

放射線発生装置故障等報告書

平成 25 年 5 月 31 日

独立行政法人日本原子力研究開発機構

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構

件名	大強度陽子加速器施設 J-PARC ハドロン実験施設における放射性物質の漏えいについて
事象日時	平成 25 年 5 月 23 日 (木) 11 時 55 分頃
事象場所	大強度陽子加速器施設 J-PARC ハドロン実験施設
事象の状況	ビーム取出装置の誤作動により、標的である金が瞬時に高温となり、その一部が破損し、放射性物質が発生装置使用室内に飛散した可能性がある。さらに、この放射性物質がハドロン実験ホール内に漏えいした。この漏えいによってハドロン実験ホール内で作業者が被ばくした。 ハドロン実験ホール周辺に設置されている管理区域境界のエリアモニタの指示値に上昇が確認された。また、隣接する核燃料サイクル工学研究所のモニタリングポストおよびモニタリングステーション群のうち、J-PARC に近い 3 局で、通常の変動範囲を超える一時的な線量率の上昇が観測された。これらのことから、ハドロン実験ホール内から放射性物質を周辺環境（管理区域外）に漏えいさせたと考えられる。
管理区域内での漏えいと被ばくの状況	標的である金の一部が破損し、放射性物質が発生装置使用室内に飛散した可能性がある。さらに、この放射性物質がハドロン実験ホール内に漏えいした。 ハドロン実験施設内の管理区域内に立ち入った放射線業務従事者 34 名に被ばくが確認され、その内部および外部被ばくの合算線量は、0.1～1.7mSv の範囲であった。
環境への漏えい及びその影響	放出された放射性物質はほぼ西方向の狭い範囲に拡散移行し、希釈・減衰していると推定された。また、放射性物質の放出に伴うハドロン実験施設に最も近い事業所境界における最大線量は $0.29\mu\text{Sv}$ と見積もられた。
原因	今後詳細な調査を行う。
処置と対策 (今後の対応)	現在加速器の運転を停止しており、ハドロン実験ホールへの立ち入りを制限している。上記の原因調査結果を踏まえ、再発防止のために必要な対策を検討する。

(別添参照)

1. 件 名

大強度陽子加速器施設 J－P A R C ハドロン実験施設における放射性物質の漏えいについて （第一報）

2. 発生日時

平成 25 年 5 月 23 日 11 時 55 分頃

3. 発生場所

大強度陽子加速器施設 J－P A R C ハドロン実験施設

4. 発生の状況

4.1 発生時の運転状況

平成 21（2009）年 1 月に完成した大強度陽子加速器施設 J－P A R C ハドロン実験施設（図 1）は、日本原子力研究開発機構原子力科学研究所の南端部に設置されている。本施設では、5 0 G e V シンクロトロンより取り出された一次陽子ビームをハドロン実験ホール内の二次粒子生成標的に照射し、生成した K 中間子、 π 中間子等の二次ビームを複数の実験エリアに輸送して、様々な実験が行われている。ハドロン実験施設は、ハドロン実験ホール、電源棟及び機械棟等から構成される。図 2 にハドロン実験施設、図 3 にハドロン実験ホール平面図を示す。

ハドロン実験施設において、図 4 に示す金標的に陽子ビームを照射し、標的で生成された素粒子を利用した実験を行っていた。平成 25 年 5 月 23 日 11 時 55 分頃、ビーム取出装置が誤作動したことにより、粒子数 3×10^{13} 個の陽子ビームが通常 2 秒間にわたって標的に照射されるところを、 2×10^{13} 個の陽子ビームが非常に短い時間（1000 分の 5 秒）で照射された。その結果、標的である金が瞬時に高温となり、その一部が破損した可能性がある。

なお、金標的は図 4 に示すように、6mm×6mm 角、長さ 66mm の金に、熱除去用の冷却水配管付き銅ブロックを取り付けた構造をしている。また、標的温度計測用に熱電対を備えており、図 5 に示す金標的容器に装荷されている。

5 月 23 日から 25 日までの主な時系列を別表に示す。

(1) 発生前

5 月 13 日から 5 0 G e V シンクロトロンではハドロン実験施設へのビーム供給運転を行っていた。発生当日は粒子数 3×10^{13} 個の陽子ビームを、2 秒間かけて金標的に照射していた。

