

Data Acquisition System of 324MHz Klystron at J-PARC LINAC

Yuji Fukui^{1,A)}, Shozo Anami^{A)}, Seiya Yamaguchi^{A)}, Zhigao Fang^{A)}, Masato Kawamura^{A)}, Kesao Nanmo^{A)},
Katsuhiko Mikawa^{A)}, Eiichi Kadokura^{A)}, Hiroyuki Suzuki^{B)}, Toshihiko Hori^{B)}, Masayoshi Yamazaki^{B)},
Tetsuya Kobayashi^{B)}, Etsuji Chishiro^{B)}

^{A)} High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki, 305-0801

^{B)} Japan Atomic Energy Agency (JAEA)

2-4 Shirakata-shirane, Tokai, Naka, Ibaraki, 319-1195

Abstract

The J-PARC Linac consists of RFQ, DTL1-3, SDTL1-15 and DeBuncher1. They are driven by 324MHz klystrons. The beam acceleration test started at klystron gallery in October 2006. We made the RF data acquisition system for the purpose of the maintenance of klystrons and other RF instruments. This paper reports the data acquisition system used by the beam acceleration test.

J-PARC リニアック 324MHz クライストロンのデータ収集システム

1. はじめに

大強度陽子加速器(J-PARC)^[1]のリニアックは、RFQ、DTL、SDTL、DeBuncherで構成され、これらの加速空洞の高周波源には、324MHzマノード型パルスクライストロン(東芝電子管デバイス社製、E3740A)が20本使用される。

リニアック高周波源では、直流高圧電源およびクライストロン制御盤の設置、クライストロンの大電力試験^[2]などがすべて終了し、2006年10月よりリニアック高周波源の全ステーションが立ち上げられた。以降、2007年6月現在に至るまでリニアック各空洞のコンディショニングおよびビーム加速試験が行われている。

J-PARC加速器制御システムは、EPICS^[3](Experimental Physics and Industrial Control System)環境で構築されており、クライストロン電源制御PLCや低電力高周波(LLRF)制御PLC等も、このEPICS系に接続されている。RFグループでは、このEPICS系とは別の環境(InTouch: SCADA/HMI開発ツール、Wonderware社製)によりPLCのデータ収集・監視システムを構築している。このシステムは通常の運転制御とは異なり、高周波源関係機器の動作確認やメンテナンスを目的として構築されたものである。本報告では、この高周波源PLCのデータ収集・監視システムの概要について述べる。

