

1号機 PCV内部環境調査について

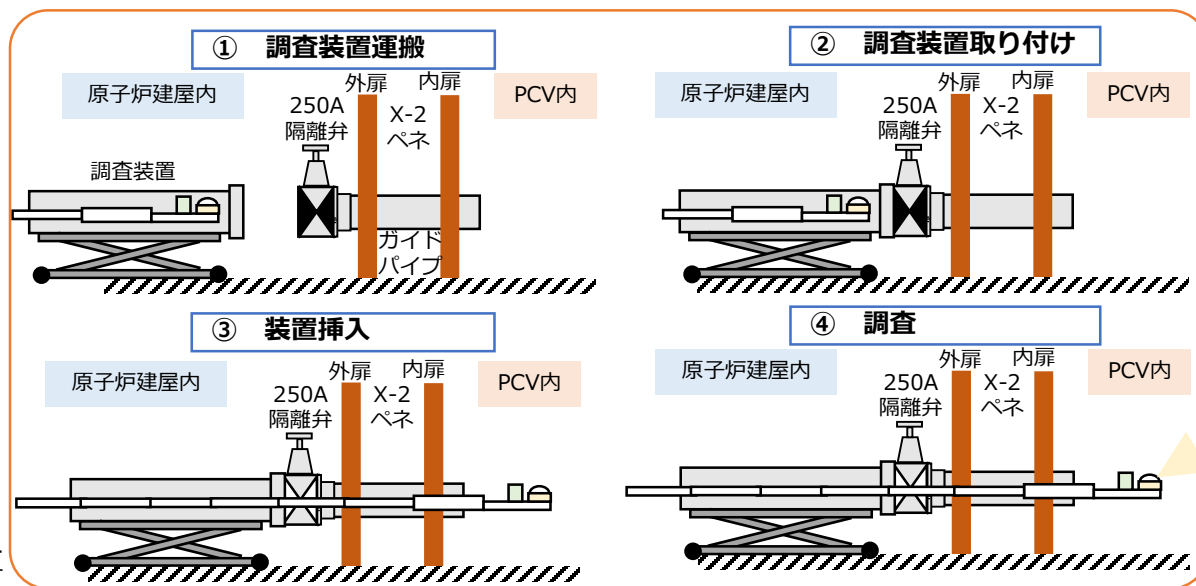
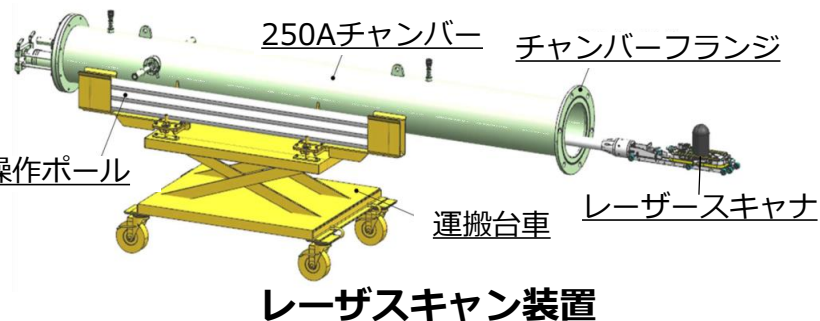
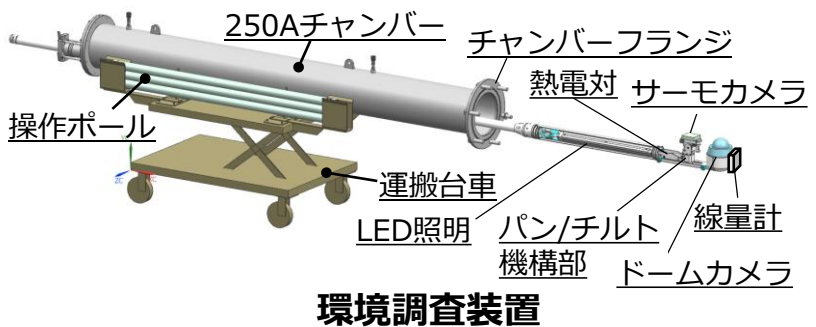
2025年2月27日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

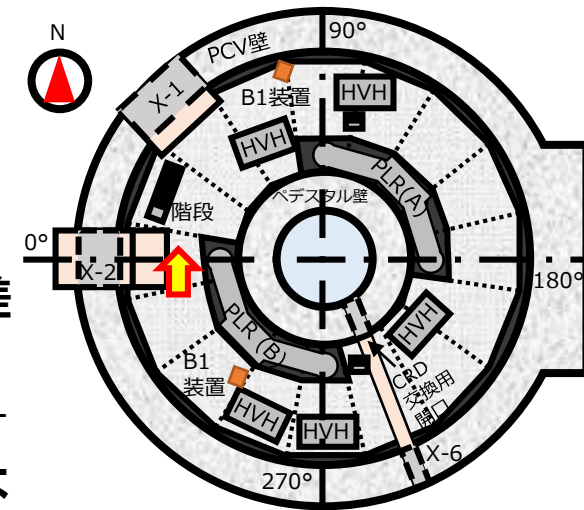
1. 1号機PCV内部環境調査の概要

- 1号機はPCV水位低下作業により、**前回の調査時(2024年3月)よりも、D/Wの水位が低下**
- それに伴い、**堆積物が気中露出している可能性があり、PCV内の空間線量率や、靄（もや）の量が変化している可能性がある**
- 空間線量率や靄の情報は、今後の**調査装置の設計(照明・カメラ等)やM/U・トレーニングの環境設定に影響**するため、現状のPCV内部の環境について改めて調査を実施する
- **調査はX-2ペネ周辺で実施し、線量率、温度、映像情報を取得**
- 一般的に靄の量は温度変化の影響を受けるため、**夏季(9月)、冬季(2月)の測定を実施**
- なお、冬季については知見拡充のために**レーザスキャン測定も併せて実施**



2. PCV内部環境調査結果（冬季）“靄の状態の比較”

- X-2ペネ周辺の靄の状態について、今回取得した冬季の映像と、PCV水位低下前、夏季の映像を比較(奥行きのある北方向)
- PCV水位低下前後(冬季)については、調査装置の違いはあるものの、同じく階段付近(約3m)まで見えているのに対し、夏季は冬季よりも映像が鮮明で、X-1ペネ付近(約5m)まで確認できる
- このことから、靄の量については、PCV水位低下前後で著しい差はないが、夏季・冬季では冬季の方が多いと推測
- 靄は照明の光を減衰・反射し、撮影距離・映像の鮮明さが低下することに加え、カメラレンズの曇りの要因にもなるため、**今後は、悪条件である冬季の靄を想定し、装置設計・試験を検討**

