

島根原子力発電所 2号炉

津波による損傷の防止

指摘6 漂流物衝突荷重の設定方針

(コメント回答)

令和2年8月
中国電力株式会社

審査会合における指摘事項

No.	審査会合日	指摘事項の内容	回答頁
13	H31.2.26	・道路橋示方書による漂流物衝突荷重の算定の妥当性について、工学的な判断に基づいた根拠を提示して説明すること。	P2
45	R元.6.27 (本日回答)	・漂流物の衝突荷重算定式の選定方針については、津波の特性（流向、流速等）、漂流物の配置位置及び対象漂流物の種類等を踏まえて各算定式の適用性を評価し、その評価プロセスを含めて説明すること。	P3~9

指摘事項に対する回答【No. 1 3, 4 5】

■ 指摘事項（第686回会合 平成31年2月26日）

【No. 1 3 漂流物衝突荷重の設定方針】

- 道路橋示方書による漂流物衝突荷重の算定の妥当性について、工学的な判断に基づいた根拠を提示して説明すること。

■ 回答

- 漂流物衝突荷重は道路橋示方書に基づいて算定することとしていたが、詳細設計段階で工学的な判断に基づいた算定式の選定を行う。

■ 指摘事項（第736回会合 令和元年6月27日）

【No. 4 5 漂流物衝突荷重の設定方針】

- 漂流物の衝突荷重算定式の選定方針については、津波特性(流向, 流速等), 漂流物の配置位置及び対象漂流物の種類等を踏まえて各算定式の適用性を評価し, その評価プロセスを含めて説明すること。

■ 回答

- 設置変更許可段階においては、島根原子力発電所における基準津波の津波特性を流況解析結果より確認し、**日本海東縁部に想定される地震による津波時において**、漂流物衝突荷重の設定に考慮する漂流物として、荷揚場設備を抽出するとともに、道路橋示方書を含む既往の様々な衝突荷重の算定式とその根拠について整理した。**抽出した対象漂流物について**、詳細設計段階において**漂流物衝突荷重の算定式の適用性を検討し**、**必要に応じ対策等も踏まえ漂流物衝突荷重を設定**する。(P3~9)

1. 基準津波の特性(流向・流速)について (1/4)

- 島根原子力発電所の津波防護施設に対して、各基準津波（1～6）における流況（流向・流速）を確認した。
- 施設護岸港湾内及び港湾外の防波壁前面、並びに1号放水連絡通路防波扉前面における、最大流速発生時の流況確認結果を以下に示す。

対象箇所※	基準津波※	流向※	最大流速※	発生時刻
施設護岸港湾外 防波壁前面	基準津波 1 (防波堤あり)	南	9.0m/s	181分27.10秒
施設護岸港湾内 防波壁前面	基準津波 1 (防波堤なし)	南東	9.0m/s	192分40.85秒
1号放水連絡通路 防波扉前面	基準津波 1 (防波堤なし)	南西	9.8m/s	192分55.35秒

※ 5条-別添1-添付18「漂流物の評価において考慮する津波の流速・流向について」参照

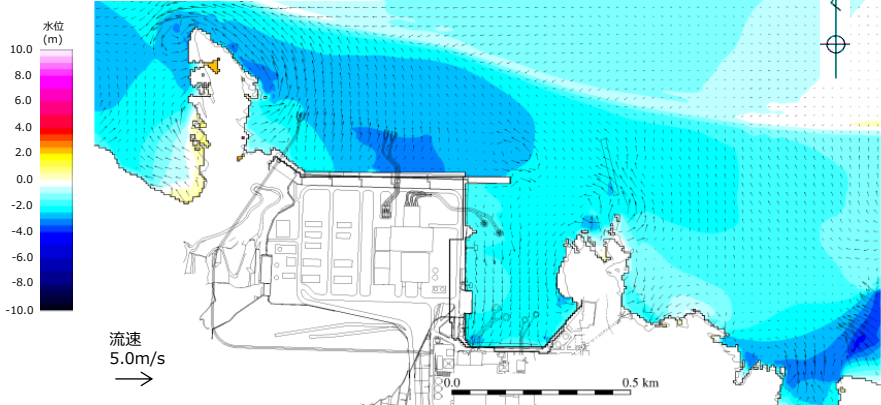
- 上記各対象箇所の最大流速発生時刻近傍（最大時刻，最大時刻前後30秒）における水位分布と流向・流速ベクトル図，及び最大流速発生時刻における流速分布図を次項以降に示す。

1. 基準津波の特性(流向・流速)について (2/4)

基準津波1(防波堤あり)_施設護岸港湾外防波壁前面

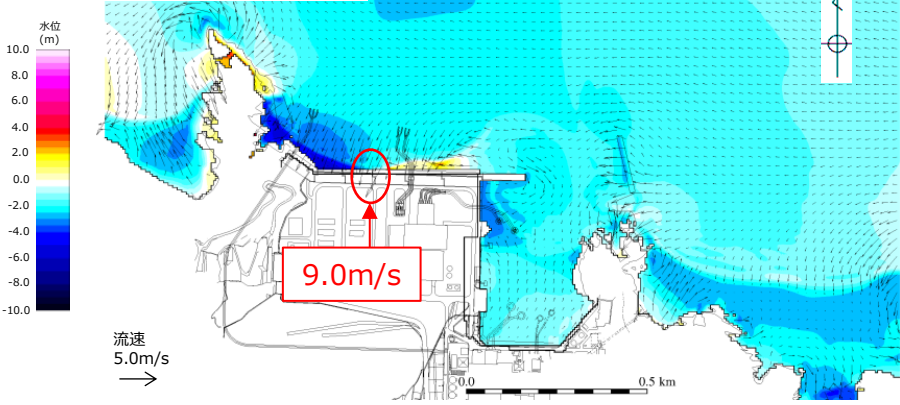
180分57.10秒(最大流速発生時刻 - 30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル



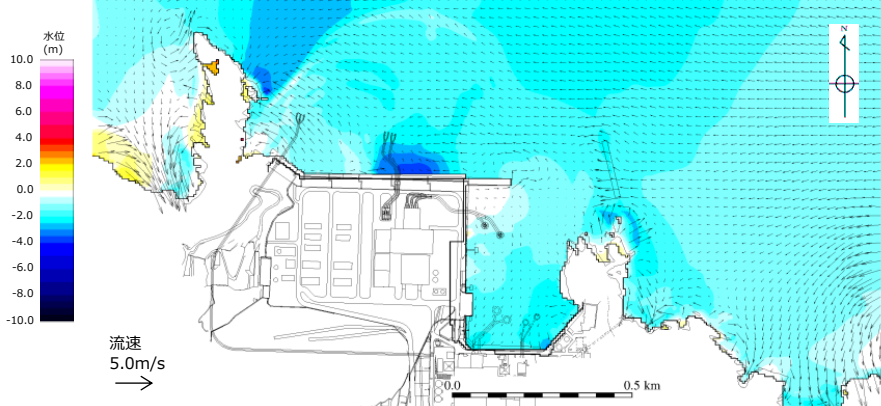
181分27.10秒(最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル



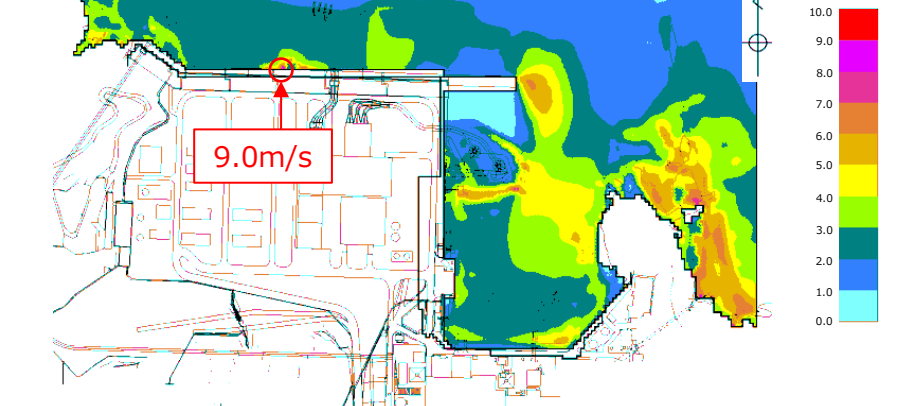
181分57.10秒(最大流速発生時刻 + 30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル



181分27.10秒(流速方向:南)

流速分布



左上：最大流速発生時刻 - 30秒の水位分布と流速ベクトル
左下：最大流速発生時刻 + 30秒の水位分布と流速ベクトル

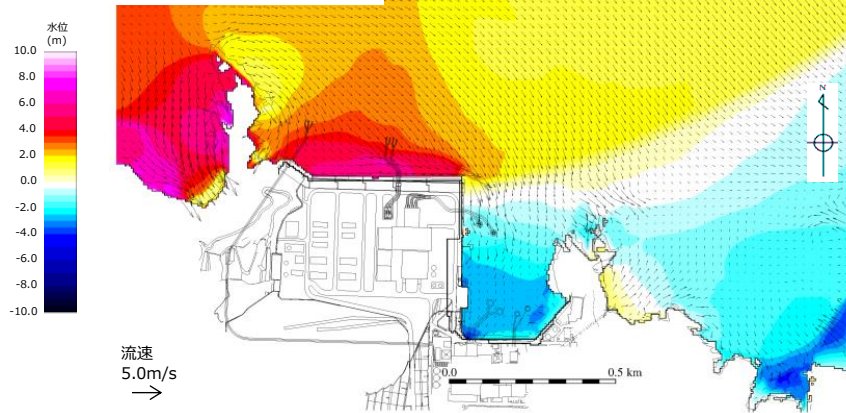
右上：最大流速発生時刻の水位分布と流速ベクトル
右下：最大流速発生時刻の流速分布

1. 基準津波の特性(流向・流速)について (3/4)

基準津波1(防波堤なし)_施設護岸港湾内防波壁前面

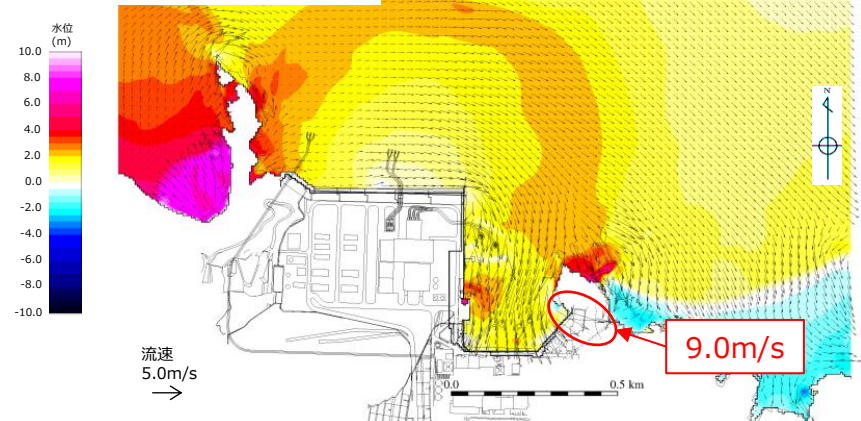
192分10.85秒(最大流速発生時刻 - 30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル



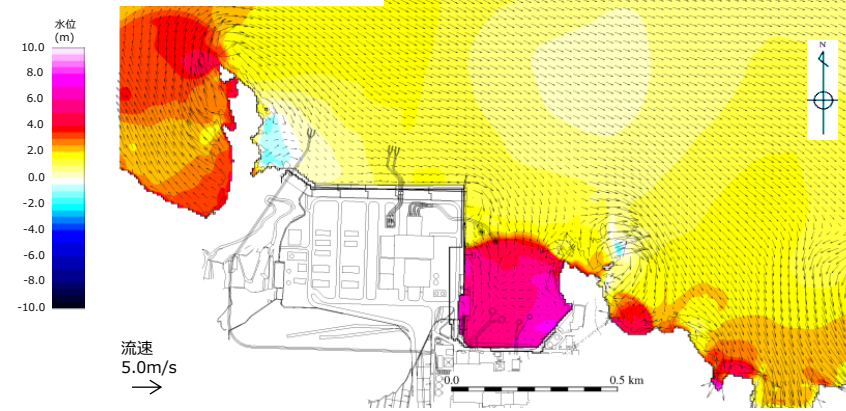
192分40.85秒(最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル



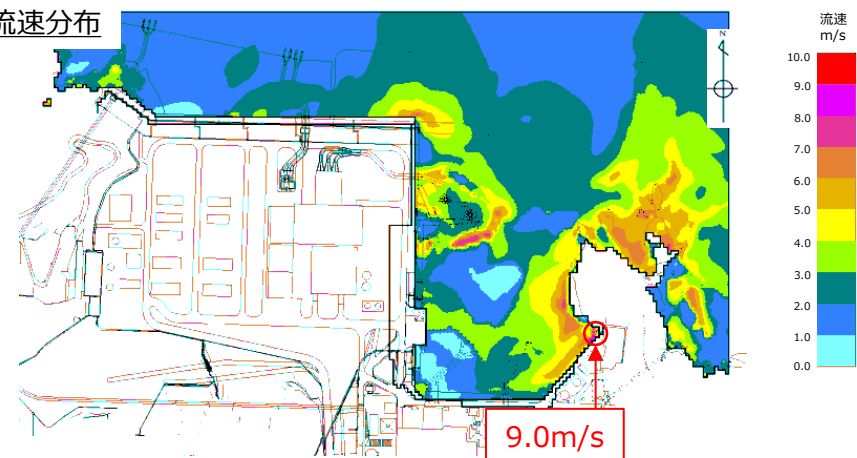
193分10.85秒(最大流速発生時刻 + 30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル



192分40.85秒(流速方向 : 南東)

流速分布



左上：最大流速発生時刻 - 30秒の水位分布と流速ベクトル
左下：最大流速発生時刻 + 30秒の水位分布と流速ベクトル

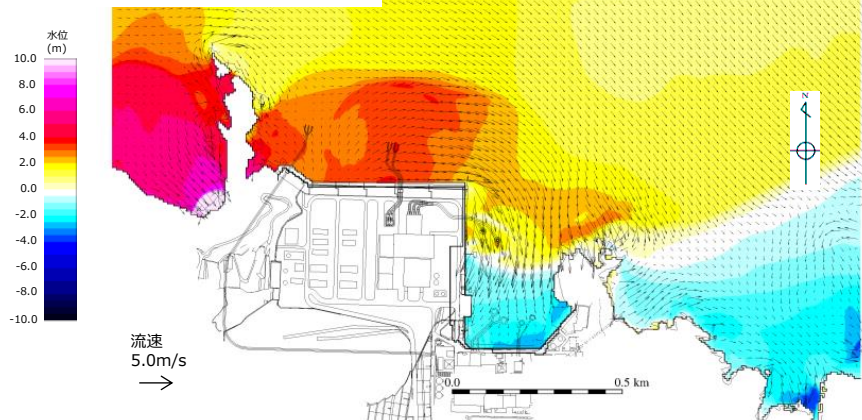
右上：最大流速発生時刻の水位分布と流速ベクトル
右下：最大流速発生時刻の流速分布

1. 基準津波の特性(流向・流速)について (4/4)

基準津波1(防波堤なし)_1号放水連絡通路防波扉前面

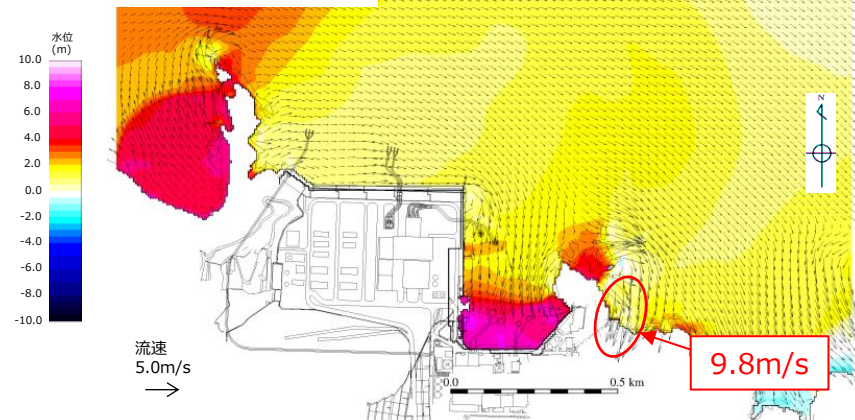
192分25.35秒(最大流速発生時刻 - 30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル



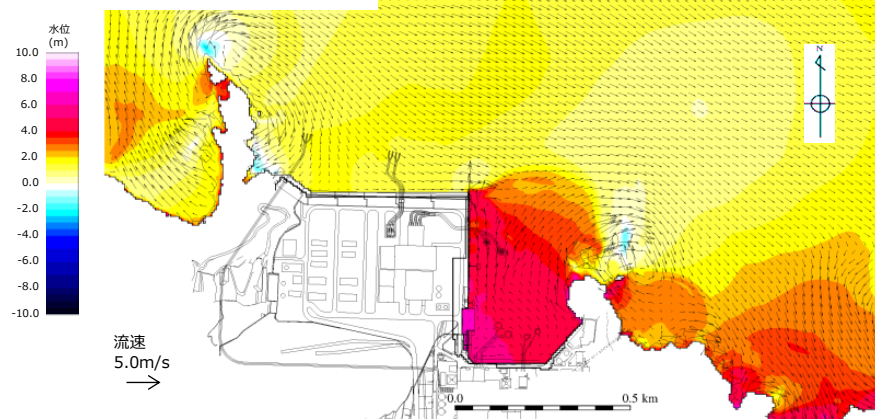
192分55.35秒(最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル



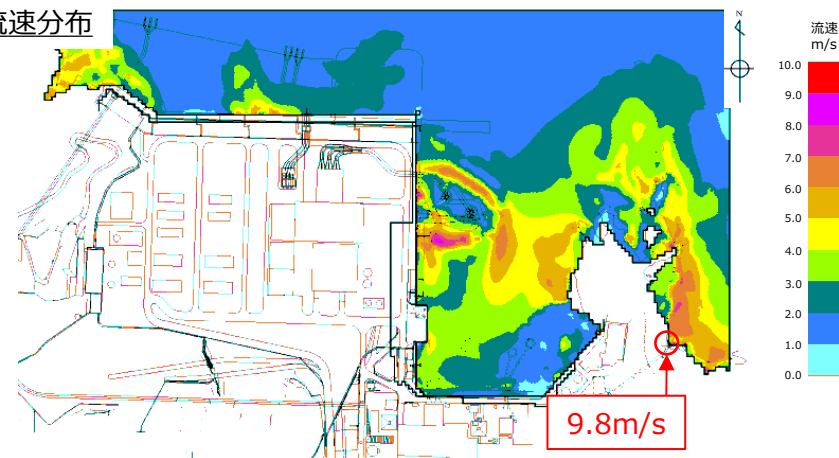
193分25.35秒(最大流速発生時刻 + 30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル



192分55.35秒(流速方向:南西)

流速分布



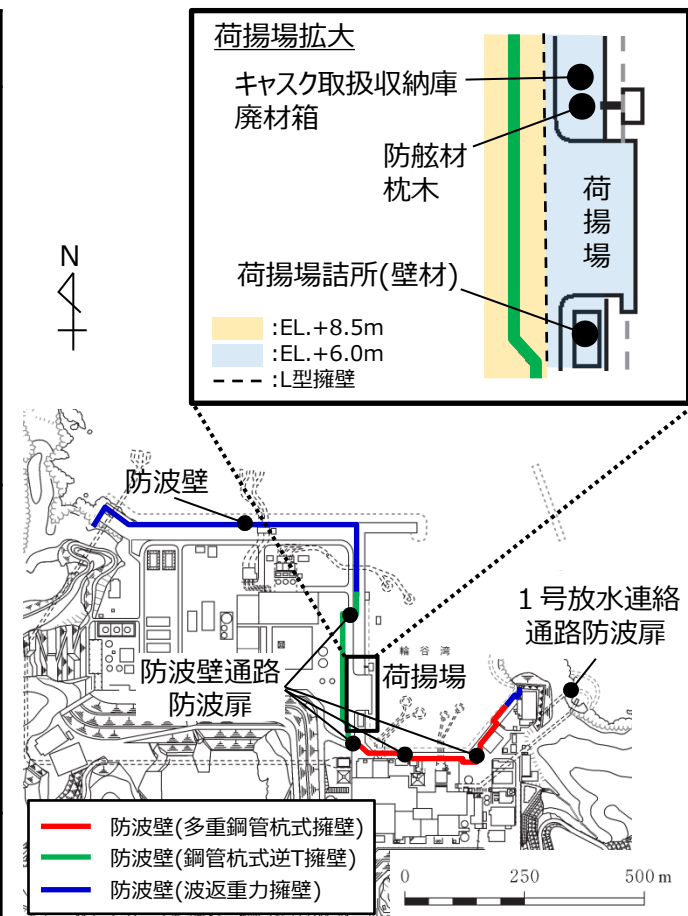
左上：最大流速発生時刻 - 30秒の水位分布と流速ベクトル
左下：最大流速発生時刻 + 30秒の水位分布と流速ベクトル

右上：最大流速発生時刻の水位分布と流速ベクトル
右下：最大流速発生時刻の流速分布

2. 漂流物の配置位置及び種類等

- 漂流物衝突荷重の設定に考慮する漂流物として、荷揚場設備を抽出した。詳細は、別添「津波防護施設等に対して衝突による影響評価を行う対象漂流物について」参照。
- 抽出した漂流物の配置位置，種類及び重量を以下に示す。

配置位置	名称	種類	重量 (船舶:総トン数)	備考	
構内	海域	船舶	温排水影響調査作業船	約10t	日本海東縁部に想定される地震による津波が発電所に到達するまでの間に退避可能であることから対象漂流物として考慮しない。
			人工リーフ海藻草調査作業船	約3～6t	
			格子状定線水温測定作業船	約3t	
			港漏油拡散防止業務作業船	1t未満～約10t	
			環境試料採取作業船	1t未満～約3t	
			海象計点検作業船	約2～10t	
			使用済燃料の輸送に伴う作業船	約2～10t	
			フラップゲート点検作業船	約7t	
	陸域※	荷揚場詰所の壁材 (ALC板)	鉄骨造建物	—	
キャスク取扱収納庫		機器類	カバー部：約4.3t 定盤部：約7.9t		
防舷材(フォーム式，空気式)		その他漂流物となり得る物	フォーム式：約1t 空気式：約0.5t		
枕木			約0.012t		
廃材箱			約0.9t		
構外	海域	漁船	船舶	最大19t	港湾内の作業船と同様の理由から、対象漂流物として考慮しない。



※発電所構内陸域において想定される漂流物は荷揚場上に設置

発電所における漂流物配置位置と種類

3. 既往の漂流物荷重算定式の整理

- 漂流物荷重算定式は、運動量理論に基づく推定式や実験に基づく推定式等があり、対象漂流物の種類や仕様により適用性が異なるため、既往の荷重算定式を整理した。以下に、算定式のまとめ一覧を示す。

	出典	種類	概要	算定式の根拠（実験条件）
①	松富ほか (1999)	流木	津波による流木の衝突力を提案している。本式は円柱形状の流木が縦向きに衝突する場合の衝突力評価式である。	「実験に基づく推定式」 ・見かけの質量係数に関する水路実験 ・衝突荷重に関する空中での実験 水理模型実験及び空中衝突実験において、流木(植生林ではない丸太)を被衝突体の前面(2.5m以内)に設置した状態で衝突させている。
②	池野・田中 (2003)	流木	円柱以外にも角柱,球の形状をした木材による衝突力を提案している。	「実験に基づく推定式」(縮尺1/100の模型実験)受圧板を陸上構造物と想定し,衝突体を受圧板前面80cm(現地換算80m)離れた位置に設置した状態で衝突させた実験である。模型縮尺(1/100)を考慮した場合,現地換算で直径2.6~8mの仮定となる。
③	道路橋示方書 (2002)	流木等	橋(橋脚)に自動車,流木あるいは船舶等が衝突する場合の衝突力を定めている。	漂流物が流下(漂流)してきた場合に,表面流速(津波流速)を与えることで漂流流速に対する荷重を算定できる。
④	津波漂流物対策施設設計ガイドライン (2014)	漁船等	漁船の仮想重量と漂流物流速から衝突エネルギーを提案している。	「漁港・漁場の施設の設計の手引」(2003)に記載されている,接岸エネルギーの算定式に対し,接岸速度を漂流物速度とすることで,衝突エネルギーを算定。
⑤	FEMA (2012)	流木・コンテナ	漂流物による衝突力を正確に評価するのは困難としながら,一例として評価式を示している。	「運動方程式に基づく衝突力方程式」非減衰系の振動方程式に基づいており,衝突体及び被衝突体の両方とも完全弾性体としている。
⑥	水谷ほか (2005)	コンテナ	津波により漂流するコンテナの衝突力を提案している。	「実験に基づく推定式」(縮尺1/75の模型実験)使用コンテナ:長さを20ftと40ft,コンテナ重量:0.2N~1.3N程度遡上流速:1.0m/s以下,材質:アクリル
⑦	有川ほか (2007)	流木・コンテナ	コンクリート構造物に鋼製構造物(コンテナ等)が漂流衝突する際の衝突力を提案している。	「接触理論に基づく推定式」(縮尺1/5の模型実験)使用コンテナ:長さ1.21m,高さ0.52m,幅0.49m衝突速度:1.0~2.5m/s程度,材質:鋼製

4. 漂流物の衝突荷重算定式の選定方針

- 島根原子力発電所における基準津波の津波特性として、施設護岸港湾内及び港湾外の防波壁前面で最大流速9.0m/s(流向:南東・南), 1号放水連絡通路防波扉前面で最大流速9.8m/s(流向:南西)となることを確認した。以上より、津波防護施設における津波による漂流物衝突荷重の評価には、安全側に流速10.0m/sを用いる。
- 海域活断層から想定される地震による津波については、水位、流向及び流速の評価により漂流物が津波防護施設に到達しないため、日本海東縁部に想定される地震による津波に対して設定する。
- 日本海東縁部に想定される地震による津波時において、漂流物衝突荷重の設定に考慮する漂流物として荷揚場設備を抽出した。なお、港湾内の作業船、発電所近傍を航行又は操業する周辺漁港の漁船については、日本海東縁部に想定される地震による津波が発電所に到達するまでの間に退避可能であることから対象漂流物として考慮しない。
- 漂流物衝突荷重について、道路橋示方書を含む既往の算定式とその根拠について整理した。
- 抽出した対象漂流物について、詳細設計段階において漂流物衝突荷重の算定式の適用性を検討し、必要に応じ対策等も踏まえ漂流物衝突荷重を設定する。