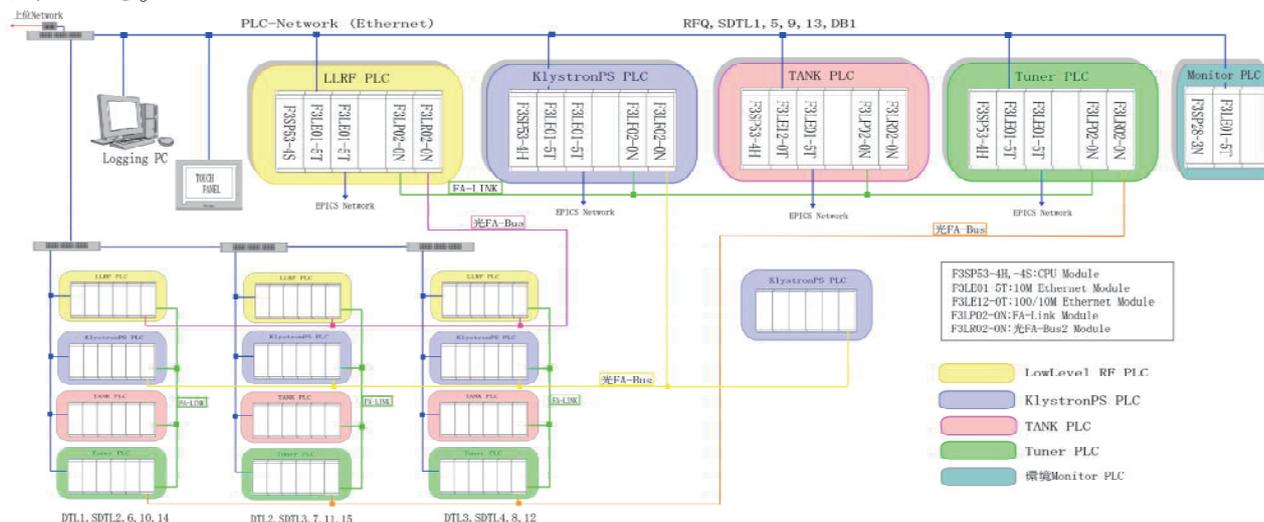


図1. PLCネットワーク構成

¹ E-mail: yfukui@post.kek.jp

2. システム構成

2.1 制御デバイス

図1にPLCネットワーク^[4]の構成を示す。各ステーションのPLCは低電力RF (LLRF) 制御、クライストロン電源制御、空洞制御、チューナー制御の4つの系から構成され、イーサネットModuleを介してPLCネットワークに接続されている。各ステーションのPLCは、さらに光拡張 (FA) Busモジュールによってステーション間をループ状に接続され、メインユニットを持つステーション (親機) 1台と、サブユニットを持つステーション (子機) 3台で、1つのブロックを構成している。(空洞制御PLCのみステーション毎に独立してCPUを配置) このブロックが6つ集まり、リニアックのLLRF、クライストロン電源、空洞、チューナーの各デバイスを制御している。クライストロン電源PLCは、コントロール1 (直流高圧電源のON/OFF、各種電圧電流設定値SET) とコントロール2 (各種の信号処理、上位EPICS系と接続) の2層に分かれている。



図. 2 制御ラックの外観。手前から順に、LLRF、KlyPS、TANK、Tunerの制御PLCが並ぶ

表1: PLCモジュール

名称	型式
CPU Module	F3SP53-4S,-4H
CPU Module	F3SP28-3N
DI Module	F3XD64-3F,XD32-3F
DO Module	F3YD64-1F,-1A
ADC Module	F3AD08-1V,-1N
DAC Module	F3DA08-5N,DA02-0N
光FA-Bus2 Module	F3LR02-0N
FA-Link Module	F3LP02-0N
Ethernet Module	F3LE01-5T,LE12-0T

2.2 アプリケーション

データ収集システムはWindows環境のPCで開発した。

PLC監視用GUIはInTouchと呼ばれる監視・制御システム開発ツールで作成し、データロギング、各種のアラーム・イベント処理もInTouch上で行っている。リニアック立ち上げ当初は、加速空洞のエージングの進捗状況や、現場の機器の調整、PLC制御用ラダーの修正等の理由によって、監視画面の変更、ログデータの追加等の作業が頻繁に発生する。InTouchはこれらの変更作業を容易に、一元的に行うことができるため省力化を図ることができる。

PLCとPC間の通信用ドライバにはOPC-Server (TAKEBISHI社製) を使用した。(図. 3) 非同期通信が可能なイーサネットモジュール (F3LE01-5T) 間は、読み出し/書き込み回数が毎秒約10回、1回のアクセス点数は502点 (バイナリプロトコル設定時) で通信を行っている。

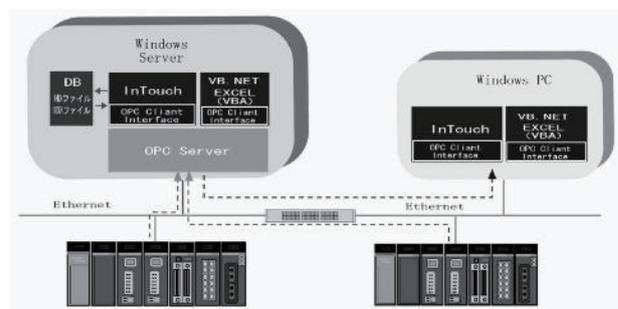


図. 3 PC-PLC間の通信

3. 運転データ

3.1 データアーカイブ

データ収集システムに関するパラメータを表2に示す。クライストロン出力、カソード電圧、冷却水温度などのアナログ信号はHD (HistoricalData) Managerでアーカイブされ、1-2 Hzの頻度でHDファイルに保存される。アーカイブされたデータはトレンドグラフとして再現する他に、テキストファイルとして出力することもできる。(図. 5にアーカイブデータを出力・加工した、クライストロン出力を示す) LLRFの運転パラメータのように常時保存が不要な情報は、内部タイマーによるイベント

表2: 主な収集データ項目など

項目	定格
通信PLC (LLRF、KlyPS、TANK、Tuner、Monitor)	39台
アナログ情報 ・カソード電圧、Kly温度、Kly出力 ・LLRFパラメータなど	約4000点
接点信号 ・HV-ON/OFF、LLRF-ON/OFF ・I/L情報、警報情報	約2500点
一日のデータ蓄積量 HDファイル、IDXファイル	600Mbyte ヒーム運転時

処理で、1時間に1回、外部ファイルに出力している。HDファイルは1日ごとに作成され、1つのHDファイルのサイズはおよそ550 Mbyte（ビーム試験時）となっている。

