

福島第一原子力発電所2号機 シールドプラグの変形 (これまでの検討内容等のまとめ)

2022年12月5日

東京電力福島第一原子力発電所事故対策室

- 本資料は、福島第一原子力発電所2号機における放射性物質の放出経路の推定に資するために、「これまで実施してきた同号機のシールドプラグの形状に関する検討内容」及び「追加的な検討内容」を踏まえて、まとめたものである。

< 検討の背景 >

- 東京電力福島第一原子力発電所事故時の福島第一原子力発電所2号機(1F2号機)における放射性物質の放出経路の推定(シールドプラグのパーツ間のすき間が放射性物質の放出経路となりうるか)に係る検討を行うため、シールドプラグの表面形状に関する検討等を実施した。

< 形状測定等の実施及びその結果の分析 >

- 1F2号機のシールドプラグの表面形状の測定を実施し、シールドプラグの表面形状を確認。
- 比較検討のため、同発電所5号機(1F5号機)及び6号機(1F6号機)、中国電力島根原子力発電所1号機(島根1号機)及び日本原子力発電敦賀発電所1号機(敦賀1号機)のシールドプラグの表面形状の測定を実施し、同様にシールドプラグの表面形状を確認。
- 各プラントのシールドプラグの表面の状況を現物又は画像にて確認。
- 1F2号機と他プラントのシールドプラグの表面形状測定等の結果を比較し、1F2号機のシールドプラグの表面形状の特異性等を分析。

<形状に影響を与える可能性が考えられる要因に対する調査>

- シールドプラグの開閉履歴等、シールドプラグの形状に影響を与える可能性が考えられる要因に対する調査を実施。

<原子力規制庁以外の機関による調査・検討>

①日本原子力研究開発機構(JAEA)

- 自重によるシールドプラグの変形の有無に関する解析的検討を実施。

②東京電力HD

- 福島第一原子力発電所1号機及び3号機のシールドプラグの変形状況及び要因に関する検討を実施。
- シールドプラグの変形要因について、社内関係者への聞き取り等を実施。

形状測定等の実施及びその結果の分析

- 3Dレーザースキャナ(FARO社製「Focus S350」)を用いて、各プラントのシールドプラグの表面形状に関するデータ(点群データ)を取得。
- 取得したデータは、点群データ処理ソフト(FARO社製「SCENE」)により3Dモデルを構築した上で、点群データ解析ソフト(富士テクニカルリサーチ社製「Galaxy-Eye Modeler」)により、シールドプラグ上(いずれのプラントとも同様の高さ位置)に仮想平面を作成し、仮想平面とシールドプラグ上の各位置との高低差を差分コンター図により提示。

※コンター幅は各プラント共通(上下50mm幅)であるが、シールドプラグ表面の落ち込み等の程度がわかりにくい場合はコンター幅を縮小したものも表示する。

- 各プラントの差分コンター図から、各プラントのシールドプラグの表面形状を確認。
- 1F2号機の差分コンター図と他プラントの差分コンター図を比較し、1F2号機のシールドプラグの表面形状の特異性等を分析。

(参考1) 取得した点群データ(1F2号機の例)

- シールドプラグ周囲の3箇所(1F2号機のみ2箇所※)から3Dレーザースキャナによる測定を実施し、点群データを取得。これらのデータを合成して表面形状を確認。

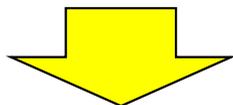
※シールドプラグ上及びその周辺の空間線量率が高く(数十~100数十mSv/h)、スキャナの設置位置が限られたため。



2021年12月14日に原子力規制庁にてデータ取得

(参考2) 3Dレーザースキャナによる計測等の精度

- 3Dレーザースキャナによる計測精度について、誤差が生じる要素としては以下の2つがある。
 - ①範囲誤差(スキャナ位置から10m及び25m離れた地点での2点間の距離に対する前後方向の誤差)
→±1mm
 - ②3D精度(スキャナ位置から10m及び25m地点での真値に対する前後、左右、上下方向の誤差)
→2mm@10m、3.5mm@25m
- 取得した点群データの合成時に生じる誤差は、最大約5mm(点群データ内の最大値)であった。



- シールドプラグに対してmmオーダーの形状変化を把握することは難しい。
- cmオーダーの変化であれば、形状変化を把握できる。

(参考3) 差分コンター図に関する補足

- シールドプラグは、図1の黒点線(赤色の円部分の内側)が端部である。
- 図1の黒点線の外側(赤色の円部分)は、シールドプラグ周りの堰である(図2)。

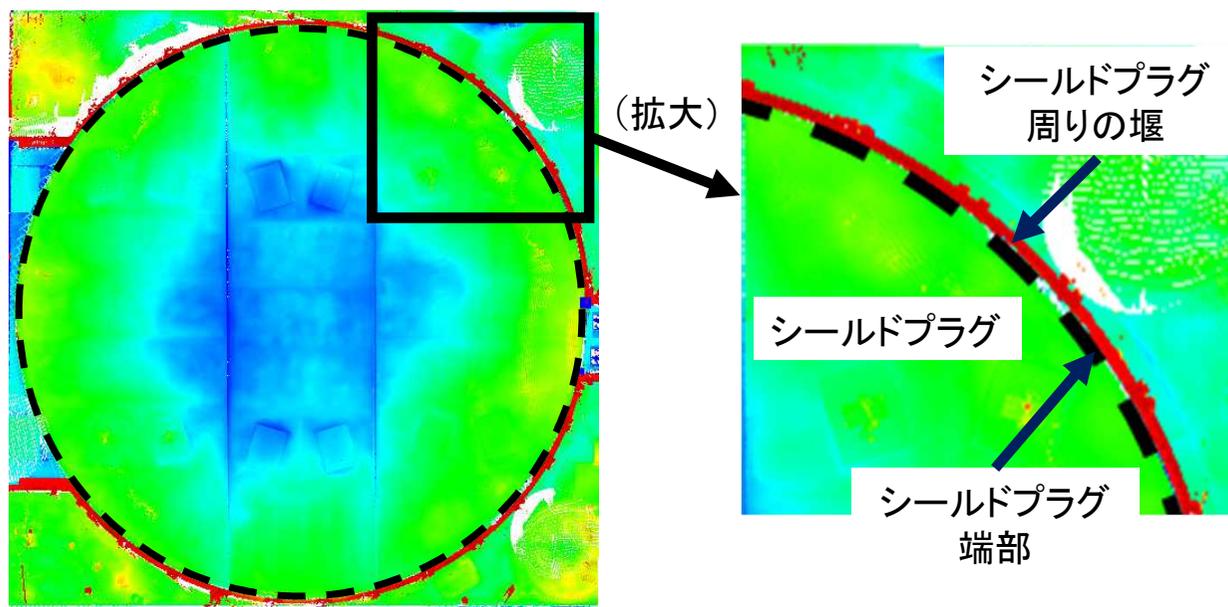


図1 差分コンター図のイメージ

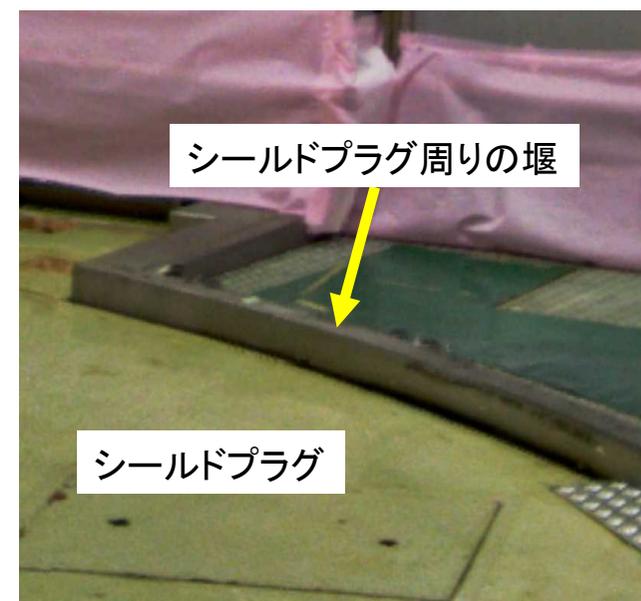


図2 シールドプラグ周りの堰(1F5号機の例)

(参考4) 仮想平面の「高さ0mm」位置

- 仮想平面は、下図の★付近が「高さ0mm」位置になるように設定(各プラント共通)(※)。

※前回(第32回)の事故分析検討会までは、図の●付近が「高さ0mm」位置になるように設定していたが、中心パーツの表面形状をより正確に表現するため、仮想平面の「高さ0mm」位置を図の★付近に変更した。なお、仮想平面の「高さ0mm」位置を図の●付近に設定した場合の差分コンター図も参考までに本資料に掲載している。

