

構外海域の漂流物が施設護岸及び取水口へ到達する可能性について

1. はじめに

構外海域の漂流物となる可能性のある施設・設備が、施設護岸及び取水口に到達する可能性について、第 2.5-18 図に示す漂流物の選定・影響確認フローに基づき、津波の流況を踏まえて評価する。

2. 津波流況の考察

(1) 流況考察時間の分類

島根原子力発電所構内及び構外における津波襲来時の流況について考察した。考察に当たっては、流況考察時間を最大水位・流速を示す時間帯とその前後の 3 区分に分類する。

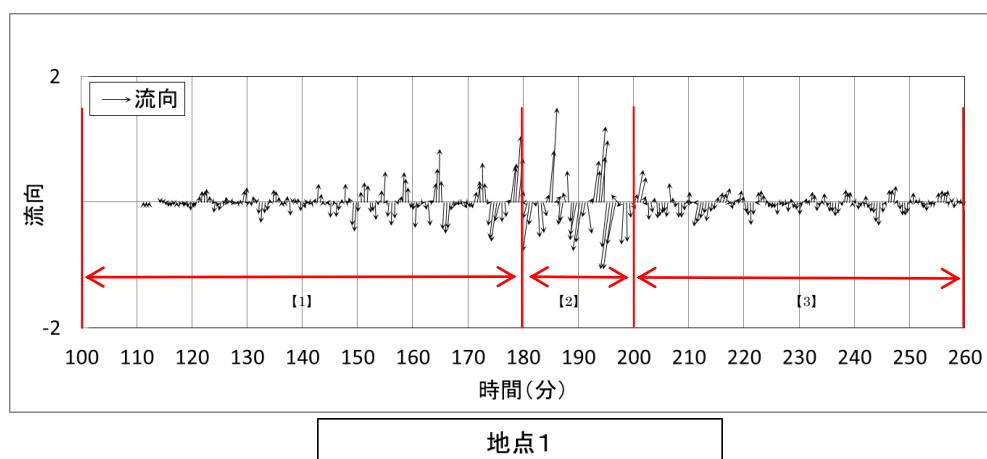
日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波 1）は、最大水位・流速を示す時間帯が地震発生後約 180 分～200 分であり、海域活断層から想定される地震による津波（基準津波 4）は、最大水位・流速を示す時間帯が地震発生後約 5 分～7 分であるため、各々以下のとおり分類した。第 1 図に流況考察時間の分類例を示す。

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）

海域活断層に想定する地震による津波（基準津波 4）

- 【1】最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約 0 分～5 分）
- 【2】最大水位・流速を示す時間帯（地震発生後約 5 分～7 分）
- 【3】最大水位・流速を示す時間帯以降（地震発生後約 7 分～30 分）



第1図 流況考察時間の分類例（基準津波1における地点1）

(2) 基準津波1の流況の考察

基準津波1の水位変動・流向ベクトルを、添付資料34の第1図に示す。この図に基づく、流況の考察の詳細を以下に示す。なお、[]内は添付資料34の図番号を示す。

a. 防波堤有り

- (a) 最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約100分～180分）
[第1図(1)～(160)]

i) 構外海域

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 [第 1 図(19)]。また、約 113 分 30 秒では、敷地の北西側から津波が襲来する [第 1 図(28)]。構外海域において流速は小さく、水位変動も 1m 程度である。

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。

ii) 構内海域（輪谷湾）

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 [第 1 図(34)]。

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 [第 1 図(157)～(160)]。

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、港湾内のうち防波堤を回り込む流れによる流速が比較的速い。

(b) 最大水位・流速を示す時間帯（地震発生後約 180 分～200 分） [第 1 図(161)～(201)]

i) 構外海域

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 程度の流れが確認できる [第 1 図(161)]。

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 流れが確認できる [第 1 図(166)]。

約 187 分では、敷地の北西側から引き波が襲来し [第 1 図(175)]、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 [第 1 図(183)]。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。

ii) 構内海域（輪谷湾）

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 [第 1 図(169)]。約 184 分 30 秒では、輪谷湾内水位が 5m 程度上昇し、構外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 [第 1 図(170)]。その直後には輪谷湾外へ向かう流れとなる [第 1 図(171)]。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[第1図(186)]。その1分後の約193分30秒では、構外海域は押し波傾向であるが、輪谷湾水位が高いため、輪谷湾に向かう流れはない[第1図(188)]。その後、約200分まで、短い周期で輪谷湾内と輪谷湾外への流れを繰り返す。

(c) 最大水位・流速を示す時間帯以降（地震発生後約200分～360分）[第1図(202)～(281)]

i) 構外海域

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[第1図(203)]。約204分では、流れは逆向きとなる[第1図(209)]。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、流速は速くても1m/s程度である。

ii) 構内海域（輪谷湾）

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[第1図(203)]。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[第1図(211)]。

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、港湾内の流速のうち防波堤を回り込む流れによる流速が比較的速い。

b. 防波堤無し

(a) 最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約100分～180分）[第1図(1)～(160)]

i) 構外海域

「a. 防波堤有り」に記載した内容と同じ。

ii) 構内海域（輪谷湾）

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程度上昇するが、流速の変化は小さい[第1図(34)]。その後、約180分まで、短い周期で輪谷湾内と輪谷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[第1図(151)～(160)]。

(b) 最大水位・流速を示す時間帯（地震発生後約180分～200分）[第1図(161)～(201)]

i) 構外海域

「a. 防波堤有り」に記載した内容と同じ。

ii) 構内海域（輪谷湾）

約 183 分 30 秒では、敷地の北西側から押し波が襲来し、輪谷湾内における流速は 3m/s 程度である [第 1 図(168)]。約 184 分 30 秒では、輪谷湾内水位が 6m 程度上昇し、構外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ない [第 1 図(170)]。その直後には輪谷湾外へ向かう流れとなる [第 1 図(171)]。約 192 分 30 秒では、輪谷湾の水位が低い状態において、敷地の北西側から大きい押し波が襲来する。最大流速が発生する時間帯であり、9m/s 程度の流れが発生する [第 1 図(186)]。約 193 分 30 秒では、構外海域は押し波傾向であるが、輪谷湾水位が高いため、輪谷湾外への流れとなる [第 1 図(188)]。その後、約 200 分まで、短い周期で輪谷湾内と輪谷湾外への流れを繰り返す。

(c) 最大水位・流速を示す時間帯以降（地震発生後約 200 分～360 分） [第 1 図(202)～(281)]

i) 構外海域

「a. 防波堤有り」に記載した内容と同じ。

ii) 構内海域（輪谷湾）

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 [第 1 図(203)]。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 [第 1 図(211)]。

(3) 基準津波 4 の流況の考察

基準津波 4 の水位変動・流向ベクトルを、添付資料 34 の第 4 図に示す。この図に基づく、流況の考察の詳細を以下に示す。なお、[] 内は添付資料 34 の図番号を示す。

a. 防波堤有り

(a) 最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約 0 分～5 分） [第 4 図(1)～(11)]

i) 構外海域

約 2 分では、津波の第 1 波が敷地の北西側から押し波として襲来する。水位も低く流速の変化は小さい [第 4 図(5)]。約 4 分では、北西側への大きい引き波により、北西方向の流れとなる [第 4 図(9)] が、いずれも 1m/s 以上の流速は確認されない。

- ii) 構内海域 (輪谷湾)
約3分では、津波の第1波が輪谷湾に押し波として襲来する。水位も低く流速の変化は小さい [第4図(7)]。
- (b) 最大水位・流速を示す時間帯 (地震発生後約5分～7分) [第4図(12)～(15)]
 - i) 構外海域
約5分では、敷地の北西側への大きい引き波により北西方向の流れが継続する [第4図(11)]。
 - ii) 構内海域 (輪谷湾)
約6分では、大きい引き波により輪谷湾外への流れとなり、3m/s程度の流速となる [第4図(13)]。
- (c) 最大水位・流速を示す時間帯以降 (地震発生後約7分～30分) [第4図(16)～(61)]
 - i) 構外海域
約7分では、敷地の北西側への引き波が継続しており、北西方向の流れが継続する [第4図(15)]。約9分では、敷地北西側から押し波が襲来し、南東方向の流れとなる [第4図(19)]。いずれも、1m/s以上の流速は確認されず、以降も、1m/sを超える流速はない。
 - ii) 構内海域 (輪谷湾)
約7分では、輪谷湾内への、約9分では、輪谷湾外への流れとなる [第4図(15), (19)]。湾内のうち防波堤を回り込む流速が比較的速く2m/s程度の流速が確認できる [第4図(17)]。以降、輪谷湾内と輪谷湾外への流向が短い周期で変化するが、流速は1m/s程度である。
- b. 防波堤無し
 - (a) 最大水位・流速を示す時間帯以前 (地震発生後約0分～5分) [第4図(1)～(11)]
 - i) 構外海域
「a. 防波堤有り」に記載した内容と同じ。
 - ii) 構内海域 (輪谷湾)
約3分では、津波の第1波が輪谷湾に押し波として襲来する。水位も低く流速の変化は小さい [第4図(7)]。

(b) 最大水位・流速を示す時間帯(地震発生後約5分～7分)[第4図(12)～(15)]

i) 構外海域

「a. 防波堤有り」に記載した内容と同じ。

ii) 構内海域(輪谷湾)

約6分では、大きい引き波により輪谷湾外への流れとなり、3m/s程度の流速となる[第4図(13)]。約7分では、輪谷湾内への流向となり、2m/s程度の流速となる[第4図(15)]。

(c) 最大水位・流速を示す時間帯以降(地震発生後約7分～30分)[第4図(16)～(61)]

i) 構外海域

「a. 防波堤有り」に記載した内容と同じ。

ii) 構内海域(輪谷湾)

約7分では、輪谷湾内への流れとなる[第4図(15)]。約9分では、輪谷湾外への流れとなるが、流速は2m/s程度である[第4図(19)]。以降、輪谷湾内への流れ、輪谷湾外への流れが短い周期で変化するが、流速は1m/s程度である。

2.2 構外海域の漂流物の施設護岸及び取水口への到達可能性評価

日本海東縁部に想定される地震による津波(基準津波1)と海域活断層から想定される地震による津波(基準津波4)の流況の考察結果から、発電所方向への継続的な流向がないことが確認された。

このため、施設護岸及び取水口への到達可能性評価に当たっては、漂流物となる可能性のある施設・設備のうち、発電所沿岸にある漁船に着目して評価を行う。到達可能性評価は、津波流況の考察結果に加え、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参考にして行う。

発電所沿岸の漁港、漁船の操業エリア及び軌跡解析の初期位置を第2図に示す。発電所沿岸部では、3号北側施設護岸付近及び輪谷湾でサザエ網・カナギ漁の漁船、発電所北東施設護岸付近でかご漁及びカナギ漁・採貝藻漁の漁船、施設護岸から北側500m付近で一本釣り漁の漁船、施設護岸から北西600m付近でイカ釣り漁及びわかめ養殖の漁船が操業する。

軌跡解析の初期位置としては、輪谷湾入口付近に1点(地点A)、サザエ網・カナギ漁の操業エリア内の3号炉北岸付近に1点(地点B)、サザエ網・採貝藻漁及びかご漁の操業エリア付近に1点(地点C)、一本釣り漁エリア内に2点(地点D,E)、わかめ養殖場、イカ釣り漁の操業エリア付近1点(地点F)、

御津漁港近傍に1点（地点G）、計7地点設定した。軌跡解析結果を第3図に示す。また、流向・流速ベクトル及び軌跡解析の考察結果を第4、5図に示す。流向・流速ベクトル及び軌跡解析の考察結果より、構外海域にある漂流物には以下の移動傾向が確認された。

【漂流物の移動傾向】

- ・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
- ・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。

日本海東縁部に想定される地震による津波と海域活断層から想定される地震による津波による漂流物の施設護岸及び取水口への到達可能性評価を、各々以下に示す。日本海東縁部に想定される地震による津波は、発電所到達まで110分程度あり、沖合等への退避が可能であると考えられるが、航行不能となることも考慮し、操業エリアで津波が襲来すると想定して、評価を行う。また、海域活断層から想定される地震による津波は、発電所到達まで3分程度であり、操業エリアで津波が襲来すると想定して評価を行う。

(1) 日本海東縁部に想定される地震による津波

日本海東縁部に想定される地震による津波について、添付資料34第1図に示す基準津波1の流向・流速・軌跡の特徴を評価した結果を以下に示す。なお、[]内は添付資料34の図番号を示す。

a. 施設護岸への到達可能性評価

i) 施設護岸から500m以遠で操業する漁船

敷地護岸から500m以遠で操業する漁船としては、敷地護岸から北西約600mにおいてイカ釣り漁及びわかめ養殖の漁船がある。これらの漁船に対し、施設護岸及び輪谷湾への到達可能性を評価した。

(a) 最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約100分～180分）[第1図(1)～(160)]

約180分までは、全体的に流速が約1m/s未満と小さい。また、流向は主に北西・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、発電所に対する連続的な流れもないため、施設護岸から500m以遠で操業する漁船は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。

(b) 最大水位・流速を示す時間帯（地震発生後約 180 分～200 分）〔第 1 図(161)～(201)〕

発電所北西の半島沿岸において、約 183 分で、流速 5m/s 程度の半島を回り込み発電所に向かうような流れが確認される〔第 1 図(167)〕が、流向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、施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。その他の海域においても、流速は速くて 2m/s 程度〔第 1 図(167)〕であり、発電所に対する連続的な流れもないため、施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。

(c) 最大水位・流速を示す時間帯以降（地震発生後約 200 分～360 分）〔第 1 図(202)～(281)〕

約 200 分以降は、全体的に流速が小さい。また、流向は主に北西・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。流速が小さく発電所に対する連続的な流れもないため、施設護岸から 500m 以遠で操業する漁船は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。

(a)～(c)より、施設護岸から 500m 以遠を操業する漁船については、流向が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、施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。また、イカ釣り漁及びわかめ養殖場の操業エリアの近傍である地点 F における軌跡解析の結果からも、軌跡は発電所から遠ざかる方向に移動しており、施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる（第 4-1～27 図）。

ii) 敷地護岸から 500m 以内で操業する漁船

施設護岸から約 500m 以内で操業する漁船としては、3 号北側沿岸部において、サザエ網漁及びカナギ漁の漁船、発電所北東沿岸部においてかご漁、カナギ漁及び採貝藻漁の漁船、発電所北側 500m 程度のエリアで一本釣り漁の漁船がある。これらの漁船に対し、施設護岸及び輪谷湾への到達可能性を評価した。

(a) 最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約 100 分～180 分）〔第 1 図(1)～(160)〕

約 180 分までは、全体的に流速が小さい。また、流向は主に北西・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。流速は 2m/s 程度〔第 1 図(155)〕であり、発電所に対する連続的な流れもないため、敷地護岸から 500m 以内で操業する漁船は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。

(b) 最大水位・流速を示す時間帯（地震発生後約 180 分～200 分）〔第 1 図(161)～(201)〕

(a)と同様に、流向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、敷地護岸から 500m 以内で操業する漁船は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられるが、3 号北側防波壁から約 50m 以内の水深が約 20m の浅い位置において、5m/s 以上の流速が確認される〔第 1 図(164), (187)〕ことから、敷地護岸から 500m 以内で操業する漁船は、当該位置に接近することを考慮し、施設護岸に到達する可能性があると評価した。

(c) 最大水位・流速を示す時間帯以降（地震発生後約 200 分～360 分）〔第 1 図(202)～(281)〕

約 200 分以降は、流速が小さい。また、流向は主に北西・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。流速が小さく発電所に対する連続的な流れもないため、敷地護岸から 500m 以内で操業する漁船は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。

(a)～(c)より、最大水位・流速を示す時間帯において、3 号北側防波壁から約 50m 以内の水深が約 20m の浅い位置で、5m/s 以上の流速が確認された。

一方、上記以外の範囲においては、流向が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。また、サザエ網、カナギ漁及び一本釣り漁の操業エリアの近傍の地点 B における軌跡解析の結果からも、軌跡は北西方向と南東方向に移動を繰り返している(第 4-1～27 図)。

以上より、敷地護岸から 500m 以内で操業する漁船については、3 号北側防波壁から約 50m 以内の水深が約 20m の浅い位置に接近することを考慮し、施設護岸に到達する可能性があると評価した。

b. 取水口への到達可能性評価

a. i), ii)より、発電所沿岸部で操業する漁船は漂流物となった場合においても輪谷湾に到達しないと評価したが、構内海域（輪谷湾）の流況から到達の可能性を評価した。

(a) 最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約 100 分～180 分）〔第 1 図(1)～(160)〕

構内海域（輪谷湾）においては、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、構内海域（輪谷湾）に漂流物は到達しないと考えられる。

- (b) 最大水位・流速を示す時間帯（地震発生後約 100 分～180 分）[第 1 図(161)～(201)]

構内海域（輪谷湾）においては、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、構内海域（輪谷湾）に漂流物は到達しないと考えられる。

- (c) 最大水位・流速を示す時間帯以降（地震発生後約 200 分～360 分）[第 1 図(202)～(281)]

構内海域（輪谷湾）においては、約 200 分以降は、流速が遅く移動量は小さい。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、構内海域（輪谷湾）に漂流物は到達しないと考えられる。

(a)～(c)より、最大水位・流速を示す時間帯において、最大 9m/s 程度の速い流速が確認されたが、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、構内海域（輪谷湾）に漂流物は到達しないと考えられる。また、輪谷湾近傍の地点 A の軌跡解析の結果から、軌跡は北西方向と南東方向に移動を繰り返しており、輪谷湾に到達しないと考えられる。（第 4-1～27 図）

(2) 海域活断層から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について、添付資料 34 第 4 図に示す基準津波 4 の流向・流速・軌跡の特徴を評価した結果を以下に示す。

a. 施設護岸への到達可能性

i) 敷地護岸から 500m 以遠で操業する漁船

- (a) 最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約 0 分～5 分）[第 4 図(1)～(11)]

約 0 分から約 5 分まで流速は約 1m/s 未満と小さく、流向は短い間隔で変化し、発電所に対する連続的な流れもないため、敷地護岸から 500m 以遠で操業する漁船は施設護岸に到達しないと考えられる。

- (b) 最大水位・流速を示す時間帯（地震発生後約 5 分～7 分）[第 4 図(12)～(15)]

流速は速くても 1m/s 程度（第 4 図(15)）と小さく、流向は短い間隔で変化し、発電所に対する連続的な流れもないため、敷地護岸から 500m 以遠

で操業する漁船は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。

(c) 最大水位・流速を示す時間帯以降（地震発生後約7分～30分）[第4図(16)～(61)]

7分以降も流速は約1m/s未満と小さく、流向は短い間隔で変化し、発電所に対する連続的な流れもないため、敷地護岸から500m以遠で操業する漁船は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。

(a)～(c)より、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）と短いことから、施設護岸に到達しないと評価した。また、軌跡解析の結果より、施設護岸から500m以遠の地点（C～F）において、初期位置から移動していないことから、漂流物は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる（第5-1～10図）。

ii) 施設護岸から500m以内で操業する漁船

(a) 最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約0分～5分）[第4図(1)～(11)]

約0分から約5分まで流速は約1m/s未満と小さく、流向は短い間隔で変化し、発電所に対する連続的な流れもないため、敷地護岸から500m以内で操業する漁船は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。

(b) 最大水位・流速を示す時間帯（地震発生後約5分～7分）[第4図(12)～(15)]

(a)と同様に、流向は短い間隔で変化し、発電所に対する連続的な流れもないため、漂流物は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられるが、3号北側防波壁から約50m以内の水深が約20mの浅い位置において、2m/s程度の流速が確認される[第4図(13)]。当該位置で漁船が航行不能であった場合には、施設護岸に到達する可能性があると考えられる。

(c) 最大水位・流速を示す時間帯以降（地震発生後約7分～30分）[第4図(16)～(61)]

7分以降も流速は約1m/s未満と小さく、流向は短い間隔で変化し、発電所に対する連続的な流れもないため、敷地護岸から500m以内で操業する漁船は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。

(a)～(c)より、流向は短い間隔で変化し、発電所に対する連続的な流れも

ないため、漂流物は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。また、サザエ網、カナギ漁及び一本釣り漁の操業エリアの近傍の地点 B における軌跡解析の結果からも、軌跡はほとんど移動していないことから、漂流物は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる（第 5-1～10 図）。一方、3 号北側防波壁から約 50m 以内の水深が約 20m の浅い位置において、2m/s 程度の流速が確認されることから、当該位置で漁船が航行不能であった場合は、施設護岸に到達する可能性があると評価した。

b. 取水口への到達可能性評価

a. i), ii) より、発電所沿岸部で操業する漁船は漂流物となった場合においても輪谷湾に到達しないと評価したが、構内海域（輪谷湾）の流況から到達の可能性を評価した。

(a) 最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約 0 分～5 分）[第 4 図(1)～(11)]

0 分から 5 分まで流速は約 1m/s 未満と小さく、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、構内海域（輪谷湾）に漂流物は到達しないと考えられる。

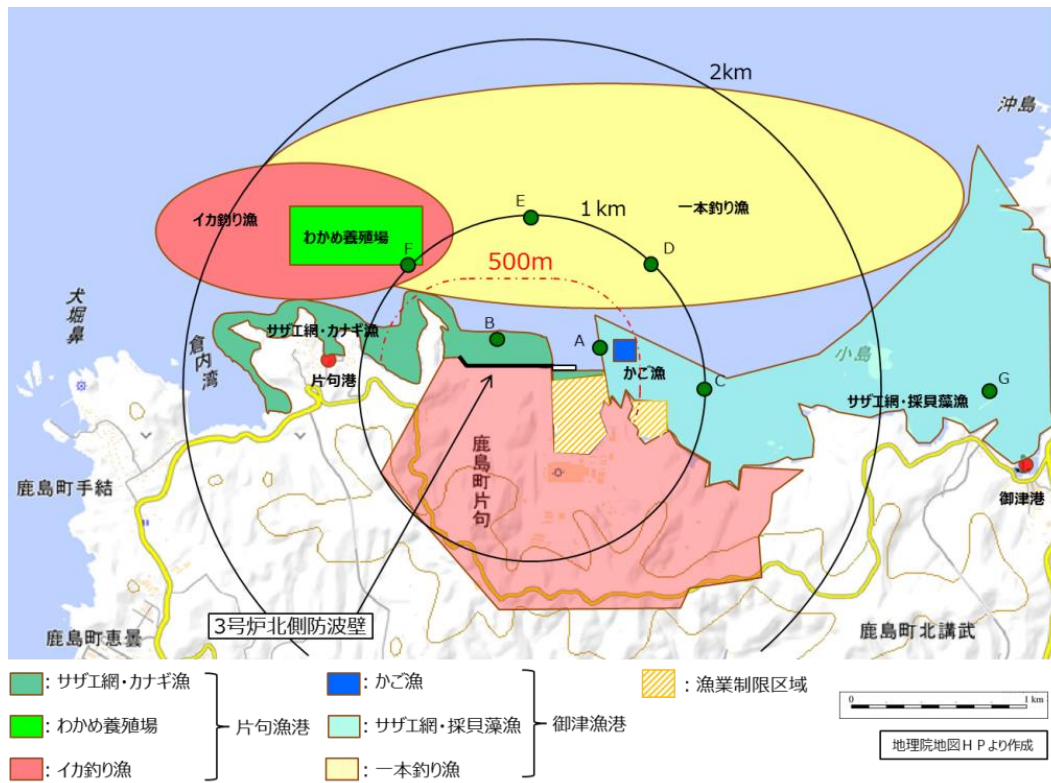
(b) 最大水位・流速を示す時間帯（地震発生後約 5 分～7 分）[第 4 図(12)～(15)]

流速は速くて 3m/s 程度であるが、輪谷湾外へ向かう流向であり[第 4 図(13)]、輪谷湾に向かう流速は小さい[第 4 図(11)] ことから、構内海域（輪谷湾）に漂流物は到達しないと考えられる。

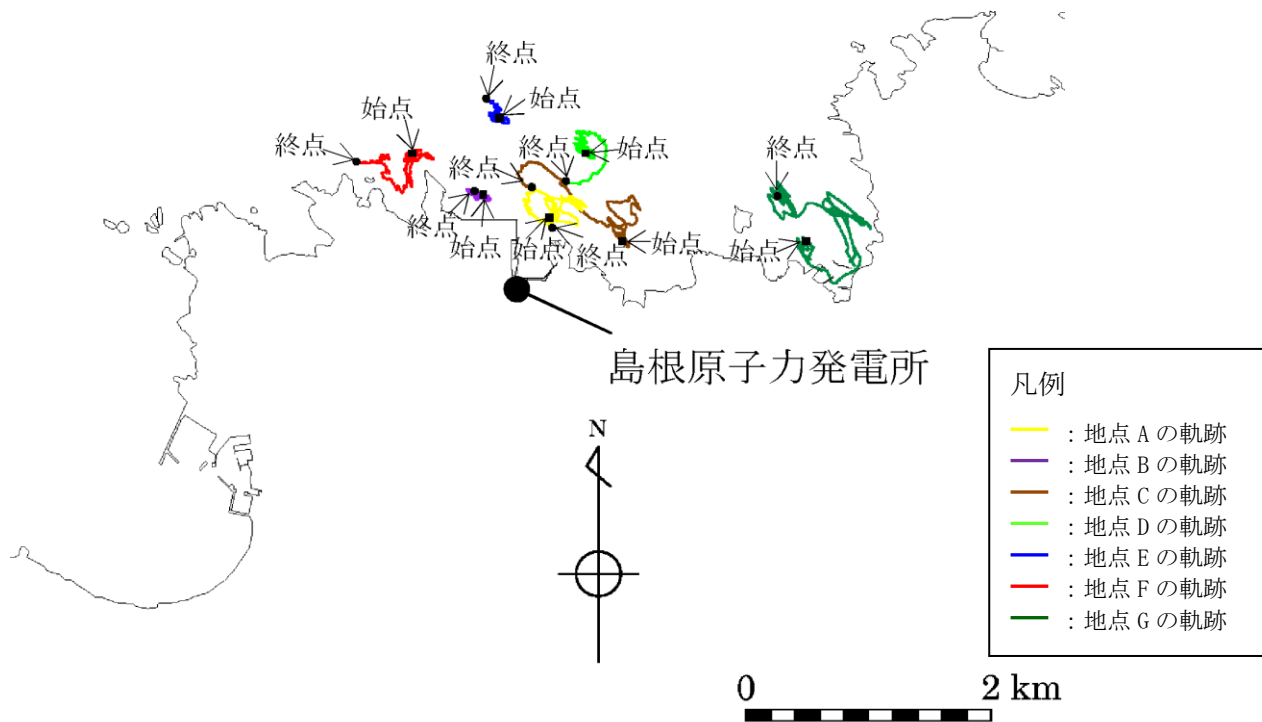
(c) 最大水位・流速を示す時間帯以降（地震発生後約 7 分～30 分）[第 4 図(16)～(61)]

7 分以降も流速は約 1m/s 未満と小さく、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、構内海域（輪谷湾）に漂流物は到達しないと考えられる。

