

燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分野	項目	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後1ヶ月の予定		12月		1月				2月		3月		4月		備考	
			27	31	3	10	17	24	31	7	14	21	28	4	11			
R P V / P O C / 健康性維持	圧力容器/格納容器の健全性維持	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【研究開発】圧力容器/格納容器腐食に対する健全性の評価技術の開発(継続) 腐食抑制対策 窒素/パブリングによる原子炉冷却水中の溶存酸素低減実施(継続) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【研究開発】圧力容器/格納容器腐食に対する健全性の評価技術の開発(継続) 腐食抑制対策 窒素/パブリングによる原子炉冷却水中の溶存酸素低減実施(継続) 	【研究開発】PCV/RPVの耐震健全性を踏まえた冠水工法の成立性評価															
			<p>【研究開発】PCV補修や水位上昇を踏まえた機器の耐震強度の簡易評価</p> <p>各プラント想定状態に対する簡易評価</p> <p>【研究開発】腐食抑制策の開発</p> <p>腐食抑制剤候補の抽出</p> <p>副次影響の評価</p> <p>【研究開発】長期の腐食減肉量の予測の高度化</p> <p>長期腐食試験(10,000時間強)</p> <p>腐食減肉評価モデル式の構築</p> <p>【研究開発】ベDESTALの健全性評価(小型試験体による要素試験)</p> <p>【研究開発】ベDESTALの健全性評価(大型試験体による検証試験)</p> <p>取得した材料特性を用いたベDESTALの暫定評価(侵食量は仮定)</p>															
燃料デブリ取り出し準備	炉心状況把握	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【炉心状況把握解析】 【研究開発】事故時プラント挙動の分析(継続) 【研究開発】シビアアクシデント解析コード高度化(継続) 【研究開発】ミュオン透過法による測定と評価の準備作業(継続) 【現場作業】1号機ミュオン測定(継続) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【炉心状況把握解析】 【研究開発】事故時プラント挙動の分析(継続) 【研究開発】シビアアクシデント解析コード高度化(継続) 【研究開発】ミュオン透過法による測定と評価の準備作業(継続) 【現場作業】1号機ミュオン測定(継続) 	【炉心状況把握解析】															
			<p>【研究開発】事故時プラント挙動の分析</p> <p>事故関連factデータベース構築</p> <p>【研究開発】シビアアクシデント解析コード高度化</p> <p>【燃料デブリ検知技術の開発】</p> <p>1号機ミュオン測定結果の評価</p> <p>ミュオン測定装置の小型化検討</p>															
燃料デブリ取り出し準備	燃料デブリ性状把握	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【研究開発】燃料デブリ性状把握 金属デブリ物性評価、福島特有事象の影響評価(継続) TMI-2デブリ物性評価、分析手法確認(継続) MCCI生成物特性評価、金属セラミックス溶融体製作/物性取得(継続) 燃料デブリ分析測定技術開発(継続) 燃料デブリ輸送容器(B型)等検討(継続) 収納/保管に係る基礎特性評価等(継続) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【研究開発】燃料デブリ性状把握 金属デブリ物性評価、福島特有事象の影響評価(継続) TMI-2デブリ物性評価、分析手法確認(継続) MCCI生成物特性評価、金属セラミックス溶融体製作/物性取得(継続) 燃料デブリ分析測定技術開発(継続) 燃料デブリ輸送容器(B型)等検討(継続) 収納/保管に係る基礎特性評価等(継続) 結果整理(新規) 	【研究開発】燃料デブリ性状把握															
			<p>・機械物性評価(金属デブリ、福島特有事象)</p> <p>・MCCI生成物特性評価、金属セラミックス溶融体製作/物性取得</p> <p>物性特性試験</p> <p>金属セラミックス溶融体製作試験</p> <p>材料特性評価</p> <p>燃料デブリ測定/分析技術開発、輸送容器等検討</p> <p>材料腐食試験等</p> <p>輸送容器検討</p> <p>収納/保管に係る基礎特性評価等</p> <p>含水・乾燥試験等</p> <p>結果整理</p> <p>新規追加</p>															
燃料デブリ取り出し準備	燃料デブリ臨界管理技術の開発	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【研究開発】燃料デブリ臨界管理技術の開発 臨界評価(継続) 炉内の再臨界検知技術の開発(継続) 臨界防止技術の開発(継続) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【研究開発】燃料デブリ臨界管理技術の開発 臨界評価(継続) 炉内の再臨界検知技術の開発(継続) 臨界防止技術の開発(継続) 	【研究開発】燃料デブリ臨界管理技術の開発															
			<p>臨界評価</p> <ul style="list-style-type: none"> 臨界評価(最新知見の反映、複数工法を考慮した臨界シナリオの見直し) 臨界時挙動評価(PCV上部水張り時に必要な機能整備、PCV水張り時挙動評価の精緻化、燃料デブリ取出し時に必要な機能検討) 臨界管理手法の策定(臨界管理の考え方整理、燃料デブリ取出し時臨界管理手法の策定、臨界誘因事象の整理・対策検討) <p>炉内の再臨界検知技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 再臨界検知システム(複数工法への適用検討、未臨界度推定アルゴリズムの実証試験方法検討) 臨界近接検知システム(臨界近接検知手法の選定、システム仕様策定、適用性確認試験方法計画・準備、デブリ取出し作業への適用性検討) <p>臨界防止技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 非溶解性中性子吸収材(候補材の耐放射線試験、核的特性確認試験準備、投入時均一性担保のための適用工法検討、必要投入量評価) 溶解性中性子吸収材(水張り前のボウ酸水置換方法検討、ボウ酸水適用時の水質管理方法の検討) 															
燃料デブリ取り出し準備	燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発 燃料デブリ収納缶の要求事項の洗い出し・抽出(継続) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発 燃料デブリ収納缶の要求事項、安全評価に関わる検討(継続) 	燃料デブリ収納缶の要求事項、安全評価に関わる検討															
			基本仕様検討															