※各プラントの中心パーツ上端と下端の高さは、下表に示すようにほぼ同じ(3Dレーザースキャナ測定による誤差の範囲)である。

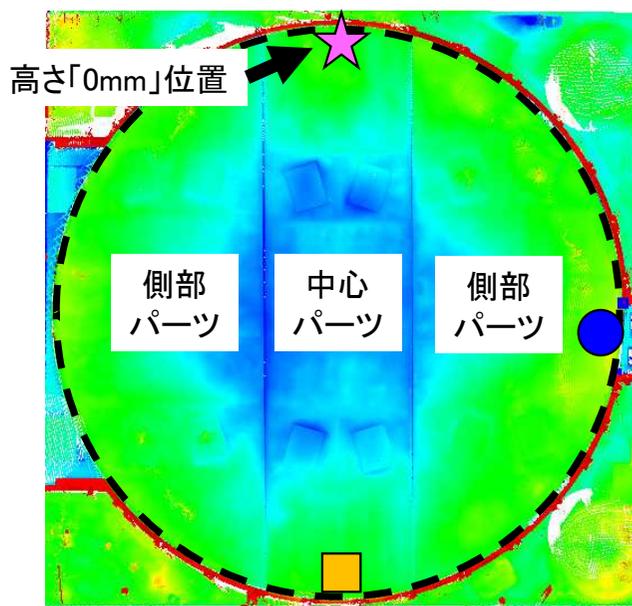


図 仮想平面の「高さ0mm」位置

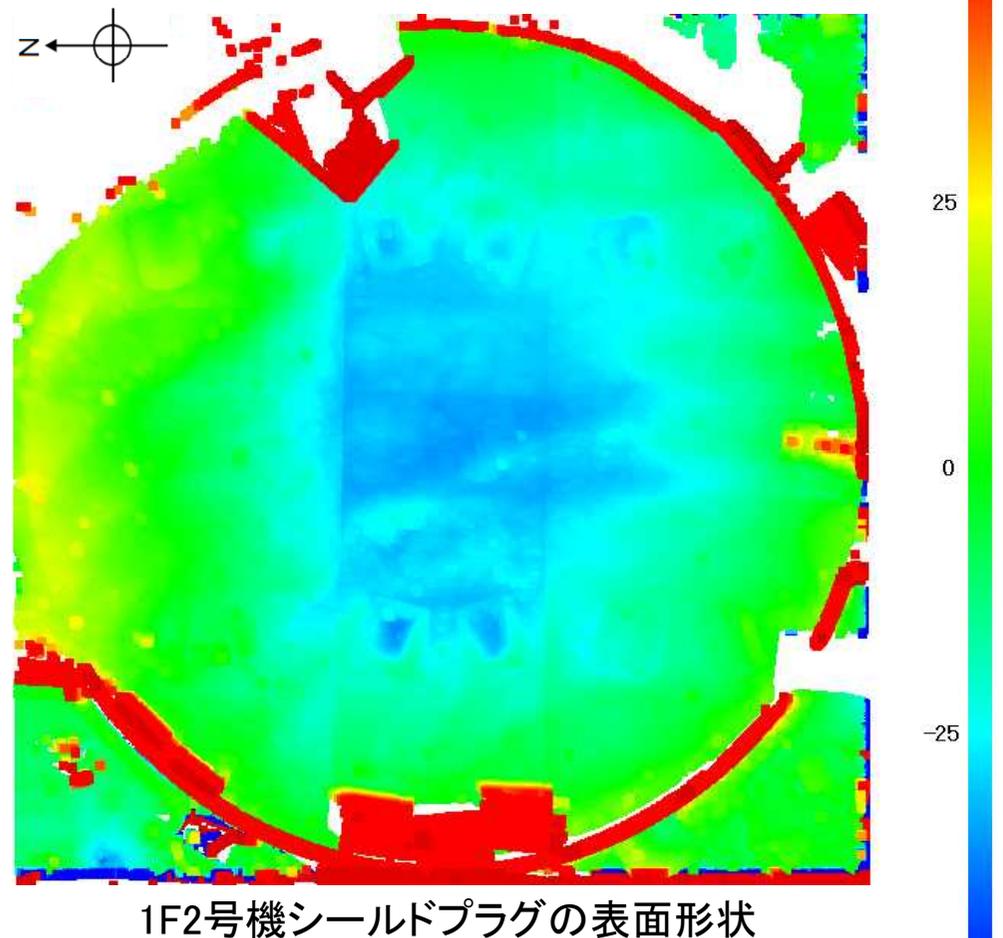
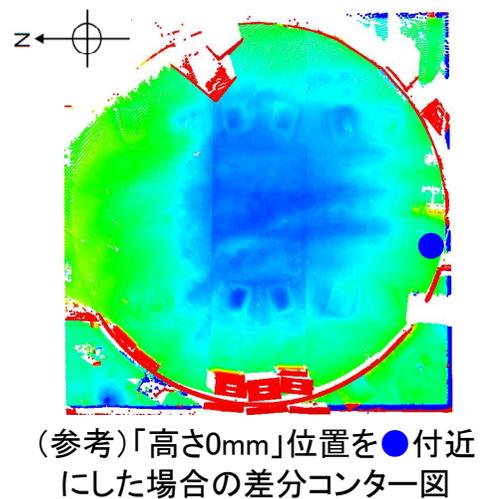
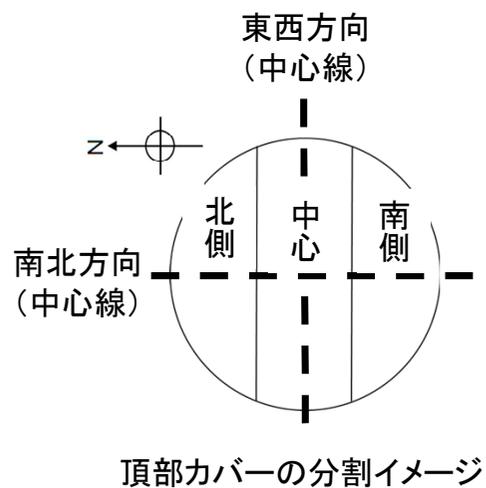
表 中心パーツの上下端の高さの差

プラント	中心パーツ上端(左図の★位置)の高さを「0mm」とした場合の中心パーツ下端(左図の■位置)の高さ
1F2号機	-4mm
1F5号機	1mm
1F6号機	0
島根1号機	-4mm
敦賀1号機	-1mm

シールドプラグの表面形状(1F2号機)

(単位:mm)

- 中心パーツに加えて北側パーツの一部及び南側パーツの一部で落ち込みが見られる。
- 東西方向(中心線付近)は端部から中心への落ち込みが40mm程度。
- 南北方向(中心線付近)は端部から中心への落ち込みが60mm程度。

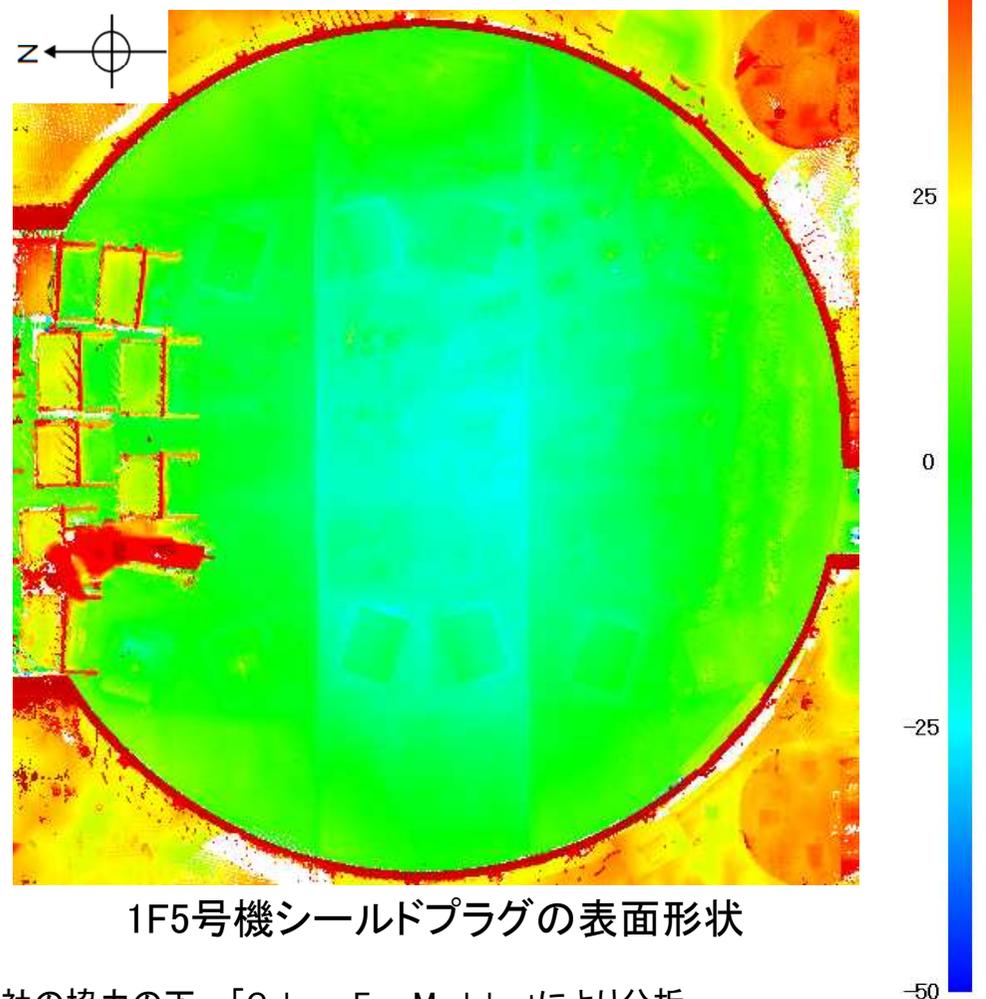
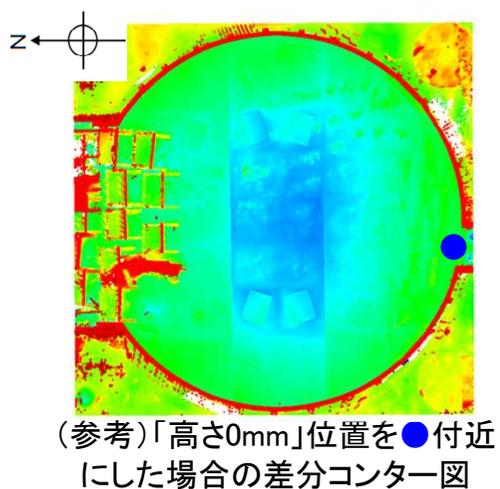
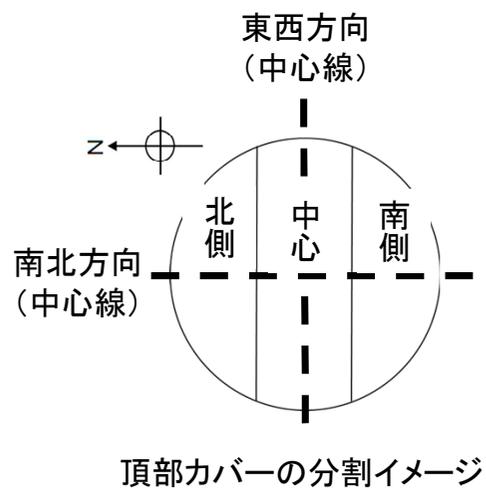


※2021年12月14日に原子力規制庁にて取得したデータを基に、富士テクニカルリサーチ社の協力の下、「Galaxy-Eye Modeler」により分析

シールドプラグの表面形状(1F5号機)

(単位:mm)

- 上下50mm幅の差分コンター図(右図)では、表面の落ち込み等の程度がわかりにくいため、コンター幅を縮小ものを次ページに示す。

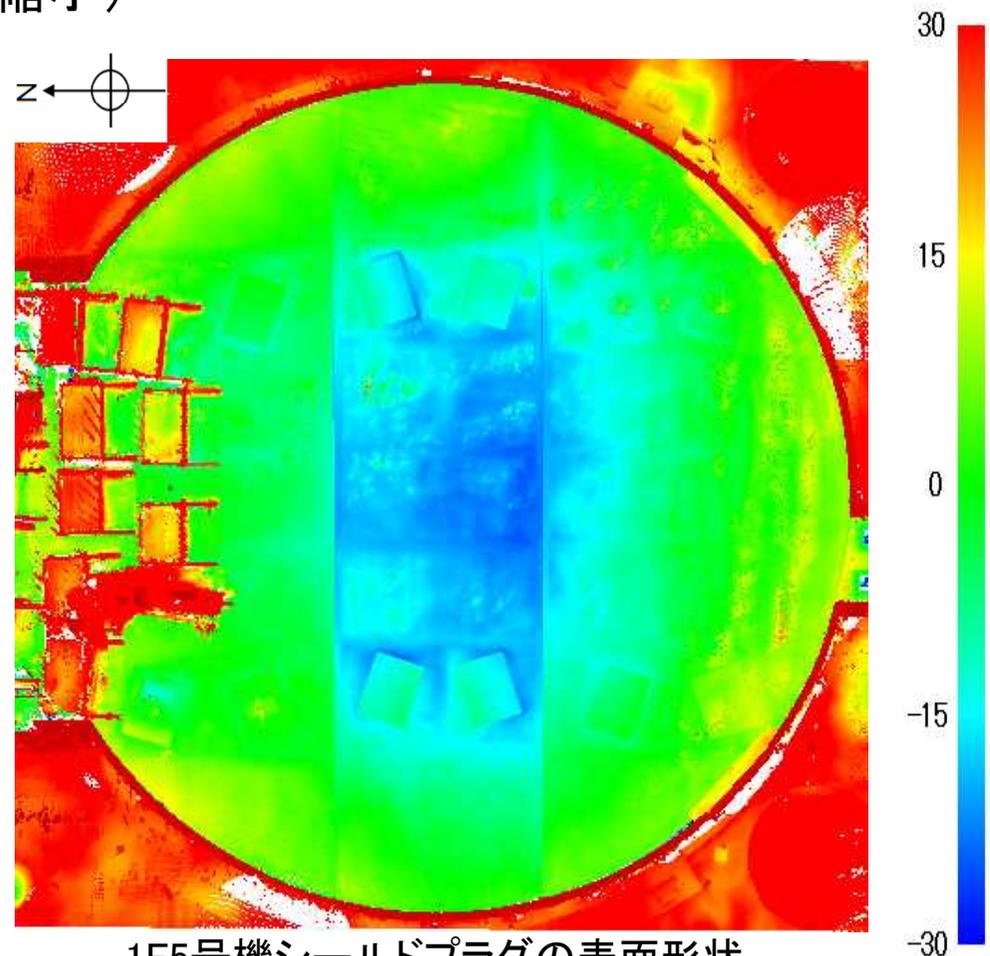
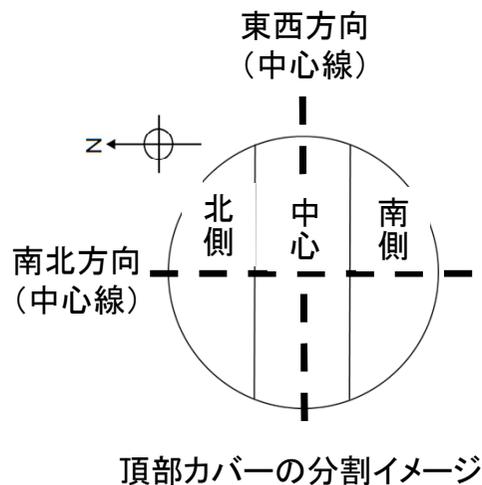


