

1号機原子炉建屋1階南東エリアで観測された高線量率の原因の特定

1. はじめに

1号機では、2011年5月、6月及び2012年7月に実施された調査において、図1.1及び図1.2に示すように原子炉建屋（R/B）1階南東エリアにて数1000mSv/hの高線量率が観測されており、その原因について本報告書では課題1号機-8として設定している。

2011年6月の調査では、図1.3に示すように、南東エリアにある床貫通部から湯気が流出していることが確認されている。また、南東エリア近傍には格納容器（PCV）ベントで使用した不活性ガス系（AC）配管が敷設されていることもあり、本検討では南東エリアで高線量率が観測された原因と考えられるこれらの影響を中心に、その他の可能性も含めて原因を特定した。

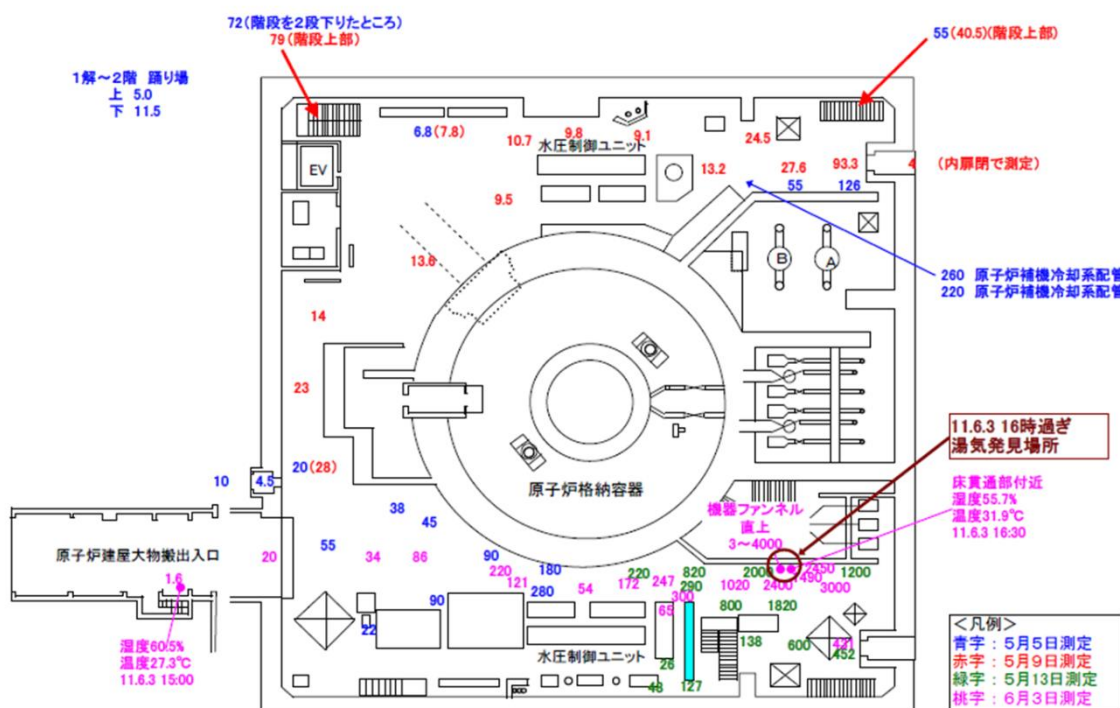


図 1.1 1号機 R/B1 階の空間線量率（2011年5月～6月）[1]

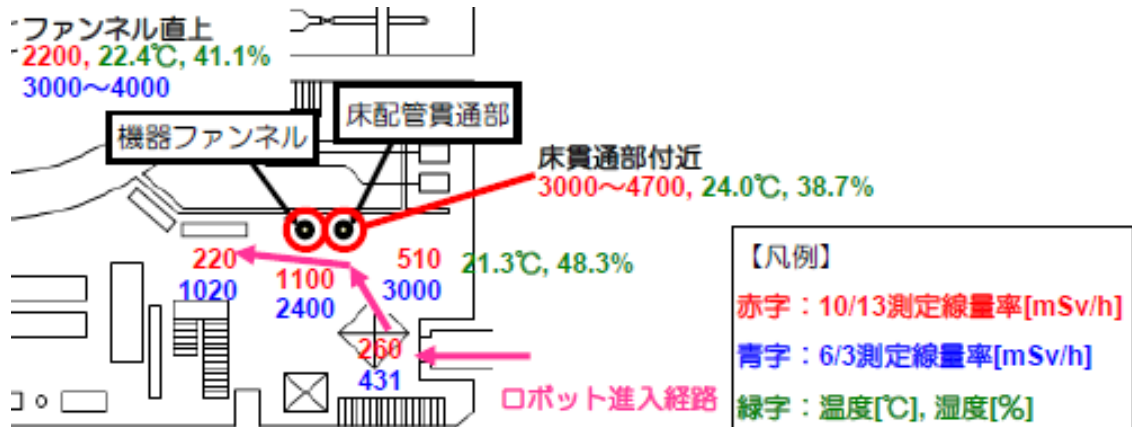


図 1.2 1号機 R/B1 階南東エリアの空間線量率（2012年7月）[2]



図 1.3 1号機 R/B1 階南東の床貫通部で確認された湯気（2011年6月）[3]

2. 検討すべき汚染源の洗い出し

南東エリアで高線量率が観測された原因としては、2011年6月に観測された湯気やPCVベントで使用したAC配管の汚染による影響の他にも、南東エリアに隣接して存在する線量率の高い汚染源による影響が考えられる。そのため、南東エリア周辺で高線量率を観測している機器・システムに関しても、当エリアで高線量率が観測された原因として抽出する必要がある。1号機 R/B2 階、1階、地下階トラス室の空間線量率測定結果を図 2.1～図 2.3 に示す。この図をもとに、以下の4つの汚染を検討すべき汚染源として抽出した。

① 湯気による汚染及びトールス室の汚染

南東エリアでは、2011年6月3日の調査においてトールス室へ繋がる床貫通部から湯気が流出している様子が確認されており、床貫通部近傍では数 1000mSv/h の非常に高い線量率が観測されている。また、トールス室内でも 1000mSv/h を超える線量率が観測されていることから、トールス室の汚染原因と、流出していた湯気の発生原因を推定し、これらの汚染による南東エリアへの影響を評価する必要があるため、トールス室の汚染を検討すべき汚染として抽出した。

② AC 配管の汚染

南東エリアには、PCV ベントに使用された AC 配管が敷設されている。この配管は、ベント時に配管内を通過したベントガス中の放射性物質により汚染していると考えられ、配管内面の汚染の影響により、南東エリアで観測される線量率が高くなっている可能性がある。また、仮に当該配管に破損箇所が存在した場合、ベントガスが南東エリアへ放出したことにより、南東エリアが汚染した可能性もある。そのため、AC 配管の汚染を検討すべき汚染として抽出した。

③ 原子炉補機冷却水系 (RCW) 配管の汚染

2 階の RCW 熱交換器付近では 1000mSv/h を超える高い空間線量率が観測されている。この原因については、事故時、PCV 底部へ落下した熔融燃料が RCW 配管を損傷し、放射性物質が RCW 配管内に移行・滞留したことが原因と推定している (添付資料 1-9 参照)。このことから、南東エリア周辺の RCW の負荷の配置や系統水の漏えいの有無を含めて、RCW の汚染による南東エリアへの影響を考慮する必要がある。そのため、RCW 配管の汚染を検討すべき汚染として抽出した。

④ 移動式炉内計装系 (TIP) 室の汚染

南東エリア北側には TIP 室があるが、事故時、炉心が露出・過熱し、燃料が熔融したことにより、TIP 計装ドライチューブが破損し、TIP 計装内へ熔融燃料に起因する放射性物質が移行し、TIP 計装が高く汚染されていると危惧されていた。同様に炉心が熔融した 3 号機では、2012 年 5 月の調査において、TIP 室入口扉が外側へ吹き飛ばされており、TIP 室の入り口周辺では高線量率が報告されている。そのため、1 号機においても、TIP 室内が汚染している可能性があり、2015 年 9 月に TIP 室調査を実施している (添付資料 4 参照)。これらを踏まえ、TIP 室の汚

染を検討すべき汚染として抽出した。

抽出した4つの汚染源について、(1) 汚染の原因、(2) 汚染源からの放射線による影響、(3) 汚染源からの放射性物質の移行の有無の3つの観点から評価を行い、南東エリアで高線量率が観測された原因の特定を行った。