デブリ検知技術の開発 実証試験予定
2号機:2015年度(調整中)

MCCI生成物特性評価

燃料デブリ測定/分析技術開発

収納/保管に係る基礎特性評価等

H27年度末までに燃料デブリ収納缶の基本仕様決定

「格納容器内部調査技術の開発」

～ 1号機ペデスタル外地下階調査技術の開発 ～

2016年1月28日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構(IRID)

東京電力(株)

1. 1号機ペデスタル外調査技術の開発ステップ

【調査ステップ】

(1) X-100Bペネからの調査

① PCV内の1階グレーチング上の情報を取得。 : **B1**

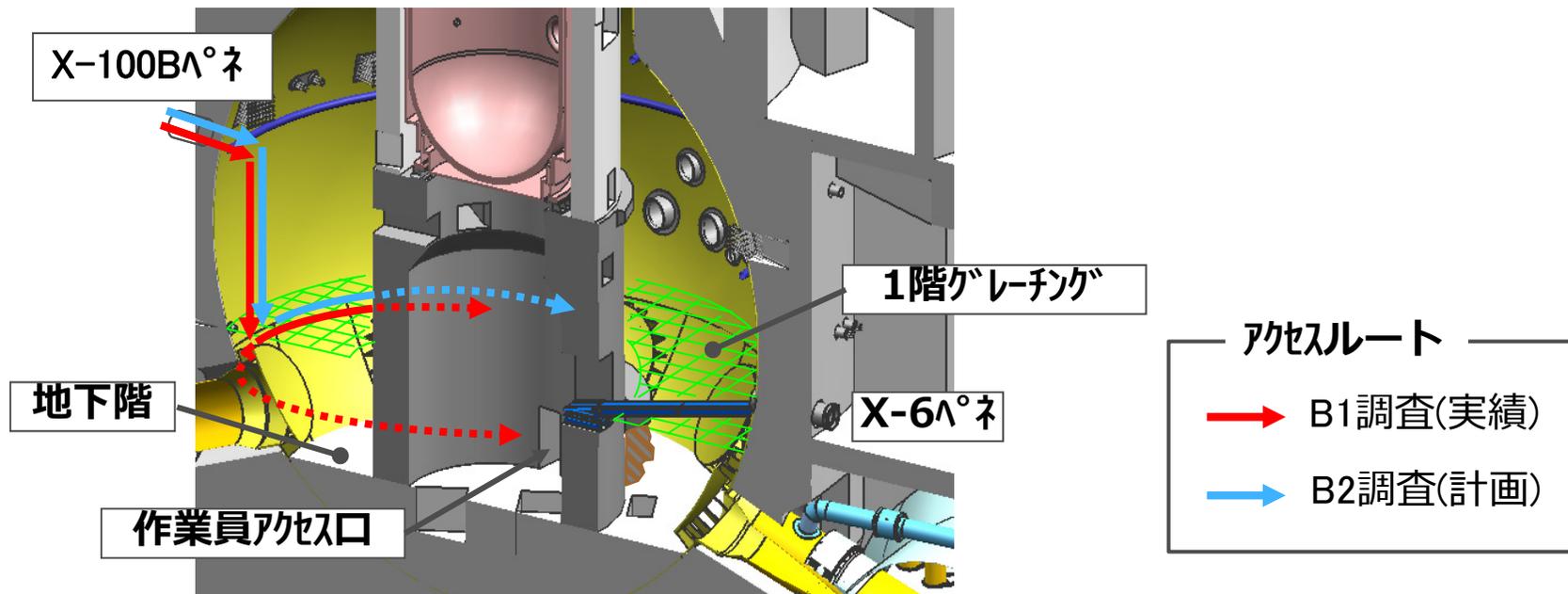
② ペデスタル外側地下階の燃料デブリ広がり状況を確認。 : **B2**

(2) ペデスタル外側地下階の更なる状況把握を行う。 : 次調査 (必要に応じて実施)

B1 : ペデスタル外1階グレーチング上調査
(2015年4月実証済)

