

工程表全体の変更点: 工程を細分化し、新たに線表を追加

燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後1ヶ月の予定		4月				5月				6月				7月				8月				備考
			31	3	10	17	24	31	7	14	下	上	中	下	末	上	中	下	末						
建屋内除染	共通	(実績) ○【研究開発】建屋内遠隔除染装置の開発(継続) (予定) ○【研究開発】建屋内遠隔除染装置の開発(継続)	検討・設計	【研究開発】建屋内遠隔除染装置の開発 高所除染装置の開発																		完了時期 ・高所除染装置: 2015年12月 ・上部階除染装置: 2015年3月 ・地下階除染概念検討: 2015年12月			
	1号	(実績) ○【検討】R/B1階南側高線量機器対策検討(継続) (予定) ○【検討】R/B1階南側高線量機器対策検討(継続)	検討・設計	【検討】R/B1階南側高線量機器対策検討 線量低減全体シナリオ策定						【検討】R/B1階小部屋(SHC室、主蒸気室、TIP室)調査検討				DHC配管・AC配管線量低減検討								完了時期 ・南側高線量機器対策 DHC配管・AC配管線量低減: 2015年3月 ・小部屋調査: 2015年12月			
	2号	(実績) ○【検討】R/B1階高所線量低減・中～低所ホットスポット対策検討(継続) (予定) ○【検討】R/B1階高所線量低減・中～低所ホットスポット対策検討(継続) ○R/B1階ダクト線量低減(新規)	検討・設計	【検討】R/B1階高所線量低減・中～低所ホットスポット対策検討																		(低所除染まで(現状)で作業可能) ①PCV内部調査【北西】: 2015年8月			
	3号	(実績) ○R/B1階除染作業(継続) ○R/B1階作業エリア遮へい設計・検討(継続) (予定) ○R/B1階除染作業(継続) ○R/B1階作業エリア遮へい設計・検討(継続)	検討・設計	【検討】R/B1階 作業エリア遮へい設計・検討																		(中所以下の除染・撤去・遮へい作業) ①PCV1stエントリ(X-53)【北西】: 2015年7月準備作業開始 2015年度下半期(工事) ②PCV下部調査 ベント倉庫調査 2015年8月準備作業開始			
格納容器調査・補修	共通	(実績) ○【研究開発】格納容器補修・止水技術の開発(継続) ○【研究開発】格納容器水張りまでの計画の策定(継続) (予定) ○【研究開発】格納容器補修・止水技術の開発(継続) ○【研究開発】格納容器水張りまでの計画の策定(継続)	検討・設計	【PCV下部止水技術の開発(S/C脚部補強、ベント管止水、S/C内充填(ダウンカマ)止水、ガイドパイプ設置、1号機真空破壊ライン止水)】試験計画策定等																					
	1号	(実績)なし (予定)なし	現場作業																						
	2号	(実績)なし (予定)なし	現場作業																						
	3号	(実績)なし (予定)なし	現場作業																						
	共通	(実績) ○【研究開発】格納容器内部調査技術の開発(継続) ○【研究開発】圧力容器内部調査技術の開発(継続) (予定) ○【研究開発】格納容器内部調査技術の開発(継続) ○【研究開発】圧力容器内部調査技術の開発(継続)	検討・設計	【研究開発】PCV内部調査技術の開発 PCVベテスタル内側プラットフォーム調査装置の開発																					
	1号	(実績)なし (予定)なし	現場作業	調査装置の操作性検証・トレーニング																					
	2号	(実績)なし (予定)なし	現場作業	X-6ベネ用遮へいブロック撤去装置の操作性検証・トレーニング																					
燃料デブリ取り出し	共通	(実績) ○【研究開発】格納容器内部調査技術の開発(継続) ○【研究開発】圧力容器内部調査技術の開発(継続) (予定) ○【研究開発】格納容器内部調査技術の開発(継続) ○【研究開発】圧力容器内部調査技術の開発(継続)	検討・設計	PCVベテスタル内(CRD下部、プラットフォーム上、ベテスタル地下階)調査技術の開発																					
	1号	(実績)なし (予定)なし	現場作業	PCVベテスタル外(ベテスタル地下階、作業員アクセス口)調査技術の開発																					
	2号	(実績)なし (予定)なし	現場作業	【研究開発】RPV内部調査技術の開発 公霧前準備作業						穴あけ技術・調査技術の設計															
	3号	(実績)なし (予定)なし	現場作業							サンプリング技術の概念検討															
共通	(実績)なし (予定)なし	現場作業	【研究開発】2号機PCV内部(ベテスタル内)調査 準備作業																		PCV内部調査実施試験予定 2号機内部調査 2015年8月～				
1号	(実績)なし (予定)なし	現場作業	X-6ベネ前遮へいブロックの撤去作業																						
2号	(実績)なし (予定)なし	現場作業																			X-6ベネ孔あけ 準備作業 内部調査				
3号	(実績)なし (予定)なし	現場作業																			X-53ベネ周り干渉物撤去 3号機内部調査 2015年10月				

工程表全体の変更点: 工程を細分化し、新たに線表を追加

燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後1ヶ月の予定		4月		5月					6月			7月	8月	備考
		凡例															

-  : 検討業務・設計業務・準備作業
-  : 状況変化により、再度検討・再設計等が発生する場合
-  : 現場作業予定
-  : 天候状況及び他工事調整により、工期が左右され完了日が暫定な場合
-  : 機器の運転継続のみで、現場作業（工事）がない場合
-  : 2014年9月以降も作業や検討が継続する場合は、端を矢印で記載
-  : 工程調整中のもの

「原子炉格納容器内部調査技術の開発」

ペDESTル内側_プラットフォーム上調査(A2調査)の
現地実証試験のうち
X-6ペネ用遮へいブロック撤去の実施について

2015年5月28日

東京電力株式会社



東京電力

IRID

本資料の内容においては、技術研究組合国際廃炉研究開発機構(IRID)の成果を活用しております。

1. 2号機 PCV内部調査計画

【調査対象部位】: プラットホーム上(プラットフォーム上面, CRDハウジング下部)及び下(地下階)

【調査及び装置開発ステップ】

(1) X-6ペネ(Φ115mm)からの調査

・X-6より、ペデスタル内部プラットフォームの状況調査を行う。: A2(今回の調査対象)

(2) X-6(孔径拡大、またはペネ開放)からの調査(2016年度~): A3~A4

・ペデスタル内部の状態が不明であることから、A2調査の結果を調査装置の設計・開発にフィードバック。

・デブリ形状計測装置を投入し、ペデスタル内部の調査を行う。

・調査装置をPCV内部に投入するために必要な開口を、孔径拡大、またはペネ開放により設ける。

A1. CRDレール状況調査(2013/8実施済)

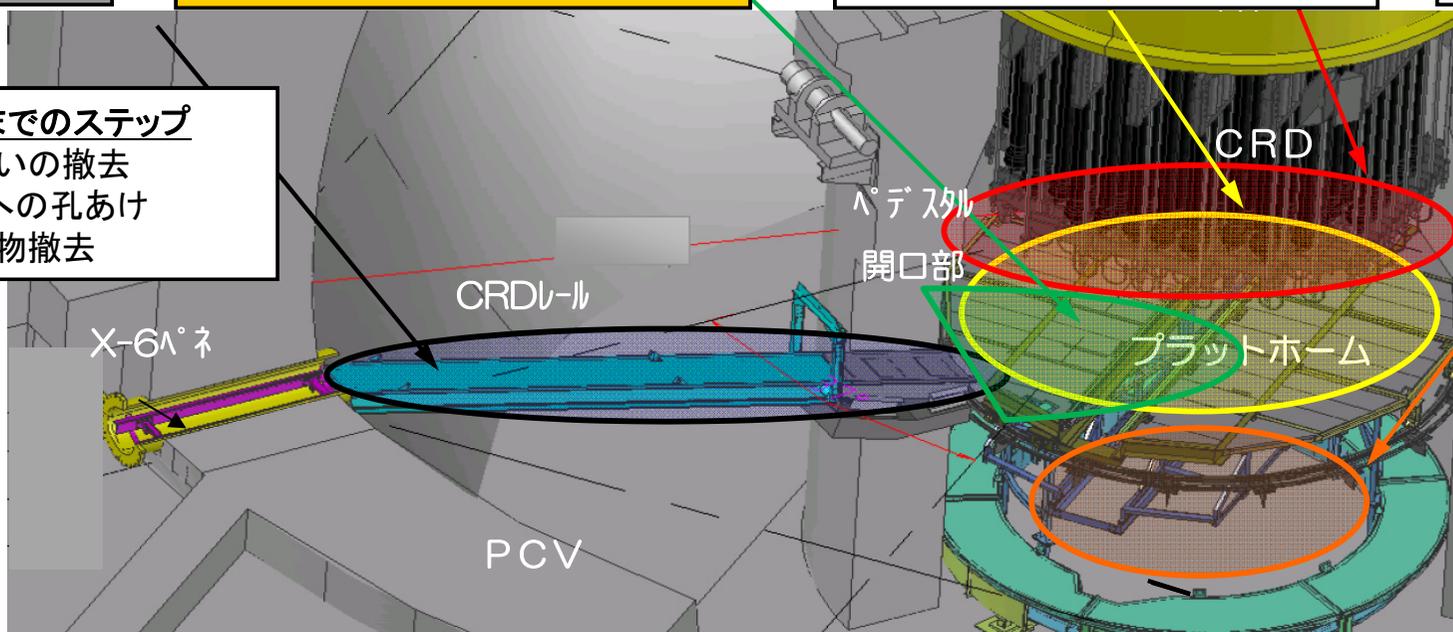
A2. ペデスタル内部プラットフォーム状況調査(今回の調査対象)

