

# 福島第一原子力発電所 3号機 ミュオン測定による炉内燃料デブリ位置把握について 測定状況（中間報告）

2017年7月27日

**TEPCO**

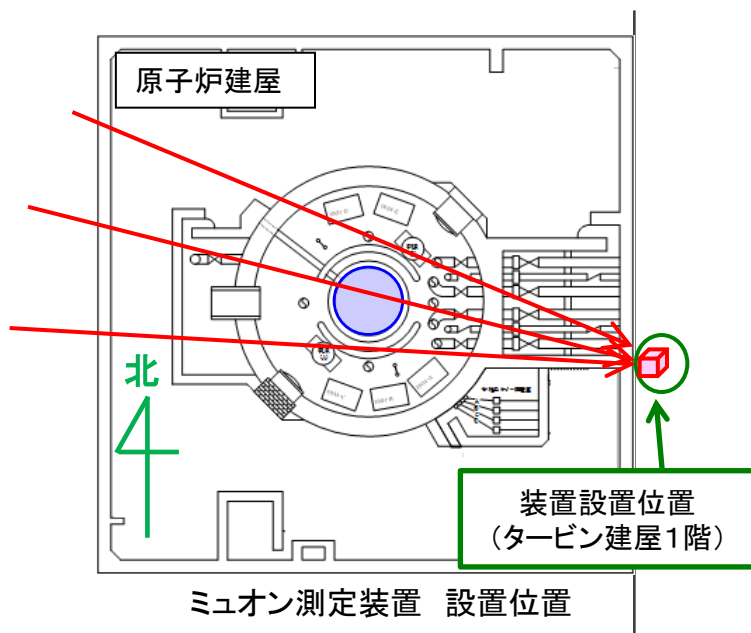


東京電力ホールディングス株式会社

**IRID**

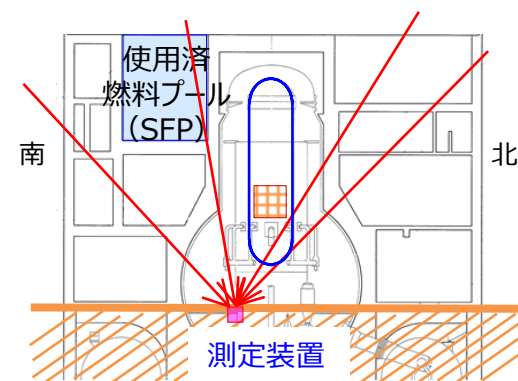
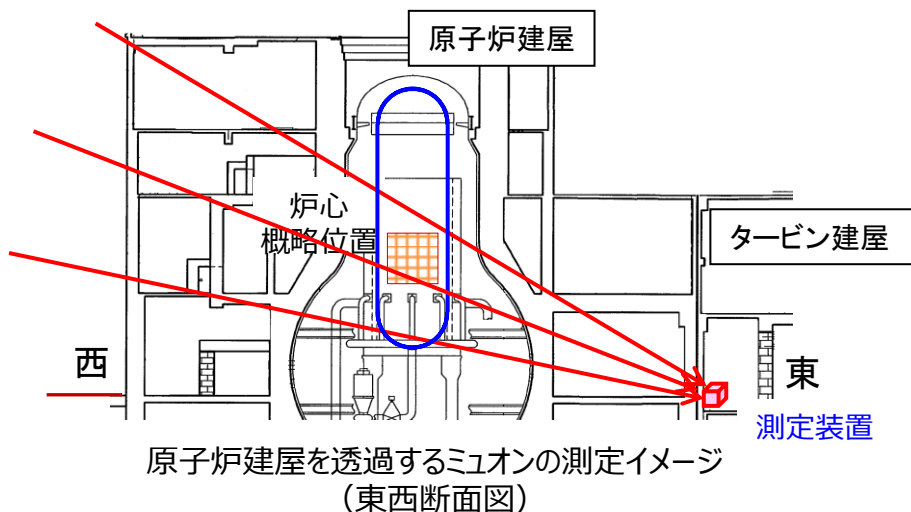
本資料の内容は、技術研究組合国際廃炉研究開発機構（IRID）の事業の一環として、東京電力が実施するものである。

