

島根原子力発電所 2号炉 津波による損傷の防止

論点 6「漂流物の影響評価の妥当性」

(コメント回答)

令和 2 年 7 月
中国電力株式会社

論点 6 のうち漂流物評価に関連する審査会合における指摘事項

■ 指摘事項（令和元年 5 月 2 1 日 第 7 1 5 回審査会合）

No.	審査会合日	コメント内容	回答頁
28	R元.5.21	・基礎に設置された対象物が漂流物とならない根拠は、3.11 地震で基礎に設置された漂流物が漂流した実績や先行サイトで基礎に設置された対象物が漂流物となる可能性を評価している実績を踏まえて整理し、漂流物評価フローに反映して説明すること。また、重量と浮力の観点から漂流物の判断を行う評価フロー箇所において、気密性に関する評価の考え方とその妥当性を整理し、漂流物評価フローに反映して説明すること。	P. 4
29	R元.5.21	・漂流する可能性がある対象物（プレジャーボート、消波ブロック、捨石マウンド、護岸構成材、荷揚場の退避できない車両、東防潮堤の衝突船舶等）について、海水ポンプの取水性に影響を与えないとする評価の考え方と根拠を説明すること。また、敷地の 3～5 km の範囲を航行する船舶の種類及びその船舶がサイトに与える影響について説明すること。	P.5,20

■ 指摘事項（令和元年9月20日 現地調査）

No.	審査会合日	コメント内容	回答頁
—	R元.9.20 現地調査	防波壁（東端部）岩着部の露頭付近における落石について、漂流物評価への影響の有無を説明すること。	P.5

論点6のうち漂流物評価に関連する審査会合における指摘事項

■ 指摘事項（令和2年1月28日 第828回審査会合）

No.	審査会合日	コメント内容	回答頁
73	R2.1.28 (本日回答)	・発電所構外（海域）の漂流物評価における取水口等への到達の可能性について、漂流物調査範囲、流向・流速による移動量評価、傾向把握の参考である軌跡解析等の評価結果の考察を含め、到達しないとした判断根拠を示すこと。	P.21～ 36
74	R2.1.28 (本日回答)	・発電所構外（海域）の漂流物評価について、沿岸域の地形を踏まえて林木・雑材等が中長期的に漂流物化する可能性とそれによる取水性への影響を評価し、輪谷湾内に漂着した場合の対応方針を説明すること。	P.21
75	R2.1.28 (本日回答)	・燃料等輸送船の転覆評価について、積荷がある状態で評価することの合理的根拠を示した上で、積荷がない状態の評価を説明すること。	P.16
76	R2.1.28 (本日回答)	・荷揚場及び施設護岸に出入りする車両及び仮置資材の漂流物評価について、主な車両及び仮置資材の種別と使用状況を明らかにした上で、それぞれの使用状況における日本海東縁部に想定される地震による津波の襲来に対して、基準地震動Ssによる施設損傷の影響を考慮する場合と考慮しない場合のそれぞれにおける漂流物化を防止するための対応方針を説明すること。また、海域活断層から想定される地震による津波に対しては、現状の想定沈下量（1m）が別途審査中の地下水位や液状化強度特性の条件を踏まえても保守的な想定であることを別途審査の進捗状況に合わせて説明すること。	P.6～15
77	R2.1.28 (本日回答)	・燃料等輸送船の係留索について、津波防護上の必要性及び位置付けを明確にした上で、構成範囲と各構成部位に要求される機能に対する耐震評価方針を説明すること。	P.17～ 19

審査会合における指摘事項に対する回答【No.28,29,73～77】

● 回答まとめ

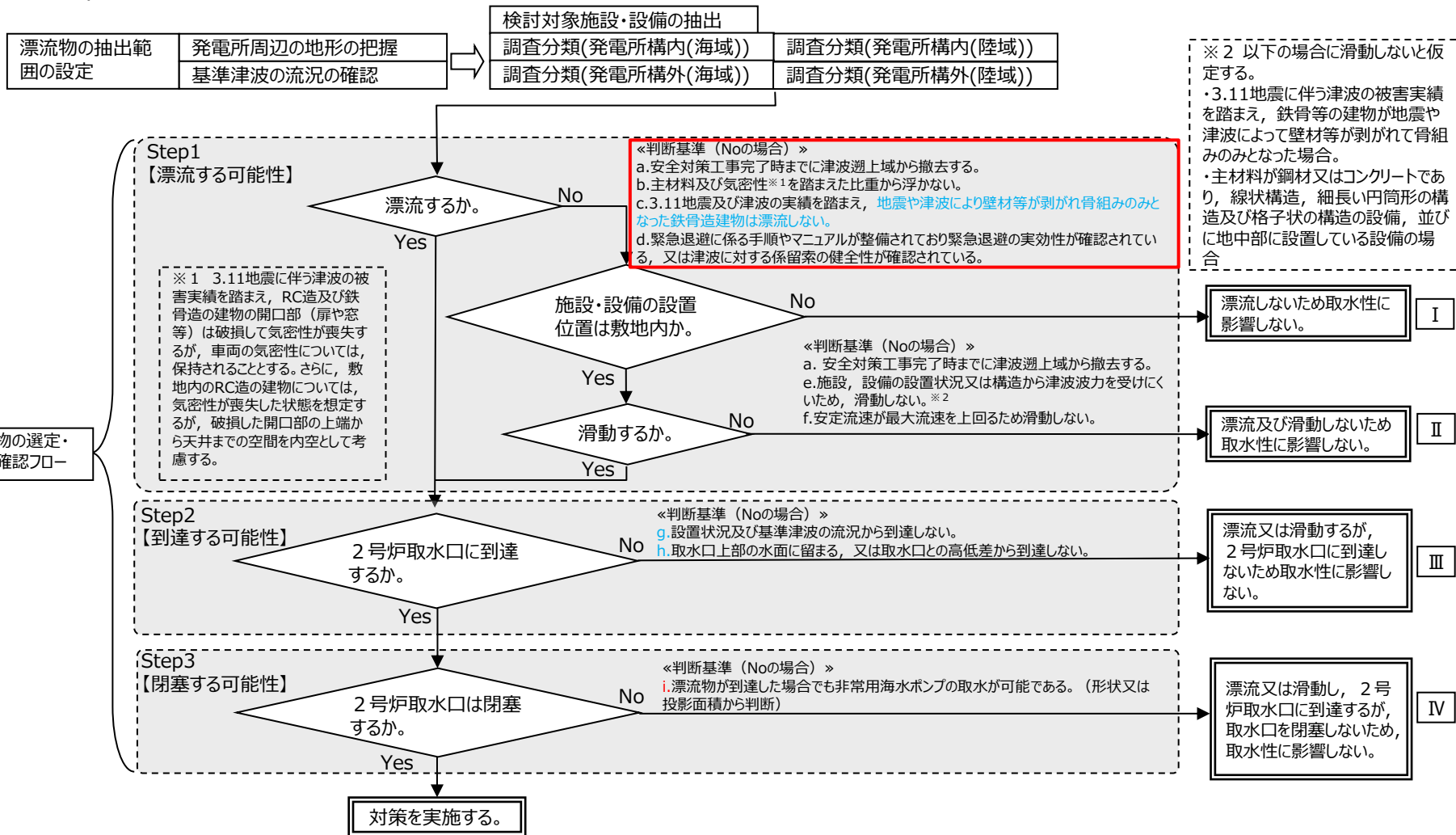
- 3.11地震で基礎に設置された漂流物が漂流した実績や重量と浮力の観点から気密性に関する評価の考え方と妥当性を整理し、漂流物評価フローを見直し、漂流する可能性が有る対象物について非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼさないことを確認した。(P.4,5,20)【前回説明】
- 荷揚場作業に係る車両・資機材について、地震による荷揚場周辺の沈下や車両の故障を考慮しても、砕石等による段差復旧や牽引等により日本海東縁部に想定される津波に対して、退避、撤去が可能であることを確認した。(P.6～15)【今回説明】
なお、入力津波の設定において評価した想定沈下量(1m)については、第853回審査会合(資料1-1 P.30,34,38)において説明。
- 燃料等輸送船の転覆について、重心位置が高くなり保守的な評価となる積荷がない状態で評価を行い、転覆しないことを確認した。(P.16)【今回説明】
- 燃料等輸送船が取水口に到達する可能性が否定できないことから、係留索を固定する係船柱及び係船環を漂流防止装置と位置付け設計することとし、その評価方針を説明。(P.17～19)【今回説明】
- 中長期的に漂流化する可能性が否定できない林木等を巡視点検等で確認した場合には、撤去するよう手順を定める。(P.21)【今回説明】
- 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無く、発電所構外(海域)の漂流物が港湾内に設置する取水口及び津波防護施設へ到達する可能性はないと評価した。一方、港湾外に設置する津波防護施設には漂流物が到達する可能性があるとして評価した。(P.21～36)【今回説明】

審査会合における指摘事項に対する回答【No.28】

漂流物評価フロー

第828回審査会合資料1-1 P.19加筆・修正
※修正箇所を青字で示す

➤ 3.11地震で基礎に設置された漂流物が漂流した実績や重量と浮力の観点から気密性に関する評価の考え方と妥当性を整理し、漂流物評価フローを見直した。



漂流物評価フロー

審査会合における指摘事項に対する回答【No.29】

漂流物評価結果（発電所構内（海域・陸域））

- 発電所構内（海域・陸域）の漂流する可能性がある対象物の評価の結果，漂流物となり取水口に到達する可能性がある対象物についても，取水口呑口の断面寸法と非常用海水冷却系に必要な通水量を考慮すると，非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼさない。
- 発電所構内（海域・陸域）の漂流する可能性がある対象物の評価結果の抜粋を以下に示す。

発電所構内（海域・陸域）の漂流物評価結果※1（抜粋）

分類	名称	重量	Step1（漂流する可能性）		Step2 （到達する可能性）	Step3 （閉塞する可能性）	評価 結果	
			漂流					滑動
			検討結果	比重※2				
防波堤	防波堤ケーソン	10,000t以上	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比較を比較した結果，漂流物とはならない。	コンクリート比重【2.34】	【判断基準:f】 発電所近傍の最大流速10.0m/sに対して，当該設備の安定流速は19.2m/s以上であることから，滑動しない。	-	-	II
	消波ブロック	80t		石材比重【2.29】	発電所近傍の最大流速10.0m/sに対して，当該設備の安定流速はそれぞれ，8.6m/s，5.8~6.5m/s，2.4~3.6m/sであることから，滑動する。	【判断基準:g】 安定流速を上回る取水口への連続的な流れは確認されないことから取水口へ到達しない。	-	III
	被覆ブロック	8~16t						
	基礎捨石	50~500kg						
護岸※3	消波ブロック	12.5t	【判断基準:b】 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】	発電所近傍の最大流速10.0m/sに対して，当該設備の安定流速はそれぞれ，6.3m/s，4.3m/s，2.2m/sであることから，滑動する。	【判断基準:h】 港湾内に沈んだ場合においても，海底面から5.5mの高さがある取水口に到達することはない。	-	III
	被覆石	1.5t	石材比重【2.29】					
	捨石	30kg以上						
機器類	試験用ウエイト	約22t	【判断基準:b】 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】	荷揚場遡上域の最大流速11.9m/sに対して，当該設備の安定流速は6.9m/sであることから，滑動する。	【判断基準:h】 滑動し港湾内に沈んだ場合においても，海底面から5.5mの高さがある取水口に到達することはない。	-	III
船舶	温排水影響調査作業船	約10t	輪谷湾内で漂流物となる可能性がある。	-	-	【判断基準:h】 漂流した場合においても，取水口上部の水面に留まることから，取水口に到達しない。	-	III (IV)
	格子状定線水温測定作業船	約3t						

※1 判断基準及び評価結果の凡例はP.4に示す「漂流物評価フロー」参照

※2 コンクリートの比重は道路橋示方書・同解説より設定，石材の比重は港湾の施設の技術上の基準・同解説より設定。

※3 防波壁東端部付近の落石については，消波ブロック(12.5t)より小さく，同様な評価となる。

審査会合における指摘事項に対する回答【No.76】

荷揚場作業に係る車両・資機材の退避について

- 荷揚場では、使用済燃料輸送に係る作業や低レベル放射性廃棄物（LLW）の輸送に係る作業等を定期的実施することから、作業に用いる車両・資機材が津波により漂流物となるか評価する。
- 島根原子力発電所において想定する基準津波のうち、海域活断層から想定される地震による津波は荷揚場に遡上しないことから、日本海東縁部に想定される地震による津波に対して評価を実施する。
- 評価にあたっては、日本海東縁部に想定される地震による津波については、波源が敷地から離れており地震による敷地への影響はないが、敷地近傍の震源による地震が発生した後に、独立した事象として日本海東縁部に想定される地震による津波が発生し、襲来することも想定し、荷揚場作業中に「（１）津波が発生する場合」と「（２）地震が発生し、その後独立事象として津波が発生する場合」を想定する。
- 定期的実施する荷揚場作業に係る車両・資機材を表に示す。

荷揚場作業に係る車両・資機材

作業項目	作業頻度	種類	名称	個数	質量
①使用済燃料輸送作業	2回／年 程度	車両	輸送車両	2	約32t
		資機材	使用済燃料キャスク	2	約93t
②LLW（低レベル放射性廃棄物）搬出作業	2回／年 程度	車両	輸送車両	4	約11t
		車両	フォークリフト	2	約17t
		資機材	LLW輸送容器	10※	約1t
③デリッククレーン点検作業	1回／年 程度	車両	トラック	1	約5t
		車両	ラフタークレーン	1	約39t
		車両	トレーラー	1	約21t
		資機材	発電機	1	約8t
④防舷材設置作業	大型船舶入港の 都度	車両	ラフタークレーン	2	約25t
		車両	トラック	1	約5t

