資料３　その他トピックス

資料３－１

福島第一原子力発電所への自動運転ＥＶバスの導入について

（日本初となる自動運転ＥＶバスの実用化に向けた取り組み）

2018年4月6日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

概　要

TEPCO

- 自動運転ＥＶバスを導入することで、福島第一構内のインフラを整備し、廃炉事業をより円滑に進める。4月18日運用開始予定。
- 福島第一原子力発電所で、自動運転の実績を積み重ね、そのノウハウを地元自治体の皆さまに積極的に提供し、浜通り地域の交通サービスに貢献ならびに復興に努めていく。

１．導入の目的・意義　～廃炉事業をより円滑に進める～

1　構内移動の効率化・利便性向上

テクノロジーの活用により、現場で働く皆さんが「行きたいときに」「行きたいところへ」移動できる環境を段階的に実現

2　車両管理の改善

EVバスの導入を拡大し、構内の移動用車両を徐々に置き換え、運行状況を一元的に把握すると共に、油漏れトラブルを削減

3　作業員の誇り

最先端技術による作業環境改善を国内外の皆さまにお伝えすることで、現場で働く皆さんの誇りに

4　バス運転手の被ばく量低減

環境改善は進んでいるものの、可能な限り被ばくを減らしたい
⇒バス運転手1人あたりの被ばく量　1～2mSv/年（2016年度）

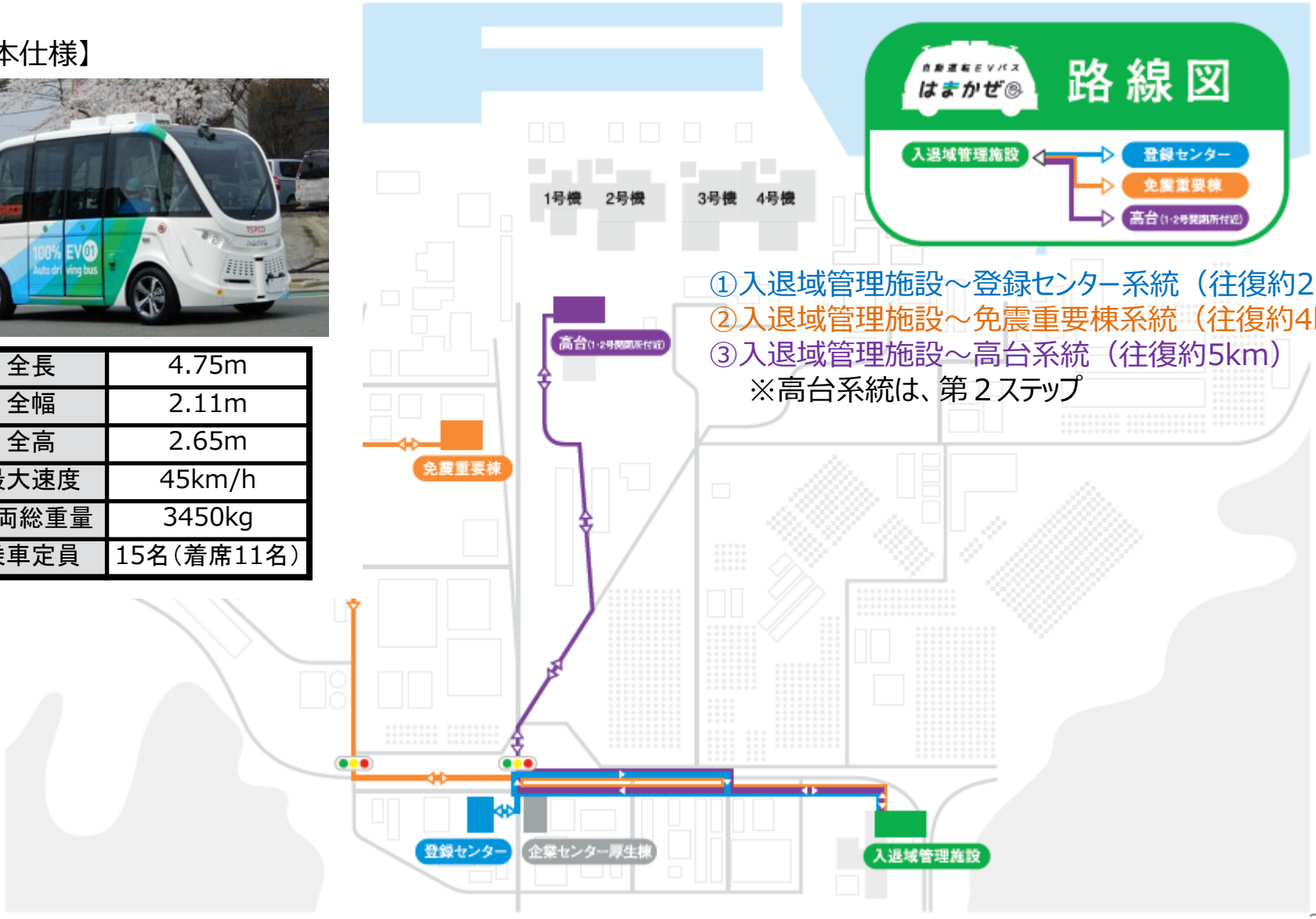
２．運行ルート

TEPCO

■ フランスのNAVYA社が製造する「商品名：ARMA」を３台導入し、４月18日から運用開始予定。

【基本仕様】

全長	4.75m
全幅	2.11m
全高	2.65m
最大速度	45km/h
車両総重量	3450kg
乗車定員	15名（着席11名）



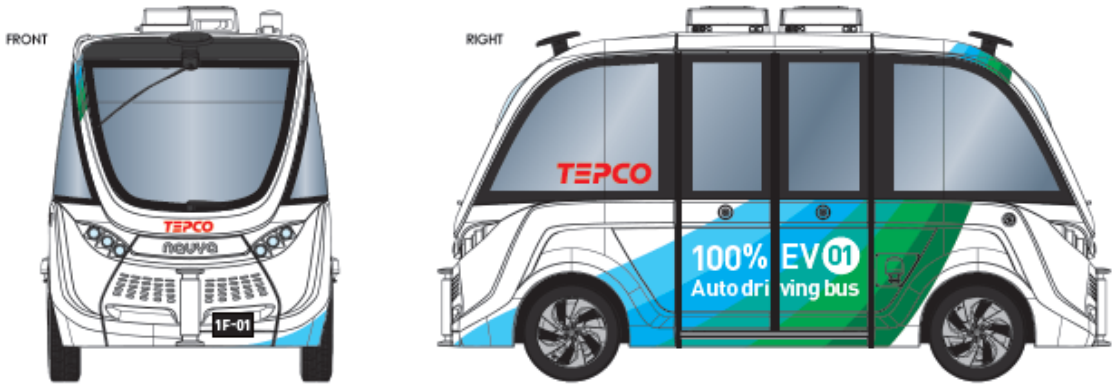
①入退域管理施設～登録センター系統（往復約2km）
②入退域管理施設～免震重要棟系統（往復約4km）
③入退域管理施設～高台系統（往復約5km）
※高台系統は、第２ステップ

３．車両のデザインと愛称

■ 車両のデザインは、３つの候補から社員および協力企業の方の投票で選定した。

【デザインに込めた想い】

浜通りの海と空、Ｇゾーンの作業服のブルー、浜通りの山並みと「安全」の象徴であるグリーンを組み合わせ、浜通りの爽やかな風を表現。



■ 呼び方（愛称）は「はまかぜｅ」

【愛称に込めた想い】

愛称は、車両のデザインにマッチした「はまかぜｅ」を選定した。

ｅには、EV、Ecology、Energyの意味を込めています。

※社員および協力企業の方から100を超える案が集まった。

はまかぜe

４．自動運転EVバスの今後の展開

TEPCO

■ 福島第一原子力発電所で、自動運転の実績を積み重ね、そのノウハウを地元自治体の皆さまに積極的に提供し、浜通り地域の交通サービスに貢献ならびに復興に努めていく。

オペレーターが同乗した走行

- **ステップ1**：発電所構内の移動用
- **ステップ2**：発電所視察用に拡大

無人運転化の実現

- **ステップ3**：呼び出し対応型サービスへ（移動用）

法整備にあわせて公道へ

- **ステップ4**：浜通り地域の交通サービスに貢献

【参考】自動運転EVバスの概要（車両装備等）

TEPCO

リバーシブルな走行方向

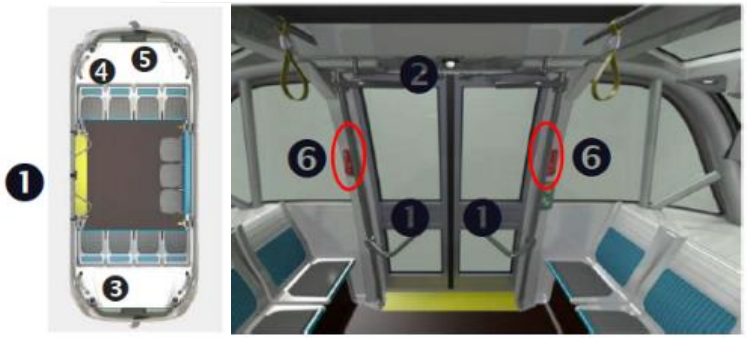
エクステリア

センサー・モジュール類

①Lidar 3D
②Lidar 2D
③ドラレコ
④オドメーター(走行距離計)
⑤IMU(慣性計測装置)
⑥通信モジュール
a:D-GPSアンテナ
b:LTE/MIMOアンテナ
c:無線アンテナ

