

島根原子力発電所 2 号炉 津波による損傷の防止

令和 2 年 1 月
中国電力株式会社

第5条：津波による損傷の防止

<目 次>

1. 基本方針
 - 1.1 要求事項の整理
 - 1.2 追加要求事項に対する適合性
 - (1) 位置, 構造及び設備
 - (2) 安全設計方針
 - (3) 適合性説明
 - 1.3 気象等
 - 1.4 設備等 (手順等含む)
2. 津波による損傷の防止
(別添資料1)
島根原子力発電所2号炉 耐津波設計方針について
3. 運用, 手順説明
(別添資料2)
津波による損傷の防止
4. 現場確認を要するプロセス
(別添資料3)
島根原子力発電所2号炉 耐津波設計における現場確認を要するプロセスについて

下線は, 今回の提出資料を示す。

島根原子力発電所 2 号炉 耐津波設計方針について

目 次

I. はじめに

II. 耐津波設計方針

1. 基本事項

- 1.1 津波防護対象の選定
- 1.2 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等
- 1.3 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域
- 1.4 入力津波の設定
- 1.5 水位変動，地殻変動の考慮
- 1.6 設計または評価に用いる入力津波

2. 設計基準対象施設の津波防護方針

- 2.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針
- 2.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）
- 2.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）
- 2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）
- 2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止
- 2.6 津波監視

3. 重大事故等対処施設の津波防護方針

- 3.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針
- 3.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）
- 3.3 漏水による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止
（外郭防護2）
- 3.4 重大事故等に対処するために必要な機能を有する施設の隔離（内郭防護）
- 3.5 水位変動に伴う取水性低下による重大事故等に対処するために必要な
機能への影響防止
- 3.6 津波監視

4. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件

- 4.1 津波防護施設の設計
- 4.2 浸水防止設備の設計
- 4.3 津波監視設備の設計
- 4.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項

(添付資料)

1. 基準津波に対して機能を維持すべき設備とその配置
2. 津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについて
3. 地震時の地形等の変化による津波遡上経路への影響について
4. 日本海東縁部に想定される地震による発電所敷地への影響について
5. 港湾内の局所的な海面の励起について
6. 管路計算の詳細について
7. 入力津波に用いる潮位条件について
8. 入力津波に対する水位分布について
9. 津波防護対策の設備の位置付けについて
10. 内郭防護において考慮する溢水の浸水範囲，浸水量について
11. 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策の設置位置，実施範囲及び施工例
12. 基準津波に伴う砂移動評価について
13. 島根原子力発電所周辺海域における底質土砂の分析結果について
14. 海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について
15. 津波漂流物の調査要領について
16. 燃料等輸送船の係留索の耐力について
17. 燃料等輸送船の喫水高さと津波高さとの関係について
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
19. 津波監視設備の監視に関する考え方
20. 耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて
21. 基準類における衝突荷重算定式について
22. 耐津波設計における余震荷重と津波荷重の組合せについて
23. 防波扉及び水密扉の運用管理について
24. 審査ガイドとの整合性（耐津波設計方針）
25. 防波壁の設計方針について
26. 防波壁及び防波扉の津波荷重の設定方針について
27. 海域活断層に想定される地震による津波及び日本海東縁部に想定される地震による津波に対する流入防止対策について
28. タービン建物及び取水槽循環水ポンプエリアに設置する耐震Sクラスの設備に対する浸水影響について
29. 1号炉取水槽流路縮小工について
30. 取水槽除じん機エリア防水壁及び取水槽除じん機エリア水密扉の設計方針及び構造成立性の見通しについて

(補足資料)

- ・津波防護上の地山範囲における地質調査 ルートマップ, 柱状図及びコア写真集

(参考資料)

- － 1 島根原子力発電所における津波評価について
- － 2 島根原子力発電所 2 号炉内部溢水の影響評価について(別添資料 1 第 9 章)
- － 3 島根原子力発電所 2 号炉内部溢水の影響評価について(別添資料 1 第 10 章)
- － 4 島根原子力発電所 2 号炉内部溢水の影響評価について (別添資料 1 補足説明資料 30)

下線は, 今回の提出資料を示す。

2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）

2.4.1 浸水防護重点化範囲の設定

【規制基準における要求事項等】

重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化すること。

【検討方針】

設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化する。

【検討結果】

設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。以下、2.4において同じ。）を内包する建物及び区画としては、原子炉建物、タービン建物、廃棄物処理建物、制御室建物、取水槽海水ポンプエリア、取水槽循環水ポンプエリア、屋外配管ダクト（復水貯蔵タンク～原子炉建物、タービン建物～排気筒、タービン建物～放水槽）及び燃料移送系配管ダクト並びに復水貯蔵タンク、非常用ディーゼル燃料設備及び排気筒を敷設する区画がある。また、各建物内の設計基準対象施設の津波防護対象設備の配置は添付資料1に示すとおりである。

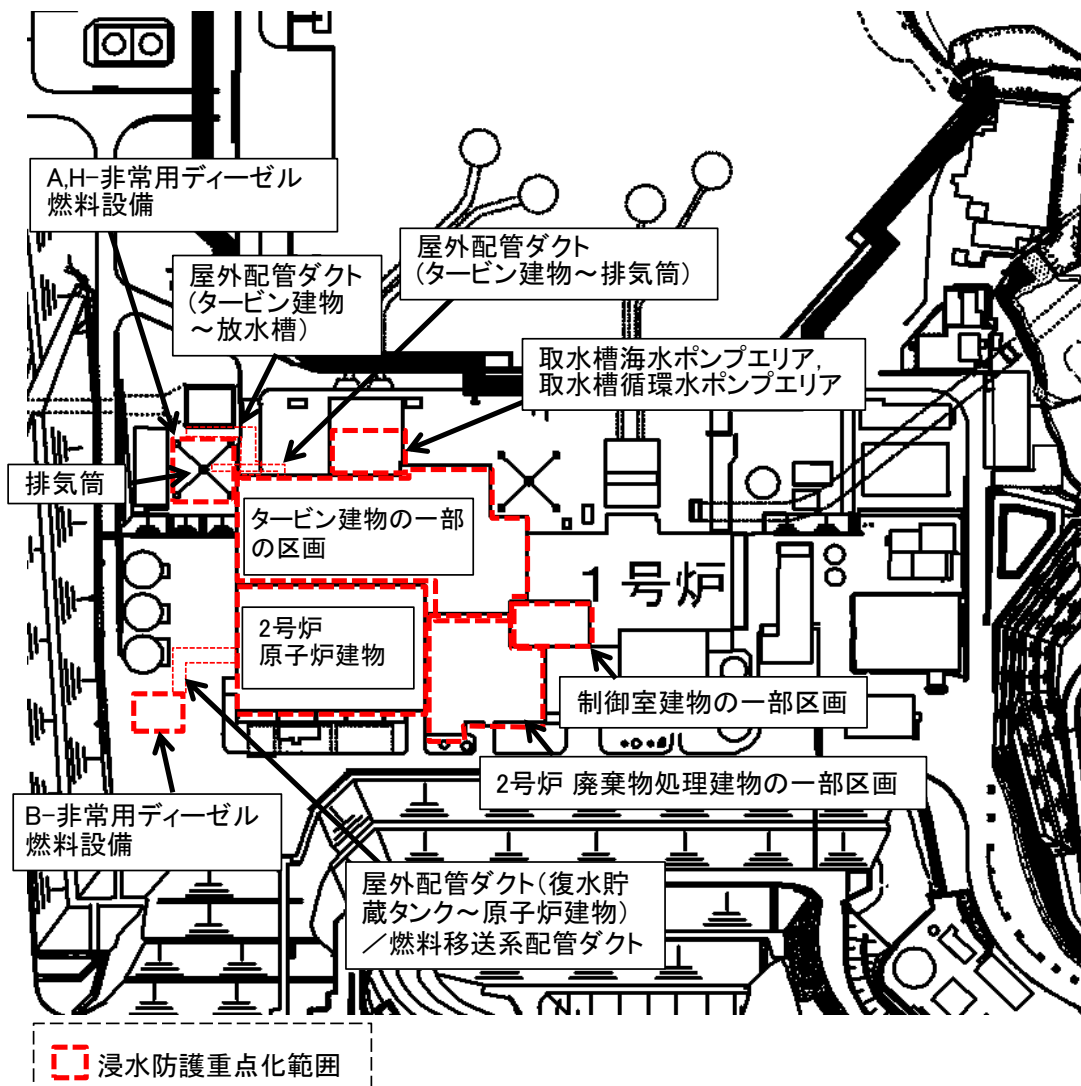
このうち、耐震Sクラスの設備を内包する建物及び区画は、原子炉建物、タービン建物、廃棄物処理建物、制御室建物、取水槽海水ポンプエリア、取水槽循環水ポンプエリア、屋外配管ダクト（復水貯蔵タンク～原子炉建物、タービン建物～排気筒、タービン建物～放水槽）及び燃料移送系配管ダクト並びに非常用ディーゼル燃料設備及び排気筒を敷設する区画であるため、これらを浸水防護重点化範囲として設定する。

第2.4-1表、第2.4-1図、第2.4-2図、第2.4-3図に浸水防護重点化範囲を示す。

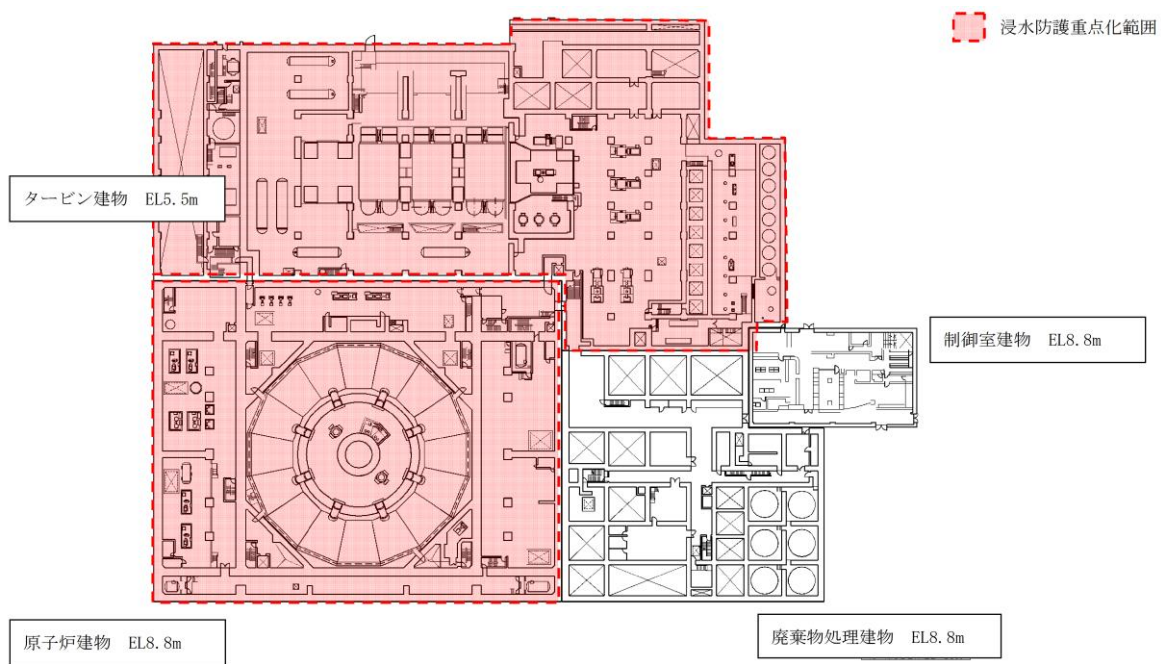
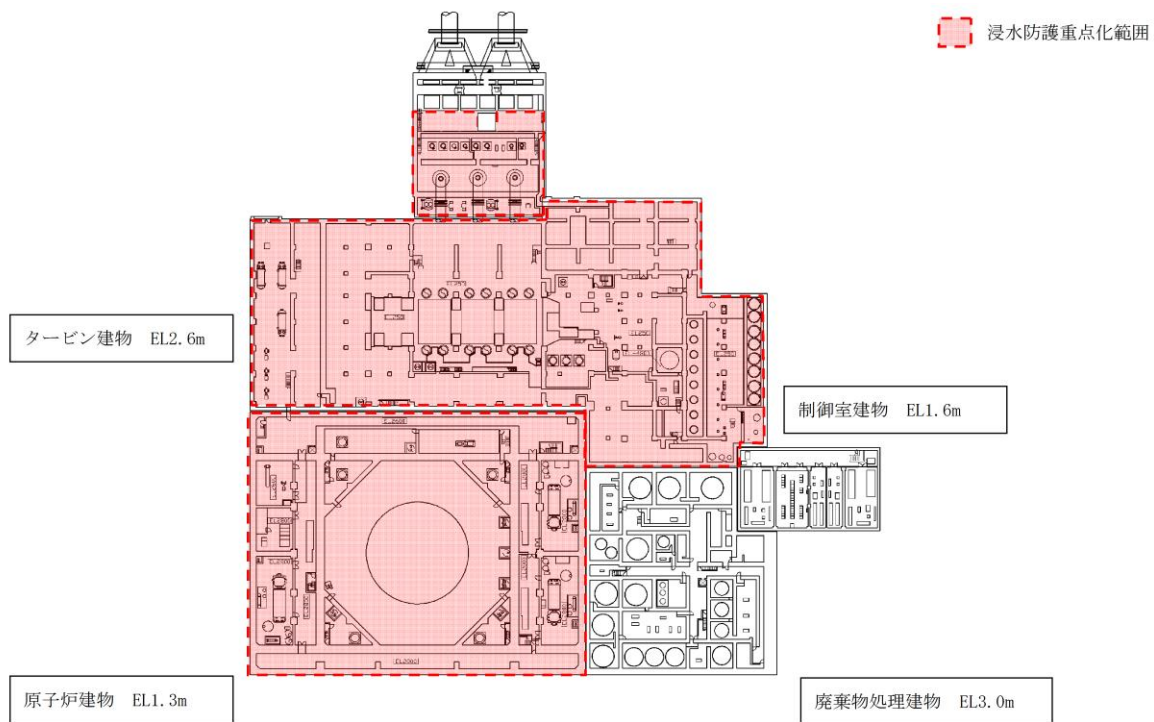
なお、位置が確定していない設備等に対しては、詳細設計段階で浸水防護重点化範囲を再設定する方針である。

第 2.4-1 表 浸水防護重点化範囲

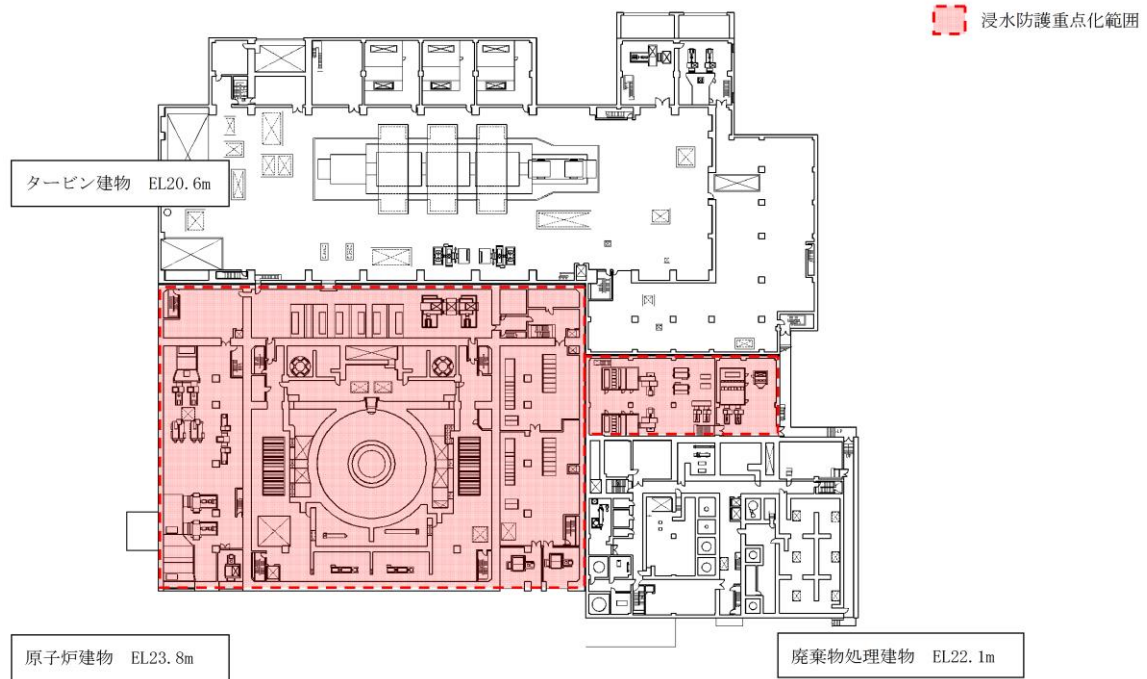
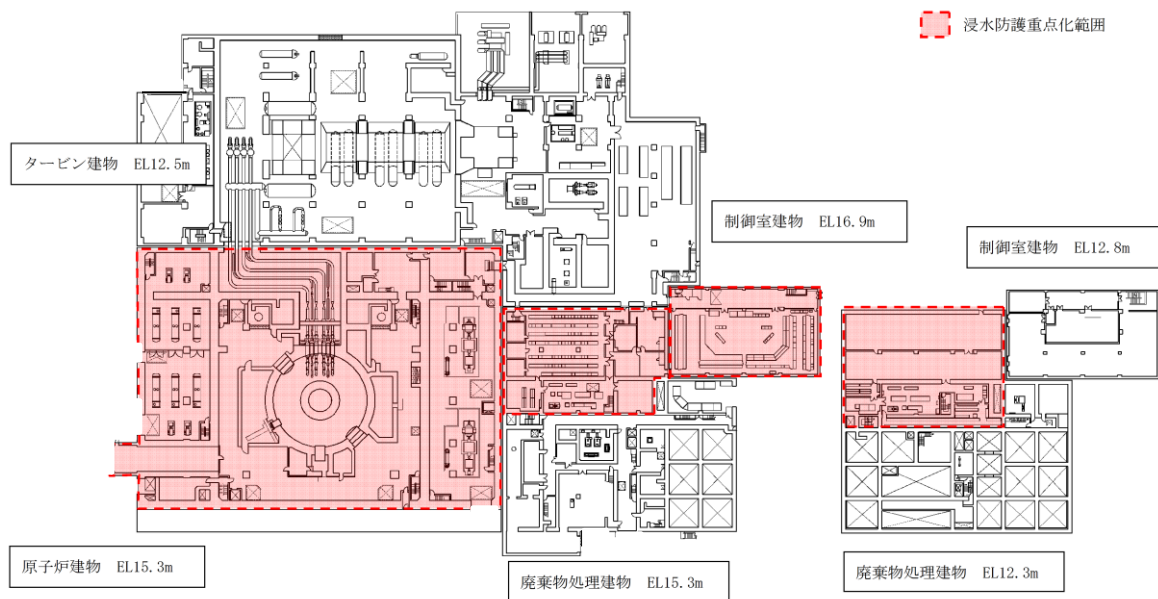
耐震Sクラスの設備を内包する建物及び区画	周辺敷地高さ
<ul style="list-style-type: none"> ・タービン建物 ・取水槽海水ポンプエリア ・取水槽循環水ポンプエリア ・屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒） ・屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽） ・A、H-非常用ディーゼル燃料設備及び排気筒を敷設する区画 	EL8.5m
<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉建物 ・制御室建物の一部の区画 ・廃棄物処理建物の一部の区画 ・屋外配管ダクト（復水貯蔵タンク～原子炉建物）／燃料移送系配管ダクト ・B-非常用ディーゼル燃料設備を敷設する区画 	EL15.0m



第 2.4-1 図 浸水防護重点化範囲概略図

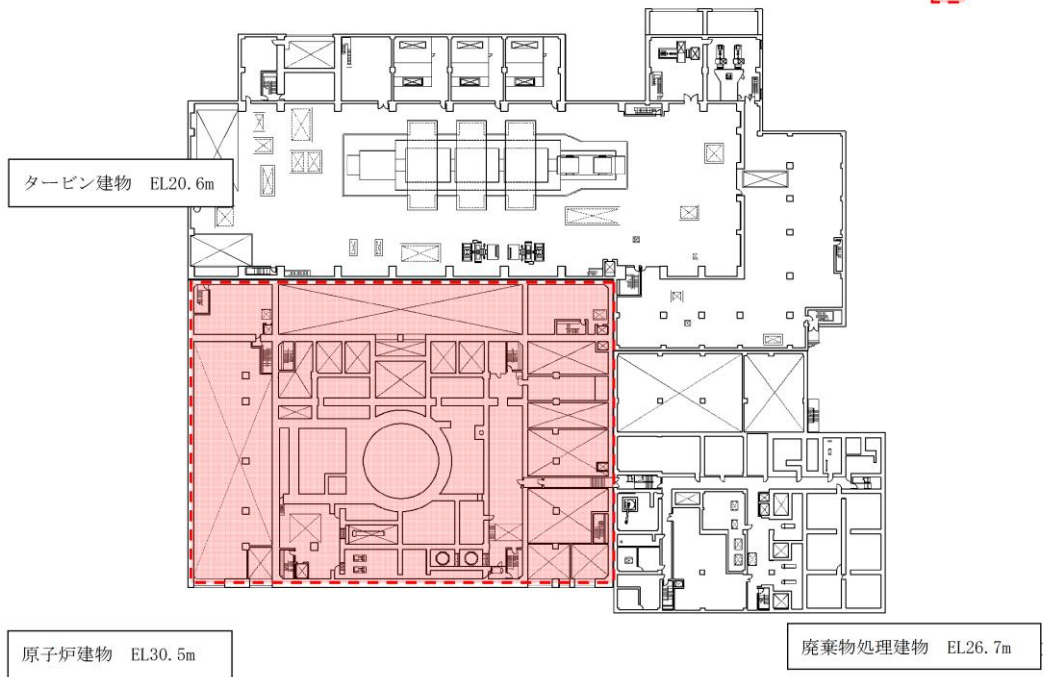


第 2.4-2 図 浸水防護重点化範囲（平面図）（1 / 4）

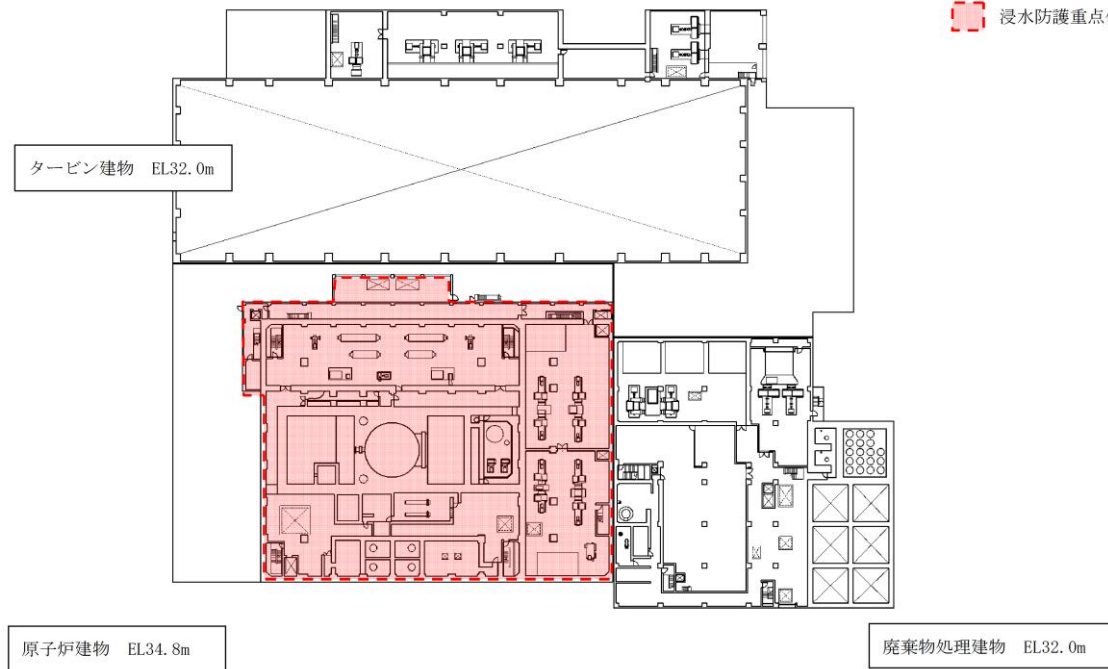


第 2.4-2 図 浸水防護重点化範囲（平面図）（2 / 4）


浸水防護重点化範囲

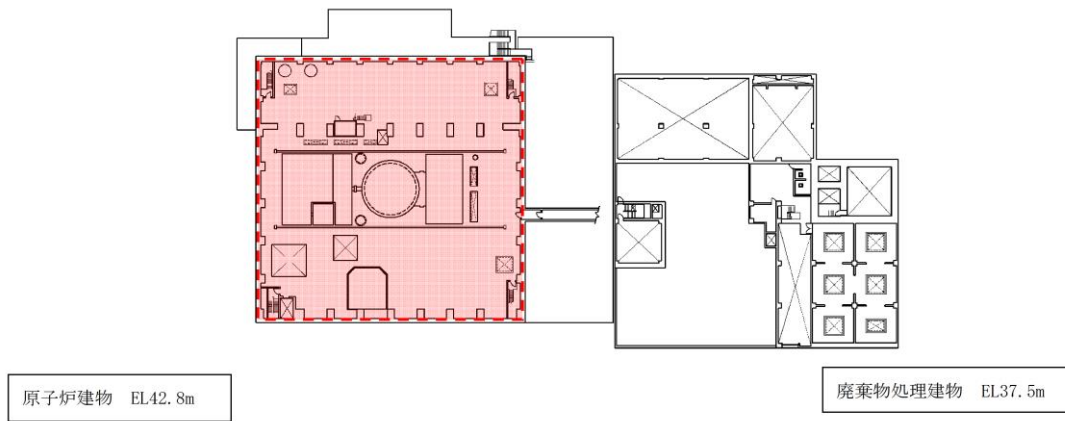


浸水防護重点化範囲

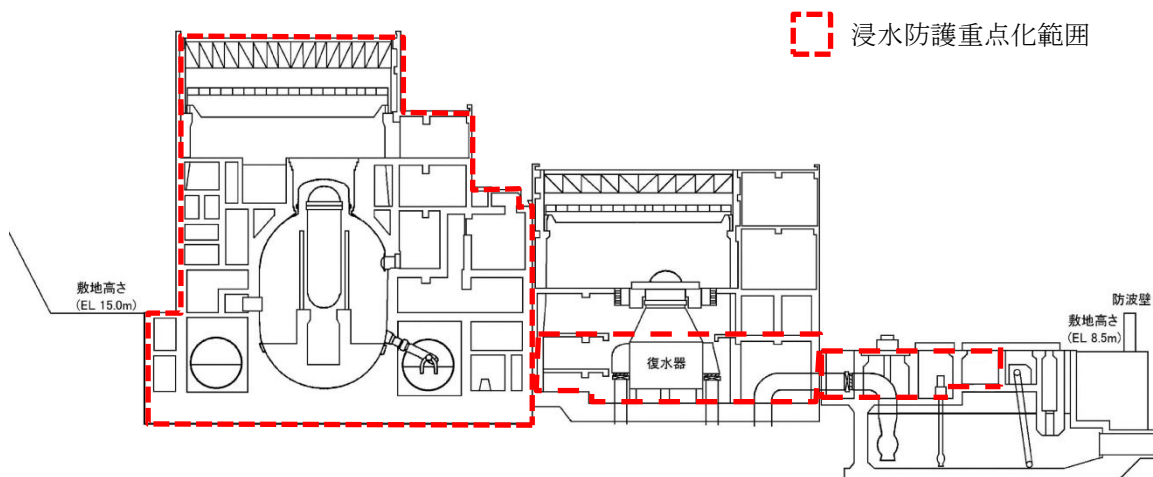


第 2.4-2 図 浸水防護重点化範囲（平面図）（3 / 4）

 浸水防護重点化範囲



第 2.4-2 図 浸水防護重点化範囲（平面図）（4 / 4）



第 2.4-3 図 浸水防護重点化範囲（断面図）

2.4.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

【規制基準における要求事項等】

津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定すること。
浸水範囲、浸水量の安全側の想定に基づき、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すこと。

【検討方針】

津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定する。浸水範囲、浸水量の安全側の想定に基づき、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を実施する。

津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量については、地震による溢水の影響も含めて、以下の方針により安全側の想定を実施する。

- ・地震・津波による建物内の循環水系等の機器・配管の損傷による建物内への津波及び系統設備保有水の溢水、下位クラス建物における地震時の地下水排水ポンプの停止による地下水の流入等の事象を考慮する。
- ・地震・津波による屋外循環水配管や敷地内のタンク等の損傷による敷地内への津波及び系統保有水の溢水等の事象を考慮する。
- ・循環水系機器・配管等損傷による津波浸水量については、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返し襲来を考慮する。また、サイフォン効果も考慮する。
- ・機器・配管等の損傷による溢水量については、内部溢水における溢水事象想定を考慮して算定する。
- ・地下水の流入量は、敷地レベルを考慮して安全側の仮定条件で算定する。
- ・施設・設備施工上生じ得る隙間部等がある場合には、当該部からの溢水も考慮する。

【検討結果】

前項までに述べたとおり、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画が設置された敷地への津波の地上部からの到達・流入に対する外郭防護及び取水路、放水路等の経路からの流入に対する外郭防護は、津波防護施設、浸水防止設備を設置することにより実現している。これより、津波単独事象に対しては、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路は存在しない。

一方、【検討方針】に示される「地震による溢水の影響」について、2号炉に対して「地震による溢水」を具体化すると次の各事象が挙げられる。これらの概念図を第2.4-4-1図に示す。

(1) 地震による溢水の影響を含めた浸水防護重点化範囲への影響について

a. タービン建物における溢水

地震に起因するタービン建物に敷設する循環水配管伸縮継手の破損及び低耐震クラス機器の損傷により、保有水が溢水するとともに、津波が取水槽及び放水槽から循環水配管等に流れ込み^{※1}、循環水配管等の損傷箇所を介して、タービン建物に流入することが考えられる。

このため、浸水防護重点化範囲であるタービン建物への影響を評価する。

b. 取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水

地震に起因する取水槽循環水ポンプエリアに敷設する循環水配管伸縮継手の破損及び低耐震クラス機器の損傷により、保有水が溢水するとともに、津波が取水槽及び放水槽から循環水配管等に流れ込み^{※1}、循環水配管等の損傷箇所を介して、取水槽循環水ポンプエリアに流入することが考えられる。

このため、浸水防護重点化範囲である取水槽循環水ポンプエリアへの影響を評価する。

※1：取水路と放水路は配管及び復水器を介してつながっており、2号炉の取水槽及び放水槽の水位が高い方から、循環水配管等の損傷箇所との水頭差により海水が流入する。(第2.4-4-2図)

c. 取水槽海水ポンプエリアにおける溢水

地震に起因する取水槽海水ポンプエリアに敷設するタービン補機海水系配管等の破損及び低耐震クラス機器の損傷により、保有水が溢水するとともに、津波が取水槽からタービン補機海水系配管等に流れ込み^{※1}、タービン補機海水系配管等の損傷箇所を介して、取水槽海水ポンプエリアに流入することが考えられる。

このため、浸水防護重点化範囲である取水槽海水ポンプエリアへの影響を評価する。

d. 屋外タンク等による屋外における溢水

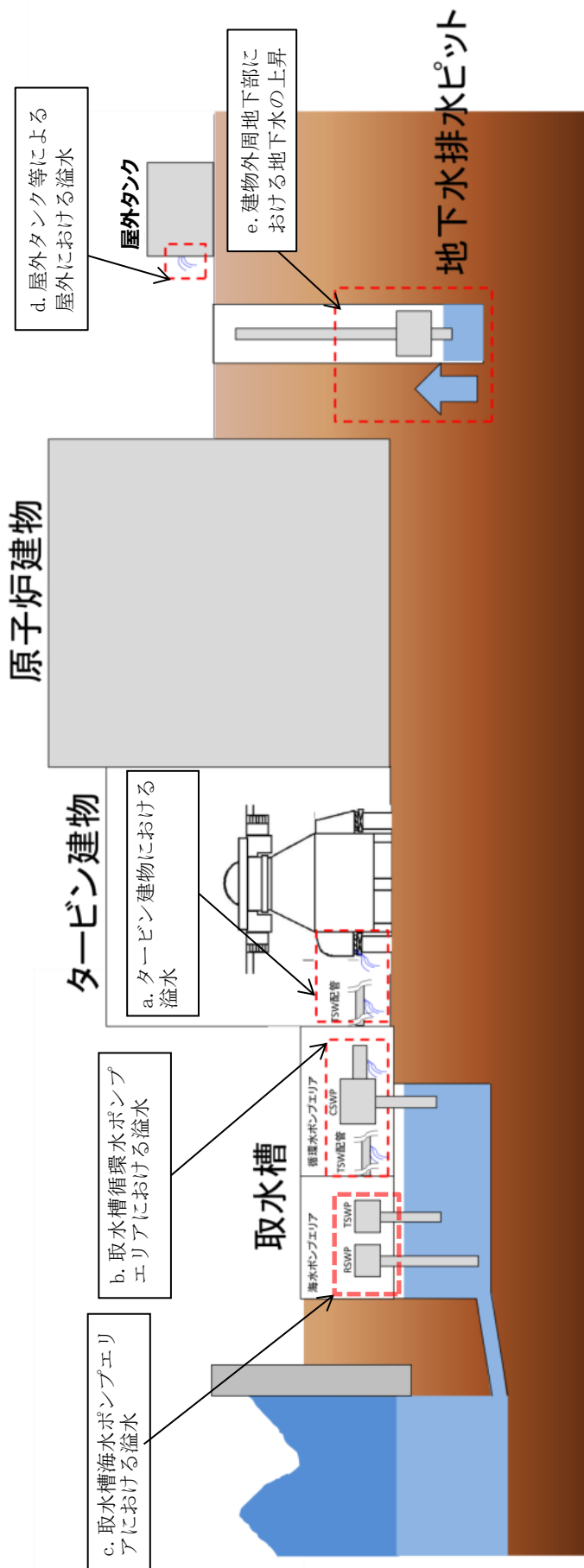
地震により敷地内にある低耐震クラス機器である屋外タンク等が損傷し、保有水が敷地内に流出する。

このため、浸水防護重点化範囲への影響を評価する。

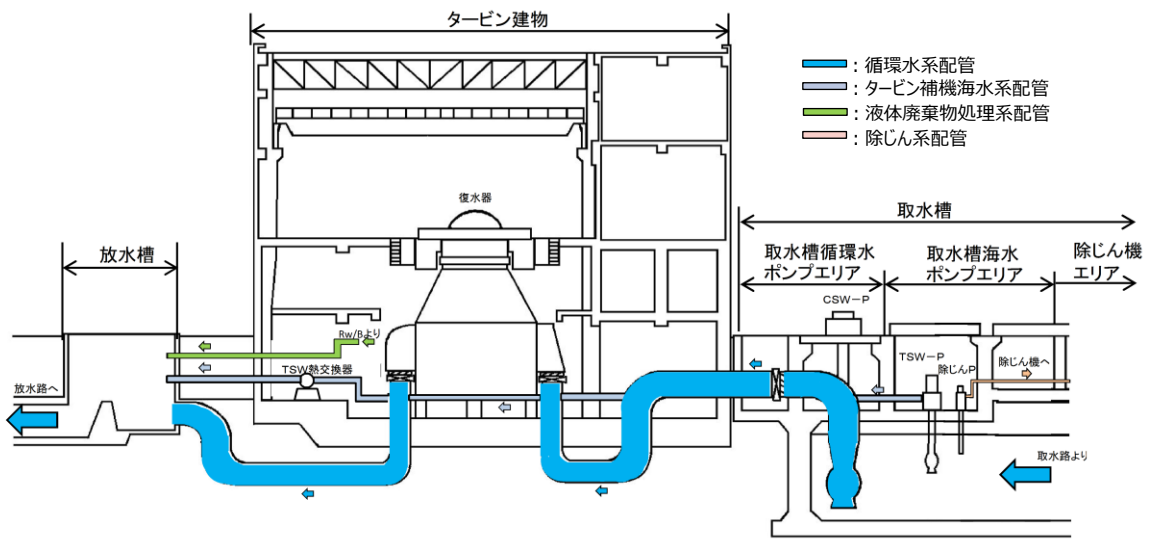
e. 建物外周地下部における地下水位の上昇

地震により地下水を排出するための排水設備(地下水排水ポンプ)が停止し、建物周辺の地下水位が上昇する。

このため、浸水防護重点化範囲への影響を評価する。



第 2.4-4-1 図 地震による溢水の概念図 (低耐震クラス機器の損傷)



第 2.4-4-2 図 地震による溢水の概念図
(海域に接続する低耐震クラス配管の経路概要)

以上の各事象の中で、「津波による溢水」に該当する事象（津波襲来下において海水が流入する事象）、あるいは「津波による溢水」への影響が考えられる事象（津波による溢水の浸水範囲内で、同時に起こり得る溢水事象）としては、a., b., c. が挙げられ c. が挙げられることから、これらの各事象について、浸水防護重点化範囲への影響を以下に評価した。

上記の「地震による溢水」のうち d., e. については、これらによる影響に対して「設置許可基準規則第 9 条（溢水による損傷の防止等）」への適合のために評価及び対策を行うこととしており、その結果、「津波による溢水」には影響しない地震単独事象となっている。

本内容については、同条に対する適合性（参考資料 2 第 9 章，参考資料 3 第 10 章，参考資料 4 補足説明資料 30）において説明しており、以下ではその概要も合わせて示す。

なお、a, b, c については、「地震による溢水」に対する対策として、低耐震クラス機器における耐震性を確保する等の方針であることから、その詳細について添付資料 27 に示す。

(2) 浸水量評価

a. タービン建物における溢水

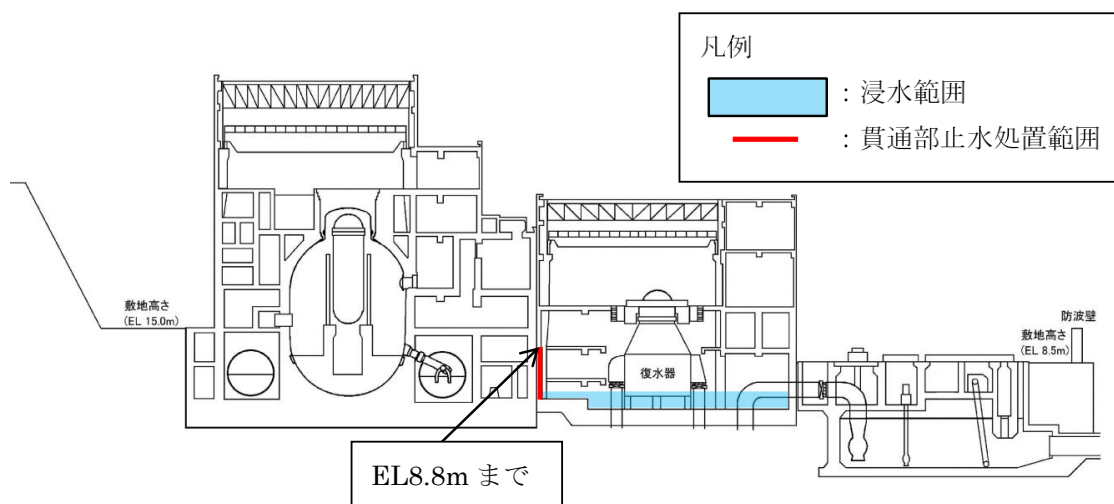
本事象による浸水量評価については、「設置許可基準規則第9条（溢水による損傷の防止等）」に対する適合性（参考資料2第9章9.1）において「タービン建物における溢水影響評価結果」として説明している。評価条件、評価結果等の具体的な内容を添付資料10に抜粋して示す。また、タービン建物に設置する耐震Sクラスの設備に対する浸水影響について、添付資料28に示す。

添付資料10に示すとおり、本事象による浸水量は第2.4-5図に示すとおりであり、浸水水位はEL約3.0mとなる。また、浸水イメージは第2.4-6図のとおりとなる。

表 9-7 地震起因による溢水量

項目		溢水量[m ³]
循環水系配管の伸縮継手部	地震発生から漏えい検知インターロックによる循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止までの溢水量	約 3,130
耐震 B, C クラス機器の保有水量		約 2,860
合計		約 5,990

第 2.4-5 図 タービン建物における地震起因による溢水評価



第 2.4-6 図 タービン建物における浸水イメージ

また、津波による溢水に対しては、「設置許可基準規則第9条（溢水による損傷の防止等）」に対する適合性（第9章9.1）における「タービン建物からの溢水影響評価」の結果から、循環水系、タービン補機海水系に追加設置するインター

ロック（地震大及びタービン建物の漏えい信号で作動並びに地震大及び取水槽循環水ポンプエリアの漏えい信号で作動）により，津波襲来前に循環水ポンプ，タービン補機海水ポンプの出口弁の全閉により自動隔離することから，津波は浸水防護重点化範囲であるタービン建物内に浸水しない。

b. 取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水

本事象による浸水量評価については、「設置許可基準規則第9条（溢水による損傷の防止等）」に対する適合性（参考資料2第9章9.2）において「循環水ポンプエリアにおける溢水」として説明している。評価条件，評価結果等の具体的な内容を添付資料10に抜粋して示す。また，取水槽循環水ポンプエリアに設置する耐震Sクラスの設備に対する浸水影響について，添付資料28に示す。

添付資料10に示されるとおり，浸水イメージは第2.4-7図のとおりとなる。

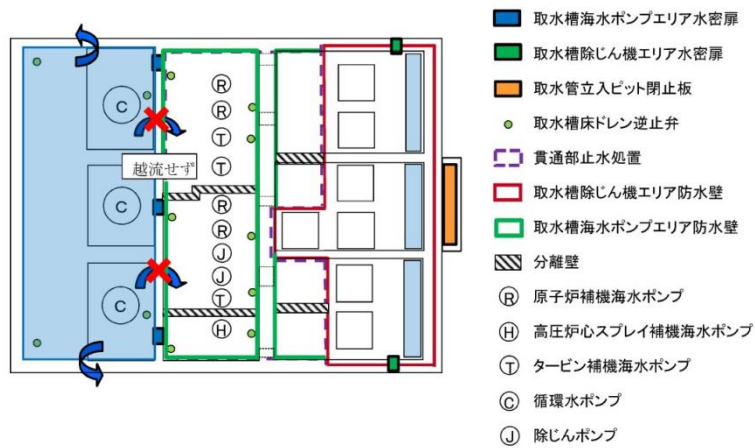


図 9-10 取水槽海水ポンプエリア平面図（循環水系配管破損時）

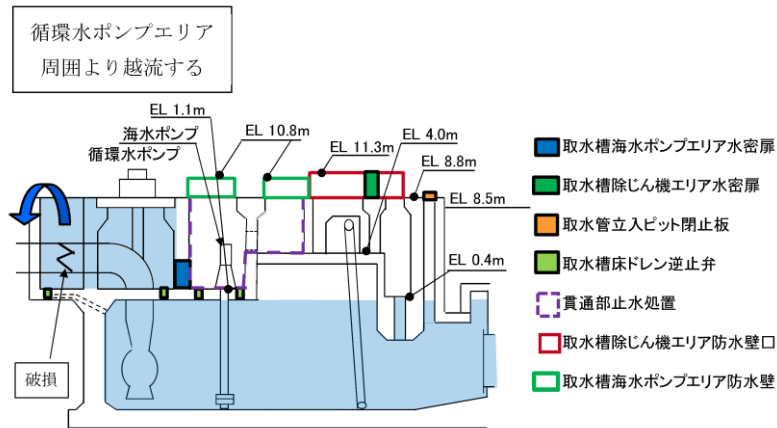


図 9-11 取水槽海水ポンプエリア断面図（循環水系配管破損時）

9条-別添1-9-13

第 2.4-7 図 浸水イメージ

「設置許可基準規則第9条（溢水による損傷の防止等）」に対する適合性（第9章9.1）における「循環水ポンプエリアからの溢水影響評価」の結果は，取水槽循環水ポンプエリアの天端から越流する溢水に対して，取水槽海水ポンプエリアに防水壁を設置していることから，取水槽海水ポンプエリアに溢水が浸水することはない。

さらに，循環水系，タービン補機海水系に追加設置するインターロック（地震大及びタービン建物の漏えい信号並びに地震大及び取水槽循環水ポンプエリアの漏えい信号で作動）により，津波襲来前に循環水ポンプ及びタービン補機海水ポンプの出口弁の全閉により自動隔離することから，津波は浸水防護重点化範囲である取水槽循環水ポンプエリアに浸水しない。

c. 取水槽海水ポンプエリアにおける溢水

本事象による浸水量評価については、「設置許可基準規則第9条（溢水による損傷の防止等）」に対する適合性（参考資料4 補足説明資料30）において「海水ポンプエリアの防護について」として説明している。評価条件、評価結果等の具体的な内容を添付資料10に抜粋して示す。

添付資料10に示されるとおり、取水槽海水ポンプエリアの機器・配管は基準地震動 S_s に対する耐震性を有しており、地震起因による溢水は生じない。

これにより浸水防護重点化範囲である取水槽海水ポンプエリアに津波は浸水しない。

d. 屋外タンク等による屋外における溢水

本事象による浸水量評価については、「設置許可基準規則第9条（溢水による損傷の防止等）」に対する適合性（参考資料3第10.1）において「屋外タンクの溢水による影響」として説明している。評価条件、評価結果等の具体的な内容を添付資料10に抜粋して示す。

添付資料10に示されるとおり、本事象による溢水については、溢水源として屋外に設置されたタンク等を挙げた上で、溢水防護区画への影響評価を実施した結果、原子炉建物や廃棄物処理建物の各扉付近の開口部の下端高さが溢水水位より高い位置にあること等により、浸水防護重点化範囲に影響を与えることはないと評価している。

屋外タンクの溢水伝播挙動を第2.4-8図に示す。

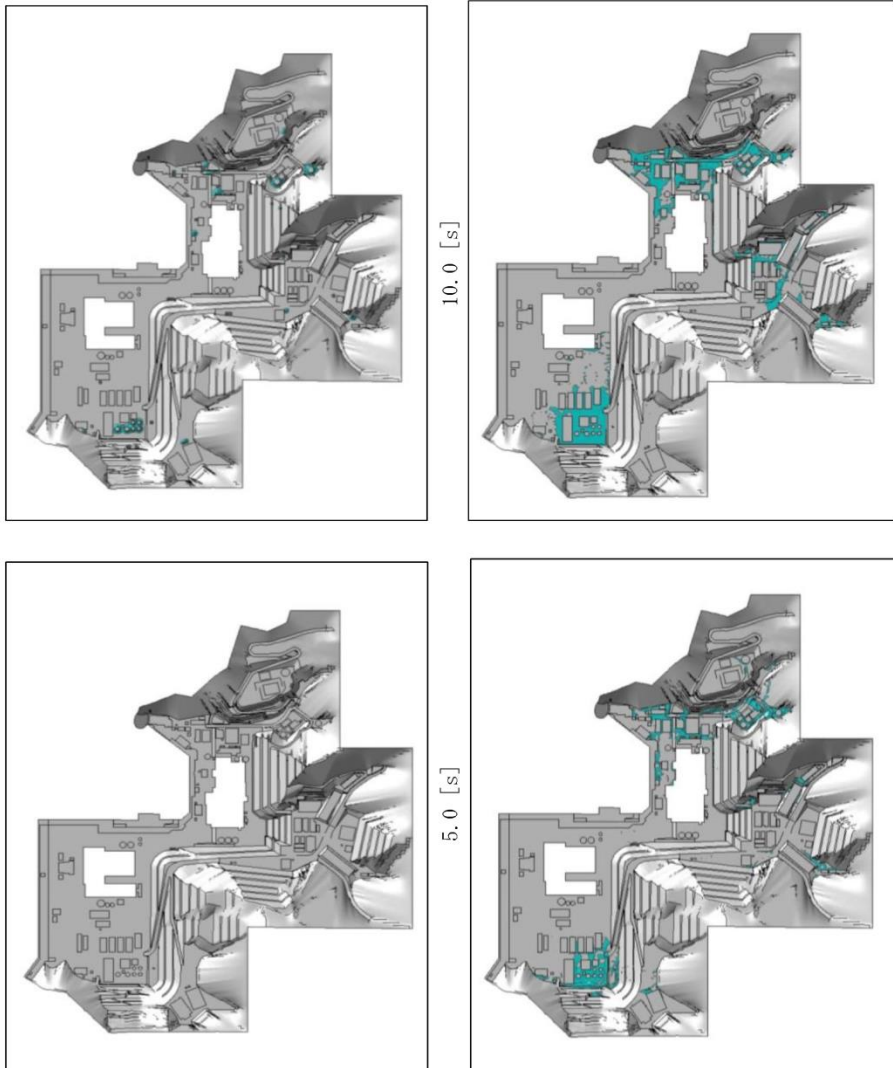


図 10-3-2 屋外タンクの溢水伝播挙動 (1/2)

9条-別添1-10-7

第 2.4-8-1 図 屋外タンクの溢水伝播挙動

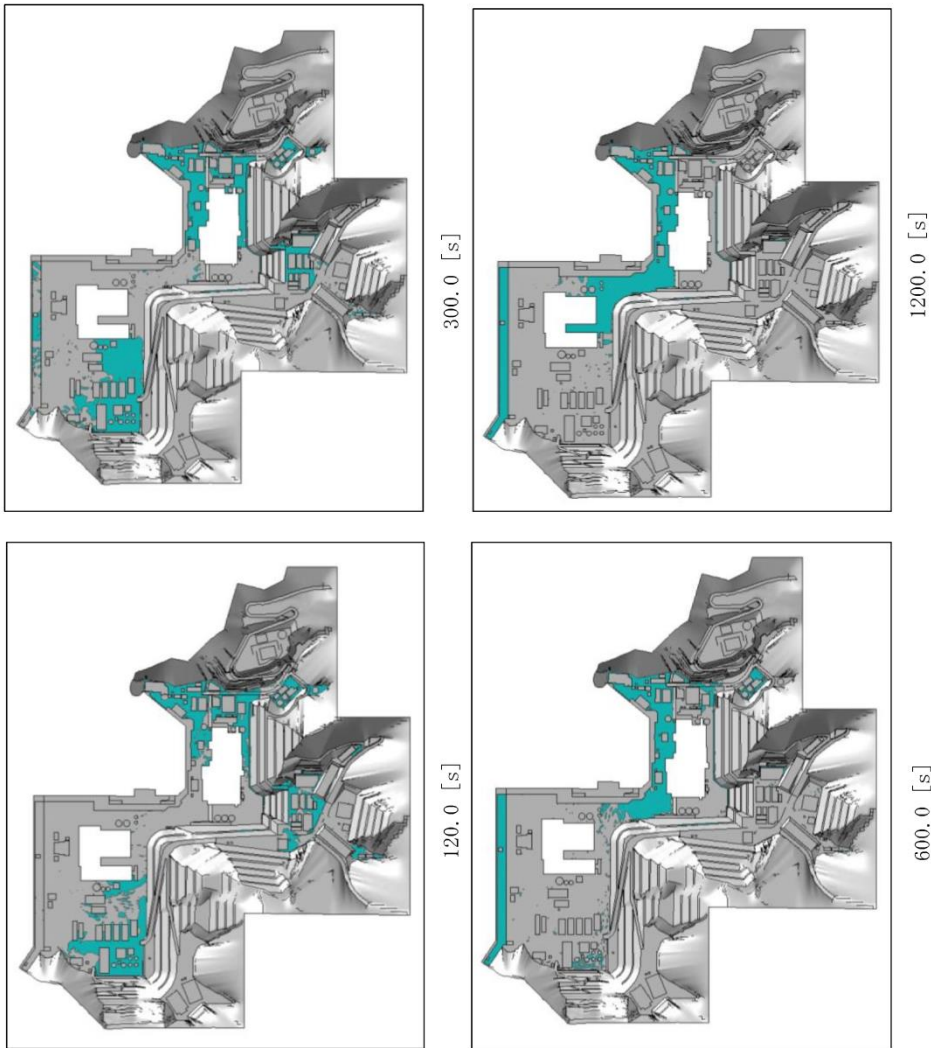


図 10-3-2 屋外タンクの溢水伝播挙動 (2/2)

9条-別添1-10-8

第 2.4-8-2 図 屋外タンクの溢水伝播挙動

e. 建物外周地下部における地下水位の上昇

本事象による浸水量評価については、「設置許可基準規則第9条（溢水による損傷防止等）」に対する適合性（参考資料3第10章10.2）において「地下水の溢水による影響」として説明している。評価条件、評価結果等の具体的な内容を添付資料10に抜粋して示す。

添付資料10に示されるとおり、本事象による浸水水位（地下水排水ポンプが停止することにより生じる建物周囲の地下水位の上昇）については、地下水位がタービン建物の地表面（EL8.5m）と想定した場合でも、EL8.5mより高い範囲であるEL8.8mまで止水対策を実施しており、地下水が溢水防護区画に影響を与えることはないとは評価している。

なお、地震により建物の地下部外壁にひび割れが発生し、当該部から建物内に浸水が生じる可能性については、建物の地下部外壁はいずれも、防水シートが施されていること、耐震壁であり地震により水密性に影響あるひび割れは発生しないと考えられることから、有意な浸水は生じないものと考えられるが、浸水防護重点化範囲への影響検討の際は、本浸水の可能性を安全側に考慮するものとする。

第 2.4-3 表 影響評価一覧表

溢水事象	事象概要	起回事象	想定事象	対策	確認条文
a	タービン建物における溢水	地震	<ul style="list-style-type: none"> ・内部溢水 ・津波による溢水 	<ul style="list-style-type: none"> ・インターロックによる循環水系の自動隔離* ・インターロックによるタービン補機海水系の自動隔離* ・タービン補機海水系の放水配管等への逆止弁設置* ・低耐震クラス機器の耐震性評価 	設置許可基準規則 第 5 条 第 9 条
b	取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水	地震			
c	取水槽海水ポンプエリアにおける溢水	地震			
d	屋外タンク等による屋外における溢水	地震	・内部溢水	・取水槽海水ポンプエリアへの防水壁の設置	設置許可基準規則 第 9 条
e	建物外周地下部における地下水水位の上昇	地震	・内部溢水	・貫通部止水処置等	設置許可基準規則 第 9 条

※ 隔離範囲については、基準地震動 S_s による地震力に対してバウンダリ機能を維持する設計とする。

(3) 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

「(2) 浸水量評価」で示した各事象により想定される浸水範囲、浸水量に対し、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を実施した。なお、浸水の可能性のある経路、浸水口の特定にあたっては、施設・設備施工上生じうる隙間部等として、貫通口における貫通物と貫通口（スリーブ、壁等）との間に生じる隙間部や建物間接合部に生じる隙間部についても考慮した。

浸水対策の実施範囲を第 2.4-9 図に、浸水経路・浸水口に応じた浸水対策の種類を第 2.4-4 表に示す。

各浸水対策の仕様については「4.2 浸水防止設備の設計」、その設置位置、施工範囲については添付資料 11 に示す。

なお、浸水防護重点化範囲のうち、その境界部に安全側に想定した浸水が及ばず、結果として浸水対策が不要であった範囲を建物の階層単位で整理して示すと第 2.4-5 表となる。各津波防護対象設備において、浸水が生じ得る箇所に設置されるものであるか否か（浸水対策が求められる浸水防護重点化範囲内に設置されているか否か）は、同表及び添付資料 1「基準津波に対して機能を維持すべき設備とその配置」により確認される。

a. タービン建物における溢水

「浸水量評価」に示すとおり本事象による津波の浸水はない。

地震に起因する溢水によるタービン建物における溢水水位は、EL 約 3.0m となるため、没水水位との関係を考慮した溢水防護措置（配管等への貫通部への止水処置等）を構ずることから、浸水防護重点化範囲へ及ぼす影響はない。

b. 取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水

取水槽循環水ポンプエリアへの津波の浸水を防止するため、取水槽循環水ポンプエリアの低耐震クラスである循環水系、タービン補機海水系について、追加設置するインターロックにより、津波襲来前に循環水ポンプ、タービン補機海水ポンプの出口弁の全閉により自動隔離することから、浸水量評価に示すとおり、本事象による津波の浸水はない。

地震に起因する溢水による取水槽循環水ポンプエリアの溢水水位に対して、没水水位との関係を考慮した溢水防護措置（配管等への貫通部への止水処置等）を構ずることから、浸水防護重点化範囲へ及ぼす影響はない。

c. 浸水防護重点化範囲である取水槽海水ポンプエリアにおける溢水

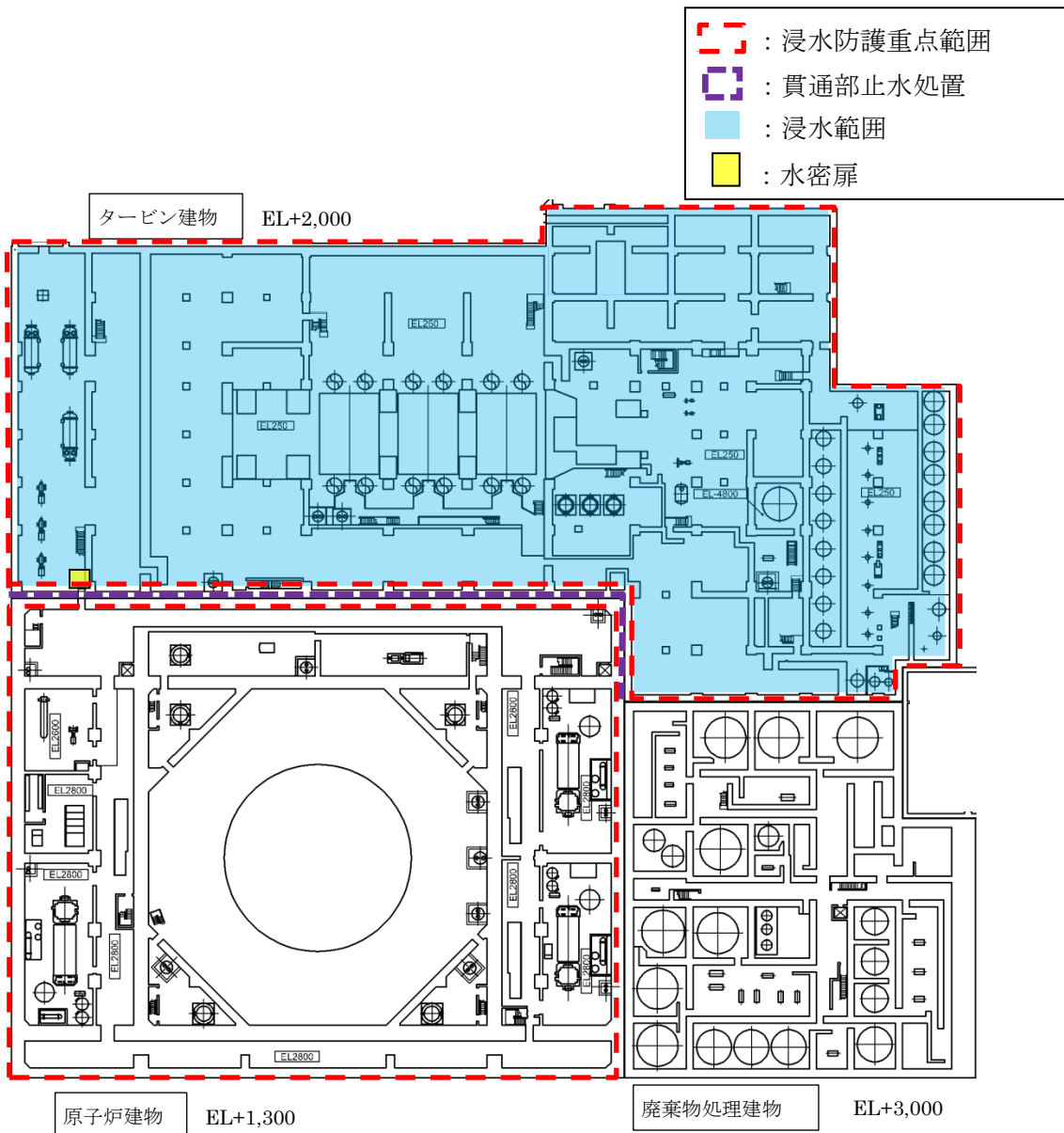
取水槽海水ポンプエリアへの津波の浸水を防止するため、取水槽海水ポンプエリアの低耐震クラスであるタービン補機海水系等について、基準地震動 S_s による地震力に対してバウンダリ機能を維持する方針のため、浸水量評価に示すとおり本事象による津波の浸水はない。

d. 屋外タンク等における溢水

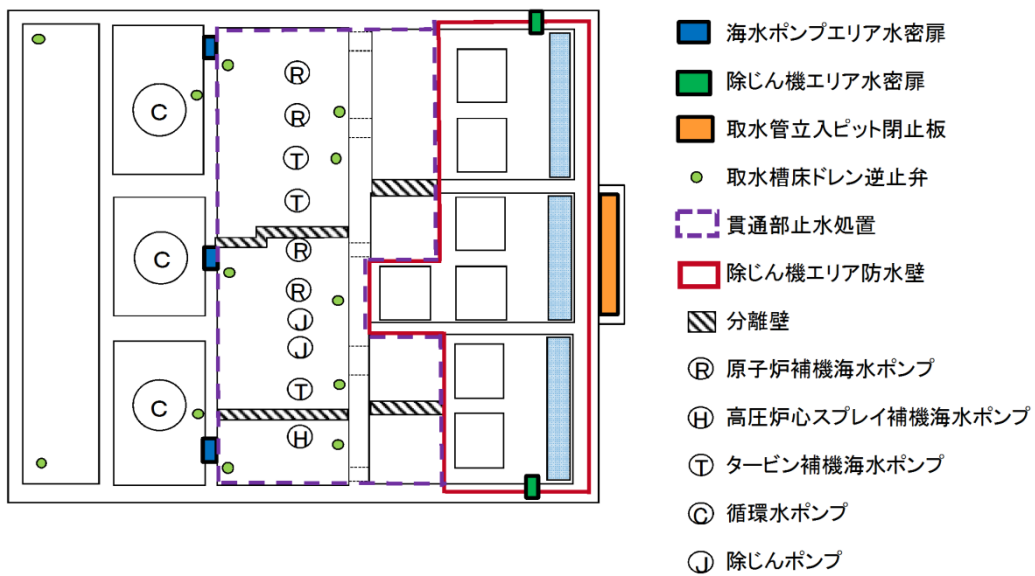
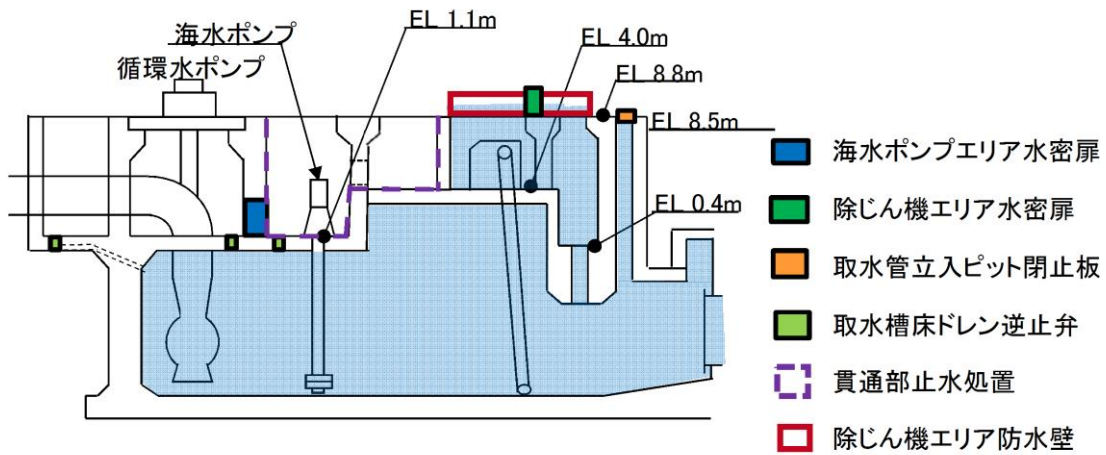
地震時の屋外タンク等による影響評価は、原子炉建物や廃棄物処理建物の各扉付近の開口部の下端高さが溢水水位より高い位置にあること等により、浸水防護重点化範囲に影響を与えることはないと評価している。

e. 建物外周地下部における地下水位の上昇

建物外周地下部における地下水位の上昇については、地下水位の上昇を保守的にタービン建物の地表面(EL8.5m)と想定した場合においても、貫通部の止水措置、建物間に設置するエキスパンジョイント止水版により、地下水が浸水防護重点化範囲に浸水することはない。



第 2.4-9-1 図 タービン建物内の浸水対策概要図 (EL8.8m まで)



第 2.4-9-2 図 取水槽の浸水対策概要図

第 2.4-4 表 浸水経路・浸水口に応じた浸水対策の種類

浸水経路・浸水口		浸水対策	(参考) 対象とする 溢水事象
通路・扉部		・「水密扉」を設置	a, b, c
貫 通 部	配管	・「貫通部止水処置」を実施	a～e
	電線管		a～e
	ケーブルトレイ		a～e
	予備スリーブ		a～e
建物間接合部		・エキスパンションジョイント	d, e

第 2.4-5 表 浸水防護重点化範囲境界の浸水有無（浸水対策要求有無）

建物	タービン建物における階層		
	地下 1 階 (EL2.0m) 浸水あり	地上 1 階 (EL5.5m) 浸水あり	地上 2 階 (EL12.5m) 以上 浸水なし
原子炉建物	対策要求あり	対策要求あり	対策要求なし
制御室建物	対策要求なし	対策要求なし	
廃棄物処理建物			

※ 建物によりエレベーションは異なり，ここでは代表でタービン建物のエレベーションを表記

2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止

2.5.1 非常用海水冷却系の取水性

【規制基準における要求事項等】

非常用海水冷却系の取水性については、次に示す方針を満足すること。

- ・ 基準津波による水位の低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。
- ・ 基準津波による水位の低下に対して冷却に必要な海水が確保できる設計であること。

【検討方針】

基準津波による水位の低下に対して、非常用海水冷却系の海水ポンプである原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプが機能保持できる設計であることを確認する。

また、基準津波による水位の低下に対して、非常用海水冷却系による冷却に必要な海水が確保できる設計であることを確認する。

具体的には、以下のとおり実施する。

- ・ 原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ位置の評価水位の算定を適切に行うため、取水路の特性に応じた手法を用いる。また、取水路の管路の形状や材質、表面の状況に応じた摩擦損失を設定する。
- ・ 原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプの取水可能水位が下降側評価水位を下回る等、水位低下に対して同ポンプが機能保持できる設計となっていることを確認する。
- ・ 引き波時に水位が取水可能水位を下回る場合には、下回っている時間において、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプの継続運転が可能な貯水量を十分確保できる設計となっていることを確認する。

なお、取水路または取水槽が循環水系と非常用海水冷却系で併用される場合においては、循環水系運転継続等による取水量の喪失を防止できる措置が施される方針であることを確認する。

【検討結果】

引き波による水位の低下に対して、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプが機能保持でき、かつ、同系による冷却に必要な海水が確保できる設計とする。

具体的には、引き波による水位低下時においても、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプの取水可能水位を下回らないことを確認する。

ここで、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプの位置における津波高さの算出にあたっては、基準津波による水位の低下に伴う取水路の

特性を考慮した原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ位置の評価水位（取水槽内の津波高さ）を適切に算定するため、開水路及び管路において非定常管路流の連続式及び運動方程式を用いて管路解析を実施する。また、その際、取水口から取水槽に至る系をモデル化し、管路の形状、材質及び表面の状況に応じた摩擦損失を考慮し、計算結果に潮位のばらつきの加算や安全側に評価した値を用いる（「1.4 入力津波の設定」参照）。

管路解析により得られた基準津波による取水槽内の水位下降側の入力津波高さは第 2.5-1 図に示すとおり EL-8.0m となる。これに対して、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプの設計取水可能水位を長尺化により各々 EL-8.32m, EL-8.85m^{*}とし、水位低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計とする。

また、ポンプ長尺化に伴うベルマウス下端と取水槽下端のクリアランスについては、日本機械学会基準「ポンプの吸込水槽の模型試験法」（JSME S 004-1984）に示されるベルマウス径(750mm)の1/2以上のクリアランス(375mm以上)を満足するよう、500mmとしている。なお、長尺化前のクリアランスは400mmであり、ポンプの取水性に関わる不具合は確認されていない。

※ 原子炉補機海水ポンプ， 高圧炉心スプレイ補機海水ポンプの取水可能水位
 原子炉補機海水ポンプ， 高圧炉心スプレイ補機海水ポンプの取水可能水位
 は， 日本機械学会基準「ポンプの吸込水槽の模型試験法」(JSME S 004-1984)
 に基づき， 以下の数式によって算出している (参考図参照)。

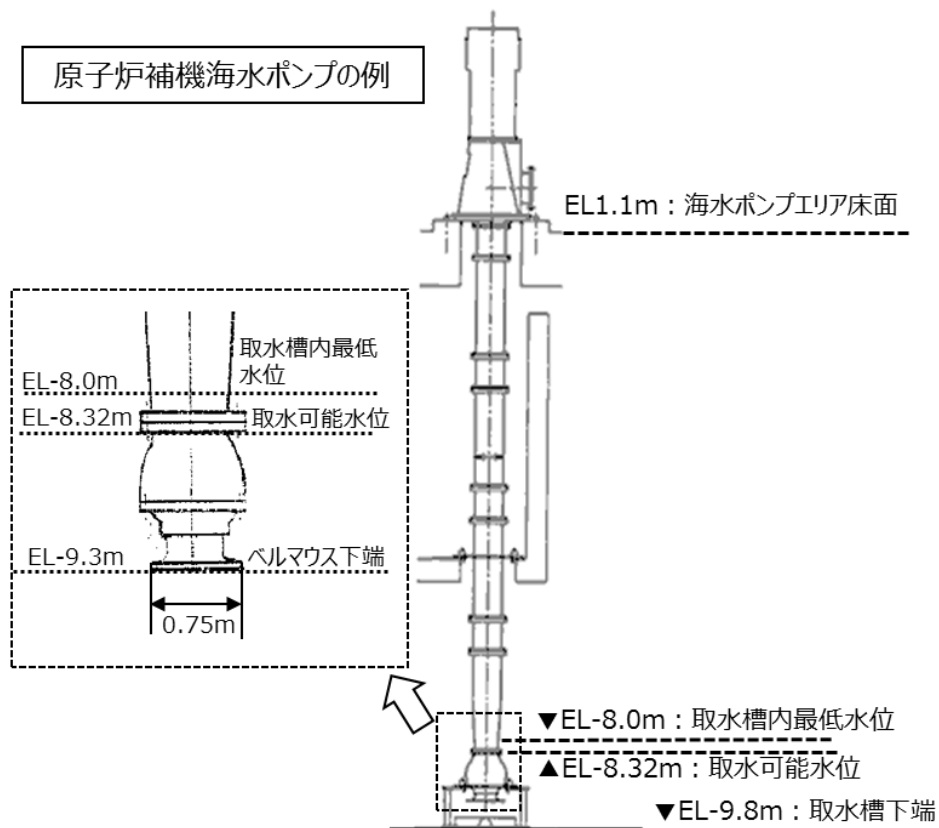
$$H = H_0 + 1.3 \times D_0$$

H : 取水可能水位

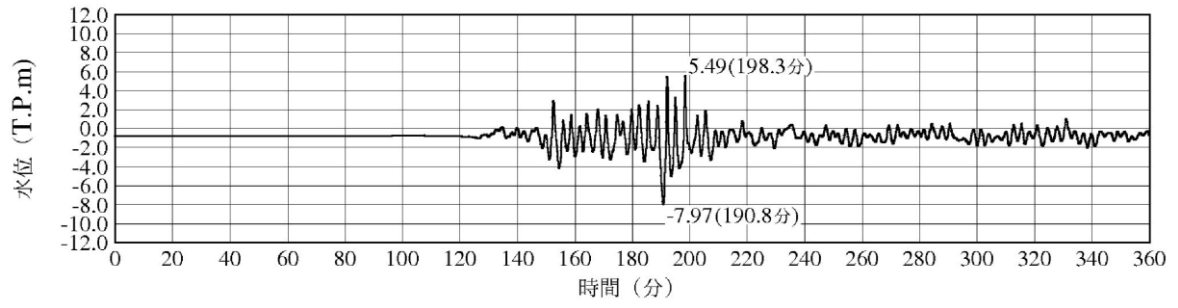
H₀ : ベルマウス下端高さ

D₀ : ポンプ吸込口径 (ベルマウス径)

	ベルマウス 下端高さ H ₀	ポンプ吸込口径 (ベルマウス径) D ₀	取水可能水位 H
原子炉補機海水 ポンプ	EL-9.3m	0.75m	EL-8.32m
高圧炉心スプレイ 補機海水ポンプ	EL-9.3m	0.34m	EL-8.85m



参考図 非常用海水冷却系の海水ポンプの取水可能水位



基準津波 6

第2.5-1図 取水槽内の水位変動

2.5.2 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認

【規制基準における要求事項等】

基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積が適切に評価されていること。
基準津波に伴う取水口付近の漂流物が適切に評価されていること。
非常用海水冷却系については、次に示す方針を満足すること。

- ・基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積、陸上斜面崩壊による土砂移動・堆積及び漂流物に対して取水口及び取水路の通水性が確保できる設計であること。
- ・基準津波による水位変動に伴う浮遊砂等の混入に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。