※うち8個は輸送車両に積載

荷揚場作業に係る車両・資機材の退避について

(1) 荷揚場作業中に津波が発生する場合

- 荷揚場作業中に、日本海東縁部に想定される地震による津波が発生した場合、地震発生後に発電所へ津波が到達するまでの時間（約110分）に、荷揚場作業に係る車両・資機材が荷揚場から防波壁内に退避可能か評価する。
- 荷揚場に仮置きする資機材の退避に係る時間として、資機材の個数及び車両等への積載時間を示す。
- 荷揚場作業中に津波が発生する場合、車両退避（約10分）、防波扉の開放・閉止（各約10分（電動））から求まる退避時間は、津波到達時間（地震発生後約110分）より短く、車両・資機材の退避は可能である。

退避作業内容並びに資機材の個数及び車両への積載時間

作業項目	退避作業内容	資機材の個数及び車両等への積載時間
①使用済燃料輸送作業	荷揚場に仮置きする使用済燃料キャスクは、デリッククレーンを用い使用済燃料輸送車両に積載して退避する。	荷揚場に仮置きする使用済燃料キャスク個数:2個 輸送車両への積載時間:15分/個
②LLW（低レベル放射性廃棄物）搬出作業	荷揚場に仮置きするLLW輸送容器は、輸送船のクレーンを用い、輸送船に積載して退避する。	荷揚場に仮置きするLLW輸送容器個数:2個 輸送船への積載時間:5分/2個※ (※:LLW輸送容器は2個ずつ輸送船へ積載)
③デリッククレーン点検作業	荷揚場に仮置きする発電機は、ラフタークレーンを用いトラックに積載して退避する。	荷揚場に仮置きする発電機個数:1個 トラックへの積載時間:10分/個
④防舷材設置作業	作業車両は退避する。(防舷材は漂流物となっても取水性へ影響を与えないことを評価済。)	—

退避に要する時間

作業項目	防波扉開	資機材の積載	車両退避	防波扉閉	合計	評価結果
①使用済燃料輸送作業	約10分※1	約30分	約10分	約10分	約50分	○ (約110分までに退避可能)
②LLW（低レベル放射性廃棄物）搬出作業		約5分※2			約20分	
③デリッククレーン点検作業		約10分			約30分	
④防舷材設置作業		—			約20分	

※1 資機材の積載、車両退避と同時に防波扉の開作業を実施するため、合計には含まない。

※2 輸送船へ積載するため、合計には含まない。

荷揚場作業に係る車両・資機材の退避について

(2) 地震が発生し、その後独立事象として津波が発生する場合(1/4)

- 荷揚場作業中に、敷地近傍の震源による地震が発生した場合、荷揚場の沈下や車両の故障等が想定されるが、地震により荷揚場の沈下や車両の故障等が生じた場合においても、荷揚場の復旧や車両の牽引等により、津波襲来までに車両・資機材が荷揚場から防波壁内に退避可能か評価する。
- 荷揚場作業中に地震が発生し、その後独立事象として津波が発生する場合の車両・資機材の退避への影響及び対応のための退避作業について、整理した結果を以下に示す。

地震による車両・資機材の退避への影響と退避作業

地震による荷揚場への影響		車両・資機材の退避への影響	退避作業	
荷揚場退避ルートへの影響	荷揚場沈降※1	退避ルートに段差が発生することにより車両が通行できない可能性がある。	①※2	荷揚場復旧 (段差解消)
	荷揚場常設設備の倒壊	荷揚場常設設備が転倒し、退避ルートに干渉することで、車両が通行できない可能性がある。	②※2	倒壊物の撤去
資機材への影響	荷揚場常設設備の倒壊	荷揚場常設設備が倒壊し、資機材に干渉することで、車両への積込みができない可能性がある。	③※2	倒壊物の干渉回避 (切断・撤去等)
	資機材の転倒	資機材が転倒する可能性がある。	④※2	車両に積込み退避を実施
車両への影響	荷揚場常設設備の倒壊	荷揚場常設設備が倒壊し、車両に干渉することで、牽引できない可能性がある。	③※2	倒壊物の干渉回避 (切断・撤去等)
	車両の故障	油漏れ等で自走不可になる可能性がある。	⑤※2	牽引による退避を実施

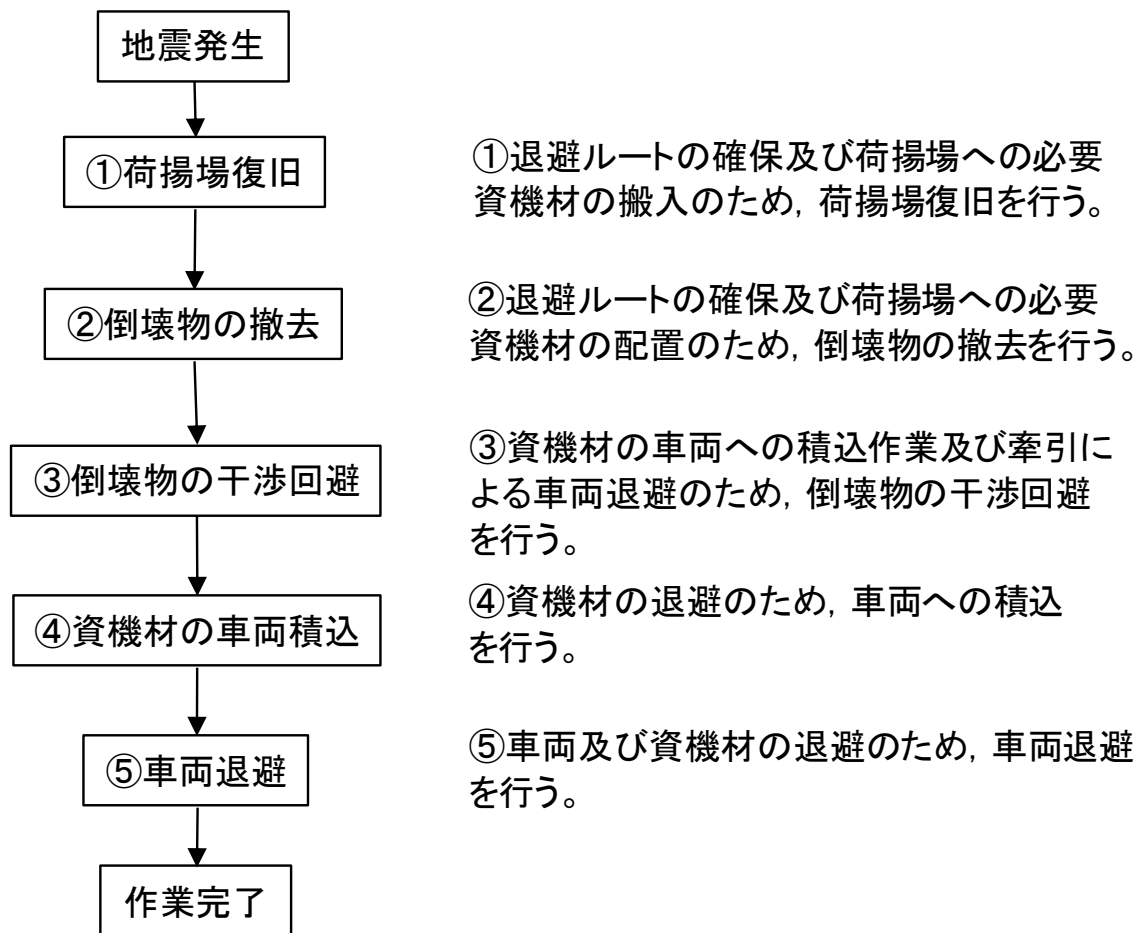
※1 地震による荷揚場沈降については、P13~15参照

※2 番号はP.9「荷揚場からの車両・資機材の退避作業手順」と整合

荷揚場作業に係る車両・資機材の退避について

(2) 地震が発生し、その後独立事象として津波が発生する場合(2/4)

➤ 退避作業の整理を踏まえた荷揚場から車両・資機材を退避させる作業手順を以下に示す。



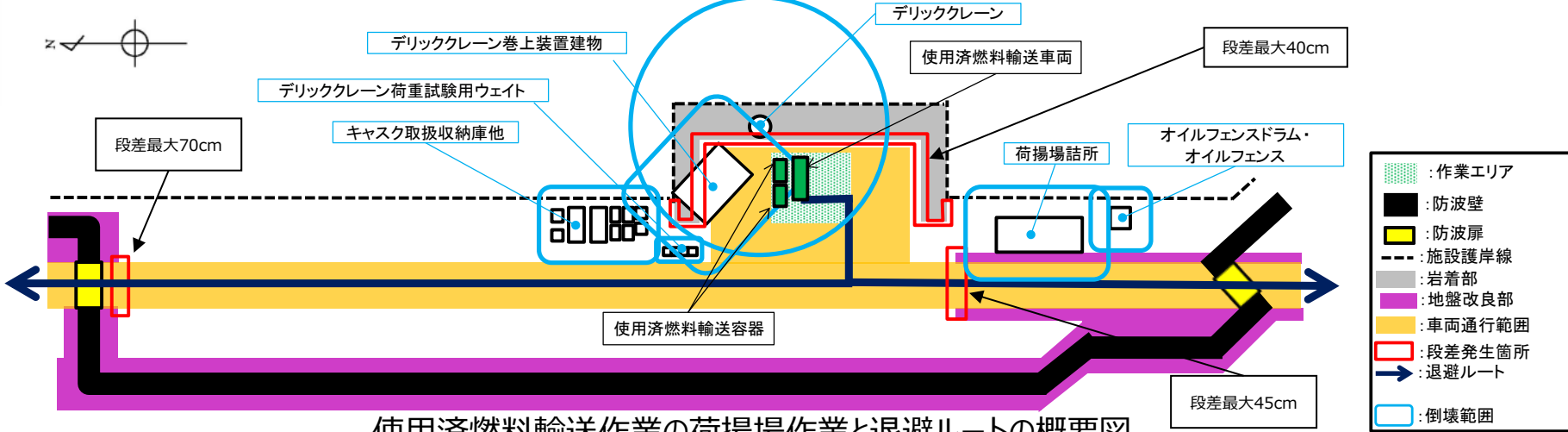
荷揚場からの車両・資機材の退避作業手順

荷揚場作業に係る車両・資機材の退避について

(2) 地震が発生し、その後独立事象として津波が発生する場合(3/4)

■ 使用済燃料輸送作業に係る車両・資機材の退避の例

- 使用済燃料輸送作業中には、荷揚場に使用済燃料輸送車両、使用済燃料輸送容器がある。津波による漂流物の発生を防止するため、使用済燃料輸送車両及び使用済燃料輸送容器を退避させる。
- 荷揚場作業と退避ルートのご要図及び退避作業に係る時系列を以下に示す。



使用済燃料輸送作業の荷揚場作業と退避ルートのご要図

作業内容	作業時間 (h)	経過時間				
		6h	12h	18h	24h	
① 段差復旧 作業車両移動 碎石積込 碎石運搬 碎石敷設等	6	■				
② 倒壊物の撤去 作業車両移動 撤去作業等	6		■			
③ 倒壊物の干渉回避 作業車両移動 撤去作業等	6			■		
④ 資機材積込 作業車両移動 玉かけ 積込等	3				■	
⑤ 車両・資機材退避 作業車両移動 車両接続 牽引等	3					■

退避に係る時系列 (使用済燃料輸送作業)

(2) 地震が発生し、その後独立事象として津波が発生する場合(4/4)

- 各荷揚場作業において退避に要する時間はいずれも24時間程度であり、必要資機材の手配に1週間を要すると仮定すると、荷揚場作業に係る車両・資機材は10日間程度あれば退避可能である。
- 荷揚場作業中に、敷地近傍の震源による地震が発生した場合、荷揚場の沈下や車両の故障等が想定されるが、独立事象である日本海東縁部に想定される地震による津波が襲来するまでの間に、荷揚場の復旧や車両の牽引等による退避が可能である。

