

## 9. 漂流物の評価(評価の概要)

- 津波によって発生する漂流物に対して、発電所への影響を評価する。
  - ・漂流物となる可能性のあるものを抽出し、発電所への到達の可能性を考慮して、発電所への影響を評価する。
  - ・防潮堤は、到達する可能性がある漂流物(漁船, 流木, 車両)の衝突を考慮して設計している。
  - ・漂流物(建物のガレキ等)が冷却用海水系の取水性へ影響を及ぼさないことを確認している。

▶発電所と周辺地域を調査し、漂流物となる可能性、発電所への到達の可能性を考慮して、漂流物を抽出\*④

抽出した漂流物: 漁船, 建物のガレキ等(防潮堤外側)  
足場板(防潮堤内側※)

※防潮堤内側の漂流物は、敷地に遡上する津波の評価において考慮する。

抽出した漂流物: 流木, 車両(防潮堤外側)  
流木, 車両(防潮堤内側※)

▶過去の被災事例を考慮して、防潮堤に到達する可能性のあるものを安全側に想定

○防潮堤や取水口に到達する可能性があるとした漂流物について、防潮堤等への衝突、冷却用海水系の取水性への影響を検討し、安全性が確保できることを確認した。

評価, 設計の内容

- 建物のガレキ等による冷却用海水系の取水性への影響(取水口の閉塞の可能性)を評価し、影響を及ぼさないことを確認
- 防潮堤外側については、漁船, 流木, 車両のうち、最大荷重となる車両が衝突することを想定した場合でも、防潮堤の健全性が確保できるように設計
- 防潮堤内側については、足場板, 流木, 車両のうち、最大荷重となる足場板が衝突することを想定した場合でも、健全性が確保できるように水密扉を設計

## 9. 漂流物の評価(漂流物となる可能性のあるものの抽出)

### ●津波によって漂流物となる可能性のあるものを調査

- ・基準津波の流向・流速及び津波が陸域に遡上する範囲を考慮して、**東海第二発電所から半径5kmの範囲**を対象に漂流物となる可能性のあるものを調査し、漂流物となる可能性のあるものを抽出
- ・**発電所周辺の港湾(茨城港日立港区, 茨城港常陸那珂港区)**、工場及び研究施設を含めて調査



調査範囲は、津波のシミュレーション結果を踏まえて、津波の流向・流速から、漂流物が発電所へ向かって移動する可能性のある距離を評価した結果が約3.6kmとなったことから、漂流物の移動距離より大きくなるように設定し、**発電所から半径5kmの範囲**とした。

【漂流物調査範囲図】

: 調査範囲(基準津波の遡上域を包絡した範囲)

調査の結果、漂流物となる可能性のあるものとして、船舶、建物、設備等を抽出。主な漂流物となる可能性のあるものは以下のとおり。

#### 発電所敷地内

- 船舶
  - ・燃料等輸送船, 作業台船等
- 建物類
  - ・プラント設備の建物(鉄筋コンクリート造)
  - ・事務所等(鉄筋コンクリート造, 鉄骨造)
- 設備類
  - ・プラント設備(配管, 弁, クレーン等), 資機材類
- その他
  - ・車両, 植生等

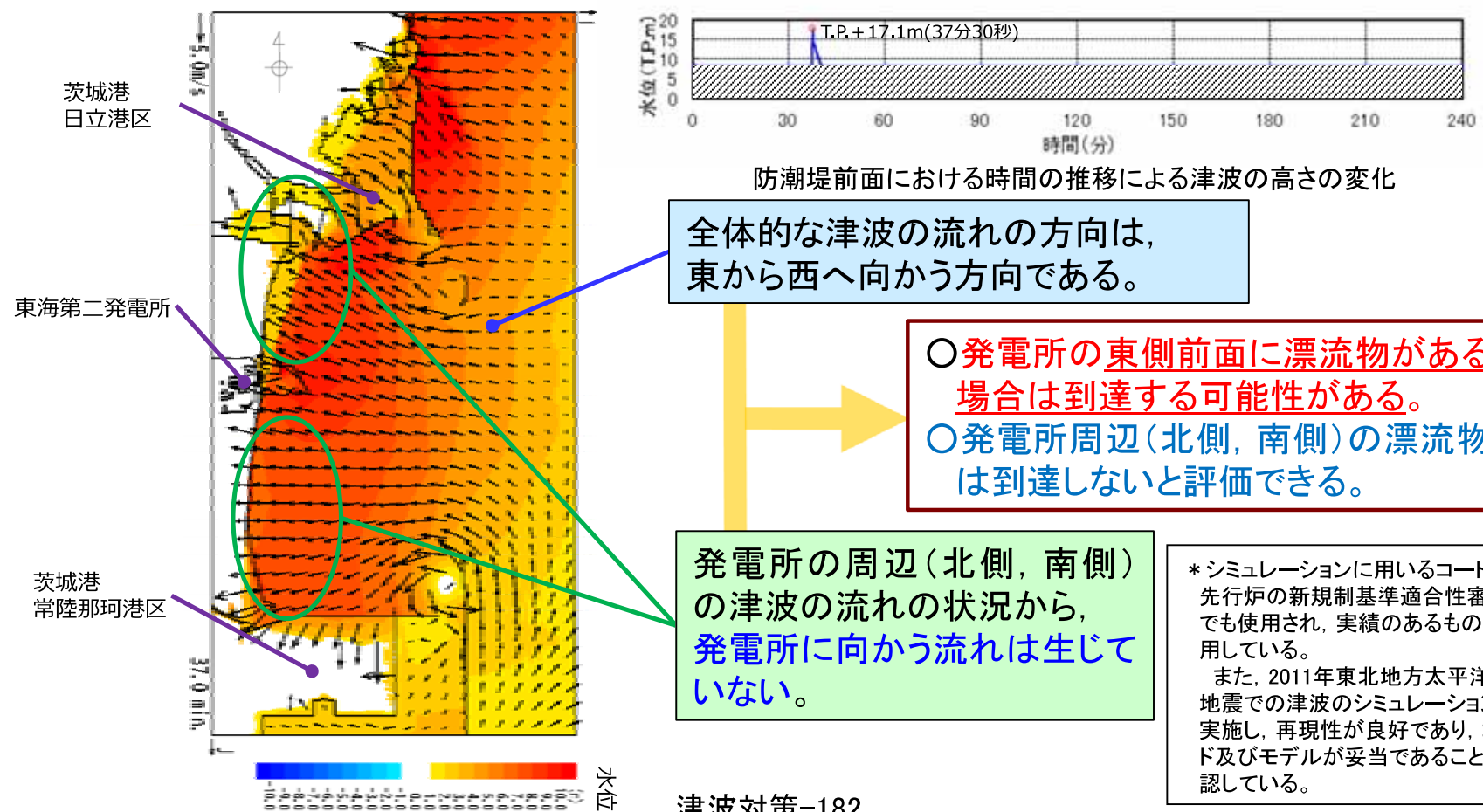
#### 発電所敷地外

- 船舶
  - ・漁船, 大型船(貨物船等)
- 建物類
  - ・商業施設, 公共施設, 倉庫等(鉄筋コンクリート造, 鉄骨造)
  - ・プラント・工場設備の建物(鉄筋コンクリート造, 鉄骨造)
  - ・家屋
- 設備類
  - ・プラント・工場設備(大型タンク, 配管, 弁, クレーン等)
  - ・資機材類
- その他
  - ・車両, 植生等

## 9. 漂流物の評価(津波の流況の確認)

### ●津波の流況を確認し、漂流物の発電所への到達の可能性を評価する。

- ・漂流物は津波の流れに沿って漂流することを踏まえ、基準津波の流れの状況をシミュレーション\*により解析し、発電所への到達の可能性を評価する。
- ・ここでは、基準津波が発電所に襲来する際の押し波の様子を示す。
- ・津波の流況から、発電所の東側前面に漂流物がある場合は到達する可能性があるが、北側及び南側からは到達しないと評価できる。