A3. CRD下部及びプラットフォーム状況調査(2016年度調査目標)

A4. ペデスタル地下階の状況調査

X-6ペネ使用までのステップ

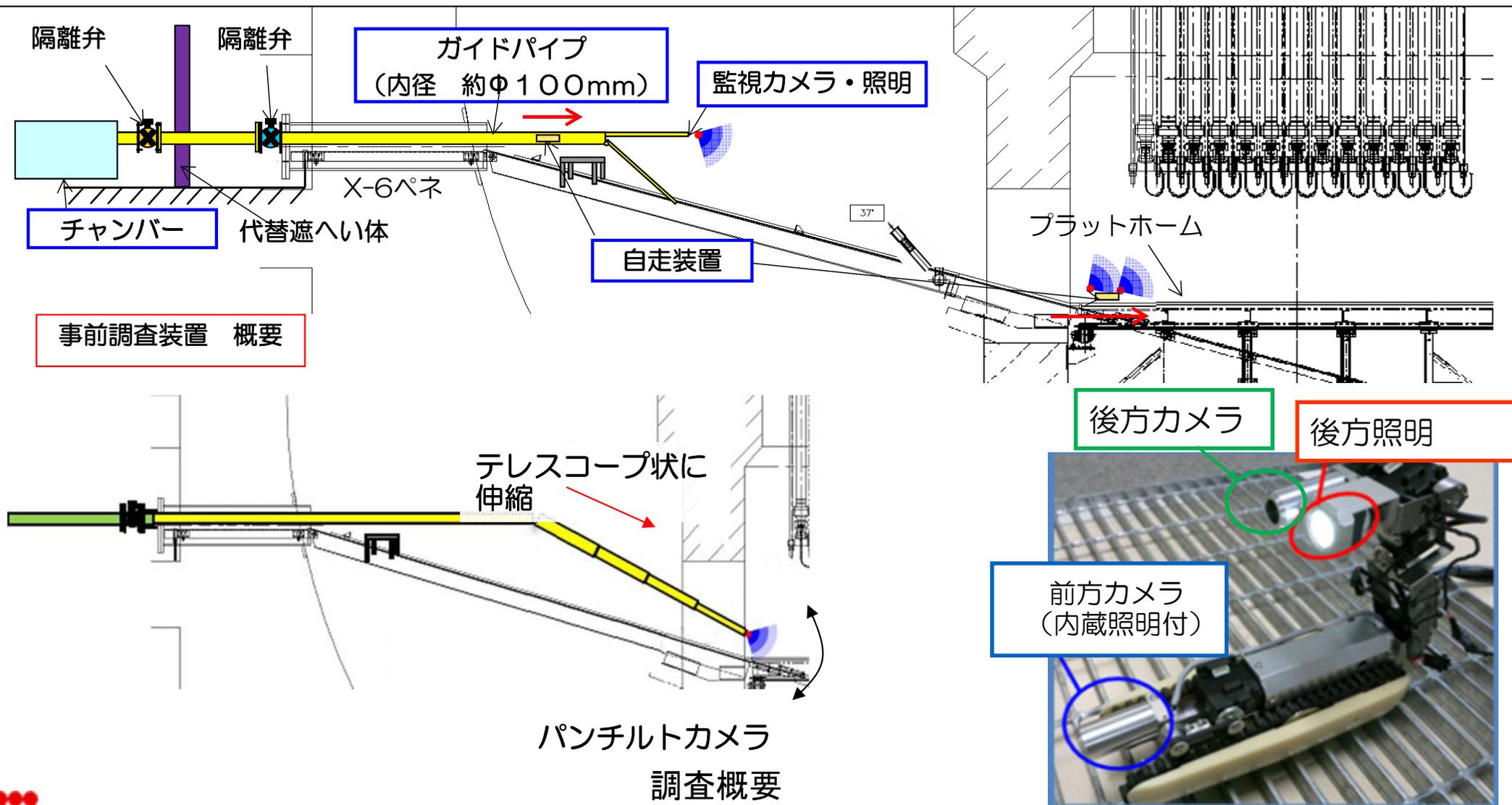
- ・ペネ前遮へいの撤去
- ・ペネハッチへの孔あけ
- ・ペネの内包物撤去



A1~A4調査のイメージ

2. ペDESTAL内部プラットホーム上状況調査概要

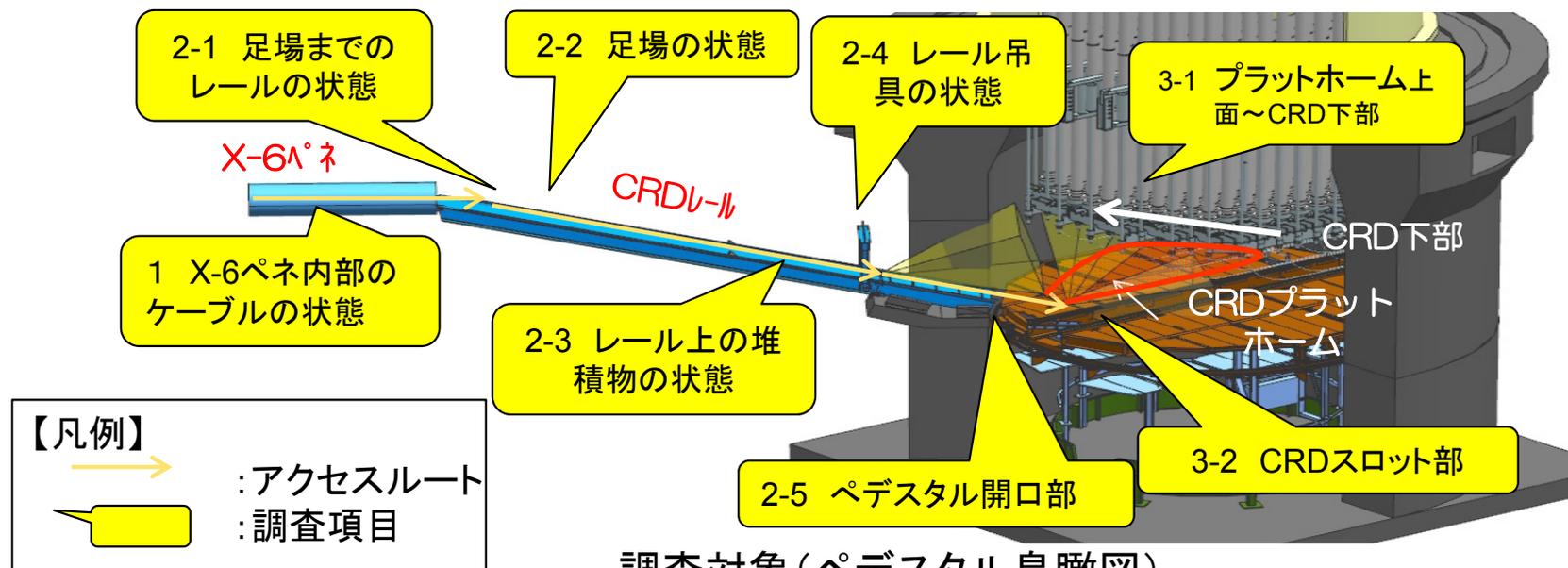
- ①事前確認調査としてX-6ペネ内のケーブル回避およびCRDレール上の状況確認を行う。
- ②挿入治具(ガイドパイプ)と自走装置(クローラ)に計測器(カメラ、線量計、温度計)を搭載した装置にて、ペDESTAL内部プラットホームの状況調査を行う。



3. ペデスタル内プラットフォーム上状況調査 調査項目(案)

No.	アクセスエリア	調査目的	調査対象	調査項目	調査方法
1	X-6ペネ内	・A3,A4調査のための状況確認 ・ペデスタル内プラットフォーム上の落下物	ペネ内ケーブルの敷設状況	外観	挿入治具
2-1	CRDレール上		足場までのCRDレール上面	外観	挿入治具
2-2			足場の設置状態	外観	挿入治具
2-3			堆積物の状態	外観	挿入治具
2-4			レール吊具の状態	外観	挿入治具
2-5			ペデスタル開口部	外観	挿入治具
3-1	プラットフォーム上		プラットフォーム上面～CRD下部※1	外観・線量・温度	挿入治具／クローラ
3-2	(CRD半周部)		CRDスロット部、CRD交換機の位置	外観	挿入治具／クローラ