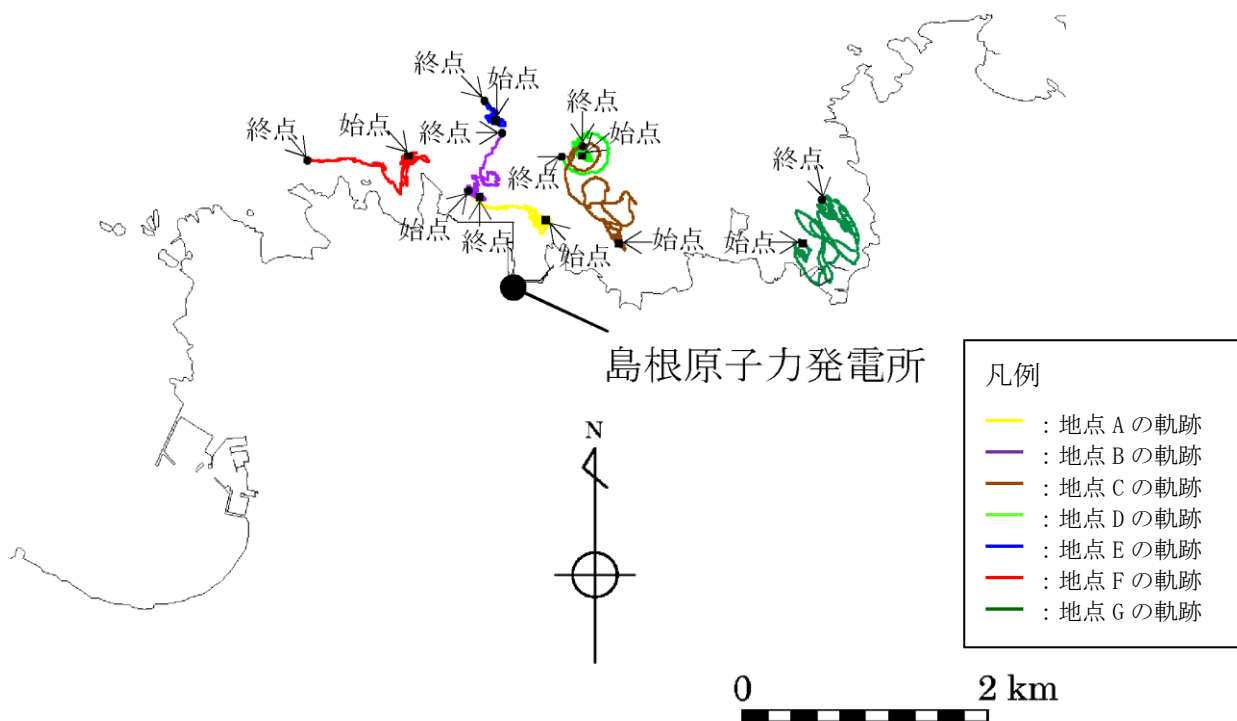
(a)～(c) より、いずれの時間帯も流速が小さく、かつ、最大水位・流速を示す時間帯も 2 分（地震発生後 5 分～7 分）と短いことから、輪谷湾に到達しないと評価した。また、輪谷湾近傍の地点 A の軌跡解析の結果から、軌跡は輪谷湾から離れる方向に移動しており、輪谷湾に到達しないと考えられる（第 5-1～10 図）。



第2図 発電所沿岸の漁港，漁船の操業エリア及び軌跡解析の初期位置

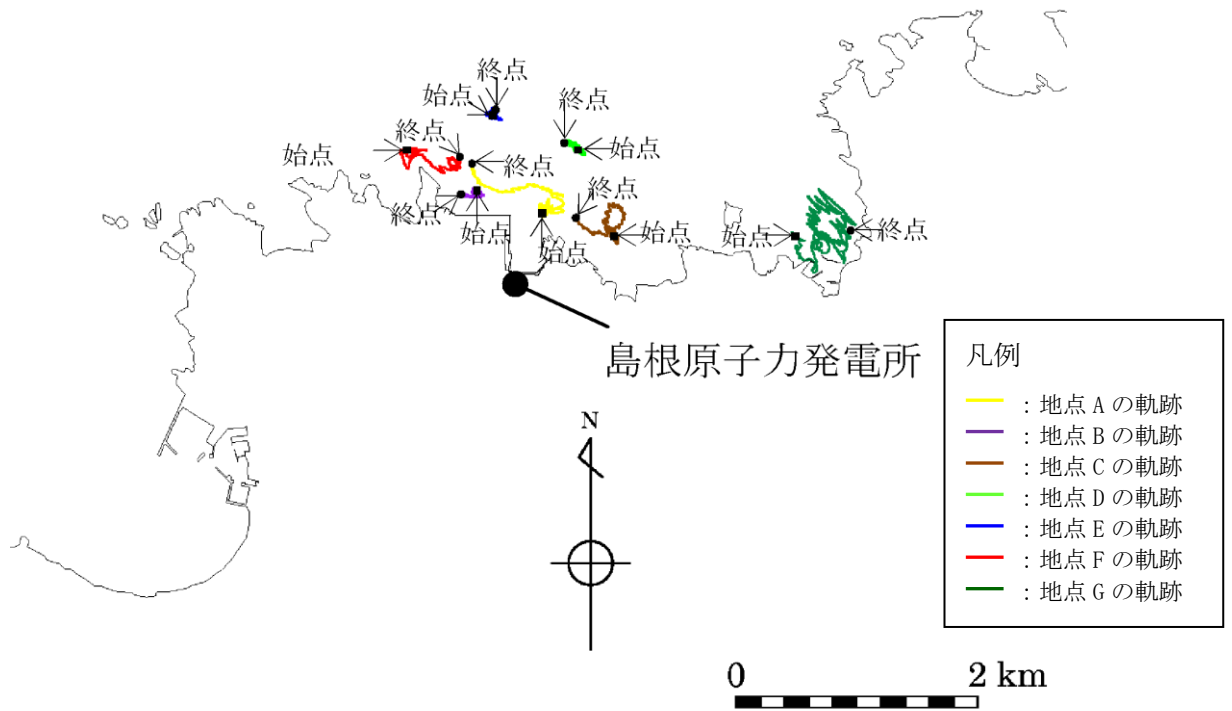


(基準津波 1 (防波堤有り))

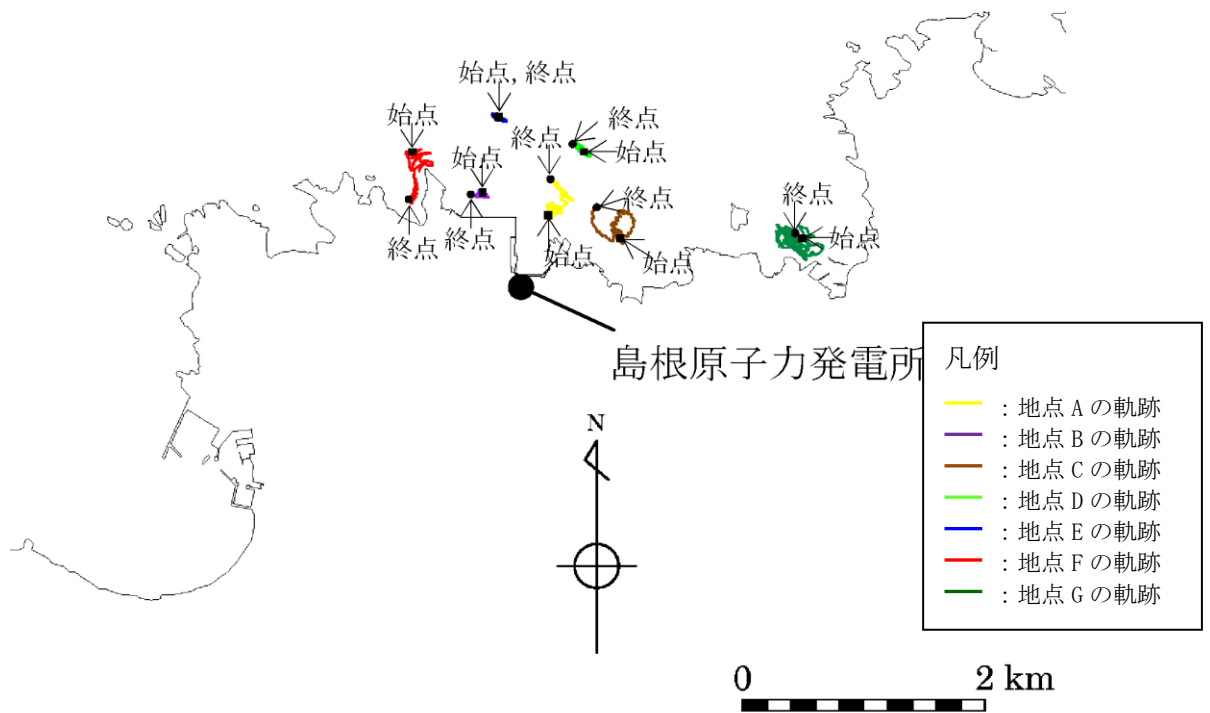


(基準津波 1 (防波堤無し))

第 3-1 図 軌跡解析結果

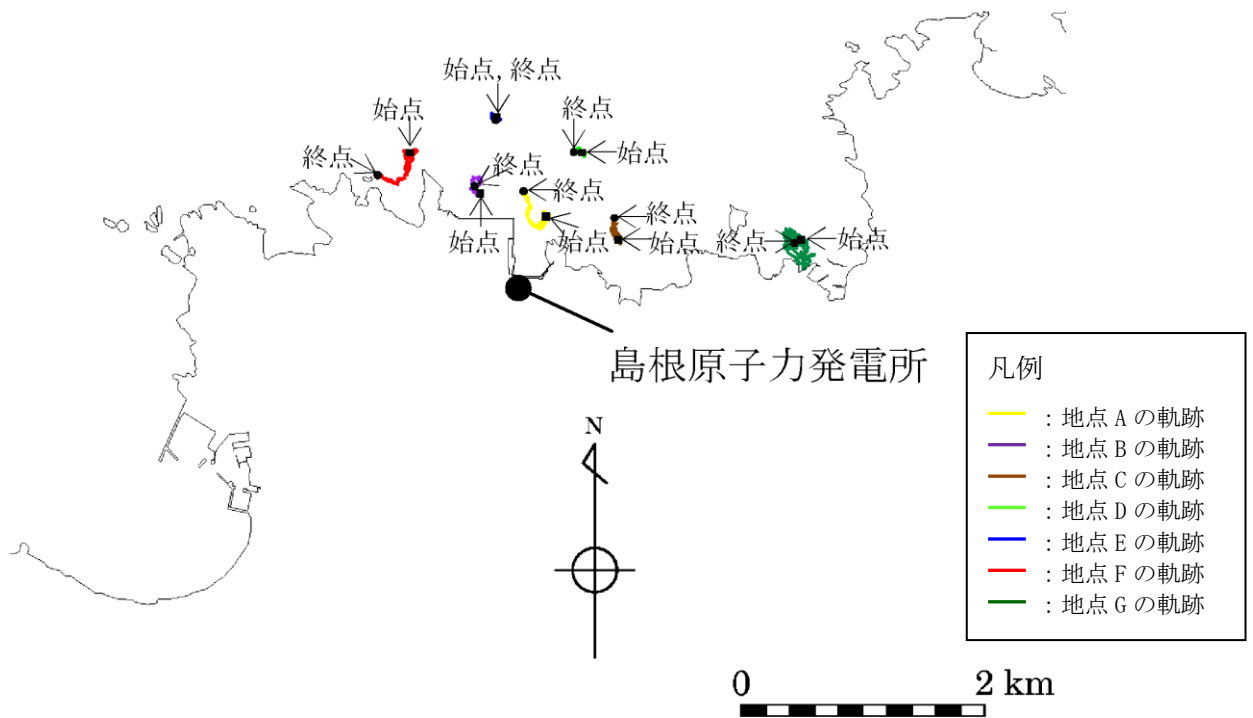


(基準津波 2 (防波堤有り))

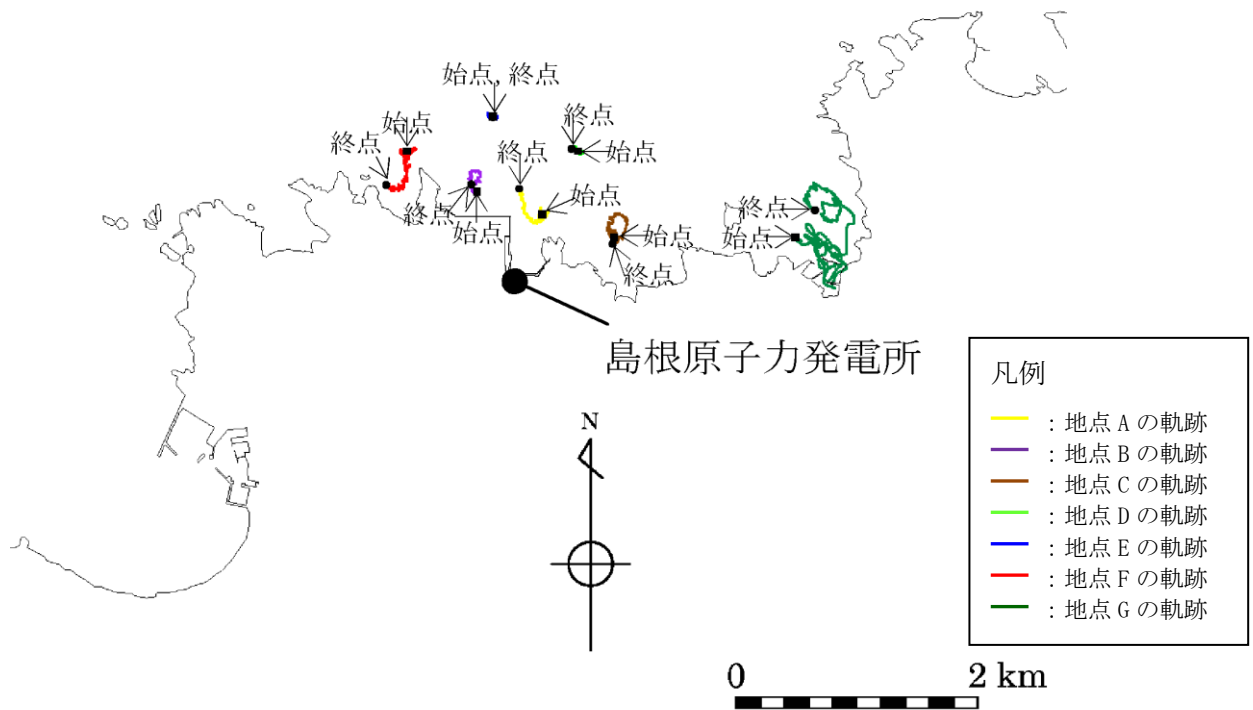


(基準津波 3 (防波堤有り))

第 3-2 図 軌跡解析結果

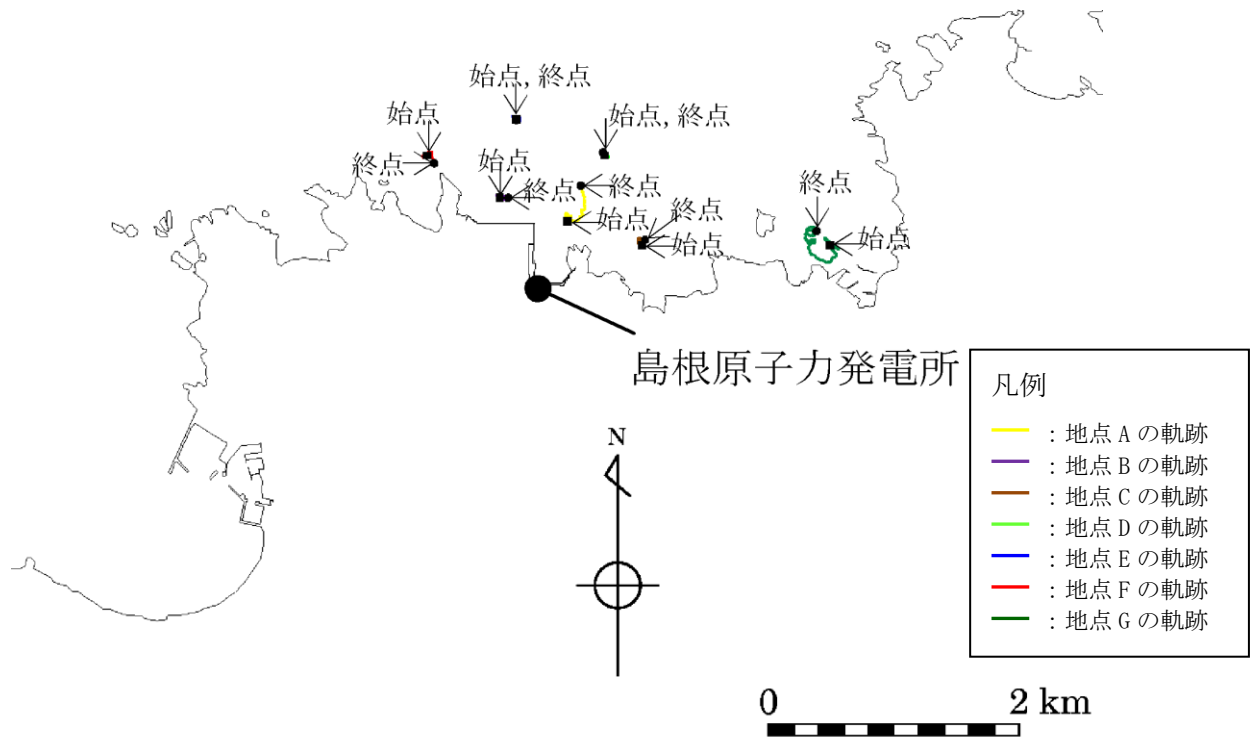


(基準津波 5 (防波堤無し))

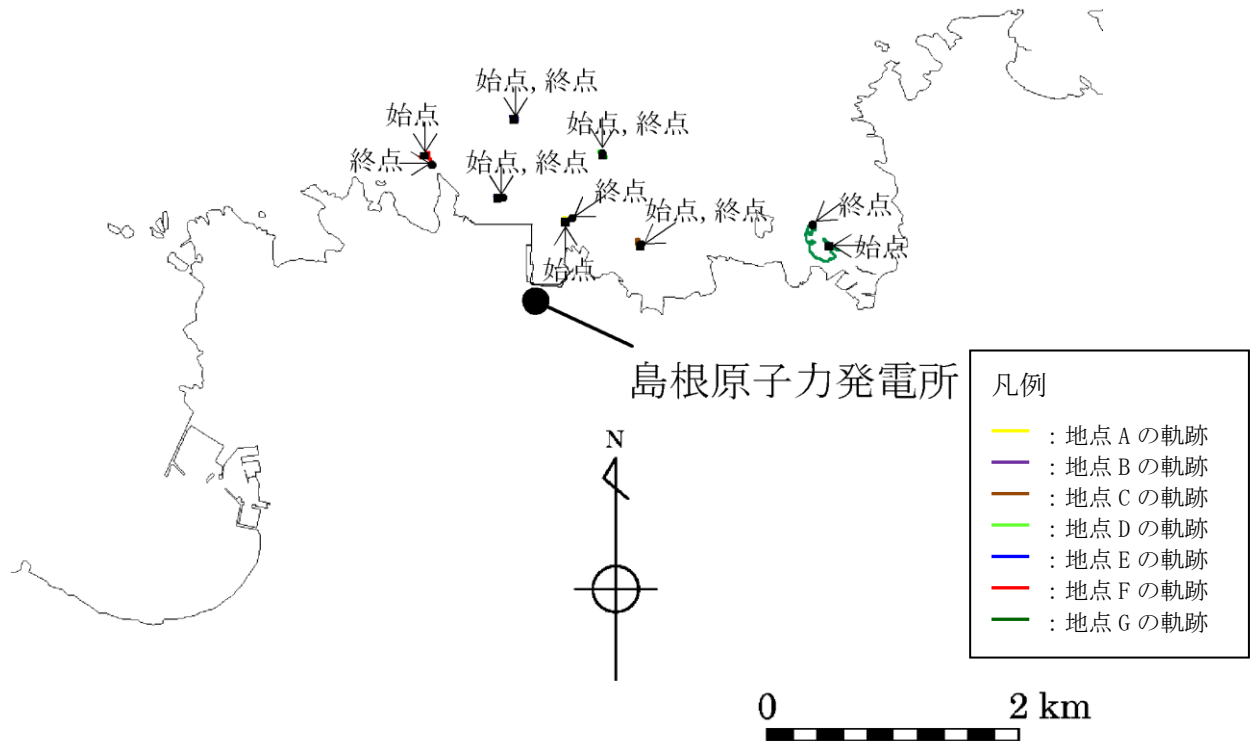


(基準津波 6 (防波堤無し))

第 3-3 図 軌跡解析結果

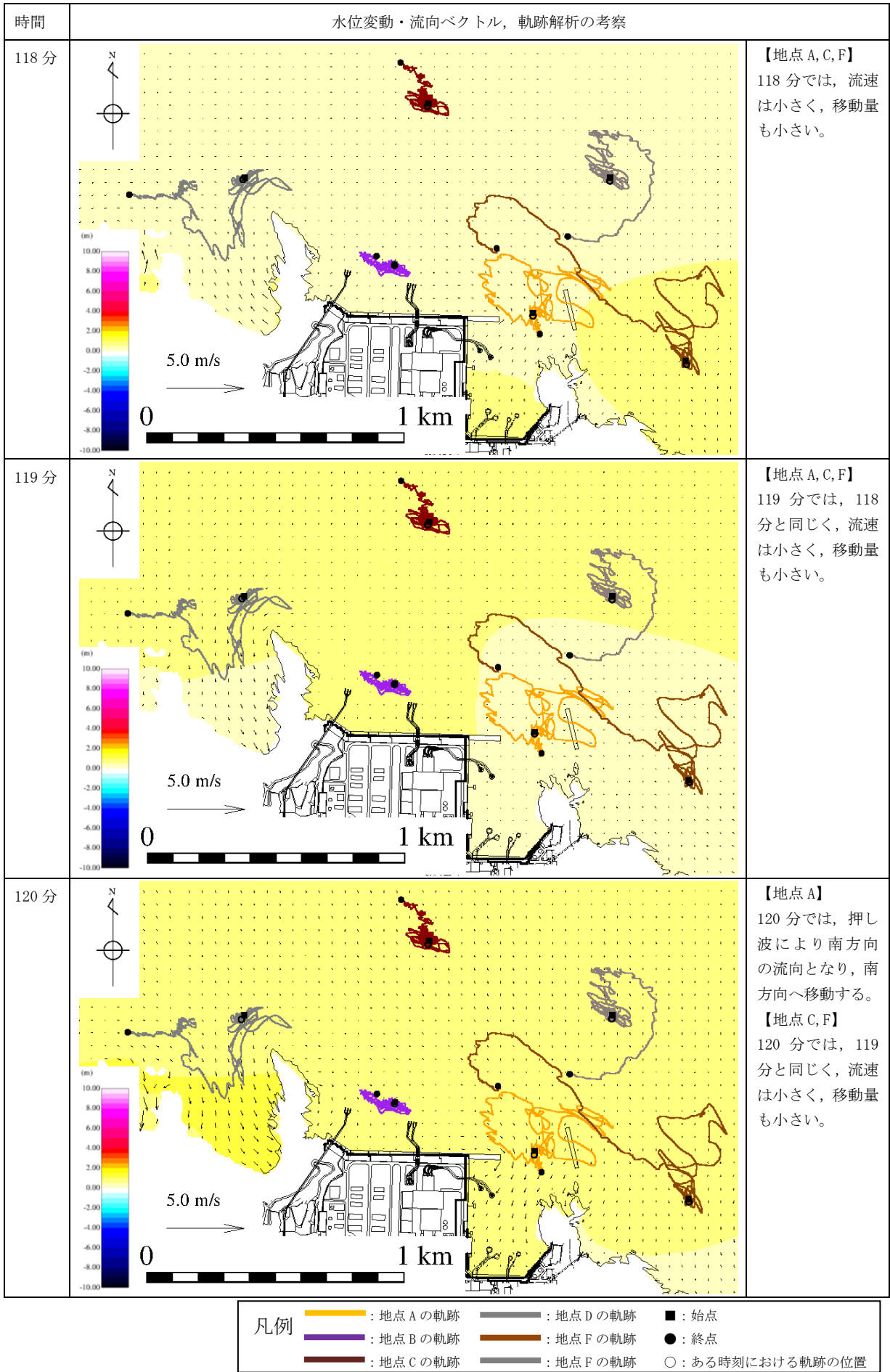


(基準津波 4 (防波堤有り))

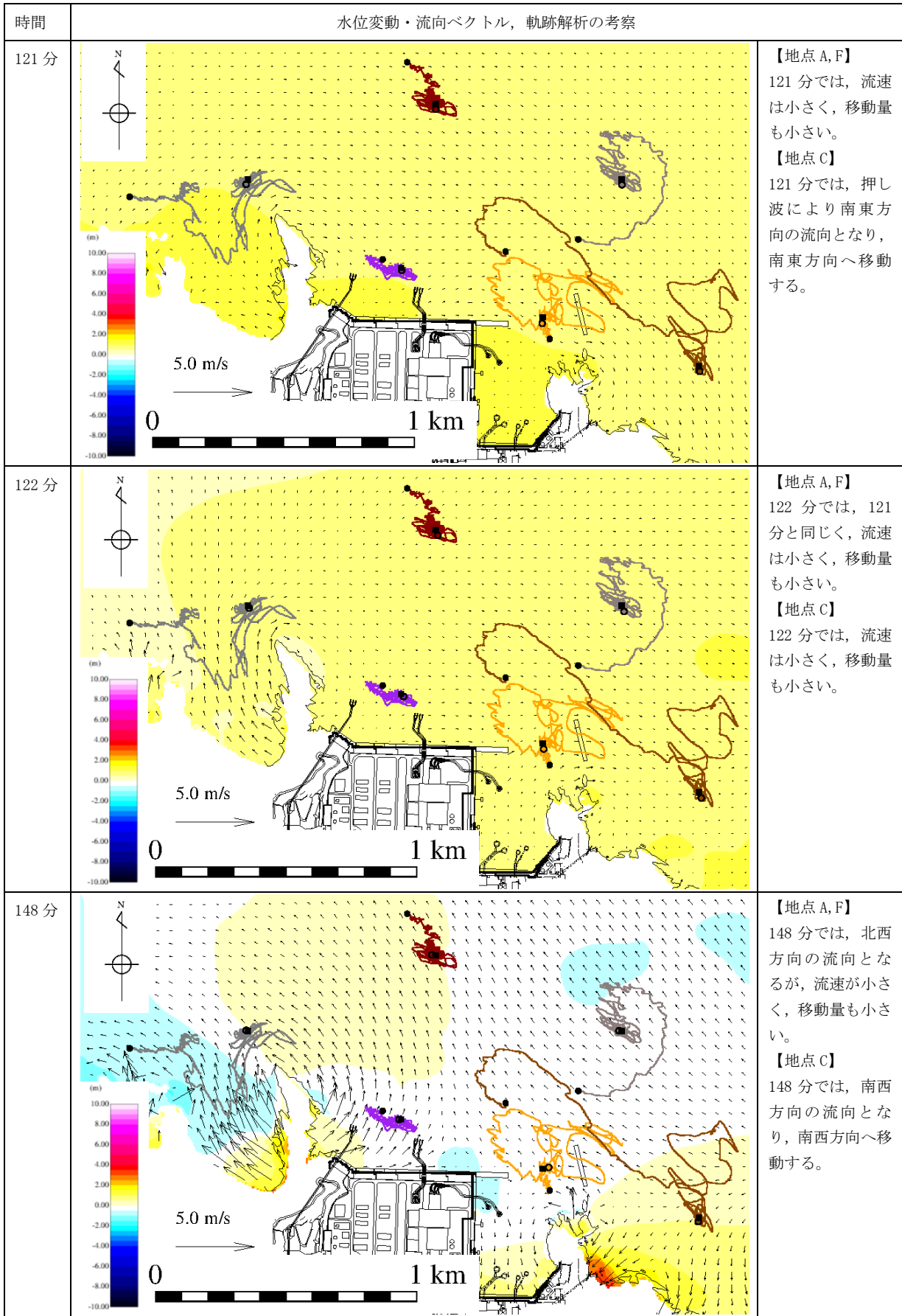


(基準津波 4 (防波堤無し))