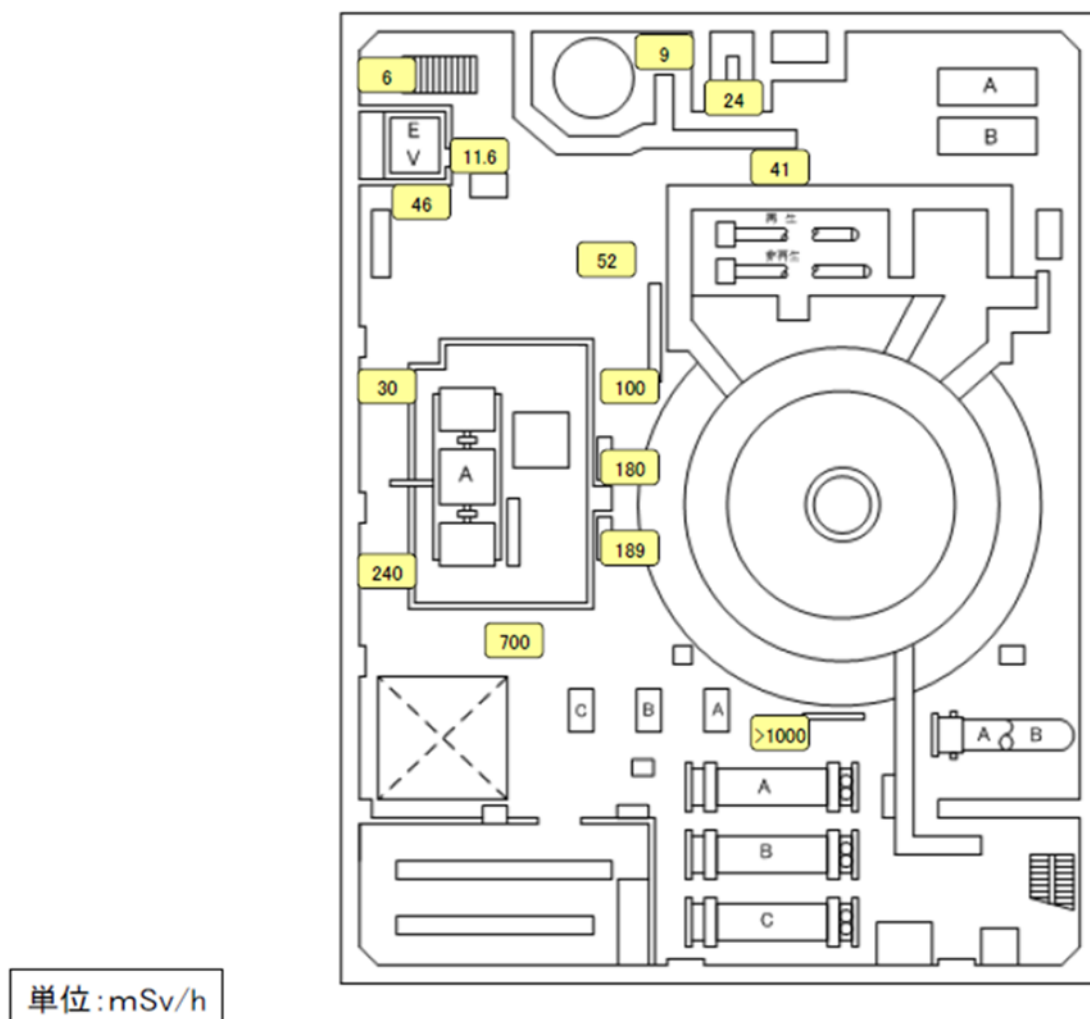


図 2.1 1号機 R/B2 階の空間線量率 (2011年4月~2013年2月) [4]

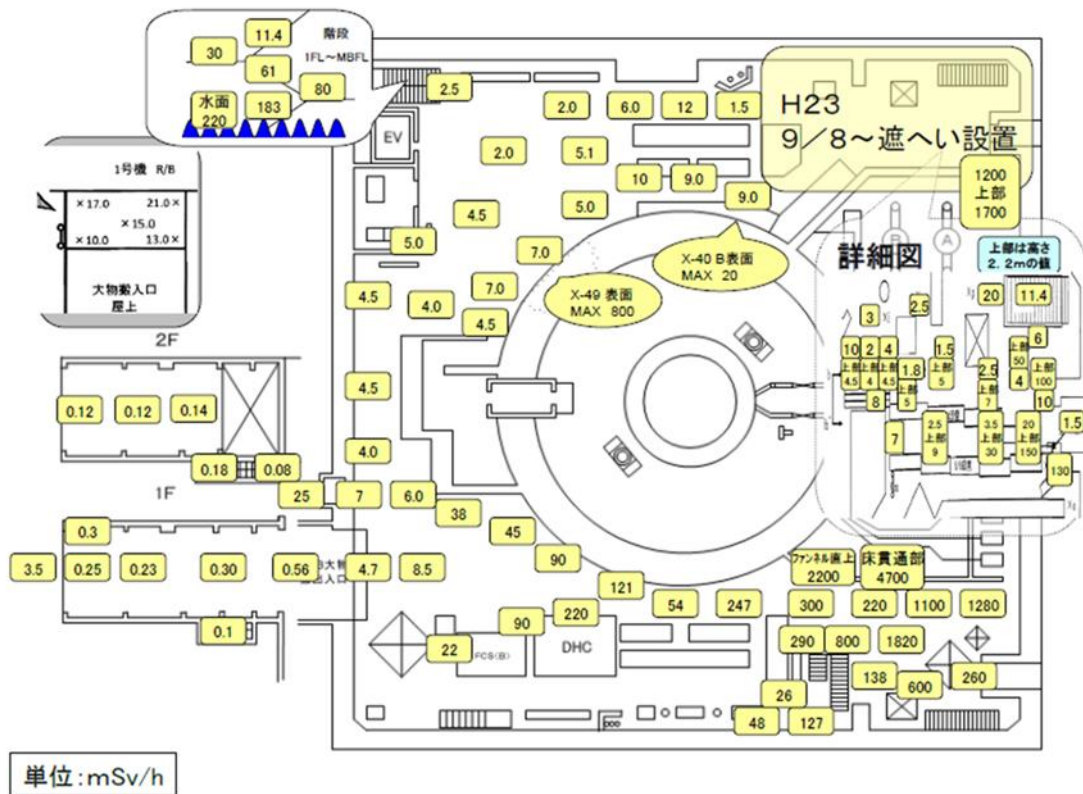


図 2.2 1号機 R/B1 階の空間線量率 (2011年4月~2013年2月) [4]

■ トーラス室内線量分布 (キャットウォークでの測定※1)
 ※1 調査装置の調査カメラに設置した線量計により、キャットウォーク上では走行しながら調査カメラを最低位置の状態にて測定。(測定位置: キャットウォーク上から約460mm高さ)

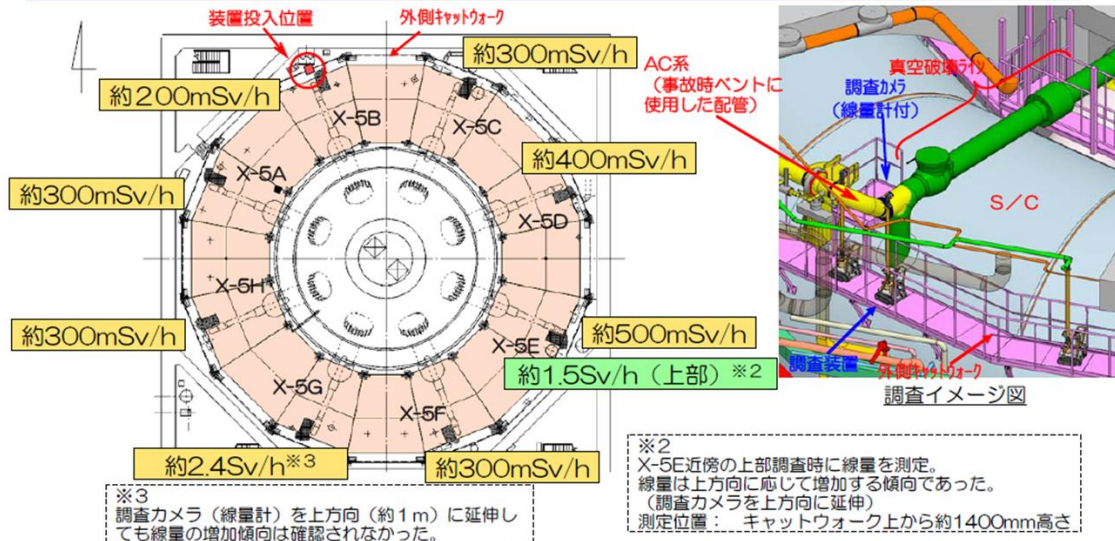


図 2.3 1号機 R/B 地下階トーラス室内の空間線量率 (2014年5月30日) [5]

3. 高線量率が観測された原因と考えられる汚染の検討

3.1. 湯気による汚染及びトーラス室の汚染

(1) 汚染の原因（トーラス室が高線量である原因）

トーラス室内には事故時に使用したベントライン（AC配管）が真空破壊ラインに接続される形で敷設されている。また、事故の影響で真空破壊ライン内部及びS/C内部が汚染している。さらに、トーラス室内には海水及び地下水が滞留しており、そこへ外れたサンドクッションドレン管部（X-5Bベント管下部）及び真空破壊ライン伸縮継手破損箇所（X-5Eベント管上部）から、PCV滞留水が漏えいしていることが確認されている（添付資料4参照）。これらのトーラス室内に敷設されている配管、S/C内滞留水やトーラス室内滞留水、あるいは漏えいの影響によるトーラス室そのものの汚染などがトーラス室の主な汚染源であると考えられる。