(2) 発生時

5 月 23 日 11 時 55 分頃、ハドロン実験施設へのビームを制御する電磁石の機器保護シ

システムが作動しビームが停止した。加速器シフトリーダーと当該電源担当者、ハドロン運転シフト員が状況を確認し、機器保護システムをリセットした。加速器シフトリーダーは最初に1発の試験ショットを行い、ビームの軌道に問題が無いことを確認した後に、12時08分頃、連続運転を再開した。

5月23日13時30分頃、ハドロン実験ホール内のガンマ線エリアモニタの指示値が通常運転時の約10倍($4\mu\text{Sv/時}$)に上昇していることを確認した。発生装置責任者と運転シフト員は電話で協議し、排気することで線量率が下がる場合には放射化空気が原因であり、もしくは線量率に変化が無い場合にはビーム軌道の異常やエリアモニタの動作の不具合等を検討する必要があると考えた。職員が15時15分頃から15時32分頃まで排風ファンの運転を行った。

15時32分頃、線量率が低下した段階でビーム運転を開始し、軌道の再調整を試みた。しかしながら線量率が再度上昇したため、16時15分頃、ビーム運転を停止した。

ハドロン実験施設の管理区域責任者は放射線取扱主任者と電話で協議し、線量率が規制値である $25\mu\text{Sv/時}$ (法令上の規制値 1mSv/週 に相当)よりは十分低いことなどから、管理区域外への影響が無いと考え、ハドロン実験ホール内の線量率を下げるため排風ファンを運転することとし、運転シフト員らが17時30分頃に2回目の排風ファン作動を行った。

(3) 発生後

翌日の5月24日17時30分頃、核燃料サイクル工学研究所のモニタリングポストおよびモニタリングステーション群のうち、J-PARCに近い3局で一時的に線量率が増加しているという観測結果の連絡を受け、ハドロン実験施設の管理区域境界のエリアモニタの記録を精査した。その結果、排風ファンの作動時間と線量率増加の相関が分かり、放射性物質が管理区域外に漏えいした可能性があるかと判断した。そのため21時10分J-PARCセンターから原子力科学研究所の非常用電話に通報した。直ちに現地対策本部を設置し、22時15分頃に本件が法令報告事象に該当すると判断し、22時40分に法令に基づき原子力規制庁に、協定に基づき茨城県、東海村及び地方自治体に第一報をFAXで発信した。

4.2 通報の状況

5月23日の段階では、金標的の一部が破損し、ハドロン実験ホール内に放射性物質が漏えいし、床等が汚染していること、また、作業者が放射性物質による内部被ばくをした可能性があることを放射線取扱主任者らは認識していた。しかしながら管理区域内での汚染であり、被ばくも想定内のものであると考え、今回の事象は法令報告には該当しないと判断した。

24日17時30分頃、核燃料サイクル工学研究所のモニタリングポストおよびモニタリングステーション群のうち、J-PARCに近い3局で一時的に線量率が増加しているという観測結果の連絡を受け、放射性物質が管理区域外に漏えいした可能性が高いと初めて認識し、24日21時10分に原子力科学研究所の非常用電話に通報した。

これらの経緯により、結果として通報が遅れた。

5. 管理区域内での漏えいと被ばくの状況

11 時 55 分頃、ビーム取出装置が誤作動により通常の 2 秒よりも短い時間（1000 分の 5 秒）に陽子ビームが放射線発生装置使用室内の標的に照射された。その結果、標的である金が瞬時に高温となり、その一部が破損し、放射性物質が発生装置使用室内に飛散した可能性がある。さらに、この放射性物質がハドロン実験ホール内に漏えいした。この漏えいによってハドロン実験ホール内で作業者が被ばくした。

事故発生以降にハドロン実験施設管理区域の入域者は 102 名であった。このうち帰国した 2 名の外国からの利用者を除く 100 名について測定を行い、放射線業務従事者である 34 名に被ばくが確認され、その内部および外部被ばくの合算線量は、0.1～1.7mSv の範囲であった。これは、法令に定める放射線業務従事者の線量限度を超えるものではない。なお、帰国した 2 名の内部被ばくについては、外国の医療機関で測定する予定である。