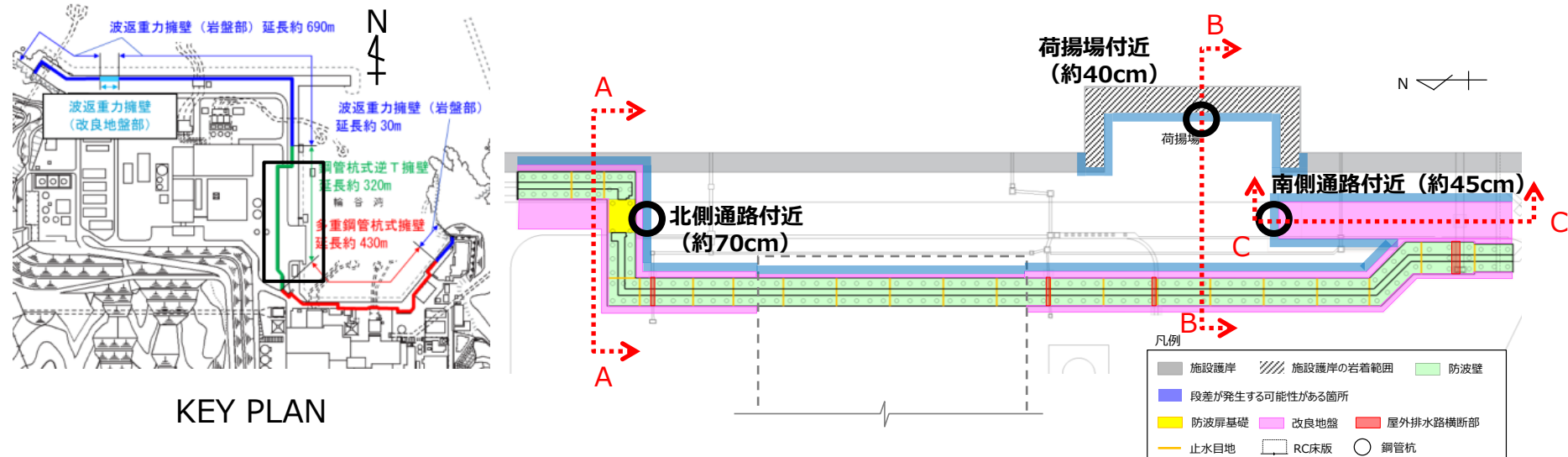
荷揚場作業に係る車両・資機材の退避について（まとめ）

- ▶ 荷揚場作業中に、日本海東縁部に想定される地震による津波が発生する場合は、津波が到達するまで荷揚場作業に係る車両・資機材の退避が可能である。
- ▶ 荷揚場作業中に、敷地近傍の震源による地震が発生する場合は、独立事象である日本海東縁部に想定される地震による津波が襲来するまでに、荷揚場作業に係る車両・資機材の退避が可能である。
- ▶ 荷揚場作業を実施する場合には、その都度、作業に必要な車両・資機材が津波または地震が発生する場合に退避可能であるか確認することから、荷揚場作業に用いる車両・資機材が津波により漂流物となることはない。
- ▶ 仮に車両・資機材が漂流物となった場合においても、水面上を漂流するものは深層取水方式の取水口に到達することはない。また、港湾内に沈むものは海底面から5.5mの高さがある取水口に到達することはない。取水口の通水性に影響を及ぼすことはない。

荷揚場作業に係る車両・資機材の退避について

【別紙】地震による荷揚場の沈降について(1/3)

- 荷揚場は海側の施設護岸下部を岩着構造としており、沈下しない範囲もあるが、その西側や荷揚場道路付近は埋戻土（掘削ズリ）により敷地造成していることから、地中埋設構造物（施設護岸）及び地盤改良部との境界部に不等沈下に伴う段差が発生する可能性がある。ここで、荷揚場付近で段差が発生する可能性がある箇所を図に示す。
- 埋戻土（掘削ズリ）の沈下量を計算した結果、荷揚場付近の沈下しない範囲との段差は北側通路付近で最大約70cm、南側通路付近で最大約45cm、荷揚場付近で最大約40cmとなる。



荷揚場付近の沈下により段差が発生する可能性がある箇所

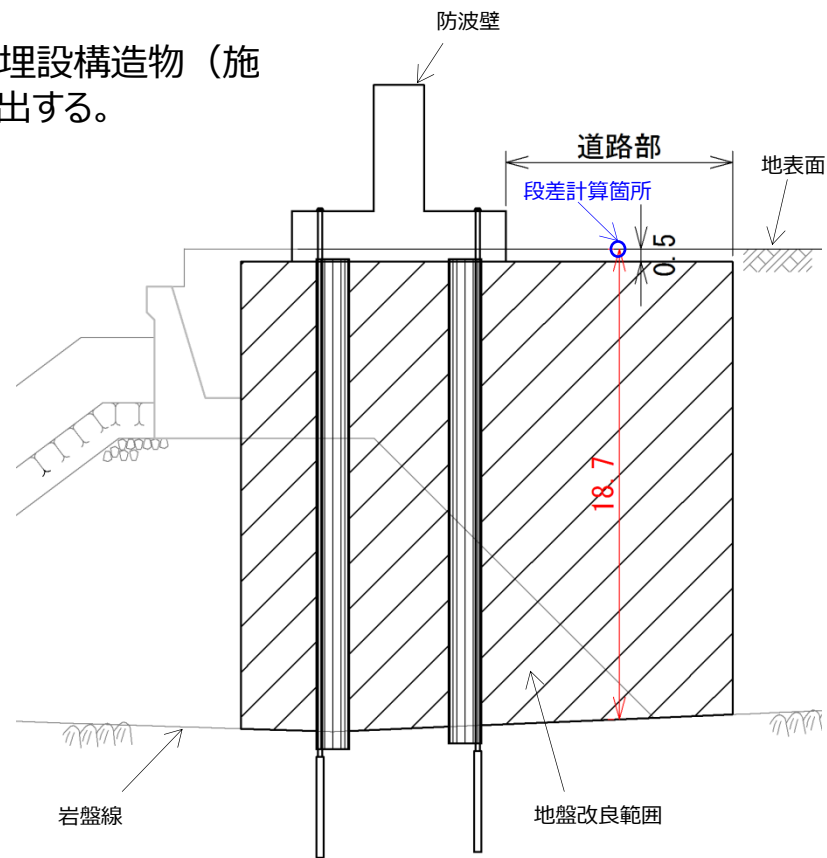
荷揚場作業に係る車両・資機材の退避について

【別紙】地震による荷揚場の沈降について(2/3)

- 埋戻土（掘削ズリ）の沈下量については、液状化及び揺すり込みに伴う沈下量として、保守的にばらつきを考慮した相対密度から求まる沈下率（3.5%）を用い、埋戻土（掘削ズリ）の層厚×3.5%で算出する。
- 段差高は、道路部における埋戻土（掘削ズリ）の層厚から地中埋設構造物（施設護岸）及び地盤改良部の層厚を引いた差に3.5%を乗じて算出する。

各断面における埋戻土層厚および段差評価一覧表

箇所	境界部における埋戻土の層厚差 (m)	段差高(cm) =埋戻土層厚×3.5%	評価値 (cm)
北側通路付近	18.2	64	70
南側通路付近	11.4	40	45
荷揚場付近	10.0	35	40



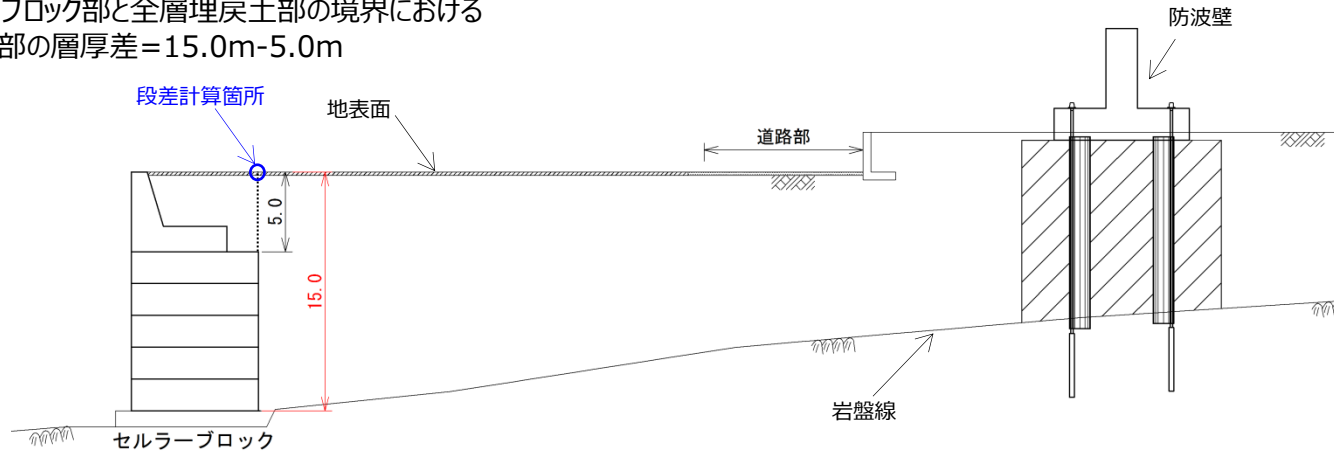
地盤改良部と全層埋戻土部の境界における埋戻土部の層厚差=18.7m-0.5m

北側通路付近断面図（A-A断面）

荷揚場作業に係る車両・資機材の退避について

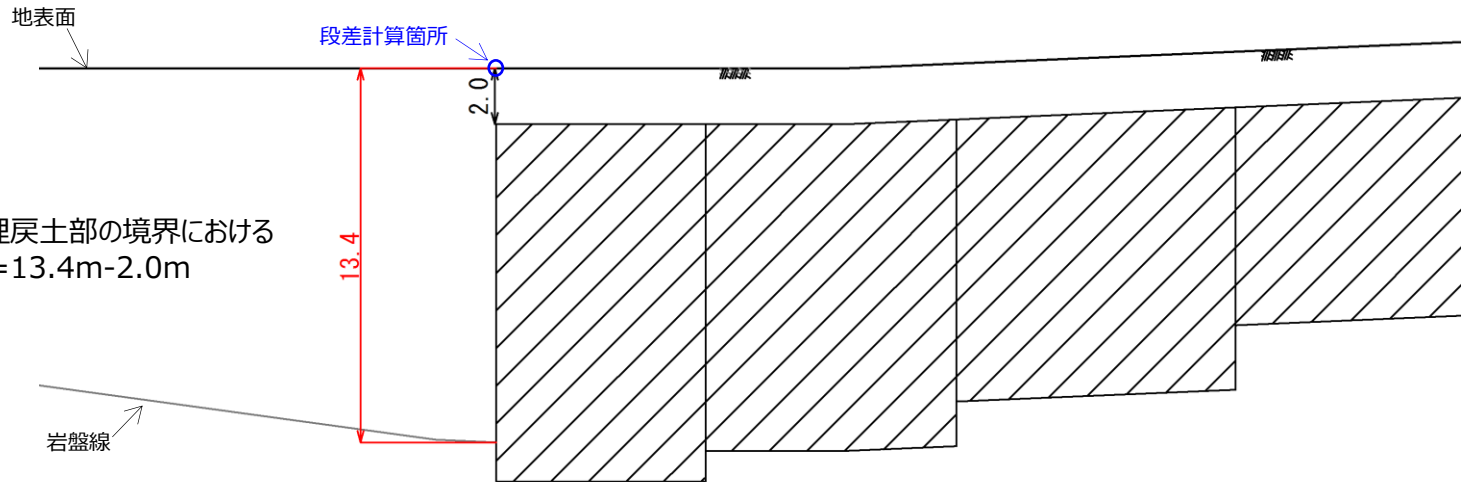
【別紙】地震による荷揚場の沈降について(3/3)

セルラーブロック部と全層埋戻土部の境界における埋戻土部の層厚差=15.0m-5.0m



南側通路付近断面図 (B-B断面)

地盤改良部と全層埋戻土部の境界における埋戻土部の層厚差=13.4m-2.0m



荷揚場付近断面図 (C-C断面)

審査会合における指摘事項に対する回答【No.75】

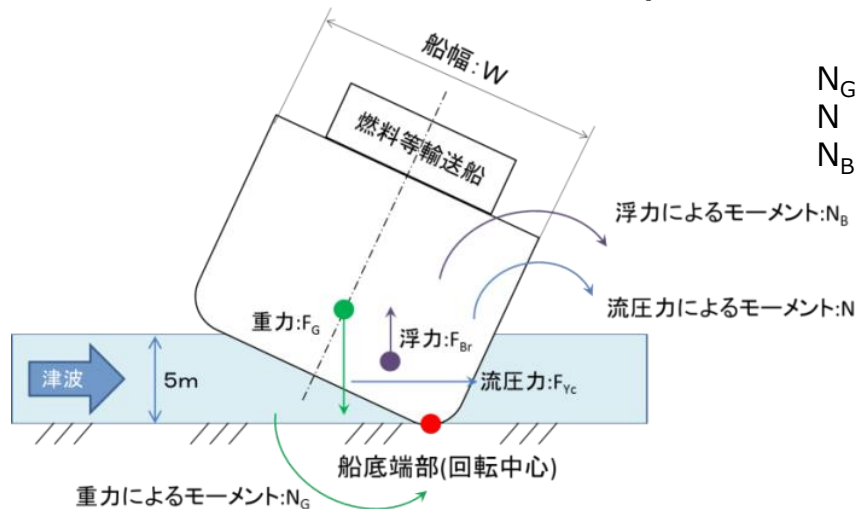
燃料等輸送船の転覆評価（積荷無し）

- 燃料等輸送船が引き波により荷揚場周辺の比較的水深の浅い箇所（EL-8m）に着底することを想定し、その際の転覆の可能性について、転覆しやすいよう重心位置が高くなる積荷がない場合の評価を実施※。
- 転覆の評価にあたっては、図に示すとおり燃料等輸送船が船底端部を中心に回転する状況を想定し、モーメントの釣り合いにより確認。
 - 重力 F_G によるモーメント N_G ：燃料等輸送船の傾きを戻す方向に作用する力
 - 流圧力 F_{YC} によるモーメント N 、浮力 F_{Br} によるモーメント N_B ：燃料等輸送船を転覆させる方向に作用する力
- 以下のとおり、重力によるモーメント N_G は流圧力によるモーメント N 及び浮力によるモーメント N_B の和より大きくなるため、燃料等輸送船は転覆することはないと評価。

※ 当初は流圧力が大きくなる積荷有の条件で評価を実施していたが、積荷有の条件では重力によるモーメントが大きくなるため、積荷無の条件で重力によるモーメントを算出するよう評価を見直した。

$$\text{重力によるモーメント } N_G > \text{流圧力によるモーメント } N + \text{浮力によるモーメント } N_B$$

$$(18,000 [\text{tonf} \cdot \text{m}]) \quad (3,270 [\text{tonf} \cdot \text{m}]) \quad (5,100 [\text{tonf} \cdot \text{m}])$$



$$N_G : 4,000(F_G) \times 4.5 (\text{重心と回転中心の水平方向距離})$$

$$N : 1,308(F_{YC})^* \times 2.5 (\text{流圧力の作用点と回転中心との距離})$$

$$N_B : 1,700(F_{Br}) \times 3.0 (\text{浮心と回転中心の水平方向距離})$$

※ 流圧力の算出にあたっては、島根原子力発電所に襲来が想定される津波のうち、時間的な余裕がなく、燃料等輸送船の緊急退避ができない可能性がある海域活断層に想定される地震による津波（基準津波 4）の引き波時最大流速2.3m/sを適用する。

