

## J-PARCにおける放射線管理に係る近年の変更について

○高橋一智<sup>A)</sup>、加藤小織<sup>B)</sup>、山崎寛仁<sup>A)</sup>、関一成<sup>B)</sup>

<sup>A)</sup>高エネルギー加速器研究機構 共通基盤研究施設

<sup>B)</sup>日本原子力研究開発機構 J-PARCセンター

### 概要

大学、高等専門学校および大学共同利用機関等には様々な種類の放射線発生装置が設置され、研究開発活動や教育に利用されている。これらの放射線発生装置の使用等については関係法令により管理が義務付けられており、安全に研究開発活動ができるよう各施設においても放射線管理が行われている。

大強度陽子加速器施設（J-PARC）は、その施設規模の大きさと世界最強クラスのビーム出力により、放射線管理業務も大規模なものとなっている。

近年の放射性同位元素等の規制に関する法律（RI法）の改正や、J-PARC内部規程の改定により、放射線管理の方法や手続きに変更が生じたいくつかの点について説明し、困難であった問題の解決や、工夫を行い管理業務の円滑化を図った点について説明をする。

### 1. J-PARCの概要

大強度陽子加速器施設（J-PARC）は、日本原子力研究開発機構（JAEA）と高エネルギー加速器研究機構（KEK）が共同で管理・運営する大型共同利用研究施設であり、大強度陽子ビームにより生成された中性子・ミュオン・K中間子・ニュートリノなどの多彩な2次粒子ビームを用いて幅広い分野の最先端研究が実施されている。

J-PARCにおける陽子ビームの強度は、中性子・ミュオンを主に扱う物質・生命科学実験施設においては1 MW、ニュートリノ実験施設においては1.3 MWの出力について使用許可を取得しており、世界最強クラスの陽子加速器施設となっている。

J-PARCでは実験のため国内外の多くの機関から研究者が集まり研究活動を行っている。J-PARCセンター安全ディビジョンは、施設を安全に稼働させるための基盤整備や、関連部署へのサポートを行う組織であり、その中に放射線管理を行う放射線管理セクションがある。

### 2. 測定の信頼性確保に伴う個人線量計更新

2023年10月に施行されたRI法の法改正により、放射線測定の信頼性を確保することが法律により義務付けられた。これは2016年1月に行われた国際原子力機関の評価サービスの中で、放射線モニタリングの品質保証について受けた勧告による改正である。

#### 2.1 ISO/IEC 17025に基づく認証

放射線業務に従事する者の外部被ばく線量を評価する個人線量計についてはISO/IEC 17025（試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項）への適合性についての認証（JAB認定）を受けることとなった。J-PARCが利用していた測定機関についてはこの認証を取得しないこととなったため、線量計測定サービス会社への外部委託を決定し、その際に発生する問題点について検討し、対策を行った。

#### 2.2 類似施設の動向調査

RI法の改正が公布された後、J-PARCと同様に大規模な放射線発生装置を持つ他機関に対し、個人線量計の利用状況やJAB認定への対応などに関する調査を行った。多くの機関はすでにJAB認定を受けた線量測定サービスを利用しており、特に施設を運営する組織の労務管理下にある職員については全て線量測定サービス会社を利用していた。ユーザーの多い施設で独自の線量測定を行っている施設もあったが、法改正の施行までには線量測定サービス会社への移行が行われるとのことであった。

#### 2.3 管理区域入退管理システムと個人線量計の連携

J-PARCにおいては個人線量計に管理区域へ入域するための個人識別子としての機能を持たせて入退域管理を行っている。これは、線量計を携帯しない状態で管理区域へ入域して作業することを防止する目的で行われている。従来は専用のハードケースに線量計と個人識別素子を封入することで入退管理機能付きの線量計として運用していた。法改正に伴い外部委託を利用した場合、JAB認定を受けた線量計については、測定の正確性を担保するために周囲にケースを配置することができない。また、外部委託になったことで契約会社が切り替わる可能性があり、ハードケースを使った個人識別素子との一体運用が困難になった。類似施設への調査の中に、このような線量計とIDの一体運用についても調査を行っているが、両者を分離困難な形で運用をしているケースはなかった。このような状況も踏まえて線量計ケースの更新について検討を行っている。

#### 2.4 線量計ケースの試作・検討

J-PARCで放射線作業に従事する者の人数は職員・協力企業・ユーザーを合わせて3000人程度いるため、RI法改正の施行に向けて新規ケースの検討と試作を行い、実際に試用をしながらの検討を行った。検討を行った中から集中的に検討を行った3つのパターンを挙げ、それぞれの長所・短所および採否の理由について述べる。