6. 環境への漏えい及びその影響

ハドロン実験ホール周辺に設置されている管理区域境界のエリアモニタの指示値に、排風ファンの動作に伴う上昇が確認された（図 6）が、原子力科学研究所に設置されているモニタリングポスト等の線量率の記録を調査した結果、放射性物質の放出による影響は観測されていなかった。一方、隣接する核燃料サイクル工学研究所のモニタリングポスト群のうち J-PARC 近くに設置されている 3 局では、通常の変動範囲を超える一時的な線量率の上昇が 2 回観測され、これは放出の時期に対応していた。ハドロン実験ホール内から放射性物質を周辺環境（管理区域外）に漏えいさせたと考えられる。

放射性物質の拡散式を用いた解析的な方法及び計算シミュレーションコード WSPEEDI-II を用いて、周辺環境の線量を評価した。この評価では、J-PARC ハドロン実験施設内で採取された空気試料の核種組成分析の結果、施設内に設置されたガンマ線エリアモニタの記録及び当時の気象データ等を用いた。

その結果、放出された放射性物質はほぼ西方向の狭い範囲に拡散移行し、希釈・減衰していると推定された。また、放射性物質の放出に伴うハドロン実験施設に最も近い事業所境界における最大線量は $0.29 \mu\text{Sv}$ と見積もられた。放出された放射性物質の量については、引き続き検討する。

7. 原因

ビーム取出装置の誤作動によって金標的の一部が損傷した可能性があり、放射性物質がハドロン実験ホール内に漏えいした。また、排風ファンを運転したため、放射性物質が管理区域外に漏えいした。

詳細については、今後調査を行う。

8. 処置と対策（今後の対応）

現在加速器の運転を停止しており、ハドロン実験ホールへの立ち入りを制限している。ビーム取り出し装置が誤作動した原因、標的からの放射性物質の飛散、安全管理体制の問題点等について調査を行う。