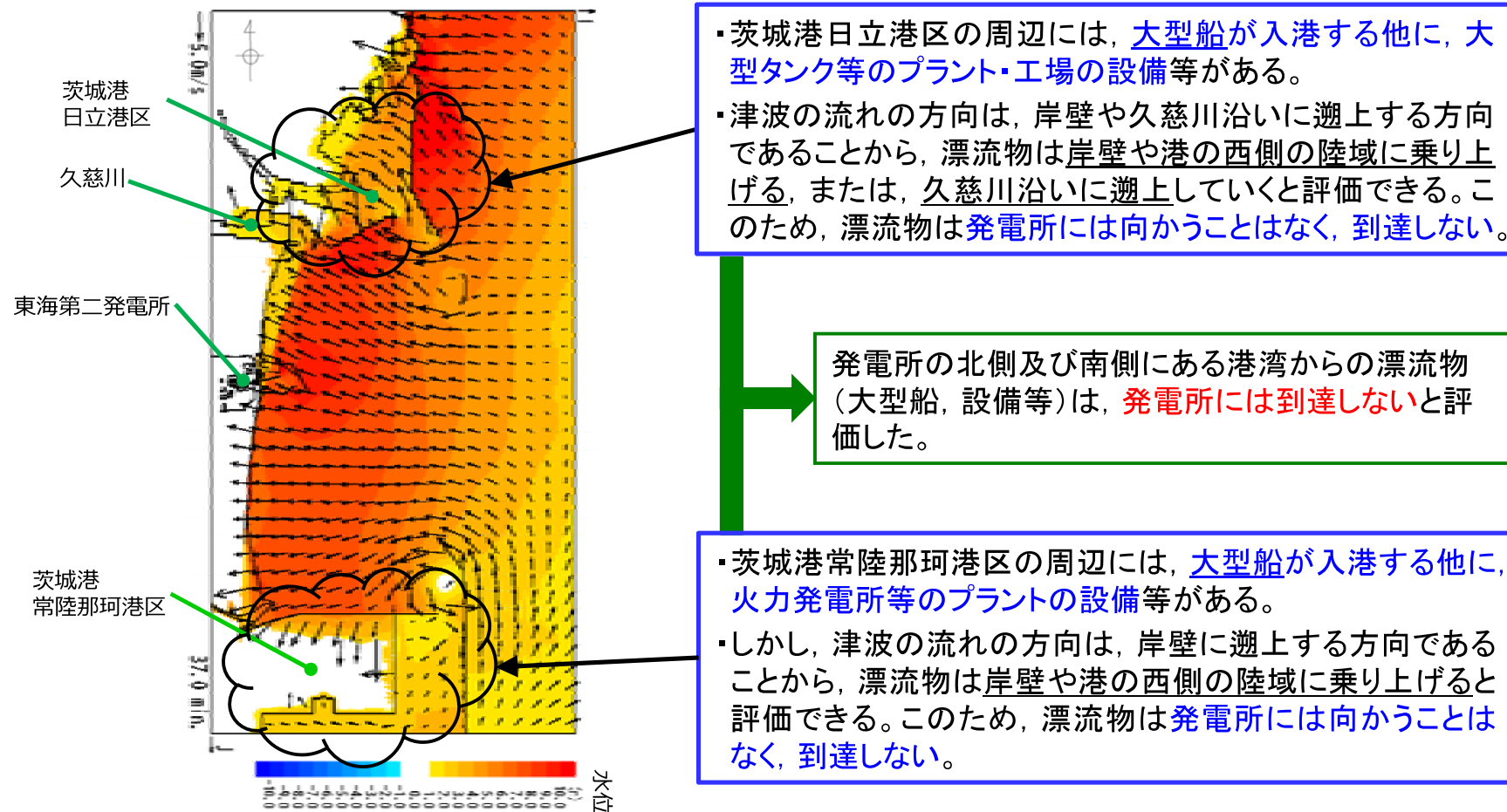


## 9. 漂流物の評価(発電所への到達の可能性の評価(1/2))



### ●津波によって発生する漂流物が発電所へ到達する可能性を評価する。

- ・漂流物となる可能性のあるものの調査結果及び津波の流況確認から、発電所へ到達する可能性のある漂流物を抽出する。
- ・敷地周辺の漂流物は、**発電所には到達しない**と評価した。

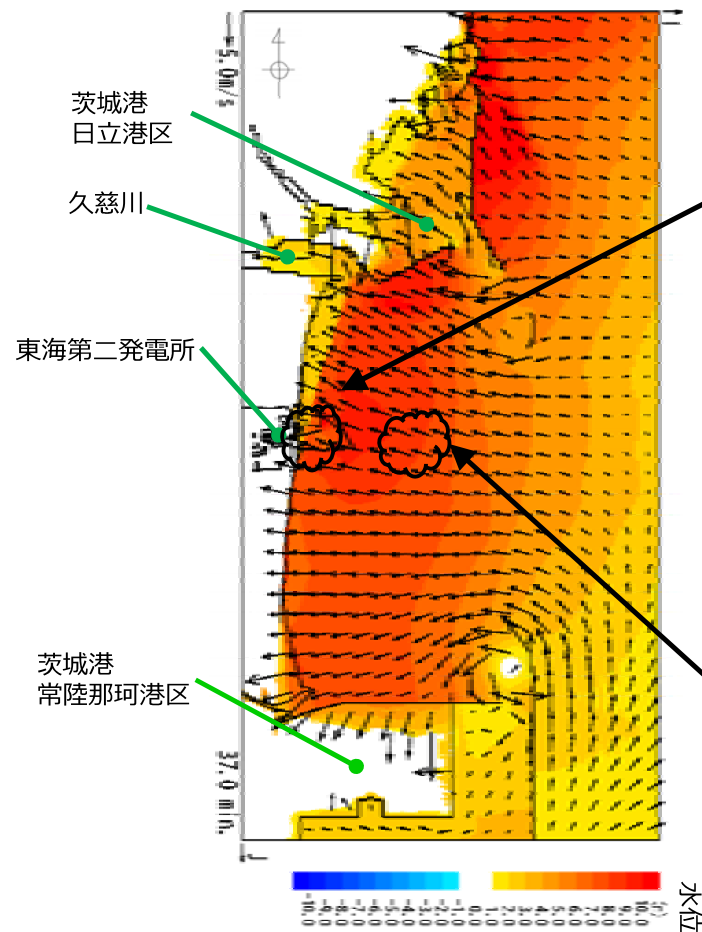


## 9. 漂流物の評価(発電所への到達の可能性の評価(2/2))



### ●津波によって発生する漂流物が発電所へ到達する可能性を評価する。

- ・漂流物となる可能性のあるものの調査結果及び津波の流況確認から、発電所へ到達する可能性のある漂流物を抽出する。
- ・**漁船及び建屋のガレキ等が到達する可能性がある**と評価した。



- ・発電所の海沿いには、建屋等の構造物がある。
- ・建屋等の構造物は、取水口の近傍にもあり、津波の押し波・引き波によって、**建屋のガレキ等が取水口に到達する可能性がある**。

\* 使用済燃料乾式貯蔵建屋評価では大型の作業台船(50t)が運用廃止する以前の評価をしており漂流物として保守的な想定のためそのまま採用したが、原則として緊急離岸する大型船等は評価対象から排除できる

発電所に到達する可能性のある漂流物のうち、**最も質量が大きい漁船が防潮堤に衝突することを考慮する。**  
(その他に、過去の被災事例から、流木・車両についても防潮堤への衝突を考慮する。)