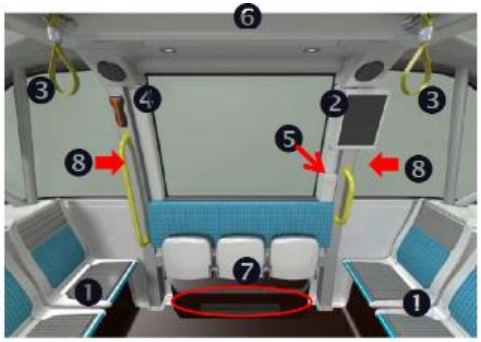
インテリア

その他安全対策機器：ハンマー、セキュリティーキット、消火器、緊急時ドア開放ボタン



ドア側装備

①ドア
②監視カメラ
③前方トランク
④後方トランク
⑤消火器
⑥空調
⑦ヒーター
⑧緊急避難用レバー



窓側装備

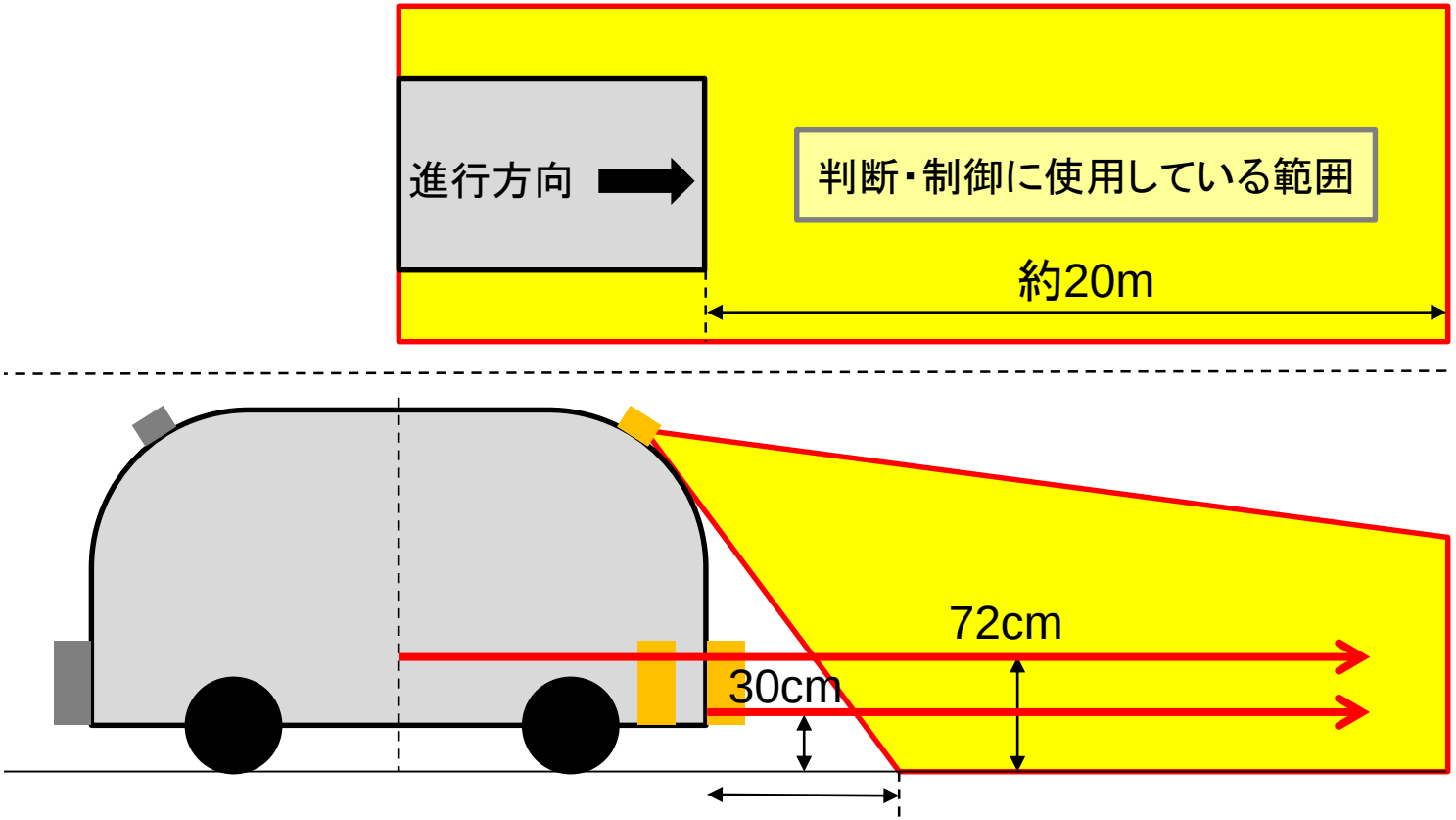
①シート
②案内用タブレット
③つり革
④緊急時用ハンマー
⑤スピーカー／内線
⑥空調
⑦ヒーター
⑧緊急停止ボタン

※イラストには記載がありませんが、すべての座席にシートベルトを追加装備する。

【参考】車両の障害物検知範囲

- 2DLiDAR＋3DLiDARで、子供や膝丈高度もカバーしている。
- 車両の周囲360度をセンサーで検知していますが、現時点では、処理するデータ量が多いと判断と制御に時間を要するため、使用範囲を限定している。

＜センサー検知範囲のイメージ図　赤線の領域＞



【参考】安全運行を共に実現するパートナー企業

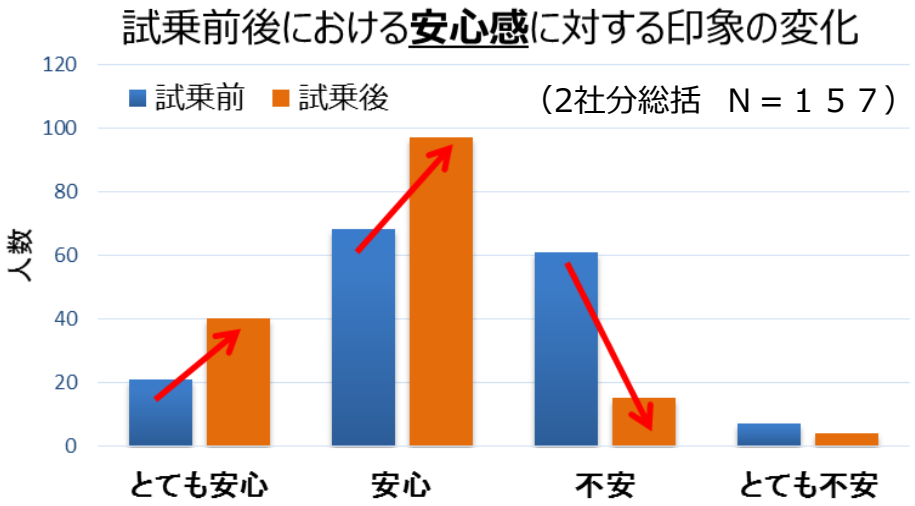
TEPCO

■ 車両の安全運行については、車両、IT、損害保険・リスクマネジメントの専門企業に加え、安全運行の要となる「メンテナンス」と「運行管理」を、浜通り地域の気象特性を熟知した地元のバス会社と整備工場に参画いただくことで実現していく。

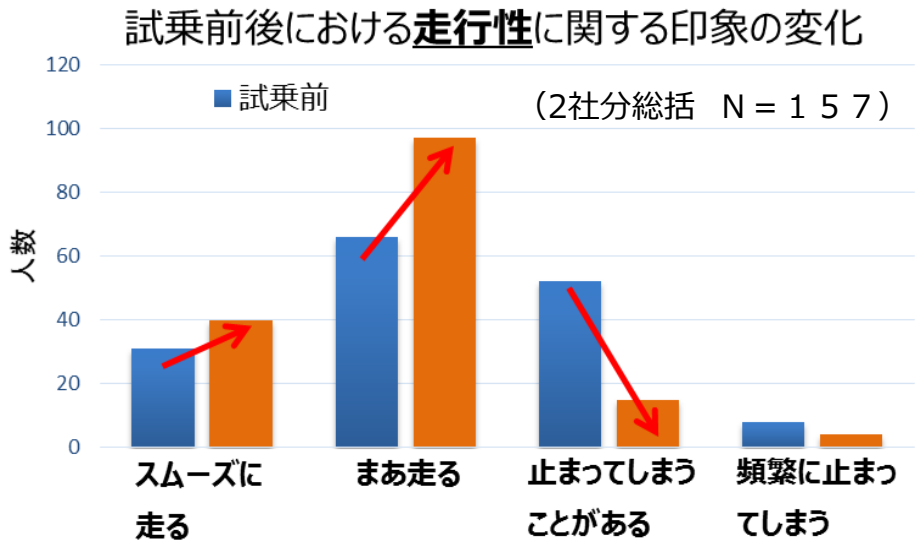
役割	企業名
車両メーカー、自動運転ソフトウェア開発	NAVYA（フランス）
輸入販売代理店	三井物産プラントシステム株式会社
運行管理システム、オペレーター育成	SBドライブ株式会社
バスの運行管理	発電所構内のバス運行会社 ※構内に精通した地元バス会社に依頼
車両メンテナンス （法定に準じた定期点検を含む）	株式会社イチネンTDリース ※実作業は地元の整備工場に依頼
損害保険・リスクマネジメント	三井住友海上火災保険株式会社 MS&ADインターリスク総研株式会社

【参考】テスト走行時の試乗者からのアンケート結果総論（1/2）

TEPCO

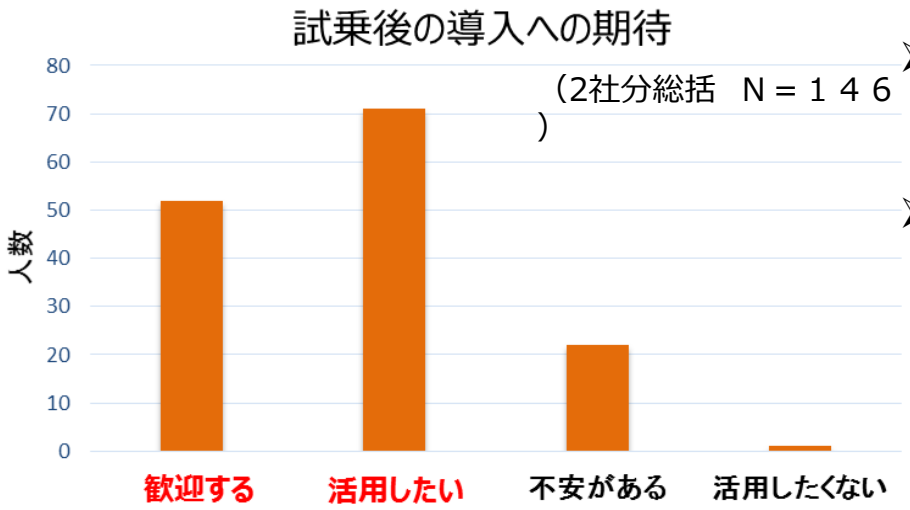


- 試乗により「とても安心」または「安心」と感じる人が5割増加
- また、安心と感じた声の一例として以下が挙げられる。
  - ・試乗することにより不安感がとれた
  - ・障害物を感知して減速していた

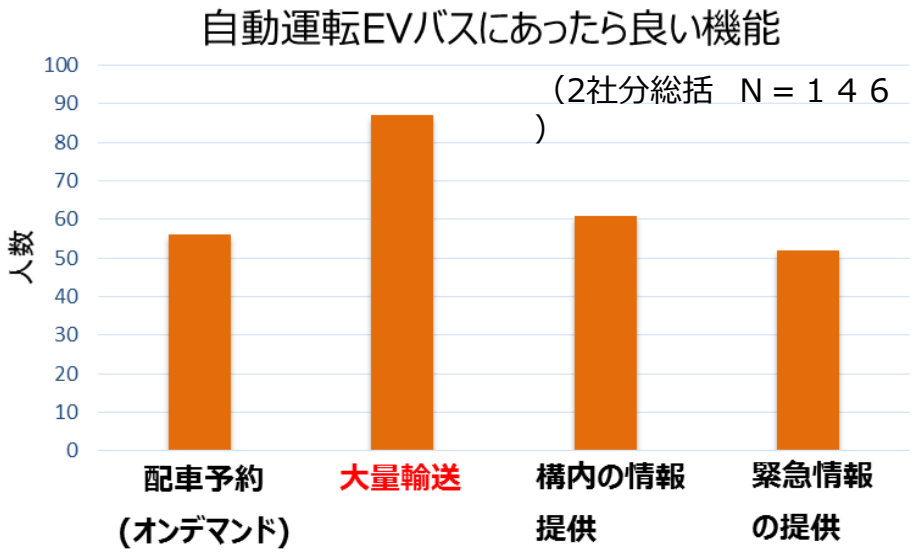


- 試乗により走行性が良いと感じる人が増加
- ただし、スピードに関しては少し遅いというコメントもあったため、今後安全に配慮しつつも自動運転の設定調整を行い、スピードUPを図っていく必要がある

