

ゼオライト土嚢等処理の検討状況について

2022年 3月31日

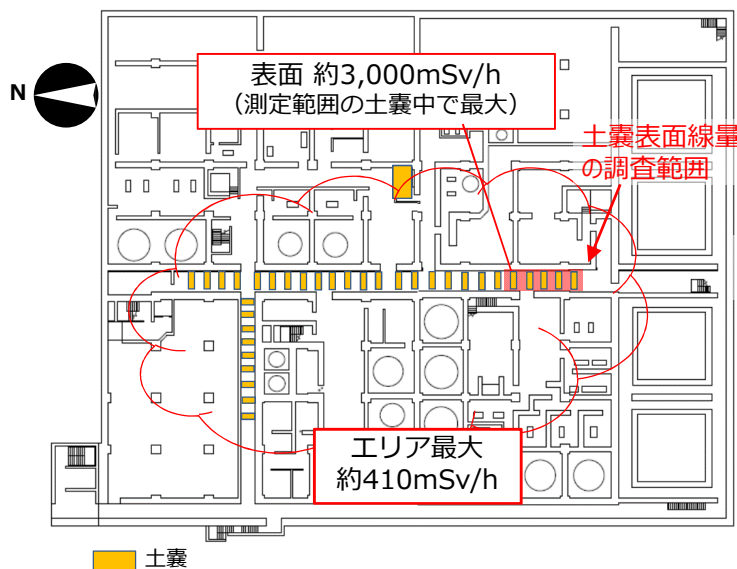
TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

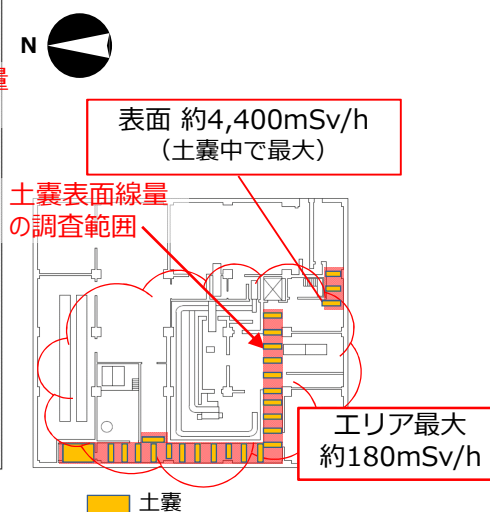
- プロセス主建屋（PMB）、高温焼却炉建屋（HTI）の地下2階（最下階）において、建屋滞留水中の放射性物質を吸着するために設置したゼオライト土嚢・活性炭土嚢が高線量となっていることから、水の遮へい効果が期待できる水中回収を軸として検討を進めている。
⇒ 回収方法について、取り纏めてご報告。
- PMB・HTI最下階のゼオライト土嚢等は2023年度内に回収作業を着手する計画であるが、早期作業着手と作業効率化を目的とし、回収作業を“集積作業”と“容器封入作業”とに分けて実施する。
- 集積及び容器封入作業はROV等を使用した遠隔操作にて行う。ゼオライト土嚢等はそれぞれの建屋内にて脱水処理し、容器に封入する。その後は33.5m盤の一時保管施設へ輸送し、保管する計画。
- PMB・HTIは大雨時の1~4号機建屋滞留水の一時貯留等で使用する可能性があることから、最下階のゼオライト土嚢等の集積及び容器封入作業は同時に実施せず、順番に作業を行う。2024年内の作業完了を目標とし、その後はPMB・HTIの床面露出を行う。

1. プロセス主建屋及び高温焼却炉建屋最下階の現状

- PMB, HTIはゼオライト土嚢・活性炭土嚢を最下階に敷設した後、建屋滞留水の受け入れを実施しており、現在は高線量化している。
 - これまでの調査により判明した最下階の状況は以下の通り。
 - PMB, HTIの最下階の敷設状況をROVで目視確認済（下図参照）。
 - 土嚢袋は概ね原形を保っているが、劣化傾向があり、一部の袋に破損がみられる状況。
 - 確認された土嚢表面の線量はPMBで最大約3,000mSv/h, HTIで最大約4,400mSv/h。
 - 空間線量は、水深1.5m程度の水面で、PMBは最大約410mSv/h, HTIは最大約180mSv/h。
 - ゼオライト土嚢は主に廊下に敷設され、セシウムを主として吸着しているため表面線量が非常に高い状況。活性炭土嚢は主に階段に敷設されており、多核種を吸着。
- ➡ 水の遮へい効果が期待できる水中回収を軸として、検討を進めている。



PMBにおける土嚢と環境線量



HTIにおける土嚢と環境線量

ゼオライト土嚢等の推定敷設量

建屋	種類	推定敷設量
PMB	ゼオライト	約 16 t
	活性炭	約 8 t
HTI	ゼオライト	約 10 t
	活性炭	約 7.5 t

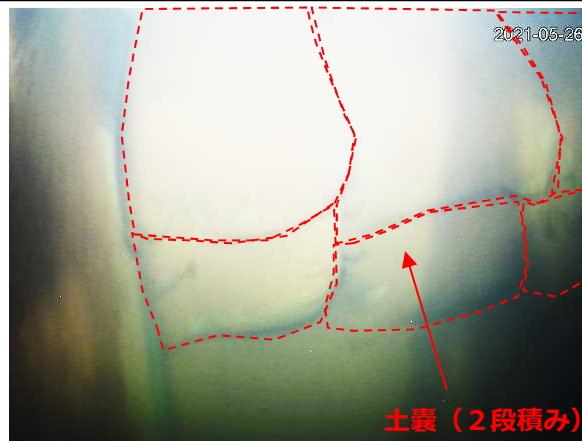
【参考】プロセス主建屋及び高温焼却炉建屋最下階の調査

- ゼオライト土嚢等の敷設位置と作業に干渉する物の有無等を詳細に確認するため、ボート型ROVにて調査を実施（2021年5月～8月）。

➡ ゼオライト土嚢等を敷設した全域の調査・視認が出来た。一部、土嚢袋は破損しているものの、概ね土嚢の原型は保持していることを確認。一部、干渉物があることも確認。



① 最下階の様子 (PMB) (水上)