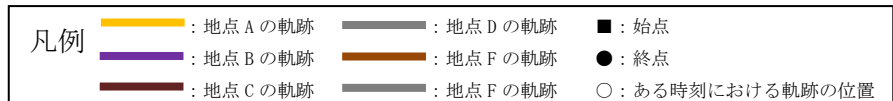
第 3-4 図 軌跡解析結果



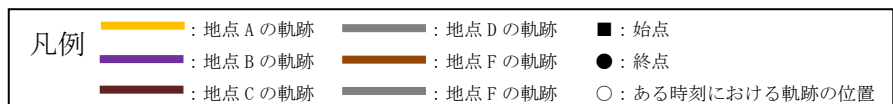
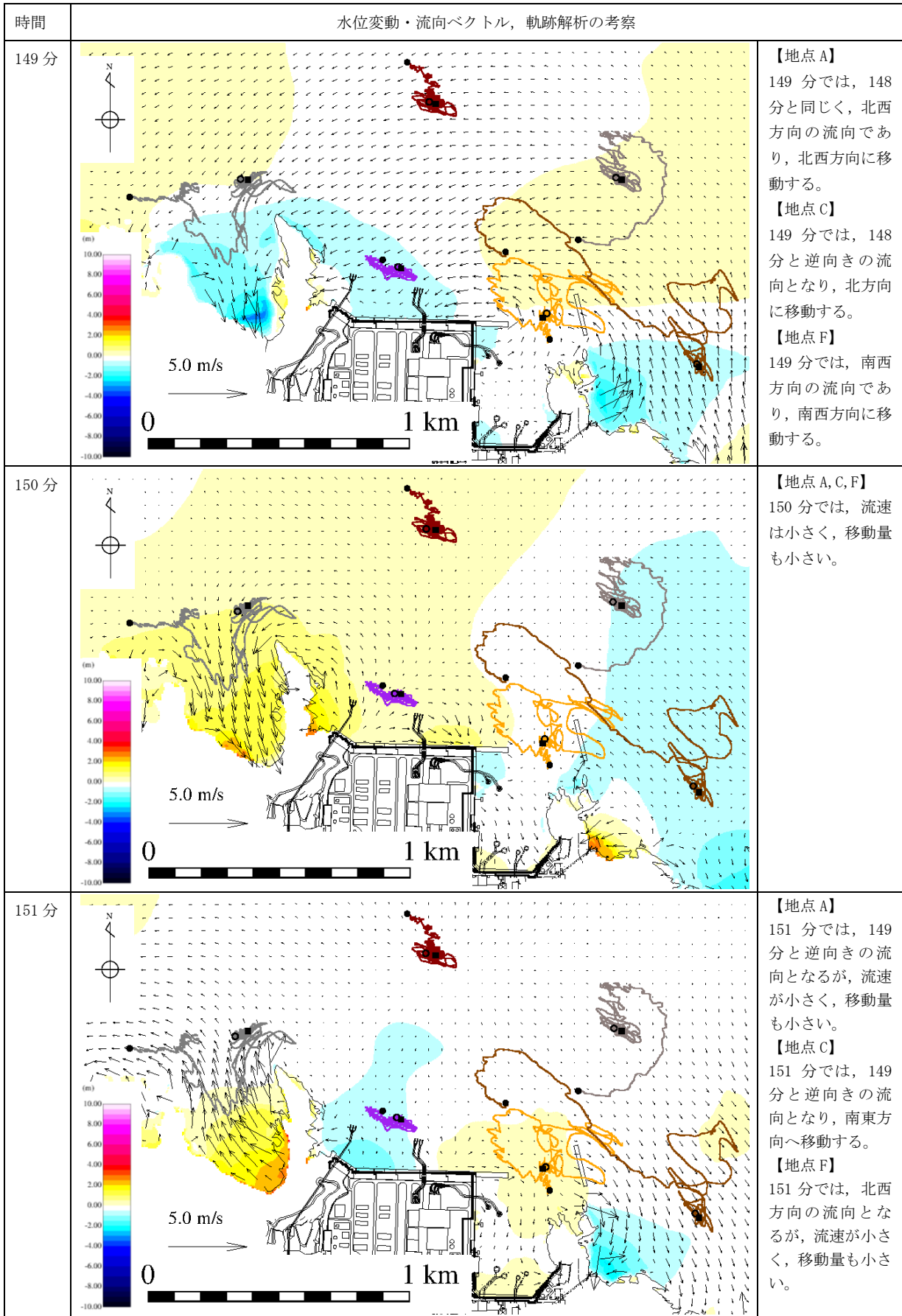
第 4-1 図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）



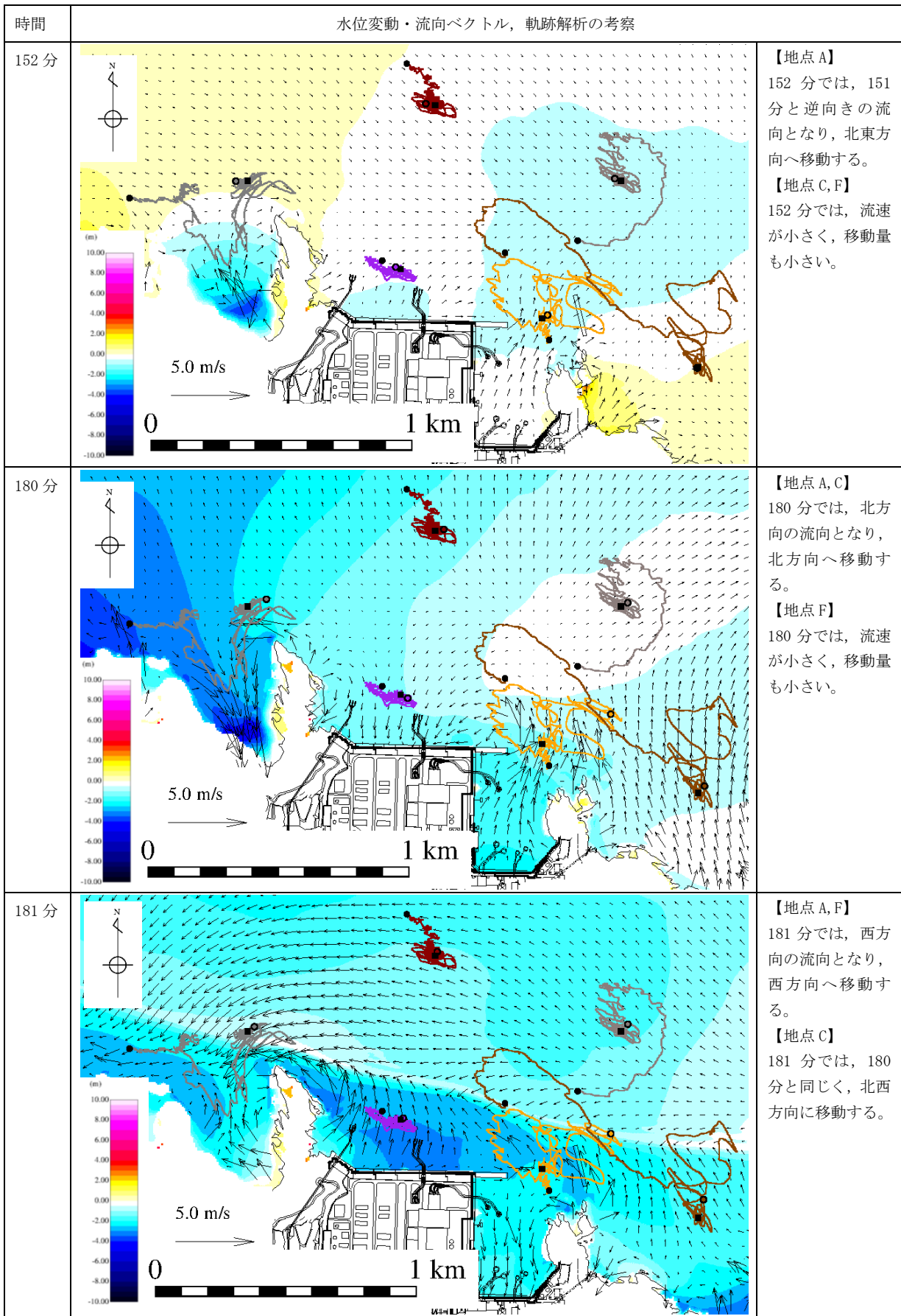
※123 分から 147 分まで同様な傾向であり省略する。



第 4-2 図 水位変動・流向ベクトル, 軌跡解析の評価結果 (基準津波 1)



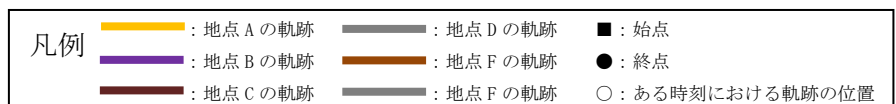
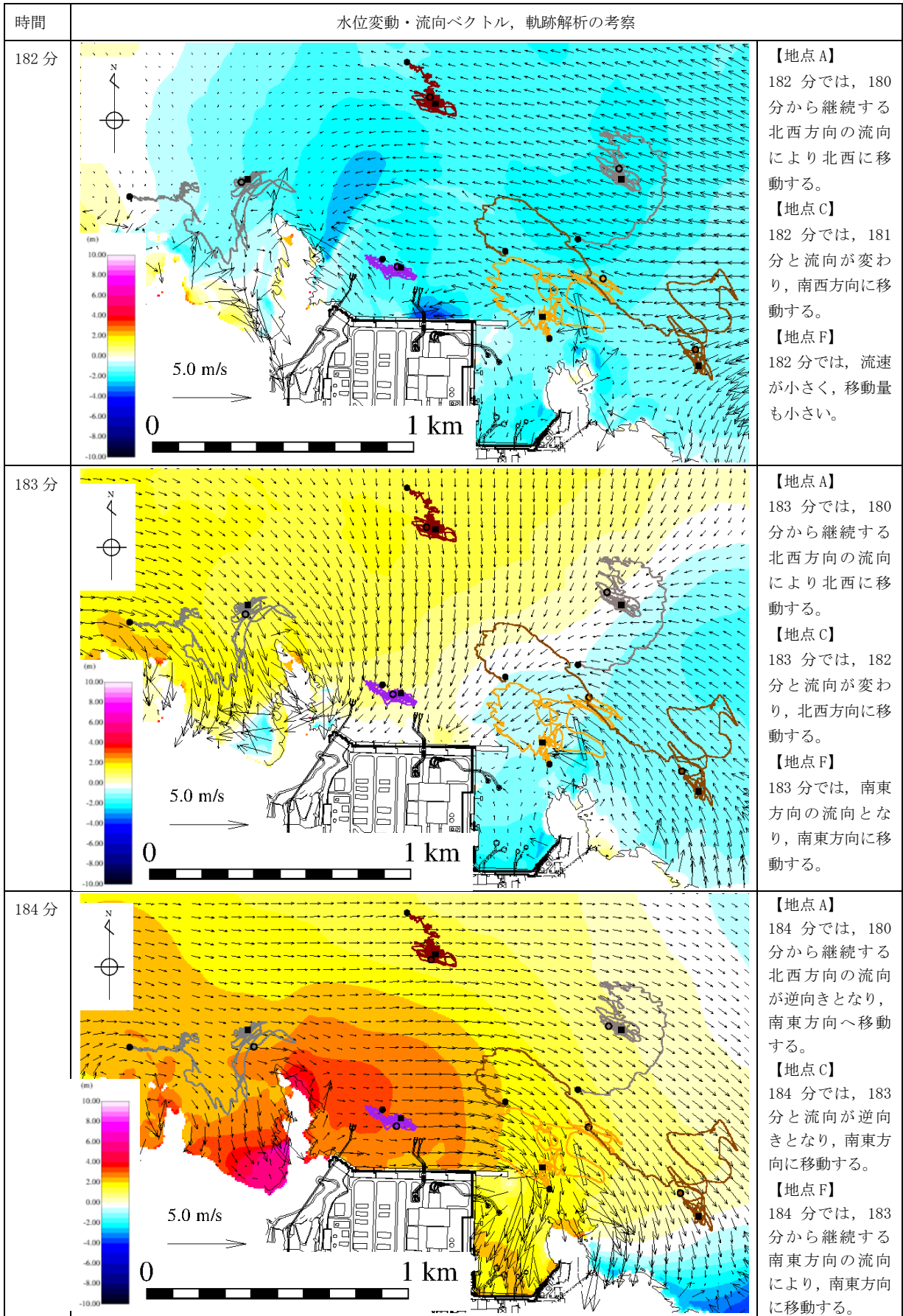
第4-3図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波1）



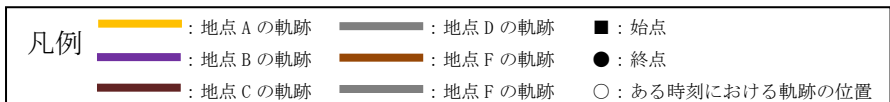
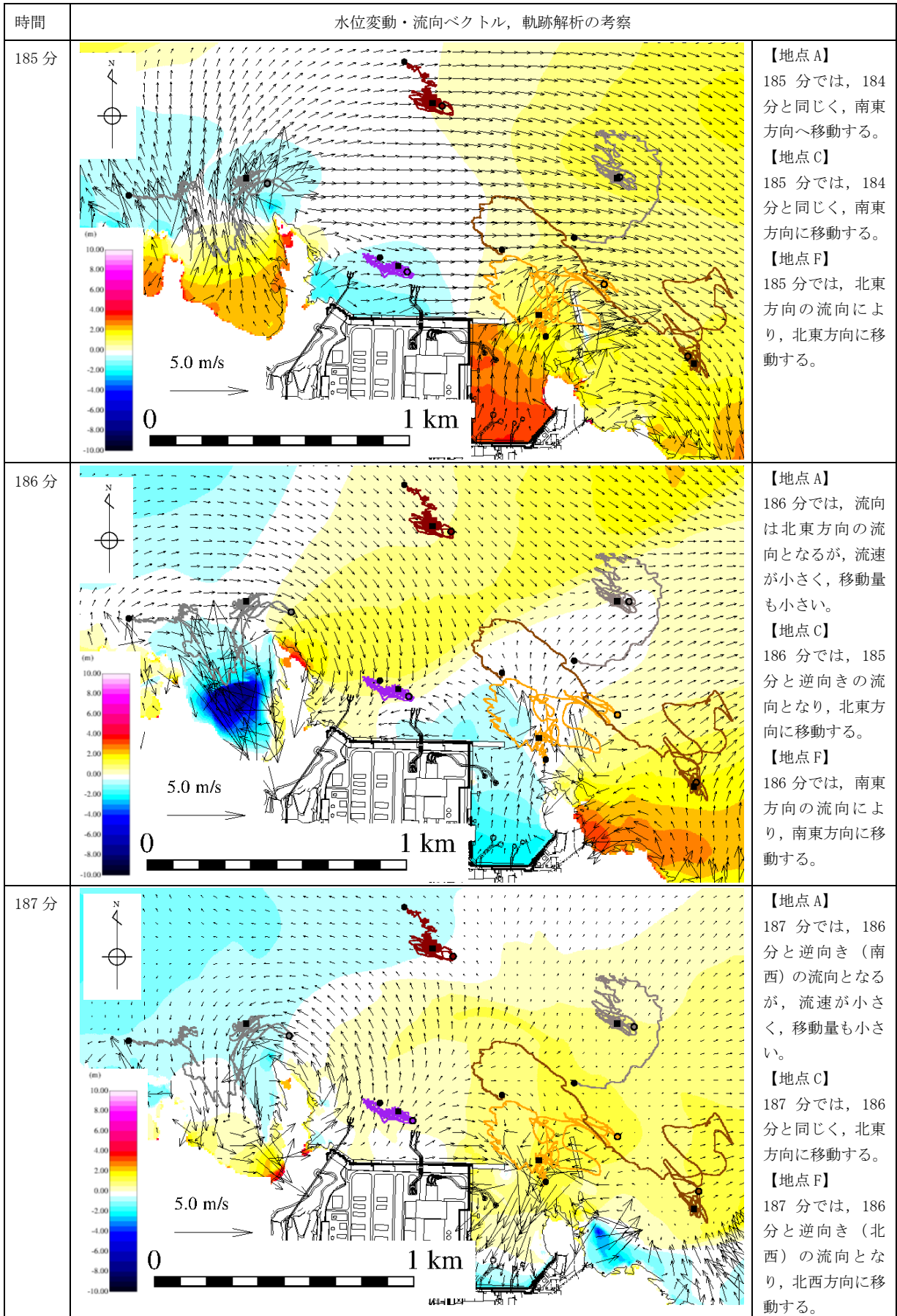
※153分から179分まで同様な傾向であり省略する。



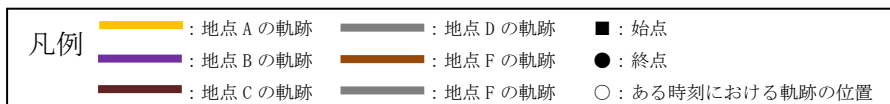
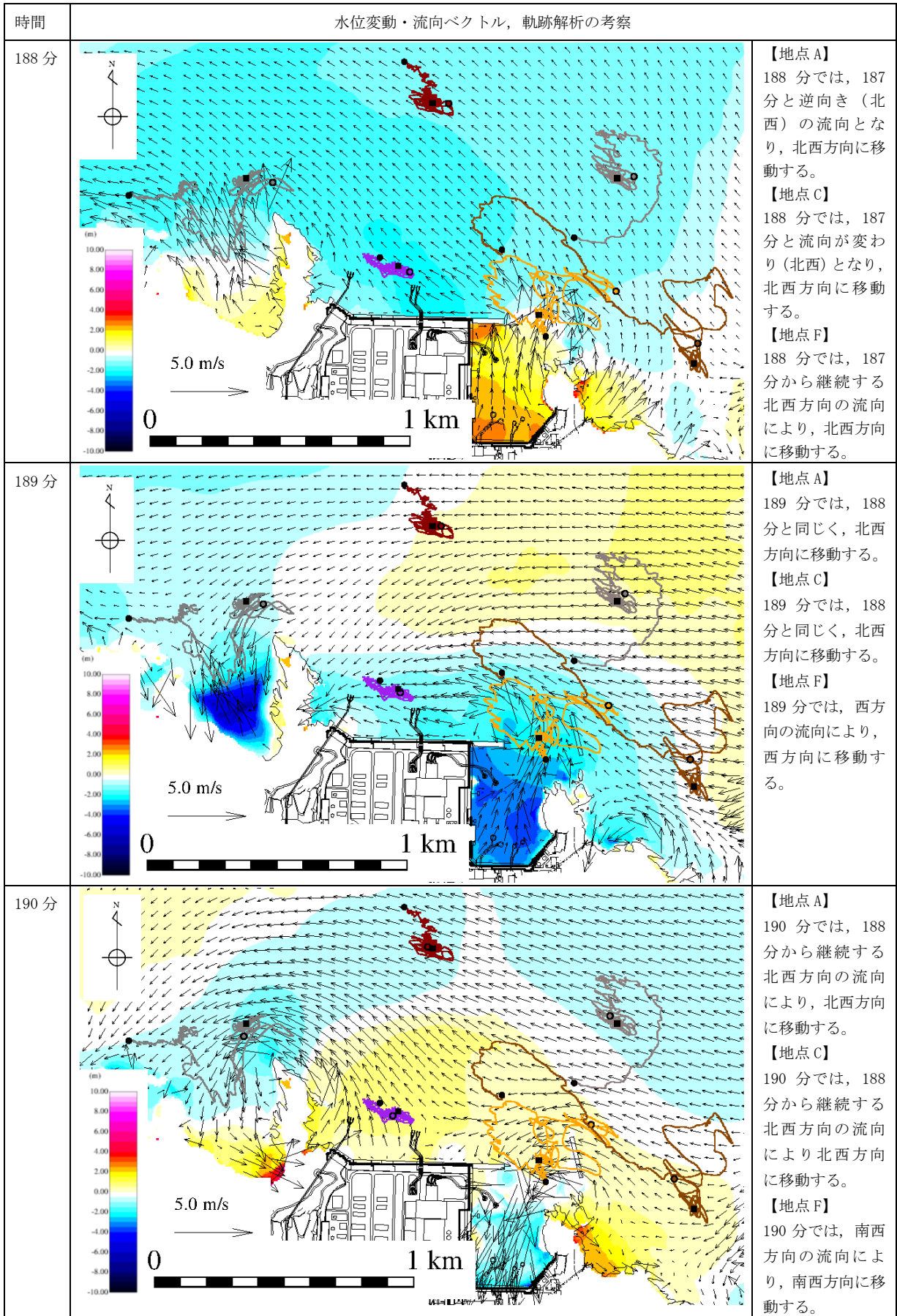
第4-4図 水位変動・流向ベクトル, 軌跡解析の評価結果 (基準津波1)



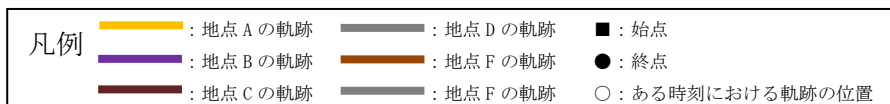
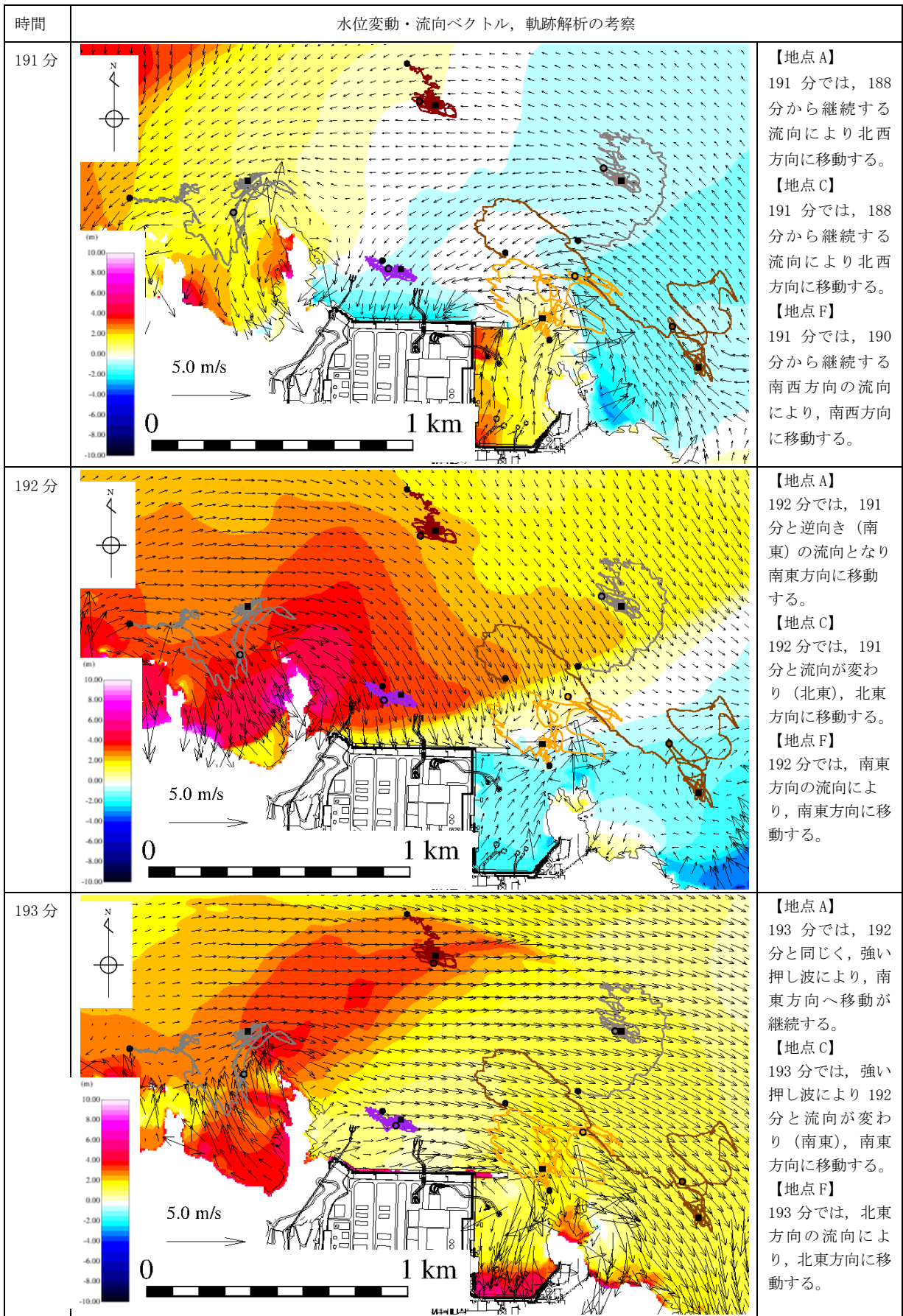
第4-5図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波1）



