

3号機オペレーションフロアの放射線場と作業者の被ばく低減対策

2019年1月21日

福島第一事故対策室

1. はじめに

3号機オペレーションフロア(以下、「3号機オペフロ」という。)で行なった一連の測定に基づき、3号機オペフロでの放射線場の状況を推定し、作業者の被ばく低減策を以下のとおりまとめた。

2. 3号機オペフロの放射線場

2-1 主要な線源

測定から得られた以下の情報から、3号機オペフロの放射線場の主要な線源は、「使用済み燃料保管プール(SFP)」の水面上部のコンクリート縁壁に付着した未除染のCs-137とCs-134であると見なされる。

- (1) SFPを直視できない場所の周辺線量当量率は $100\mu\text{Sv/h}$ 以下で、床面が最も低い値であり、床面から天井側に立ち上がるに伴い線量率が上昇する傾向がある。
- (2) 上記の場所では、線源(Cs-137等)から出た γ 線が空気中や構造体にて散乱された低エネルギーの散乱線が周辺線量当量率の主体(以下、「散乱線という。’)が支配的であり、厚さ2mmの鉛による遮へいで周辺線量当量率は $1/3$ 以下に減少する。
- (3) SFPを直視できる場所に近づくに伴い、直視できる範囲が大きくなるため周辺線量当量率は急激に上昇し、手すり周囲では $500\mu\text{Sv/h}$ 以上になる。(図1)
- (4) CdZnTe検出器による波高分布は、SFPを直視できる場所では、直視できる範囲が広くなるに伴い、Cs-134及びCs-137の全吸収ピーク(直達線)の割合が多くなる。
- (5) ガンマカメラによる測定にて水面周囲の線源分布の濃淡を得ており、その分布は一様でないものの、SFPの水面上部全周の汚染密度が高いことが確認された。(図2)

2-2 3号機オペフロの放射線場の特徴

- (1) SFPを直視できない場所では、散乱線が支配的になっている。線源位置からSFPを直視できない位置に散乱線が達するには、少なくとも90度以上の散乱角が必要であり、特に散乱角が180度になると放出時の γ 線エネルギーに比べて大幅に小さくなって200keV程度になる。この低エネルギーの γ 線は2mmの鉛で急激に減少する(高原子番号の遮へい効果大きい)。
- (2) SFPを直視できるような位置になると、線源から放出された一次 γ 線は距離と空気による減衰のみとなるため、エネルギーの高い一次 γ 線が支配的で周辺線量当量率に寄与する主体となって、2mm程度の鉛の減衰効果が小さくなる。
- (3) 3号機オペフロ東側区域で、SFPから離れて建屋外壁に近づくと、再び周辺線量当量率が上昇するが、これは、3号機オペフロ東側のタービン建屋上部に残された汚染した瓦礫からの寄与によるものである。(図3)

3. 作業者の被ばく低減対策

(1) 抜本的な対策

主要な線源が SFP 上部のコンクリート縁部の汚染であることから、SFP 水面上部全周に適切な遮蔽を設置することができれば、3号機オペフロの周辺線量当量率は大幅に低減すると考えられる。ガンマカメラの濃淡映像から、ホットスポット的な場所に遮蔽を設置することが考えられるが、対象となる線源は典型的な全周4辺の「面線源」であり、部分的な遮蔽では周辺線量率の大幅な低減は期待できない。

このような状況を考えると、既に遮へい構造物が固められている現在の3号機のSFPに、必要となる追加遮蔽を設置することは容易ではないと考えられる。

この知見は、今後の1、2号機の使用済燃料取り出し作業に反映すべきであるとする。

(2) 必要な被ばく低減対策

3号機の使用済み燃料の取り出しは、「遠隔操作が前提」で行なわれることになっているが、現場無人の「遠隔による取り出し」の経験は稀有であること、対象となる使用済み燃料が事故の落下物の影響を受けていることから、すでに生じているように様々なトラブル対応に加え、今後も3号機オペフロでの作業、特にSFP周囲での監視や復旧作業が必要になると考えられる。規制庁が実施した現地調査では、線量低減を目的とした待機スペースを設けるなど一定の取り組みは見受けられたが、遮へい板の高さが140cm程度で、遮へいがない頭部と線量計をつけた胴体では5倍以上の線量差が生じる状況であったため、適切な遮へい措置は必要とする。

