

# J-PARC 放射線データ共有システムの全体監視画面「RadAccSafety」の整備 SUMMARY ALARM GUI “RADACCSAFETY” FOR J-PARC RADIATION-MONITOR SURVEILLANCE

青山俊明<sup>#, A)</sup>, 飯塚上夫<sup>A)</sup>, 吉田奨<sup>A)</sup> 上窪田紀彦<sup>B)</sup>

Toshiaki Aoyama<sup>#, A)</sup>, Takao Iituka<sup>A)</sup>, Susumu Yoshida<sup>A)</sup>, Norihiko Kamikubota<sup>B)</sup>

<sup>A)</sup> kanto information service

<sup>B)</sup> High Energy Accelerator Research Organization

## Abstract

J-PARC radiation-monitoring system was developed as a part of safety facilities, thus, it is isolated and has been operated independently from the accelerator controls. During 2013-2014, we have developed device-level data-link layers to enable one-way data transfer from the radiation-monitoring system to the accelerator control system. As a result, all of the radiation monitors can be supervised from the accelerator controls.

Based on this new scheme, a GUI application, "RadAccSafety", has been developed. It is designed for accelerator operators to inform over-all radiation-monitoring levels whether they are below the alarm thresholds or not. In a case of an alarm event, it provides information on the alarm locations, severity levels (caution, alert, or normal), 2-hour and 10-hour trend graphs, time-series log of alarm events, and so on.

This report describes details of "RadAccSafety" screens, as well as some operation experiences.

## 1. はじめに

J-PARC は JAEA(日本原子力研究開発機構)と KEK (高エネルギー研究加速器研究機構) が共同で研究を行っている大強度陽子加速器施設である<sup>[1]</sup>。2013年5月23日、ハドロン実験施設で放射線物質漏洩事故が起こった<sup>[2]</sup>。事故当時、放射線安全システムは、他のシステムやネットワークから完全に独立していることで安全性を担保していた。そのため加速器オペレータは、放射線に関するデータを取得するのに手間や時間がかかってしまう問題があった。この対策として、放射線データを加速器制御システムにて共有できるようにするために「放射線データ共有システム」が構築された<sup>[3,4]</sup>。

このデータ共有システムを利用し、オペレータが放射線モニタの状態を監視するための全体監視画面を開発した。この監視画面は J-PARC における加速器施設、実験施設の内外に存在する放射線ポストのモニタ値や警報時の時間と場所の確認が行える仕組みとなっており、過去の警報情報を含め直近 80 件までの Event 情報が確認できるようになっている。監視画面には全体のモニタの集約画面である「メイン画面」と施設毎におけるモニタの配置情報、モニタ値、警報情報が表示される「MAP 画面」、トレンド情報、閾値データが確認できる「モニタ詳細画面」の 3 つがある。本稿ではこれらの監視画面の整備、運用について報告する。

## 2. 放射線データ共有システム

### 2.1 放射線モニタ

放射線データ共有システムの管理しているモニタ数は加速器施設である LI(LINAC)、RCS、MR と実験施設である MLF(物質・生命科学実験施設)、NU(ニュートリノ実験施設)、HD(ハドロン実験施設)の各施設で 20-30 個程度(正確な数は Table1 参照)である。

各放射線モニタは、データ共有により、加速器制御システム側では EPICS レコードとして見える<sup>[4]</sup>。例えば MR の中性子モニタ「YEL0101N (放射線安全での名前)」では、「RADMR:YEL0101N」が EPICS レコード名の基幹部となり：

RADMR:YEL0101N:VAL:LEVEL 放射線レベル

RADMR:YEL0101N:ILK:WARN 高警報(HIGH)

RADMR:YEL0101N:ILK:ALERT 高高警報(HIHI)

