

平成 25 年 5 月 25 日

J-PARC センター

原子力機構 J-PARC ハドロン実験施設におけるトラブルについて

1. 発生日時

平成 25 年 5 月 23 日(木) 11 時 55 分

2. 通報日時

平成 25 年 5 月 24 日(金) 22 時 40 分 関係機関への連絡

3. 発生場所

(独) 日本原子力研究開発機構 大強度陽子加速器施設 J-PARC ハドロン実験施設

4. 状況

(1) 概要

5 月 23 日 11 時 55 分頃、J-PARC ハドロン施設で金の標的に陽子ビームを照射し、素粒子を発生させる実験をしていた。ビーム取出装置が誤作動したことにより、短時間に想定以上のビームが標的に照射された。その結果、突発的に標的である金が高温となり、その一部が蒸発した可能性がある。その直後、ビーム照射によって生成された放射性物質がビームライン装置から施設内に漏えいしたため管理区域内の汚染が生じ、周辺で作業していた研究者が内部被ばくした。なお、当日管理区域に入室し、かつ、装置付近に立ち入った人数は 55 名であった。

(2) 施設の状況

現在施設は停止しており、事象の進展はない。

(3) 汚染の状況

建屋内(管理区域内)の汚染の程度は約 $30\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。現在、建屋内を閉鎖し、立入禁止としている。

(4) 作業員の被ばくの状況

作業員 4 人の被ばく線量を評価したところ、約 2mSv だった。

(5) 環境への影響

建屋周辺に設置されている管理区域境界のエリアモニタに若干の上昇が確認されたが、原子力科学研究所周辺に設置されているモニタリングポストについては、通常の変動範囲であった。一方、核燃料サイクル工学研究所のモニタリングポスト(2カ所)及びモニタリングステーション(1カ所)においては、通常の前平均値($70\sim 130\text{nGy}/\text{h}$)に対して 30 分間で $6\text{nGy}/\text{h}$ の一時的上昇が確認された。この値を積算して線量を評価すると 3nGy ($0.003\mu\text{Sv}$)となる。

(6) 原因：ビーム取出装置が誤作動した原因については調査中。

5. 事象発生の時系列

5月23日（木）

- 11:55 50 GeV シンクロトロンにおいて、陽子ビームの異常警報によりビーム停止。
 - 5 ミリ秒の間に 2×10^{19} 個の粒子（正常時の 400 倍）が取り出される。
 - （この時点で、金の標的に損傷があったと考えられる。）
- 12:08 頃 警報リセット。ビーム連続運転再開。標的で発生する 2 次粒子数に低下が認められたので、標的調整を実施。
- 12:30 頃 調整終了。利用運転開始。
- 12:30 頃 K1.8BR 実験グループが実験用の放射線検出器（中性子カウンター）の計数上昇を確認。調査開始。
- 13:30 頃 ハドロンホール内エリアモニタ（ γ 線）の線量が約 10 倍（通常時 $0.4 \mu\text{Sv/h}$ 程度から $4 \mu\text{Sv/h}$ ）に上昇していることが判明。
- 14:26 頃 ビーム運転停止。エリアモニタ（ γ 線）の線量低下を確認。
- 15:15 頃 ホール内の排風ファンを回したところ、さらに線量が低下することを確認。
- 15:32 頃 ある程度線量が低下した段階で、ビーム連続運転を開始し、標的位置を再調整した。同時に排風ファンを停止した。
- 16:00 頃、線量計を用いてホール内の放射線量測定を実施した結果、全体の線量が $4 \sim 6 \mu\text{Sv/h}$ 程度と高かった。また、ホール内のエリアモニタ（ γ 線）の線量に再度上昇傾向が見られた。
- 16:15 ビーム運転停止。
- 17:00 頃 ホール内の汚染を確認。
- 17:30 頃 ホール内の作業者について身体汚染検査のうえ基準値（ 4Bq/cm^2 ）以下であることを確認し、ホール外への退出を完了。
- 19:00～20:00 放射線安全グループ主導の下で、ホール内の詳細な線量測定と表面汚染測定を実施。
- 23:30 頃 施設内の全員が管理区域より退去。ハドロン管理区域は閉鎖（入域禁止）とした。

5月24日（金）

- 9:00 頃、安全ディビジョン長は、センター長、副センター長に昨日の状況について報告した。
- 10:00 より J-PARC 関係者による状況の報告と今後の対策等について議論。ハドロンのこの事象により、実験を停止することを知らせる報告を行う方向で作業を開始。その時点では通報連絡に該当する事象とは考えなかった。
- 17:30 頃 核燃料サイクル工学研究所のモニタリングポストデータの一部で 23 日 15 時過ぎに一時的に線量が上昇している件について、核燃料サイクル工学研究所から安全ディビジョンに問い合わせを行った。
- 18:00 過ぎ、管理区域境界に設置したエリアモニター（ γ 線）の記録に関するデータ