上記の原因調査結果を踏まえ、再発防止のために必要な対策を検討する。

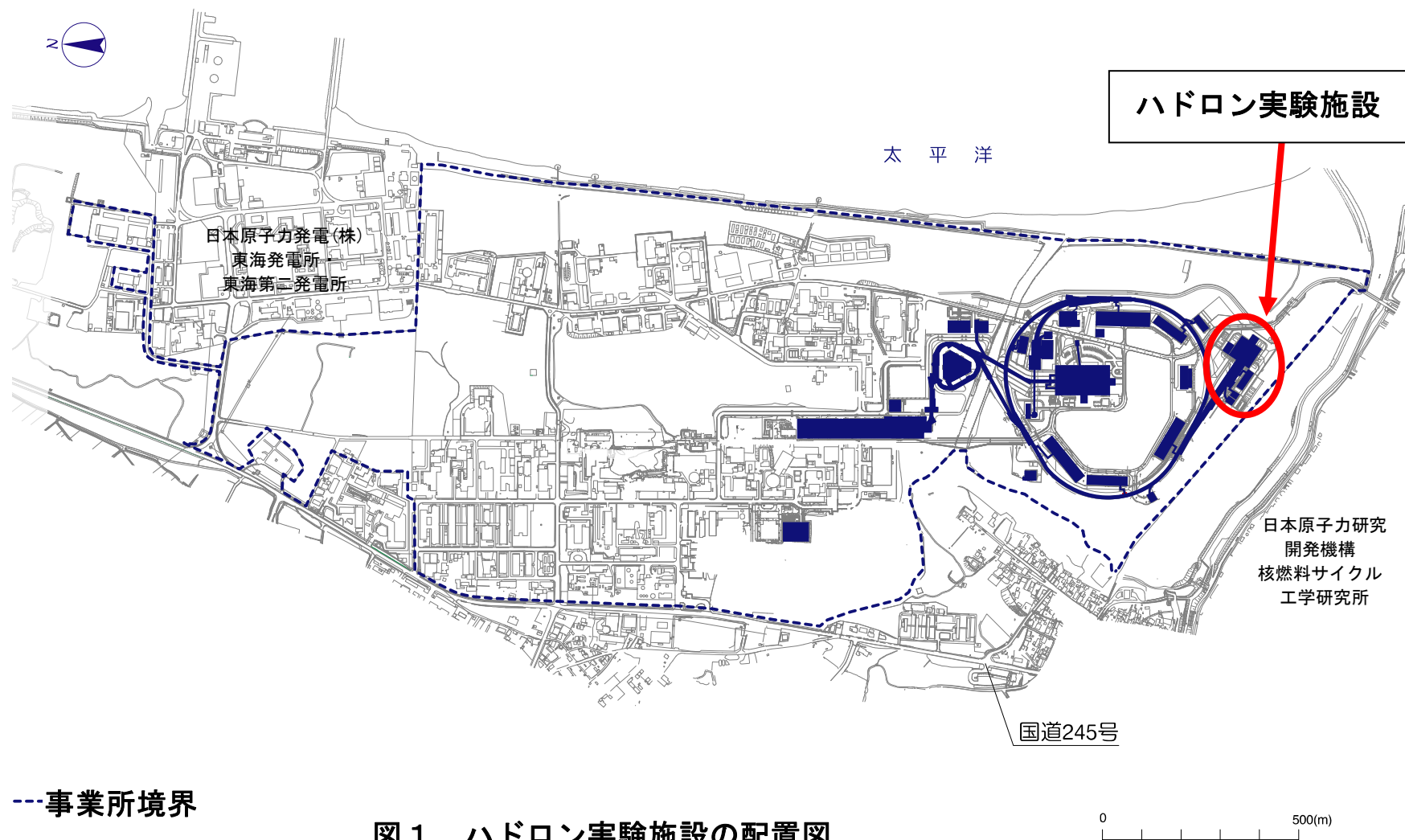


図1 ハドロン実験施設の配置図