(2) 汚染源からの放射線の影響（トーラス室の汚染の影響）

トーラス室内の空間線量率分布は図2.3で示したように、キャットウォーク上で数100～2400mSv/hの線量率が観測されている。しかし、トーラス室内の汚染源からの放射線の影響は、トーラス室天井コンクリート（厚さ650mm）の遮へいにより、1階南東エリアでは十分に減衰されるため、1階南東エリアで観測された高線量率への影響は小さいと考えられる。

(3) 汚染源からの放射性物質の移行（湯気による影響）

湯気による南東エリアへの放射性物質の移行可能性について、a)湯気の発生原因、及びb)湯気による影響の調査、の2つの観点で検討した。

a) 湯気の発生原因

2011年6月3日の調査では、南東エリア床貫通部を通してトーラス室から湯気が流出していることが確認されている。なお、5月13日にも同エリアを調査しているが、その時点では湯気の流出は確認されていない。湯気の発生源としては(i)トーラス室内滞留水と(ii)PCV内滞留水の2つが考えられる。

(i) トーラス室内滞留水から湯気が発生した可能性

トーラス室内滞留水から湯気が発生する場合、トーラス室内全域に湯気が充満し、R/B1階の他の床貫通部からも湯気が流出していたと考えられるが、当時の調査では1階南東エリア床貫通部以外で湯気は確認されていない。また、躯体コンクリートへの放熱を考えると、事故後2か

月半が経過してもなお、湯気が発生するほどトールス室内滞留水が高温になっていたとは考えにくく、トールス室内滞留水から湯気が発生していた可能性は低いと考えられる。

(ii)PCV 内滞留水が湯気となって PCV から流出していた可能性

PCV 内滞留水が湯気となって PCV から流出する場合、その流出箇所として、これまでに液相漏えいを観測しているトールス室南東にある真空破壊ライン伸縮継手破損部は候補としてあげられる。

真空破壊ライン伸縮継手破損部は、トールス室南東エリアの X-5E ベント管上部にあり、湯気が流出していた 1 階床貫通部のほぼ真下に当たることから、他の床貫通部から湯気が確認されなかったことと整合する。また、湯気発見日（2011 年 6 月 3 日）時点では崩壊熱はまだ高い状況にあり、図 3.1.1 に示す通り、D/W 雰囲気温度は 97.4℃であった。したがって、D/W 底部に移行した燃料を熱源とするなどして PCV 内滞留水は蒸発していたものと考えられる。湯気発見当時の RPV 注水量は 5m³/h であり、AC 配管貫通部から湯気が確認されなかった 2011 年 5 月 13 日の RPV 注水量は 8m³/h である。このことから、注水量の低下に伴い PCV 水位が低下したことで、真空破壊ライン伸縮継手破損部から気相が漏えいする状況となり、湯気が流出した可能性が考えられる。

以上より、1 階南東エリアで確認された湯気は、高温の PCV 内滞留水から発生してトールス室内南東にある真空破壊ライン伸縮継手破損部から PCV 外に流出し、床貫通部を通過して R/B1 階南東エリアに流出していた可能性が高い。

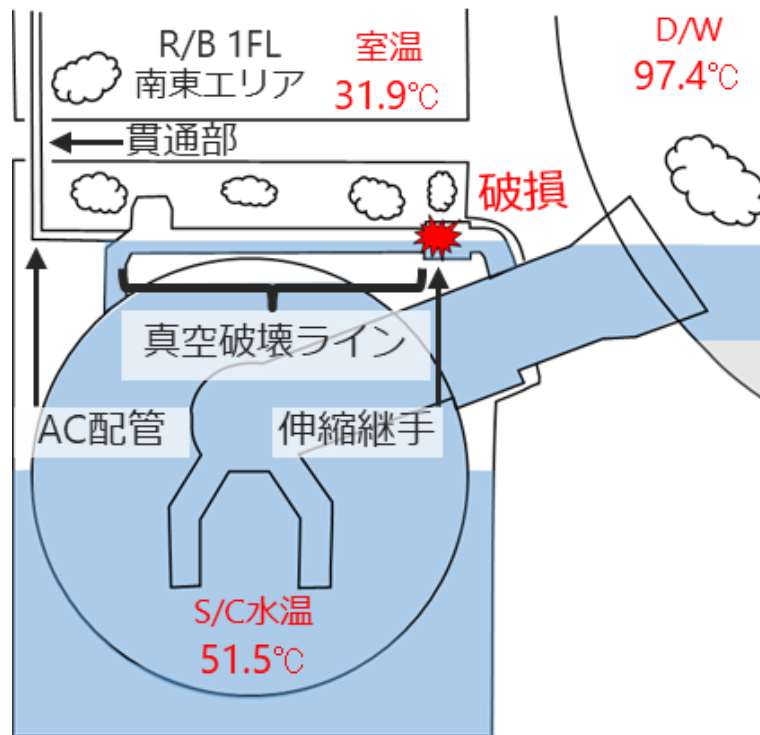


図 3.1.1 湯気発見日におけるトーラス室周辺の温度及び推定される湯気の発生経路（2011年6月）[1]

b) 湯気による影響の検討

図 3.1.2 に湯気が流出していた 1 階南東エリア床貫通部のガンマカメラ写真を示す。写真中央の高線量率が確認されている配管は AC 配管である。AC 配管の汚染については 3.2 にて検討内容を記す。湯気が汚染源だとした場合、AC 配管貫通部をはじめとした湯気の通り道、湯気が付着したであろう周辺の構造物に顕著な汚染がみられるはずである。しかし、ガンマカメラ写真からは、AC 配管に沿った汚染が支配的であることが分かり、貫通部のほか周辺の構造物には AC 配管に匹敵するような汚染は確認できない。

図 3.1.3 に 1 階南東エリアの床サンプル採取位置、図 3.1.4 に採取した床サンプルを示す。また、表 3.1.1 に床サンプルの表面線量率測定結果を示す。サンプル A は X-6 ペネトレーション近傍で採取され、表面に水跡はなく表面線量率は 0.14mSv/h であった。サンプル B は湯気が流出した AC 配管貫通部近傍で採取され、表面に水跡があり表面線量率は 0.38mSv/h であった。サンプル B はサンプル A と比較して 2.7 倍の表面線量率が測定されたが、南東エリアで観測された数 1000mSv/h の空間線量率の原因となるような顕著な値ではない。また、図 3.1.5 に示す 2013

年 12 月に測定した南東エリアの空間線量率は、床上 5cm よりも床上 150cm のほうが高いという特徴がある。床の汚染が南東エリアの支配的な汚染源であるとする、このエリアの汚染の特徴と整合しないため、床の汚染は支配的な汚染源ではないと考えられる。

以上より、湯気は PCV 内から流出したと考えられるものの、AC 配管床貫通部、周囲の構造物、床面といった湯気の付着が想定される箇所に顕著な汚染は確認されず、結果して湯気による汚染による影響はほとんどないものと考えられる。

(1) (2) (3) の検討結果から、1 階南東エリアの床貫通部にて確認された湯気の流出及び、トーラス室で確認された高線量率のいずれも、南東エリアへの影響は支配的ではないと考えられる。

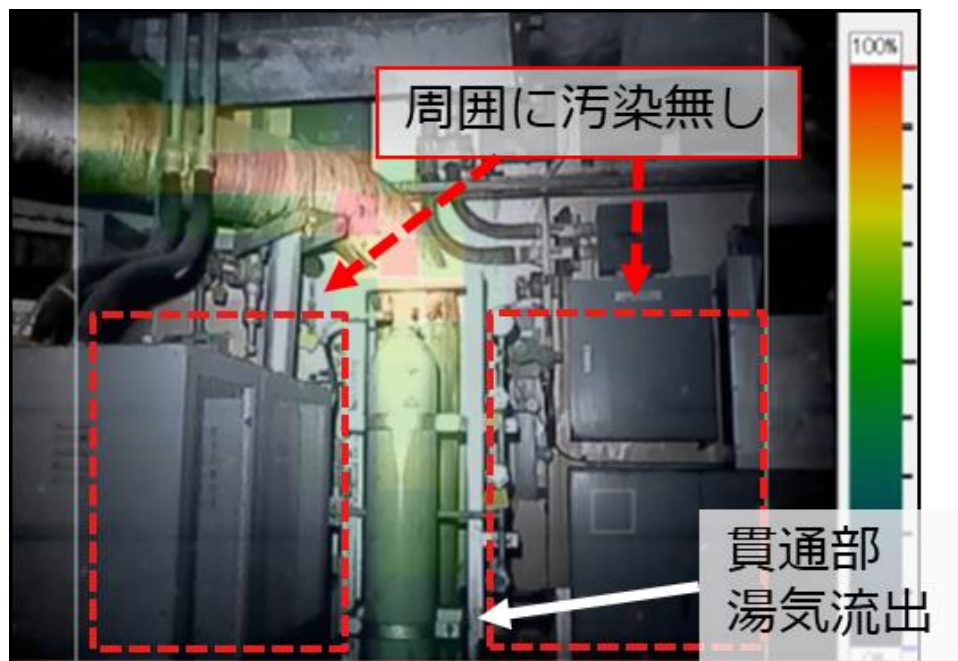


図 3.1.2 1 階南東エリア床貫通部のガンマカメラ写真
(参考文献[6]を一部加工)