以上から、3号機オペフロでの作業に伴う被ばくを低減するための対策を実施することは、燃料取り出し作業の行程順守、安全確保、人的余裕確立のためにも必須のことである。

具体的には、以下の対策が考えられる。

- 【A】3号機オペフロでの作業エリアは、SFPの汚染部を直接見ることができないエリアとし、SFP西側の中央付近から西側に設定する。
- 【B】作業エリアを3号機オペフロ東側エリアにする必要がある場合は、SFPの汚染部を直視しないようなエリアであることに加えて、東側タービン建屋屋上の汚染物からの影響が出来るだけ少ないエリアとする。
- 【C】SFPと作業エリアの間に可動式の鉛衝立を設置する。(必要な作業などを考慮して、具体的な方式を検討する。)鉛の厚さは、2mm程度とする。この対策により、作業エリアの周辺線量当量率は、20～30μSv/h以下になることが想定される。
- 【D】SFPに接近して監視や復旧作業を遂行する場合には、SFP手すりに鉛毛マットを吊る事や遮へい厚を増した車輪付きの衝立(胸の高さ程度の薄い鉛板を装備)を用意する等の被ばく低減対策を行なう。
- 【E】作業監視等のため、比較的長時間の滞在が想定される場合には、ボックス型の詰め所を設置することも考慮すべきである。
- 【F】線量率分布を、わかりやすく色別に塗ったマップを掲示し、作業者に高線量率箇所を認識させる。デジタルの地点表示のみでは長時間滞在者の注意喚起に不十分である。