② 最下階の様子 (HTI) (水中)

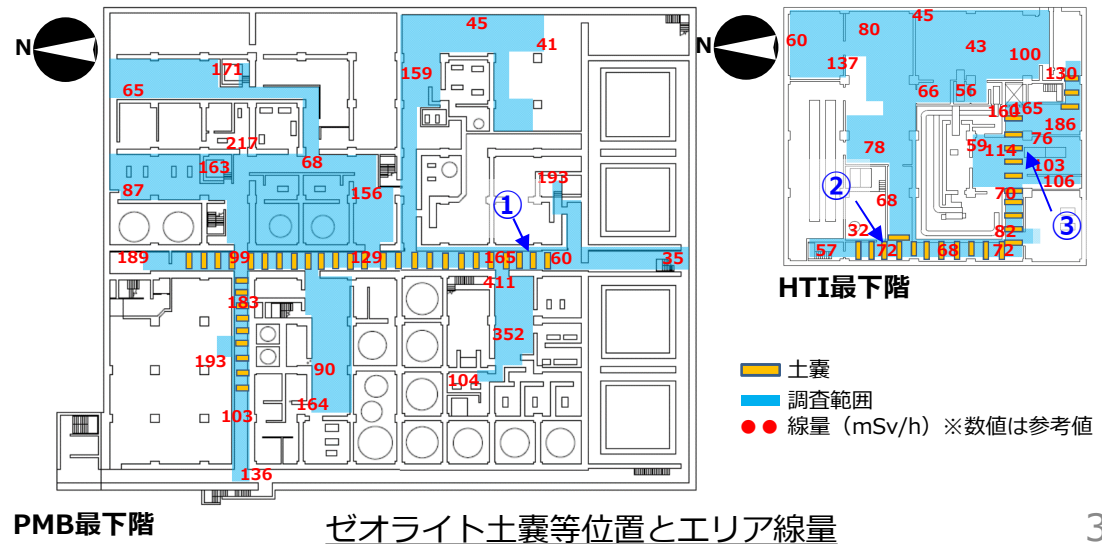


③ 干渉物の例 (HTI)