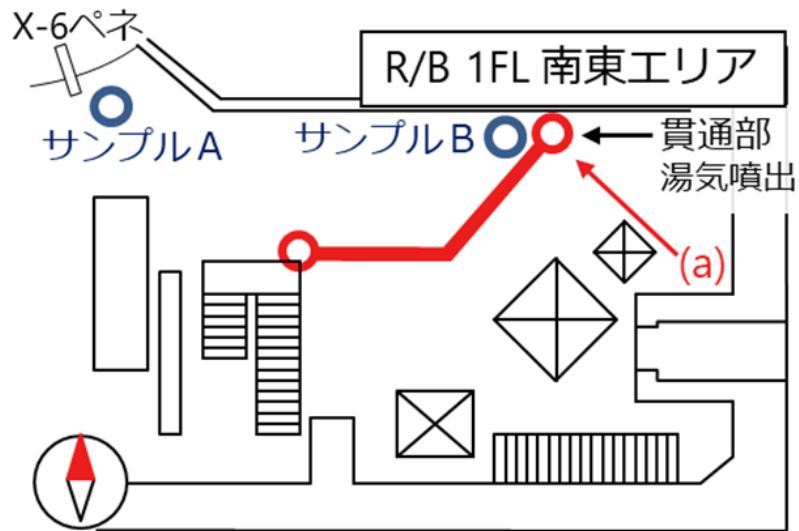


図 3.1.3 1階南東エリアの床サンプル採取位置
(図中(a)は図 3.1.2 の撮影方向)

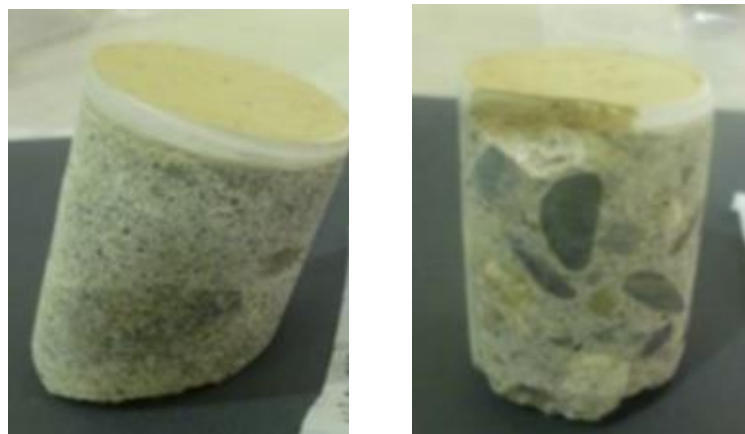
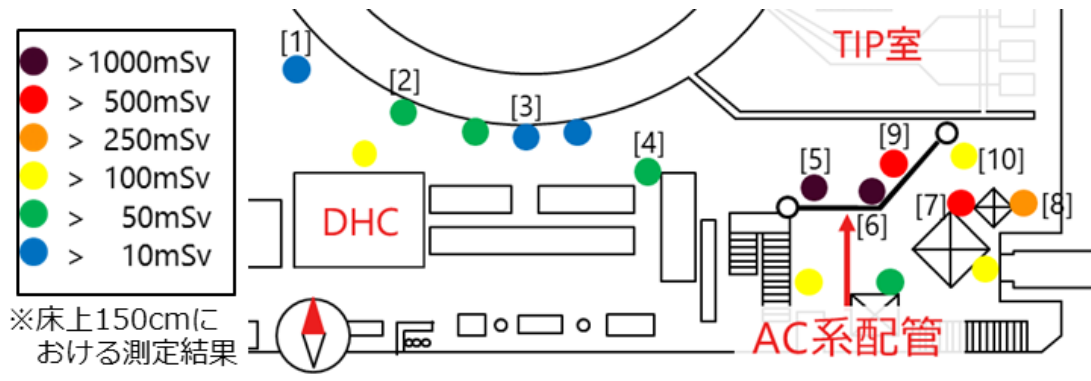


図 3.1.4 1階南東エリアで採取した床サンプル[7]
(左：サンプル A、右：サンプル B)

表 3.1.1 床サンプルの表面線量率測定結果[7]

場所	試料	表面線量率(mSv/h)		BG (mSv/h)
		$\beta + \gamma$	γ	
1階南側床面 X-6 ペネトレーション 近傍の床	サンプル A	8	0.14	0.04
1階南側床面 AC 配管根元近傍の水跡	サンプル B	13	0.38	0.04



測定点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
床上 150 cm	31	62	26	52	1662	1097	511	314	659	203
床上 5 cm	20	41	32	31	186	331	274	244	158	144

図 3.1.5 1 階南側の空間線量率（2013 年 12 月）（参考文献[6]を一部加工）

3.2. 不活性ガス系（AC）配管の汚染

(1) 汚染の原因

1 号機は PCV の冷却機能を喪失したことにより PCV 圧力が最高使用圧力を超えて上昇したため、PCV を保護するために PCV ベントによる減圧操作が行われた。そのため、ベントに使用された AC 配管は、ベント時に配管内部を通過した放射性物質により汚染されている。

(2) 汚染源からの放射線の影響

AC 配管が敷設されている 1 階南東エリア周辺の汚染状況について、図 3.1.5 で示したように 2013 年 12 月に調査を実施している。また、図 3.2.1 に 1 階南東エリアのガンマカメラ測定位置を、図 3.2.2 及び 3.2.3 に 1 階南東エリアのガンマカメラ写真を示す。ガンマカメラ測定調査では、床上 150cm における AC 配管による空間線量率は約 900mSv/h と推定されており、1 階南東エリアの空間線量率と概ね一致する。また、ベントに使用された AC 配管は、湯気が流出していた 1 階床貫通部から立ち上がり、1 階南東エリアの床上 200cm の高さを床面と平行に通り、2 階へと抜けるように敷設されている。そのため、1 階上部側の空間線量率が高くなることが想定され、図 3.1.5 で示した床上 5cm よりも床上 150cm の空間線量率のほうが高いという特徴と整合する。

(3) 汚染源からの放射性物質の移行

図 3.2.2 及び図 3.2.3 のガンマカメラ写真からは、南東エリアの床・壁・構造物に支配的な汚染源は確認できず、AC 配管に沿った汚染のみが確認できるため、南東エリアの AC 配管から、配管内を通過した放射性物質が南東エリアへ漏えいした可能性は無く、汚染は配管内部に留まっていると考えられる。

(1) (2) (3) の検討結果から、AC 配管内から南東エリアへの放射性物質の移行は無かったものの、AC 配管に沿って確認された汚染は観測された空間線量率の特徴と整合することから、南東エリアの高線量率は AC 配管の汚染による影響が支配的であると考えられる。

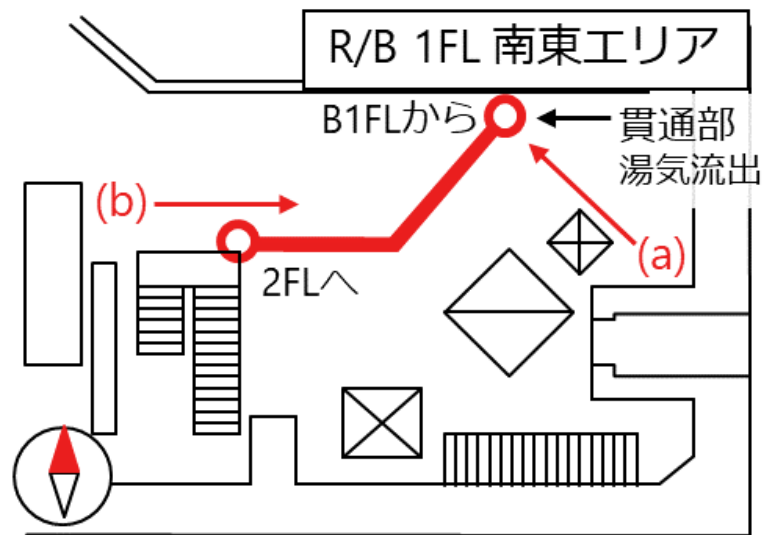


図 3.2.1 1階南東エリアのガンマカメラ測定位置 (参考文献[6]を一部加工)