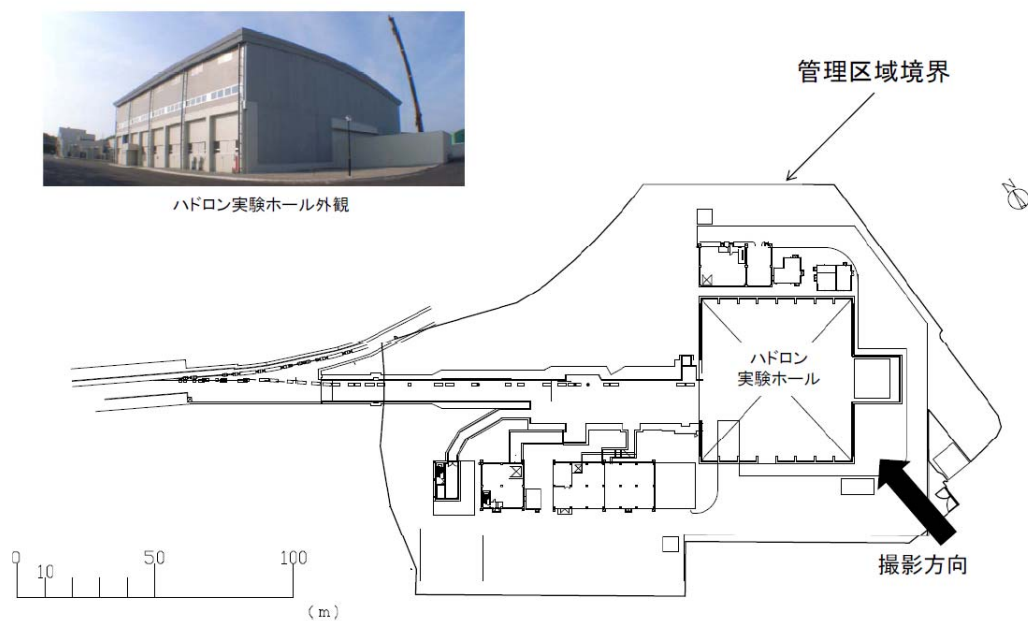


図2 ハドロン実験施設

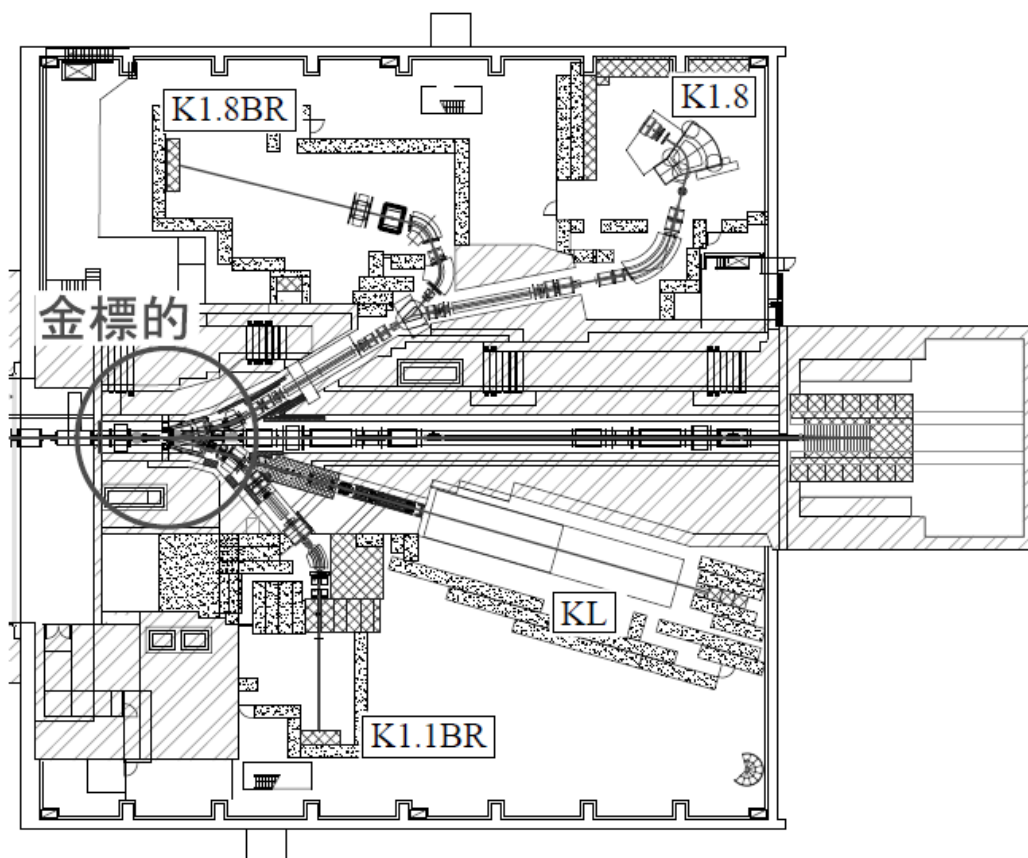


図3 ハドロン実験ホール平面図(2013年)