① J-PARCでは線量計の落下防止にストラップの着用を推奨していたため、ケース封入した個人

識別素子をストラップに取り付け、同じストラップに線量計も取り付けるミノムシケース型 (図1)

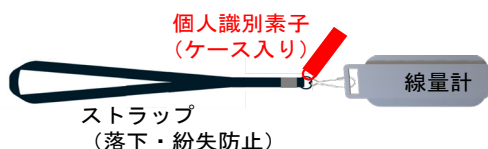


図1. ミノムシケース型

- ② JAB 認定を受けた測定の妨げにならないよう、線量計の周囲に伸縮性のあるシリコンカバーを取り付け、その内側に個人識別素子を取り付けるシリコンカバー型 (図2)

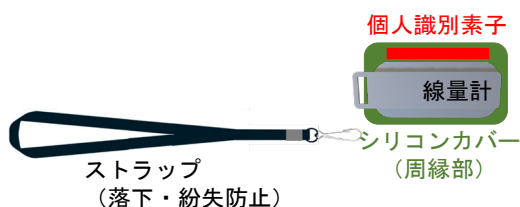


図2. シリコンカバー型

- ③ JAB 認定を受けた測定に影響しない薄いビニール製のケースの中に線量計と個人識別素子を封入し、一体運用するビニールケース型 (図3)

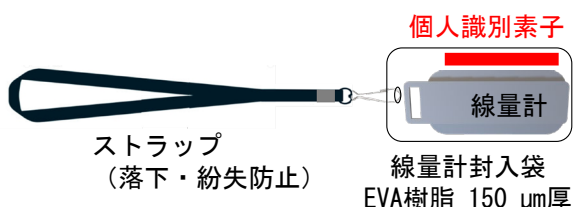


図3. ビニールケース型

①のミノムシケース型は、線量計定期交換時の作業の容易さや、ケースに安価な市販品が利用可能であることなどの多くの長所があった。しかしながら、ストラップ先端の金具に2つのパーツが付くことで作業時の妨げになることや、長時間の利用時に突起が気になるなどの意見が寄せられた。

②のシリコンカバー型は、線量計全体としてコンパクトに収まること、ストラップ不要な従事者にも対応可能なことなどの長所があった。この方式の場合は個人識別素子の固定方法について課題が多く、素子の紛失が増加することが予想されたことや、シリコンカバー自体の強度不足なども問題となった。更に、外部委託先の変更によりカバーの設計が再度必要になる可能性もあった。

③のビニールケース型は線量計定期交換時の作業が容易であること、線量計と個人識別素子を一体運用していることが分かりやすい長所があった。一方でケース自体がやや大型となってしまう点や、ケース自体の強度に不安があることが欠点として挙げら

れた。

## 2.5 運用開始と課題点

J-PARCでは、新たな線量計・個人識別素子ケースとしてビニールケース型を採用し、運用を開始し始めた。現場で使用する作業員からはケースが実際に破損、もしくは破損の可能性があるための予防措置として交換の要請があった。ただし、これは3000件の発行に対して10件程度であり十分対応可能な件数であった。他にはケース更新が原因となっているようなトラブルは報告されておらず、良好な状態で運用している。

課題点としてはやはりケース自体の破損があるが、JAB認定に対応するようなビニールケースにするには材質と厚みの制約があるため改善は難しい。現行方式の改善・採用されなかった他のタイプの線量計ケースについて再検討・入退域システム自体の抜本的な更新など、今後も継続的に検討・改善を行う必要がある。

## 3. 初期教育訓練調書の改訂

放射性同位元素等の取り扱い業務は労働安全衛生関係法令によって定められる有害業務であり、放射線業務に従事する場合は関連法令を遵守して作業を行う必要がある。放射線業務を行うためには教育訓練を受講する必要がある。初期教育訓練は労務管理を行う者が適切に受講させる義務を持っている。

### 3.1 法令改正と J-PARC 放射線障害予防規程

教育訓練については、6時間の教育時間が以前は設定されていたが、2018年のRI法改正により、教育訓練の内容ごとに最低限の時間数(合計2時間)が定められ、施設規模に応じた教育を行うこととなった。また、事業所が定める放射線障害予防規程に必要とされる教育時間数を明記することが定められた。J-PARCはその施設規模から放射線作業に係るリスクが大きいと、初期教育訓練に必要な時間数の削減は行わず、6時間と定めた。