調査に使用したボート型ROV

- ・ 市販水中ROVをボート化改造（内製化）
- ・ カメラと線量計を追設し、水面上と水面下を同時撮影
- ・ 水面を航走し、水中の濁りを抑制

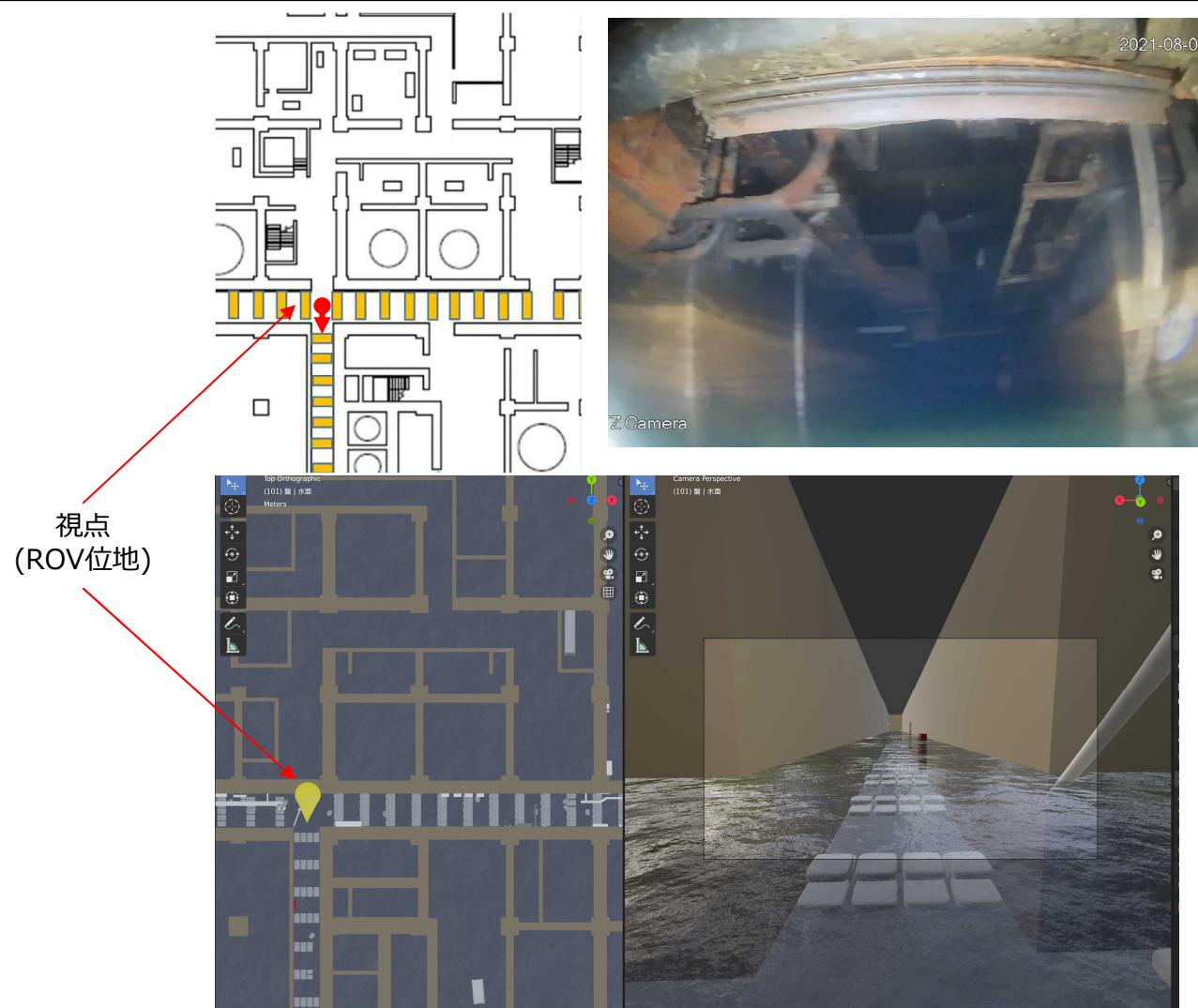


PMB最下階

ゼオライト土嚢等位置とエリア線量

【参考】最下階の状況の3D化

- 最下階調査をして得られた、最下階の映像情報から、3Dマップを作成し、集積・容器封入装置の設計のために活用中。
- 今後、集積・容器封入作業時のシミュレーションや訓練にも活用していく。

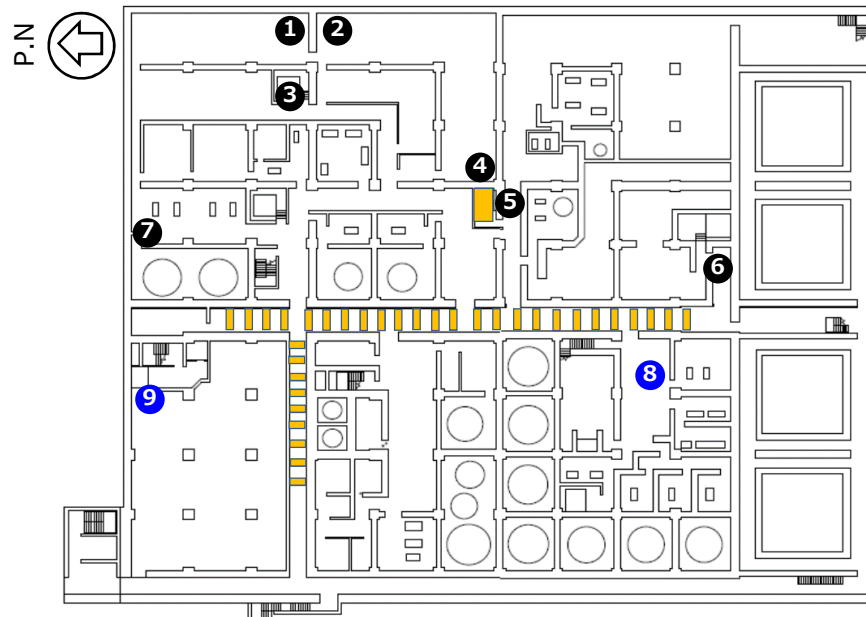


【参考】PMB地下階の線量調査結果について（1/2）

- ゼオライト土嚢処理に向けた調査の一環で、PMB※1の地下階の線量調査を実施したところ、ゼオライト土嚢等が敷設されていない箇所の一部に、これまで床面露出した1～4号機地下階の一部でも確認されたような、1,000mSv/hを超える箇所があることを確認。
- 高線量となっている要因を検討するため、γカメラによる調査を実施。
→ 下図、⑧、⑨。次頁参照。

※1 PMBは地下2階構造であり、現状、B2Fに滞留水があり、B1Fは露出状態。

なお、1Fの開口部はダスト飛散防止の養生を実施しており、建屋内ダスト濃度等に有意な変動は確認されていない。



PMB B2F平面図

■ 土嚢

	最大線量※2	最大線量の観測高さ
①	185 mSv/h	B2F床面付近
②	190 mSv/h	B2F床面付近
③	500 mSv/h	B2F床面付近
④	310 mSv/h	B2F床面付近
⑤	980 mSv/h	B2F床面から1m程度
⑥	1800 mSv/h	B2F床面から2m程度
⑦	300 mSv/h	B2F床面から1m程度
⑧	1600 mSv/h	B1F床面付近
⑨	1000 mSv/h	B2F床面から5m程度