別添「津波防護施設等に対して衝突による影響評価を行う対象漂流物について」

- 漂流物の影響を考慮する津波防護施設等として、基準津波が到達する範囲内に設置される防波壁、防波壁通路防波扉及び1号放水連絡通路防波扉が挙げられる。
- 津波防護施設に対して衝突による影響評価を行う対象漂流物について、漂流物調査結果を踏まえ、発電所構内で漂流する可能性のあるもの及び発電所構外で漂流し、3号炉北岸または発電所構内海域（輪谷湾）へ到達する可能性のあるものを評価した。
- 漂流物については、発電所構内海域（輪谷湾）、発電所構内陸域、発電所構外海域、発電所構外陸域の4つの区分に分け調査を実施。なお、発電所構外については、津波の特性を踏まえ、半径5km以内を調査範囲とした。
- 日本海東縁部に想定される地震による津波については、地震発生後に発電所へ津波が到達するまでの時間は約110分であることから、船舶は沖合に退避等実施することが可能である。
- 海域活断層から想定される地震による津波について、施設護岸又は防波壁位置における入力津波高さはEL4.2mであり、発電所構内海域（輪谷湾）の船舶については、EL8.5mに設置される津波防護施設に影響を及ぼさない。

漂流物調査結果 発電所構内海域（輪谷湾）

➤ 各調査分類における漂流物調査結果は以下のとおり。

発電所構内海域（輪谷湾）における漂流物調査結果

No.	種類	名称	重量※	比重
1	船舶	燃料等輸送船	約5,000t	-
2	船舶	温排水影響調査作業船	約10t	
		人工リーフ海藻草調査作業船	約3～6t	
		格子状定線水温測定作業船	約3t	
		港漏油拡散防止業務作業船	1t未満～約10t	
		環境試料採取作業船	1t未満～約3t	
		海象計点検作業船	約2～10t	
		使用済燃料の輸送に伴う作業船	約2～10t	
		フラップゲート点検作業船	約7t	
3	防波堤	防波堤ケーソン	10,000t以上	コンクリート比重【2.34】
		消波ブロック	80t	コンクリート比重【2.34】
		被覆ブロック	8～16t	
		基礎捨石	50～500kg	石材比重【2.29】
4	護岸	消波ブロック	12.5t	コンクリート比重【2.34】
		被覆石	1.5t	石材比重【2.29】
		捨石	30kg以上	石材比重【2.29】

※ 船舶の重量は総トン数を記載。

漂流物調査結果 発電所構内陸域

発電所構内陸域における漂流物調査結果

No.	種類	漂流物となる可能性のある施設・設備	重量	比重
1	鉄骨造建物	荷揚場詰所	-	«施設本体» 鋼材比重【7.85】 «施設本体以外» ALC版比重【0.65】
		デリッククレーン巻上装置建物	-	«施設本体» 鋼材比重【7.85】 «施設本体以外» スレート比重【1.5】
2	機器類	キャスク取扱収納庫	カバー部：約4.3t 定盤部：約7.9t	鋼材比重【7.85】
		デリッククレーン	約144 t	鋼材比重【7.85】
		デリッククレーン荷重試験用品①	約6.2t	
		デリッククレーン荷重試験用品②	約11t	
		デリッククレーン荷重試験用品③	-	
		デリッククレーン荷重試験用ウエイト	約22t	コンクリート比重【2.34】
		オイルフェンスドラム・オイルフェンス	約3.8t	鋼材比重【7.85】
		変圧器盤・ポンプ制御盤①	約0.1t	鋼材比重【7.85】
		変圧器盤・ポンプ制御盤②	-	
変圧器盤・ポンプ制御盤③	約0.04t			
3	その他 漂流物になり得る物	防舷材（フォーム式）	約1t	-
		防舷材（空気式）	約0.5t	
		エアコン室外機	約0.2t	鋼材比重【7.85】
		電柱・電灯	約0.1t	コンクリート比重【2.34】
		枕木	約0.01t	木材比重【1以下】
		H型鋼	約0.4t	鋼材比重【7.85】
		廃材箱	約0.9t	鋼材比重【7.85】
		フェンス	約0.01t	鋼材比重【7.85】
		案内板	約0.06t	コンクリート【2.34】

漂流物調査結果 発電所構外海域，発電所構外陸域

発電所構外海域における漂流物調査結果

No.	種類	名称	設置箇所	発電所からの距離	重量 (総トン数)
1	船舶	漁船	片句漁港 (停泊)	西方約1km	最大約13t
			手結漁港 (停泊)	西方約2km	最大約10t
			恵曇漁港 (停泊)	南西約2km	最大約19t
			御津漁港 (停泊)	東方約3km	最大約12t
			大芦漁港 (停泊)	東方約4km	最大約3t
2※1	船舶	漁船	前面海域 (航行)	3.5km以内	約30t※2
		プレジャーボート			約30t※2
		巡視船		3.5km以遠	約2,000t※3
		引き船			約200t※3
		タンカー			約1000t～2000t※3
		貨物船			約500t～2500t※3
		帆船			約100t※3
3	漁具	定置網	前面海域	西方約2km	—
				東方約3km	—

※1 海上保安庁への聞取調査結果（平成30年1月～平成30年12月実績）を含む。

※2 船種・船体長から「漁港，漁場の施設の設計参考図書」に基づき算定。なお，プレジャーボートについては，船体長が不明であることから，同設計図書に示される最大排水トン数とした。

※3 船種・船体長から「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に基づき算定。

発電所構外陸域における漂流物調査結果

漁港周辺	漂流物調査結果※
片句(かたく)漁港周辺	・家屋：94戸・車両：約17台・工場
手結(たゆ)漁港周辺	・家屋：174戸・車両：約40台・灯台
恵曇(えとも)漁港周辺	・家屋：525戸・車両：約241台 ・灯台・工場・タンク
御津(みつ)漁港周辺	・家屋：152戸・車両：約133台
大芦(おわし)漁港周辺	・家屋：271戸・車両：約215台

※ 家屋については，世帯数を記載。

車両については，漁港周辺への駐車可能台数を記載

漂流物評価結果 発電所構内海域（輪谷湾）

- 発電所構内の漂流物調査において抽出された各施設・設備等について、漂流する可能性を評価した結果を以下に示す。

発電所構内海域（輪谷湾）における漂流物評価結果

No.	種類	名称	漂流する可能性	
			検討結果	比重
1	船舶	燃料等輸送船	日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避に係る手順が整備されており緊急退避の実効性を確認した。【参考 1 参照】 また、海域活断層に想定される地震による津波に対しては、荷揚場に係留することから漂流物とならない。	—
2		温排水影響調査作業船	日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避に係る手順を整備し、緊急退避が可能であることを確認する。 一方、海域活断層に想定される地震による津波に対しては、緊急退避できず、輪谷湾内で漂流する可能性がある。	—
		人工リーフ海藻草調査作業船		
		格子状定線水温測定作業船		
		港漏油拡散防止業務作業船		
		環境試料採取作業船		
		海象計点検作業船		
		使用済燃料の輸送に伴う作業船		
フラップゲート点検作業船				
3	防波堤	防波堤ケーソン	当該設備と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート比重【2.34】
		消波ブロック		
		被覆ブロック		石材比重【2.29】
		基礎捨石		
4	護岸	消波ブロック	当該設備と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート比重【2.34】

漂流物評価結果 発電所構内陸域(1/2)

発電所構内陸域における漂流物評価結果(1/2)

No.	種類	名称	漂流する可能性	
			検討結果	比重
1	鉄骨造建物	荷揚場詰所	扉や窓等の開口部及び壁材等が地震又は津波波力により破損して気密性が喪失し、施設内部に津波が流入する。施設本体については、主材料である鋼材の比重から漂流物とはならない。また、壁材（スレート）は海水の比重と比較した結果、漂流物とはならない。一方、海水比重を下回る壁材（ALC版）については漂流する可能性がある。	《施設本体》 鋼材比重【7.85】
2		デリッククレーン巻上装置建物		《施設本体以外》 ALC版比重【0.65】
3	機器類	キャスク取扱収納庫	中が空洞であり、気密性を有するため、漂流する可能性がある。	－
4		デリッククレーン	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重【7.85】
5		試験用品①	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重【7.85】
6		試験用品②		
7		試験用品③		
8		試験用ウエイト	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート比重【2.34】
9		オイルフェンスドラム・オイルフェンス	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重【7.85】
10		変圧器・ポンプ制御盤①	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重【7.85】
11	変圧器・ポンプ制御盤②			
12	変圧器・ポンプ制御盤③			

漂流物評価結果 発電所構内陸域(2/2)

発電所構内陸域における漂流物評価結果(2/2)

No.	種類	名称	漂流する可能性	
			検討結果	比重
13	その他漂流物となり得る物	防舷材 (フォーム式)	重量が比較的軽く、気密性があるため、漂流する可能性がある。	-
14		防舷材 (空気式)		
15		エアコン 室外機	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重【7.85】
16		電柱・電灯	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート比重【2.34】
17		枕木	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流する可能性がある。	木材比重【1以下】
18		H型鋼	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重【7.85】
19		廃材箱	気密性を有した形状で漂流物となる可能性があることから、漂流する可能性がある。	-
20		フェンス	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重【7.85】
21		案内板	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート【2.34】

漂流物評価結果 発電所構外海域

- 発電所構外の漂流物調査において抽出された各施設・設備等について、漂流し、発電所へ到達する可能性を評価した結果を以下に示す。

発電所構外海域における漂流物評価結果(1/2)

No.	種類	名称	設置箇所	漂流する可能性	到達する可能性
1	発電所 周辺の 漁港の 船舶	漁船	片句漁港（停泊）	漂流する可能性があるものとして、発電所に到達する可能性について評価する。	流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、発電所に到達しない。 【参考2参照】
			手結漁港（停泊）		
			恵曇漁港（停泊）		
			御津漁港（停泊）		
			大芦漁港（停泊）		
		3号護岸近傍（航行）	日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、津波到達前に退避することから、漂流物とならない。一方、海域活断層から想定される地震による津波に対しては、発電所に到達する可能性について評価する。	流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、発電所に到達しない。 【参考2参照】	
	輪谷湾近傍（航行）				
2	発電所 前面海 域を航 行する 船舶	漁船	前面海域 （航行）	海上保安庁への聞取調査結果より発電所から約2km離れた沖合を航行しており、津波襲来前に沖合への退避が十分に可能である。 なお、基準津波の策定位置（発電所沖合2.5km程度）において、2m程度の水位変動である。 以上より、漂流物とならないと考えられるが、発電所に到達する可能性について評価する。	流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、発電所に到達しない。 【参考2参照】
		プレジャーボート			
		巡視船			
		引き船			
		タンカー			
		貨物船			
	帆船		海上保安庁への聞取調査結果より発電所から3.5km以上離れた沖合を航行しており、津波襲来前に沖合への退避が十分に可能である。なお、基準津波の策定位置（発電所沖合2.5km程度）において、2m程度の水位変動である。 以上より、漂流物とならないと考えられるが、発電所に到達する可能性について評価する。	流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れは確認されないこと、軌跡解析の結果からも、3km以遠を航行する船舶は、津波によりほぼ移動しないことから、発電所に到達しない。【参考2参照】	

漂流物評価結果 発電所構外海域，発電所構外陸域

発電所構外海域における漂流物評価結果(2/2)

No.	分類	名称	設置箇所	漂流する可能性	到達する可能性
3	漁具	定置網	前面海域	漂流する可能性があるものとして、発電所に到達する可能性について評価する。	流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、発電所に到達しない。【参考2参照】

発電所構外陸域における漂流物評価結果

No.	分類	名称	設置箇所	漂流する可能性	到達する可能性
1	家屋・車両等	・家屋・車両・工場	片句漁港周辺	津波が遡上することを仮定し、漂流する可能性があるものとして、発電所に到達する可能性について評価する。	流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、発電所に到達しない。【参考2参照】
		・家屋・車両・灯台	手結漁港周辺		
		・家屋・車両・灯台 ・工場・タンク	恵曇漁港周辺		
		・家屋・車両	御津漁港周辺		
		・家屋・車両	大芦漁港周辺		

津波防護施設等に対して衝突による影響評価を行う対象漂流物について（まとめ）

- 津波防護施設等に対して衝突による影響評価を行う対象漂流物については、発電所構内で漂流する可能性のある荷揚場詰所の壁材（ALC板）、キャスク取扱収納庫、防舷材、枕木、廃材箱とする。
- 漂流するもののうち、船舶については以下のとおり津波防護施設等に到達しない。

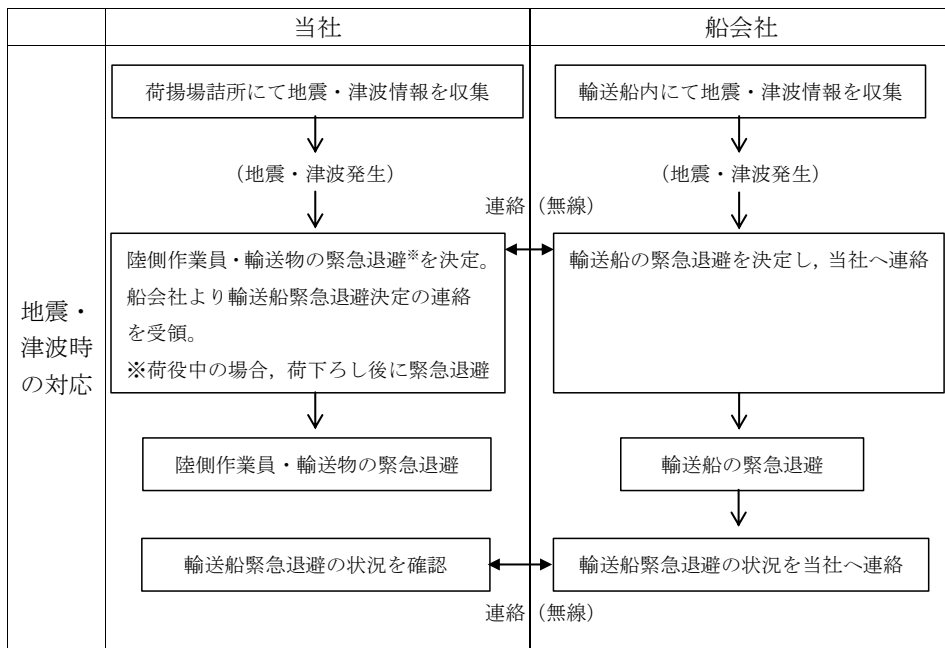
船舶の漂流物評価結果

船舶		日本海東縁部に想定される地震による津波	海域活断層から想定される地震による津波
発電所構内海域 (輪谷湾)	・燃料等輸送船	津波襲来前に緊急退避を実施することから漂流物とならない。	荷揚場に係留することから漂流物とならない。
	・その他作業船		施設護岸又は防波壁位置における津波高さがEL4.2mであり、津波防護施設の設置高さに到達しない。
発電所構外海域	発電所周辺の漁港の船舶	・3号護岸近傍、輪谷湾近傍を航行する船舶	基準津波の流向・流速ベクトルの評価の結果、発電所に到達しない。
		・周辺漁港に停泊する船舶	
	・発電所前面海域を航行する船舶 (2km以遠を航行)	津波襲来前に退避することから漂流物とならない。 基準津波の流向・流速の評価の結果、発電所に到達しない。	