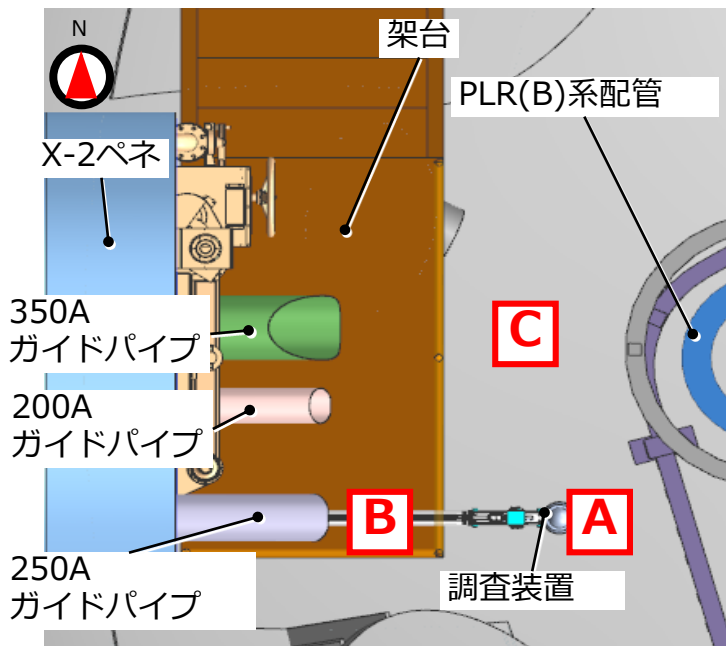


➡ : 下写真の撮影方向

調査装置(屈曲カメラ)	D/W2階階段	PLR(B)配管
PCV水位低下前(冬季) PCV内部詳細調査(水中ROV)時 (2022年12月16日) PCV水位: 約T.P.6500[D/W]	水位低下前 ↔ 水位低下後	【今回撮影】PCV水位低下後(冬季) PCV内部環境調査(冬季)時 (2025年2月12日) PCV水位: 約T.P.4600[S/C]
		PCV水位低下後(夏季) PCV内部環境調査(夏季)時 (2024年9月30日) PCV水位: 約T.P.5000[D/W]

3. PCV内部環境調査結果（冬季）“PCV内空間線量率の比較”

- X-2ペネ周辺の空間線量率について、今回取得した冬季の結果と、PCV水位低下前、夏季の結果を比較
- **PCV水位低下前との比較については、測定位置や線量計の測定誤差を考慮すると著しい差はないと考えられるが、夏季・冬季共に若干高い指示を計測している**
- 冬季は夏季よりもPCV水位が低下しているが、空間線量率は概ね同じであり、約3Gy/hであった。これは水位低下に伴う堆積物の露出状態に大きな違いが無いためと推定
- なお、夏季同様、**PCV外の空間線量率に変化は無く、今後の作業への影響は無い**。また、**調査装置の耐放射線性評価についても、保守的に評価していることから、数Gy/h程度の変化であれば影響は無い**



上から見たX-2ペネ周辺の概略図

測定日	指示値 (約Gy/h)	計測 箇所	PCV水位 (約T.P.)	堆積物 の状態
2025.2.12~13 【今回測定】環境調査(冬季)	3.1	A	4600	露出 (推定)
	2.8	B	[S/C]	
2024.9.30~10.1 環境調査(夏季)	3.3	A	5000	露出 (推定)
	3.1	B	[D/W]	
2024.3.14 気中部調査(ドローン調査)	2.5	B	6600 [D/W]	水中
2023.3.28 詳細調査(水中ROV調査)	1.9	C	6200 [D/W]	水中

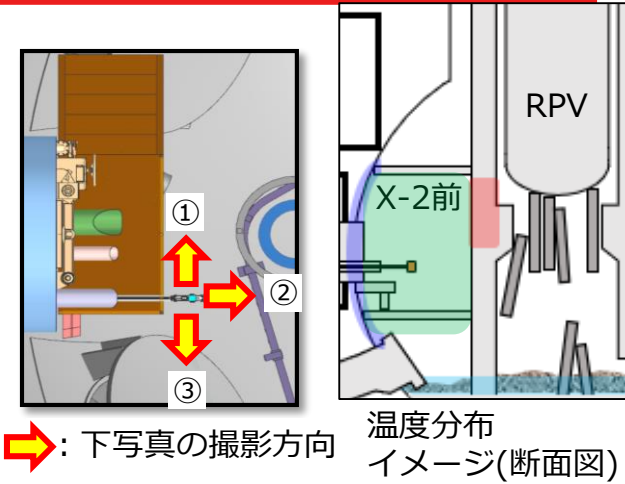
水位低下後
↑
水位低下前
↓

参考：D/W底部の高さはT.P.4744

※ 環境調査における計器誤差：測定値の±10% (IECの規格に準拠して校正)

4. PCV内部環境調査結果（冬季）“PCV内部の温度分布”

- 夏季調査同様、サーモカメラによるX-2ペネ周辺の温度分布計測を実施
- 夏季よりも外気温が低下しているため、PCV内温度も全体的に約12℃下がっており、**約16~20℃の範囲内で分布**（PCV内温度計の指示は約17度）
- **温度分布の特徴は、夏季調査と同様**で、ペDESTAL壁面の温度が若干高く、PCV壁部が低い状態であり、**特異な箇所は確認されなかった**