燃料等輸送船に働く力とモーメント

審査会合における指摘事項に対する回答【No.77】

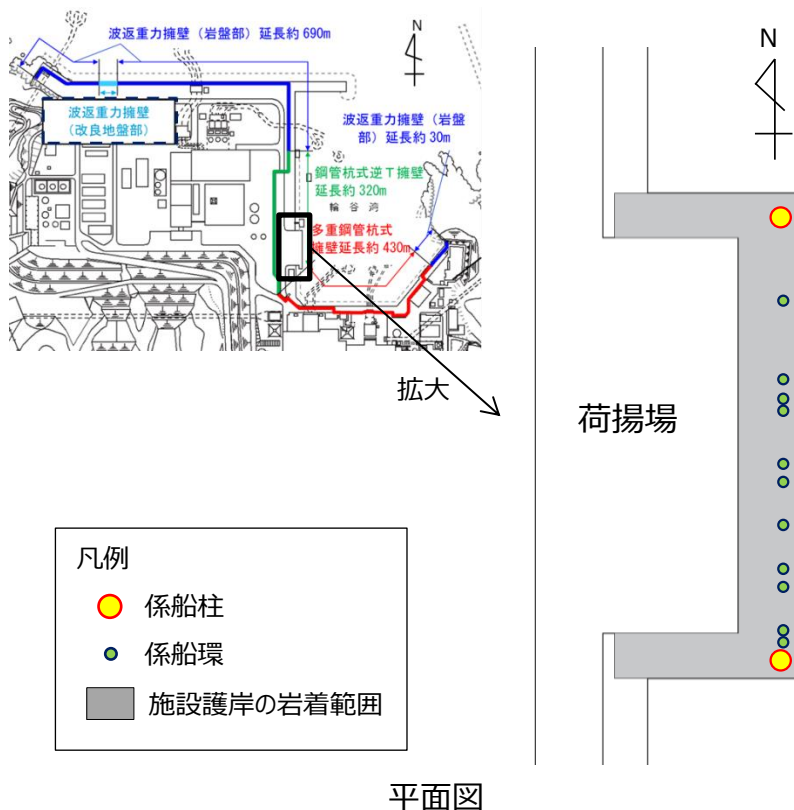
燃料等輸送船の漂流防止に係る設備の必要性及び位置付け

- 係留索が機能せずに燃料等輸送船が漂流した場合は、取水口に到達する可能性が否定できないことから、耐津波設計において係留索を固定する係船柱及び係船環を漂流防止装置と位置付け設計する（取水口への到達の可能性については、P.19参照）。なお、燃料等輸送船の係留については、係船柱又は係船環のうち、いずれか2基を使用する。

【規制基準における要求事項等】

- 津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において建物・構築物、設置物等が破損、倒壊、漂流する可能性について検討すること。上記の検討の結果、漂流物の可能性がある場合は、防潮堤等の津波防護施設、浸水防止設備に波及的影響を及ぼさないよう、漂流防止装置または津波防護施設、浸水防止設備への影響防止措置を施すこと。

- 係船柱及び係船環の配置、構造概要、及び仕様を以下に示す。



名称	係船柱	係船環
構造	単位：mm 陸 ← → 海 係船柱 585 1,200 アンカーボルト	単位：mm 陸 ← → 海 係船環 150 800
基数	2基	11基
設計けん引耐力	25t	

審査会合における指摘事項に対する回答【No.77】

燃料等輸送船の漂流防止に係る設備の評価方針

- ▶ 漂流防止装置とする係船柱及び係船環は、海域活断層に想定される地震による津波の流れによる流圧力を受けた燃料等輸送船の係留力に対して、係留機能を損なうおそれのないよう、構造強度を有することを確認する。また、基準地震動 S_s に対して、係留機能を損なうおそれのないよう、構造強度を有することを確認する。
- ▶ 係船柱及び係船環の要求機能及び評価方針を以下に示す。

装置名		係船柱			係船環	
要求機能		係留機能				
		<ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動 S_s に対し、漂流防止装置に要求される機能を損なうおそれのないよう、構造強度を有すること。 ・海域活断層に想定される地震による津波の流れによる流圧力を受けた燃料等輸送船の引張荷重に対し、漂流防止装置に要求される機能を損なうおそれのないよう、構造強度を有すること。 				
評価 方針	性能目標	・終局状態に至らないこと。				
	照査部位	・係船柱本体	・アンカーボルト	・アンカーボルト 定着部	・係船環本体	・係船環定着部
	照査項目	曲げ及び せん断破壊	曲げ破壊 せん断破壊	せん断破壊	曲げ破壊 せん断破壊	せん断破壊
	許容限界	・短期許容応力度				
	留意事項	・燃料等輸送船の浸水深に応じた浮力，燃料等輸送船の形状及び津波の速度に応じた波圧を荷重として考慮する。				
	荷重 組合せ	係船柱及び係船環の設計においては、常時荷重，地震荷重及び係留力※を適切に組合せて設計を行う。なお、海域活断層から想定される地震による津波は荷揚場に遡上しないことから、津波荷重は考慮しない。 <ul style="list-style-type: none"> ・常時荷重 + 地震荷重 ・常時荷重 + 係留力 + 余震荷重 ※係留力：海域活断層に想定される地震による津波の流れによる流圧力を受けた燃料等輸送船の係留力				

審査会合における指摘事項に対する回答【No.77】

【別紙】燃料等輸送船の取水口への到達可能性について

➤ 係留索が機能せずに燃料等輸送船が漂流した場合の取水口への到達可能性については以下のとおり。

- 島根原子力発電所に襲来が想定される津波のうち、時間的な余裕がなく、燃料等輸送船の緊急退避ができない可能性がある海域活断層に想定される地震による津波（基準津波4）が襲来した場合を想定する。
- 基準津波4の取水口における最低水位EL-4.2mに対して、喫水高さは3m～5mであり、取水口（上端高さ：EL-9.0m）に到達する可能性が否定できない。

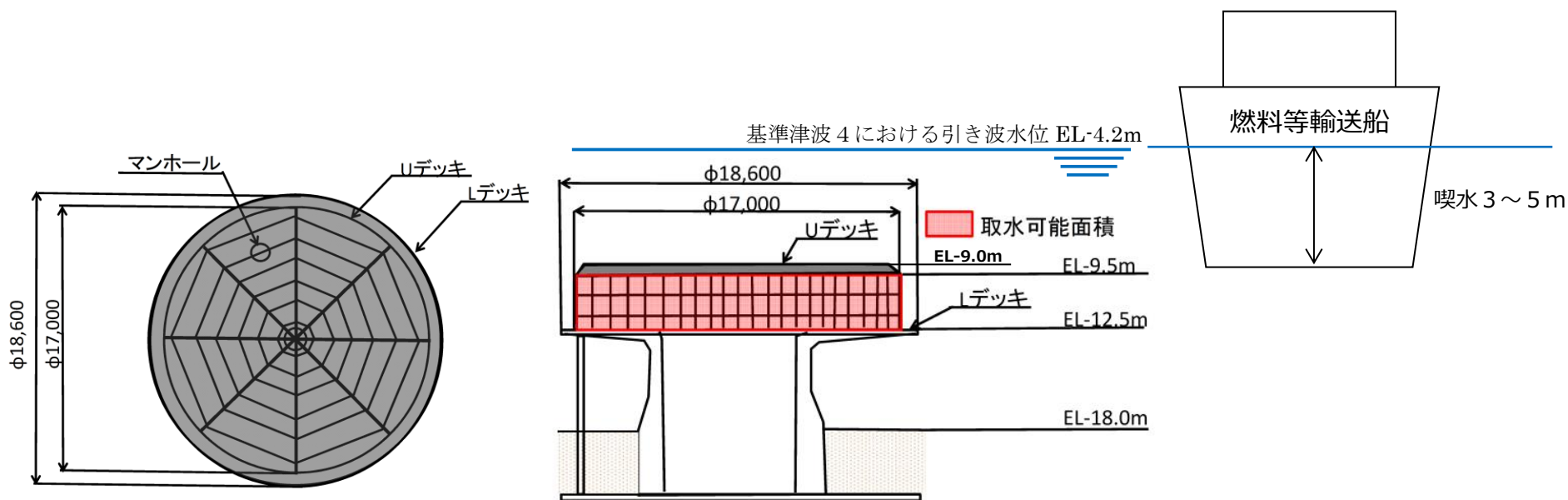


図 取水口呑口断面図と輸送船喫水高さの関係

審査会合における指摘事項に対する回答【No.29】

漂流物調査結果（発電所構外（海域））

- ▶ 発電所構外（海域）（敷地の3～5kmの範囲を含む）の評価の結果、基準津波の流向・流速等の分析から、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。
- ▶ 発電所構外（海域）の調査結果及び評価結果の抜粋を以下に示す。

発電所構外（海域）の漂流物調査結果（抜粋）

名称※1	種類	設置箇所	発電所からの距離	重量（総トン数）
漁船	船舶	前面海域（航行）	3.5km以内	約30t※2
プレジャーボート	船舶			約30t※2
巡視船	船舶		3.5km以遠	約2,000t※3
引き船	船舶			約200t※3
タンカー	船舶			約1,000t～2,000t※3
貨物船	船舶			約500t～2,500t※3
帆船	船舶			約100t※3

※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、漁場の施設的设计参考図書」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（海域）の漂流物評価結果※（抜粋）

分類	名称	設置箇所	Step1 （漂流する可能性）	Step2 （到達する可能性）	Step3 （閉塞する可能性）	評価結果
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、津波来襲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、漂流する可能性は低いと考えられるが、発電所に到達する可能性についても評価を実施する。	【判断基準:g】 流向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。（P.25（漂流物の取水口への到達可能性評価結果）参照） なお、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾内に設置する取水口に到達しないと評価。	-	Ⅲ
	プレジャーボート					
	巡視船		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、津波来襲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。	【判断基準:g】 流向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。（P.25（漂流物の取水口への到達可能性評価結果）参照） なお、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾内に設置する取水口に到達しないと評価。 また、軌跡解析の結果からも、3km,5km地点では、初期位置からはほぼ移動しないことが確認された。	-	Ⅲ
	引き船		さらに、総トン数20t以上の大型船舶については、国土交通省による検査（定期検査、中間検査、臨時検査及び臨時航行検査）が義務付けられており、故障等により操船できなくなるとは考えにくいことから、漂流する可能性は低いと考えられる。			
	タンカー		ただし、発電所に到達する可能性についても評価を実施する。			
	貨物船					
帆船						

※ 判断基準及び評価結果の凡例はP.4に示す「漂流物評価フロー」参照

審査会合における指摘事項に対する回答【No.73,74】

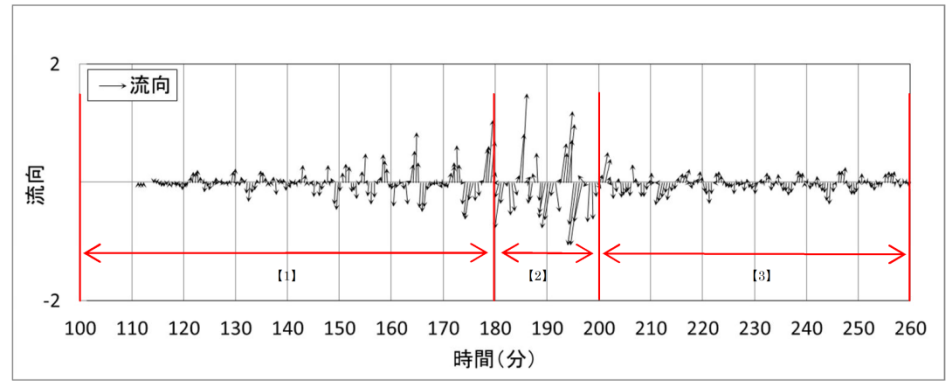
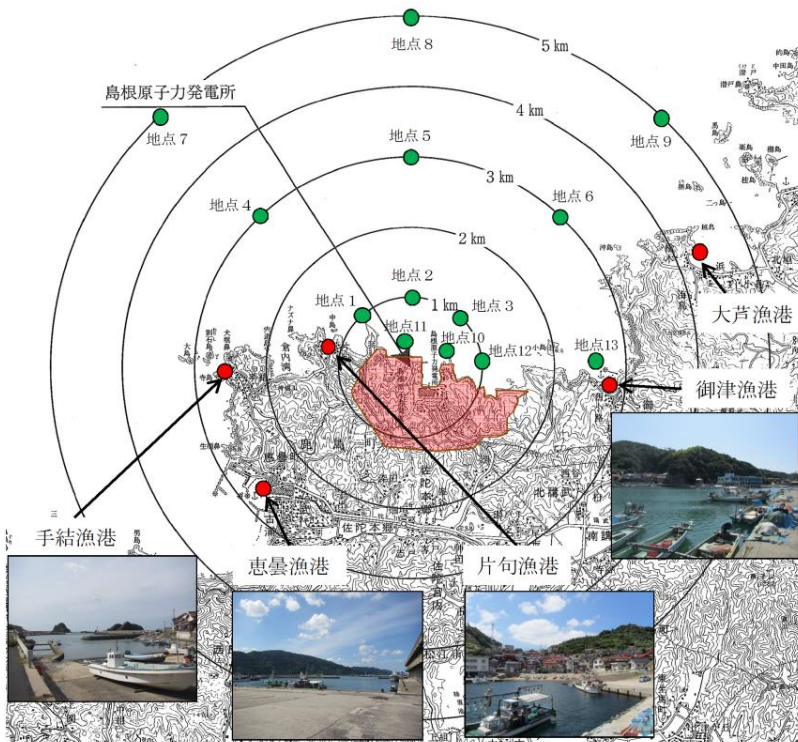
漂流物の到達可能性について