【参考】テスト走行時の試乗者からのアンケート結果総論（2/2）



- 試乗した8割以上が「歓迎する」、または「活用したい」と感じた
- また、試乗者からの期待する理由としては、例えば以下が挙げられる
  - ・夜間工事の移動手段として活用したい
  - ・操作がとても簡単



- 様々な付帯機能のニーズがあり、特に大量輸送のニーズが高い
- また、その他の機能への要望としては、以下が挙げられる。
  - ・ロボットのペッパーのように話をすることができると良い

資料３　その他トピックス

資料３－２

３号機原子炉建屋内部のドローンを用いた線量調査について

2018年4月6日

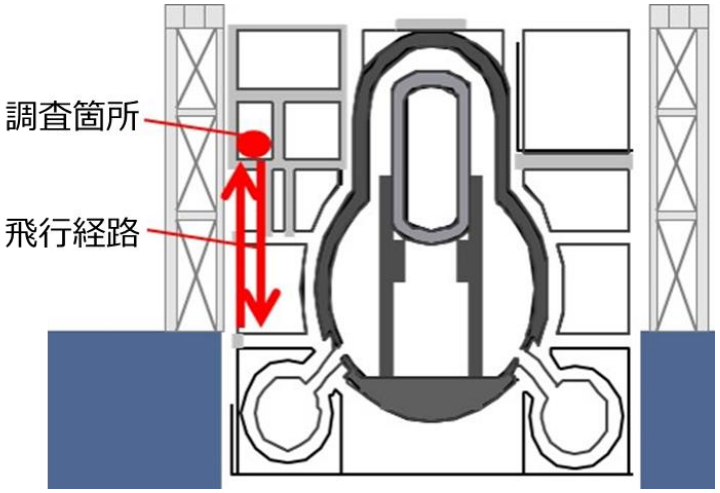
TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

概　要

TEPCO

- 2018年2月27日、福島第一原子力発電所３号機原子炉建屋内における、未アクセス箇所（2階，3階）の状況確認として、小型無人機（ドローン）を用いて調査を実施。
- 原子炉建屋２階及び３階の開口部の線量データおよび映像データを取得。２階開口部の線量率は８～10mSv/h、3階開口部の線量率は13～14mSv/hであった。
- なお、得られた線量データ等の結果は、既設設備の調査計画立案等、今後の廃炉作業に活用する予定。



３号機原子炉建屋断面図

《３階開口部の映像データ》

《２階開口部の映像データ》

1.３号機原子炉建屋内の調査について

【目的】

福島第一原子力発電所３号機原子炉建屋内における、未アクセス箇所（2階，3階）の状況確認として、ドローンに線量計を搭載した「ＲＩＳＥＲ」を用いて調査を行った。

なお、得られた線量データ等の結果は、既設設備の調査計画立案等、今後の廃炉作業に活用する予定。

【調査箇所及び飛行経路】

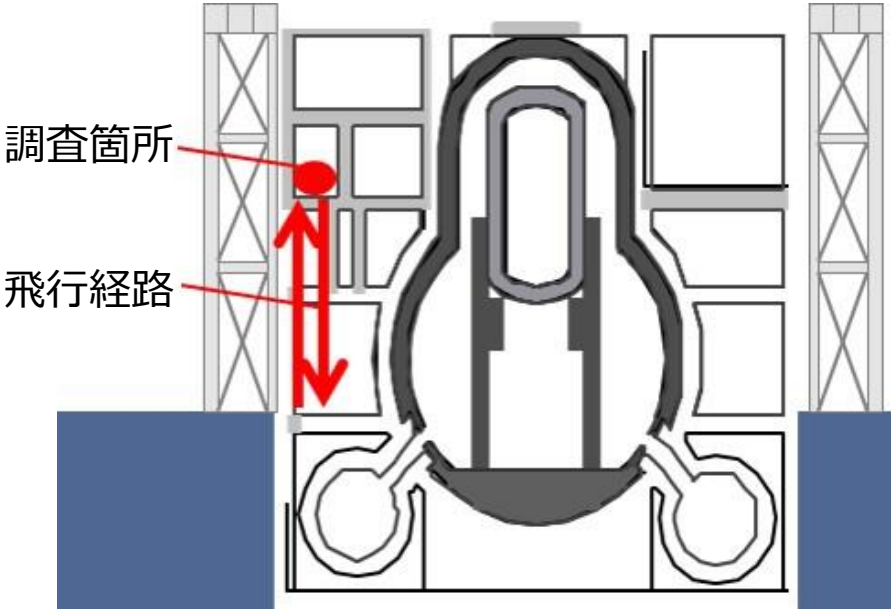
３号機原子炉建屋南西エリア
（右図参照）

【実施日】

2018年2月27日

【取得データ】

静止画及び線量データ
（飛行経路上）の取得



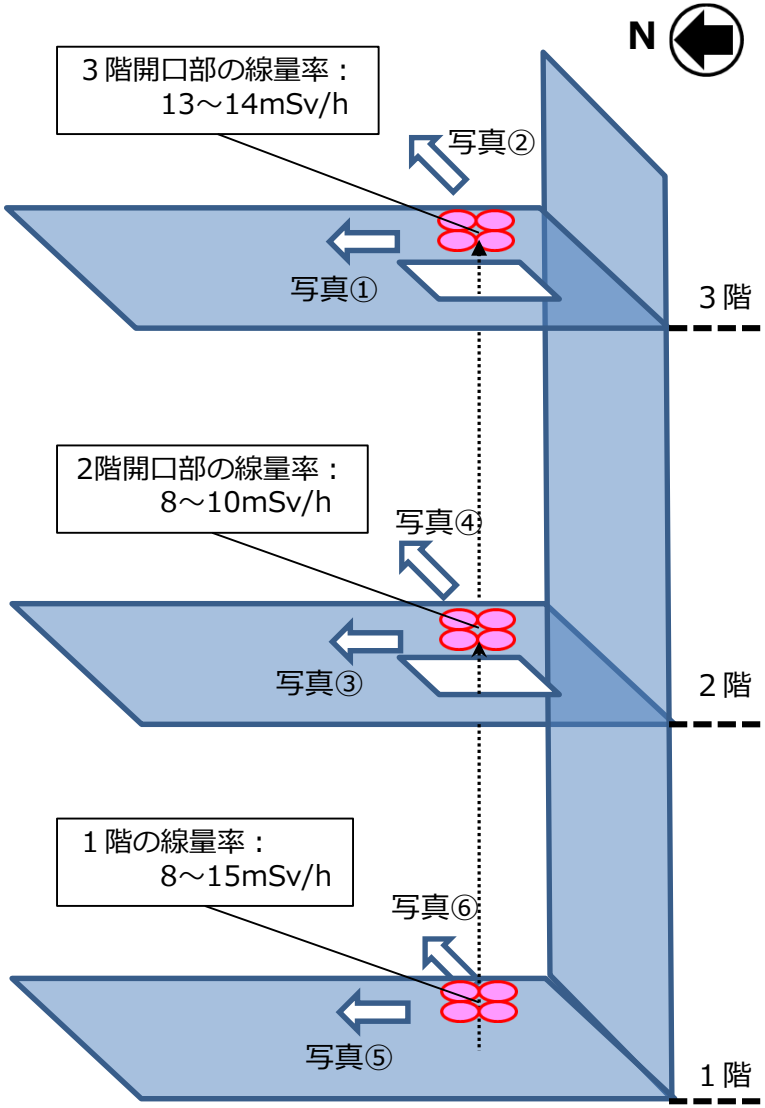
３号機原子炉建屋断面図

2.調査結果

写真①（３階開口部から北向き）

写真③（２階開口部から北向き）

写真⑤（１階北向き）



〈３号機原子炉建屋 1階～３階　南西エリア〉

写真②（３階開口部から東向き）

写真④（２階開口部から東向き）

写真⑥（１階東向き）

【参考】RISERについて

ＲＩＳＥＲ本体

開発元	英国　CREATEC社及びBLUE BEAR社 共同開発機体
線量計	CZT半導体検出器 ～2500mSv/hまで測定可
バッテリー	LiPOバッテリー　10000mAh 22.2V
寸法	W930×D830×H160
重量	約4kg
飛行時間	約15分
カメラ	HDカメラ2台(前方、下方)
搭載センサー	LiDAR（垂直、水平）、加速度センサー、 ジャイロセンサー
特徴	非GPS環境においてもレーザーを使用することにより、自己位置推定をしながら自律飛行し、リアルタイムで汚染状況及び３次元復元図を生成することが可能。 ・飛行時は幅2m×高さ3m以上の広さが必要。（離陸時は幅3m×高さ3m）。また、オペレーターの視界範囲内に限定。 ・無線通信範囲は、半径135m。

資料３　その他トピックス

資料３－３

福島第一原子力発電所　港湾復旧改造工事の状況について

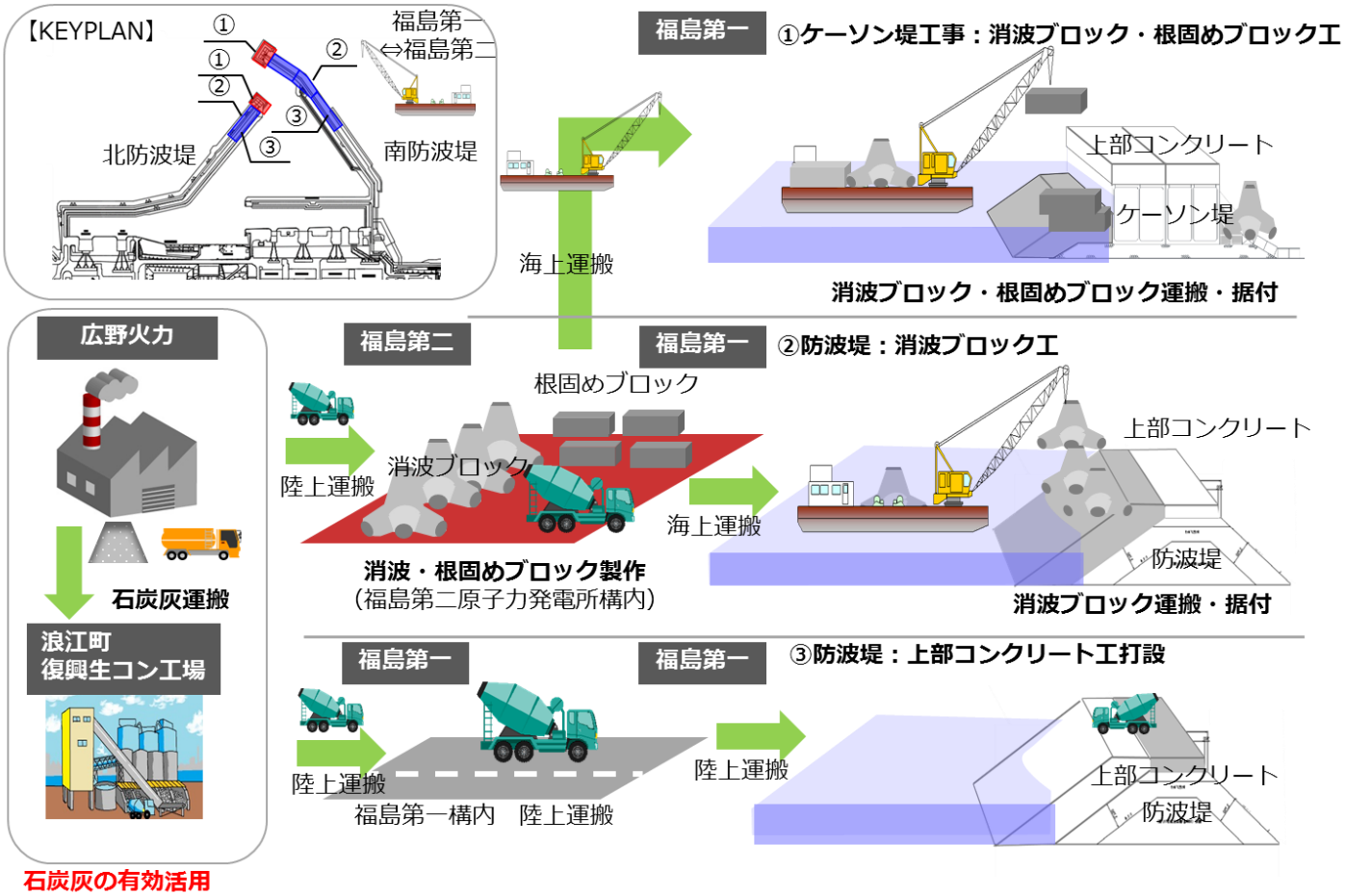
2018年4月6日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