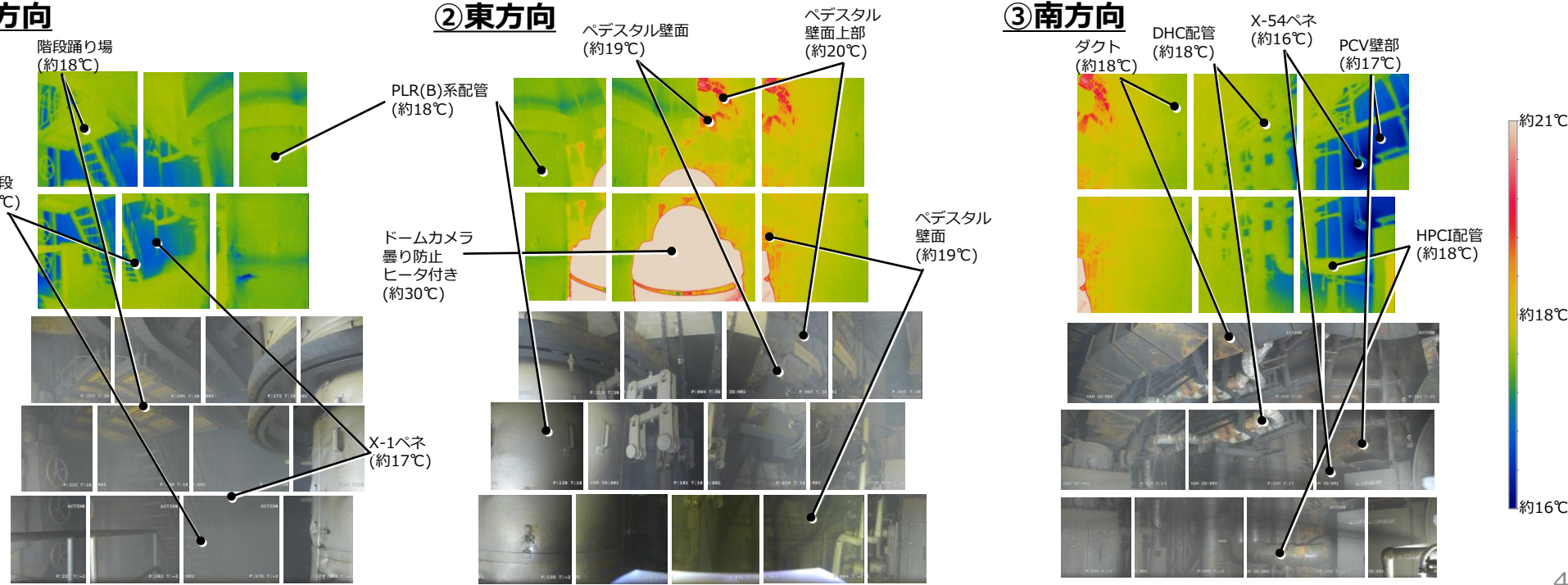
①北方向

②東方向

③南方向

サーモカメラ映像

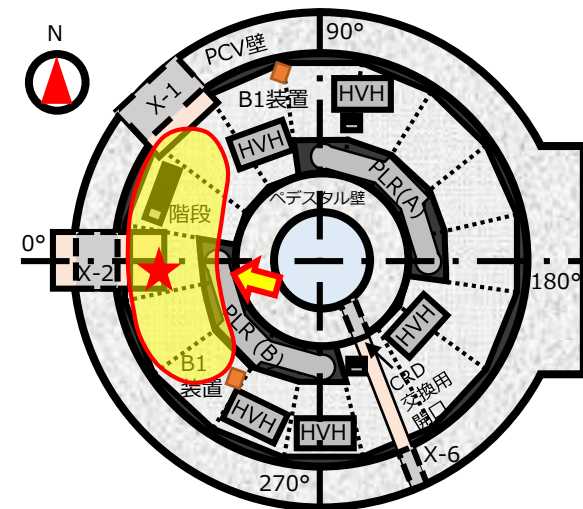
ドームカメラ映像



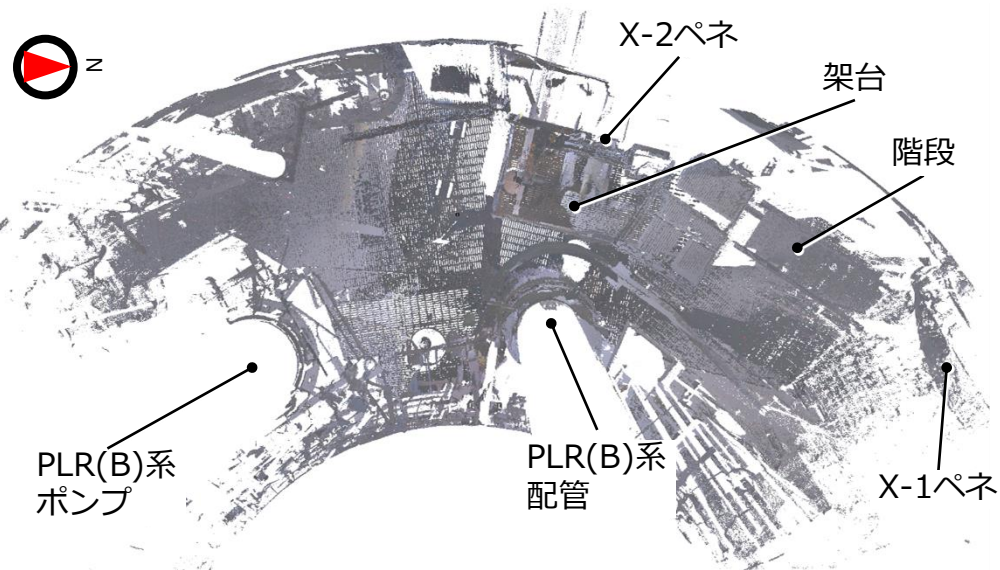
※ サーモカメラの誤差：±2℃、ラップ撮影した画像を繋ぎ合わせているため、複数の写真に同じ構造物が表示されている。

5. PCV内部環境調査結果（冬季）“レーザスキャン測定”

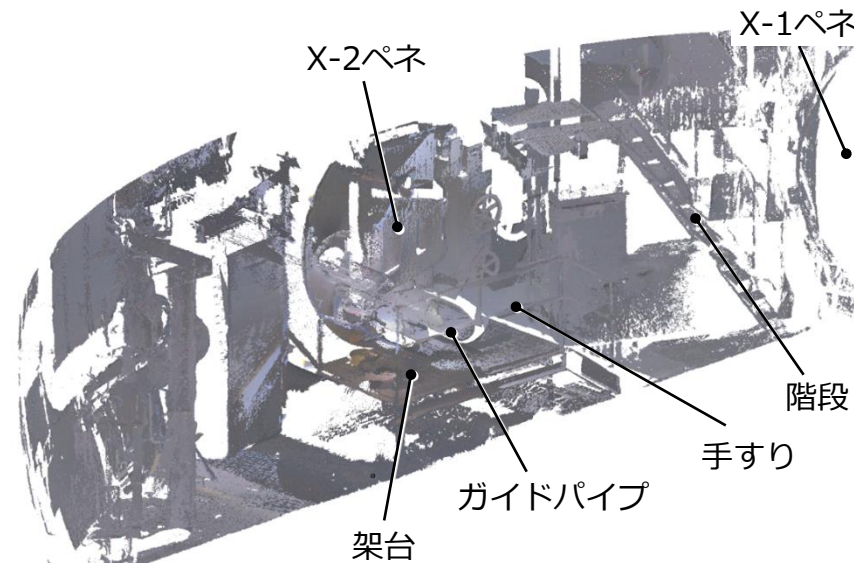
- 冬季調査では、X-2ペネ周辺でのレーザスキャン測定を実施
- レーザスキャンの特性上、レーザ上の障害物による部分的な欠落はあるものの、**目的であるX-2ペネ周辺の主要構造物である、手すりやガイドパイプ等のサイズ・位置を確認**
- 加えて、**冬季の霽の量が多い環境下であっても、レーザスキャンは有効であることを確認**
- 今回の測定結果は、**今後のPCV内部調査のM/U設備に反映し、より現場に近い試験・訓練に活用**。また、現場寸法の不確かさに起因する、装置設計の複雑さを軽減し、装置選定の幅を拡大する事にも繋がる