3号R/Bオペフロ線量測定ポイント詳細平面図

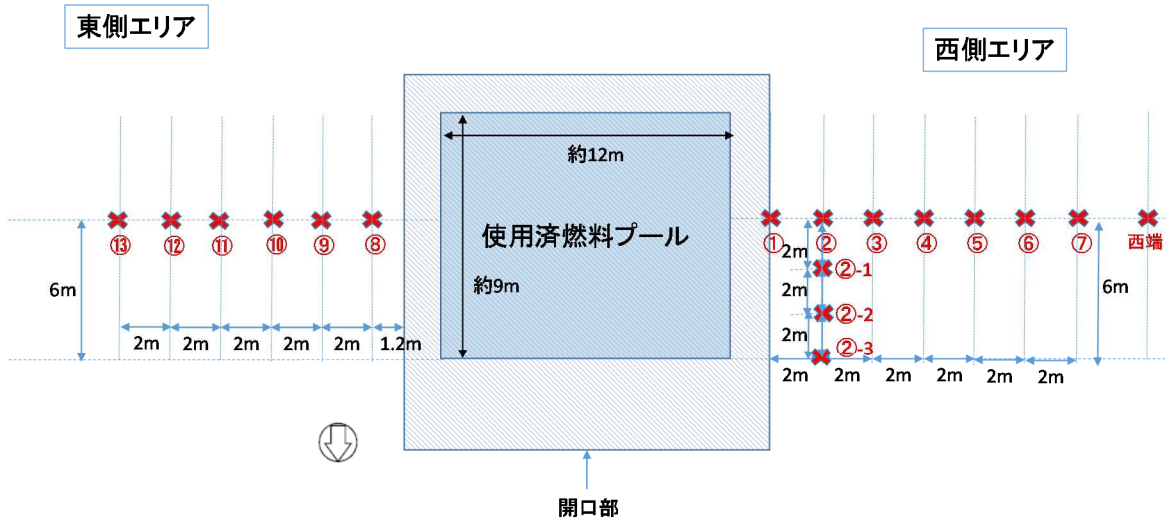


図1-1 3号機 SFP の周辺放射線測定箇所

3号R/Bオペフロ線量測定ポイント詳細断面図

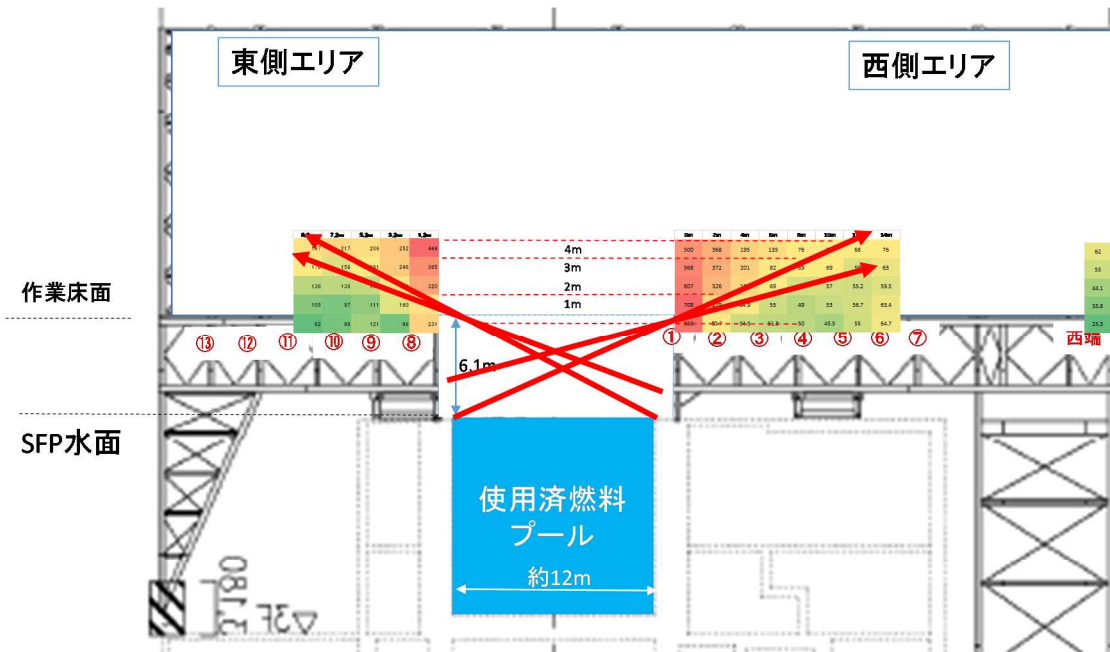