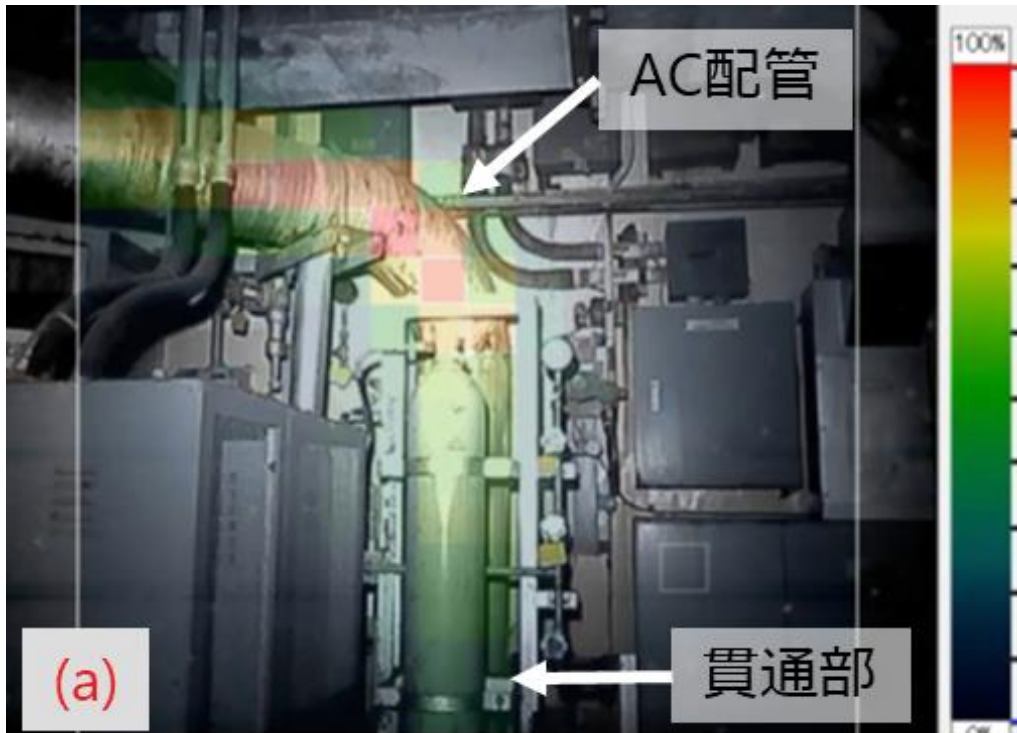


図 3.2.2 1階南東エリアのガンマカメラ写真(1) (2013年12月) [6]



図 3.2.3 1階南東エリアのガンマカメラ写真(2) (2013年12月) [6]

3.3. 原子炉補機冷却水系（RCW）配管の汚染

（1） 汚染の原因

事故時、PCV 底部へ落下した熔融燃料が RCW 配管を損傷し、放射性物質が RCW 配管内を移行・滞留したことで、RCW の複数の機器が汚染したものと推定している（添付資料 1-9 参照）。R/B 内の各所で高い線量率が観測されており、RCW 系統水の南東エリアへの漏えいの有無も含めて、RCW 配管汚染による影響を検討した。

（2） 汚染源からの放射線の影響

図 3.3.1 に R/B1 階及び 2 階における RCW の負荷と各線量率を示す。1 階南東エリア周辺にある RCW の負荷はドライウェル除湿系（DHC）であり、その周辺では 100mSv/h 程度の線量率が観測されているが、南東エリアの支配要因となるような値ではない。一方で、2 階熱交換器（RCW-Hx）周り（1000mSv/h 以上）と 1 階原子炉停止時冷却系（SHC）ポンプ室（約 1700mSv/h）では南東エリアの空間線量率（約 1600mSv/h）と同等の高い空間線量率が観測されている。そのため、RCW-Hx と SHC ポンプ室の汚染源から、南東エリアへどの程度の線量率寄与があるかを考察した。

R/B2 階床コンクリートの厚さは 600mm であり、2 階 RCW-Hx からの放射線の影響は、南東エリアでは十分に減衰されることがわかる。SHC ポンプ室から南東エリアまでのコンクリート厚さは図 3.3.2 のとおりであり、SHC ポンプ室の汚染源からの放射線は、躯体コンクリートで十分に遮へいされることは明らかである。

以上から、RCW の高線量箇所からの放射線による影響は、南東エリアの高線量率を説明するものではないと考えられる。

（3） 汚染源からの放射性物質の移行

RCW は閉ループの系統であり、各フロアの上部を通る母管から各機器へ系統水が供給されている。R/B 内で破損は現在まで確認されておらず、RCW 系統水が PCV 内の破損箇所のみから流出した場合は、母管の系統水は水落ちするものの、各機器の配管内には系統水が残留する。この場合想定される残水状況を図 3.3.3 に示す。1 階南東エリア周辺では、1 階 DHC や 2 階 RCW-Hx、SHC-Hx に系統水が残留していると考えられる。仮に、残留している高線量の系統水が漏えいし、南東エリアへ流れ込んだ場合、南東エリアの高線量率の原因となりうるため、南東エリアへの漏えいの有無を検討する必要がある。

ただし、図 3.1.3、図 3.1.4 及び表 3.1.1 で示した通り、南東エリアで高線量率が確認されている AC 配管床貫通部近傍で採取した床サンプル B では、サ

ンプル表面に水跡が確認されているものの、表面線量率は 0.38mSv/h であり、水跡の確認されていない X-6 ペネ付近で採取した床サンプル A の表面線量率 0.14mSv/h と比べて顕著な汚染とは言えない。そのため、この水跡は高線量の RCW 系統水によるものではないと考えられ、南東エリア周辺で RCW 系統水の漏えいはなく、RCW から放射性物質の移行は無かったと考えられる。

(1)(2)(3) の検討結果から、RCW の高線量箇所からの放射線は躯体コンクリートで十分遮へいされること、また、RCW からの放射性物質の移行はなかったと考えられることから、RCW 配管の汚染による南東エリアへの影響は支配的なものではないと考えられる。

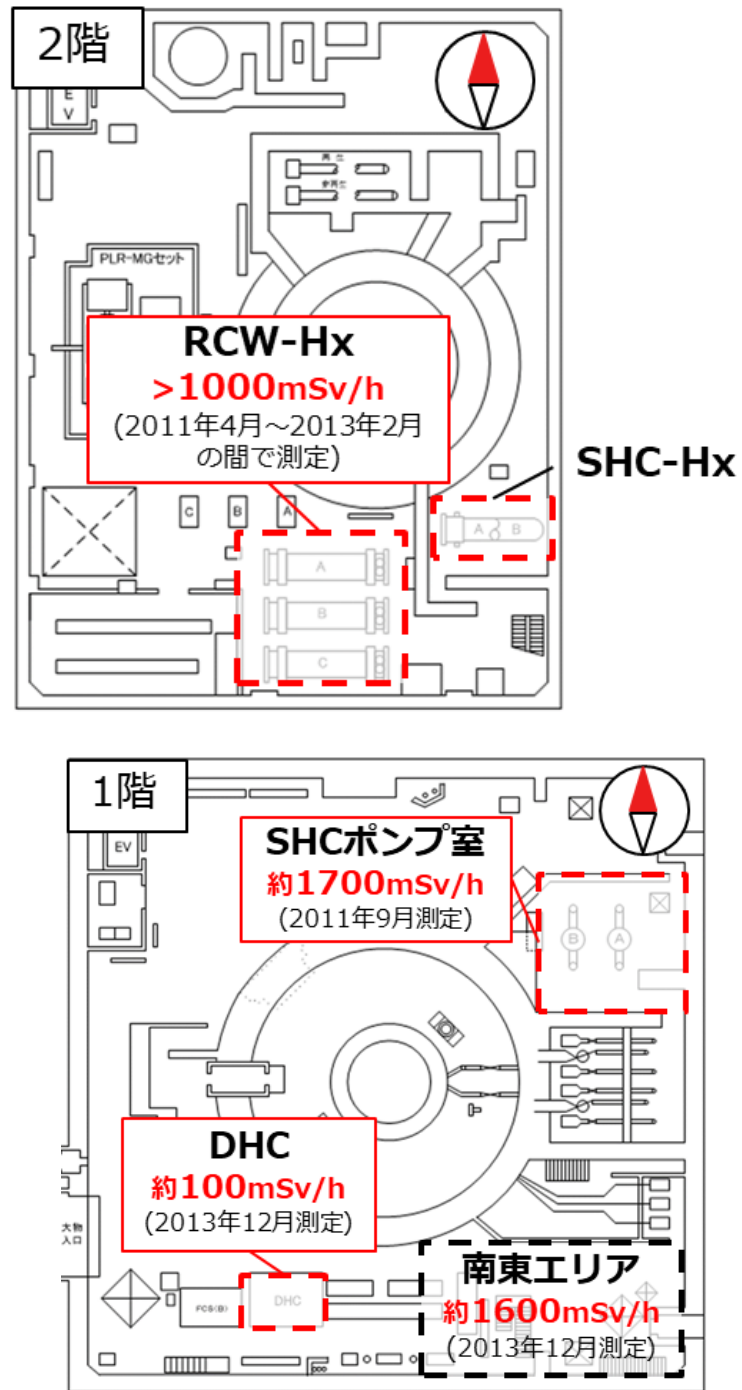


図 3.3.1 南東エリア周辺にある RCW 系の負荷及び近傍の線量率[4][6]