### 3.2 放射線教育に関する調書の改訂

J-PARCはKEKとJAEAが共同運営する組織であり、その労働者の労務管理はKEKとJAEAがそれぞれ独自に行っている。KEKでは初期教育訓練を適切に行うため、初期教育訓練前に放射線教育に関する調書を作成してもらい、教育内容決定のための資料としている。従来利用していた調書は教育訓練歴や放射線の取り扱い歴についてフリースタイルに近い形で記載してもらっていた(図4)。この形式では、法律に定められた教育項目について、放射線管理側が期待する受講日や受講時間数について記載行われることが稀で、教育の情報を取得するために何度も申請者と管理側の間でやりとりをする必要があり、教育開始時期の遅れや過大な労力の発生が問題となった。このため、様式を改訂して受講日や教育項目ごとの受講時間数について穴埋めで記載可能な様式を作成(図5)し、運用を開始した。

### 3.3 改訂後の状況

改訂した様式を運用し始めた結果、教育訓練受講者とのやり取りに要する時間は概ね半分程度となった。受講者にとっても取得すべき情報が調書様式を見るだけで理解できるようになっているため、情報取得のための労力が軽減されている。

## 4. 放射線作業確認の効率化・迅速化

J-PARCでは、放射線管理区域内で行われるほぼ全ての作業について、放射線管理セクションが作業内容について確認を行い、必要となる放射線防護対策について指示を行っている。

この確認作業は特に放射線作業が多くなるメンテナンス期間は業務量として非常に大きくなる。更にJ-PARCが安定稼働し、ビーム強度も順調に増加したことにより、放射線リスクも増加し、放射線防護対策もより高度なものが要求されるようになっている。

このため、従来は紙で提出されていた作業確認依頼書を電子データでやりとりし、確認の効率化と迅速化を図った。

### 4.1 様式提出の電子化による迅速化

放射線作業確認の迅速化として電子メールによる申請が運用開始された。従来の様式には責任者上長の押印が必要であったが、幸いなことにJ-PARCでは先般の新型コロナウイルス感染症の流行に伴い、押印廃止が進められており、当該様式についても押印

が廃止されていたためこちらは問題なく行われた。

### 4.2 様式改訂とデータ化

同時に当該様式の書式も改訂され、作業内容・責任者・放射線防護に係る指示などが容易に確認できるよう変更が行われた。具体的にはこれまで申込・指示の2枚になっていた様式を1枚にする作業であった。改訂にあたっては、確認作業に漏れが起きにくくなるようチェック欄の位置などに工夫を行った(図6)。

様式の作成にはMicrosoft Excelを利用している。こちらは利用者の混乱を避けるため今回は変更を行わなかった。Excelを利用した場合、入力されたデータが格納されるセルの位置がバラバラになるため、電子データとして活用するためには問題がある。今回の改訂時に非表示にしたシートを作成し、そこに入力された項目を一行に並べるように改良し、その後のデータ利用に備えてある。

### 4.3 運用と今後の課題

新様式による運用は半年程度の併用期間を経て完全移行され、現状特に問題なく運用されている。

データ利用をしやすいシステムについてもすでに活用されており、電子データとして様式内の情報を吸い上げて表示する仕組みが出来上がっている。現在管理区域内で行われている作業がJ-PARC安全情報のWebページに掲載され、J-PARC内部LANから確認可能となっている(図7)。

(1) 放射性物質(密封、非密封RI、核燃料物質)及び放射線発生装置の取り扱いに関する教育、訓練の経歴について

(過去に放射線安全講習会、研修等の教育・訓練を受けたことのある人はその内容、場所、年月についてできるだけ詳細に記入して下さい。)

図4. 改訂前の教育訓練に関する調書(抜粋)

(1) 放射性物質及び放射線発生装置の取り扱いに関する教育、訓練の経歴について

- 過去の教育訓練歴 (有・無) ※訓練歴有りの場合は詳細を記載

初期教育訓練

組織名: 訓練日: 時間数:

ア. 放射線の人体に与える影響 (分)

イ. 放射性同位元素等又は放射線発生装置の安全取扱い (分)

ウ. 放射性同位元素及び放射線発生装置による放射線障害の防止に関する法令 (分)

エ. 放射線障害予防規程 (分)

最後に受講した再教育訓練

組織名: 訓練日: 時間数:

- J-PARCにおける教育訓練歴 (有・無) ※訓練歴有りの場合は詳細を記入

身分:(職員等・ユーザー・外来業者) 直近の訓練日: 時間数:

図5. 改訂後の教育訓練に関する調書(抜粋)