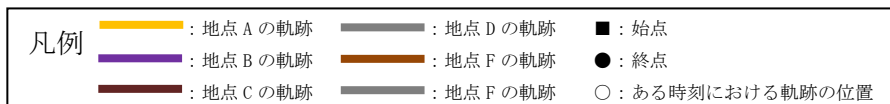
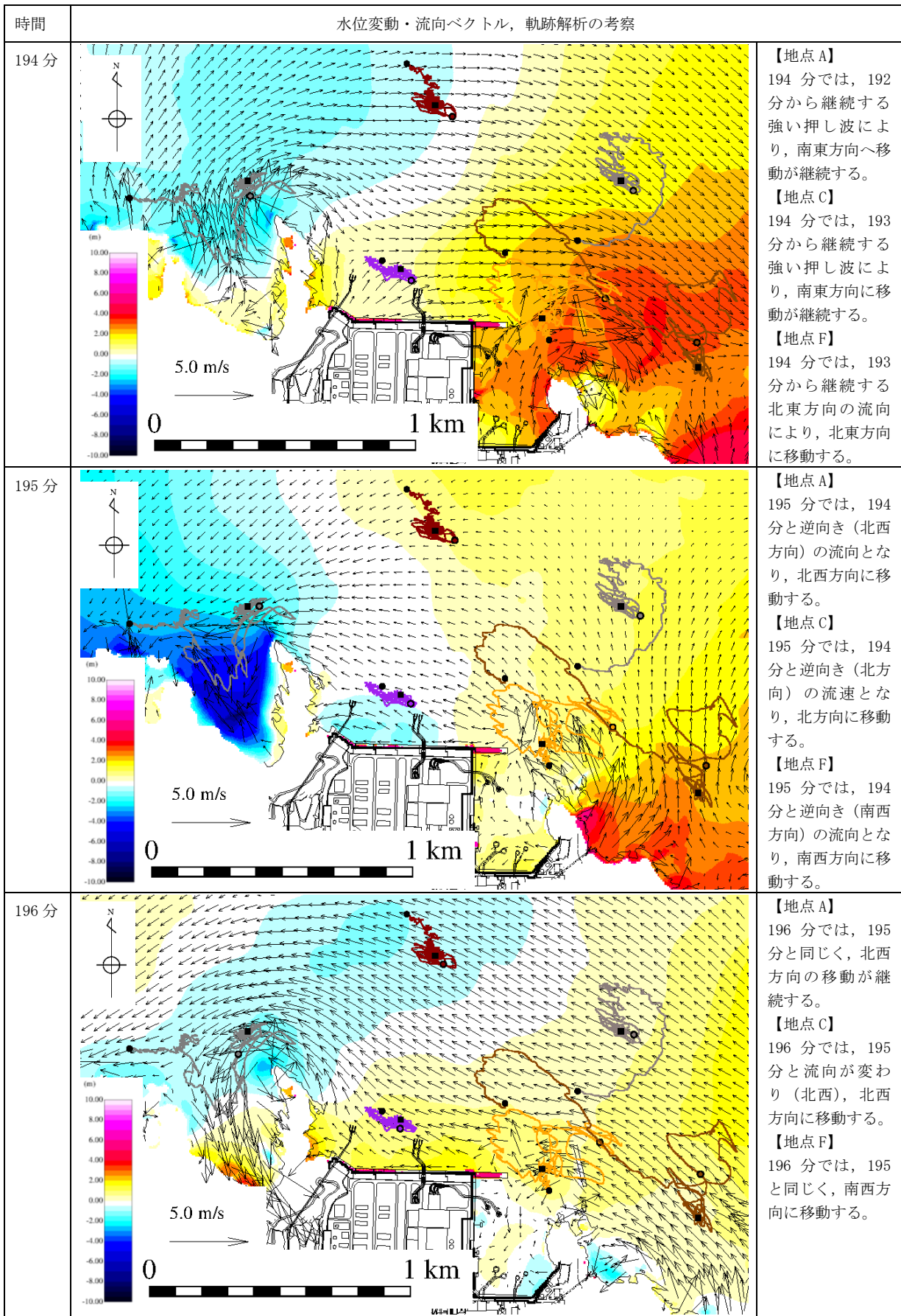
第4-6図 水位変動・流向ベクトル, 軌跡解析の評価結果 (基準津波1)



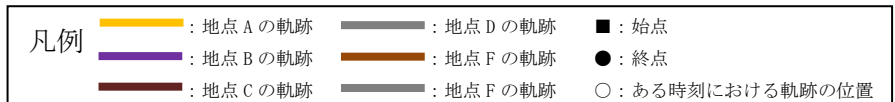
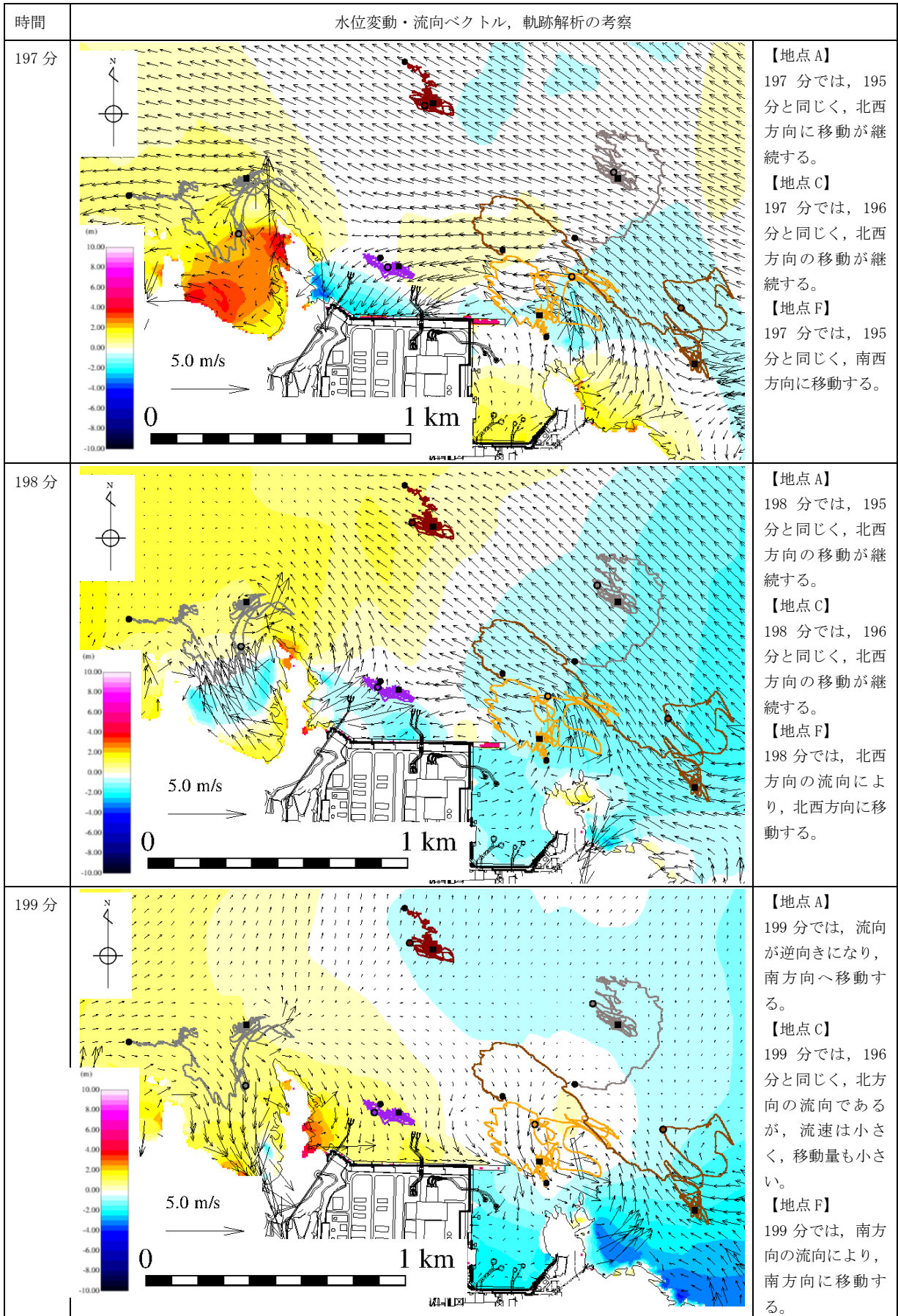
第4-7図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波1）



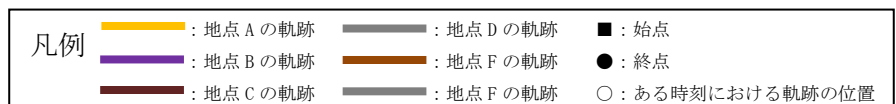
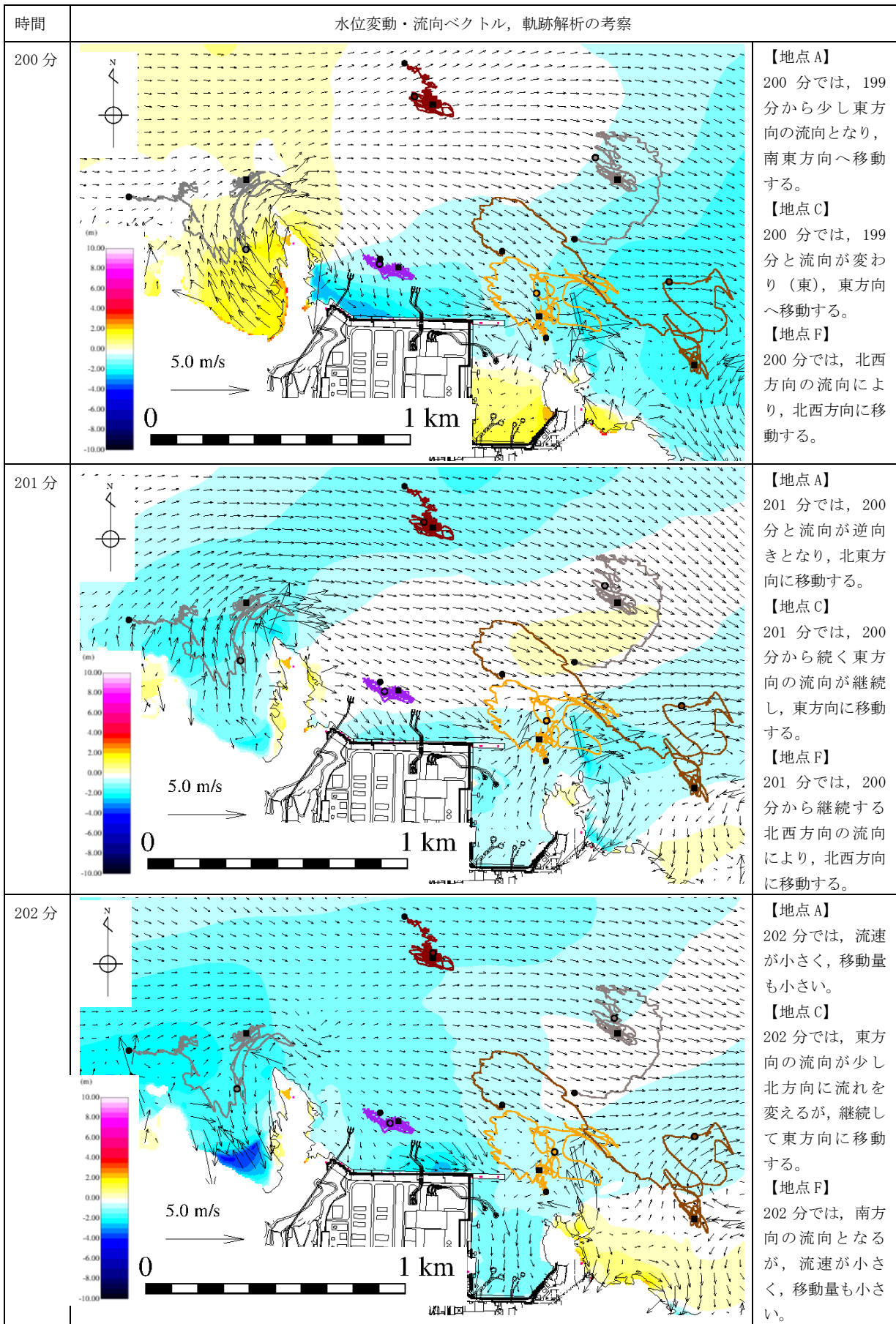
第4-8図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波1）



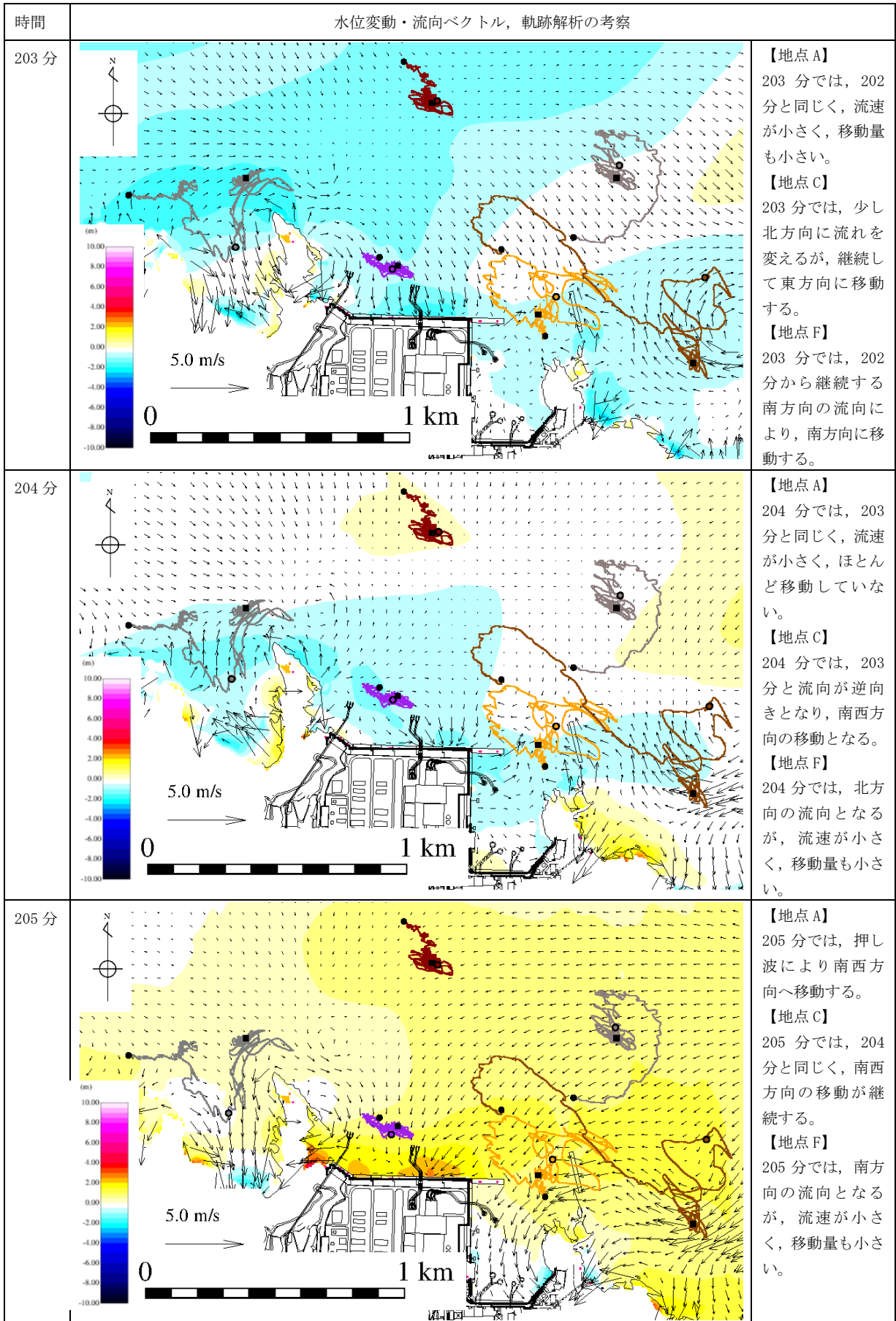
第4-9図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波1）



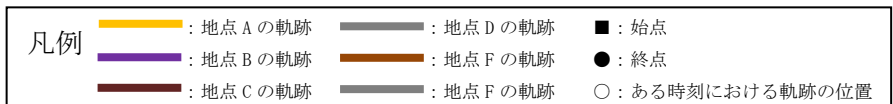
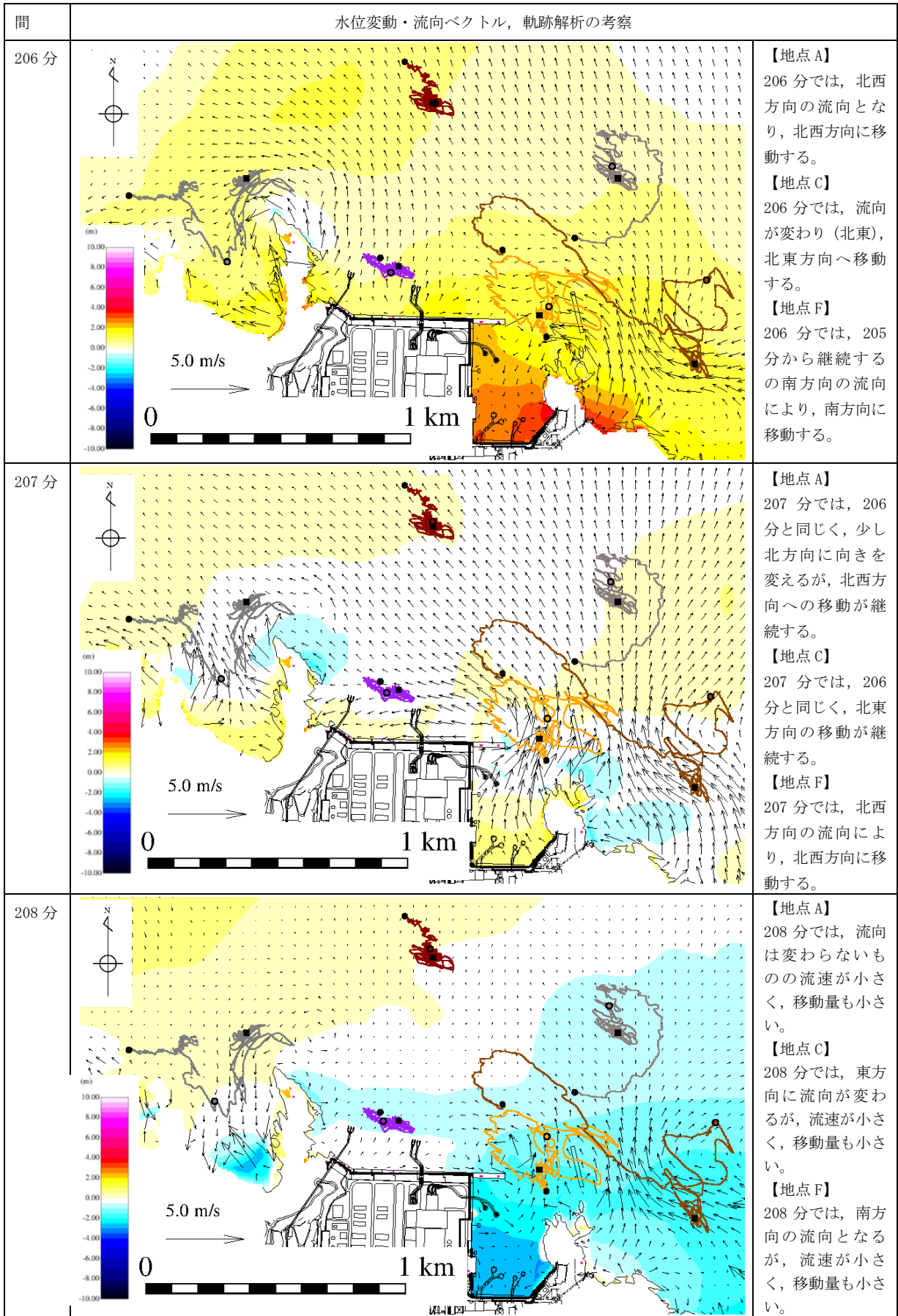
第4-10図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波1）



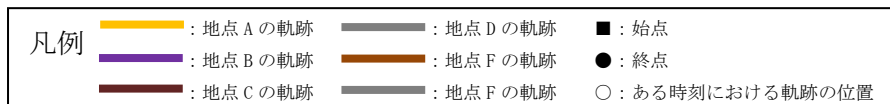
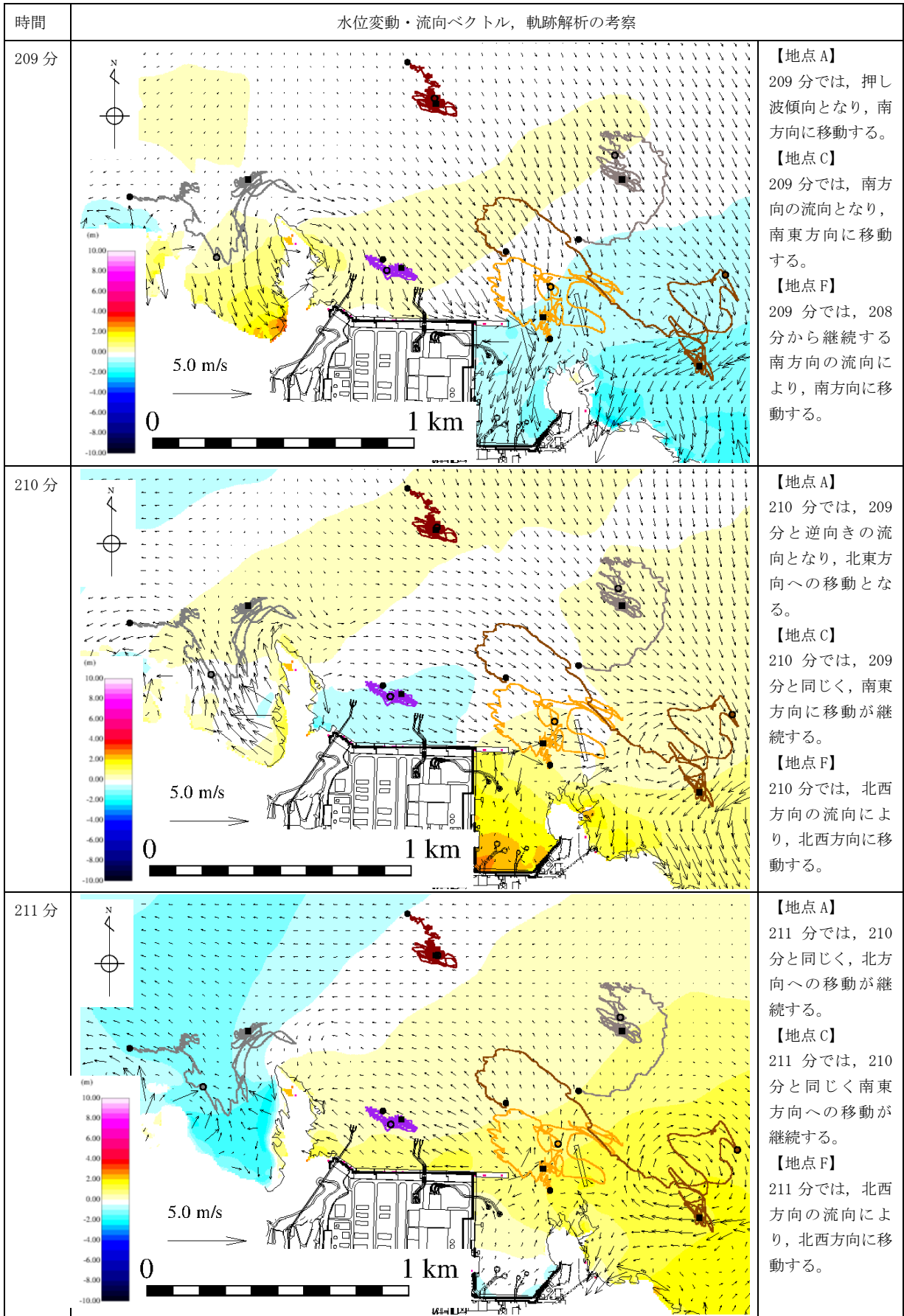
第 4-11 図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）



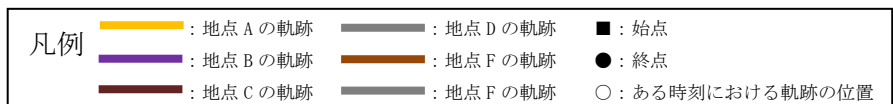
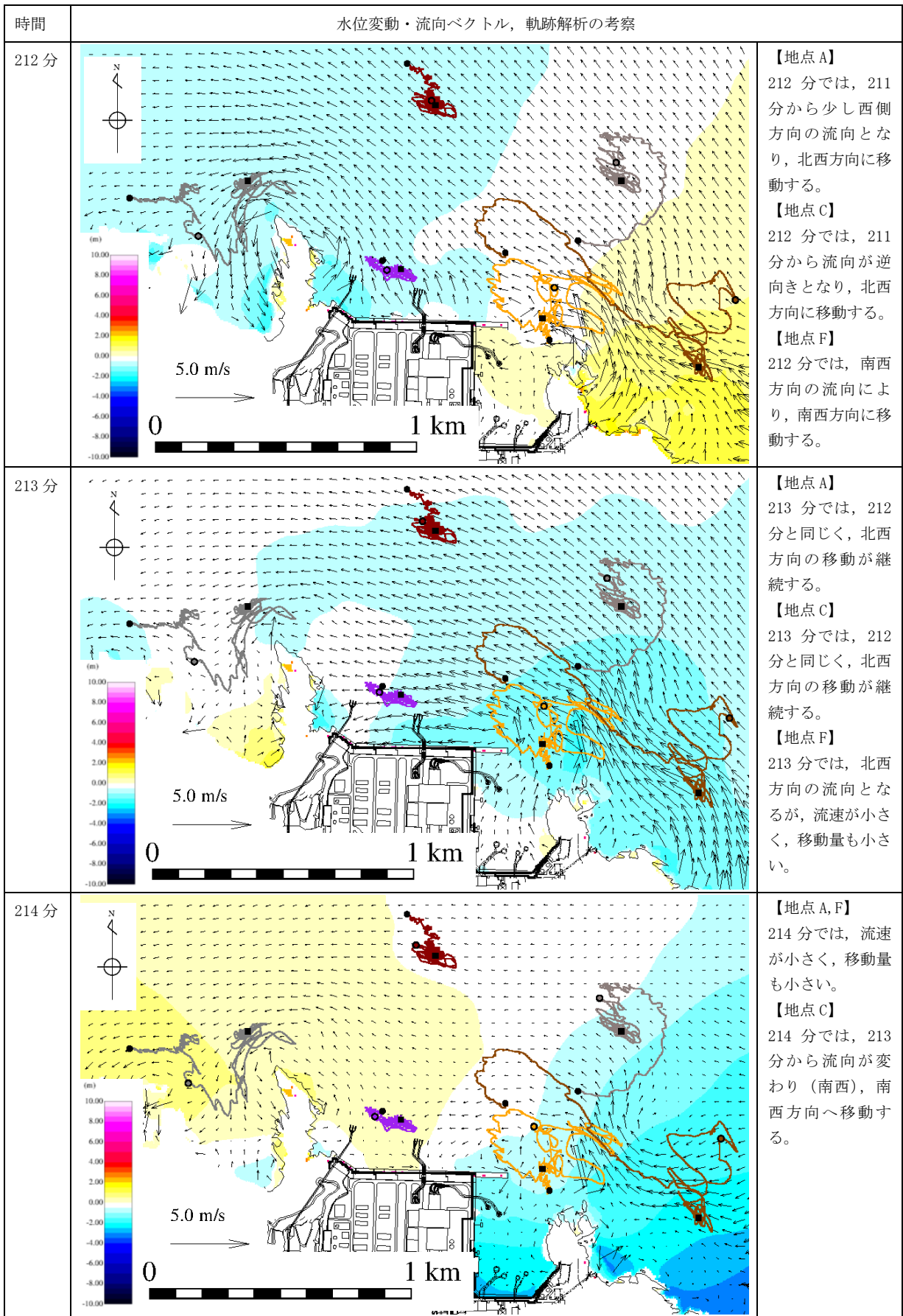
第 4-12 図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）