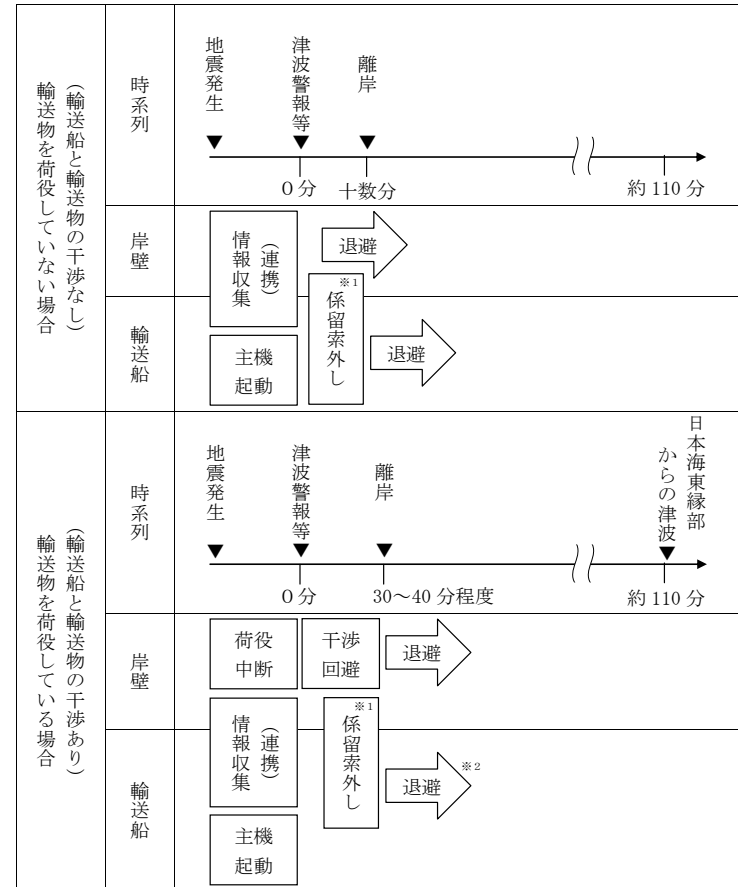
【参考 1】

燃料等輸送船の緊急退避

- 燃料等輸送船については、津波警報等発令時における緊急退避のマニュアルを整備しており、日本海東縁部に想定される地震による津波に対して、緊急退避が可能であると評価。



輸送船緊急退避時の当社と船会社の関係性



※1 平成24年の訓練実績では10分程度。

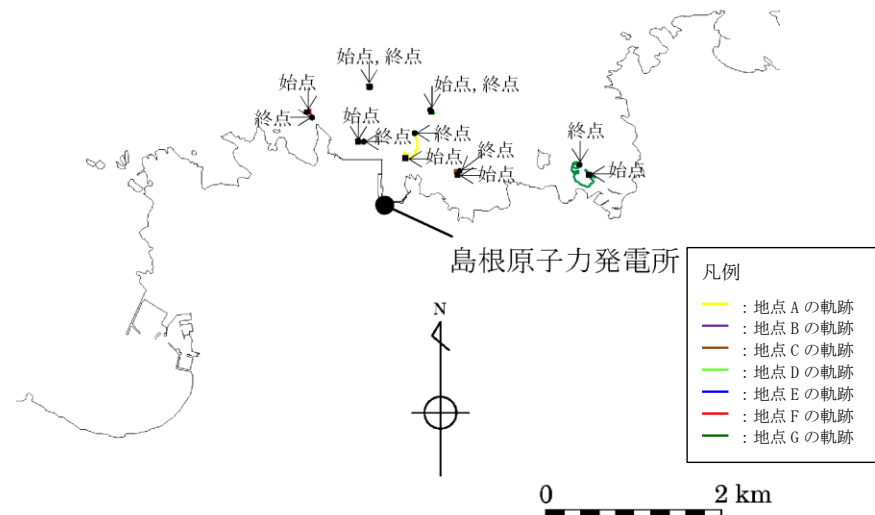
※2 平成24年の訓練実績では大津波警報発令から50分程度で2.5km沖合（水深60m以上：船会社が定める安全な海域として設定する水深）の海域まで退避しており、日本海東縁部に想定される地震による津波襲来（約110分）までに退避可能。

津波の到達と燃料等輸送船の緊急退避に要する時間との関係

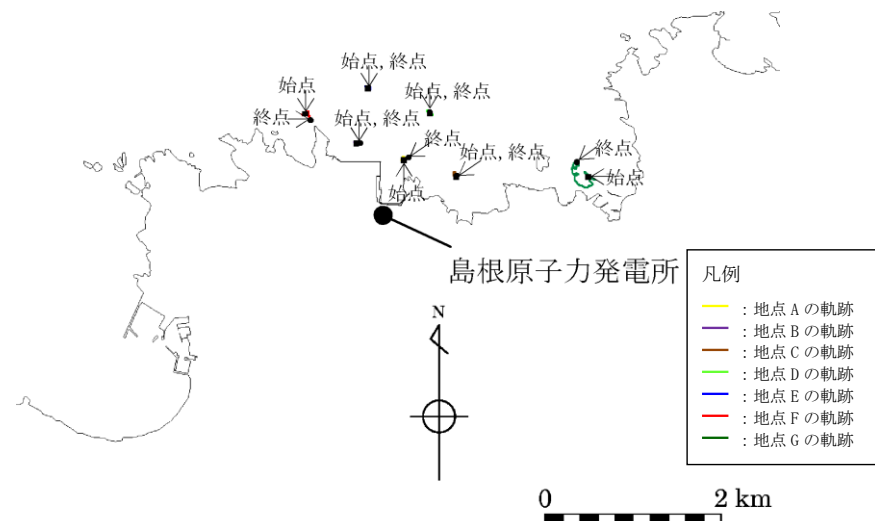
【参考 2】

漂流物の到達可能性について

- 日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波 1）を代表に流向・流速ベクトルを分析した結果，発電所へ向かう連続的な流れはなく，発電所構外海域の漂流物が 3 号炉北岸及び発電所構内海域（輪谷湾）へ到達する可能性はないと評価した。
- 次頁以降に日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波 1）の詳細を示す。
- 海域活断層から想定される地震による津波（基準津波 4）については，いずれの時間帯も流速が小さく，かつ，最大水位・流速を示す時間帯も 2 分（地震発生後 5 分～7 分）と短いこと，さらには，右図のとおり，軌跡解析の特徴からも移動量が小さいことから，発電所構外海域の漂流物が 3 号炉北岸及び発電所構内海域（輪谷湾）に到達しないと評価した。



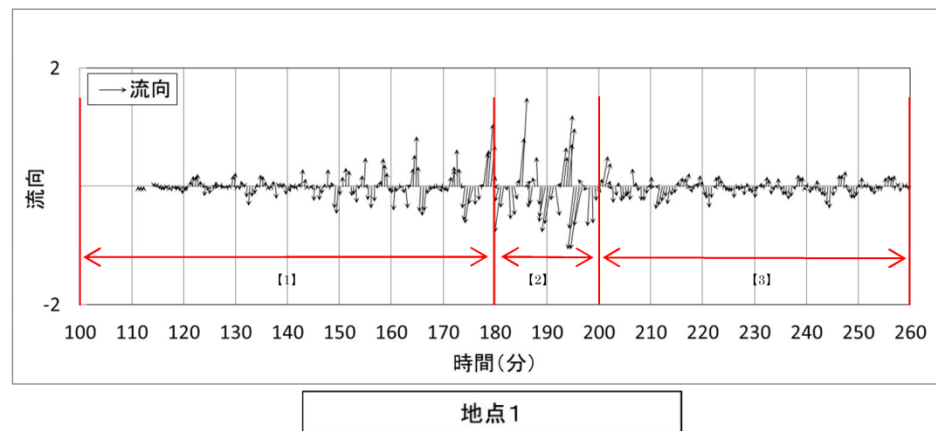
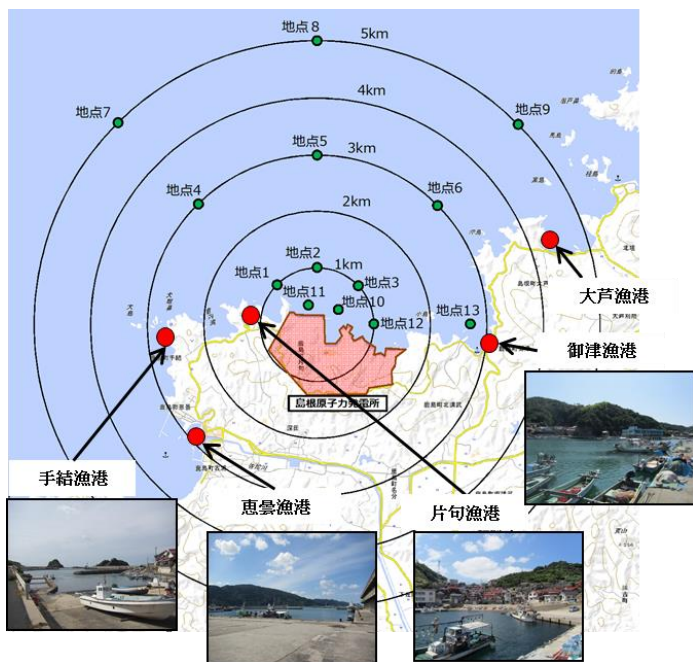
（基準津波 4（防波堤有り））



（基準津波 4（防波堤無し））

軌跡解析結果

- 発電所構外海域の漂流物の取水口到達可能性に係る評価については、津波の流況（流向・流速）の考察を踏まえ、取水口を設置する輪谷湾に対する漂流物の動向を確認することにより実施（基準津波1（防波堤有り）の水位変動・流向ベクトルを別紙1に示す）。
- 津波の流況については、以下のとおり、最大水位・流速を示す時間帯とその前後の3つに分類し考察を実施。



※ 基準津波1における地点1を例に示す。

流況考察時間の分類

日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波1）

- 【1】 最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約100分～180分）
- 【2】 最大水位・流速を示す時間帯（地震発生後約180分～200分）
- 【3】 最大水位・流速を示す時間帯以降（地震発生後約200分～360分）

漂流物の到達可能性について

水位変動・流向ベクトルの考察

第876回審査会合資料2-1-2
P.23加筆・修正
※修正箇所を青字で示す

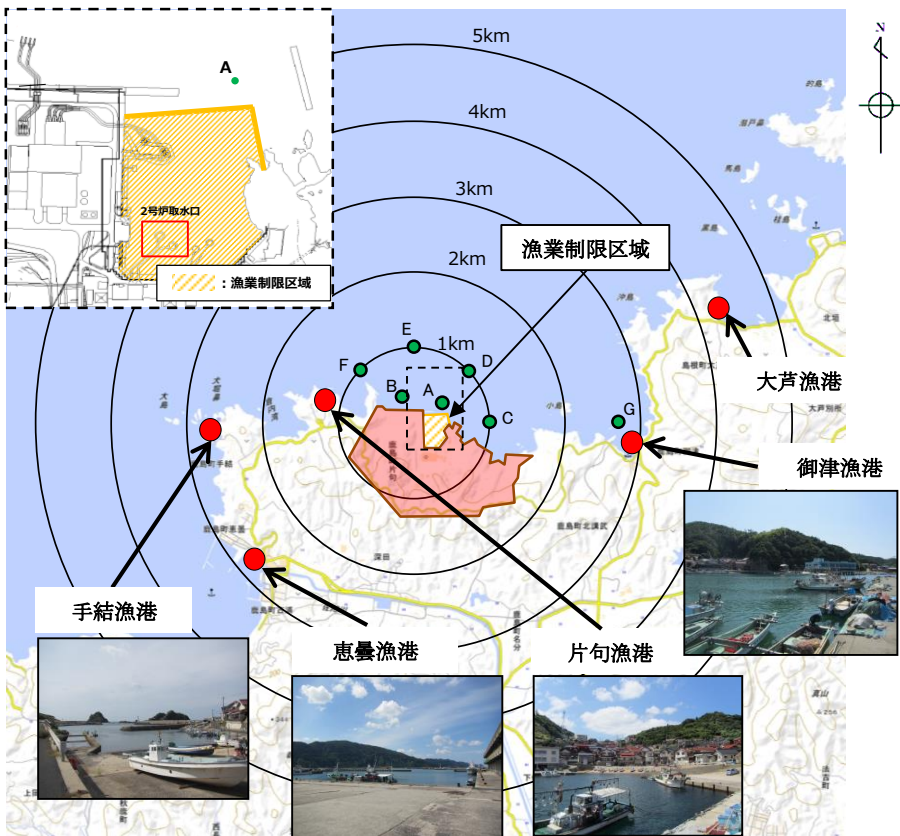
➤ 水位変動・流向ベクトル（基準津波 1（防波堤有り））の考察結果は以下のとおり。