などの EPICS レコードがある。MR モニタの情報をまとめた例(一部)を Figure 1 に示す。

DL=#	Name	EPICS Name	説明・場所	単位	説明・場所	備
No. (ch)	KEK	(Body部分)	(DESC max24)		(にほんご)	
DL (Data View) 注: 1巻だけ						(移動平均計算結果)は、10秒間(1/10秒)の平均値の均等の回数(1秒)に設定(目安は、1分間平均値)
1	YEL0101N	RADMR:YEL0101N	MR-C1 Neutron	uSv/h	C1-1F 中性子	
2	YEL0101G	RADMR:YEL0101G	MR-C1 Gamma	uSv/h	C1-1F γ線	
3	YEL0102N	RADMR:YEL0102N	MR-C2 Neutron	uSv/h	C2-1F 中性子	
4	YEL0102G	RADMR:YEL0102G	MR-C2 Gamma	uSv/h	C2-1F γ線	
5	YEL0109N	RADMR:YEL0109N	MR-Inj Neutron	uSv/h	MR入射部屋外 中性子	
6	YEL0109G	RADMR:YEL0109G	MR-Inj Gamma	uSv/h	MR入射部屋外 γ線	
7	YEL0112N	RADMR:YEL0112N	350BT Neutron	uSv/h	350BT屋外 中性子	
8	YEL0112G	RADMR:YEL0112G	350BT Gamma	uSv/h	350BT屋外 γ線	

Figure 1: Examples of radiation-monitors for MR.

### 2.2 放射線データ共有システムの整備状況

2013年から2014年にかけて、JAEA 側施設(LINAC,RCS,MLF)、KEK 側施設(MR,NU,MLF)のそれぞれで、データ共有の仕組み(hardware)を整備した。JAEA 側施設では、既存の PLC 系計測システ

<sup>#</sup> z-aoyama@post.j-parc.jp

ムを拡張し、FL-net でデータを読み出すようにした。KEK 側施設は既存の放射線計測モニタのパルス信号を分岐して、DAQ システムに信号を入力するように整備を行った<sup>[3,4]</sup>。

システムの実装は加速器施設の上流から整備を行った。2013年12月より開始し、2014年12月のHD分を最後に約1年かけて全6施設での実装が完了した。それぞれの施設の開通日を Table 1 に示す。

Table 1: Opening Date of Each Facility

	開通日	モニタ数
LI	2013/12/12	21
RCS	2014/1/27	23
MLF	2014/2/4	27
MR	2014/6/13	20
HD	2014/12/3	31
NU	2014/5/21	22

### 3. RadAccSafety の整備

#### 3.1 RadAccSafety の画面構成

オペレータが監視をする上で必要な情報は機器情報全てというわけではない。重要なのは、「正常に運転ができるかどうか」「異常が無い、異常があるならばどこか」が確認できることである。特に、異常の発生が一目で容易に判別できる画面にするのが望ましい。

そこで、監視画面のメイン画面では警報情報の集約データのみを表示することにし、トレンドグラフや閾値、MAP (モニタ位置情報) 等の詳細な情報は別画面とした。

#### 3.2 メイン画面

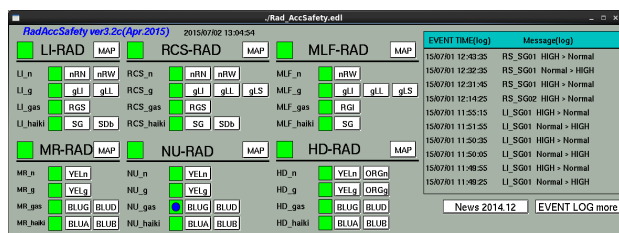


Figure 2: "RadAccSafety" – the main screen.

メイン画面では全6施設の放射線モニタが一度に確認できる。そのうちLIを例にとると、放射線モニタは中性子(LI\_n)、ガンマ線(LI\_g)、ガス(LI\_gas)、排気(LI\_haiki)の4グループに分類され、それぞれで警報情報が集約されて表示される。各集約部の詳細は、それぞれ対応するボタンを押下してモニタ詳細画面 (Figure 5) を開く。なお、モニタの位置はMAPボタンを押して表示されるMAP画面で確認できる (Figure 3)。

警報の無い通常運転状態では、集約画面は緑一色である (Figure2 参照)。しかし何らかの警報が発報すると、該当する集約表示が黄色または赤色に変化する (Figure4 or Figure8 参照)。オペレータは、

表示された色 (=警報レベル) によって、加速器運転を継続か停止させるかを判断する (Table 2)。

Table 2: Alarm Levels and Expected Operator's Actions

警報レベル	画面上	オペレータの対応
通常時	緑色表示	通常監視
高警報	黄色表示	担当者に連絡し、運転は継続
高高警報	赤色表示	ビーム運転停止。「注意体制」に移行