が示され、そのデータを精査したところ、23日の15時頃と17時30分頃に放射線レベルが増加しており、この時間はハドロンホールの排気ファンを動作した時間とほぼ一致していることが判明。

- 19:00 過ぎから再度関係者を集め、センター長、副センター長、安全ディビジョン長は、状況及びデータを確認し、放射性核種の一部が管理区域外に漏えいした可能性が考えられるので異常事象にあたと判断し、21:10に原子力科学研究所の緊急連絡先に通報した。
- 21:11 現地対策本部開設し、関係者を招集。現場指揮所を開設。
- 22:15 法令報告に該当するものと判断
- 22:40 関係機関への連絡
- (以降、関係機関に適宜情報発信)
- 1:00 頃 ホールボディカウンターの結果、約2mSvの被ばくを確認。

6. 通報連絡が遅れた理由について

5月23日の段階では、金標的の一部が破損し、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、作業員（職員及びユーザー）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認識していたが、管理区域内での汚染であり、また、被ばくも想定内のものであると考えられ、今回の事象は法令報告には該当しないと判断した。5月23日の夜は、ハドロンホール内にいた作業員の汚染検査を実施し、必要な作業員は服の着替え、手洗い等を実施し、4Bq/cm²以下を確認し全員退域した。

24日午前中は、今後の対策等について、議論していた。

24日の午後、管理区域境界に設置したモニターの記録を精査したところ、23日15時過ぎ及び17時30分頃、モニターの記録で放射線レベルがわずかに上昇していたことが判明した。この時間は、ホールの排風ファンを動かした時間とほぼ一致している。したがって、放射性物質の一部が管理区域外に漏えいした可能性が考えられるため、24日21:10に原子力科学研究所の緊急連絡先に通報した。

7. ハドロン実験施設と金標的の設計上の構造

(1) ハドロン実験施設

ハドロン実験施設では、50GeV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の二次粒子生成標的に照射し、生成したK中間子やπ中間子等の二次ビームを複数の実験エリアに輸送し、様々な実験を並行して行っている。ハドロン実験施設は、ハドロン実験ホール、電源棟、電磁石電源棟、機械棟から構成される。図1にハドロン実験施設外観、図2にハドロン実験施設平面図を示す。



図1 ハドロン実験施設外観

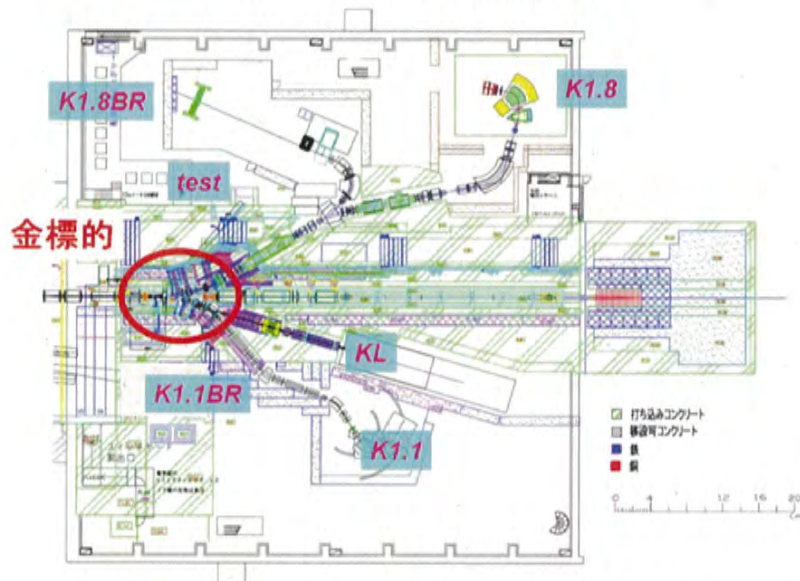


図2 ハドロン実験施設平面図(2013年)

(2) 金標的

金標的は、陽子ビームを照射し、素粒子を発生させるための機器で、 $6\text{mm} \times 66\text{mm}$ 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。また標的溫度計測用に熱電対を備えている。金標的は、金標的容器に装荷され、図2に示す位置に設置されている。図3に金標的の写真及び模式図を示す。