★：測定箇所 ○：測定範囲
➡：右下図の矢視



上部から見た測定結果



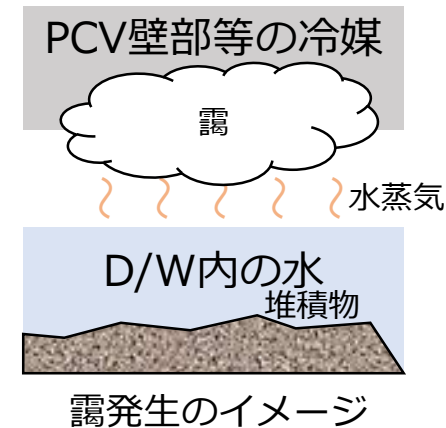
矢視から見た測定結果

6. 調査結果の考察について

■ 霧の発生メカニズムについて

- 霧は主に、水を含んだ空気(水蒸気)が冷やされて、結露することで発生
- 温度分布の測定結果より、比較的PCV壁部近傍の温度が低いことが判明
- 燃料デブリを含む堆積物が、崩壊熱※1によりD/W内の水を温め、水蒸気を発生させていると仮定すると、PCV壁部近傍の構造物や気体に冷却されて霧となる可能性があるとの推測
- その場合、温度が低く、飽和水蒸気量が少ない冬場の方が結露が多くなることから、今回の結果と一致

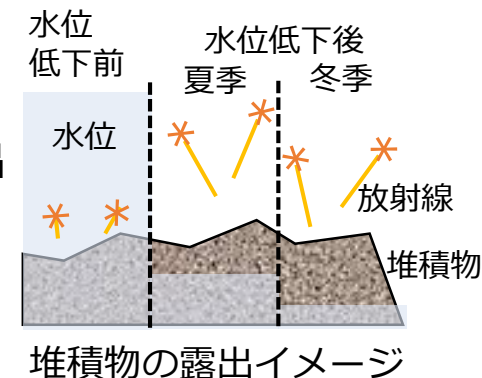
※1) 燃料デブリを含む堆積物は十分に冷却されている状態



■ PCV水位低下とPCV内の空間線量率の関係について

- 放射線は物体に当たると減衰し、水にも同じく遮蔽効果がある※2
- D/W内の水が遮蔽となり、堆積物由来の放射線を減衰すると仮定すると、PCV水位低下により遮蔽効果は弱まるため、線量率が上昇すると推測
- なお、堆積物高さ測定の結果より、約T.P.5000程度から堆積物が概ね露出することから、今後水位低下に伴い大きく線量率が上昇する可能性は低い
- 上記は、今回の結果である、水位低下後の線量率が若干上昇した可能性がある事、水位差があった夏季・冬季で線量率に差が無かった事と一致

※2) 放射線の遮蔽効果・減衰量は物質の密度や厚さ、放射線の種類によって異なる



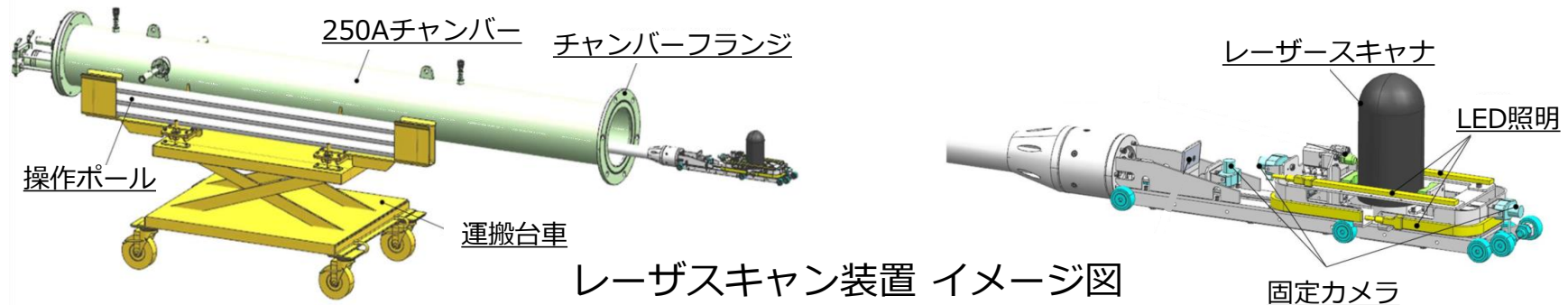
■ ヒータを用いたドームカメラの曇り止めの効果について

- 本調査では霧によるカメラの曇りを防ぐために、ラバーヒータを用いた曇り止めを実施
- 結果として、夏季・冬季共に曇りは発生せず、鮮明な映像を取得※3

※3) 夏季調査で発生したカメラの初期不良による操作不可事象については、冬季調査ではカメラ交換を実施したため、発生しなかった

(参考) 冬季におけるPCV内部環境調査について

- 当初計画の通り、**冬季調査については2025年2月実施に向けて準備を進めている**
- 外気温の影響を受け、冬季は夏季よりもPCV壁の温度が低下すると考えられることから、PCV内部と壁部との温度差が大きくなり、**霧が多く発生する可能性がある**と推測
- 夏季調査にて実施した、線量率・温度・映像の取得に加え、**X-2ペネ周辺のレーザースキャン**を実施予定。各機器(ガイドパイプ、手すり等)の詳細な位置関係を取得し、**今後のM/U・トレーニング設備に反映**する計画。霧環境下においても測定できることを確認しているが、想定以上の霧の発生等で十分に測定できなかった場合は、別途再測定を計画