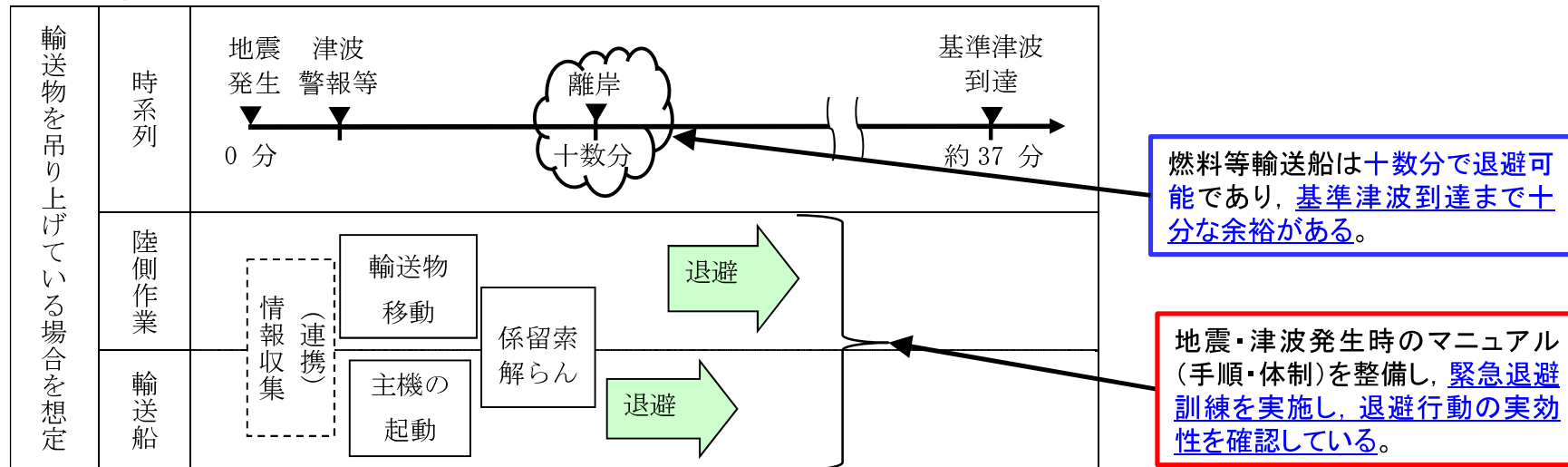
- ・発電所の東側の比較的近い海域では、漁船が操業する可能性がある。
- ・津波の流れ方向は西向きであるため、**漁船が防潮堤に到達する可能性がある**。

## 9. 漂流物の評価(発電所の港湾に入港する船舶の評価)



- 東海第二発電所の港湾には、燃料等輸送船、浚渫(しゅんせつ)船、貨物船等が入港するが、緊急退避又は係留避泊(けいりゅうひはく)等の措置により漂流物とはならないことから、取水口及び防潮堤へは到達しない。
  - ・燃料等輸送船は、津波警報等の発表時には、緊急退避を行うこととしており、2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえ、輸送に先立ち、マニュアルを整備している。
  - ・当社は、当社と船会社間の連絡体制を整備するとともに、地震・津波発生時のマニュアルを整備し、整備した手順・体制に沿った緊急退避訓練を輸送船の船員及び荷役担当者が参加して実施し、退避行動の実効性を確認している。
  - ・退避までに最も時間を要する燃料等輸送船が荷役中(輸送物吊り上げ中)に津波が発生した場合においても、これまでの緊急退避訓練の実績より、緊急離岸が可能となる時間は地震発生後十数分であり、基準津波の到達時間である約37分後までに港外に退避することが可能である。
  - ・浚渫(しゅんせつ)船、貨物船等は、入港前に、緊急退避、係留避泊(けいりゅうひはく)又は陸上避難の手順及び体制が整備され、実効性のある措置であることを確認したうえで入港させるため、漂流物とはならない。
  - ・港外では、港内で生じるような複雑な流れではなく、比較的長周期で波長が長くなっていることから、比較的大型の船舶については適切な操船により津波を乗り越えることが可能な状況であり、漂流物とはならない。
  - ・防潮堤の健全性に影響を与えないような比較的小型の船舶については、係留強化又は陸上避難の措置をとる場合がある。

<燃料等輸送船の緊急退避のタイムチャート>



## 9. 漂流物の評価(大型船舶に対する評価のまとめ)

### ○敷地内(東海港)

敷地内に入港する船舶は、漂流物とならないように以下のとおり運用・管理を確実に実施していく。(当社の管理)

- ▶燃料等輸送船は、津波警報等の発表時には、緊急退避を行うこととしており、2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえ、輸送に先立ち、マニュアルを整備している。
- ▶当社は、当社と船会社間の連絡体制を整備するとともに、地震・津波発生時のマニュアルを整備し、緊急退避訓練を実施し、退避行動の実効性を確認している。
- ▶退避までに最も時間を要する燃料等輸送船が荷役中(輸送物吊り上げ中)に津波が発生した場合においても、これまでの緊急退避訓練の実績より、緊急離岸が可能となる時間は地震発生後十数分であり、基準津波の到達時間である約37分までに緊急退避が可能である。
- ▶浚渫(しゅんせつ)船、貨物船等については、入港前に、緊急退避、係留避泊(けいりゅうひはく)又は陸上避難の手順及び体制を整備され、津波が到達するまでに、当社がいずれかの措置について、実効性がある措置であることを確認したうえで入港させるため、漂流物とはならない。

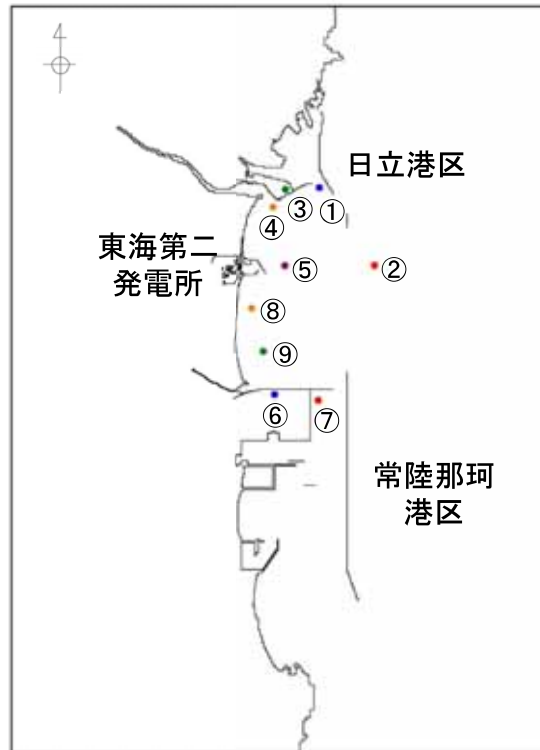
### ○敷地外(茨城港日立港区, 茨城港常陸那珂港区)

敷地外の港湾に入港する船舶は、安全性及び防災の観点から漂流物とならないような措置をする運用(他事業者の管理)となっているが、万が一、漂流した場合についても評価し、発電所への影響がないことを確認している。

- ▶茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区に入港している大型船舶は、緊急退避又は係留避泊(けいりゅうひはく)の措置を行うとされていることから、漂流物にはならないと評価できる。
- ▶万が一、大型船舶が津波により漂流することを想定した場合にあっても、津波の流況(流向)から、停泊地近傍で漂流するか港湾近傍の陸域に座礁するため、発電所には到達しないと評価できる。
- ▶茨城港日立港区への入港・出港の際に発電所東側海域を通過するが、比較的大型の船舶は適切な操船により津波を乗り越えることが可能であり、漂流物とはならない。万が一、津波により漂流することを想定した場合にあっても、津波の流況(流向)から、航行している場所の近傍で漂流するため、発電所には到達しないと評価できる。
- ▶船舶は荒天時は、安全性及び災害防止の観点から、係留避泊(けいりゅうひはく)・安全な海域に避難する等の措置を講じることから、漂流しない。万が一、係留避泊(けいりゅうひはく)又は海域に避難し停泊している時に、大型船舶が津波により漂流することを想定した場合にあっても、津波の流況(流向)から、停泊地近傍で漂流するか港湾近傍の陸域に座礁するため、発電所には到達しないと評価できる。

## 9. 漂流物の評価(漂流物の軌跡の確認(1/2))

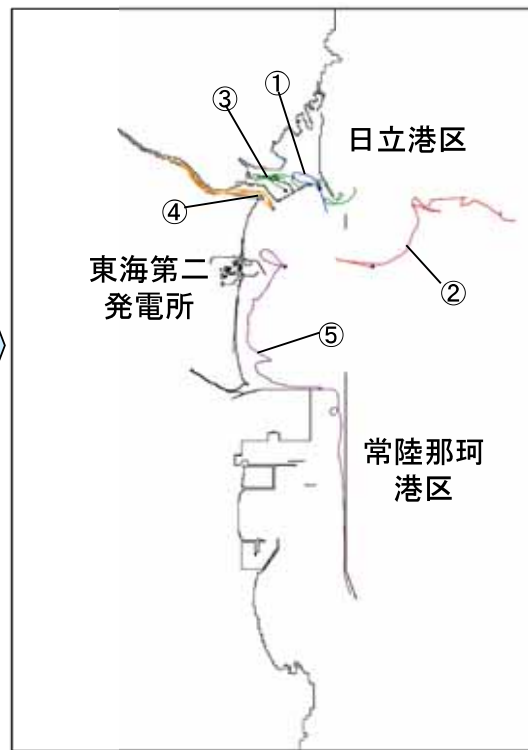
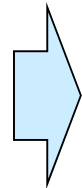
- 発電所の周辺地域に漂流物を想定して、基準津波を用いた漂流物の軌跡を解析し、**発電所への影響はないことを確認**している。(発電所及び周辺施設に防波堤がある場合)
  - ・津波の流況の分析による評価に加えて、水粒子の軌跡を解析した。
  - ・漂流物の軌跡は、発電所には向かう傾向とはなっておらず、津波の流況の分析による評価と同じ傾向を示している。