	最大水位・流速を示す時間帯 以前（地震発生後約100分～ 180分）	最大水位・流速を示す時間帯 （地震発生後約180分～200分）	最大水位・流速を示す時間帯 以降（地震発生後約200分～ 360分）
発電所構 外海域 （発電所 周辺海 域）	<p>地震発生後約109分では、津波の第1波が敷地の東側から沿岸を沿うように襲来する。また、約113分30秒では、敷地の北西側から津波が襲来する。発電所周辺海域において流速は小さく、水位変動も1m程度である。</p> <p>その後、約180分まで主に敷地の北西側からの押し波、引き波により短い周期で北西方向と南東方向の流れを繰り返す。いずれの時間帯においても流速は1m/s未満である。</p>	<p>地震発生後約180分では、敷地の北西側から引き波が襲来する。引き波の影響により北西方向の流れとなり1m/s程度の流速が確認できる（P.27参照）。約183分では、敷地の北西側から押し波が襲来し、押し波の影響により南東方向の流れとなり引き波の流速と同様1m/s程度の流速が確認できる（P.28参照）。</p> <p>約187分では、敷地の北西側から引き波が襲来し、約191分では、水位変動が3m程度の大きい押し波が襲来し2m/s程度の流れが確認できる（P.30,31参照）。</p> <p>その後も、敷地の北西側から押し波、引き波が約200分まで交互に襲来する。</p>	<p>地震発生後約201分では、南東方向の流れとなり、流速は1m/s程度である。約204分では、反射波により流れは逆向きとなる。</p> <p>その後、敷地北西側からの押し波、引き波により短い周期で北西方向と南東方向の流れを繰り返す。また、流速は速くとも1m/s程度である。</p>
発電所構 内海域 （発電所 港湾部）	<p>地震発生後約116分30秒では、津波の第1波が輪谷湾に到達する。水位が1m程度上昇し、0.5m/s程度の流速が防波堤付近で発生する。</p> <p>その後、約180分まで、短い周期で輪谷湾内と湾外への流れを繰り返す。水位変動は最大でも3m程度で、流速は最大でも3m/s程度である。</p> <p>流れの特徴としては、押し波時、引き波時とも防波堤を回り込む流れが生じ、防波堤を回り込む流れによる流速が比較的速い。</p>	<p>地震発生後約184分では、敷地の北西側から押し波が襲来し、流速5m/s程度の防波堤を回り込む流れが発生する。約184分30秒では、輪谷湾内水位が5m程度上昇し、周辺海域では押し波傾向であるが、輪谷湾水位が高いため、輪谷湾内への流れは2m/s程度となる。その直後には輪谷湾外へ向かう流れとなる（P.29参照）。</p> <p>約192分30秒では、輪谷湾の水位が低い状態において、敷地の北西側から押し波が襲来する。最大流速が発生する時間帯であり、防波堤を回り込む5m/s程度の流れが発生する。約193分30秒では、周辺海域は押し波傾向であるが、輪谷湾水位が高いため、輪谷湾に向かう流向はない（P.32,33参照）。その後、約200分まで、短い周期で輪谷湾内と湾外への流れを繰り返す。</p>	<p>地震発生後約201分では、輪谷湾外への流れとなり、流速は1m/s程度である。約205分では、押し波が襲来し、輪谷湾内への流れとなり、流速は1m/s程度となる。</p> <p>流れの特徴としては、押し波時、引き波時とも防波堤を回り込む流れが生じ、防波堤を回り込む流れによる流速が比較的速い。</p>

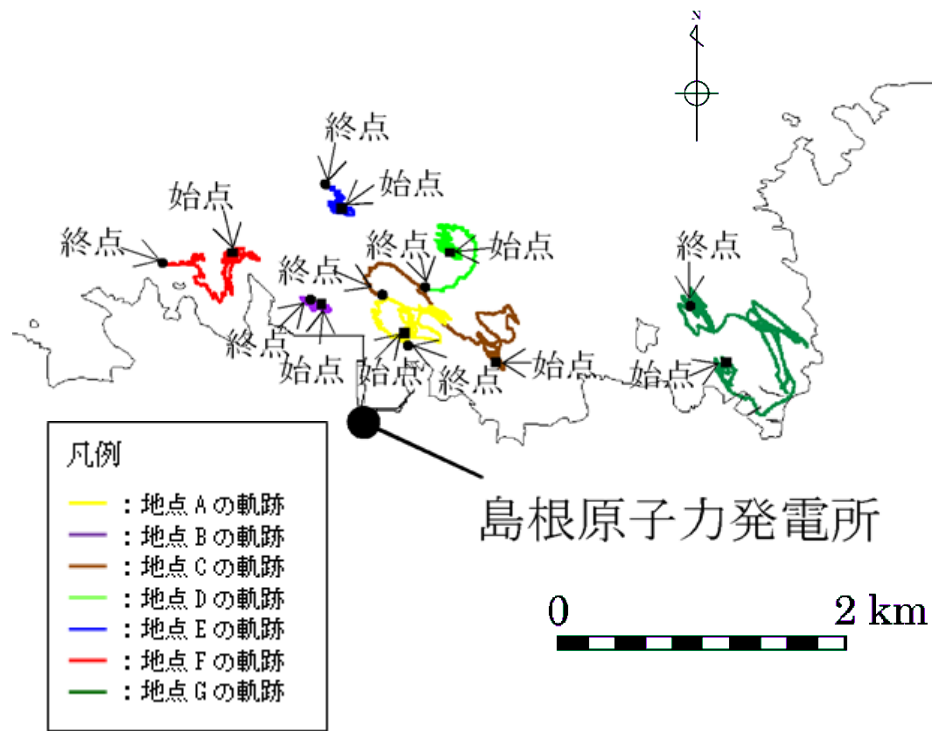
漂流物の到達可能性について

軌跡解析の考察

- 津波の流向・流速の考察に加え，仮想的な浮遊物の動きを把握する方法として有効な軌跡解析により，漂流物の移動傾向を把握。
- 軌跡解析の初期位置としては，周辺漁港の位置や漁船が発電所付近で操業することも考慮し，漁業制限区域近傍に1点（地点A），3号炉北岸付近に1点（地点B），1km地点に4点（地点C,D,E,F），御津漁港近傍に1点（地点G），計7地点を設定した。
- 軌跡解析の考察により得られた漂流物の移動傾向は以下のとおり。なお，地点Gについては，発電所からの距離があることを踏まえ，軌跡解析の考察を実施していない。また，終点位置が発電所に近い地点A,Cの考察を代表に実施した。（軌跡解析の結果を別紙2に示す。）
 - 最大水位・流速を示す時間帯以前，以降においては，流速が小さく，移動量も小さい（P.34,36参照）。
 - いずれの時間帯も主に北西・南東方向の移動を繰り返す傾向がある（P.34～36参照）。



軌跡解析の初期配置



軌跡解析結果

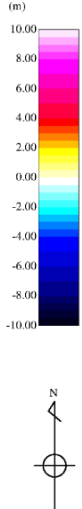
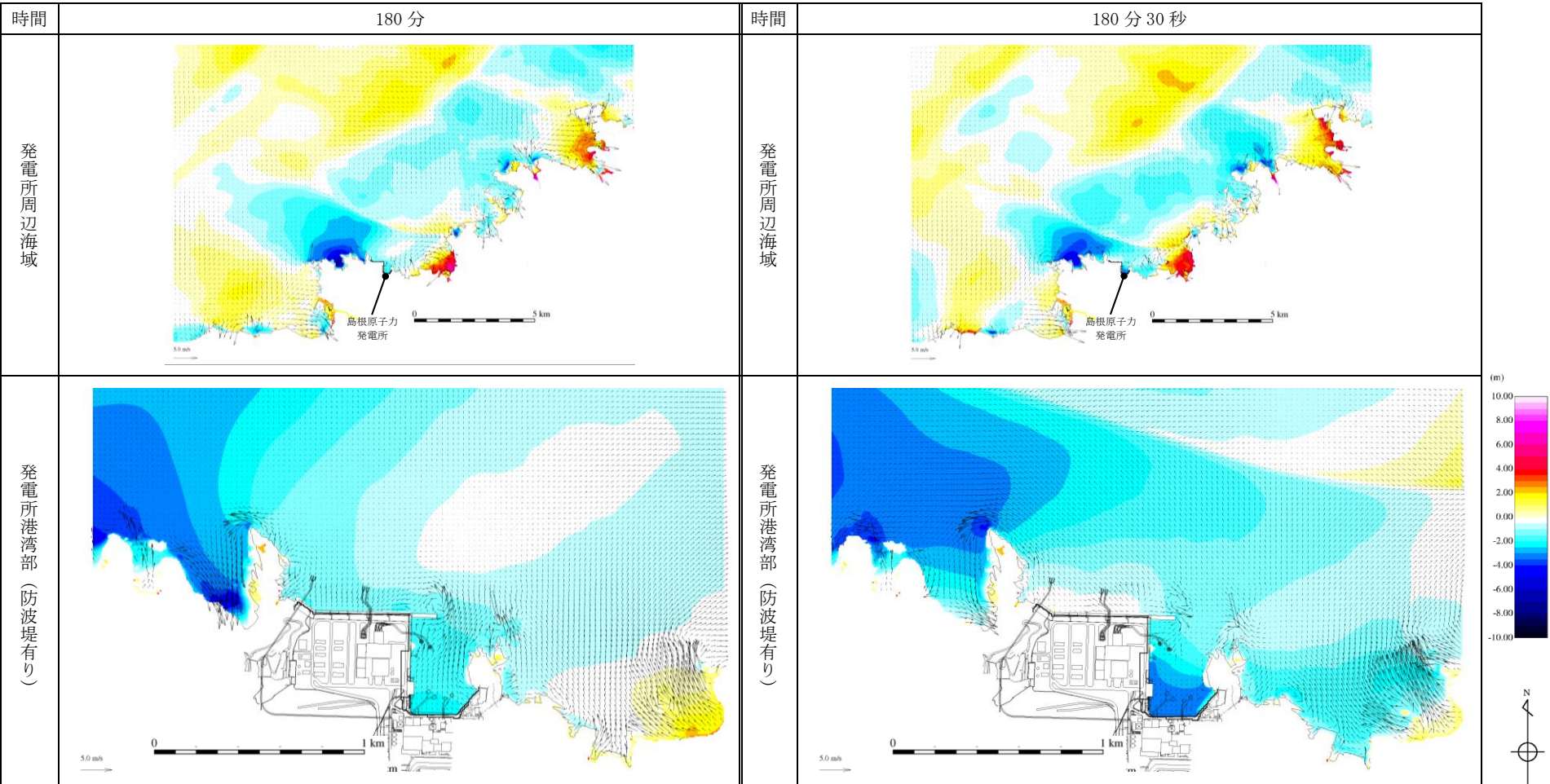
漂流物の到達可能性評価結果

- 水位変動・流向ベクトルの考察に加え，仮想的な浮遊物の動きを把握する方法として有効な軌跡解析の結果も踏まえ，発電所への到達可能性について評価。
- 水位変動・流向ベクトルから発電所方向への連続的な流れはないため，発電所に漂流物は到達しないと評価。