レーザースキャン装置 イメージ図

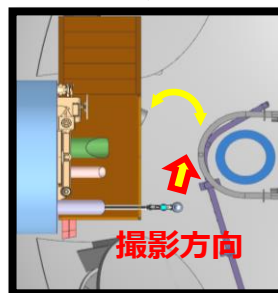
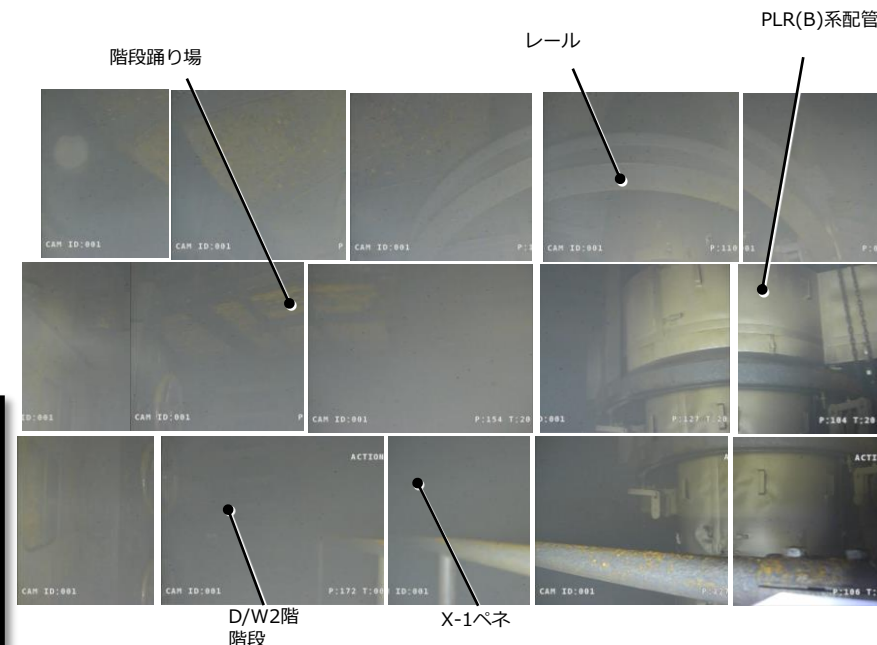
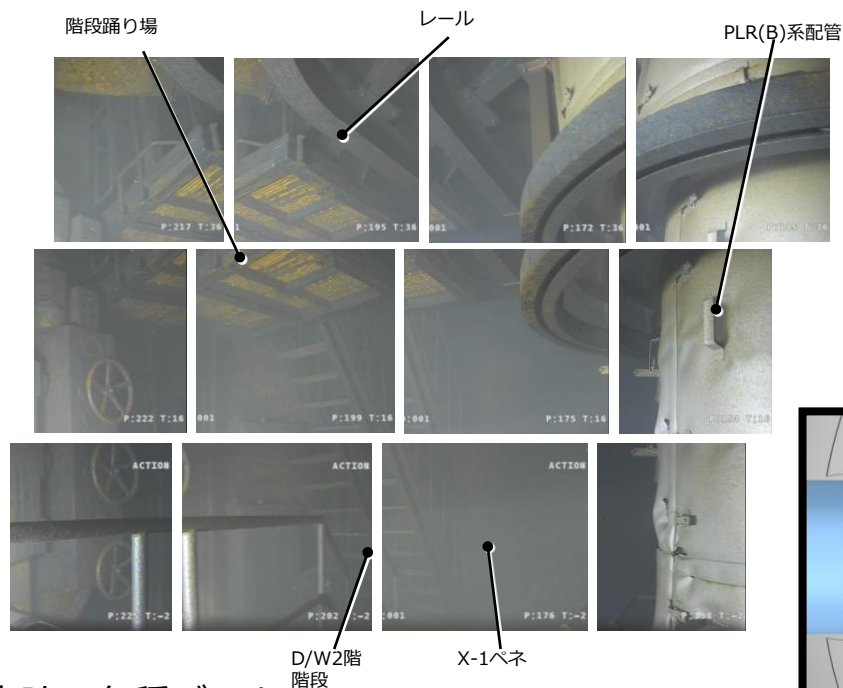
冬季調査スケジュール

	2024年度		
	1月	2月	3月
装置製作	[Green bar]		調査①：線量率、温度、映像情報
M/U・訓練		[Green bar]	調査②：レーザースキャン
現場作業		準備作業 [Red bar]	片付け [Green bar]