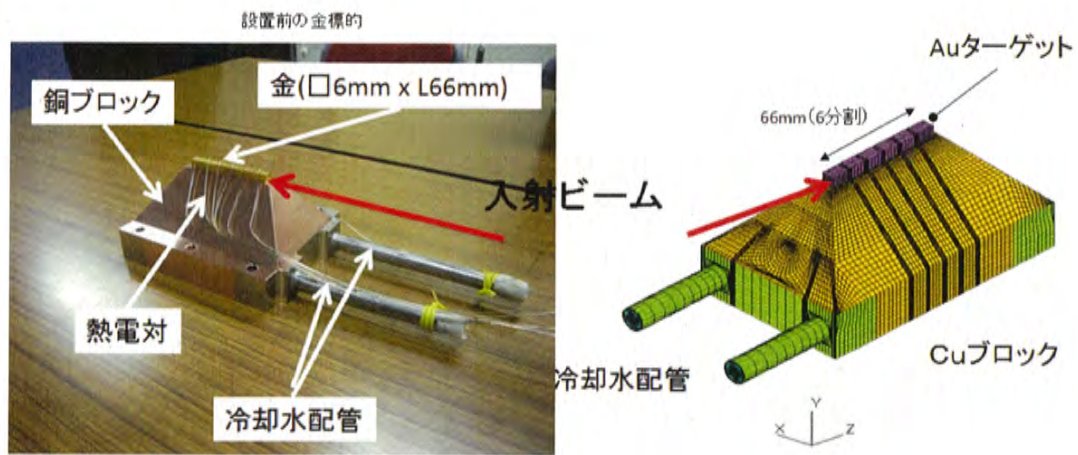


図3 使用中の金標的

(3) 金標的容器

金標的容器は、金標的を装荷するための機器である。陽子ビーム入射側直近に陽子ビームのプロファイル計測するためのプロファイルモニタを配置している。図4に金標的容器を示す。