【検討方針】

基準津波に伴う2号炉の取水口付近の砂の移動・堆積や漂流物を適切に評価する。その上で、非常用海水冷却系について、基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積、陸上斜面崩壊による土砂移動・堆積及び漂流物に対して2号炉の取水口及び取水路の通水性が確保できる設計であること、浮遊砂等の混入に対して非常用海水冷却系の海水ポンプである原子炉補機海水ポンプ及び高压炉心スプレイ補機海水ポンプが機能保持できる設計であることを確認する。

具体的には、以下のとおり確認する。

- ・遡上解析結果における取水口付近の砂の堆積状況に基づき、砂の堆積高さが取水口下端に到達しないことを確認する。取水口下端に到達する場合は、取水口及び取水路が閉塞する可能性を安全側に検討し、閉塞しないことを確認する。
- ・混入した浮遊砂は、スクリーン等で除去することが困難なため、原子炉補機海水ポンプ及び高压炉心スプレイ補機海水ポンプそのものが運転時の砂の混入に対して軸固着しにくい仕様であることを確認する。
- ・基準津波に伴う取水口付近の漂流物については、遡上解析結果における取水口付近を含む敷地前面及び遡上域の寄せ波及び引き波の方向、速度の変化を分析した上で、漂流物の可能性を検討し、漂流物により取水口が閉塞しないことを確認する。また、スクリーン自体が漂流物となる可能性が無いか確認する。

【検討結果】

(1) 砂の移動・堆積に対する通水性確保

2号炉の取水口呑口下端はEL-12.5mであり、海底面(EL-18.0m)より5.5m高い位置にある(第2.5-2図)。これに対し、数値シミュレーションにより得られた基準津波による砂移動に伴う取水口付近の砂の堆積高さは、最大で約0.02m(基準津波1(防波堤有り))であることから、砂の堆積高さは取水口呑口下端に到達しない(第2.5-1表)。

また、非常用海水冷却系の海水ポンプ下端は、原子炉補機海水ポンプ及び高压

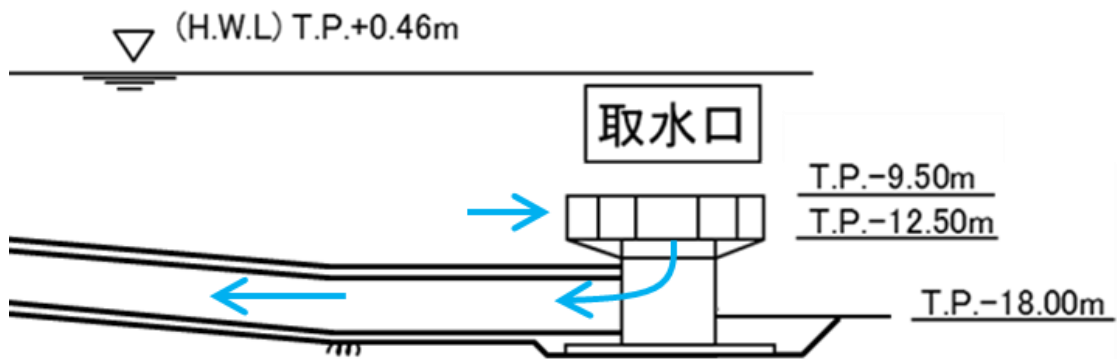
炉心スプレイ補機海水ポンプともにEL-9.3mあり、2号炉の取水槽底面(EL-9.8m)より0.5m高い位置にある(P.5条-別添1-II-2-67参考図)。これに対し、数値シミュレーションにより得られた基準津波による砂移動に伴う取水槽底面における砂の堆積厚さは、最大で約0.02m(基準津波1(防波堤有り))である(第2.5-1表)。

取水槽における通常運転時の砂移動やポンプ長尺化に伴う影響については、以下に示すとおり有意な影響はない。

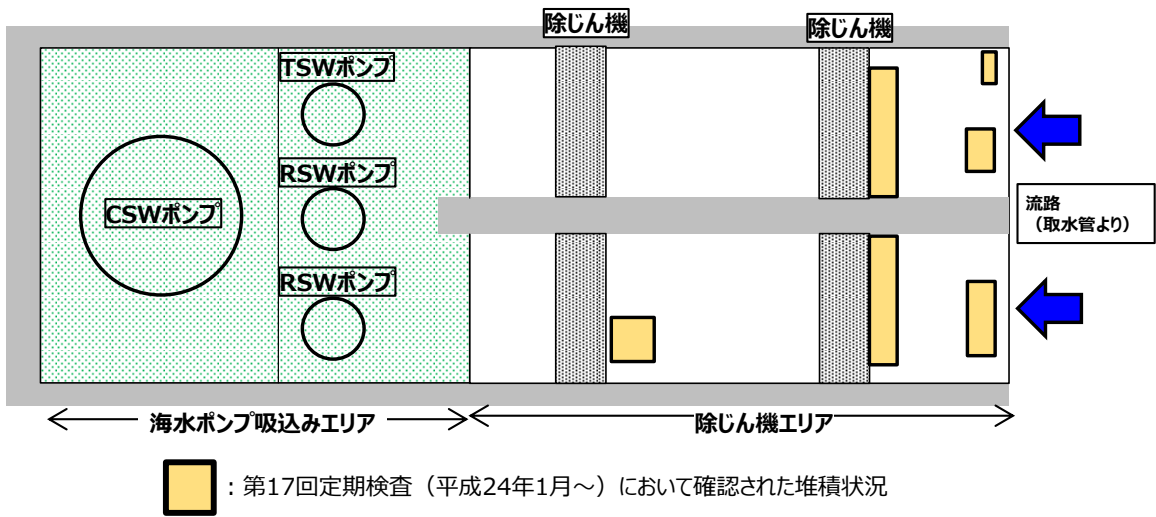
- ・島根2号炉の取水口が設置される輪谷湾の底質土砂は、岩及び砂礫で構成されており、砂の分布はほとんどない(添付資料13参照)。
- ・島根2号炉の取水口は、取水口呑口が海底面より5.5m高い位置にあるため、海底面の砂が取水口に到達しにくい構造である。
- ・非常用海水冷却系の海水ポンプ長尺化に伴う取水口からの取水量に変化はなく、取水口への砂の流入量に変化はない。
- ・取水槽点検において、除じん機上流側および近傍の一部に堆積物が確認されているが、海水ポンプ吸込みエリア底面には、砂等の堆積物は確認されていない(第2.5-3図)。
- ・循環水ポンプの定格流量(約3370m³/min)に対して、長尺化を実施する非常用海水冷却系の海水ポンプの定格流量(原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ合計:約150m³/min)は5%未満であり、除じん機エリアの海水ポンプ長尺化による流況の変化は十分小さい。
- ・非常用海水冷却系の海水ポンプ長尺化に伴い流況が変化するのは、堆積物が確認されない海水ポンプ吸込みエリア床面付近であり、除じん機エリアで確認された堆積物が当該エリアに流入することはない。
- ・津波時の取水槽内の砂の堆積は約20mmであり非常用海水冷却系の海水ポンプのクリアランスは必要クリアランス(原子炉補機海水ポンプ:375mm,高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ:175mm)に対して100mm以上の余裕を確保している。
- ・ポンプ長尺化以降は、ポンプ点検にあわせて、周辺部の堆積物の状況を確認し、必要により清掃を行う。

以上より、基準津波による砂移動・堆積により取水口及び取水路が閉塞する可能性はないと考えられ、これより、基準津波による砂移動・堆積に対して非常用海水冷却系(原子炉補機海水系及び高圧炉心スプレイ補機海水系)に必要な取水口及び取水路の通水性は確保できるものと評価する。

なお、基準津波による砂の移動・堆積の数値シミュレーションによる評価は「島根原子力発電所における津波評価」(参考資料1)及び添付資料12において説明する。



第 2.5-2 図 取水口断面図



第 2.5-3 図 取水槽点検 (C水路) における堆積状況確認結果

第 2.5-1 表(1) 津波による砂移動数値シミュレーションの手法及び計算条件

	藤井ほか(1998)の手法	高橋ほか(1999)の手法
地盤高の連続式	$\frac{\partial Z}{\partial t} + \alpha \left(\frac{\partial Q}{\partial x} \right) + \frac{E - S}{\sigma(1 - \lambda)} = 0$	$\frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{1}{1 - \lambda} \left(\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{E - S}{\sigma} \right) = 0$
浮遊砂濃度連続式	$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial(UC)}{\partial x} - \frac{E - S}{D} = 0$	$\frac{\partial(C_S D)}{\partial t} + \frac{\partial(MC_S)}{\partial x} - \frac{E - S}{\sigma} = 0$
流砂量式	小林ほか(1996)の実験式 $Q = 80\tau_*^{1.5} \sqrt{sgd^3}$	高橋ほか(1999)の実験式 $Q = 21\tau_*^{1.5} \sqrt{sgd^3}$
巻き上げ量の算定式	$E = \frac{(1 - \alpha)Qw^2\sigma(1 - \lambda)}{Uk_z \left[1 - \exp\left\{ \frac{-wD}{k_z} \right\} \right]}$	$E = 0.012\tau_*^2 \sqrt{sgd} \cdot \sigma$
沈降量の算定式	$S = wC_b$	$S = wC_S \cdot \sigma$
摩擦速度の計算式	log-wake則を鉛直方向に積分した式より算出	マンニング則より算出 $u_* = \sqrt{gn^2 U^2 / D^{1/3}}$

- Z :水深変化量(m) t :時間(s) x :平面座標
 Q :単位幅,単位時間当たりの掃流砂量 (m³/s/m) τ* :シールズ数
 σ :砂の密度(=2.76g/cm³, 自社調査結果より) s :=σ/ρ-1
 d :砂の粒径(=0.3mm, 自社調査結果より) g :重力加速度(m/s²)
 U :流速(m/s) D :全水深(m) ρ :海水の密度(=1.03g/cm³, 国立天文台編(2017)より)
 λ :空隙率(=0.4, 藤井ほか(1998)より) M :単位幅あたりの流量(m²/s)
 n :Manningの粗度係数(=0.03m⁻¹/³s, 土木学会(2002)より)
 α :局所的な外力のみに移動を支配される成分が全流砂量に占める比率(=0.1, 藤井ほか(1998)より)
 w :土粒子の沈降速度(Rubey式より算出) (m/s) z₀ :粗度高さ(=ks/30) (m)
 k_z :鉛直拡散係数(=0.2κu_*h, 藤井ほか(1998)より) (m²/s) ks :相当粗度(=(7.66ng¹/²)⁶)(m)
 κ :カルマン定数(=0.4, 藤井ほか(1998)より) h :水深(m)
 C, C_b :浮遊砂濃度, 底面浮遊砂濃度(藤井ほか(1998)より浮遊砂濃度から算出) (kg/m³)
 C_s :浮遊砂体積濃度
 log-wake則: 対数則 u_* / U = κ / {ln(h/z₀) - 1} にwake関数(藤井ほか(1998)より)を付加した式

第 2.5-1 表(2) 取水口及び取水槽底面の砂の堆積高さ

基準津波	取水口		原子炉補機海水ポンプ 及び 高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ	
	砂の堆積 高さの最 大(m)	海底面から取 水口呑口下端 までの高さ(m)	砂の堆積高さの 最大(m)	取水槽底面から ポンプ下端まで の高さ(m)
基準津波 1	0.02	5.5	0.02	0.5

(2) 混入した浮遊砂に対する機能保持

基準津波による浮遊砂については、スクリーン等で除去することが困難なため、海水ポンプそのものが運転時の砂の混入に対して軸固着等を行うことがなく機能保持できる設計であることを、以下のとおり確認した。

発電所周辺海域での底質土砂を分析した結果、発電所沿岸域のほとんどが岩、礫及び砂礫で構成されており、沖合域の海底地質は砂が分布している。砂の粒径については、各調査地点の50%透過質量百分率粒径のうち、最も細かい粒径となる0.3mmを評価に用いる砂の粒径とする（添付資料13）。

原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプで取水した浮遊砂を含む多くの海水は、揚水管内側流路を通過するが、一部の海水はポンプ軸受の潤滑水として軸受摺動面に流入する構造である（第2.5-4図）。

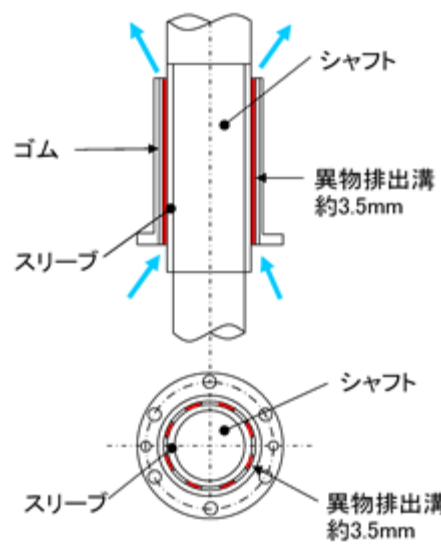
主軸外径と軸受内径の差である摺動面隙間（原子炉補機海水ポンプ：約1.58mm（許容最大）、高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ：約1.41mm（許容最大））に対し、これより粒径の小さい砂分が混入した場合は海水とともに摺動面を通過するか、または主軸の回転によって異物逃がし溝（原子炉補機海水ポンプ：約3.5mm、高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ：約3.5mm）に導かれ連続排出される（第2.5-4図）。

一方、摺動面隙間より粒径が大きい2.0mm以上の礫分は浮遊し難いものであることに加え、砂移動に伴う取水口付近の砂の最大堆積量は、約0.02mであったことから、摺動面の隙間から混入することは考えにくい。万が一、摺動面に混入したとしても回転軸の微小なずれから発生する主軸振れ回り（歳差運動）により、粉碎もしくは排砂機能により摺動面を伝って異物逃がし溝に導かれ排出されることから、軸受摺動面や異物逃がし溝が閉塞することによるポンプ軸固着への影響はない。

また、基準津波襲来時を想定した取水路における砂移動解析を実施した結果、取水槽地点における浮遊砂濃度は 0.82×10^{-2} wt%（基準津波1（防波堤有り））、 0.69×10^{-3} wt%（基準津波1（防波堤無し））であった。

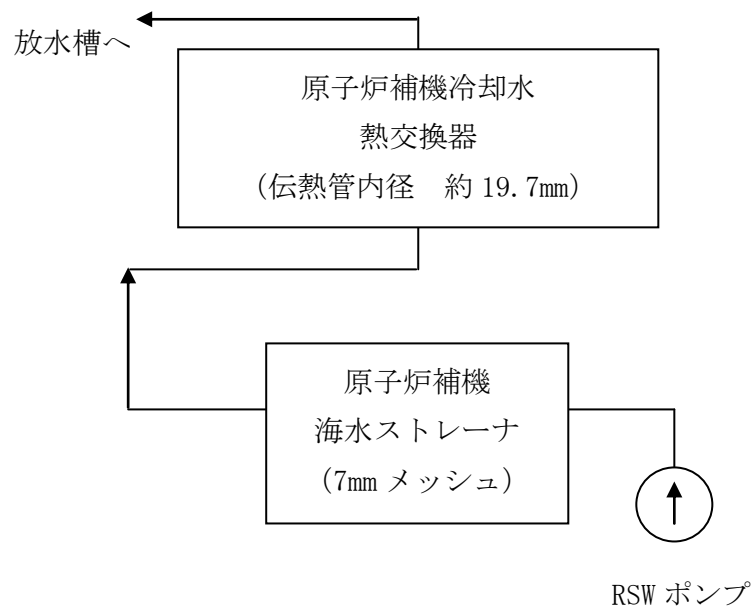
基準津波襲来時の浮遊砂による軸受摩耗への影響については、取水槽位置の砂濃度を包絡する砂濃度において海水ポンプを用いた試験を実施し、基準津波襲来時の浮遊砂による軸受摩耗への影響がないことを確認した（添付資料14）。

以上により、基準津波の襲来に伴う浮遊砂による海水ポンプ軸受への影響はなく、海水ポンプの取水機能は保持できるものと評価する。



第 2.5-4 図 海水ポンプ軸受構造図

また、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレー補機海水ポンプの揚水管内側流路を通過し、原子炉補機海水系及び高圧炉心スプレー補機海水系の系統に混入した微小な浮遊砂は、海水系ストレーナを通過し熱交換器を経て放水槽へ排出されるが、この間の最小流路幅は熱交換器伝熱管である。この幅（伝熱管内径）は原子炉補機海水系で約 19.7mm，高圧炉心スプレー補機海水系で約 16.5mm であり、砂の粒径約 0.3mm に対し十分に大きいことから閉塞の可能性はないと考えられ、原子炉補機海水系及び高圧炉心スプレー補機海水系の機能は維持可能である（第 2.5-5 図）。



第 2.5-5 図 系統概略図（原子炉補機海水系の例）

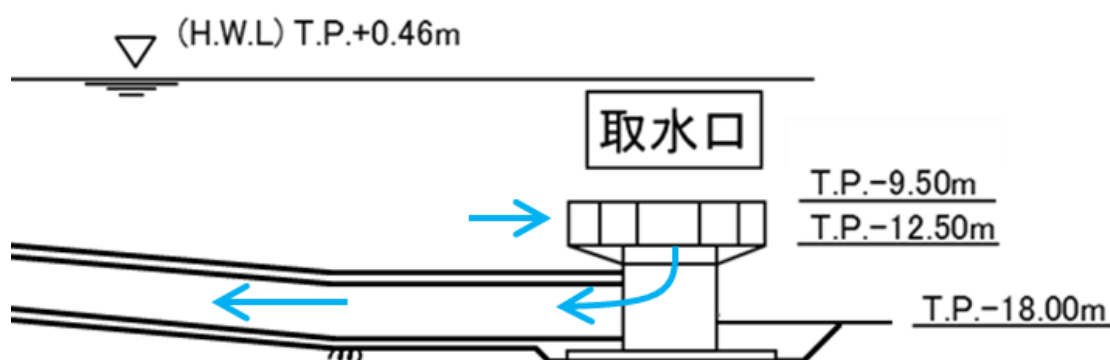
(3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する取水性確保

2号炉の取水口は深層取水方式を採用しており、取水口天端高さがEL-9.5mと低い位置（第2.5-6図）であることから、漂流物が取水口及び取水路の通水性に影響を与える可能性は小さいが、基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備等が、取水口あるいは取水路を閉塞させ、非常用海水冷却系（原子炉補機海水系及び高圧炉心スプレー補機海水系）の取水性に影響を及ぼさないことを確認した。漂流物に対する取水性確保の影響評価については、発電所周辺地形並びに敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性を把握した上で、検討対象施設・設備の抽出範囲を設定し、漂流物の検討フローを策定し、抽出した施設・設備について、漂流（滑動を含む）する可能性、2号炉取水口に到達する可能性及び2号炉取水口が閉塞する可能性についてそれぞれ検討を行い、非常用海水冷却系の海水ポンプの取水性への影響を評価した。

なお、漂流物調査範囲内の人工構造物の位置、形状等に変更が生じた場合は、津波防護施設等の健全性又は取水機能を有する安全設備等の取水性に影響を及ぼす可能性がある。このため、漂流物調査範囲内の人工構造物については、設置状況を定期的に確認するとともに、必要に応じて第2.5-19図に示す漂流物の選定・影響確認フローに基づき評価を実施する。

また、発電所の施設・設備の設置・改造等を行う場合においても、都度、津波防護施設等の健全性又は取水機能を有する安全設備等の取水性への影響評価を実施する。

これらの調査・評価方針については、QMS文書に定め管理する。



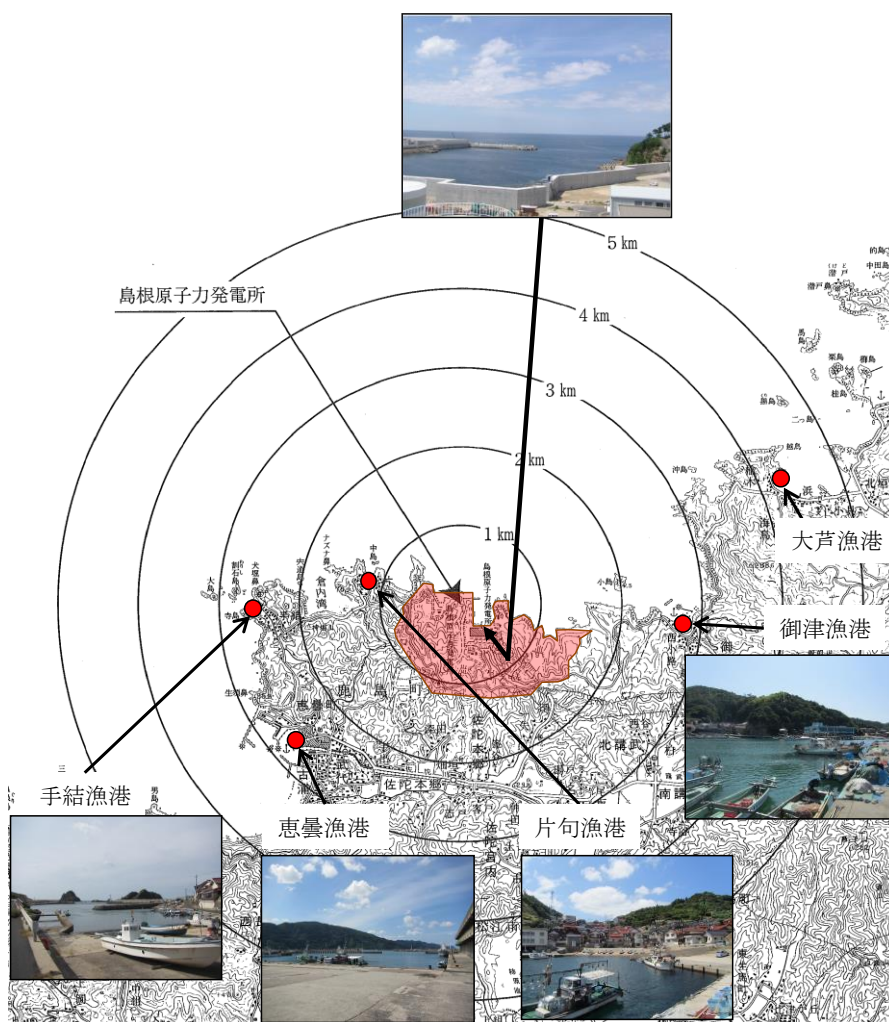
第2.5-6図 取水口呑口概要図

a. 検討対象施設・設備の抽出範囲の設定

発電所周辺地形並びに敷地及び敷地周辺に襲来する津波について、その特徴を把握した上で、検討対象施設・設備の抽出範囲を設定する。

① 発電所周辺地形の把握

島根原子力発電所は、島根半島の中央部で日本海に面した位置に立地している。島根原子力発電所の周辺は、東西及び南側を標高 150m 程度の高さの山に囲まれており、発電所東西の海沿いには漁港がある。島根原子力発電所の周辺地形について、第 2.5-7 図に示す。



第 2.5-7 図 発電所周辺の地形

②敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性の把握

基準津波の波源, 断層幅と周期の関係, 海底地形, 最大水位上昇量分布, 最大流速分布及び水位変動・流向ベクトルをそれぞれ第 2.5-8~13 図に示す。

上記から得られる情報を基に, 敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性を考察した。

【断層幅と周期の関係 (第 2.5-9 図) から得られる情報】

- ・津波は, 断層運動に伴う地盤変動により水位が変動することにより発生するため, 地盤変動範囲と水深が津波水位変動の波形 (周期) の支配的要因となる。特に, 地盤変動範囲は断層の平面的な幅に影響されることから, 平面的な断層幅が津波周期に大きな影響を与える。
- ・島根原子力発電所で考慮している波源は, 太平洋側で考慮しているプレート間地震と比べ, 平面的な断層幅が狭く, 傾斜角も高角であることから, 津波周期が短くなる傾向にある。

【海底地形 (第 2.5-10 図), 最大水位上昇量分布 (第 2.5-11 図) から得られる情報】

- ・日本海東縁部に想定される地震による津波は, 大和堆を回り込むように南方向に向きを変え伝播する。また, 島根原子力発電所前面に位置する隠岐諸島の影響により, 隠岐諸島を回り込むように津波が伝播し, 東西方向から島根原子力発電所に到達する。

【最大流速分布 (第 2.5-12 図) から得られる情報】

- ・日本海東縁部に想定される地震による津波は, 図中の①~⑥であり, 基準津波 1 (①, ②) は, 他の基準津波 (図中③~⑥) に比べ, 沖合の流速が速い範囲が広域である。また, 沿岸部においても流速が速い箇所が多いことから, 日本海東縁部に想定される地震による津波のうち, 基準津波 1 の流速が速い傾向がある。
- ・海域活断層に想定される地震による津波は, 図中の⑦, ⑧であり, 日本海東縁部に想定される地震による津波 (図中の①~⑥) と比較すると, 沖合・沿岸部共に日本海東縁部に想定される地震による津波の方が流速が速い。
- ・全ての流速分布において, 流速は発電所沖合よりも沿岸付近の方が速くなる傾向がある。

- ・防波堤有無による影響について、①及び②並びに⑦及び⑧を比較した結果、発電所沖合の流速への有意な影響はない。

【水位変動・流向ベクトル（第2.5-13図）から得られる情報】

基準津波1～6の水位変動・流向ベクトルから得られる情報をそれぞれ第2.5-2(1)表から第2.5-2(6)表に示す。また、得られた情報をまとめると以下のとおりとなる。

[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の第1波は地震発生後115分程度で輪谷湾内に到達するが、到達した際の水位変動は2m以下であり、その後、約1時間程度、水位変動は最大でも3m程度で上昇・下降を繰り返す。
- ・各基準津波の施設護岸又は防波壁での最高水位、2号炉取水口での最低水位を以下に発生時刻を含めて示す。

【水位上昇側】（潮位0.46m, 潮位のばらつき+0.16mを考慮）

基準津波1（防波堤有り）：EL+10.6m（約192分）

基準津波1（防波堤無し）：EL+11.8m（約193分）

基準津波2（防波堤有り）：EL+ 8.9m（約198分）

基準津波5（防波堤無し）：EL+11.4m（約193分）

【水位下降側】（潮位-0.02m, 潮位のばらつき-0.17m, 隆起-0.34mを考慮）

基準津波1（防波堤有り）：EL-5.5m（約189分30秒）

基準津波1（防波堤無し）：EL-6.4m（約189分）

基準津波3（防波堤有り）：EL-5.0m（約190分30秒）

基準津波6（防波堤無し）：EL-6.5m（約190分30秒）

- ・輪谷湾内の流向は最大でも4分程度で反転している。
- ・発電所沖合において、1m/sを超える流速は確認されない。
- ・発電所港湾部の最大流速は、基準津波1（防波堤無し）のケースであり、1号放水連絡通路防波扉前面付近で9.8m/s（約193分）である。

[海域活断層に想定される地震による津波]

- ・海域活断層に想定される地震による津波の第1波は地震発生後約3分程度で押し波として襲来し2分間水位上昇(1m程度)する。その後、引き波傾向となり、地震発生後、6分30秒において基準津波4の最低水位（2号炉取水口：EL-4.3m）となる。以降は、水位変動1m程度で上昇下降を繰り返す。

第 2.5-2(1)-1 表 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

時刻	水位変動・流向ベクトルの考察		
	発電所周辺海域	発電所港湾部（輪谷湾）	
		防波堤有り	防波堤無し
0分～ 108分	－（津波が到達していない。）	－（津波が到達していない。）	－（津波が到達していない。）
109分	津波の第1波が敷地の東側から襲来する。	－（津波が到達していない。）	－（津波が到達していない。）
114分	東側から襲来する津波は徐々に発電所方向に進行する。 西側からも津波が襲来する。	－（津波が到達していない。）	－（津波が到達していない。）
116分30秒	－	第1波が輪谷湾内に襲来する。水位が1m程度上昇する。	防波堤有りと同様な傾向を示す。
116分30秒～ 183分	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	最大でも3m程度（138分、142分、160分～161分、164分～165分、166分～167分、170分～171分、174分、175分、178分～179分、180分）の水位変動を繰り返す。また、水位変動の周期（押し波または引き波継続時間）は最大でも4分程度（121分～124分30秒、）である。	防波堤有りと同様な傾向を示す。
183分～ 184分 30秒	－	強い押し波により水位が5m程度上昇する。また、5m/s程度の流速が発生する。押し波時間は2分間程度継続し、その後引き波に転じる。	防波堤有りと同様な傾向を示す。
186分～ 187分 30秒	－	強い押し波により水位が5m程度上昇する。また、5m/s程度の流速が発生する。押し波時間は2分間程度継続し、その後引き波に転じる。	防波堤有りと同様な傾向を示す。
187分 30秒～ 189分 30秒	－	強い引き波により水位が－6m程度下降する。	防波堤有りと同様な傾向を示す。
189分 30秒～ 190分 30秒	（沖合において）水位変動が3mを超える津波が発電所方向に襲来する。	強い押し波により水位が5m程度上昇する。また、5m/sを超える流速が発生する。押し波時間は1分間程度継続し、その後引き波に転じる。	防波堤有りと同様な傾向を示す。

第 2.5-2(1)-2 表 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

時刻	水位変動・流向ベクトルの考察		
	発電所周辺海域	発電所港湾部（輪谷湾）	
		防波堤有り	防波堤無し
192 分 30 秒 ～ 193 分 30 秒	—	西側方向から（沖合において）水位変動が 3m を超える津波が襲来する。 基準津波 1 における最高水位 EL+10.6m が 3 号炉北側の防波壁の西端付近で発生する。（約 192 分） 押し波時間は 1 分間程度継続し、その後引き波に転じる。	防波堤有りと同様な傾向を示す。 防波堤無しにおいて、最高水位 EL+11.8m が輪谷湾の東側の隅角部で確認される（約 193 分）。 また、最大流速 9.8m/s が 1 号放水連絡通路防波扉前面付近で確認される（約 193 分）。
194 分 以降	発電所沖合において、1m/s 以上の流速は発生していない。	水位変動は最大でも 3m 程度（206 分、207 分～208 分、210 分、214 分、222 分）で、また、水位変動の周期（押し波または引き波継続時間）は最大でも 3 分程度（233 分～236 分）で押し波、引き波を繰り返す。	防波堤有りと同様な傾向を示す。

第 2.5-2(2) 表 基準津波 2 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

時刻	水位変動・流向ベクトルの考察	
	発電所周辺海域	発電所港湾部（輪谷湾）
		防波堤有り
170 分～ 195 分	発電所沖合において、1m/s 以上の流速は発生していない。	最大でも 3m 程度（182 分、190 分）の水位変動を繰り返す。また、水位変動の周期は最大でも 4 分（178 分 30 秒～182 分 30 秒）程度である。
195 分 ～ 196 分 30 秒	—	強い引き波により水位が -5m 程度下降する。 引き波継続時間は 1 分 30 秒程度で、その後、すぐに押し波となる。
197 分 ～ 198 分	—	基準津波 2 における最大水位 EL+8.9m が輪谷湾の西側で確認される（約 198 分）。
198 分 以降	発電所沖合において、1m/s 以上の流速は発生していない。	水位変動は最大でも 3m 程度（202 分、207 分）で、押し波、引き波を繰り返す。

第 2.5-2(3)表 基準津波 3 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

時刻	水位変動・流向ベクトルの考察	
	発電所周辺海域	発電所港湾部
		防波堤有り
170分～ 189分	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	最大でも3m程度（178分30秒，181分30秒，182分）の水位変動を繰り返す。また，水位変動の周期は最大でも4分程度（173分～177分）である。
189分～ 190分 30秒	—	強い引き波により2号炉取水口で最低水位-5mが確認される。 引き波時間は1分30秒程度継続し，その後押し波に転じる。
191分以降	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	水位変動は最大でも3m程度（192分，194分，196分30秒，198分）で，押し波，引き波を繰り返す。

第 2.5-2(4)表 基準津波 5 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

時刻	水位変動・流向ベクトルの考察	
	発電所周辺海域	発電所港湾部
		防波堤無し
170分～ 190分	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	水位変動は最大でも3m程度（176分30秒，181分，）で，押し波，引き波を繰り返す。
190分～ 192分	—	強い引き波により水位が-6m程度下降する。 引き波継続時間は2分間程度であり，その後押し波に転じる。
192分～ 193分	—	強い押し波により基準津波5における最大水位EL+11.4mが輪谷湾の東側の隅角部で確認される（約193分）。 押し波時間は1分間程度であり，その後引き波に転じる。
198分～ 199分 30秒	—	押し波時間は1分30秒間程度であり，その後引き波に転じる。

第 2.5-2(5)表 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

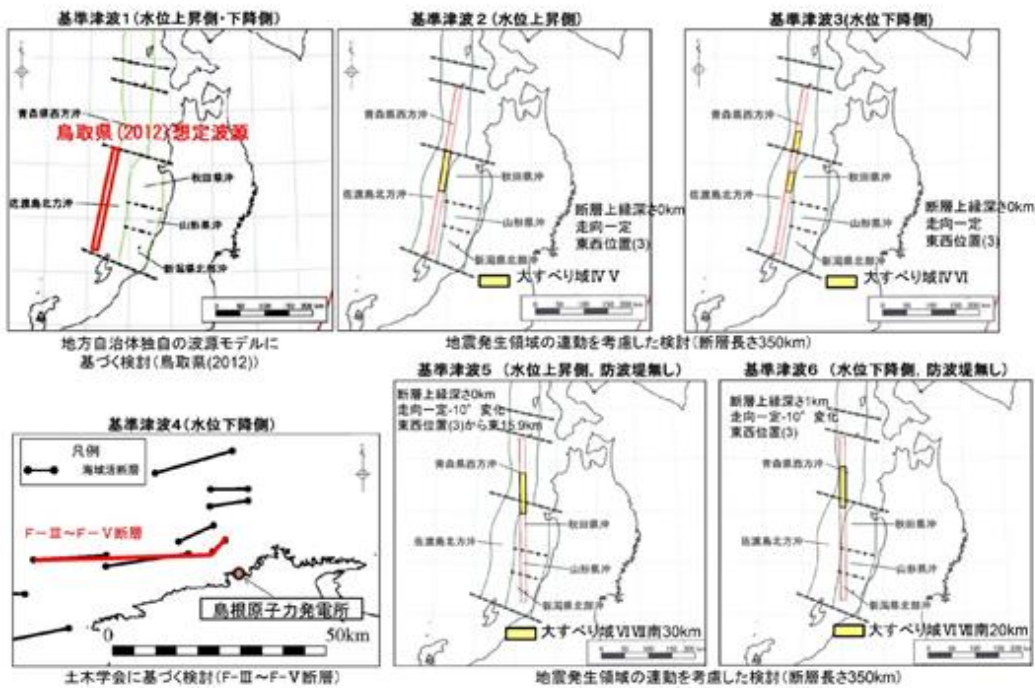
時刻	水位変動・流向ベクトルの考察	
	発電所周辺海域	発電所港湾部
		防波堤無し
170分～ 188分30秒	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	水位変動は最大でも3m程度（182分、185分、188分30秒）
189分～ 190分 30秒	—	強い引き波により2号炉取水口で最低水位EL-6.5mが確認される。（190分30秒）。引き波時間は1分30秒程度であり、その後押し波に転じる。
190分 30秒 ～ 191分 30秒		強い押し波により水位が6m程度上昇する。
197分 ～ 198分		強い押し波により水位が6m程度上昇する。

第 2.5-2(6)表 基準津波 4 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

時刻	水位変動・流向ベクトルの考察		
	発電所周辺海域	発電所港湾部	
		防波堤有り	防波堤無し
0分～2分	水位変動 1m 程度の津波が確認できる。また、その後水位-2m 程度の津波が確認できる。	－（津波が到達していない。）	－（津波が到達していない。）
3分	1m/s 以上の流速は発生していない。	港湾内に押し波が来襲。水位が 1m 程度上昇する。	防波堤有りと同様な傾向。
5分30秒 ～ 6分30秒	－	引き波により基準津波 4 における最低水位が発生する。	防波堤有りと同様な傾向。 防波堤無しにおいて、最低水位が確認される。 最低水位（EL-4.3m）（6.6分）。

基準津波の波源，断層幅と周期の関係，海底地形，最大水位上昇量分布，最大流速分布及び水位変動・流向ベクトルを踏まえた敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性に係る考察は以下のとおり。

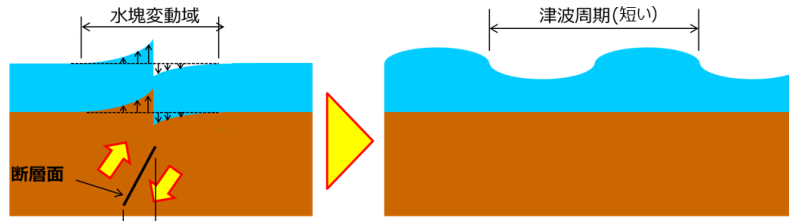
- ・日本海東縁部に想定される地震による津波の周期はプレート間地震による津波に比べ短い傾向にあり，流向は最大でも4分程度で反転している。
- ・日本海東縁部に想定される地震による津波は，大和堆，隠岐諸島の海底地形の影響を受け島根原子力発電所に到達する。
- ・海域活断層に想定される地震による津波に対して，日本海東縁部に想定される地震による津波の方が流速が速い。
- ・日本海東縁部に想定される地震による津波の中でも基準津波1の流速が比較的速い。
- ・流速は発電所沖合よりも沿岸付近の方が速くなる傾向がある。
- ・発電所沖合において，防波堤の有無による流速への有意な影響はない。



第 2.5-8 図 基準津波の波源

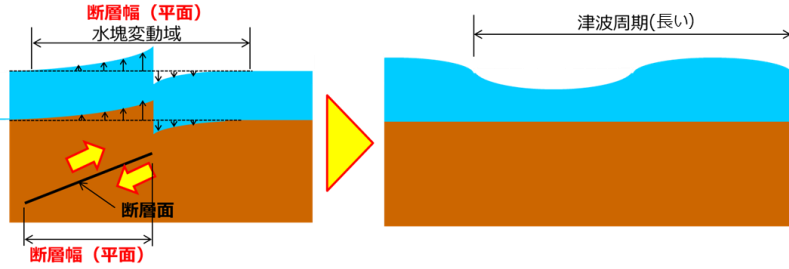
●日本海側（活断層）

- ・傾斜角：高角
- ・断層幅：狭い
- ⇒断層幅（平面）が狭く、水塊変動域が狭くなるため、津波周期が短くなる傾向がある。

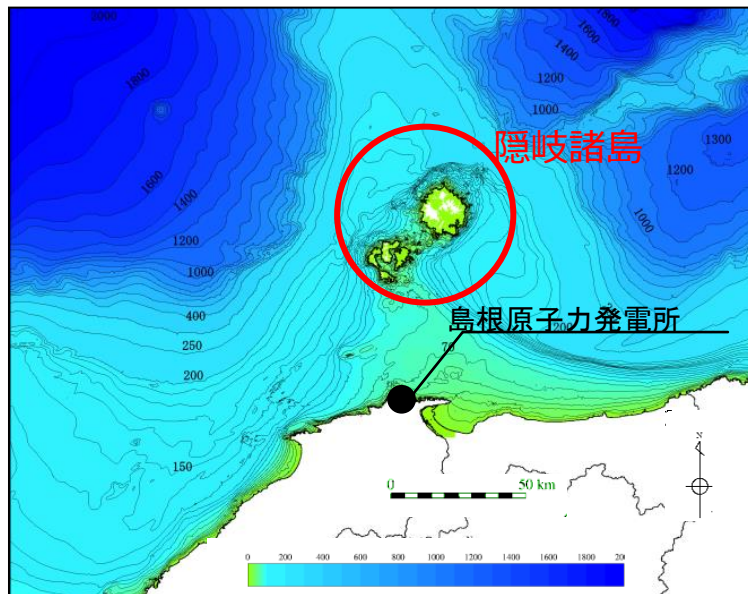
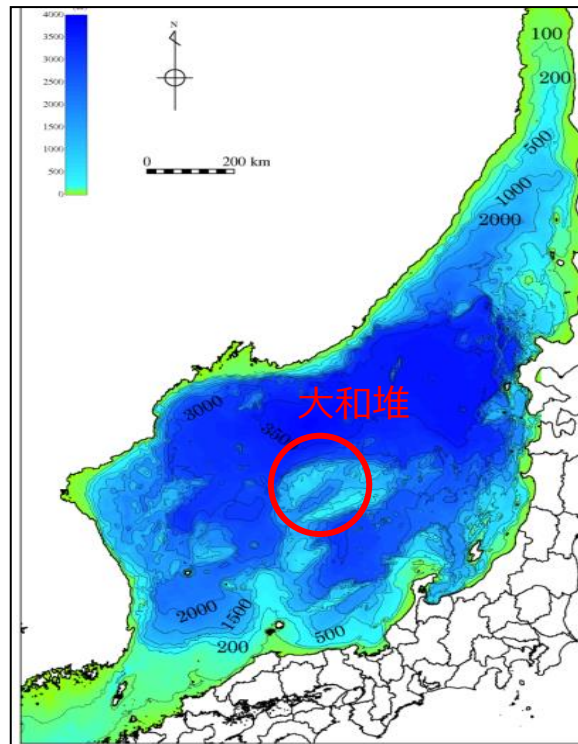


●太平洋側（プレート間地震）

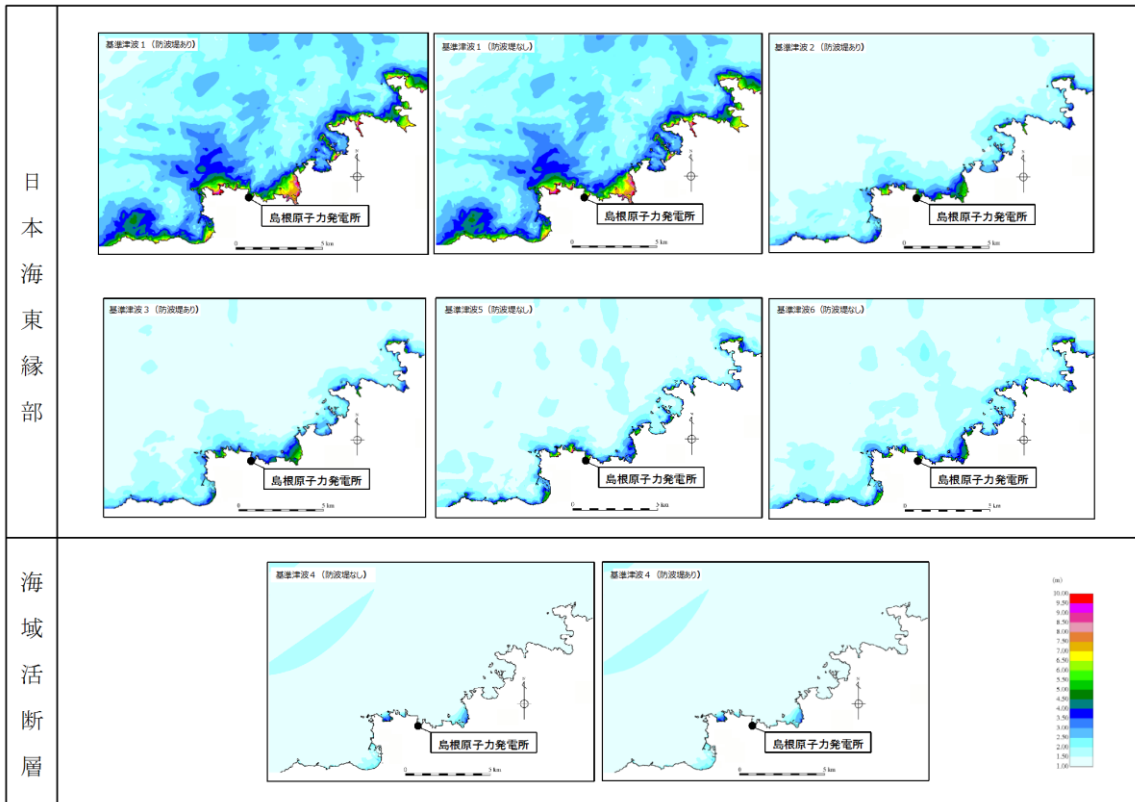
- ・傾斜角：低角
- ・断層幅：広い
- ⇒断層幅（平面）が広く、水塊変動域が広がるため、津波周期が長くなる傾向がある。



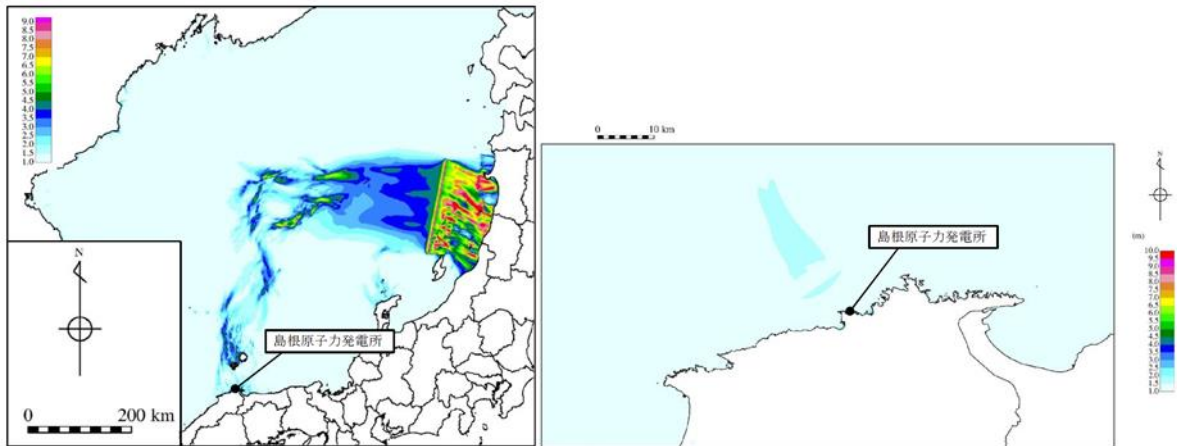
第 2.5-9 図 断層幅と周期の関係



第 2.5-10 図 海底地形



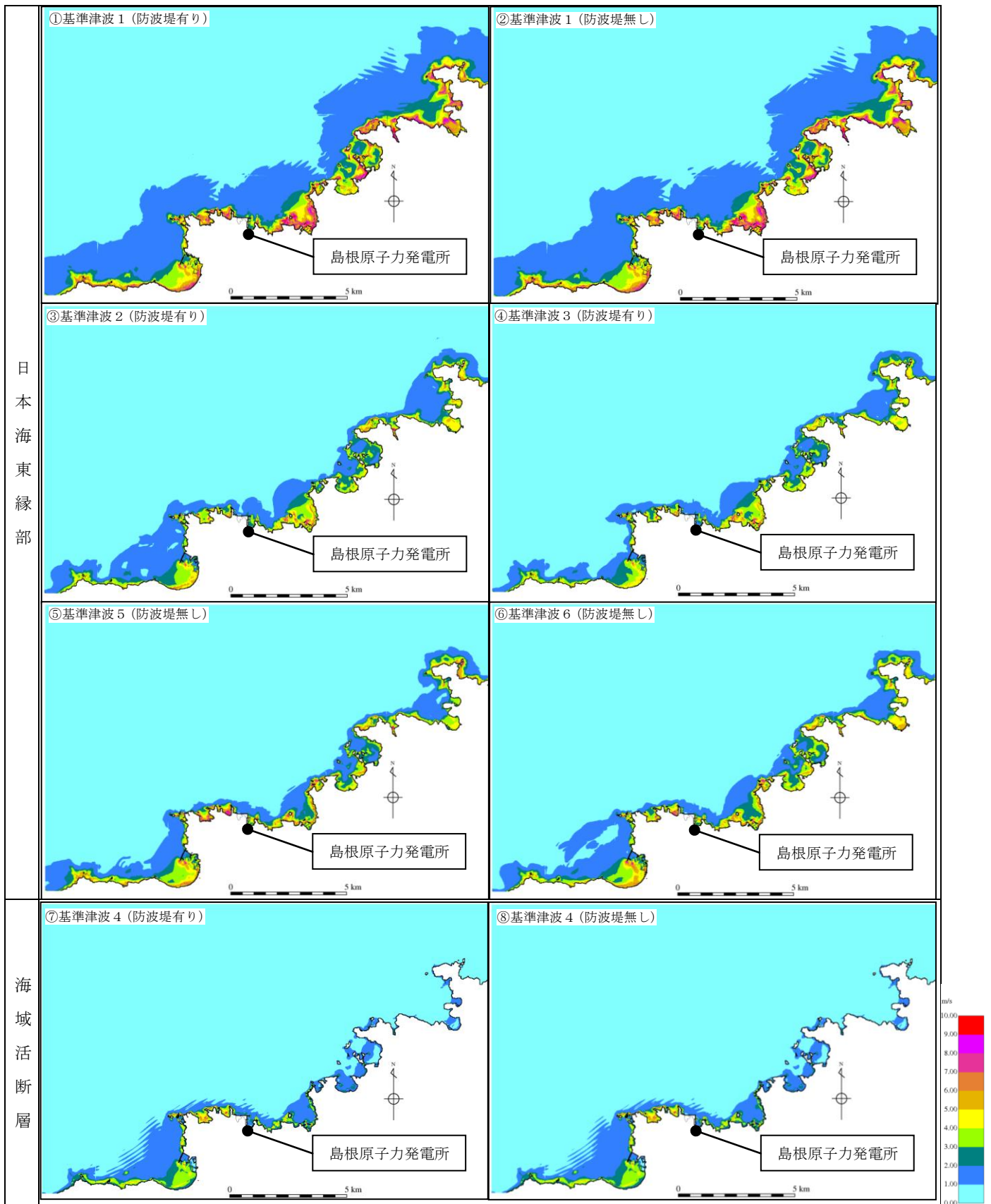
(参考) 波源位置から島根原子力発電所までの最大水位上昇量分布



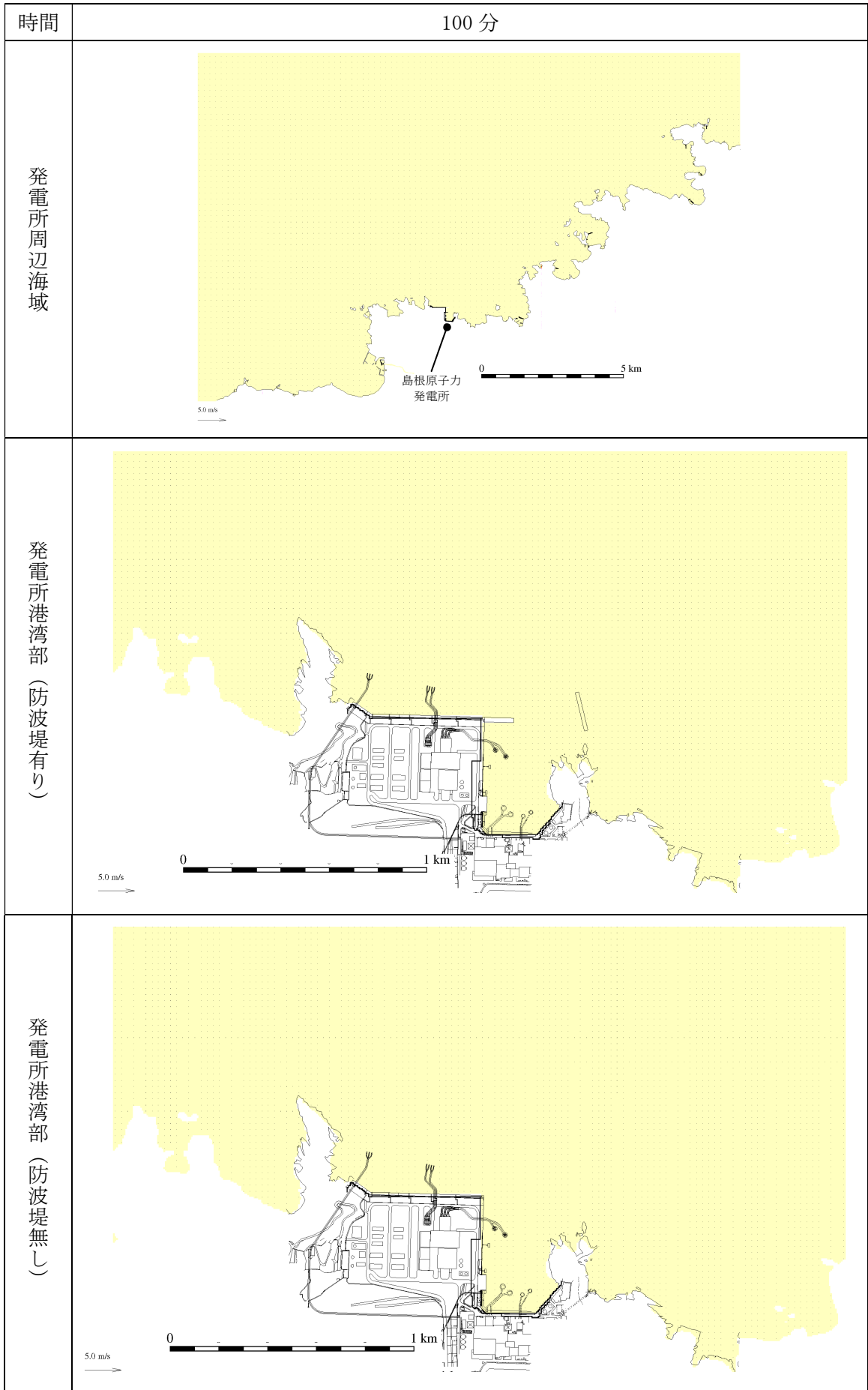
(日本海東縁部に想定される地震による津波)

(海域活断層に想定される地震による津波)

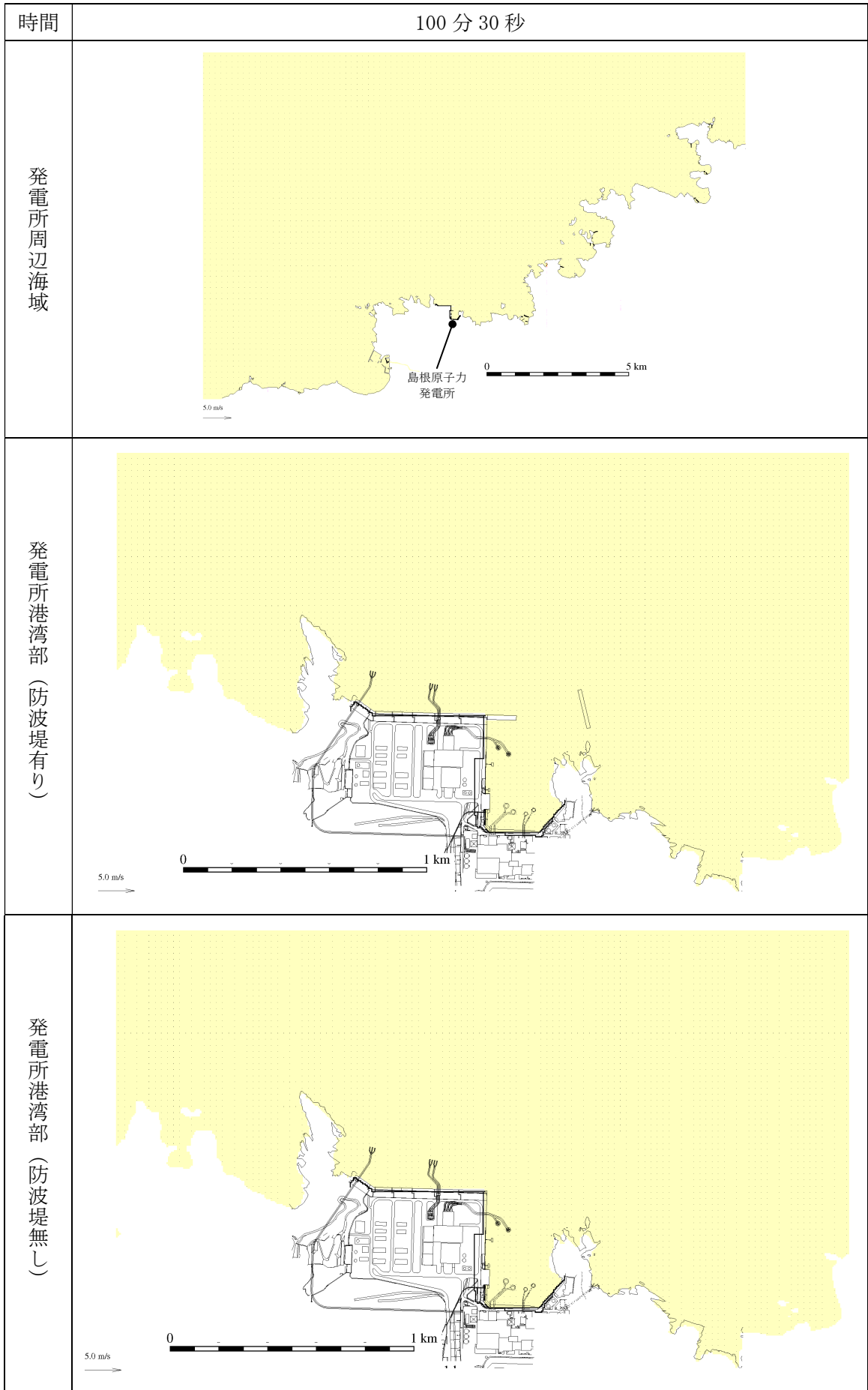
第 2.5-11 図 最大水位上昇量分布



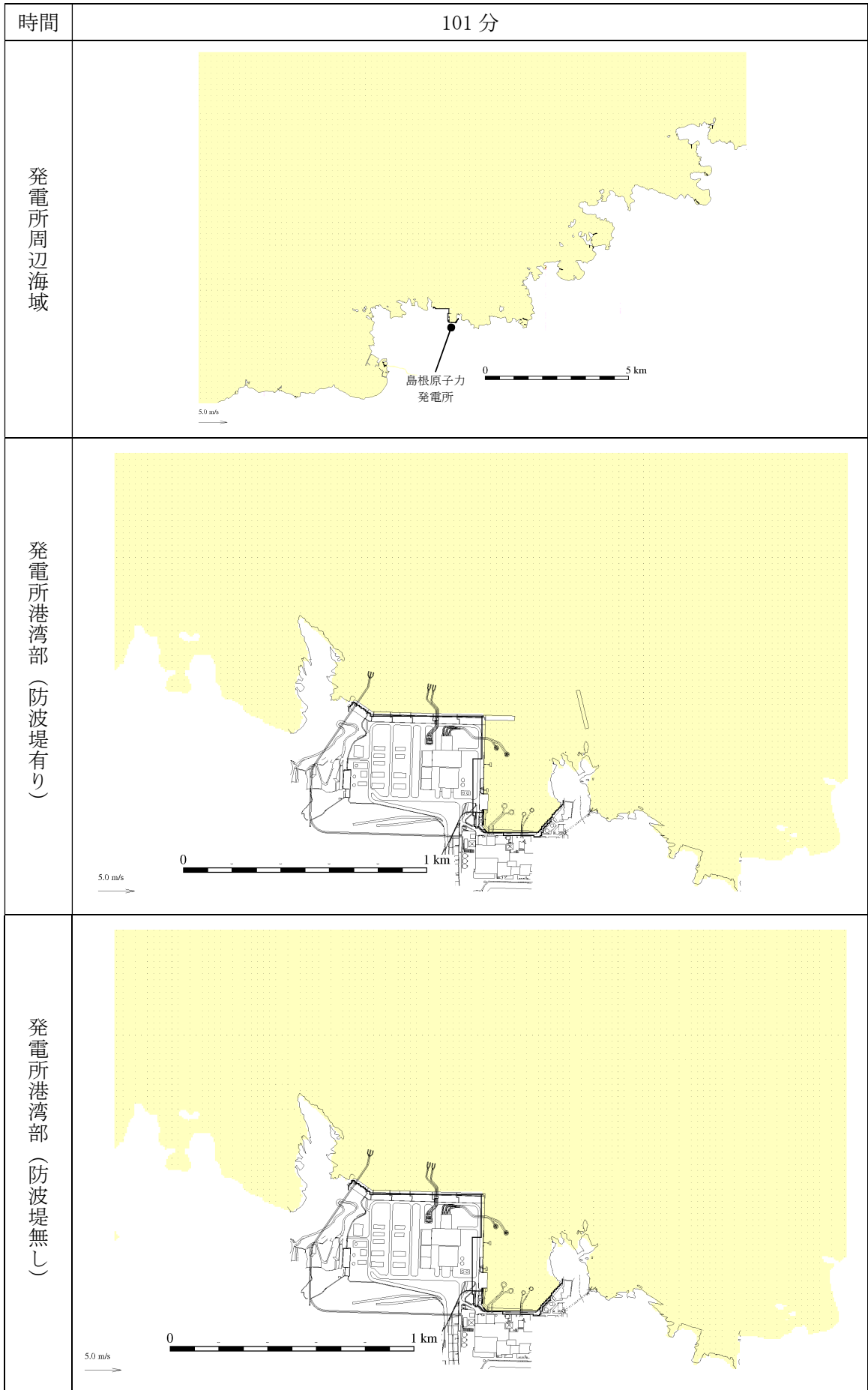
第 2.5-12 図 最大流速分布



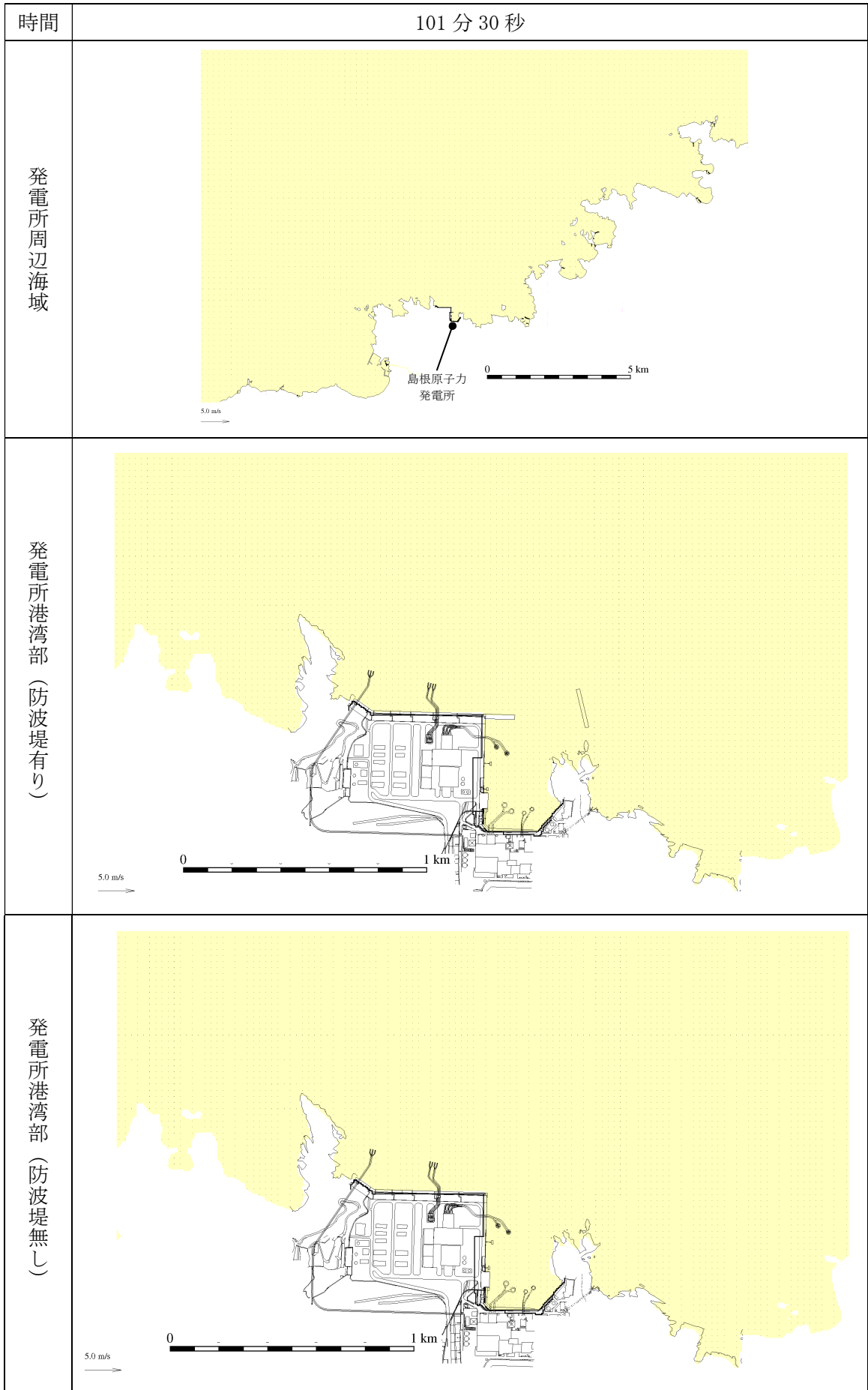
第 2.5-13-1 図(1) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



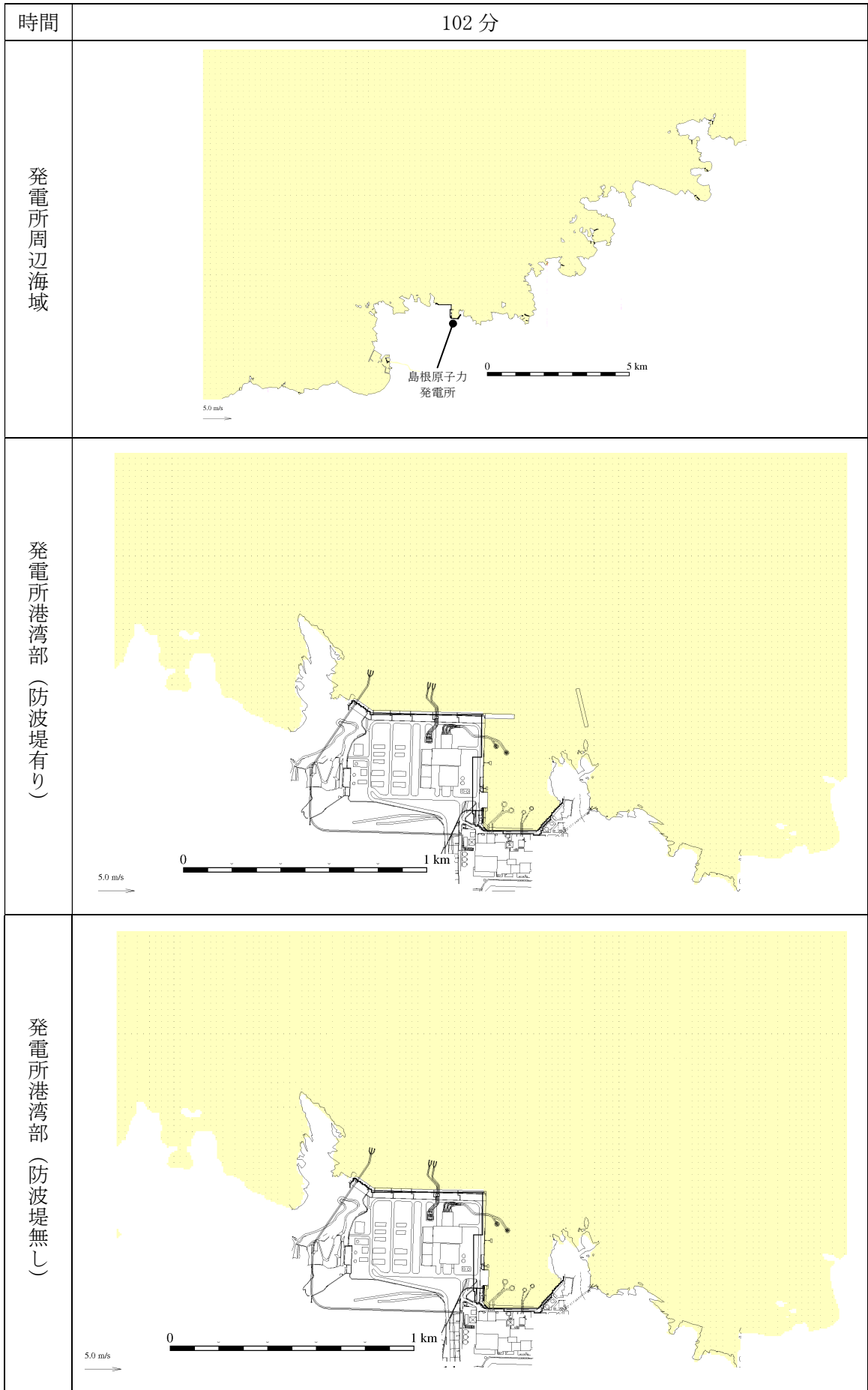
第 2.5-13-1 図(2) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



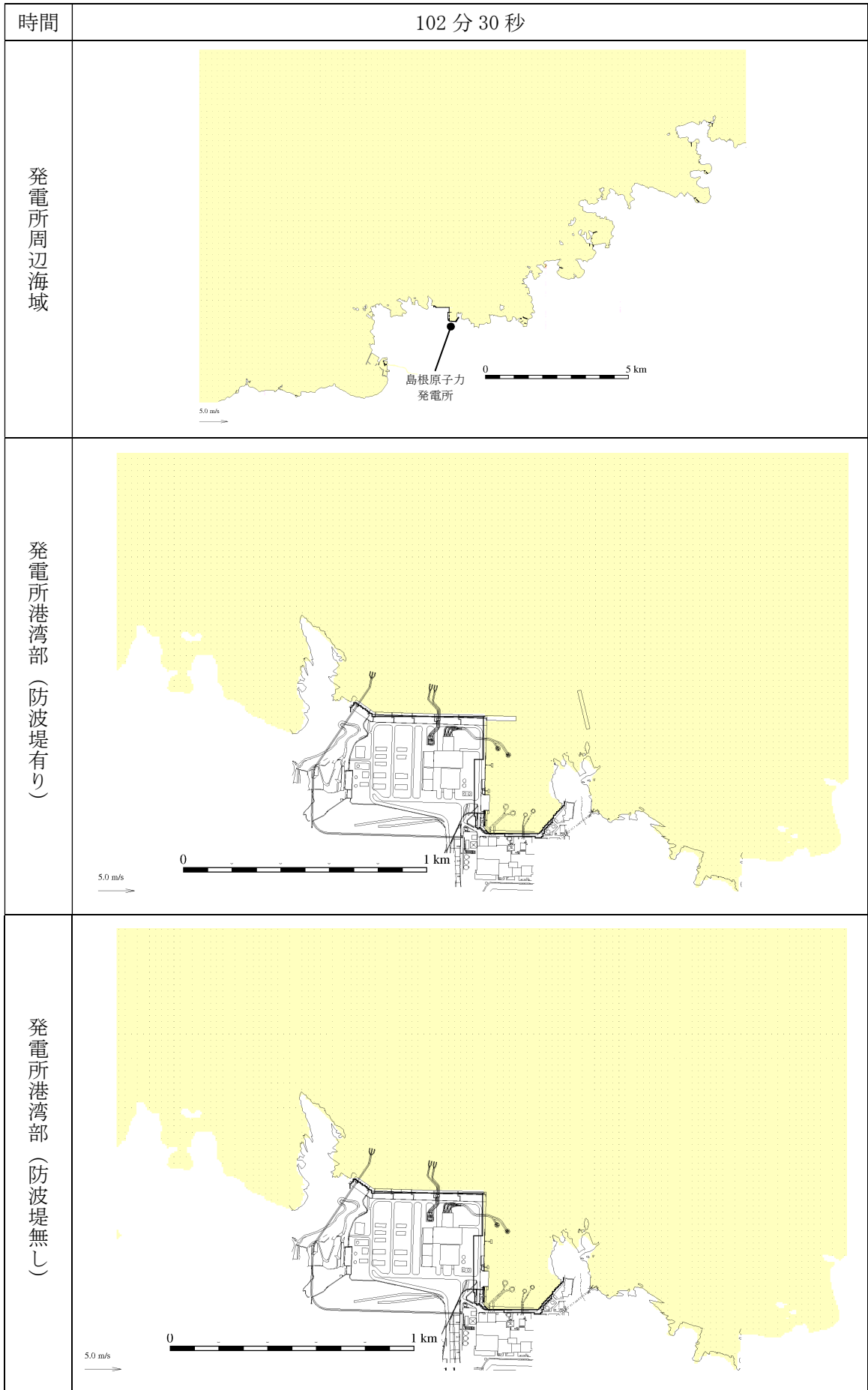
第 2.5-13-1 図(3) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



