



季刊誌

NO.21

J-PARC

JAPAN PROTON ACCELERATOR RESEARCH COMPLEX

2025

J-PARCの研究開発を支える 放射線管理技術

特集

- J-PARCを支える放射線管理
- J-PARCの放射線集中監視システム
高精度分析で、確かな安全を証明
- 研究開発でひらく放射線安全フロンティア
放射線安全×放射化学／放射線安全×検出器開発

J-PARCを支える

放射線や放射性物質は、自然界に存在するだけでなく、私たちの身近な生活用品や工業製品にも広く利用されています。原子力施設や研究施設、病院などで放射線や放射性物質を安全に利用するためには、適切に管理する必要があります。

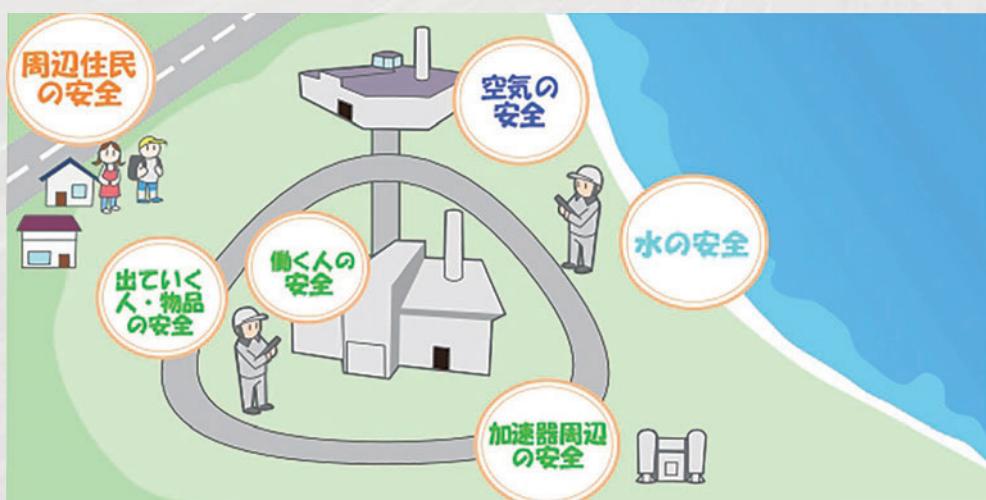
今回は、J-PARC の放射線管理セクションが実施している放射線管理の特徴や放射線・放射性物質を監視する設備の概要、放射性物質の分析の概要、研究開発活動の取り組みの一部を紹介します。

●なぜ放射線管理が必要なのでしょうか？

J-PARC では、周辺住民の安全を確保するため、加速器の運転により発生する放射線や放射性物質を測定し、施設からの排気、排水などが周辺環境に影響を与えていないことを監視しています。また、施設で働く人の被ばくを低く抑えるためにも、放射線や放射性物質を継続的に測定し、作業環境が適切に維持されていることを確認しています。



閔 一成 | 日本原子力研究開発機構
J-PARC センター 安全ディビジョン



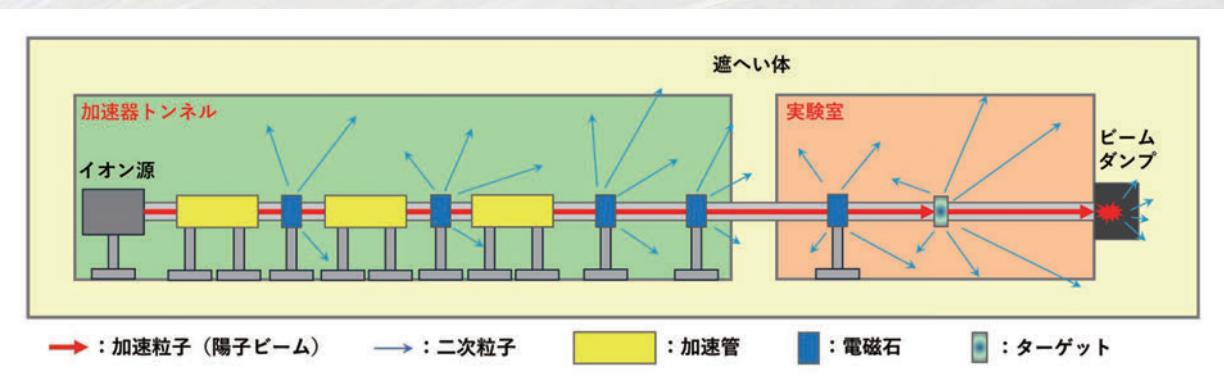
加速器の運転により発生する放射線や放射性物質が周辺の環境などに影響を与えないよう、さまざまな測定と管理を行っています。