- 燃料デブリ取り出しに向けた炉内状況把握の取り組みとして、燃料デブリ分布に関する情報を取得するための手段の1つとして、これまでに1, 2号機において、原子炉を透過するミュオンの透過率から原子炉圧力容器内の物質質量分布などを把握するミュオン透過法測定を実施。
  - 1号機：炉心域に大きな燃料の塊はなし（2015年2月～5月, 5月～9月）
  - 2号機：原子炉圧力容器底部に燃料デブリと考えられる高密度の物質を確認（2016年3月～7月）
  
- 3号機についても、今年5月よりミュオン透過法測定を実施中。その測定状況を報告する。



ミュオン測定装置 設置状態  
(小型装置, 約1m×1m×高さ1.3m)

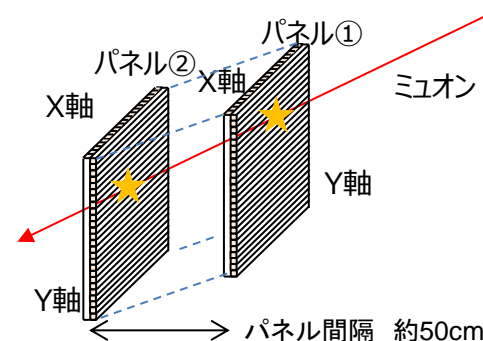
- ミュオンは、宇宙から飛来する放射線が大気と衝突する過程で発生する二次的な宇宙線。エネルギーが高く、物質を透過しやすい。
- 原子炉建屋を透過するミュオン数を測定し、その透過率から原子炉压力容器内の燃料デブリ分布をレントゲン写真のように撮影。（高密度の物質ほど透過しにくく、暗い影になる）



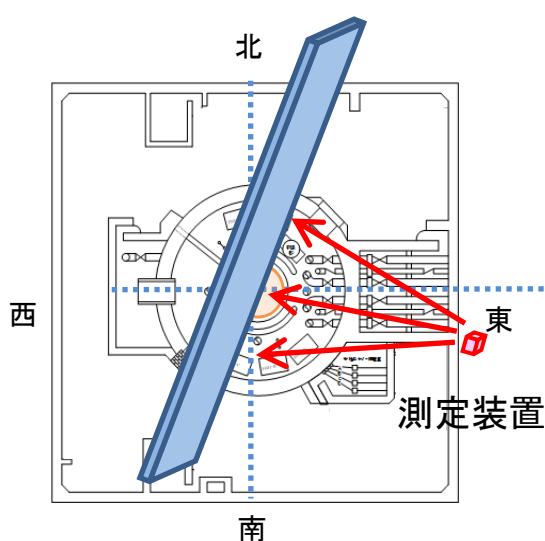
原子炉建屋を透過するミュオンの測定イメージ  
(南北断面図)

## <ミュオン透過法測定装置の計測原理 (イメージ)>

上空から飛来するミュオンを装置内部に配置した2枚のパネル検出器 (プラスチックシンチレータ) で検知し、通過したパネルの座標からミュオンの軌跡を算出。



- 原子炉建屋を透過するミュオンを測定し、原子炉建屋を透視
- 原子炉を通る断面上にイメージを投影し、レントゲン写真のように炉心域や原子炉压力容器底部の燃料デブリを撮影

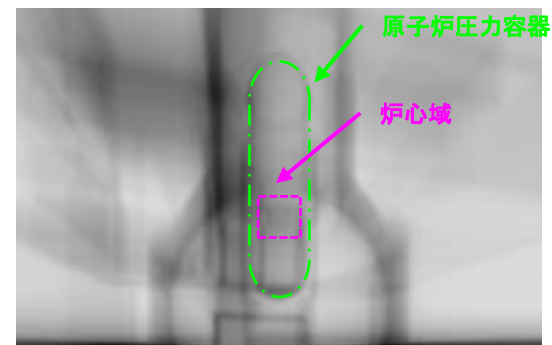


撮影画像のイメージ

シミュレーション  
(燃料有り)