図1-2 3号機 SFP の周辺放射線分布

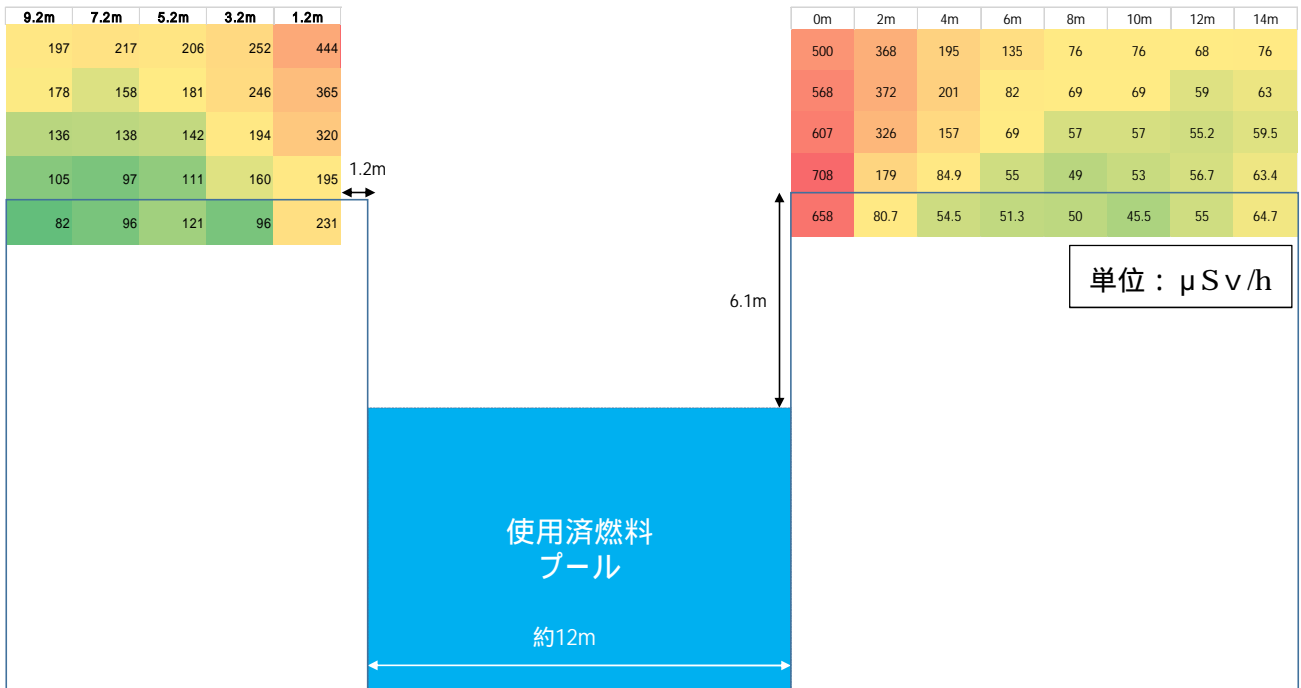


図1 - 3 3号機 SFP の周辺放射線分布

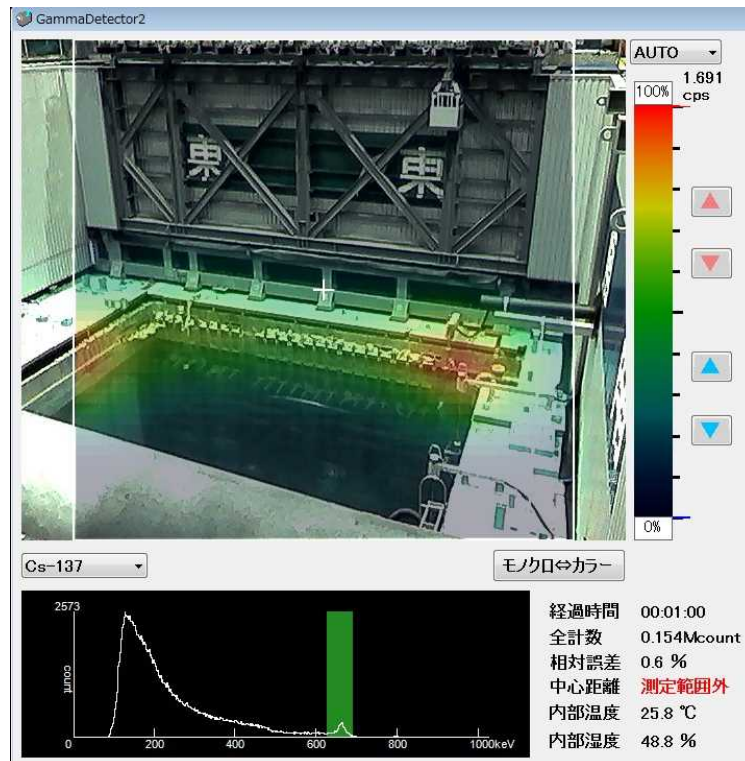


図2 3号機オペフロ西側から撮影した SFP の放射線分布 (日立製ガンマカメラで撮影)