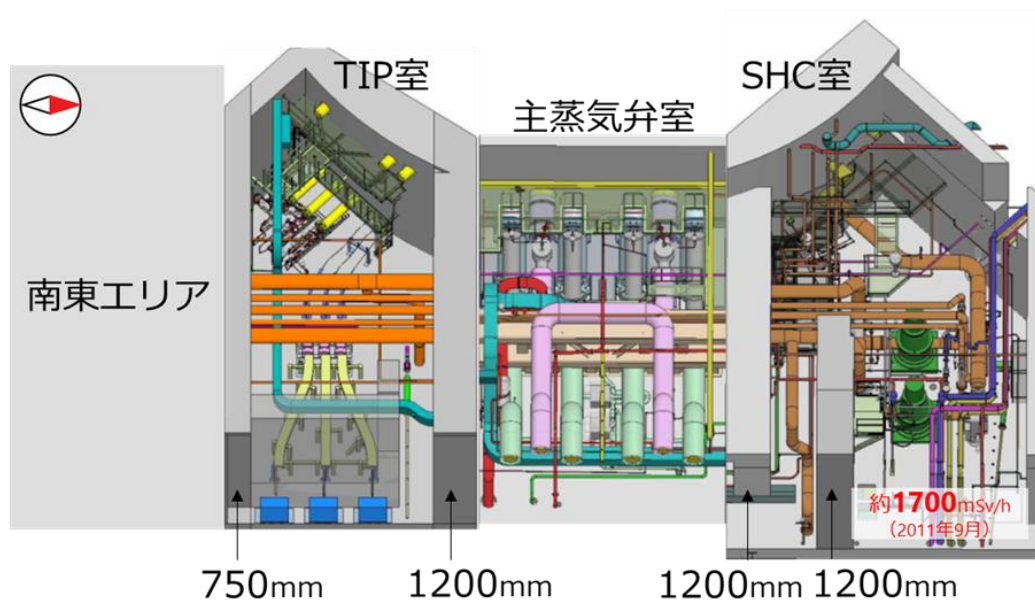


図 3.3.2 TIP 室、主蒸気弁室、SHC 室の位置関係
 (参考文献[8]を一部加工)

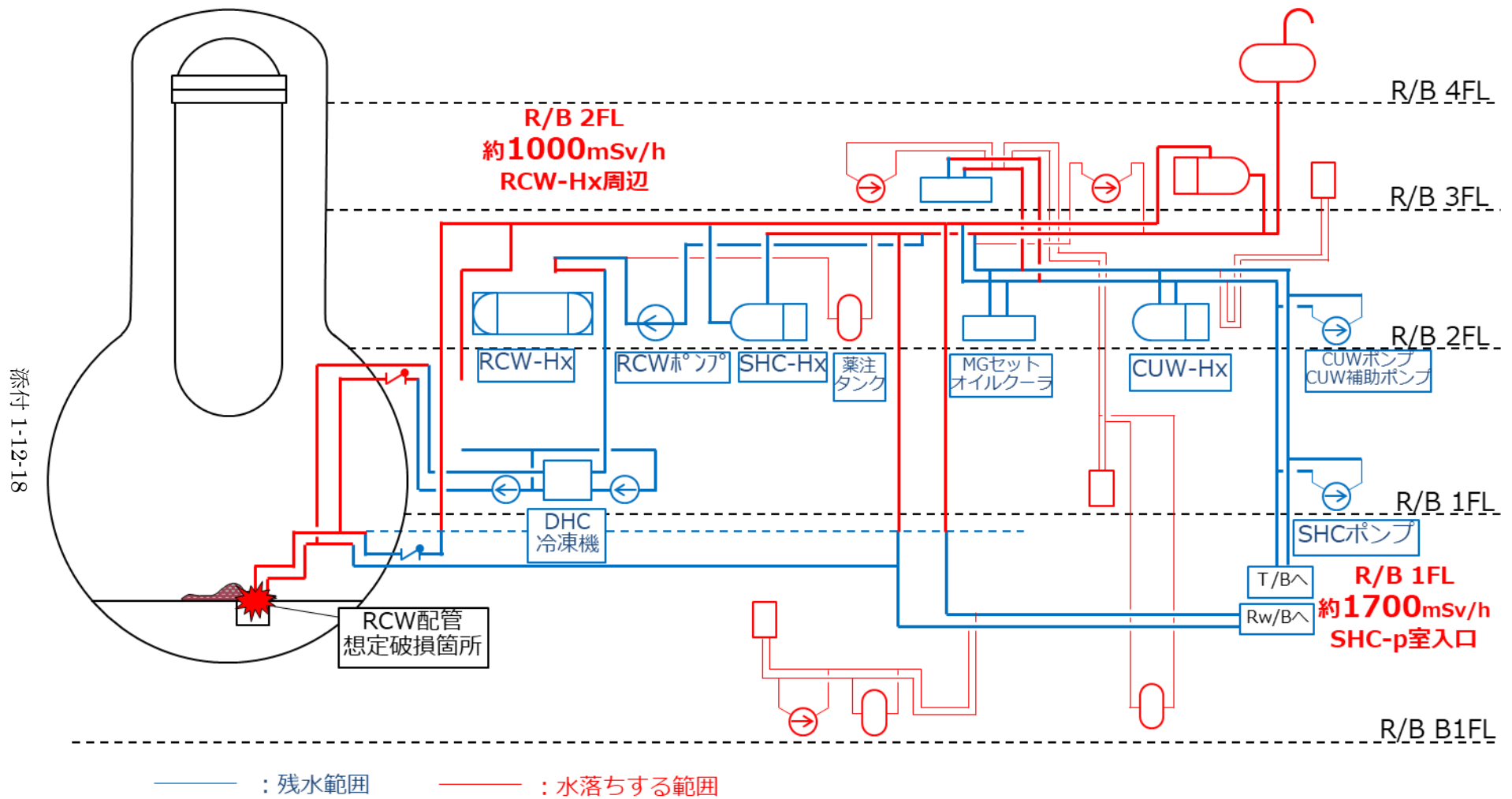


図 3.3.3 PCV 内の破損箇所からのみ水落ちした場合に想定される RCW 系統水の残水状況

3.4. 移動式炉内計装 (TIP) 室の汚染

(1) 汚染の原因

事故時、炉心が露出・過熱し、燃料が溶融したことにより、TIP 計装ドライチューブが破損し、TIP 計装内へ溶融燃料に起因する放射性物質が移行し、TIP 計装は高く汚染している可能性が考えられる。

2015 年 9 月 24 日～2015 年 10 月 2 日の 1 号機 TIP 室内調査で得られた TIP 室内の空間線量率を図 3.4.1 に、PCV ペネトレーションまわりのガンマカメラ写真を図 3.4.2 に示す。当初汚染が危惧されていた TIP 計装ペネトレーション (X-35A～D) では汚染は確認されていないが、隣の X-31 ペネトレーションでは約 300mSv/h の汚染が確認された。X-31 ペネトレーション内には主蒸気計装と SHC 計装が敷設されているが、どの計装が汚染しているかについては不明である。

(2) 汚染源からの放射線の影響

TIP 室内の空間線量率は最大でも約 300mSv/h (2015 年 10 月) である。一方、南東エリアの空間線量率は、半減期を考慮して 2013 年 12 月の測定値から 2015 年 10 月での空間線量率に換算した場合でも、1000mSv/h 以上であり、TIP 室の線量率は南東エリアの線量率よりも低いため、南東エリアの支配的な汚染原因とは考えられない。さらに、TIP 室と南東エリアの間の躯体コンクリートの厚さは 750mm であり、TIP 室からの放射線の影響は、南東エリアでは十分に減衰されることがわかる。したがって、TIP 室からの放射線による影響は無視できる程度であると考えられる。

(3) 汚染源からの放射性物質の移行

図 3.4.3 に X-31 ペネトレーションの画像を、図 3.4.4 に X-35 ペネトレーションの画像を示す。ガンマカメラで汚染の確認されている X-31 ペネトレーションに漏洩痕は確認できない。一方で、X-35A ペネトレーション下部には茶色い跡が確認できるものの、ガンマカメラでは汚染は確認されていない。また、図 3.4.1 から TIP 室内の空間線量率は X-31 ペネトレーションから離れるにつれて低くなっていることから、X-31 ペネトレーションの汚染はペネトレーション部分で留まっており、TIP 室内への放射性物質の移行は無かったものと考えられる。