概　要

- 福島第一の港湾は，防波堤の堤頭部にあるケーソン堤等が傾斜・沈下する等の影響を受けている。港湾設備の機能を維持し，今後も継続的に使用するため，ケーソン堤を補強するブロックの据付や防波堤の上部工嵩上げ等を実施する。
- 海上工事の開始は，2018年5月以降を予定。現在，福島第二構内でのブロック製造工事を先行して実施している。

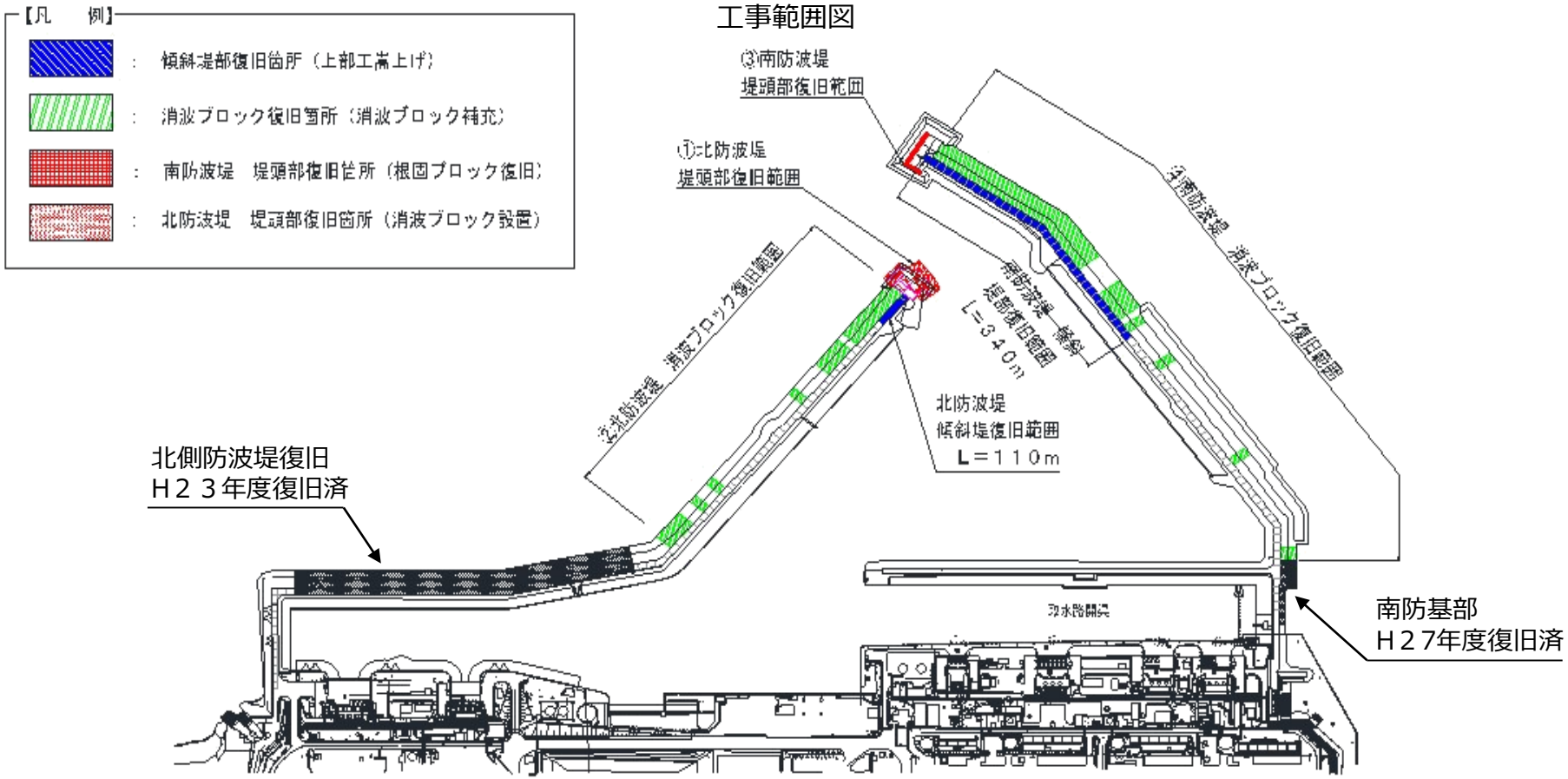


1．工事概要

TEPCO

実施時期　：2018年3月～2020年7月（気象海象により変更有）
概要　　：①北防波堤ケーソン堤改造：　　消波ブロック：約200個
②北防波堤改造　　：Ｌ＝110m，消波ブロック：約300個，被覆ブロック：約100個
③南防波堤ケーソン堤改造：　　根固ブロック：　約20個
④南防波堤改造　　：Ｌ＝340m，消波ブロック：約740個，被覆ブロック：約300個
⑤ブロック製造　　：　約1,660個　（２Ｆ構内ブロック製作）

工事範囲図

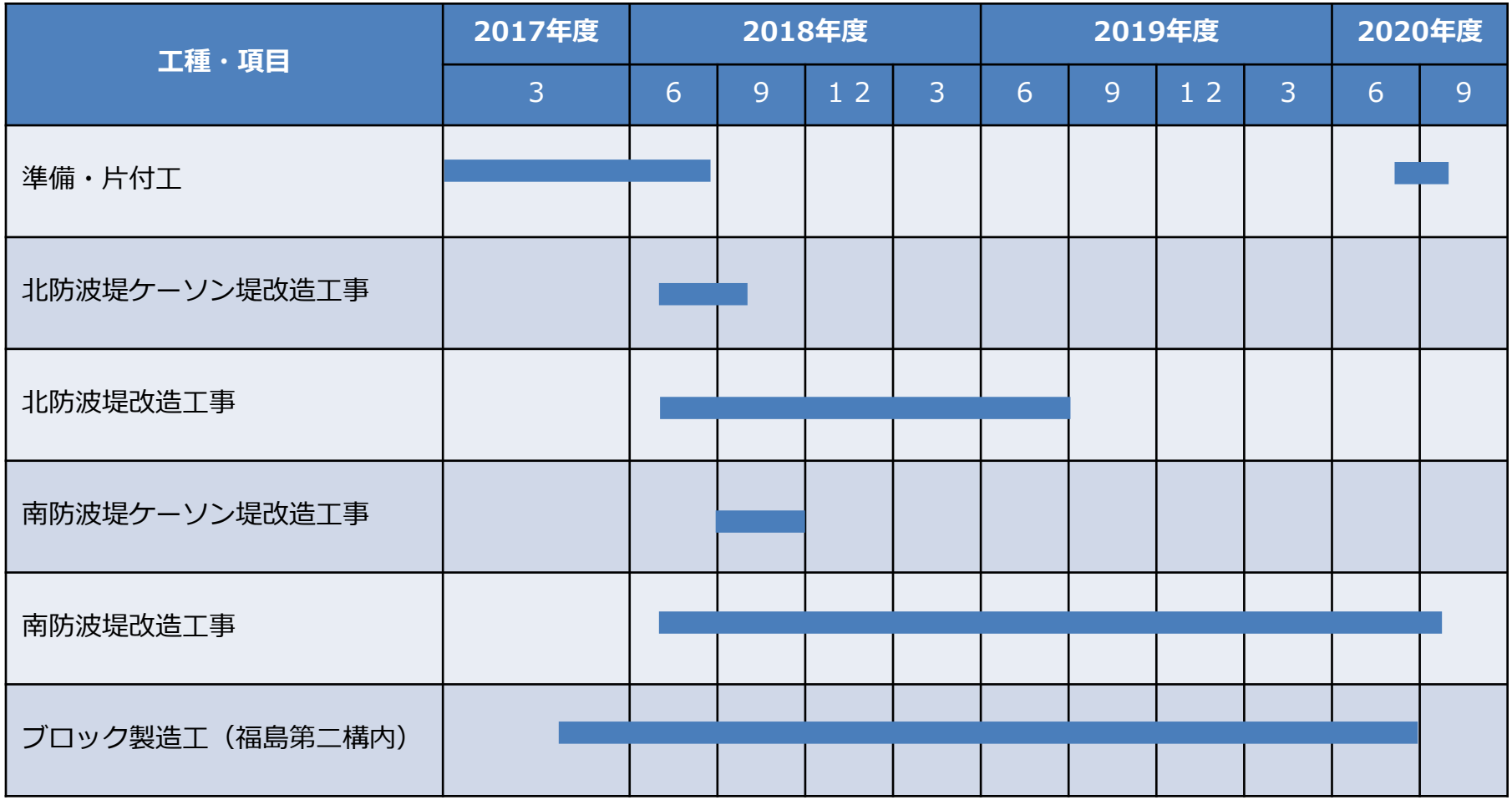


《北防波堤　湾内側　潜水調査状況》

2．工程

TEPCO

工程（案）



※気象海象状況にもよりますが，2020年7月頃目途に工事は完了する予定です．海上工事の開始は，2018年5月以降を予定しており，福島第二構内でのブロック製造工事を先行実施していきます．