※2022年1月13日に原子力規制庁にて取得したデータを基に、富士テクニカルリサーチ社の協力の下、「Galaxy-Eye Modeler」により分析

シールドプラグの表面形状(1F5号機) (コンター幅を縮小)

(単位: mm)

- 中心パーツに加えて南側パーツの一部で落ち込みが見られる。
- 東西方向(中心線付近)は端部から中心への落ち込みが35mm程度。
- 南北方向(中心線付近)は端部から中心への落ち込みが40mm程度。
- 北側パーツと中心パーツの間に10~20mm程度の高低差がある。

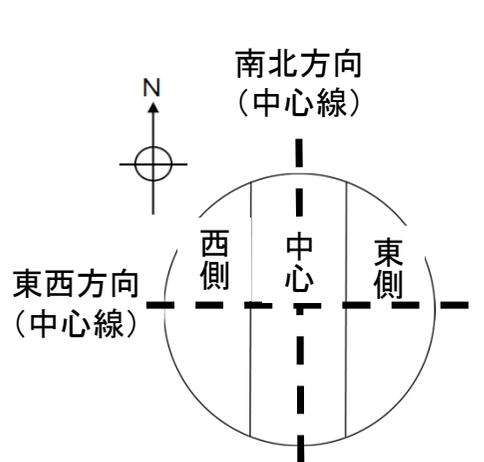


※2022年1月13日に原子力規制庁にて取得したデータを基に、富士テクニカルリサーチ社の協力の下、「Galaxy-Eye Modeler」により分析

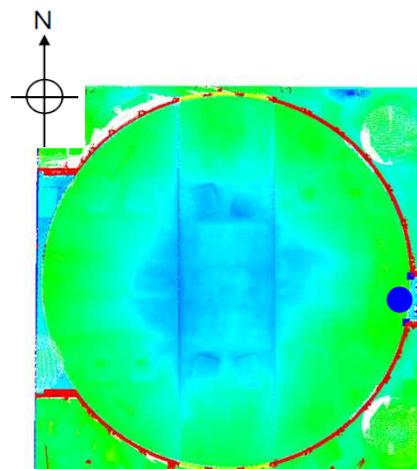
シールドプラグの表面形状(1F6号機)

(単位:mm)

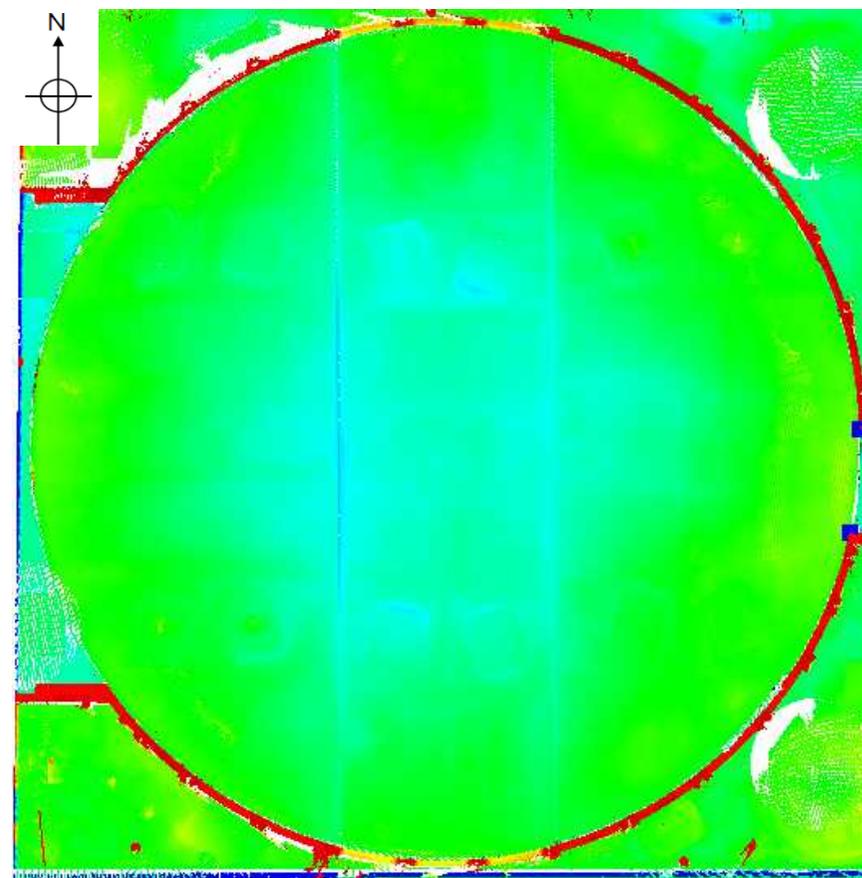
- 上下50mm幅の差分コンター図(右図)では、表面の落ち込み等の程度がわかりにくいため、コンター幅を縮小ものを次ページに示す。



頂部カバーの分割イメージ



(参考)「高さ0mm」位置を●付近にした場合の差分コンター図



1F6号機シールドプラグの表面形状

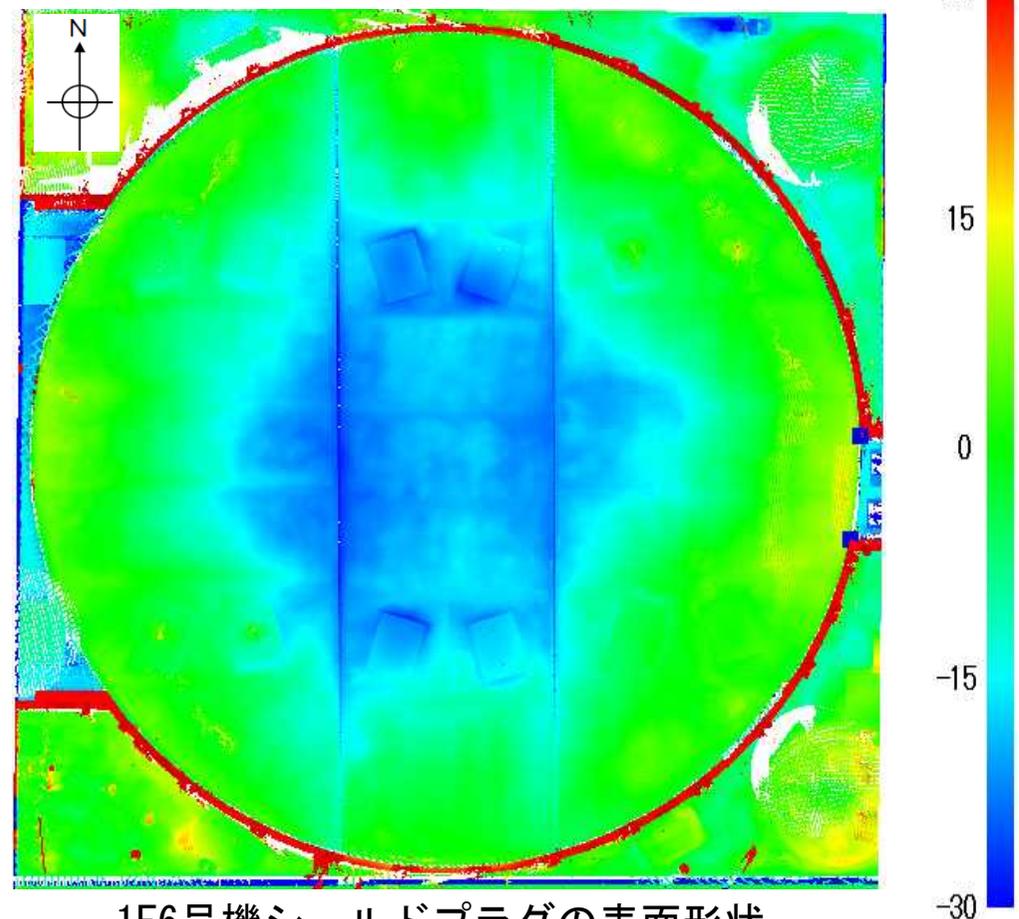
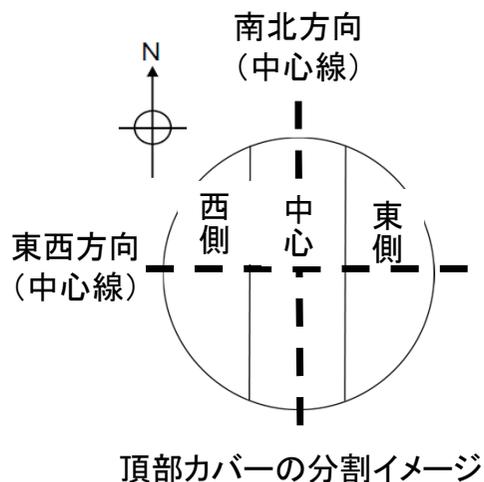


※2022年10月13日に原子力規制庁にて取得したデータを基に、富士テクニカルリサーチ社の協力の下、「Galaxy-Eye Modeler」により分析

シールドプラグの表面形状(1F6号機) (コンター幅を縮小)

(単位: mm)

- 中心パーツに加えて東側パーツの一部及び西側パーツの一部で落ち込みが見られる。
- 南北方向(中心線付近)は端部から中心への落ち込みが25mm程度。
- 東西方向(中心線付近)は端部から中心への落ち込みが40mm程度。
- パーツ間の高低差はほとんどない。

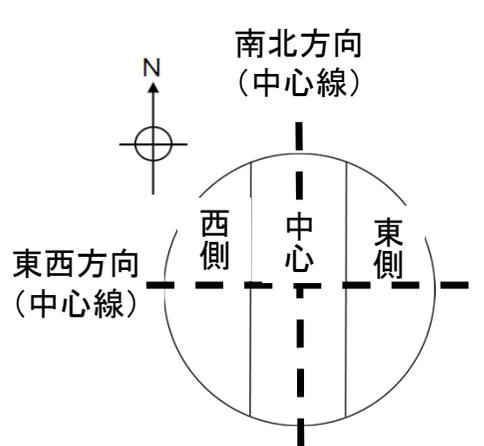


※2022年10月13日に原子力規制庁にて取得したデータを基に、富士テクニカルリサーチ社の協力の下、「Galaxy-Eye Modeler」により分析

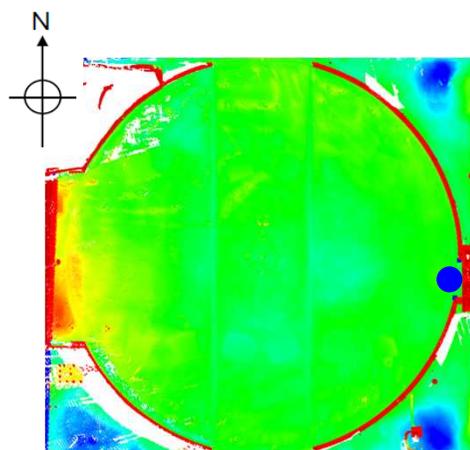
シールドプラグの表面形状(島根1号機)