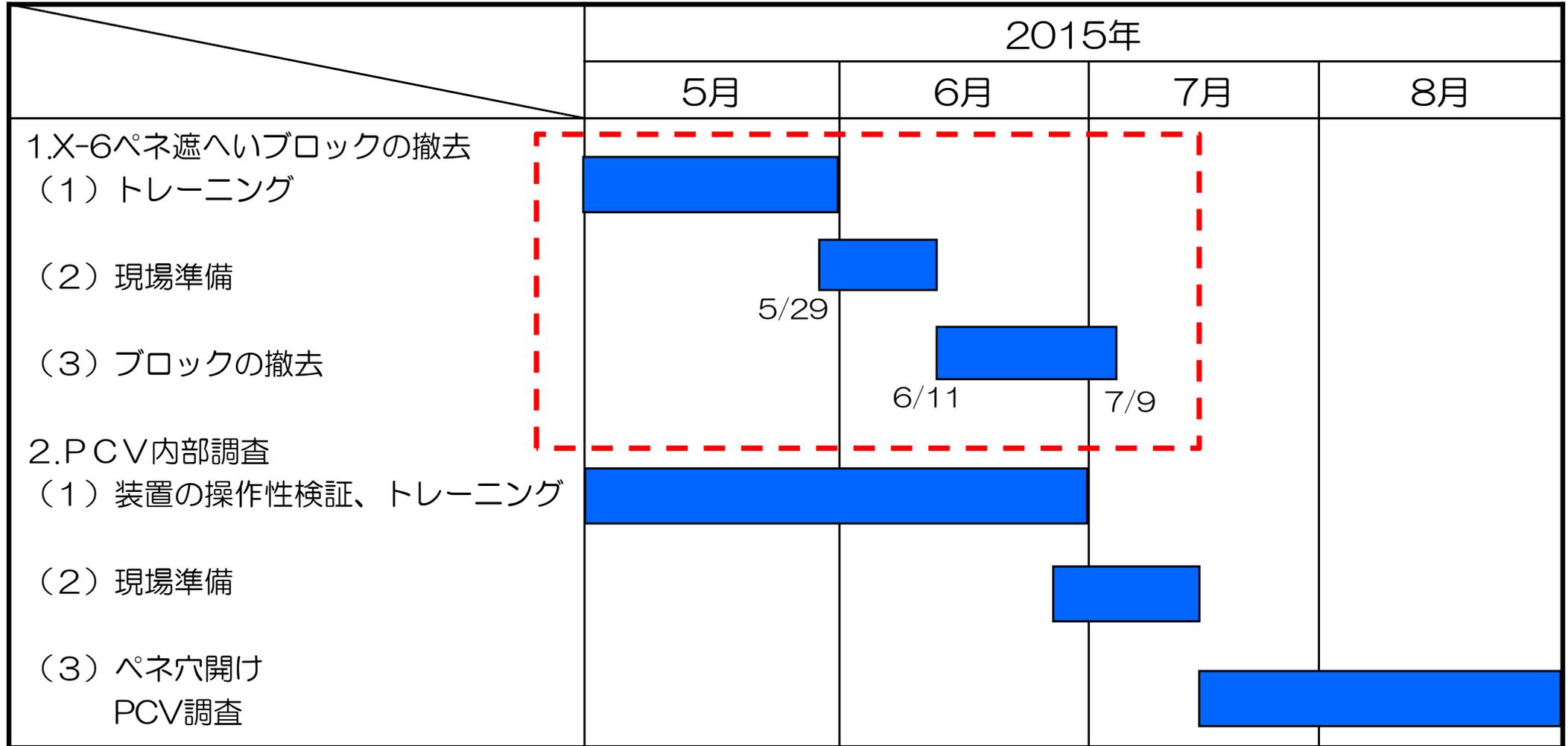
※1： アクセスした位置で可能な範囲で実施



調査対象(ペデスタル鳥瞰図)

4. 実施工程(案)

■PCV内部調査の事前作業として、X-6ペネ前に設置してある遮へいブロックを撤去する必要がある。現在、工場でのトレーニングを実施中であり、6月より撤去作業を実施する。

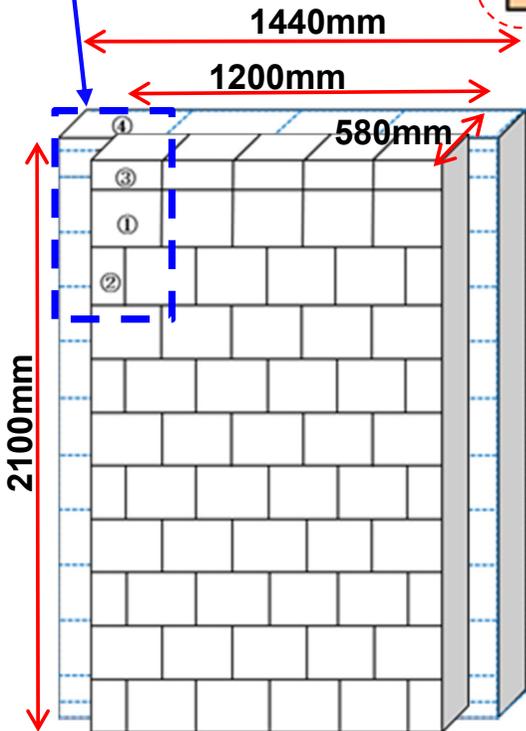
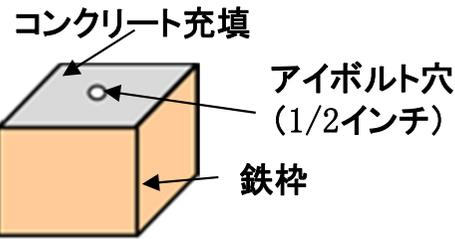


5. X-6ペネ用の遮へいブロック

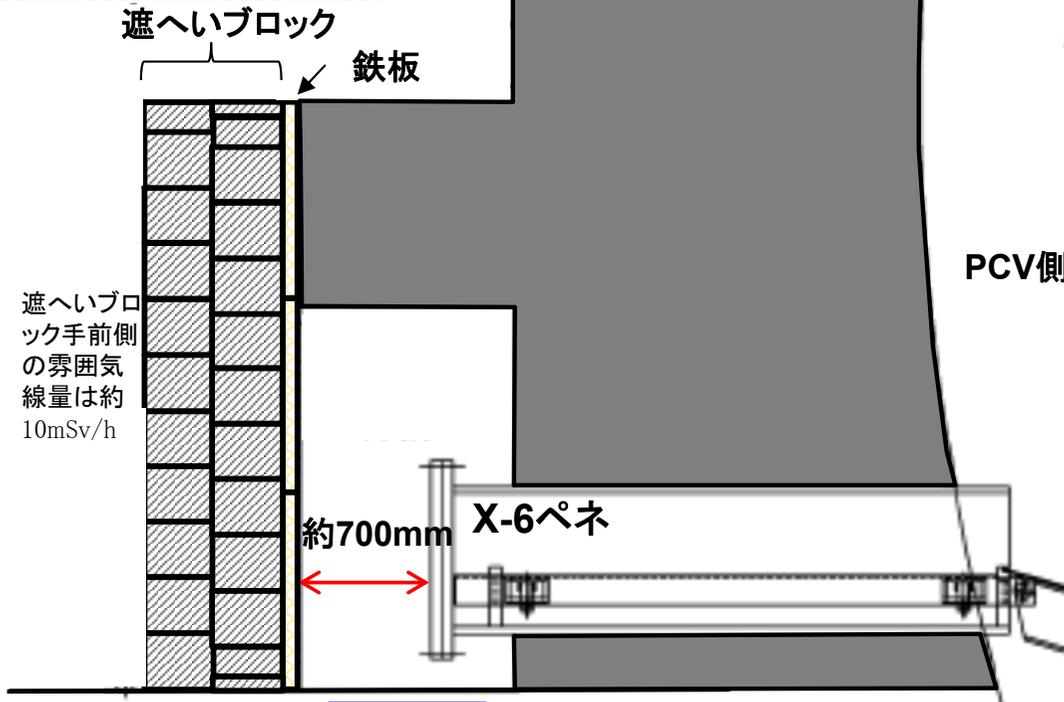
■ X-6ペネ用遮へい体は前後、2列に配置されたコンクリートブロックから構成され、総数量は約138個と想定している。