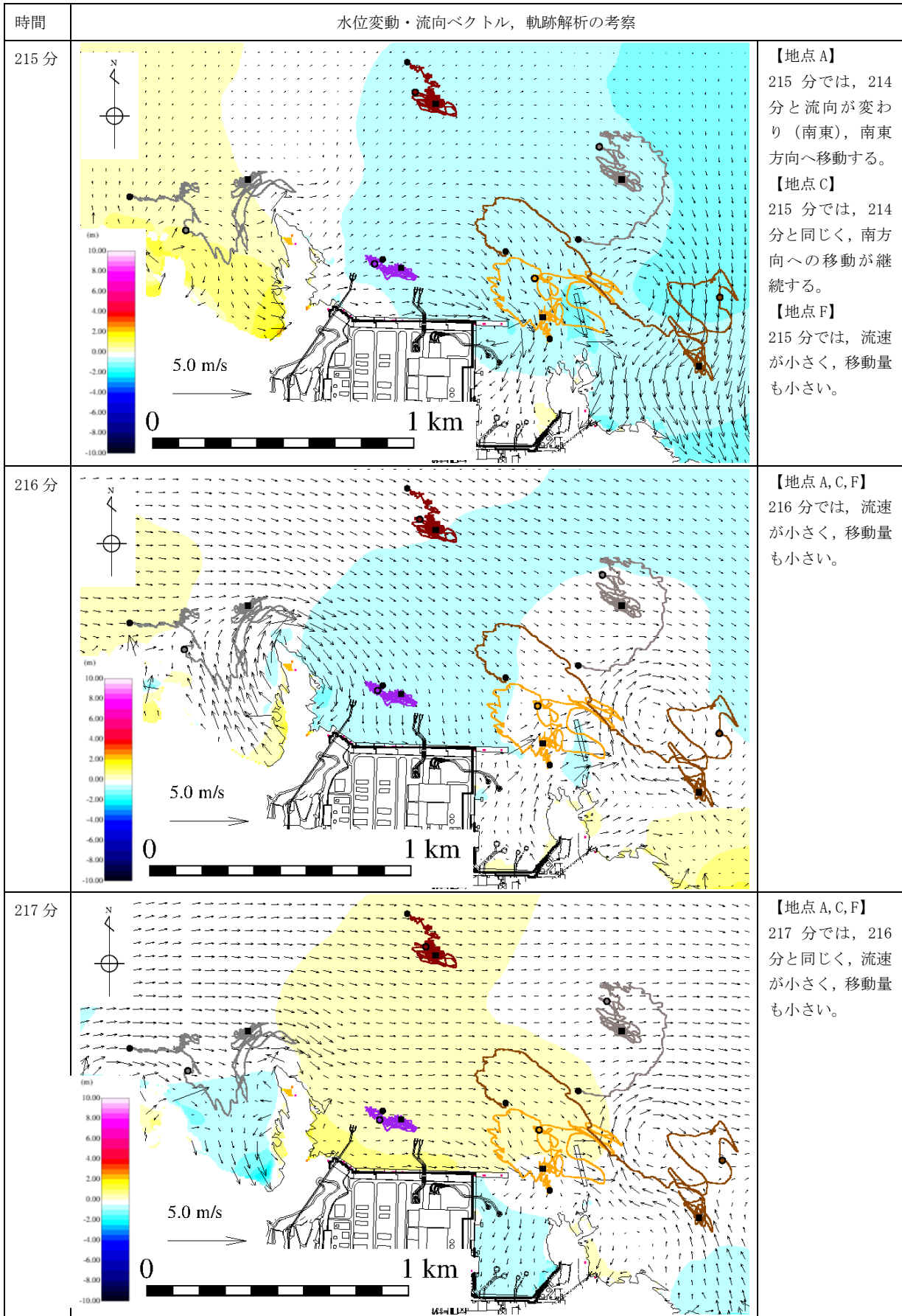
第4-13図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波1）



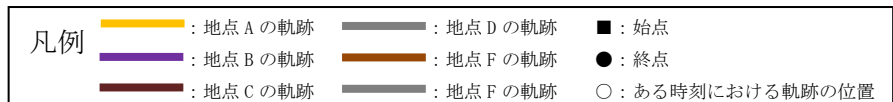
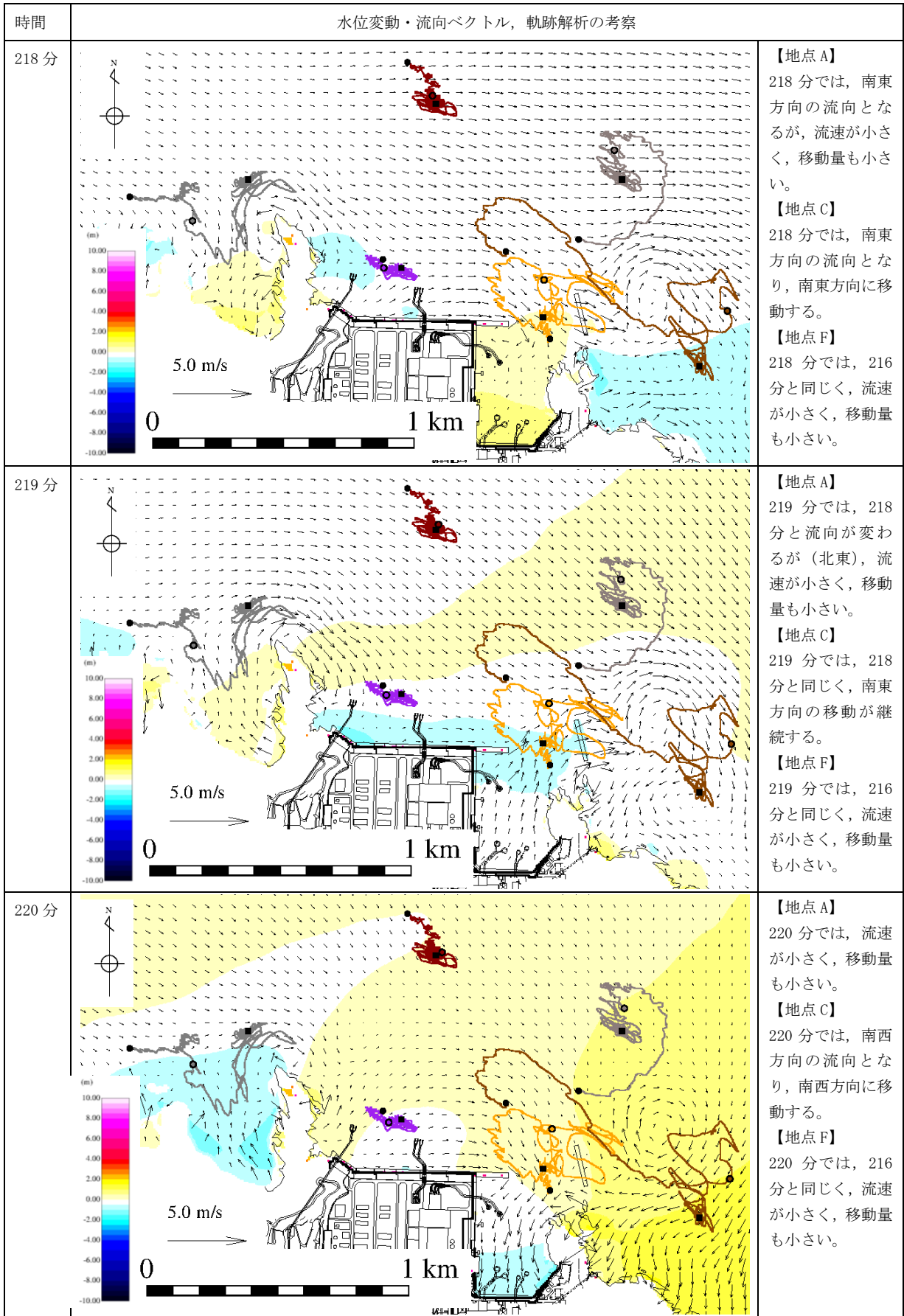
第4-14図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波1）



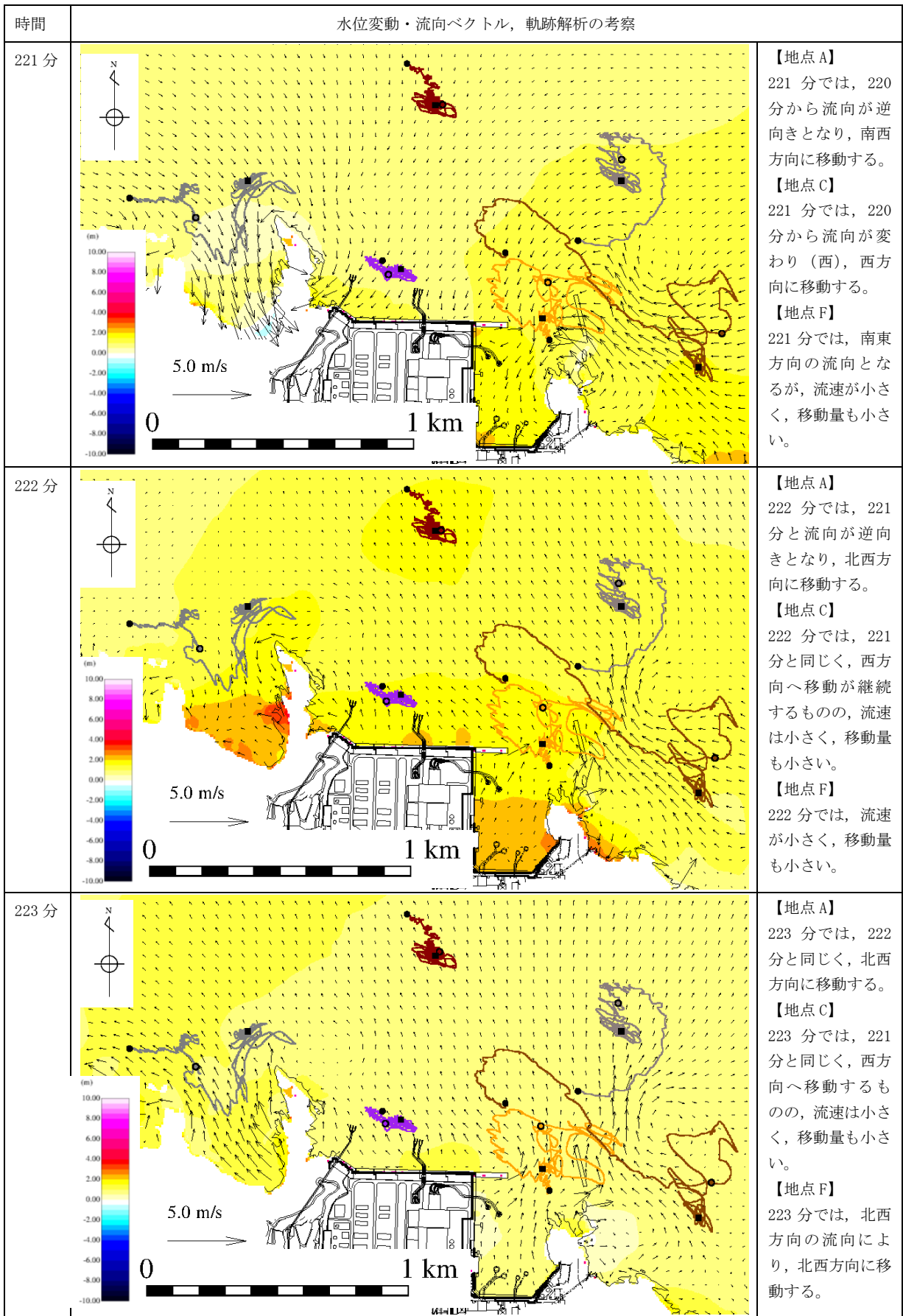
第4-15図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波1）



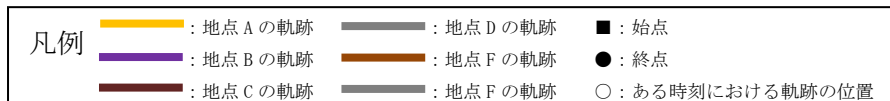
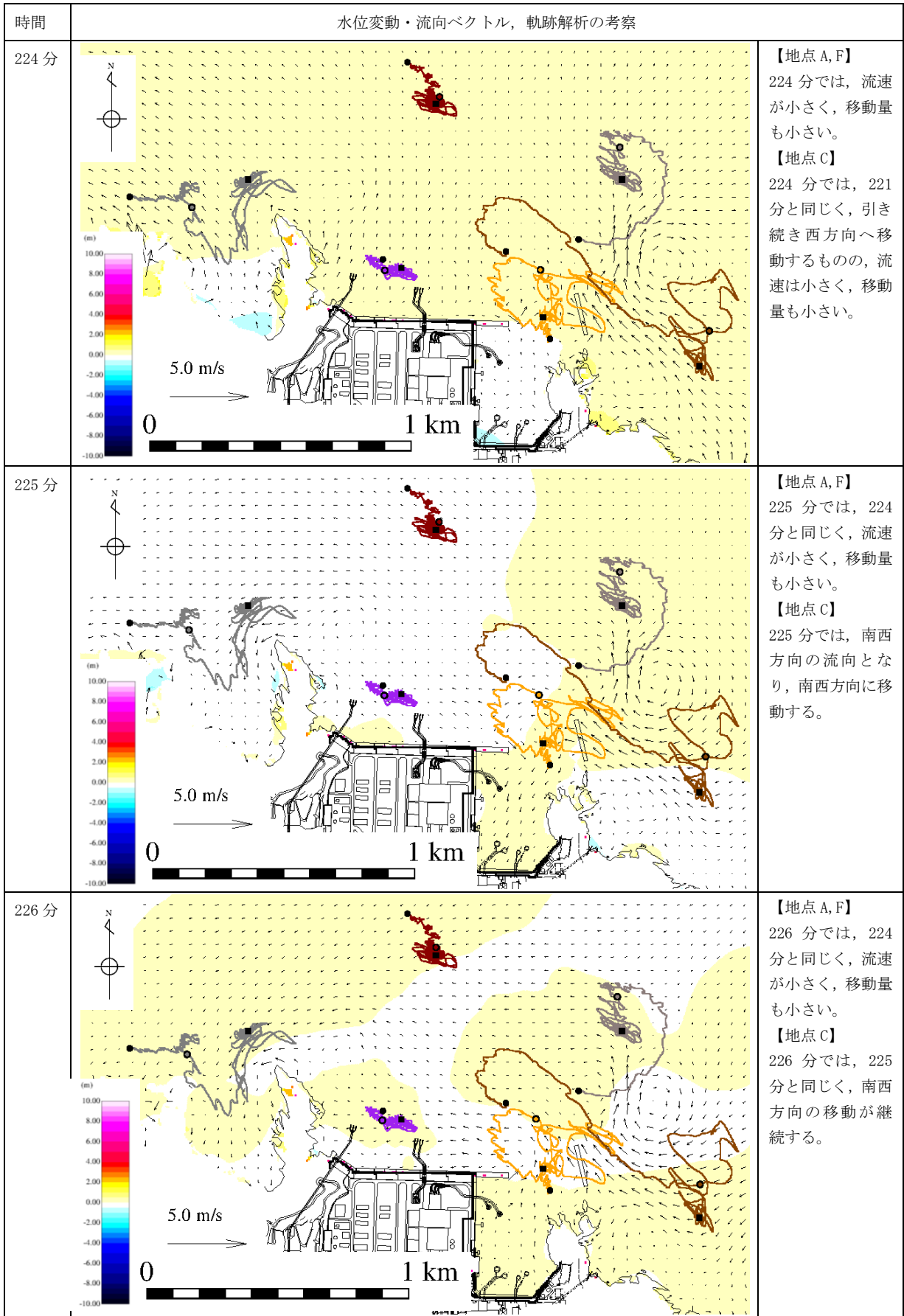
第 4-16 図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）



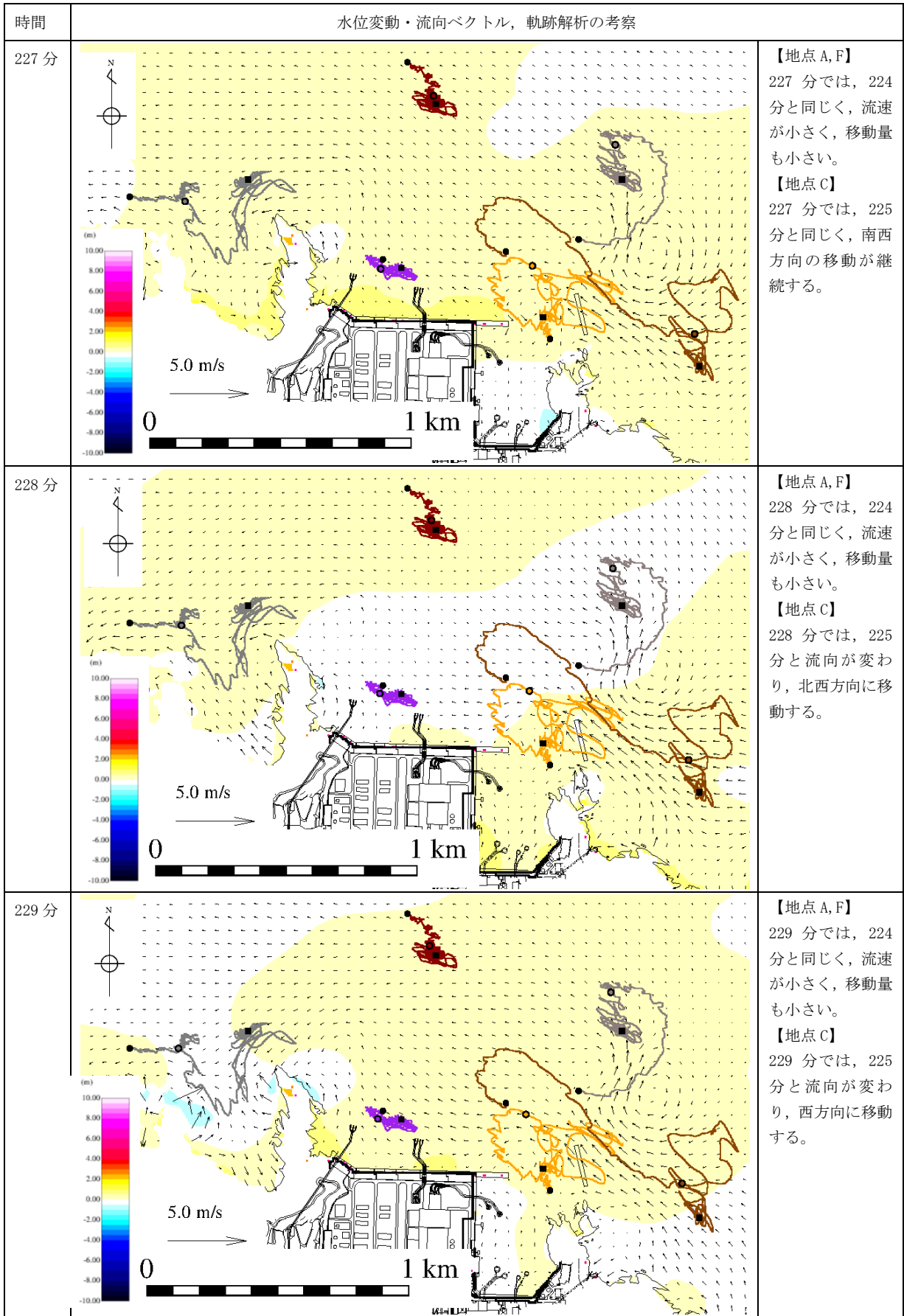
第4-17図 水位変動・流向ベクトル, 軌跡解析の評価結果 (基準津波1)



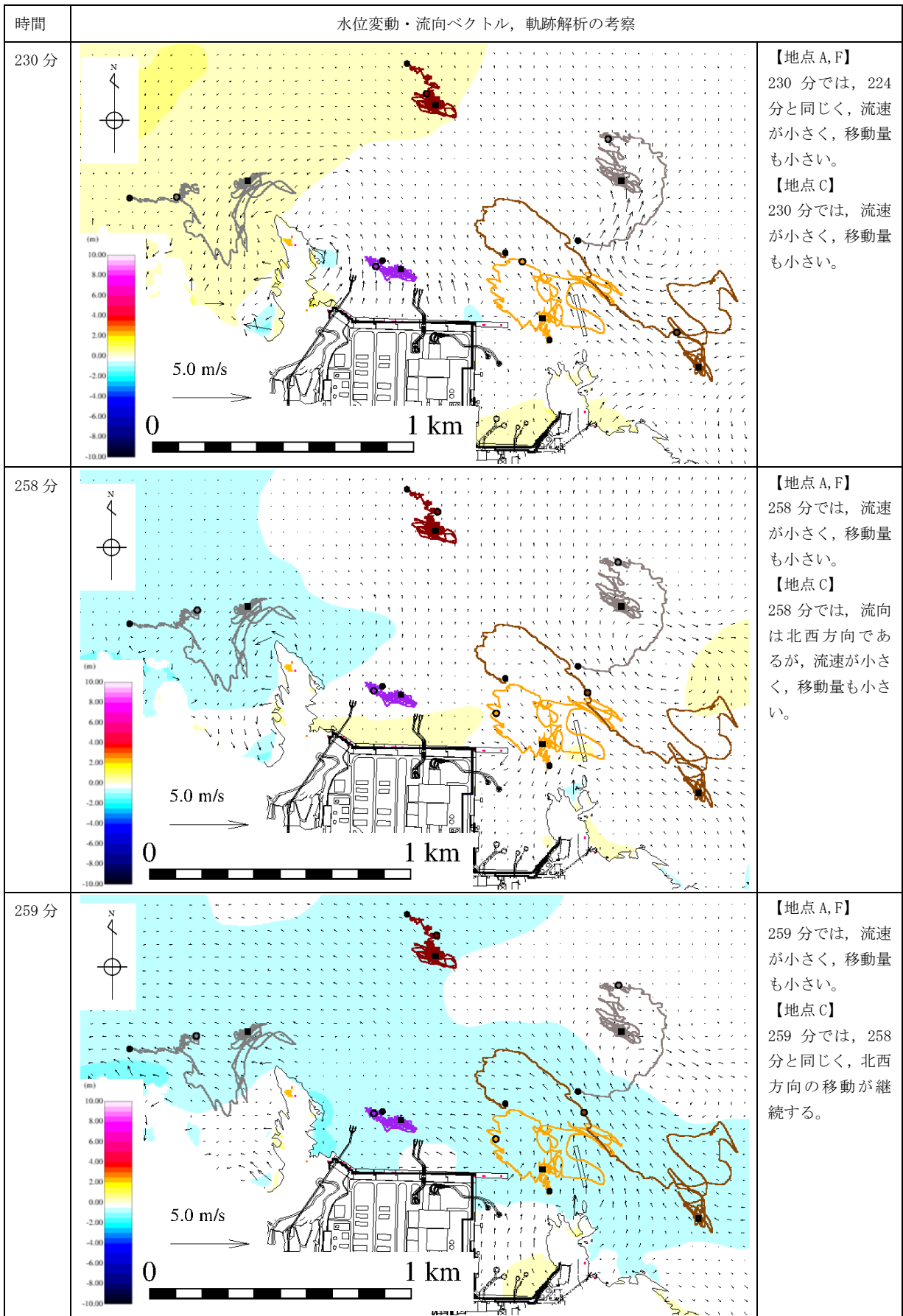
第 4-18 図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）



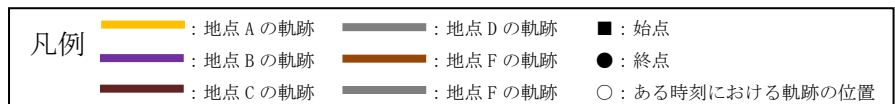
第4-19図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波1）



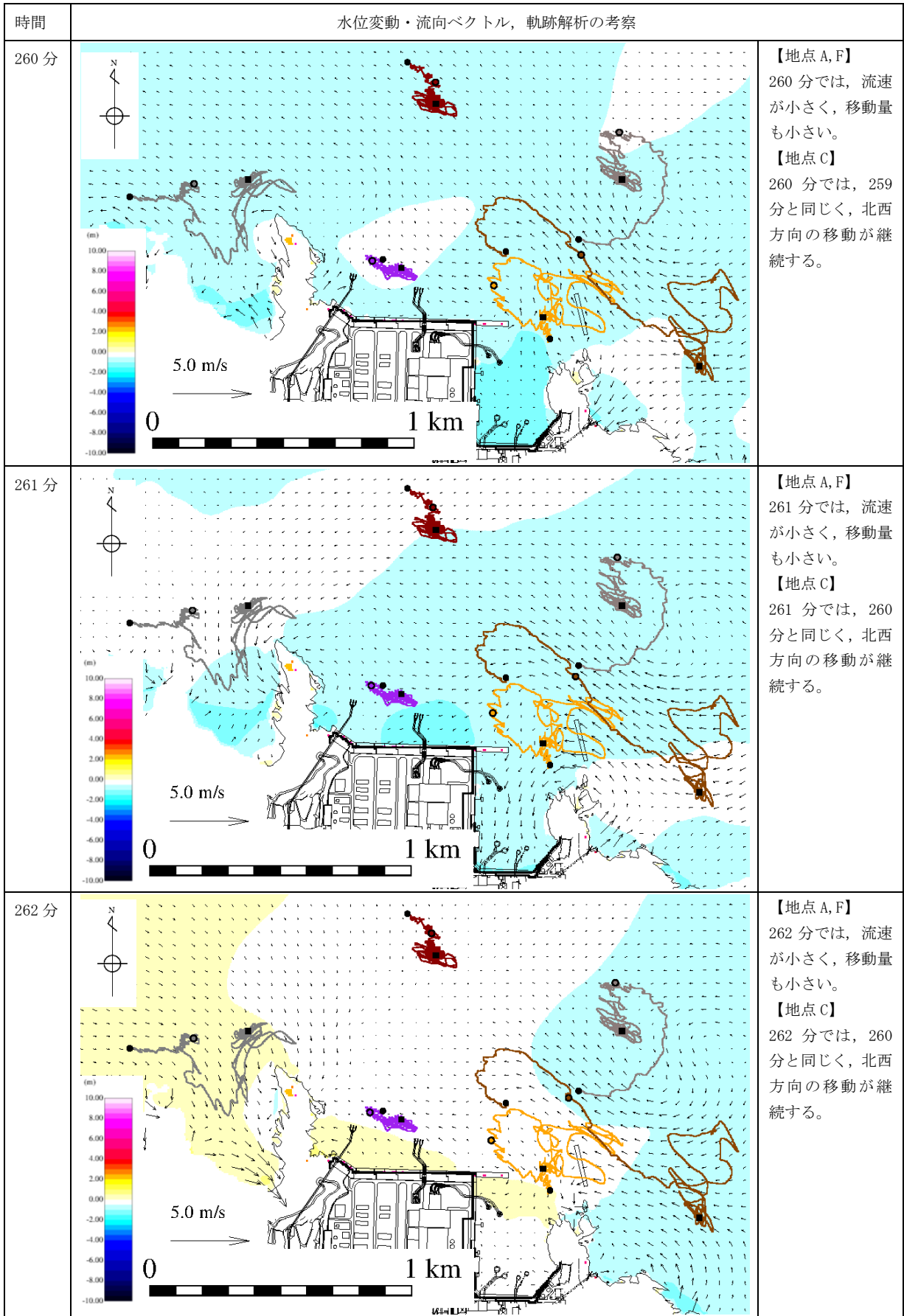
第 4-20 図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）