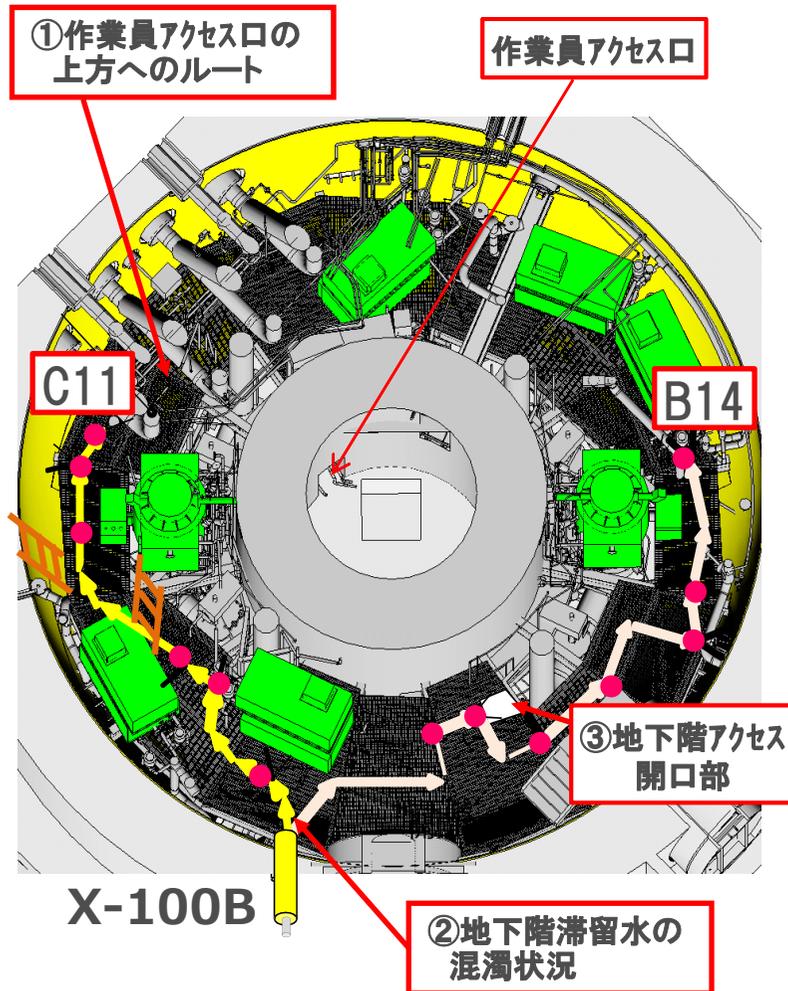
B2 : ペデスタル外地下階状況調査

次調査



2. B1調査による取得情報

B2調査に向けた情報の整理



No.	項目	B1で得られた情報	B2調査への活用
①	作業員アクセス口の上方へのルート	・C11から作業員アクセス口上方へ接近できる可能性有り	・1階グレーチング上から作業員アクセス口上方へ接近
②	地下階滞留水の混濁状況	・地下階構造物への接触により, 堆積物の拡散で視界が遮られた	・地下階走行時は, 視認性確保が困難
③	地下階アクセス開口部	・開口部までのルート上に大きな障害物無し ・開口部周辺に障害物無し	・手摺りや蹴止めの間から, 地下階に降下可能であることを確認

3. B1調査等での取得画像

① 作業員アクセス口上方へのルート (MS配管付近)

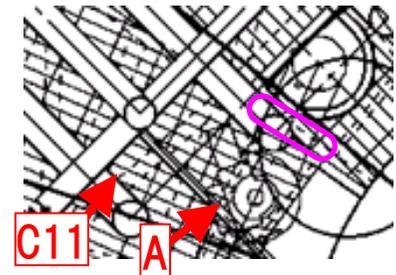


B1調査で取得した画像(C11)

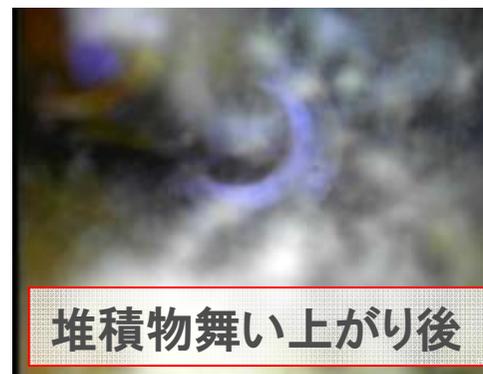


定検時(事故前)の写真(A)

作業員アクセス口
近傍へ接近し、
センサ降下により
地下階状況を
調査



② 地下階滞留水の混濁状況 (B1調査後、常設監視計器を再設置した際の画像)