- 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）の漂流物が発電所へ到達する可能性はないと評価した。（次頁以降に詳細を示す。）
- 仮に発電所構外（海域）の漂流物が輪谷湾内に到達した場合においても、以下のとおり取水機能が失われることはない。
 - 取水口は深層取水方式であり、取水口呑口が水面から約9.5m低く、漂流物は取水口に到達しないため、取水性に影響はない。
 - 取水口は、循環水ポンプの取水路を兼ねており、全体流量に対する非常用海水冷却系の海水ポンプ流量の比（5%未満）から、漂流物により通水面積の約95%以上が閉塞されない限り取水機能が失われることはない。
- 敷地周辺の中長期的に漂流する林木等が輪谷湾に到達した場合においても、取水口は海中にあり、水面上を漂流する林木等は取水口に到達しないため、取水性に影響はないと考えられるが、津波注意報、津波警報又は大津波警報解除後、巡視点検等により輪谷湾内に漂流物が確認される場合は、必要により撤去するよう手順を定める。

漂流物の到達可能性について

流況考察時間の分類

- 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。



地点1

※ 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）

流況考察時間の分類

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

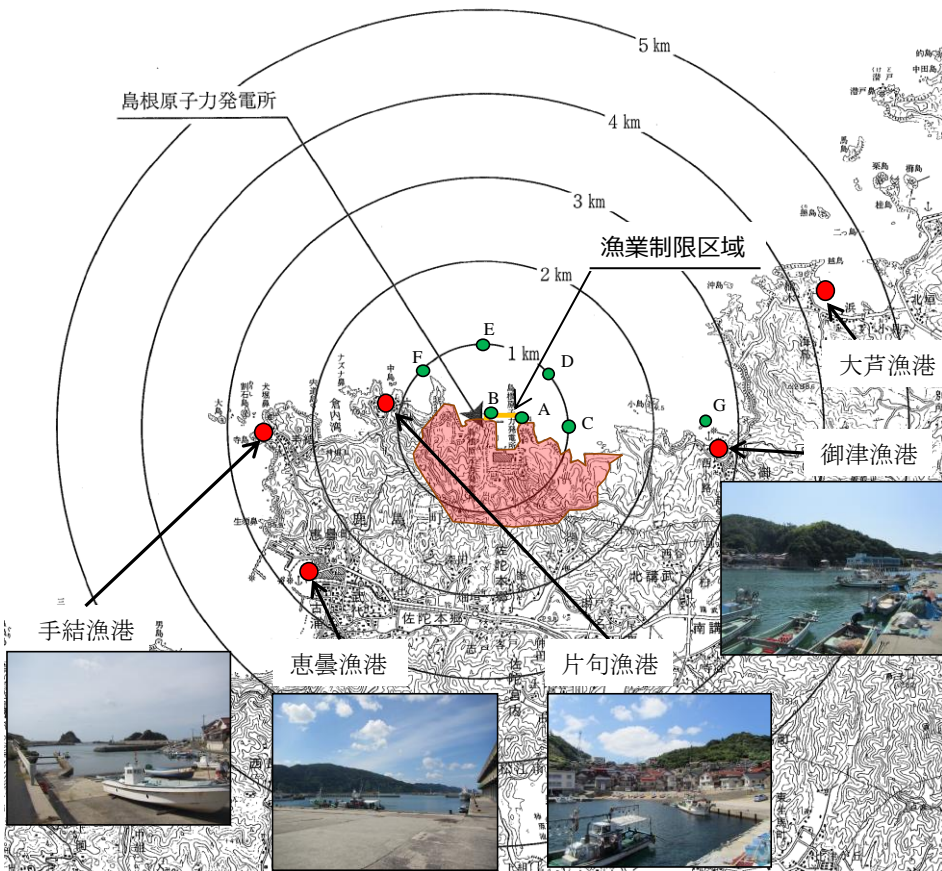
➤ 水位変動・流向ベクトル（基準津波 1（防波堤有り））の考察結果は以下のとおり。

	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 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 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>

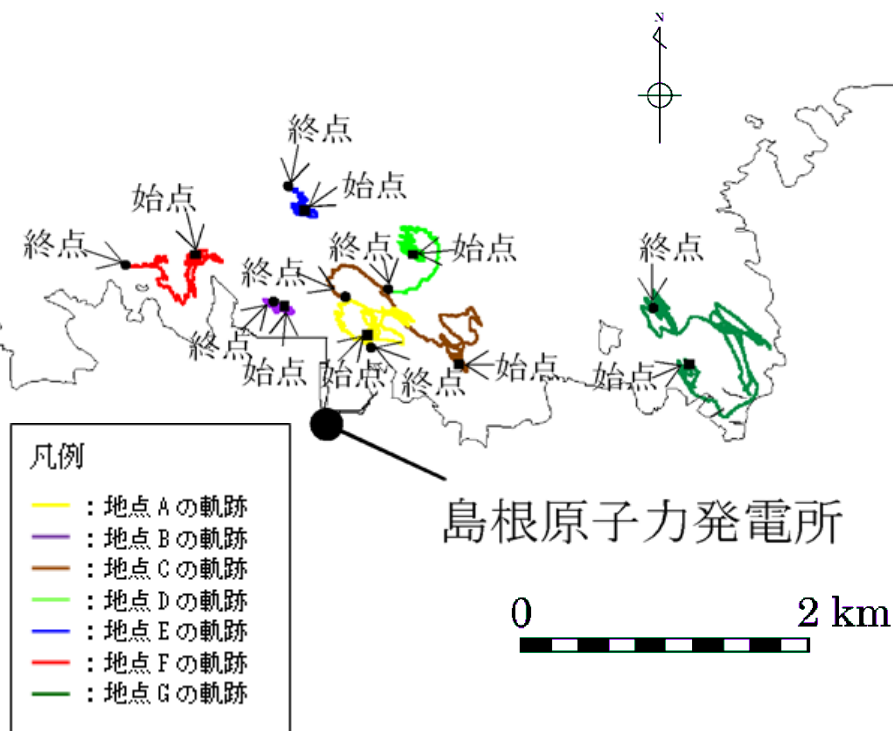
漂流物の到達可能性について

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2点（地点A,B）、1 km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について

漂流物の取水口へ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，取水口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確認されない。なお，港湾部はその形状から，押し波後はすぐに引き波に転じることから，発電所の港湾内に設置する取水口に漂流物は到達しないと評価。

	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 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 港湾部	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，港湾部はその形状から，押し波後はすぐに引き波に転じることから，発電所の港湾部に漂流物は到達しないと考えられる。	地震発生後約180～200分では，流速は最大9m/s程度と速いが，港湾部はその形状から，押し波後はすぐに引き波に転じることから，発電所の港湾部に漂流物は到達しないと考えられる。	地震発生後約200分以降は，流速が小さく移動量は小さい。また，港湾部はその形状から，押し波後はすぐに引き波に転じることから，発電所の港湾部に漂流物は到達しないと考えられる。
取水口 到達評価 結果	敷地周辺海域では，流れは主に北西・南東方向に変化しており，発電所への連続的な流れはなく流速も小さいことから，移動量も小さい。また，港湾部においては，その形状から，押し波後はすぐに引き波に転じることから，港湾内に設置する取水口に漂流物は到達しないと評価した。	敷地周辺海域では，流れは主に北西・南東方向に変化しており，発電所への連続的な流れはなく流速は2m/s程度であることから移動量も小さい。また，港湾部においては，その形状から，押し波後はすぐに引き波に転じることから，港湾内に設置する取水口に漂流物は到達しないと評価した。	敷地周辺海域では，流れは主に北西・南東方向に変化しており，発電所への連続的な流れはなく流速も小さいことから，移動量も小さい。また，港湾部においては，その形状から，押し波後はすぐに引き波に転じることから，港湾内に設置する取水口に漂流物は到達しないと評価した。

漂流物の到達可能性について

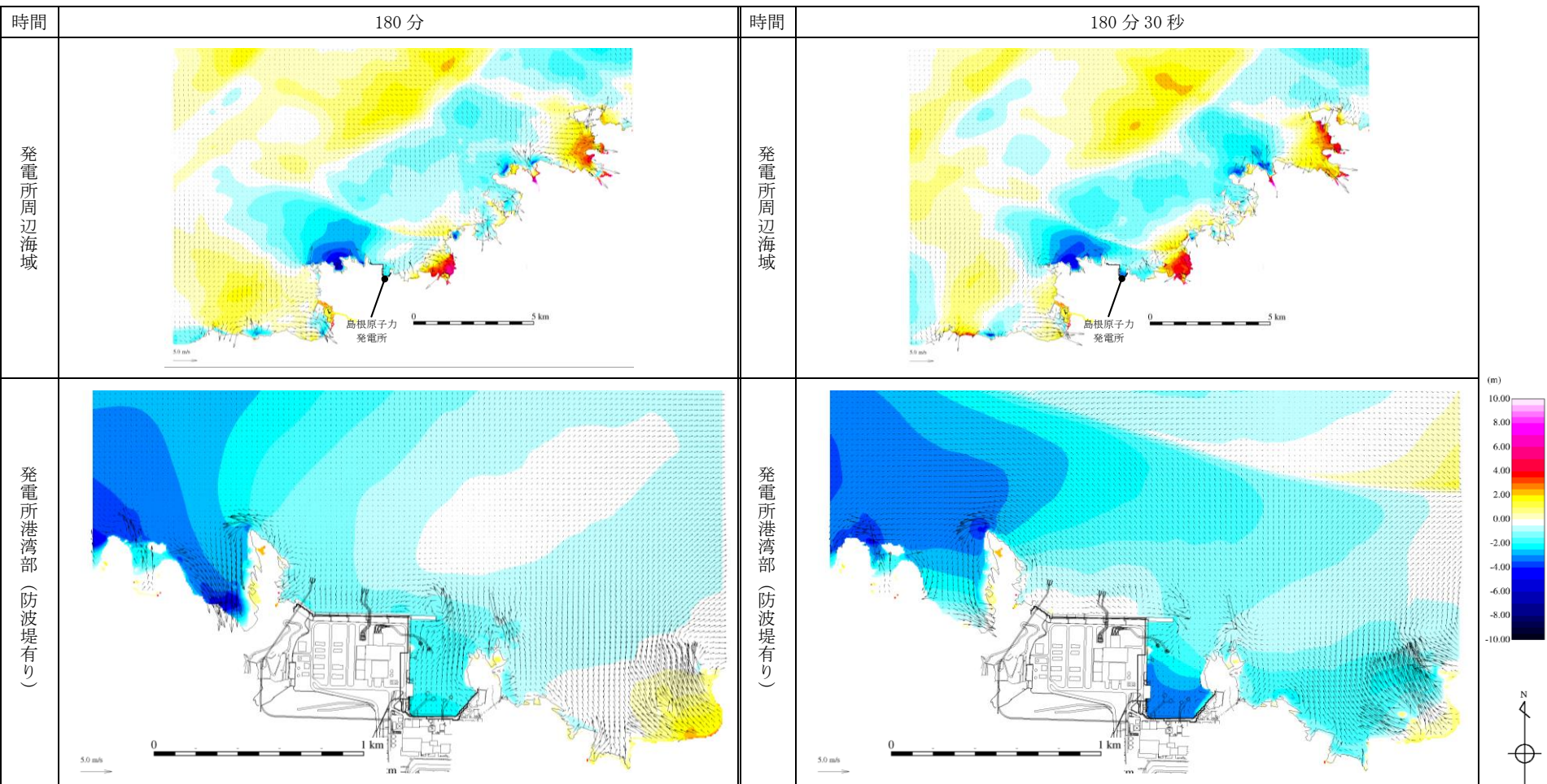
漂流物の津波防護施設への到達可能性評価結果

- 発電所周辺海域においては、取水口への到達可能性に示したとおり、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。
- 最大水位・流速を示す時間帯では、発電所方向への連続的な流れは確認されないものの流速が速く、津波防護施設への一時的な流れはあることから、3号炉北岸及び1号炉放水連絡通路近傍を航行し得る船舶については、港湾外に設置する津波防護施設へ到達する可能性があるものと評価。
- 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。
- 以上を踏まえ、防波壁等に対して衝突による影響評価を行う対象漂流物は、港湾内に入港する作業船及び発電所近傍を航行する可能性のある周辺漁港の漁船を対象とし、港湾外に設置する津波防護施設（3号炉北側防波壁、1号炉放水連絡通路防波扉）については、この中で最も重量が大きい総トン数19tの船舶を代表とし、港湾内に設置する津波防護施設（3号炉東防波壁、1、2号炉前面防波壁及び防波壁通路防波扉）については、港湾内に入港する作業船のうち最も重量が大きい総トン数10tの船舶を代表とする。