(単位:mm)

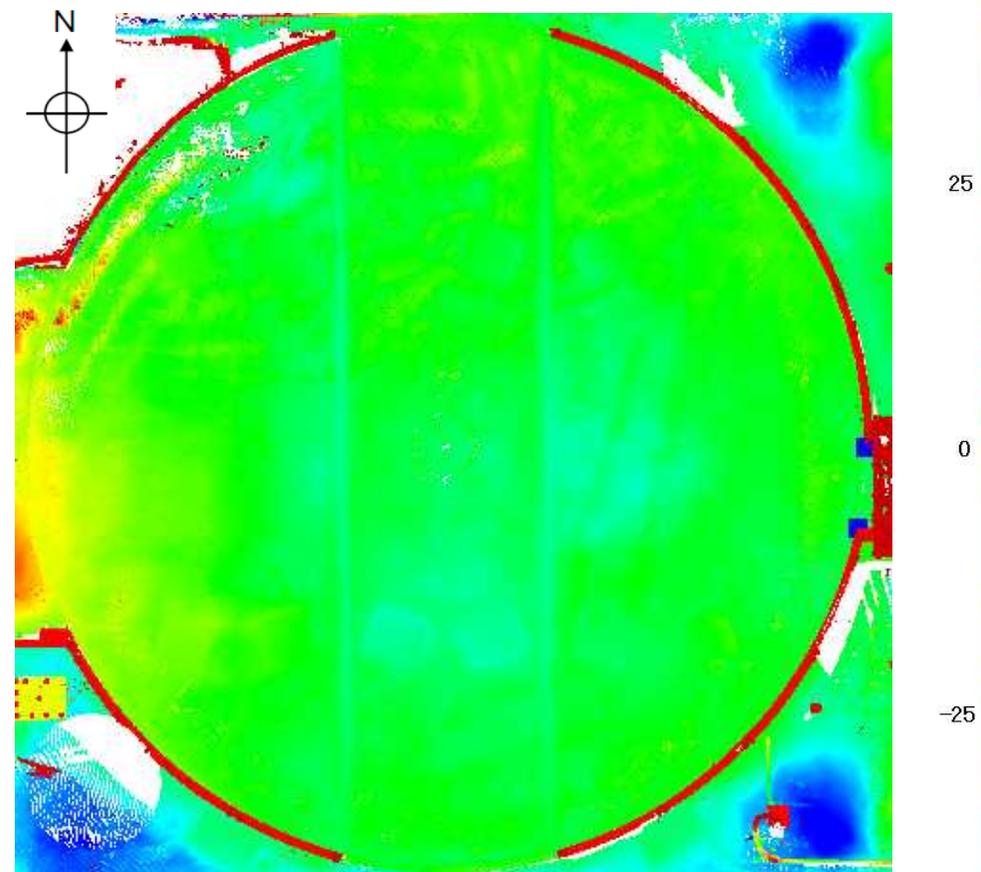
- 上下50mm幅の差分コンター図(右図)では、表面の落ち込み等の程度がわかりにくいため、コンター幅を縮小ものを次ページに示す。



頂部カバーの分割イメージ



(参考)「高さ0mm」位置を●付近にした場合の差分コンター図



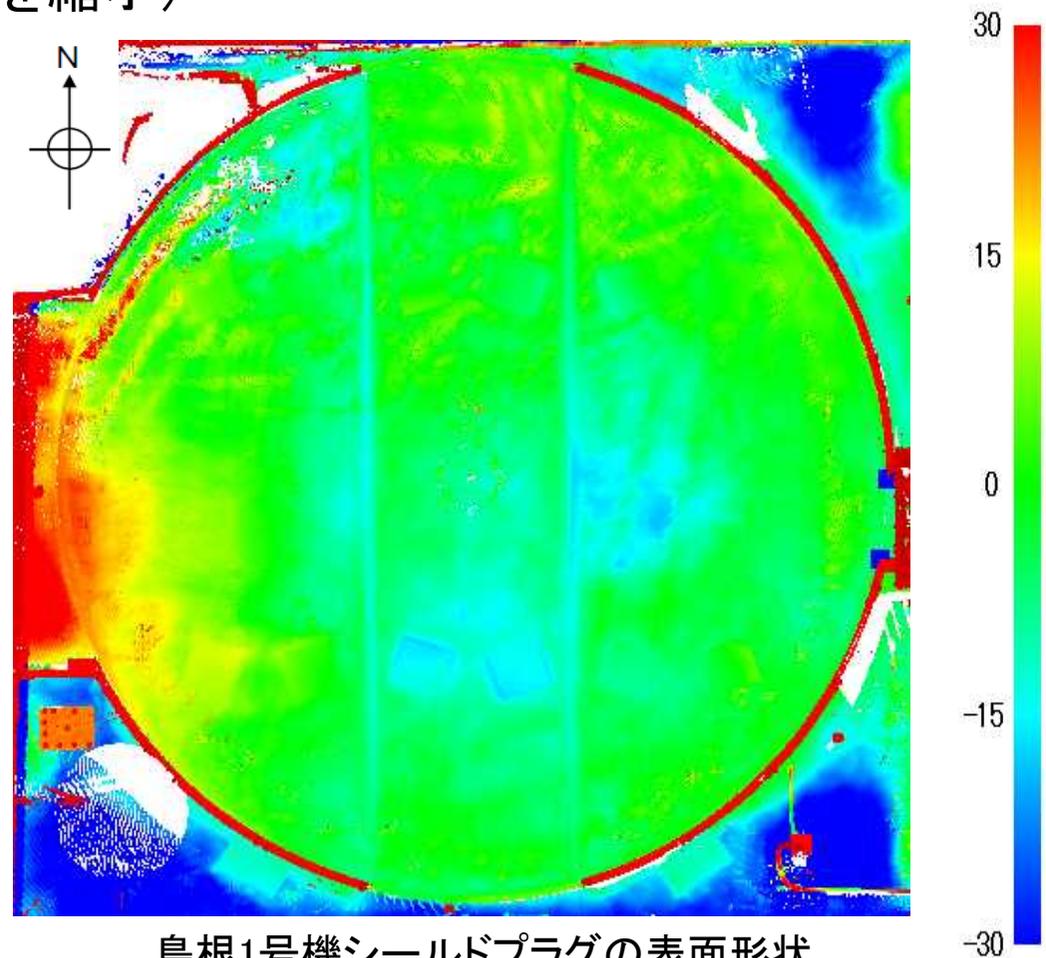
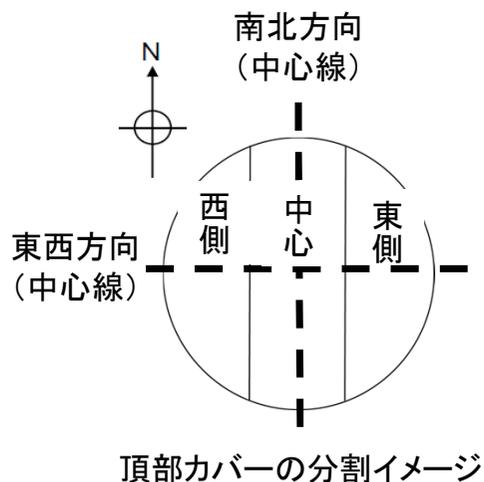
島根1号機シールドプラグの表面形状

※2022年2月22日に原子力規制庁にて取得したデータを基に、富士テクニカルリサーチ社の協力の下、「Galaxy-Eye Modeler」により分析

シールドプラグの表面形状(島根1号機) (コンター幅を縮小)

(単位: mm)

- 西端付近は東端に比べて最大30mm程度高くなっている。
- 東側パーツの中心側で落ち込みが見られる。
- 東西方向(中心線付近)及び南北方向(中心線付近)ともに端部から中心への落ち込みはほとんどない。
- パーツ間の高低差はほとんどない。

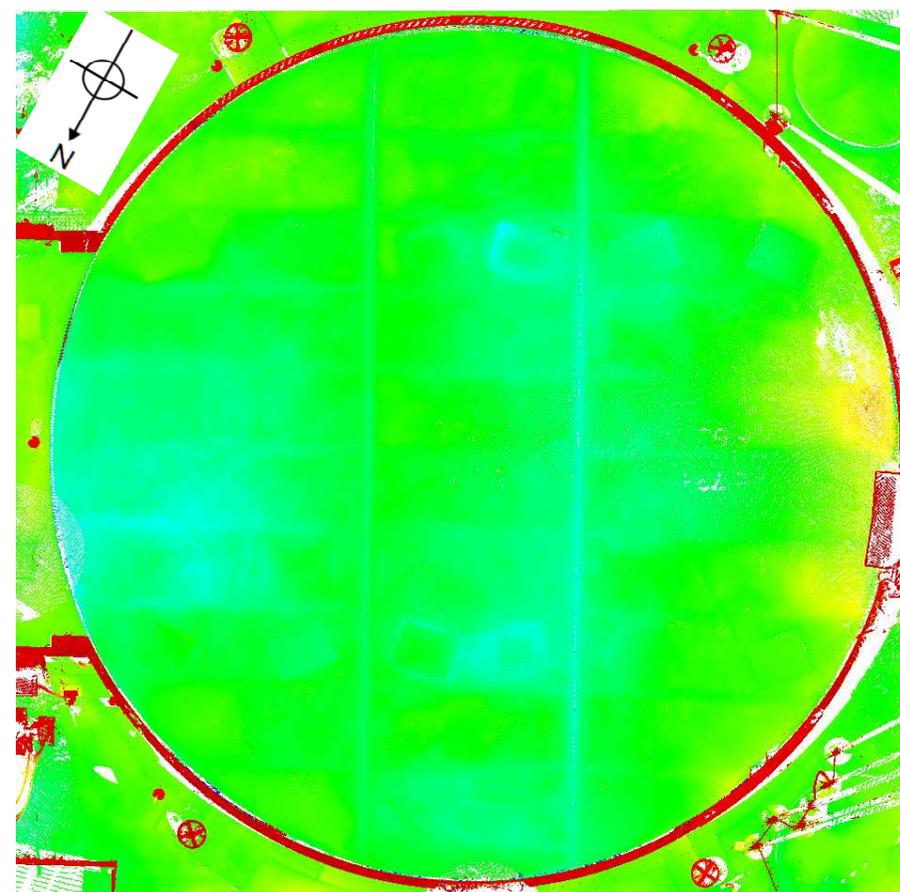
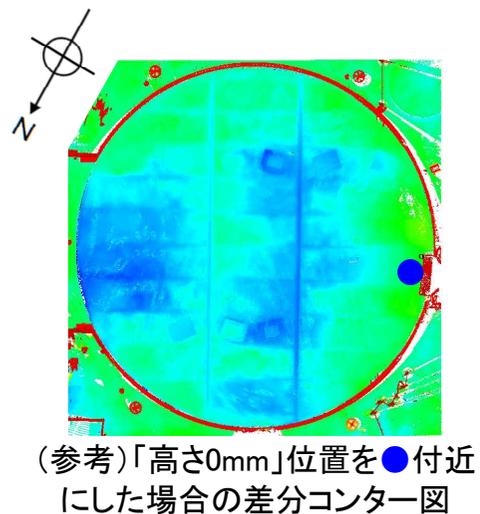
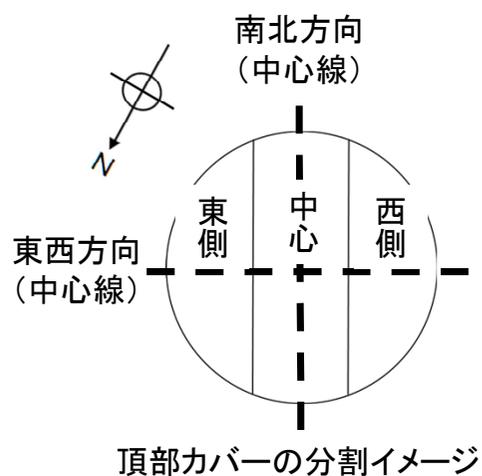