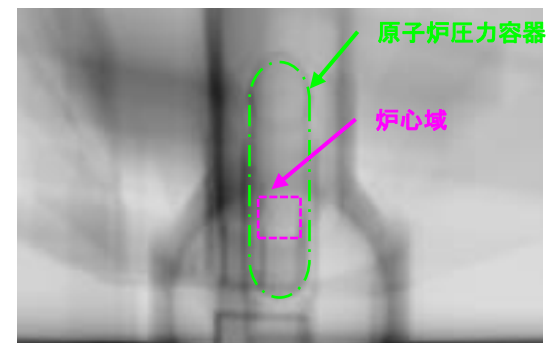
原子炉建屋の構造図から、  
ミュオンによる透視結果を  
シミュレーション

シミュレーション  
(燃料無し)



<シミュレーション条件>

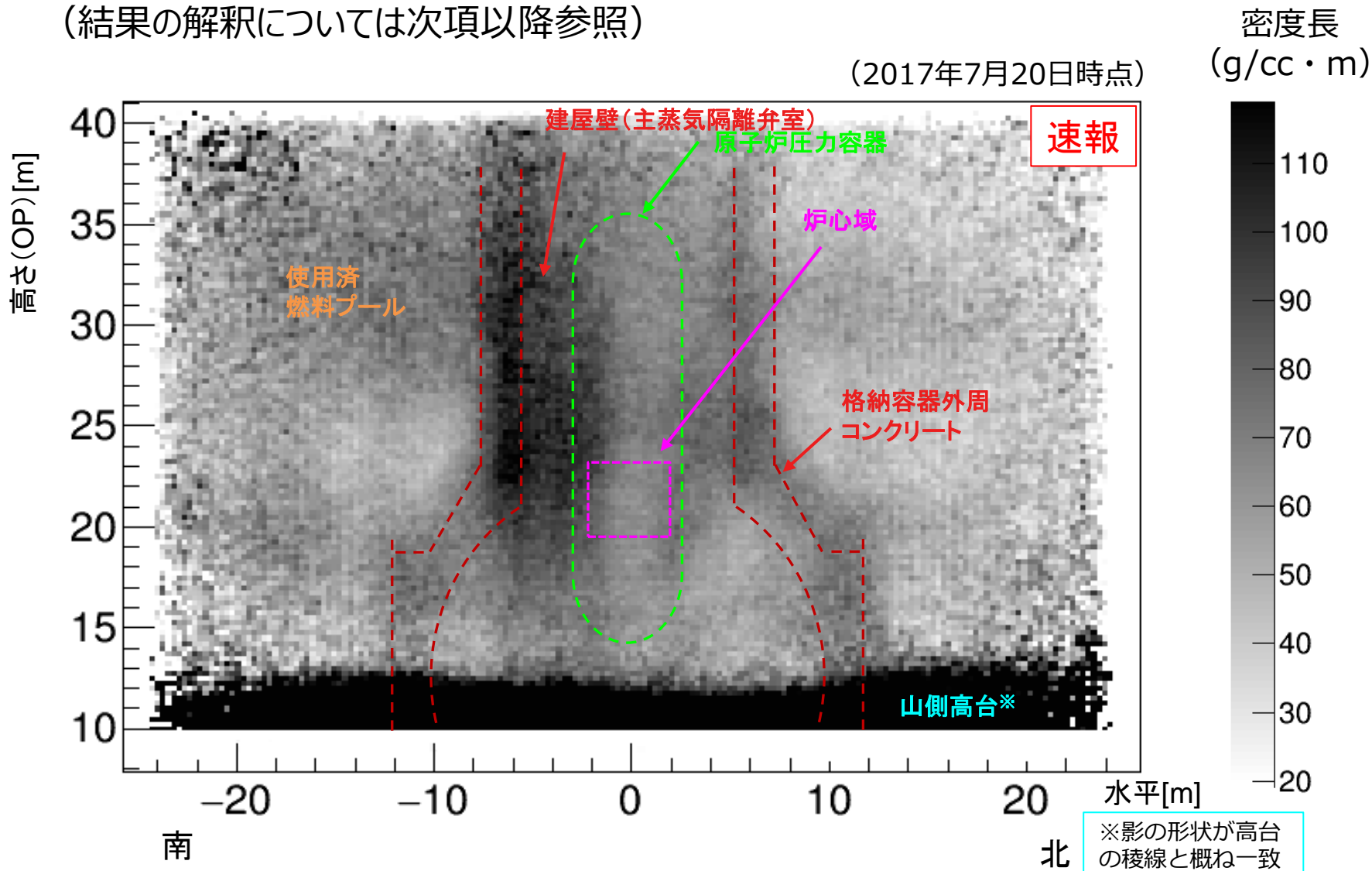
- ・炉心域/原子炉压力容器底部: 燃料有り
- ・SFP内: 満水



<シミュレーション条件>

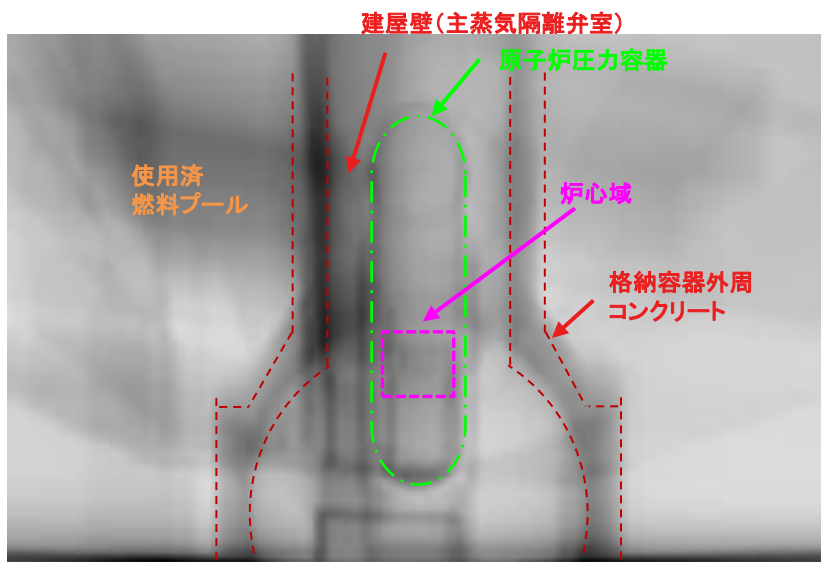
- ・炉心域/原子炉压力容器底部: 燃料無し