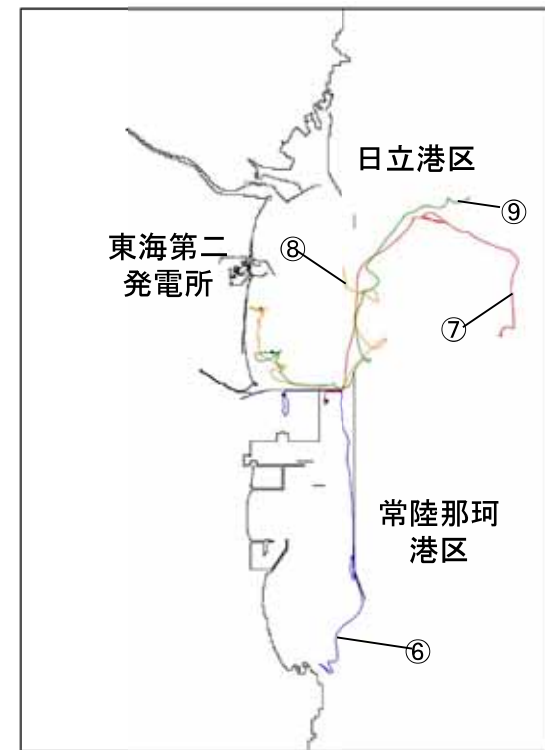
評価点(9地点)の初期配置図

海水の流れにより、それぞれの箇所に設定した漂流物がたどる軌跡を解析\*する。

\*解析は、津波の流況等の模擬に用いた数値シミュレーションの解析データにより、体積及び質量を持たない水粒子の軌跡を描いたシミュレーションであり、津波を引き起こす地震の発生から、津波が収まる時間(240分後)までの間で実施する。実際の漂流物は、慣性力や抵抗を受ける影響により、津波の流速より緩慢な動きとなる。これに比べて、水粒子は、津波と同じ挙動で移動し、より鋭敏な動きとなる。



①～⑤の軌跡(防波堤あり)



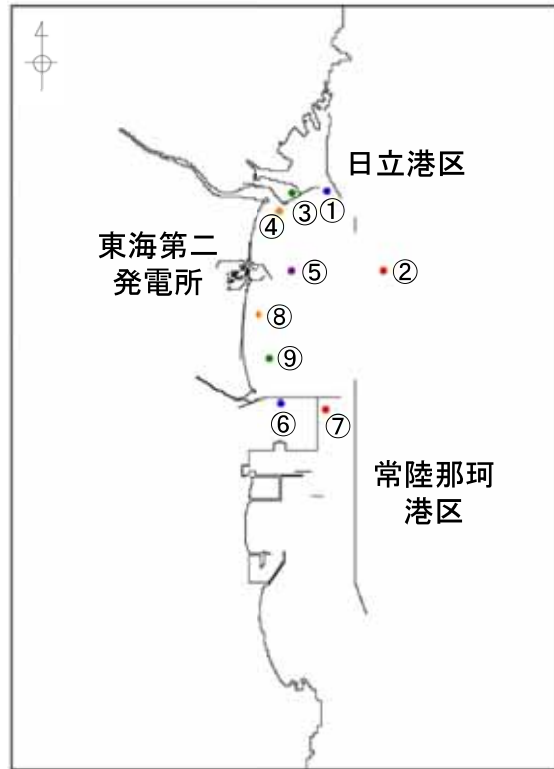
⑥～⑨の軌跡(防波堤あり)

- ・発電所周辺に漂流物があつたとしても、初期地点の近傍に留まるか、あるいは、発電所から離れていく傾向となった。
- ・軌跡の解析の結果からは、漁船が発電所の東側で操業する可能性を想定して設定した⑤についても、発電所に到達しない結果となったが、津波の流況を踏まえて評価した結果を考慮し、安全側に漁船が防潮堤に衝突することを想定して設計している。



## 9. 漂流物の評価(漂流物の軌跡の確認(2/2))

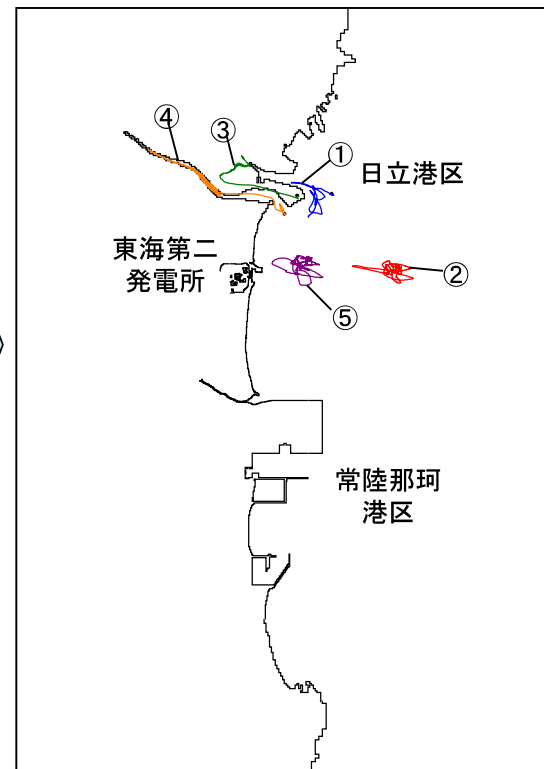
- 発電所の周辺地域に漂流物を想定して、基準津波を用いた漂流物の軌跡を解析し、**発電所への影響はないことを確認**している。(発電所及び周辺施設に防波堤がない場合)



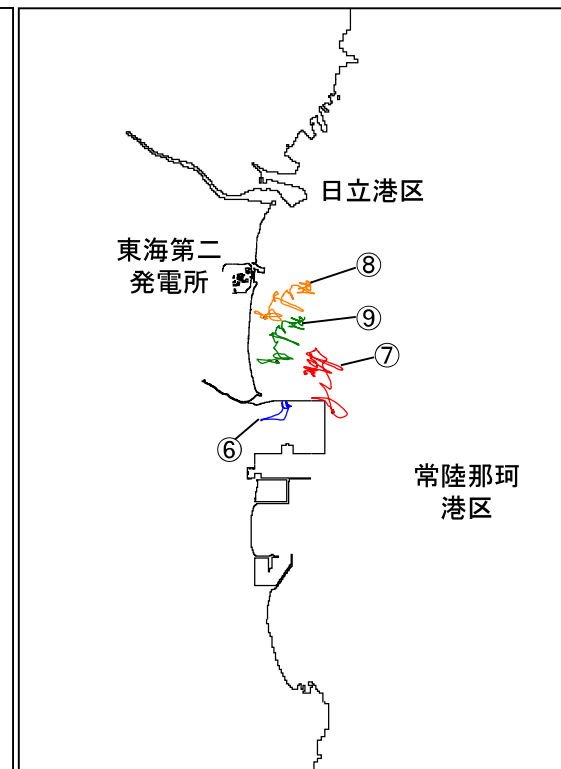
評価点(9地点)の初期配置図

海水の流れにより、それぞれの箇所に設定した漂流物がたどる軌跡を解析\*する。

\*解析は、津波の流況等の模擬に用いた数値シミュレーションの解析データにより、体積及び質量を持たない水粒子の軌跡を描いたシミュレーションであり、津波を引き起こす地震の発生から、津波が収まる時間(240分後)までの間で実施する。実際の漂流物は、慣性力や抵抗を受ける影響により、津波の流速より緩慢な動きとなる。これに比べて、水粒子は、津波と同じ挙動で移動し、より鋭敏な動きとなる。



①～⑤の軌跡(防波堤なし)



⑥～⑨の軌跡(防波堤なし)

- ・防波堤がない場合は津波の流況については、防波堤の影響を受けないので、防波堤近傍に乱れた流れが生じにくい状況となっている。
- ・このため、漂流物は、押し波と引き波の影響により、**初期地点の近傍を往復するような軌跡となる傾向が強まっている。**