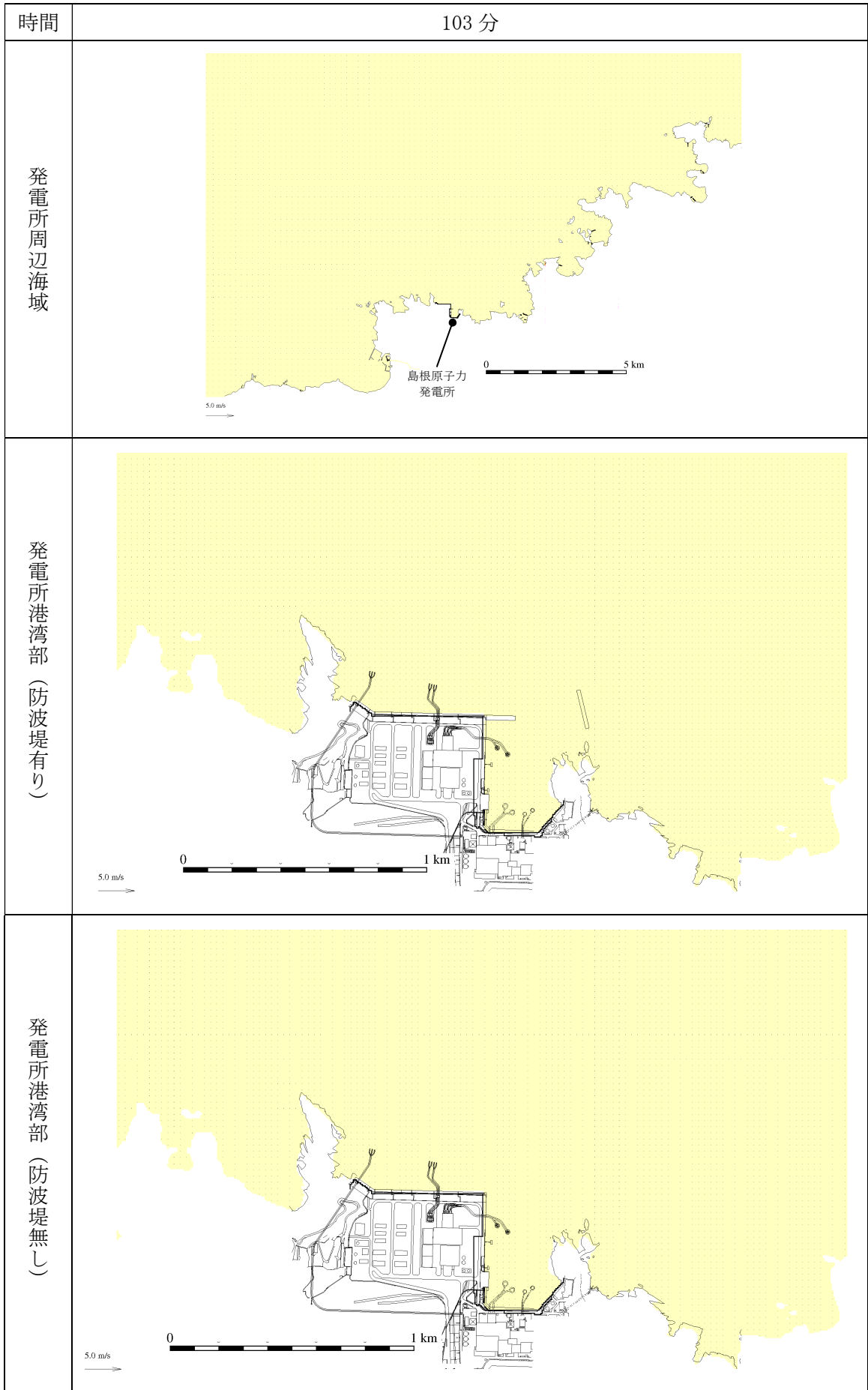
第 2.5-13-1 図(4) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



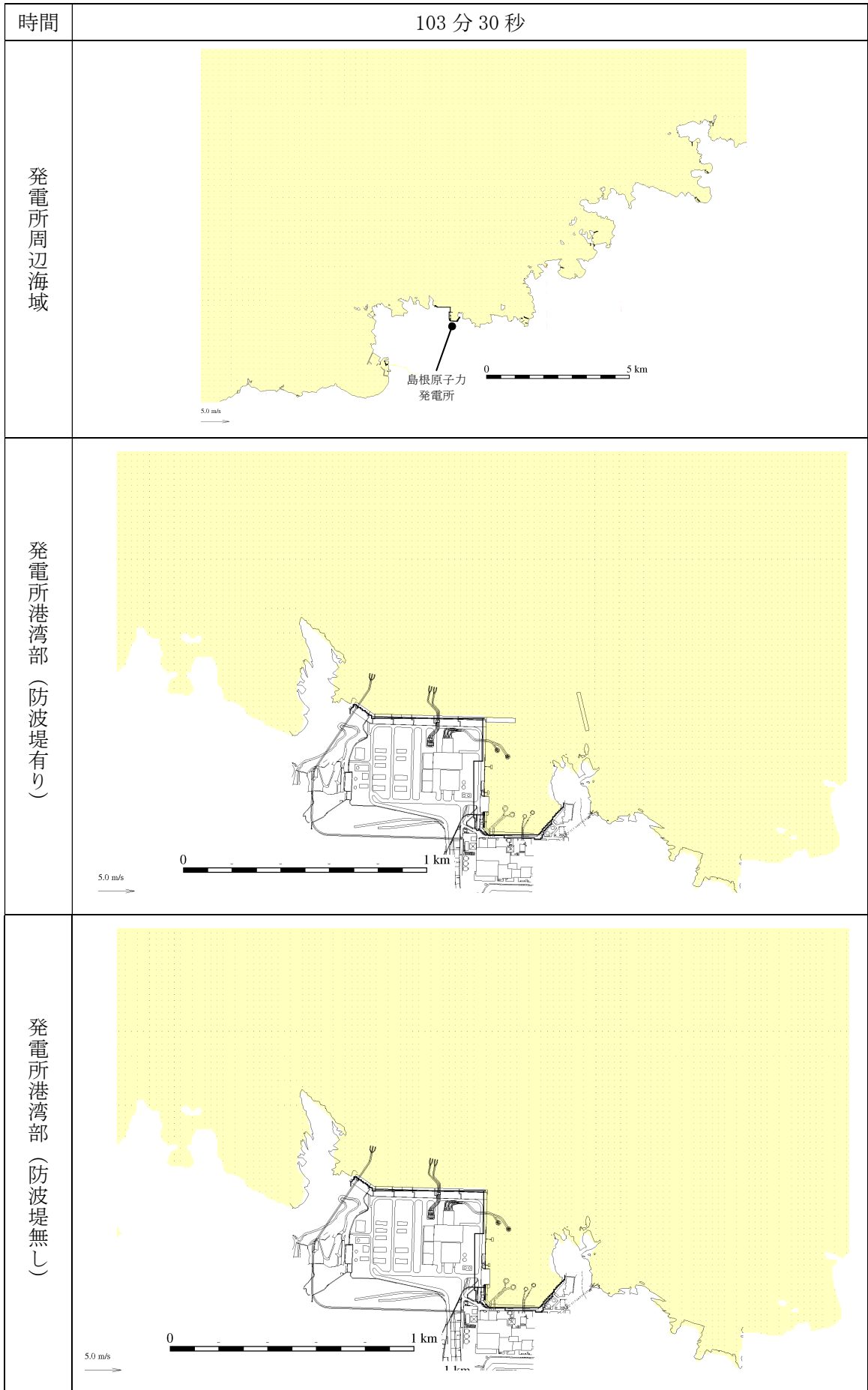
第 2.5-13-1 図(5) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



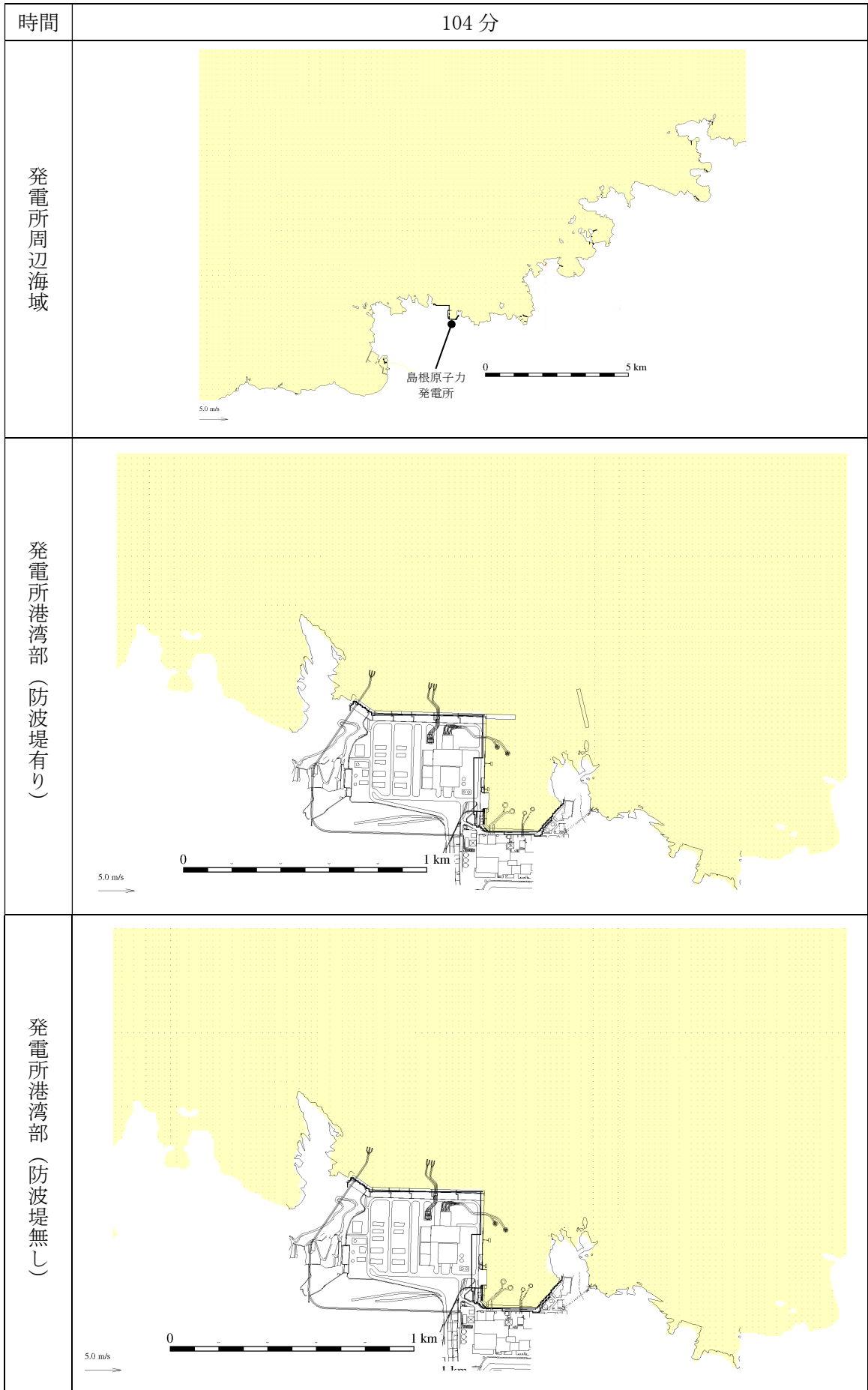
第 2.5-13-1 図(6) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



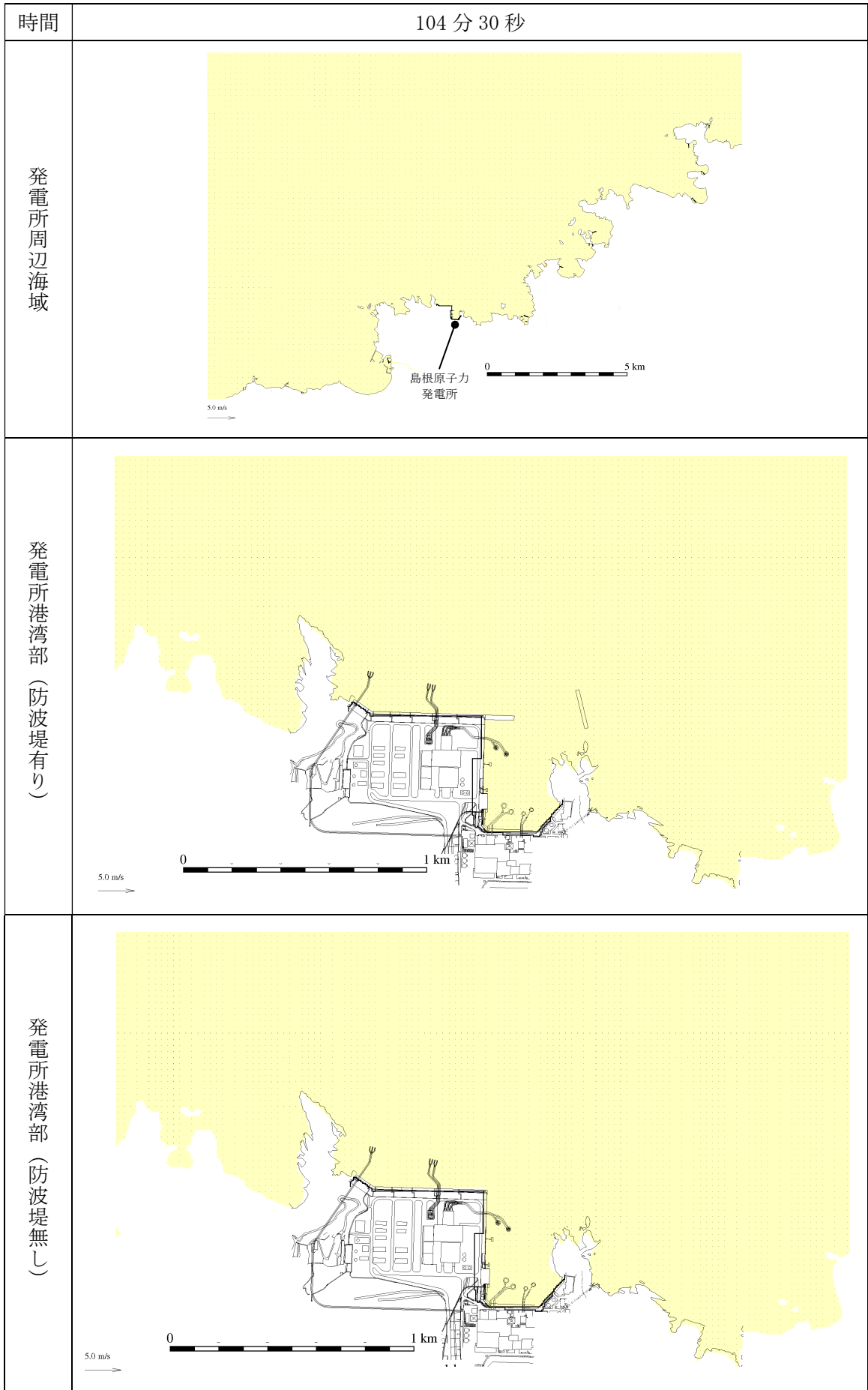
第 2.5-13-1 図(7) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



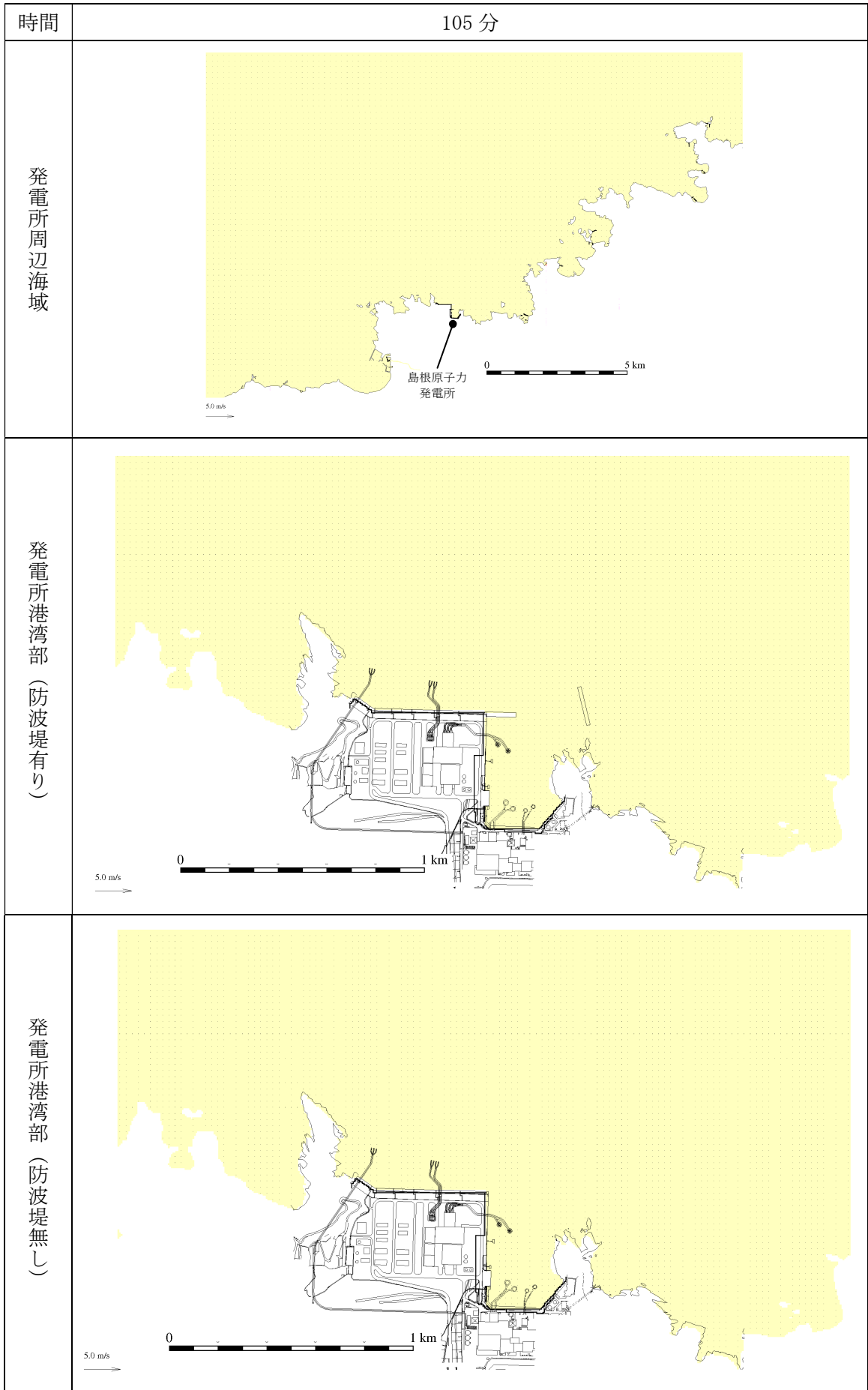
第 2.5-13-1 図(8) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



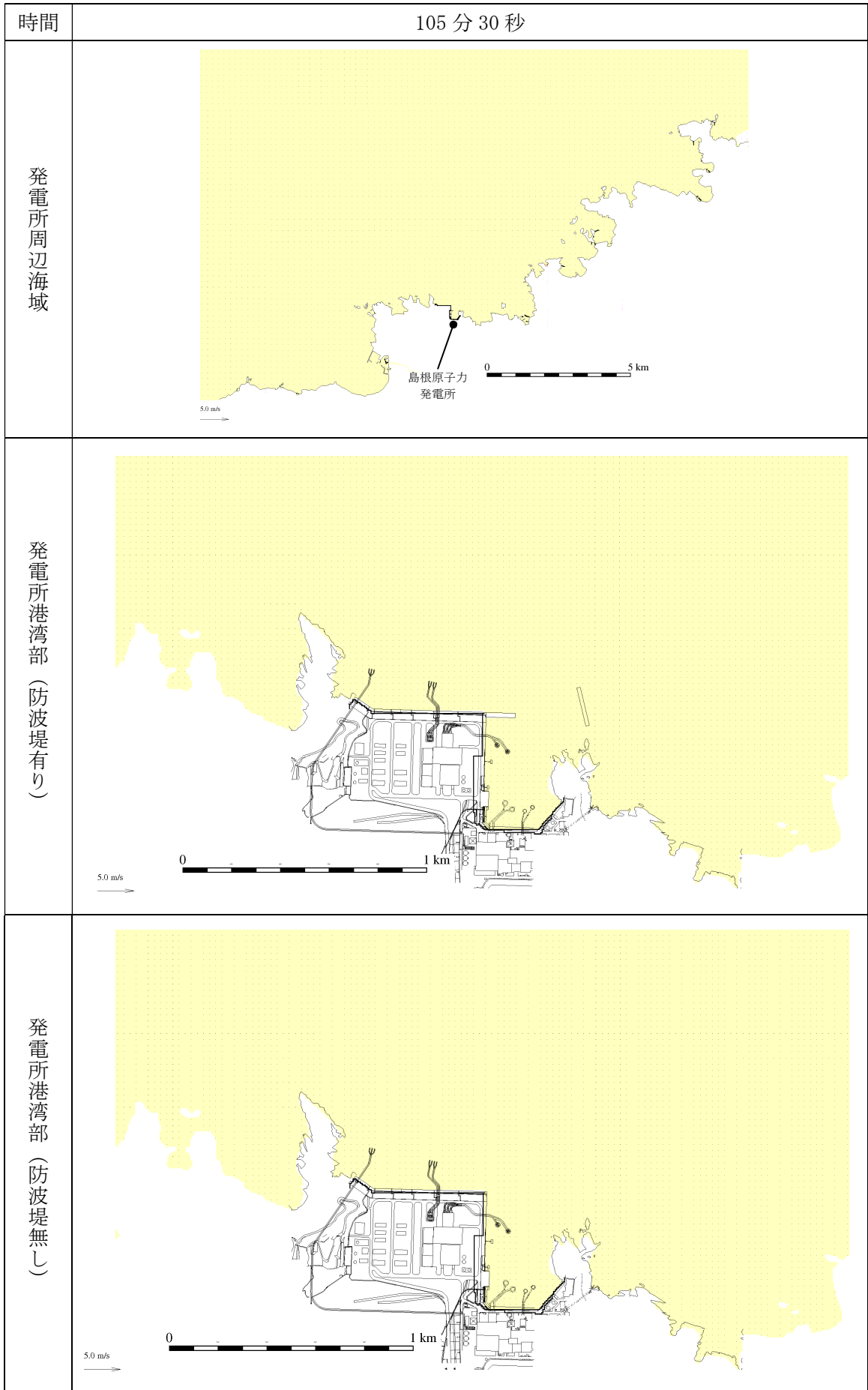
第 2.5-13-1 図(9) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



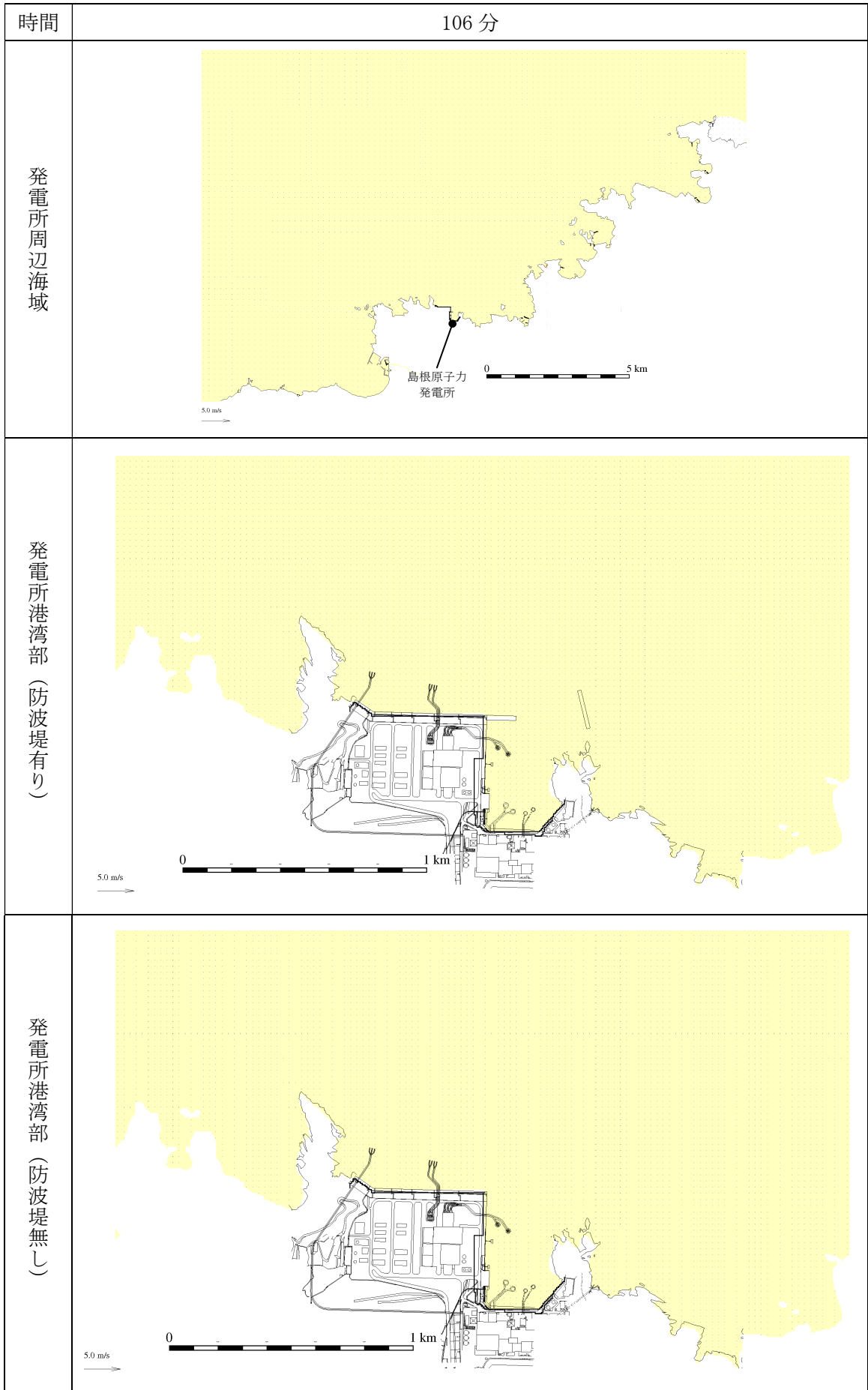
第 2.5-13-1 図(10) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



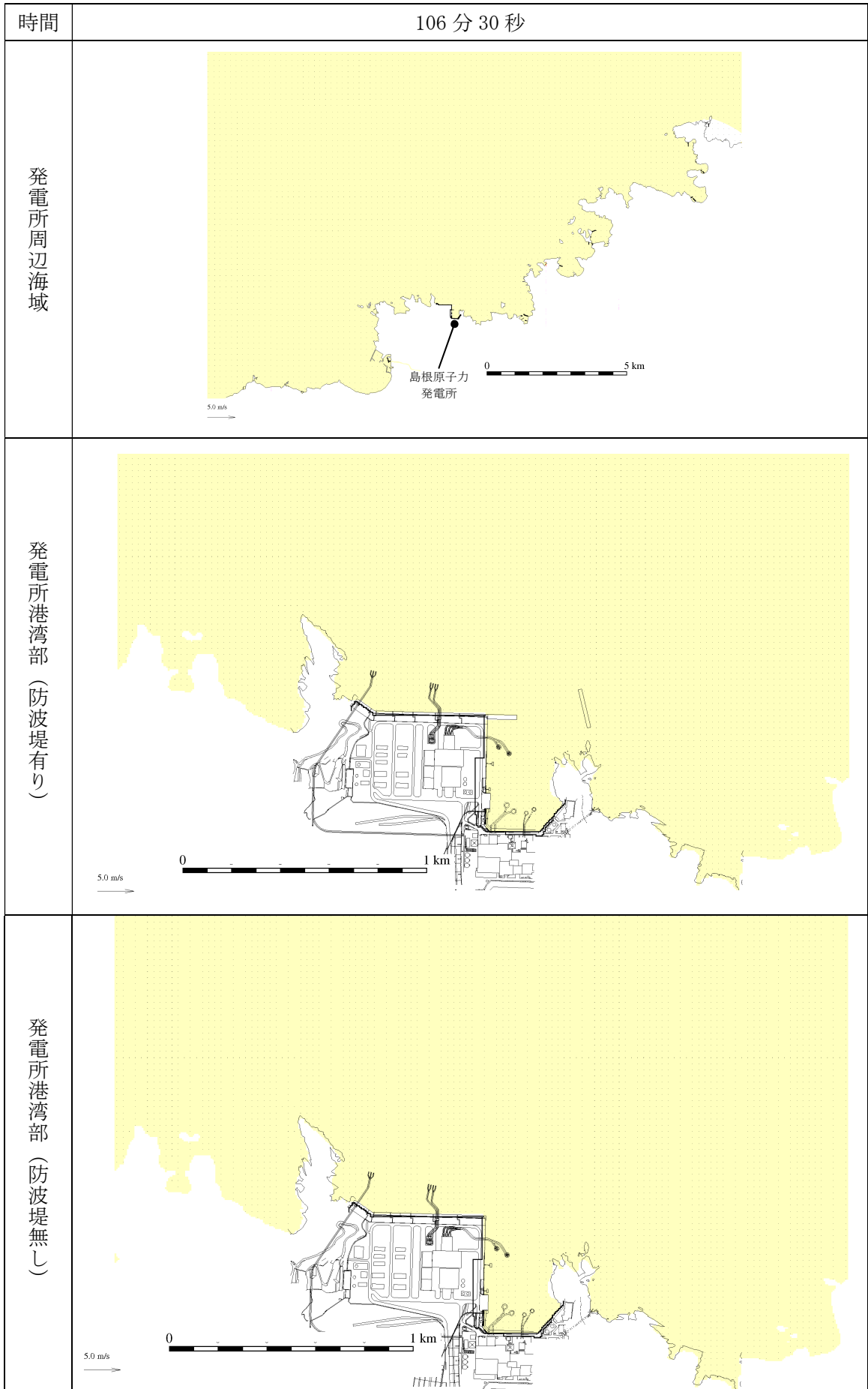
第 2.5-13-1 図(11) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



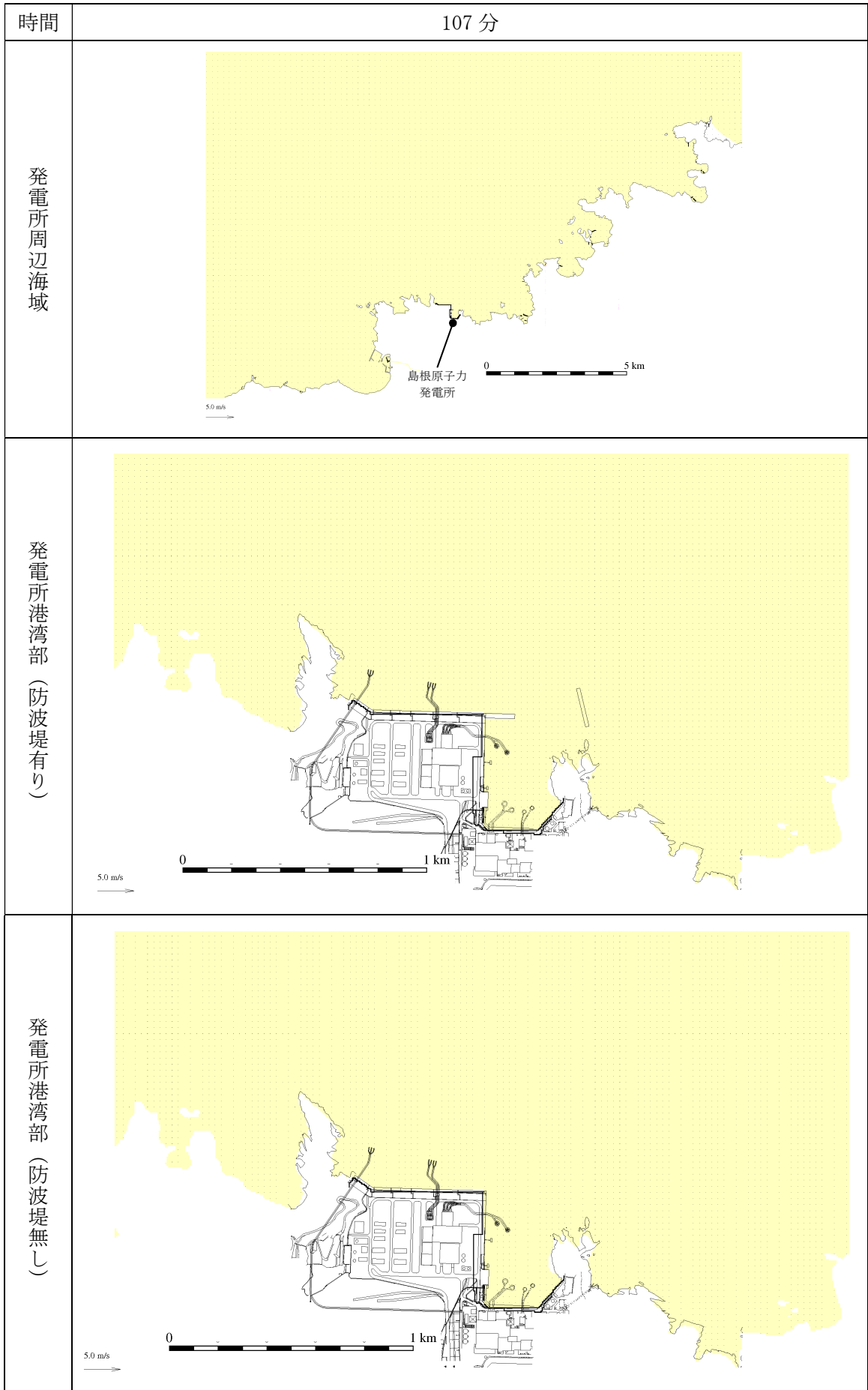
第 2.5-13-1 図(12) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



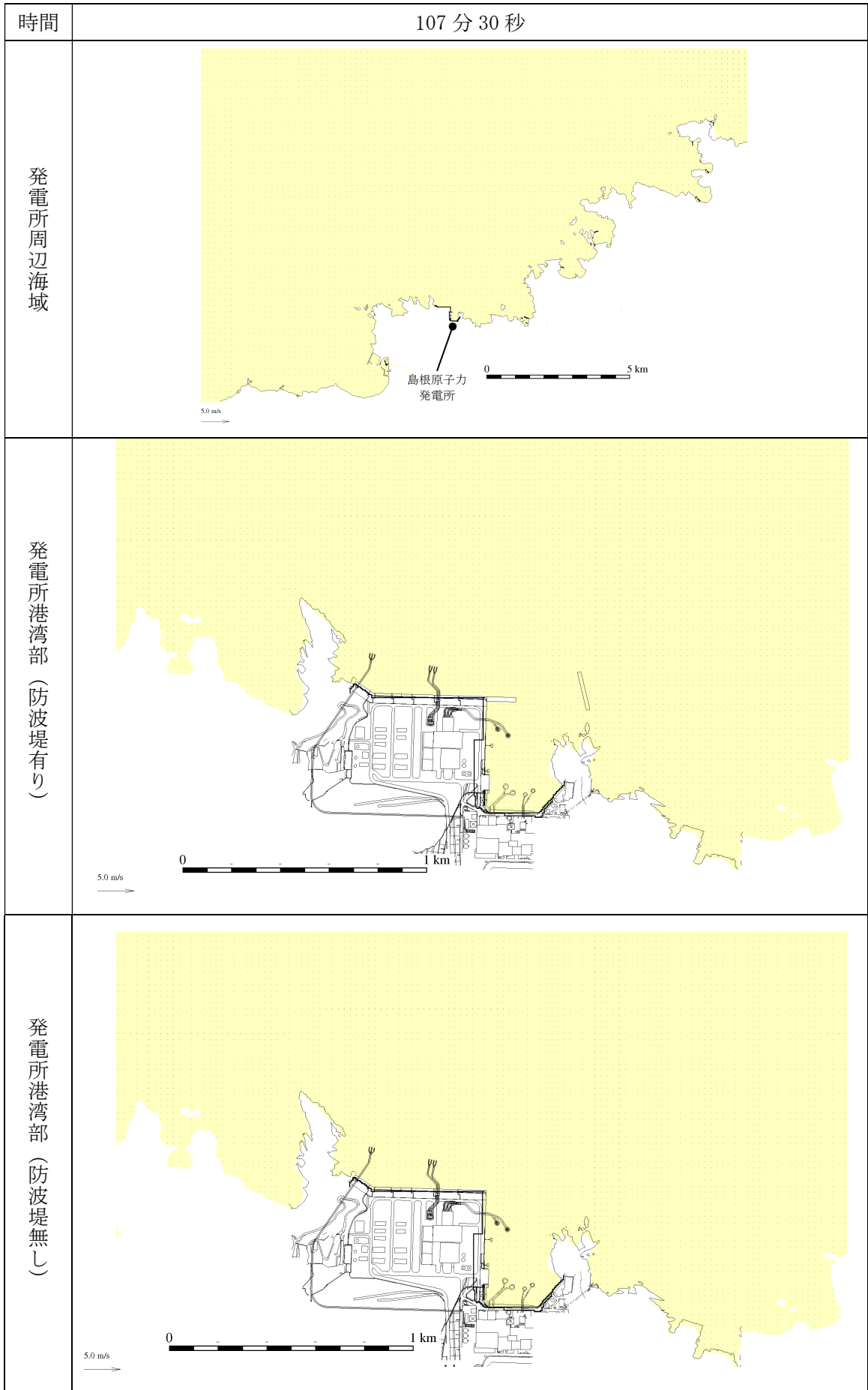
第 2.5-13-1 図(13) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



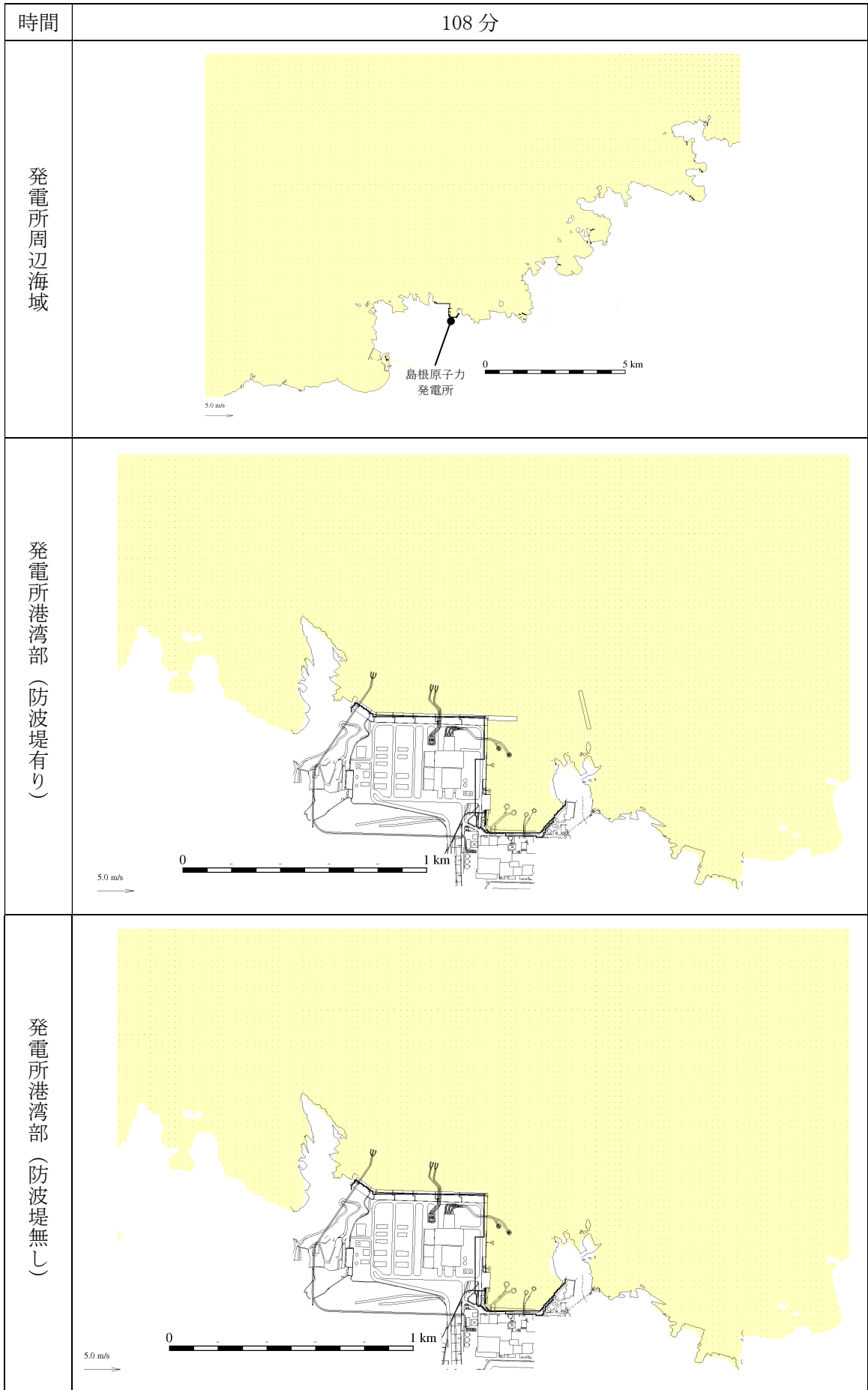
第 2.5-13-1 図(14) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



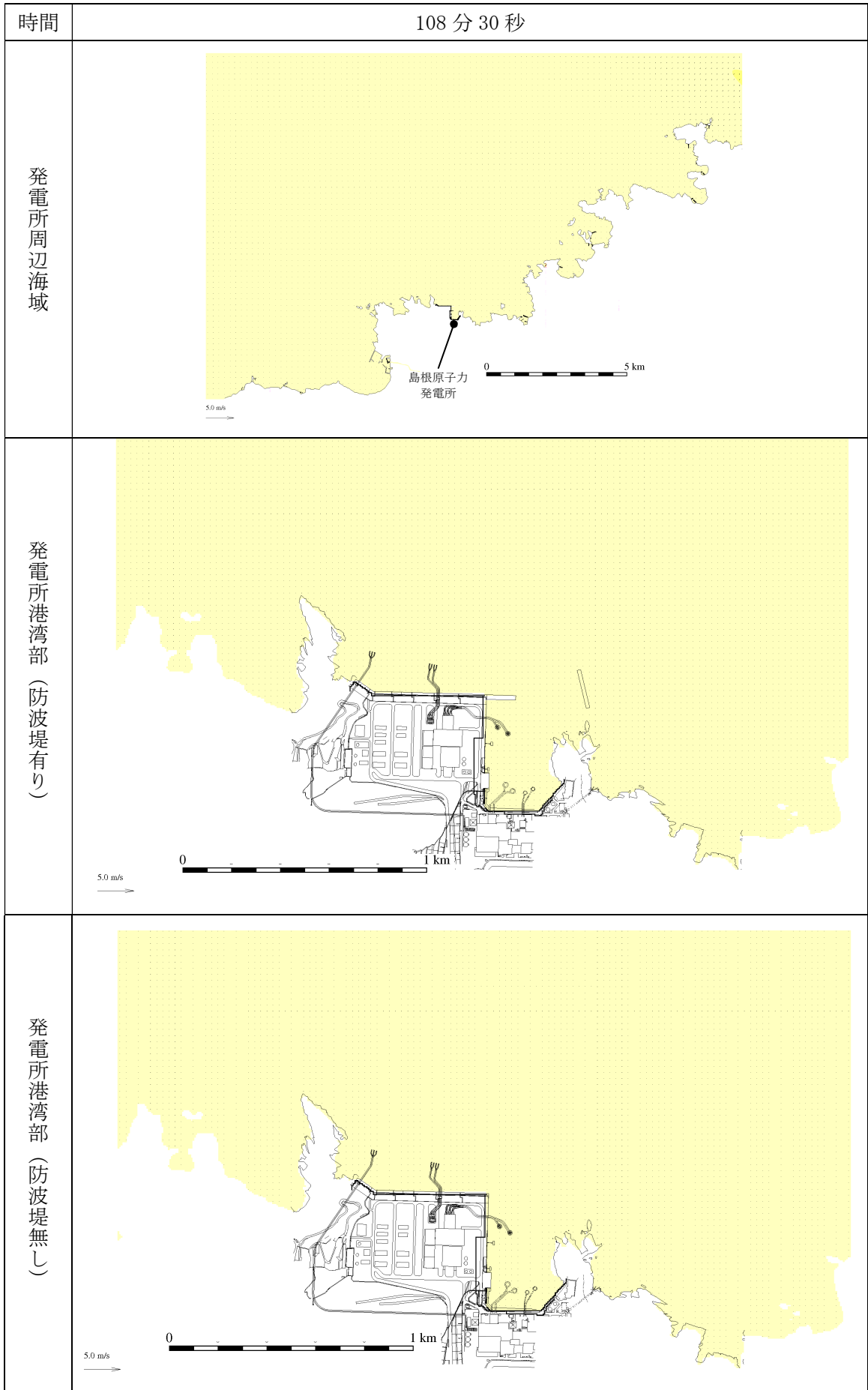
第 2.5-13-1 図(15) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



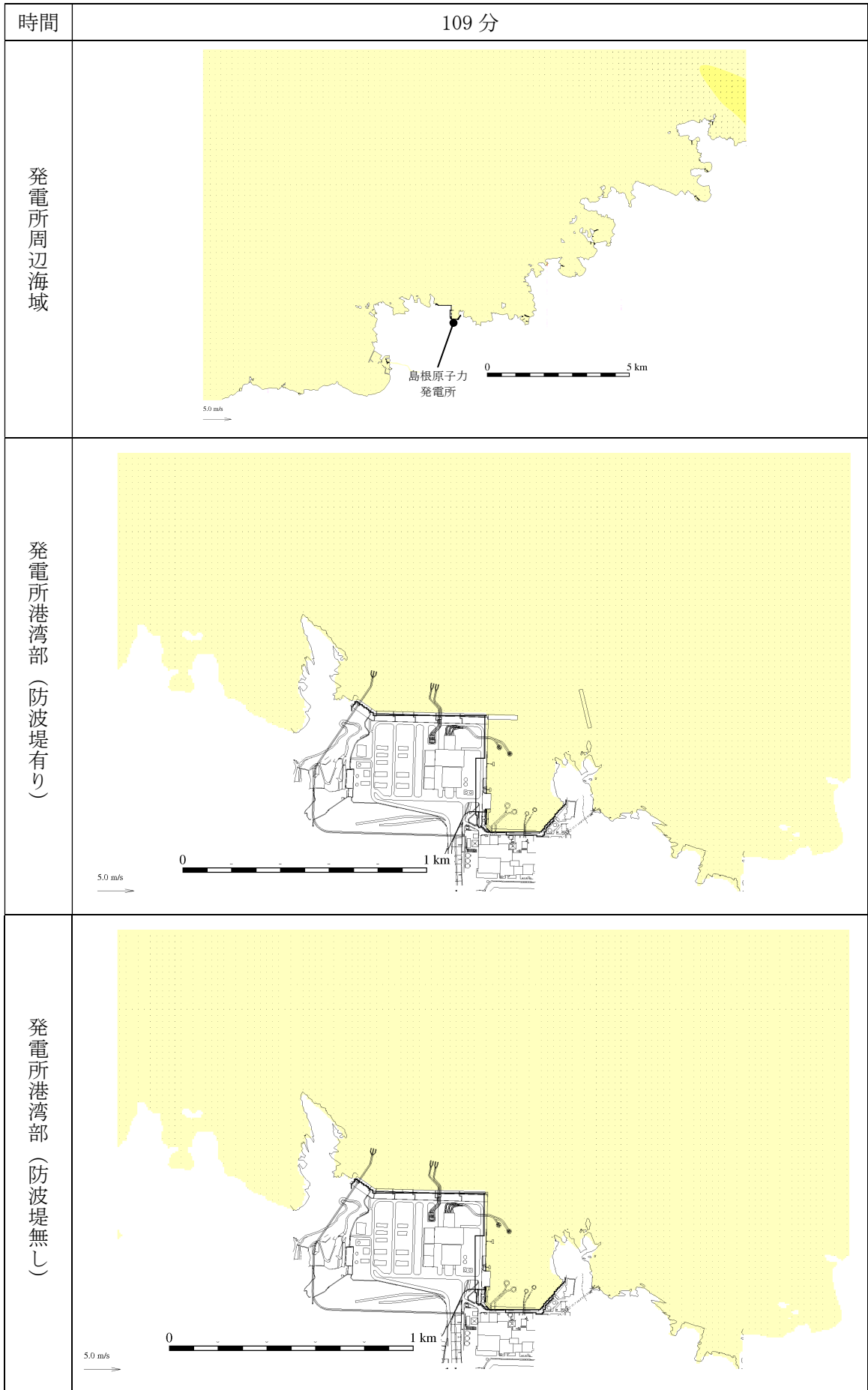
第 2.5-13-1 図(16) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



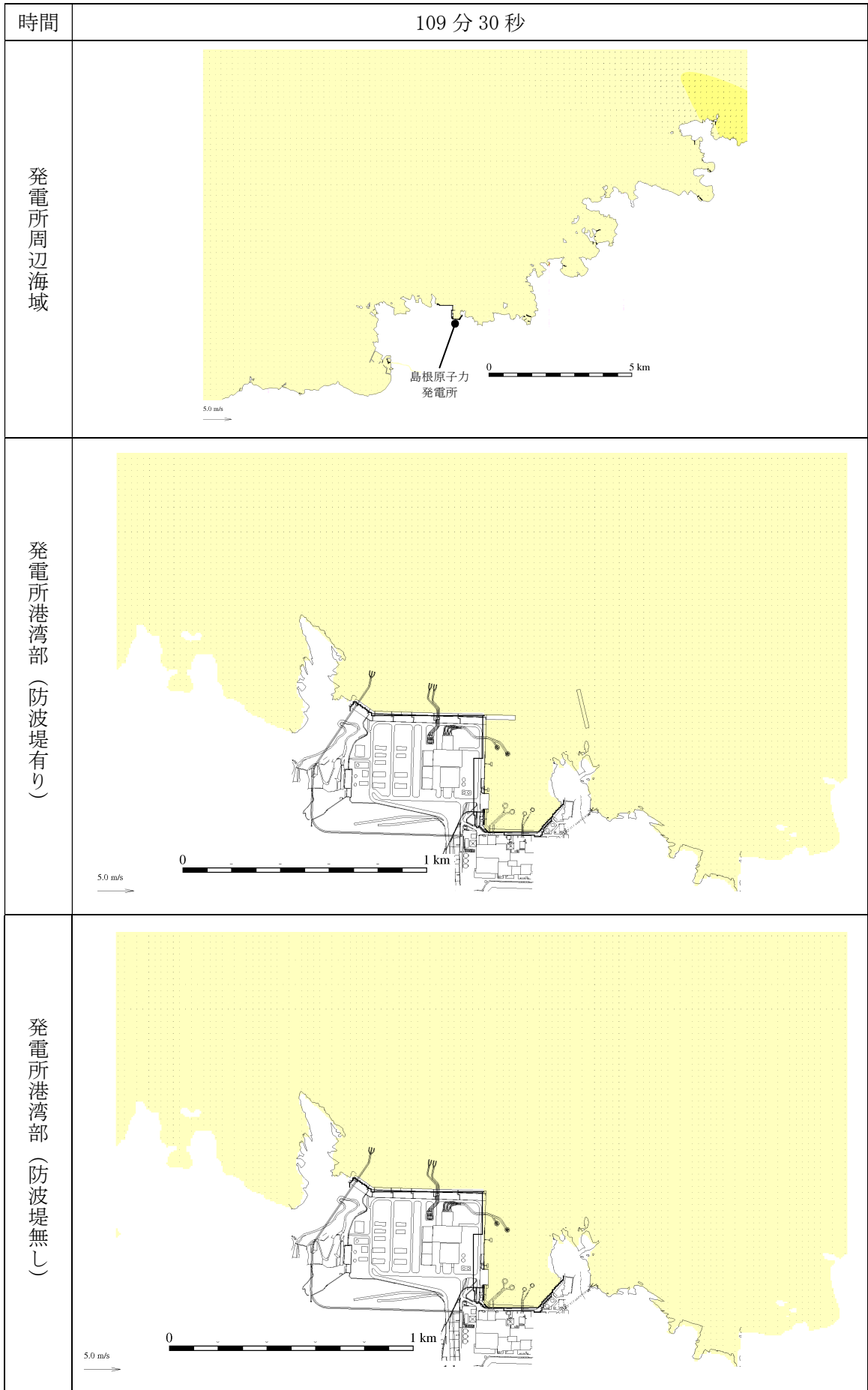
第 2.5-13-1 図(17) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



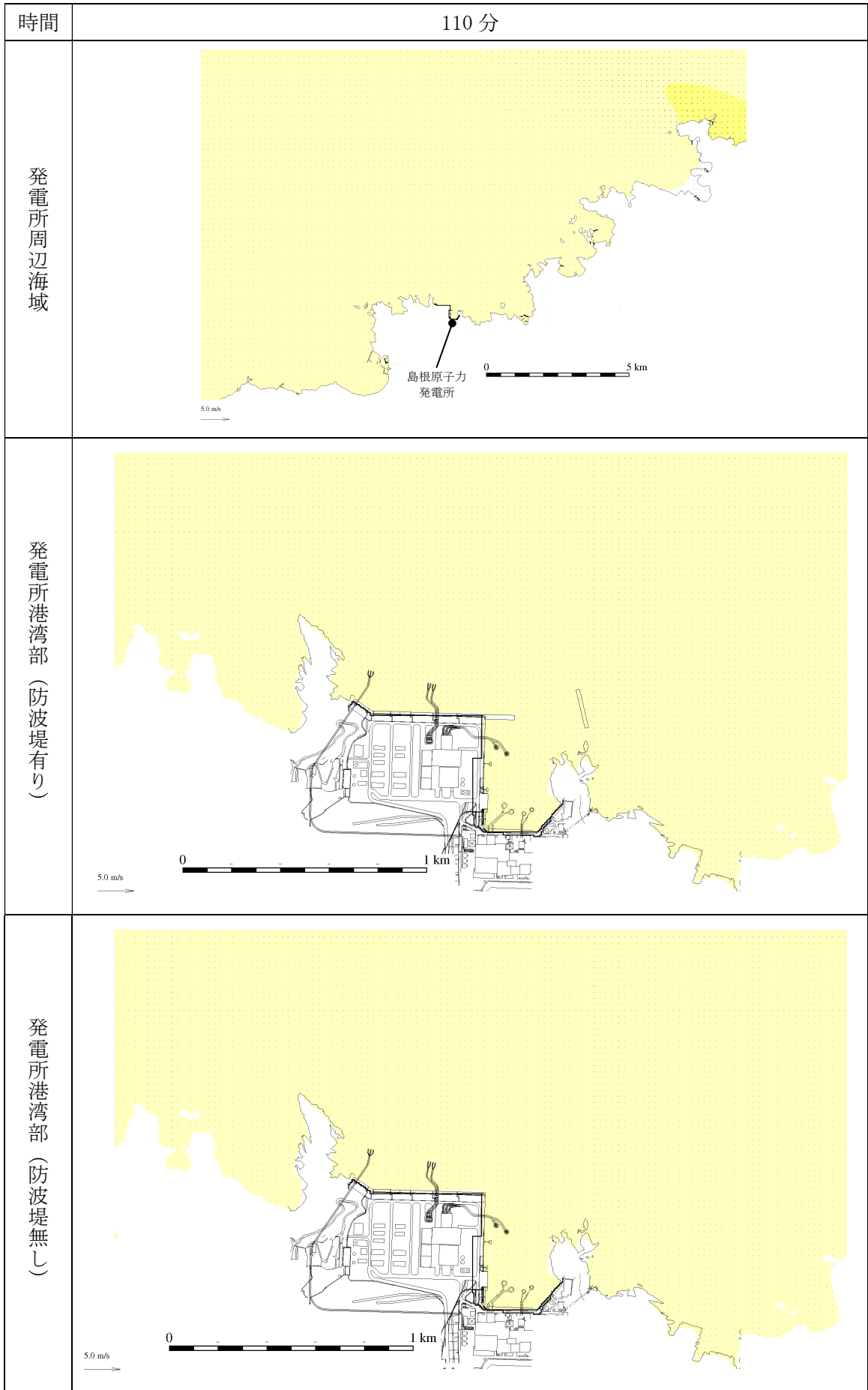
第 2.5-13-1 図(18) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



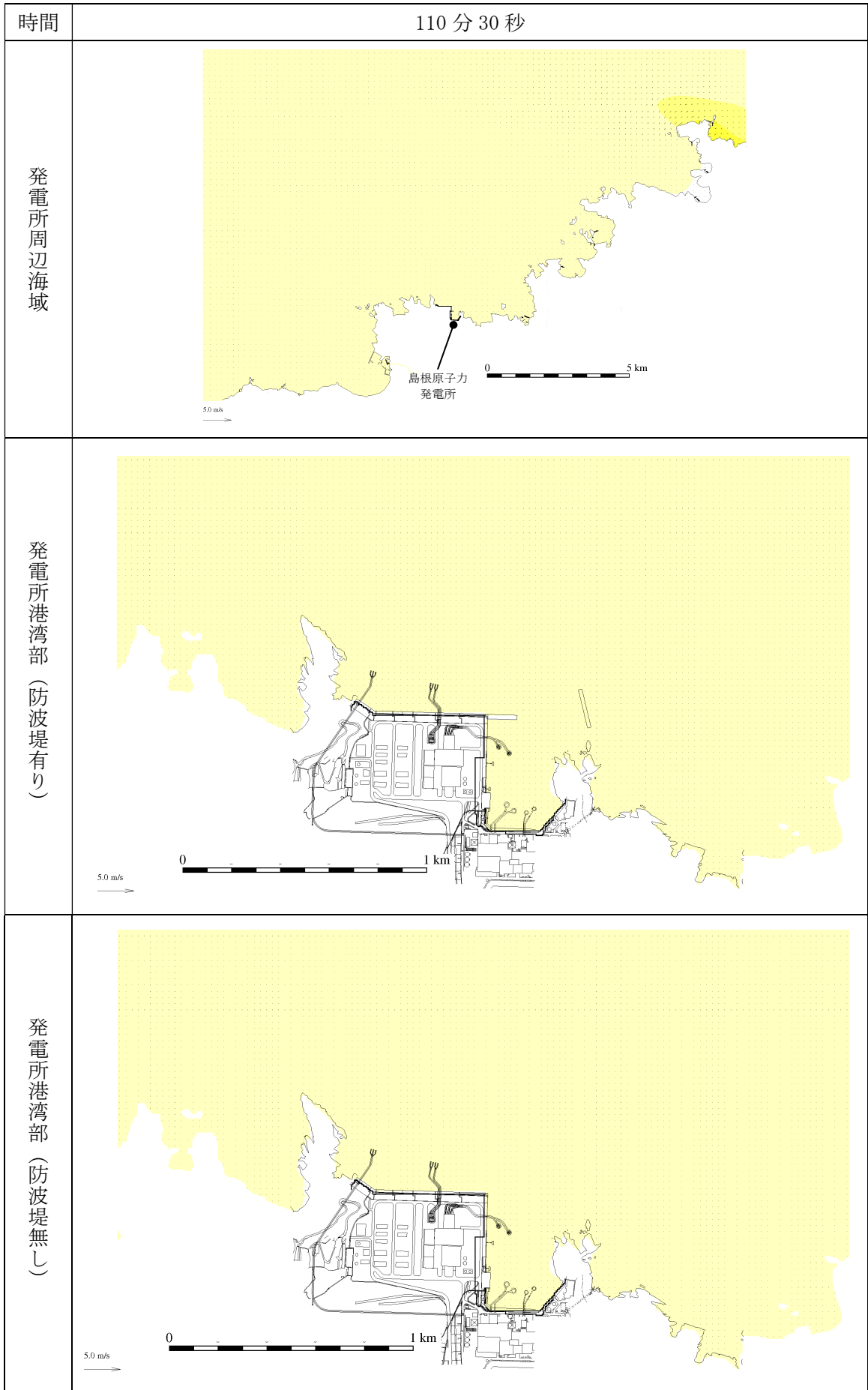
第 2.5-13-1 図(19) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



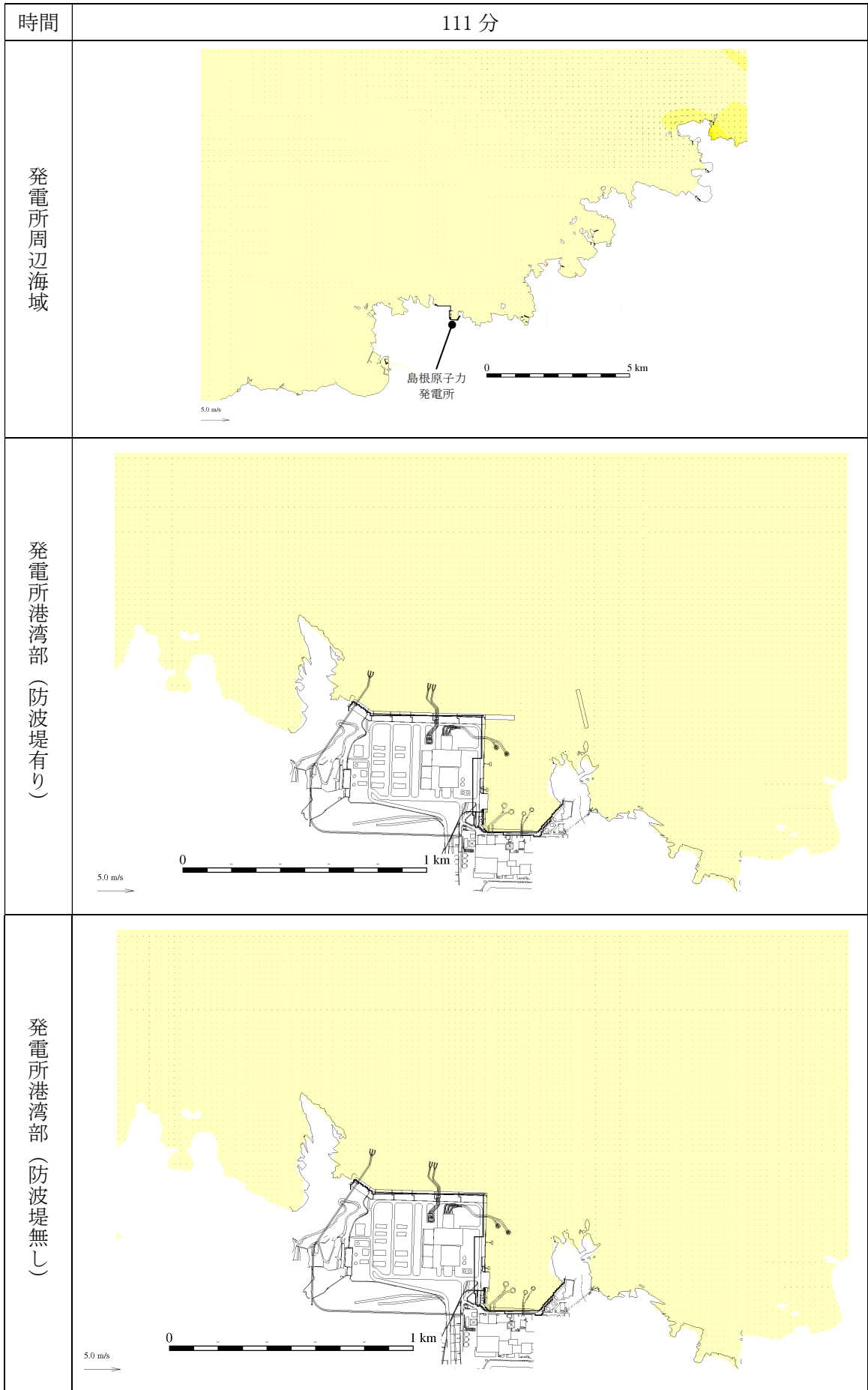
第 2.5-13-1 図(20) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



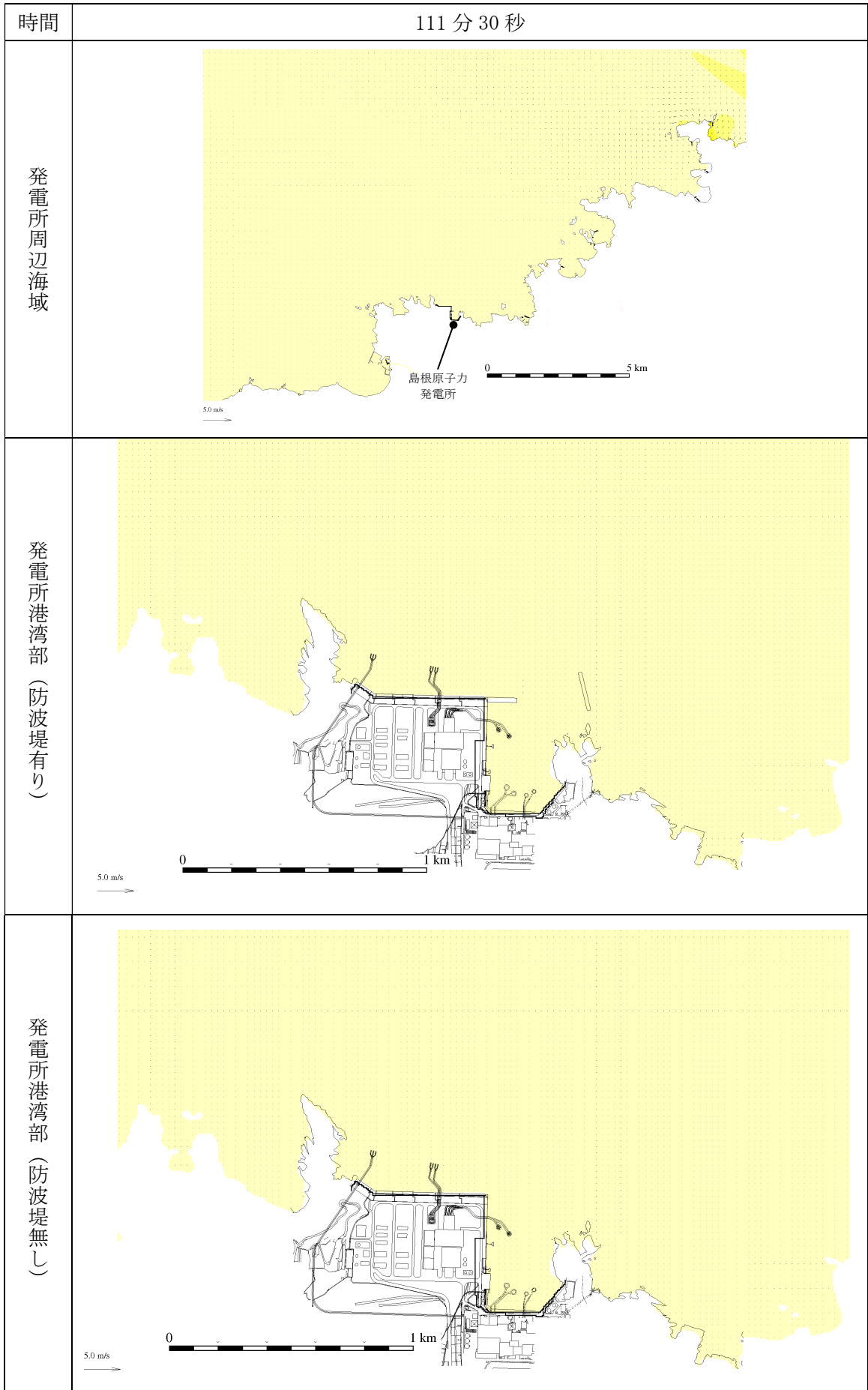
第 2.5-13-1 図(21) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



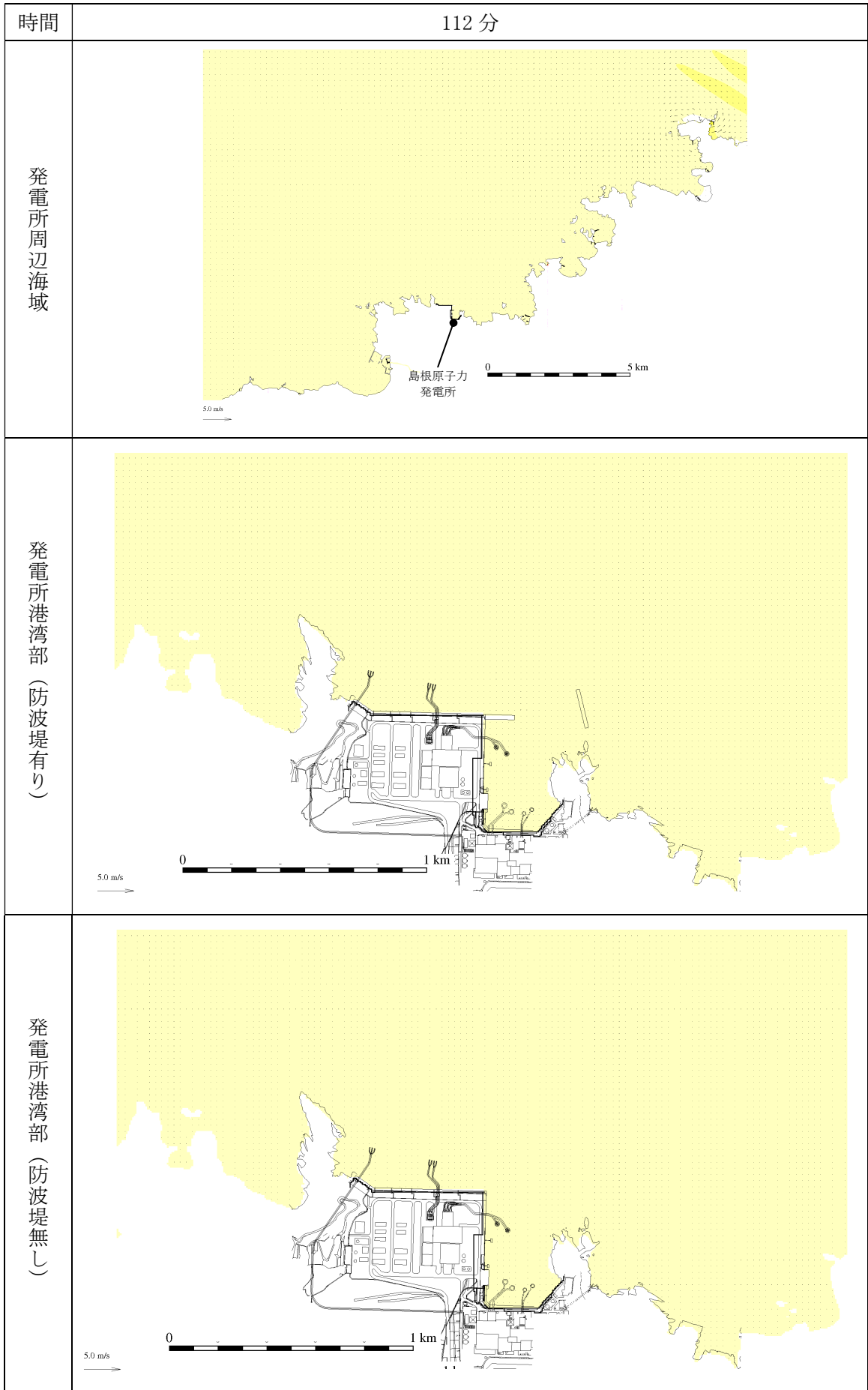
第 2.5-13-1 図(22) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



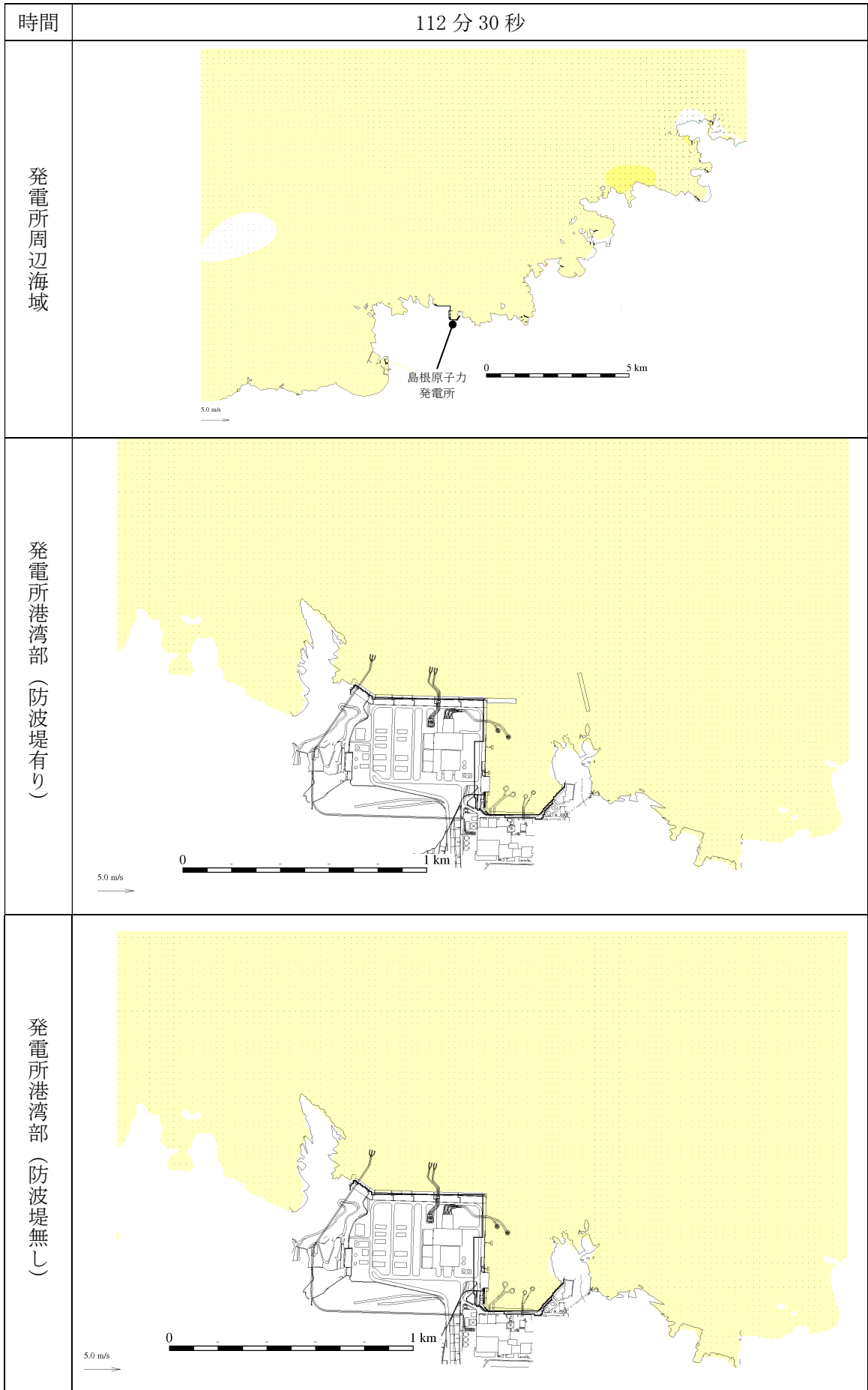
第 2.5-13-1 図(23) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