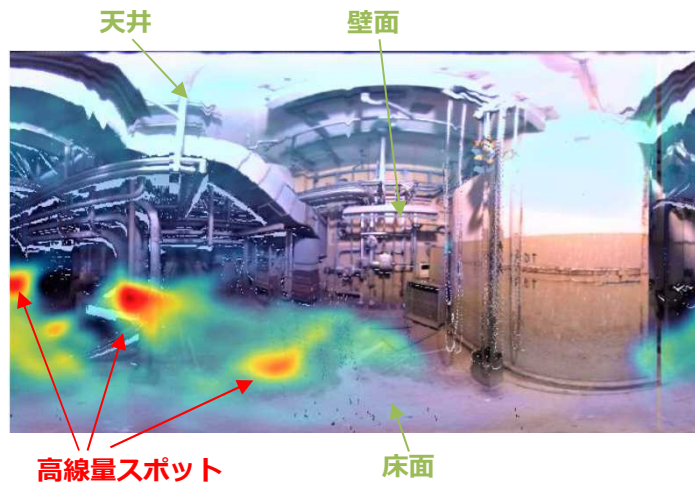
※2 2020年11月 測定。

なお、調査時の水深はB2F床上2.5m程度。

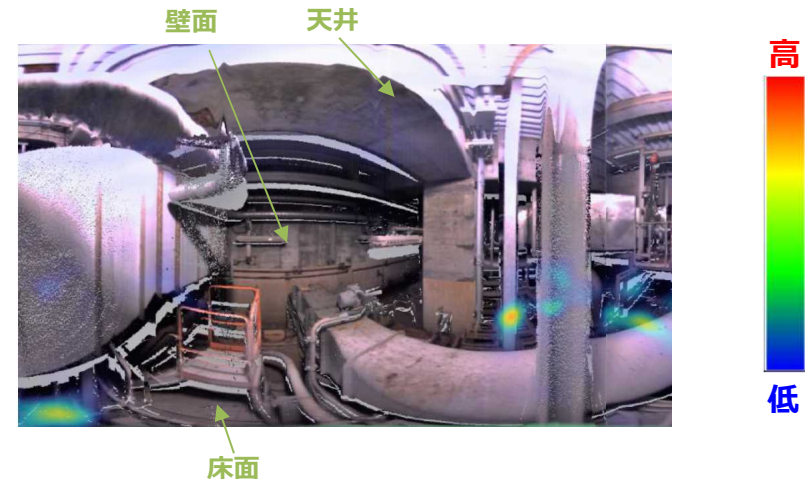
【参考】PMB地下階の線量調査結果について（2/2）

- PMB地下階に確認された高線量箇所について、 γ カメラ調査※を実施。
 - ⑧の箇所については、階段室付近の床面に高線量スポットがあることを確認。使用後のセシウム吸着装置（KURION）吸着塔の洗浄排水を流していた経緯があることから、スラッジ類（吸着材の微粉等）の影響と考えられる。なお、部分的な高線量スポットであり、地上階への線量影響はほとんど無い状況のため、ゼオライト回収作業等には支障がない。
 - ⑨の箇所については、干渉物等の影響で γ カメラ調査による高線量スポットは見つからないが、図面や位置関係から推測すると、建屋滞留水に浸漬した配管等の保温材による影響と考えられる。なお、当該箇所も部分的な高線量スポットであり、地上階への線量影響はほとんど無い状況。
- 高線量スポットについては、1～4号機地下階同様、スラッジ回収等を通じた線量低減を検討していく。

※2021年10月～2022年2月に実施



PMB γ カメラ画像（⑧箇所）



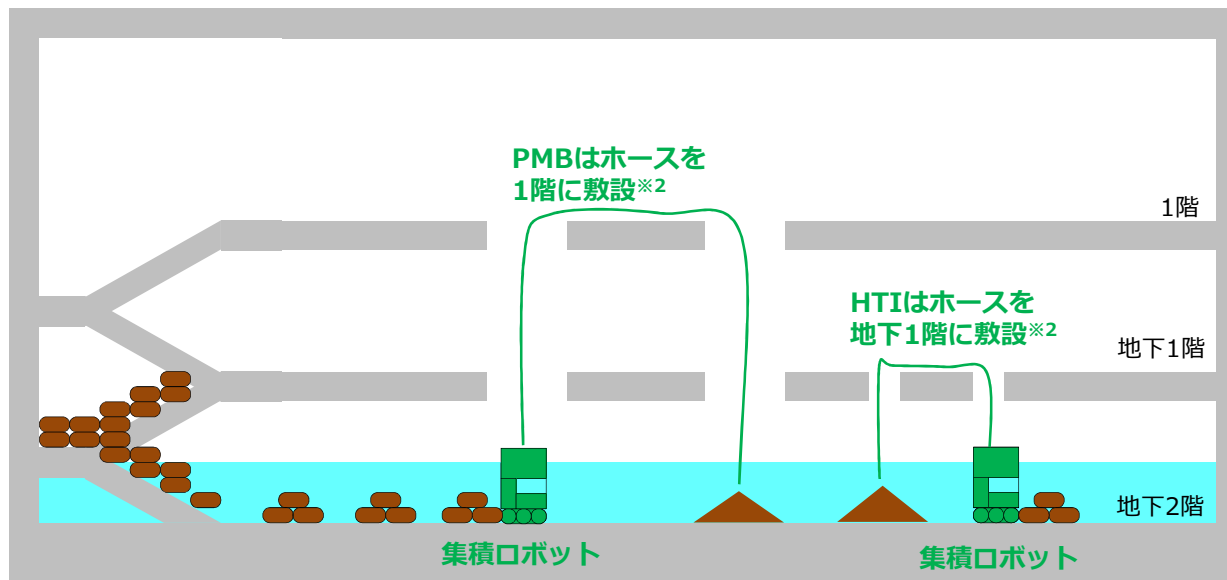
PMB γ カメラ画像（⑨箇所近傍）

2. 検討中の処理方法の概要（1 / 2）

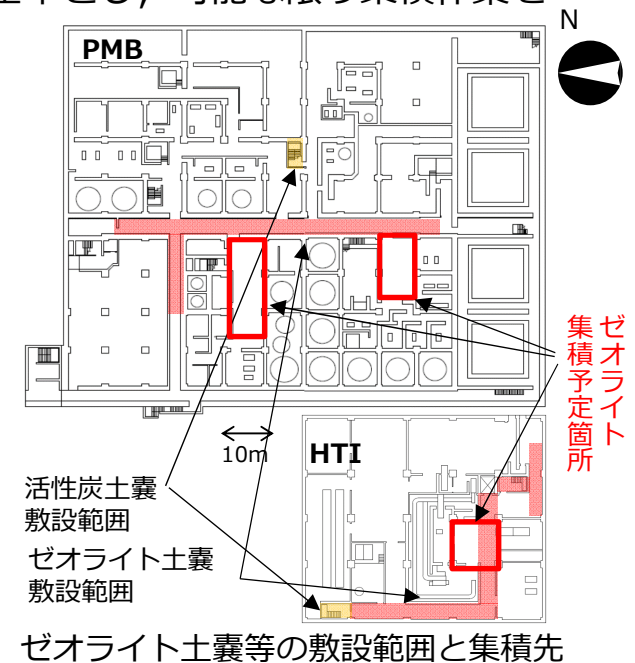
- PMB・HTIの最下階のゼオライト土嚢等は回収作業を“集積作業”と“容器封入作業”に分け、作業の効率化を図ることを計画