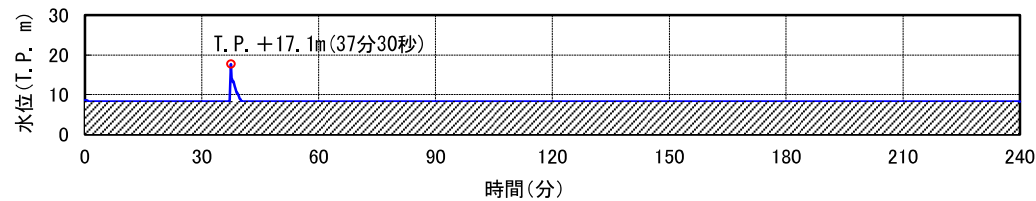
## 9. 漂流物の評価

(基準津波と敷地に遡上する津波の比較(時間の推移による津波高さ))

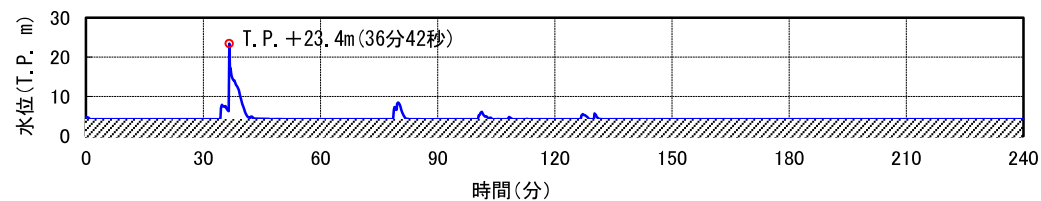


### ● 基準津波と敷地に遡上する津波の時間の推移による津波の高さの変化を比較した。

- ・防潮堤前面における津波高さで時間の推移による変化を比較した。
- ・基準津波, 敷地に遡上する津波とも, 37分前後に最大の高さとなる津波が襲来し, 時間の経過とともに収まっている。
- ・基準津波, 敷地に遡上する津波とも, 時間の推移による津波高さの変化は同じ傾向となっている。



基準津波



敷地に遡上する津波

防潮堤前面における時間の推移による津波の高さの変化

## 9. 漂流物の評価(基準津波と敷地に遡上する津波の比較(流況の比較))



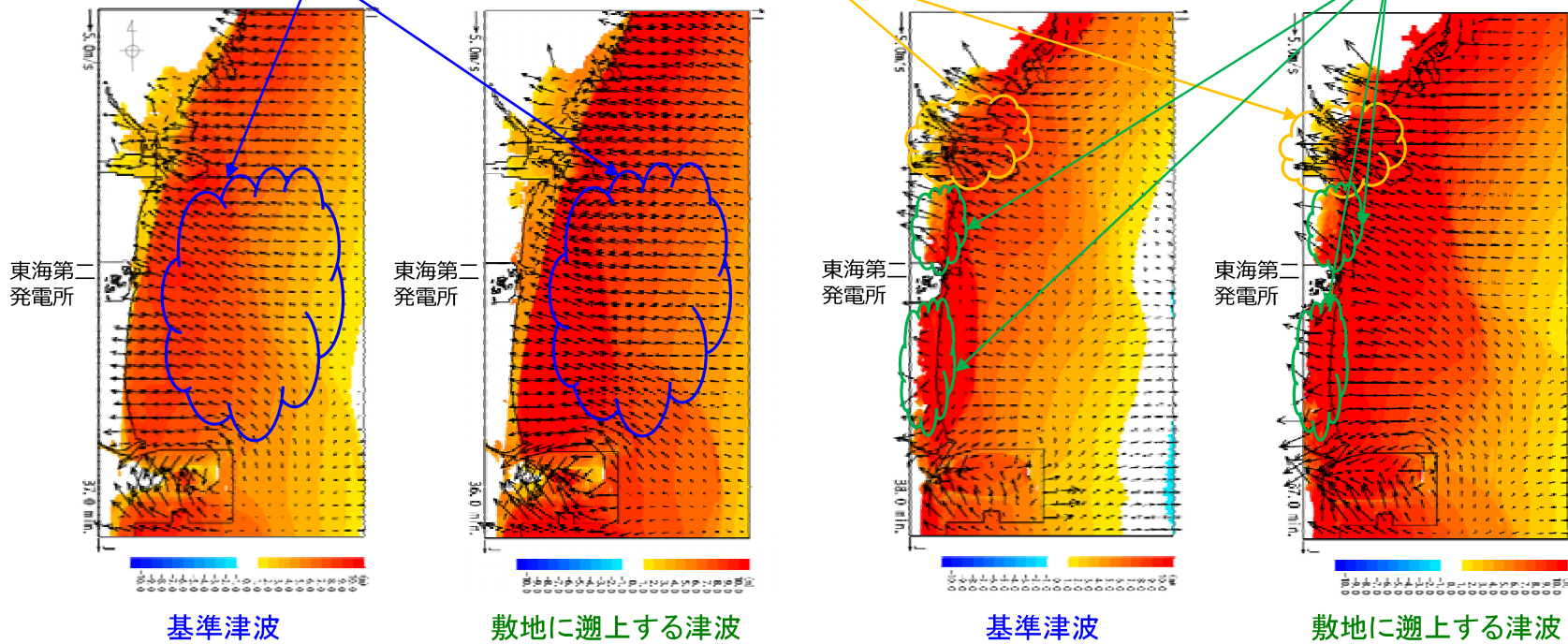
### ●基準津波と敷地に遡上する津波の流況を比較した。

- ・津波が発電所へ襲来する時は、基準津波、敷地に遡上する津波とも全体的に東から西へ向かう流れとなっている。
- ・発電所の周辺で陸域に遡上した津波は、基準津波、敷地に遡上する津波とも地形の高低の影響を受けながら進行するが、**発電所に向かうような流れにはなっていない。**
- ・茨城港日立港区周辺では、基準津波、敷地に遡上する津波とも**久慈川沿いに遡上していく流れ**となっている。
- ・**基準津波、敷地に遡上する津波とも同じ傾向の流況となっており、漂流物の挙動も同じ傾向になると評価できる。**

全体的な津波の流れの方向は、**東から西へ向かう方向**である。

茨城港日立港区周辺は、**久慈川沿いに遡上していく流れ**となっている。

発電所の周辺(北側、南側)の津波の流れの状況から、**発電所に向かう流れは生じていない。**



津波が襲来するときの状況

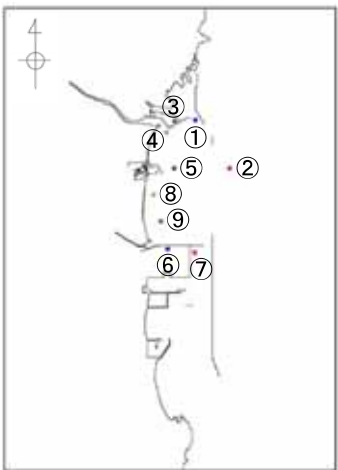
陸域に遡上するときの状況

注: 敷地に遡上する津波は、防波堤がない状態で、防潮堤前面においてT.P.+24mになるように設定している。このため、防波堤がない場合のデータのみとなる。

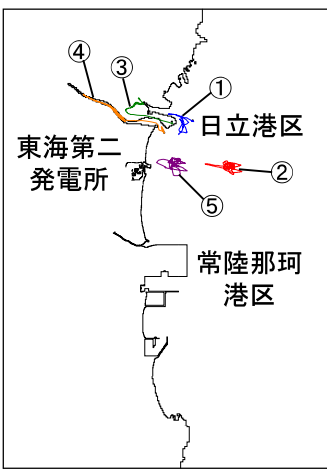
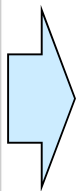
## 9. 漂流物の評価(基準津波と敷地に遡上する津波の比較(漂流物の軌跡))