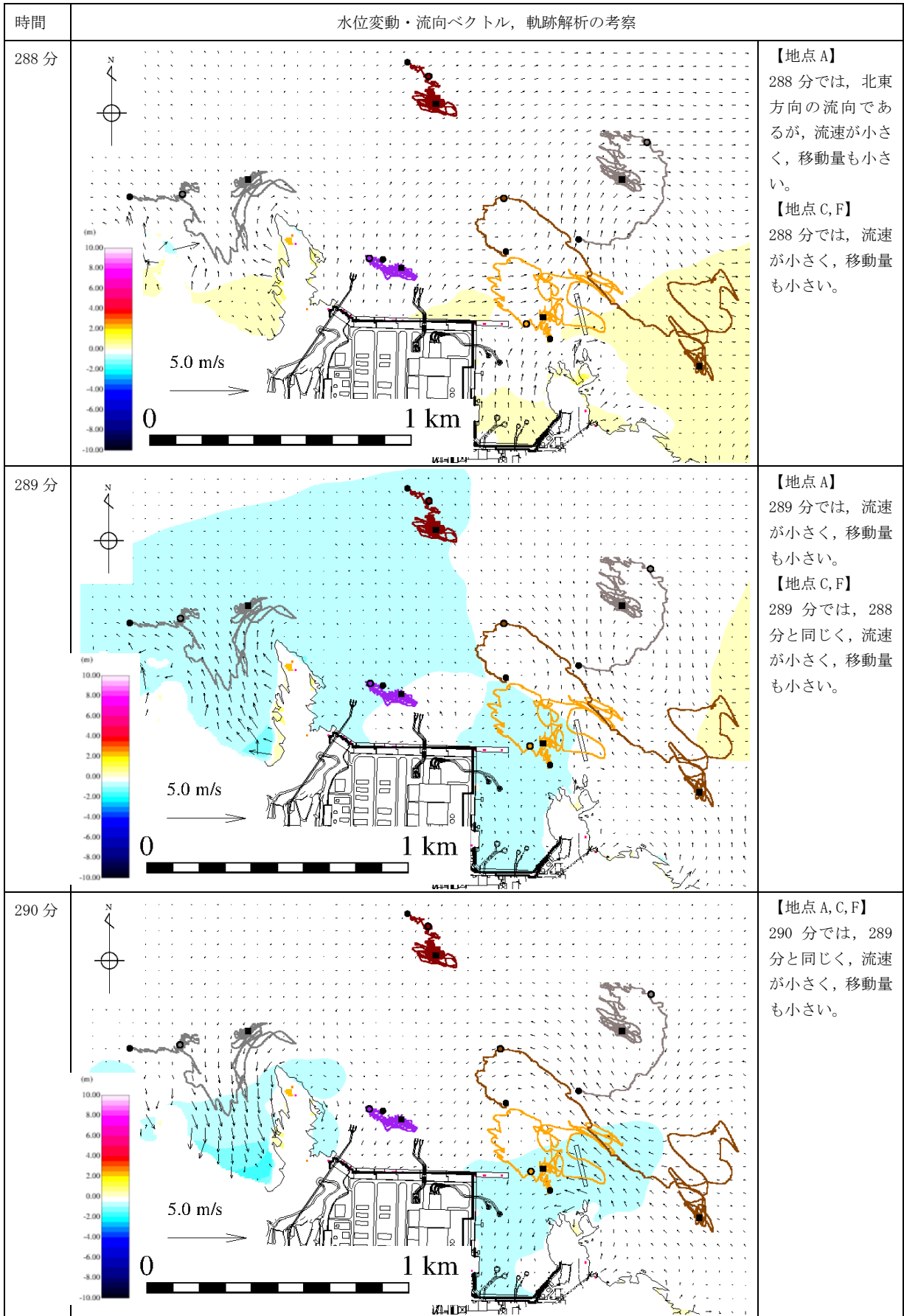
※231 分から 257 分まで同様な傾向であり省略する。



第 4-21 図 水位変動・流向ベクトル, 軌跡解析の評価結果 (基準津波 1)



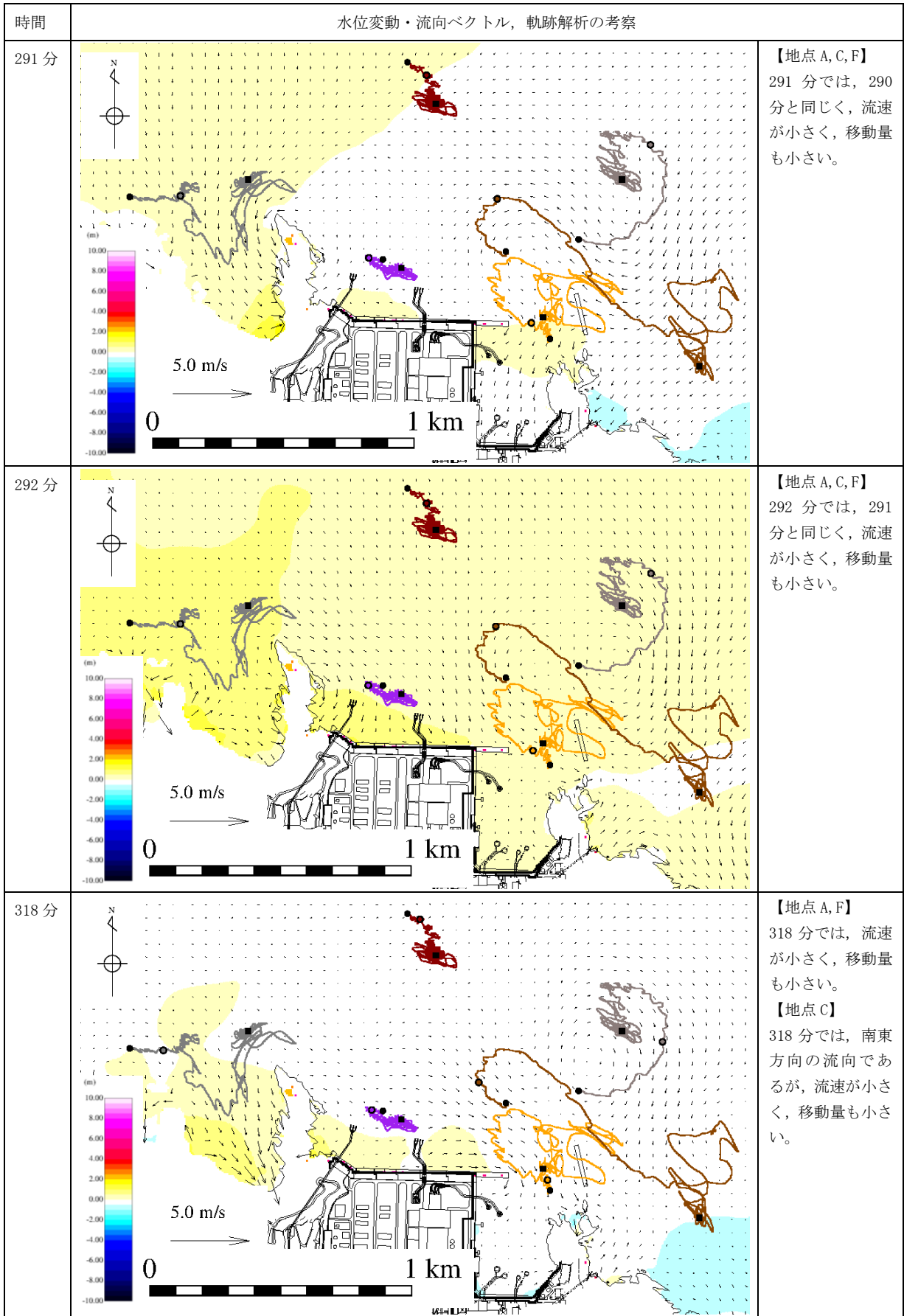
第 4-22 図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）



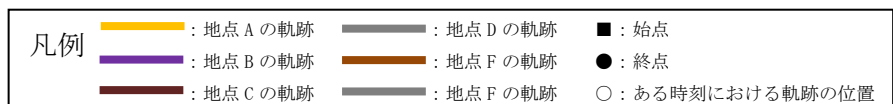
※263分から287分まで同様な傾向であり省略する。



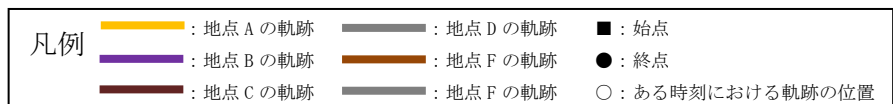
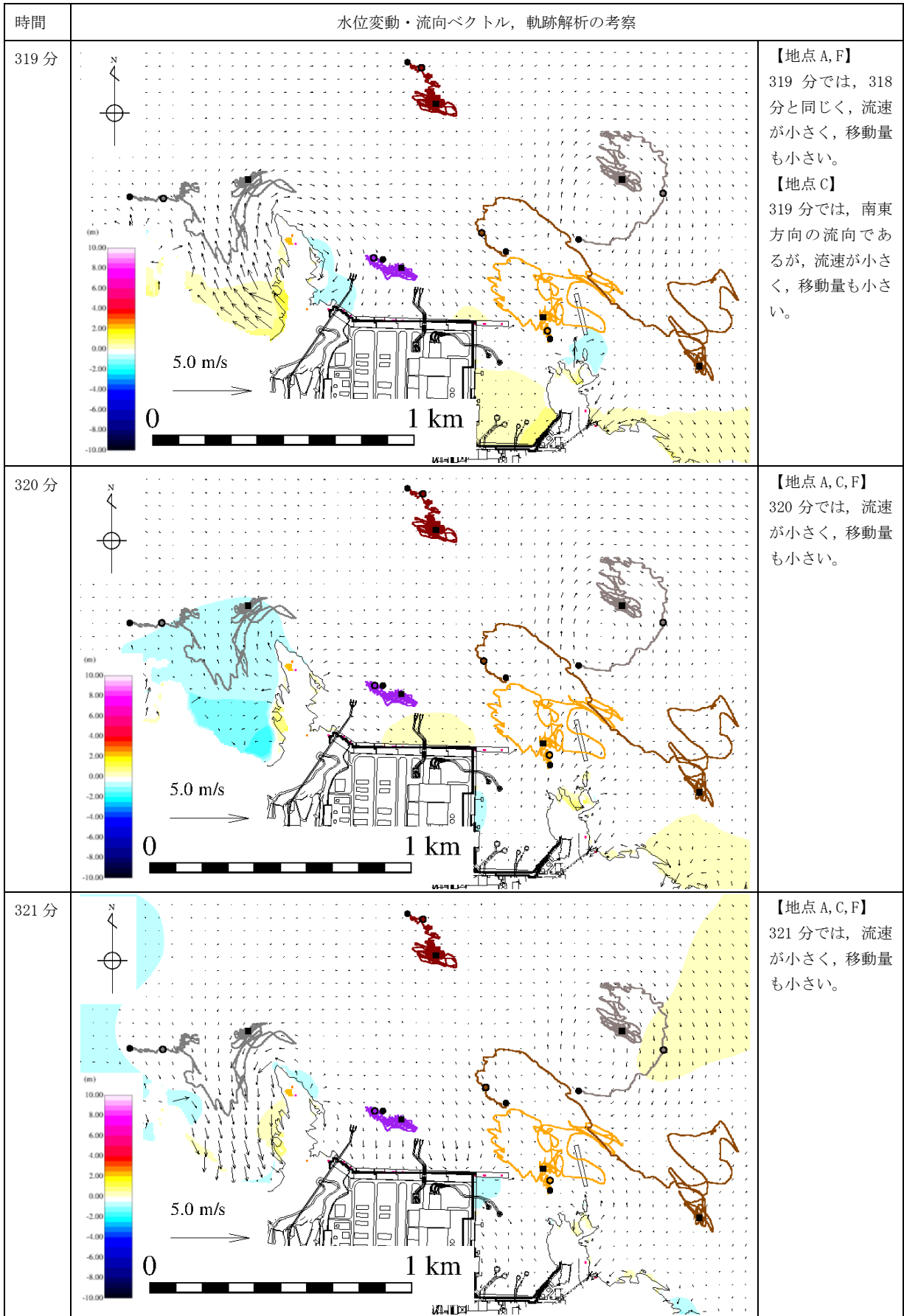
第4-23図 水位変動・流向ベクトル, 軌跡解析の評価結果 (基準津波1)



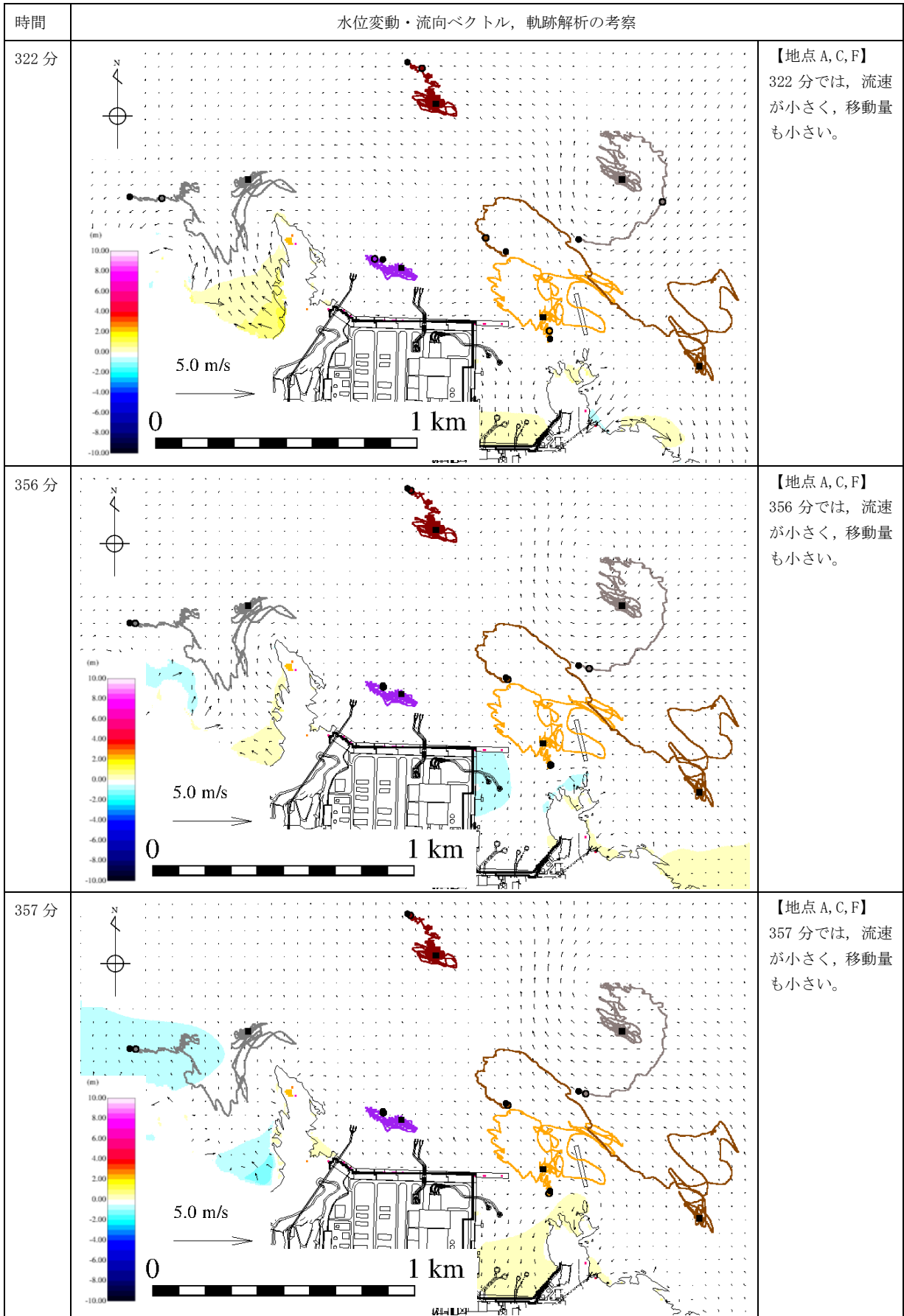
※293分から317分まで同様な傾向であり省略する。



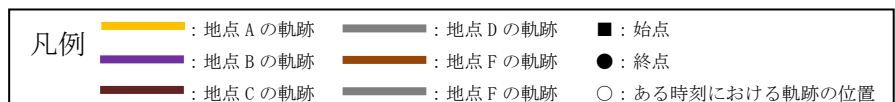
第 4-24 図 水位変動・流向ベクトル, 軌跡解析の評価結果 (基準津波 1)



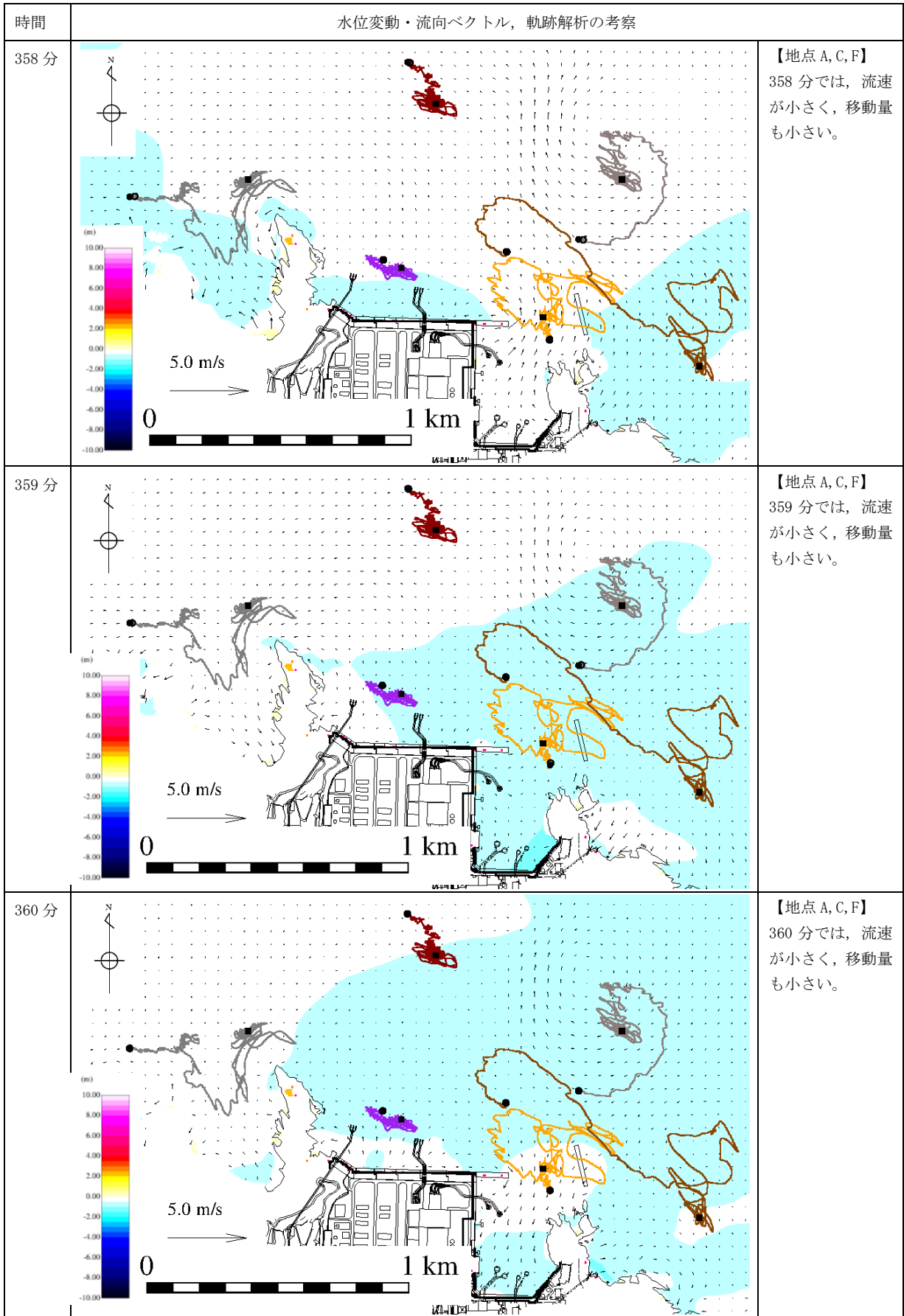
第 4-25 図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）



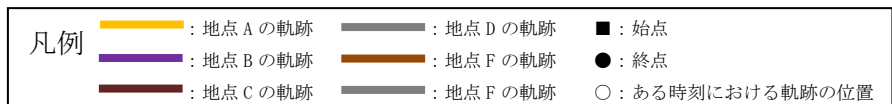
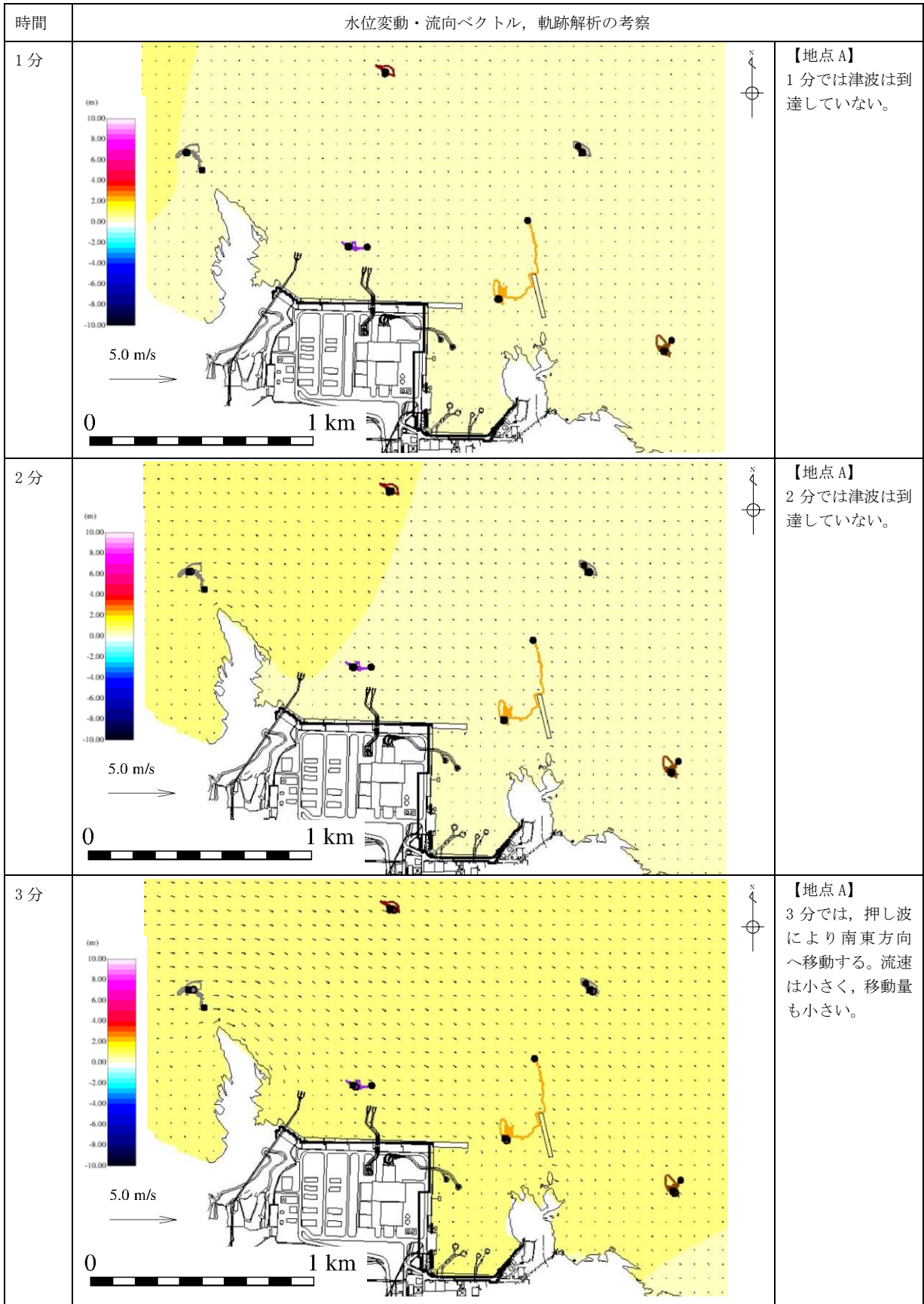
※323 分から 355 分まで同様な傾向であり省略する。