ステップ① 集積作業

- ✓ ゼオライト土嚢等について、作業の効率化による工期の短縮（完了時期の前倒し）を目的に、容器封入作業の前に集積作業を計画。
- ✓ 集積ロボット（ROV+ポンプ）を地下階に投入し、ゼオライトを吸引し、集積場所に移送する。
- ✓ 建屋地下階から建屋地下階へのゼオライト移動であり、地上階での作業がほとんどないこと※1から、作業の早期着手が可能。
- ✓ 並行して準備を進めている容器封入作業を開始するまでの期間を基本とし、可能な限り集積作業を行う。



ゼオライトの処理イメージ



ゼオライト土嚢等の敷設範囲と集積先

※1 地上階でのダスト対策、線量低減対策等が不要であり、作業難易度が比較的高くない

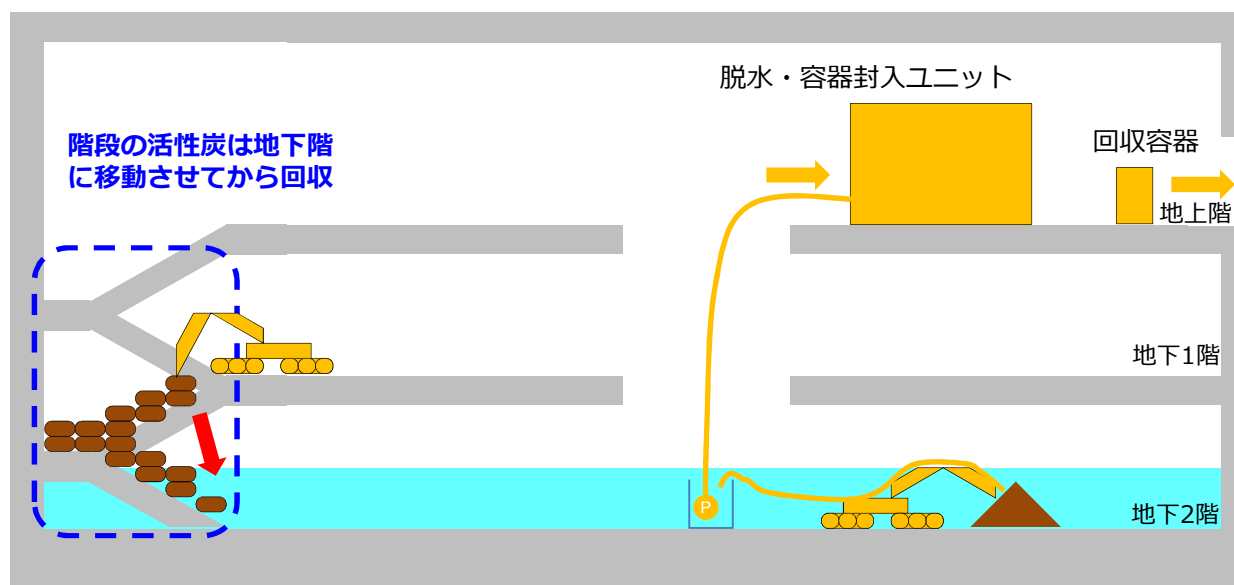
※2 PMB地下1階は高線量環境のため作業員の立入が出来ないが、HTI地下1階は比較的線量が低く、作業員の立入が可能

2. 処理方法の概要 (2 / 2)

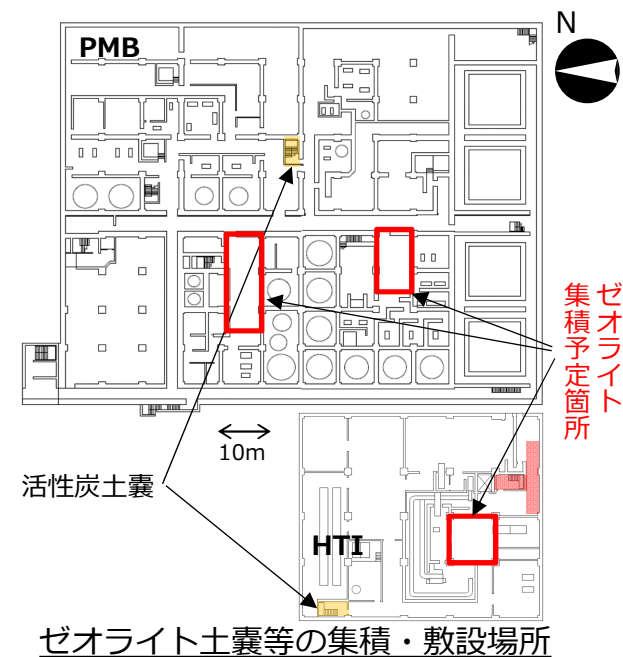
ステップ② 容器封入作業

- ✓ 集積されたゼオライト※を回収ロボット (ROV+ポンプ) で地上階に移送し、建屋内で脱塩、脱水を行ったうえ、金属製の保管容器に封入する。その後は33.5m盤の一時保管施設まで運搬する計画。
- ✓ 階段に敷設されている活性炭土嚢はROVを用いて、地下階に移動させた後、上記と同様に回収する。