※2022年2月22日に原子力規制庁にて取得したデータを基に、富士テクニカルリサーチ社の協力の下、「Galaxy-Eye Modeler」により分析

シールドプラグの表面形状(敦賀1号機)

(単位:mm)

- 上下50mm幅の差分コンター図(右図)では、表面の落ち込み等の程度がわかりにくいため、コンター幅を縮小ものを次ページに示す。



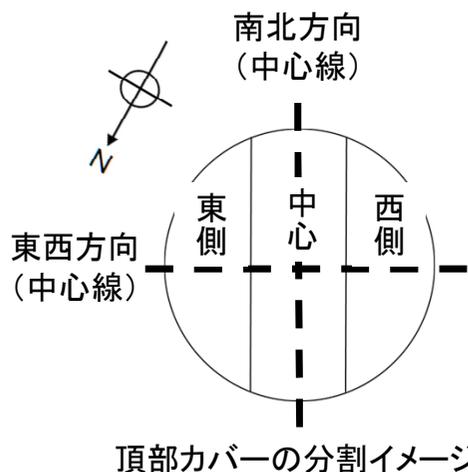
敦賀1号機シールドプラグの表面形状

※2022年4月8日に原子力規制庁にて取得したデータを基に、富士テクニカルリサーチ社の協力の下、「Galaxy-Eye Modeler」により分析

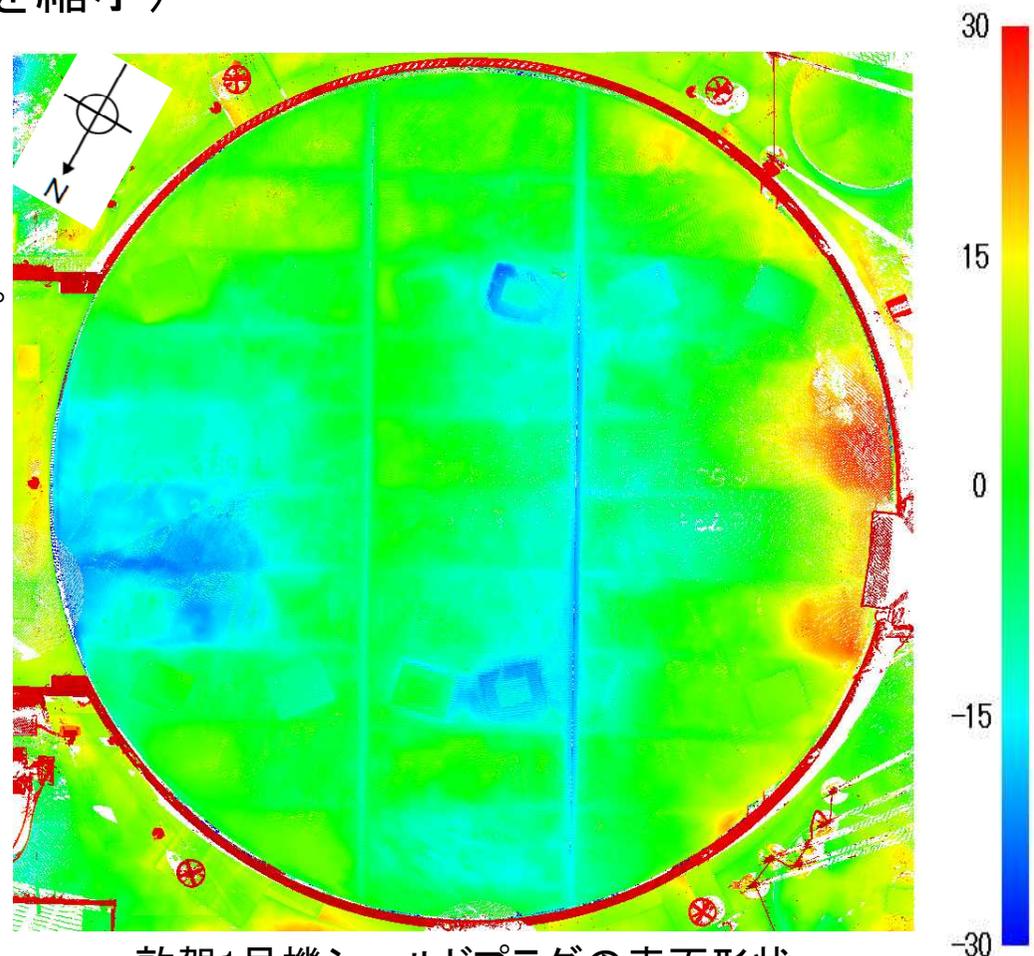
シールドプラグの表面形状(敦賀1号機) (コンター幅を縮小)

(単位: mm)

- 中心パーツの一部、西側パーツの一部及び東側パーツの一部で落ち込みが見られる。
- 東西方向(中心線付近)は西端から東端への落ち込みが50mm程度。
- 南北方向(中心線付近)は端部から中心への落ち込みはほとんどない。
- 東端とDSP側床面(右図の左端)との間に最大40mm程度の高低差がある(下部の写真参照)。
- パーツ間の高低差はほとんどない。



2022年4月8日の原子力規制庁調査時に
日本原子力発電が撮影

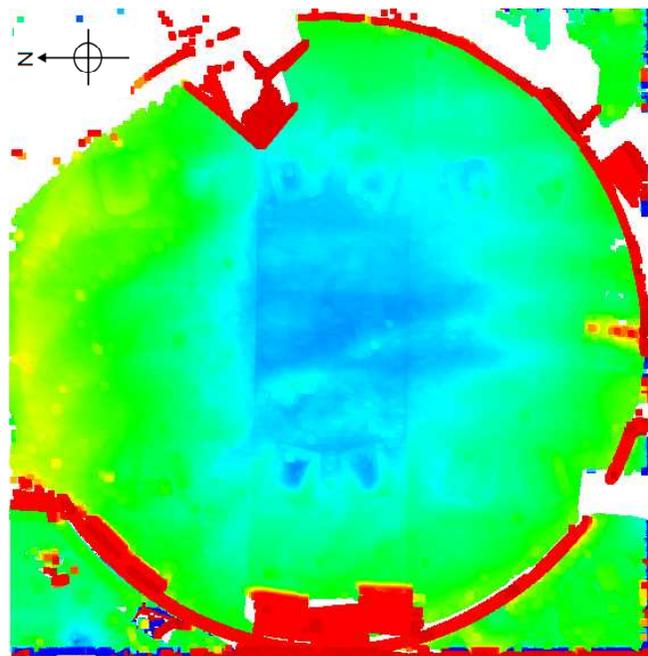


敦賀1号機シールドプラグの表面形状

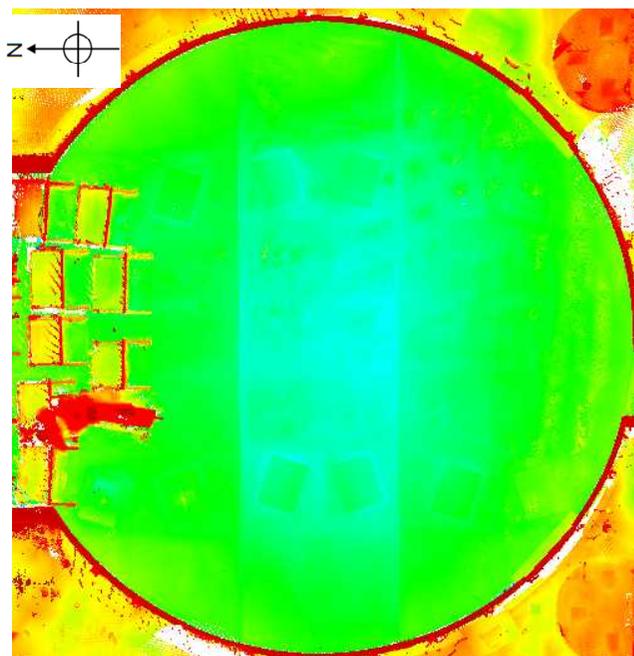
※2022年4月8日に原子力規制庁にて取得したデータを基に、富士テクニカルリサーチ社の協力の下、「Galaxy-Eye Modeler」により分析

シールドプラグの表面形状 (1F2号機、1F5号機及び1F6号機の比較)

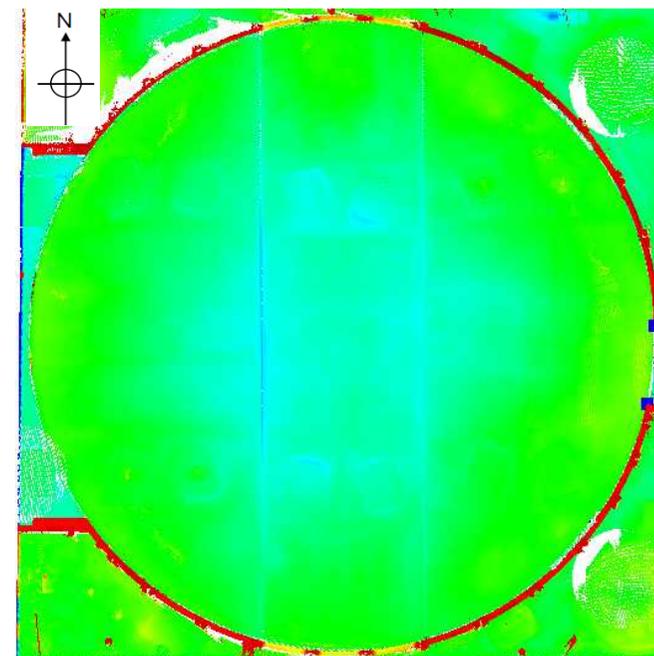
(単位:mm)