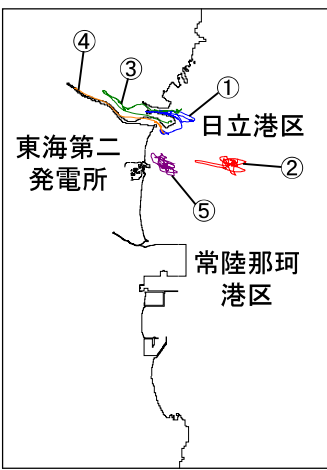
- 基準津波による漂流物の軌跡と敷地に遡上する津波による漂流物の軌跡を比較した。
  - ・敷地に遡上する津波による漂流物の軌跡は、押し波、引き波によって初期地点周辺を往復するような軌跡となっている。
  - ・基準津波による漂流物の軌跡と敷地に遡上する津波による漂流物の軌跡は、概ね同様の傾向となっている。
  - ・基準津波、敷地に遡上する津波とも、発電所へ到達する漂流物はない。
  - ・以上のおり、基準津波と敷地に遡上する津波で漂流物の挙動の傾向に大きな差はなく、9地点の漂流物の軌跡の傾向から発電所への影響がないことを確認できる。
  - ・なお、漂流物の軌跡は、津波の流況の分析による評価と同じ傾向を示している。



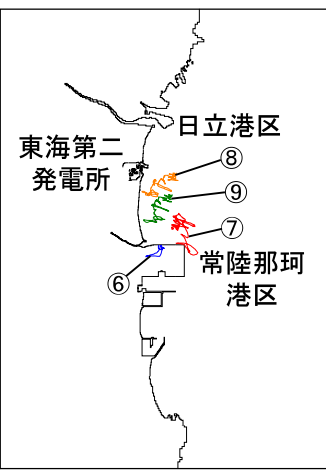
評価点(9地点)の初期配置図



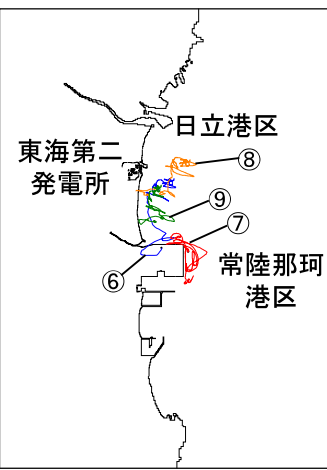
基準津波  
(防波堤なし)  
①～⑤の軌跡



敷地に遡上する津波  
(防波堤なし)  
①～⑤の軌跡



基準津波  
(防波堤なし)  
⑥～⑨の軌跡



敷地に遡上する津波  
(防波堤なし)  
⑥～⑨の軌跡

注: 敷地に遡上する津波は、防波堤がない状態で、防潮堤前面においてT.P.+24mになるように設定している。このため、防波堤がない場合のデータのみとなる。

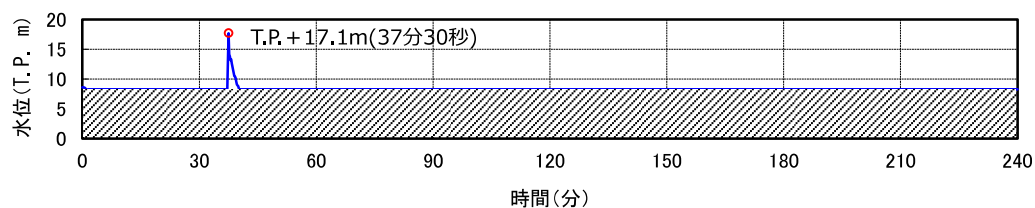
## 9. 漂流物の評価

### (基準津波と北方から襲来する津波の比較(時間の推移による津波高さ))

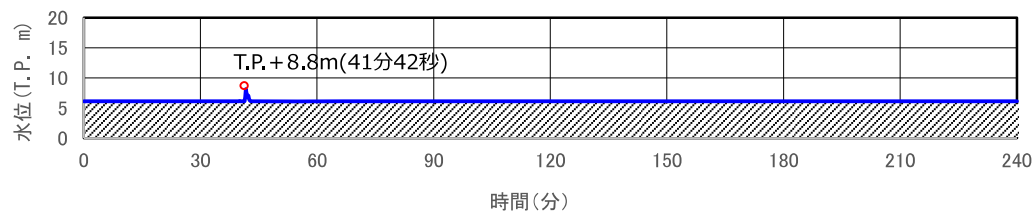


#### ● 基準津波と北方から襲来する津波の時間の推移による津波の高さの変化を比較した。

- ・発電所よりも北方から襲来する津波として、2011年東北地方太平洋沖地震型の津波を想定し、防潮堤前面における津波高さについて時間の推移による変化を比較した。
- ・基準津波が約37分、北方から襲来する津波が約42分に最大の高さとなる津波が襲来し、時間の経過とともに収まっている。
- ・最大高さは、基準津波がT.P.+17.1mに対して、北方から襲来する津波はT.P.+8.8mと低くなっている。
- ・基準津波、北方から襲来する津波とも、時間の推移による津波高さの変化は同じ傾向となっている。



基準津波



北方から襲来する津波

防潮堤前面における時間の推移による津波の高さの変化

## 9. 漂流物の評価(基準津波と北方から襲来する津波の比較(流況の比較))

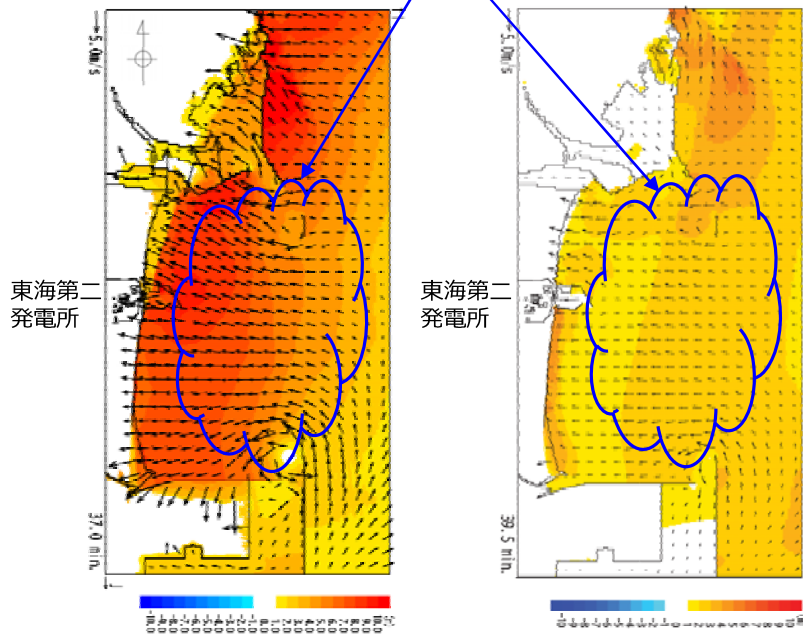


### ● 基準津波と北方から襲来する津波の流況を比較した。

- ・発電所よりも北方から襲来する津波として、2011年東北地方太平洋沖地震型の津波を想定し、津波の流況を比較した。
- ・津波が発電所へ襲来する時は、基準津波、北方から襲来する津波とも全体的に東から西へ向かう流れとなっている。
- ・発電所の周辺(北側, 南側)では、基準津波は陸域に遡上するが、北方から襲来する津波は海岸線付近で反射するような状況であり、陸域への遡上が少なく、流速も小さくなる傾向である。
- ・北方から襲来する津波による漂流物の挙動は、基準津波による漂流物の挙動と同じ傾向か、緩慢になる傾向と評価できる。

全体的な津波の流れの方向は、東から西へ向かう方向である。

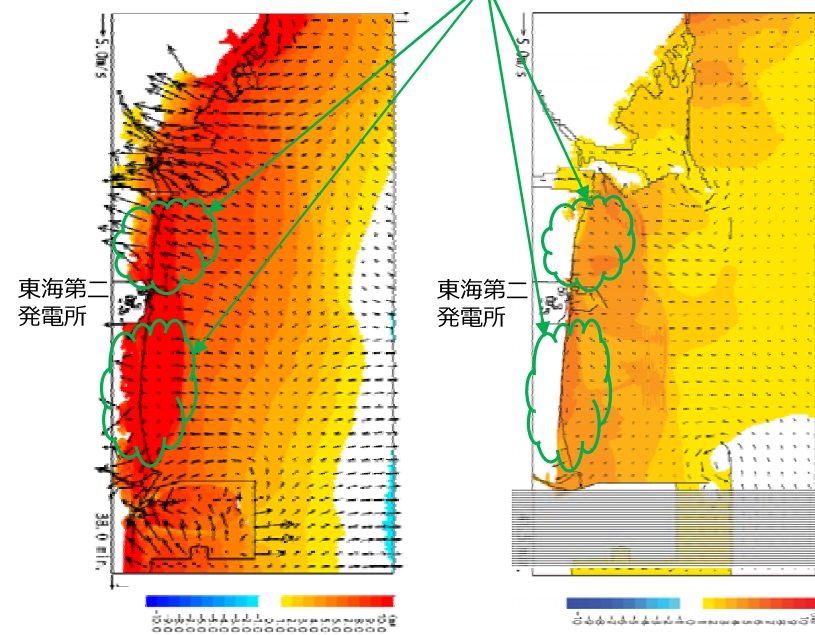
発電所の周辺(北側, 南側)では、津波は海岸線付近で止まっており、陸域への遡上は少なく、流速も小さい。