遮へいブロック概要図

- ①: 基本ブロック
- ②: 両端用
- ③: 上段用
- ④: 後方最上段用



正面図



側面図

現場状況写真



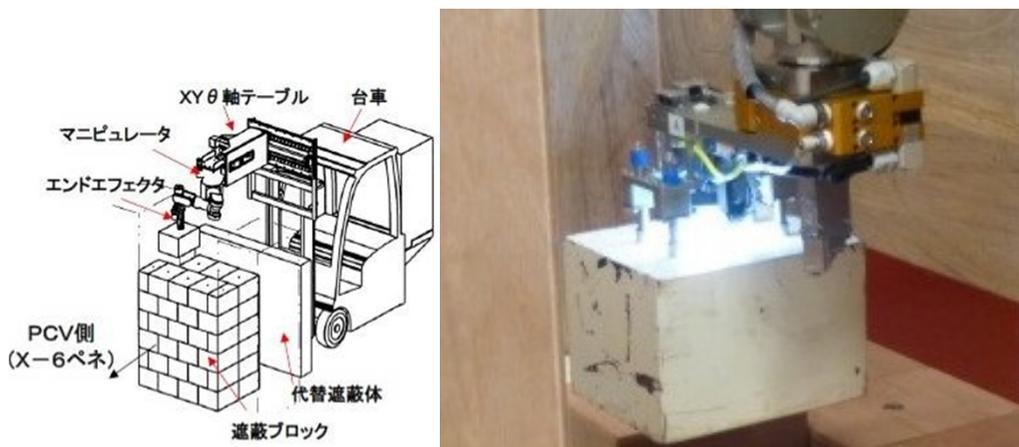
現場調査の結果、遮へい体は①～④の形状のコンクリートブロックで構成され、最大重量は約36kg(形状①)と想定

6. X-6ペネ用 遮へいブロック撤去装置の基本仕様

- 遠隔遮へいブロック撤去装置にて撤去を行う。
- ブロック取り外し後に、作業エリアであるX-6ペネ付近の線量率上昇が想定されることから、ブロック撤去前に代替遮へい体を設置する。

装置の基本仕様

装置	仕様
ブロック撤去装置	<ul style="list-style-type: none"> ・ マニピュレータ（上下、左右詳細位置決め）、エンドエフェクタ（ブロック把持）、XYθテーブル（水平位置決め）、台車より構成。 ・ 免振重要棟から、遠隔操作にてブロックを撤去。 ・ 想定されるブロック最大重量は約36kgであり、最大50kgまで対応可能。 ・ ブロック1つ当たりの撤去時間は、約15分程度が目安。 ・ 作業による急激な線量上昇の有無確認のため、マニピュレータ部に線量計を設置。
代替遮へい体	<ul style="list-style-type: none"> ・ 厚さ100mmの板厚鉄板※（W1400×H1360） ※X-6ペネPCV側からの線源を十分に遮へいでき、ブロック撤去作業に支障を与えない厚さ（当該作業エリアの線量率（約10mSv/h）以下）



エンドエフェクタ部拡大



台車

工場モックアップ風景より



東京電力

7. 遮へいブロック撤去のリスク対策について

- 遮へいブロックの実規模模擬体にて、遮へいブロック撤去装置の操作性検証、習熟訓練を実施するとともに、想定外事象の対応について検討を実施。
- 操作性検証、習熟訓練、現場作業についてはペDESTAL外側_1階グレーチング上調査(B1調査)の好事例・反省点についても反映し、進めていく。

	主な作業リスク	対策
オペレーションミス	周囲の構造物との接触	マニピュレータの移動範囲にインターロックを設け、周囲構造物との干渉防止。
	作業中のブロック落下	落下した状態でも、準備している8種類のエンドエフェクタ（把持グリッパ方式、マグネット方式等）で回収可能であることを確認。
	周辺構造物及びブロックの落下による人身災害	作業を遠隔で行い、作業エリア周辺に作業員を配置しない。また、マニピュレータの稼働範囲にインターロックを設け、周辺構造物との干渉を防止する。
装置の故障	装置の暴走	上記インターロックに加え、遠隔での非常停止スイッチによる緊急停止を行う。
	エンドエフェクタの故障	タイプの異なるエンドエフェクタへ取り換えて作業を継続。
	マニピュレータの故障	メンテナンスエリア（4号機南側に設営）に搬送し、修理を実施。（各故障モードに即対応できる現地体制とする）
作業環境の悪化	環境線量の上昇	代替遮へい体にて、線量上昇対策を実施する。万が一、作業エリアの線量が想定より上昇した場合、一旦中断し、原因の推定及び対策の検討を行う。
事前情報との差異	ブロックが想定より重い・大きい	想定より大きいブロックが確認された場合は、目測採寸にて想定重量を推定する。シミュレータシステムでマニピュレータの撤去動作を評価した後、実際の撤去を行う。（基本的に50kg以下なら撤去）
	ブロック背面の鉄板がボルトで固定されている・錆などにより固着している	左記リスクに対応できるようなエンドエフェクタ（背面鉄板ボルト切断、タガネによる鉄板引き剥がし等）を用意し、状況に応じて交換を行う。

原子炉内燃料デブリ検知技術の開発 測定作業の完了報告（速報）

2015年5月28日

東京電力株式会社



東京電力

IRID

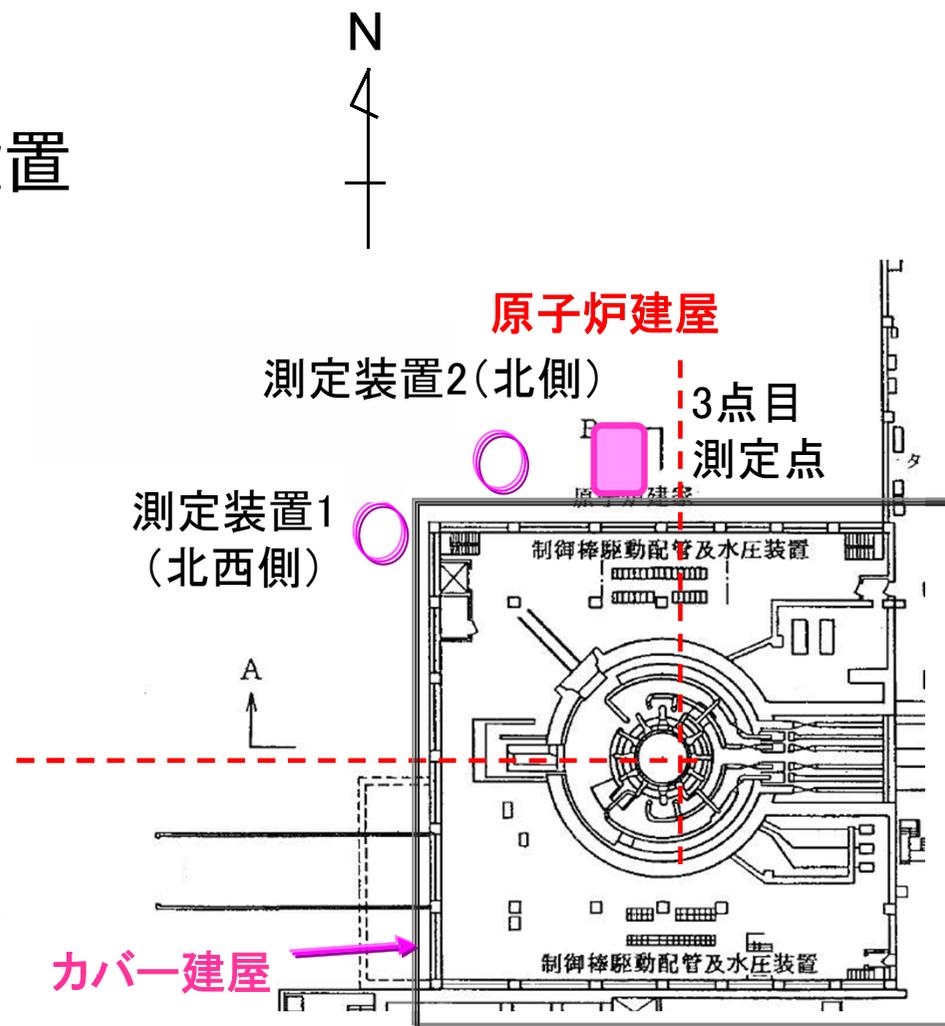
本資料の内容においては、技術研究組合国際廃炉研究開発機構（IRID）の成果を活用しております。

1. ミュオン測定スケジュール

●2/9～5/21にかけ、福島第一原子力発電所1号機原子炉建屋北西及び北側に設置されたミュオン測定装置にて、96日間分のデータ収集を完了

- ◎2/9:1台目(原子炉建屋北側)の設置
- ◎2/10:2台目(原子炉建屋北西側)の設置
- ◎2/12:測定開始
- ◎2/13:測定データに問題なしを確認
- ◎3/19:26日分の測定データにて速報
- ◎5/19:移動のため電源断、測定完了
- ◎5/21:測定装置を移動、撤去
- ◎5/25:測定装置1の測定再開

●測定装置1については、原子炉建屋北側中央寄りに移動し、追加測定を実施



2. 移動作業風景(5/21)