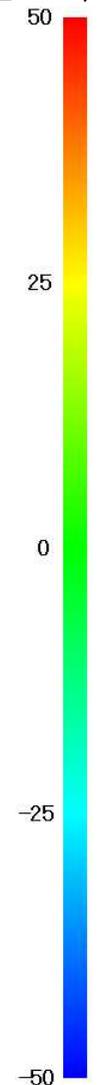
1F2号機シールドプラグの表面形状



1F5号機シールドプラグの表面形状

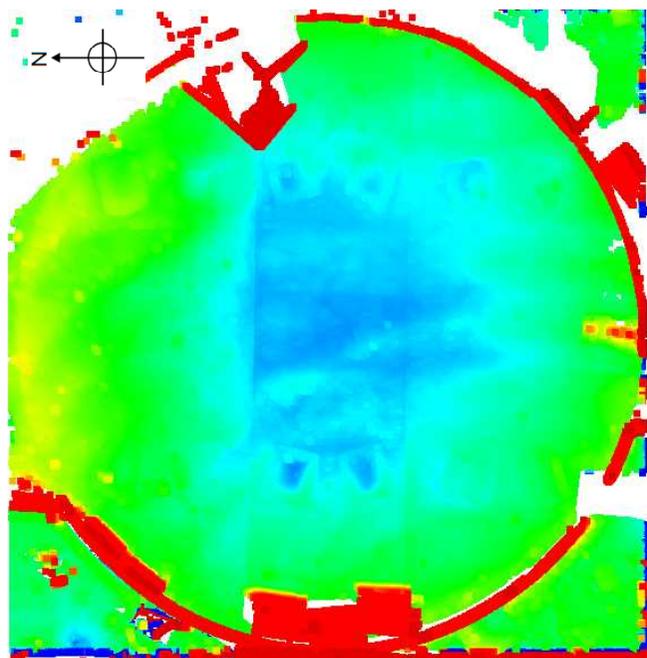


1F6号機シールドプラグの表面形状

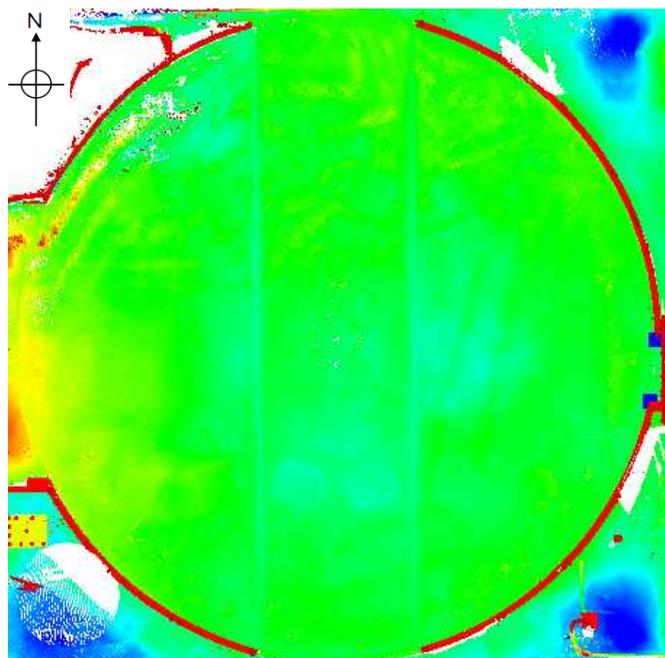


シールドプラグの表面形状 (1F2号機、島根1号機及び敦賀1号機の比較)

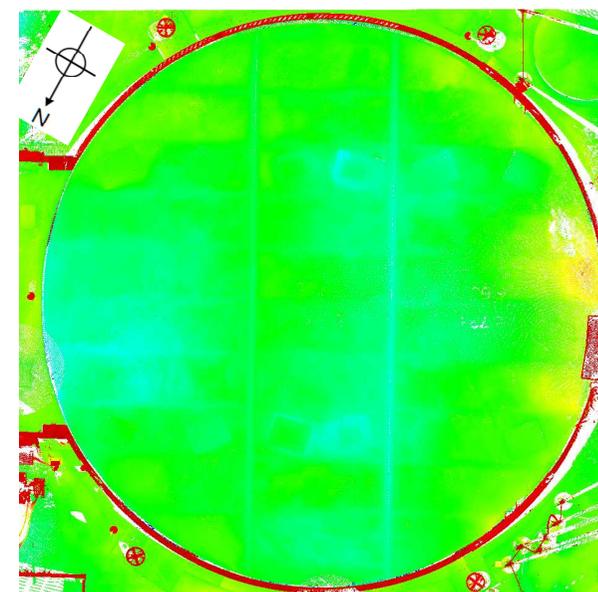
(単位:mm)



1F2号機シールドプラグの表面形状



島根1号機シールドプラグの表面形状



敦賀1号機シールドプラグの表面形状



※各図の大きさは、シールドプラグの実際の大きさに合わせて変えている。

(参考)シールドプラグの表面形状比較(断面形状の可視化)

- 中心パーツの中心線付近の断面(下図の赤線部分)及びパーツ間を跨がる方向の中心線付近の断面(下図の黒線部分)のデータ(点群データ)を取り出し、断面形状の可視化を試みた(結果を次ページ以降に示す)。
- 取り出したデータは、断面形状のイメージが分かるように縦横比を大きく変えている。
- 実際の縦横比=約200:1(横:約11~12m程度、縦:約6cm程度)
- 取得したデータ数(点の数)が十分でない箇所もあるため、次ページ以降の断面形状はあくまで「イメージ」である。

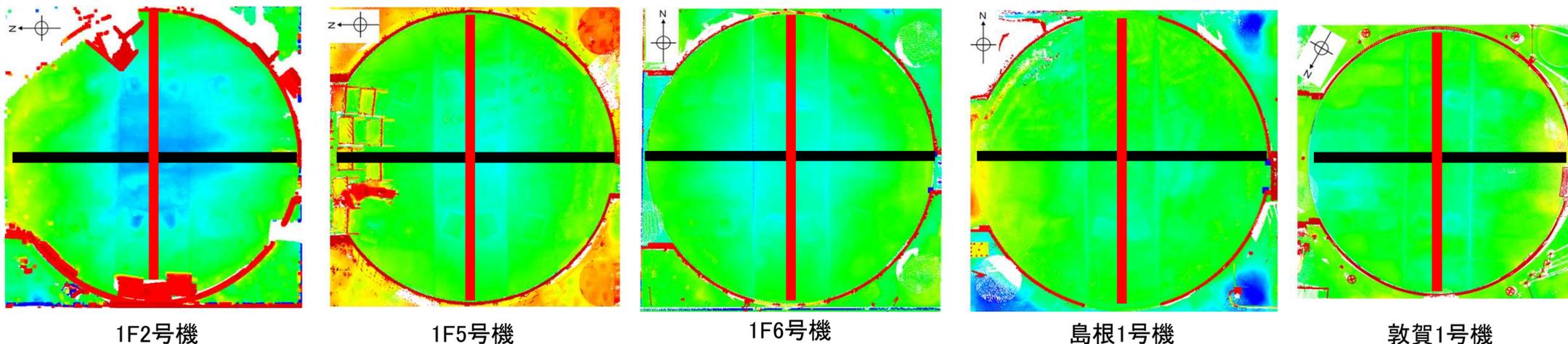


図 点群データ取り出し位置

【参考:イメージ】断面形状の可視化(中心パーツの中心線付近)

		断面形状 (イメージ) ※前ページ ((参考) シールドプラグの表面形状比較 (断面形状の可視化)) の記載を参照のこと	
1F2号機	東		西
1F5号機	東		西
1F6号機	北		南
島根1号機	北		南
敦賀1号機	北		南

【参考：イメージ】断面形状の可視化（パーツ間を跨がる方向）

		断面形状（イメージ） ※前ページ（（参考）シールドプラグの表面形状比較（断面形状の可視化）） の記載を参照のこと	
1F2号機	北		南
1F5号機	北		南
1F6号機	西		東
島根1号機	西		東
敦賀1号機	東		西

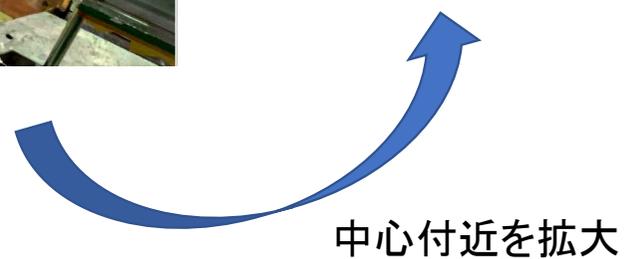
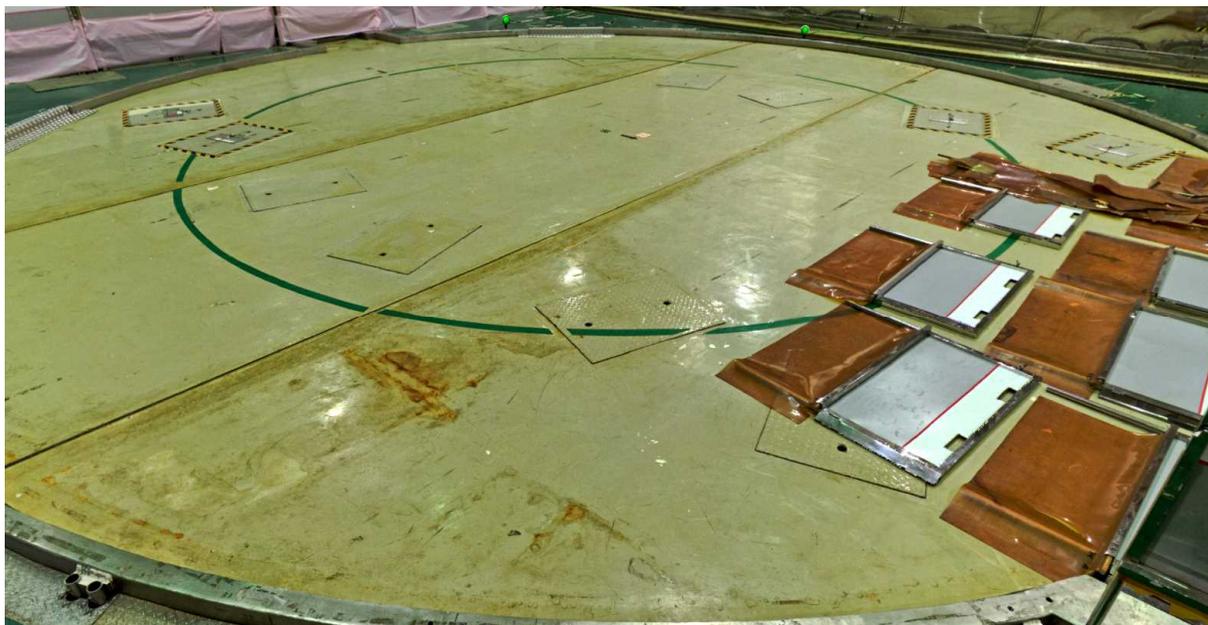
シールドプラグ表面の状況(1F2号機)



中心付近を拡大

写真は、いずれも2021年12月14日に原子力規制庁撮影

シールドプラグ表面の状況(1F5号機)



写真は、いずれも2022年1月13日に原子力規制庁撮影

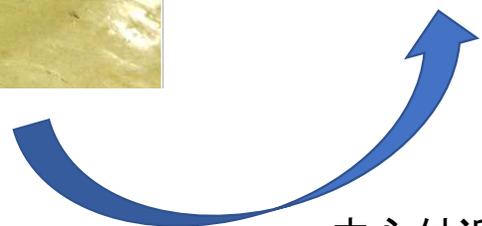
シールドプラグ表面の状況(1F6号機)



中心付近を拡大

写真は、いずれも2022年10月13日に原子力規制庁撮影

シールドプラグ表面の状況(島根1号機)



中心付近を拡大

写真は、いずれも2022年2月22日に原子力規制庁撮影

シールドプラグ表面の状況(敦賀1号機)