図4 金標的容器

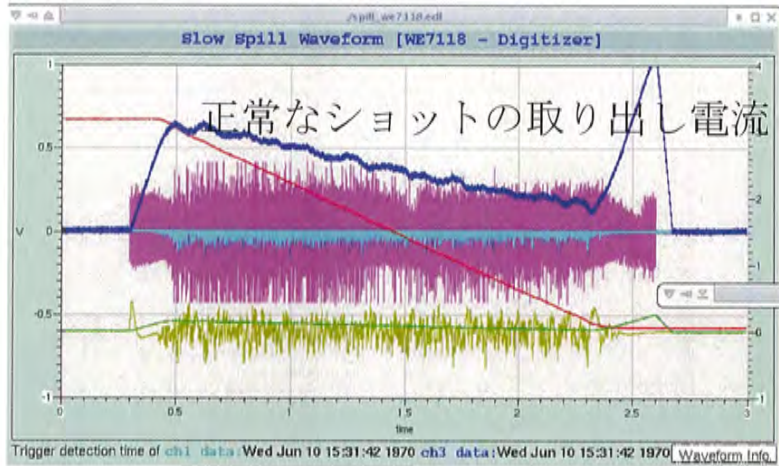
(4) 設計上の漏えいに関する想定

陽子ビームラインを取り囲んでいる遮蔽体は、金標的が蒸発する場合に発生する放射性物質の漏えいを防ぐことを想定して設計されていない。

8. ビーム取出装置の動作について

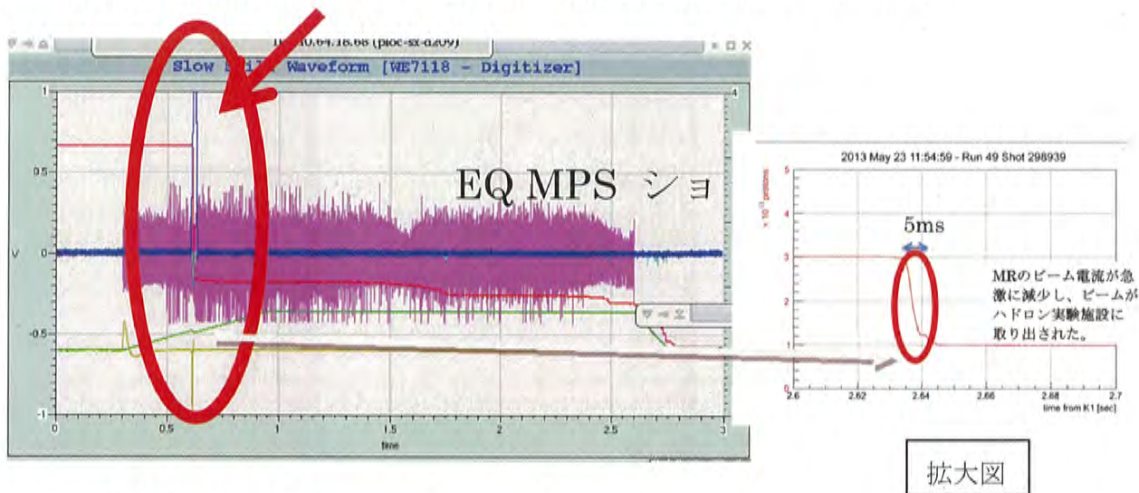
今回の短時間での大量の電流取り出しは機器の誤作動であり誤操作ではない。

機器は取出電磁石（MR-EQ 電磁石）で、取り出す電流を平滑化するためのもの。



上図で示す、EQ 電流指令値の立ち上がりと共に、ゆっくりとした電流の引き出しが正常であることを示す。

非常に短時間（5 m s）で電流が一気に引き出されてしまった。



5/23 11:55

上図の緑の線は EQ 電流の指示値で、 $t=0.3$ 秒からの指示値はでているのに電流が出力されず、何らかの電源の誤作動が生じたことを示している。このことから、機器に何らかの不具合が生じ誤作動したと考える。

9. ハドロン実験施設・実験ホール・線量当量率及び表面汚染密度の測定結果(1/3)

場所：実験ホール(地上階)

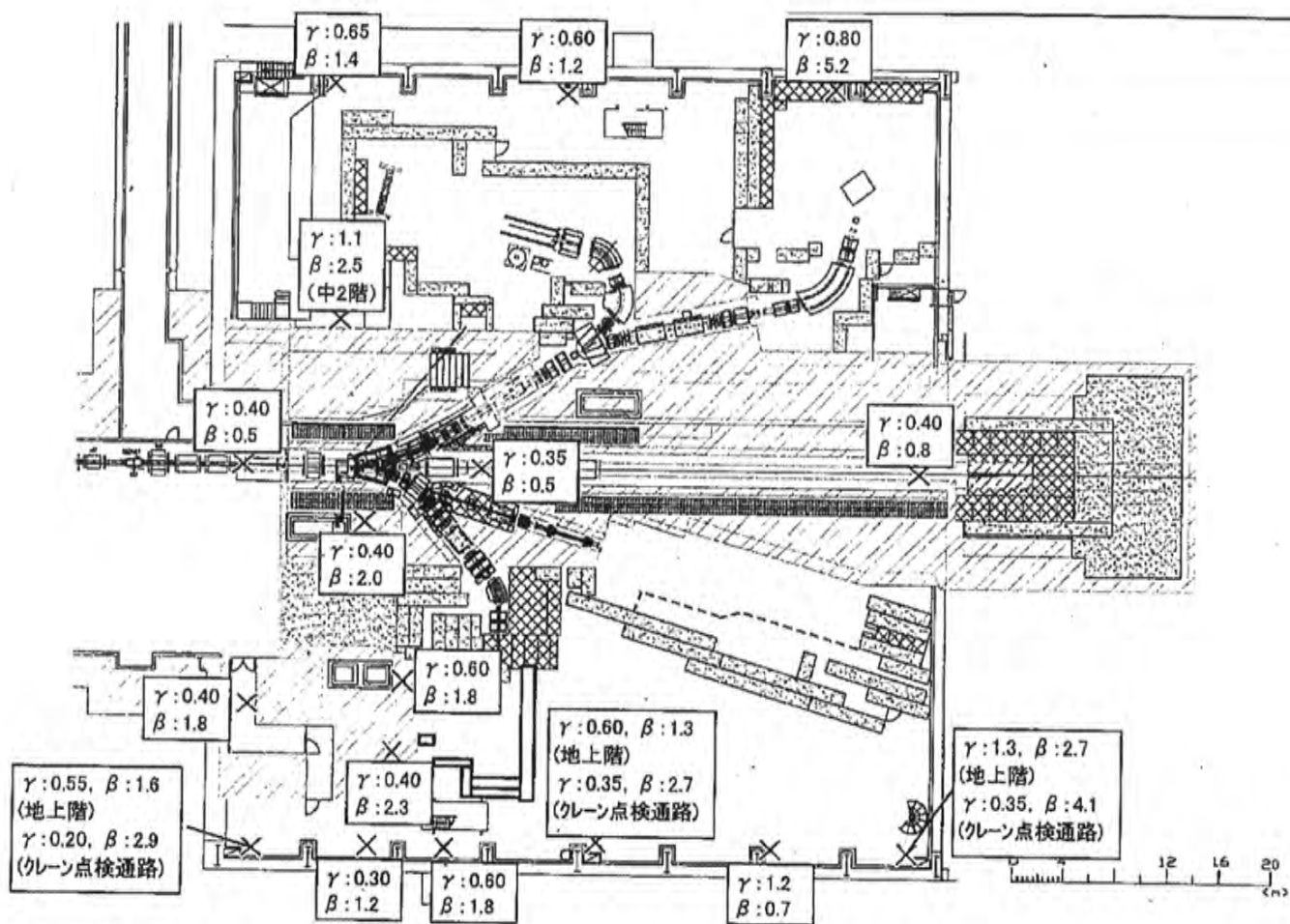
測定日時：平成 25 年 5 月 23 日 19:20-20:00 (ビーム停止中)