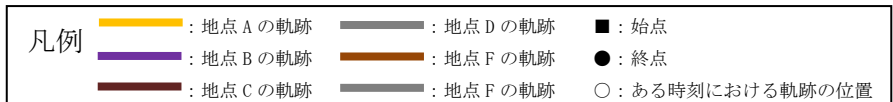
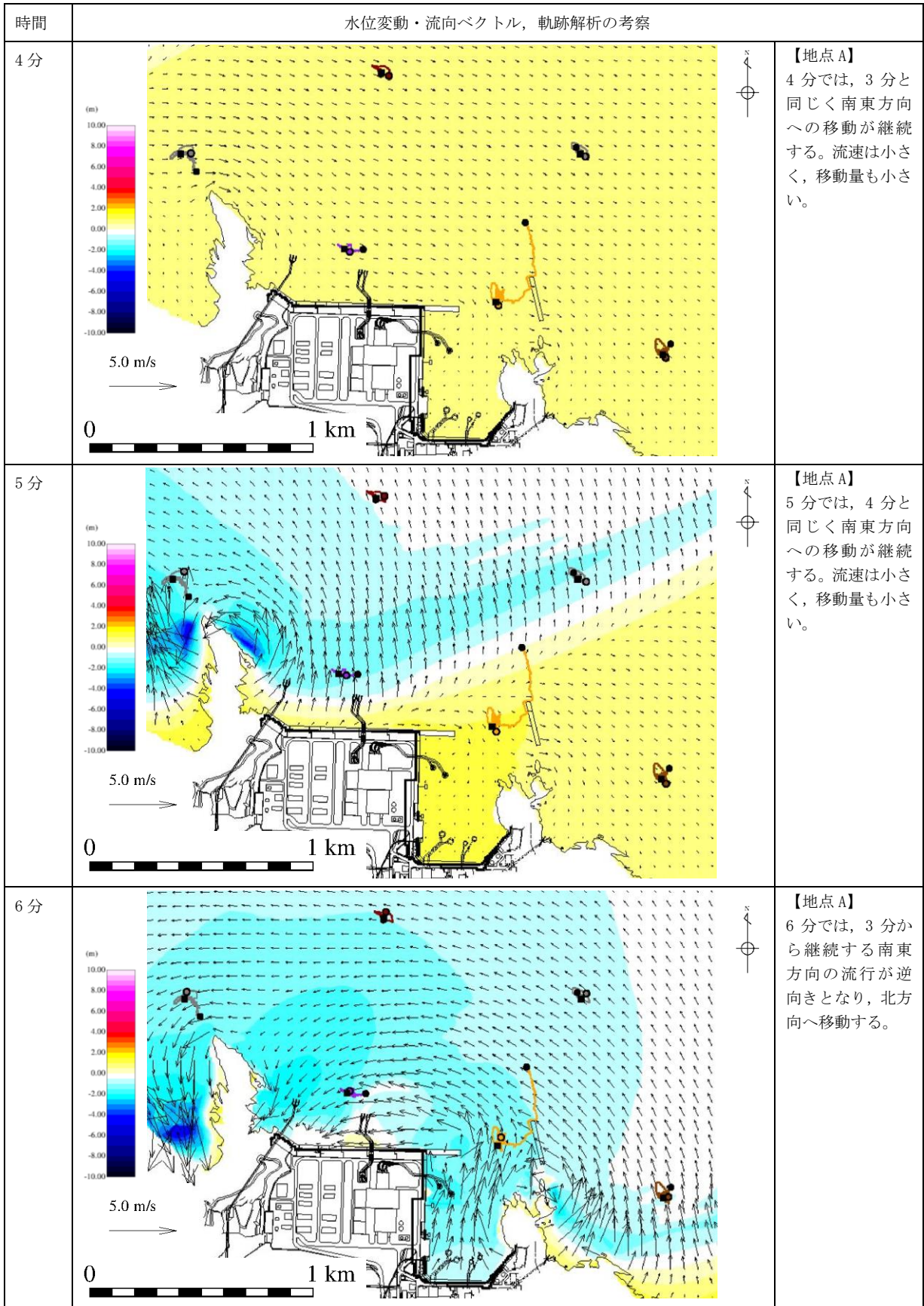
第 4-26 図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）



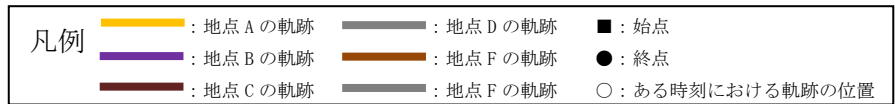
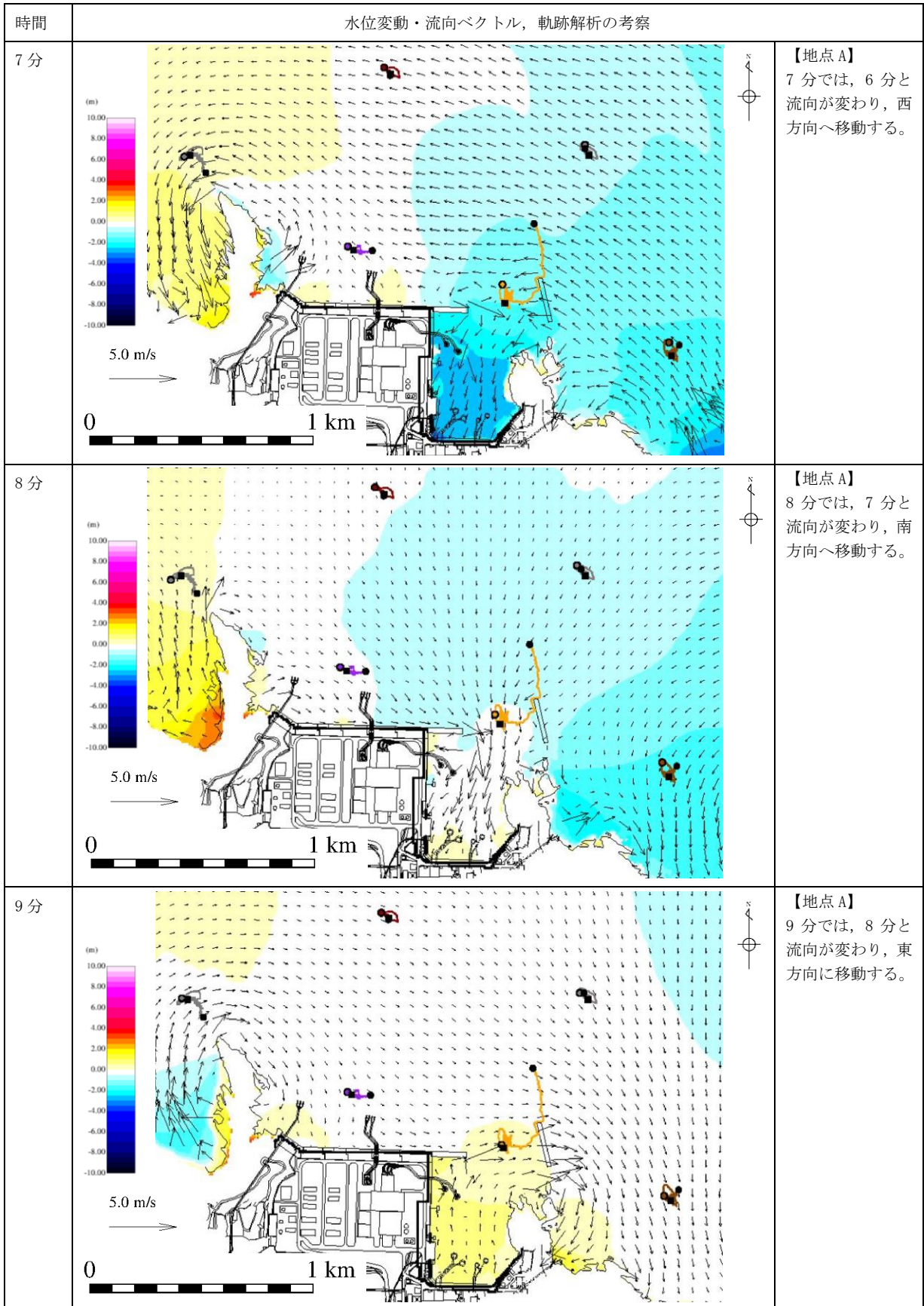
第 4-27 図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）



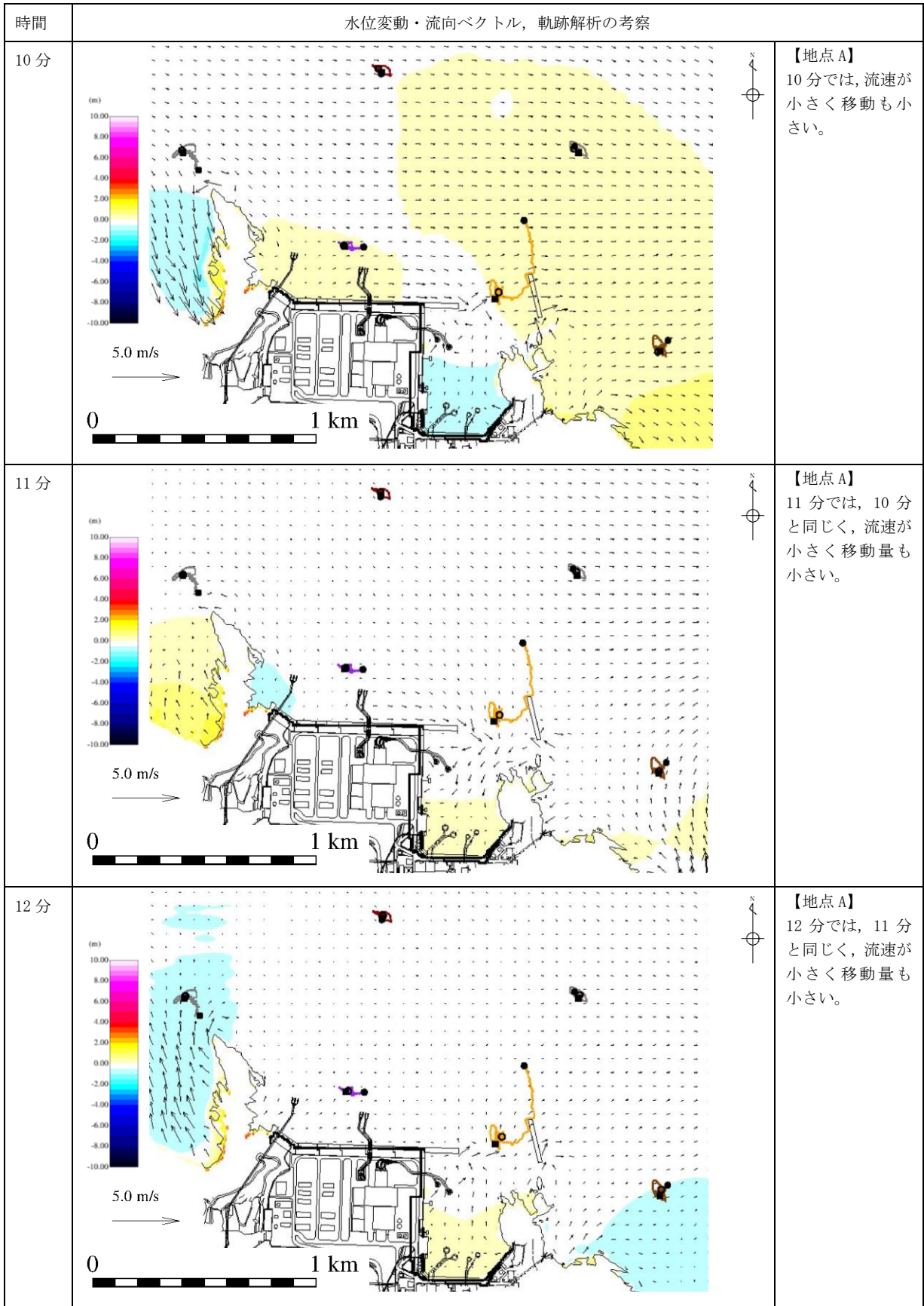
第5-1図 水位変動・流向ベクトル, 軌跡解析の評価結果 (基準津波4)



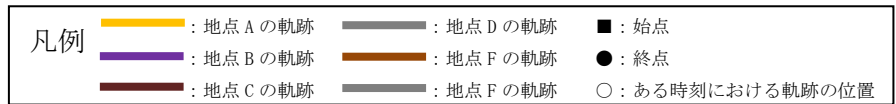
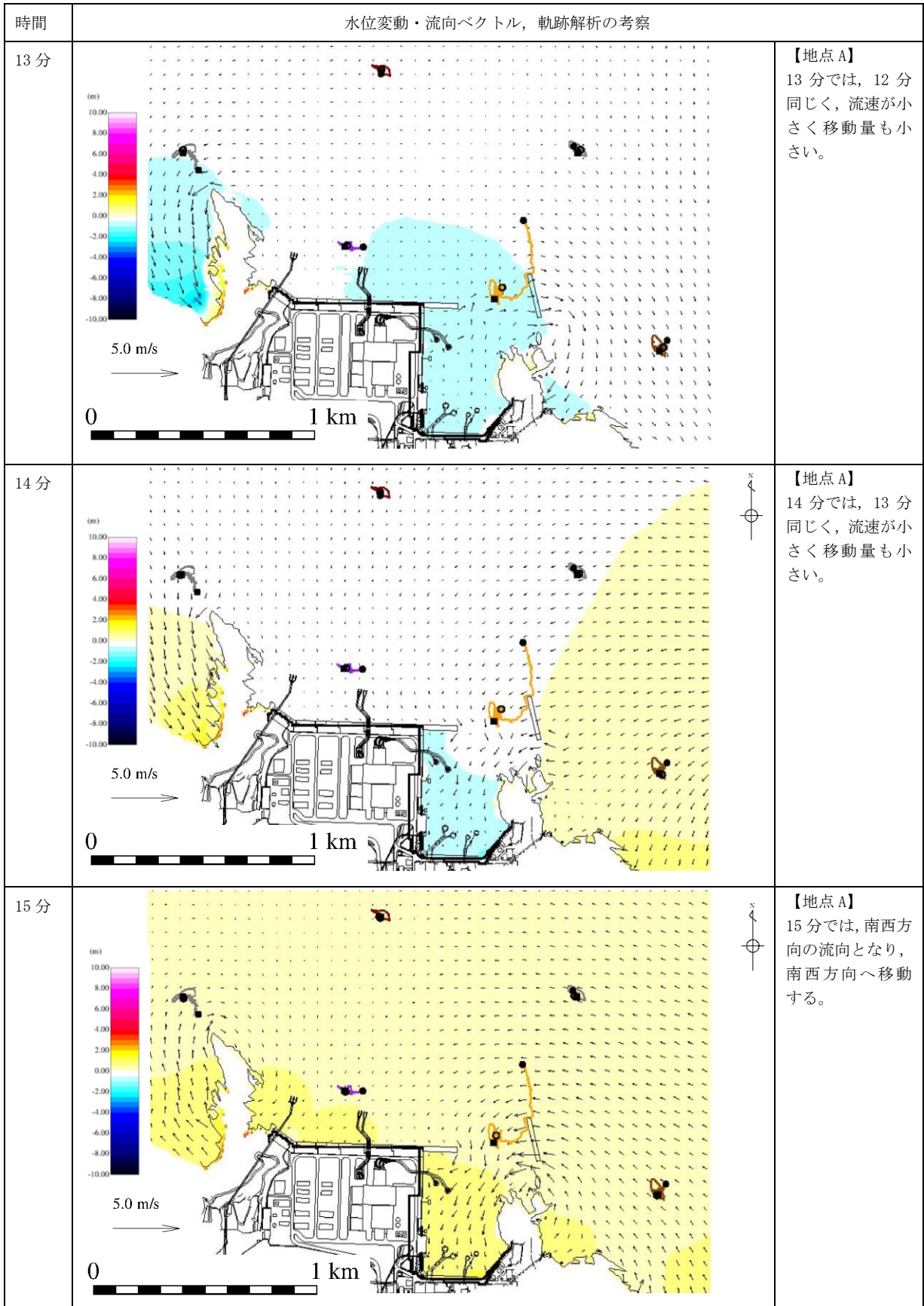
第5-2図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波4）



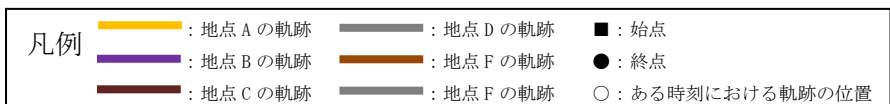
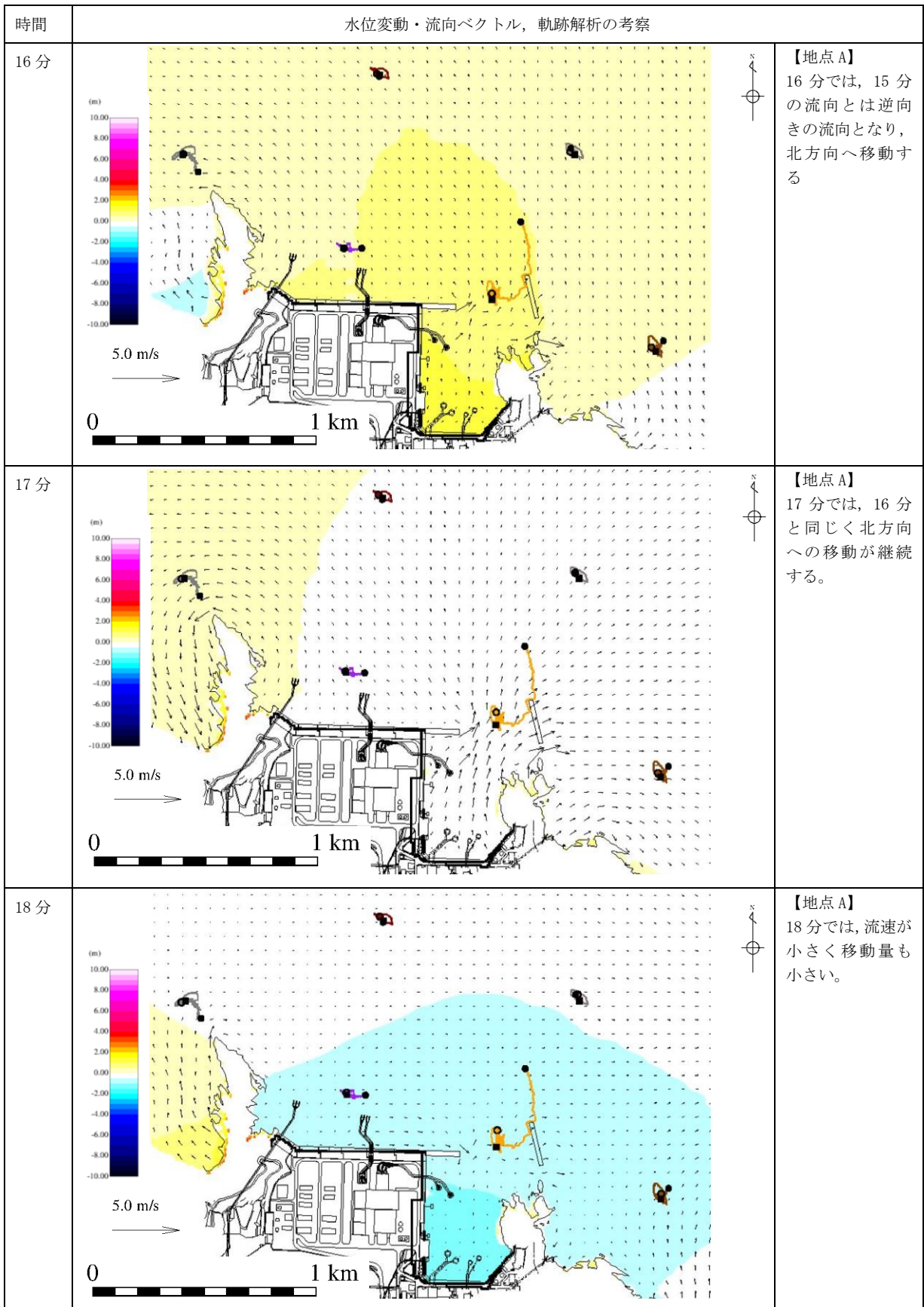
第5-3図 水位変動・流向ベクトル, 軌跡解析の評価結果 (基準津波4)



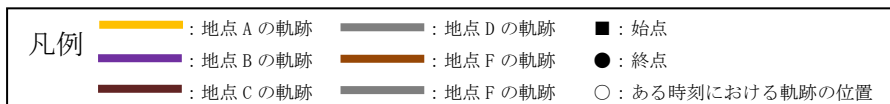
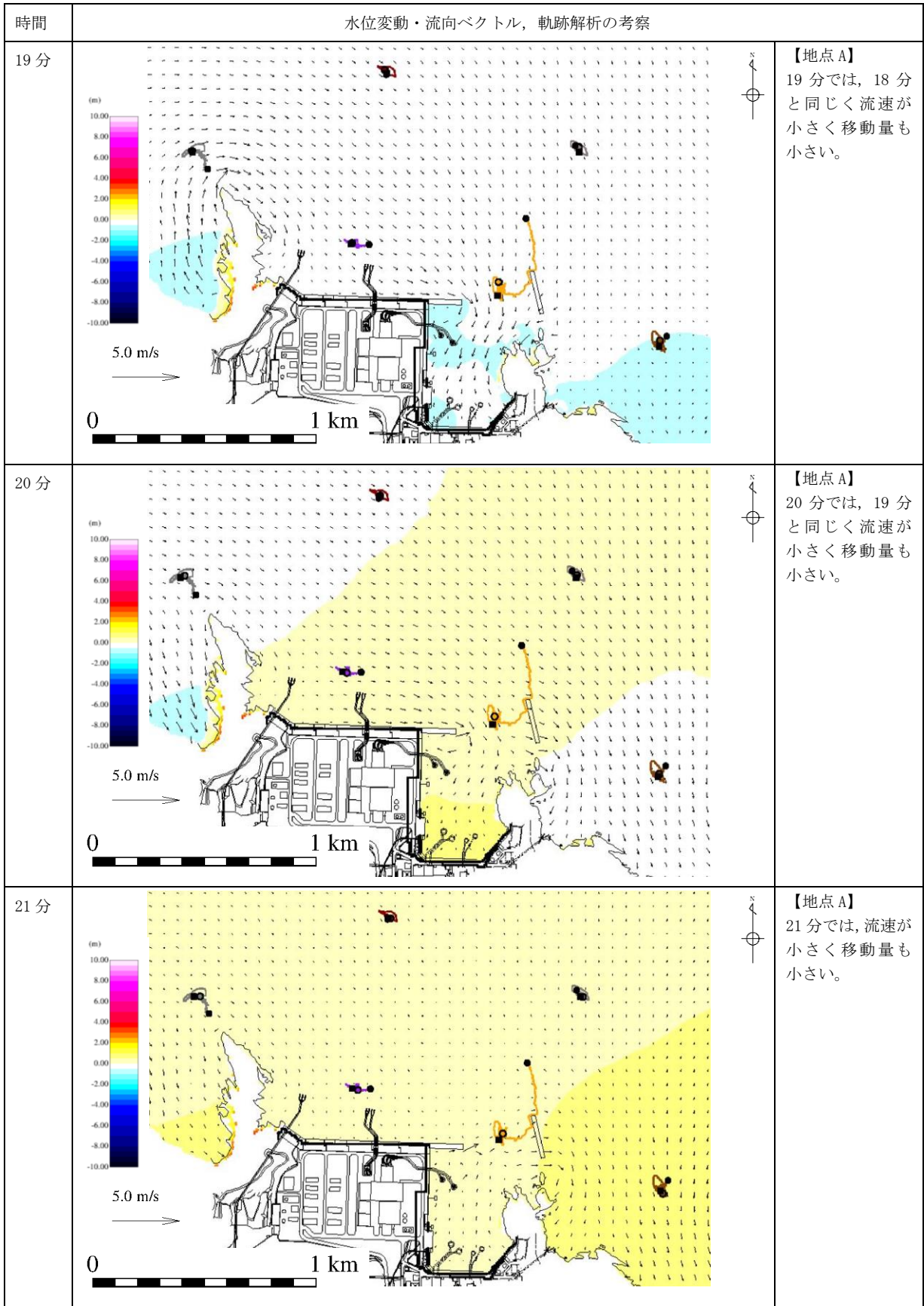
第5-4図 水位変動・流向ベクトル, 軌跡解析の評価結果 (基準津波4)



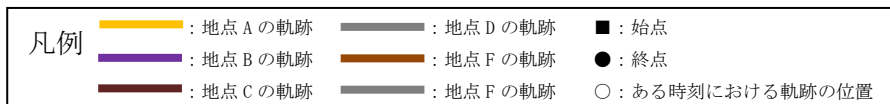
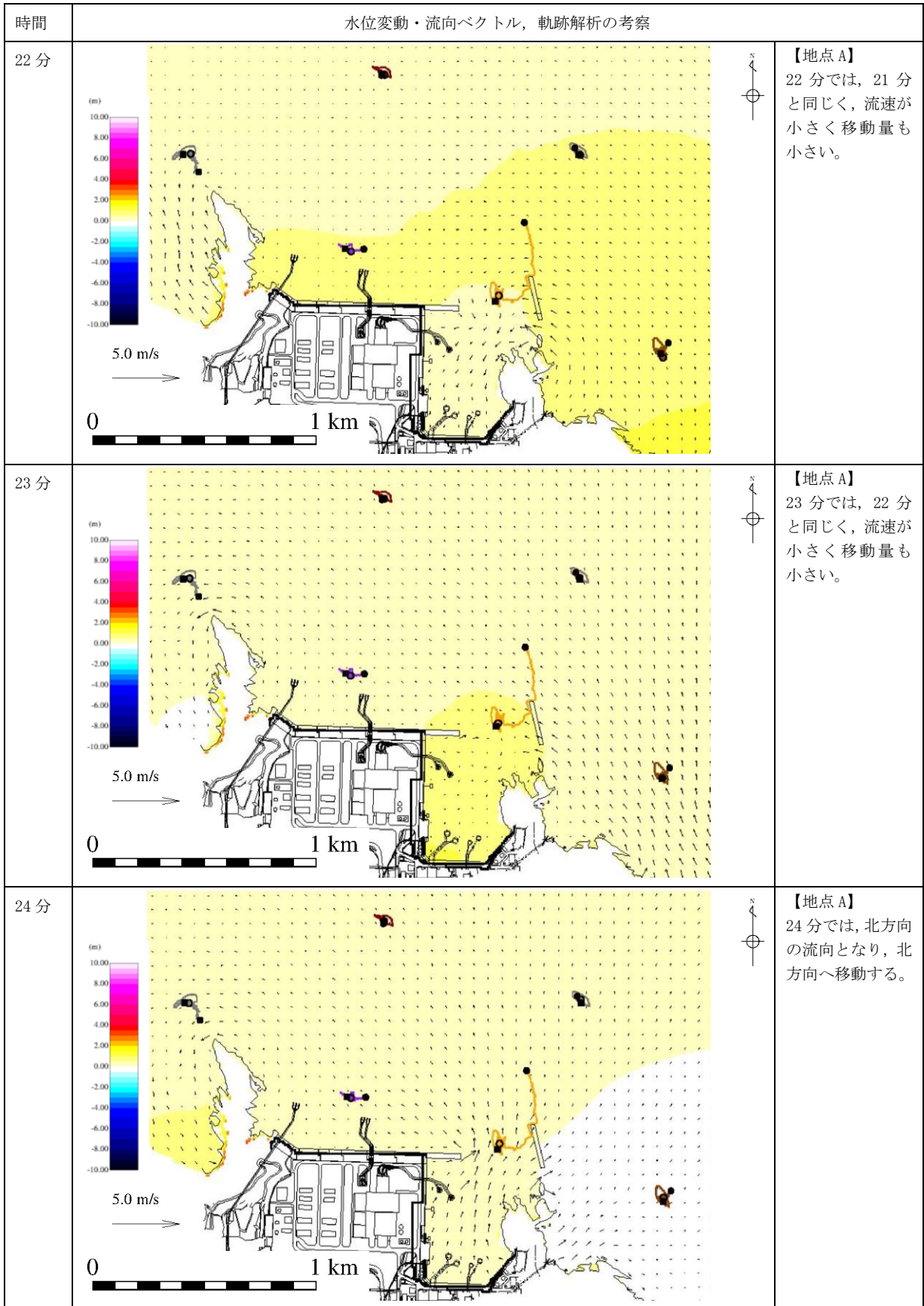
第5-5図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波4）