資料３　その他トピックス

資料３－４

地震・津波対策の進捗状況

2018年4月6日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

概要

TEPCO

１．除染装置スラッジ対策の検討状況

除染装置スラッジ対策については、貯槽D上部エリアの被ばく低減対策・新たなスラッジ抜き出し設備製作等の課題をクリアし、2020年度完了を目標に対策を実施していく。

２．メガフロート対策の検討状況

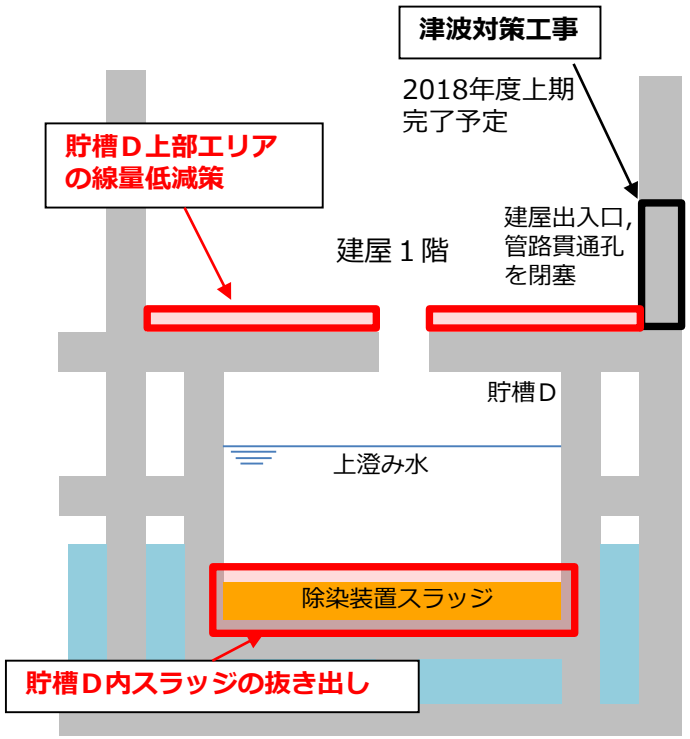
メガフロートについては、津波漂流物となり周辺設備を損傷させるリスクがあることから，早期にリスク低減可能かつ他作業との干渉を考慮し，港湾内での有効活用によりリスク低減を図ることとし、2020年度完了を目標に対策を実施していく。

1-1．除染装置スラッジ対策の検討状況

8月30日，第55回特定原子力施設監視・評価検討会の説明要約

- 集中廃棄物処理施設プロセス主建屋の地下の造粒固化体貯槽(D)(以下，貯槽D)に保管している除染装置スラッジに関し，3.11津波対策※としてプロセス主建屋出入口，管路貫通孔の閉塞を実施中（2018年度上期完了予定）。
- 検討用津波対策及び漏えい対策については，貯槽Dから除染装置スラッジを抜き出し，専用容器に入れて，検討用津波到達高さ(T.P.24.9m)以上のエリアに移送する方針。
- 除染装置スラッジの抜き出しに関する主な課題
  - ➢プロセス主建屋１階（貯槽D上部）は高線量エリア
    →作業員の被ばく低減対策が必要
  - ➢既存のポンプ等ではスラッジは抜き出せない
    →新たな抜き出し設備が必要

※これまでは「15m級津波」と記載していたが，「15m」はO.P.の値である。本資料では，O.P.の値を用いず，「3.11津波」と記載する。



プロセス主建屋
貯槽D周辺の建屋構造概要図
（断面図）

1-2. 貯槽D上部エリアの線量状況／被ばく低減対策

- 貯槽D上部は10～20mSv/hの高線量エリアである。
  また，貯槽Dの東側エリアは40mSv/h超の高線量エリアがある。
- 線源は除染装置内及び床面の汚染物質と考えられるため，除染装置内のフラッシング及び床面の除染，ホットスポットへの遮へい等により雰囲気線量の低減を図る。
- 被ばく低減対策として，抜き出し装置以外の設備は建屋外に設置するとともに，貯槽D近傍に配管等貫通部及び作業員用出入口を設けて，高線量エリアにおける作業時間短縮を図る。
- 屋外に設置する機器については，抜き出し期間を考慮し，適切な津波対策を実施する。

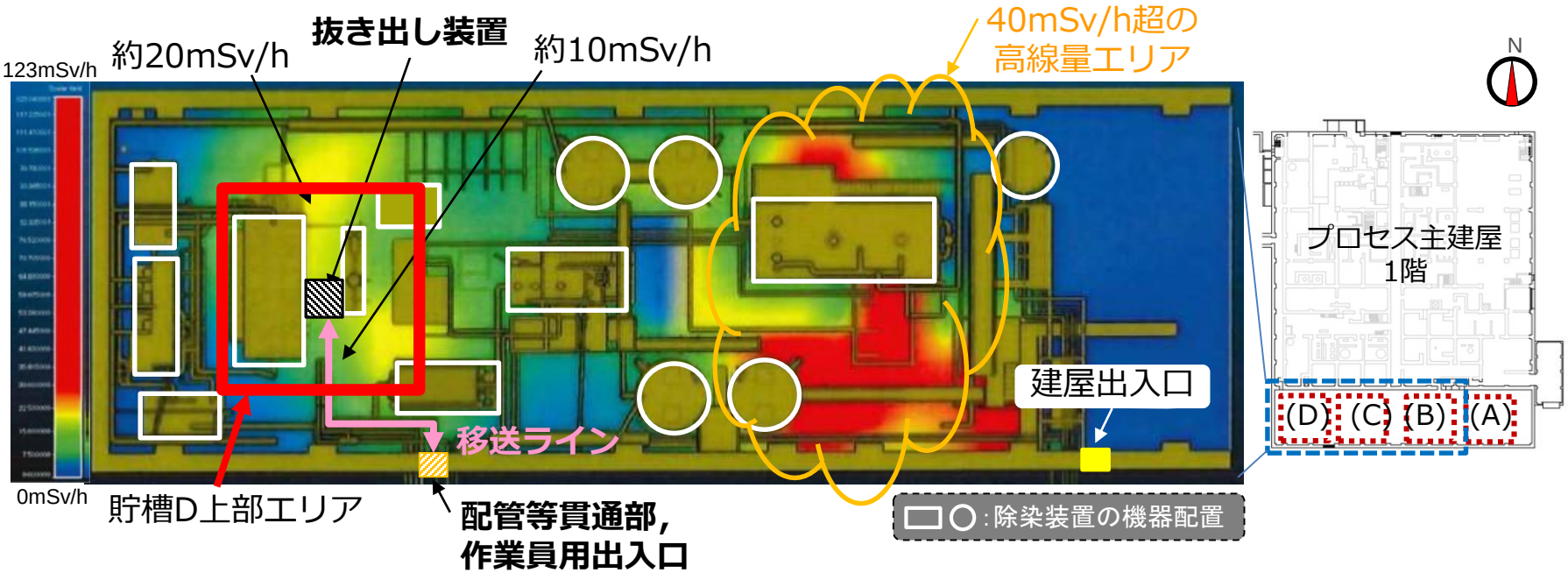
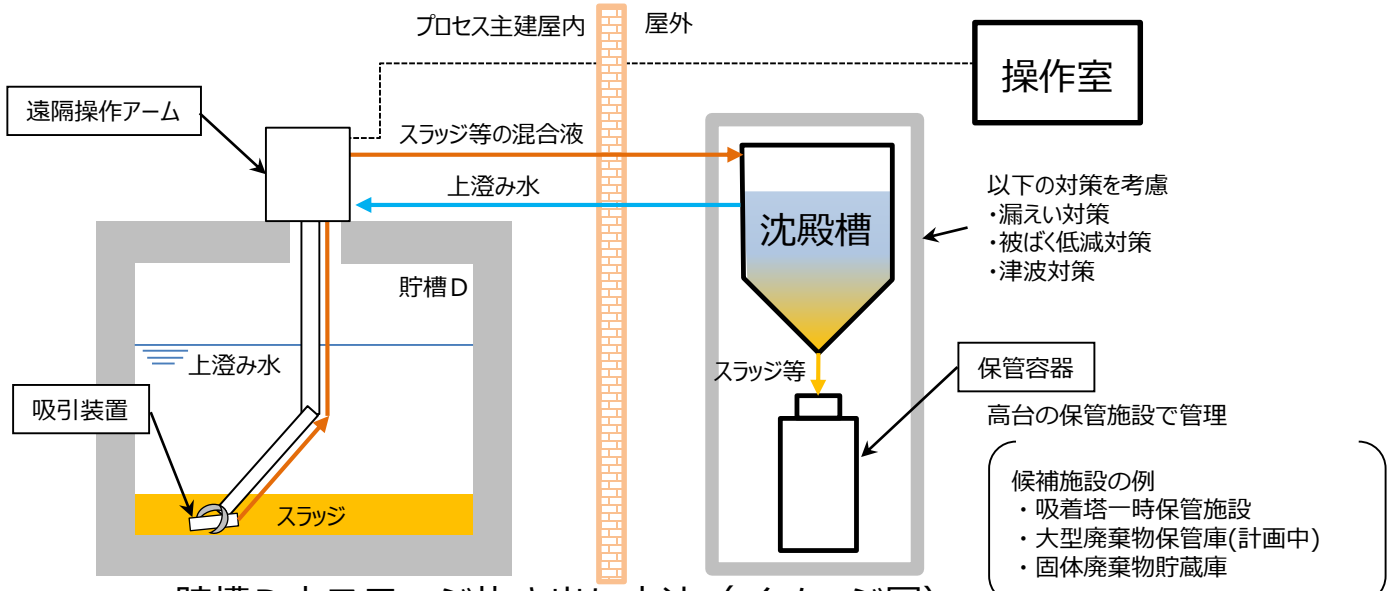


図　プロセス主建屋１階　貯槽D周辺のγ線量コンター図

1-3. 新たなスラッジ抜き出し設備

■ スラッジ抜き出しに必要となる設備の概要

- 抜き出し装置
  - ✓ 遠隔操作アーム・吸引装置：貯槽D上部から遠隔操作アームを挿入し，吸引装置によりスラッジを抜き出す。
  - ✓ 沈殿槽：抜き出したスラッジ等の混合液はプロセス主建屋外の漏えい対策・被ばく低減対策を施した沈殿槽等に移送し,スラッジと上澄み水を分離させる。
  - ✓ 操作室：遠隔抜き出し装置は建屋外に設置した操作室より操作する。
- 保管容器
  - ✓ 分離したスラッジは保管容器へ充填し，高台の保管施設で管理する。