接点情報にはHV-ON/OFF、LLRF-ON/OFFなどの状態信号やインターロック信号、警報情報などがあり、接点状態が変化したときにIDXファイルに保存される。状態信号やIL信号は、後で述べるイベント処理を実行する際のトリガーにも使用している。IDXファイルもHDと同様に1日ごとに作成され、1つのファイルサイズは100 Mbyte程度になる。

3. 2 イベント処理

加速空洞内の放電によるVSWRの増加や真空悪化、高圧電源のDownが発生すると、HV-ON/OFF、LLRF-ON/OFF信号の変化によりアラームを鳴動させ、現場監視員に知らせている。同時に、このHV、LLRFのアラーム情報をファイルに出力し、アラーム統計をとるためのデータに利用している。

この作成されたアラームファイルを基に統計をとったところ、実際の発生件数に比べずっと少ないことが分かった。はっきりした原因は不明だが、OPCサーバとクライアントアプリケーション間のアクセス速度や、PCのオーバーヘッド、ネットワークのトラフィック増大などが影響しているようである。この対策として、PLC側にアラーム発生件数のカウンターを追加し、運転シフト毎にPCでデータを読み込むように修正を行った。(RUN5より実施) このアラーム発生件数はPCに保存され、運転日誌を出力するときに、他のLLRFパラメータとともに出力される。

3. 3 その他の監視

これまで述べたシステムの他に、リニアック棟のギャラリ温度や冷却水温度・抵抗率のモニタを行っている。閾値を設定し異常時にアラームを鳴動させることで、クライストロンギャラリ環境を監視している。

4. まとめ

高周波源システムのデータ収集システムを構築した。リニアック立ち上げ初期のRF源・空洞情報などのデータを収集することができ、また現場監視にあたる職員の負荷を軽減することにも役立った。現在、加速空洞のコンディショニングおよびPLCの整備が進み、リニアック運転監視も中央制御棟(CCR)に移りつつあるため、EPICSシステムと重なる部分の削除、不要となった機能の整理を行っている。



図. 4 監視用GUI

参考文献

- [1] Accelerator Group, JAERI/KEK Joint Project Team, "Accelerator Technical Design Report for J-PARC", KEK Report 2002-13, JAERI-Tech 2003-004
- [2] M.Yamazaki, et al., "Status of 324MHz RF Test Stand at The J-PARC LINAC", Proceedings of the 3rd Annual Meeting Particle Accelerator Society of Japan and the 31th Linear Accelerator Meeting in Japan, WP41.
- [3] EPICS Home Page, <http://www.aps.anl.gov/epics/index.php>
- [4] E.Kadokura, et al., "J-PARC LINAC Control System", Proceedings of the 1st Annual Meeting Particle Accelerator Society of Japan and the 29th Linear Accelerator Meeting in Japan, pp.564-566.

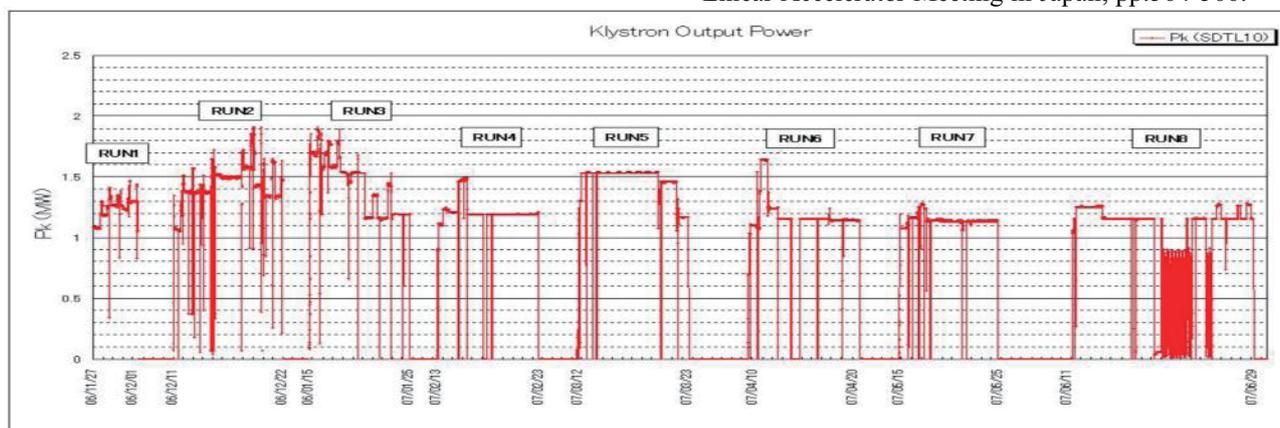


図. 5 クライストロン出力電力の推移 (SDTL10ステーション)