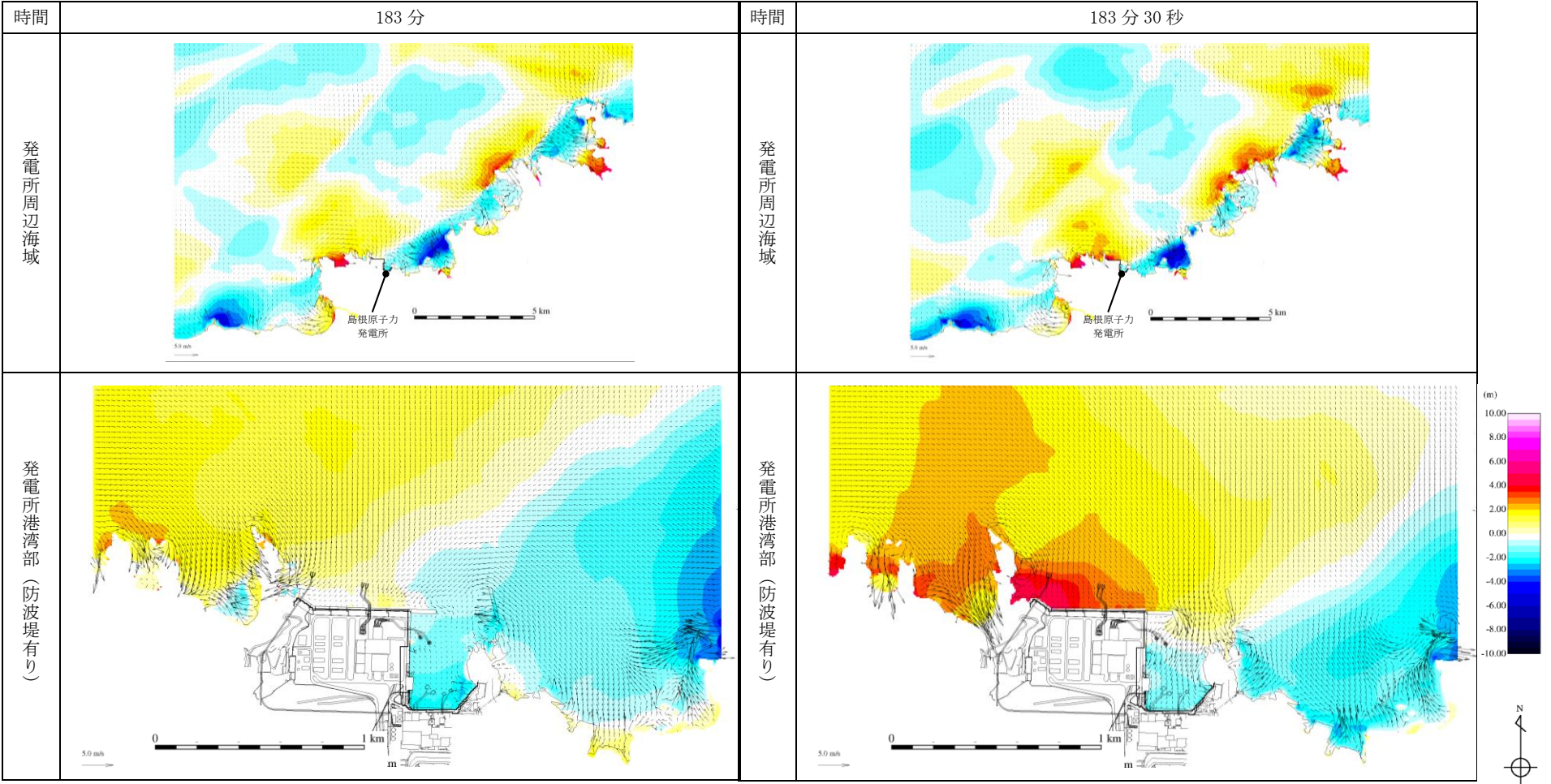
評価 エリア	最大水位・流速を示す時間帯 以前（地震発生後約100分～ 180分）	最大水位・流速を示す時間帯 （地震発生後約180分～200分）	最大水位・流速を示す時間帯 以降（地震発生後約200分～ 360分）
発電所 構外海 域 （発電 所周辺 海域）	地震発生後約180分までは，流速が小さく移動量は小さい。また，流れは主に北西・南東方向に変化しており，漂流物は北西，南東方向に移動すると考えられる。移動量も小さく発電所に対する連続的な流れもないため発電所に到達しないと考えられる。	地震発生後約180～200分では，流速は速くても2m/s程度であり，流れは短い間隔で主に北西・南東方向に変化しており，発電所に対する連続的な流れもないため，発電所に到達しないと考えられる。	地震発生後約200分以降においては，流速が小さく移動量は小さい。また，流れは主に北西・南東方向に変化しており，漂流物は北西，南東方向に移動すると考えられる。移動量も小さく発電所に対する連続的な流れもなく発電所に到達しないと考えられる。

- 発電所構外海域（発電所周辺海域）においては、流速が小さく移動量は小さい。また、流向は主に北西・南東方向に変化しており、発電所に対する連続的な流れもない。
- 港湾外に設置する津波防護施設に対しては、最大水位・流速を示す時間帯においても、発電所方向への連続的な流れは確認されず、流速も2m/s程度であることから移動量も小さい。
- 港湾内に設置する津波防護施設に対しては、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じており、港湾部に漂流物は到達しないことから港湾内に設置する津波防護施設に到達しないと評価。

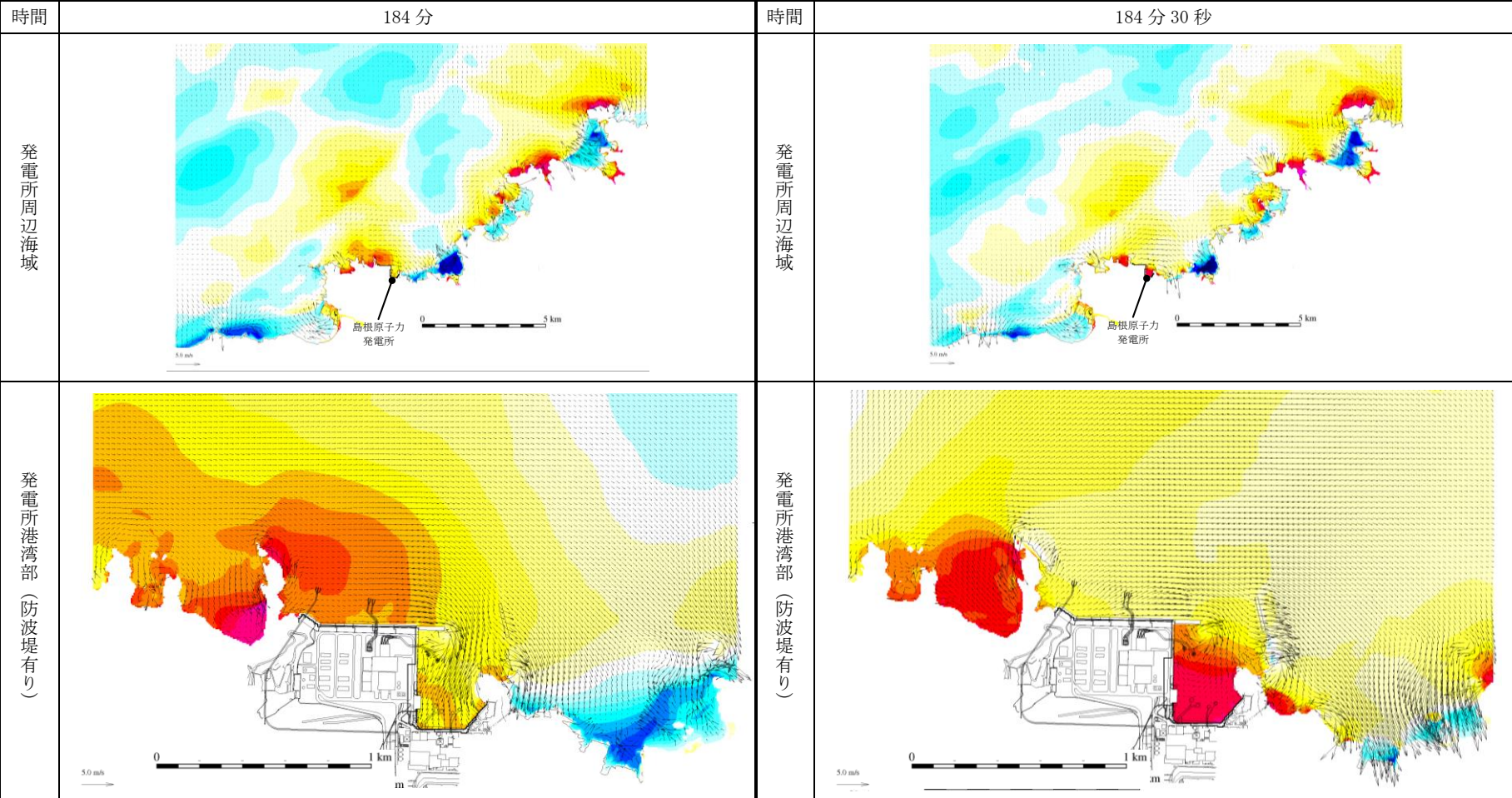
➤ 基準津波 1（防波堤有り）の水位変動・流向ベクトルの代表例を示す。



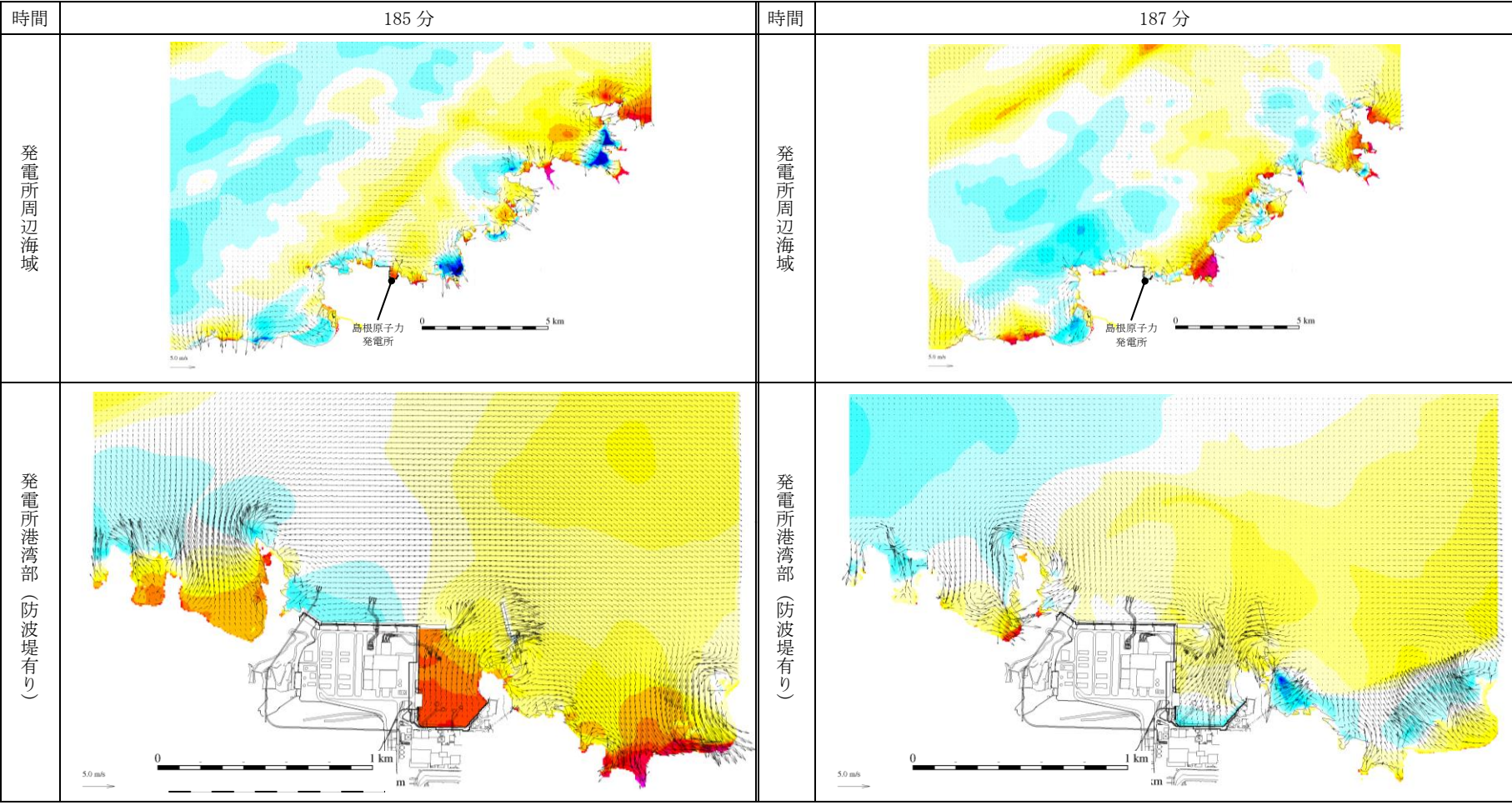
水位変動・流向ベクトル（基準津波 1（防波堤有り） 180分，180分30秒）



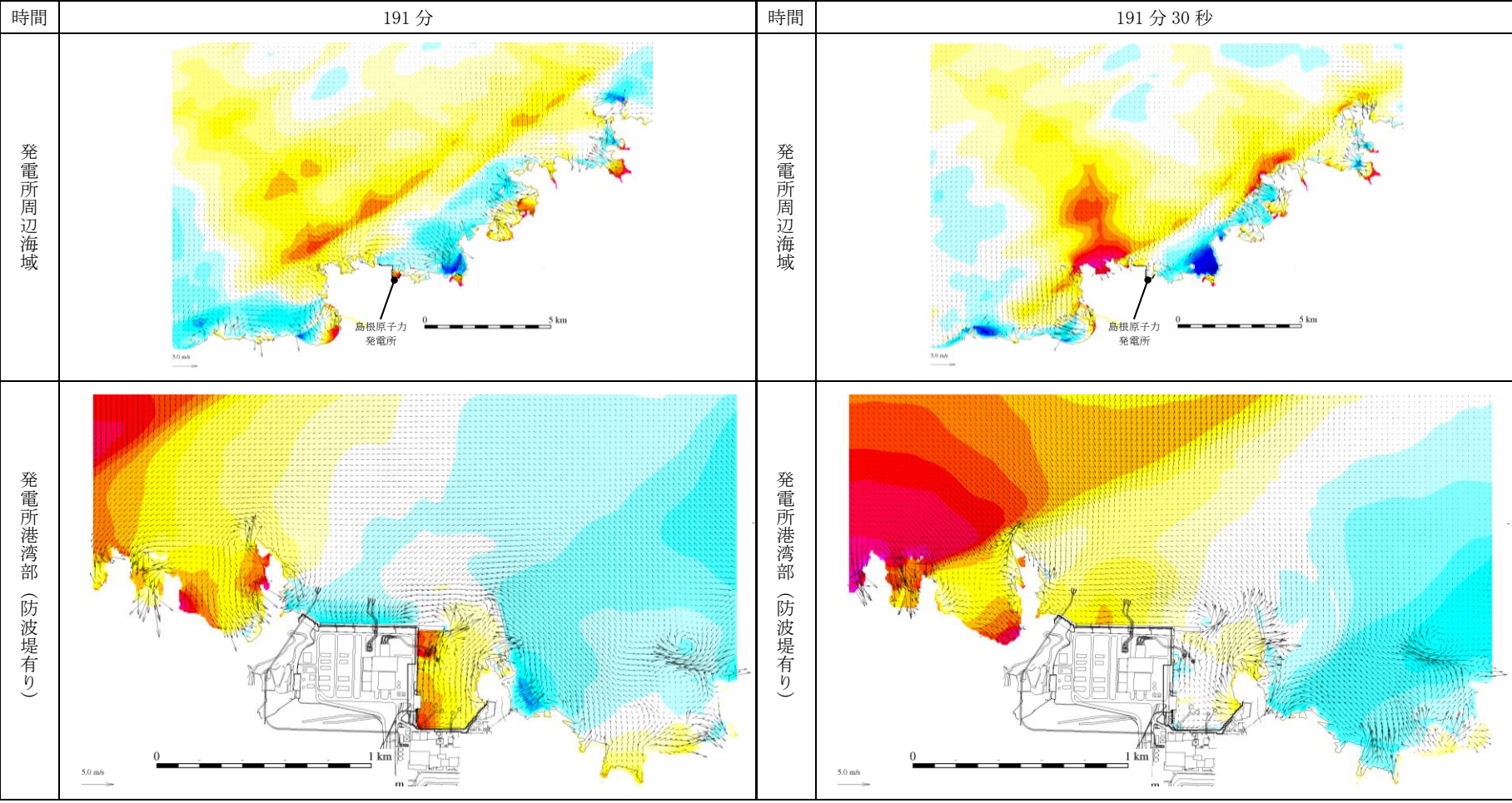
水位変動・流向ベクトル (基準津波 1 (防波堤有り) 183分, 183分30秒)