(参考) 冬季調査時のパラメータ

2025年2月12日12時

2025年2月13日12時

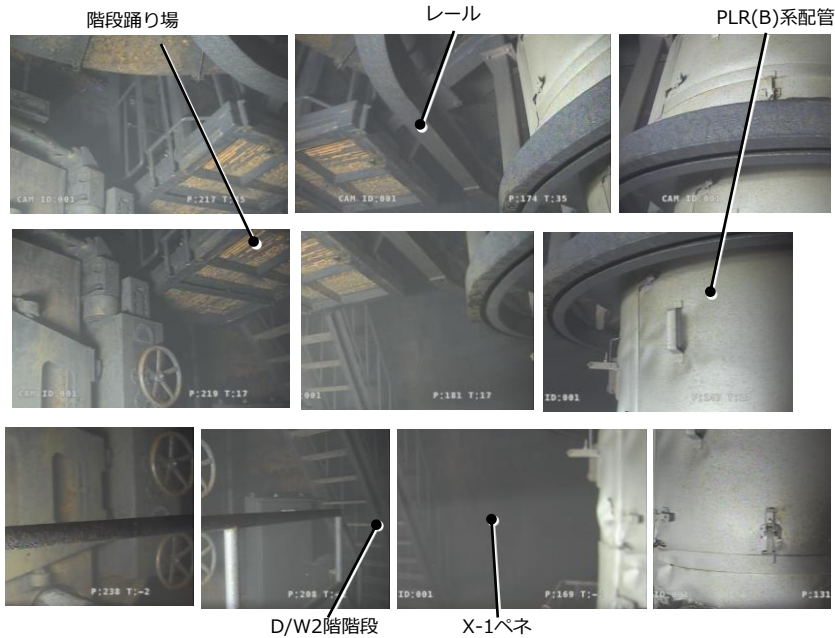


調査時の各種データ

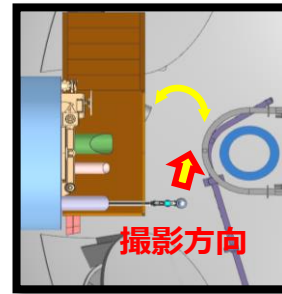
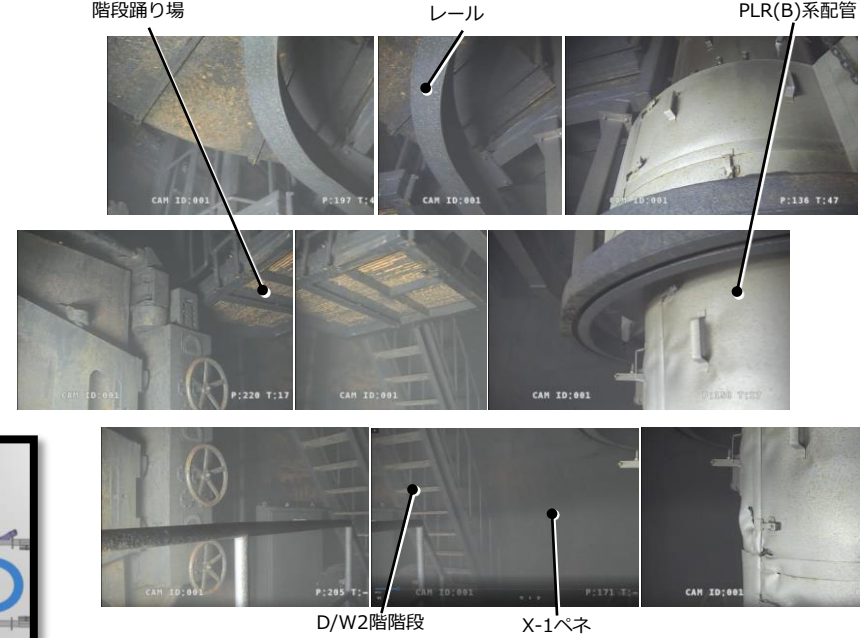
日時	項目・計測器	X-2ベネ周辺 (エアロック室) * 仮設		PCV内 * 仮設		PCV温度 (TE-1625T5)		窒素封入		原子炉注水		PCVガス管理システム		PCV圧力	(参考) 浪江地点 外気温
		温度 [°C]	湿度 [%]	温度 [°C]	湿度 [%]	温度 [°C]	湿度 [%]	温度 [°C]	流量 [Nm3/h]	温度 [°C]	流量 [m3/h]	排気温度 [°C]	流量 [m3/h]	[kPa (gage)]	[°C]
2月12日12時		9.4	48	15.9	88	17.2	88	4.0	31.6	8.6	1.4	9.3	20.7	0.1	5.9
2月13日12時		10.3	56	16.5	93	17.3	93	4.6	31.5	8.8	1.4	9.6	20.3	0.1	2.8

(参考) 夏季調査時のパラメータ

2024年9月30日10時 (昼調査)



2024年10月3日1時 (夜調査)

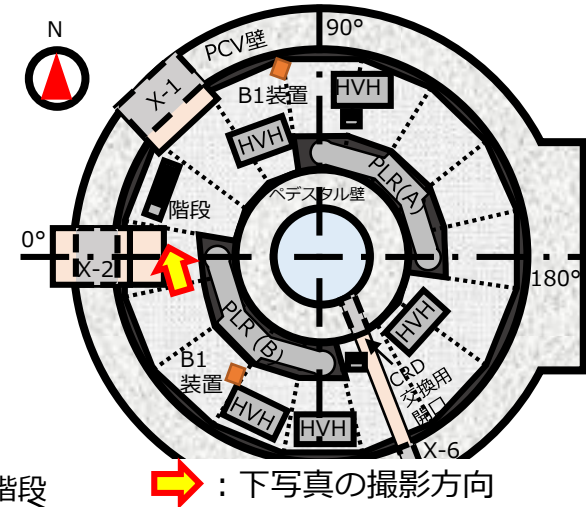


調査時の各種データ

日時	項目・計測器	X-2ベネ周辺 (エアロック室) * 仮設		PCV内 * 仮設		PCV温度 (TE-1625T5)		窒素封入		原子炉注水		PCVガス管理システム		PCV圧力	(参考) 浪江地点 外気温
		温度 [°C]	湿度 [%]	温度 [°C]	湿度 [%]	温度 [°C]	湿度 [%]	温度 [°C]	流量 [Nm3/h]	温度 [°C]	流量 [m3/h]	排気温度 [°C]	流量 [m3/h]	[kPa (gage)]	[°C]
9月30日10時(昼)		24.4	69	29.5	98	30.0	20.9	31.2	25.6	1.4	24.5	19.7	0.1	22.8	
10月3日1時(夜)		24.0	80	28.8	99	30.1	21.1	32.3	25.6	1.4	24.6	19.6	0.0	20.5	

(参考) PCV内部環境調査結果 (夏季) “霽の状態の比較”

- X-2ペネ周辺の霽の状態について、今回撮影したドームカメラの映像と、PCV水位低下前に撮影した過去の調査映像を比較
- 多少霽の量が減ったように見えるものの、カメラや照明の違いを考慮すると、**著しい変化は生じていないものと推定**
- 今後、冬季の調査結果を踏まえて、詳細な考察を進めていく



D/W2階階段



PCVアクセスルート構築作業時(2021年10月15日)
PCV水位：約T.P.6500

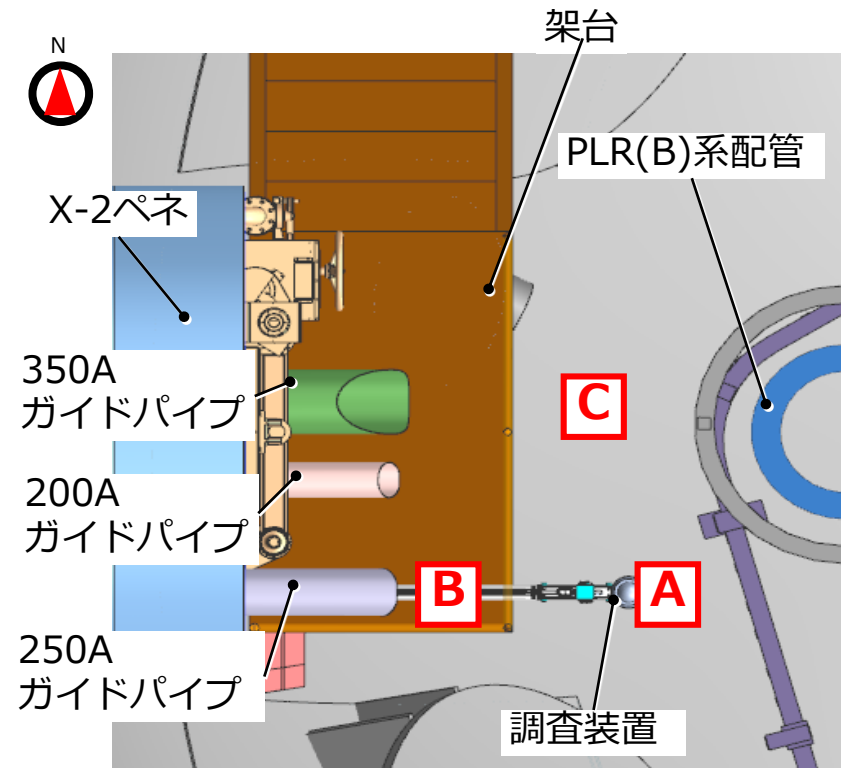
D/W2階階段



PCV内部環境調査 1日目(2024年9月30日)
PCV水位：約T.P.5000

(参考) PCV内部環境調査結果 (夏季) “PCV内空間線量率の比較”