【別紙 1】漂流物の到達可能性について

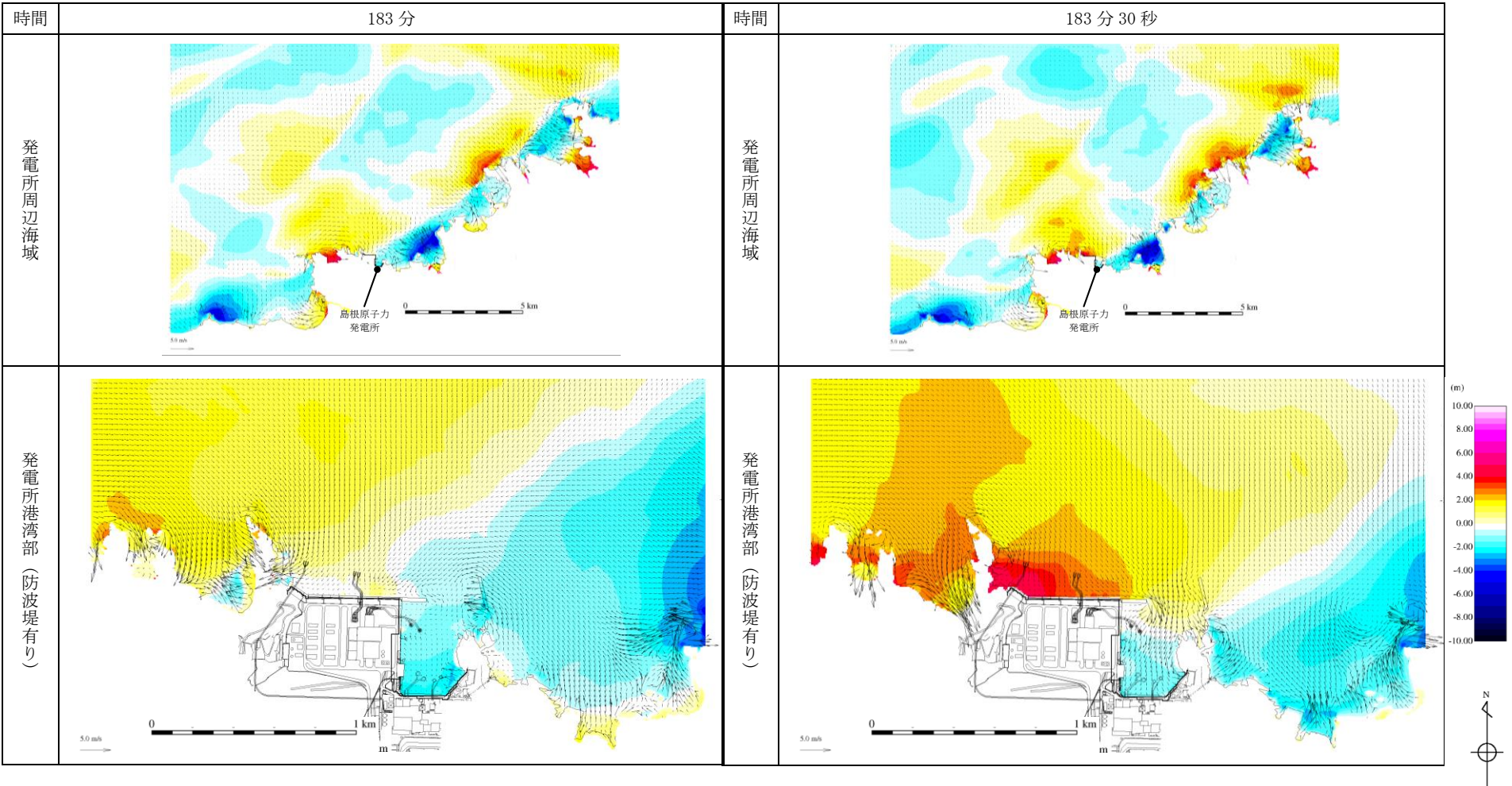
水位変動・流向ベクトル(1/7)

➤ 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。



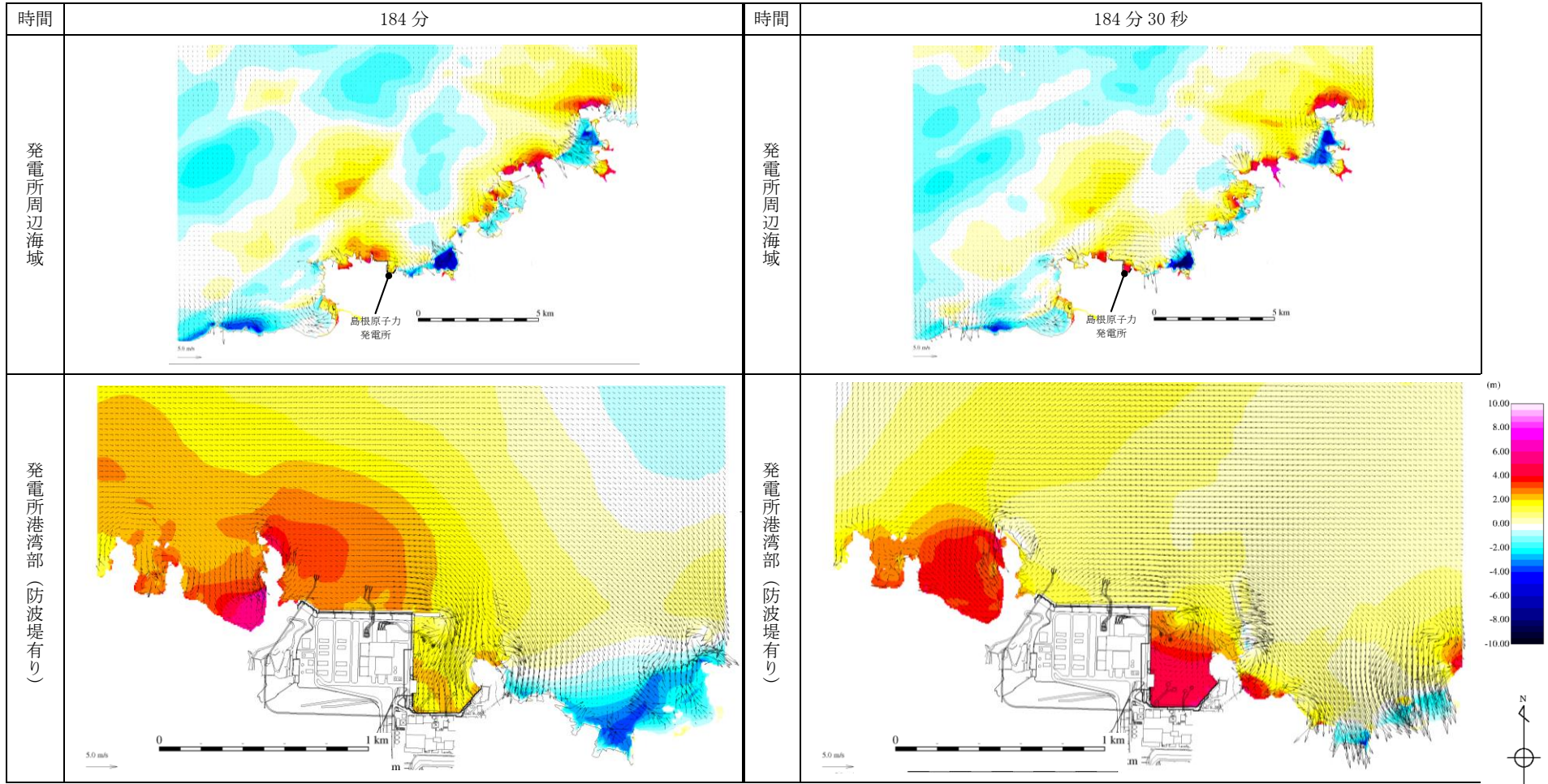
水位変動・流向ベクトル（基準津波 1（防波堤有り） 180分， 180分30秒）

【別紙 1】漂流物の到達可能性について 水位変動・流向ベクトル (2/7)



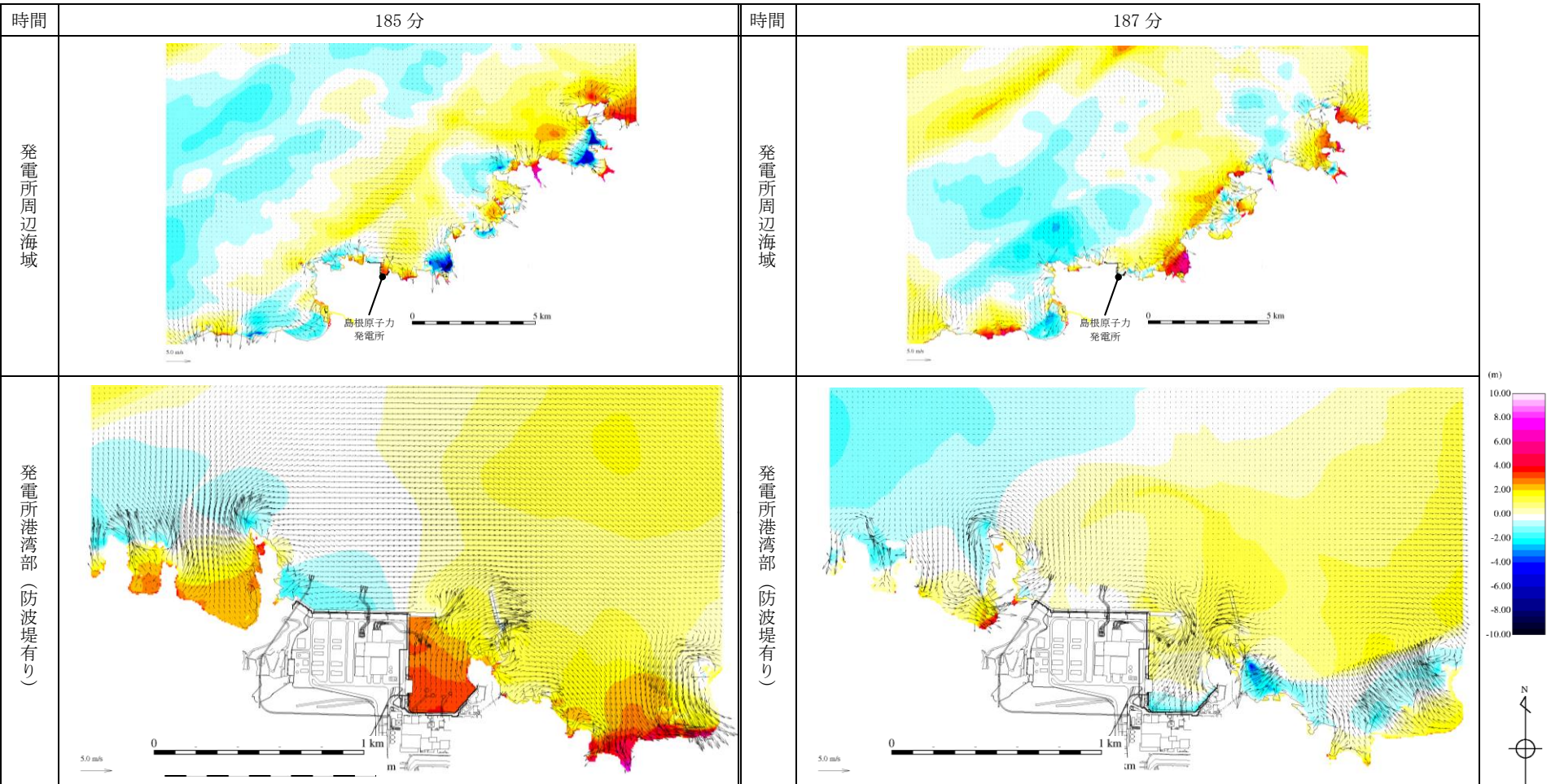
水位変動・流向ベクトル (基準津波 1 (防波堤有り) 183分, 183分30秒)

【別紙 1】漂流物の到達可能性について 水位変動・流向ベクトル (3/7)



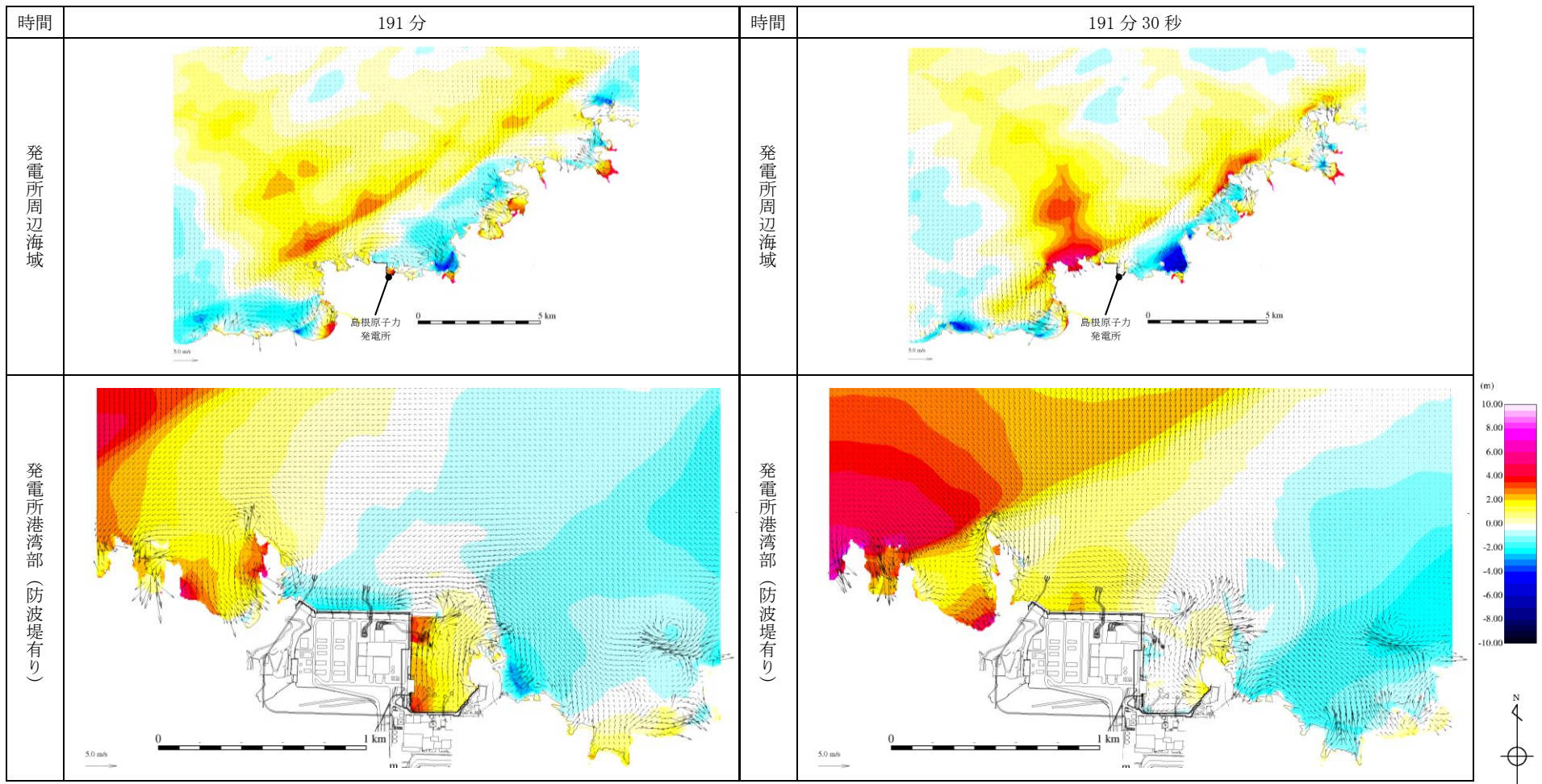
水位変動・流向ベクトル (基準津波 1 (防波堤有り) 184分, 184分30秒)