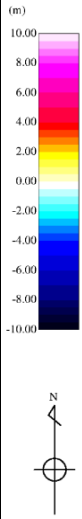
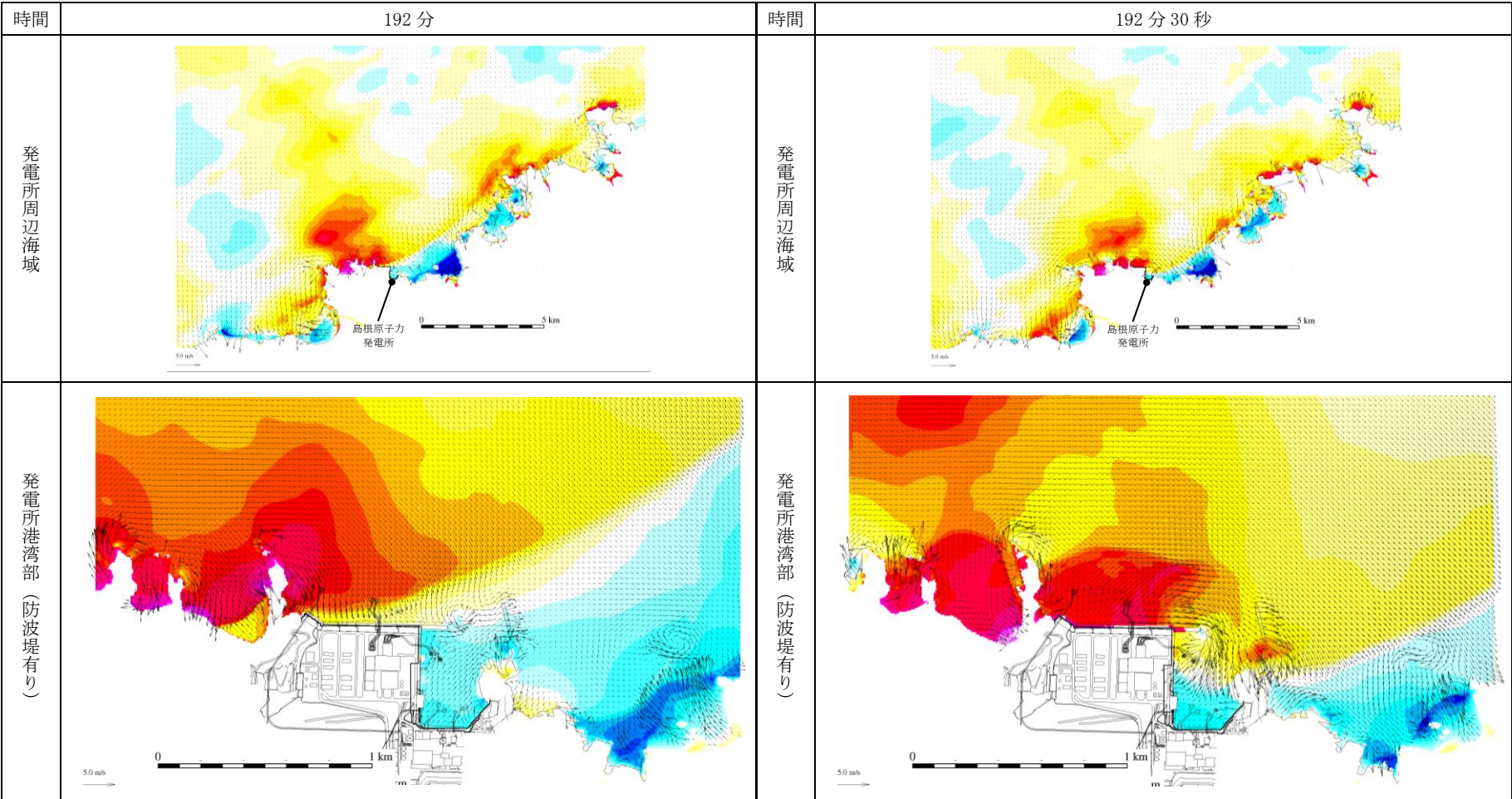
水位変動・流向ベクトル（基準津波 1（防波堤有り） 184分，184分30秒）



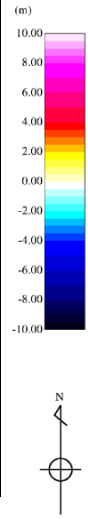
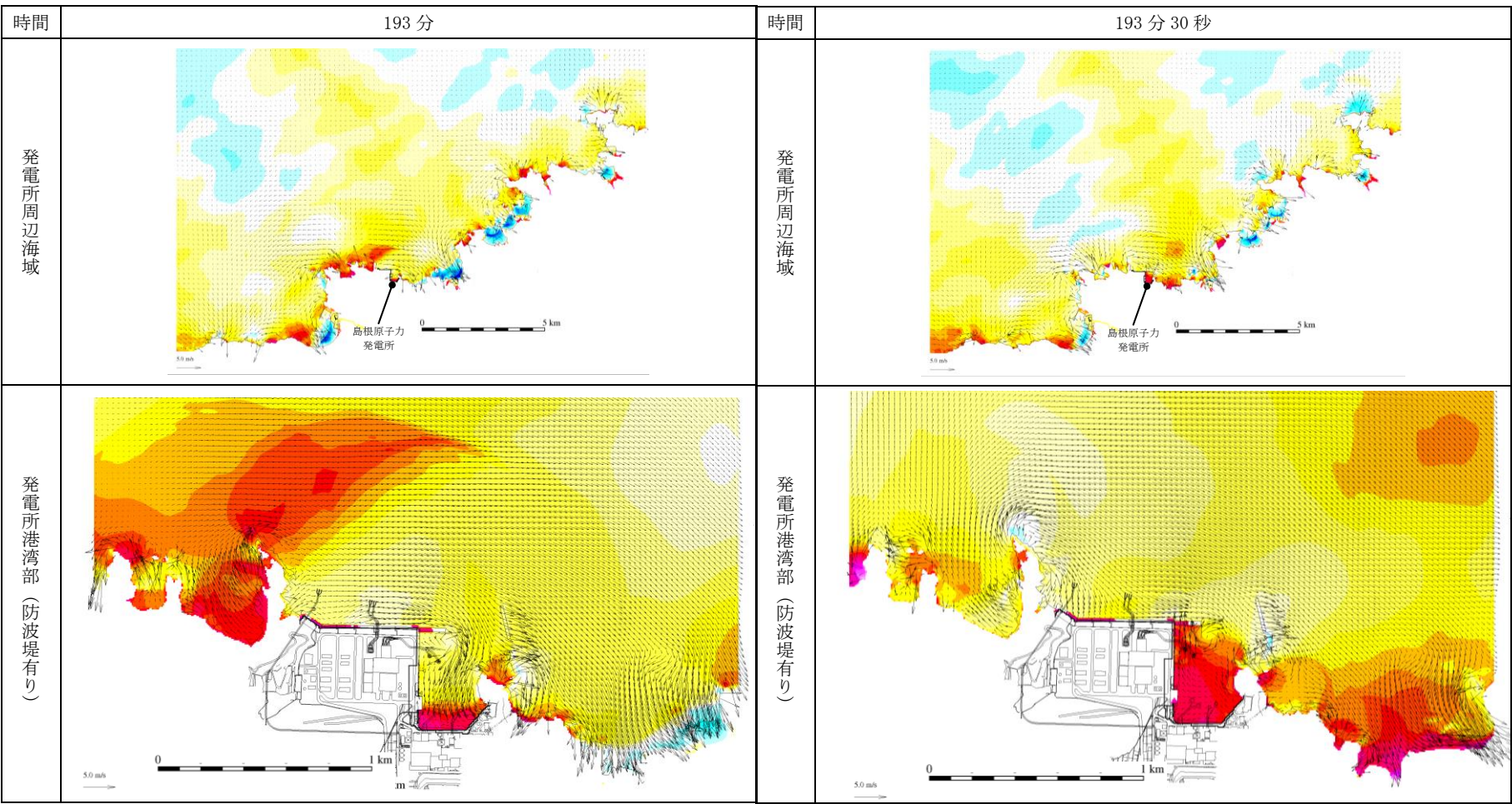
水位変動・流向ベクトル (基準津波 1 (防波堤有り) 185分, 187分)



水位変動・流向ベクトル (基準津波 1 (防波堤有り) 191分, 191分30秒)

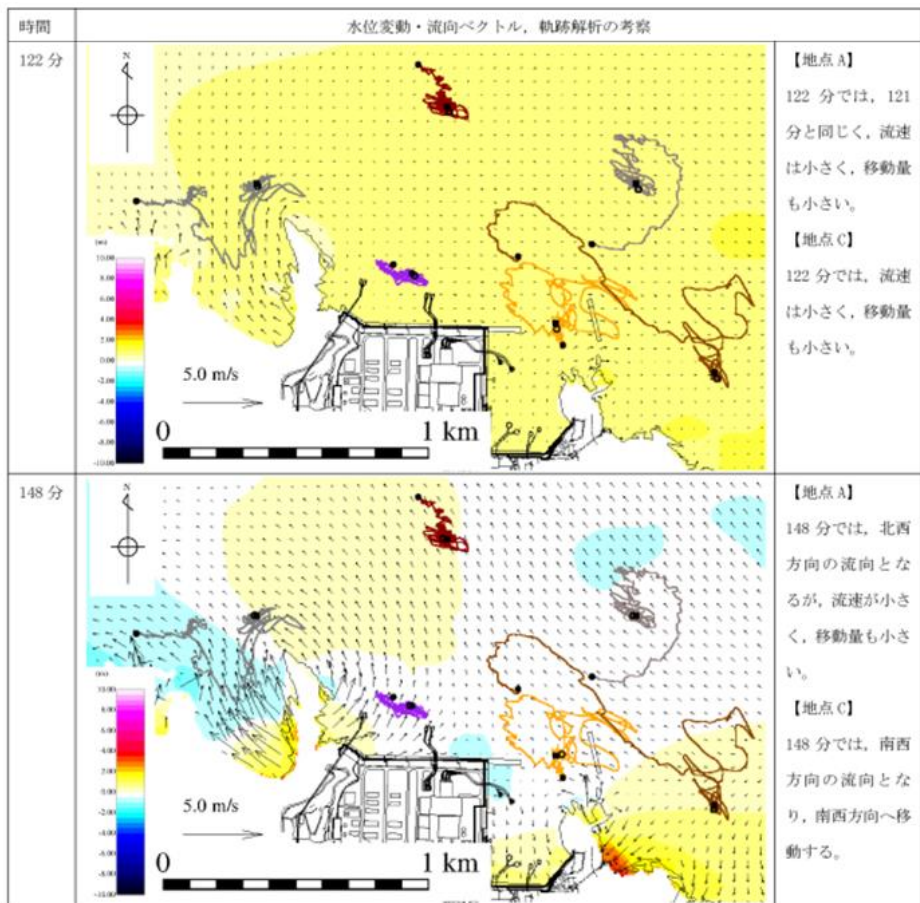


水位変動・流向ベクトル (基準津波 1 (防波堤有り) 192分, 192分30秒)