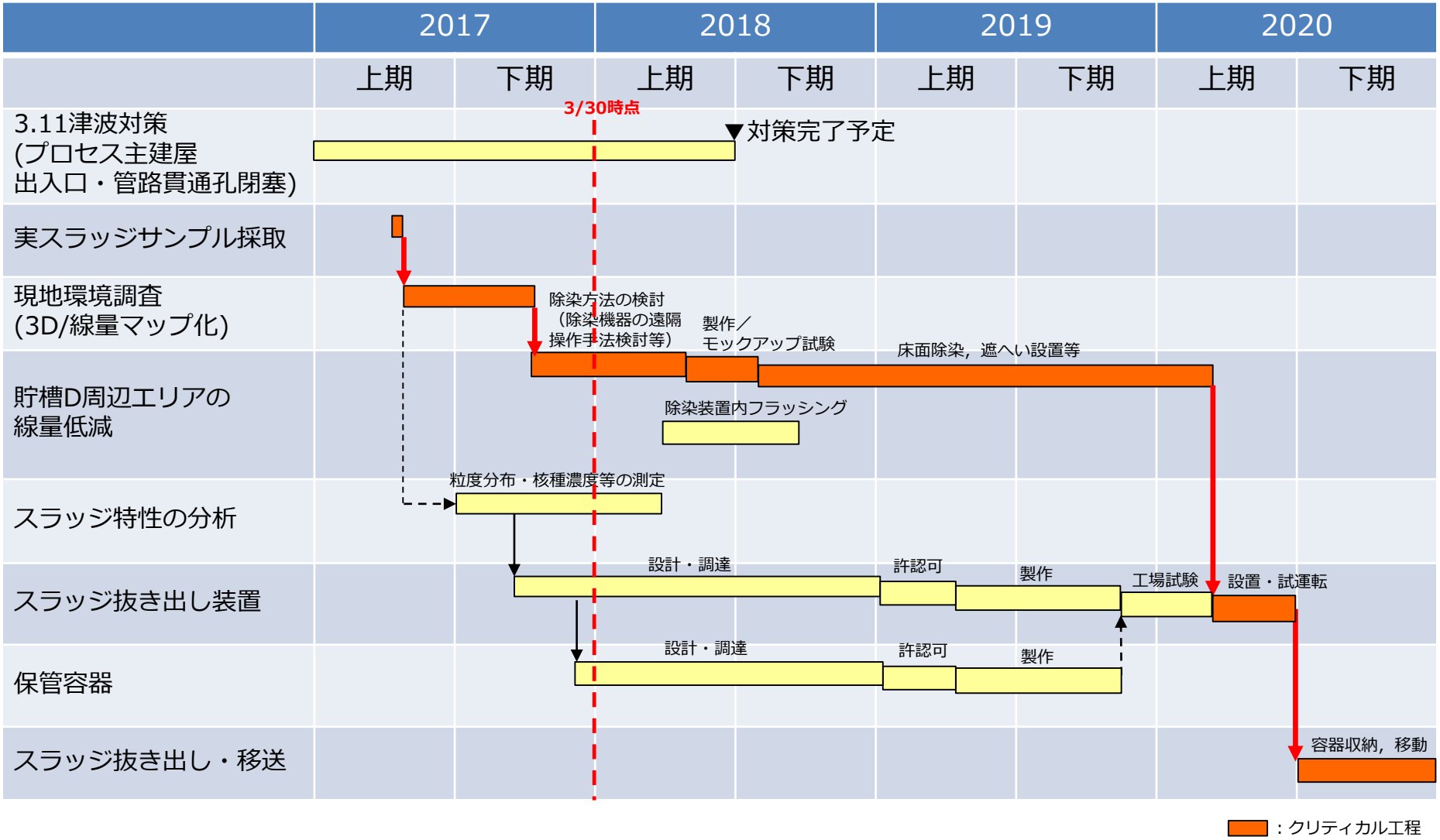


貯槽Ｄ内スラッジ抜き出し方法（イメージ図）

1-4. スケジュール

特定原子力施設監視・評価検討会
（第５９回）資料３

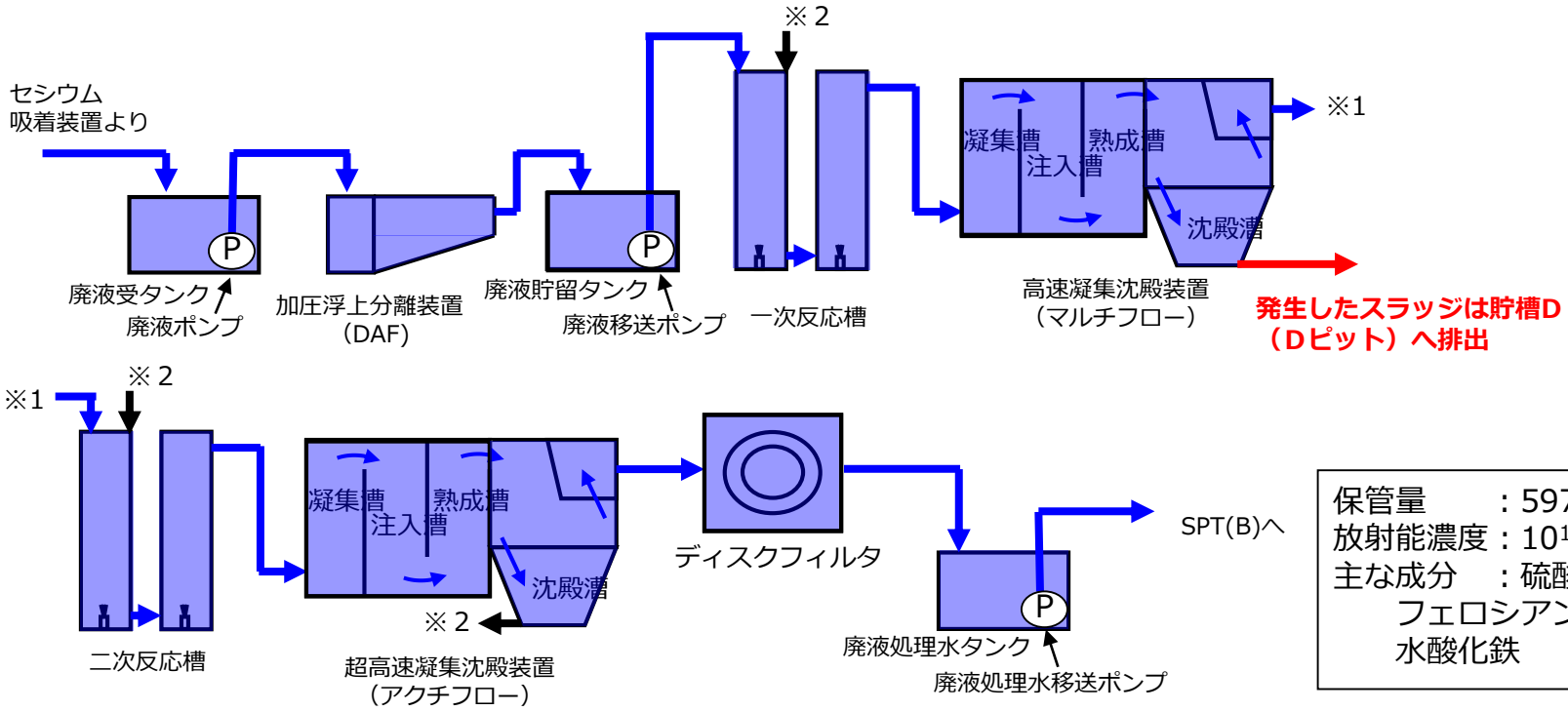
TEPCO



：クリティカル工程

【参考】除染装置の概要

- 汚染水処理初期にセシウム吸着装置の後段に配置し、主にCs,Srを除去
  - 溶解したCs,Srを吸着させるとともに凝集沈殿を促進するため、セシウム吸着剤、凝集剤等を注入
  - 沈殿槽で沈殿したスラッジを反応槽に戻すことでスラッジを濃縮（汚染物質の粒径を拡大）した後、造粒固化体貯槽（D）（Dピット）へ排出
  - 2011年9月以降、運転を停止しており今後スラッジの発生予定はない



保管量　　：597m^3
放射能濃度：10^{14}Bq/t(評価値)
主な成分　：硫酸バリウム、
　　フェロシアン化ニッケル、
　　水酸化鉄

2-1．経緯

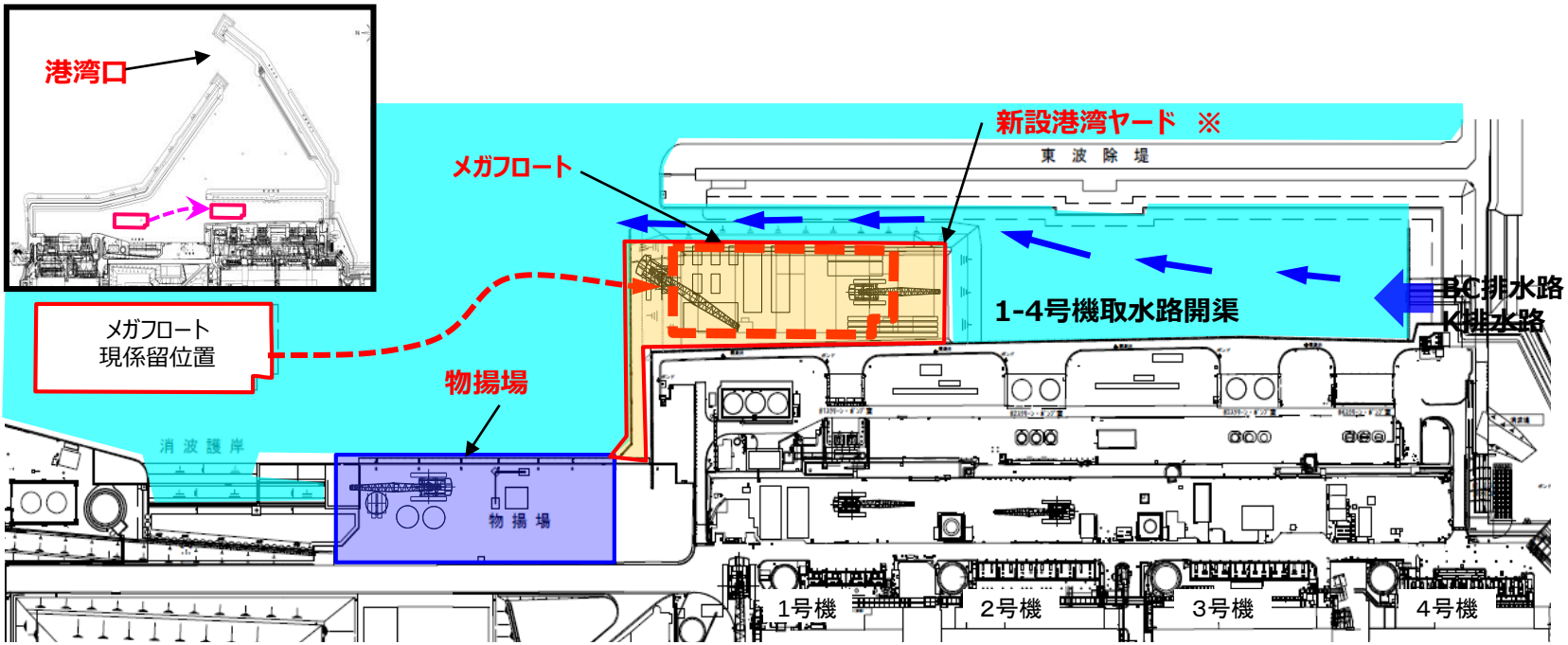
- 震災により発生した5・6号機建屋の滞留水を一時貯留するため，港湾内にメガフロートを係留していた。
- その後，メガフロートへ一時貯留した滞留水は貯留タンクへ移送した。メガフロートにはバラスト水※としてろ過水を貯留し港湾内に係留している。
- メガフロートは津波漂流物となり周辺設備を損傷させるリスクがあることから，第42回特定原子力施設監視・評価検討会（2016.4.25）にて，リスク低減策を検討していることを説明した。具体的には，①港湾内での有効活用，②港湾内解体，③港湾外移動・解体の３案を提示した。