※ ゼオライト土嚢は概ね集積される計画であるが、干渉物があるエリア等、限られた期間内では一部集積できない可能性もあることから、回収ロボットは広範囲で作業することを前提に検討を進めている。



ゼオライトの処理イメージ

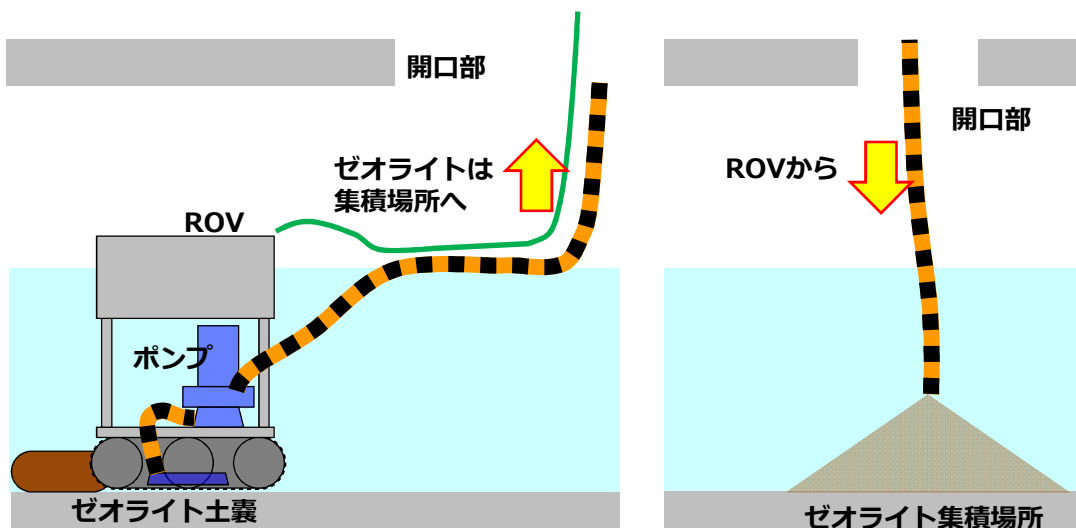


3. 1 <ステップ①集積作業>の検討状況

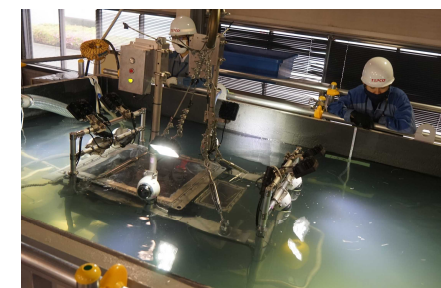
- 集積ロボット（ROV+ポンプ）でゼオライトを吸引し，集積予定の場所まで移送する。
 - ✓ 試作機を作り，モックアップ（水槽内のゼオライト集積）を実施。モックアップ用水槽内のゼオライトは，遠隔で移送可能なことを確認している。
 - ✓ 今後，現場を模擬した環境で，より実機に近い試作機を製作したうえで，現場作業を実施する計画。