放射線管理

● J-PARC で発生する放射線・放射性物質

J-PARC では、エネルギーの高い大強度陽子ビームが、加速器を構成する機器やターゲットに衝突することで放射線が発生します。さらに、発生した放射線（中性子などの二次粒子）が加速器機器、冷却水、周辺の空気などに衝突すると放射性物質が生成されます。

J-PARC で発生する放射線にはエネルギーが高いものもあり、物質を通り抜ける力が強いため、加速器を厚いコンクリートの遮へい体に囲まれた地下トンネル内に設置することで、外部への放射線量を低減させています。



加速器での放射線発生のイメージ

● J-PARC における放射線管理の特徴

人の管理

J-PARC は、国内外の大学、企業、研究機関などから1年間に約1,000人の実験者を受け入れており、メンテナンスを行う作業者を含めると合計約3,000人が施設に入り出しています。これら多くの人々が安全に働くよう、個人被ばくの測定や、被ばく低減のための作業管理などを行っています。

空気の管理

加速器運転中の加速器トンネル内には放射性物質が生成されるため、トンネル内の空気を閉じ込めています。運転停止後は、放射性物質を減衰させたのち、監視しながら排気しています。

大規模施設の 放射線集中監視

J-PARC では、加速器の運転で発生した放射線を、各施設やその周辺に設置した放射線モニタで測定しています。これらの測定データはリアルタイムで放射線集中監視システムに集約され、各施設の放射線状況を常に監視しています。

J-PARC の 放射線

● 放射線監視設備と放射線集中監視システム

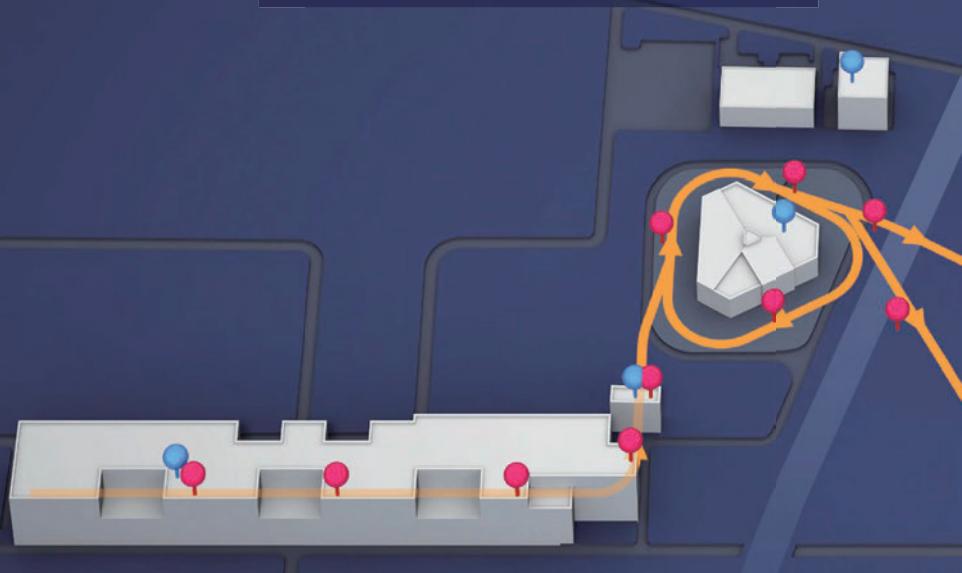
J-PARC は3つの陽子加速器施設と3つの実験施設から構成される複合施設です。それぞれの施設には、施設の特性に合わせた放射線監視設備を備えています。放射線監視設備は、施設の運転に伴って発生する放射線の量を測定するエリヤモニタ、排気筒から排出される気体中の放射性ガス及び放射性塵埃を測定する排気筒モニタ、加速器トンネル内や施設内の作業環境中の放射性ガスを測定する室内ガスモニタから構成されます。