測定方法：線量当量率：NaI 式シンチレーションサーベイメータ

表面密度：表面汚染計による間接法 (拭取り効率：10%)

測定単位：線量当量率： $\mu\text{Sv/h}$ (1cm 線量当量率)

表面密度： Bq/cm^2



ハドロン実験施設・実験ホール・線量当量率及び表面汚染密度の測定結果(2/3)

場所：実験ホール(実験フロア)

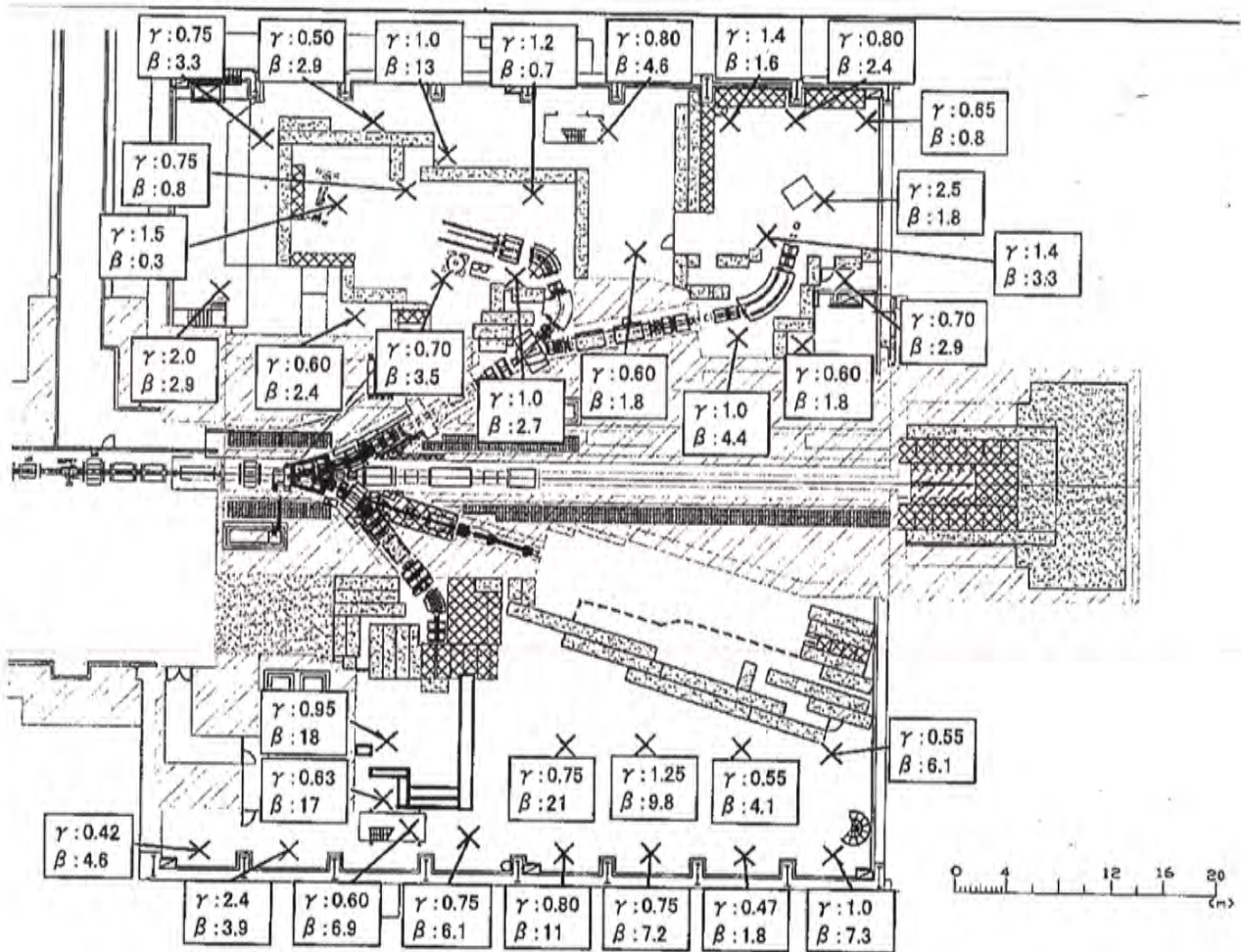
測定日時：平成 25 年 5 月 23 日 19:20-20:00 (ビーム停止中)