開発中の試作機



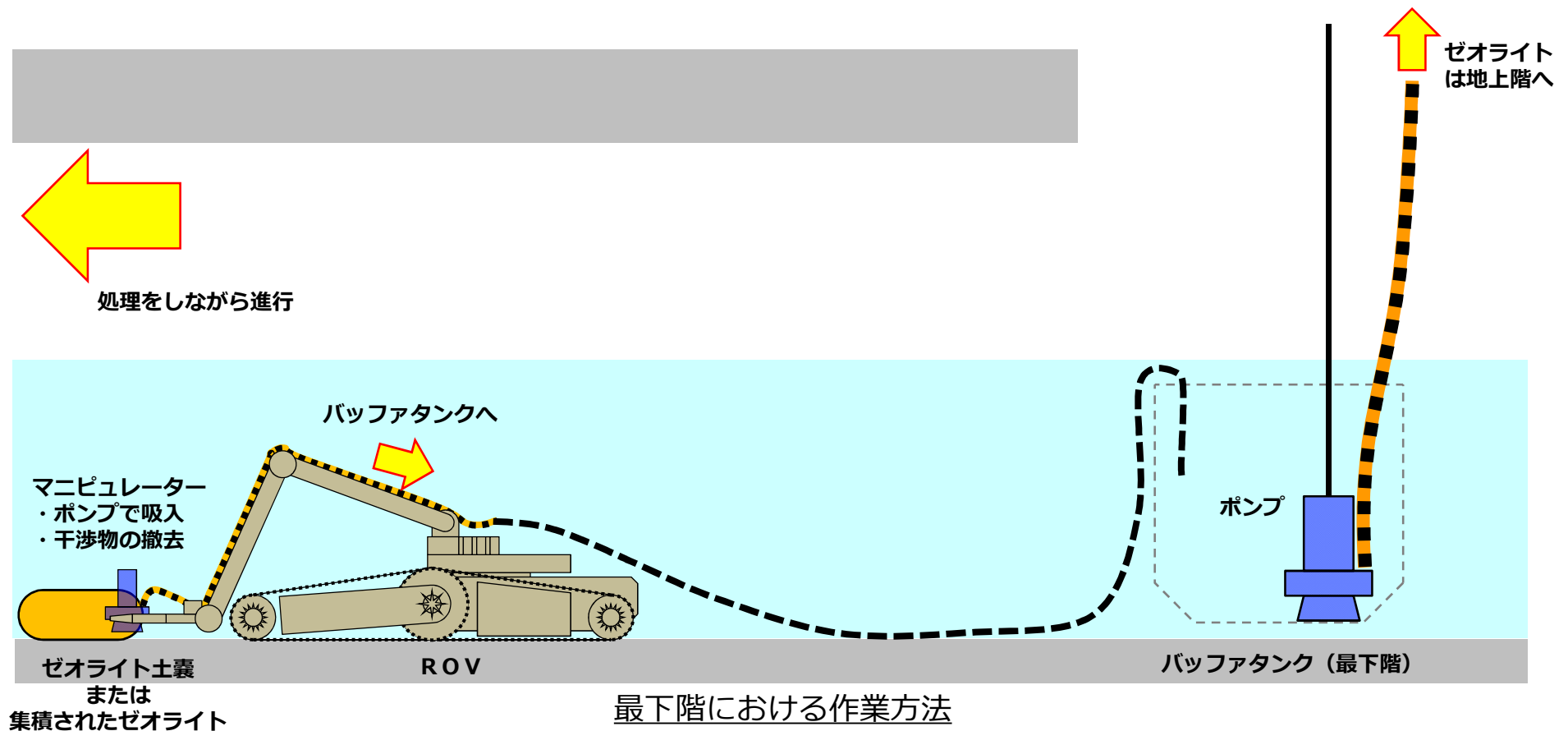
最下階における集積方法



水槽で試験中の試作機

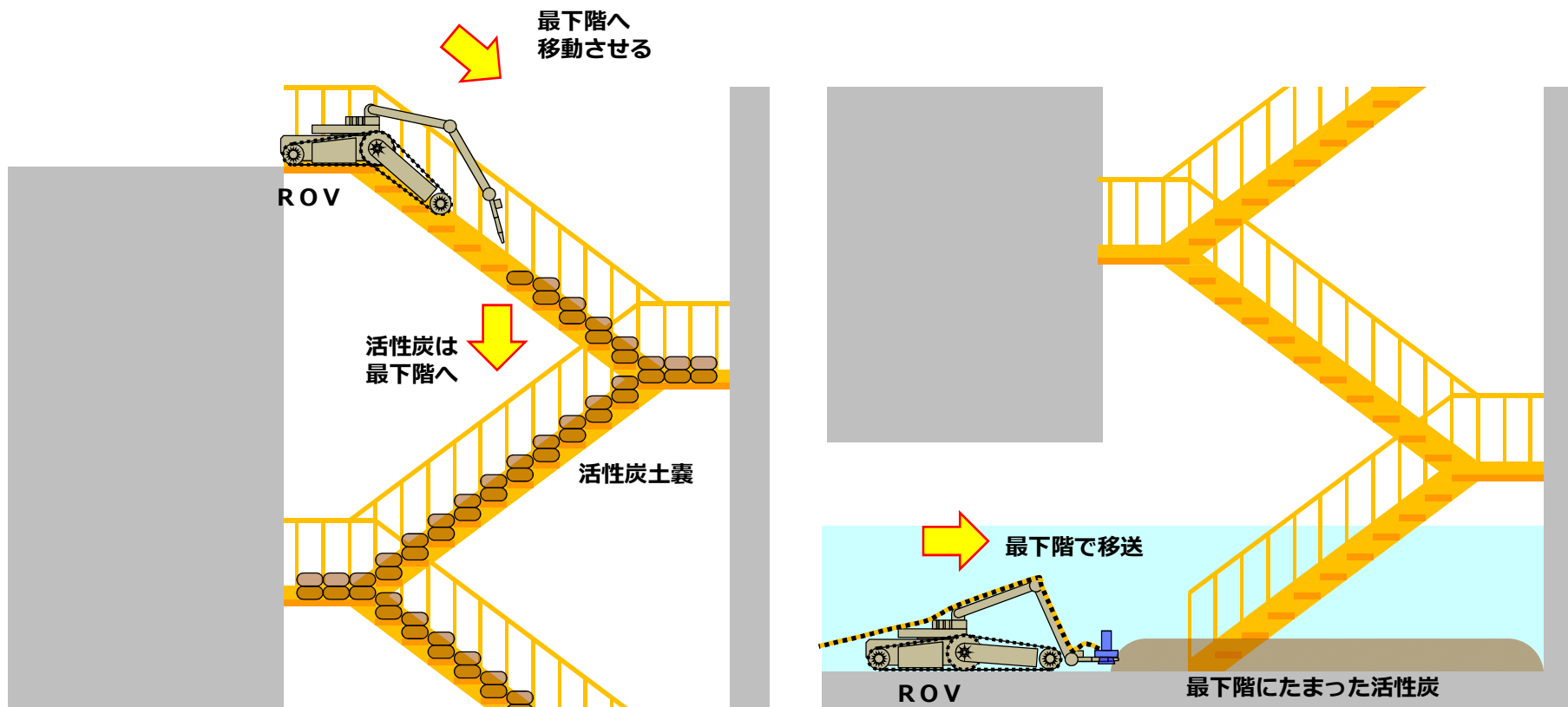
3. 2 <ステップ②容器封入作業>の検討状況 (地下階作業)

- 回収ロボット (小型ポンプを搭載したマニピュレーター付きROV) を使用し, マニピュレータでの干渉物の撤去や, ROVに搭載する小型ポンプを利用してゼオライトをバッファタンク (最下階) まで移送する。
- バッファタンクから大型のポンプで地上階に移送する。



3. 2 <ステップ②容器封入作業>の検討状況 (階段作業)