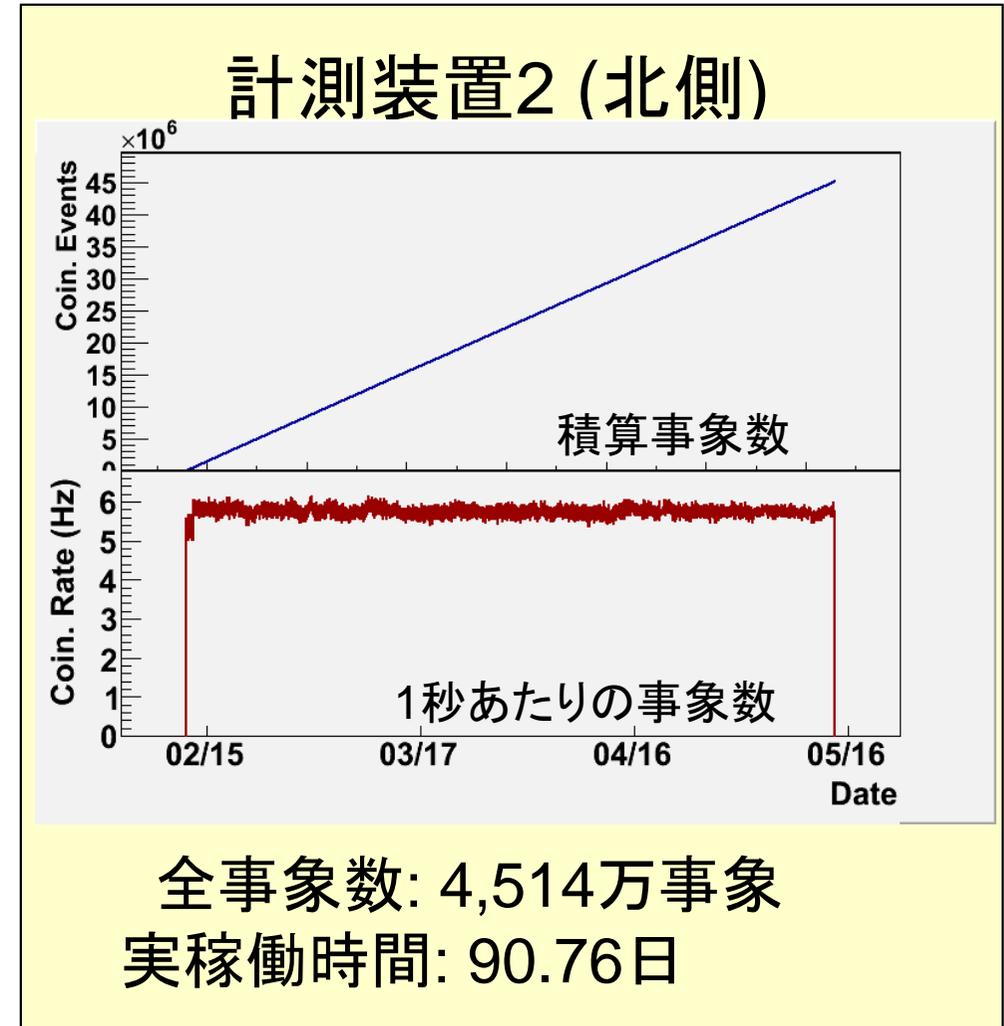
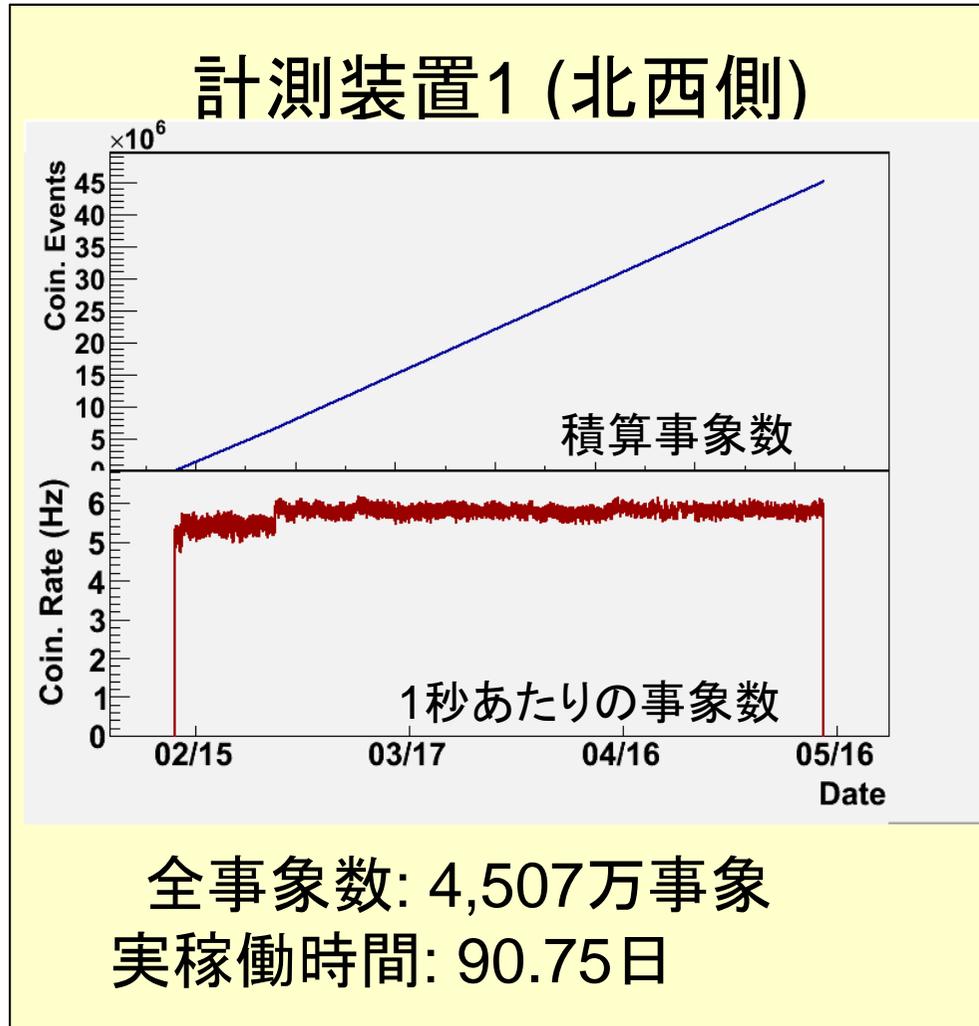
写真1 クレーンによる荷下ろし作業



写真2 測定装置1(北西側→北側)の移動作業

3. データ収集状況

2月12日～5月14日時点まで



長期停止期間は無く、安定してデータを収集

4. 測定器装置1の測定結果(広視野角)