- 今回計測したX-2ペネ周辺の空間線量率と、過去の内部調査で計測した結果を比較
- X-2ペネ前の空間線量率については、過去の測定結果と著しい変化は無いものの、若干高い指示を示している点について、PCV水位低下による可能性についても検討していく
- なお、PCV外の空間線量率については、PCV水位低下前後で変化無し
- 空間線量率については、夏季・冬季で違いが無いと考えられるが、データ拡充のために冬季においても計測を計画



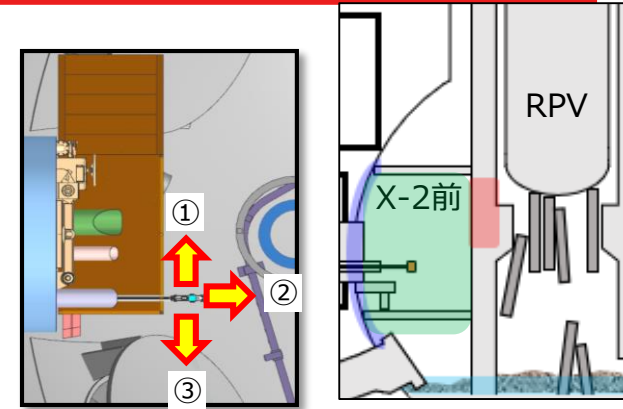
測定日	指示値 (約Gy/h)	計測 箇所	PCV水位 (約T.P.)
2024.9.30~10.1 環境調査(今回調査)	3.3	A	5000
	3.1	B	
2024.3.14 気中部調査(ドローン調査)	2.5	B	6600
2023.3.28 詳細調査(水中ROV調査)	1.9	C	6200

参考：D/W底部の高さはT.P.4744

※ 環境調査における計器誤差：測定値の±10%
(IECの規格に準拠して校正)

(参考) PCV内部環境調査結果 (夏季) “PCV内部の温度分布”

- X-2ペネ周辺の温度について、サーモカメラによる温度分布計測を実施
- 温度分布については、**比較的PCV壁側の温度が低いことを確認**。これは、PCV壁が外気の影響を受けやすいためと推定
- また、**ペDESTAL壁面の温度が若干高いことを確認**。これは、ペDESTAL内に熱源となる燃料デブリが比較的多く存在するためと推定
- いずれの箇所もPCV内温度計の指示(約30℃)と同等且つサーモ画像においても約28~33℃の範囲内で分布し、特異な箇所は見られなかった
- 冬季になると、よりPCV壁の温度が低下し、霧の発生源(冷媒)となる可能性があるため、冬季の調査結果を踏まえて詳細な考察を進めていく

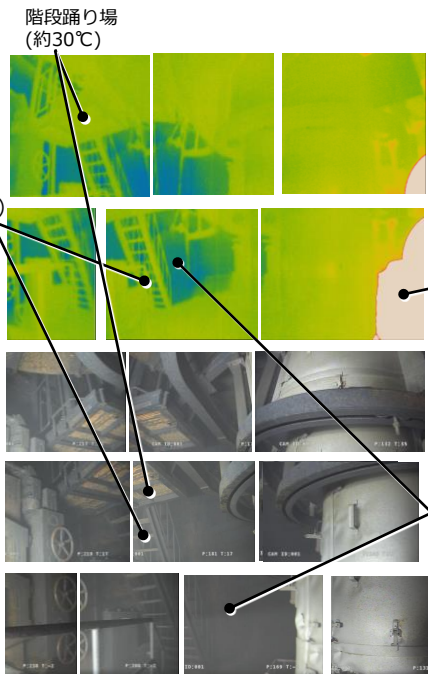


➡: 下写真の撮影方向 温度分布イメージ(断面図)