- ・SFP内: 満水

- 現時点までの測定データによる3号機の物質分布評価結果は以下の通り。  
(結果の解釈については次項以降参照)



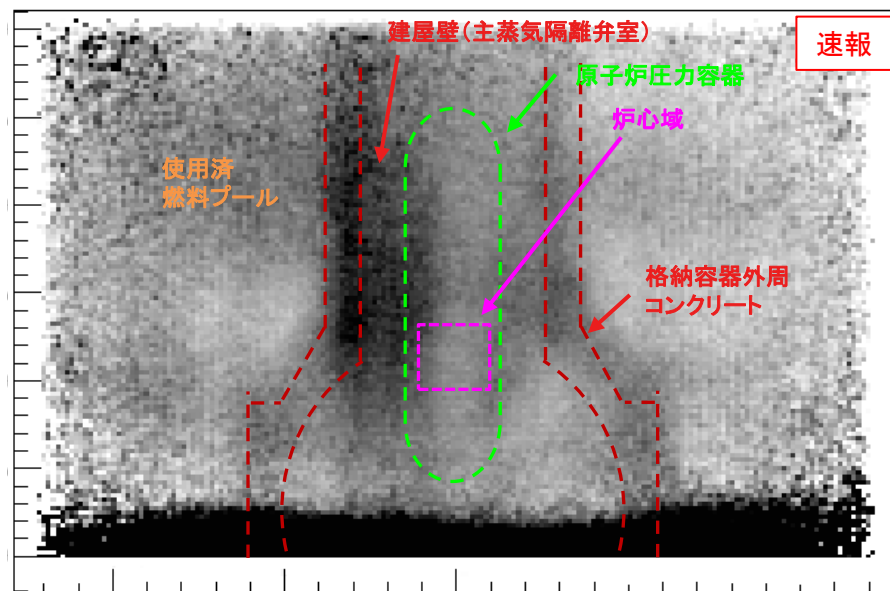
- 原子炉建屋を透過するミュオンの測定により，格納容器外周の遮へいコンクリート，使用済燃料プール，原子炉建屋の壁などの主要な構造物を確認した。
  - ▶ 原子炉建屋の構造図を元に，物質質量分布をシミュレーションした結果と比較すると，ミュオン測定により得られた物質質量分布の影は，主要な構造物の配置と一致。