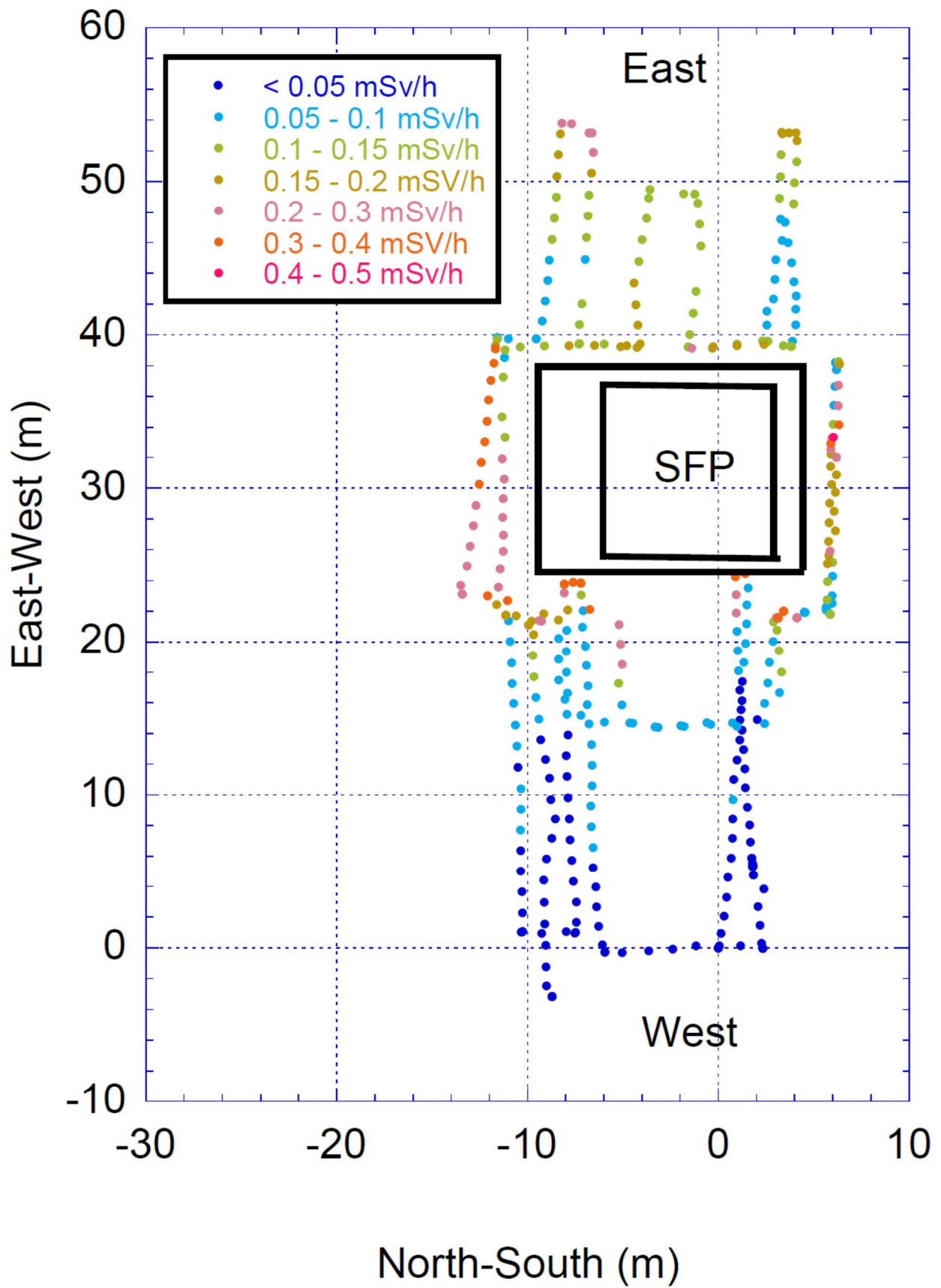


図3 散乱線測定装置による3号機オペレーションロア周辺線量当量率の分布(80cm高さ)