地下階の堆積物に
接触した場合、
視界不良となり
目視・走行が困難

4-1. B2調査技術の検討結果

従来計画よりも、PCV内地下階調査の実施可能性を高める方法を検討し、以下の結論を得た。

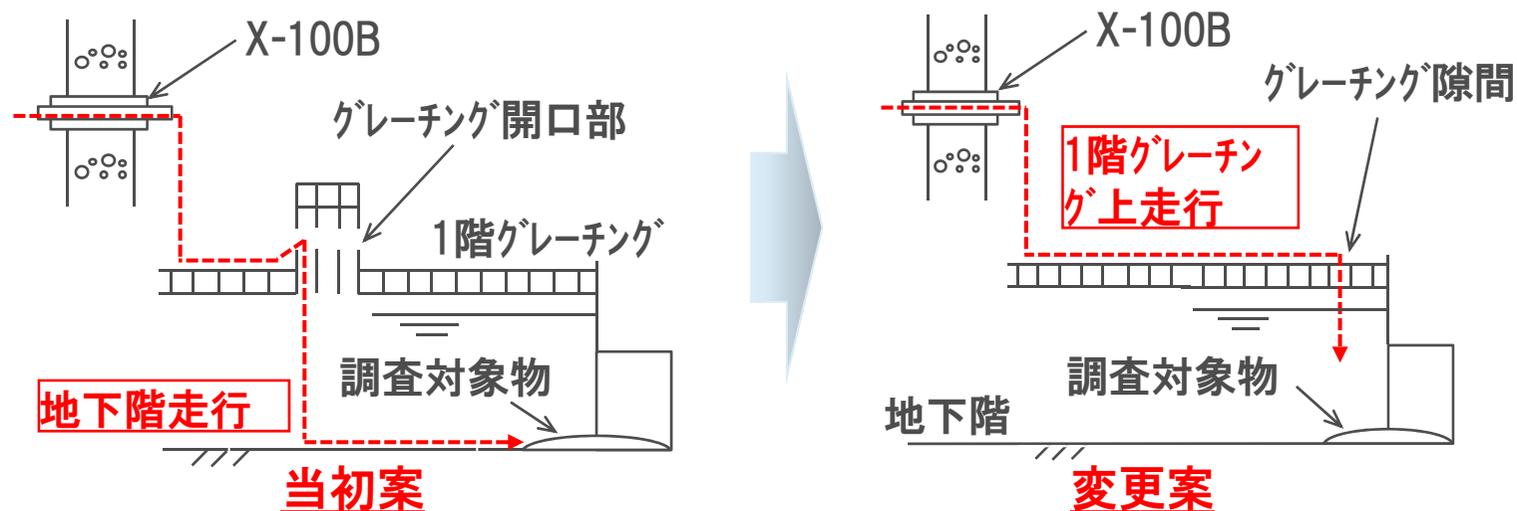
- ・1階グレーチング上を走行し、調査対象位置上部に移動する。

当初は地下階走行を検討していたが、B1調査結果およびB1調査後の常設監視計器再設置時の状況から、1階グレーチング上走行の成立可能性(※1)と地下階走行の課題(※2)が明らかとなったため、**1階グレーチング上を走行する方式に変更する。**

(※1) C11より先のアクセスルートが確保できる可能性有り

(※2) 地下階堆積物による走行性の低下,視認性の確保の困難性

- ・線量計/カメラ等を降下させ測定し、燃料デブリの広がり状況を推定する。



現地実証の時期としては、2016年度中の現地実証が想定される。

4-2 要素技術検討状況

■新たなB2調査装置に必要な要素技術を検討し、以下の結論を得た。

(1) 燃料デブリの推定方法

- ・シミュレーションにより、燃料デブリの広がり、線量率分布の関係を評価し、線量測定結果から燃料デブリの広がりを推定する方法を策定。
- ・線量率を測定するための小型水中線量計を製作し、基本性能を確認。