J-PARC は、すべての施設が地下の加速器トンネルで繋がっています。ある施設で確認された放射線変動も、他の施設からの影響である可能性も想定して解析することが重要です。放射線集中監視システムは、各施設に分散している放射線監視設備のデータを収集・記録し一元管理を行うシステムです。



増山 康一

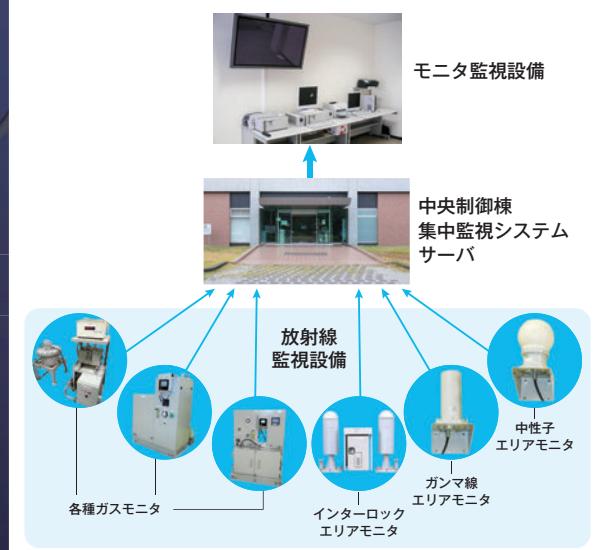
日本原子力研究開発機構
J-PARCセンター 安全ディビジョン
放射線管理セクション



● 放射線集中監視システム

東京ドーム約14個分の敷地内にある J-PARC 施設には放射線モニタが156台設置されています。放射線集中監視システムは、全ての放射線モニタの測定データを集約し、そのデータの処理・解析・記録を行い、監視オペレータに可視化したデータを提供するシステムです。このシステムが放射線モニタの測定データの異常を検知すると、モニタ監視設備上に警報を出し、監視オペレータが異常をすぐに認知できる仕組みとなっています。