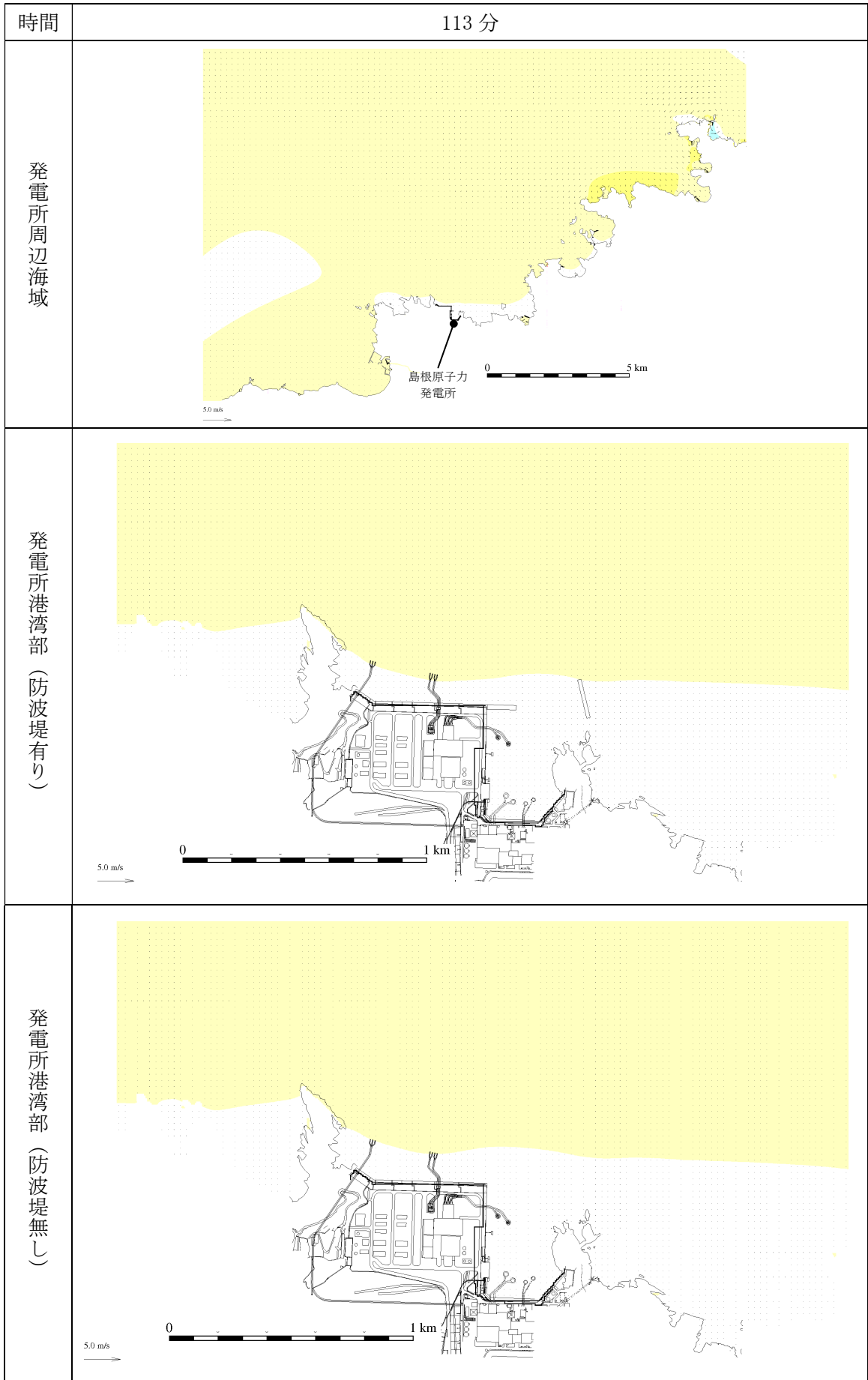
第 2.5-13-1 図 (24) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



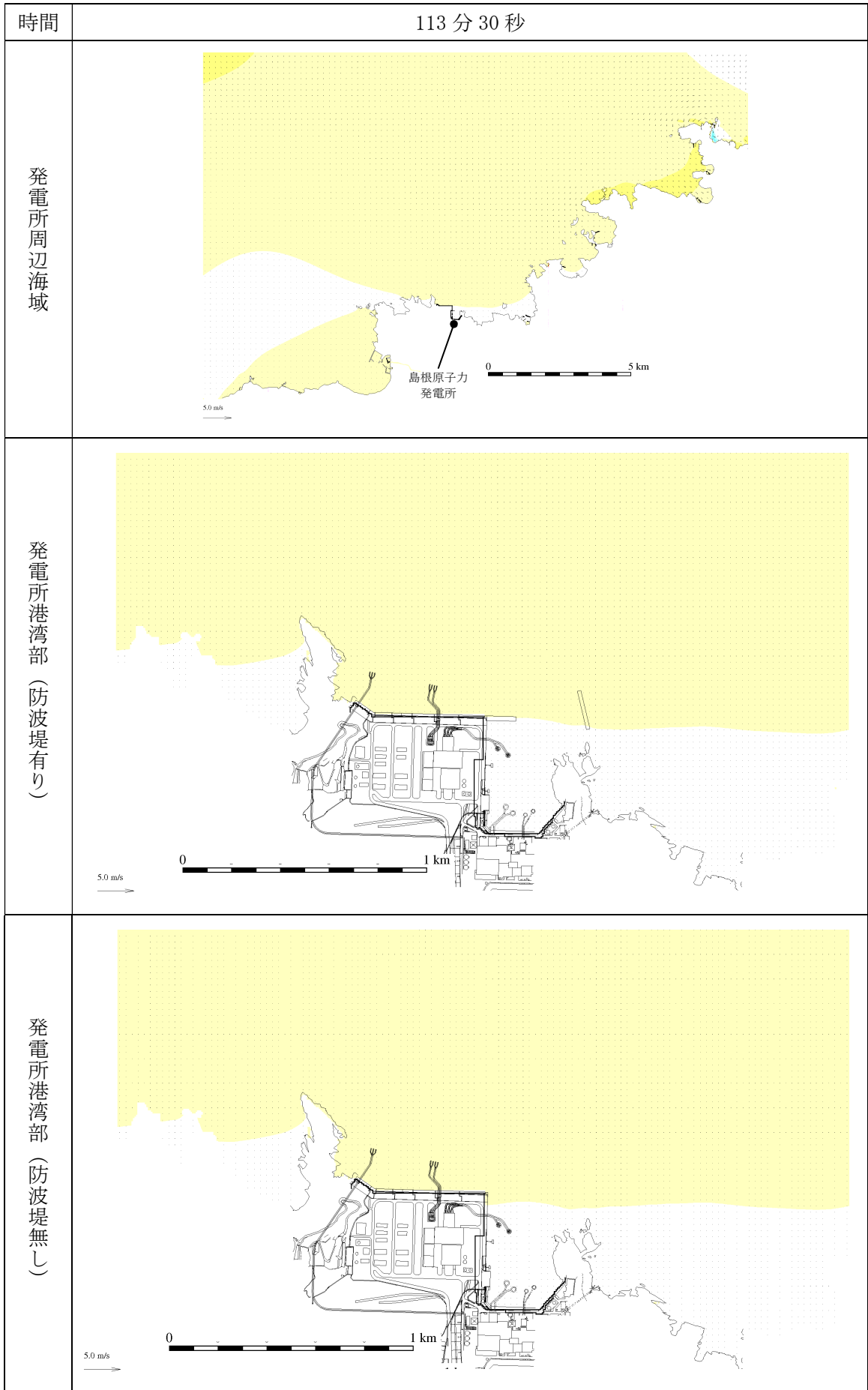
第 2.5-13-1 図(25) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



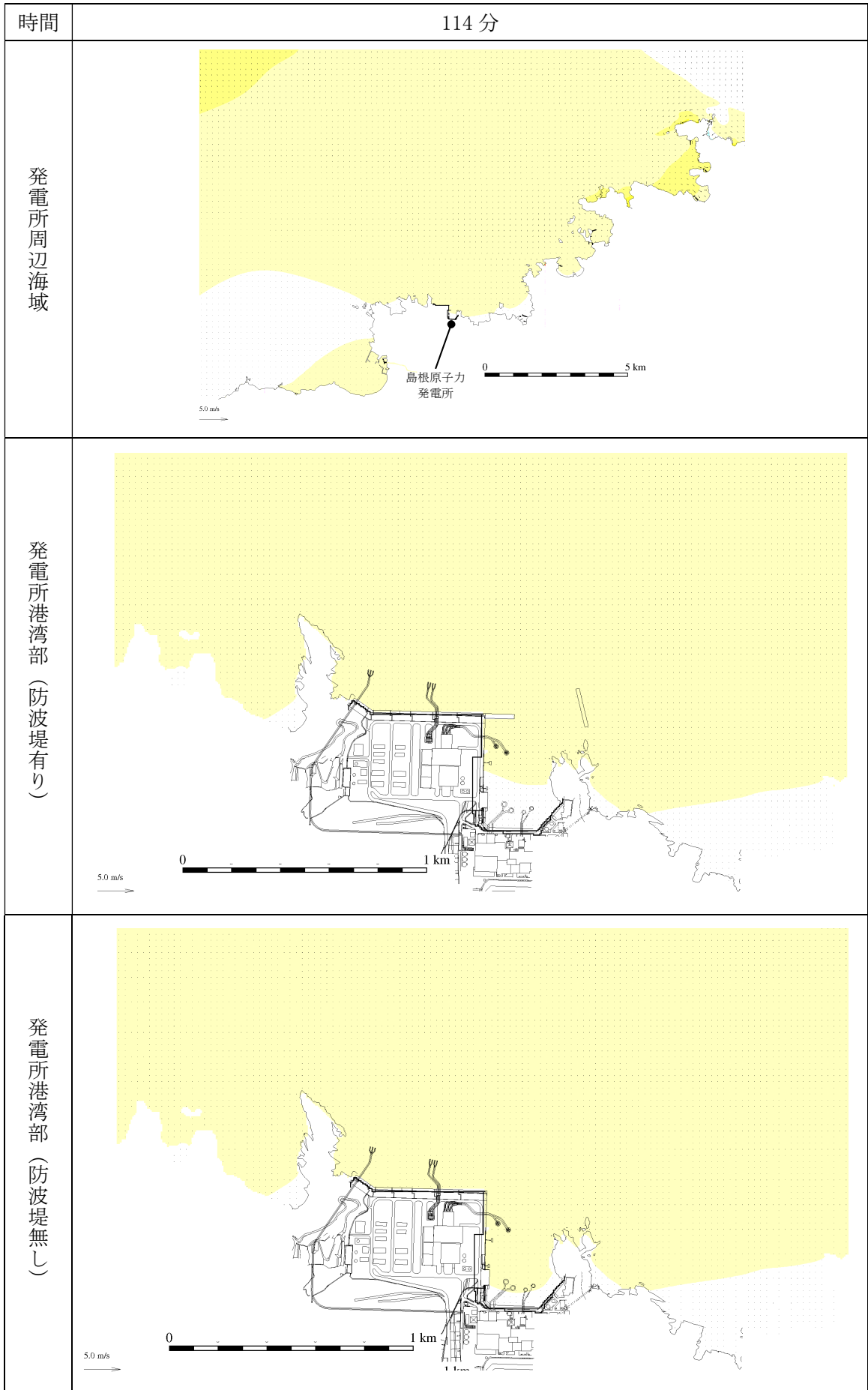
第 2.5-13-1 図(26) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



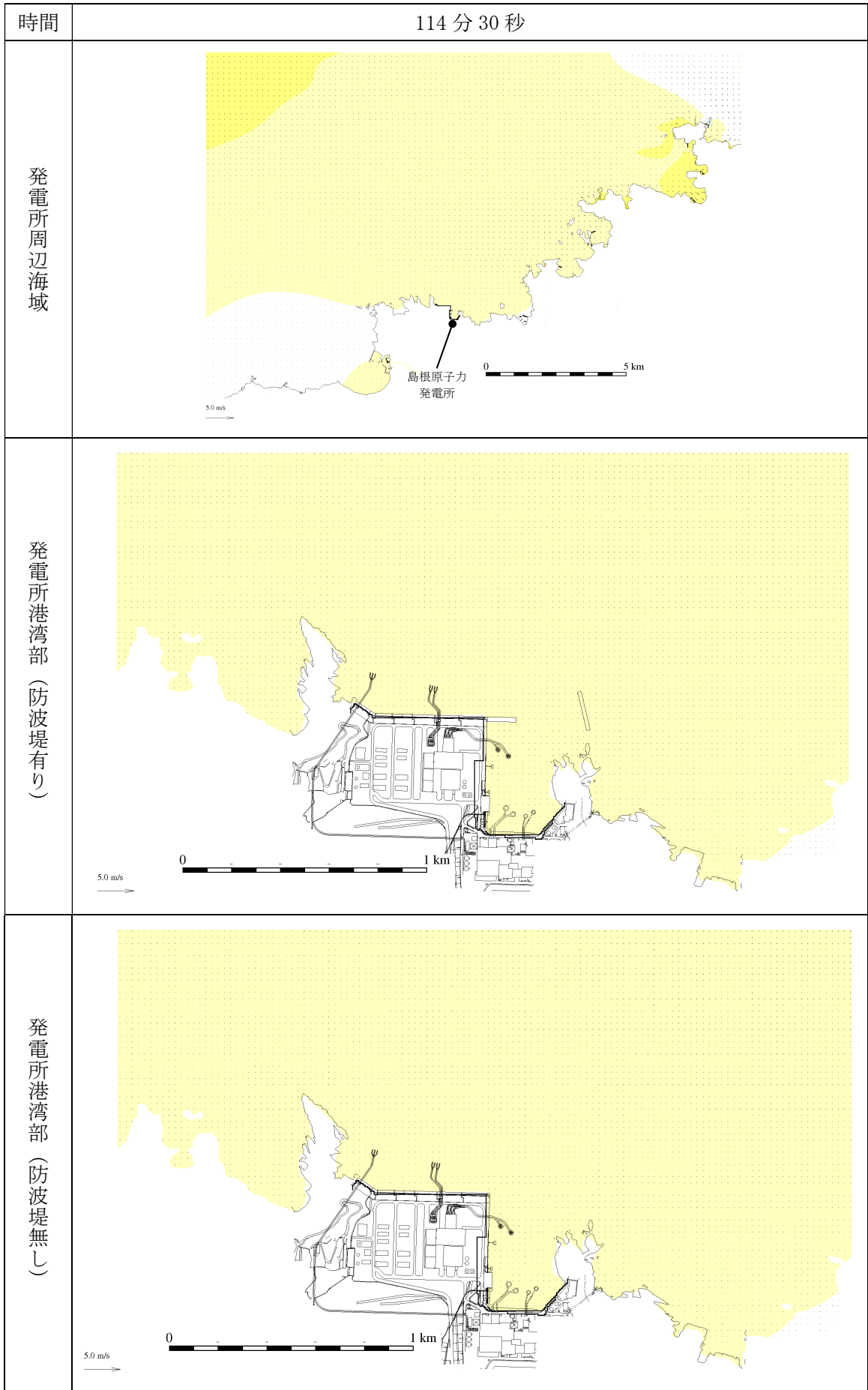
第 2.5-13-1 図(27) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



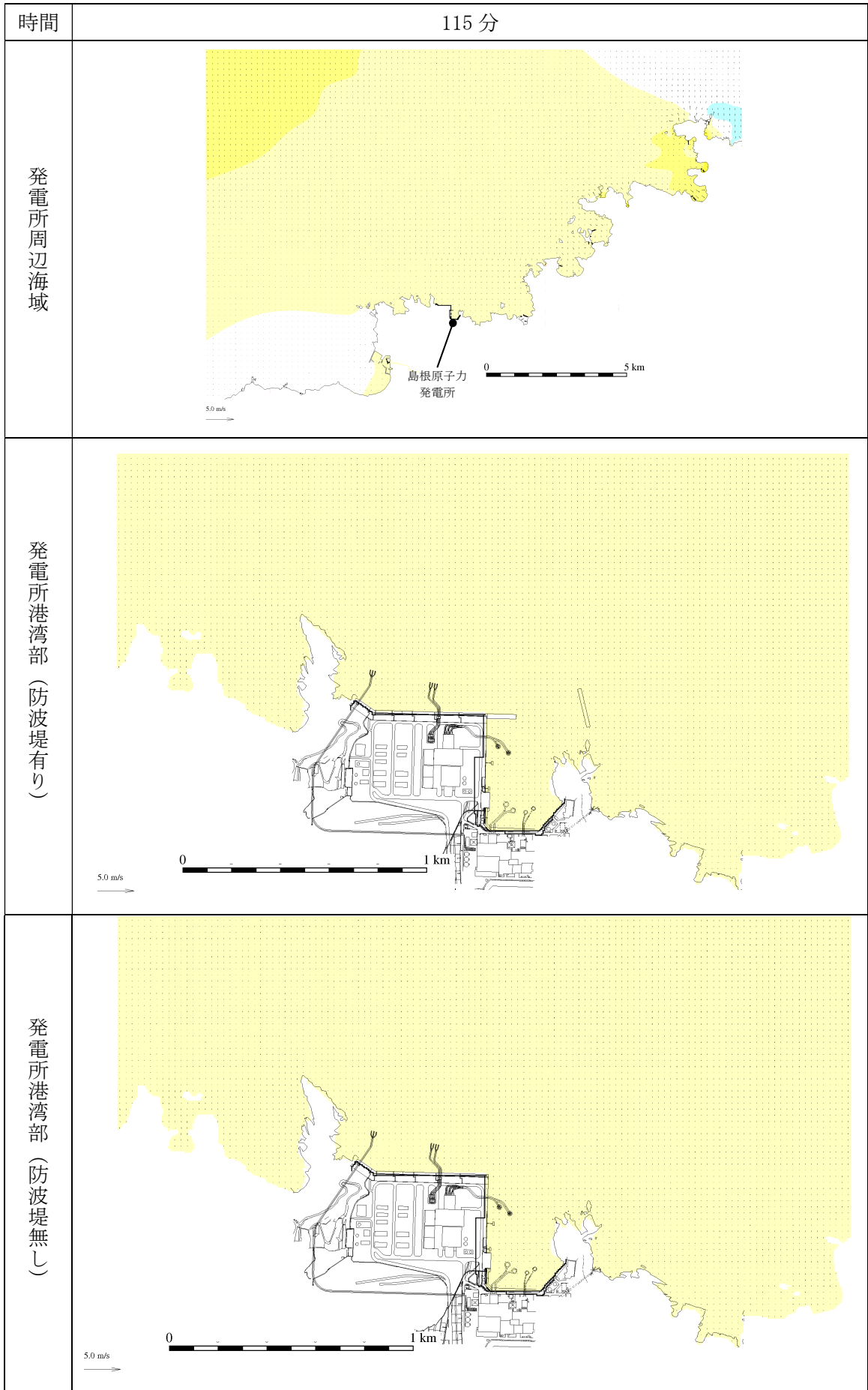
第 2.5-13-1 図(28) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



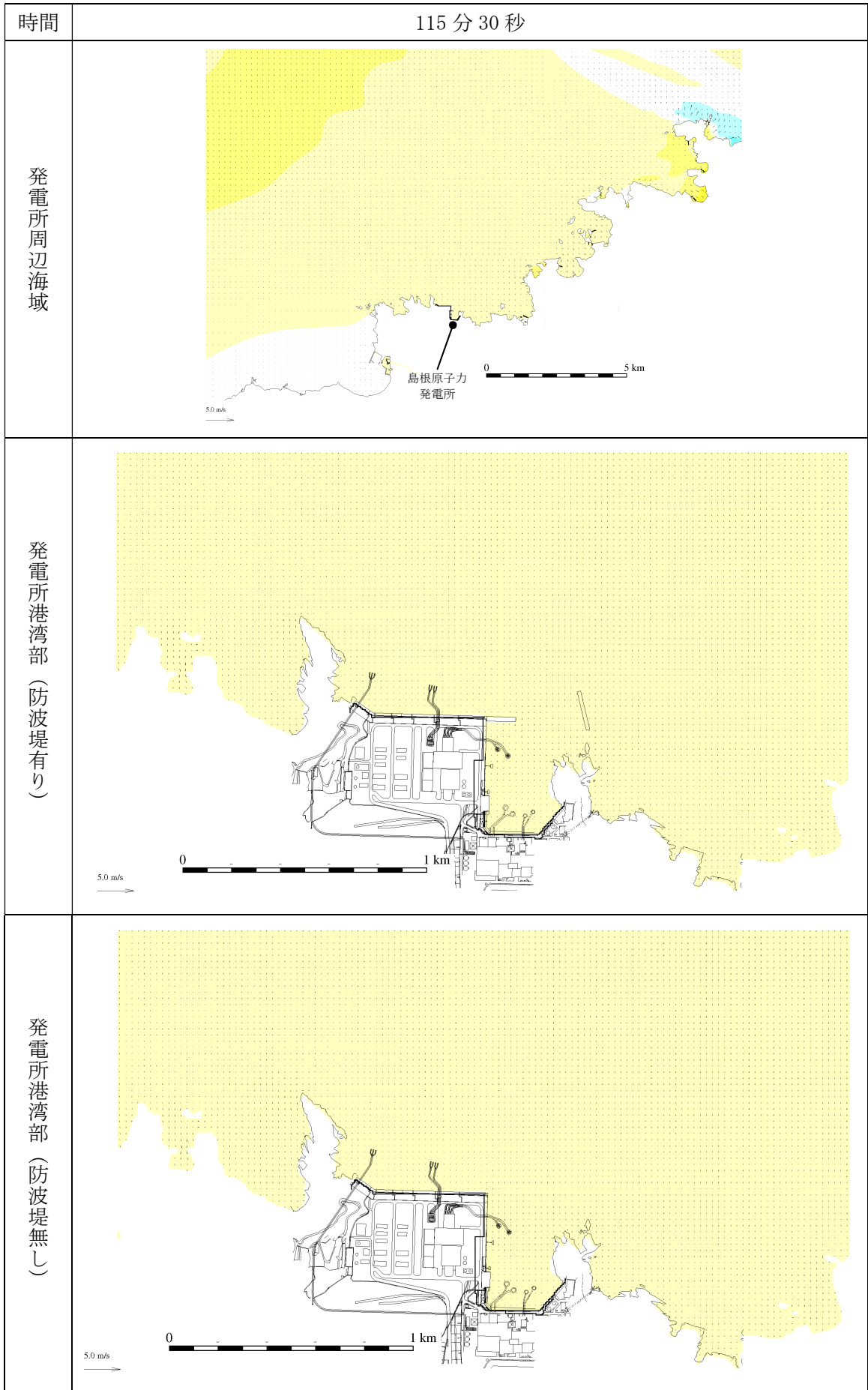
第 2.5-13-1 図(29) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



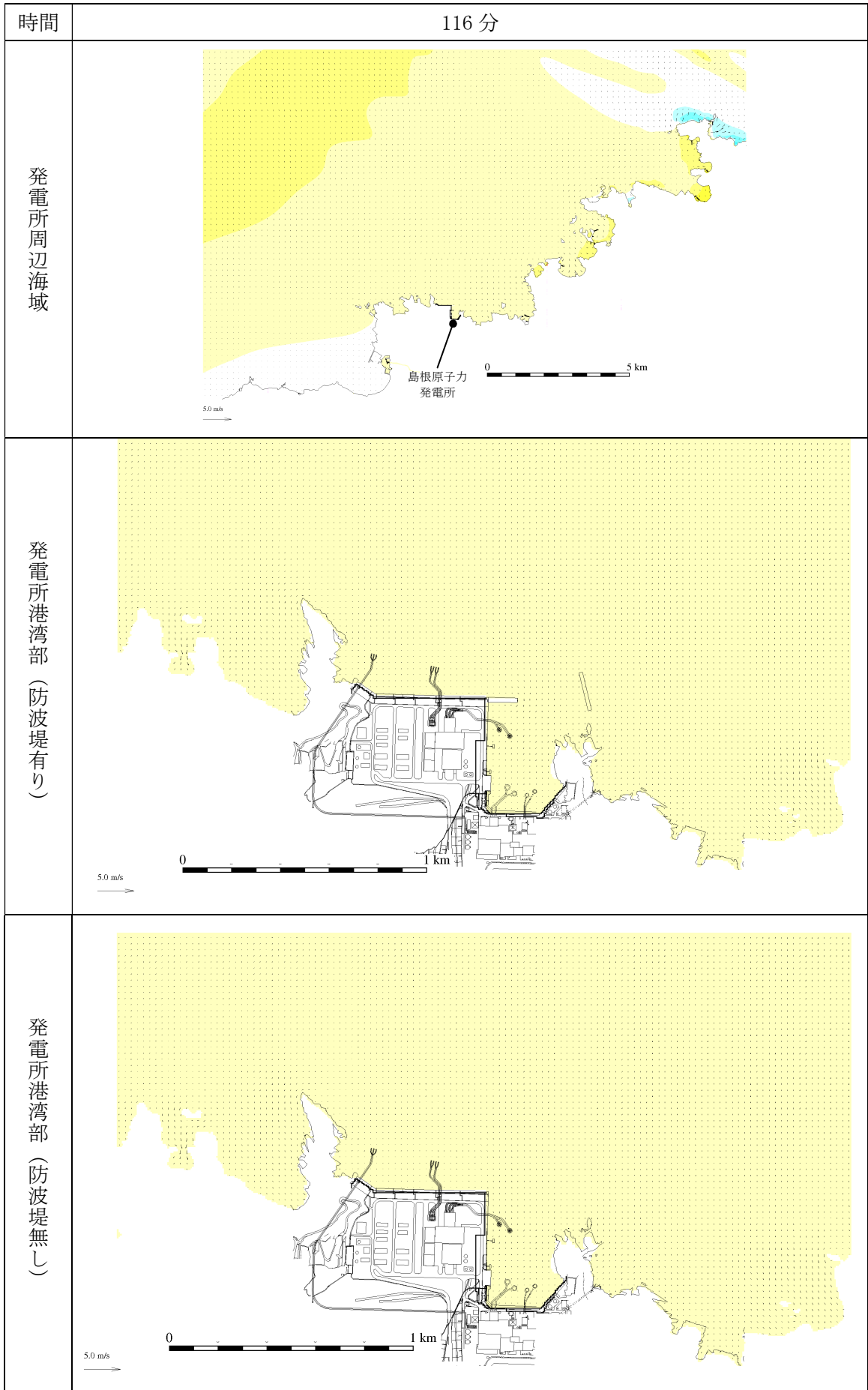
第 2.5-13-1 図(30) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



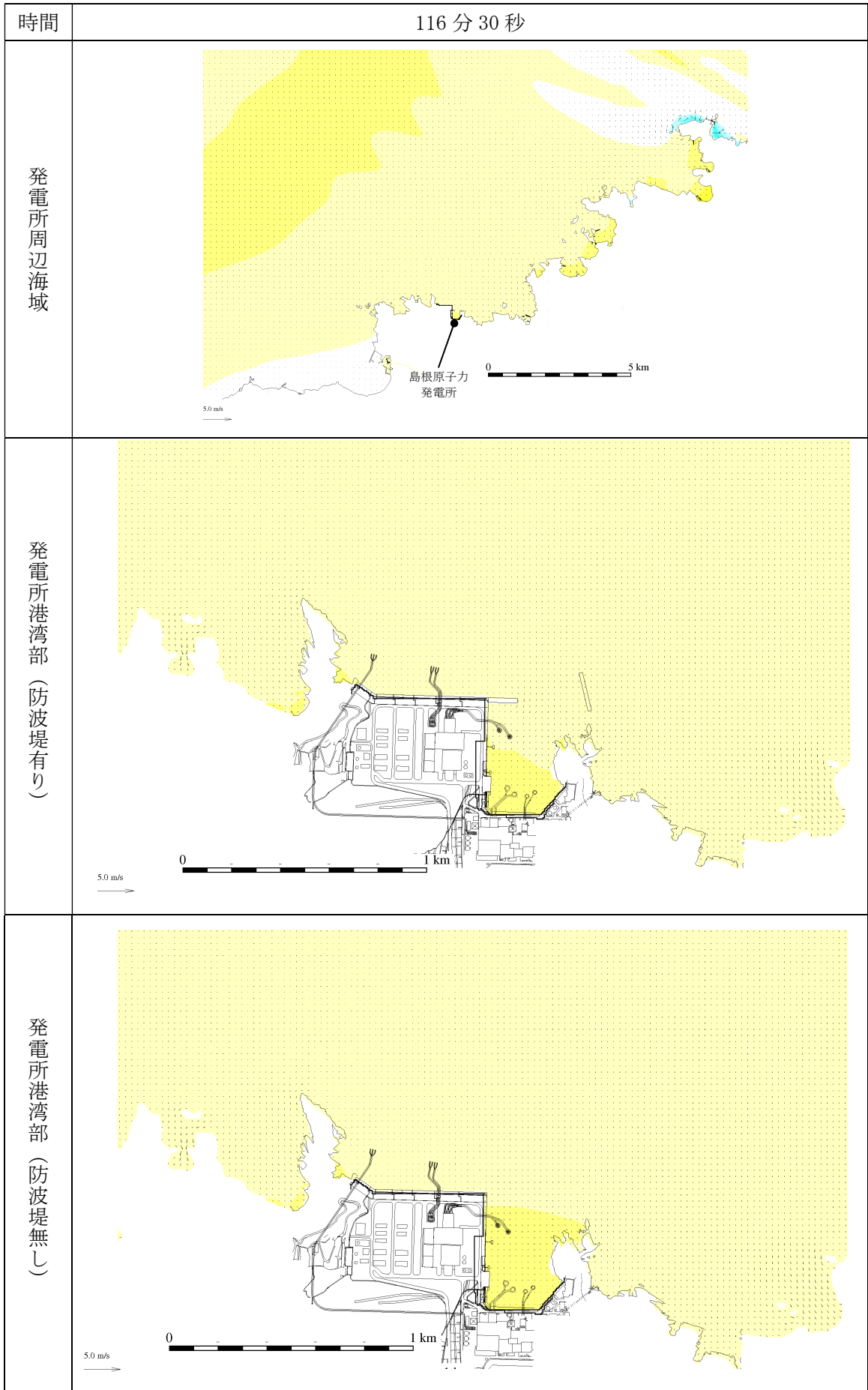
第 2.5-13-1 図 (31) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



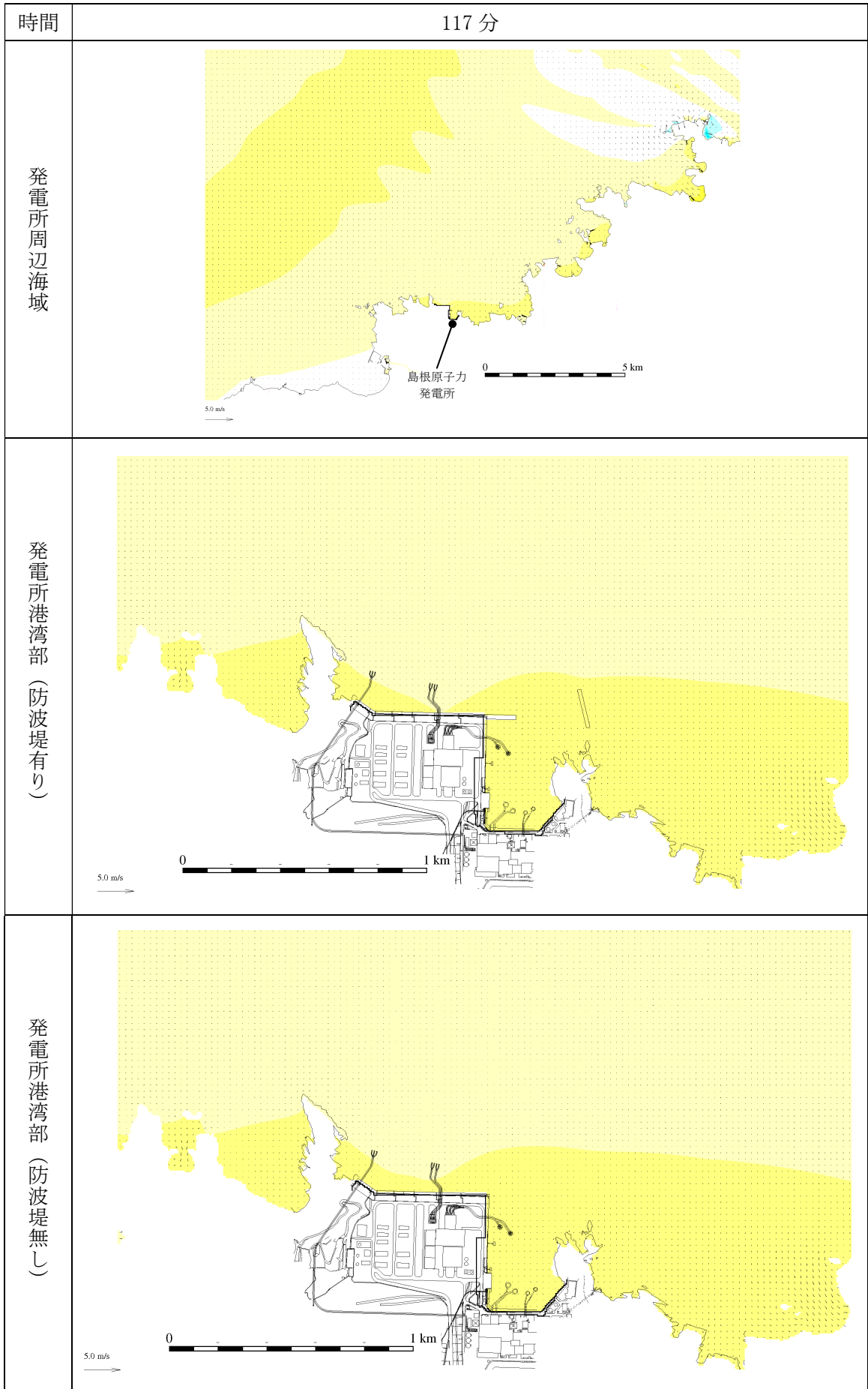
第 2.5-13-1 図 (32) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



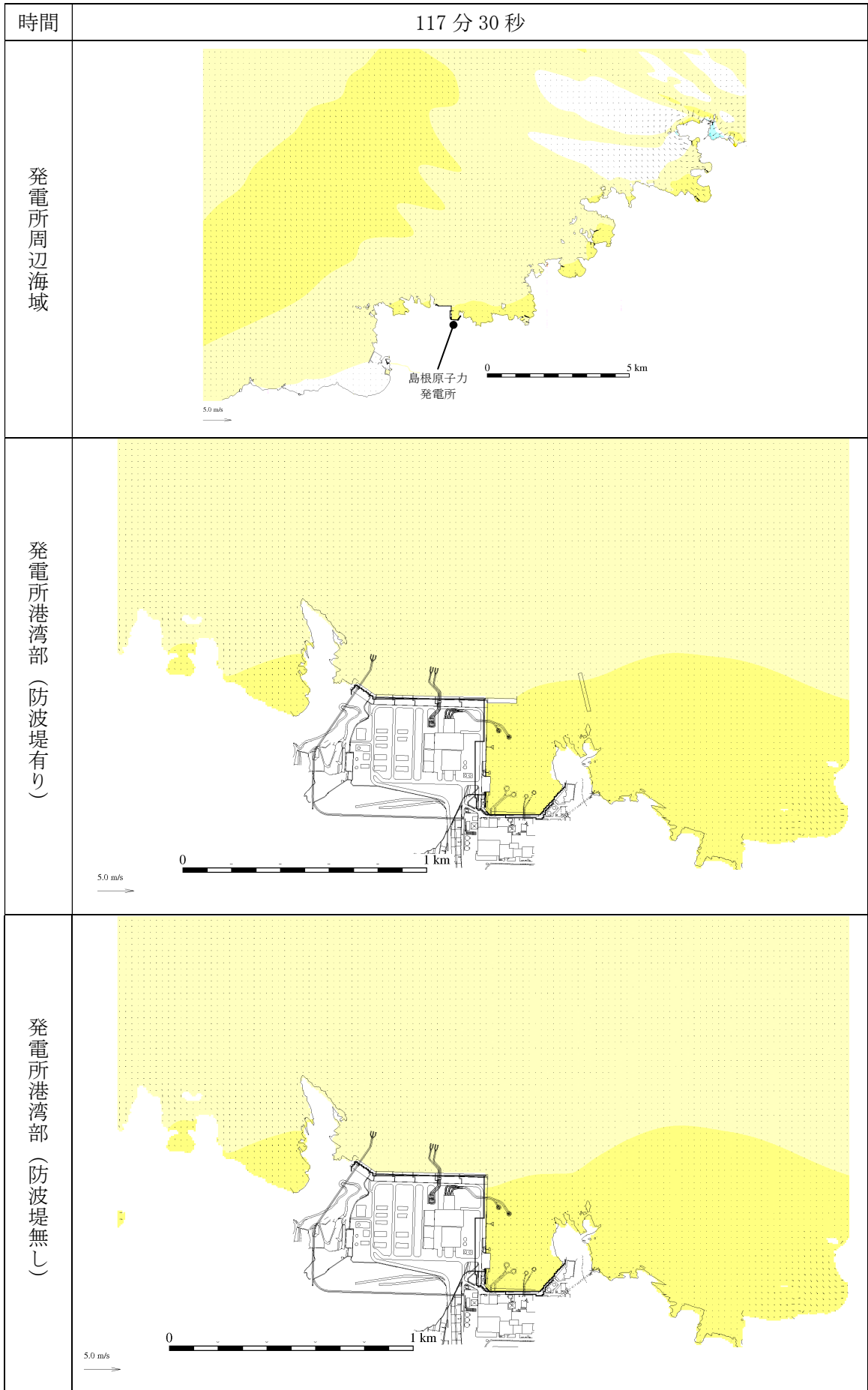
第 2.5-13-1 図(33) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



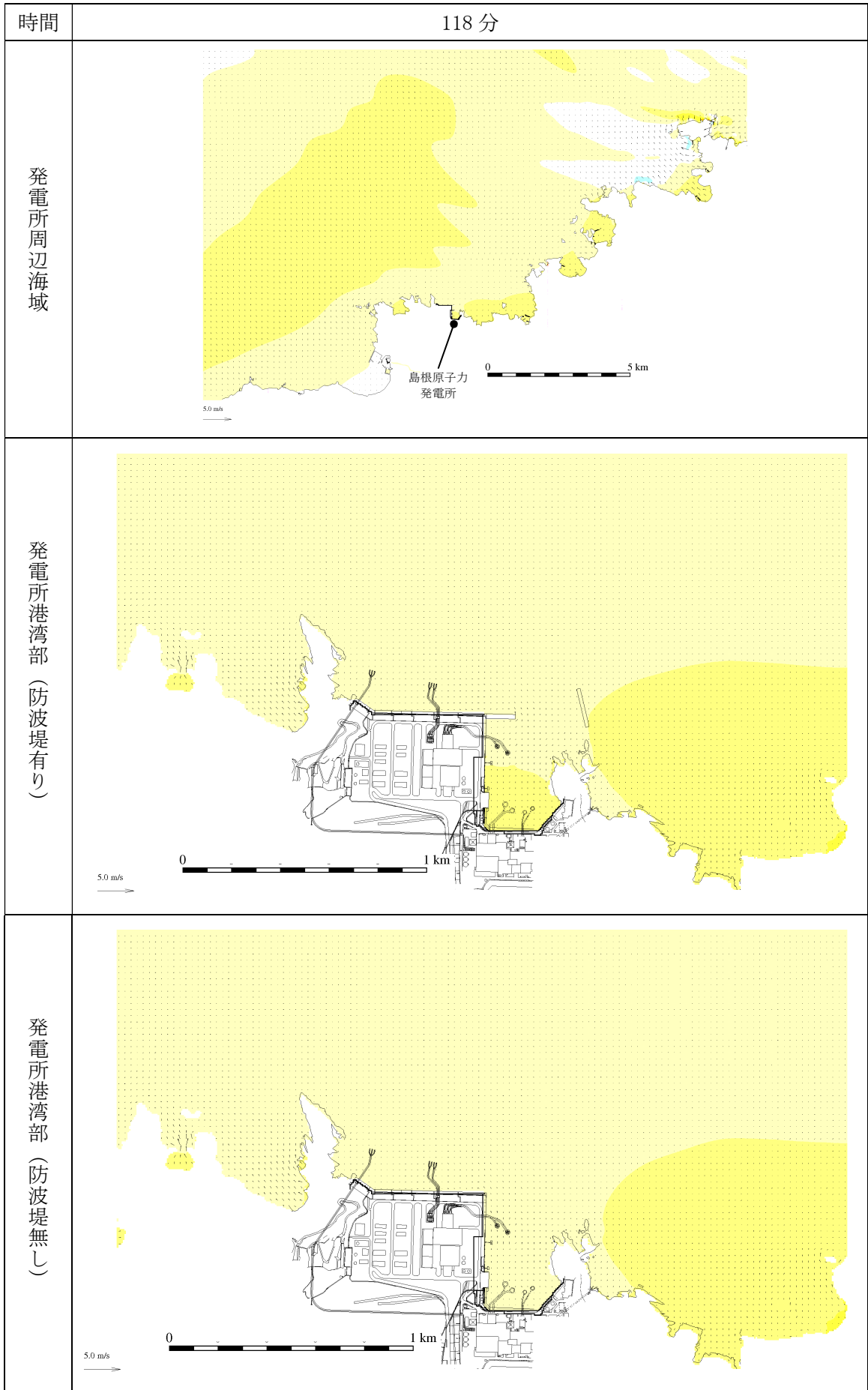
第 2.5-13-1 図(34) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



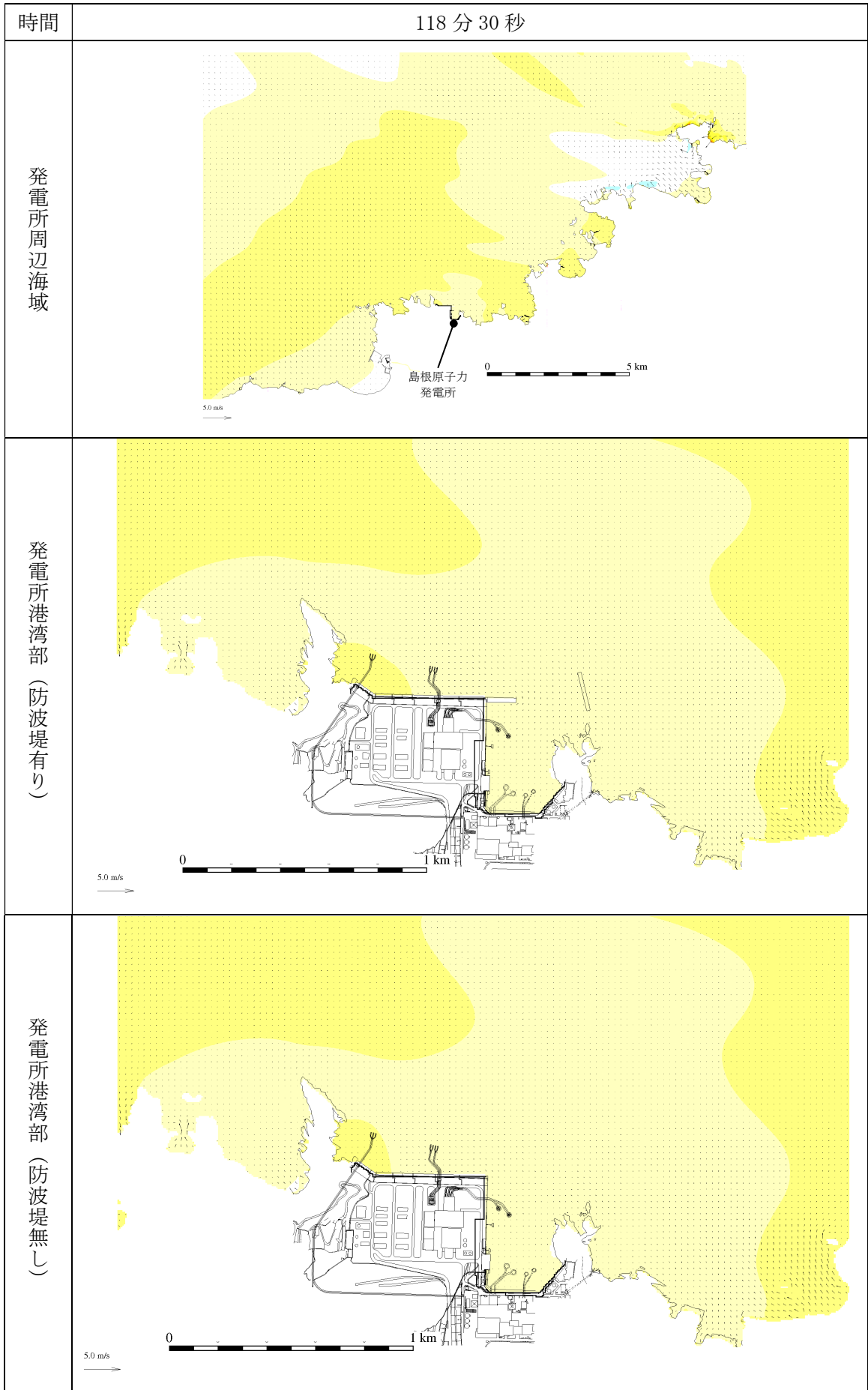
第 2.5-13-1 図 (35) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



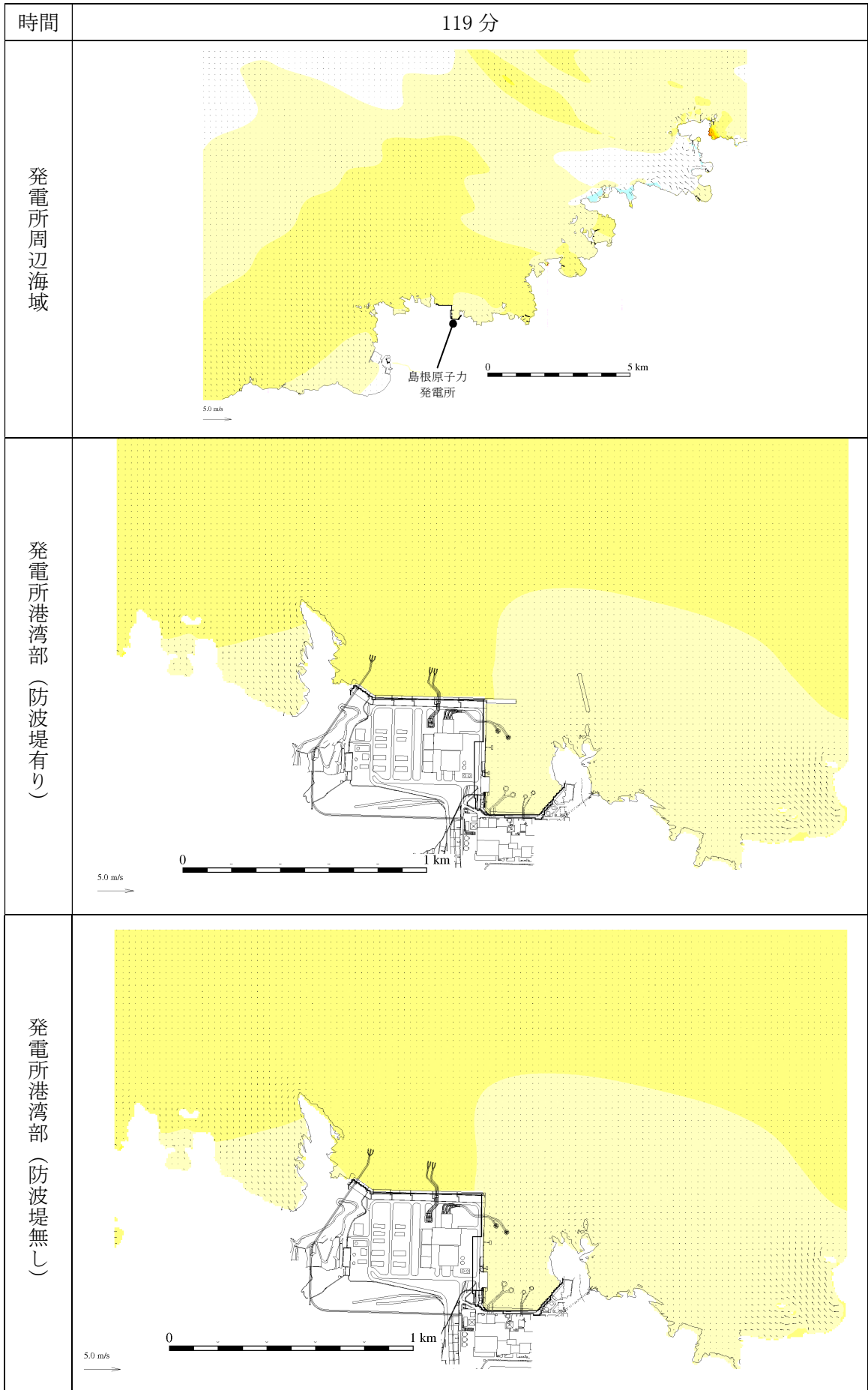
第 2.5-13-1 図(36) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



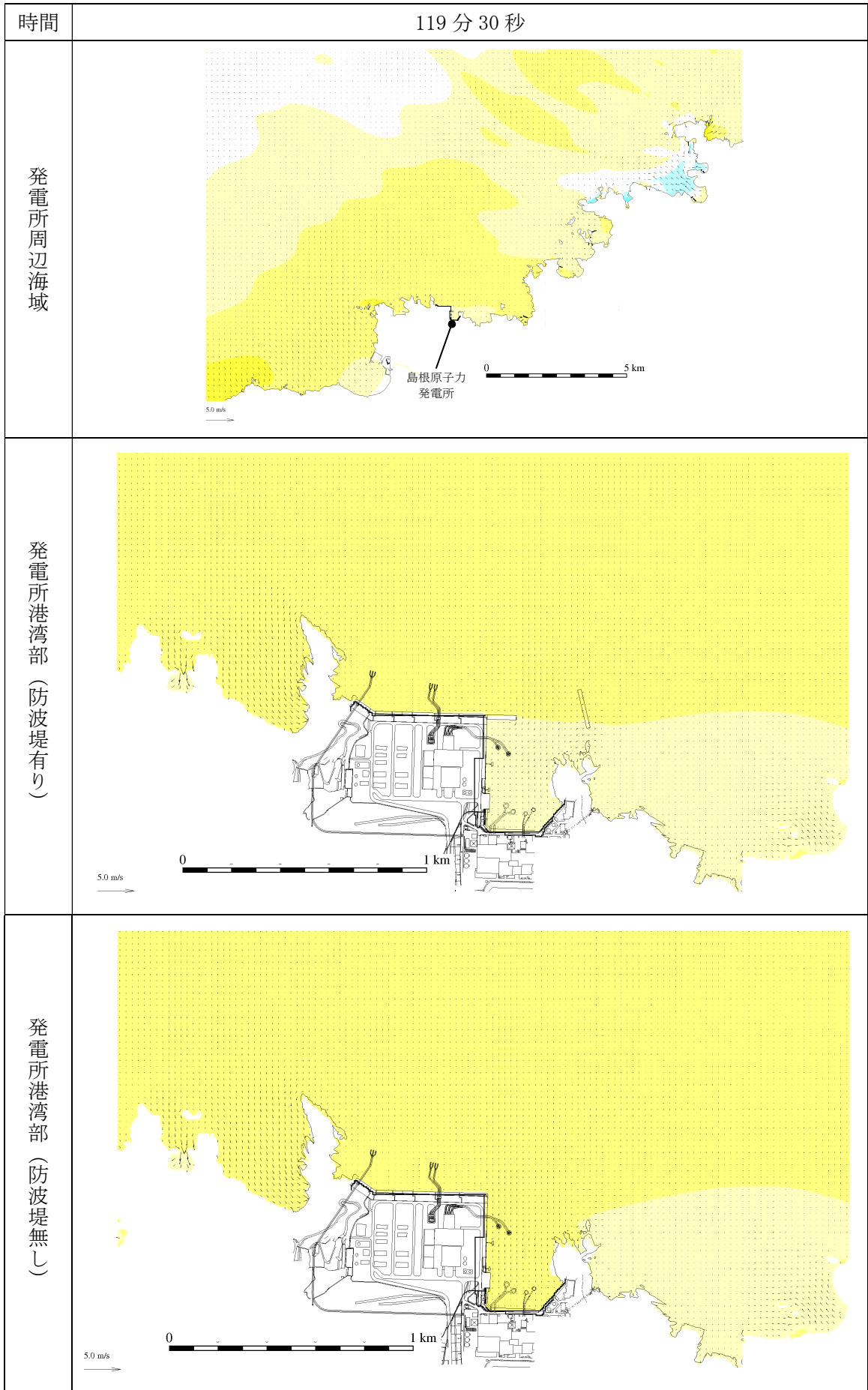
第 2.5-13-1 図 (37) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



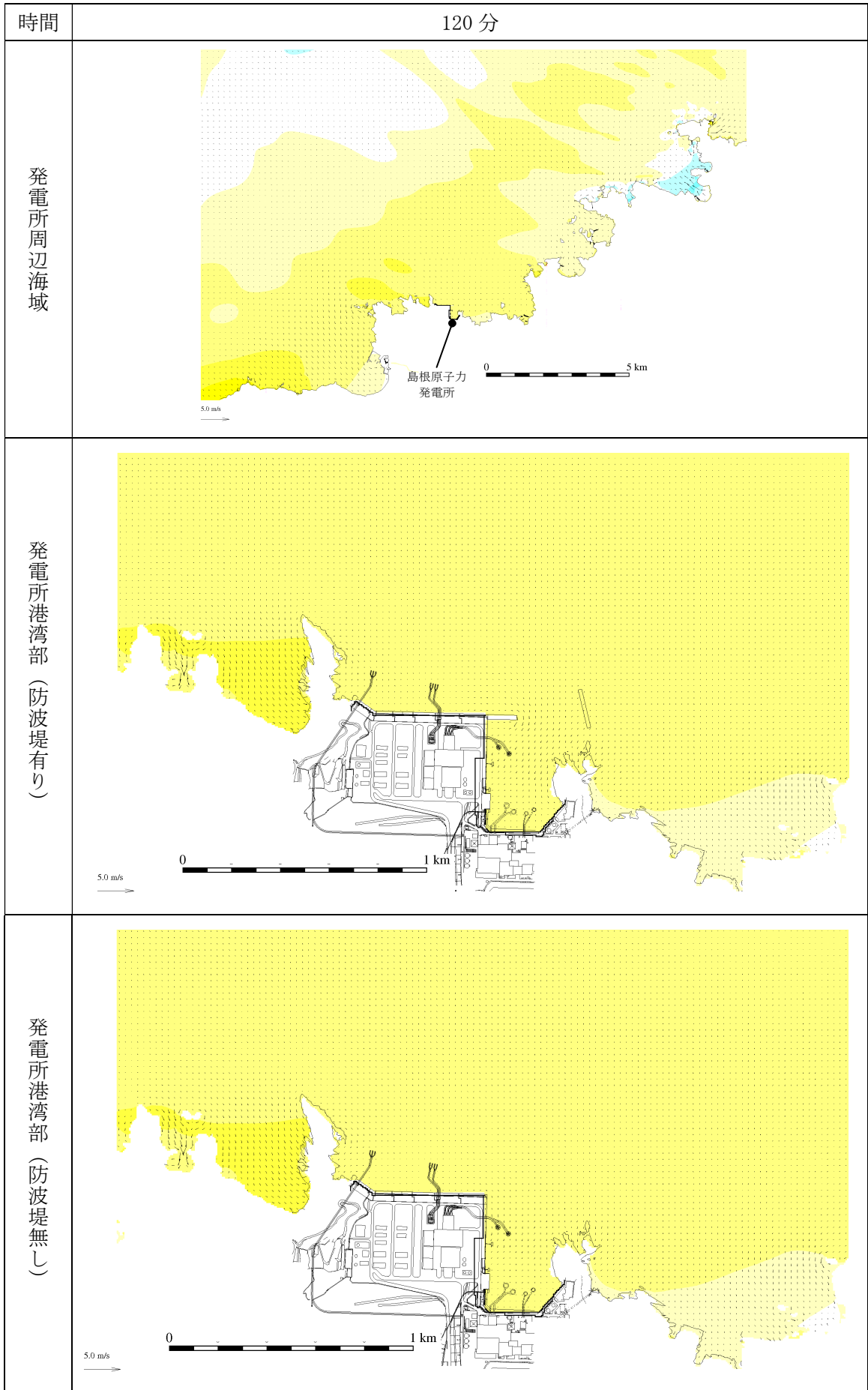
第 2.5-13-1 図(38) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



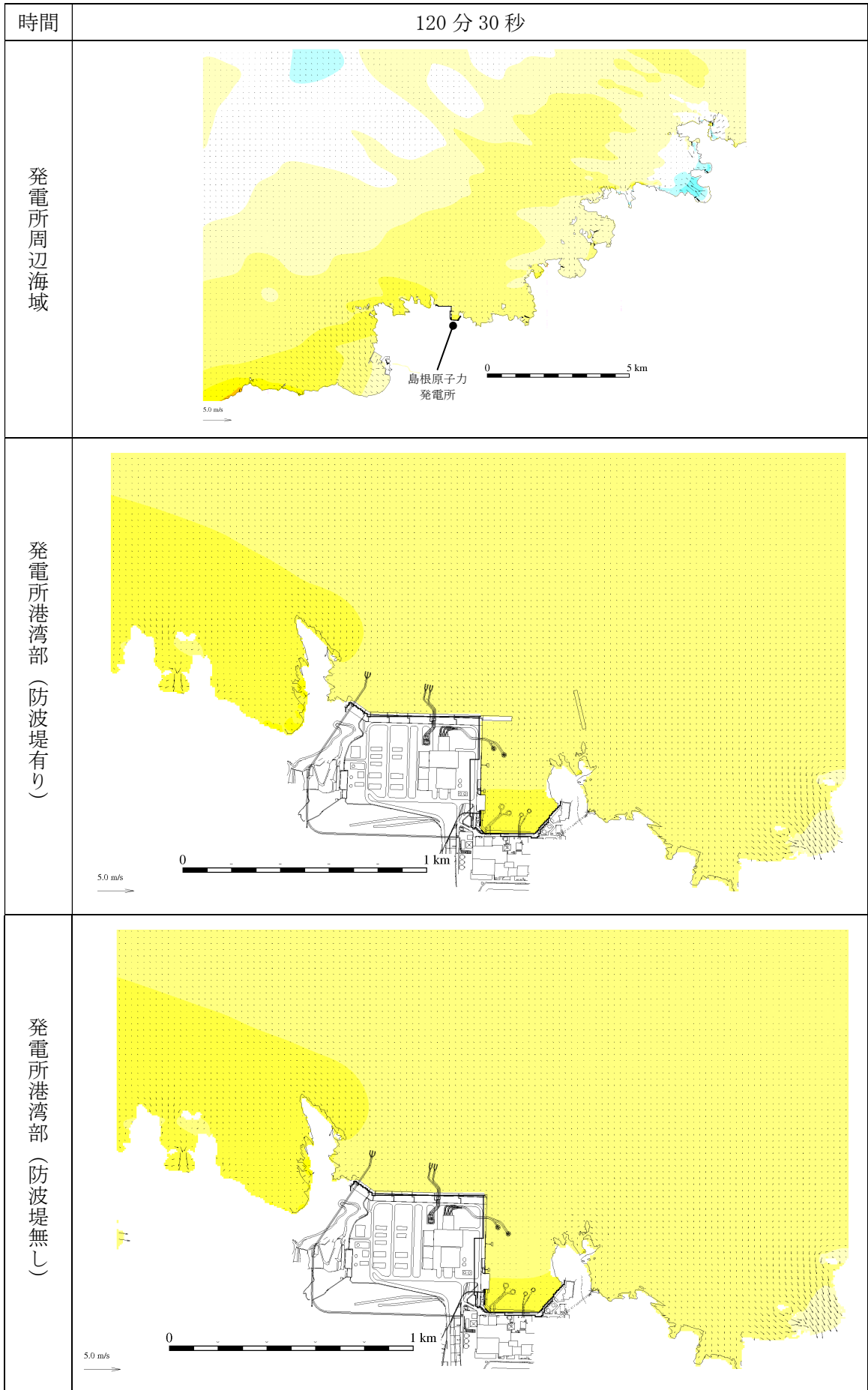
第 2.5-13-1 図 (39) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



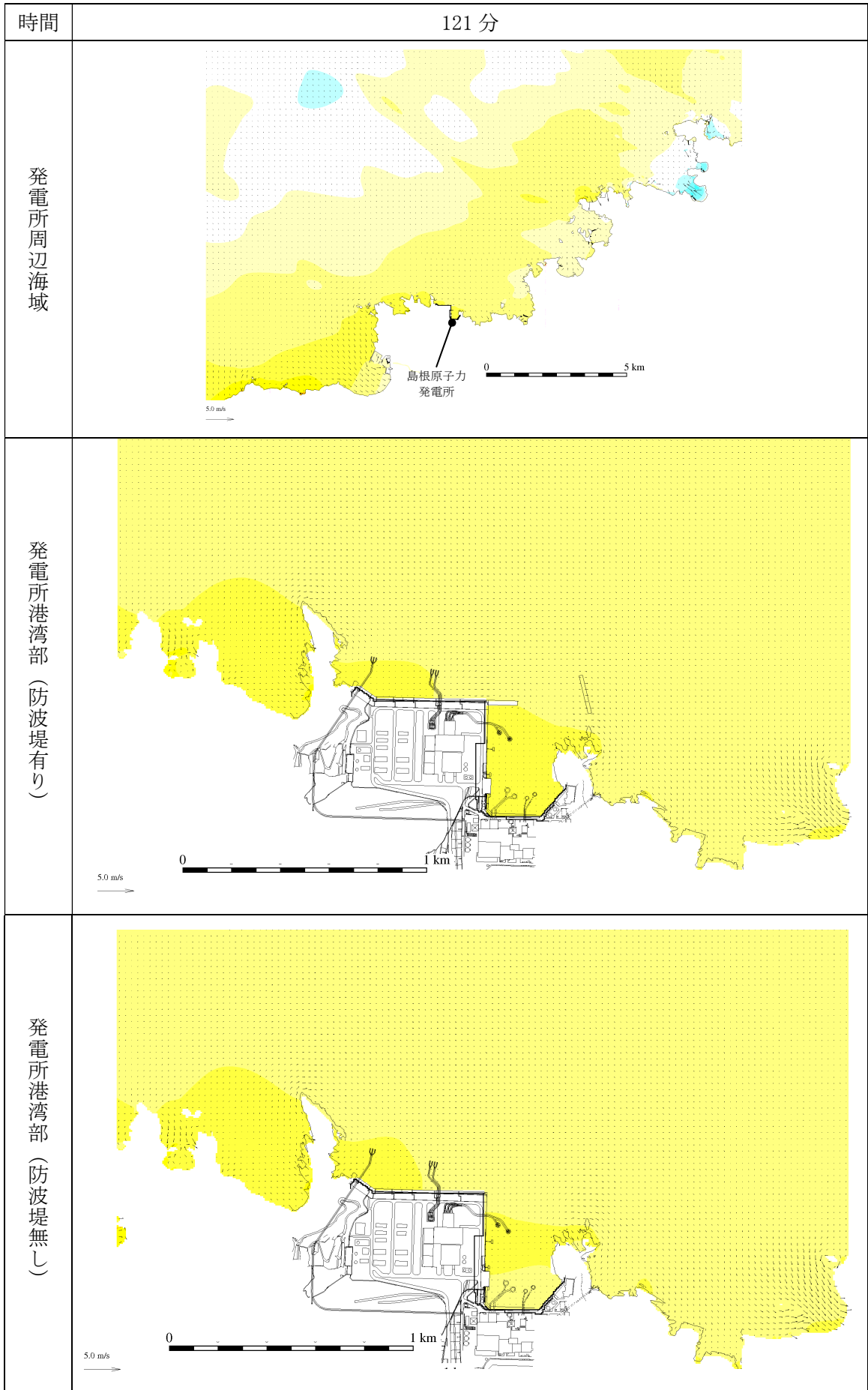
第 2.5-13-1 図(40) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



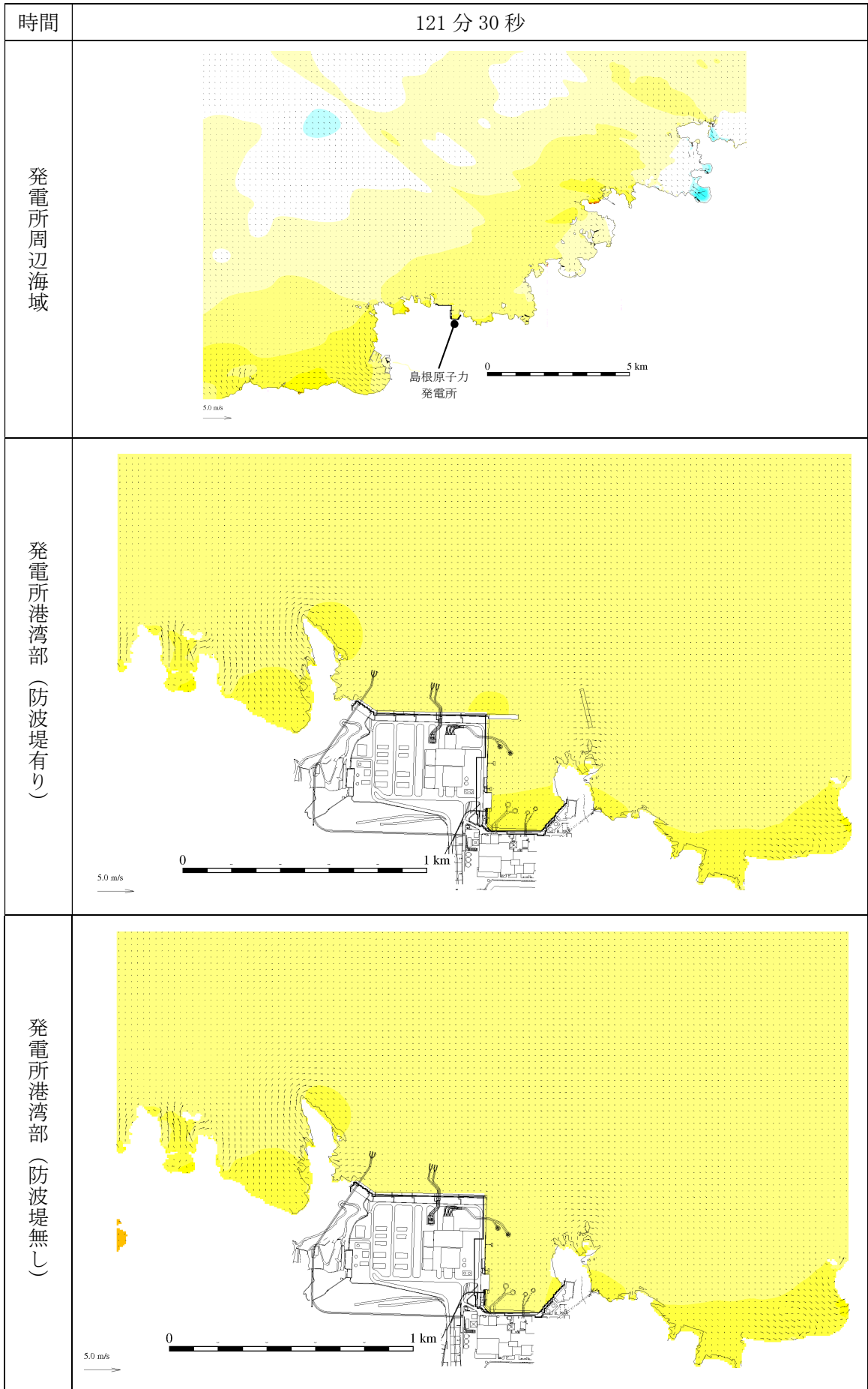
第 2.5-13-1 図(41) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



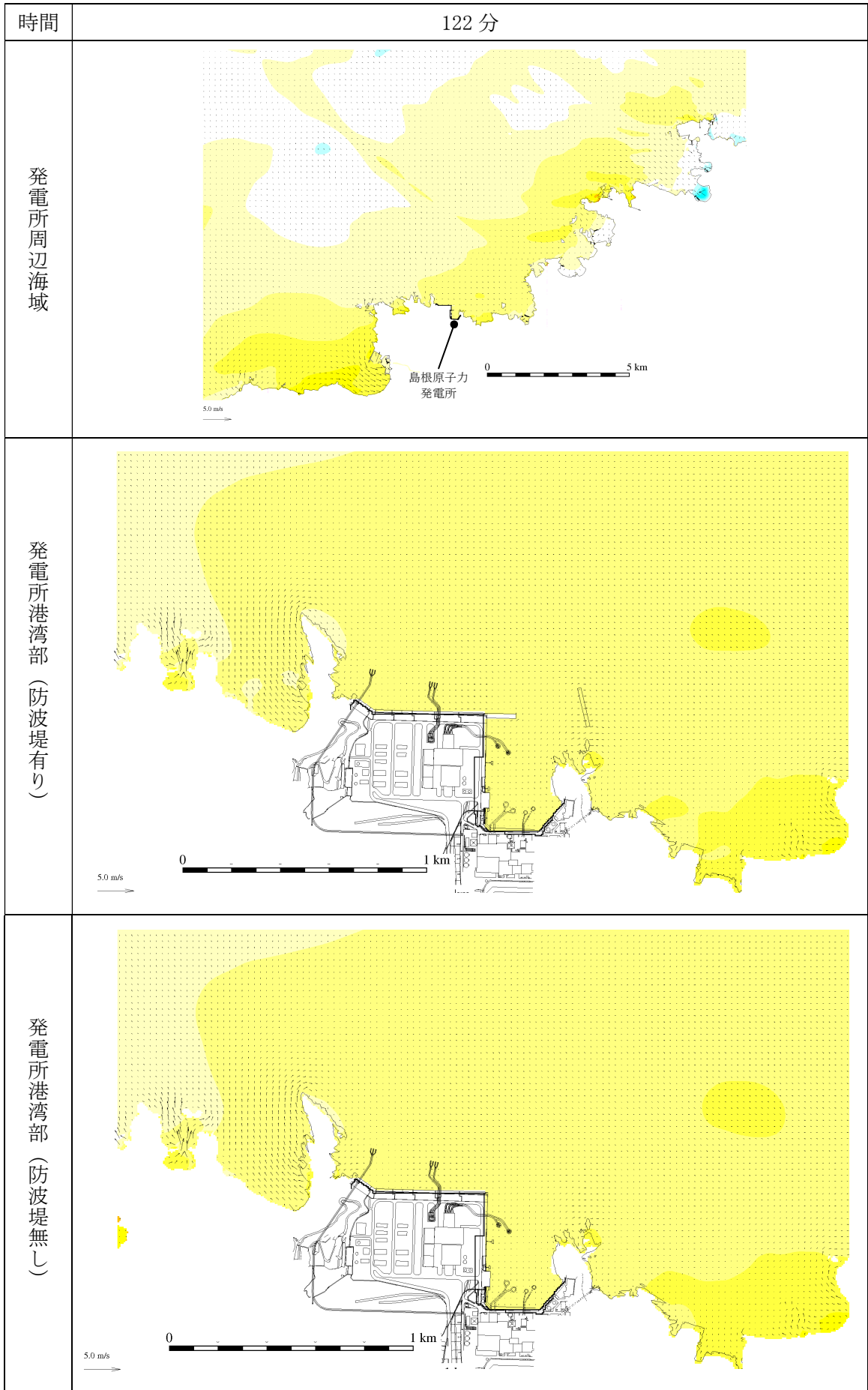
第 2.5-13-1 図(42) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