基準津波

北方から襲来する津波

津波が襲来するときの状況



基準津波

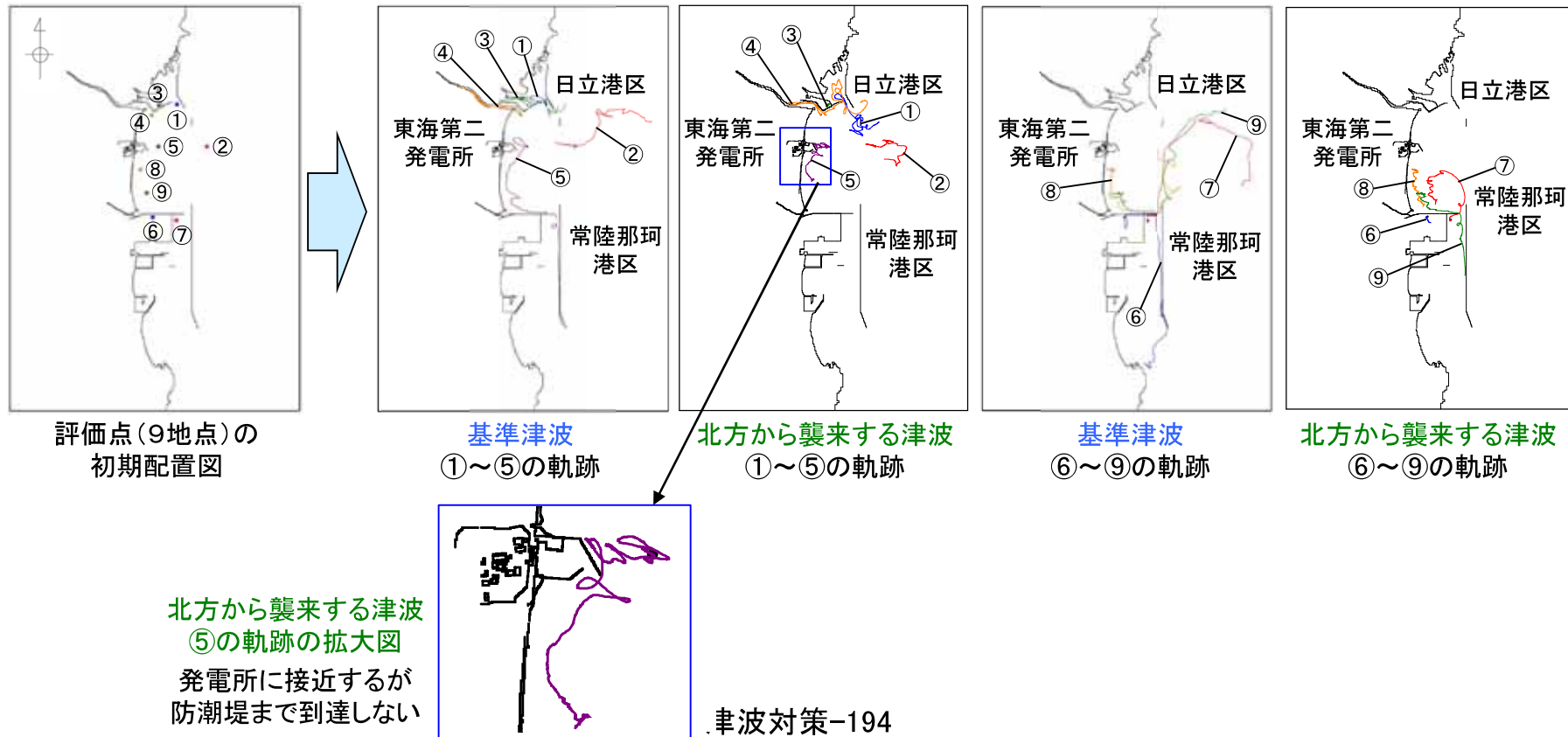
北方から襲来する津波

陸域に遡上するときの状況

## 9. 漂流物の評価(基準津波と北方から襲来する津波の比較(漂流物の軌跡)(1/2))

### ● 基準津波による漂流物の軌跡と北方から襲来する津波による漂流物の軌跡を比較(防波堤あり)

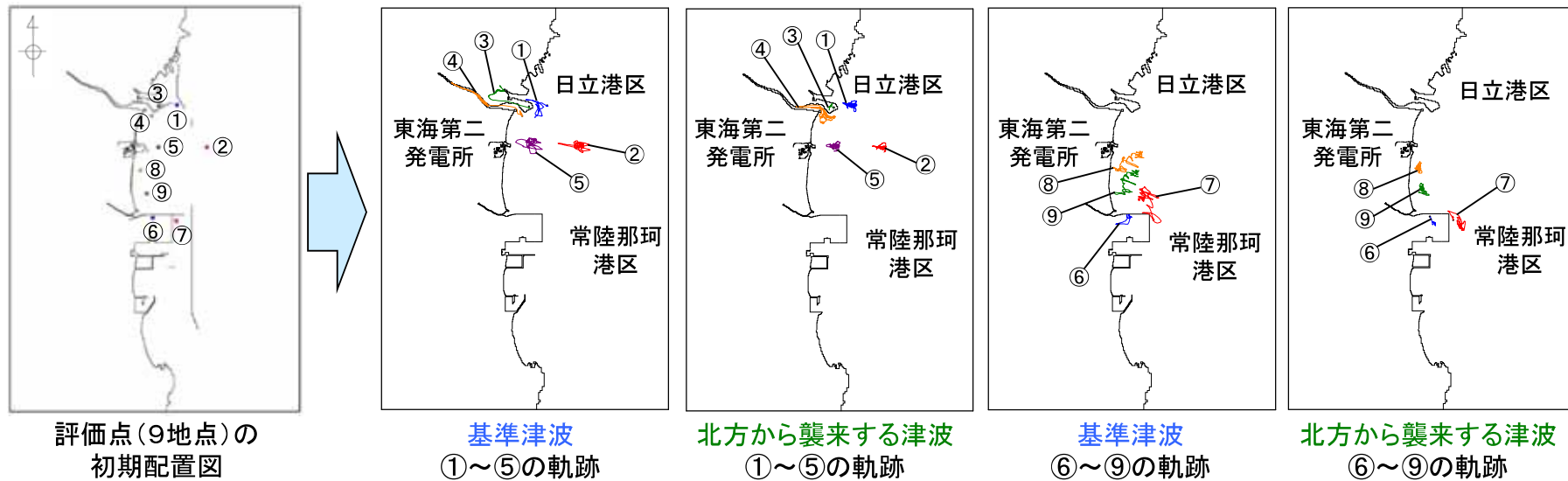
- ・発電所よりも北方から襲来する津波として、2011年東北地方太平洋沖地震型の津波を想定し、漂流物の軌跡を比較した。
- ・北方から襲来する津波による漂流物の軌跡は、基準津波による漂流物の軌跡よりもやや南側に移動する傾向があるが、押し波、引き波によって初期地点周辺を往復するような軌跡となっており、基準津波よりも緩慢な動きとなっている。
- ・基準津波、北方から襲来する津波とも、発電所へ到達する漂流物はない。
- ・**基準津波と北方から襲来する津波で漂流物の挙動の傾向に大きな差はなく、発電所への影響がないことを確認できる。**
- ・なお、漂流物の軌跡は、津波の流況の分析による評価と同じ傾向を示している。



