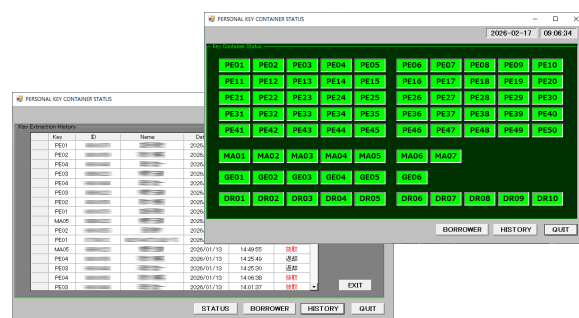


図 8 キー保管器情報統括 PC 上の管理画面

加速器室への入域許可者のデータは PLC プログラム内に記述しており、許可者リストに変更が生じた場合は、PLC プログラム内の該当データ領域を更新することとなる。

6. 考察

制御システム更新に際して既存の機器・部品類を最大限活用し、また加速器停止期間中に無事終わることができた。PLC や省配線システムは市販品であり、保守性が格段に向上した。前章で述べた新システム構築に際しての諸条件はクリアしたと言える。

他の選択肢として、各キーを「小箱」に格納し、その小箱を集積し管理するような形態を持つ市販の保管器を使用する案もあった。この場合、加速器安全インターロック系との整合に多少の特注改造が必要となり、何より費用が数倍に跳ね上がる見通しであったため、採用に至らなかった。

参考文献

- [1] 白川明広、「R F タグ監視システム導入による放射線立入制限区域無人管理の円滑化」、平成 18 年度名古屋大学総合技術研究会 装置技術研究会報告集、pp. 152-155、2007 年。
- [2] 白川明広、他、「加速器入域管理システムの増設」、平成 22 年度熊本大学総合技術研究会報告集、11-P-239、2011 年。