設置前の金標的

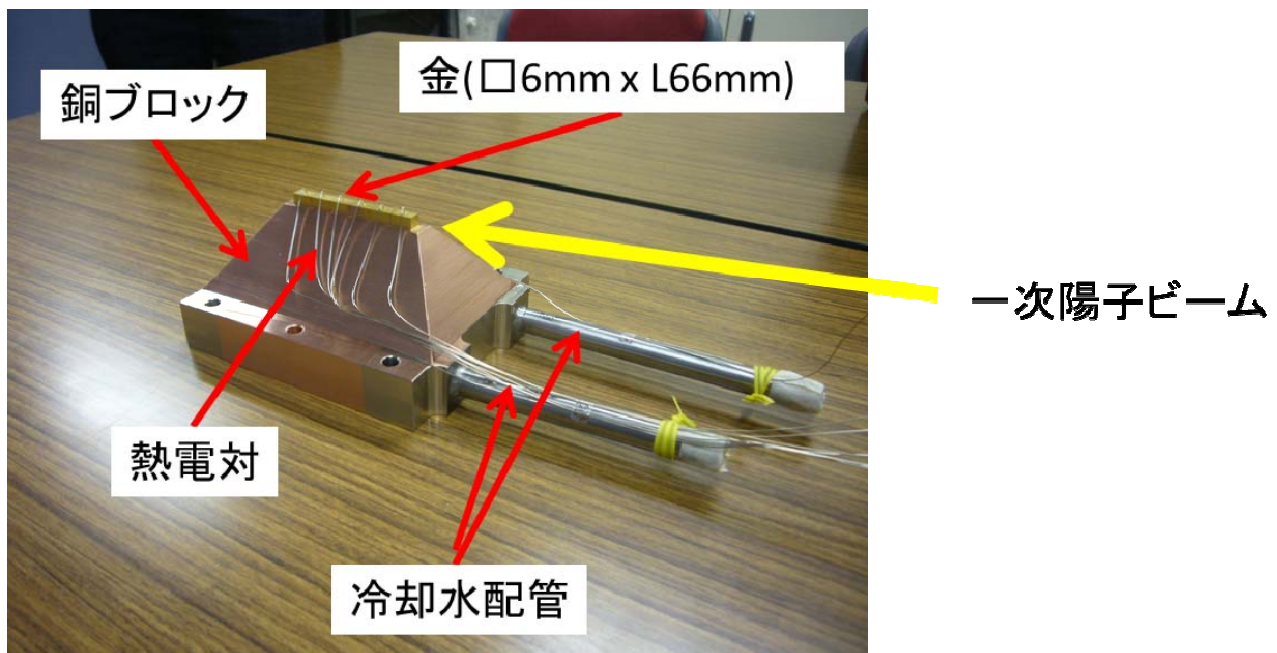


図4 ハドロン実験施設で用いている金標的



図5 金標的容器

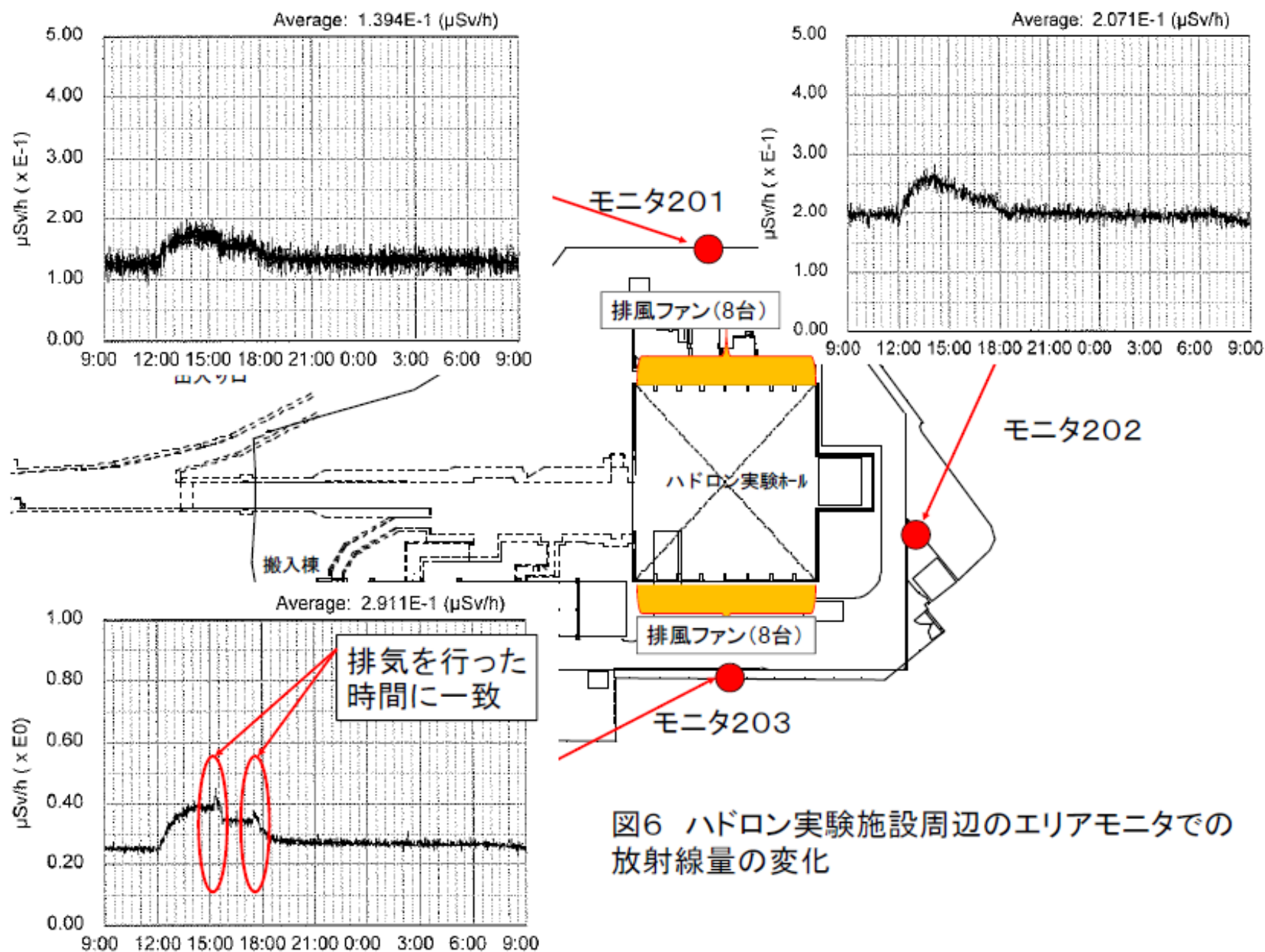


図6 ハドロン実験施設周辺のエリアモニタでの放射線量の変化

主な時系列

【5月23日】

- 1 1 時 5 5 分頃 陽子ビームの機器保護システムによりビーム停止
- 1 2 時 0 8 分頃 機器保護システムのリセット、ビーム連続運転再開
- 1 2 時 3 0 分頃 実験のために設置している測定装置（中性子検出器）でのバックグラウンド上昇を確認
- 1 3 時 3 0 分頃 ハドロン実験ホール内のガンマ線モニタの線量率が通常運転時の約 1 0 倍（4 マイクロシーベルト毎時）に上昇していることを確認
- 1 4 時 2 6 分頃 ビーム運転を停止しガンマ線モニタの線量率低下を確認
- 1 5 時 1 5 分頃 ハドロン実験ホール内の排風ファンを回したところ、さらにガンマ線モニタの線量率低下を確認
- 1 5 時 3 2 分頃 排風ファンを停止し、ビーム運転を開始
- 1 6 時 0 0 分頃 ハドロン実験ホール内で 4 ～ 6 マイクロシーベルト毎時と高い値をサーベイメータで測定。ガンマ線モニタも線量率上昇
- 1 6 時 1 5 分頃 ビーム停止
- 1 7 時 0 0 分頃 ハドロン実験ホール内の線量率測定を行い、局所的に線量率の高い部分を確認
- 1 7 時 2 0 分頃 ハドロン実験ホール内の空気のサンプリングを実施