## 9. 漂流物の評価(基準津波と北方から襲来する津波の比較(漂流物の軌跡)(2/2))

### ● 基準津波による漂流物の軌跡と北方から襲来する津波による漂流物の軌跡を比較(防波堤なし)

- ・防波堤なしの場合の漂流物の軌跡は、防波堤ありのときと同様に、押し波、引き波によって初期地点周辺を往復するような軌跡となっており、基準津波よりも緩慢な動きとなっている。
- ・防波堤ありのときと同様に、基準津波、北方から襲来する津波とも、発電所へ到達する漂流物はない。
- ・防波堤ありのときと同様に、基準津波と北方から襲来する津波で漂流物の挙動の傾向に大きな差はなく、発電所への影響がないことを確認できる。





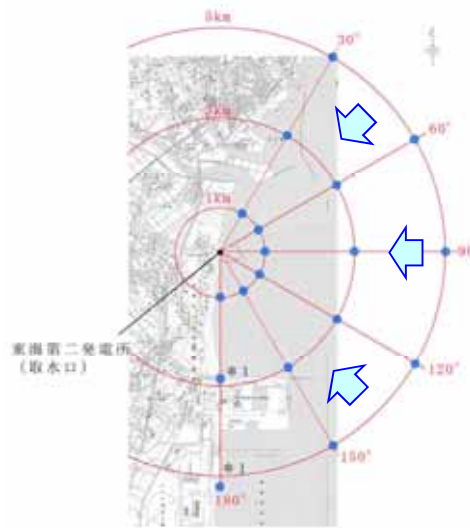
## 9. 漂流物の評価

### ＜別紙1＞東海第二発電所周辺の津波漂流物調査エリア（1／4）



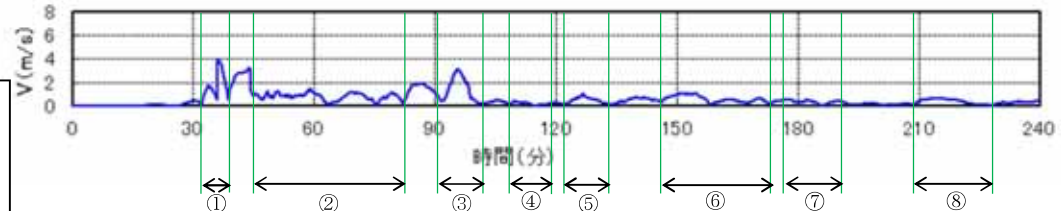
● 基準津波の流向・流速及び津波が陸域に遡上する範囲を考慮して、東海第二発電所から半径5kmの範囲を調査の対象とした。

・発電所周辺の海域18か所の流向、流速及び継続時間から、津波により漂流物が発電所に向かって移動する可能性のある距離を約3.6kmと算出し、安全側に丸めて半径5kmを調査範囲とした。



・漂流物調査の範囲を設定するために、以下のように保守的に漂流物が移動する可能性のある距離を算出する。

・津波は、押し波と引き波を繰返し、流向と流速は時々刻々と変化するため、漂流物が最大流速の速度のまま移動することはないが、保守的に、発電所へ向かう流向となっている間は最大流速で進むことを仮定して、移動距離を算出する。



津波の流れが、発電所へ向かう流向となっている時の流速と継続時間から、水粒子の移動距離を算出した。  
 移動距離＝  
 継続時間×最大流速  
 抽出地点（1km,90°）（防波堤あり）の算出例を示す。

	継続時間	×	最大流速	=	移動距離
①	6.9分	×	4.0m/s	=	1.66km
②	37.2分	×	1.6m/s	=	3.57km
③	10.8分	×	3.1m/s	=	2.01km
④	10.9分	×	0.5m/s	=	0.33km
⑤	11.1分	×	1.1m/s	=	0.73km
⑥	26.9分	×	1.1m/s	=	1.78km
⑦	14.5分	×	0.6m/s	=	0.52km
⑧	19.1分	×	0.8m/s	=	0.92km

移動量算出結果(防波堤あり)

抽出地点	30°	60°	90°	120°	150°	180°
1km	0.21km	0.51km	3.57km	1.28km	2.10km	2.27km
3km	0.17km	1.13km	1.77km	0.02km	1.01km	1.51km
5km	0.43km	0.57km	1.58km	0.64km	0.61km	1.42km

移動量算出結果(防波堤なし)

抽出地点	30°	60°	90°	120°	150°	180°
1km	0.46km	0.79km	1.45km	1.27km	1.16km	1.71km
3km	0.45km	0.86km	1.77km	1.56km	3.09km	0.01km
5km	1.23km	1.06km	1.58km	1.58km	1.47km	1.62km

漂流物が発電所に向かって移動する可能性のある距離約3.6km ⇒ 調査範囲:半径5km

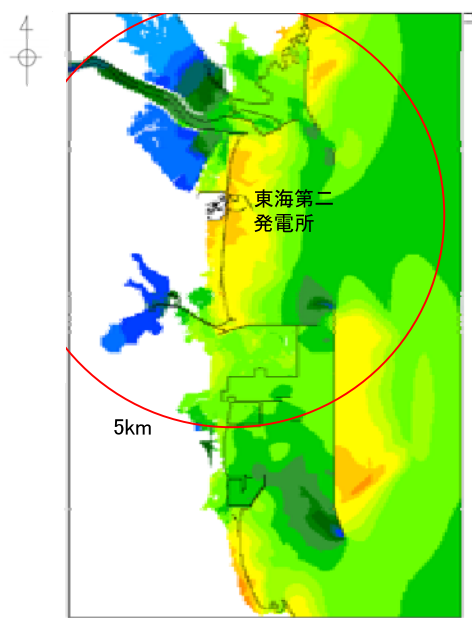
## 9. 漂流物の評価

### ＜別紙1＞東海第二発電所周辺の津波漂流物調査エリア（2/4）

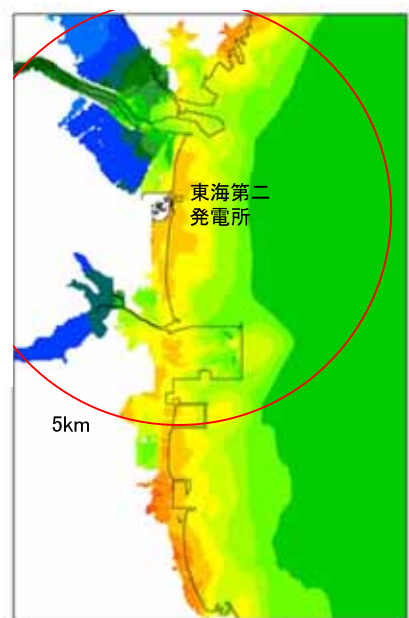


● 基準津波の流向・流速及び津波が陸域に遡上する範囲を考慮して、東海第二発電所から半径5kmの範囲を調査の対象とした。

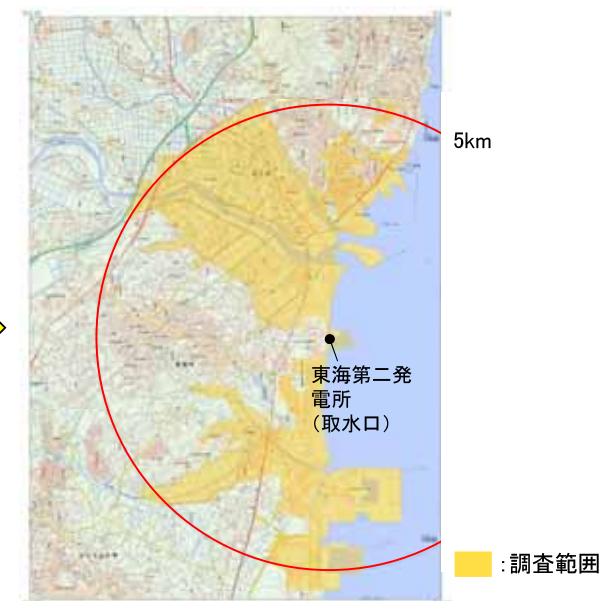
・半径5kmの範囲において、基準津波が遡上する範囲を包絡するように調査範囲を設定した。



遡上解析結果  
(防波堤あり)



遡上解析結果  
(防波堤なし)



漂流物調査範囲

## 9. 漂流物の評価

### ＜別紙1＞東海第二発電所周辺の津波漂流物調査エリア（3／4）



#### ＜発電所北側エリア＞



## 9. 漂流物の評価

### <別紙1> 東海第二発電所周辺の津波漂流物調査エリア (4/4)



#### <発電所南側エリア>