電子メールによる申請でも現在問題なく確認作業が行われているが、今後の課題として様式提出から確認までの作業をより簡便化・確実化するためにはWeb上で申請・指示可能なシステムが必要と考えており、ワークフローシステムの利用を含めて今後どのように実装するかを現在検討中である。

管理区域内作業確認依頼書						
作成日	2024年2月29日		受付番号	HD 23 - 999		
件名	技術研究会発表					
セクション等	放射線管理		セクション			
	<input checked="" type="checkbox"/> セクションリーダー等の確認を受けています。					
放射線作業責任者	(氏名) 高橋一智	(TEL) 4742	(作業責任者ライセンスカード交付No. K-0009)			
作業期間	2024年3月5日		~ 2024年3月25日			
立入施設	<input type="checkbox"/> Li	<input type="checkbox"/> RCS	<input type="checkbox"/> MR	<input type="checkbox"/> 放射線測定機		
	<input type="checkbox"/> MLF	<input type="checkbox"/> RAM機	<input checked="" type="checkbox"/> HD	<input checked="" type="checkbox"/> NU		
場所(区域名)	高エネルギー加速器研究機構 3号館1階セミナーホール					
立入施設の確認	<input checked="" type="checkbox"/> 立入施設の了解を受けています。					
作業内容	J-PARCにおける放射線管理に係る近年の変更について発表・測定の日時・測定方法・個人線量計の更新・初期教育訓練の時間変更に伴う教育訓練調書の改訂・放射線作業確認の効率化・迅速化					
作業打合せチェック項目	<input type="checkbox"/> 作業内容に関する別添資料あり <input type="checkbox"/> 経験のない作業 <input type="checkbox"/> 冷却水・液体廃棄物(汚染のおそれがある)の取り扱作業 <input type="checkbox"/> 放射線物質(固体・液体・気体)を含む設備・機器等を開放する作業 <input type="checkbox"/> 放射線照射された試料(含む)の加工・切断・溶解・穿孔・溶接等を行う作業 <input type="checkbox"/> 表面汚染がある物を取り扱作業 <input type="checkbox"/> 立入制限区域に立入る作業					
作業者所属	放射線管理セクション			4名		
人数				名		
指示事項	特になし					
	<input type="checkbox"/> 放射線作業届の提出が必要 行合日: 年 月 日					
保護具等	(頭部)	(呼吸用保護具)	(身体)	(手)	(足)	(測定器)
	<input type="checkbox"/> 特殊作業帽子	<input type="checkbox"/> 半面マスク	<input type="checkbox"/> 黄色実験衣	<input type="checkbox"/> 布手袋	<input type="checkbox"/> 防護靴	<input checked="" type="checkbox"/> OSLバッジ
	<input type="checkbox"/> ヘルメット	<input type="checkbox"/> 全面マスク	<input type="checkbox"/> 特殊作業衣	<input type="checkbox"/> ジム手袋	<input type="checkbox"/> 長靴	<input type="checkbox"/> プラムメータ
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> エアラインマスク	<input type="checkbox"/> タイパックス	<input type="checkbox"/> 換気カバー	<input type="checkbox"/> オーバーシューズ	<input type="checkbox"/> ネット線量計
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ビニールフック	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 靴カバー	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
作業場の予想	線量当量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	<input type="radio"/> <1	<input checked="" type="radio"/> <25	<input type="radio"/> $\geq 25$	作業線量の予想	<input checked="" type="radio"/> < 0.1 mSv
	空気中濃度(Bq/cm <sup>3</sup> )	<input checked="" type="radio"/> < 検出下限	<input type="radio"/> < (DAC)	<input type="radio"/> $\geq$ (DAC)		<input type="radio"/> < 0.5 mSv
	$\beta$ (%)	<input checked="" type="radio"/> < 0.4	<input type="radio"/> < 40	<input type="radio"/> $\geq 40$		<input type="radio"/> < 1.0 mSv
	表面密度(Bq/cm <sup>2</sup> )	<input checked="" type="radio"/> < 0.04	<input type="radio"/> < 4	<input type="radio"/> $\geq 4$		<input type="radio"/> $\geq 1.0\text{mSv}$
	$\alpha$	<input checked="" type="radio"/> < 0.04	<input type="radio"/> < 4	<input type="radio"/> $\geq 4$		<input type="radio"/> $\geq 1.0\text{mSv}$
保管責任者:管理区域責任者(3年保管)						