測定方法：線量当量率：NaI 式シンチレーションサーベイメータ

表面密度：表面汚染計による間接法 (拭取り効率：10%)

測定単位：線量当量率： $\mu\text{Sv/h}$ (1cm 線量当量率)

表面密度： Bq/cm^2



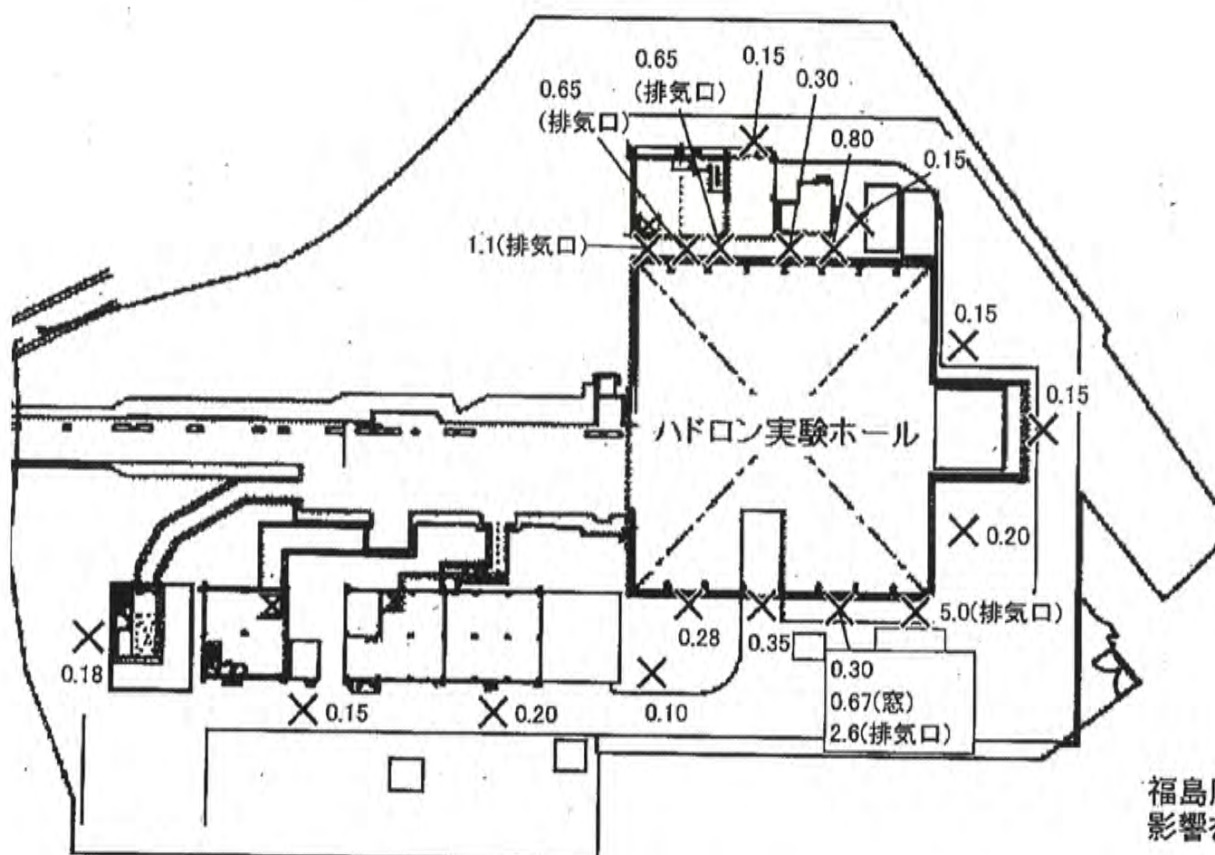
ハドロン実験施設・線量当量率の測定結果(3/3)

場所：実験施設屋外

測定日時：平成 25 年 5 月 23 日 19:20-20:00 (ビーム停止中)

測定方法：線量当量率：NaI 式シンチレーションサーベイメータ

測定単位：線量当量率： $\mu\text{Sv/h}$ (1cm 線量当量率)