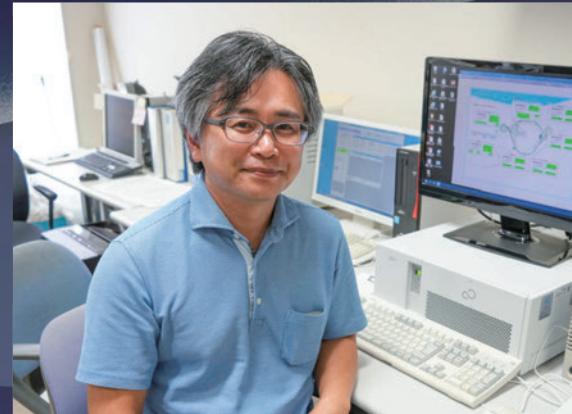
放射線集中監視システム概要図



集中監視システム

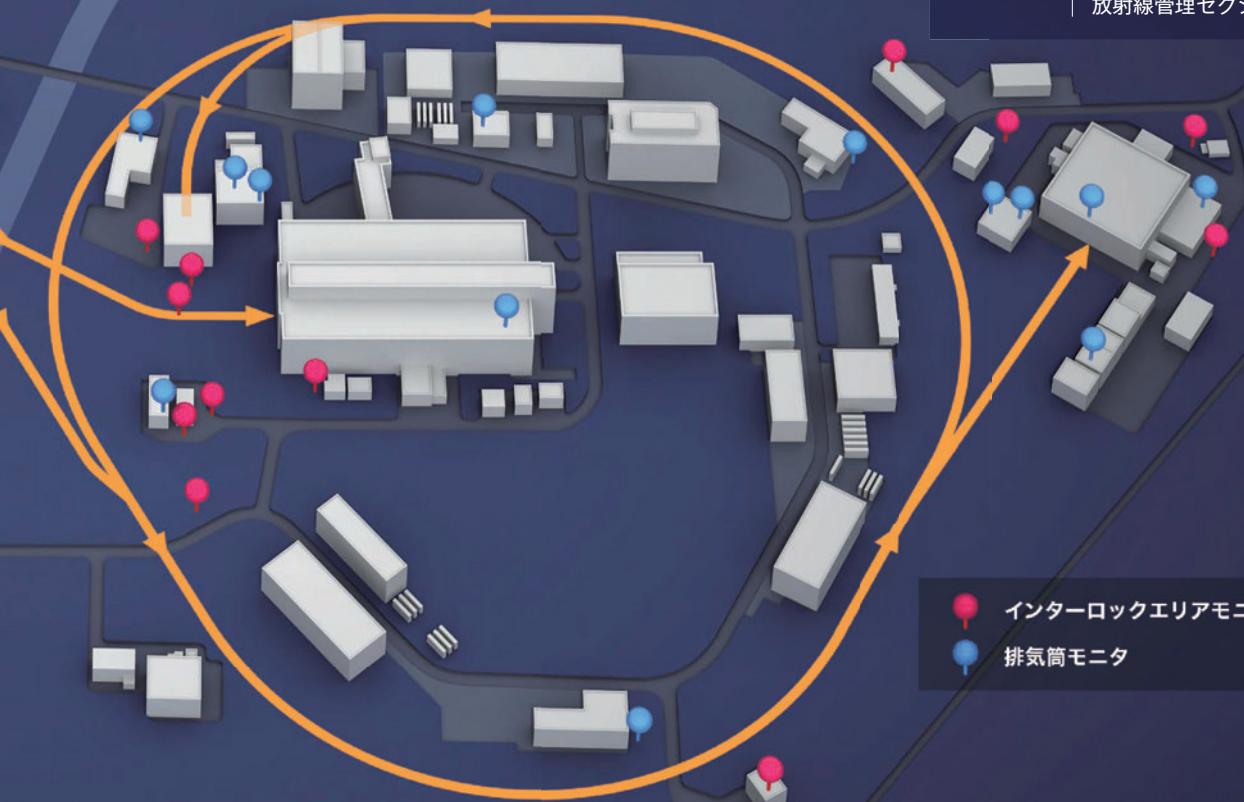
● 排気筒モニタ

排気筒モニタは、施設の排気筒から排出される気体中の放射性ガス及び放射性塵埃の濃度を監視するモニタです。加速器運転中だけでなく、加速器停止期間中でも常時監視しています。排気筒は18本あり、モニタとしては37台あります。環境中へ放出される放射性物質を監視するうえで、重要なモニタです。



齋藤 究

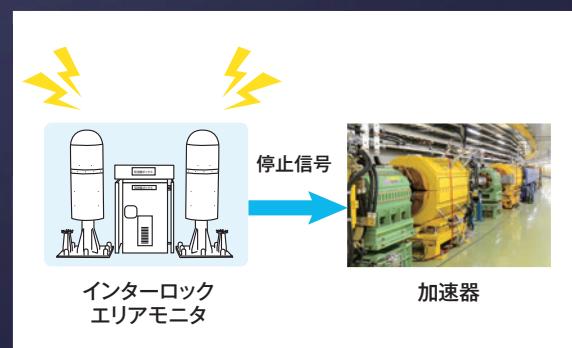
高エネルギー加速器研究機構
共通基盤研究施設 放射線科学センター
J-PARCセンター 安全ディビジョン
放射線管理セクション



● インターロックエリアモニタ

エリアモニタとは、放射線の量を監視するモニタです。エリアモニタには、ガンマ線検出器と中性子線検出器があり、設置場所に応じて、どちらか一方あるいは、両方の検出器を設置しています。

インターロックエリアモニタは、加速器の安全制御（インターロック）に組み込まれているエリアモニタになります。放射線レベルの上昇を検出し所定のレベルに達すると、インターロックが作動し加速器を自動的に停止させます。インターロックエリアモニタは、全部で48台あり、J-PARC施設の運転中の放射線の量を常時監視しています。