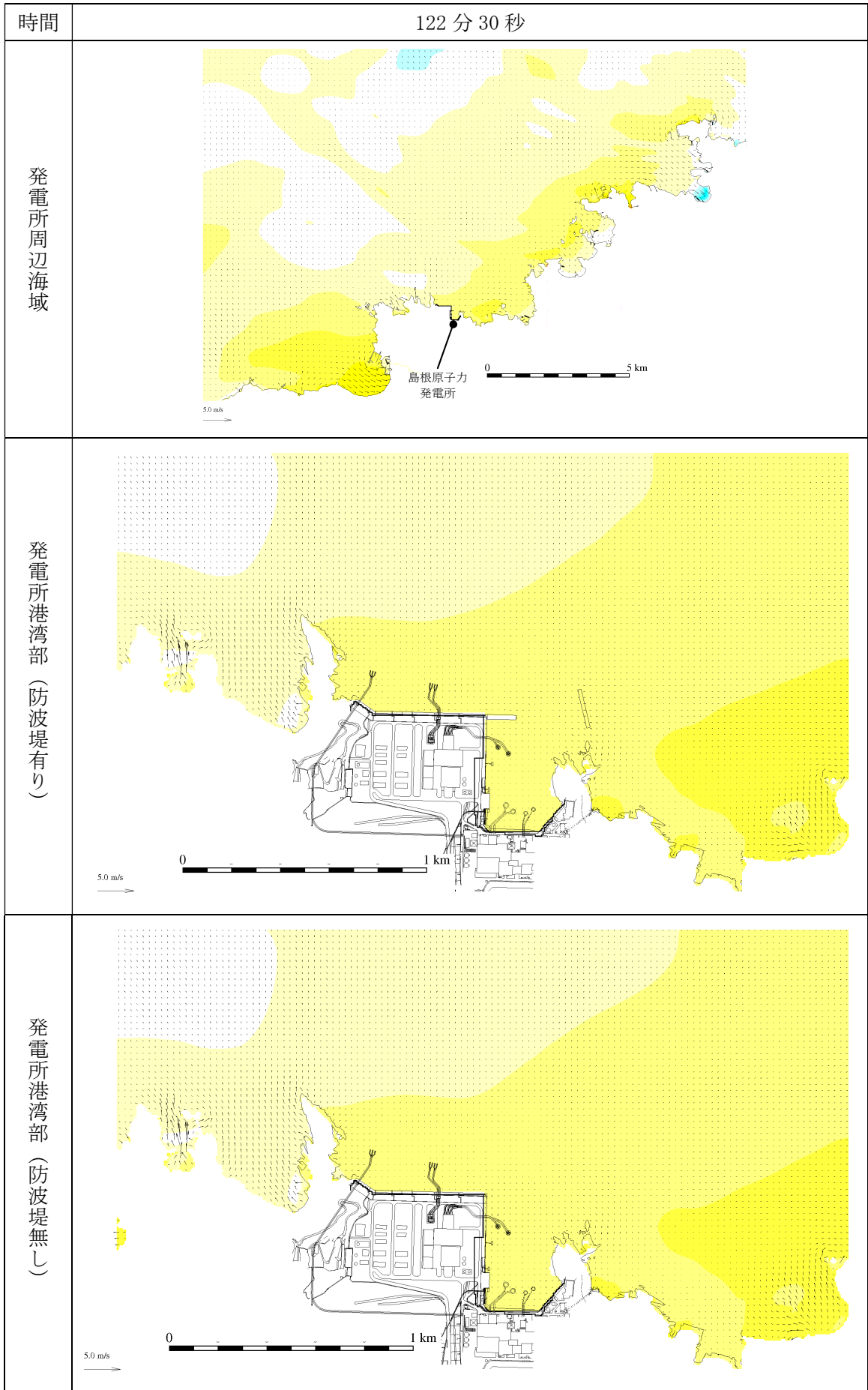
第 2.5-13-1 図(43) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



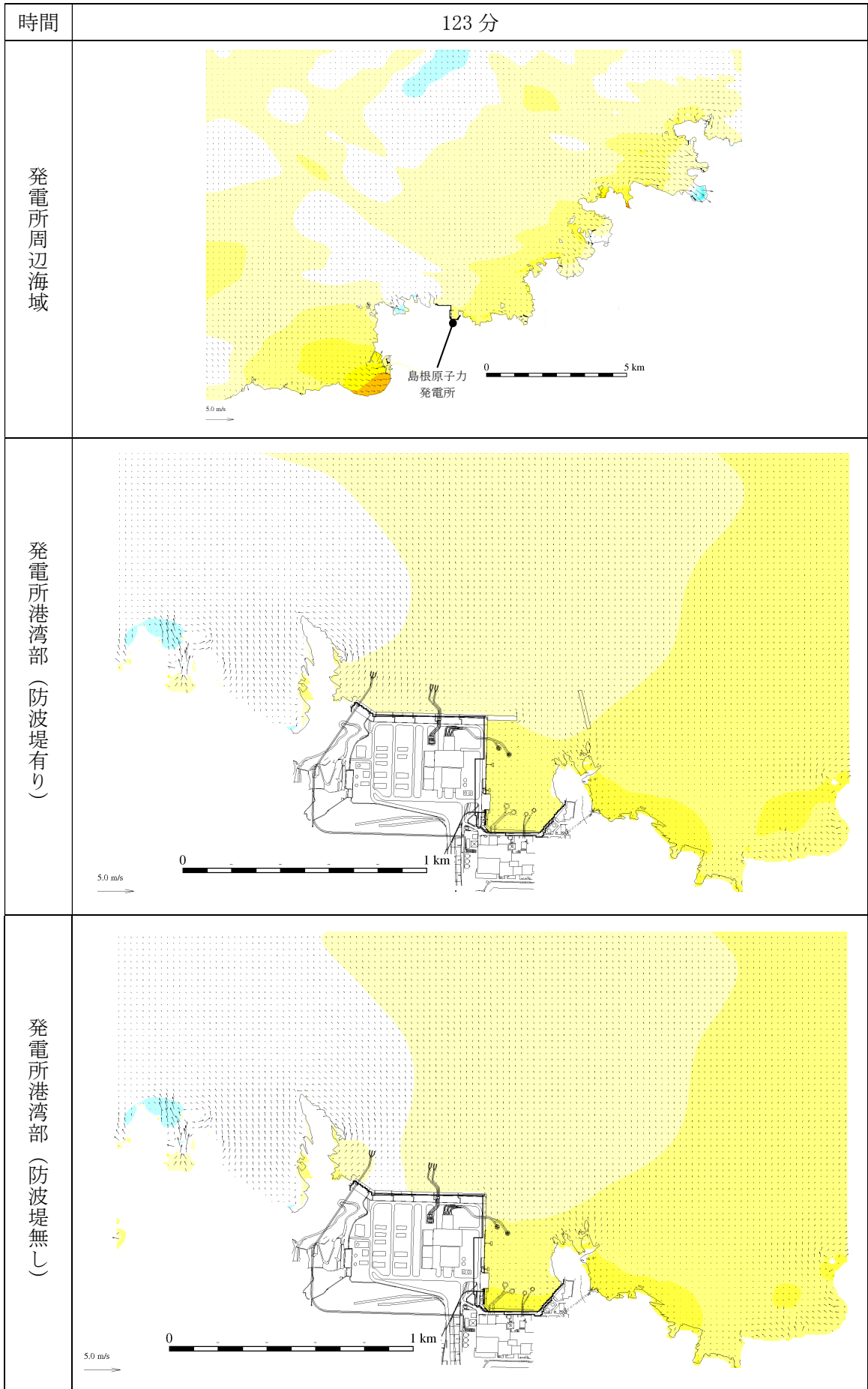
第 2.5-13-1 図(44) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



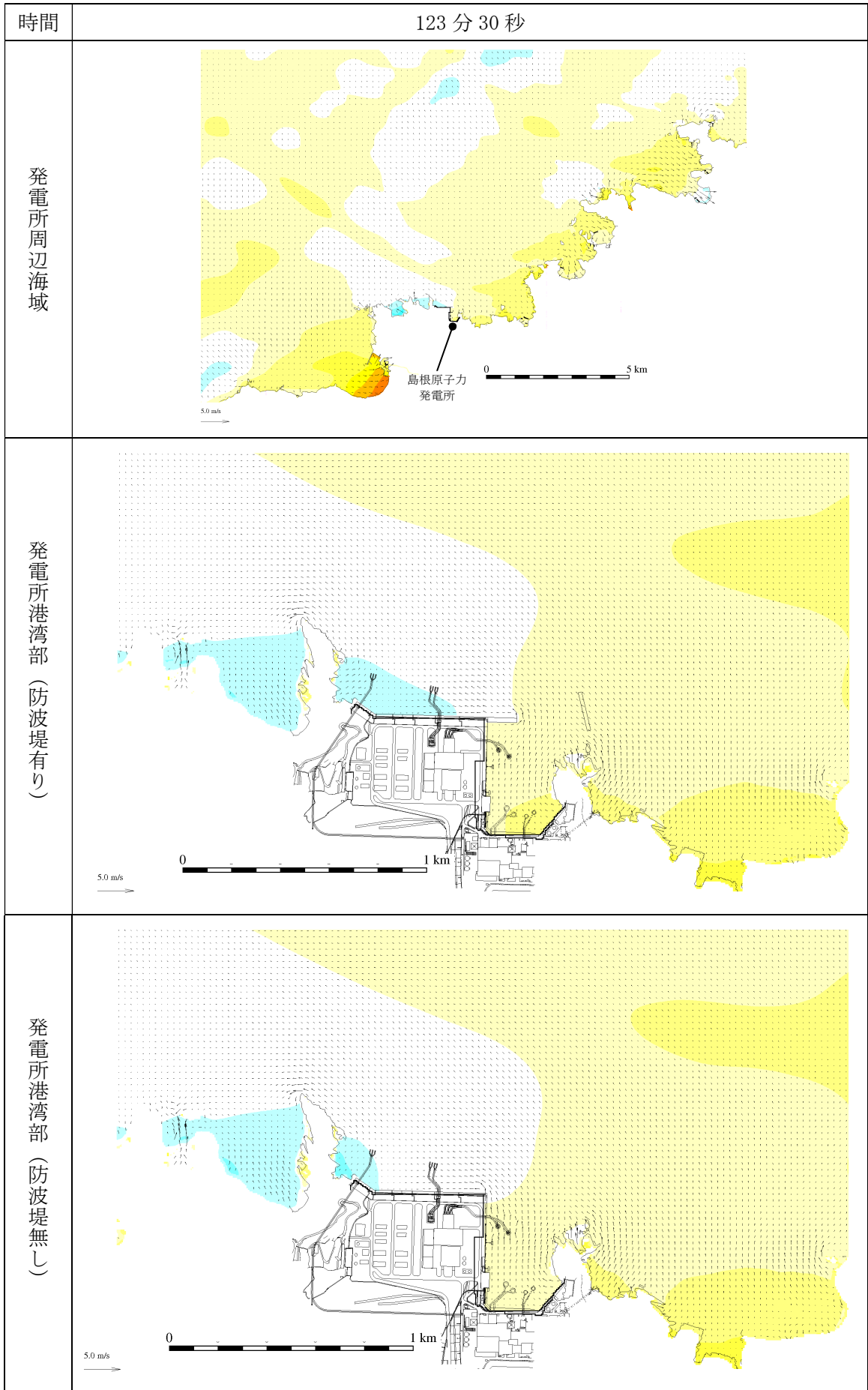
第 2.5-13-1 図(45) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



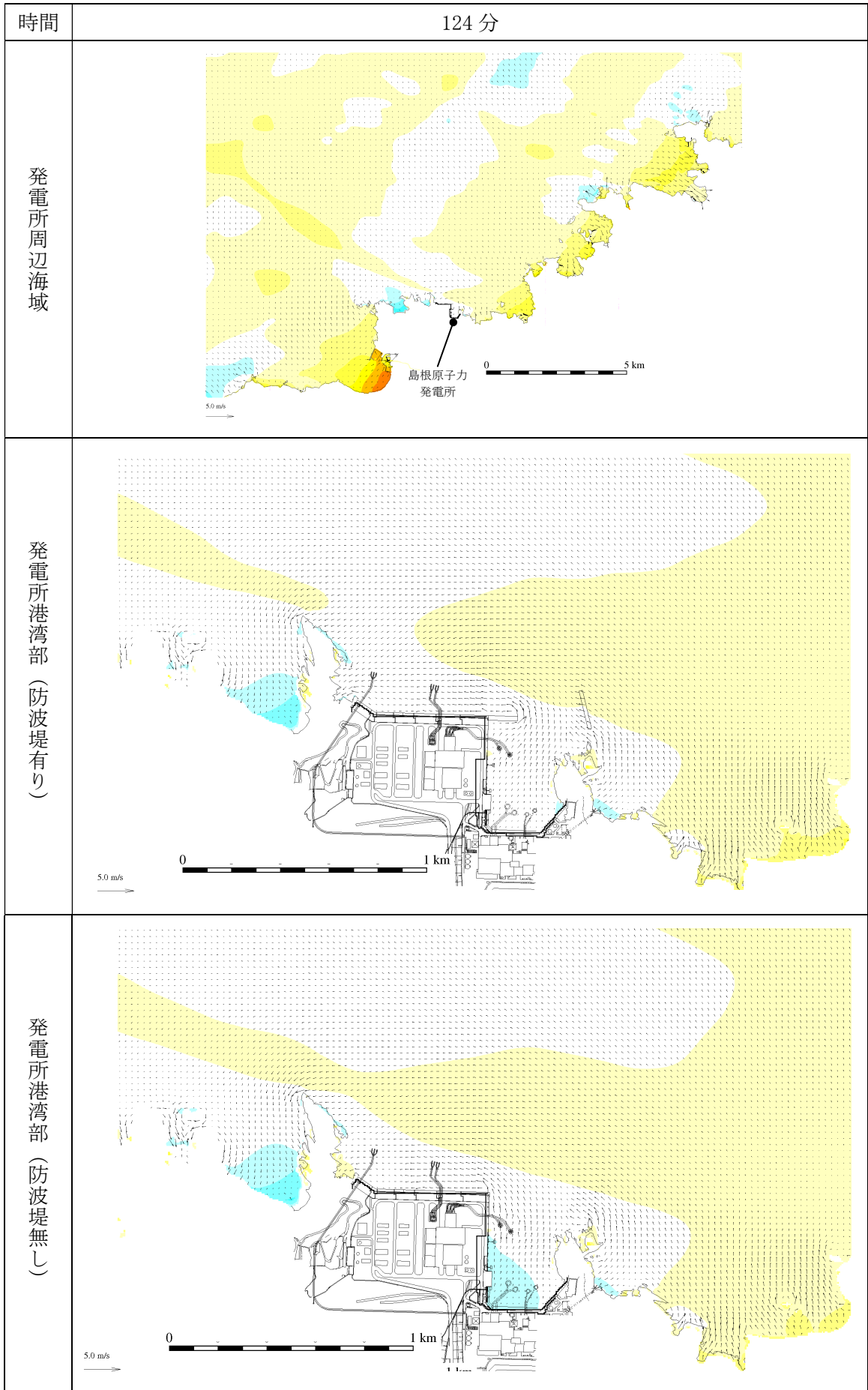
第 2. 5-13-1 図(46) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



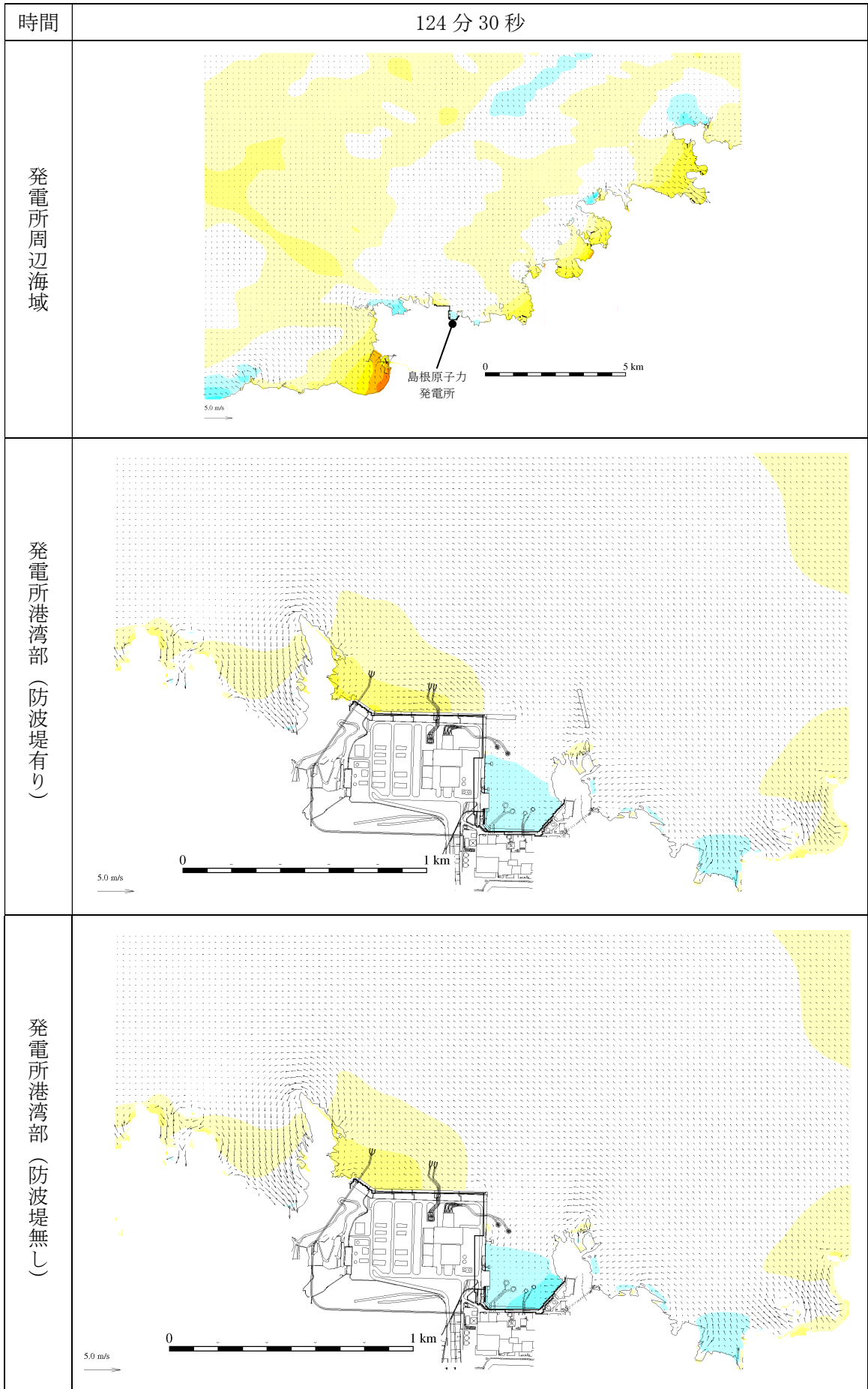
第 2.5-13-1 図(47) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



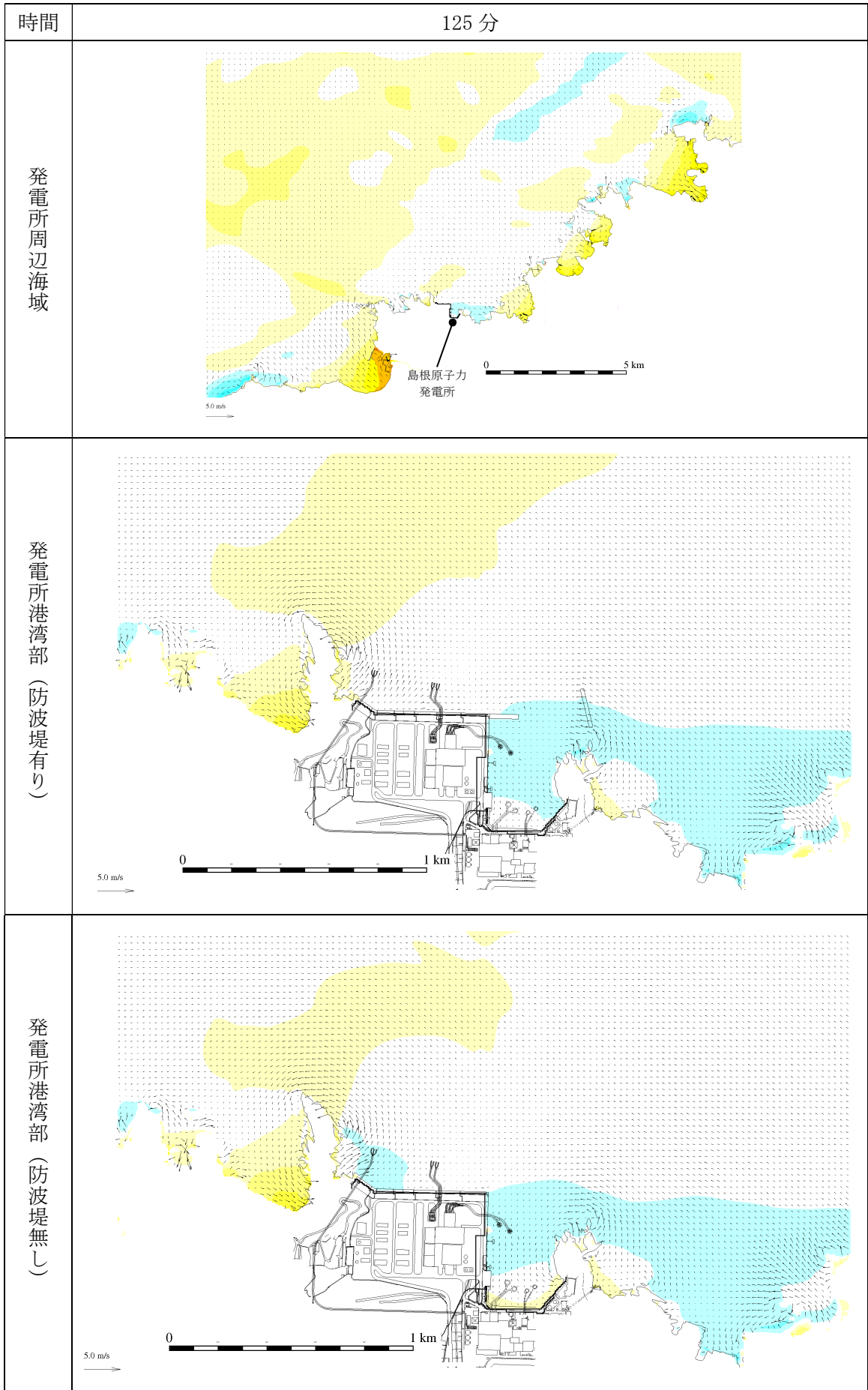
第 2.5-13-1 図(48) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



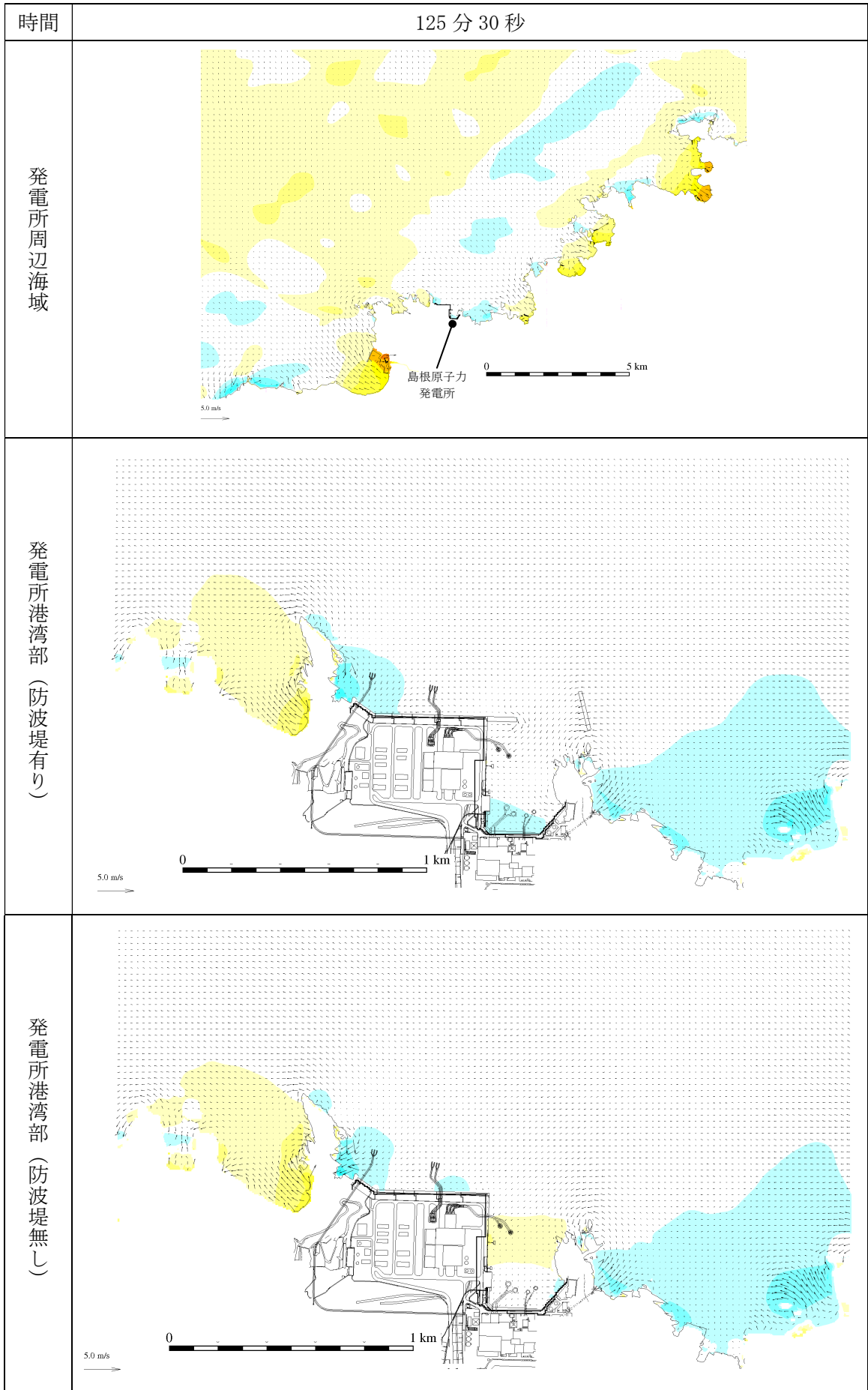
第 2.5-13-1 図(49) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



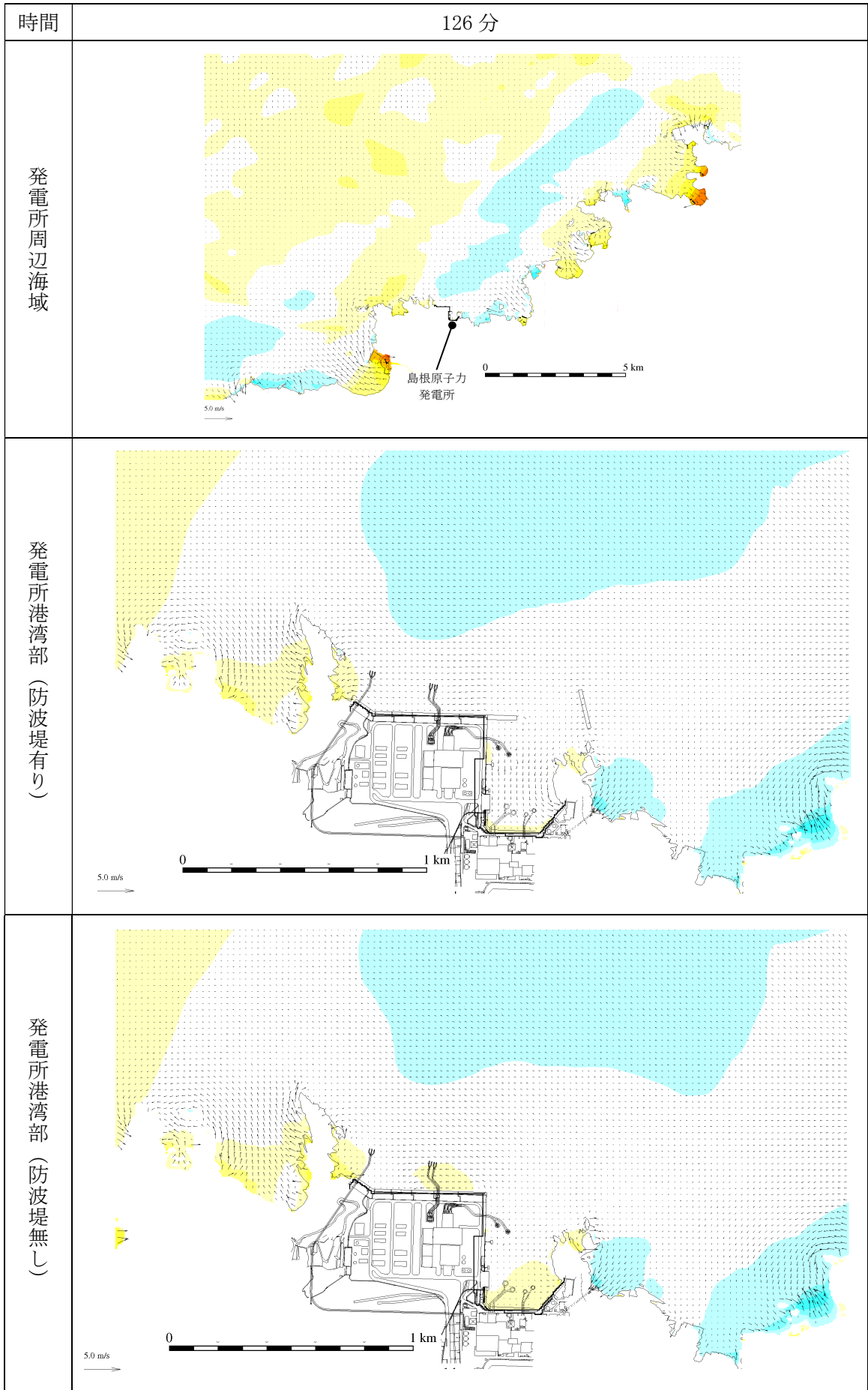
第 2.5-13-1 図(50) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



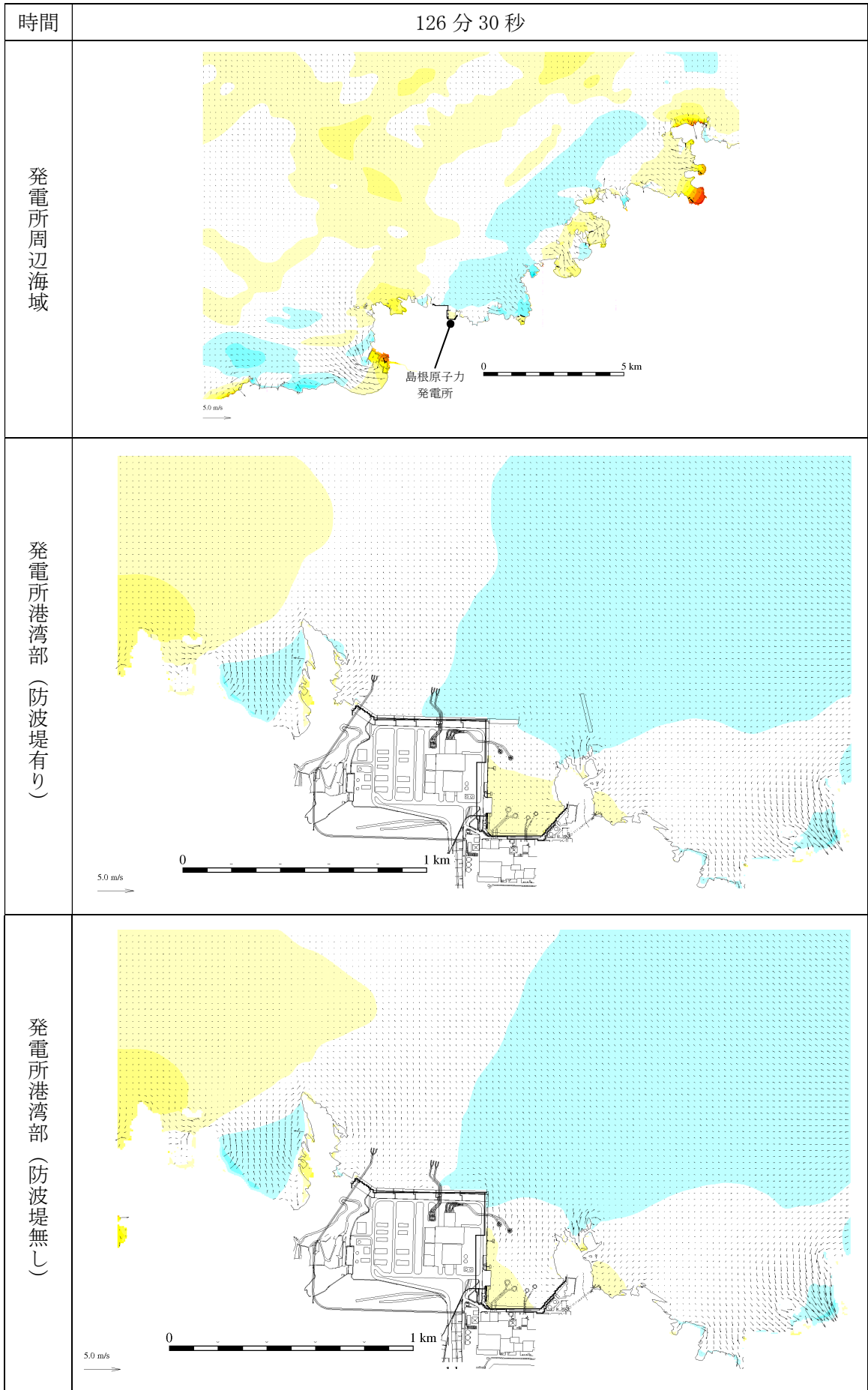
第 2.5-13-1 図(51) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



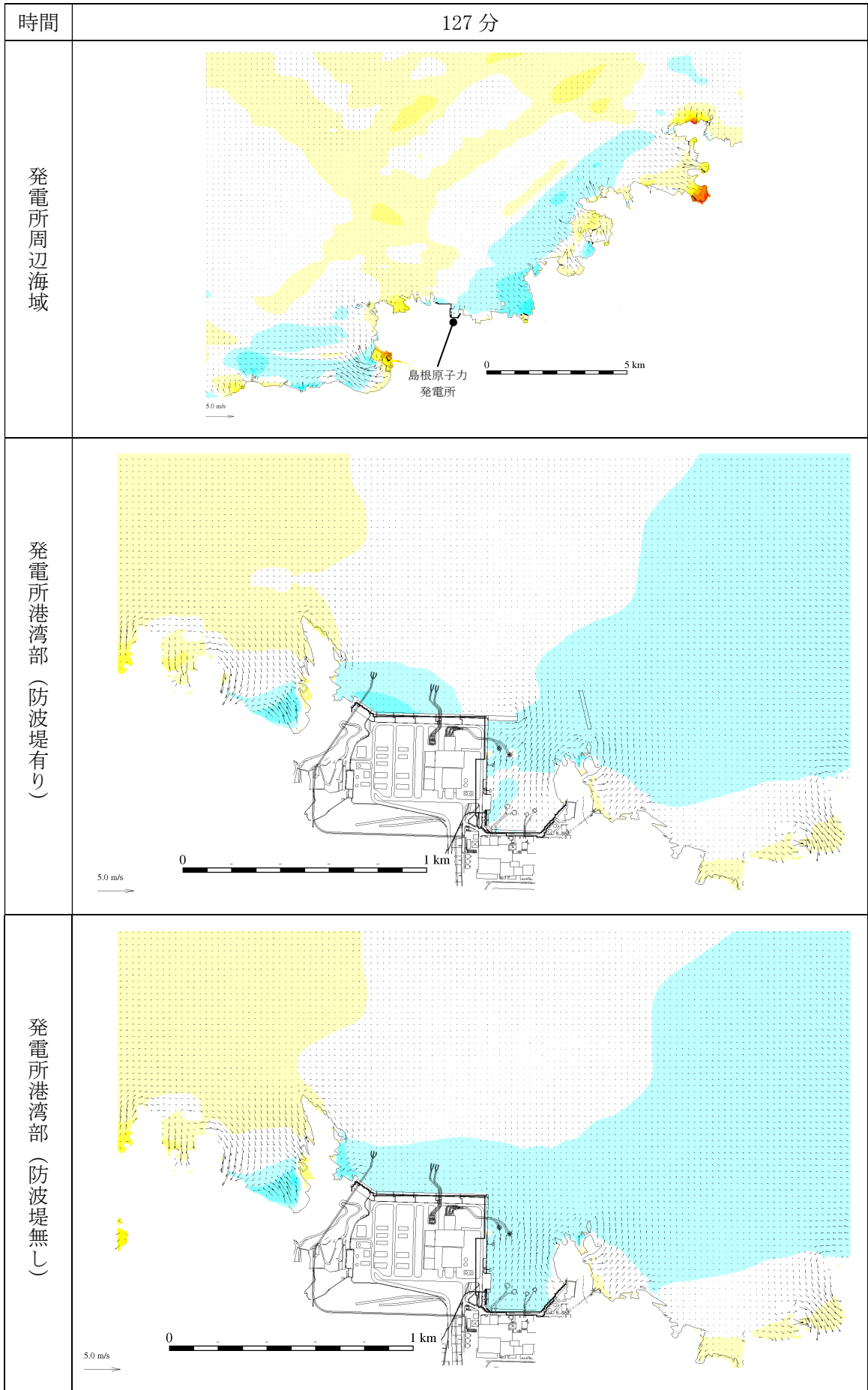
第 2.5-13-1 図 (52) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



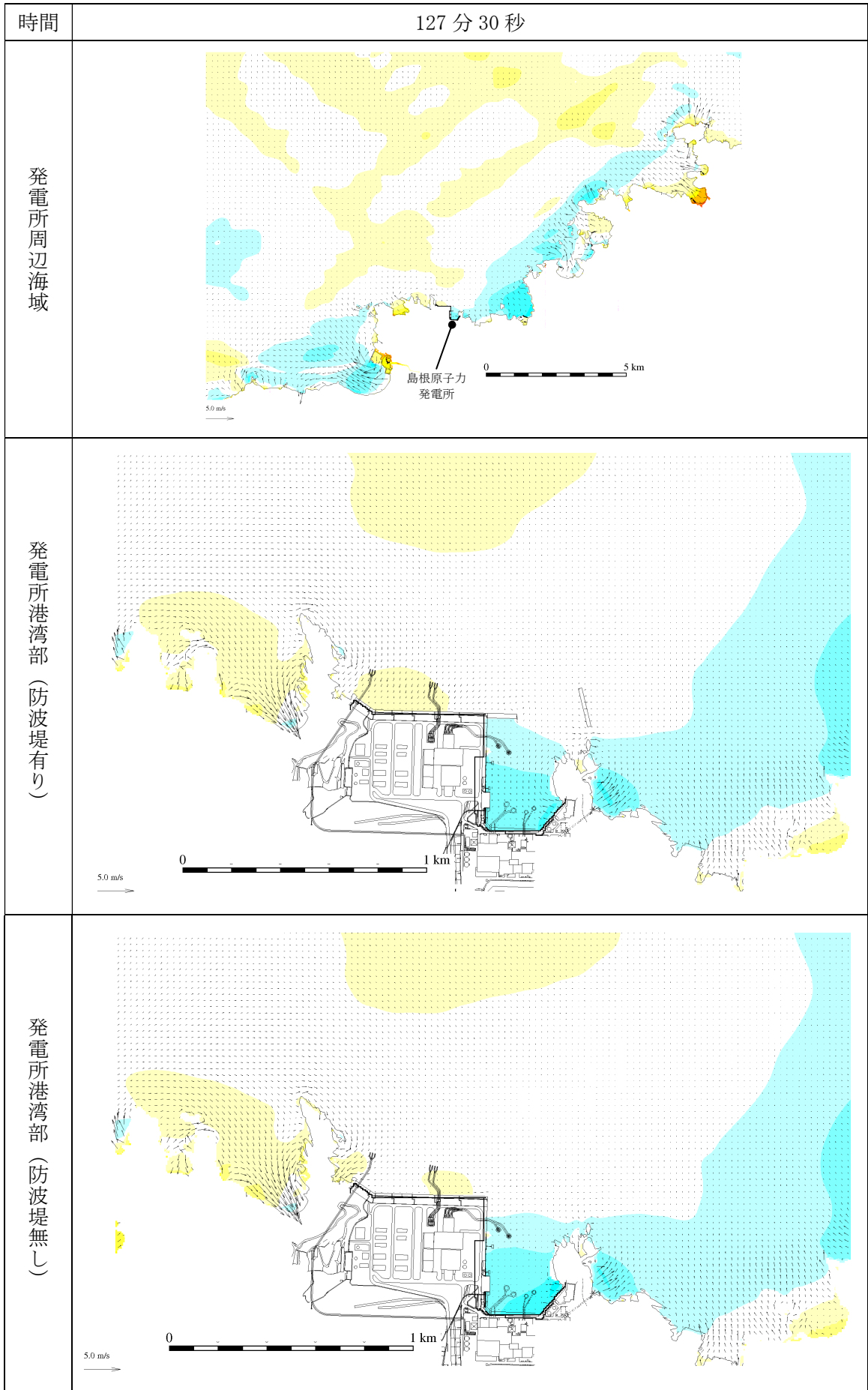
第 2.5-13-1 図 (53) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



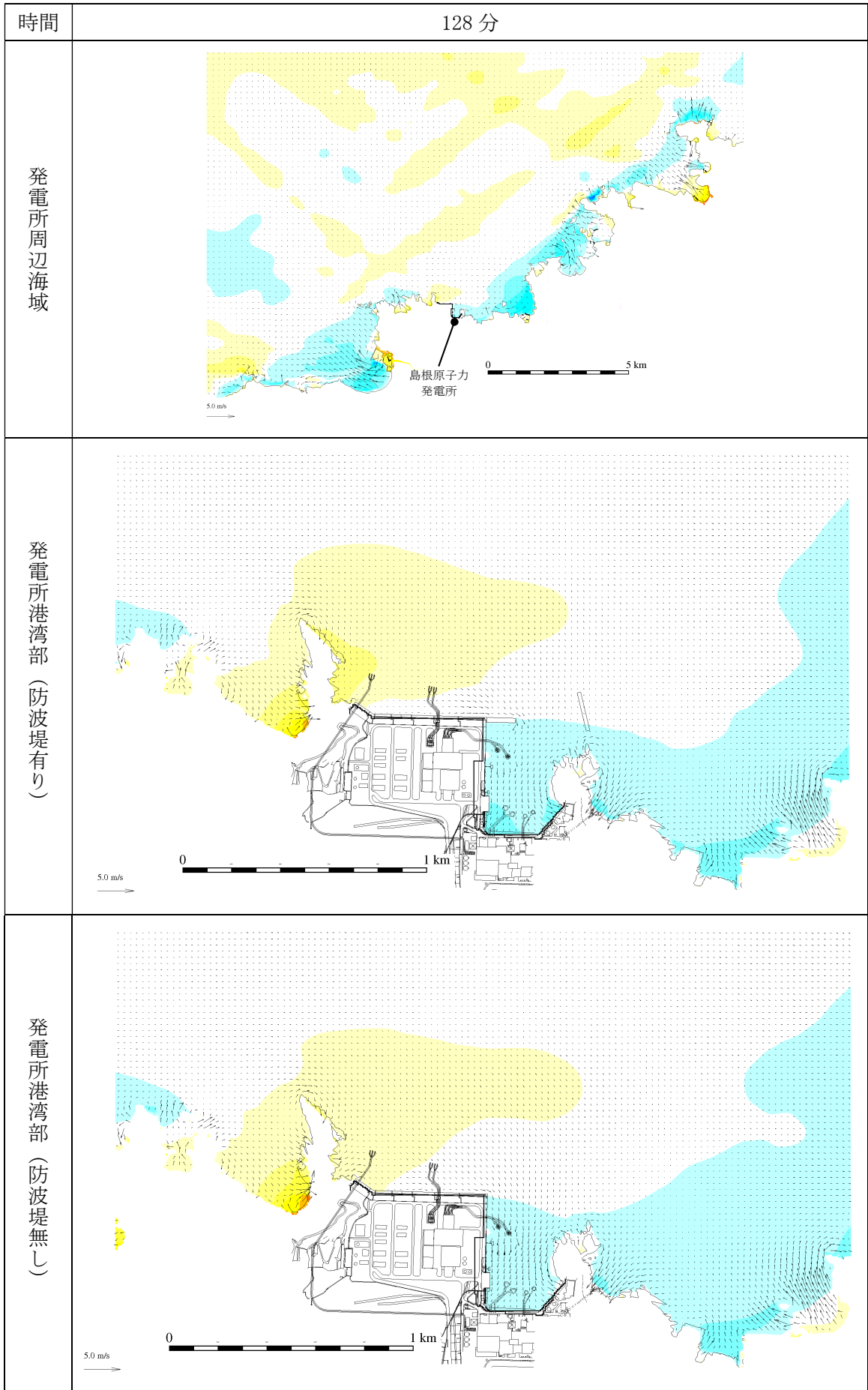
第 2.5-13-1 図 (54) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



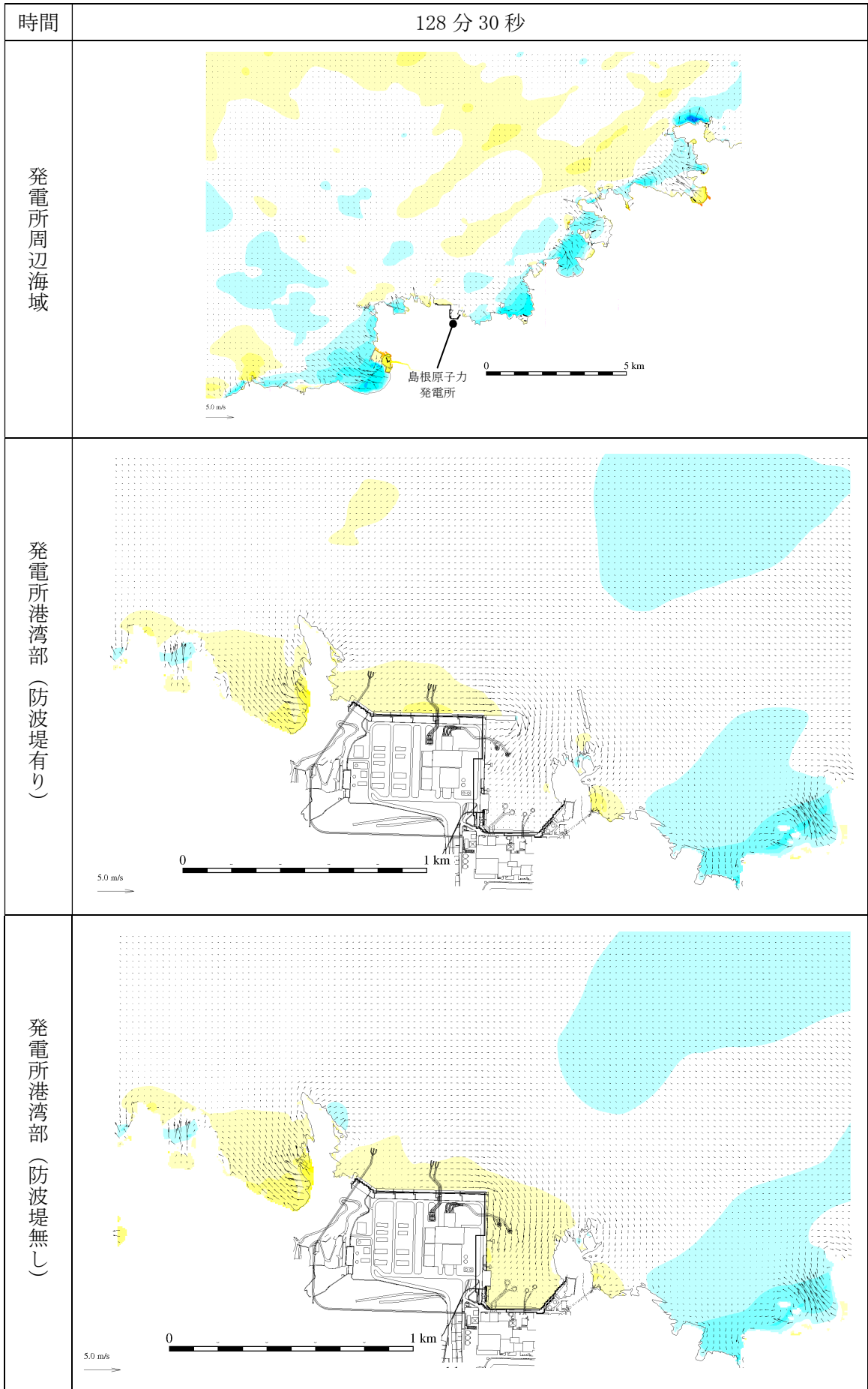
第 2.5-13-1 図 (55) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



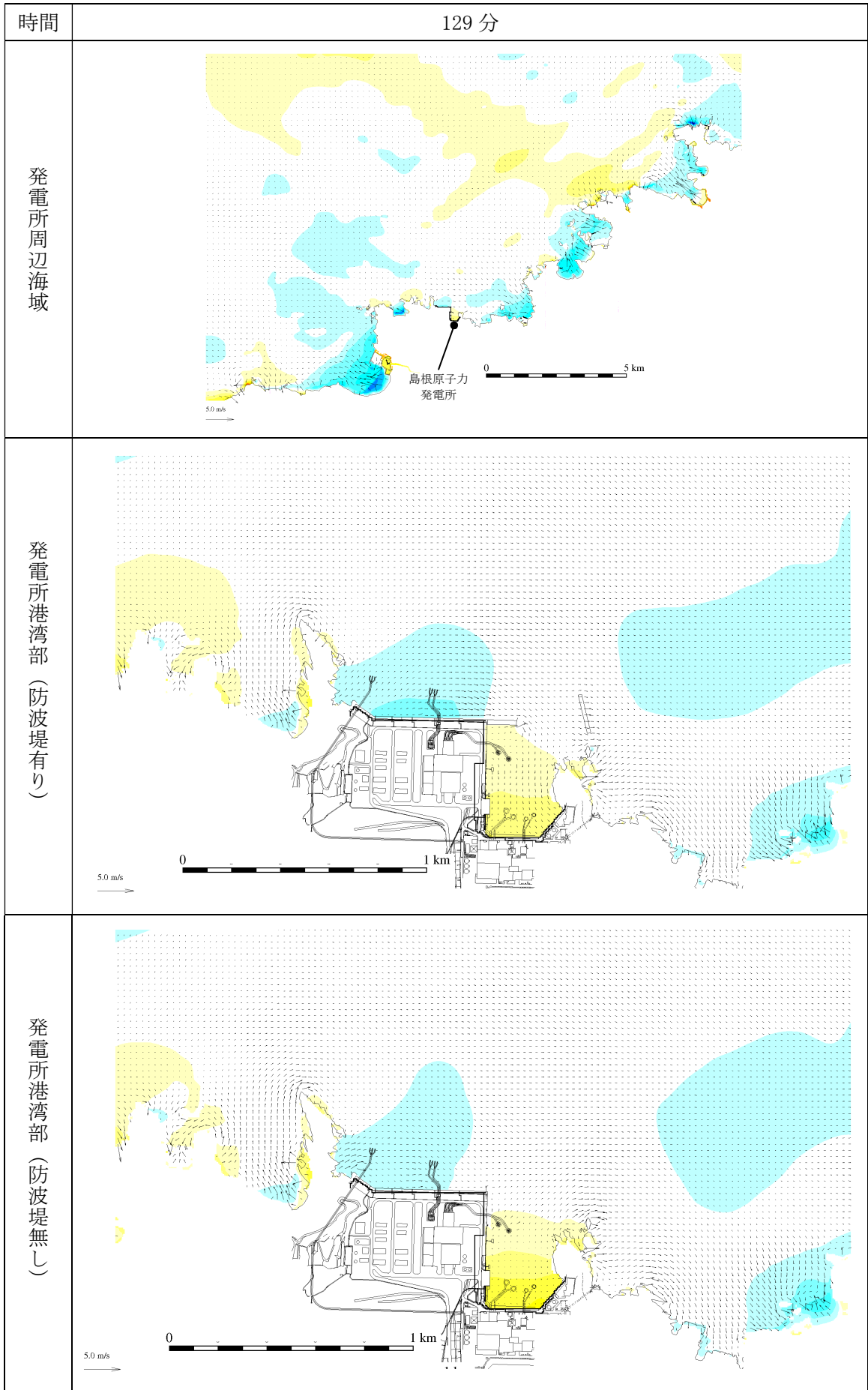
第 2.5-13-1 図(56) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



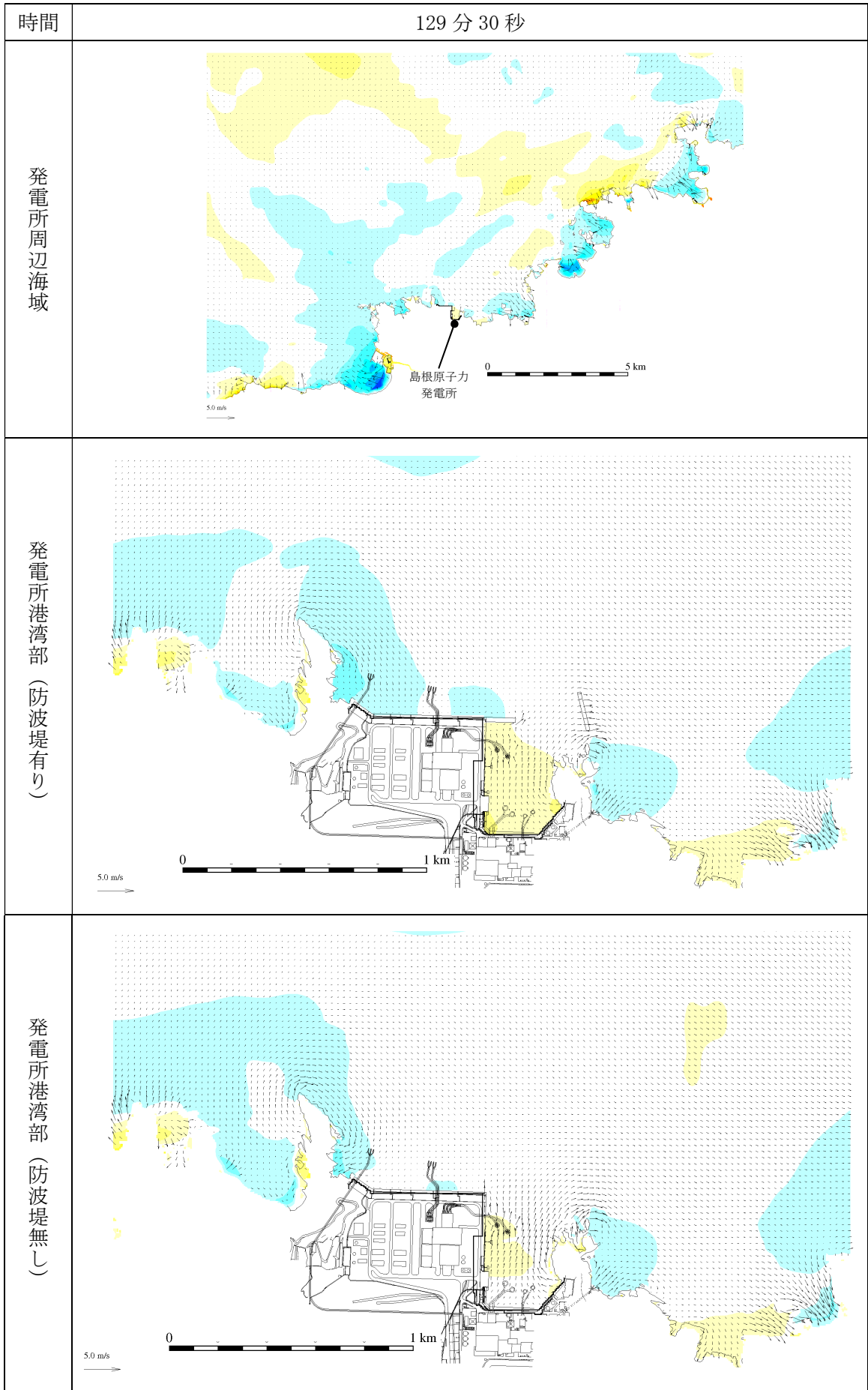
第 2.5-13-1 図 (57) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



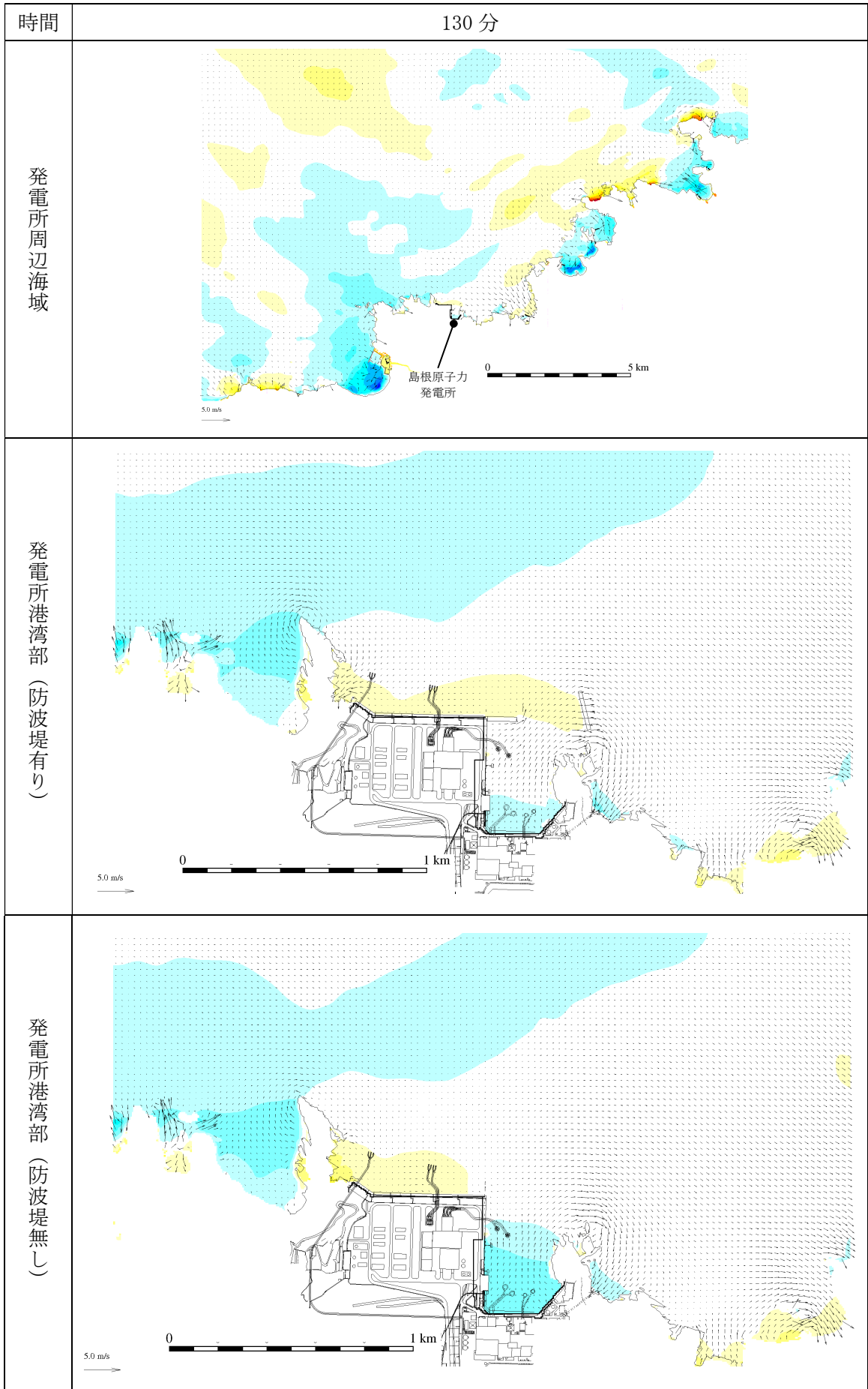
第 2.5-13-1 図 (58) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



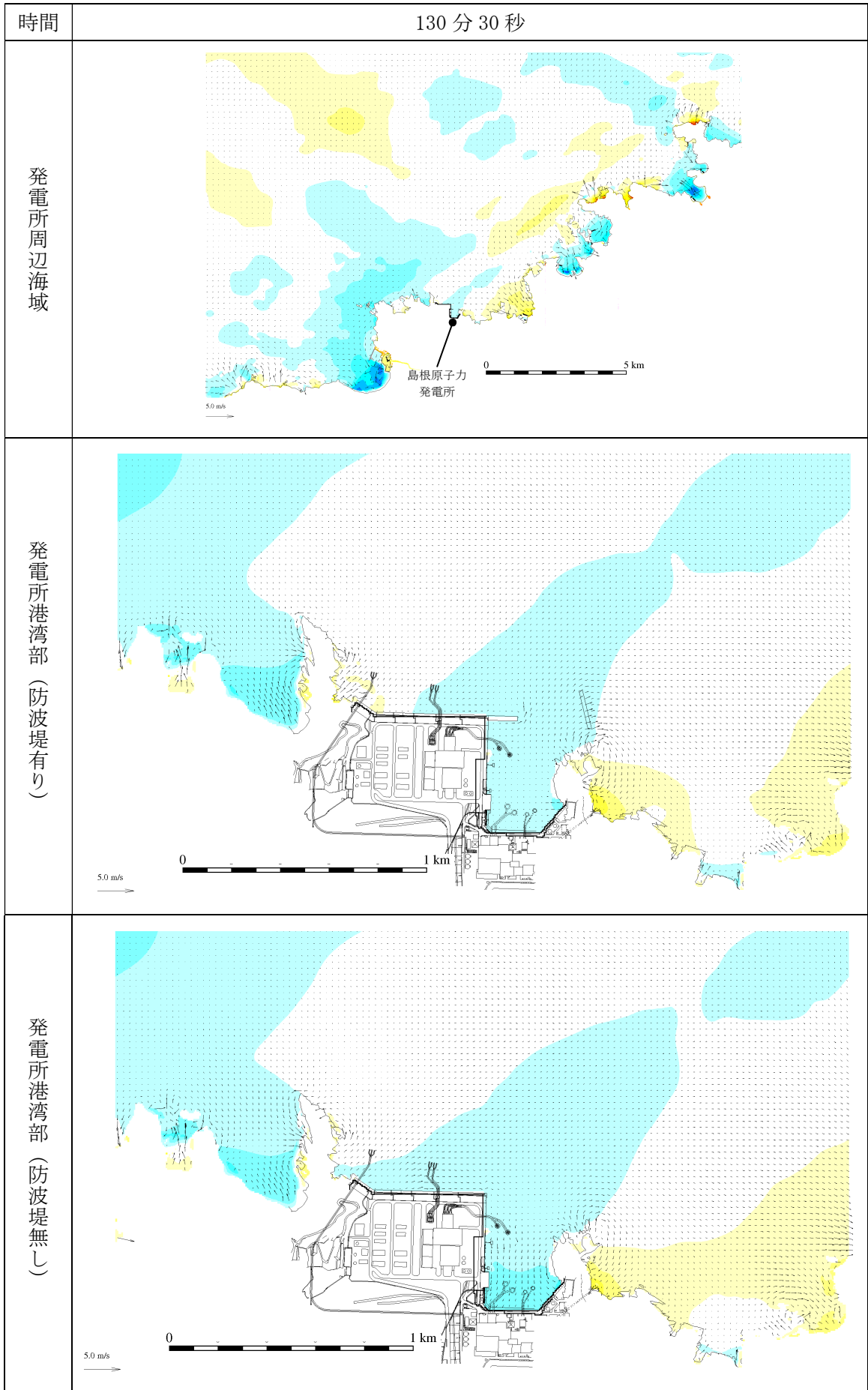
第 2.5-13-1 図 (59) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



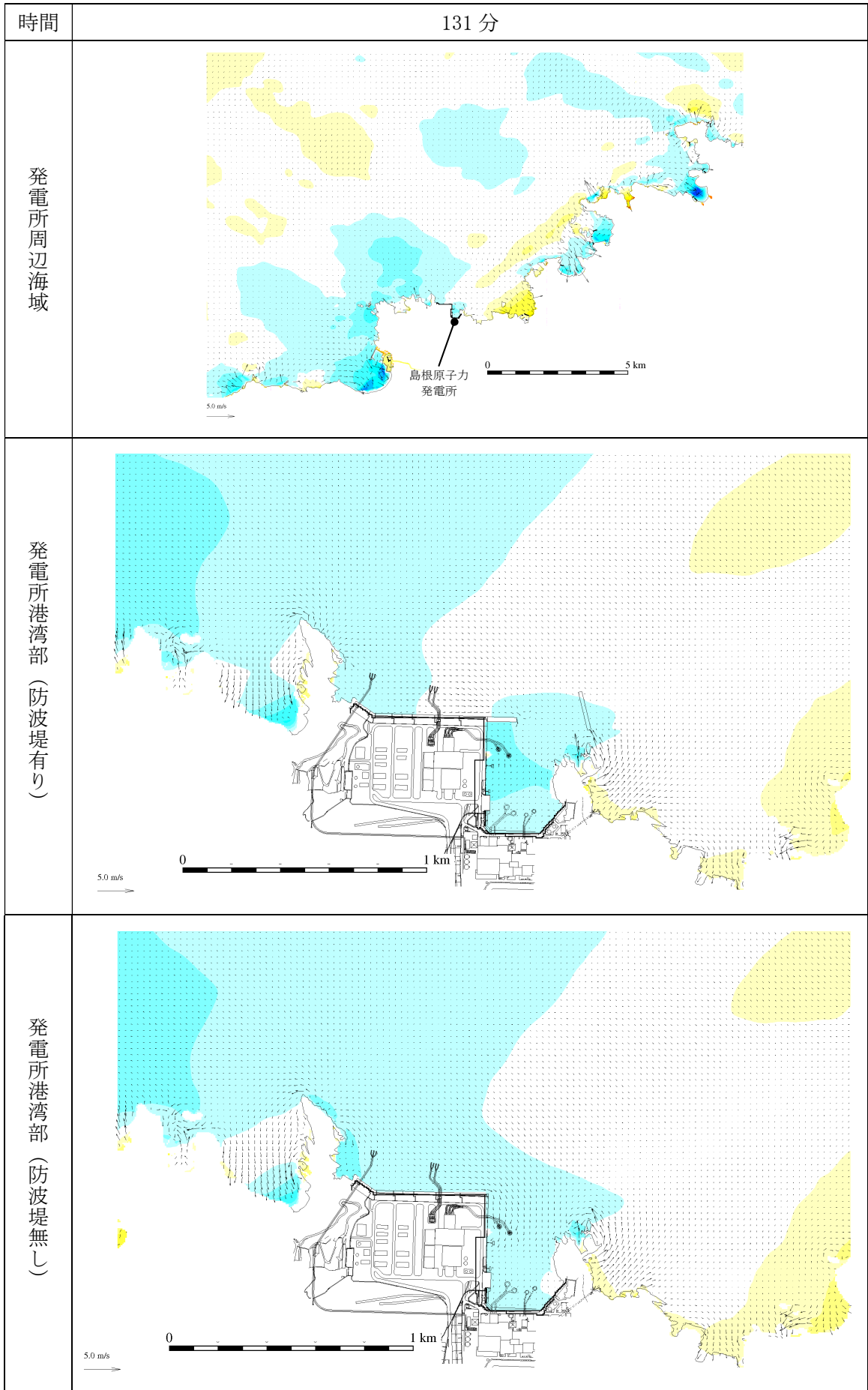
第 2.5-13-1 図(60) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



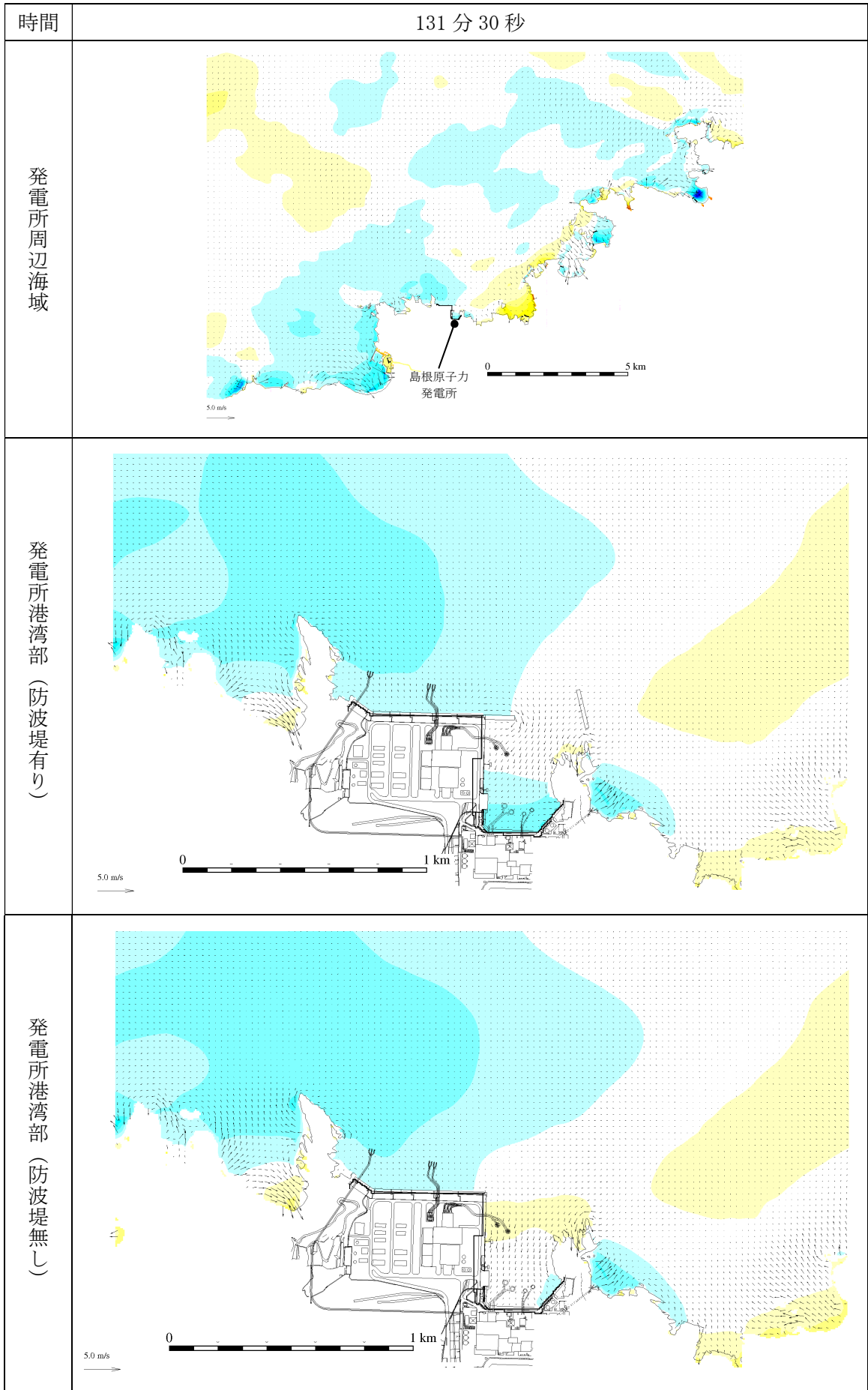
第 2.5-13-1 図(61) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



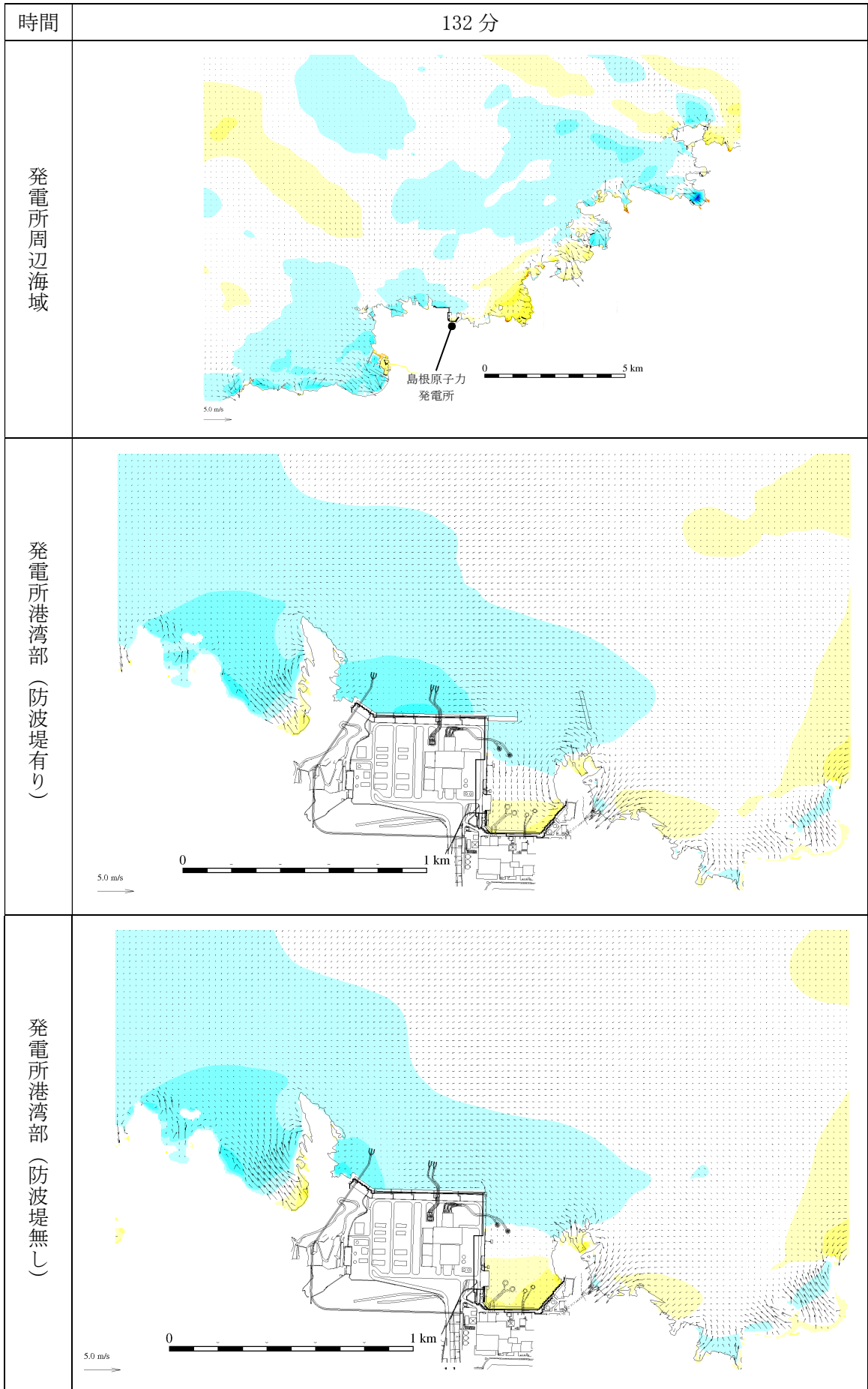
第 2.5-13-1 図 (62) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