【別紙 1】漂流物の到達可能性について 水位変動・流向ベクトル (4/7)



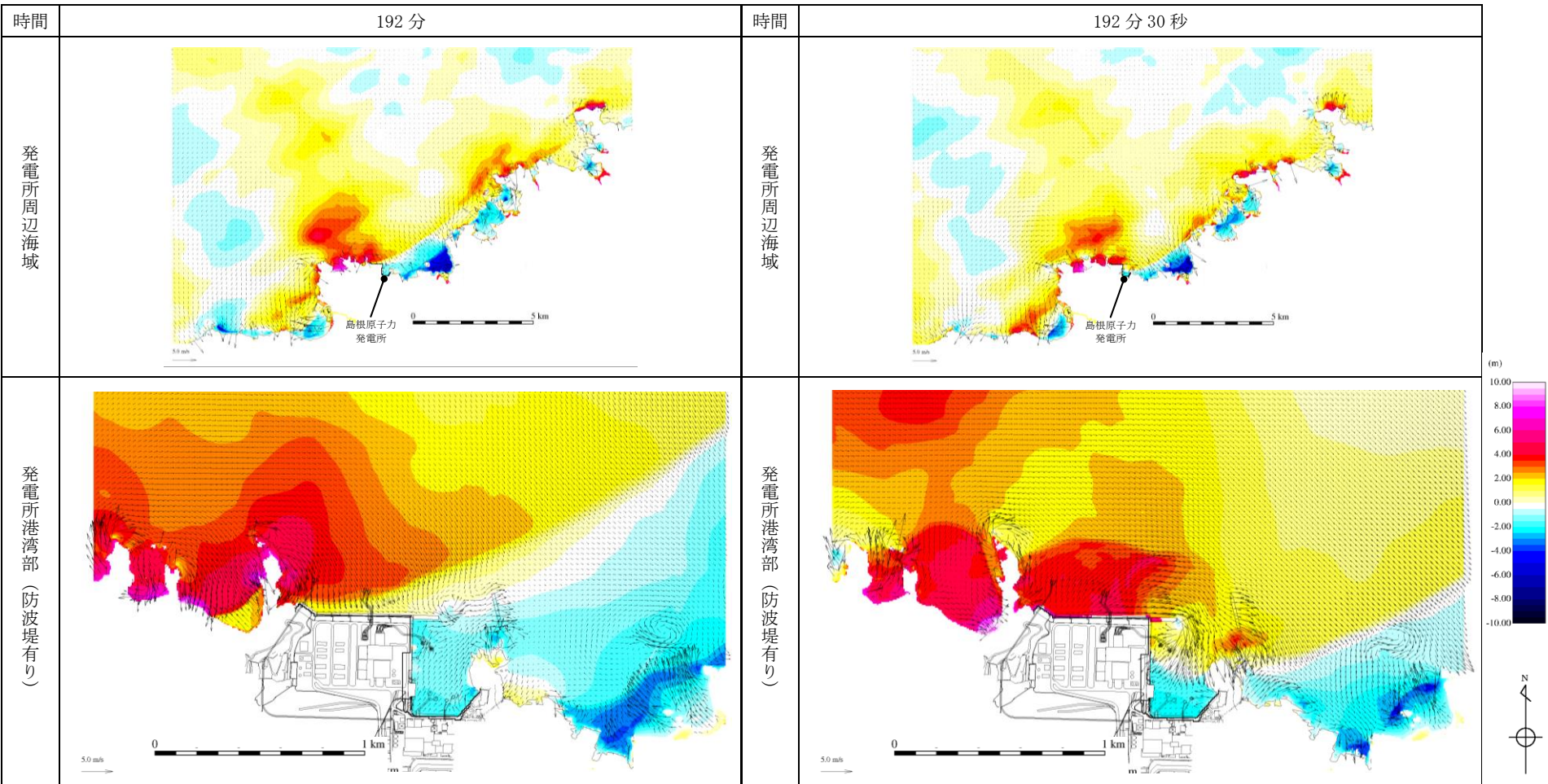
水位変動・流向ベクトル (基準津波 1 (防波堤有り) 185分, 187分)

【別紙 1】漂流物の到達可能性について 水位変動・流向ベクトル (5/7)



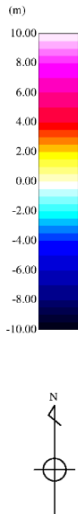
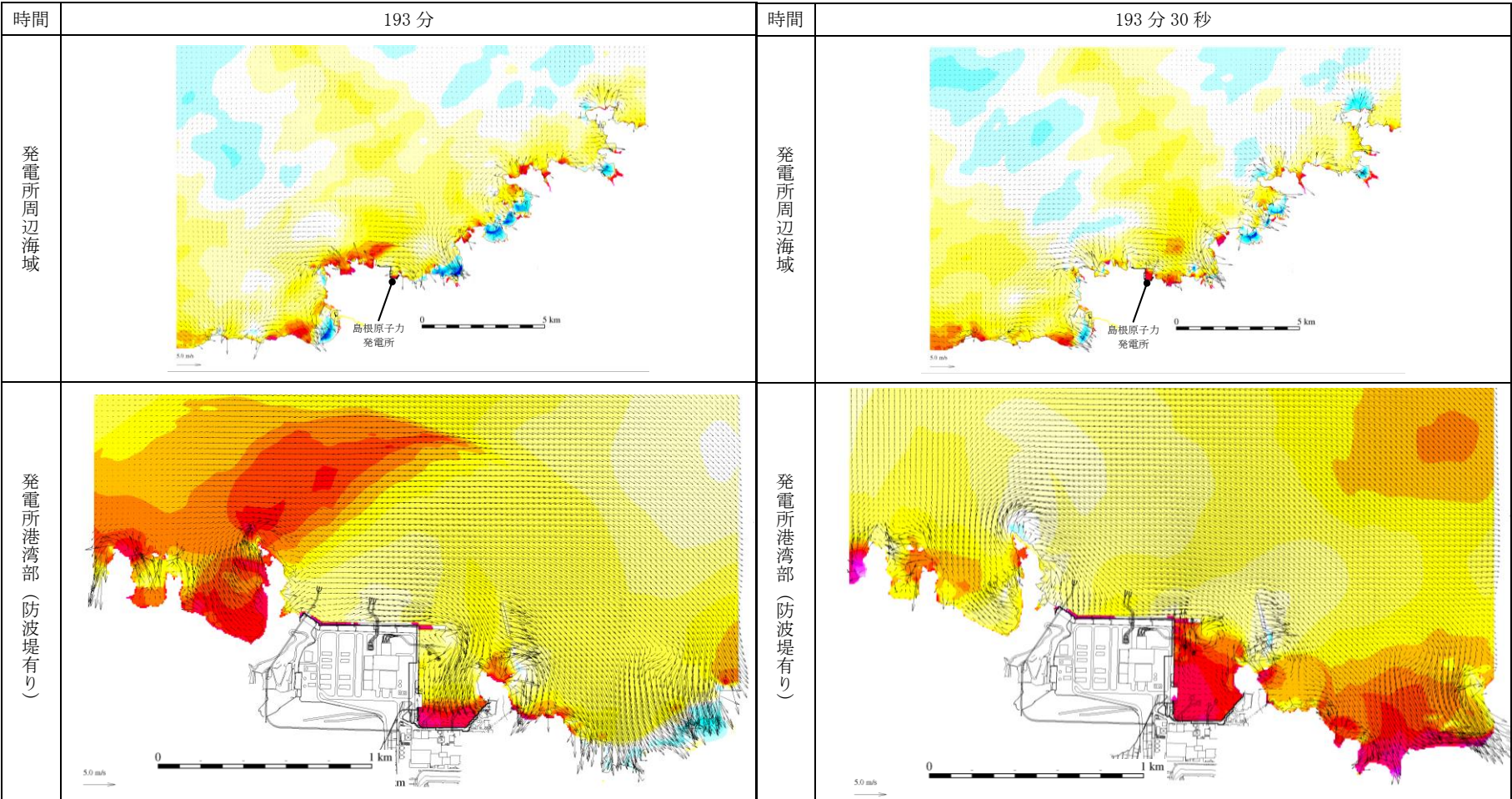
水位変動・流向ベクトル (基準津波 1 (防波堤有り) 191分, 191分30秒)

【別紙 1】漂流物の到達可能性について 水位変動・流向ベクトル (6/7)



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)

【別紙 1】漂流物の到達可能性について 水位変動・流向ベクトル (7/7)

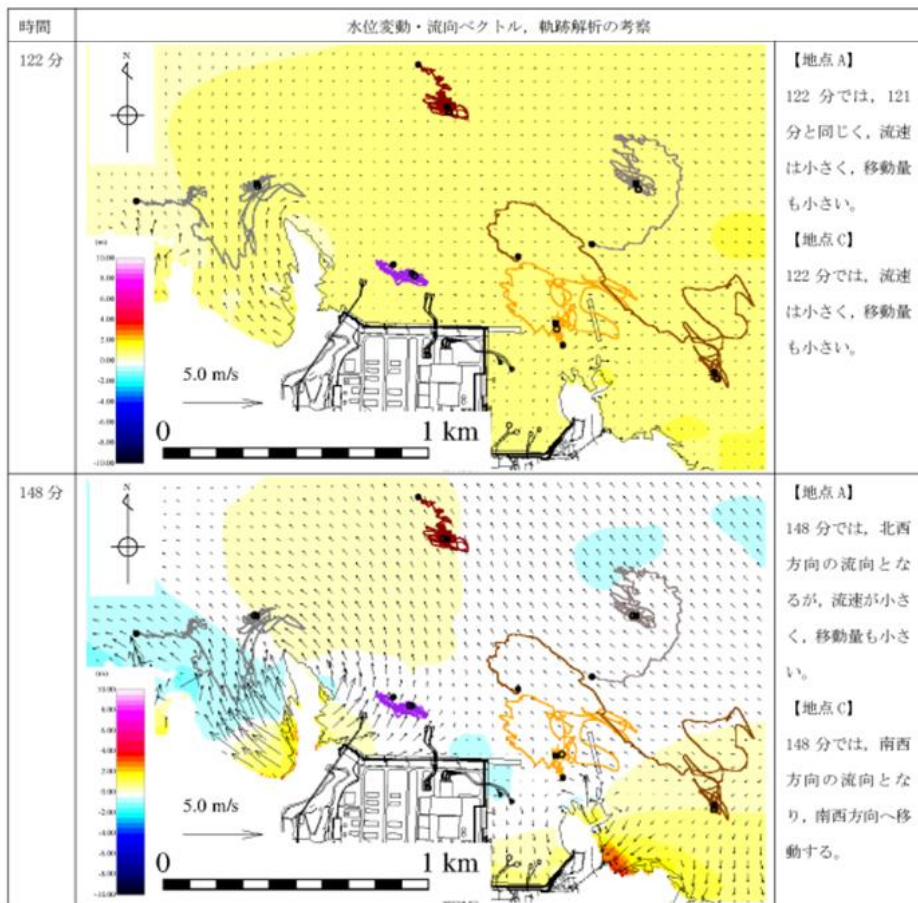


水位変動・流向ベクトル (基準津波 1 (防波堤有り) 193分, 193分30秒)