なお、メイン画面右端の「Event log」表示では、警報レベルが変化した時系列情報が確認できる。メイン画面では直近10件分であるが、さらに詳細は別画面で確認できる (Figure 7)。

#### 3.3 MAP 画面

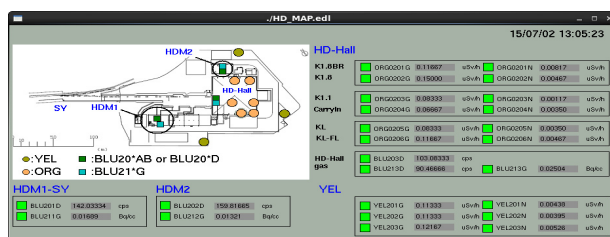


Figure 3: A map-style screen.

MAP画面は各モニタの名称、モニタ値や警報状態を地図型表示で確認できる。MAP画面では簡易的な施設MAP図を表示させ、その上にモニタ毎に色分けされた情報を掲載し、判別しやすくしている。(Figure 3 参照)

また、高警報、高高警報が発報した場合、モニタ値だけではなく、どのモニタグループのモニタが発報したのか背景色を変化させる。そしてMAP画面に表示されている該当モニタ位置の色も変化し、発報しているモニタがどこの場所に設置されているかどうか確認できる。Figure 4は、試験的にハドロン施設のORG0201Gを高警報発報させた例である。

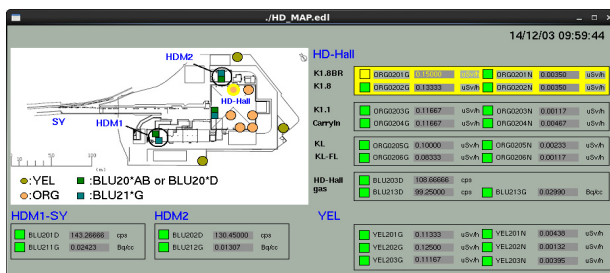


Figure 4: A screen with a high-alarm monitor.

### 3-4 モニタ詳細画面

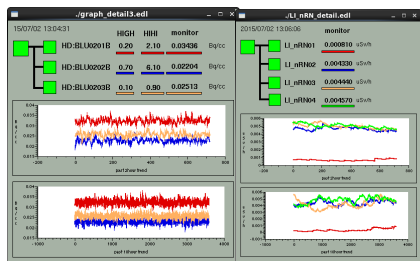


Figure 5: Monitor-details screens.

警報情報以外でも、閾値やトレンド情報を確認できる。ただし、閾値情報が確認できるのは KEK 側施設のみとなっている (Figure 5 参照)。

画面下部のトレンド情報に関しては 2 時間、10 時間分のデータが確認でき、Event log 情報と照らし合わせることで異常が起きた際に原因を特定しやすいようにしている。

またモニタ詳細画面では閾値のマスク情報も確認できるようになっている (ただし KEK 施設のみ)。管理しているモニタの閾値が全て設定されていない場合は青線、一部マスクされている場合は青丸を表示させている (Figure 6 参照)。

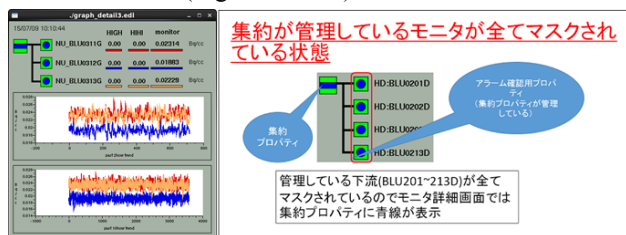


Figure 6: Examples of alarm-mask information.

### 3-5 Event Log 詳細画面

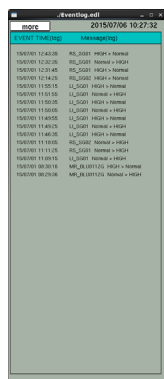


Figure 7: An event-log screen.