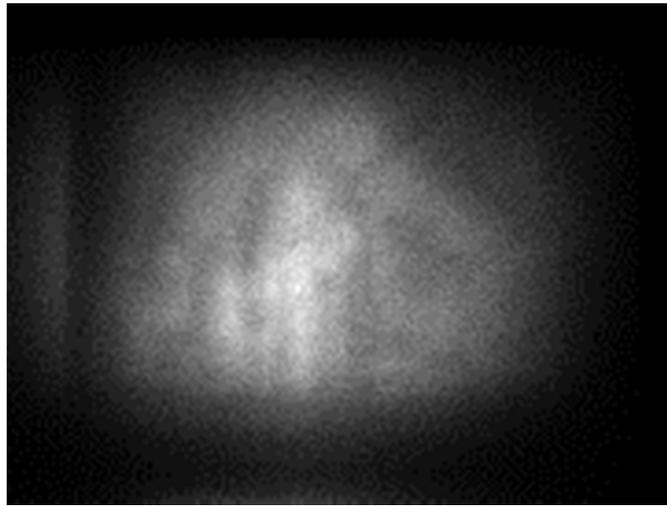


図1 26日分のデータによる画像

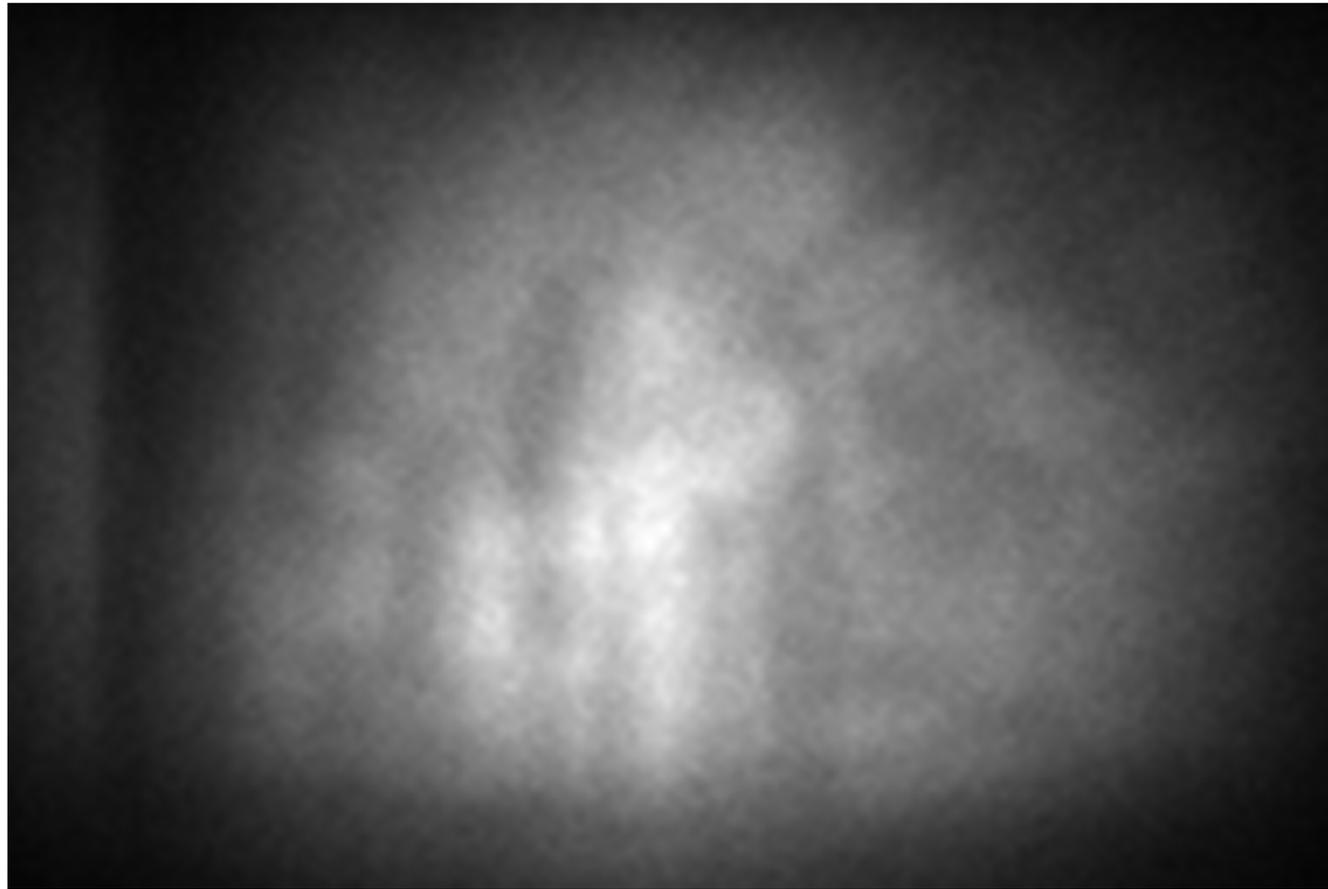


図3 96日分の最新データを用いた画像

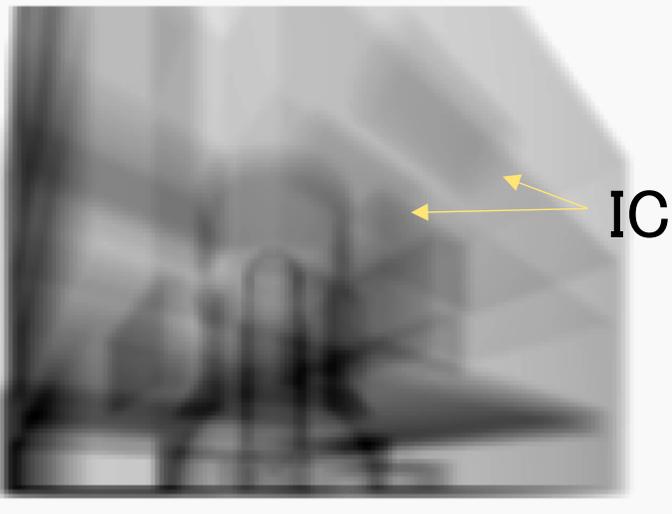
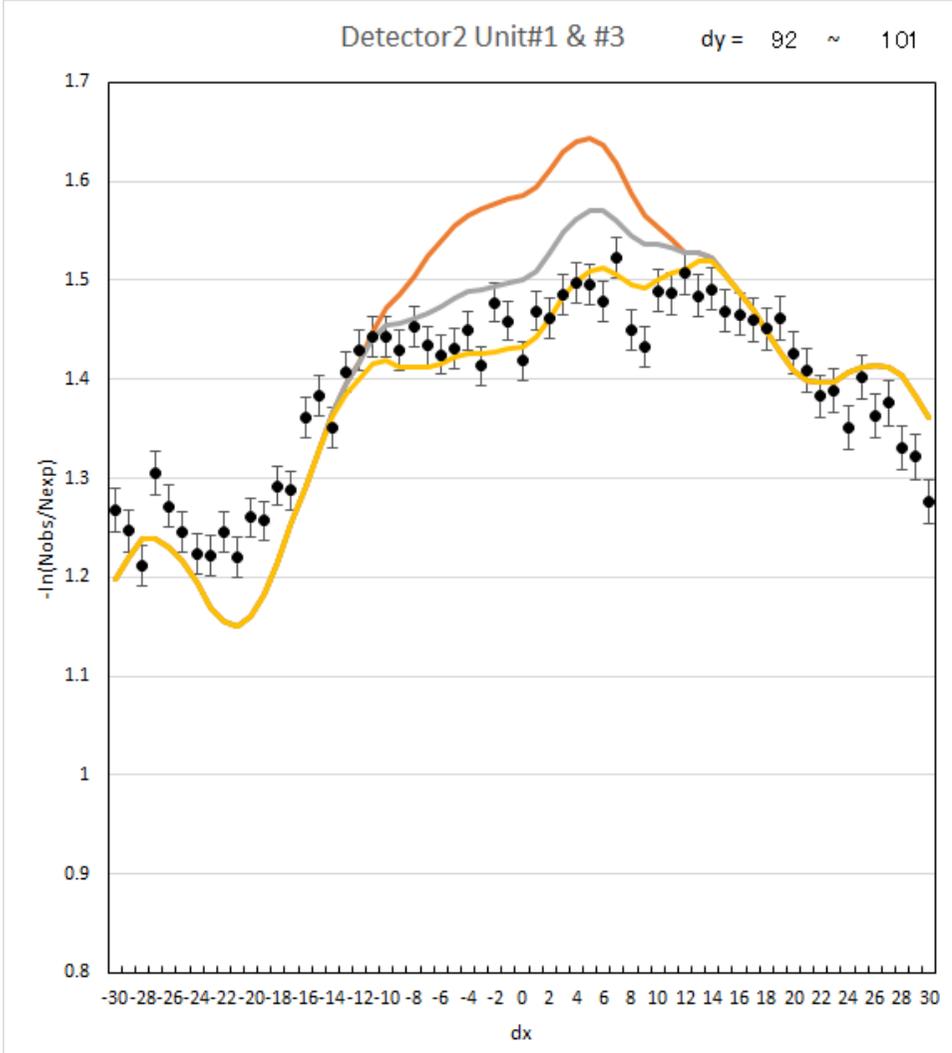
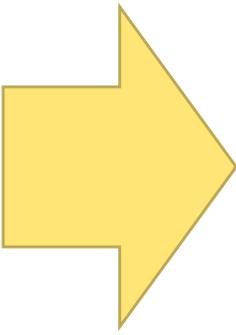
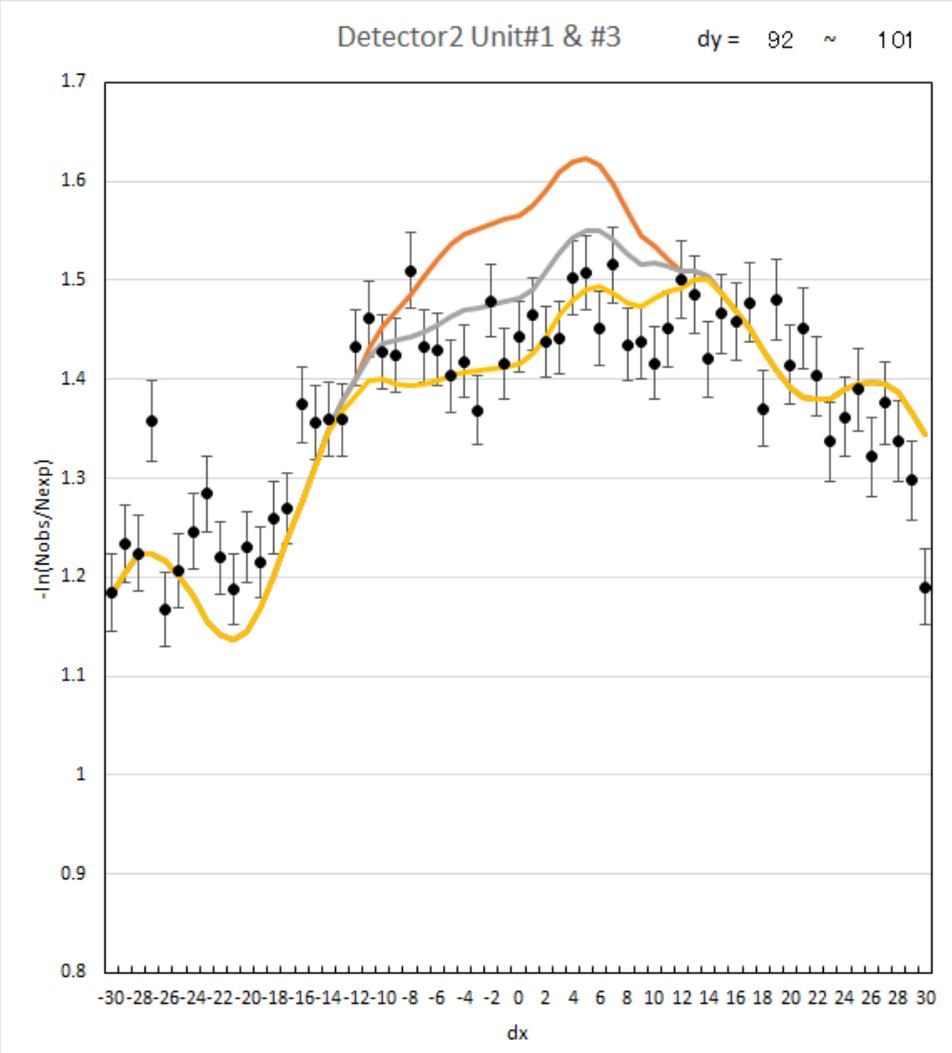