(1) (2) (3) の検討結果から、TIP 室内の高線量箇所からの放射線は躯体コンクリートで十分遮へいされること、また、TIP 室内への放射性物質の移行は無いと考えられることから、TIP 室の汚染による南東エリアへの影響は支配的

でないと考えられる。

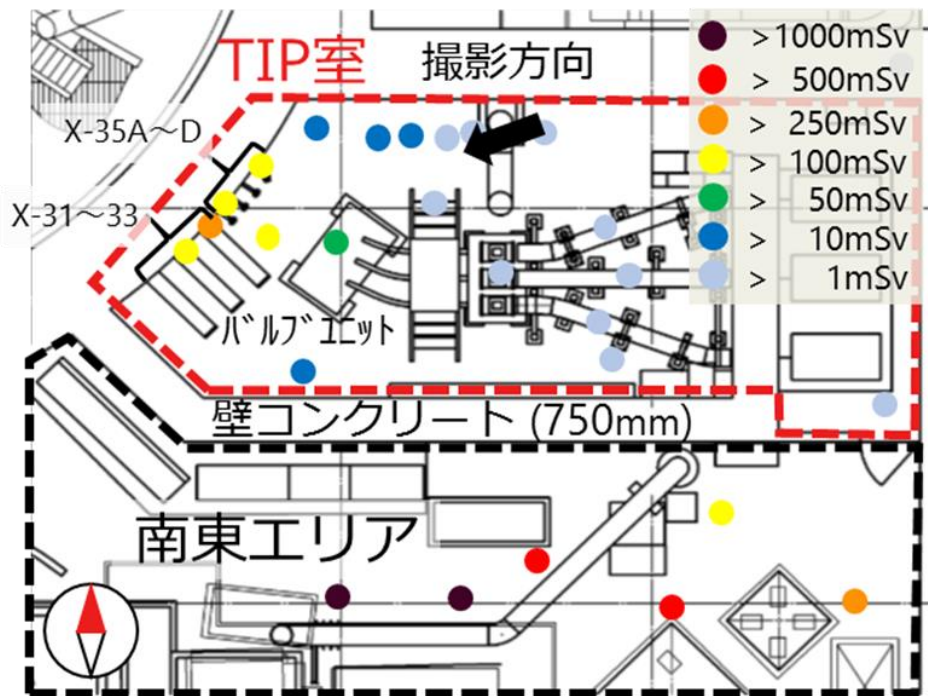


図 3.4.1 TIP 室の空間線量率（2015 年 9 月）及び
南東エリアの空間線量率（2013 年 12 月）
（参考文献[6][8]を加工）

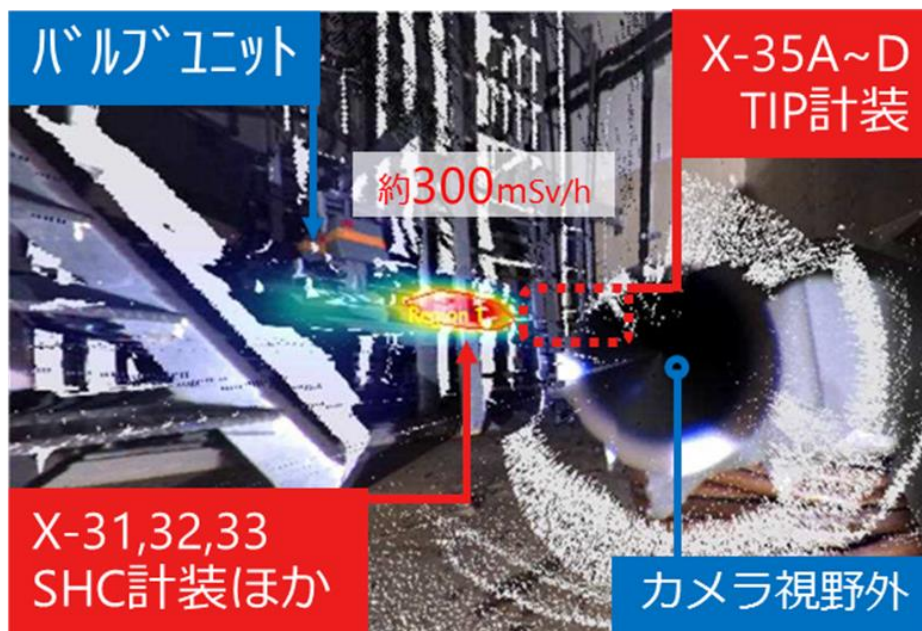


図 3.4.2 TIP 室のガンマカメラ写真（参考文献[8]を一部加工）

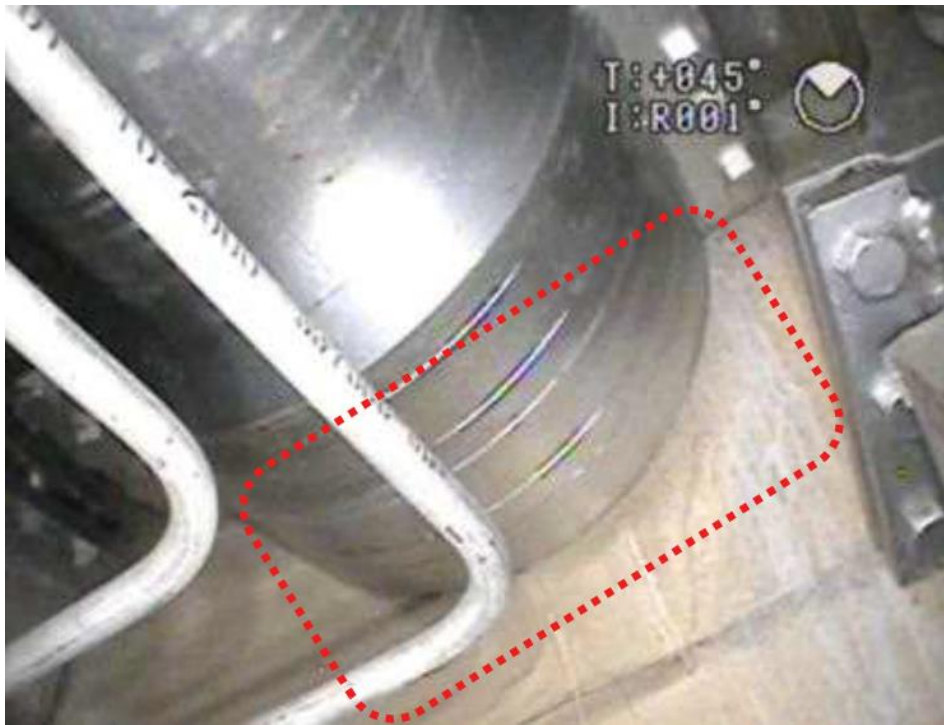
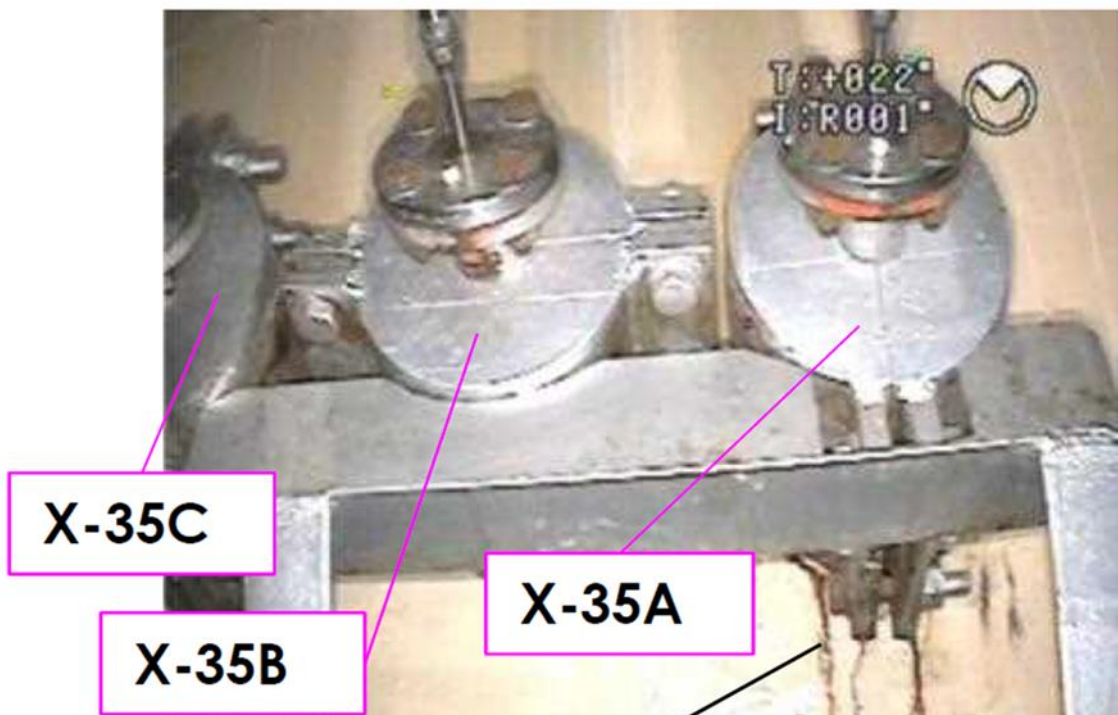