(2017年7月20日時点)



南 北

シミュレーションによる物質質量分布（密度長）の評価  
（炉心域，および炉底部に燃料デブリありのケース）

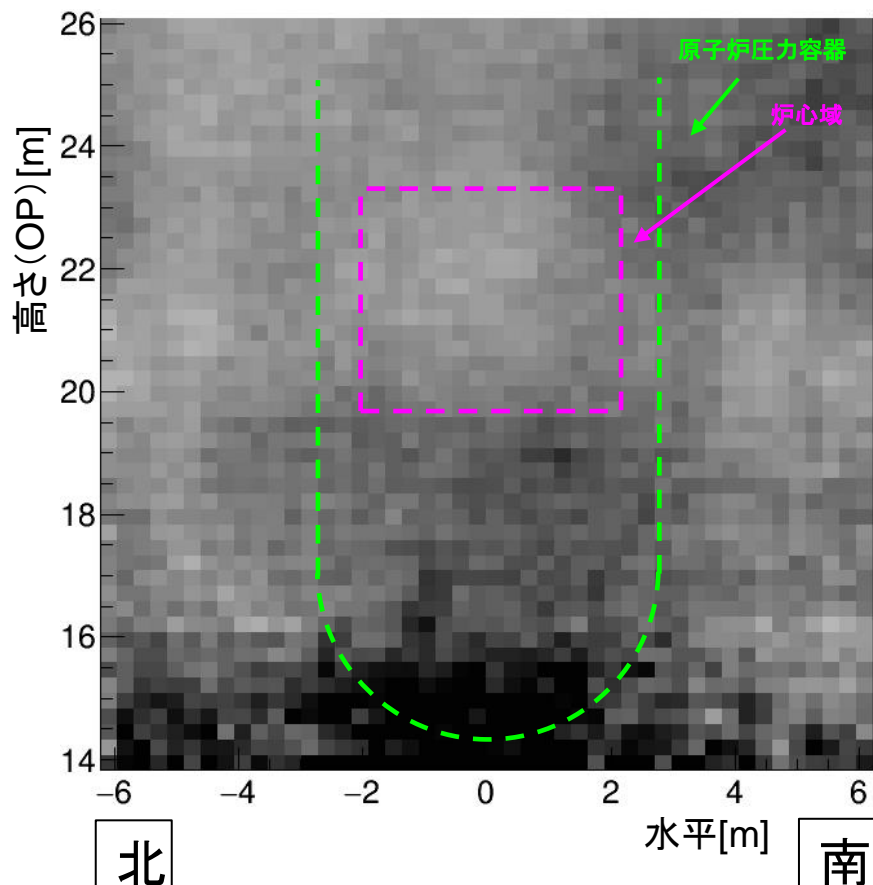


南 北

ミュオン測定による物質質量分布（密度長）の評価

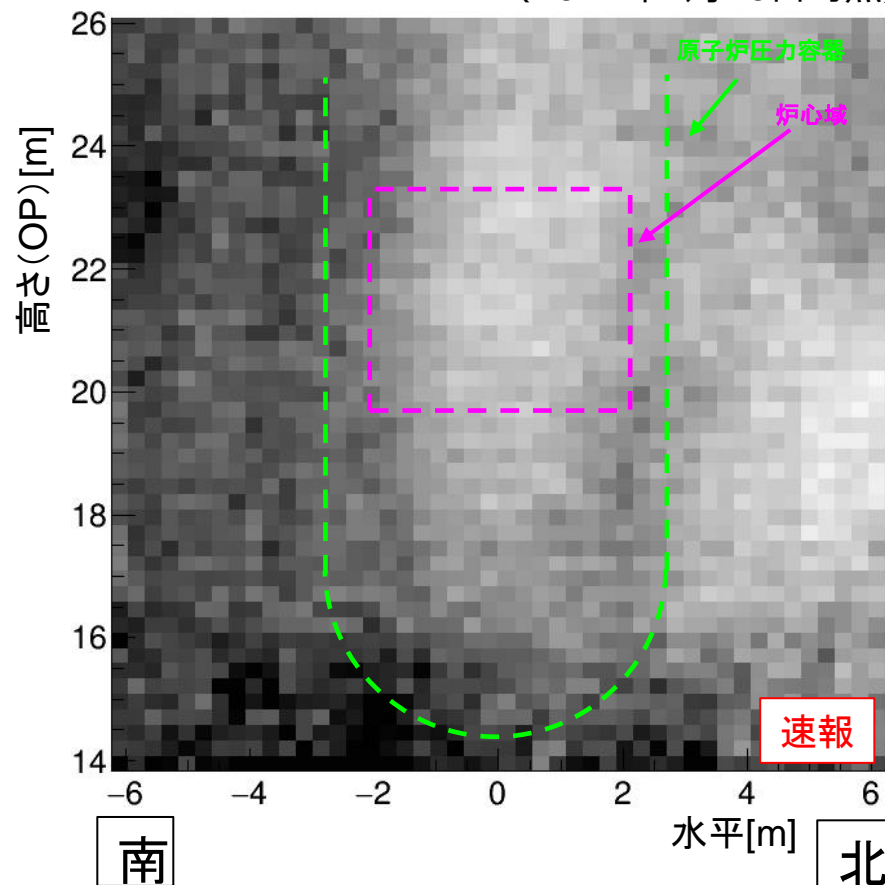
- 現時点での評価では、3号機の原子炉压力容器内部には、2号機の原子炉压力容器底部で確認されたような大きな高密度物質の存在は確認できていない。

2号機



3号機

(2017年7月20日時点)



- 原子炉建屋を透過するミュオンの測定により、格納容器外周の遮へいコンクリート、使用済燃料プール、原子炉建屋の壁などの主要な構造物を確認した。
- 現時点での評価では、原子炉圧力容器内部には、炉心域および原子炉圧力容器底部ともに、一部の燃料デブリが残っている可能性はあるものの、大きな高密度物質の存在は確認できていない。
- 引き続き測定を継続していく。今後、得られたデータを基に、詳細分析を進めることで、原子炉圧力容器内の燃料デブリ分布について評価してまいりたい。  
なお、今後の評価結果によっては、中間報告結果を見直す場合もある。



(参考) 1～3号機のミュオン測定結果と、燃料デブリ分布の推定との比較

ミュオン測定結果	1号機	2号機	3号機 (速報)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>炉心域に大きな燃料の塊はなし (原子炉圧力容器底部の測定はなし)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉圧力容器底部に燃料デブリと考えられる高密度の物質を確認</li> <li>炉心域にも燃料が一部存在している可能性あり</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現時点での評価では、原子炉圧力容器内部には一部燃料デブリが残存する可能性はあるものの、大きな高密度物質の存在は確認できていない。 (継続測定・詳細評価中)</li> </ul>