図2 設計情報を用いた推定図(ICあり)

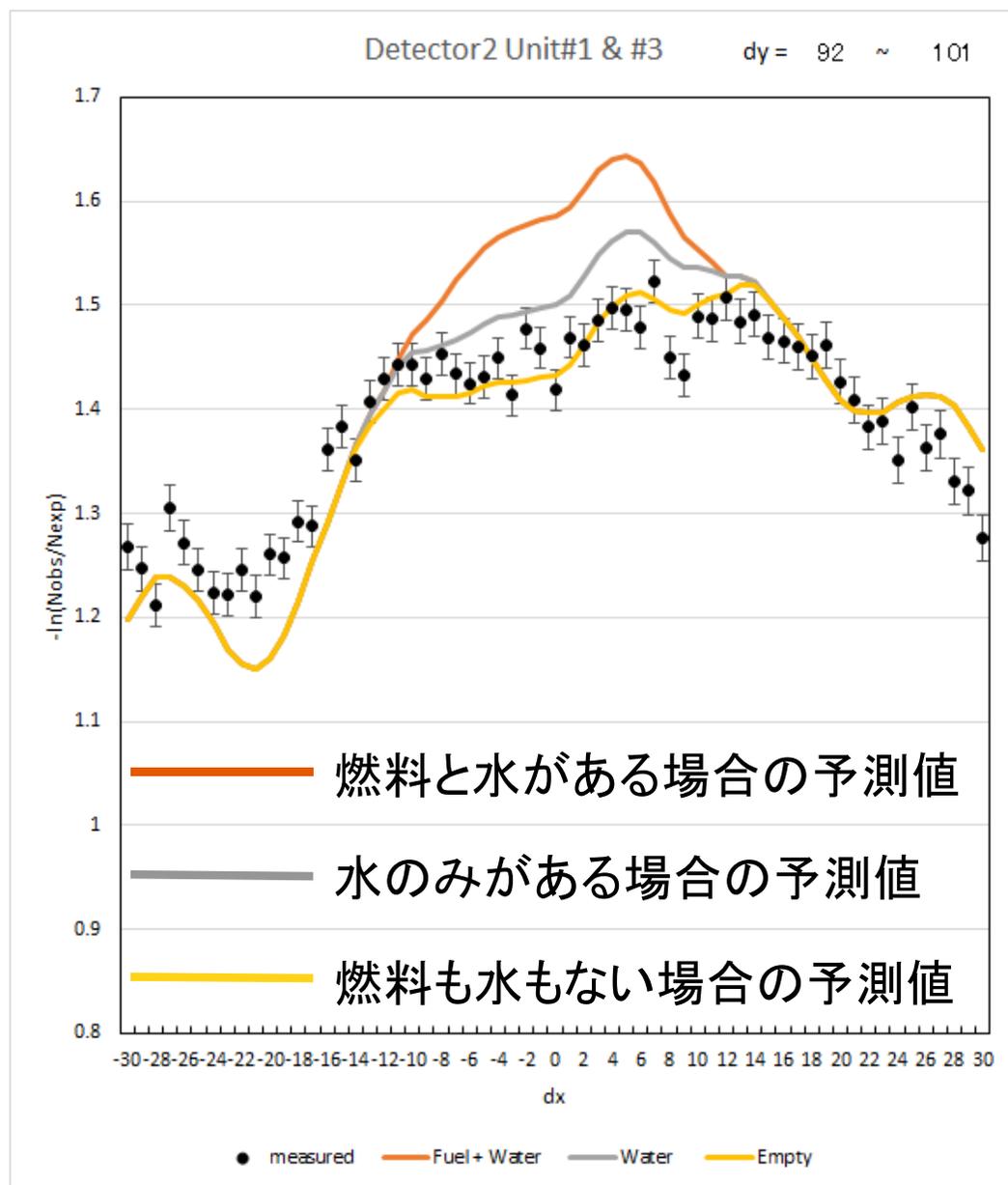
存在が確認できる機器等に変化はないが、境界が26日分より鮮明になっている
→統計誤差が大きく低減

5. 統計誤差の変化



26日分のデータと96日分のデータでは、
測定日数が長い分エラーバーが小さくなっている

6. 統計処理による評価

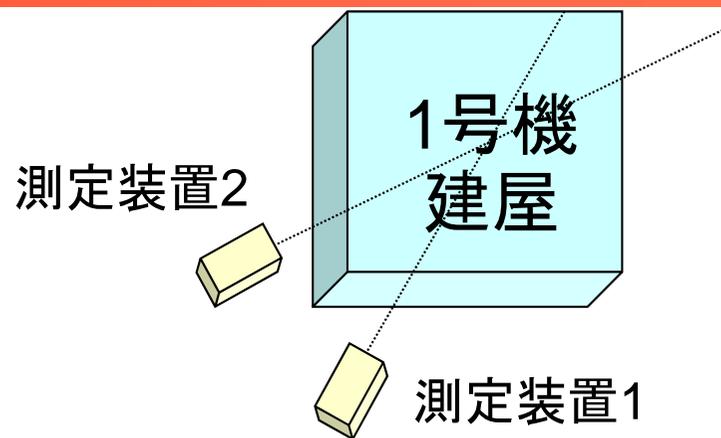
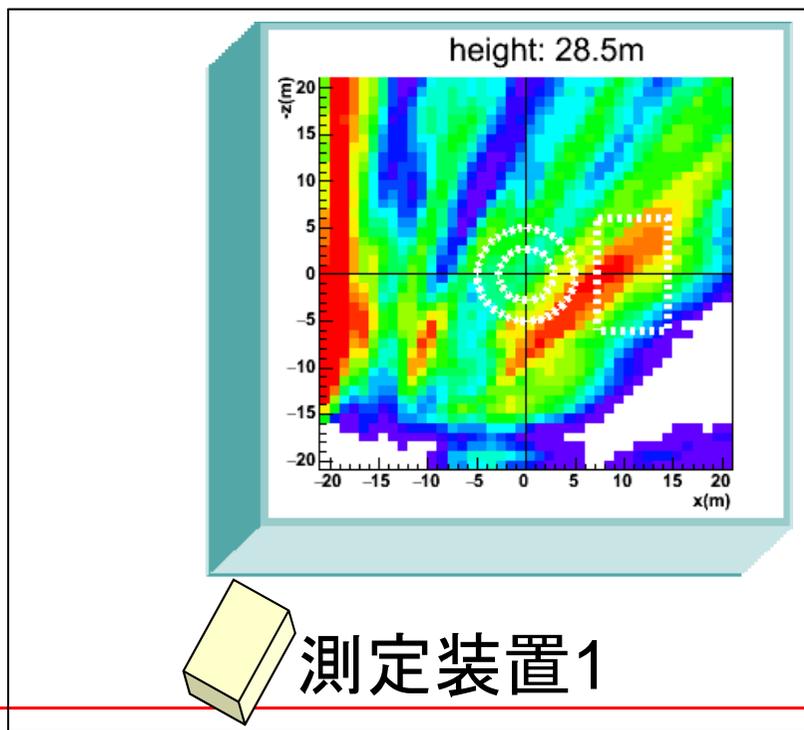
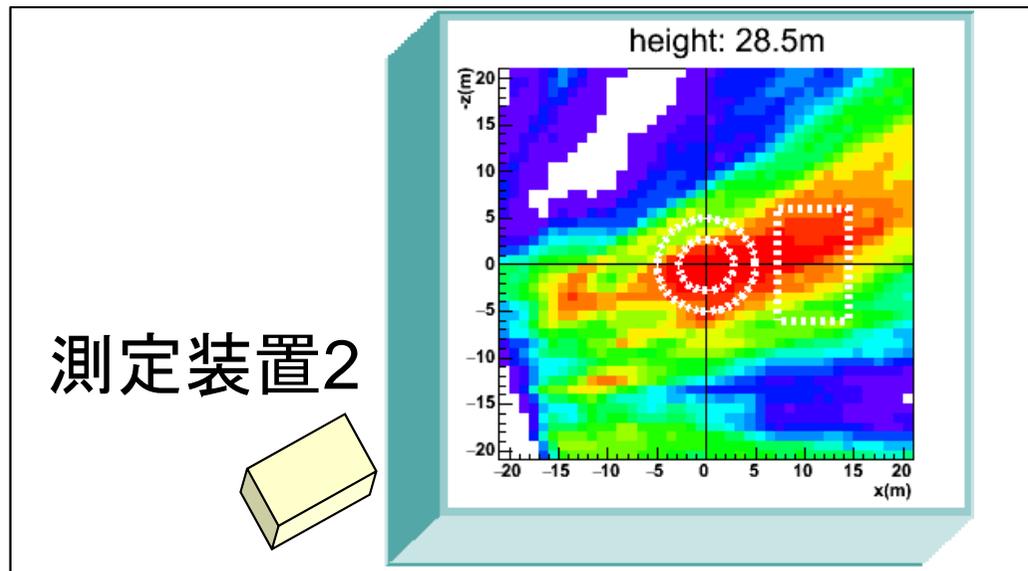