(2) 地下堆積物が目視調査に与える影響

- ・カメラによる燃料デブリの分布状態、近接目視による燃料デブリ表面状態の評価方法を検討し、要素試験計画を策定。

(3) 機構成立性

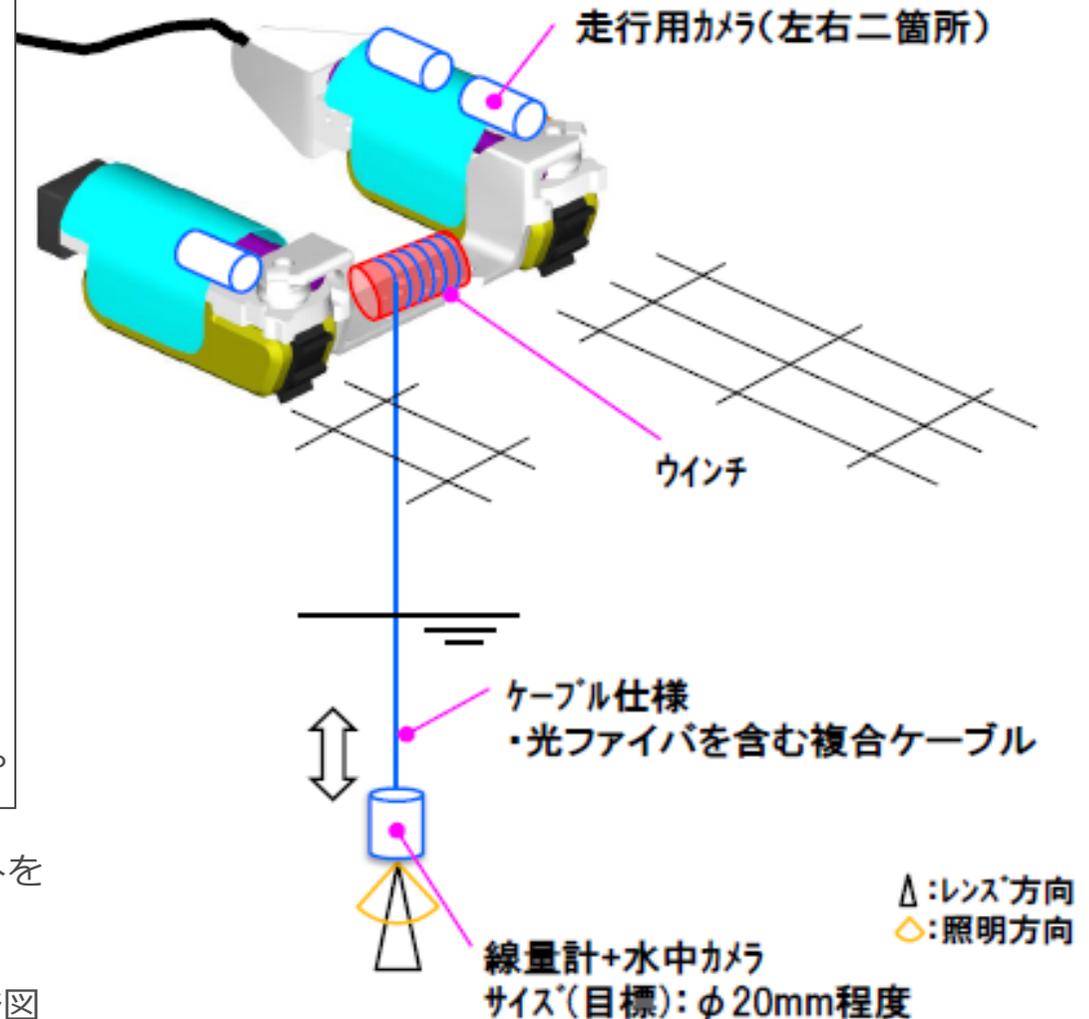
- ・グレーチングの隙間から降下可能なセンサ構造を検討。
- ・センサ吊り降ろし機構の構造を検討し、試作により成立性を確認。

参考 1 . B2調査装置のコンセプト

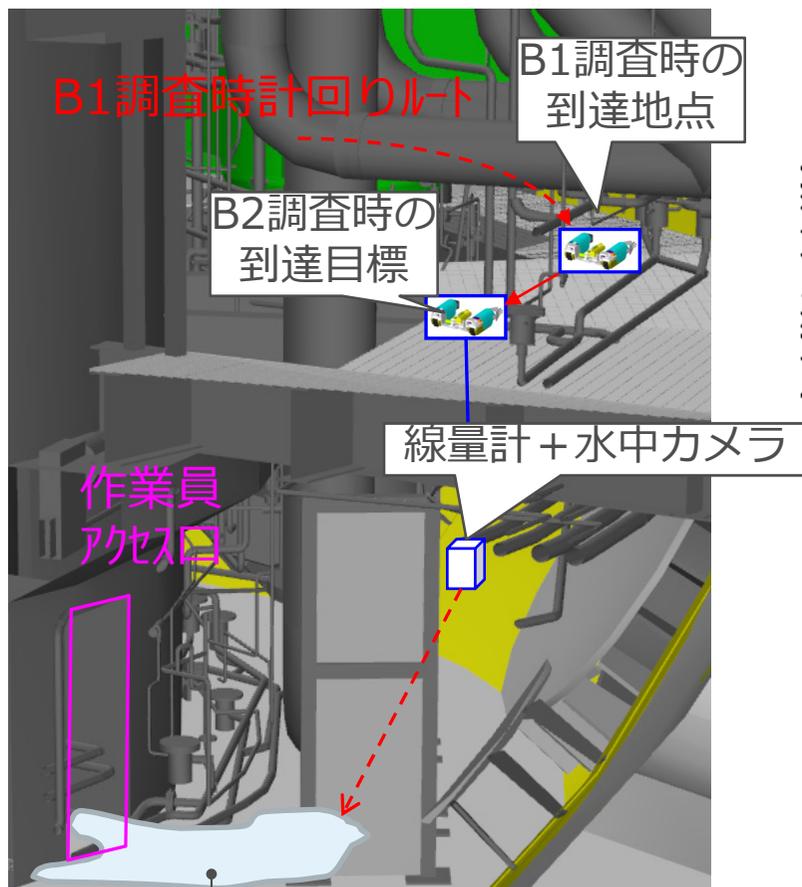
【コンセプト】

- (1) ベースのモットは、B1調査で開発した形状変化型モットを活用
- (2) グレーチングから線量計/カメラを降下させ調査を実施
- (3) 地下階の目視及び線量率分布から燃料デブリの広がり状況を推定。

(注) イメージ図は、IRIDで検討したコンセプトを踏まえた現状の案です。
今後の開発・要素試験の状況を踏まえ、さらなる見直し・改良により、当イメージ図は変更の可能性があります。