↓ 結果を燃料デブリ分布の推定に反映

現状の燃料デブリ分布の推定 (※)	1号機	2号機	3号機
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="106 564 685 1128"> <p>燃料デブリ分布推定図</p> </div> <div data-bbox="705 564 1284 1128"> <p>燃料デブリ分布推定図</p> </div> <div data-bbox="1304 564 1883 1128"> <p>燃料デブリ分布推定図</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>溶融した燃料がほぼ全量が格納容器に落下し、元々の炉心域にはほとんど燃料が存在しない</li> <li>溶融した燃料のうち、一部は原子炉圧力容器下部プレナムおよび格納容器へ落下し、燃料の一部は元々の炉心域に残存</li> <li>3号機は2号機よりも多くの燃料デブリが格納容器に落下していると推定</li> </ul>		

※ 「廃炉・汚染水対策事業費補助金 (総合的な炉内状況把握の高度化) 」(IRID, IAE) 第2回福島第一廃炉国際フォーラム講演資料より抜粋 (<http://ndf-forum.com/program/day2.html>, 2017年7月3日)



1号機 ミュオン透過法  
(2015年2月～5月, 5月～9月)



2号機 ミュオン透過法 (小型装置)  
(2016年3月～7月)



3号機 ミュオン透過法 (小型装置)  
(2017年5月～測定継続中)