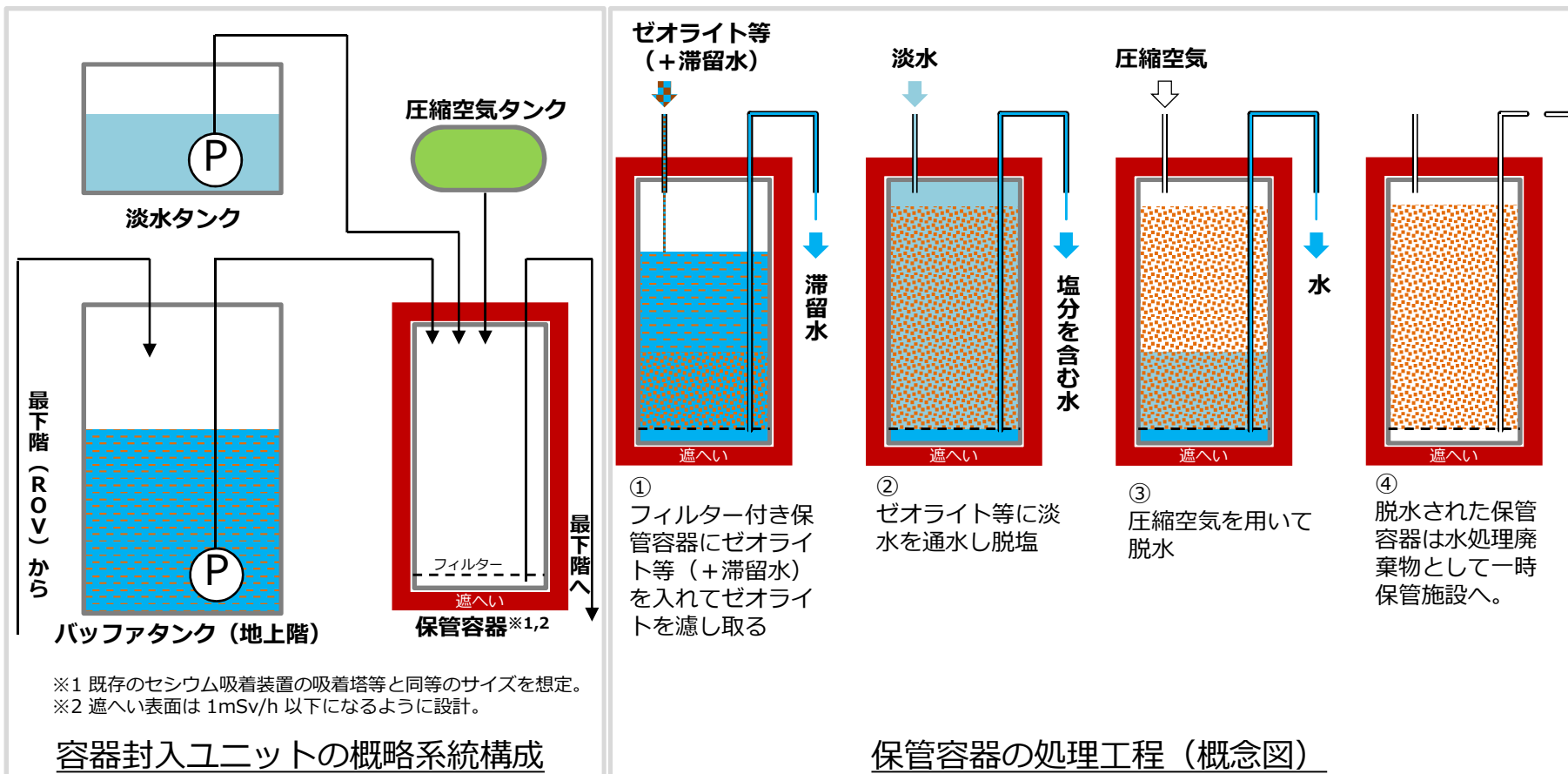
- 階段部においては、地上階からROVを利用して、土嚢袋を最下階に移送し、最下階に積もった土嚢を最下階からROVで移送する。



階段における作業方法

3. 2 <ステップ②容器封入作業>の検討状況 (地上階作業)

- ゼオライト等は滞留水と共に地上階へ移送され、建屋内に準備したフィルターが装備されている遮へい付保管容器に入れて脱水する。
- ゼオライト等を容器に封入した後は淡水を通水して塩分を除去し、圧縮空気等を利用して脱水する。
- 脱水後の保管容器は建屋外へ搬出し、33.5m盤の一時保管施設へ輸送する。



4. スケジュール

- ゼオライト土嚢等処理は以下に留意し，HTI，PMBの順番で作業を実施する計画。
 - 大雨等の緊急時，PMBまたはHTIを滞留水貯槽として使用する可能性を否定できないため，ゼオライト土嚢処理は片方ずつ実施（PMBとHTIを同時に作業しない）。
 - 地下1階に作業員が立ち入ることができ，土嚢等の敷設面積も小さいことから比較的作業が容易と想定されるHTIから作業を開始し，次にPMBでの作業を実施する。
 - 集積作業は2023年度上半期からスタートし，並行して進めている容器封入作業開始までの期間で実施。
 - 回収作業の完了時期は集積作業なしを前提とした場合，HTIは2024年度上半期，PMBは2024年内を計画しているが，集積作業の実施による早期完了を目指していく。
- ※ 新型コロナウイルス感染拡大等による製造業への影響が懸念され，今後，工程が変動する可能性がある

		2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	
回収作業	ステップ① 集積	設計	[Green bar]			
		モックアップ	[Green bar]			
		設置	[Green bar]			
		作業(HTI)			[Blue bar]	[Blue bar]
		作業(PMB)			[Blue bar]	[Blue bar]
	ステップ② 容器封入	基本設計	[Green bar]	▼手法確定		
		詳細設計		[Green bar]		
		モックアップ	[Green bar]			
		製作		[Green bar]		
		設置			[Green bar]	
作業(HTI)				[Blue bar]	[Blue bar]	
作業(PMB)					[Blue bar]	[Blue bar]
	実施計画		[Green bar]			