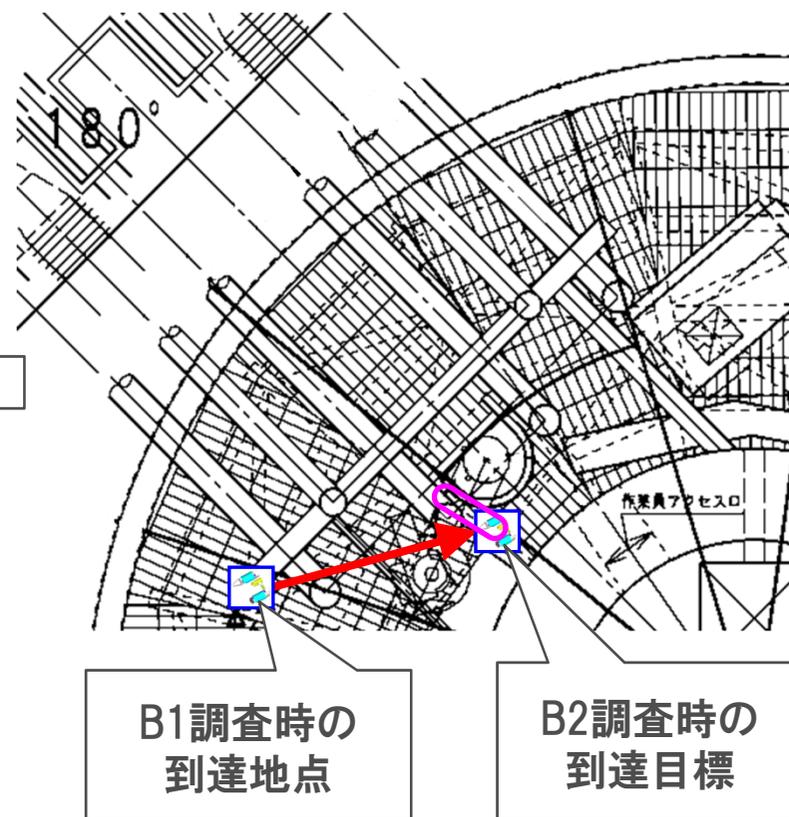


参考 2 . B2調査イメージ



燃料デブリの広がり(イメージ)

作業員アクセス口周辺の調査イメージ



1階グレーチング部分平面図

2号機X-6ペネ周辺 除染実施状況について

2016年1月28日
東京電力株式会社



東京電力

1. X-6ペネ周辺 除染手順・手法

作業手順	手法
1. 床面溶出物除去	①溶出物掻き取り(実施済み)
	②溶出物吸引回収(実施済み)
2. 床・壁・天井・X-6ペネ表面除染 ※床からの線量寄与が大きいため、天井・床の除染効果確認は床の線量低減後に行う。	③スチーム洗浄(洗浄水にクエン酸含む)(床面実施済み)
	④化学除染(泡)(実施済み)
3. 床面除染	⑤表面研削(今回報告)

①床面溶出物の掻き取り
Warrior+スコップ



②溶出物吸引回収
Warrior+業務用掃除機



③スチーム洗浄(イメージ)
Warrior+業務用スチームクリーナー



⑤表面研削
Warrior+研削機



2. X-6ペネ周辺 床面線量の推移(ブロック撤去～表面研削まで)

- 溶出物除去により、左～中は線量が低減している傾向。
- スチーム洗浄後は、線量が増加している箇所と減少している箇所を確認。
- 化学除染後、全ての測定点において線量レンジ内(<12Sv/h)内に線量が減少。また、スチーム洗浄で上昇した箇所も溶出物撤去後に近い線量まで減少。
- 床面研削(5回)以降、更なる研削を実施したところ、ダストが上昇したため、研削を中断。研削後の汚染除去のため、線量低減実績のある化学除染を実施。
- 床面研削以降は、部分的な線量低下は見られたものの、全体的な低下は確認できなかった。



左 中 右

● : 測定ポイント

- ※1: ペネフランジと測定器が干渉するため測定せず
- ※2: ブロック撤去作業前後は未測定。除染効果確認のため追加した測定ポイント

【コリメータ付γ線量計測定結果】

1/19測定結果 [Sv/h-γ]