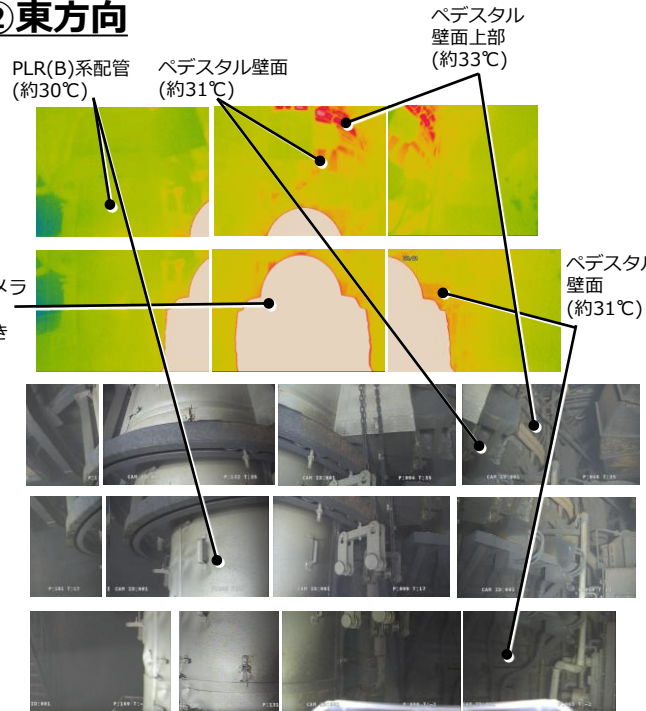
①北方向

サーモカメラ映像

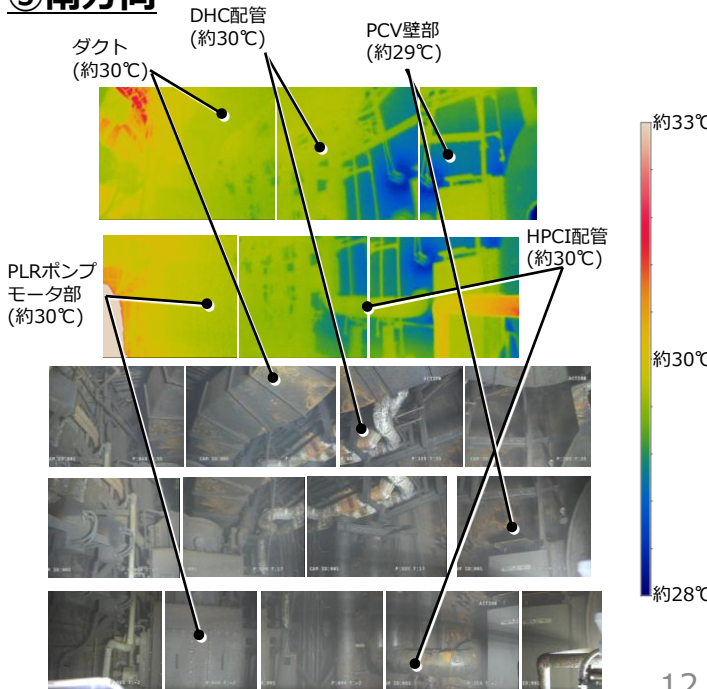
ドームカメラ映像



②東方向



③南方向

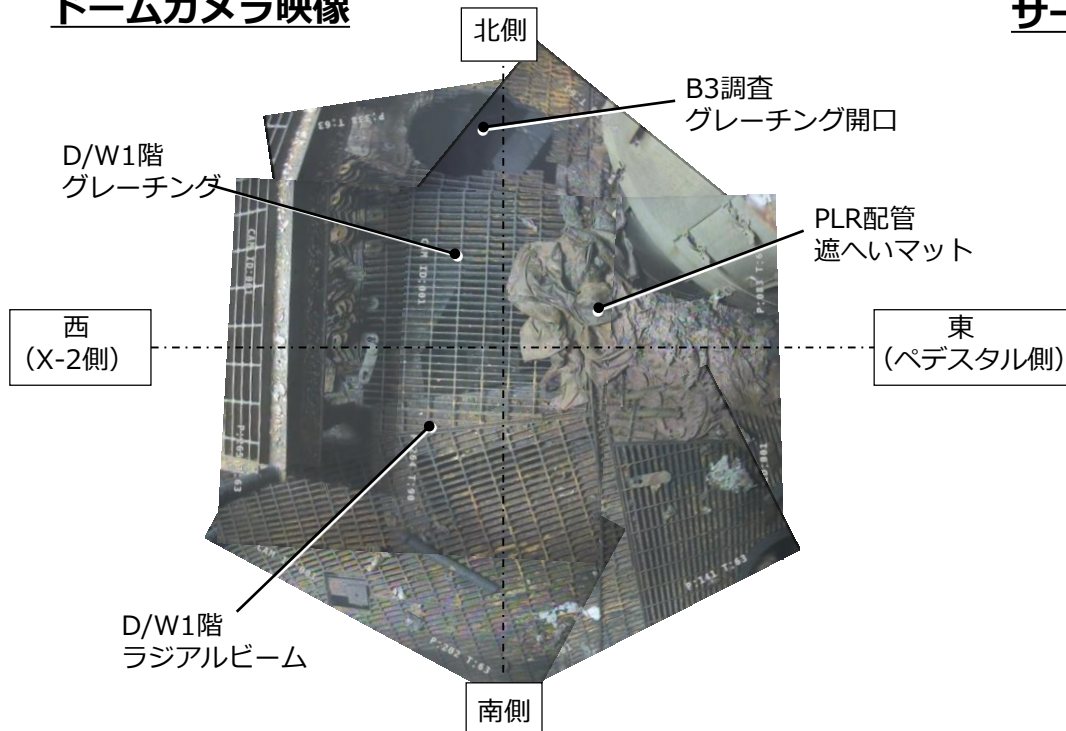


※ サーモカメラの誤差: ±2℃、ラップ撮影した画像を繋ぎ合わせているため、複数の写真に同じ構造物が表示されている。

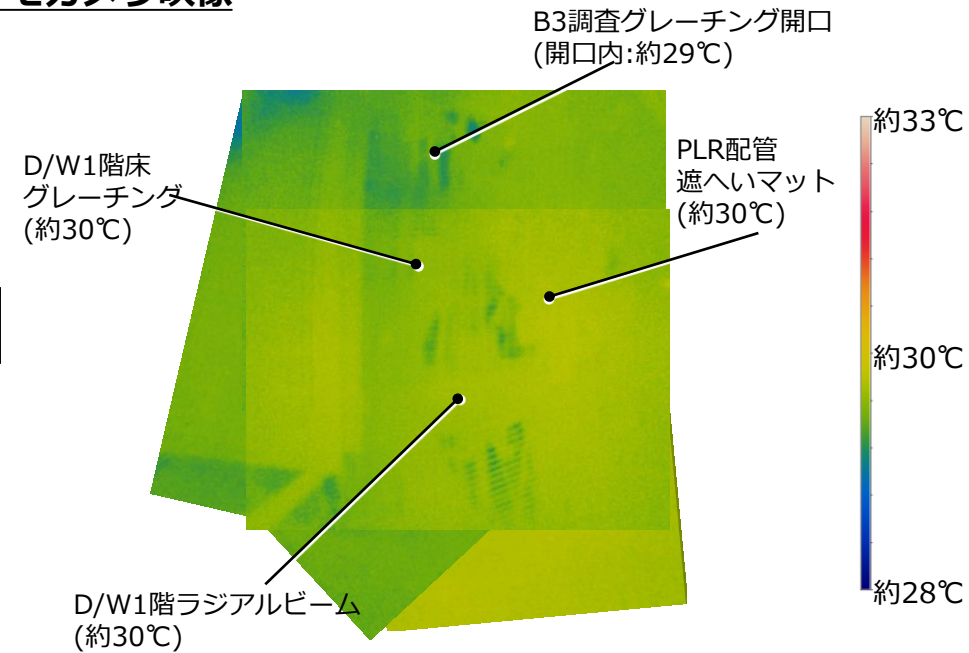
(参考) D/W地下階方向のサーモカメラの映像について(夏季)

- 堆積物が存在するD/W地下階方向についても、サーモカメラで温度分布を確認
- グレーチング越しではあるが、特異な温度は確認されず、他構造物と同じように30℃程度であった

ドームカメラ映像



サーモカメラ映像



※ サーモカメラの誤差 : ±2℃