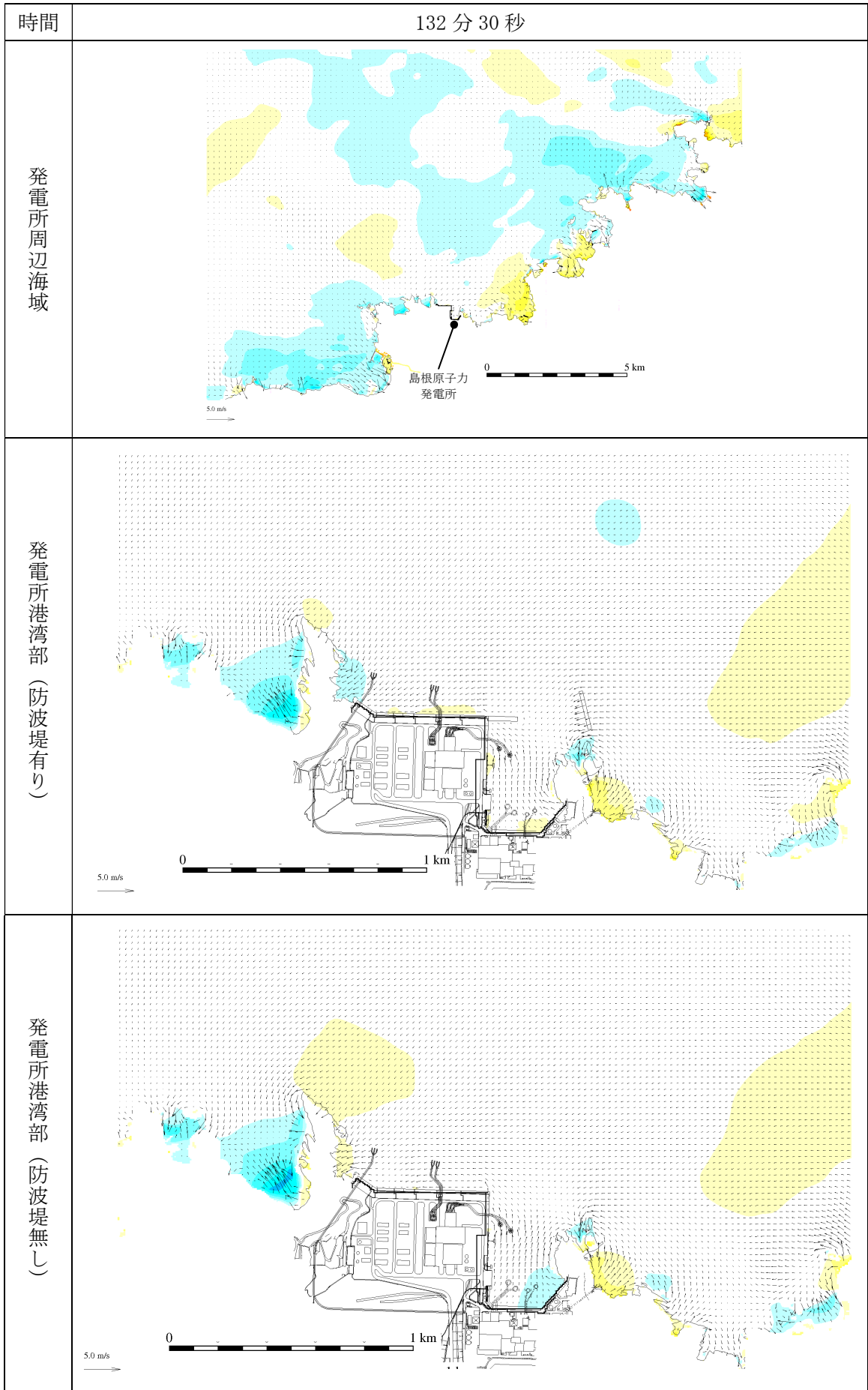
第 2.5-13-1 図(63) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



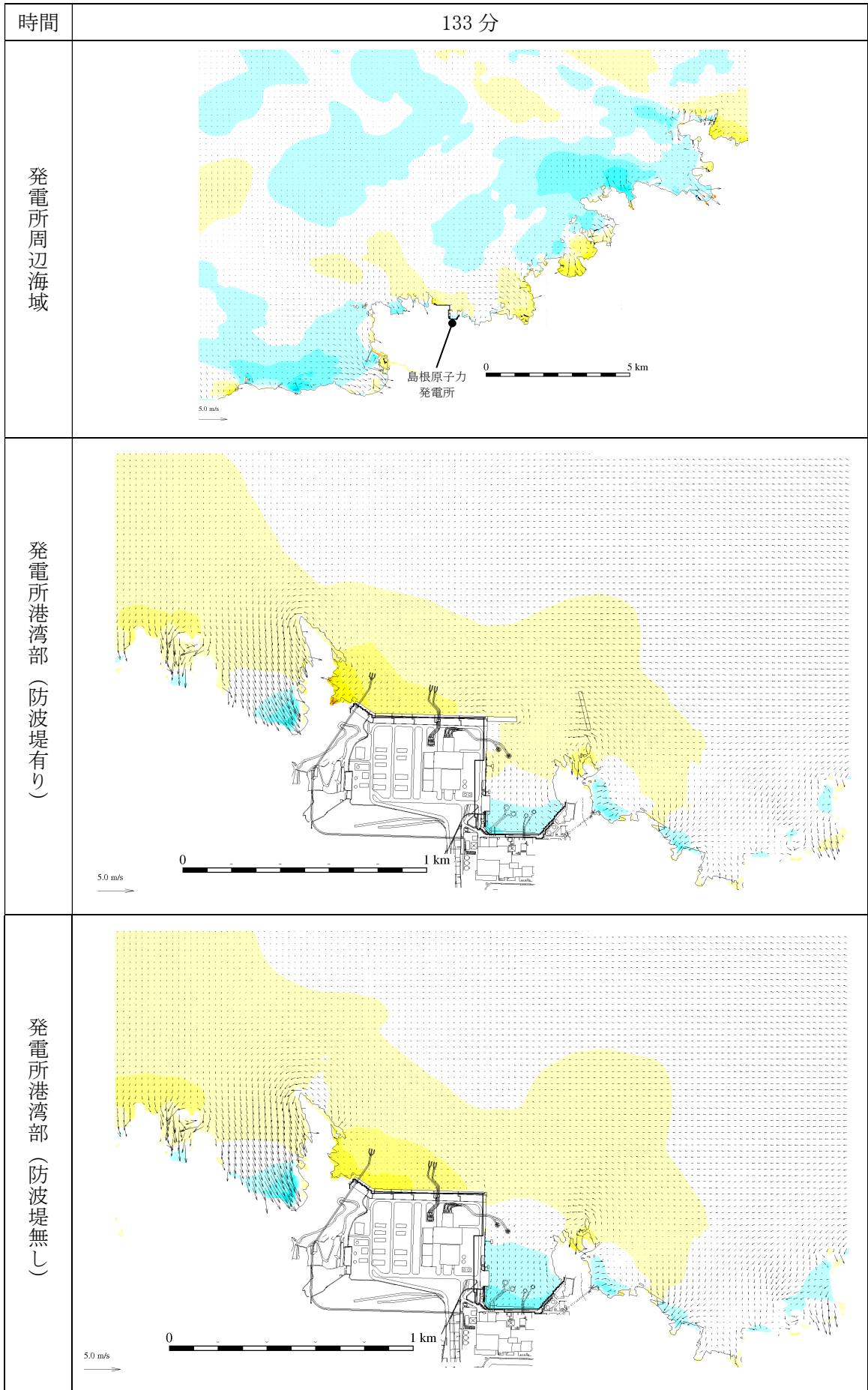
第 2.5-13-1 図 (64) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



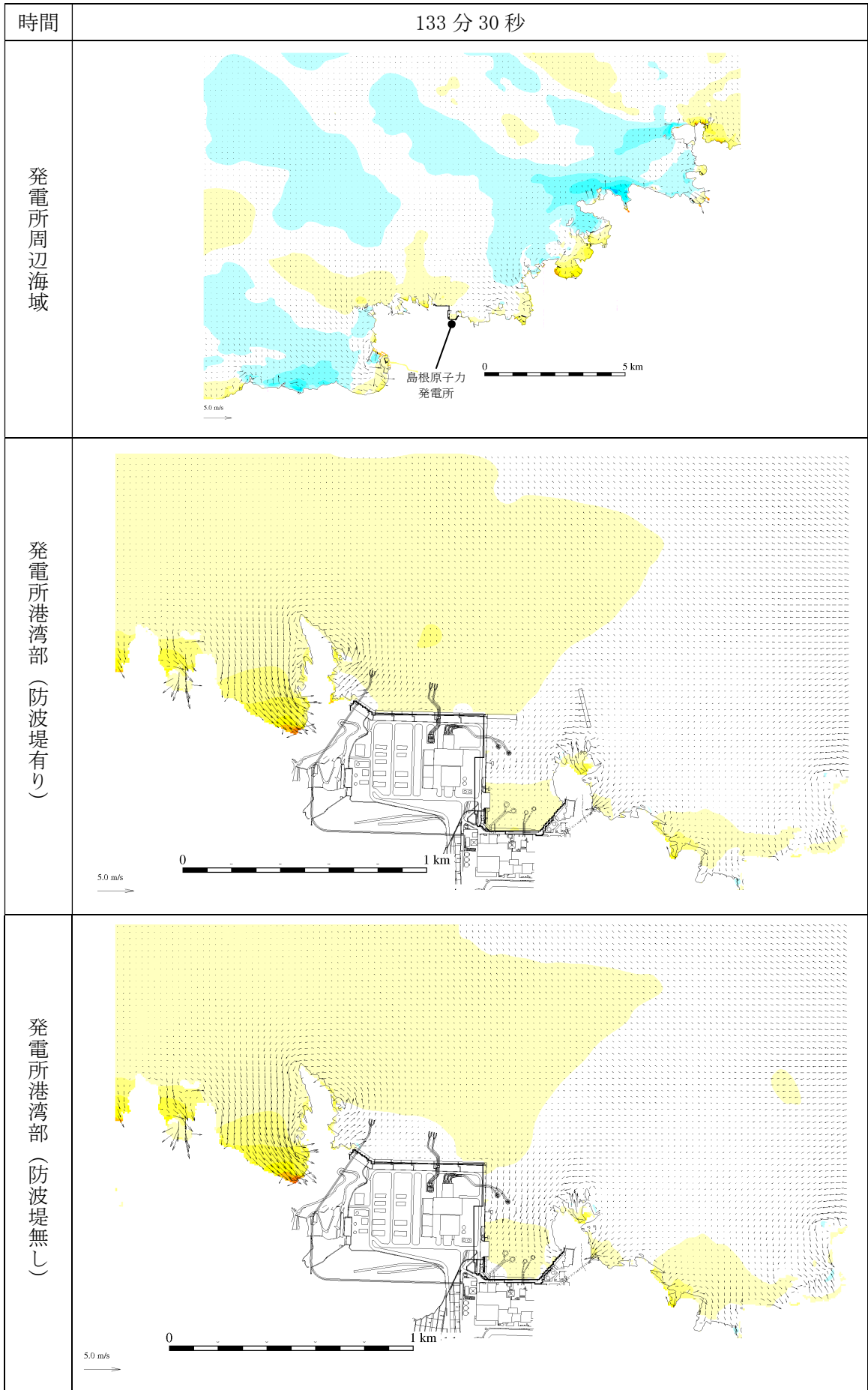
第 2.5-13-1 図(65) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



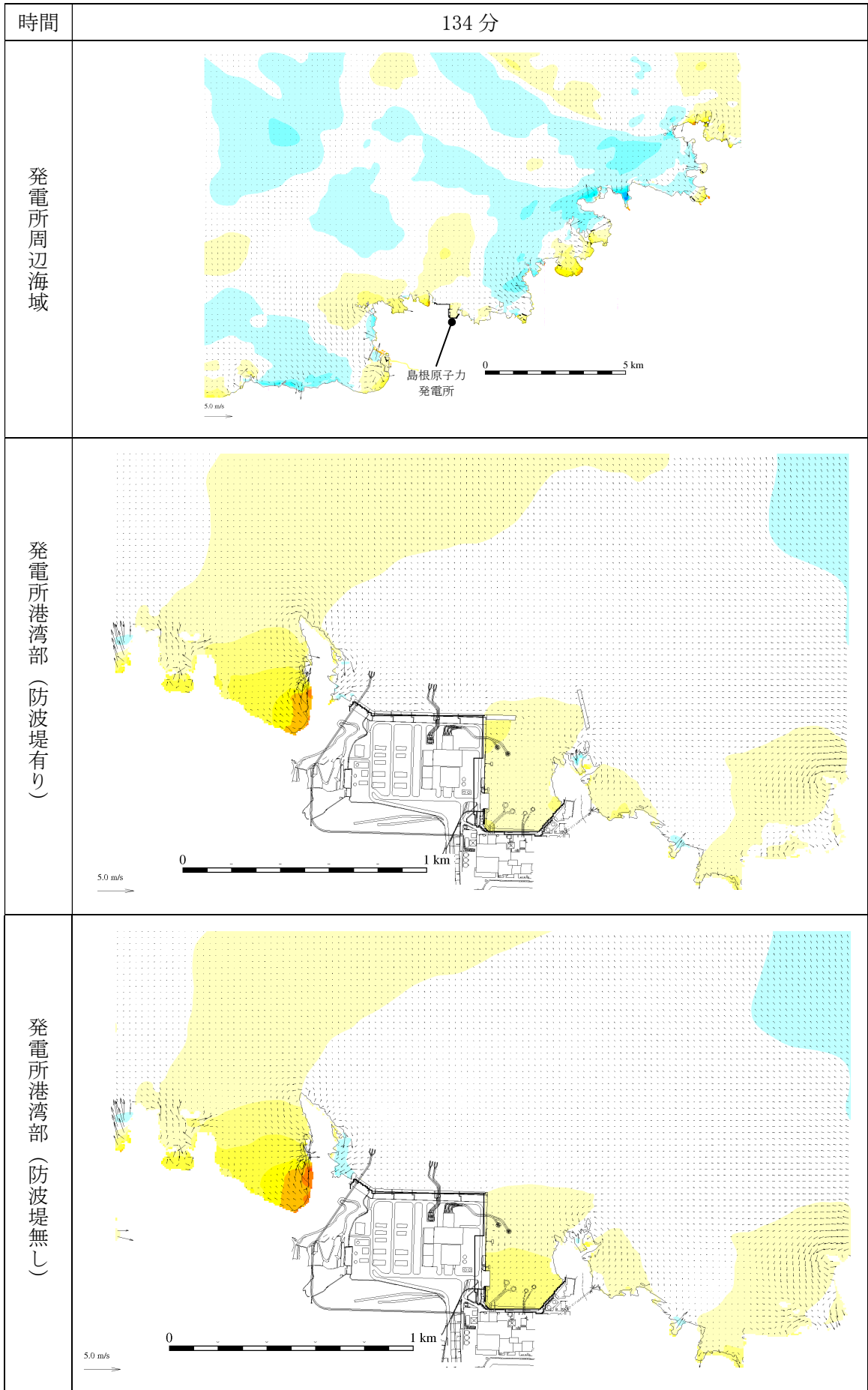
第 2.5-13-1 図(66) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



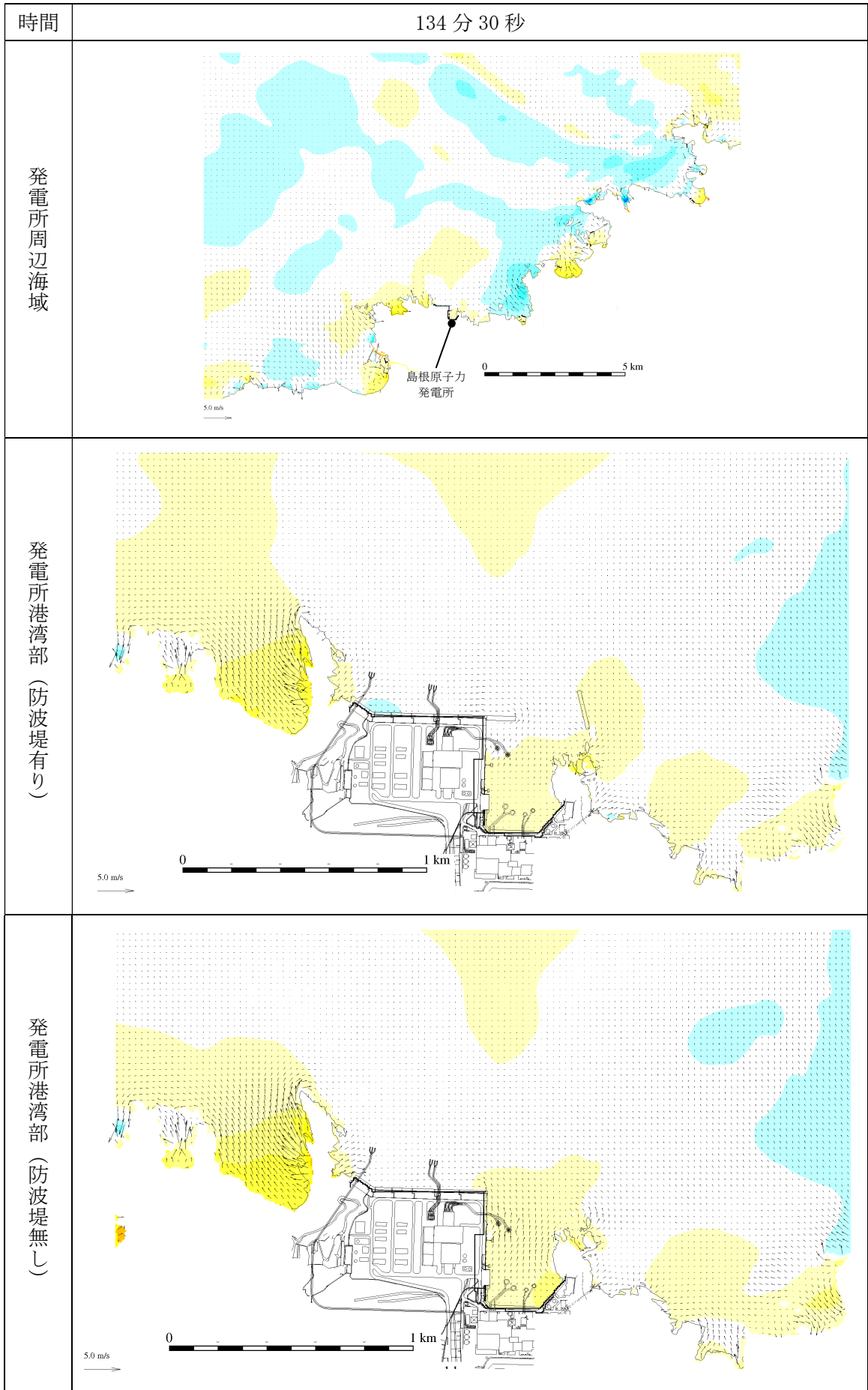
第 2.5-13-1 図(67) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



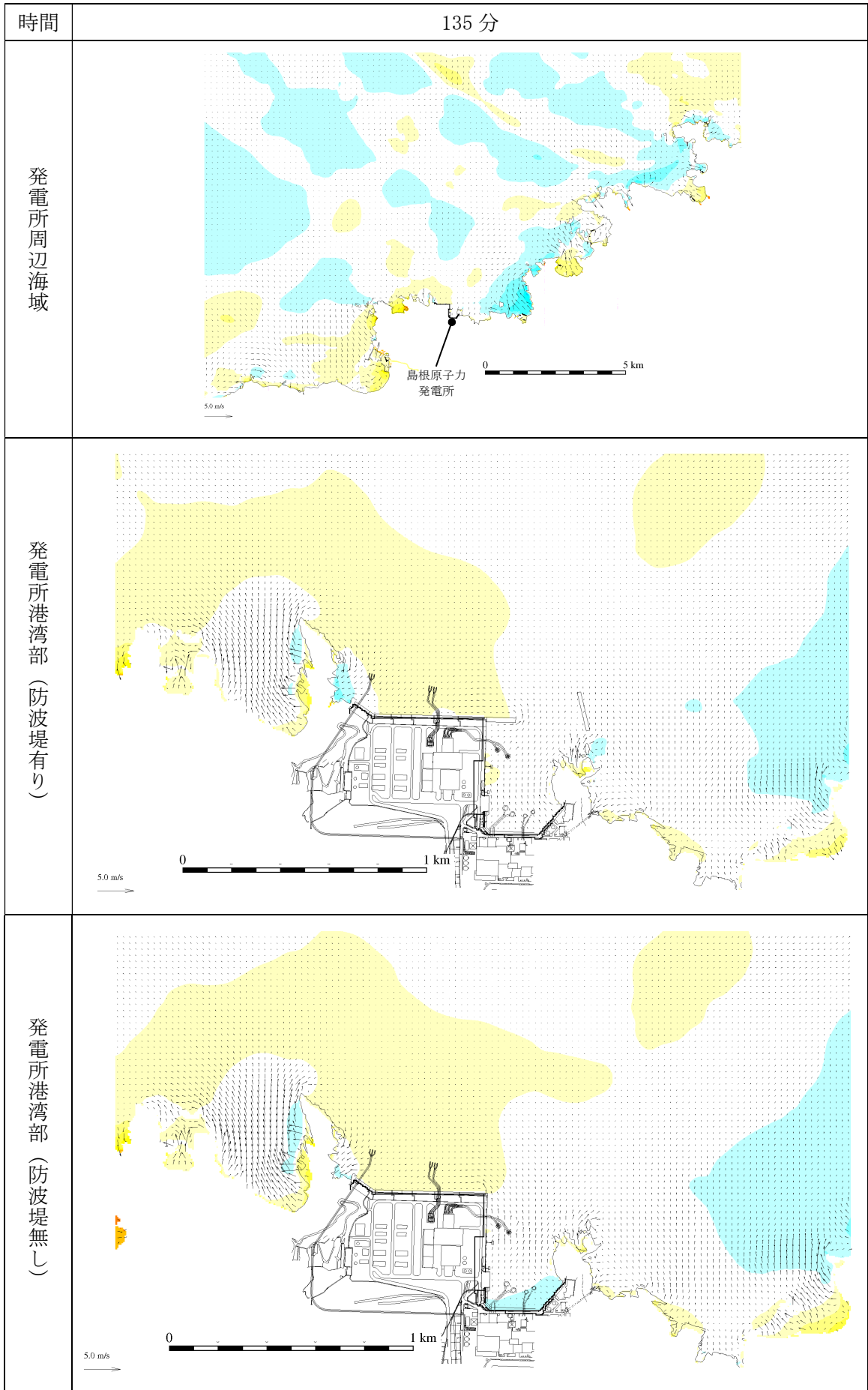
第 2.5-13-1 図(68) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



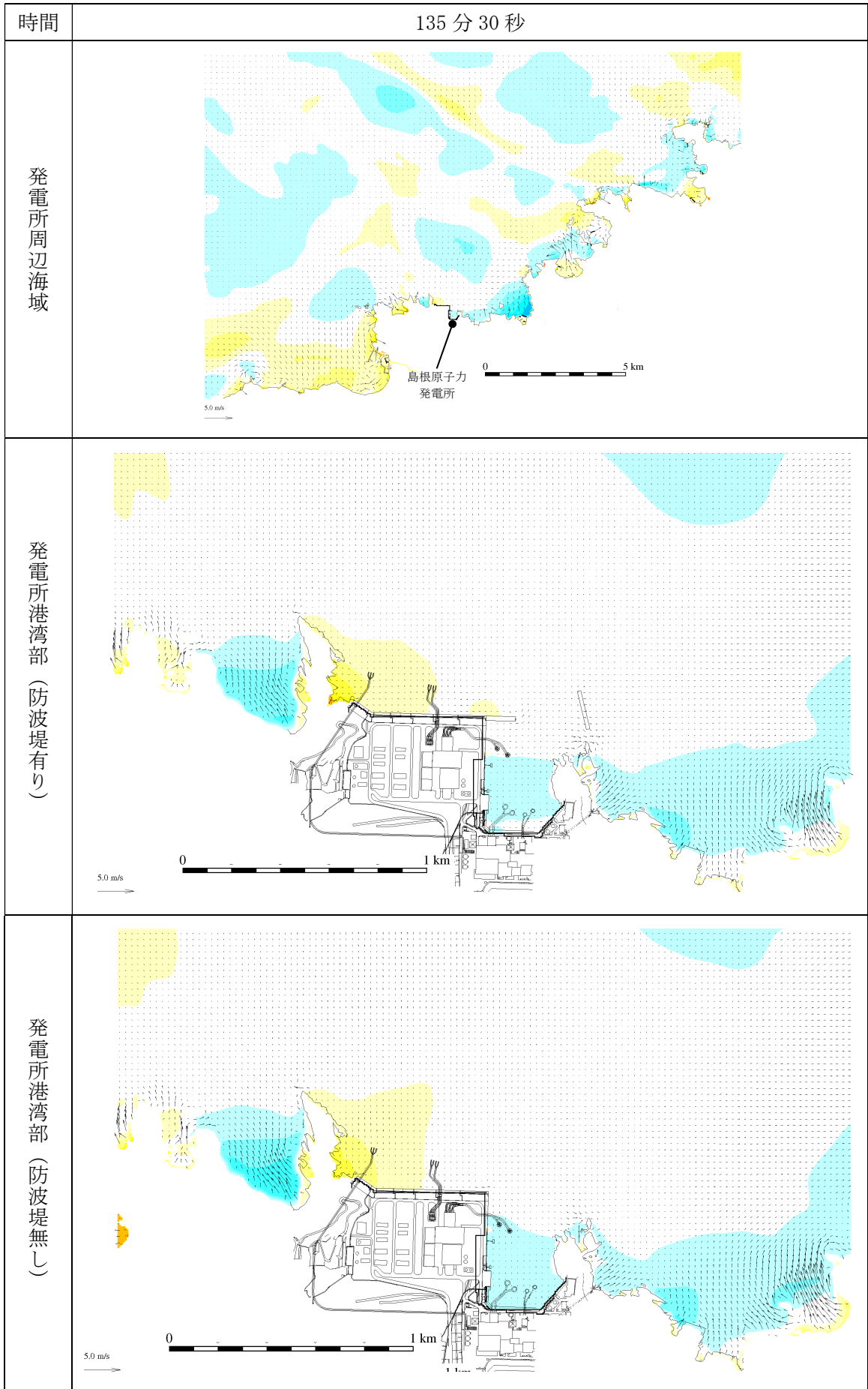
第 2.5-13-1 図(69) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



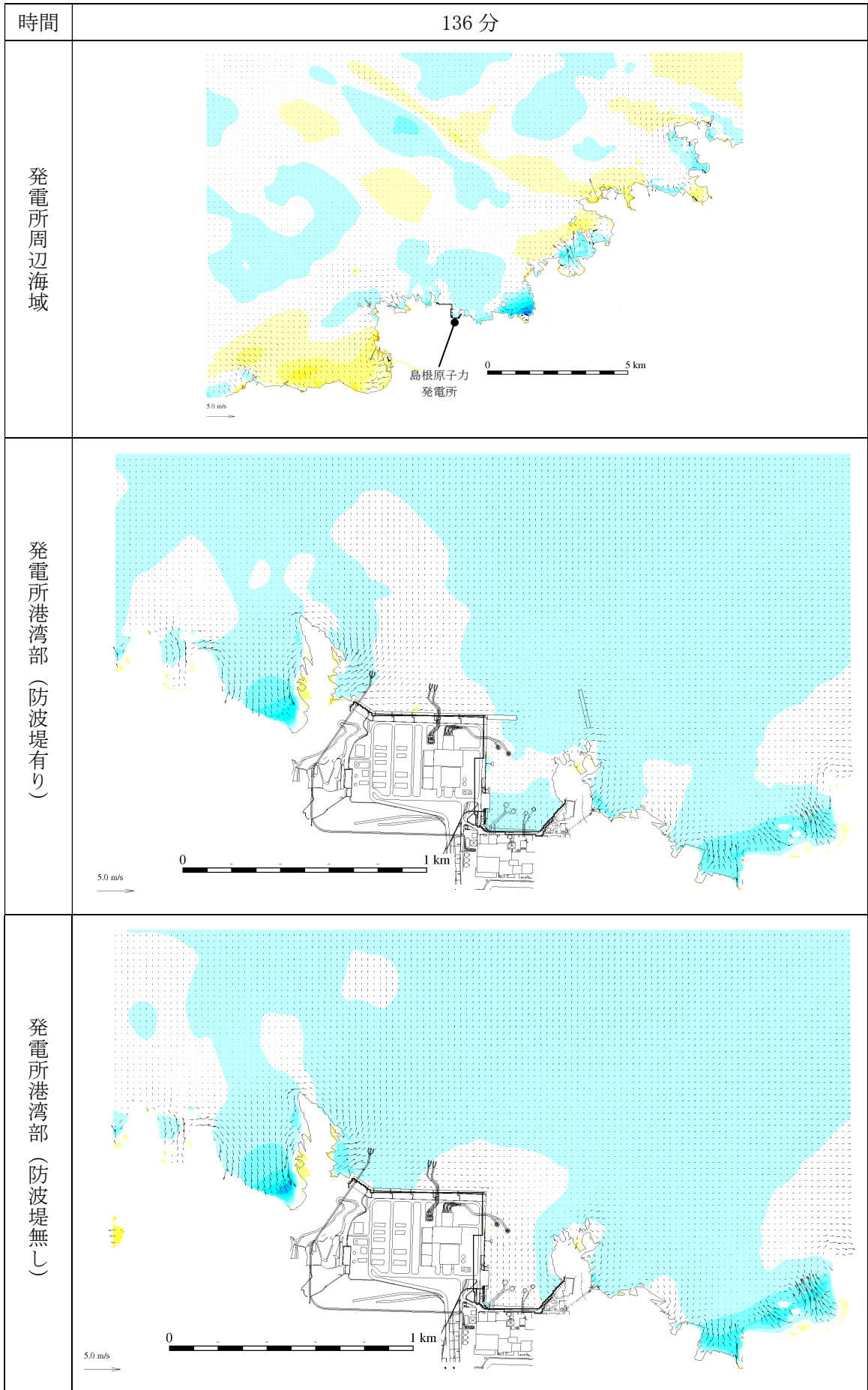
第 2.5-13-1 図(70) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



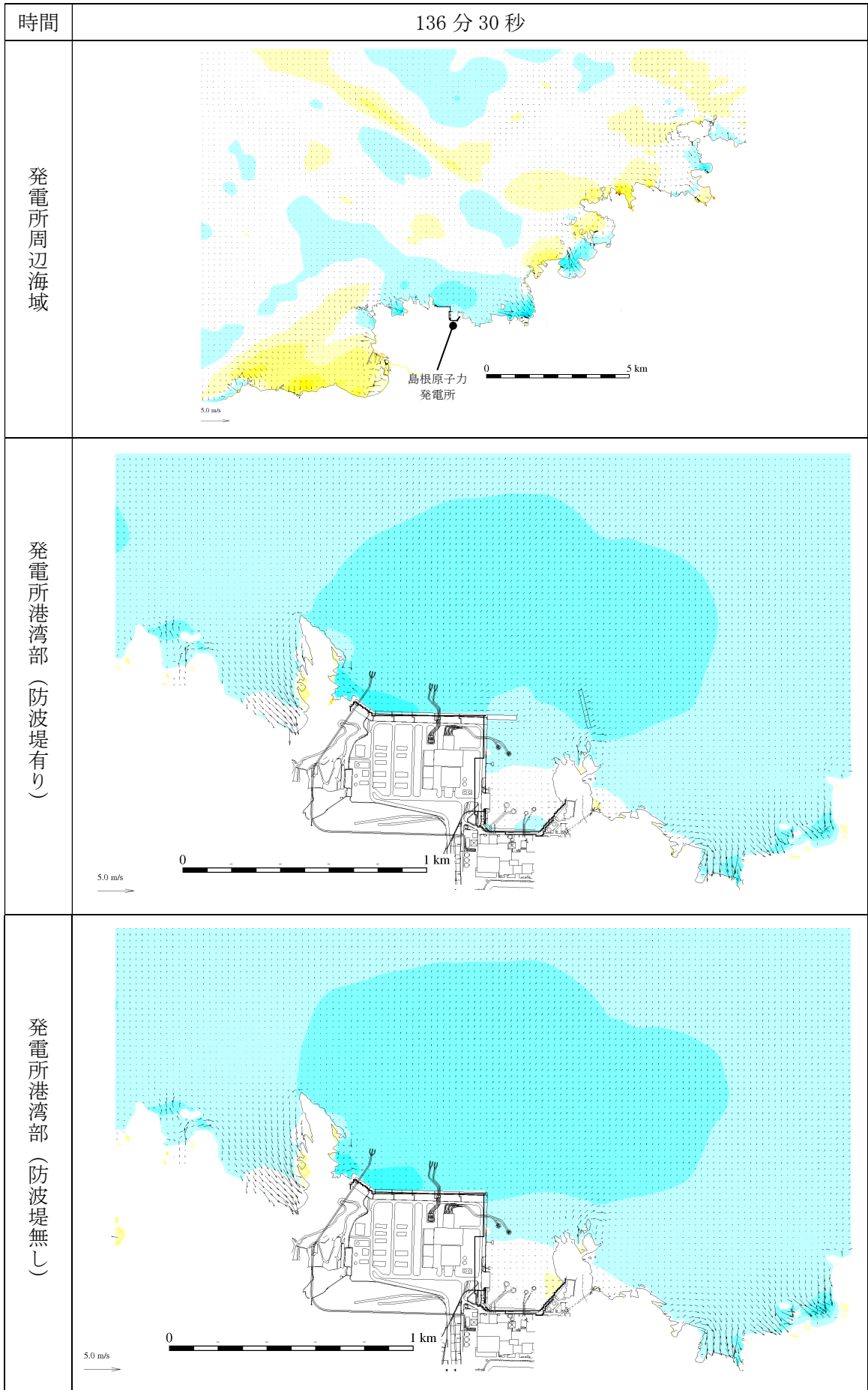
第 2.5-13-1 図(71) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



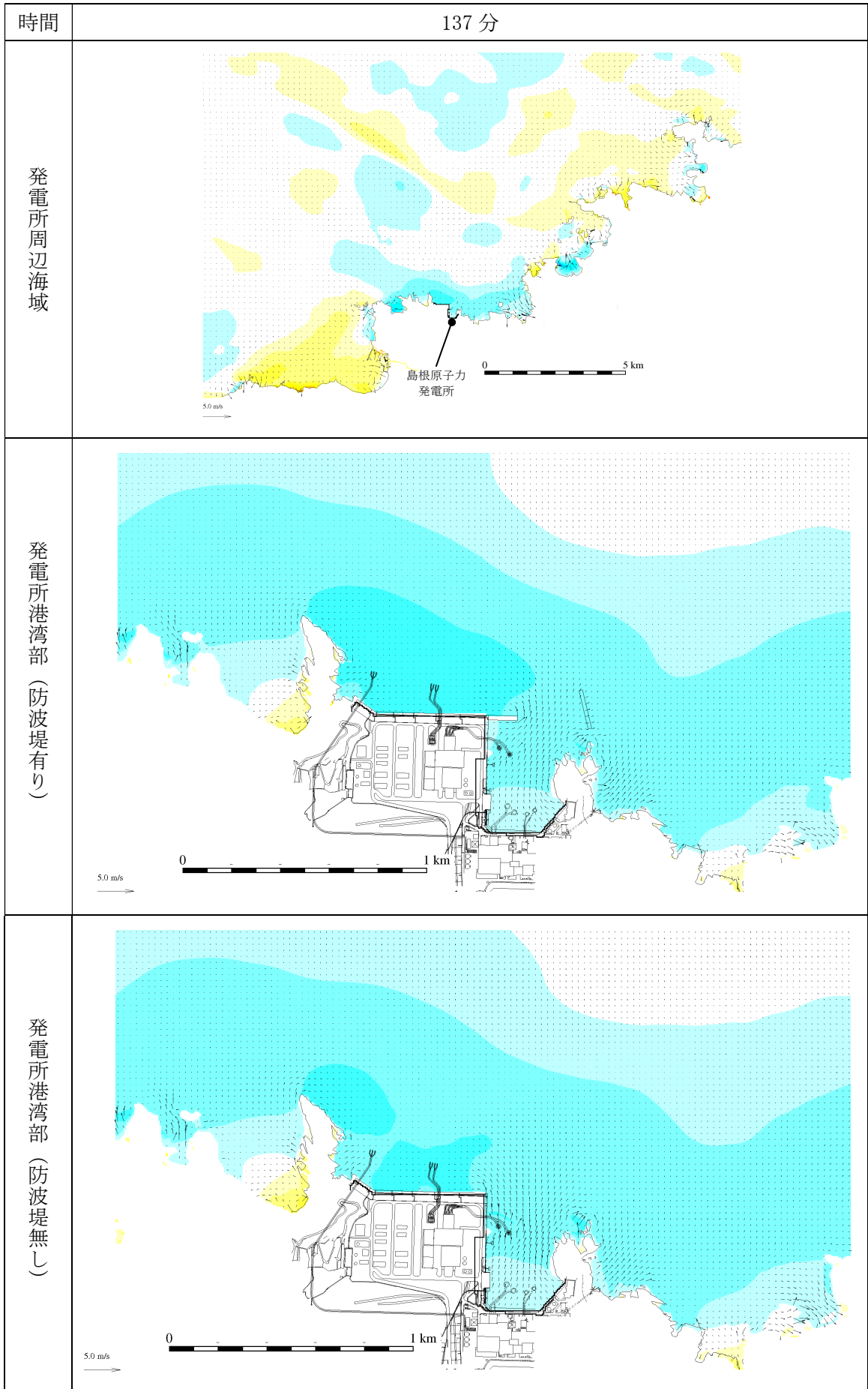
第 2.5-13-1 図 (72) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



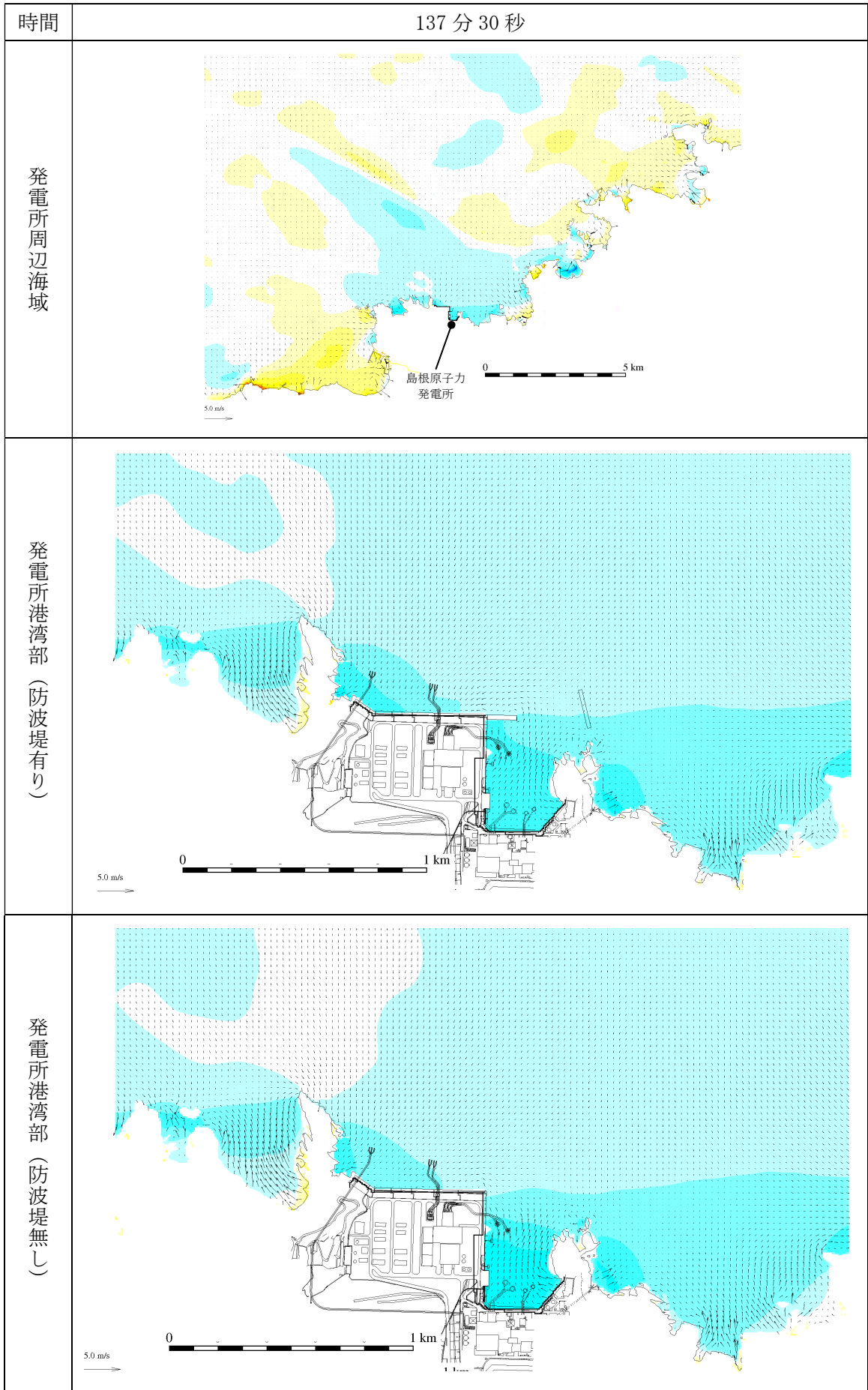
第 2.5-13-1 図 (73) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



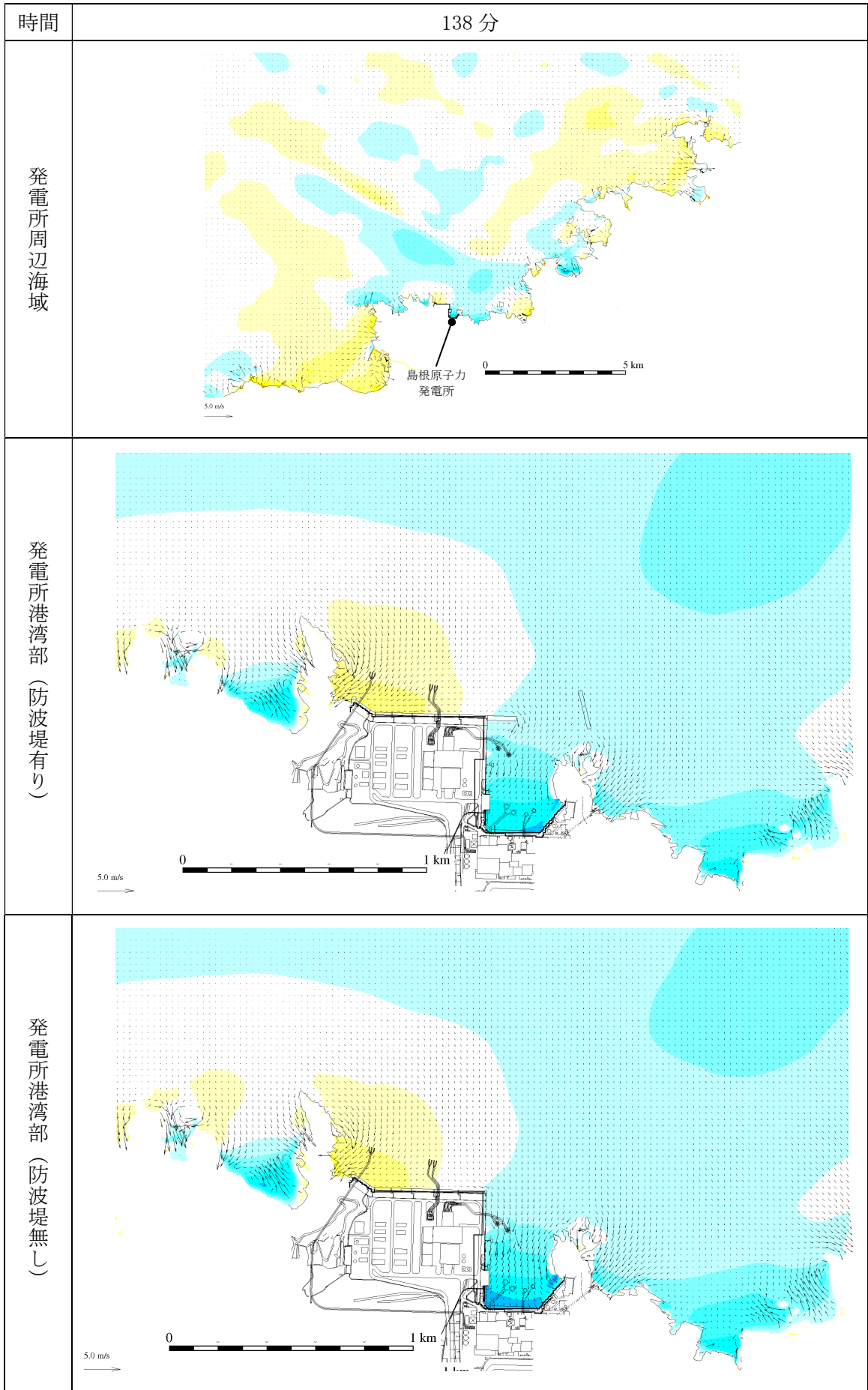
第 2.5-13-1 図(74) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



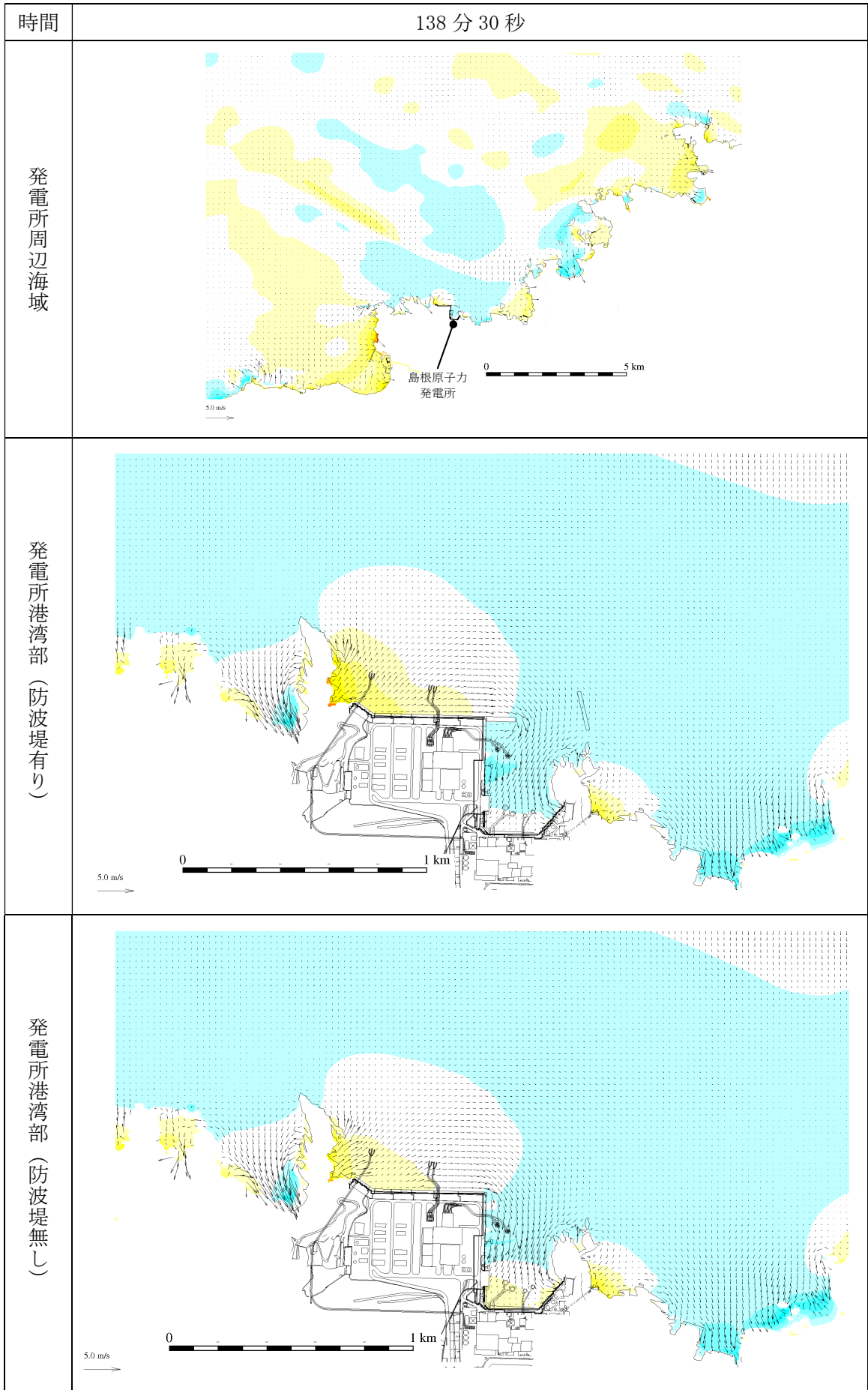
第 2.5-13-1 図 (75) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



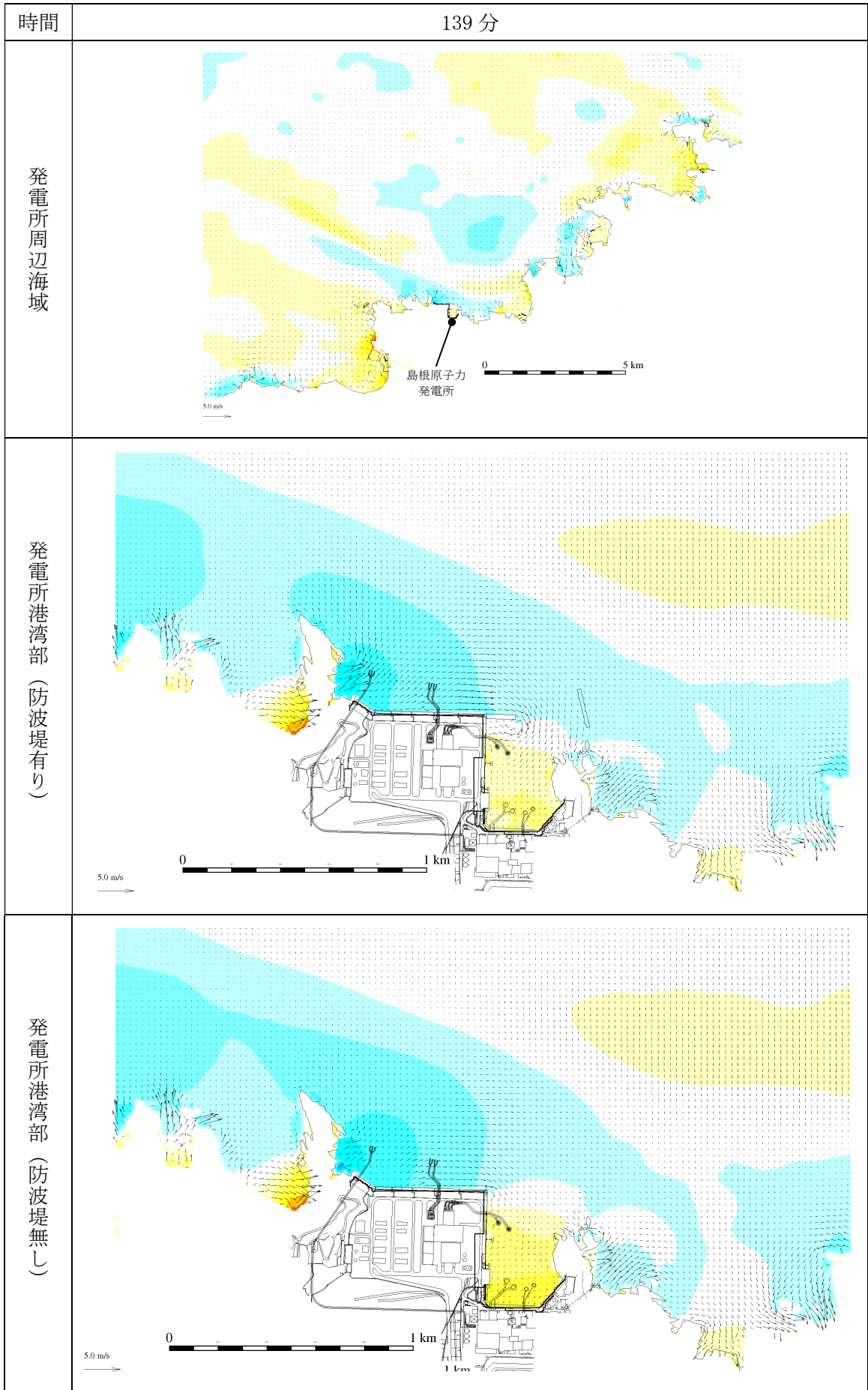
第 2.5-13-1 図 (76) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



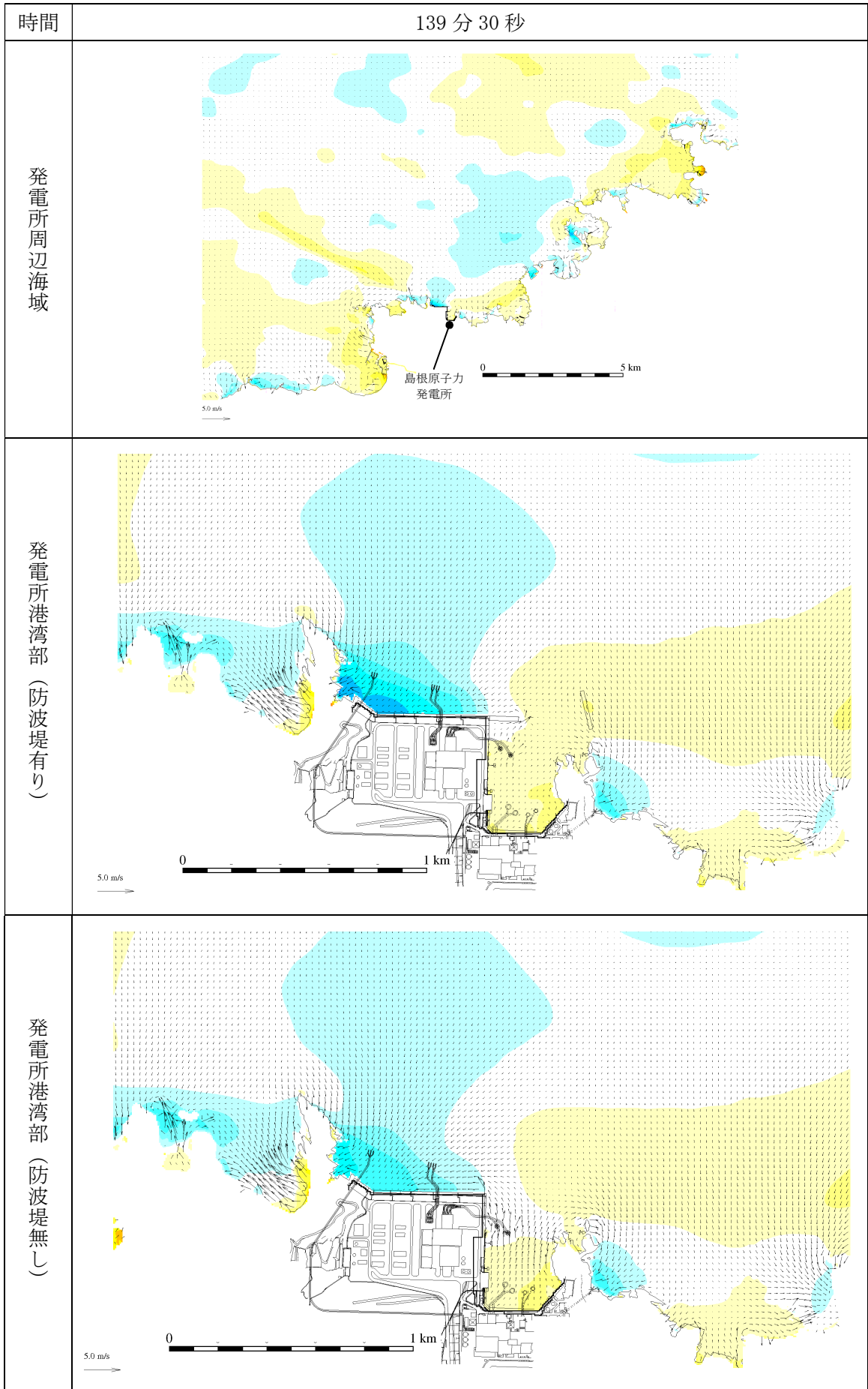
第 2.5-13-1 図 (77) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



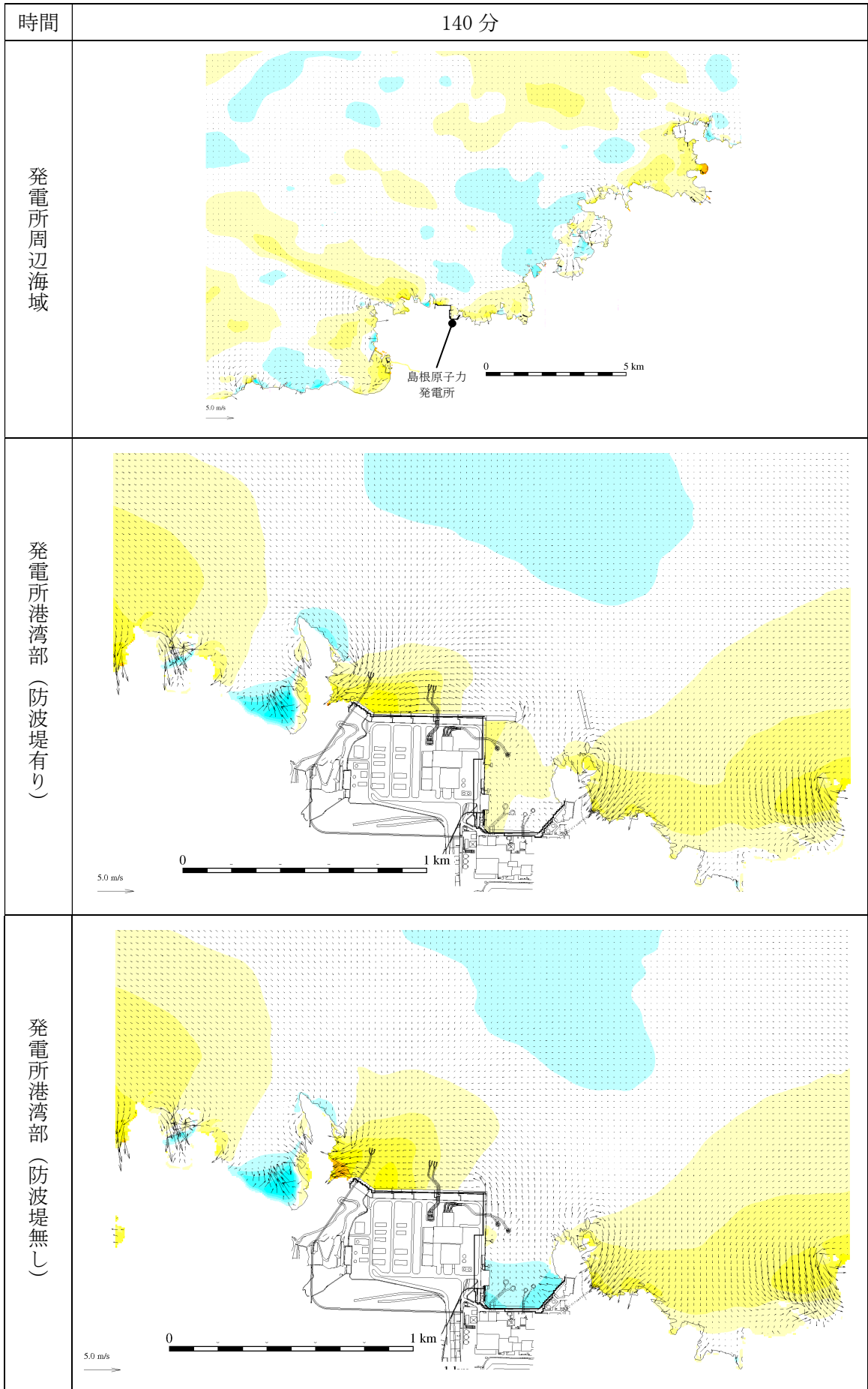
第 2.5-13-1 図 (78) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



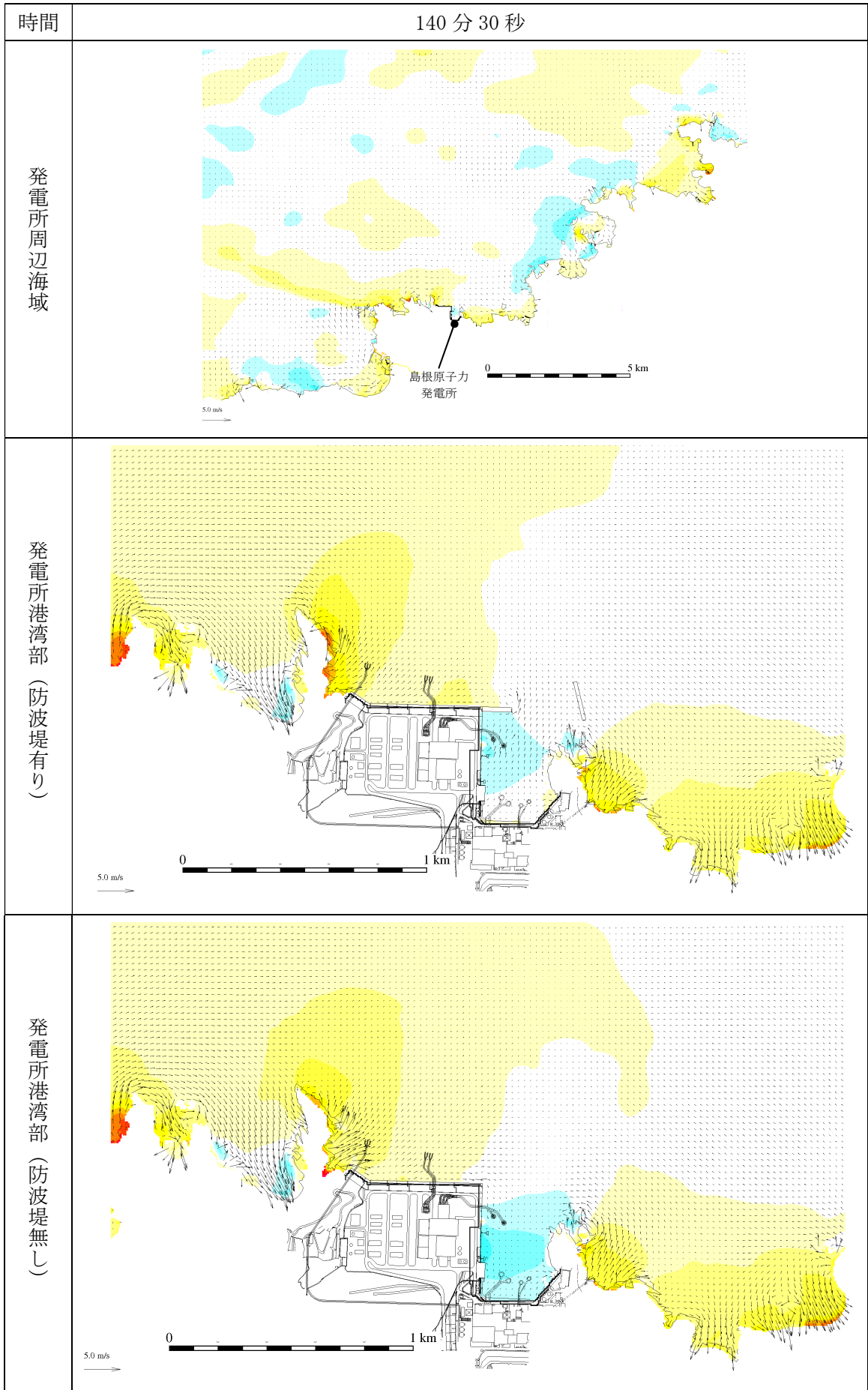
第 2.5-13-1 図 (79) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



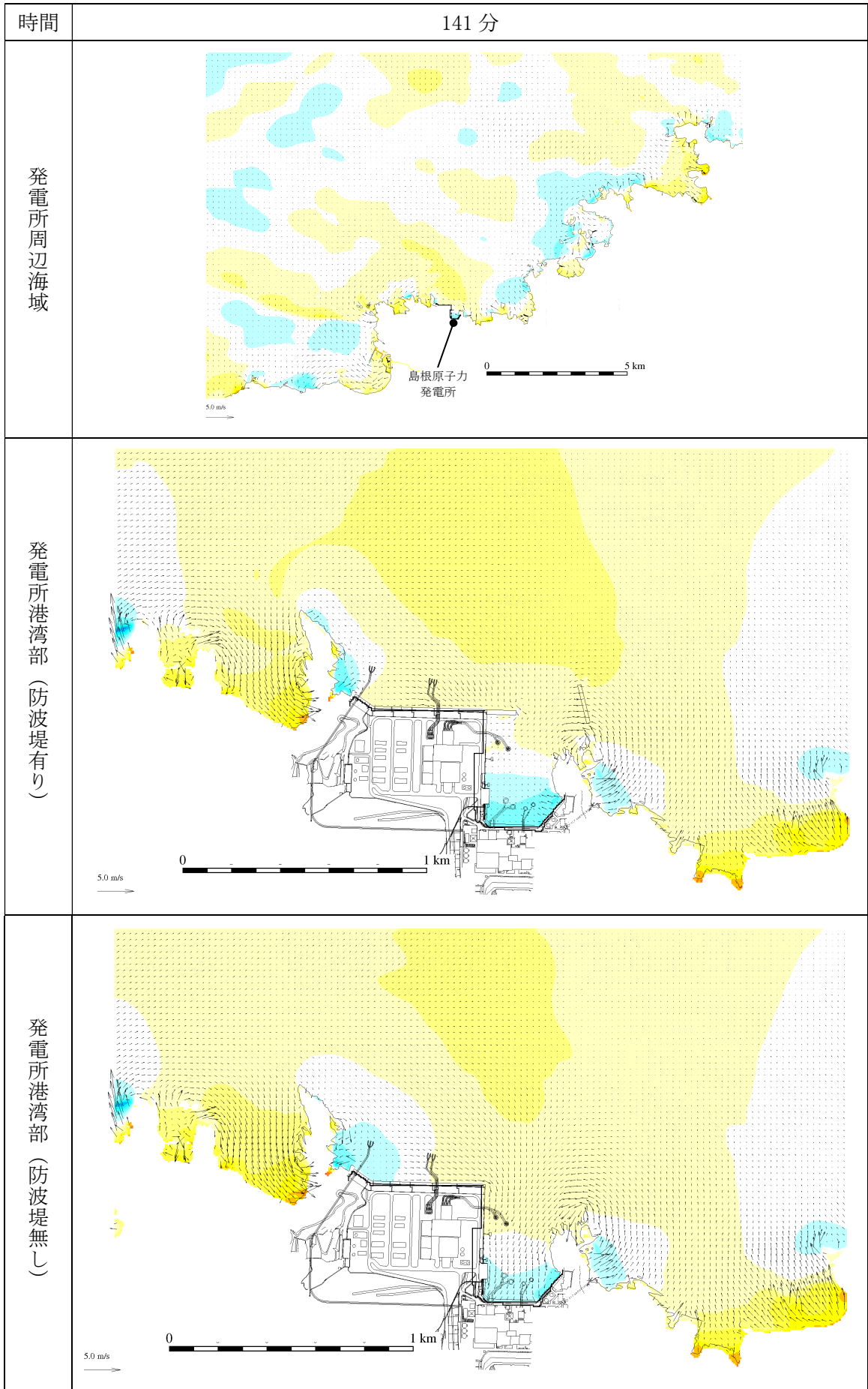
第 2.5-13-1 図(80) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



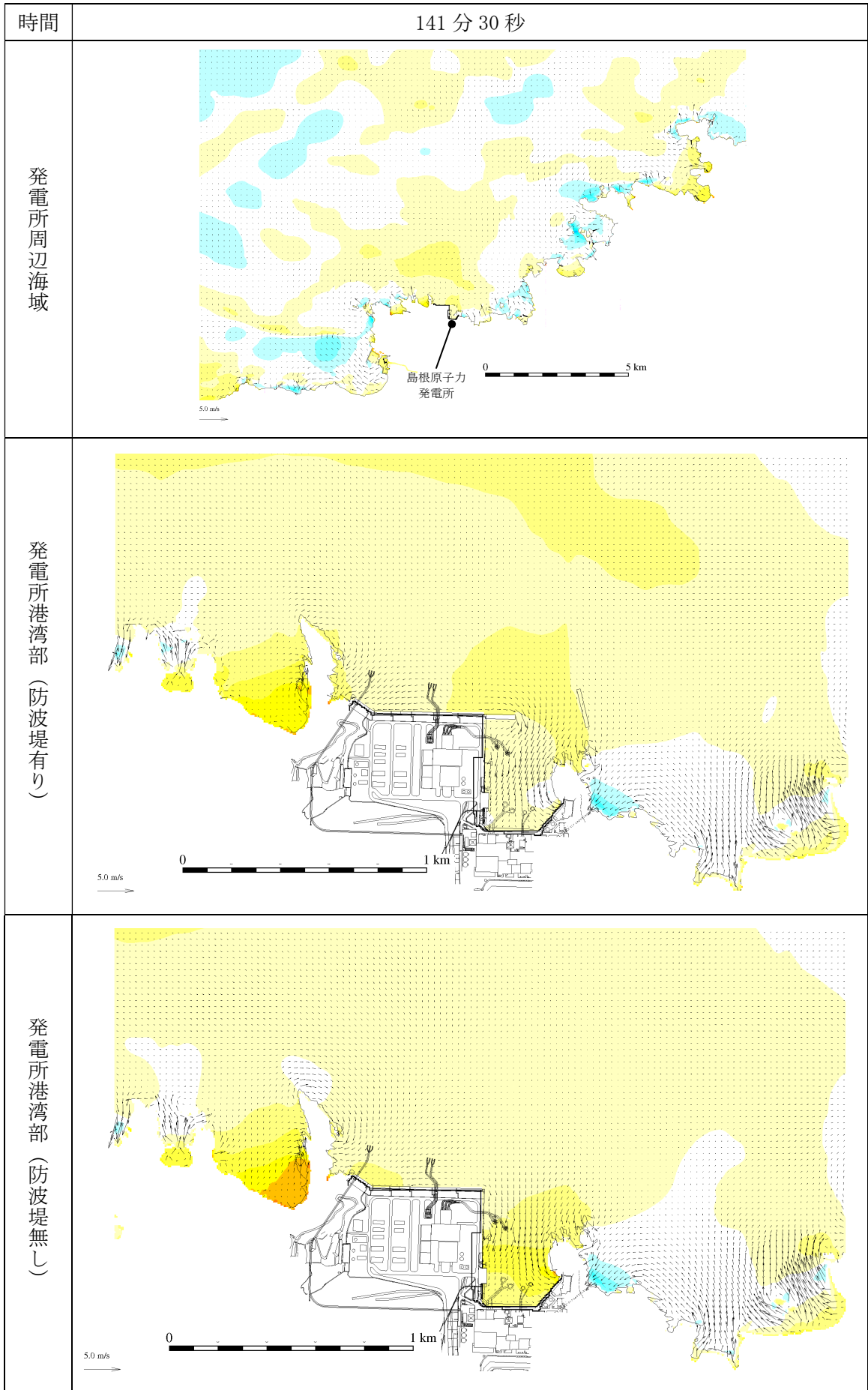
第 2.5-13-1 図(81) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