2022年4月8日の原子力規制庁調査時に日本原子力発電が撮影



2022年4月8日に原子力規制庁撮影

表面を拡大

シールドプラグの表面形状の測定結果

①落ち込みの範囲

- 1F2号機は、中心パーツに加えて北側パーツの一部及び南側パーツの一部で落ち込みが見られる。
- 1F5号機は、中心パーツに加えて南側パーツの一部で落ち込みが見られる。
- 1F6号機は、中心パーツに加えて東側パーツの一部及び西側パーツの一部で落ち込みが見られる。
- 島根1号機は、東側パーツの中心側付近で落ち込みが見られる。
- 敦賀1号機は、中心パーツの一部、西側パーツの一部及び東側パーツの一部で落ち込みが見られる。

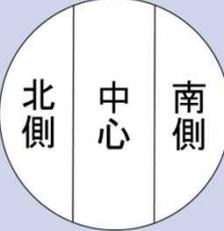
②落ち込みの程度が大きい範囲

- 1F2号機は、中心パーツ及び南側パーツの一部で落ち込みの程度が大きい。
- 1F5号機は、中心パーツの一部で落ち込みの程度が大きい。
- 1F6号機は、中心パーツ、東側パーツの一部及び西側パーツの一部で同様の落ち込みの程度である。
- 島根1号機は、東側パーツの中心側以外には目立った落ち込みはない。
- 敦賀1号機は、東側パーツの一部で落ち込みの程度が大きい。

③端部から中心に向かう落ち込みの程度

- 1F2号機は、東西方向(中心線付近)の落ち込みが40mm程度、南北方向(中心線付近)の落ち込みが60mm程度である。
- 1F5号機は、東西方向(中心線付近)の落ち込みが35mm程度、南北方向(中心線付近)の落ち込みが40mm程度である。
- 1F6号機は、東西方向(中心線付近)の落ち込みが25mm程度、南北方向(中心線付近)の落ち込みが40mm程度である。
- 島根1号機は、端部から中心に向かう落ち込みはほとんどない。
- 敦賀1号機は、端部から中心に向かう落ち込みはほとんどないが、西端から東端へ向かう落ち込みが50mm程度ある。

シールドプラグの表面形状測定の結果の比較

	1F2号機	1F5号機	1F6号機	島根1号機	敦賀1号機
落ち込みの範囲	中心パーツ 北側パーツの一部 南側パーツの一部	中心パーツ 南側パーツの一部	中心パーツ 東側パーツの一部 西側パーツの一部	東側パーツの 中心側付近	中心パーツ 東側パーツの一部 西側パーツの一部
落ち込みの程度 が大きい範囲	中心パーツ 南側パーツの一部	中心パーツの一部	中心パーツ 東側パーツの一部 西側パーツの一部	東側パーツの 中心側付近	東側パーツの一部
端部から中心部 に向かう落ち込み の程度	東西方向:40mm程度 南北方向:60mm程度	東西方向:35mm程度 南北方向:40mm程度	南北方向:25mm程度 東西方向:40mm程度	ほとんどない	ほとんどない (西端から東端への落 ち込みが50mm程度)
パーツ間の高低 差の有無	(確認できない)	有 北側と中心のパーツの 間に10~20mm程度	無	無	無
頂部カバーの 分割イメージ					

各プラントのシールドプラグの目視等による確認結果

①シールドプラグ表面の状況

- 1F2号機のシールドプラグの表面には、目立ったひび割れは確認できなかった(画像により確認)。
- 他のプラントも同様である(現物及び画像により確認)。

②パーツ間の高低差の有無

- 1F2号機は、パーツ間の高低差は確認できなかった(シールドプラグ上が高線量のため、現物による確認ができなかった)。
- 1F5号機は、北側パーツと中心パーツの間に10～20mm程度の高低差があった(現物により確認)。
- 1F6号機及び島根1号機は、パーツ間の高低差は確認されなかった(現物により確認)。
- 敦賀1号機は、東側パーツとDSP側床面との間に最大40mm程度の高低差があった(現物により確認)。

③その他

- 現物が確認できたシールドプラグ(1F5号機、1F6号機、島根1号機、敦賀1号機)の落ち込みの有無は、目視では確認できなかった。

シールドプラグの形状に影響を与える可能性が考えられる要因に対する調査結果

①シールドプラグの構造の違い

- 頂部カバーの直径、分割数、配筋には、大きな差はない。
- 層数／頂部層の厚さについては、敦賀1号機のみ2層／100cmであり、他プラントは3層／60数cmである。
- シールドプラグの支持方法(端部の切り欠部分にてシールドプラグを支持)、シールドプラグの設置方法(中心パーツの上部に側部パーツを載せる、頂部カバー・中間カバー・底部カバーはそれぞれ互い違いに設置)は、いずれのプラントともに同様である。

②シールドプラグの開閉履歴

- 1F事故以前は、いずれのプラントも定期検査ごとに開閉を実施。
- 1F事故以降は、プラントによって開閉回数が異なるが、大きな差はない。
- 至近の取り付け時期(原子炉ウェル上に設置した時期)は、2014年～2016年(1F2号機を除く。)であり、大きな差はない。

③シールドプラグ開閉時のシールドプラグのつり上げ方法

- いずれのプラントも、シールドプラグ上に設置されているつり上げ用の治具にバックル・リング等を掛け、これらに繋がっているワイヤー等にて、つり上げている。

※上記の詳細は次ページを参照のこと。

シールドプラグの設計情報等

		1F2号機	1F5号機	1F6号機	島根1号機	敦賀1号機
電気出力(MWe) ^{※2}		784	784	1100	460	357
原子炉形式 ^{※2}		BWR-4	BWR-4	BWR-5	BWR-3 ^{※1}	BWR-2
格納容器形式 ^{※2}		マーク I	マーク I	マーク II	マーク I	マーク I
シールドプラグ ^{※3}	頂部カバーの直径(m)	11.8	11.8	(不明)	12.4	10.9
	層数	3	3	(不明)	3	2
	頂部カバーの厚さ(cm)	62	62	(不明)	63	100
	分割数	3	3	3	3	3
	頂部カバーの重量(ton)	165	(不明)	(不明)	(不明)	218
	配筋(上端筋/下端筋)	D25,D25/ D25,D32	D25,D25/ D25,D32	(不明)	D22,D25/ D22,D35	D25,D25/ D25,D35
	形状測定時の状態	原子炉ウェル上部に設置				
	開閉履歴(1F事故以降) (開⇄閉のセットで1回)	—	1	1	2	2
	原子炉ウェル上に設置した時期(直近) (2022年11月までの経過期間)	—	2016年2月 (6年9ヶ月)	2014年8月 (7年3ヶ月)	2016年7月 (6年4ヶ月)	2014年1月 (8年10ヶ月)
	開閉時のつり上げ方法	シールドプラグ上に設置されているつり上げ用の治具にバックル・リング等を掛け、これらに繋がっているワイヤー等にて、つり上げる。				

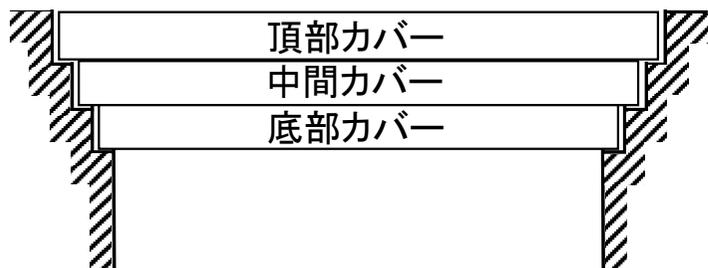
※1: ECCSはBWR-4の設計

※2: 原子力安全研究協会(編): 軽水炉発電所のあらまし(改訂版)(平成4年10月)、p.348

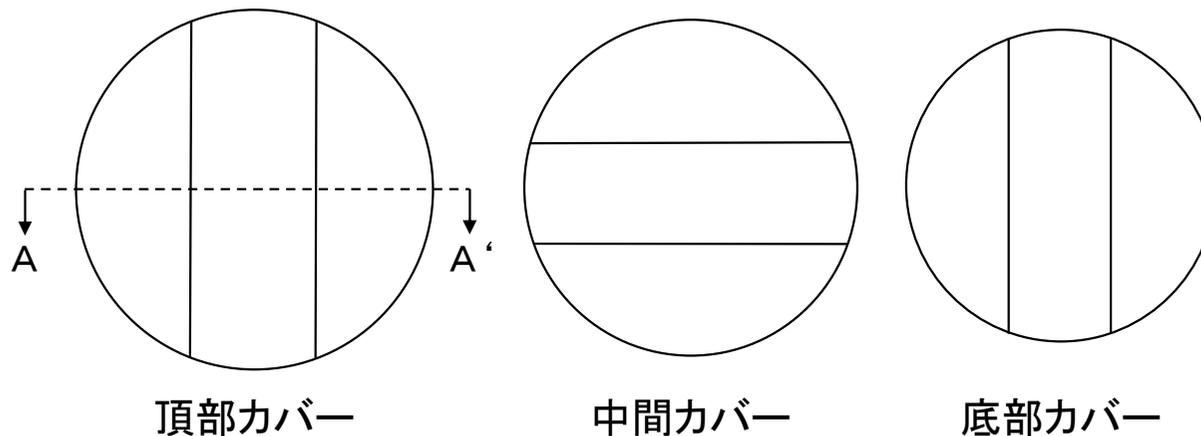
※3: シールドプラグに関する情報は、各社から提供されたもの

(参考)シールドプラグの構造(イメージ)

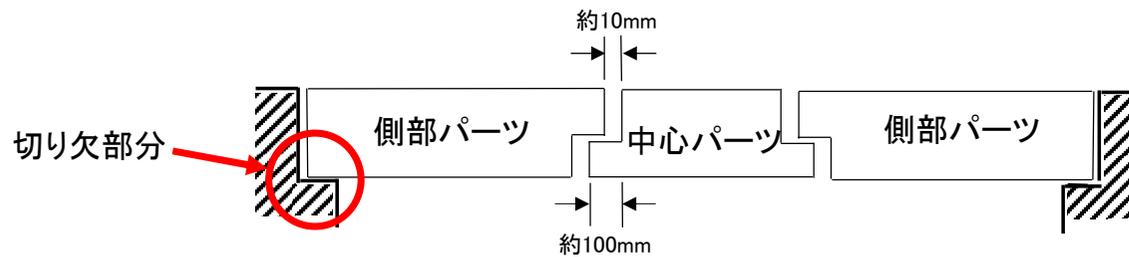
断面形状



平面形状



A-A'断面



原子力規制庁以外の機関による調査・検討

<JAEA>

① 自重によるシールドプラグの変形の有無に関する解析的検討

- 標準的なコンクリートの物性値、1F2号機のシールドプラグの設計情報等を用いて解析コード(Abaqus)により解析した結果、中心のパーツで約6mm、側部のパーツで約4mmの落ち込みが生じた。(JAEA)

→詳細は、第32回会合資料4-2を参照のこと。

<東京電力HD>

② 福島第一原子力発電所1号機及び3号機のシールドプラグの変形状況及び要因に関する検討

- 1F1号機のシールドプラグの形状を計測した結果、シールドプラグに変形があることを確認した(東京電力HD)。
- 1F3号機のシールドプラグ上の調査を実施した結果、シールドプラグ中央部に変形(約300mm)が確認された。この変形は、シールドプラグにトロリーの主巻フック等が衝突したことによるものと推定される(東京電力HD)。

→詳細は、次ページ以降を参照のこと。

<東京電力HD>

③ シールドプラグの変形要因に関する調査

- オペレーションフロアでの作業に携わった社員及び協力企業の関係者に聞き取り調査をした結果、シールドプラグの変形に関する有益な情報は得られなかった(東京電力HD)。
- 変形要因の可能性の1つとして、製作時の精度が考えられるが、明確な根拠はない(東京電力HD)。