- 1 7 時 3 0 分頃 ハドロン実験ホール内の空気中の線量を低下させるため排風ファンの運転開始
ハドロン実験ホール内作業者のホール外への退去開始
- 1 9 ～ 2 0 時頃 ハドロン実験ホール内の線量率測定及び表面汚染測定を実施
- 2 3 時 3 0 分頃 施設内全員の身体サーベイ及び管理区域からの退出完了
その後、立入を制限

【5月24日】

- 1 7 時 3 0 分頃 JAEA 核燃料サイクル工学研究所のモニタリングポスト指示値が 2 3 日 1 5 時頃及び 1 7 時 3 0 分頃に上昇していることについて、同所から J-PARC に問合せあり
- 1 8 時 0 0 分頃 ハドロン実験施設の管理区域境界のガンマ線モニタの記録を確認したところ、2 3 日 1 5 時頃と 1 7 時 3 0 分頃に線量率が上昇していることを確認
また、当該時刻がハドロン実験ホール排風ファンの動作時刻とほぼ一致していることを確認
- 2 1 時 1 0 分 原子力科学研究所の非常用電話に通報
- 2 1 時 1 9 分頃 原子力規制委員会へ電話連絡
- 2 1 時 4 0 分頃 茨城県へ電話連絡
- 2 1 時 4 3 分頃 東海村へ電話連絡
- 2 2 時 4 0 分 法令に基づき原子力規制委員会に報告(第一報ファックス)を発信
- 2 2 時 4 0 分 協定に基づき茨城県、東海村及び地方自治体などに報告(第一報ファックス)を発信

【5月25日】

- 1 時 0 0 分頃 被ばく評価の結果、この時点で、最大で 1.7 ミリシーベルトの被ばくを確認