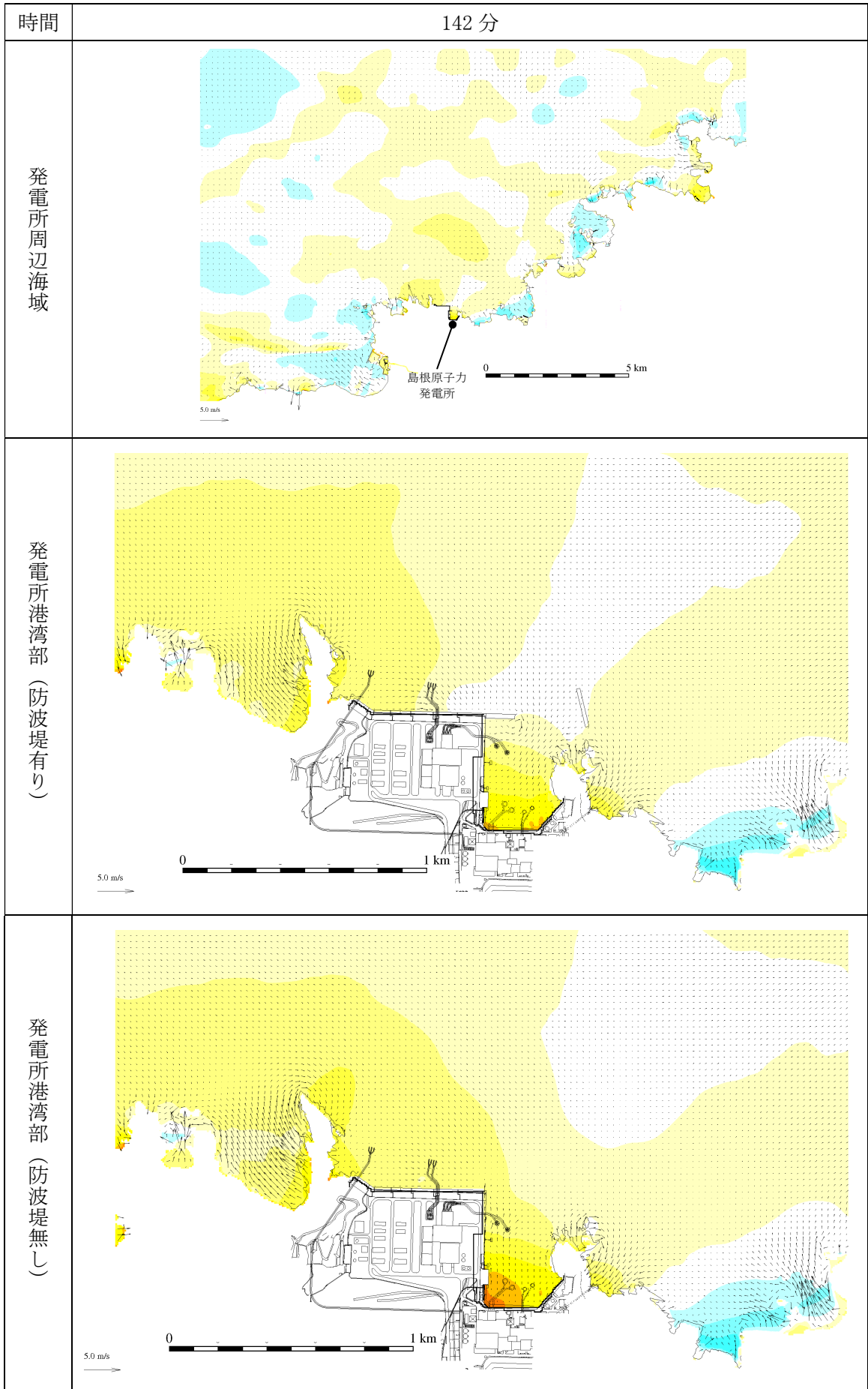
第 2.5-13-1 図(82) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



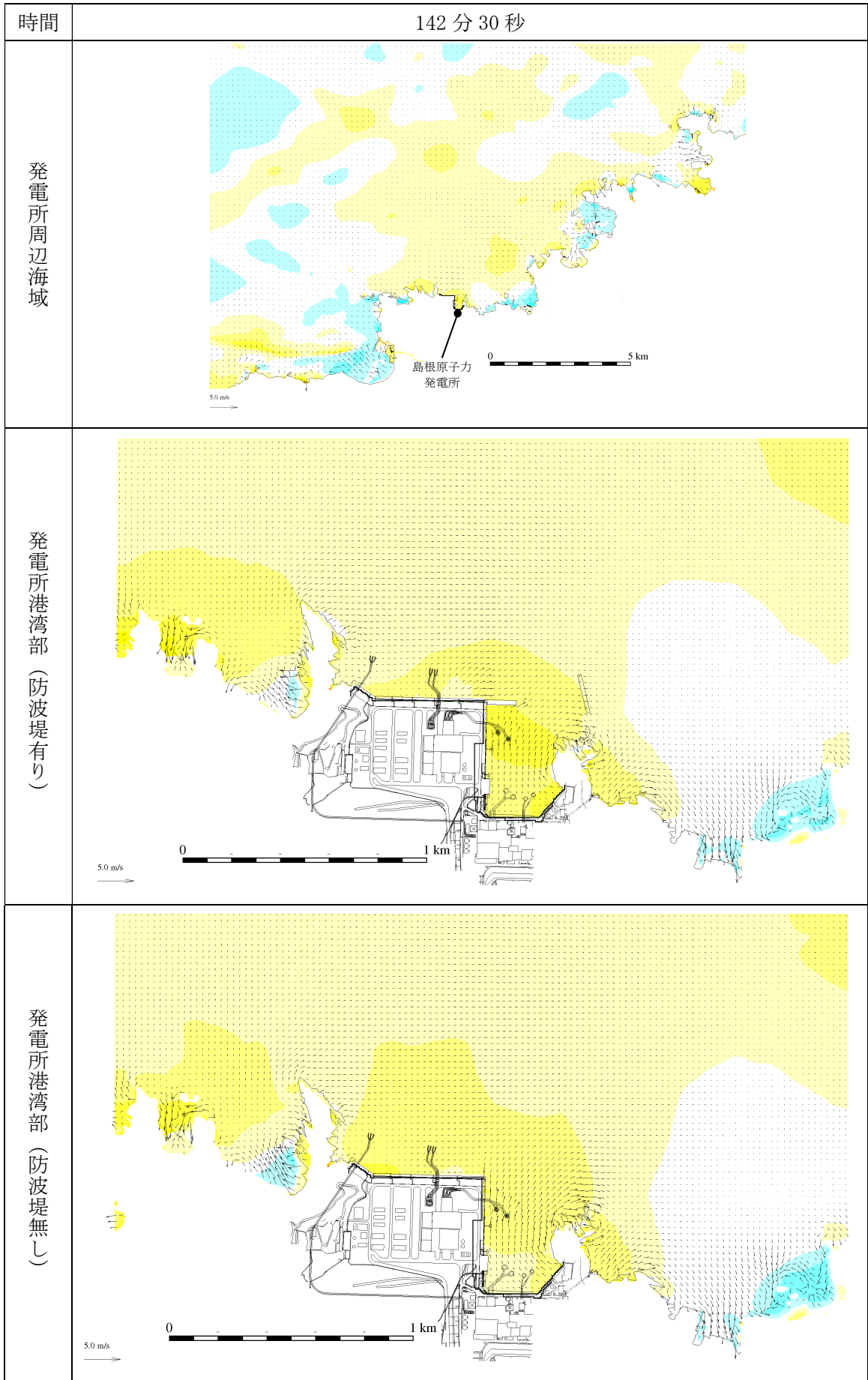
第 2.5-13-1 図(83) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



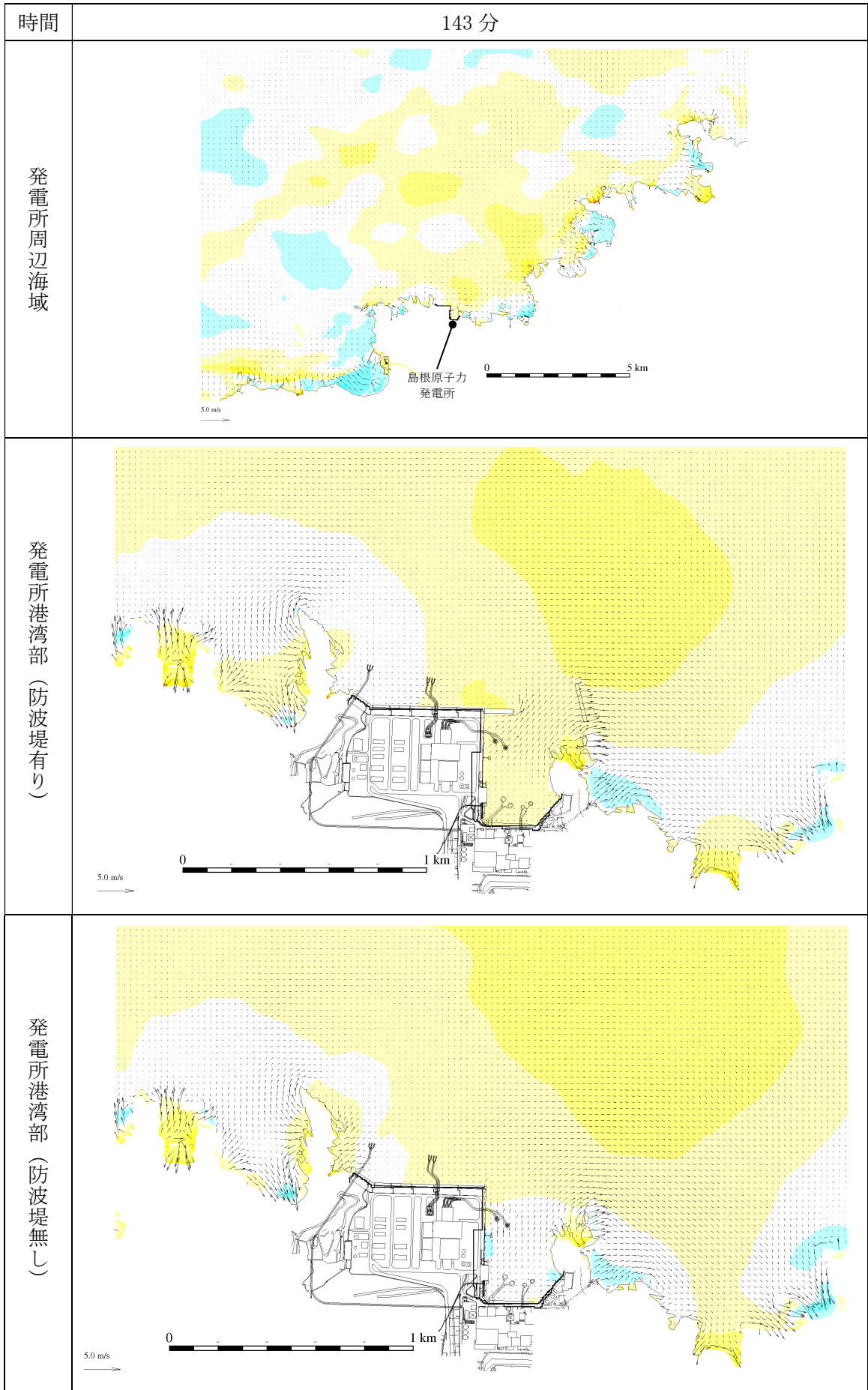
第 2.5-13-1 図(84) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



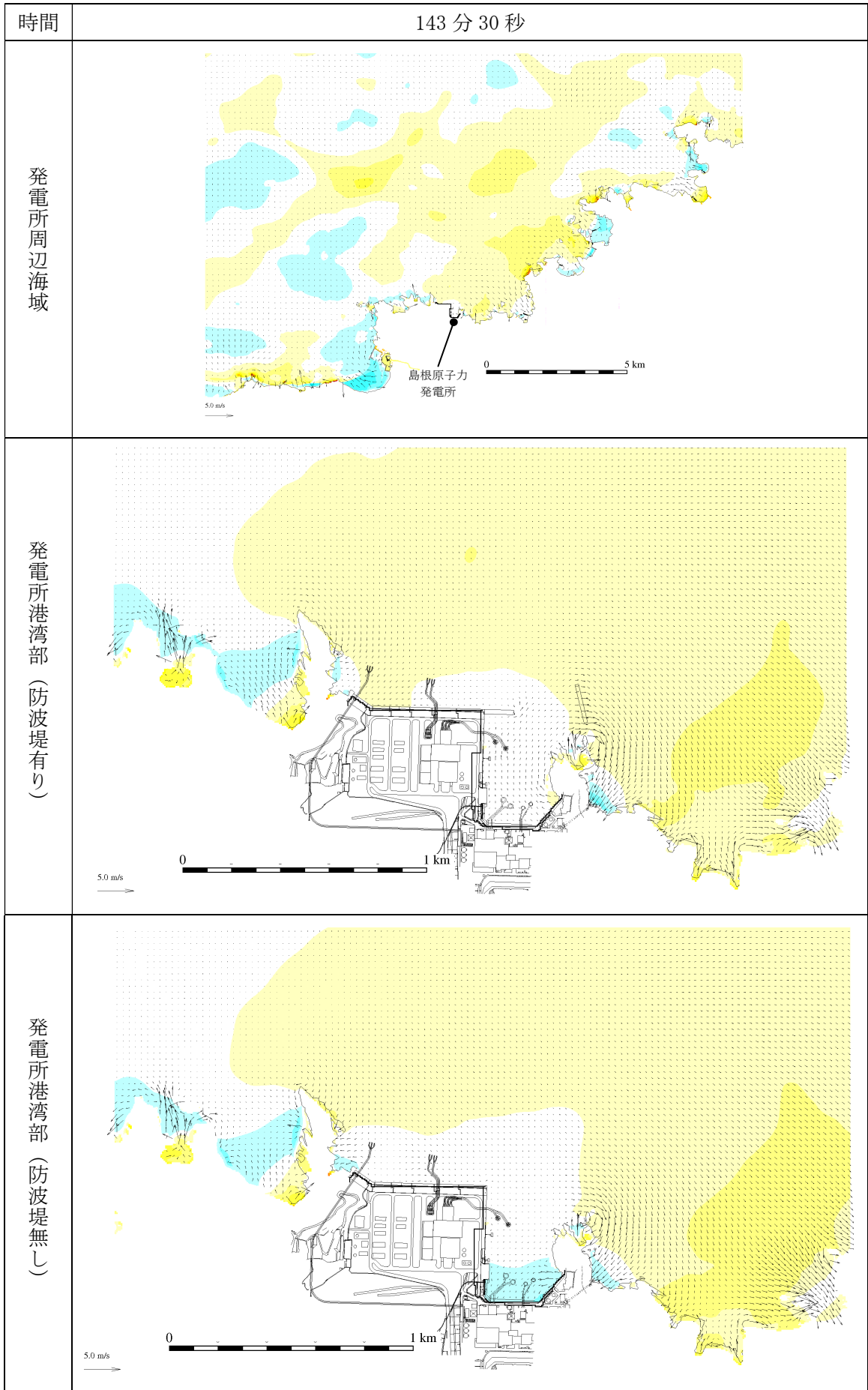
第 2.5-13-1 図(85) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



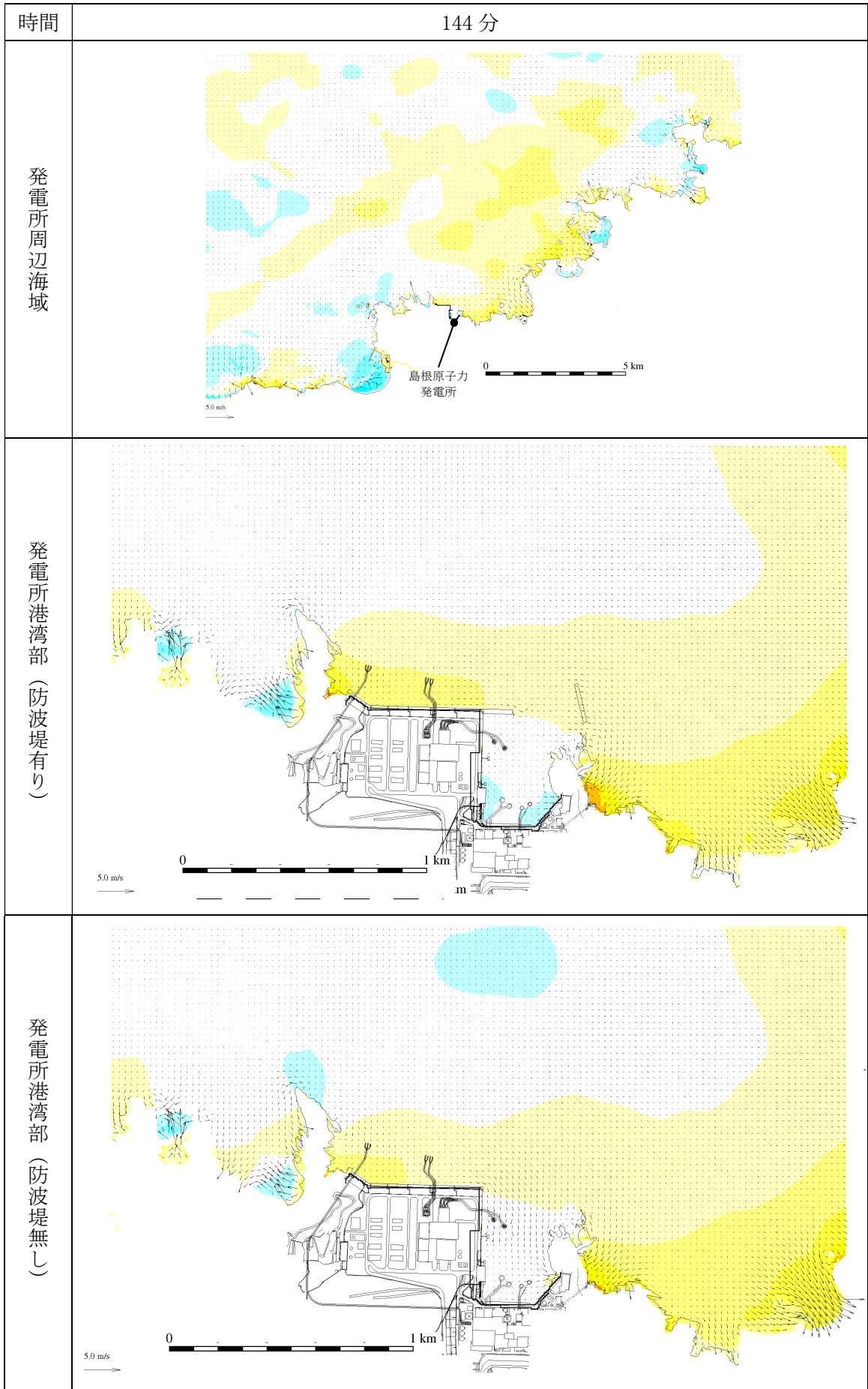
第 2.5-13-1 図(86) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



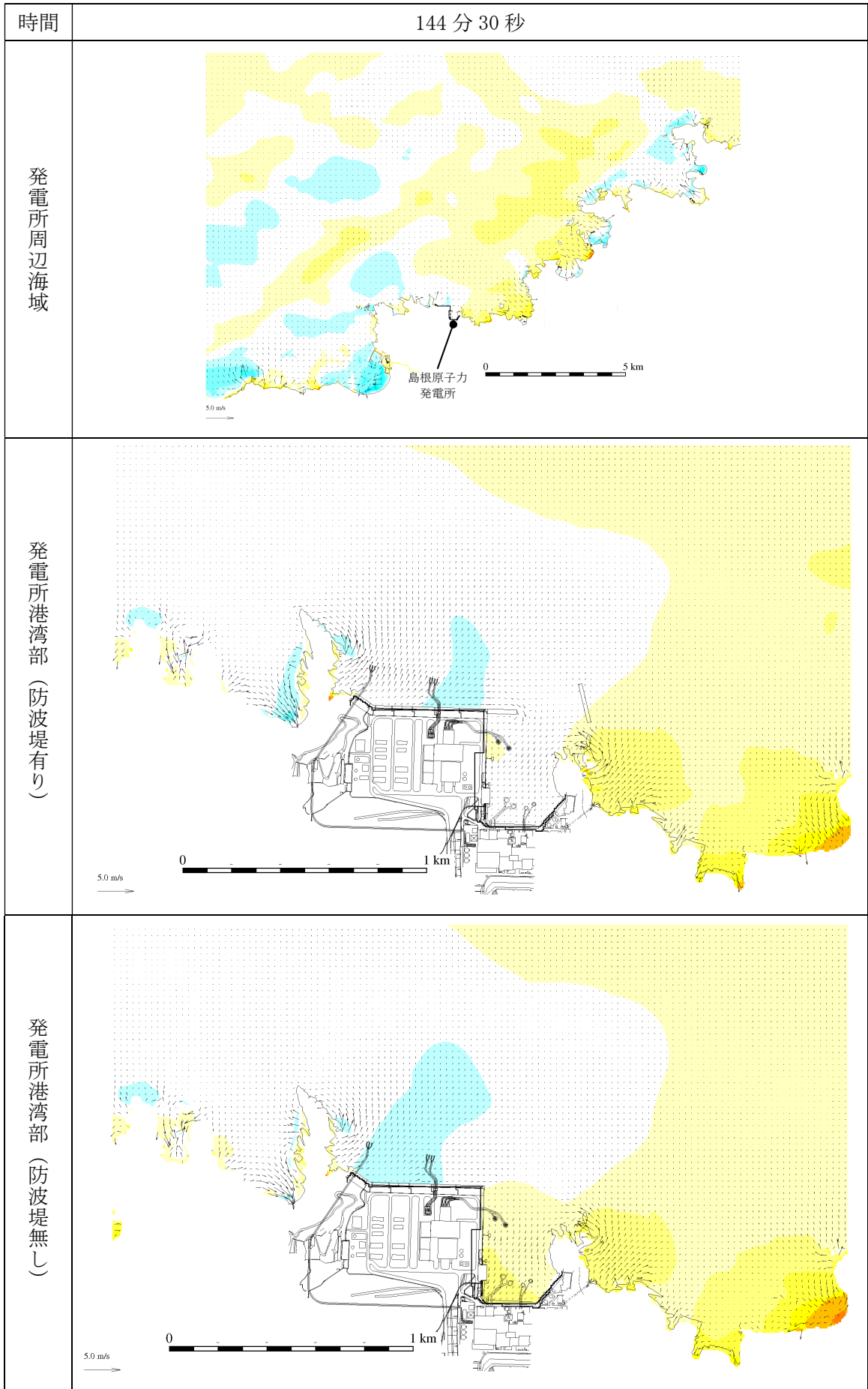
第 2.5-13-1 図(87) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



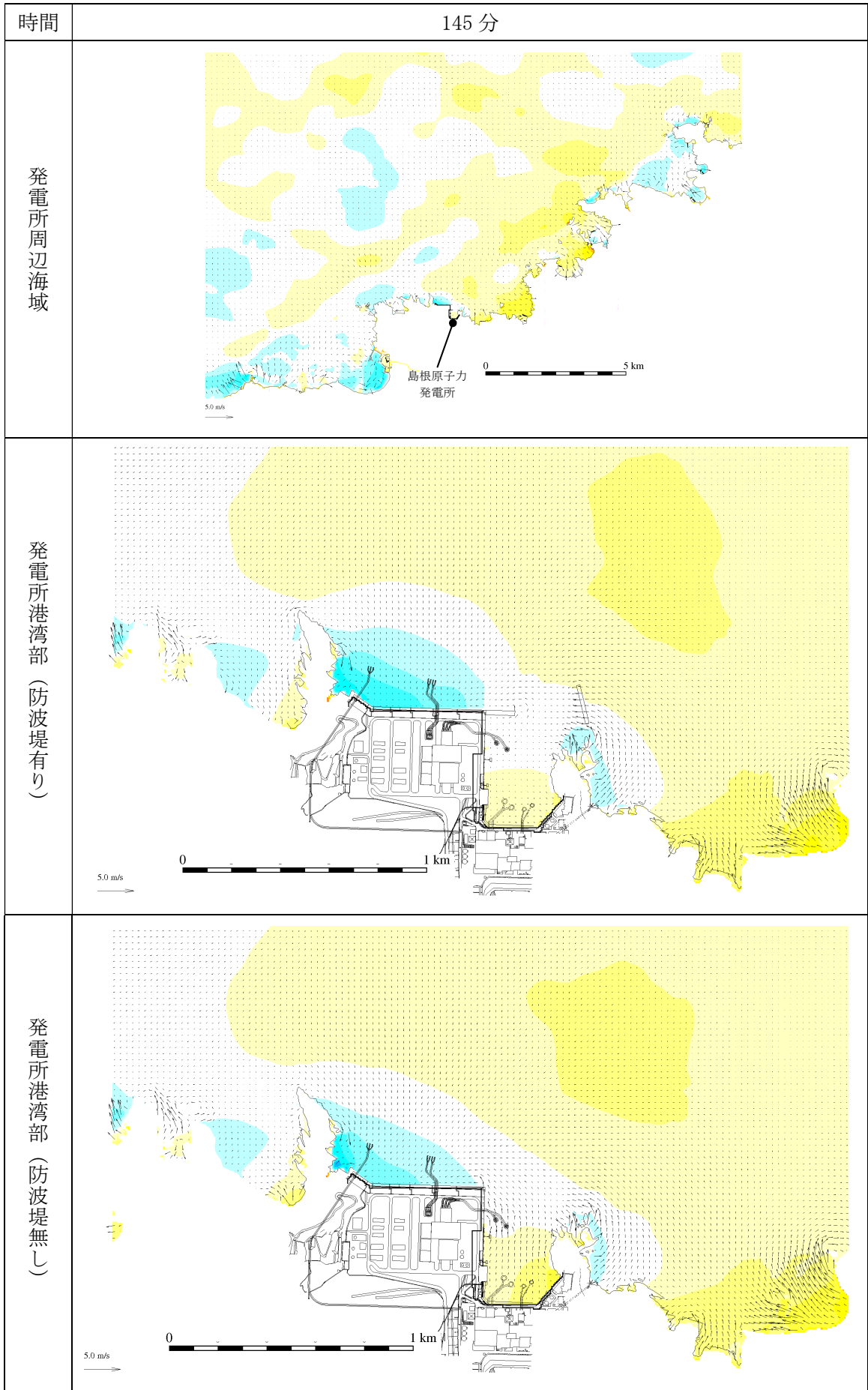
第 2.5-13-1 図(88) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



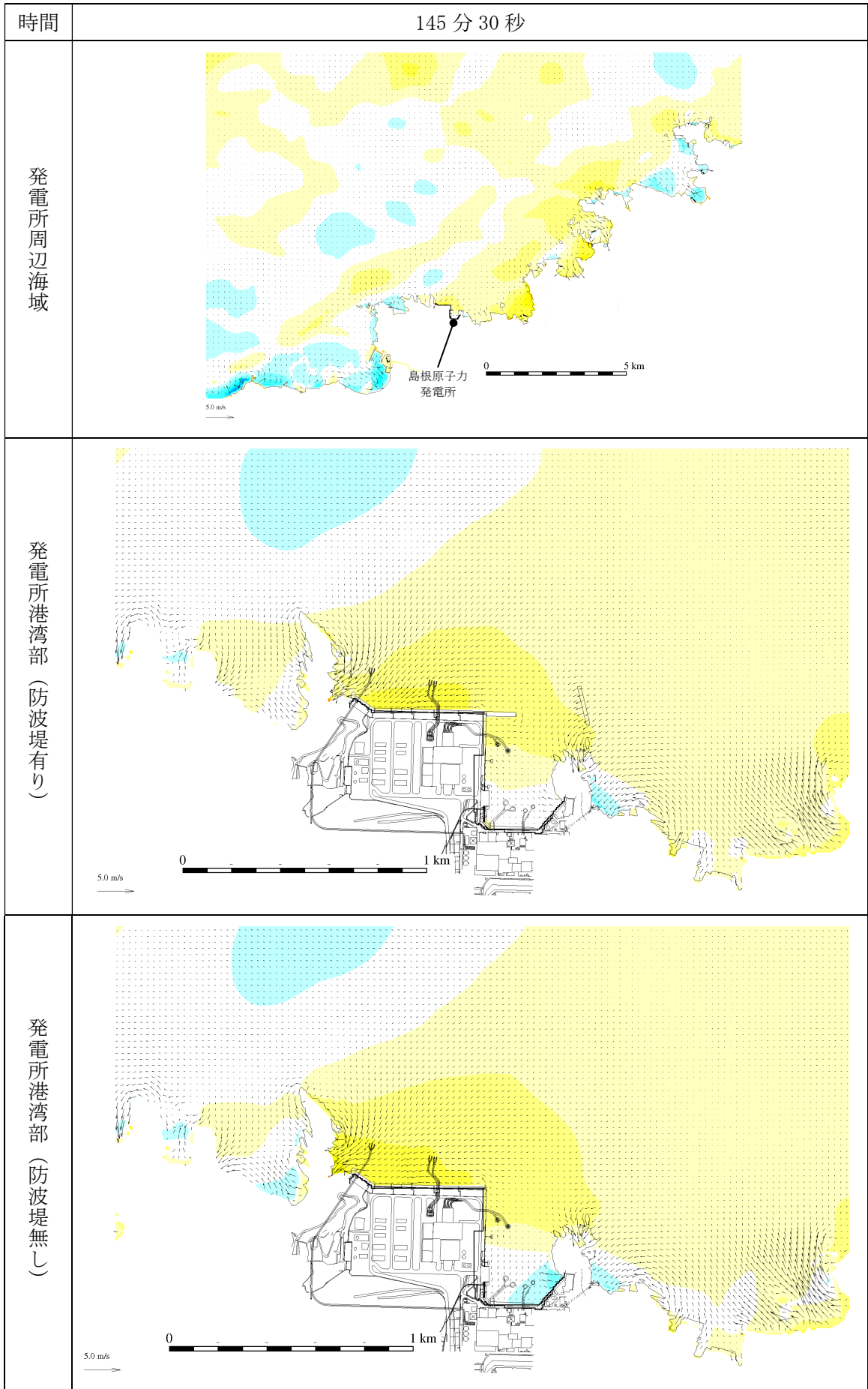
第 2.5-13-1 図 (89) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



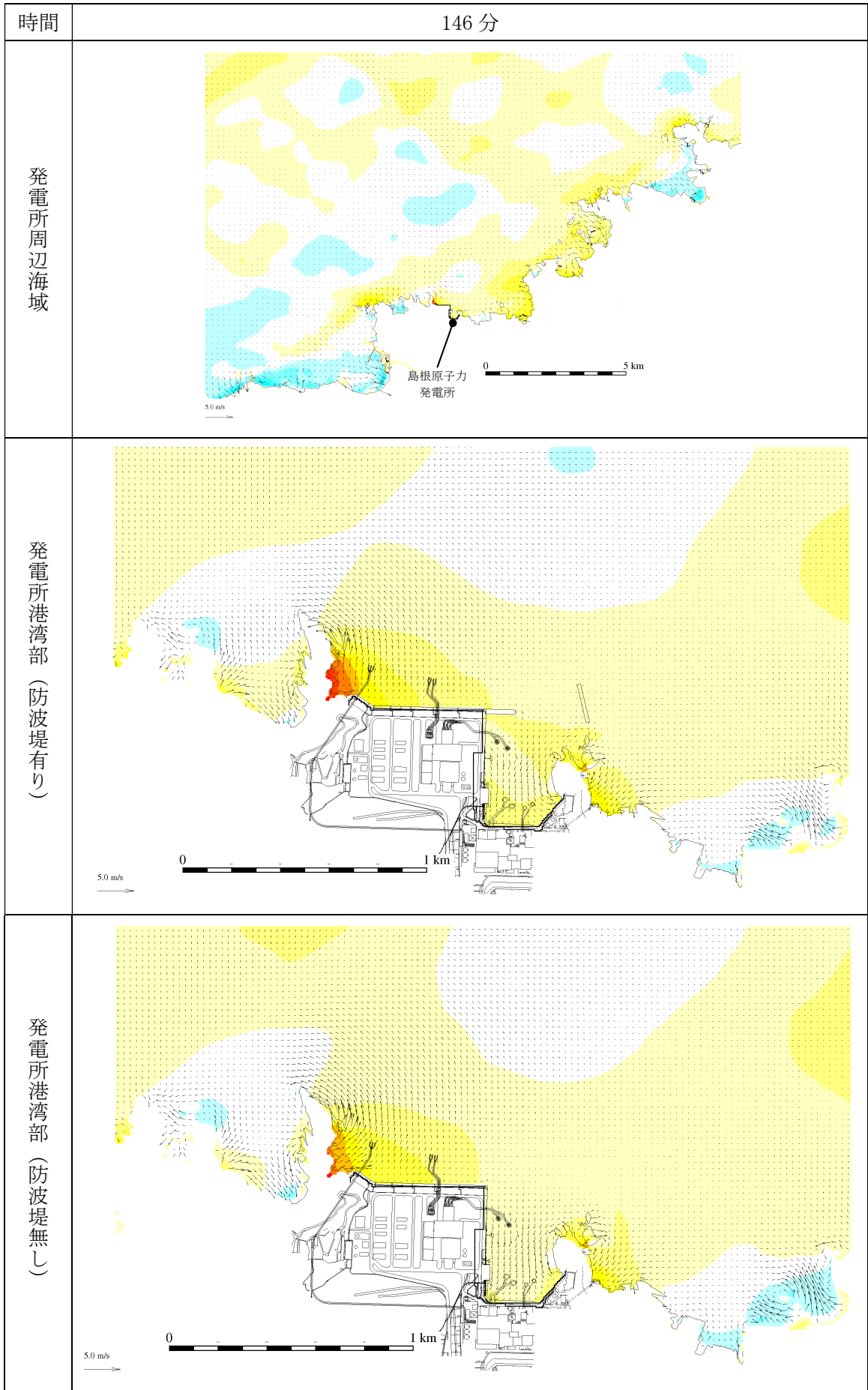
第 2.5-13-1 図(90) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



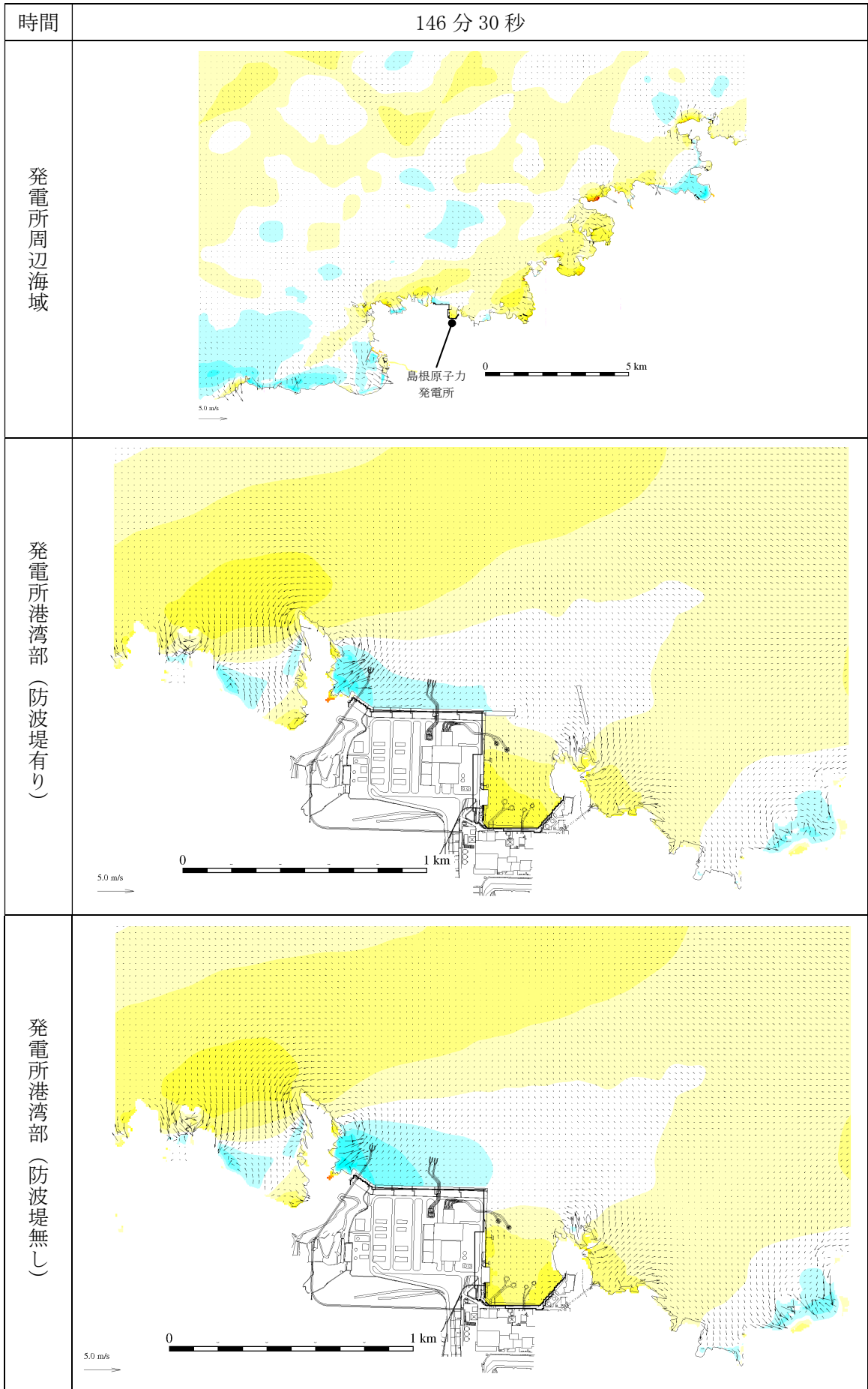
第 2.5-13-1 図(91) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



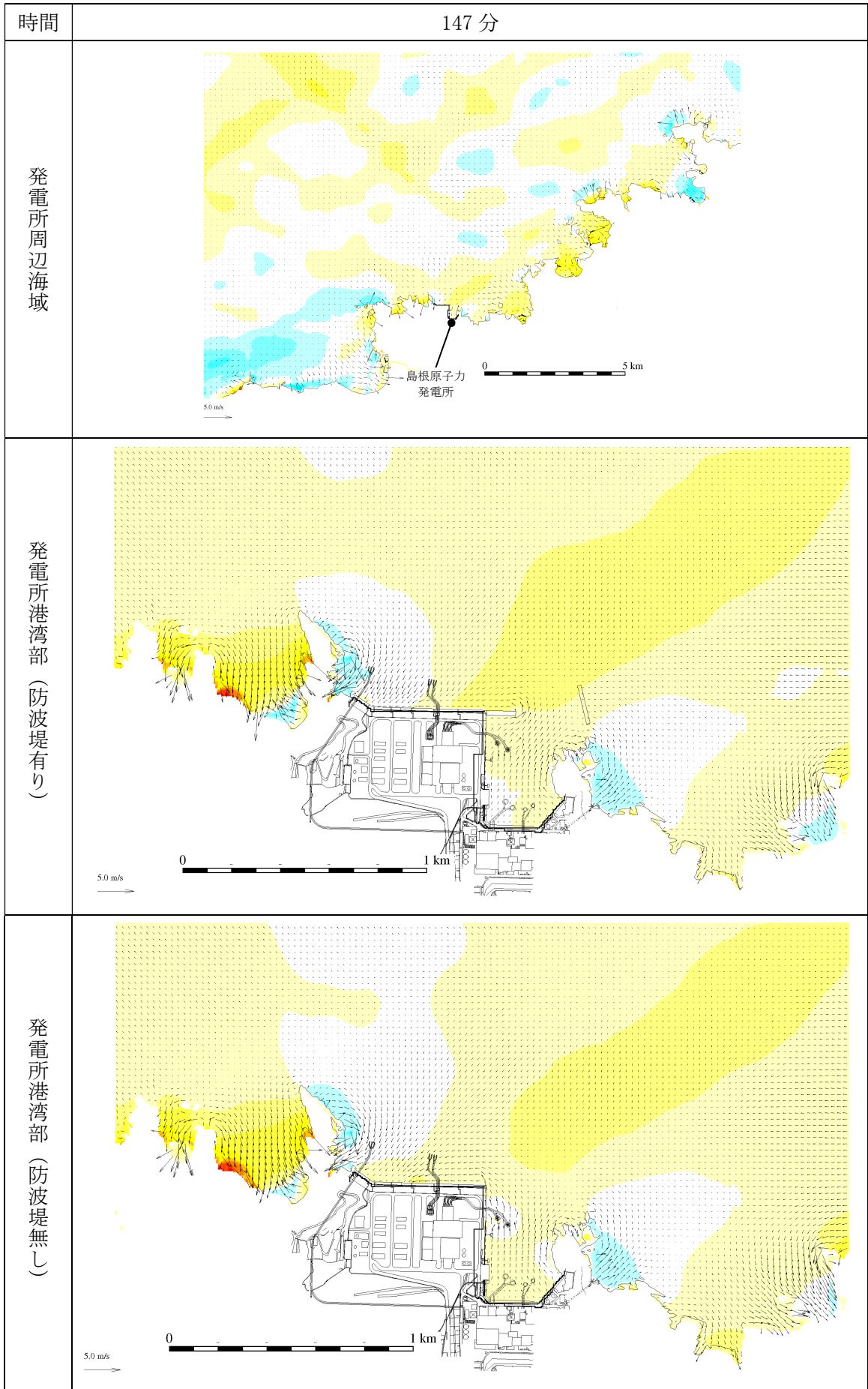
第 2.5-13-1 図(92) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



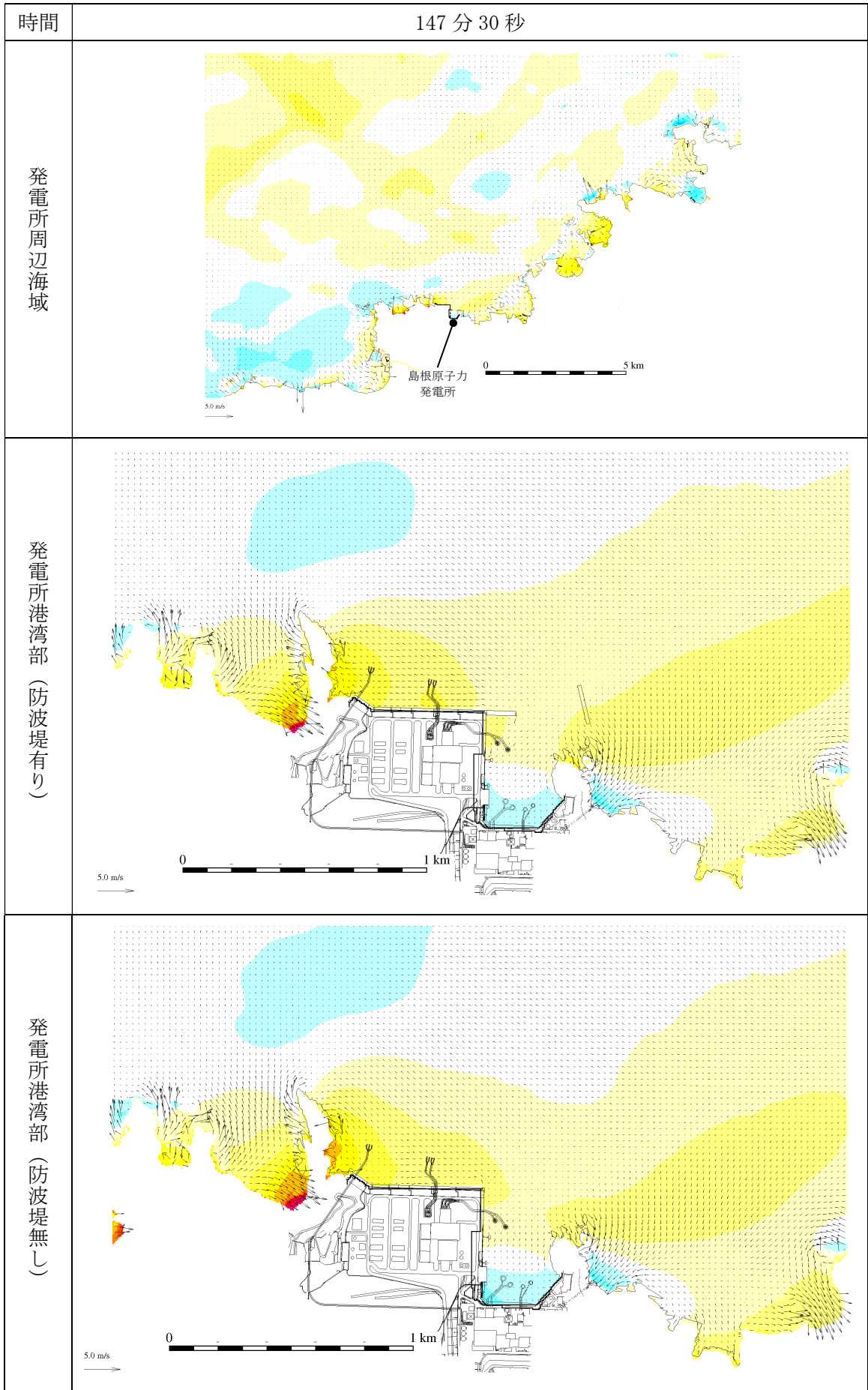
第 2.5-13-1 図(93) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



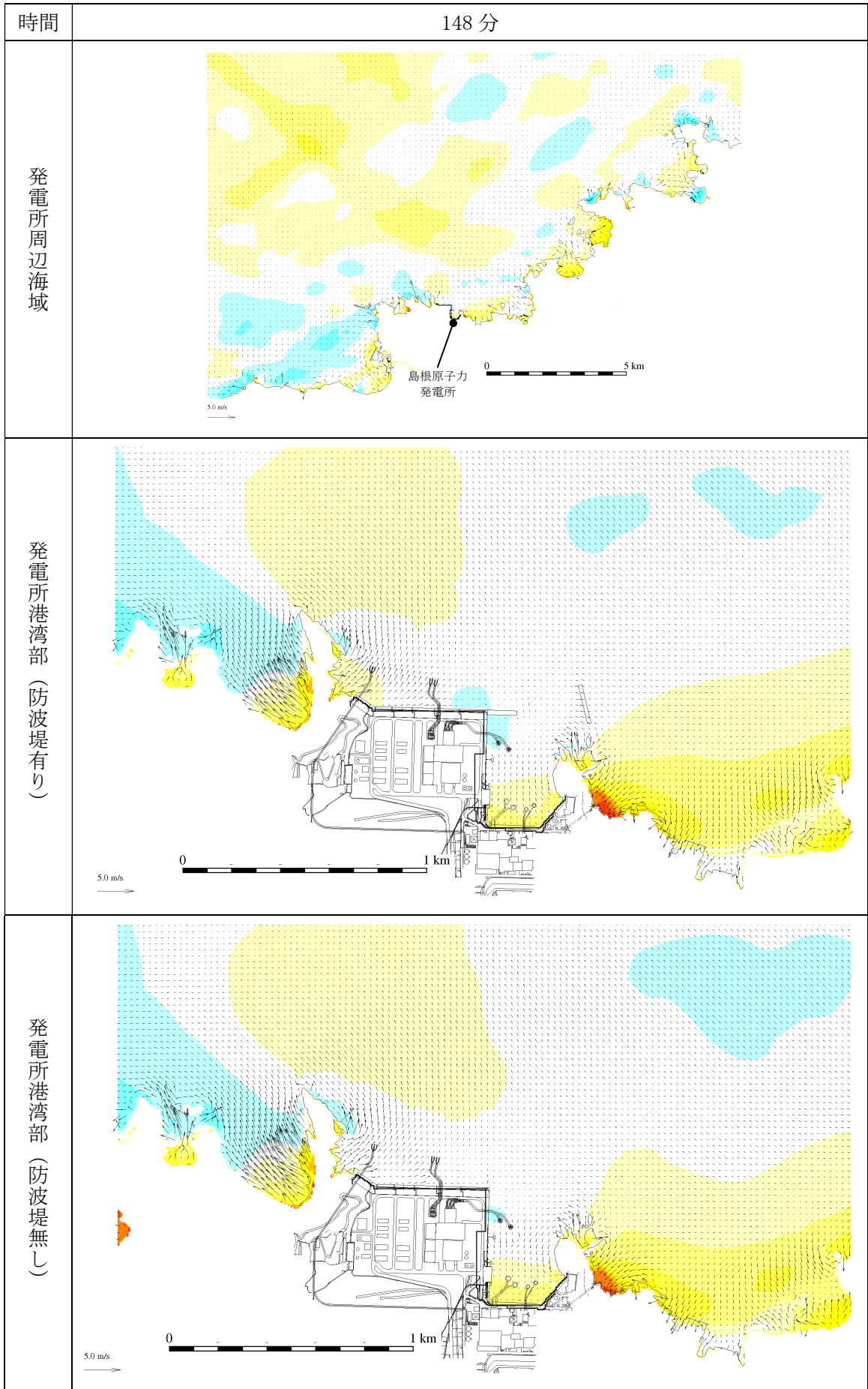
第 2.5-13-1 図(94) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



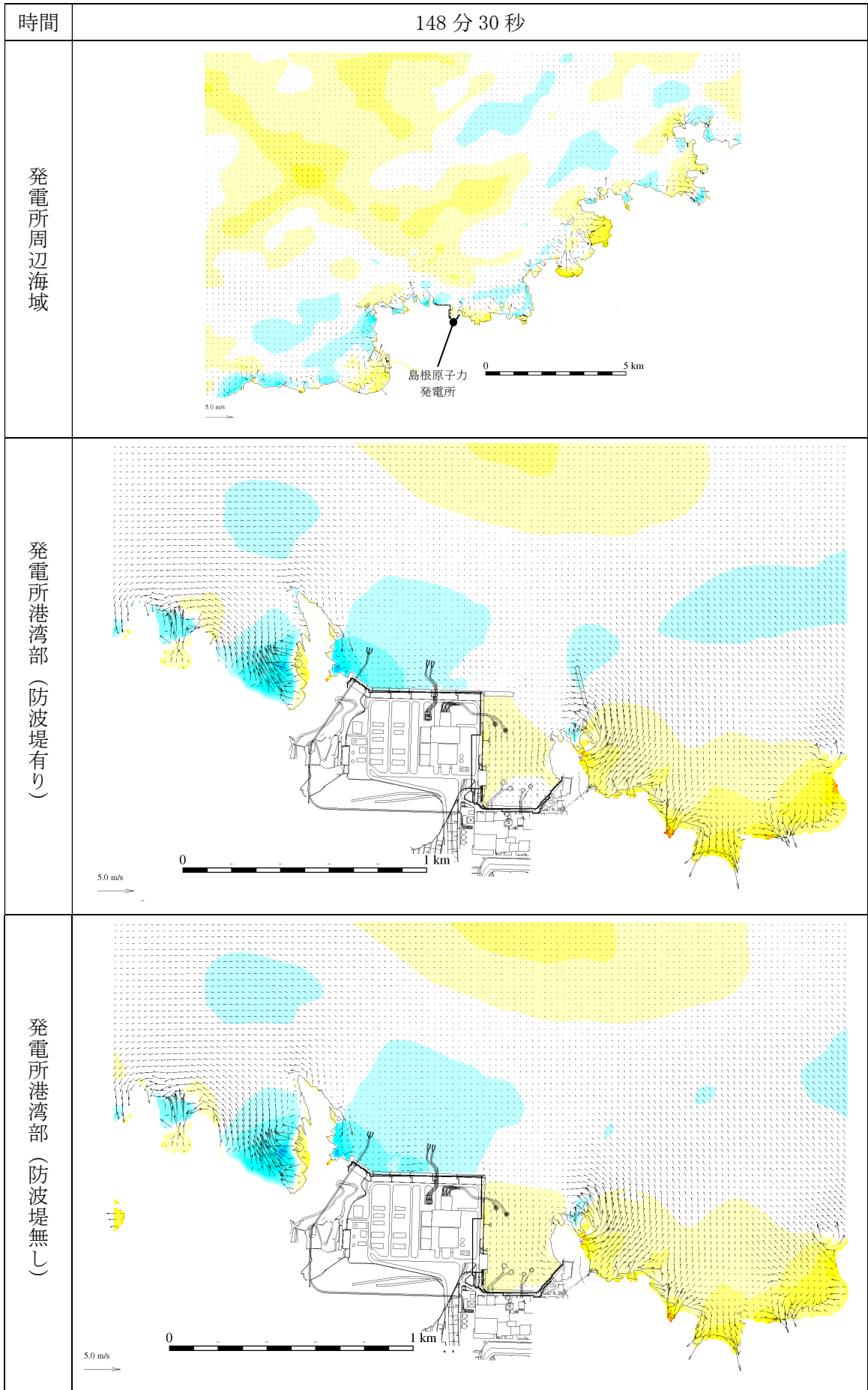
第 2.5-13-1 図(95) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



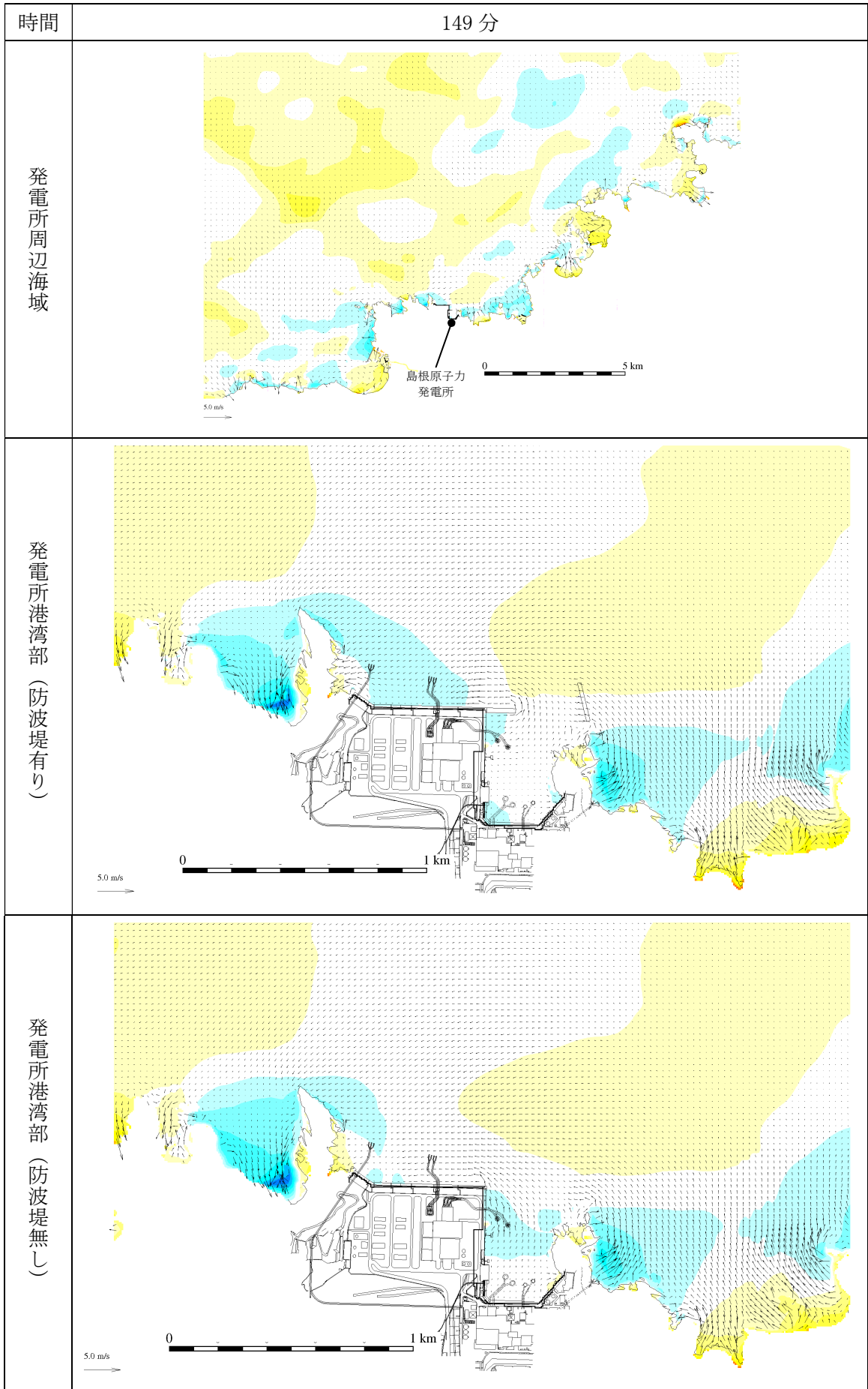
第 2.5-13-1 図(96) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



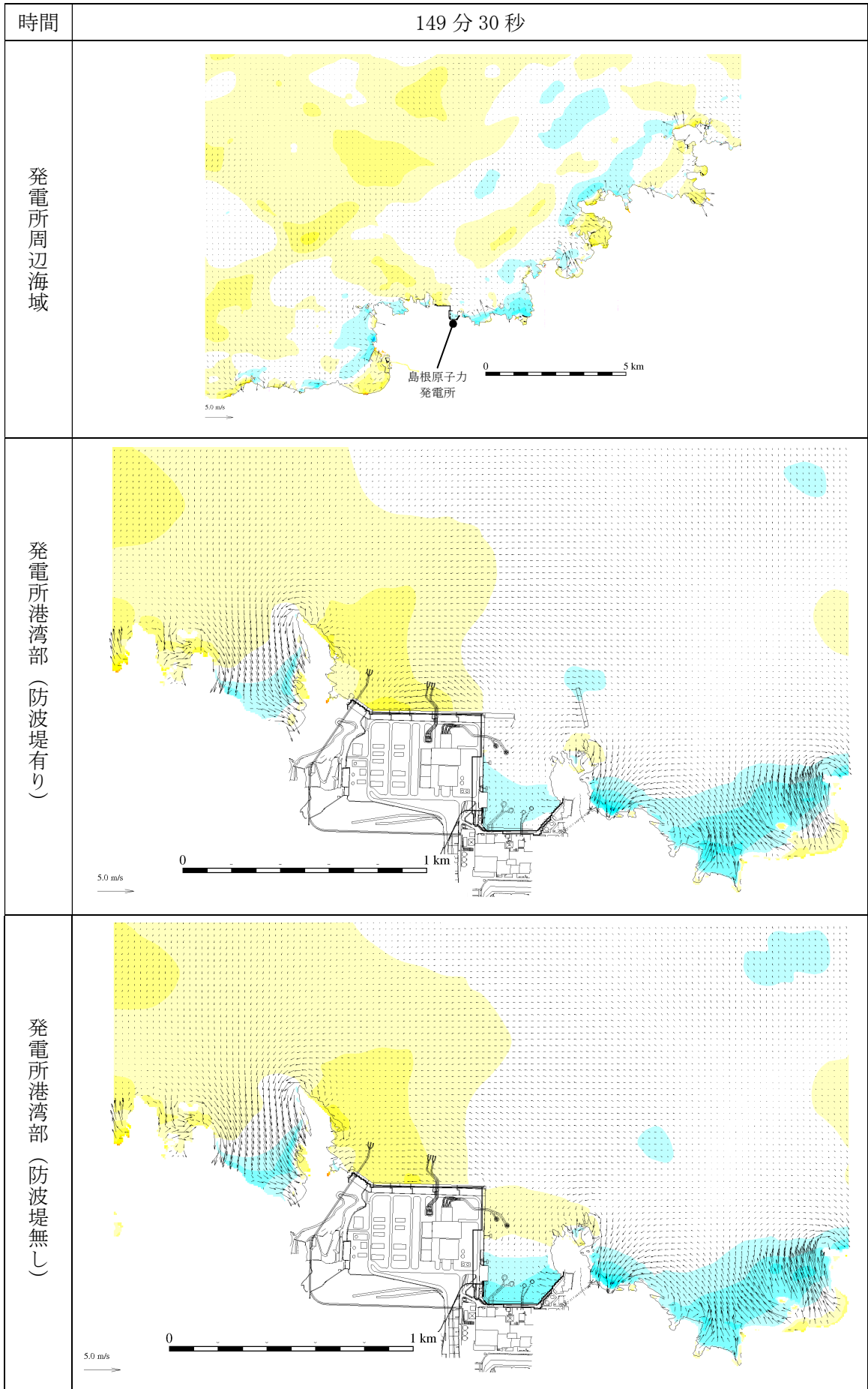
第 2.5-13-1 図(97) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



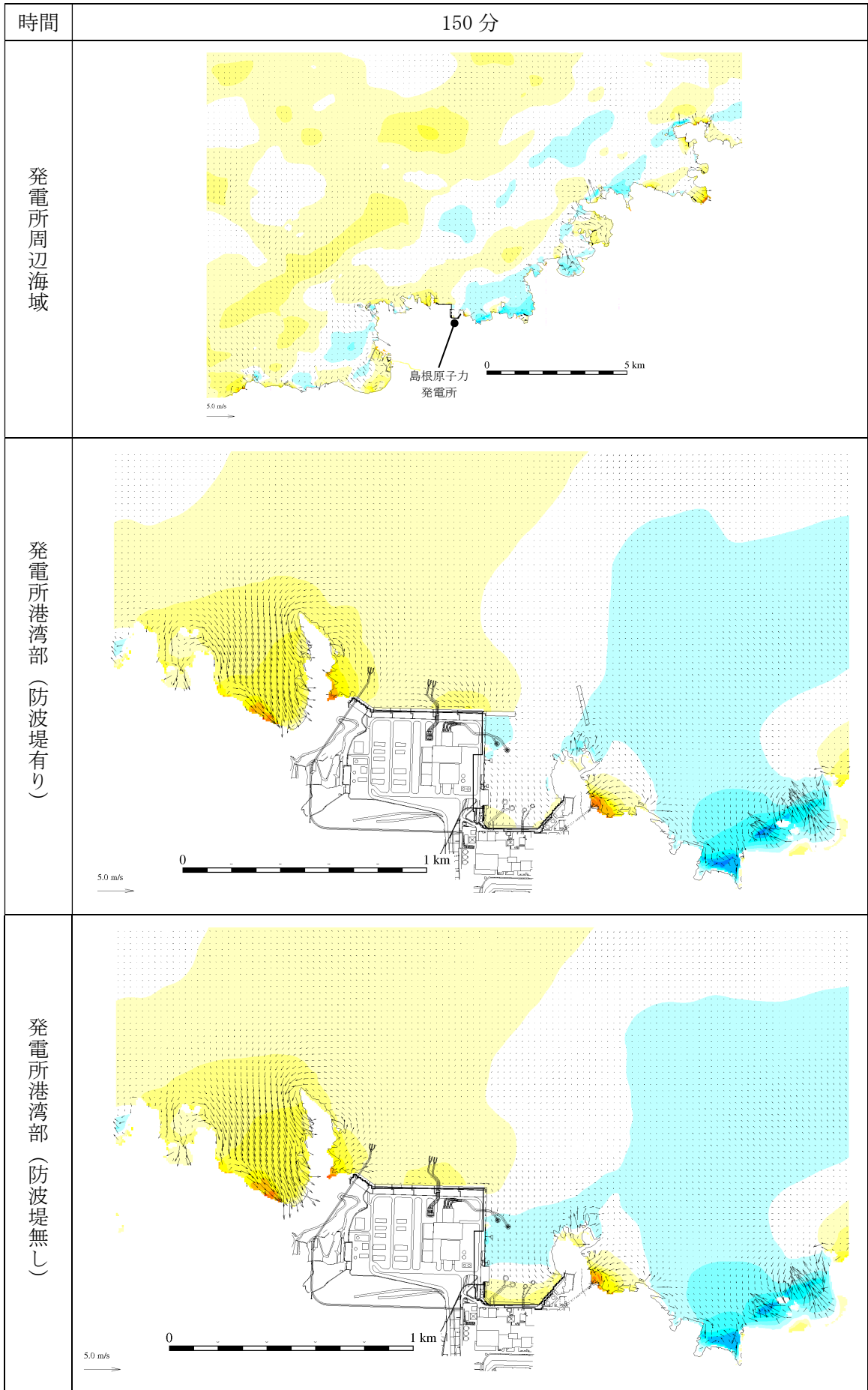
第 2.5-13-1 図(98) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



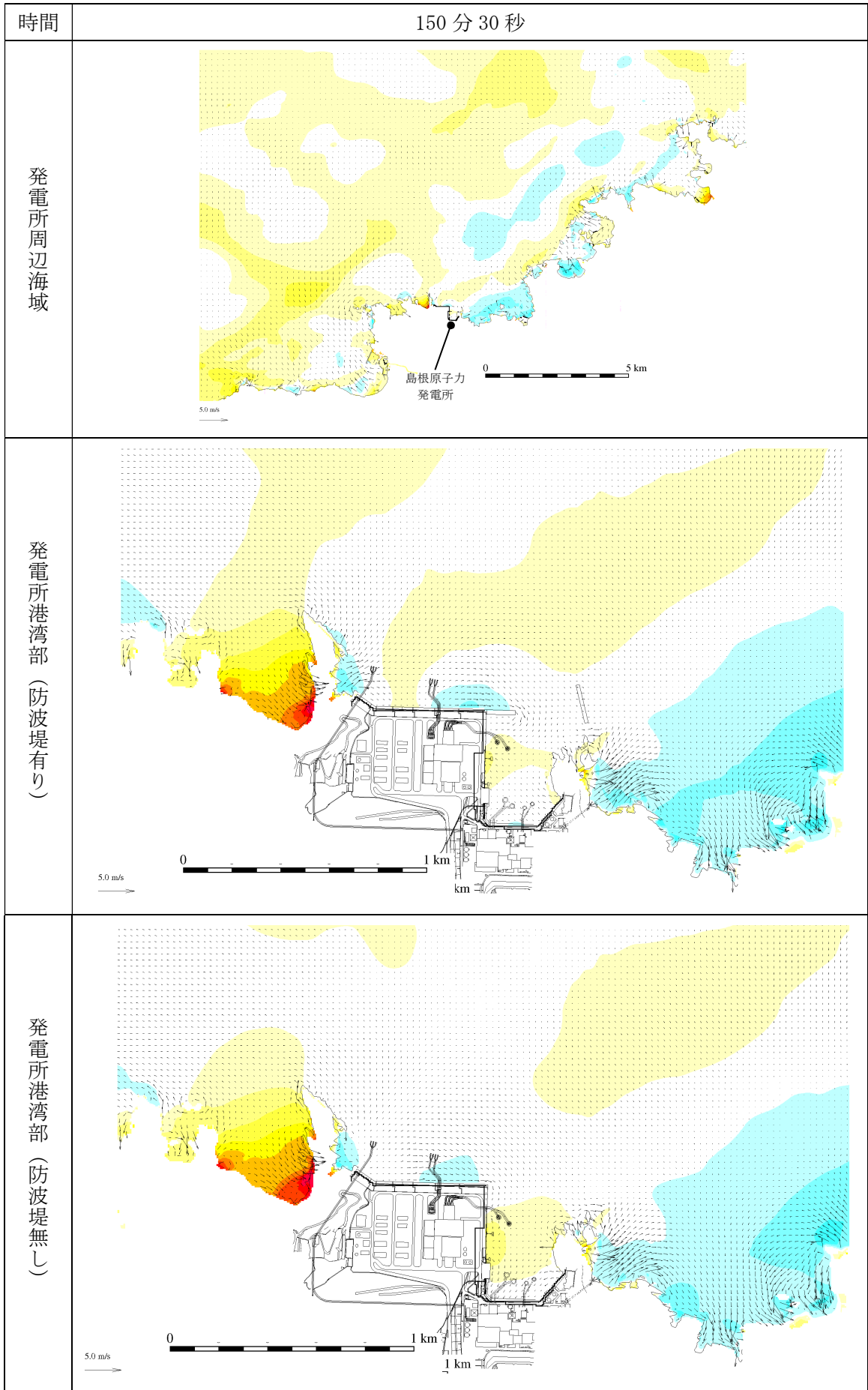
第 2.5-13-1 図(99) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



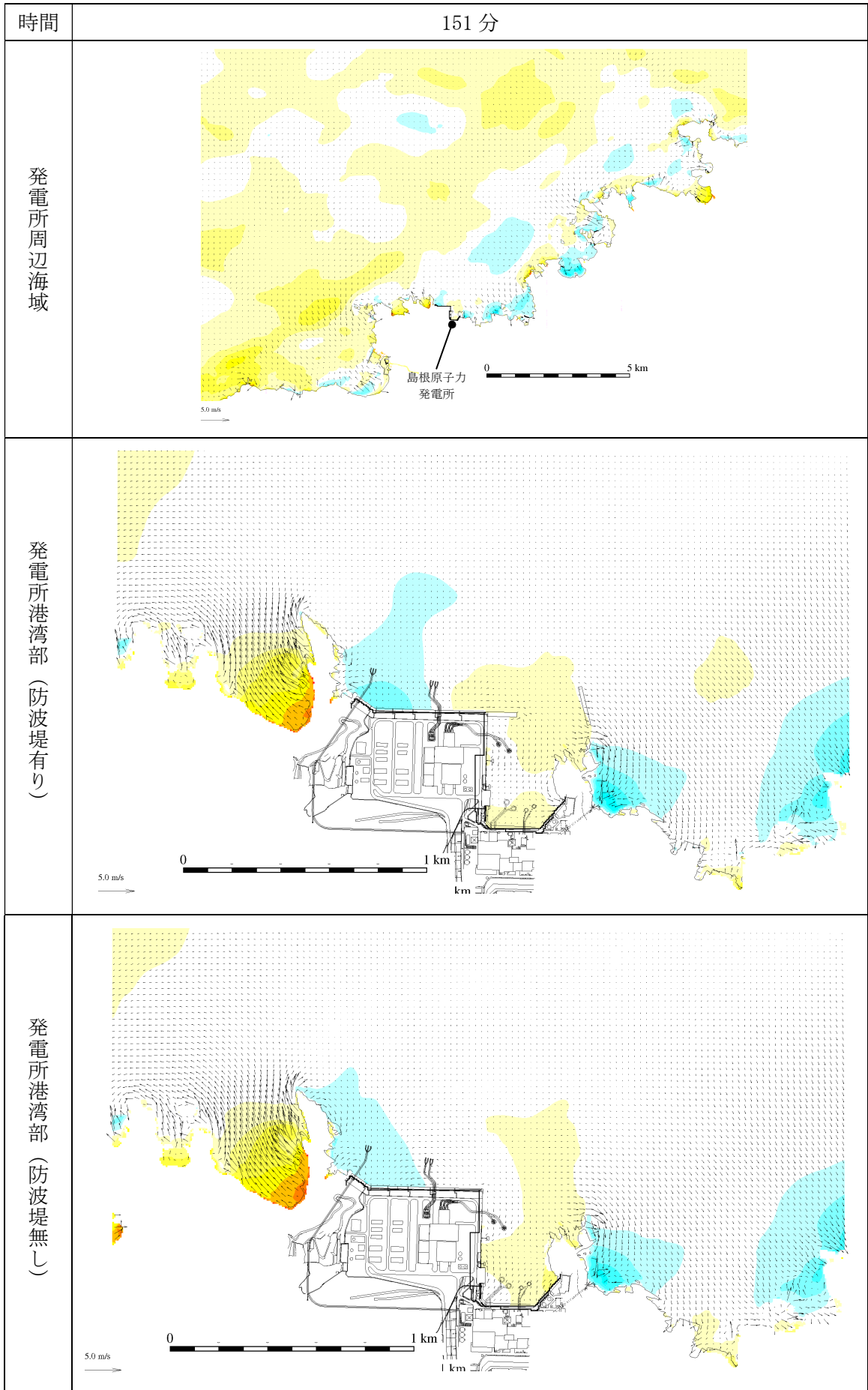
第 2.5-13-1 図(100) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



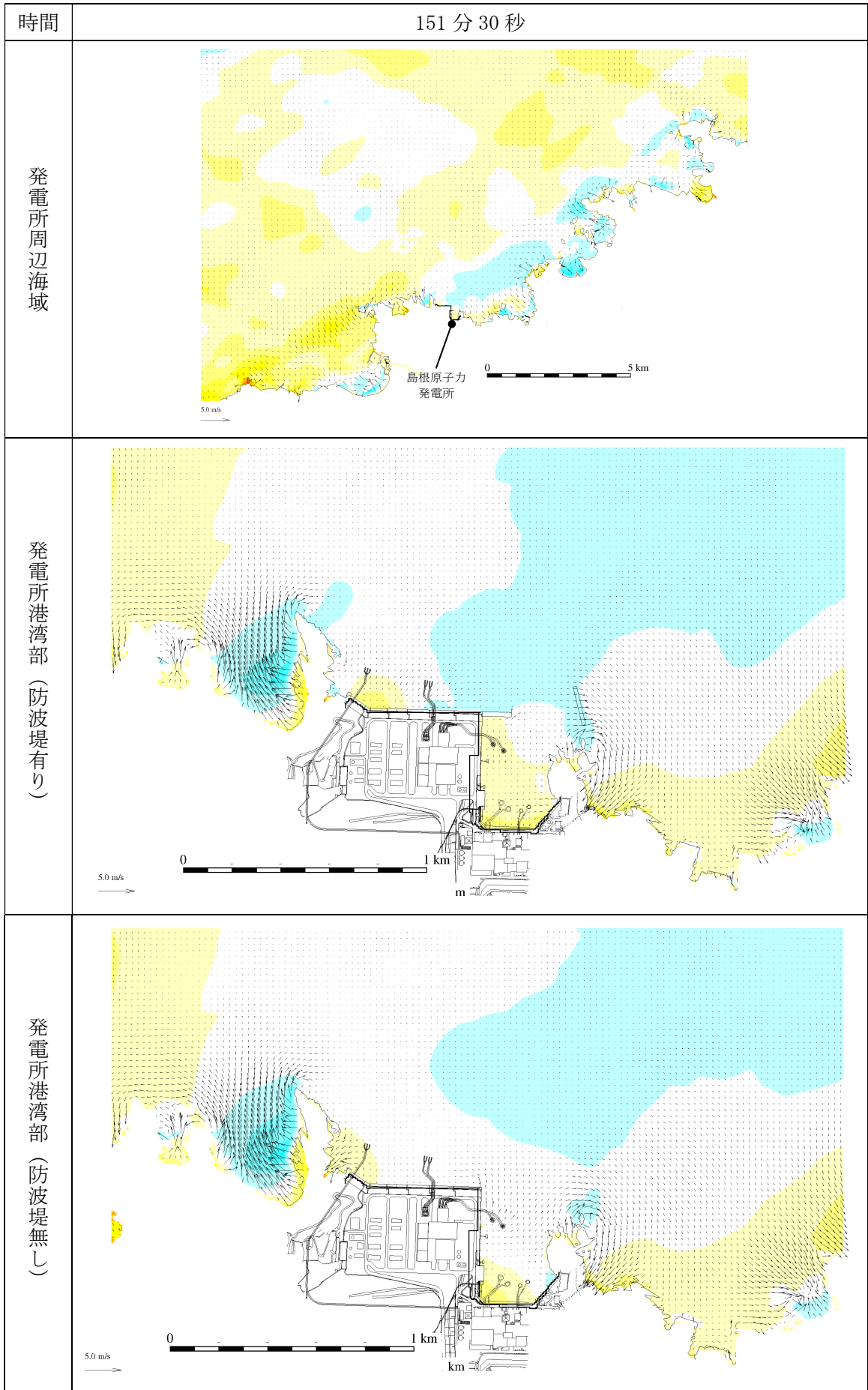
第 2.5-13-1 図(101) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