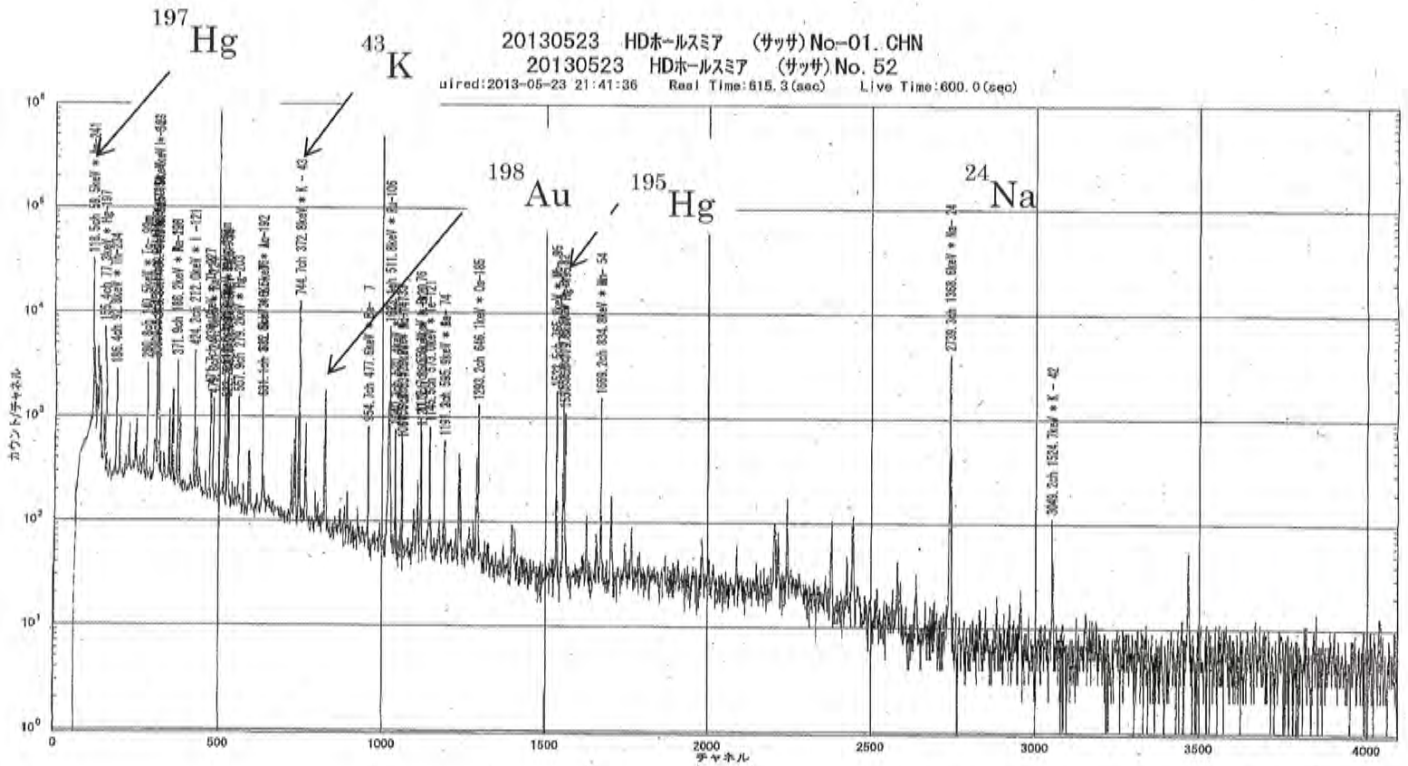
10. ハドロン実験施設・ γ 線核種分布測定解析結果

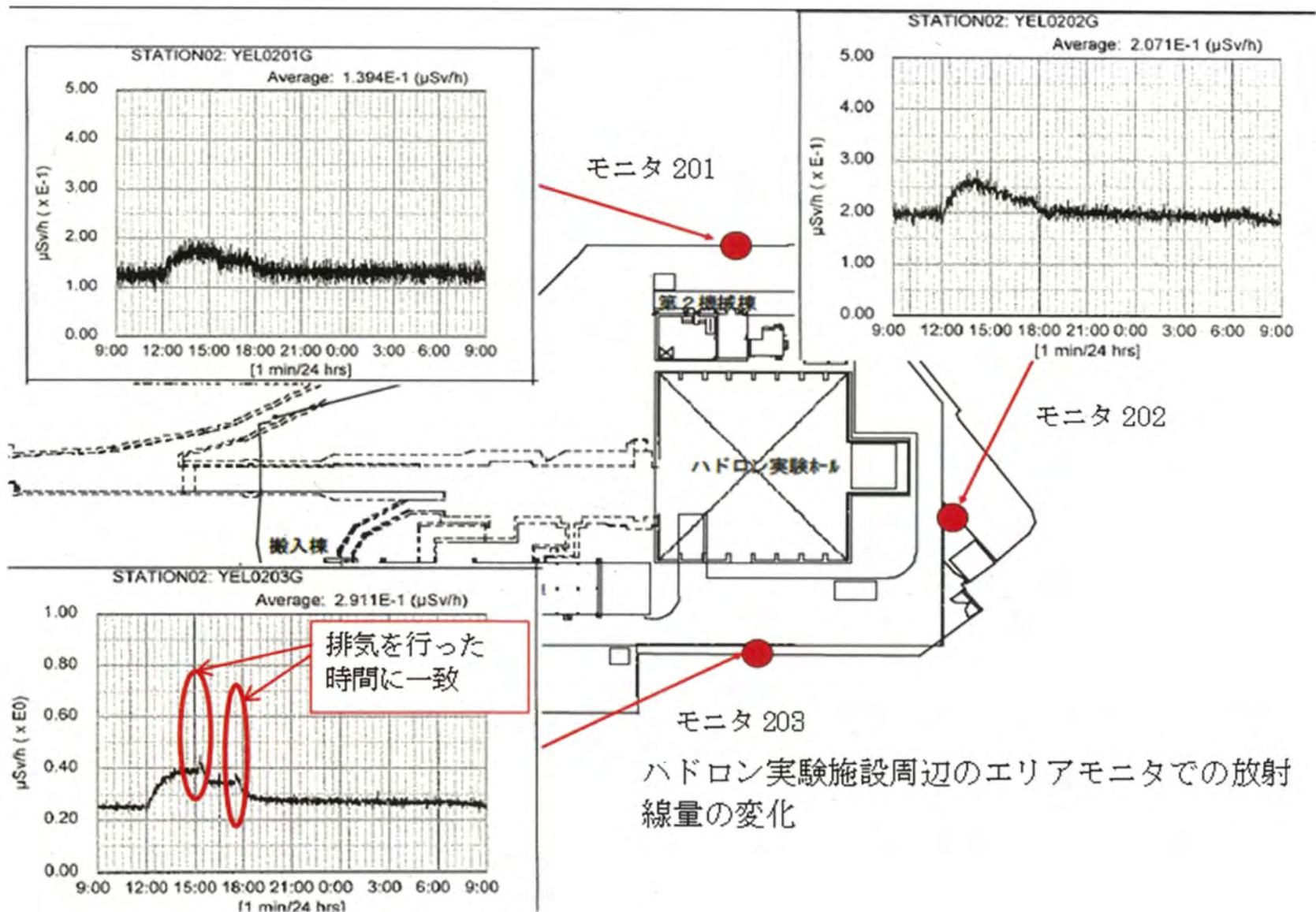
場所：実験ホール(実験フロア)

測定日時：平成 25 年 5 月 23 日 21:41 (ビーム停止中)

測定方法：HP-Ge 検出器

表示の核種が内部被曝に影響を及ぼしている。





各地点でのモニタリングポストでの反応について

地点名	距離(km)
MS-2	0.91
MP-15	0.58
MP-21	1.7
MP-22	2.1
MP-1	0.74
MP-2	0.47
ST-1	0.52
住宅	0.68

原科研のモニタリングポストでは上昇は見られなかった。

核サイ研 放射線モニタポスト
MP-1、MP-2、ST-1に通常の平均値
70~130nGy/hに対して 6nGy/h の
一時的な上昇があった。



ハドロンホール立入者の人数について

	実験ホール立ち入り者	不明	合計
職員	14	3	17
ユーザー	23	5	28
業者	1	9	10
見学者	0	0	0
合計	38	17	55

ホールボディカウンターにより測定した内部被ばく実効線量の結果

ハドロン実験施設のトラブルに伴う実験者の実効線量（暫定値）

	氏名	所属	外部被ばくに係る 実効線量 (mSv)	内部被ばくに係る 実効線量 (mSv)	総実効線量 (mSv)
1	A氏	大学院生	0.1	1.6	1.7
2	B氏	大学院生	未検出	1.1	1.1
3	C氏	高エネルギー 加速器研究機構	ガラスバッジ回収中	0.6	0.6
4	D氏	高エネルギー 加速器研究機構	未検出	0.7	0.7

外部被ばくの測定: ガラスバッジによる測定結果

内部被ばくの測定: 精密型ホールボディカウンタ(ゲルマニウム半導体検出器)