図 6. 改訂後の管理区域内作業確認依頼書

管理区域内作業確認依頼書管理システム								
依頼書一覧								
No.	受付番号	作業期間開始	作業期間終了	件名	セクション	放射線作業責任者(氏名)	場所(区域名)	内容
1	HD23-0006_00	2023/04/10	2024/03/31	納品	ハドロン		ハドロン実験ホール	納品
2	LI23-0004_00	2023/04/18	2024/03/31	クリーン設備定期点検整備作業	加速器第一		クリーン設備の月次点検、年次点検作業、荷重試験作業、性能検査	クリーン設備の月次点検、年次点検作業、荷重試験作業、性能検査
3	LI23-0007_00	2023/05/12	2024/03/31	制御系ネットワーク保守サポート	加速器第三		制御系ネットワーク機器設置場所全機(LINAC 1F、B1F、B2F、L3BT、RCS B1F、B3F、SNBT上段 1F、B1F、SNBT 下段 3F、2F、1F)	制御系ネットワーク機器設置場所全機(LINAC 1F、B1F、B2F、L3BT、RCS B1F、B3F、SNBT上段 1F、B1F、SNBT 下段 3F、2F、1F)
4	LI23-0077_00	2023/12/27	2024/03/29	LINAC_L3BTユーザー用作業台設置作業	加速器第三		L3BT棟 1F L3BTネット編成室	L3BT棟 1F L3BTネット編成室
5	LI23-0087_00	2024/02/14	2024/02/28	WER用EPICSドライバの製作	加速器第三		千代田 (ACS109控)	WER用EPICSドライバの動作確認試験のためのWERのクライストロンチャラーへの設置
6	ML23-0030_00	2023/04/28	2024/03/31	令和5年度 クリーン設備定期点検整備作業 (MLF設備エリア、RAM機)	中性子線		MLF大主線線源室、第3実験ホール、第2実験ホール、第1実験ホール、第1実験ホール、第1実験ホール、第1実験ホール	MLF設備エリア及びRAM機に設置しているクリーン設備の点検整備作業を実施する。(月次点検、年次点検、荷重試験)
7	ML23-0032_00	2023/04/25	2024/03/31	令和5年度 MLF制御系設備定期点検整備作業(制御系)	中性子線		制御系ネットワーク機器設置場所全機(LINAC 1F、B1F、B2F、L3BT、RCS B1F、B3F、SNBT上段 1F、B1F、SNBT 下段 3F、2F、1F)	制御系ネットワーク機器設置場所全機(LINAC 1F、B1F、B2F、L3BT、RCS B1F、B3F、SNBT上段 1F、B1F、SNBT 下段 3F、2F、1F)
8	ML23-0034_00	2023/04/28	2024/03/31	令和5年度 クリーン設備定期点検整備作業 (MLF実験ホール)	中性子線		第1実験ホール、第2実験ホール、第3実験ホール、第1実験ホール	MLF実験ホールに設置しているクリーン設備の点検整備作業を実施する。(月次点検、年次点検、荷重試験)
9	ML23-0036_00	2023/05/10	2024/03/31	MLF計算環境の保守	共通技術開発		制御系ネットワーク機器設置場所全機(LINAC 1F、B1F、B2F、L3BT、RCS B1F、B3F、SNBT上段 1F、B1F、SNBT 下段 3F、2F、1F)	制御系ネットワーク機器設置場所全機(LINAC 1F、B1F、B2F、L3BT、RCS B1F、B3F、SNBT上段 1F、B1F、SNBT 下段 3F、2F、1F)
10	ML23-0244_00	2024/01/04	2024/03/29	設備整備・取扱い自動化システムソフトウェアの検証	共通技術開発		制御系ネットワーク機器設置場所全機(LINAC 1F、B1F、B2F、L3BT、RCS B1F、B3F、SNBT上段 1F、B1F、SNBT 下段 3F、2F、1F)	制御系ネットワーク機器設置場所全機(LINAC 1F、B1F、B2F、L3BT、RCS B1F、B3F、SNBT上段 1F、B1F、SNBT 下段 3F、2F、1F)
11	ML22-0286_00	2024/02/19	2024/03/29	ミューオンライン クリーンルーム用電源ケーブル敷設一式	ミュオン		第1実験ホール、第2実験ホール、第3実験ホール、第1実験ホール、第1実験ホール、第1実験ホール	制御系ネットワーク機器設置場所全機(LINAC 1F、B1F、B2F、L3BT、RCS B1F、B3F、SNBT上段 1F、B1F、SNBT 下段 3F、2F、1F)

図 7. 管理区域内作業確認依頼書管理システム