※バラスト水…船体を安定させるための重しとして貯留する水

メガフロート係留状況

2-2. リスク低減策の概要

- 早期にリスク低減可能かつ他作業との干渉を考慮し，①港湾内での有効活用によりリスク低減を図る。
- 具体的には，メガフロートを1-4号機取水路開渠（以下，開渠）に移動・着底させ，新設港湾ヤード整備のための護岸及び物揚場として活用する。なお，メガフロートに対して腐食防止対策を実施する。
- メガフロートの移動により開渠の面積は減少するが，港湾口における排水路からの放射性物質による影響はほぼ変わらない。なお，海水のサンプリングによる港湾口への影響モニタリングを今後も継続する。



※新設港湾ヤード設置による面積減少は港湾全体として約5%

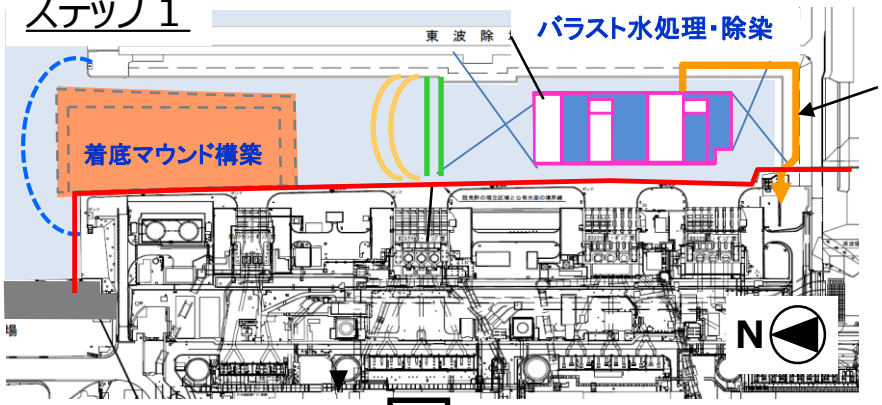
2-3. 工事概要

➢ メガフロートを開渠内に移動・着底させる工事概要を以下に示す。

ステップ１：メガフロートを開渠南側に移動し，バラスト水処理と除染を実施する。
並行して着底マウンドを構築する。

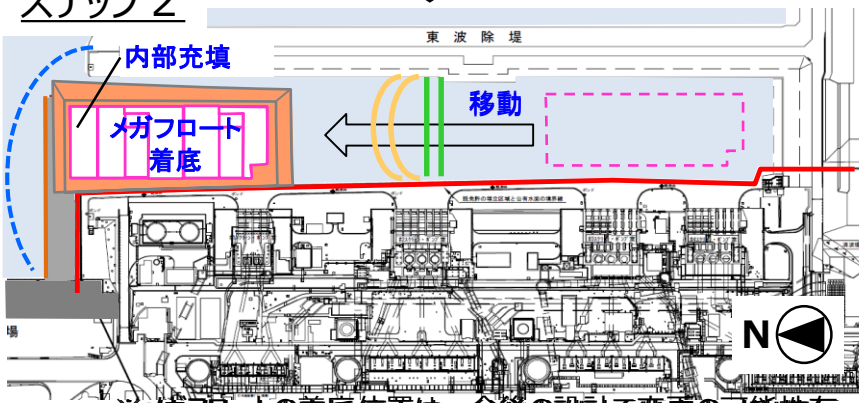
ステップ２：着底マウンド上にメガフロートを移動させ，内部にモルタルを充填して
着底させる。その後，盛土を実施する。