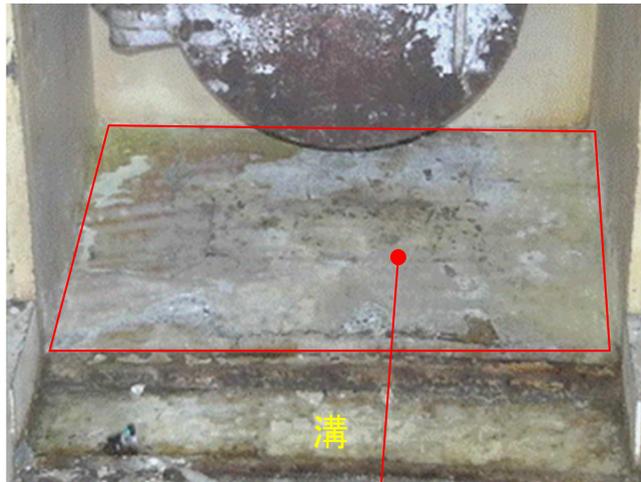
測定ポイント	ブロック撤去後	溶出物除去後	スチーム洗浄(2回)後	化学除染(7回)後	表面研削(5回)後※3	化学除染(2回)後※3
左	A	-※1	-※1	-※1	-※1	-※1
	B	0.8	0.2	0.4	0.2	0.5
	C	-※2	0.5	0.7	0.5	0.7
	D	7.2	1.1	2.6	1.3	1.9
	E	8.0	5.1	5.8	4.5	3.6
中	A	-※1	-※1	-※1	-※1	-※1
	B	1.0	0.4	2.8	0.4	1.3
	C	-※2	4.6	4.1	3.1	2.6
	D	>10	6.7	>10	4.2	7.0
	E	9.4	6.7	7.8	5.0	5.4
右	A	-※1	-※1	-※1	-※1	-※1
	B	1.2	2.3	1.7	1.7	2.2
	C	-※2	4.6	3.3	2.9	3.1
	D	>10	>10	>10	9.8	6.5
	E	8.0	8.4	9.5	5.6	6.5

※3: β線によりコリメータ用鉛から制動X線(荷電粒子が電場の中で急に減速されたり進路を曲げられたりした際に発生する電磁波)が発生しγ線線量測定結果に影響を及ぼす可能性があることから、コリメータ用鉛にゴムシートを貼り付けてβ線を遮蔽し線量測定を実施。

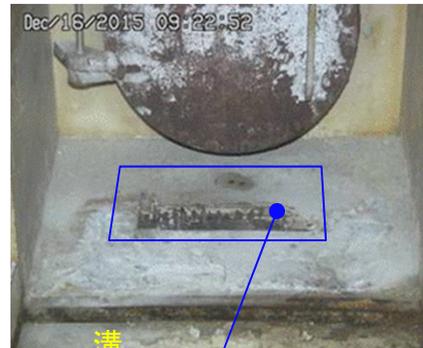
3. 「除染」 表面研削(床面) 作業状況

- 溝から奥側を最大2.5mm程度(塗装面含む)の研削を実施
- 溝の研削は未実施
- 研削の結果、埋設金属を確認。
- 1/7にダスト上昇が確認されたため、作業中断。
- 研削後、化学除染による表面汚染除去を実施したが線量が低下しなかったことから、浸透汚染があると判断。今後も研削が必要であるため、ダスト対策を再検討する。

①床面研削前



上記範囲を研削実施



※研削後、床面中央に埋設
プレートを確認

②床面研削中



Warriorに小型研削機を把持させ
床面を研削

4. 「除染」 化学除染(床面)(切削後) 作業結果

- 床面への化学除染を計2回実施。化学除染後は仕上げとしてモップ拭きを実施。
- 線量低減効果は表面 γ 線量からは確認できず。

①化学除染前



③仕上げ(モップ拭き後)



②化学除染後



5. X-6ペネ小部屋内の除染工程と今後の計画

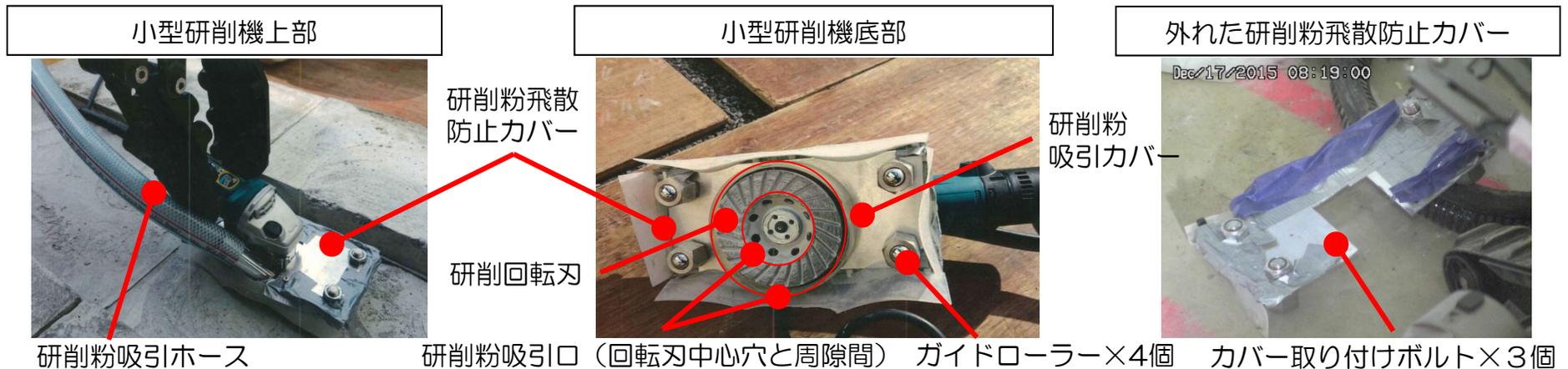
- 内部調査開始のためには、床表面線量を概ね100mSv/hまで低減する必要がある。
- 目標線量まで線量低減できなかったため、ダスト対策等含め線量低減対策について改めて検討を行う。
- 内部調査は、検討結果および除染状況に応じて実施する。