差のある領域（赤と黄色の共通域、自由度27）でのカイ二乗値とその p-値。この領域に全燃料が残っている、あるいは水で満たされている可能性は有意水準 99.99%以上で排除される。

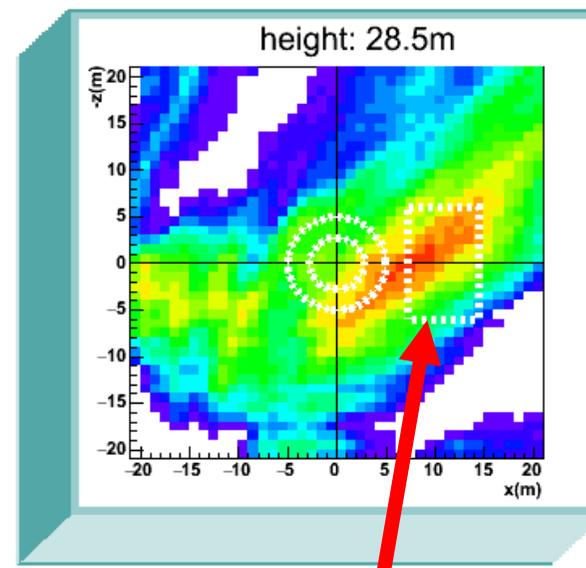
	χ^2	p-value
燃料と水	512	1/10000以下
水のみ	130	1/10000以下
燃料も水もない	33.7	0.174

定量的な評価でも、1号機の炉心部には燃料が残っていないとの結果

7. 各測定装置による高密度箇所の推定

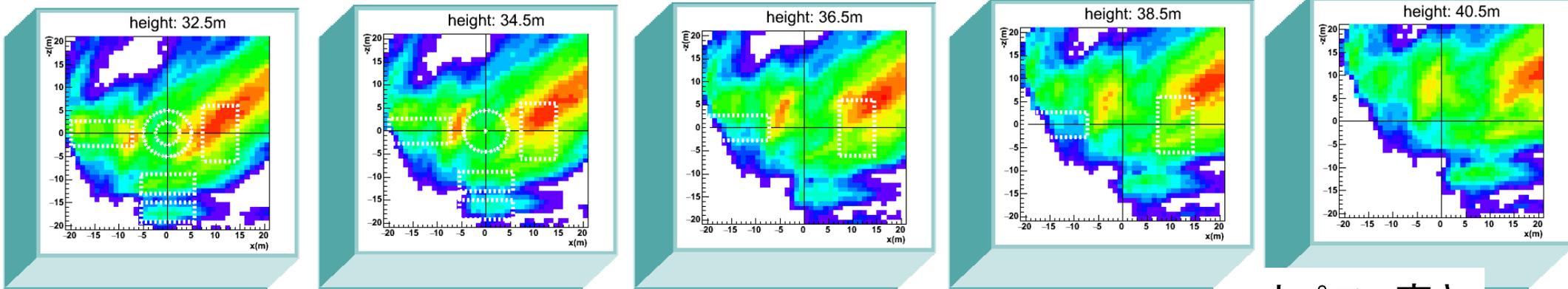


2台の測定結果の合成
(2台ともに高密度と推定する場所)

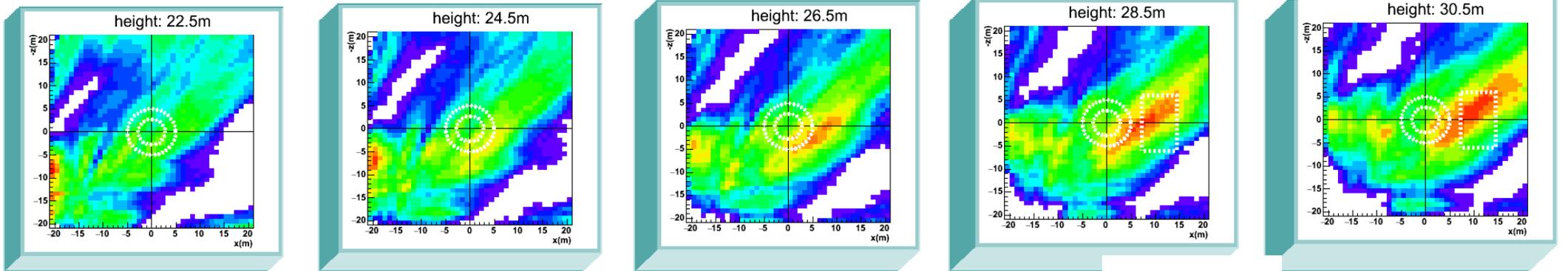


使用済燃料プール内に
高密度物質が存在

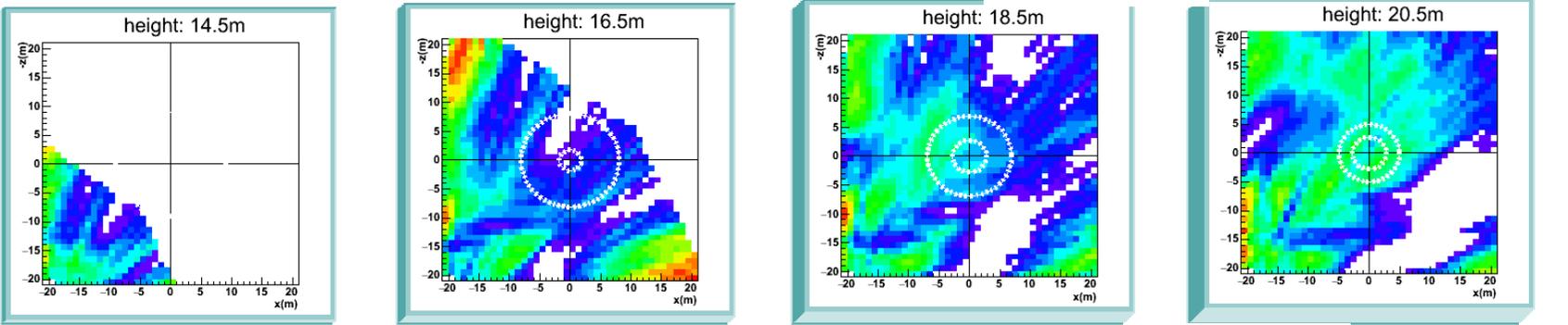
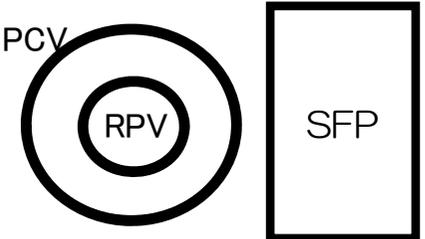
8. 各高さ断面における高密度物質の分布



オペフロ高さ →



SFP高さ →



炉心高さ →

9. まとめと今後の予定

- 約3か月の測定を実施した結果、データが蓄積し、統計誤差が減少
- 定量的な評価を実施しても、炉心部には燃料は確認できなかった。

- 測定データについて検討を継続し、1号機の原子炉内の燃料デブリの存在有無について評価を実施する
 - 仰ぎ角が小さく、ミュオン測定数の少ない原子炉底部の状態評価が課題
- 西側の測定装置1については、場所を変更して測定を継続
 - 8月中までの3ヶ月間を目途
- 3点目の情報を得ることで、3次元評価の精度向上を目指す
 - 使用済燃料プール内の燃料位置を評価（1m程度の識別能力を確認）