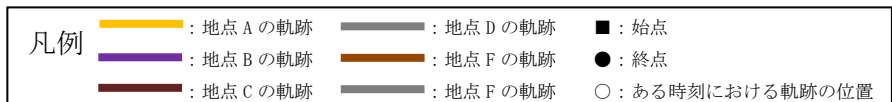
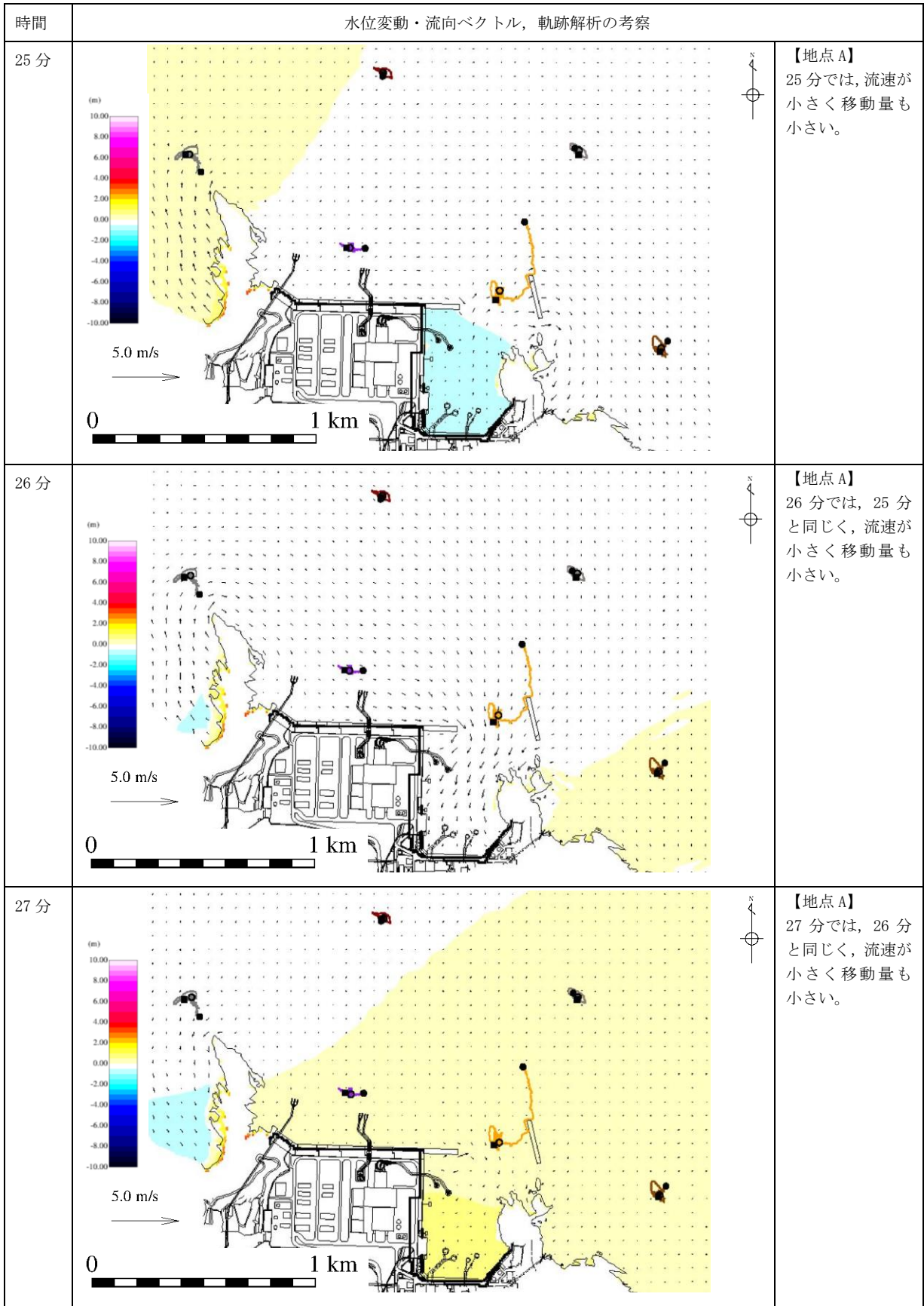
第5-6図 水位変動・流向ベクトル, 軌跡解析の評価結果 (基準津波4)



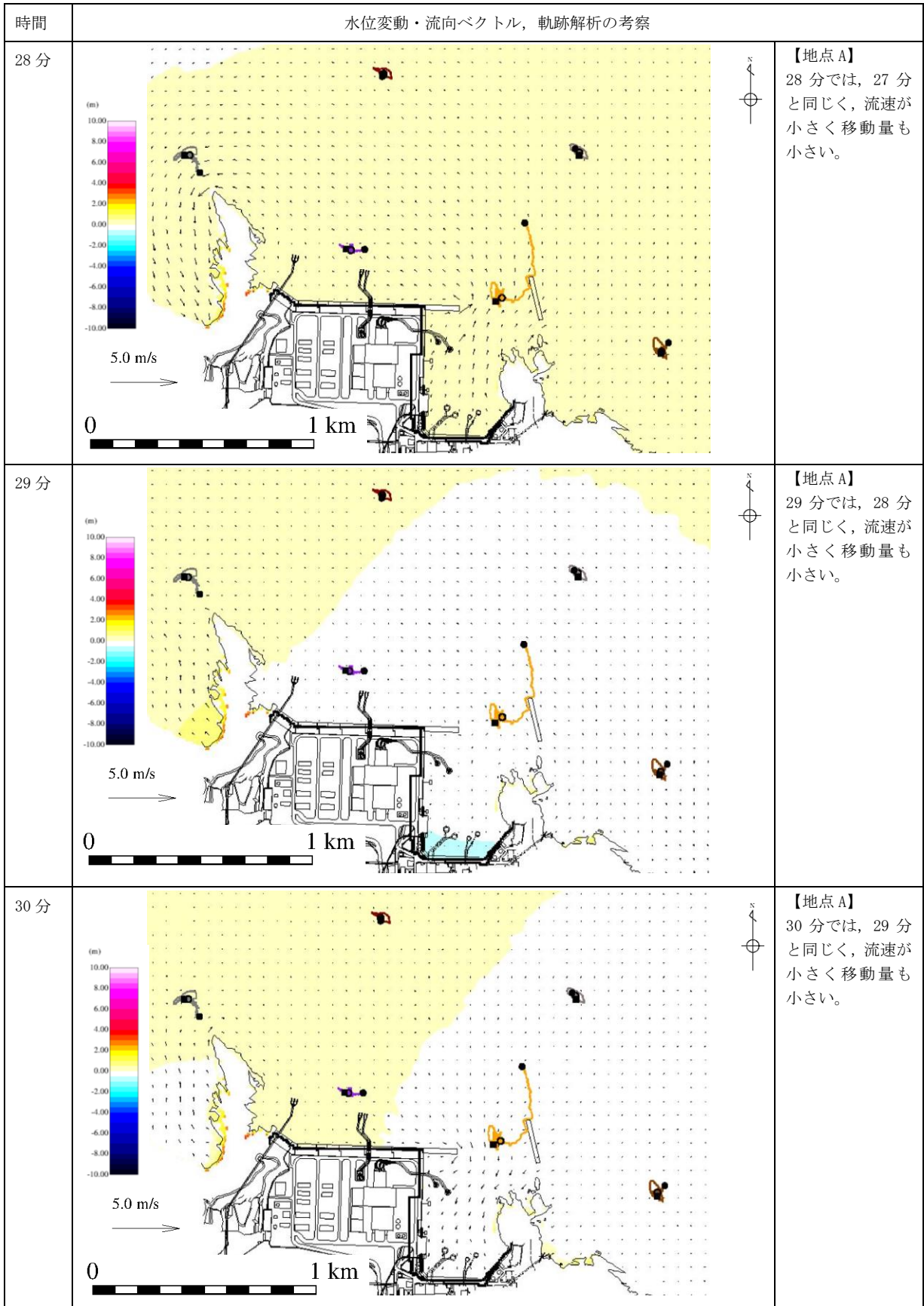
第5-7図 水位変動・流向ベクトル, 軌跡解析の評価結果 (基準津波4)



第5-8図 水位変動・流向ベクトル, 軌跡解析の評価結果 (基準津波4)



第5-9図 水位変動・流向ベクトル, 軌跡解析の評価結果 (基準津波4)



第5-10図 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波4）

浸水防止設備のうち機器・配管系の基準地震動 S_s に対する許容限界について

1. 概要

島根 2 号炉の浸水防止設備は、「4.2 浸水防止設備の設計 第 4.2-1 表 浸水防止設備の種類と設置位置」に示したとおり、建物・構築物及び機器・配管系から成る。建物・構築物に属する防水壁及び水密扉は、鋼製の構造物であるが、大きな変形が生じた場合はその取付部、閉止部等（防水壁の鋼板の繋ぎ目、水密扉のフレームと扉の間隙等）が津波の浸水経路となり得ることから、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを基本とする。また、建物・構築物のうち屋外排水路逆止弁並びに機器・配管系のうち床ドレン逆止弁については、鉄筋コンクリート製の建物・構築物に直接設置され、当該設備に大きな変形が生じて躯体との取付部に間隙が生じた場合は津波の浸水経路となり得ることから、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを基本とする。これらの設備に対する許容限界は、他プラントの浸水防止設備に係る設工認において適用実績がある。これに対し、島根 2 号炉の浸水防止設備には、表 1 に示すとおり、機器・配管系に属する隔離弁、ポンプ及び配管系があることから、その許容限界を定める必要がある。

ポンプ及び配管系（隔離弁を含む。以下同じ。）は、耐震重要施設として基準地震動 S_s に対する弾性解析を用いた耐震設計の実績が十分にある。これらの設備は、延性に優れた鋼製部材で構成されており、延性破断、塑性崩壊、疲労破損等の損傷モードを考慮して応力等を制限する許容限界が定められている。従来からの耐震設計と同様に、地震荷重に対する許容限界は「地震後の再使用性を考慮し、当該設備全体の変形能力に対して十分な裕度を有するよう、塑性ひずみが生じる場合であってもその量が小さなレベルにとどまること」を基本とし、具体的には「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 1987, 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・ 補 - 1984, 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版（以下、「J E A G 4 6 0 1 という。」）」に定める許容応力状態 $IV_A S$ の許容限界を適用する。

浸水防止設備に該当する各設備の基準地震動 S_s に対する許容限界を整理して表 2 に示す。本資料は、浸水防止設備のうち隔離弁、ポンプ及び配管系の許容限界に対して、浸水防止機能保持の観点での適用性及び妥当性を示すものである。なお、隔離弁、ポンプ及び配管系を地震後に再使用する場合は、点検、

評価等を実施し、その健全性を確認のうえで使用する。

表1 浸水防止設備のうち機器・配管系に属する隔離弁，ポンプ及び配管系

系統	設備
タービン補機海水系	ポンプ
	ポンプ出口弁，第二出口弁，放水側逆止弁
	配管系（ポンプ～第二出口弁）
	配管系（放水槽～逆止弁）
液体廃棄物処理系 （ランドリドレン系）	逆止弁
	配管系（放水槽～逆止弁）
循環水系	ポンプ
	配管系（ポンプ～出口弁）
原子炉補機海水系 高圧炉心スプレイ補機海水系	配管系（放水槽～熱交出口）
除じん系	ポンプ
	配管系（海水ポンプエリア内）

表2 浸水防止設備に該当する各設備の基準地震動 S_s に対する許容限界

区分	設備	基準地震動 S_s に対する許容限界	許容限界設定の考え方
建物・構築物	防水壁及び水密扉	構成する部材が弾性域内に収まることを基本とし，浸水防止機能を保持していることを確認する。	鋼製の構造物であるが，大きな変形が生じた場合はその取付部，閉止部等（防水壁の鋼板の繋ぎ目，水密扉のフレームと扉の間隙等）が津波の浸水経路となり得るため，おおむね弾性状態にとどまる設計とし，浸水防止機能を保持する。
建物・構築物	屋外排水路逆止弁	構成する部材が弾性域内に収まることを基本とし，浸水防止機能を保持していることを確認する。	鉄筋コンクリート製の建物・構築物に直接設置され，当該設備に大きな変形が生じて躯体との取付部に間隙が生じた場合は津波の浸水経路となり得るため，おおむね弾性状態にとどまる設計とし，浸水防止機能を保持する。
機器・配管系	床ドレン逆止弁		
機器・配管系	隔離弁，ポンプ及び配管系	塑性ひずみが生じる場合であってもその量が小さなレベルにとどまることを基本とし，浸水防止機能を保持していることを確認する。	延性に優れた鋼製部材で構成されており，延性破断，塑性崩壊，疲労破損等の損傷モードを考慮して応力等を制限する許容限界が規格・基準に定められていることから，これを満足する設計とし，浸水防止機能を保持する。

2. 適用実績及び適用性

浸水防止設備のうちポンプ及び配管系の地震荷重に対する許容限界（許容応力状態Ⅳ_ASの許容限界）について、従来からの耐震設計に係る規格・基準等を整理して適用実績を示すとともに、浸水防止機能の保持に係る許容限界としての適用性を以下に示す。

(1) 機器・配管系のバウンダリ機能保持に係る規格・基準等

耐震重要施設の基準地震動 S_s に対する許容限界について、設置許可基準規則の解釈別記-2において以下のとおり規定されており、浸水防止設備のうちポンプ及び配管系の地震荷重に対する許容限界はこれと同等の内容である。具体的な許容限界としては、「耐震設計に係る工認審査ガイド」において「安全上適切と認められる規格及び基準等」とされているJ E A G 4 6 0 1に基づき許容応力状態Ⅳ_ASの許容限界を設定する。J E A G 4 6 0 1は従来から機器・配管系の耐震設計に広く用いられており、原子炉冷却材圧力バウンダリ、原子炉格納容器バウンダリ等の安全上重要な設備を含めて適用実績がある。

設置許可基準規則の解釈 別記-2より抜粋

6 第4条第3項に規定する「安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならぬ」ことを満たすために、基準地震動に対する設計基準対象施設の設計に当たっては、以下の方針によること。

一 耐震重要施設のうち、二以外のもの

(中略)

- ・機器・配管系については、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件に対して、その施設に要求される機能を保持すること。なお、上記により求められる荷重により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、その施設に要求される機能に影響を及ぼさないこと。

(以下省略)

(2) 浸水防止機能の保持に係る許容限界としての適用性

浸水防止設備の有する機能は、津波の浸水防止機能である。内部流体に対する水密性又は気密性を確保するというバウンダリ機能は、浸水防止設備と他の耐震重要施設で同等である。したがって、浸水防止設備のうちポンプ及び配管系に対して、耐震重要施設のバウンダリ機能保持に適用される許容応力状態Ⅳ

A Sの許容限界を適用することは妥当である。

3. 評価部位ごとの許容限界の妥当性

浸水防止設備のうちポンプ及び配管系の地震荷重に対する許容限界として許容応力状態IV_ASの許容限界を適用することについて、評価部位ごとにその妥当性を確認する。

(1) ポンプ、配管及び隔離弁（弁箱部のバウンダリ機能）

ポンプ（ディスチャージケーシング他）、配管及び隔離弁（弁箱部のバウンダリ機能）は、バウンダリ機能の喪失に至るおそれのある損傷モードを考慮して応力等を制限するように許容限界が定められている。地震荷重は一定の方向に大きな荷重が負荷し続けるものではなく、荷重が負荷する方向を交互に変えながら発生する交番荷重である。そのため、鋼製材料の履歴減衰による応答低減が期待できることに加えて、シェイクダウン[※]により地震時はおおむね弾性的な挙動となることから、塑性ひずみが小さなレベルにとどまって破断延性限界に十分な余裕を有する設計とすることにより、ラチェット変形が進行してバウンダリ機能を喪失することはない。また、地震後の再使用や津波の繰返し作用を考慮した場合でも、津波荷重（余震荷重含む）に対しては構成する材料が弾性にとどまることを許容限界とするため、シェイクダウンによりおおむね弾性的な挙動となり、ラチェット変形が進行してバウンダリ機能を喪失することはない。以上のことから、基準地震動S_sに対して許容応力状態IV_ASの許容限界を満足するよう設計することにより、ポンプ及び配管の浸水防止機能を保持することができる。

※ 鋼製材料（炭素鋼）の応力－ひずみ線図の一例を図1に示す。応力－ひずみ線図は、材料の単調引張試験により取得されたものであるが、交番荷重に対しては、降伏応力を超過する応力が生じた場合、塑性変形が発生するものの、荷重を除荷して再度負荷すると弾性的な挙動を繰り返す。このような鋼製材料の特性をシェイクダウンという。シェイクダウンに係る解説を引用し、図2に示す。

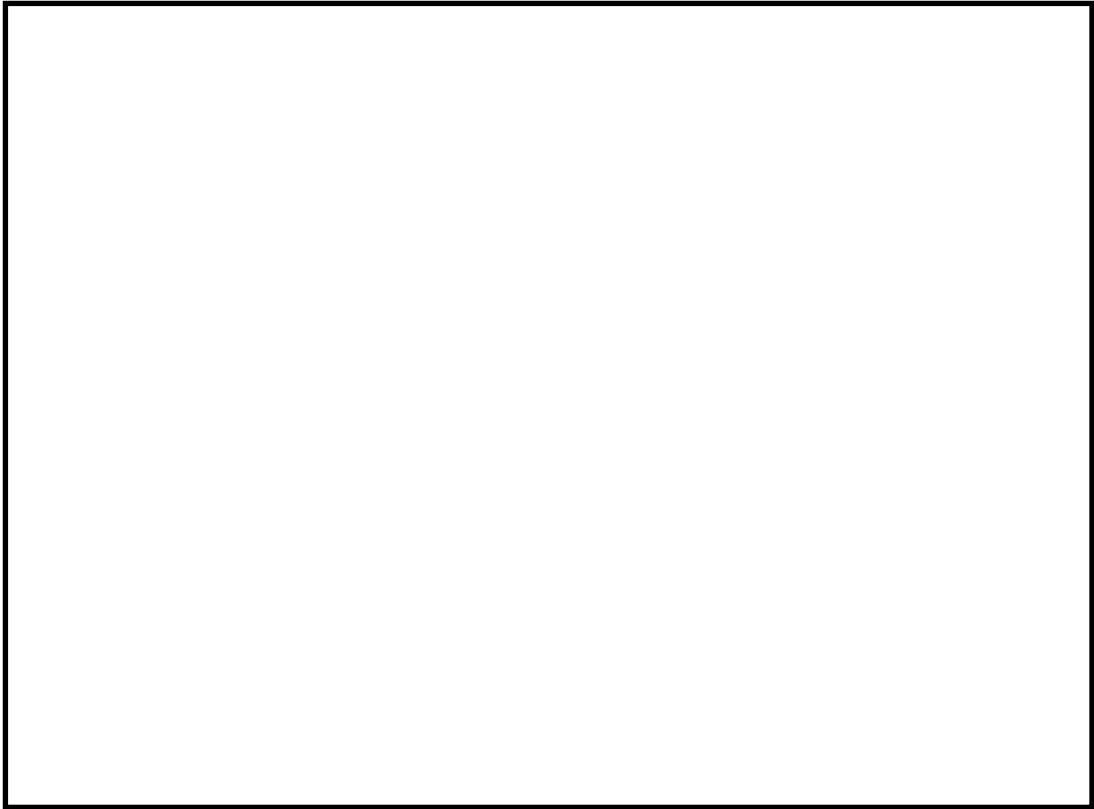
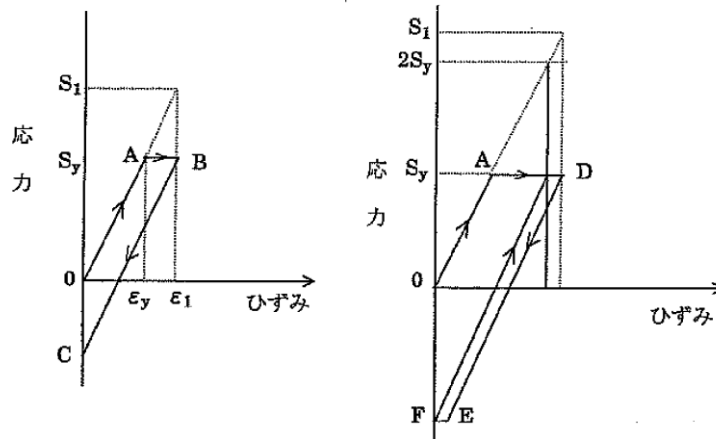


図1 炭素鋼の応力-ひずみ線図の一例

出典：平成11年度原子力発電施設耐震信頼性実証試験に関する報告書その3
配管系終局強度実証試験，平成12年3月，(財)原子力発電技術機構

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません



(a) $S_y < S_1 \leq 2S_y$ (b) $S_1 > 2S_y$
 解説図 3112-1 降伏点を超える場合のひずみ履歴

(a)において、降伏点を超えるひずみ $\epsilon_1 (> \epsilon_y)$ を生じる荷重をかけた後 (0→A→B) この荷重を減じていくと B→C に沿って変わる。このとき計算上の弾性応力は $S_1 = E \epsilon_1$ である。

ここでは二次応力について考えているので、荷重のかかり方としては、応力が 0 から S_1 へ、そして S_1 から 0 へと繰り返すのではなく、ひずみが 0 から ϵ_1 、そして ϵ_1 から 0 へと繰り返す。ひずみが ϵ_1 から 0 へ戻った時、材料には $S_1 - S_y$ の大きさの残留圧縮応力が発生することになる (C 点)。2 回目以上の荷重に対しては、応力が引張りになる前にこの残留圧縮応力を取り除くことになり、 $S_1 - S_y$ だけ弾性領域が増大したようになる。もし、 $S_1 = 2S_y$ であるならば、弾性領域は $2S_y$ となるが、それを超えると (b) における EF に示すように圧縮側に降伏してしまい、それ以降の全てのサイクルにおいては塑性ひずみを生じる。従って、 $2S_y$ が弾性的挙動にシェイクダウンする二次応力の計算上の最大値となる。

この応力強さの限界を供用状態 A および供用状態 B についてのみ限定する理由は、疲労解析が必要であり、その前提条件として、一次応力と二次応力を加えて求めた応力強さの評価を行うためである。

供用状態 C および供用状態 D については、発電設備の寿命中において、発生する回数が非常に少なく、疲労破壊には顕著な影響を与えないため、あらかじめ疲労解析は不要とされており、従って、一次応力と二次応力を加えて求めた応力強さの評価も必要なくなる。

図 2 シェイクダウンに係る解説

出典: 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007)

(2) 隔離弁 (弁閉止機能)

隔離弁 (弁閉止機能) については、基準地震動 S_s による応答加速度が加振試験等の既往の研究によって機能維持を確認した加速度 (以下「機能確認済加速度」という。) を超えないことを確認する。機能確認済加速度は、加振試験等により弁座からの漏えいが無いことを含めて機能維持を確認して設定され

たものであり、これを満足することにより隔離弁の浸水防止機能を保持することができる。

(3) 支持構造物

支持構造物はバウンダリ機能を有するものではなく、その機能は配管等の支持機能である。支持構造物は、支持機能の喪失に至るおそれのある損傷モードを考慮して応力等を制限するように許容限界が定められている。したがって、基準地震動 S_s に対して許容応力状態 $IV_A S$ の許容限界を満足するよう設計することにより、支持機能を保持することができる。

(4) 立形ポンプ取付部

立形ポンプ取付部は、その構造的な特徴から、構成部材が塑性域に至り大変形が生じる場合、バウンダリ機能を保持できないおそれがある。このため、立形ポンプ取付部のボルト材については、おおむね弾性状態にとどまることを確認する。

浸水防止設備に該当するポンプのうち循環水ポンプの構造を図 3 に示す。取水路からの津波の流入を防止する機能を有する立形ポンプ取付部のボルト材は、基礎ボルト及びポンプ取付ボルトである。浸水防止設備に該当する立形ポンプのボルト材の材質を表 3 に示す。

これらのボルト材の設計にあたっては、J E A G 4 6 0 1 のその他の支持構造物の規定を適用している。本規定におけるオーステナイト系ステンレス鋼の許容応力は、表 4 に示すとおり、許容応力状態 $III_A S$ と $IV_A S$ で同一の値となる。浸水防止機能を有する立形ポンプ取付部に設置された基礎ボルト及びポンプ取付ボルトの材質は、すべてオーステナイト系ステンレス鋼であることから、許容応力状態 $IV_A S$ の許容応力を満足する設計とすることにより、許容応力状態 $III_A S$ の許容限界も満足することとなり、基礎ボルト及びポンプ取付ボルトはおおむね弾性状態にとどまるといえる。

表 3 浸水防止設備に該当する立形ポンプのボルト材

設備※	基礎ボルト	ポンプ取付ボルト
循環水ポンプ	SUS304	SUS304
タービン補機海水ポンプ	SUS304	SUS304

※ 除じんポンプは横形ポンプであり、取水路からの津波の流入を防止する機能を有する取付部はない。

表 4 支持構造物の許容応力（オーステナイト系ステンレス鋼の場合）

設備区分	許容応力状態	許容応力算出に用いる F 値
クラス 3 支持構造物	III _A S	min[1.35Sy, 0.7Su, Sy(RT)]
その他の支持構造物	IV _A S	min[1.35Sy, 0.7Su, Sy(RT)]

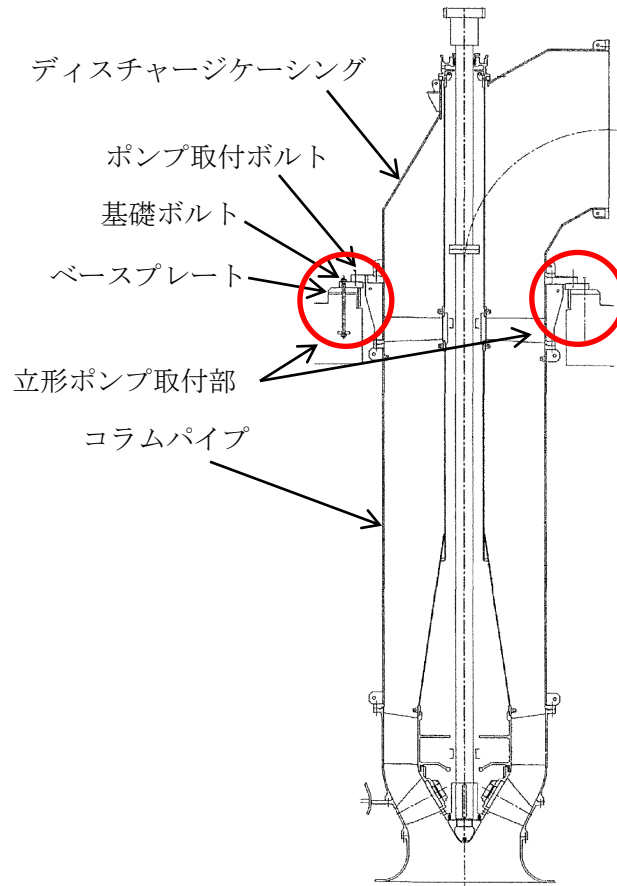


図 3 循環水ポンプ