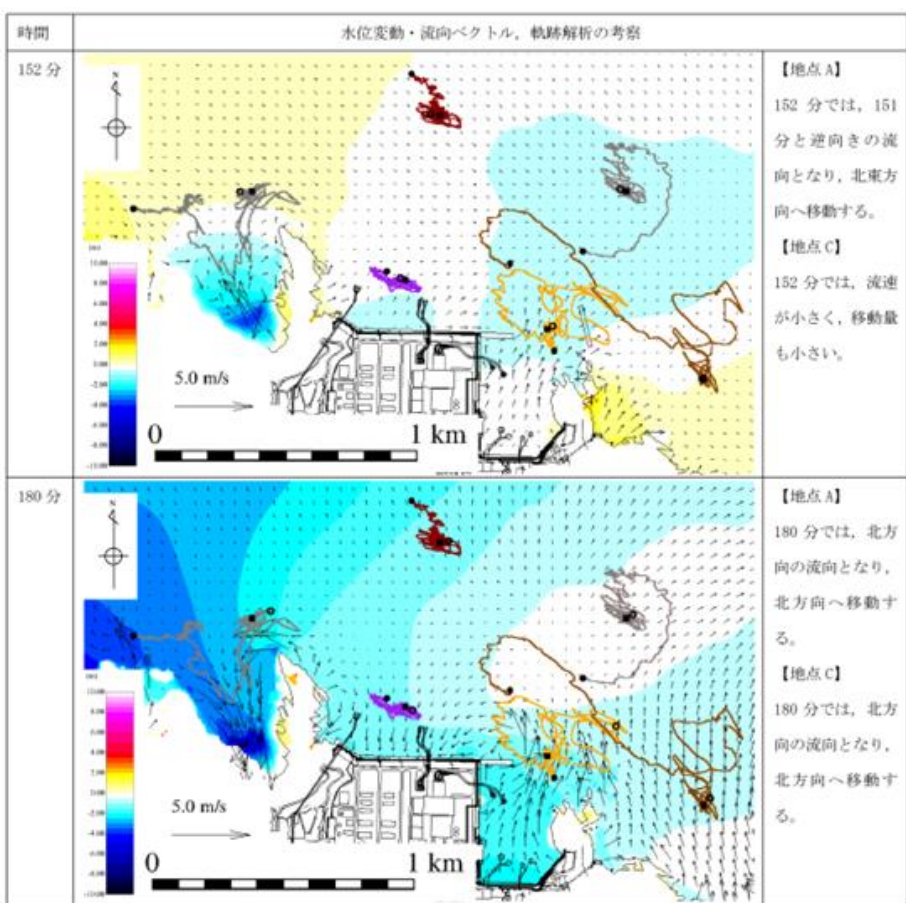


水位変動・流向ベクトル (基準津波 1 (防波堤有り) 193分, 193分30秒)

➤ 基準津波 1（防波堤有り）の最大水位・流速を示す時間帯以前の軌跡解析の考察の例を示す。



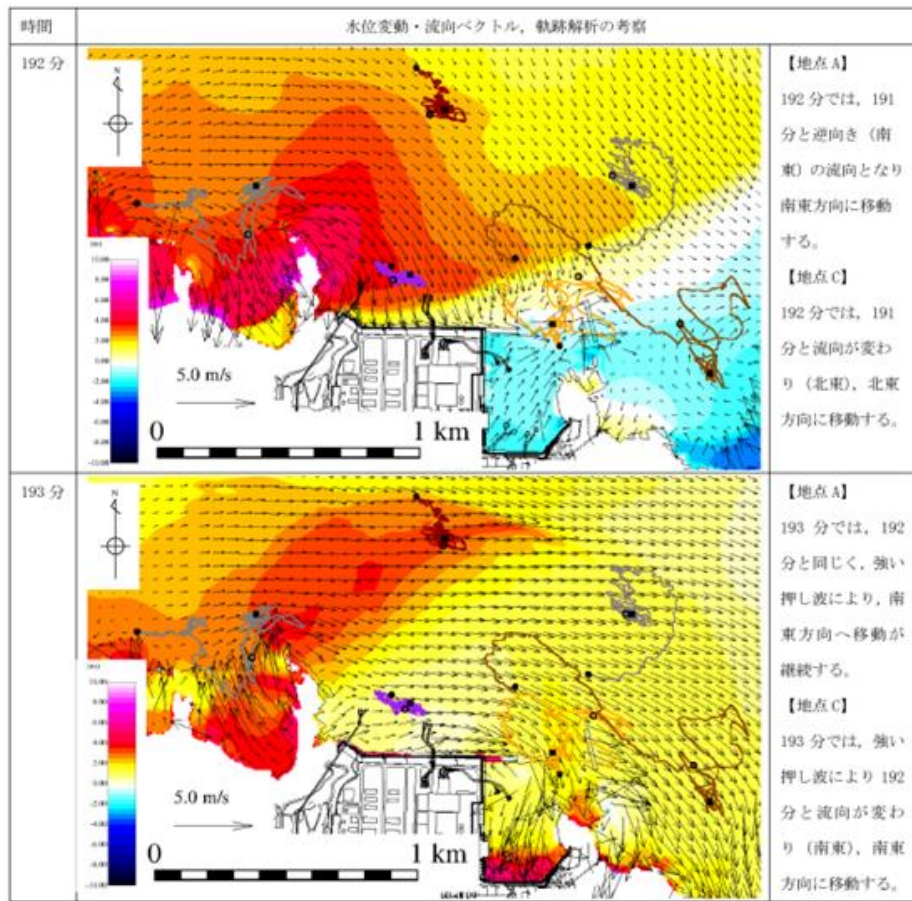
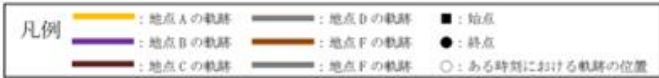
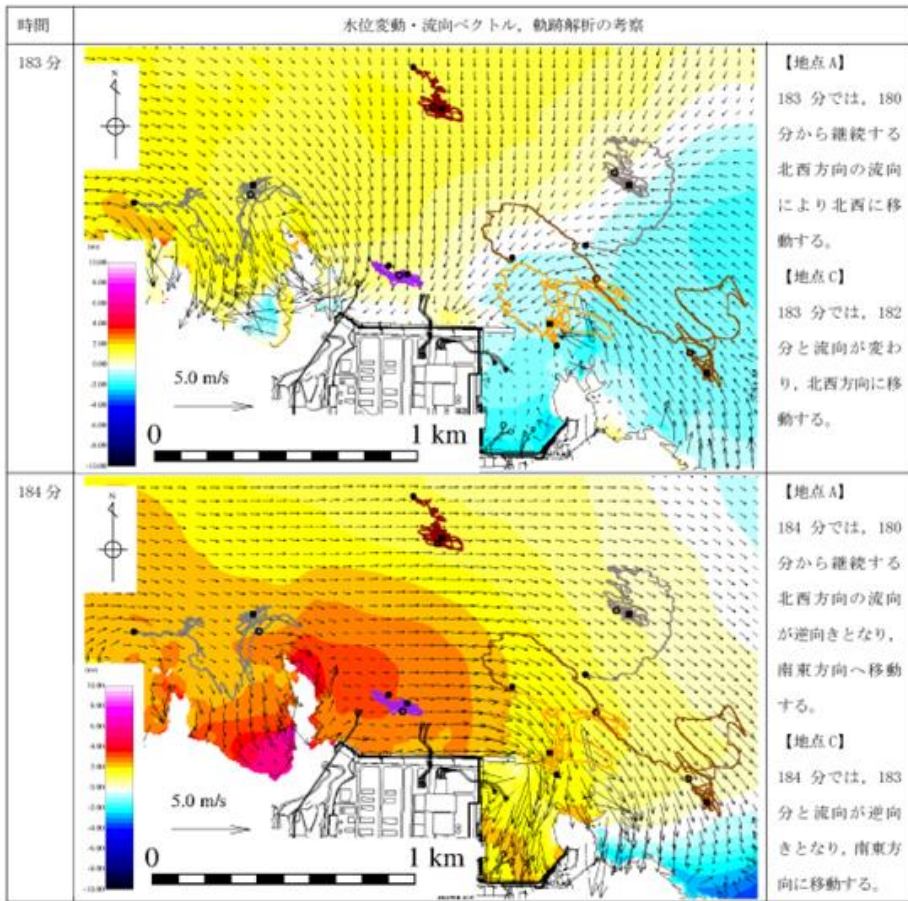
※123分から147分まで同様な傾向であり省略する。



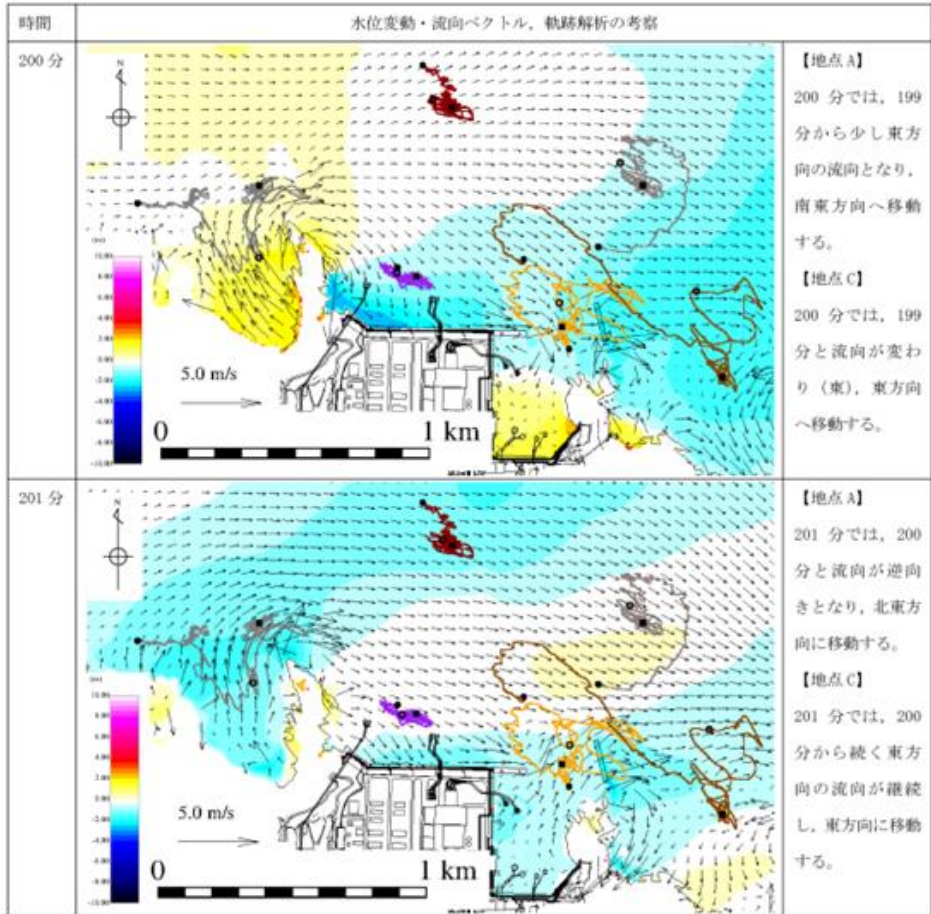
※153分から179分まで同様な傾向であり省略する。



➤ 基準津波 1（防波堤有り）の最大水位・流速を示す時間帯の軌跡解析の考察の例を示す。

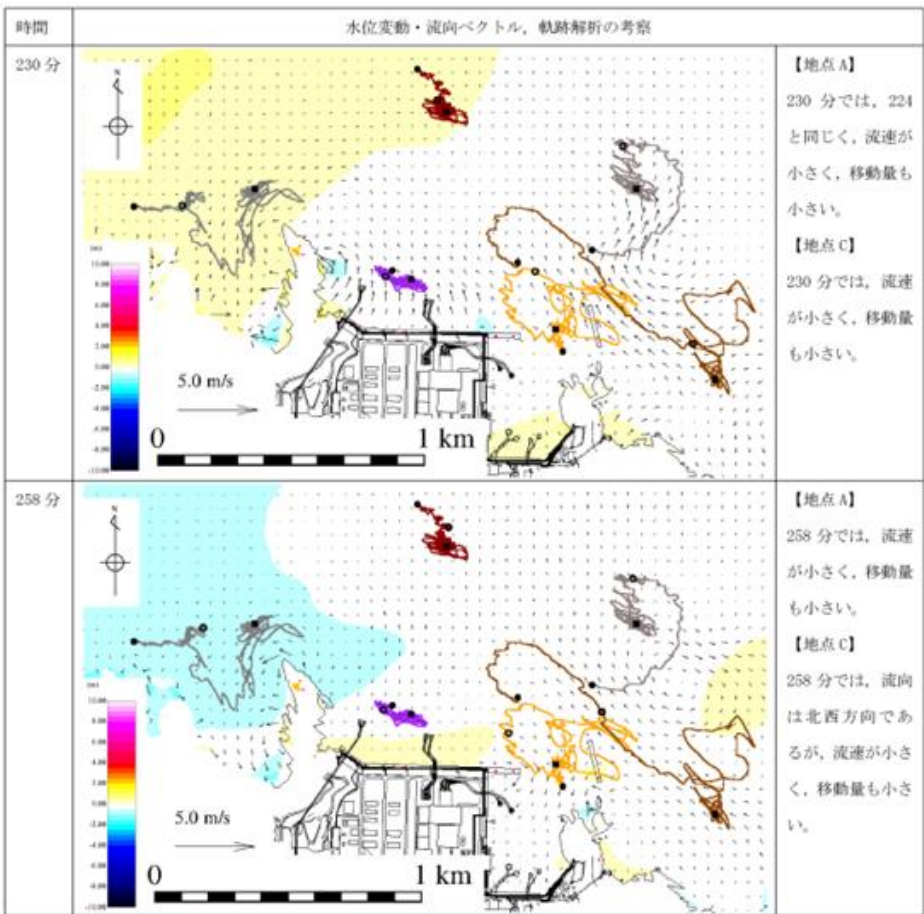


➤ 基準津波 1（防波堤有り）の最大水位・流速を示す時間帯以降の軌跡解析の考察の例を示す。



凡例

- 地点Aの軌跡
- 地点Bの軌跡
- 地点Cの軌跡
- 地点Dの軌跡
- 地点Eの軌跡
- 地点Fの軌跡
- 始点
- 終点
- ある時刻における軌跡の位置



※231分から257分まで同様な傾向であり省略する。

凡例

- 地点Aの軌跡
- 地点Bの軌跡
- 地点Cの軌跡
- 地点Dの軌跡
- 地点Eの軌跡
- 地点Fの軌跡
- 始点
- 終点
- ある時刻における軌跡の位置