メイン画面の Event Log 情報は直近 10 件分なので過去の Event 情報を確認するには数が少ないことがある。そこでメイン画面の「Event log more」ボタンを押下することで、最大 80 件分まで Event log 情報を確認することができる (Figure 7 参照)。

## 4. RadAccSafety の運用状況

### 4-1 運用例(1)

加速器オペレータにより、本監視画面を使用し、2014 年前半頃から各施設内外の放射線データの監視を行っている。Figure 8 は 2014 年 12 月 10 日定期メンテナンス時の排気時の監視画面で、モニタ詳細画面ではモニタの警報レベルの変化とトレンドグラフでガスモニタの上昇が確認でき、メイン画面は通常運転時の画面 (Figure 2) と比べると、RCS の集約の色が緑色から黄色に変化し、Event log 画面にも高警報が発報していることがわかる。

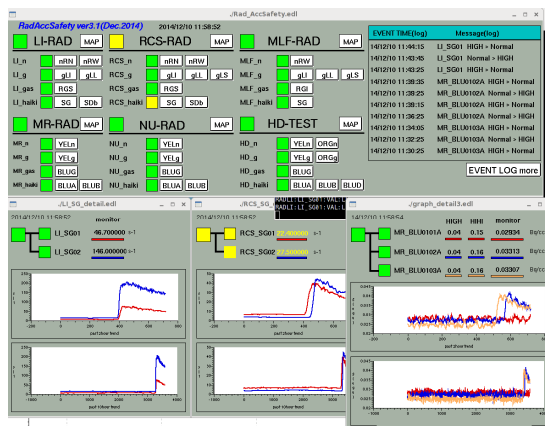


Figure 8: Screens on a regular maintenance day.

### 4-2 運用例(2)

MR の大強度ビーム試験中には、ビーム起因で放射線レベルがあがることもある。このような場合でも、オペレータや加速器スタッフがレベルを常時監視して、安全を確認しながら試験を進めることが出来るようになった。Figure 9 は 2015 年 5 月 8 日のビーム試験で、MR のガスモニタが高警報を発報した時の画面である。モニタ詳細画面のトレンドグラフではガスレベルの上昇および減衰が確認できる。

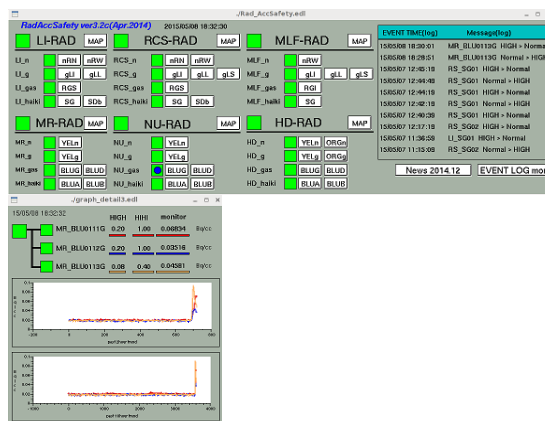


Figure 9: Screens on a day of MR high-power study.

## 5. まとめ

全体監視画面である「RadAccSafety」を開発した。これによって、KEK、JAEA それぞれが管理している加速器施設・実験施設の放射線モニタ情報が统一的に監視できるようになった。加速器オペレータは、放射線レベル上昇に伴う警報が発生しても早急に対応できるようになった。

今後も追加が必要な監視項目を整備していき、共有できていない閾値等の解決、新しい GUI 開発ツール(Control System Studio 版)を用いた画面への移行等も視野に入れ、開発を進めていく。

## 参考文献

- [1] <http://j-parc.jp>
- [2] “J-PARC ハドロン実験施設における放射性物質漏えい事故関連情報”,  
<http://j-parc.jp/HDAccident/HDAccident-j.html>
- [3] 上窪田紀彦、他、“安全性向上を目指した J-PARC 加速器の監視システムの整備”、第 11 回加速器学会（青森）、Aug.2014, MOOL11, pp. 224-227.
- [4] N.Kamikubota et al., ”Integration of Independent Radiation Monitoring System with Main Accelerator Control”, PCaPAC 2014, Karlsruhe, Germany, Oct.2014, FPO006 pp. 167-169 ; [www.JACoW.org](http://www.JACoW.org)