高精度分析で、確かな安全を証明

地球上には多くの元素がありますが、それぞれの元素に様々な種類の放射性核種が存在します。

J-PARCでは、多種多様な放射性核種を含んだ放射性物質が生成されるため、これらの特性を十分に理解したうえで、分析する試料の採取や調製を行い、最適な装置を用いて高精度の分析を行っています。

放射性物質の多くはガンマ線を放出しますが、エネルギーは放射性物質の種類によって異なります。また、放射性物質の量が多いほど、放出されるガンマ線の数も多くなります。

これらの特性を利用した分析装置の代表として、ゲルマニウム半導体検出器があります。この検出器は、ガンマ線のエネルギーと数を計測することにより、放射性物質の種類とその量を分析することが可能な装置です。

一見すると、この装置があれば放射性物質の分析は事足りるようと思うかもしれません、ガンマ線を放出しない放射性物質も存在します。そういうた放射性物質は、放出されるベータ線などを計測し分析します。

例えば、液体中に含まれるベータ線を放出する放射性物質の分析には、液体シンチレーションカウンタという装置が用いられます。この装置を使用した分析では、ベータ線のエネルギーを吸収すると光を発する液体シンチレータを使用します。液体シンチレータと分析したい液体を混合して試料を調製し、この装置でベータ線のエネルギーと数を計測することで、放射性物質の種類とその量を分析することが可能となります。

これらの分析はあくまで一例であり、放射性物質の分析手法は多岐にわたります。そのため、J-PARCで生成される放射性物質の特性を十分に理解し、それに応じて適切な分析方法を選択することが極めて重要となります。

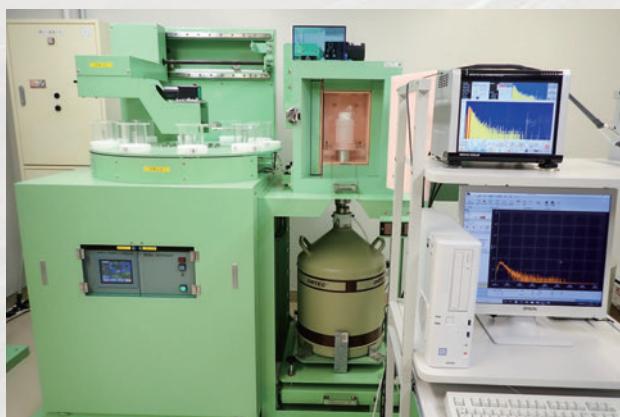


荒川 侑人

日本原子力研究開発機構

J-PARCセンター

安全ディビジョン 放射線管理セクション



ゲルマニウム半導体検出器



液体シンチレーションカウンタ

研究開発でひらく放射線安全フロンティア

高エネルギーかつ大強度という唯一無二の特徴をもつJ-PARCでは、国内外の他の加速器施設や原子力施設では注目されていないような新しい放射線管理の技術が必要とされており、積極的な研究開発に取り組む必要があります。そこには、世界中の加速器や原子力、放射線にかかわる技術者や研究者を惹きつけるエキサイティングなサイエンスが広がっています。科学の原動力である「不思議だな」「面白いな」という好奇心が、J-PARCの放射線管理を行ううえでも必要不可欠なのです。