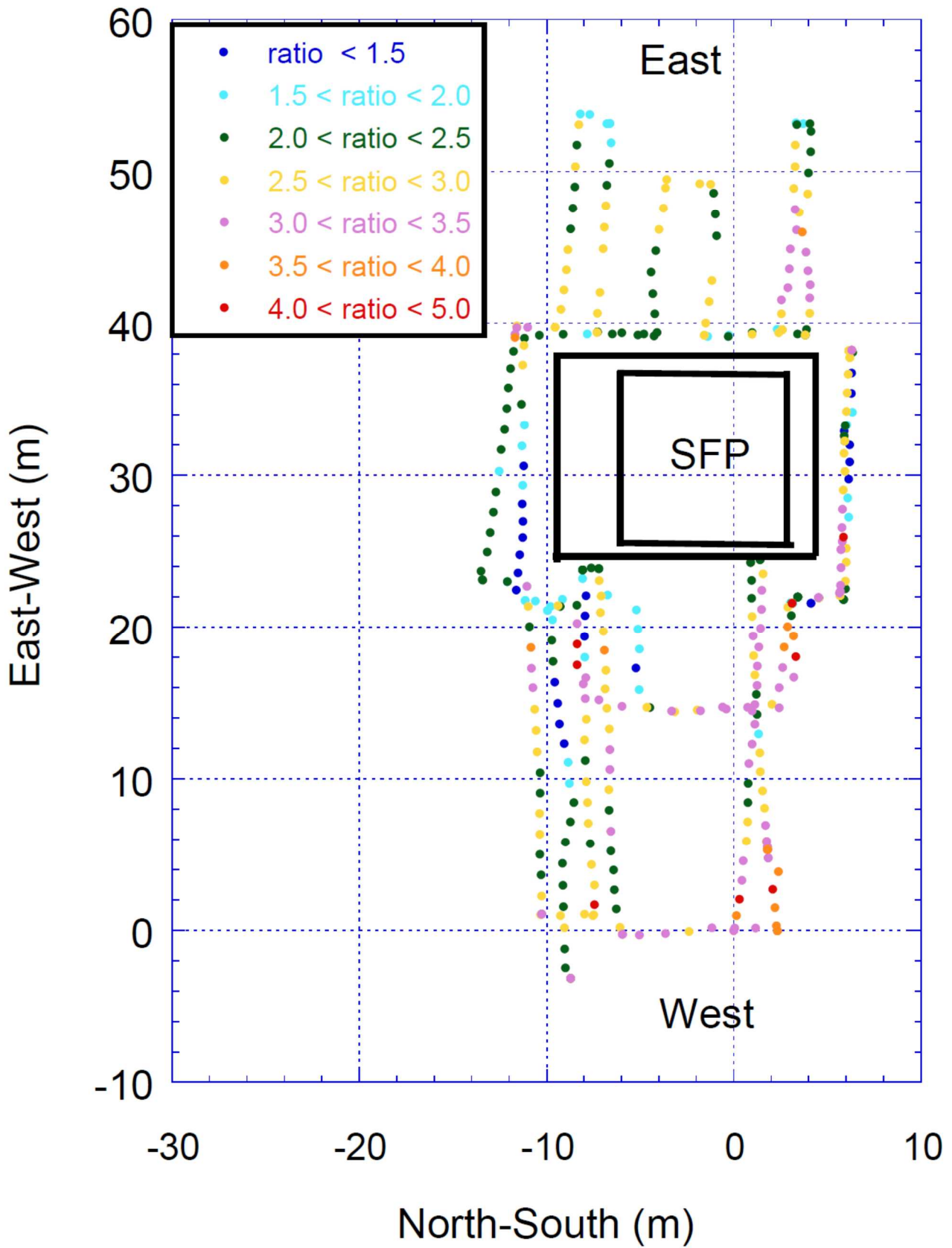


図4 散乱線測定装置による3号機オペレーションフロアにおけるGM計数管の計数率の比
 (裸の検出器と2 mm Pbをかぶせた検出器)の分布(80cm高さ)

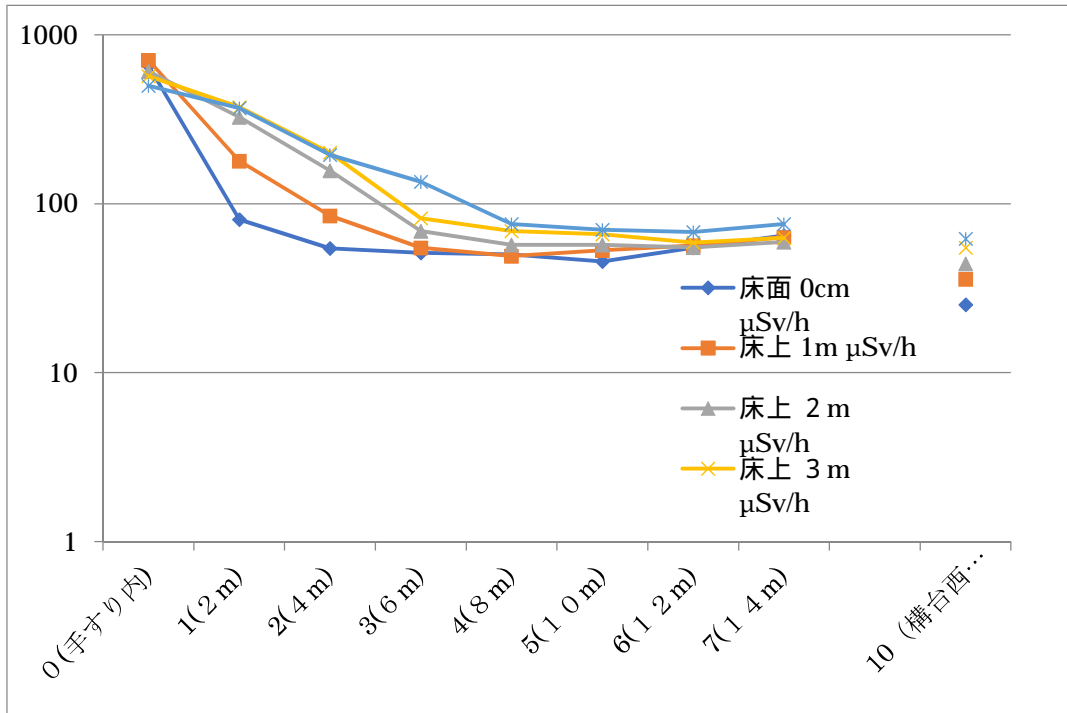


図5 3号機オペフロにおける周辺放射線測定結果