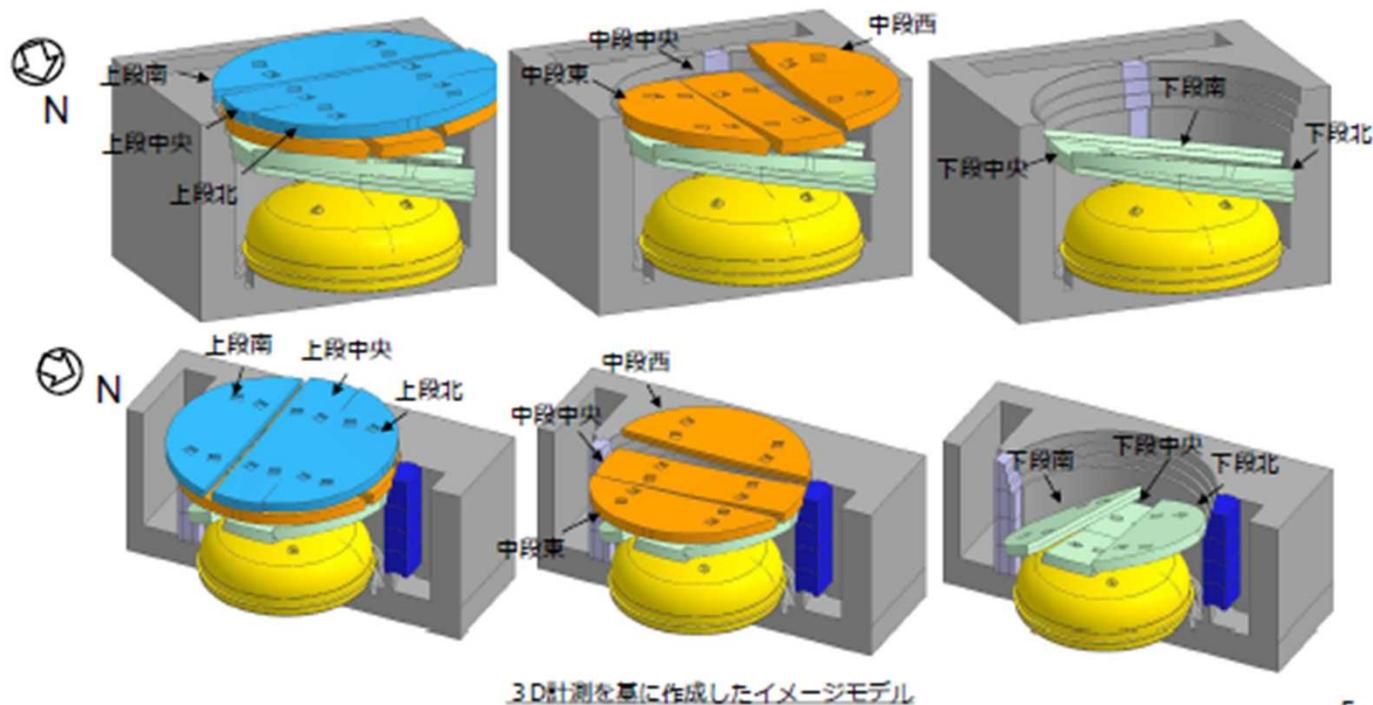
→詳細は、第32回会合の議事録を参照のこと。

1号機シールドプラグの変形(東京電力HDによる調査内容)

3-2 ウェルプラグ調査結果(3D計測)

TEPCO

- プラグの保持状態の確認を目的として3D計測を実施し、上段プラグ下面、中段プラグ上面及び下段プラグ西側の一部について、可能な範囲で寸法情報を取得した結果、プラグにたわみ等の変形があることを確認した。
- 今後、得られた結果に基づいて、ウェルプラグの処置について検討していく。



5

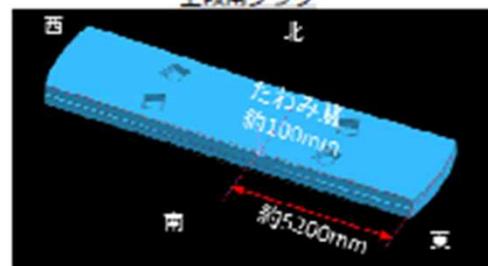
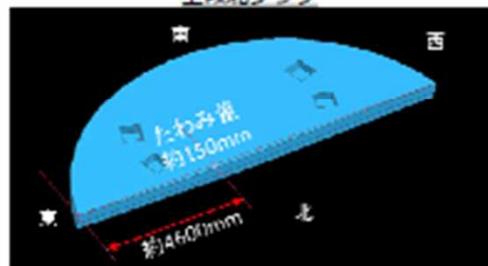
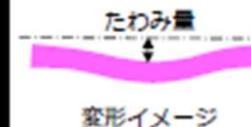
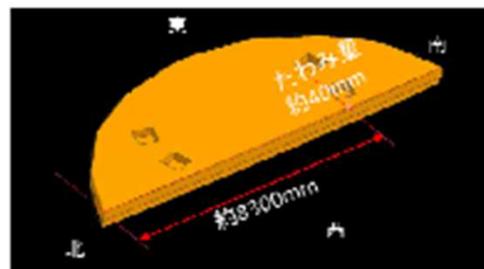
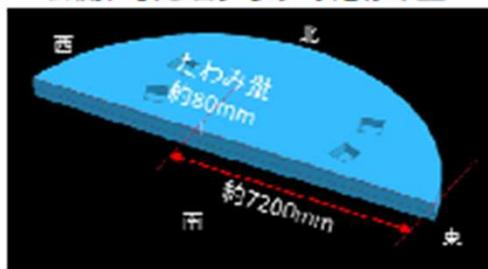
出典: 1号機原子炉建屋ガレキ撤去関連調査結果及び北側屋根鉄骨の切断開始について(2019/9/26 東京電力ホールディングス株式会社)

1号機シールドプラグの変形(東京電力HDによる調査内容)

【参考】 ウェルプラグ調査各プラグのたわみ量

TEPCO

3D計測による各プラグのたわみ量



18

3号機シールドプラグの変形(東京電力HDによる調査内容)

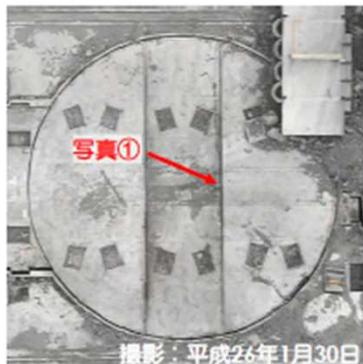
添付資料2. シールドプラグの変形について

●状況

- ・ 除染作業開始前はシールドプラグ上に小がれきが堆積しており、詳細な状況確認ができなかった
- ・ 小がれきの集積撤去、吸引作業後にシールドプラグ上を調査したところ、シールドプラグ中央部に変形(約300mm)が確認された



撮影：平成25年10月10日
除染作業開始前



撮影：平成26年1月30日
除染作業(小がれき集積)進捗後



写真①シールドプラグの変形状況

3号機シールドプラグの変形(東京電力HDによる調査内容)

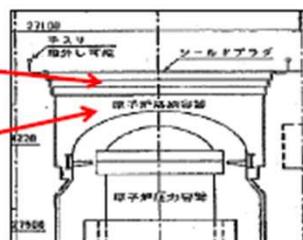
添付資料2. シールドプラグの変形について

●変形の原因推定

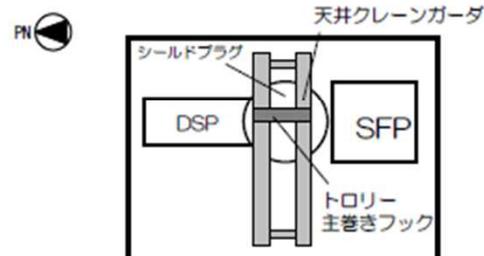
原因として「水素爆発」「天井クレーン等の落下」が考えられるが、シールドプラグ周囲の床スラブ(厚さ:30cm,60cm)が損傷を受けていないことから、水素爆発でシールドプラグ(鉄筋コンクリート製、厚さ約60cm×3層)が変形したとは考え難い。また、落下後の天クレ本体は直接シールドプラグに接していなかったものの、プラグ上部にはトロリーがあり主巻フック等の衝突によるものと推定される。

シールドプラグは3枚構成
1枚の厚み=約600mm
プラグ間隔=約10mm

シールドプラグと
PCVヘッドの距離
=約1,200mm



シールドプラグ断面図



天井クレーンガーダの落下状況

●リスク想定

リスクとして、下記が想定されるが考察を次頁以降に示す。

- ①シールドプラグの変形進行, 落下
- ②落下物による更なるシールドプラグの損傷
- ③PCV損傷 ④線量率増加 ⑤ダスト濃度上昇

シールドプラグの変形に関する検討のまとめ(1)

- 本検討は、1F2号機のシールドプラグの表面形状を測定したところ、中心付近に落ち込みが確認されたことから、他プラントのシールドプラグの表面形状の測定を実施したものである。その結果、測定対象とした他の発電所(島根1号機、敦賀1号機)のシールドプラグには中心付近の落ち込みはほとんど見られなかったが、1F5号機及び1F6号機では1F2号機よりも程度が小さいものの中心付近に落ち込みが確認された。
- JAEAによるシールドプラグの変形解析では、シールドプラグの自重により数mmの変形(落ち込み)が生じること、及び中心パーツと側部パーツの変形量の違いにより、中心パーツと側部パーツの間に放射性物質の放出経路(流路)が形成されることが示された。そのため、シールドプラグに数mm程度の変形があれば、流路が生じる可能性があると考えられる。さらに、今回の測定で確認された頂部カバーの表面形状(中心付近の落ち込み)がCsを含むPCV内の気体放出時までには生じていた場合には、流路はより拡大するものと考えられる。
- 上記の表面形状(中心付近の落ち込み)により中心パーツと側部パーツの間に流路が生じるとの分析は、1F2号機のシールドプラグ表面の線量率分布(次ページ参照)と整合する。
- 1F2号機、1F5号機及び1F6号機のシールドプラグでは、それぞれ数十mm程度の落ち込みが確認され、自重による変形(数mmの変形)よりも大きな落ち込みとなっている。これは、3Dレーザースキャナによる計測等の精度(cmオーダーの変化があれば形状変化を把握可能)以上のものである。このため、これらのプラントのシールドプラグでは、自重に加えてそれ以外の何らかの要因による変形が生じていると考えられる。

シールドプラグの変形に関する検討のまとめ(2)

- シールドプラグ表面には目立ったひび割れは確認されなかったこと、1F2号機、1F5号機及び1F6号機では、1F3号機のように上部から何らかの重量物が落下した事実が確認されていないことから、1F2号機、1F5号機及び1F6号機のシールドプラグの表面形状の変化が、シールドプラグ上部からの物理的な力によって生じた可能性は低い。
- 1F5号機及び1F6号機のシールドプラグの表面形状(中心付近の落ち込み)の要因は不明であるが、1F事故に由来するものではない。
- 1F1号機のシールドプラグでは、1F2号機のシールドプラグよりもさらに大きな変形が生じているが、変形要因が1F2号機と同一であるかどうかはわからない。
- 1F3号機のシールドプラグの変形要因について、東京電力HDは「シールドプラグにトロリーの主巻フック等が衝突したことによるもの」と推定しているが、1F2号機のシールドプラグの変形要因が含まれている可能性は否定できないと考えられる。(P)
- 本検討における3Dレーザースキャナによる表面形状の測定結果は、JAEAによるシールドプラグの変形解析(自重により下方へ変形が生じる)と矛盾するものは見つからなかった。