【X-6ペネ小部屋内除染工程及び今後の原子炉格納容器内部調査工程】

		2015年			2016年		
		10月	11月	12月	1月	2月	3月
除染	準備工事	■					
	溶出物除去(掻き取り/吸引)		■				
	床・壁・天井・X-6ペネ表面除染(スチーム/化学除染)		■				
	床面除染(表面研削・化学除染)			■			
	線量低減再検討・追加対策準備					■ 調整中	
内部調査	遮へい・フランジ下部滴下対策・溝埋設等				■ 内部調査は除染状況に応じて実施		
	X-6穿孔						
	内部調査						

参考. X-6ペネ床面研削時のダスト対策について(12/17)

- 事象:平成27年12月17日に2号機原子炉建屋排気設備入口ダスト濃度で約1.0E-3Bq/cm³まで上昇を確認。
※構内及びモニタリングポストのダストモニタ指示値を確認した結果、周辺環境への影響は無かったと判断
- 原因:X-6ペネ床面研削時、研削粉飛散防止カバーの外れ、及び、研削粉吸引機の不調が発生し、1階北西エリアに高濃度のダストが発生したことが原因



- 再発防止追加対策
 - 研削粉飛散防止カバーの外れ
 - ✓ 研削1バッチ毎にカバー取り付けボルトの緩み、ガタツキ等の目視確認(カメラ確認)を実施
 - ✓ 取り付けボルトをロックタイトにより固定し、さらに、アルミテープによりカバーが外れない補強を実施する。
 - 研削粉吸引機の不調
 - ✓ 小部屋に吸引機を追加設置し、2重の吸引対策を実施
 - ✓ 集塵機の吸引性能低下防止として、1作業毎に「塵落とし機能」を作動しフィルタ目詰まりを解消。また、線量上昇に関わらず、定期的に交換を実施。
 - ダストモニタリング
 - ✓ 1階屋内のダストモニタリングを30分毎に実施しダスト濃度を確認。ダスト濃度の管理値を定め作業継続可否を判断(※1階屋外は1時間毎に確認)

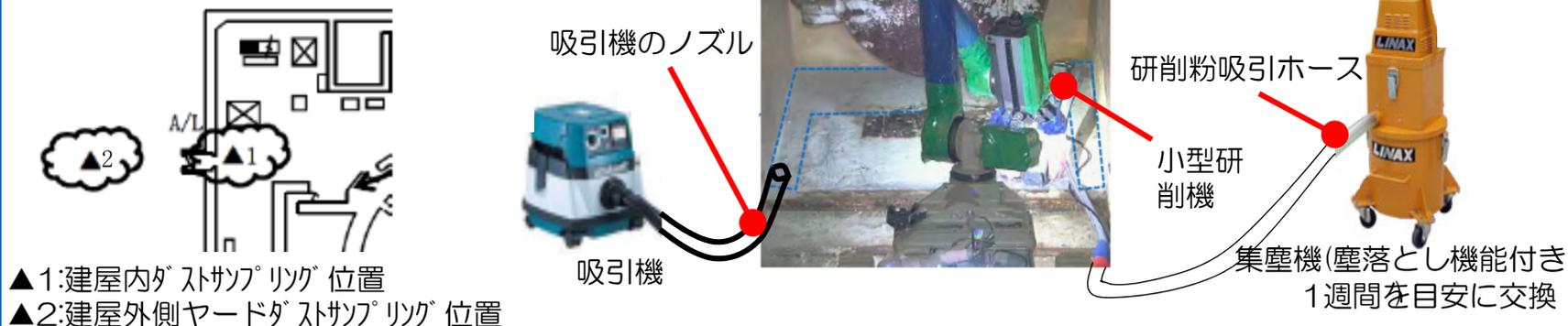
参考. X-6ペネ床面研削時のダスト上昇について(1/7発生)

■ 事象(時系列)

(集塵機、研削機、吸引機設置)

7:10	研削作業開始	
7:21	ダストの舞い上がりを確認	作業中止
7:32	北西エアロック建屋内側にてダストサンプリングを実施(1回目)	測定結果: 12kcpm
7:40	装置関連をX-6ペネより撤収	
8:05	北西エアロック建屋内側にてダストサンプリングを実施(2回目)	測定結果: 70kcpm
8:10	北西エアロック建屋の外側ヤードにてダストサンプリングを実施	測定結果: 6kcpm (BG同等)
8:40	北西エアロック建屋内側にてダストサンプリングを実施(3回目)	測定結果: 30kcpm
9:13	北西エアロック建屋内側にてダストサンプリングを実施(4回目)	測定結果: 15kcpm
8:12-10:12	原子炉建屋排気設備入口ダスト濃度	測定結果 Cs-137 1.0E-03Bq/cm ³ Cs-134 2.4E-04Bq/cm ³

■ ダスト監視位置および装置構成



■ 推測原因

上昇原因は調査中であるが、汚染の高い床面を切削したためダスト濃度が上昇した可能性がある。吸引ホースの屈曲も原因の可能性として考えられるが、切削作業時に屈曲していたかは確認できていない。