放射線安全×放射化学

多種多様な放射性核種が生成するJ-PARCにおいては、測定を通じて、核種がどのように生成し、水中や大気中などをどのように移行するのか解明することが重要です。

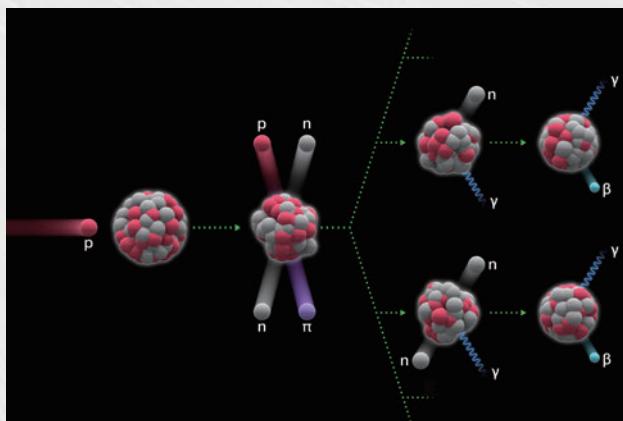
たとえば、「二次粒子生成ターゲットの中にどのような放射性核種が観測され、それらをどうやって測るか?」「放射性核種の化学的形態はどのようなもので、どのような捕集方法が適切か?」のような問い合わせ立て、核種定量の研究開発を進めています。このような基礎過程を徹底的に理解することができれば、環境や人体への影響をさらに低減させることや、加速器や実験施設のより安定的な運転に貢献できると考えています。

放射線安全×検出器開発

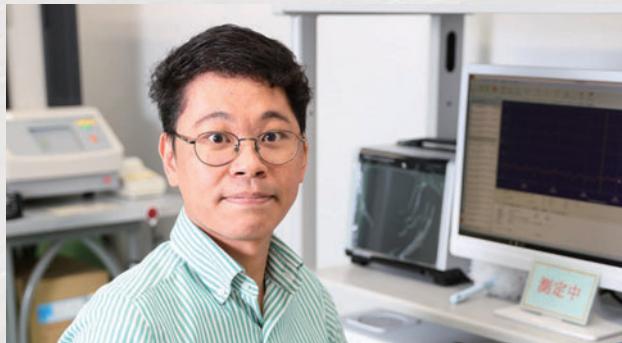
見えない放射線を見るためには、その「眼」となる放射線検出器が必要です。私はより感度のいい「眼」となる新たな検出器の開発に挑んでいます。

J-PARCでは、加速器の運転に伴いエネルギーの高い中性子が多く発生しています。そのエネルギー分布（どのエネルギーの中性子がどれだけ多く来ているか）をより正確に知ることは、今後のさらなるビーム強度の増強や新たな施設建設における放射線の評価に重要です。

私は既存の検出技術を基礎しながら、新しいアイデアを取り入れることで、より高エネルギーの中性子をより感度よく測定できる次世代の検出器開発を行っています（右下図）。



高エネルギーの陽子が原子核に入射すると高エネルギーの中性子が生じ、様々な核反応によって多種多様な放射性核種が生成します。



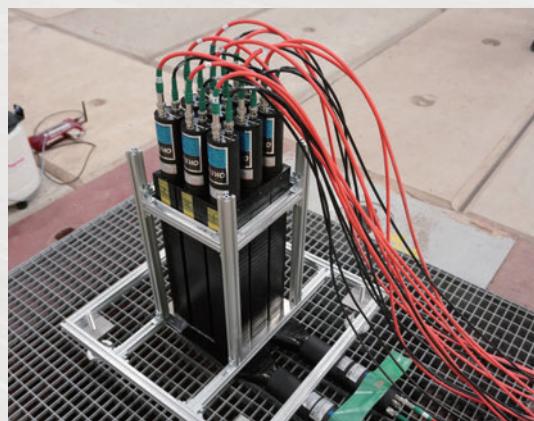
渡邊 �瑛介

高エネルギー加速器研究機構
共通基盤研究施設 放射線科学センター
J-PARCセンター 安全ディビジョン
放射線管理セクション



李 恩智

高エネルギー加速器研究機構
共通基盤研究施設 放射線科学センター
J-PARCセンター 安全ディビジョン
放射線管理セクション



開発中の高エネルギー中性子測定用CsI検出器。すでに欧州原子核研究機構(CERN)で実験も行っています。



J-PARC研究棟にて

ご意見、ご感想をお待ちしております。 web-staff@j-parc.jp

<編集後記>

今号では放射線管理を取り上げました。読者のみなさまの目に触れることが少ない分野かもしれません、J-PARCで実験を進めるうえで不可欠の技術です。放射線に関するさまざまなデータを収集し、J-PARCそして地域の皆さまの安全を確保するとともに、放射線管理に関する研究開発を行なっています。