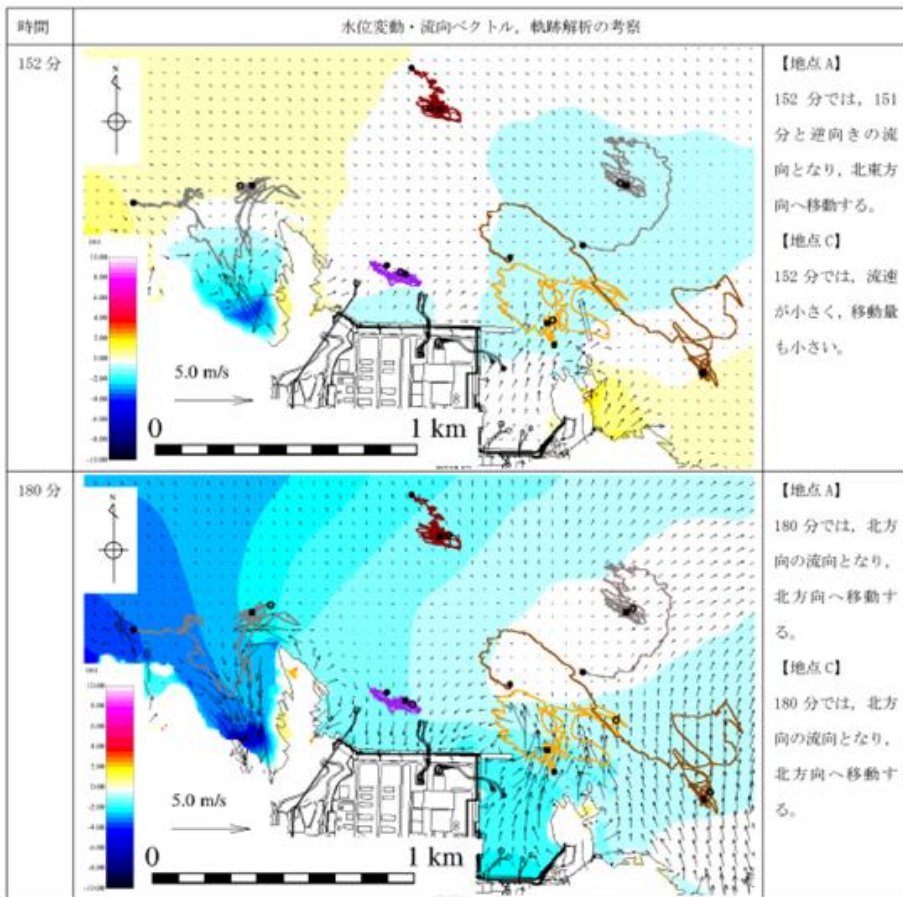
【別紙 2】漂流物の到達可能性について

軌跡解析の考察（最大水位・流速を示す時間帯以前）

➤ 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。



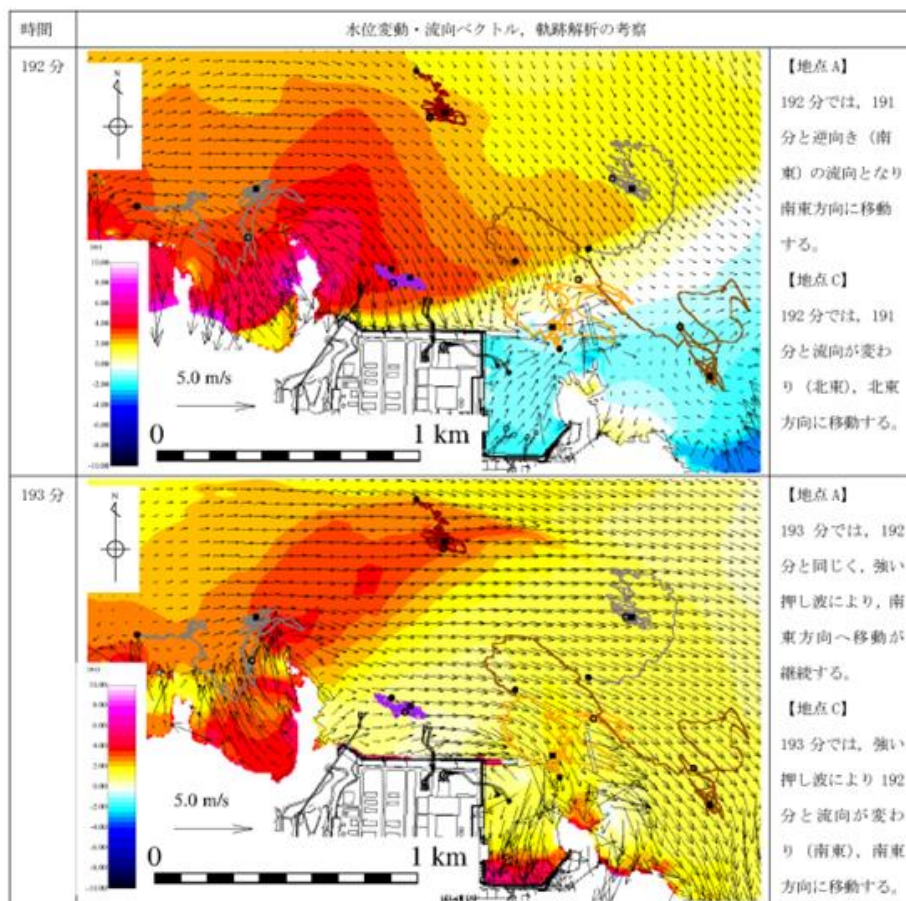
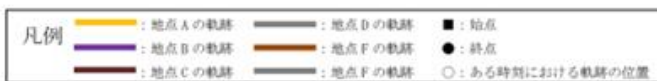
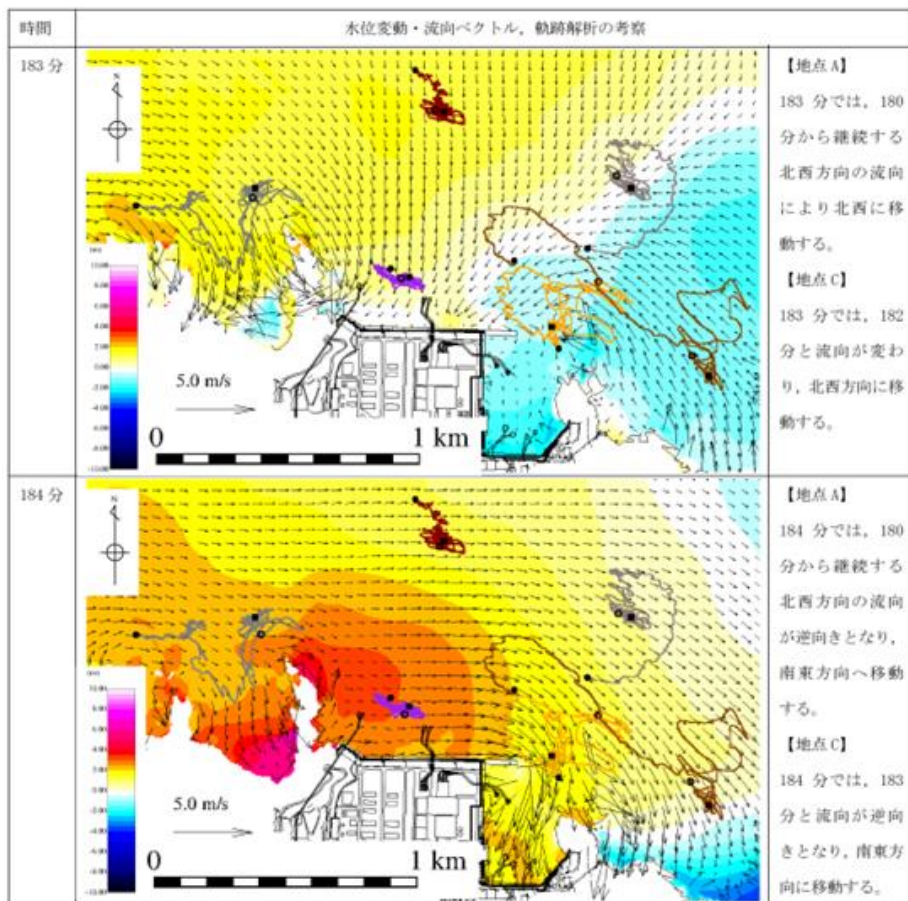
※153分から179分まで同様な傾向であり省略する。



【別紙 2】漂流物の到達可能性について

軌跡解析の考察（最大水位・流速を示す時間帯）

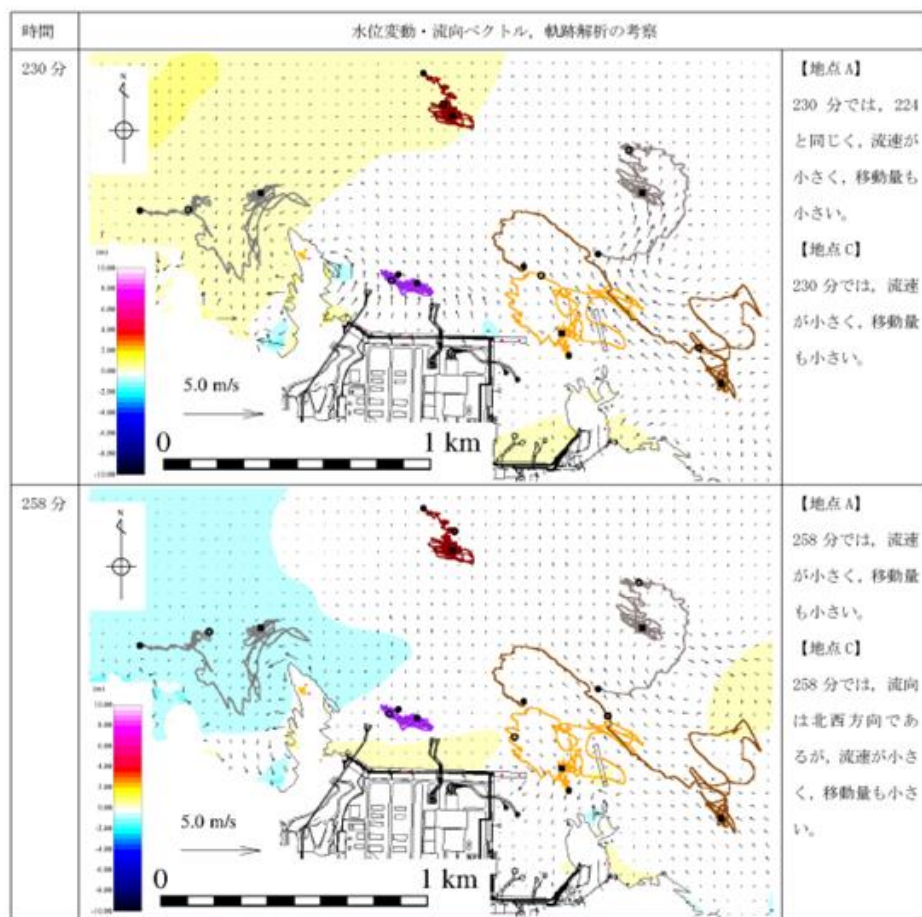
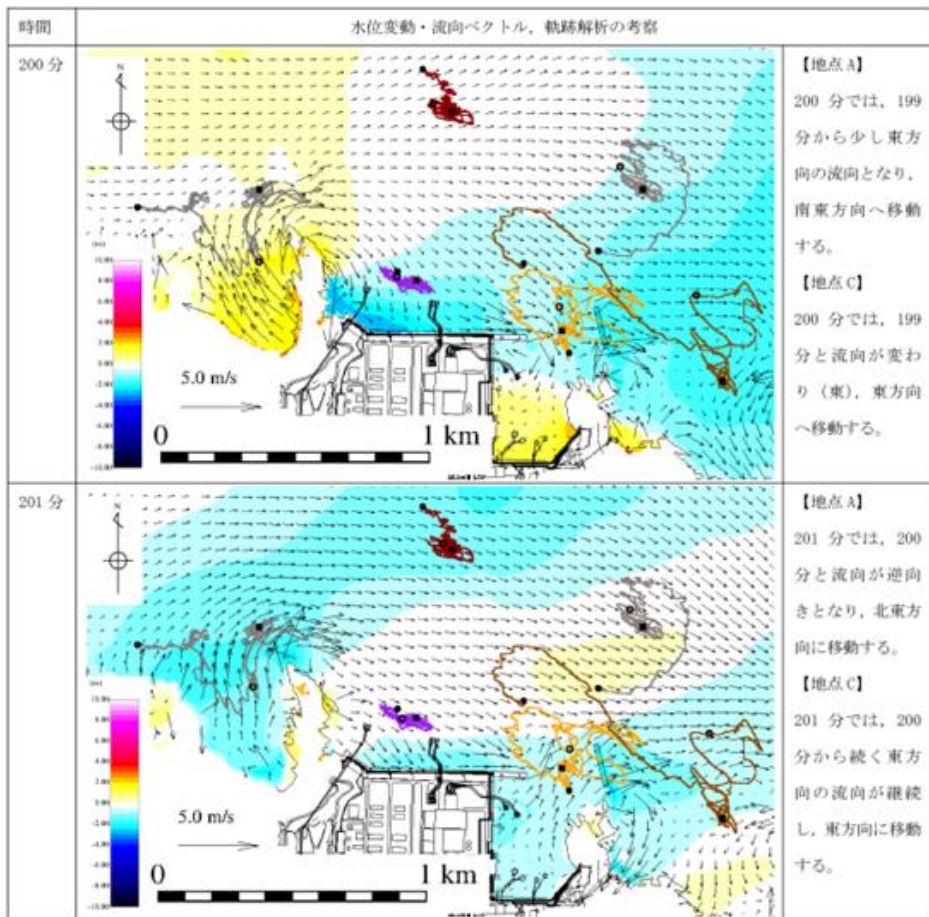
➤ 基準津波 1（防波堤有り）の最大水位・流速を示す時間帯の軌跡解析の考察の例を示す。



【別紙 2】漂流物の到達可能性について

軌跡解析の考察（最大水位・流速を示す時間帯以降）

➤ 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。



※231分から257分まで同様な傾向であり省略する。