図 3.4.3 X-31 ペネトレーションの画像[8]



X-35A下部のみ茶色い跡あり

図 3.4.4 X-35 ペネトレーションの画像[8]

4. 柏崎刈羽原子力発電所の安全対策との関連

これまでの検討より、1号機1階南東エリアで観測された高線量率の原因はPCVベントに使用されたAC配管からの放射線の影響が支配的な要因と特定された。従って、柏崎刈羽原子力発電所の安全対策において、ベントラインからの放射線が事故対応操作に影響を与えないような対策が必要となる。

柏崎刈羽原子力発電所では、炉心の損傷を防止する対策や代替循環冷却を用いてPCVバウンダリを維持したままPCVを除熱する対策を実施していることに加え、PCVベントが必要になった場合に対しても、以下のような被ばく低減対策を実施している。

PCVベント実施時に開操作が必要な弁は中央制御室からの遠隔電動操作を可能とし、さらに二次隔離弁にバイパスラインを設けることで弁単体の故障によって遠隔電動操作によるPCVベントが実施不能とされない構成としている(図4.1)。また、ベントラインの弁は電源喪失時には二次格納施設外から人力や専用のポンペによる遠隔操作により開閉することが可能な設計としている(図4.1~4.4)。従って、炉心損傷後のベント操作時には遠隔手動操作をすることで、操作に伴う被ばくを低減できる。さらに、フィルタ装置及びヨウ素フィルタ並びにフィルタ装置に接続する屋外配管(フィルタ装置入口側)には遮へいを設置し、屋外作業についても被ばくの低減を図っている。なお、炉心損傷後のPCVベント操作について、被ばく線量の観点から十分に実施可能であることを評価により確認している。

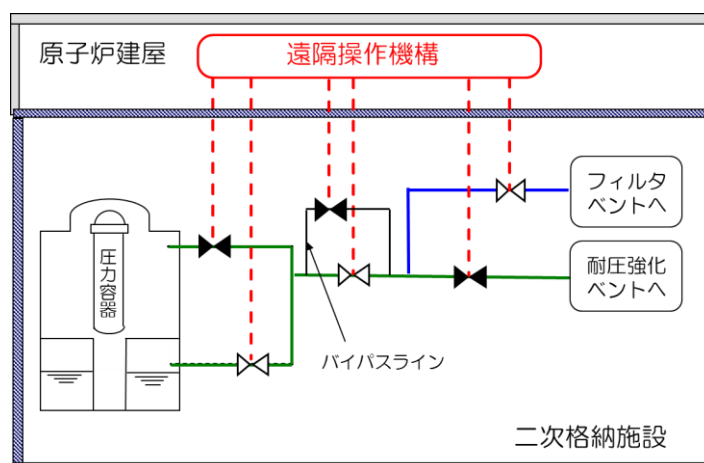


図 4.1 ベントラインの概略

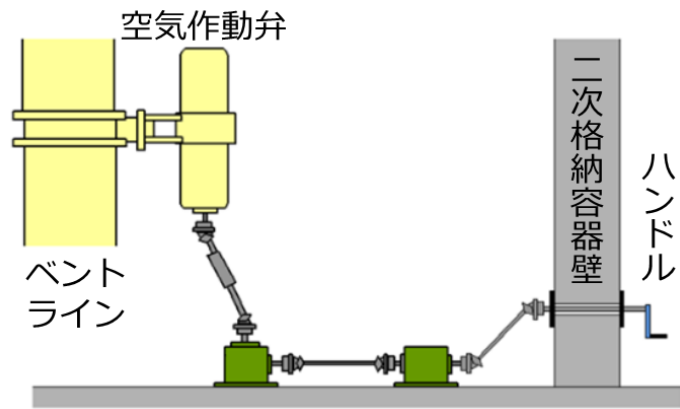


図 4.2 遠隔手動操作装置の概略



図 4.3 遠隔手動操作装置の操作の様子

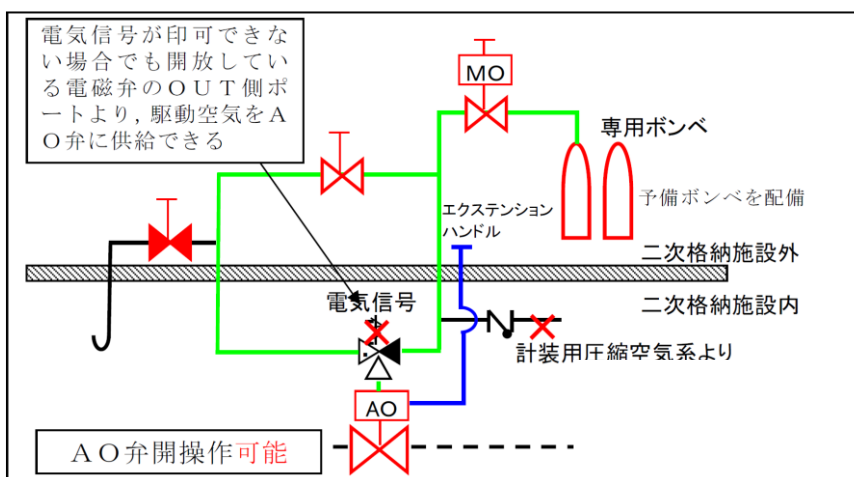


図 4.4 専用ポンペによる AO 弁操作機構の概要

5. まとめ

本資料では、1号機 R/B1 階南東エリアで観測された高線量率の原因を特定するため、原因となり得る汚染源を洗い出し、洗い出した汚染源についてそれぞれ（1）汚染の原因、（2）放射線の影響、（3）放射性物質の移行の観点から南東エリアへの影響を検討した。検討の結果、PCV ベントに使用された AC 配管からの放射線の影響が支配的であると特定した。検討結果を表 5.1 に示す。

表 5.1 検討結果の整理

考えられる汚染源	検討結果	検討結果の詳細		
		放射線の影響	放射性物質の移行	検討内容
湯気による汚染及びトールラス室の汚染	×	×	×	<ul style="list-style-type: none"> PCV 内滞留水由来の湯気が流出していたが、顕著な汚染ではなかった 躯体コンクリートの遮へいによる減衰でトールラス室からの寄与は限定的
不活性ガス系 (AC) 配管の汚染	○	○	×	<ul style="list-style-type: none"> AC 配管周辺で南東エリアと同程度の線量率を観測 汚染は配管に沿って分布し、漏えいは無し
原子炉補機冷却水系 (RCW) 配管の汚染	×	×	×	<ul style="list-style-type: none"> 躯体コンクリートの遮へいによる減衰で RCW 配管からの寄与は限定的 南東エリアへの RCW 系統水の漏えいは無し
移動式炉内計装系 (TIP) 室の汚染	×	×	×	<ul style="list-style-type: none"> 躯体コンクリートの遮へいによる減衰で TIP 室からの寄与は限定的 高線量率が観測された X-31 ペネトレーションから TIP 室内への漏えいは無し

参考文献

- [1] “1号機 原子炉建屋内調査結果”，東京電力株式会社，2011年6月4日
https://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/images/handouts_110604_01-j.pdf
- [2] “福島第一原子力発電所 1号機原子炉建屋1階床配管貫通部調査結果”，東京電力株式会社，2011年10月14日
https://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/images/handouts_120705_03-j.pdf
- [3] “2011/6/4 福島第一原子力発電所1号機の原子炉建屋1階における湯気確認状況”，東京電力ホールディングス株式会社 HP
https://www.tepco.co.jp/tepconews/library/archive-j.html?video_uuid=p5q96f46&catid=61707
- [4] “建屋内の空間線量率について”，東京電力株式会社，2013年3月22日
<https://www.tepco.co.jp/decommission/data/surveymap/pdf/2017/sv-u1-20130322-j.pdf>
- [5] “研究開発「格納容器漏えい箇所特定技術・補修技術の開発」にて開発中のS/C（圧力抑制室）上部調査装置の実証試験における1号機S/C上部調査結果（続報）およびトールラス室壁面調査結果について”，東京電力株式会社，2014年6月27日
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/140627/140627_01_035.pdf
- [6] “国プロ「原子炉建屋内の遠隔除染技術の開発」福島第一原子力発電所1号機原子炉建屋1階南側の調査結果について（速報）”，東京電力株式会社，2014年1月30日
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/140130/140130_01gg.pdf
- [7] “国プロ「原子炉建屋内の遠隔除染技術の開発」 原子炉建屋内汚染サンプルの分析 研究報告書”，技術研究組合 国際廃炉研究開発機構，2015年3月
- [8] “1号機原子炉建屋1階小部屋調査のうちTIP室調査結果について”，東京電力株式会社，2015年10月30日
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/genchicyousei/2015/pdf/1030_01g.pdf