ステップ１



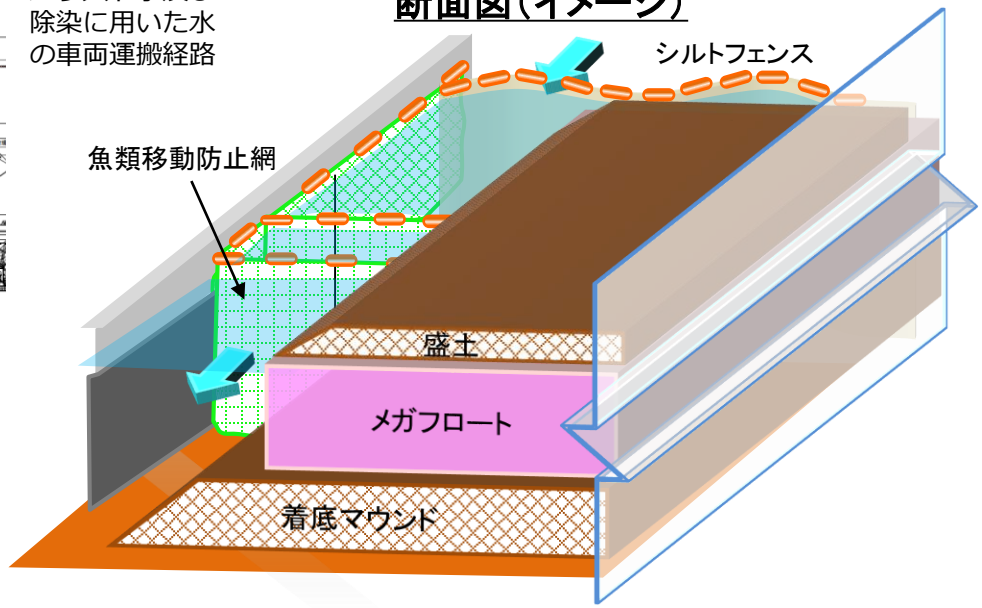
バラスト水及び
除染に用いた水
の車両運搬経路

ステップ２



※メガフロートの着底位置は，今後の設計で変更の可能性有

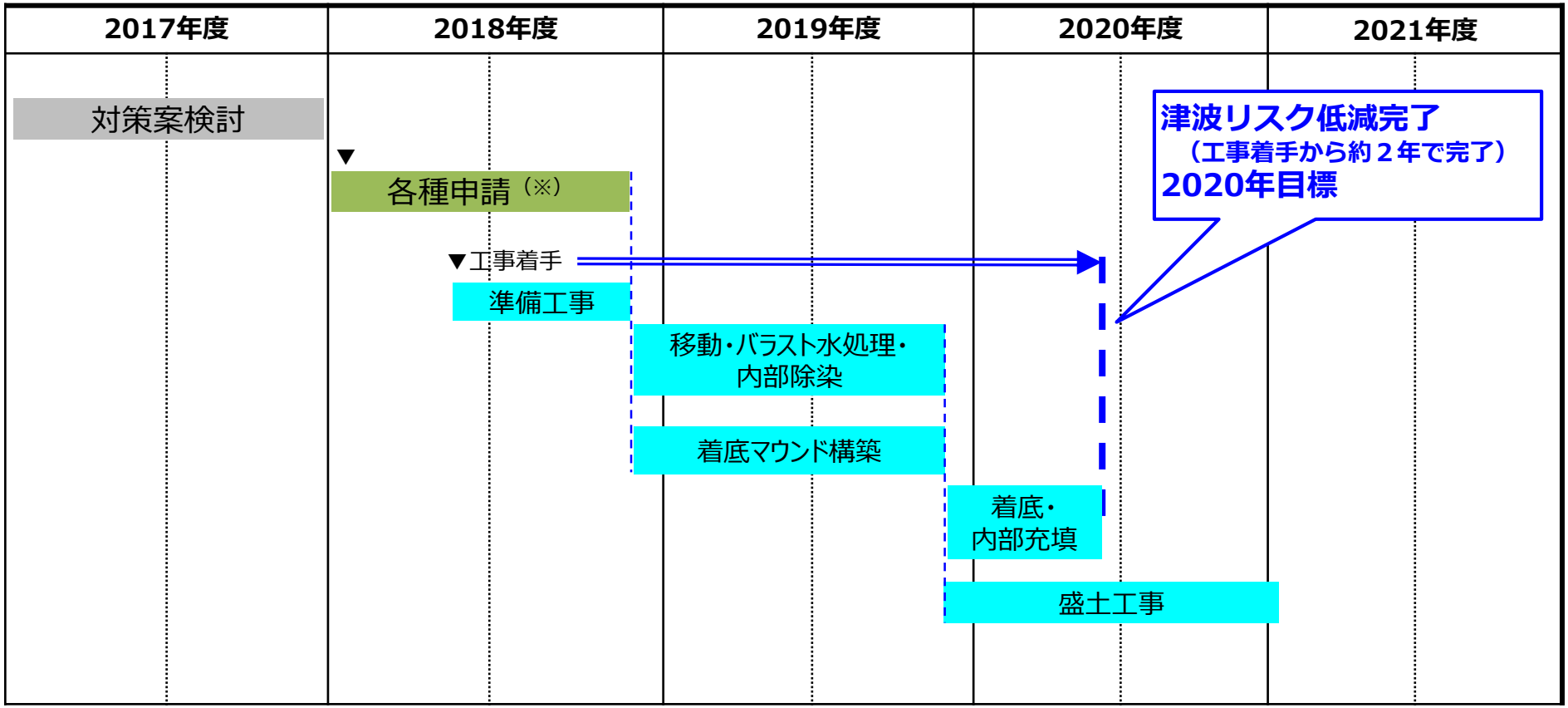
断面図（イメージ）



汚濁防止フェンス
魚類移動防止網
シルトフェンス

2-4. 概略工程（案）

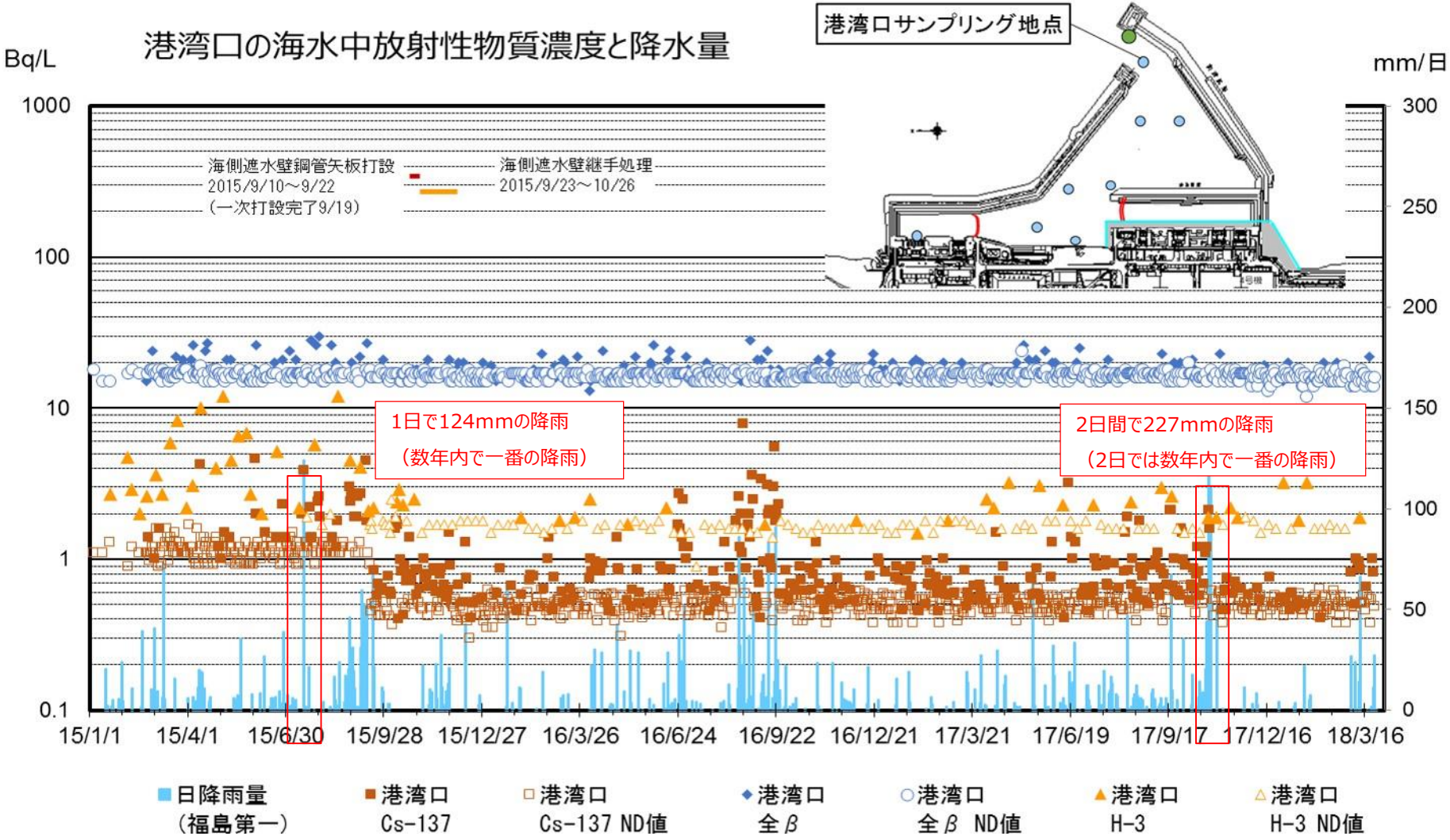
➢ 工事の概略工程を以下に示す。2020年に津波リスク低減完了を目標とする。



（※）【申請内容】
・実施計画変更申請
・公共用財産使用許可変更申請
・公有水面埋立申請
・水域施設改良届出等

【参考】港湾口サンプリング実績

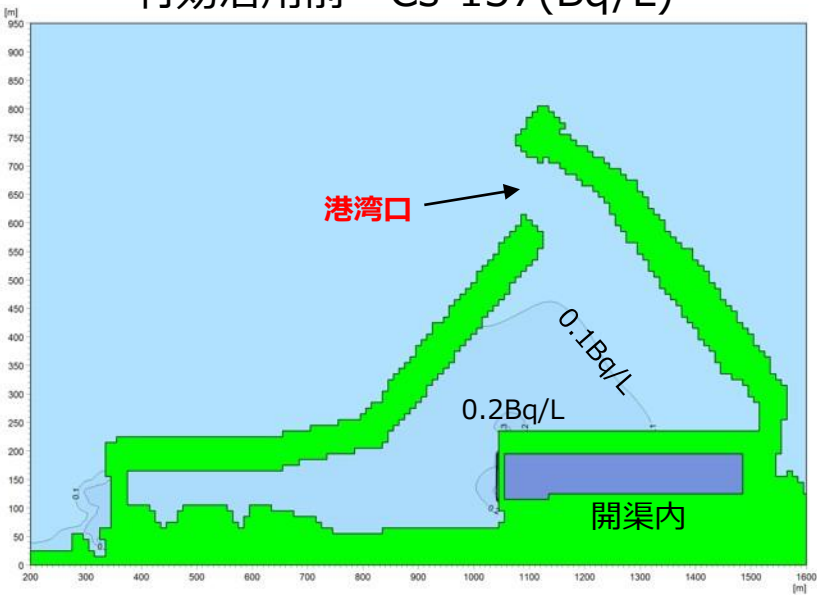
- 港湾口の海水中Cs-137濃度は，降雨に伴い一時的に上昇するものの降雨後は速やかに低下している。今後も海水のサンプリングを継続し，外部への影響モニタリングを行う。



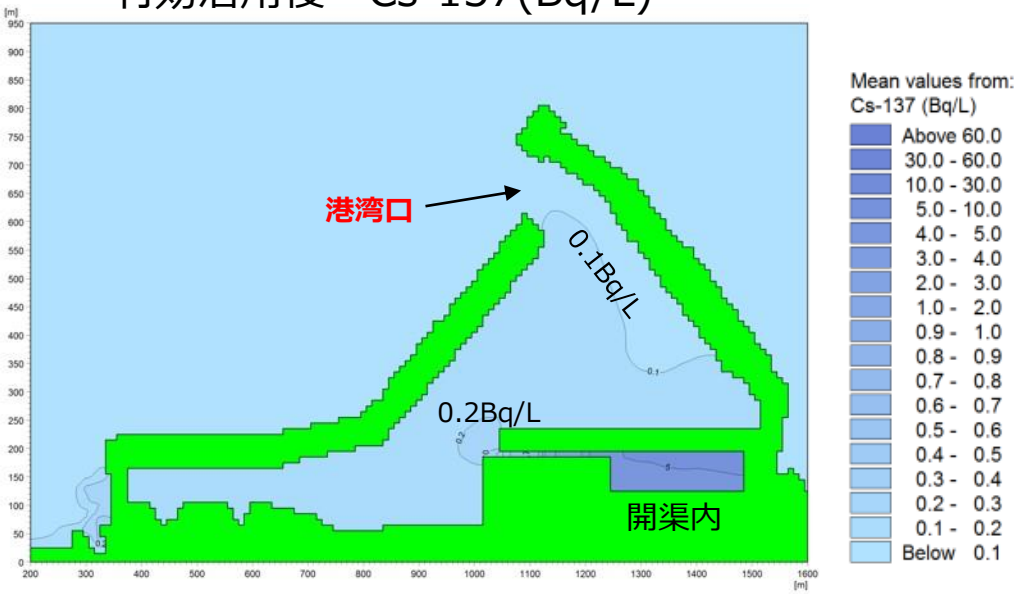
【参考】環境影響の検討結果　通常時

- メガフロートの有効活用による環境影響を確認するため，降雨時以外の通常時を想定し，排水路から一定の濃度，流量で排水が連続して流入する条件で計算を行った。
- 評価条件
  - ・K排水路　61Bq/L，0.02m^3/s（2016年7月～2017年1月の実績から算出，降雨時含む）
  - ・C排水路　1.4Bq/L，0.04m^3/s（2016年7月～2017年1月の実績から算出，降雨時含む）
  - ・計算結果は，10日間の平均値を使用
  - ・シルトフェンスを考慮（開渠内外の海水移動を抑制する効果を考慮）
- 評価結果
  - ・開渠面積の減少により開渠内外で若干濃度が上昇するが，港湾口における濃度の変化は<u>大きく変わらない。</u>この濃度変化の割合は，実測値の変動に比べて小さいものである。

有効活用前　Cs-137(Bq/L)



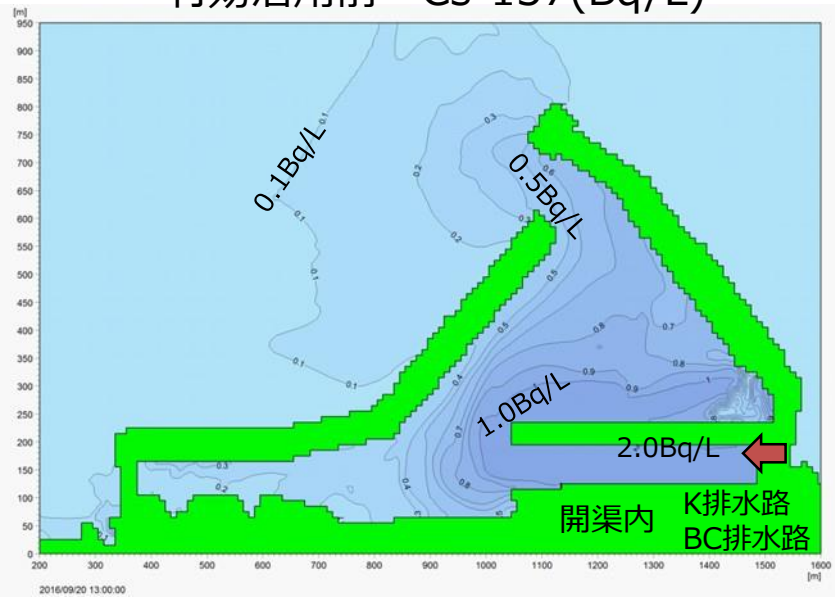
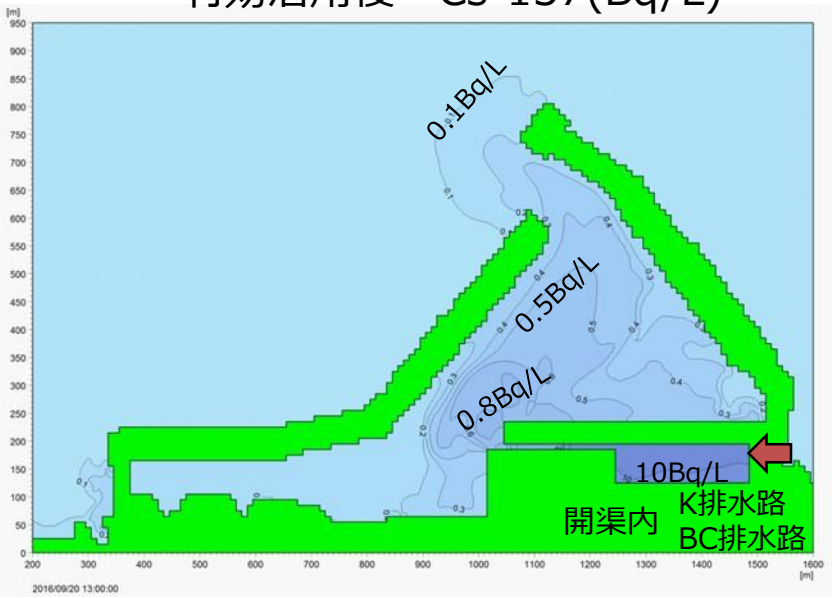
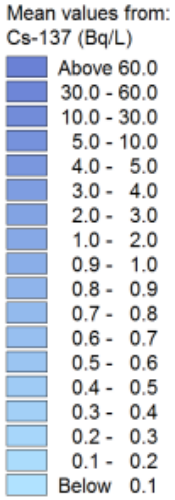
有効活用後　Cs-137(Bq/L)



【参考】環境影響の検討結果　降雨時

- 降雨による一時的な環境影響を確認するため，降雨時の流入を想定した計算を行った。
- 評価条件
  - ・36mmの降雨が1時間で降る場合を想定
  - ・K排水路　200Bq/Lの排水が1時間で0.75万m^3
  - ・BC排水路　2Bq/Lの排水が1時間で2.3万m^3
  - ・シルトフェンスは考慮せず（降雨時の効果は一時的なため）
- 評価結果
  - ・本計算では，排水路から流入した放射性物質が開渠内に留まる傾向が見られ，開渠外の濃度はむしろ有効活用前より低めの結果となったが，降雨や海象の状況によって変わることも考えられる。
  - ・ただし，排水による流入量が変わらないことから，<u>全体的な拡散の傾向に大きな違いは無いものと考えられる。</u>

有効活用前　Cs-137(Bq/L)



有効活用後　Cs-137(Bq/L)