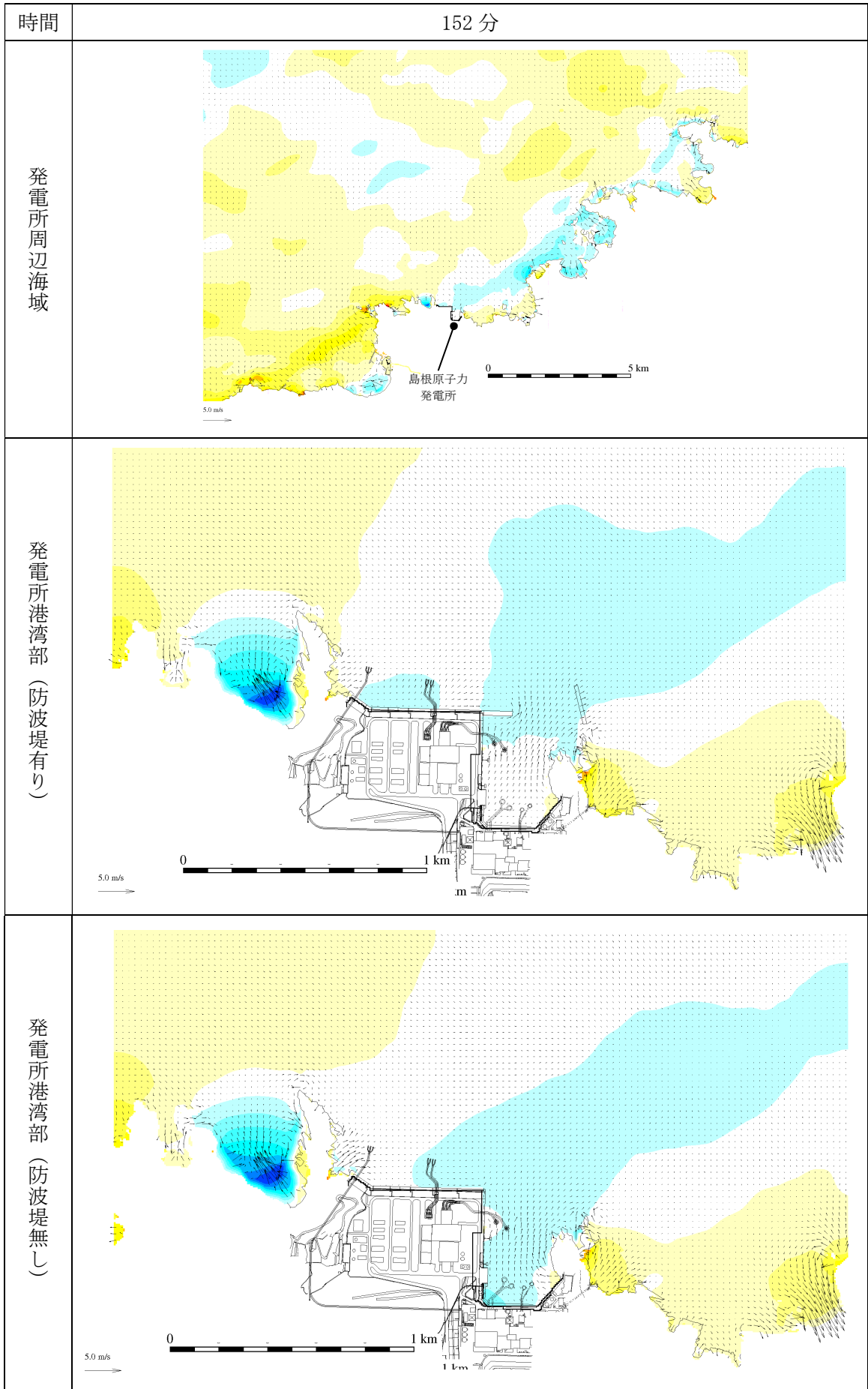
第 2.5-13-1 図(102) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



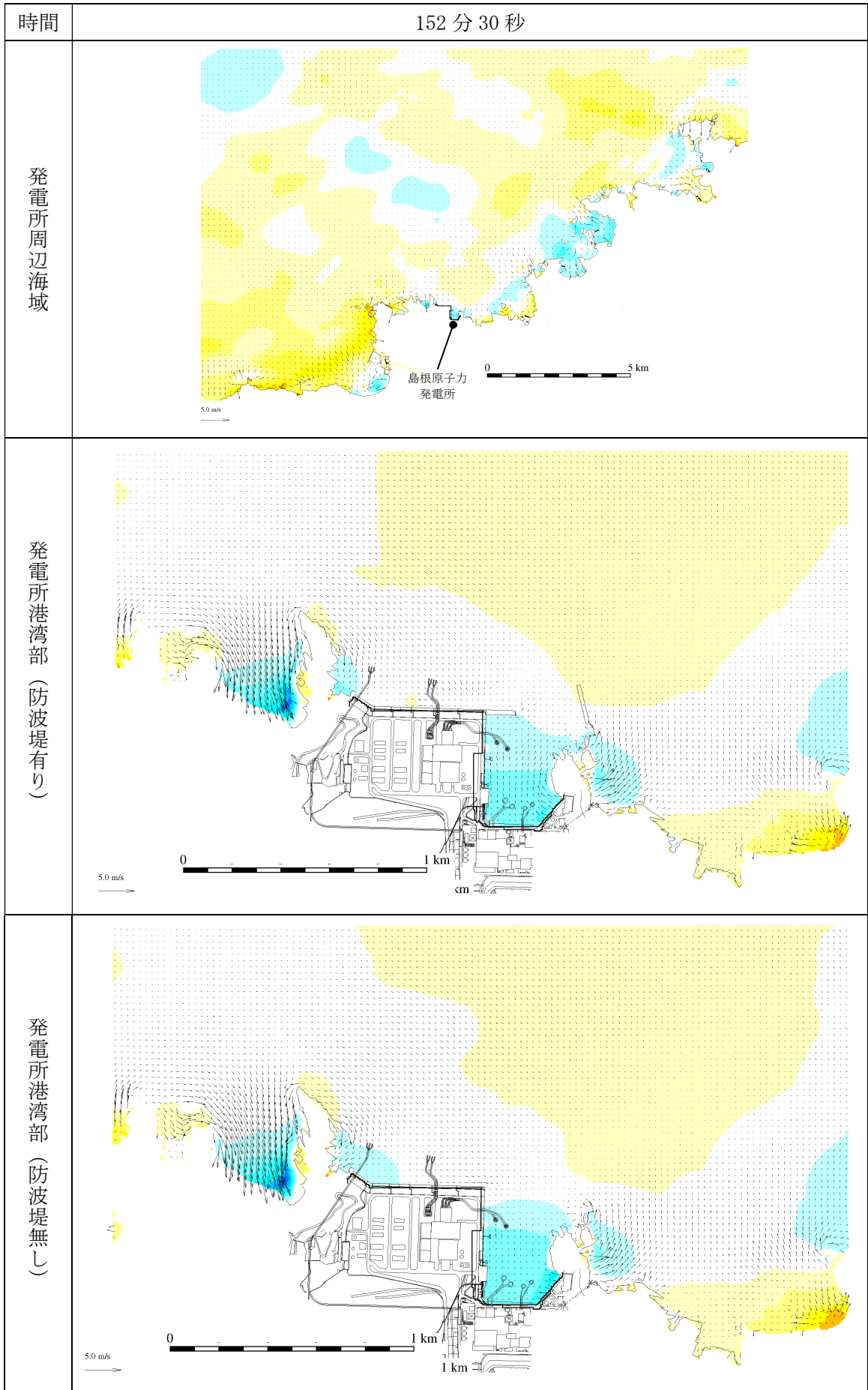
第 2.5-13-1 図(103) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



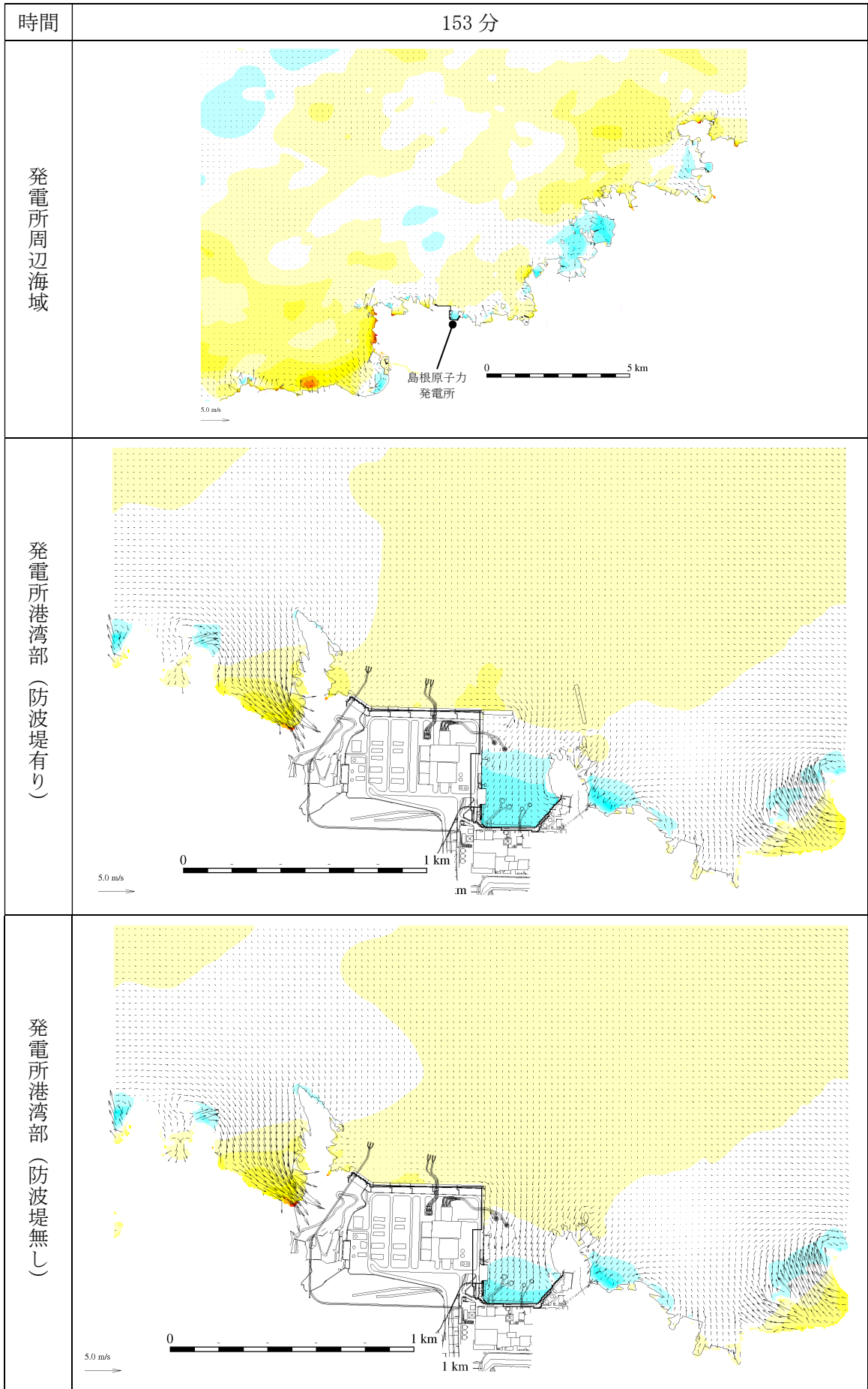
第 2.5-13-1 図(104) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



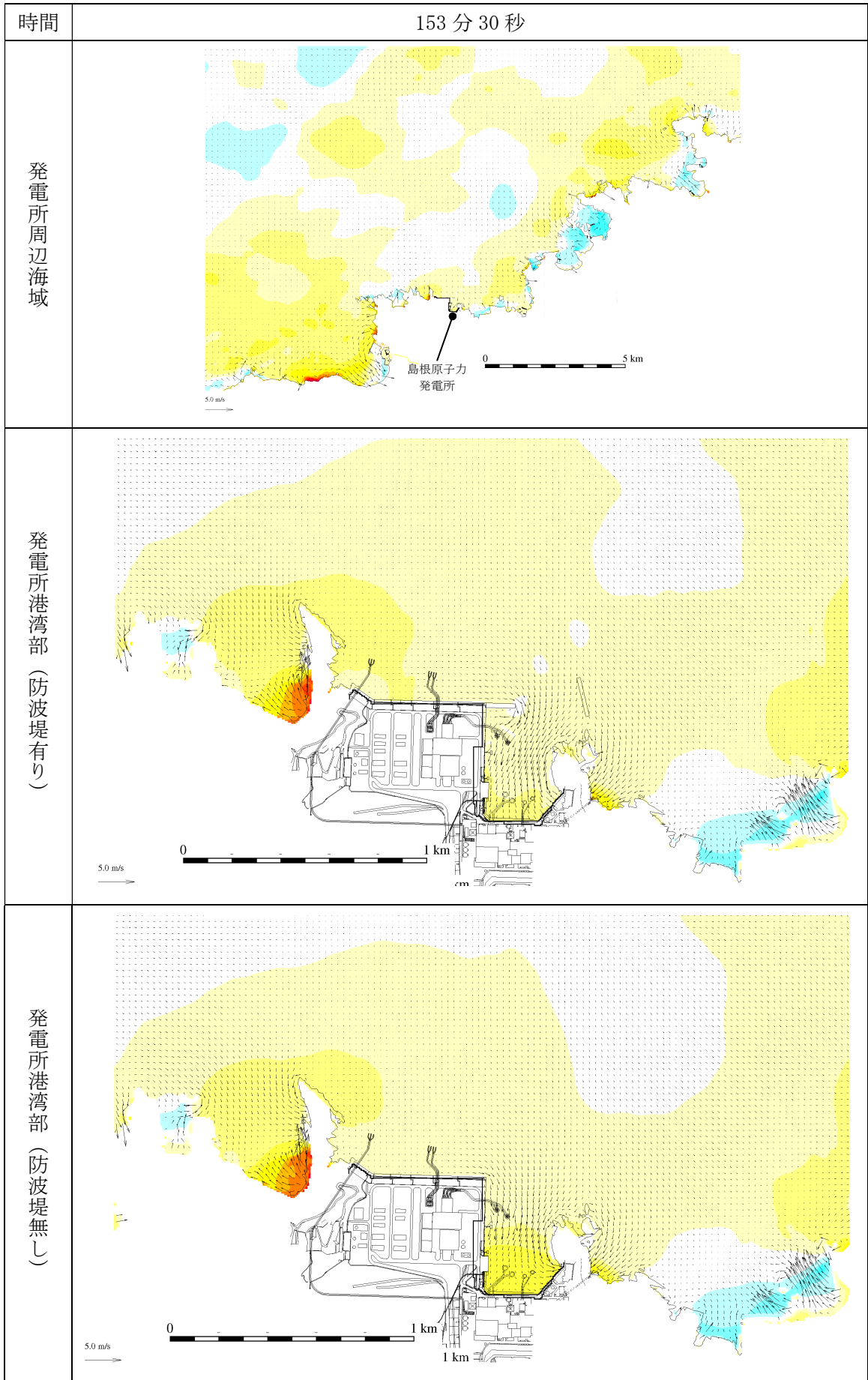
第 2.5-13-1 図(105) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



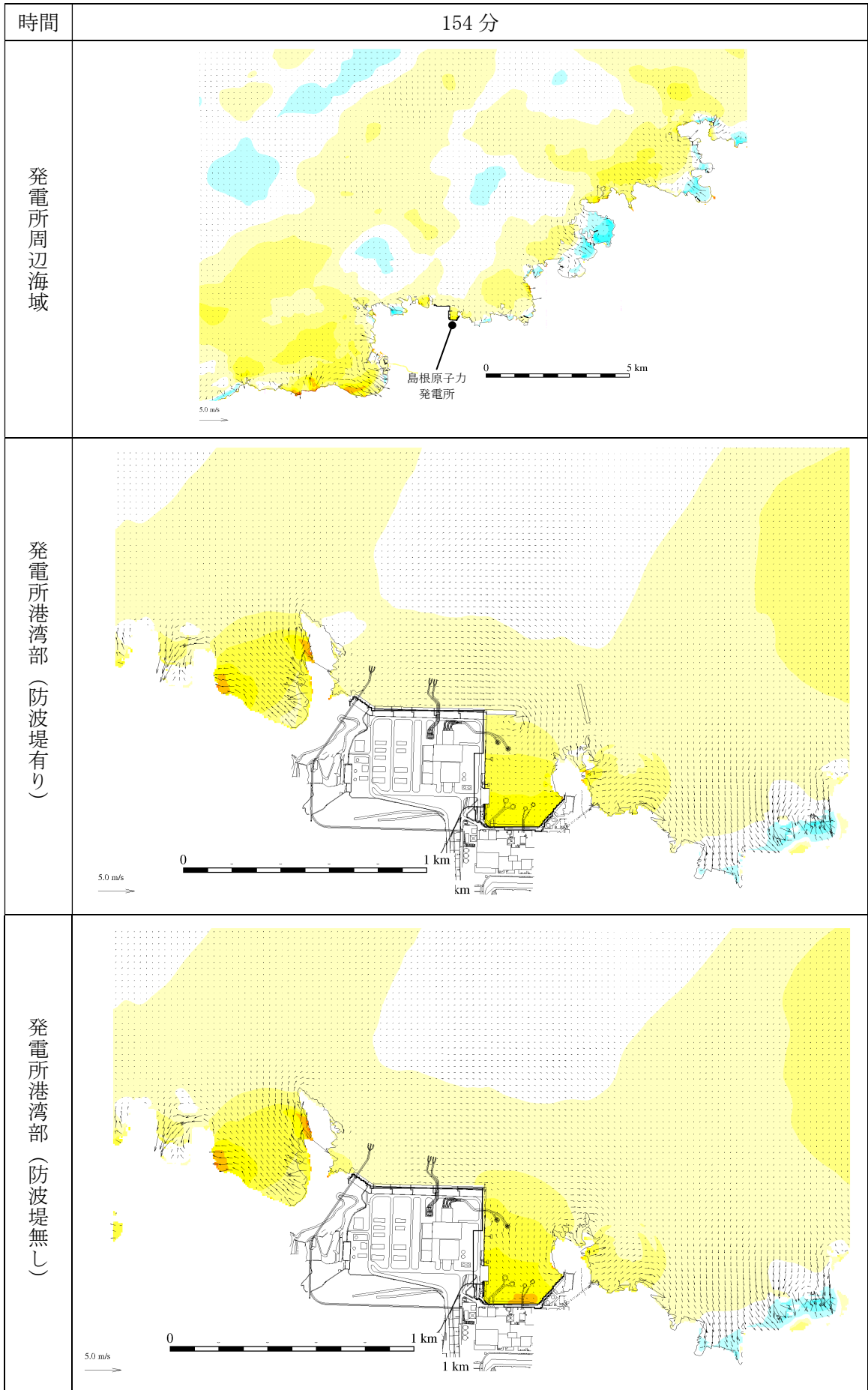
第 2.5-13-1 図(106) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



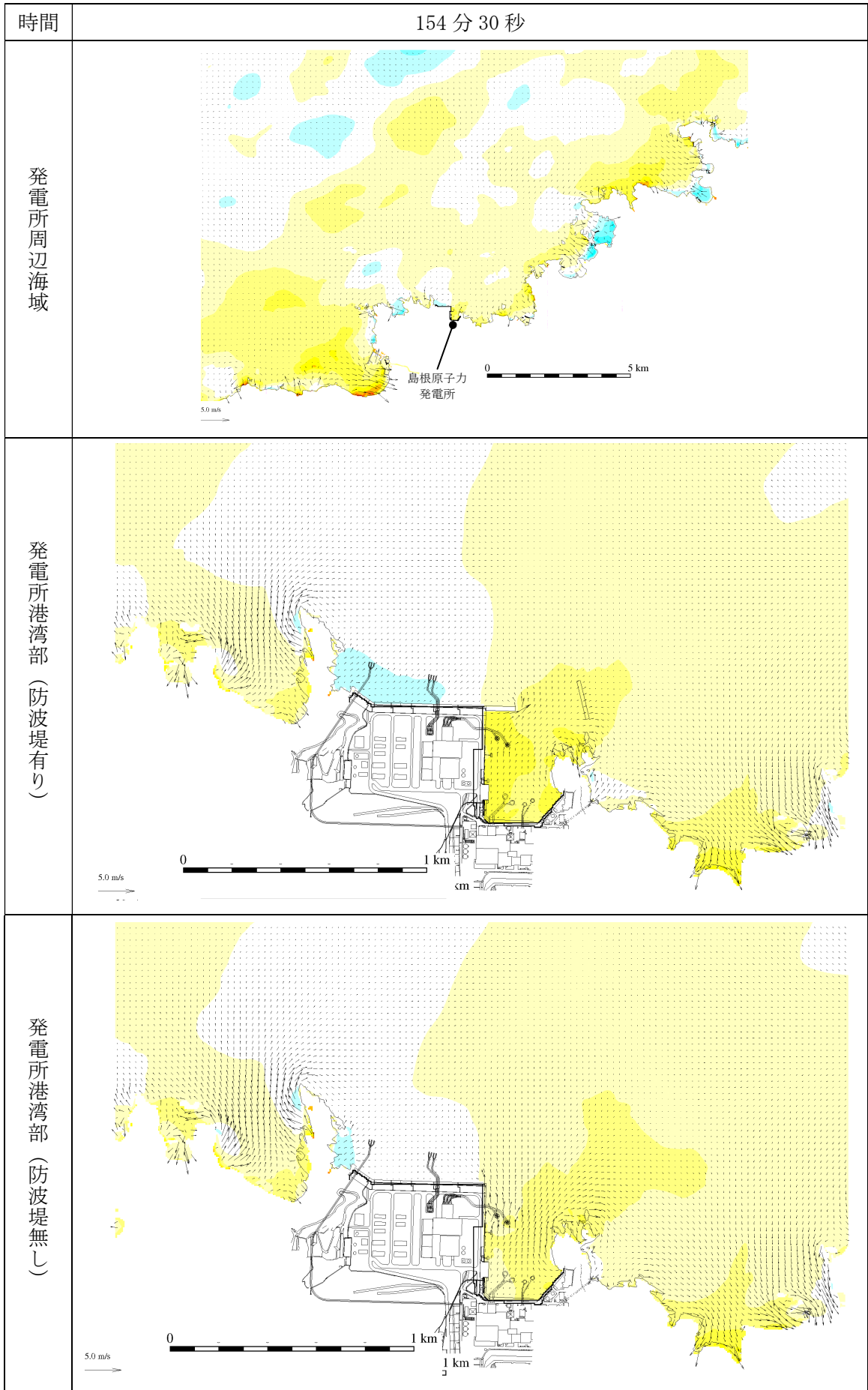
第 2.5-13-1 図(107) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



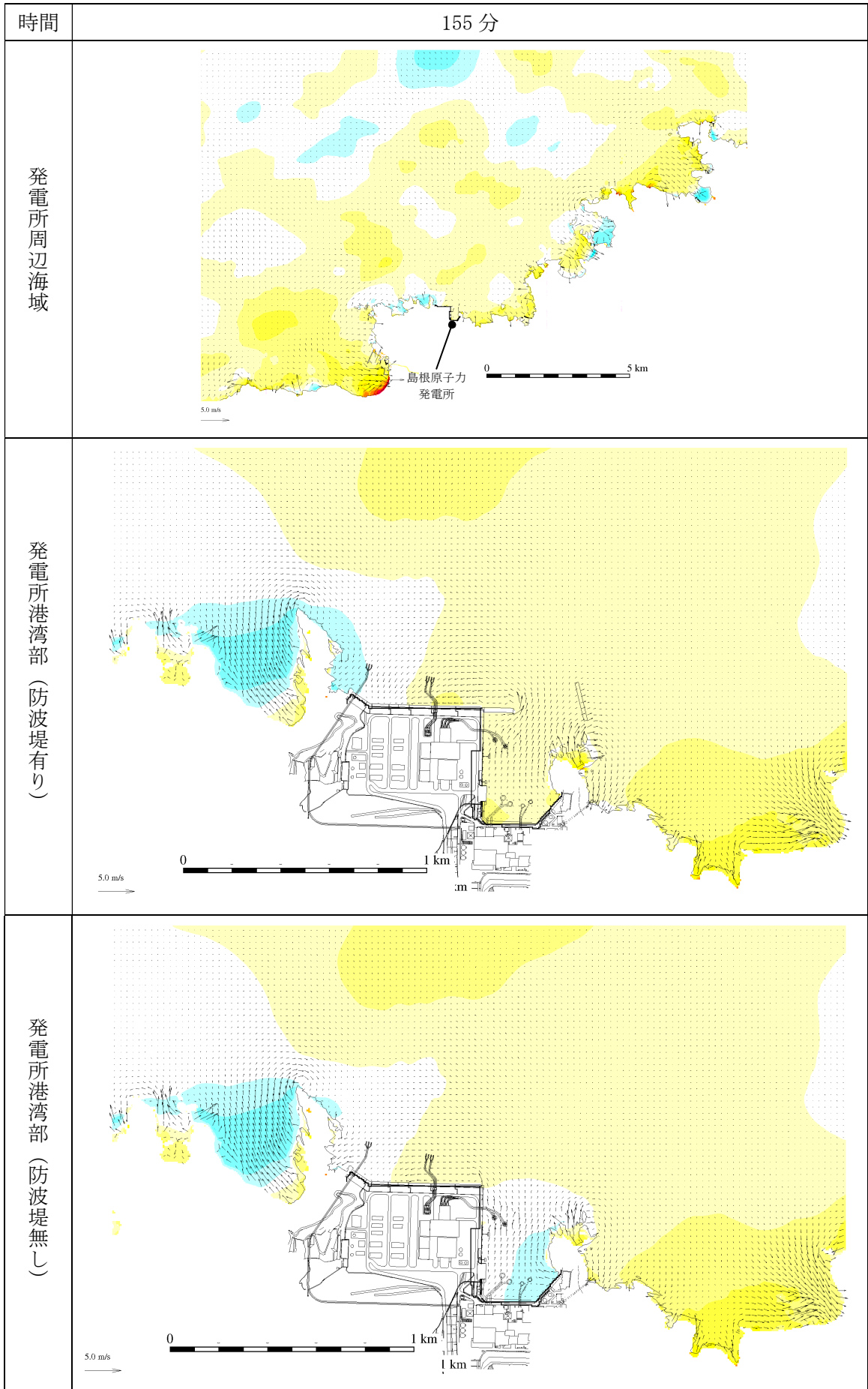
第 2.5-13-1 図(108) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



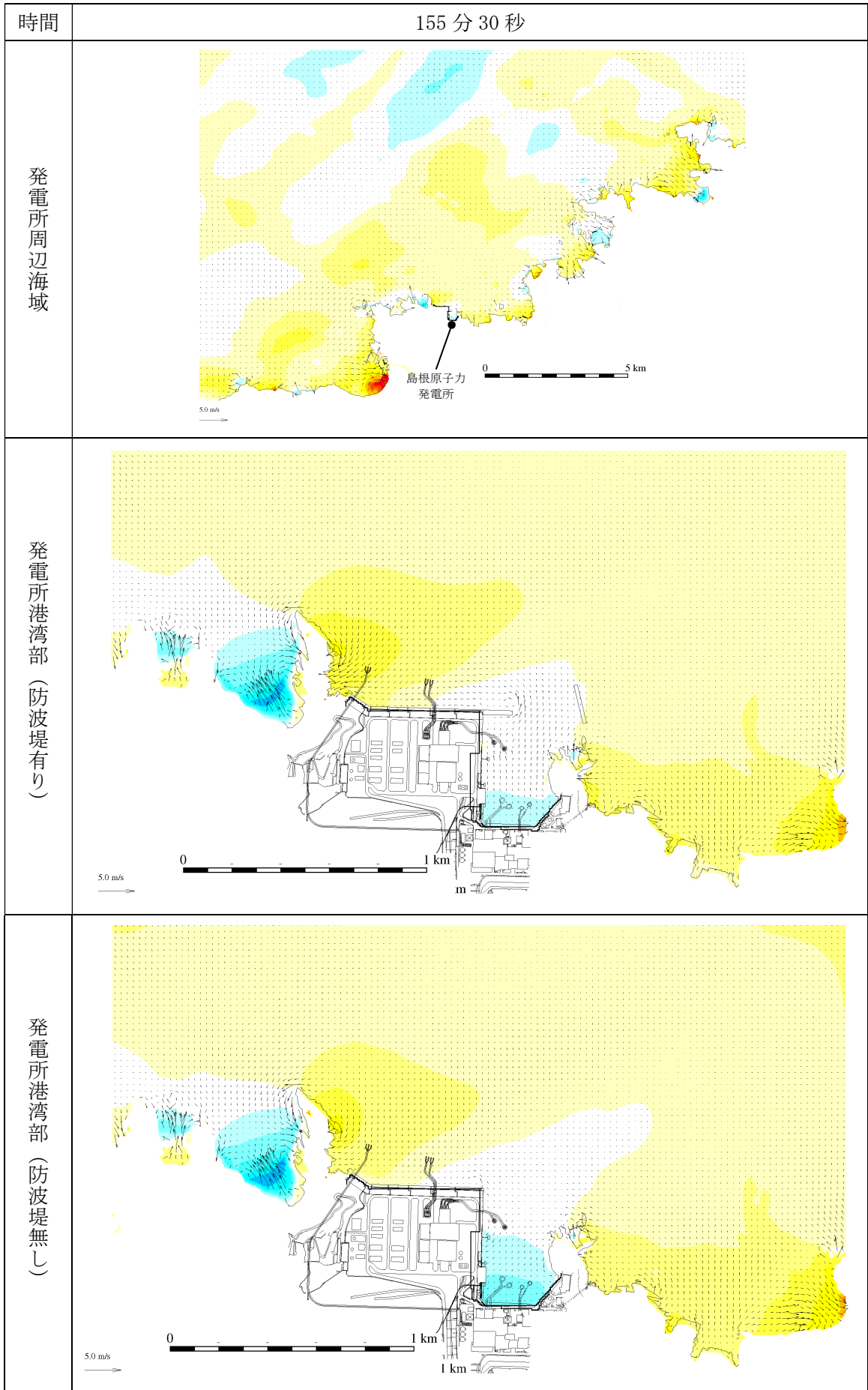
第 2.5-13-1 図(109) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



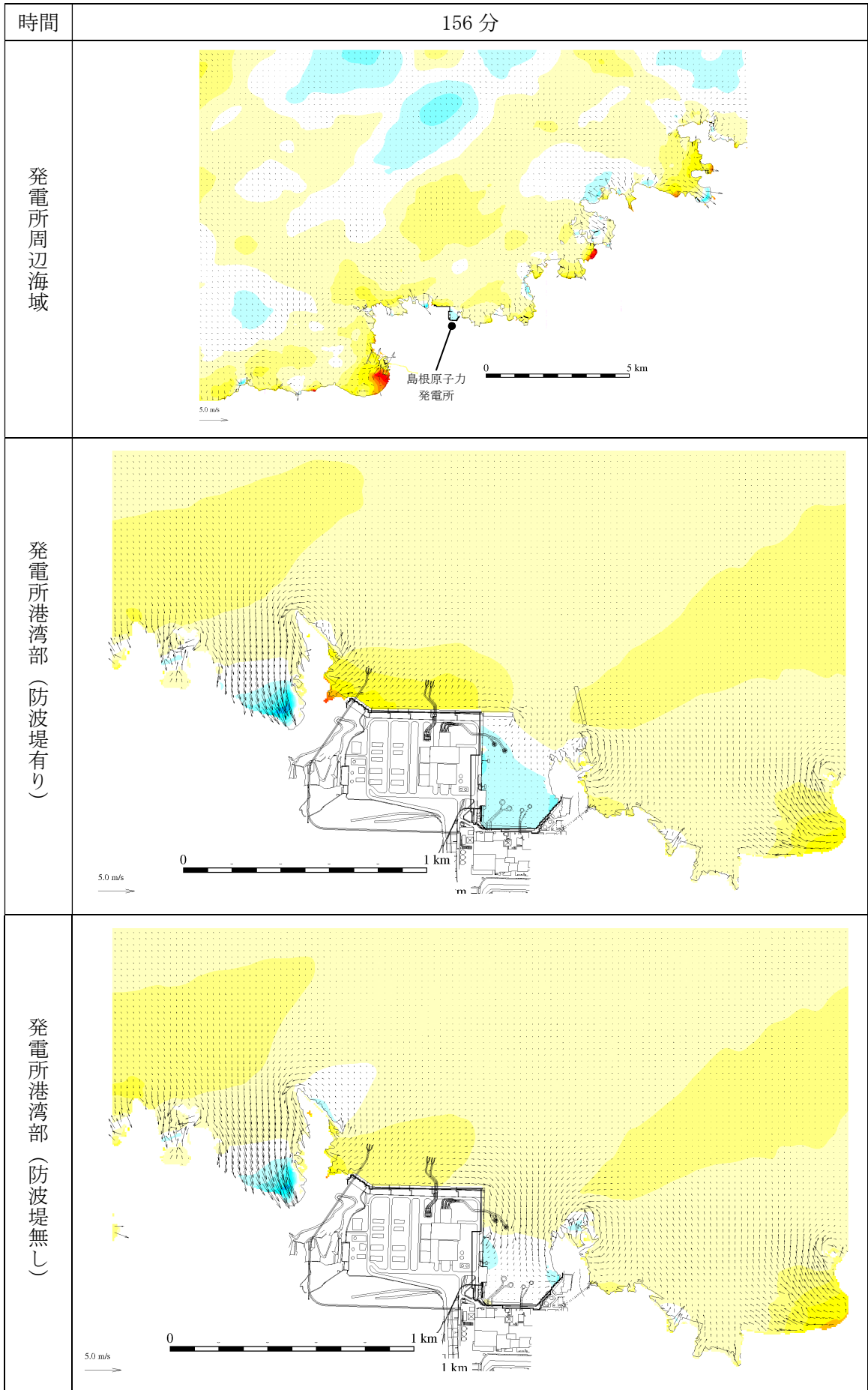
第 2.5-13-1 図(110) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



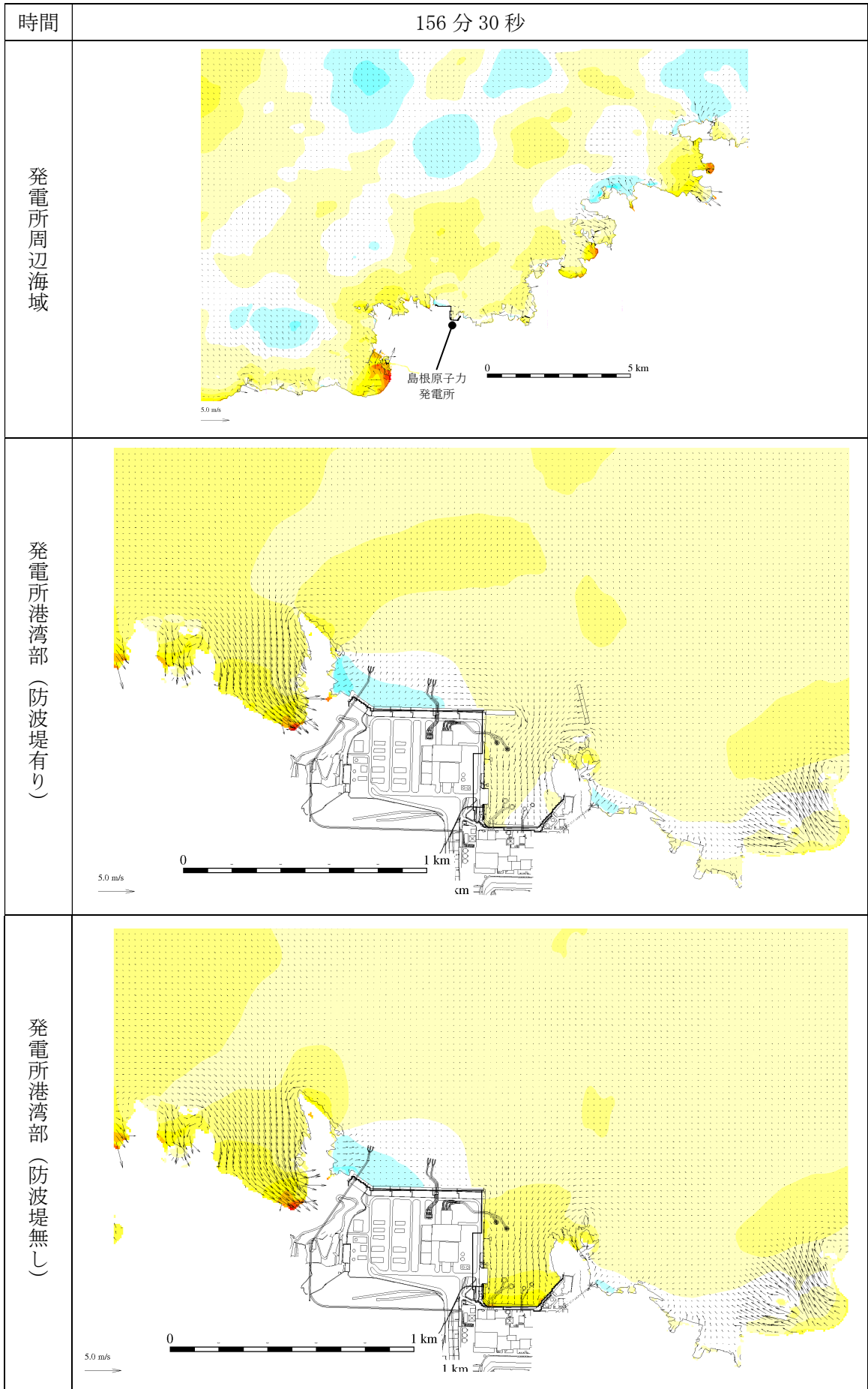
第 2.5-13-1 図(111) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



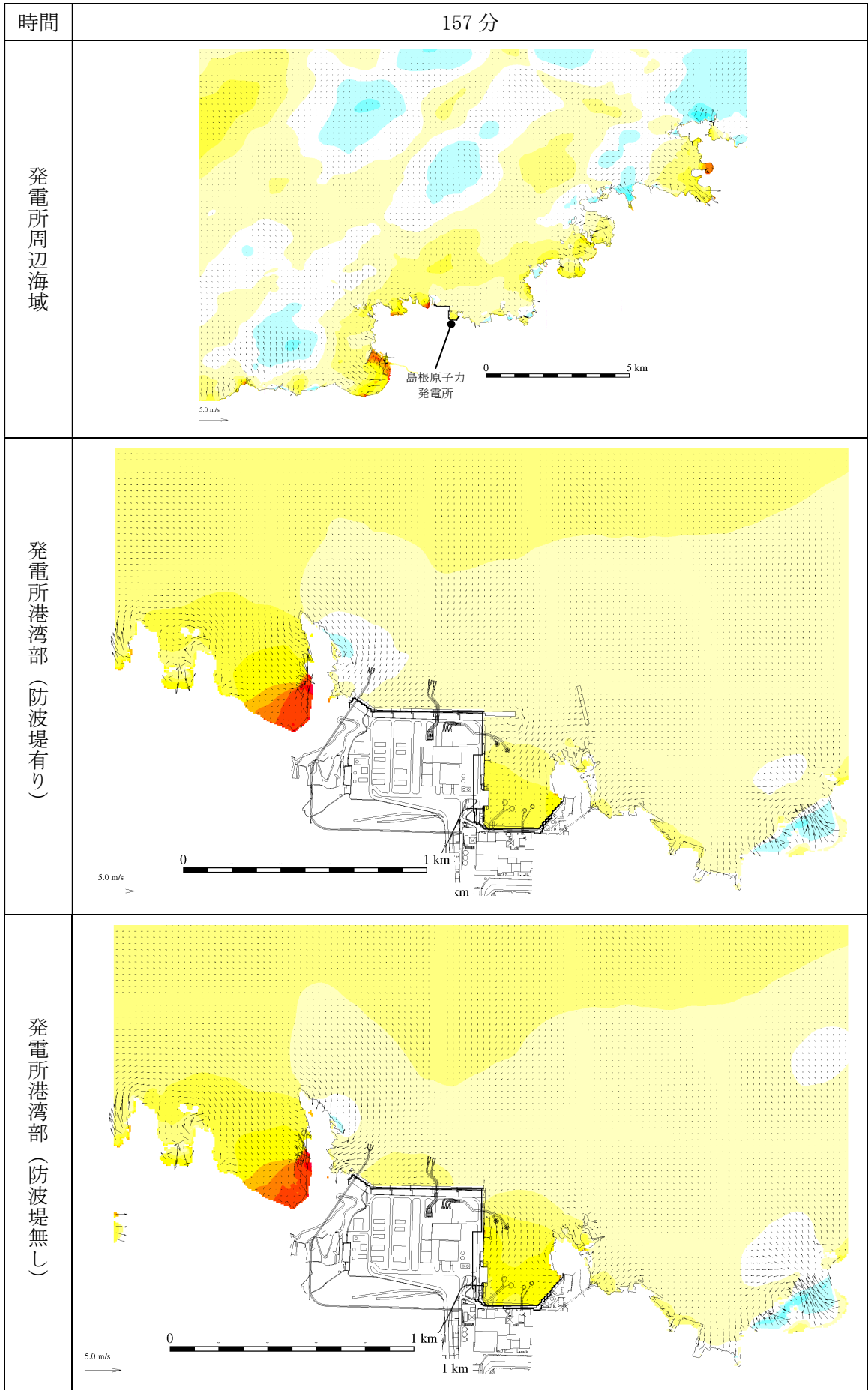
第 2.5-13-1 図(112) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



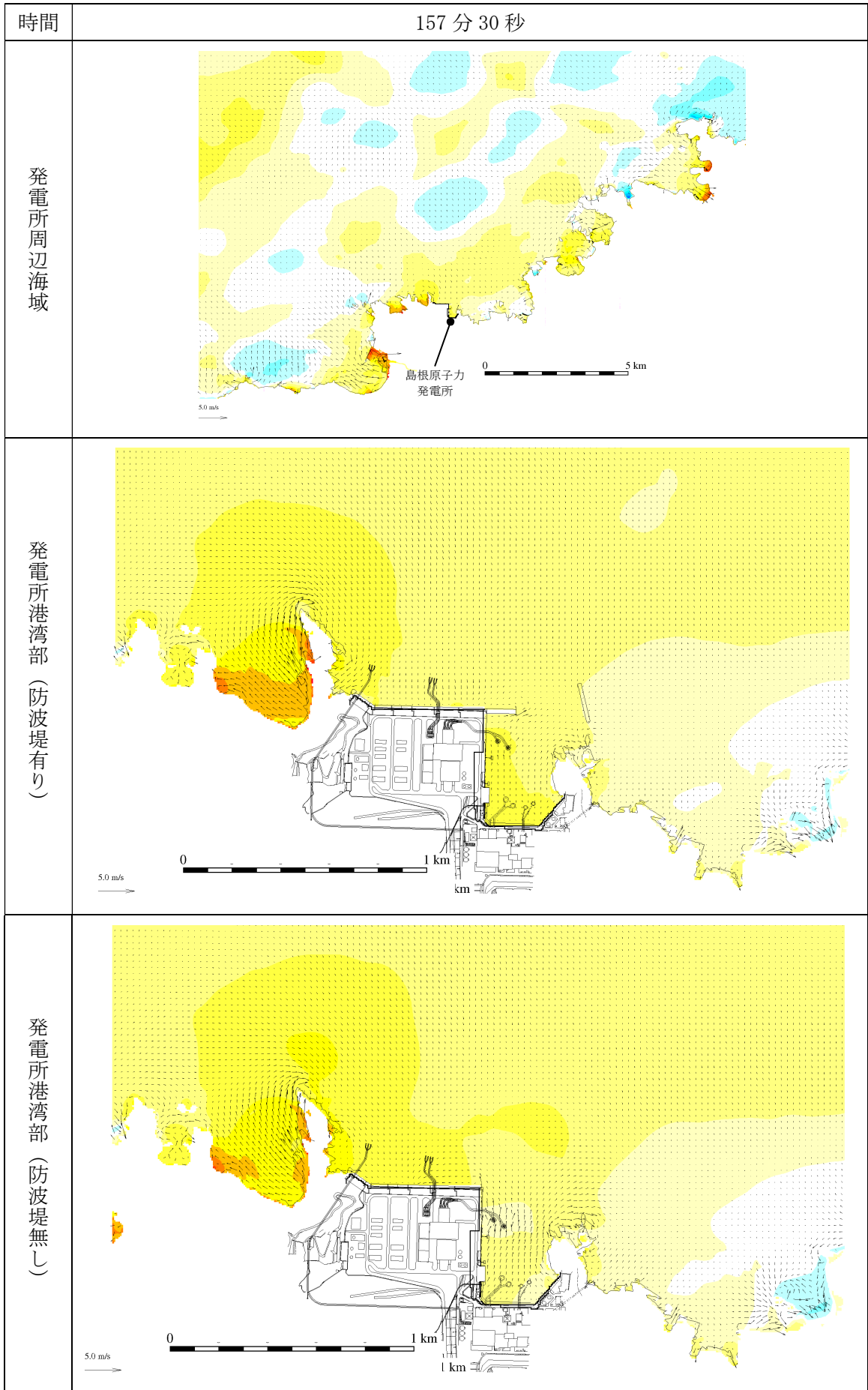
第 2.5-13-1 図(113) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



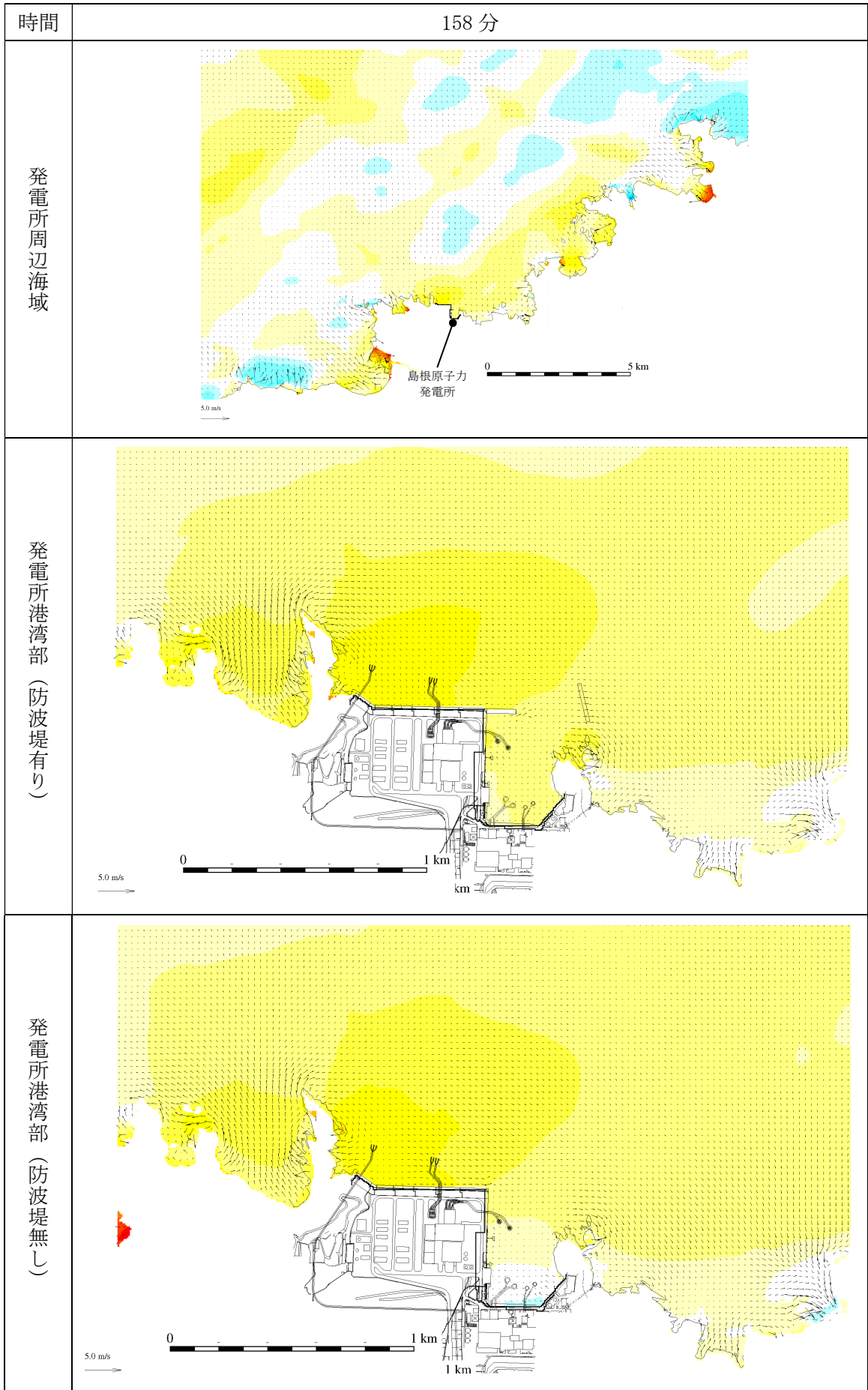
第 2.5-13-1 図(114) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



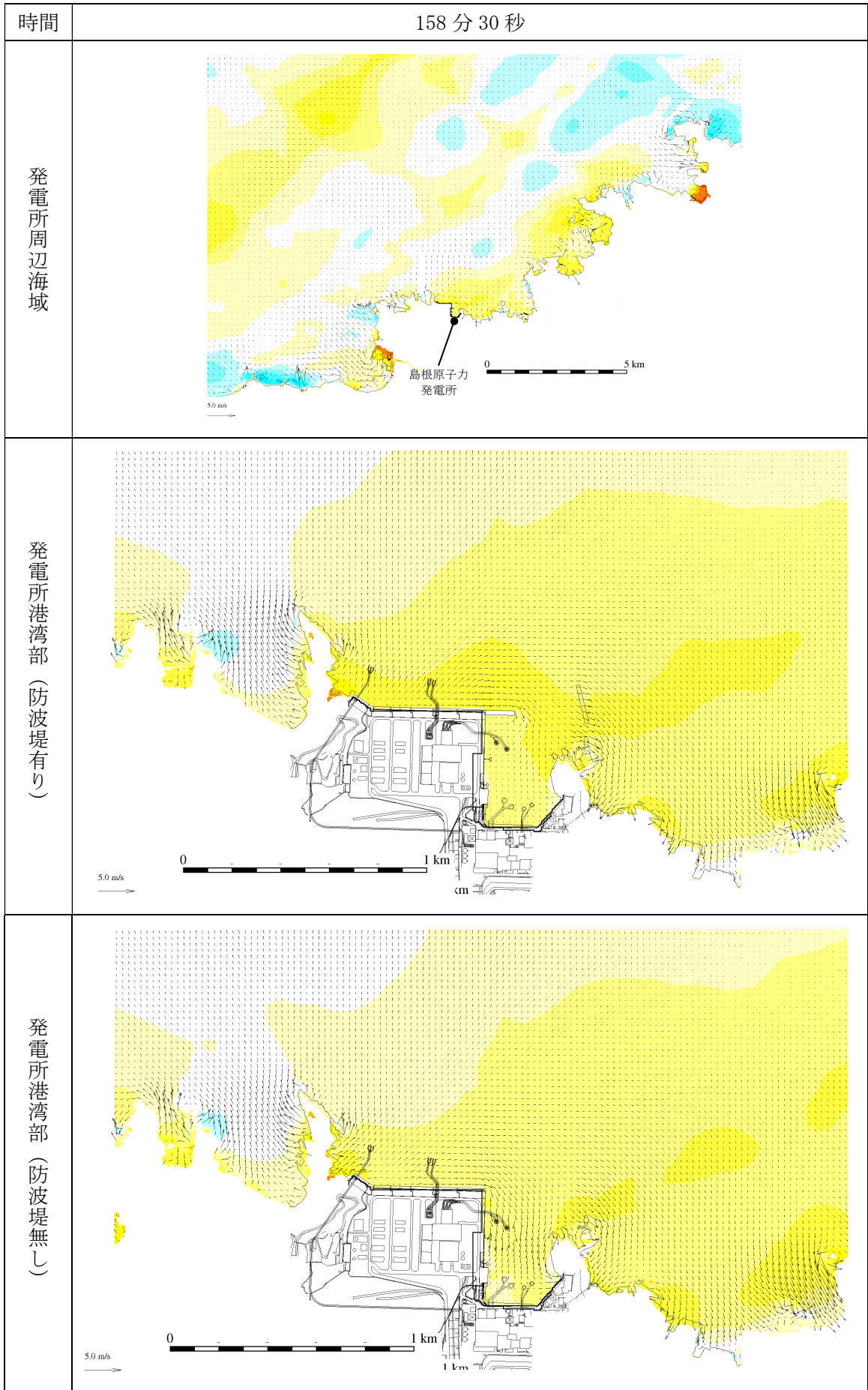
第 2.5-13-1 図(115) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



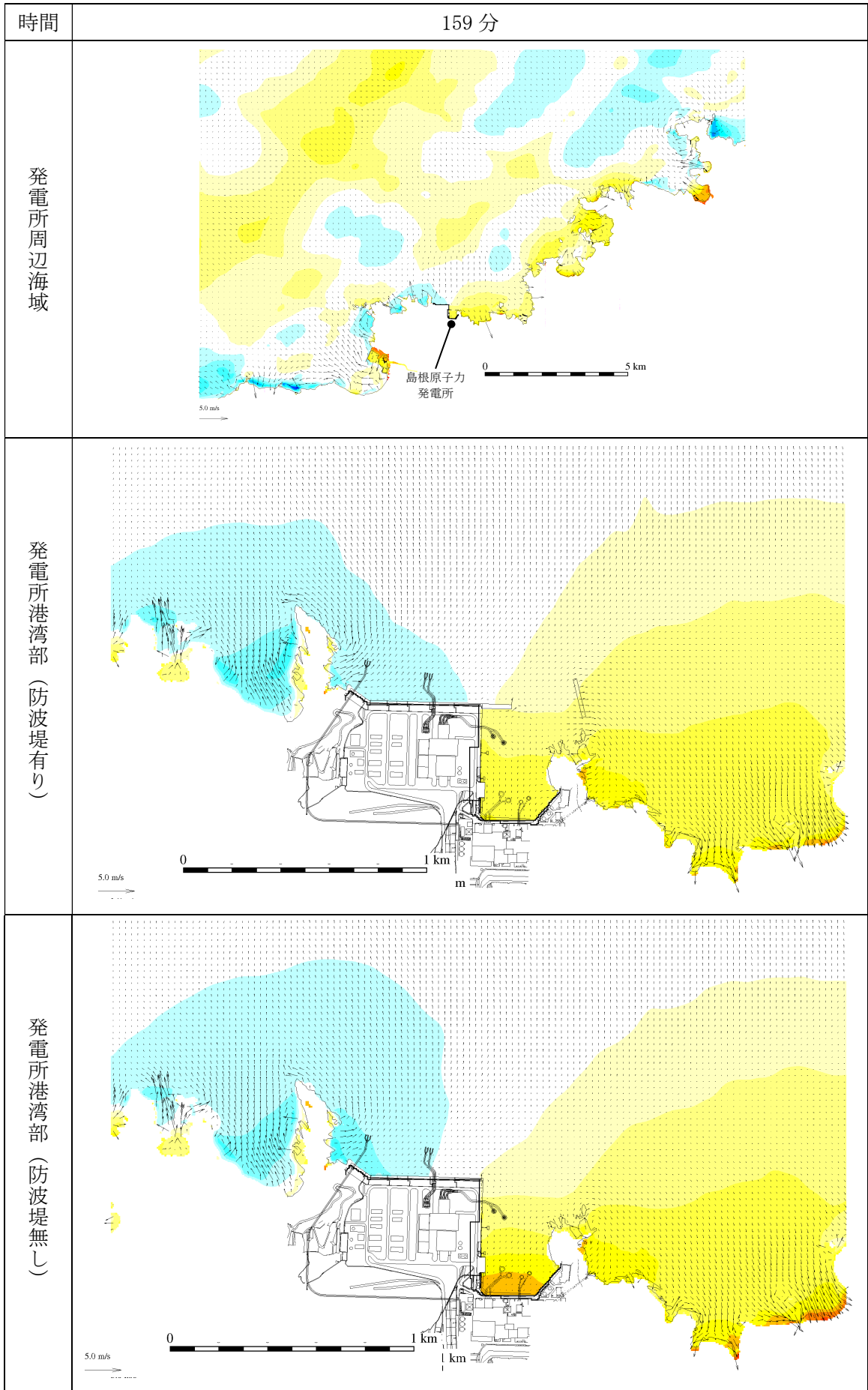
第 2.5-13-1 図(116) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



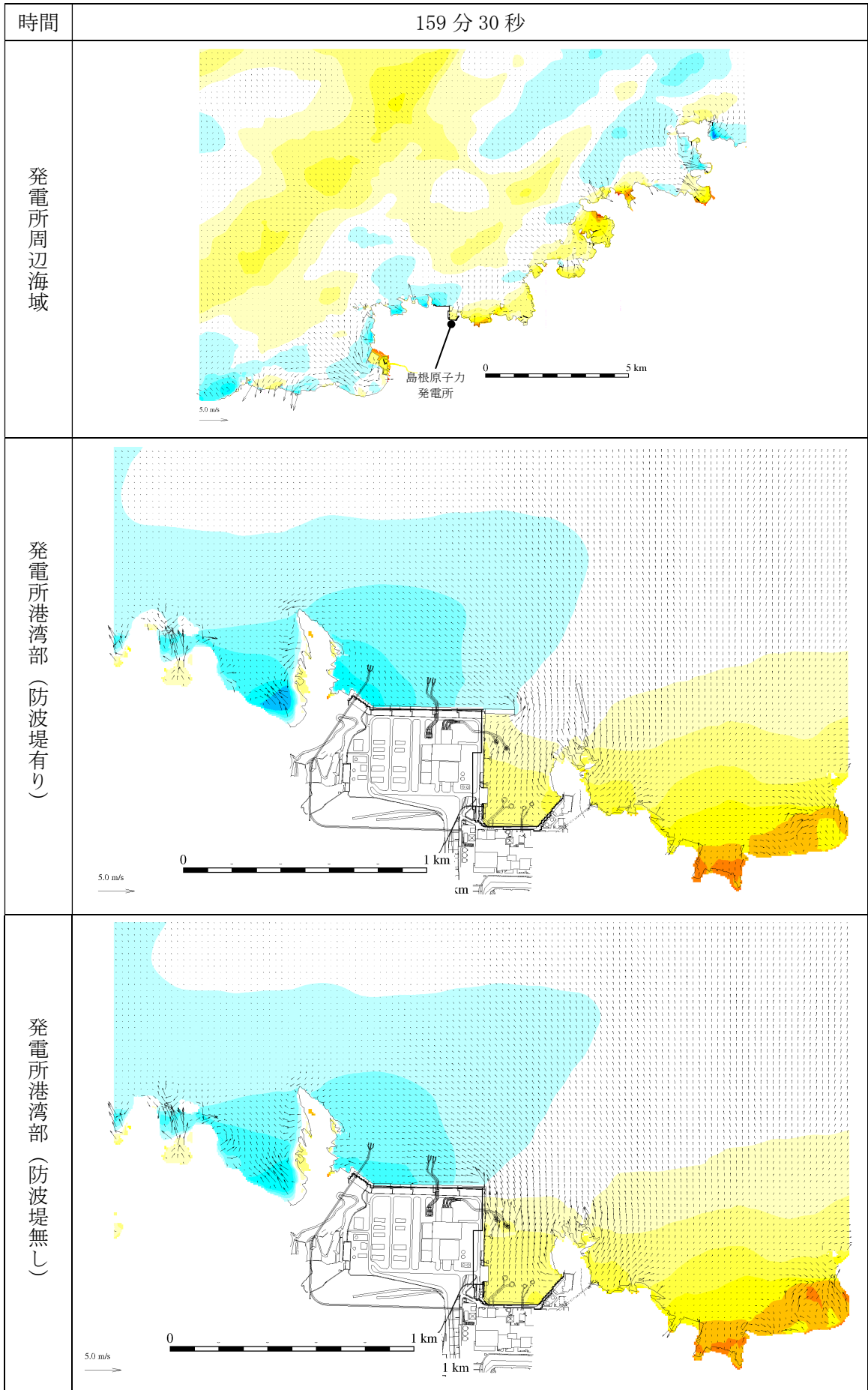
第 2.5-13-1 図(117) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



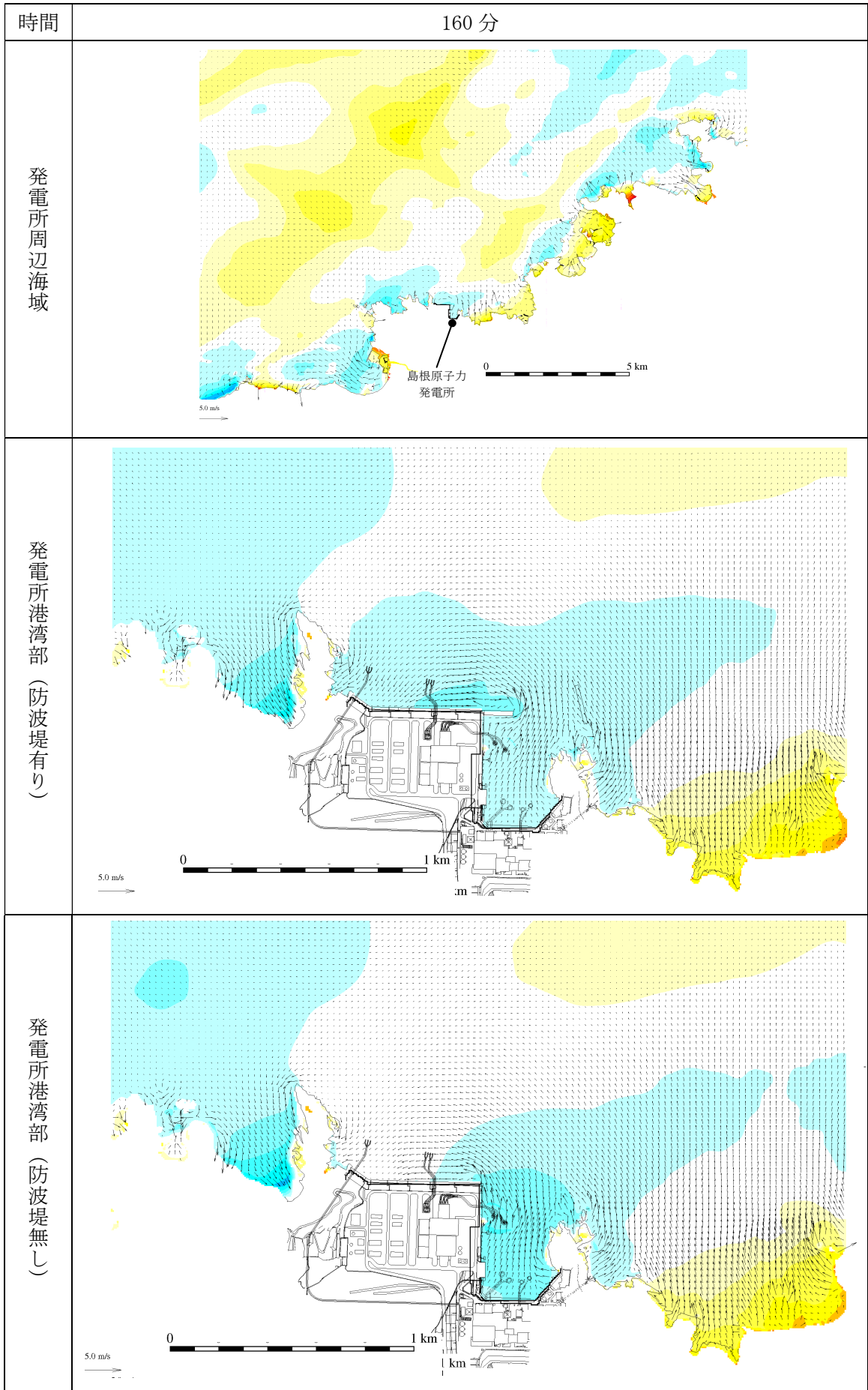
第 2.5-13-1 図(118) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



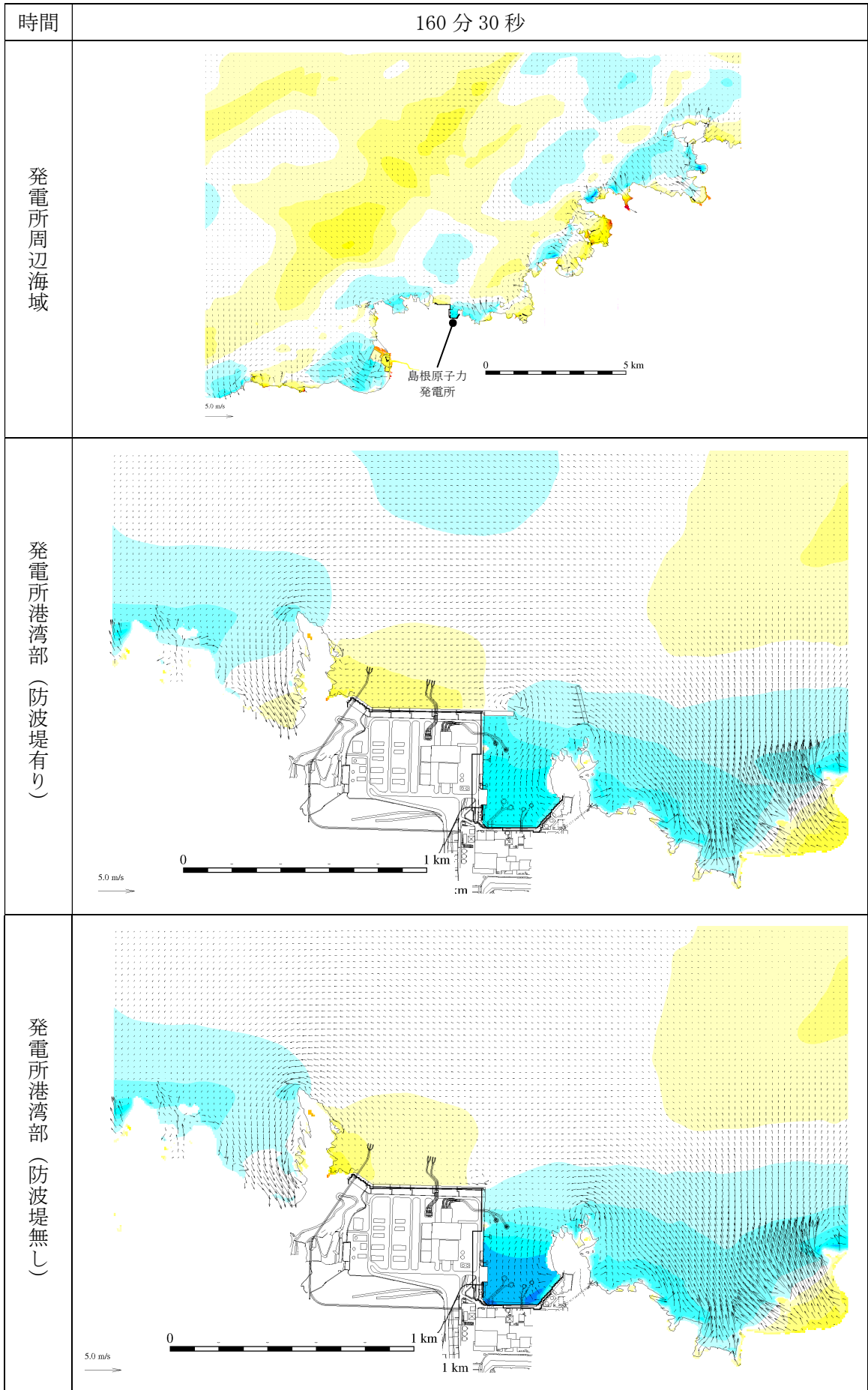
第 2.5-13-1 図(119) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



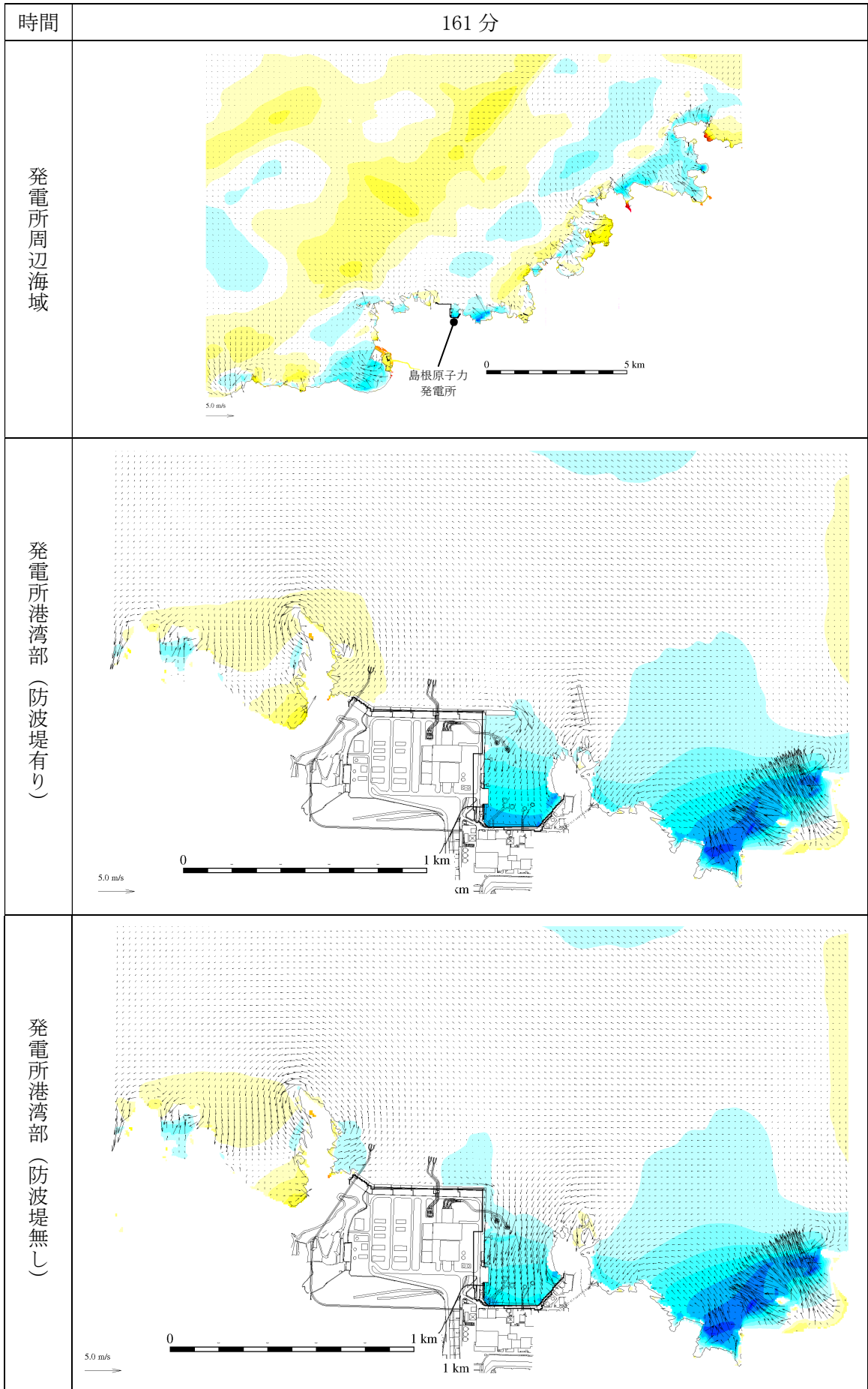
第 2.5-13-1 図(120) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



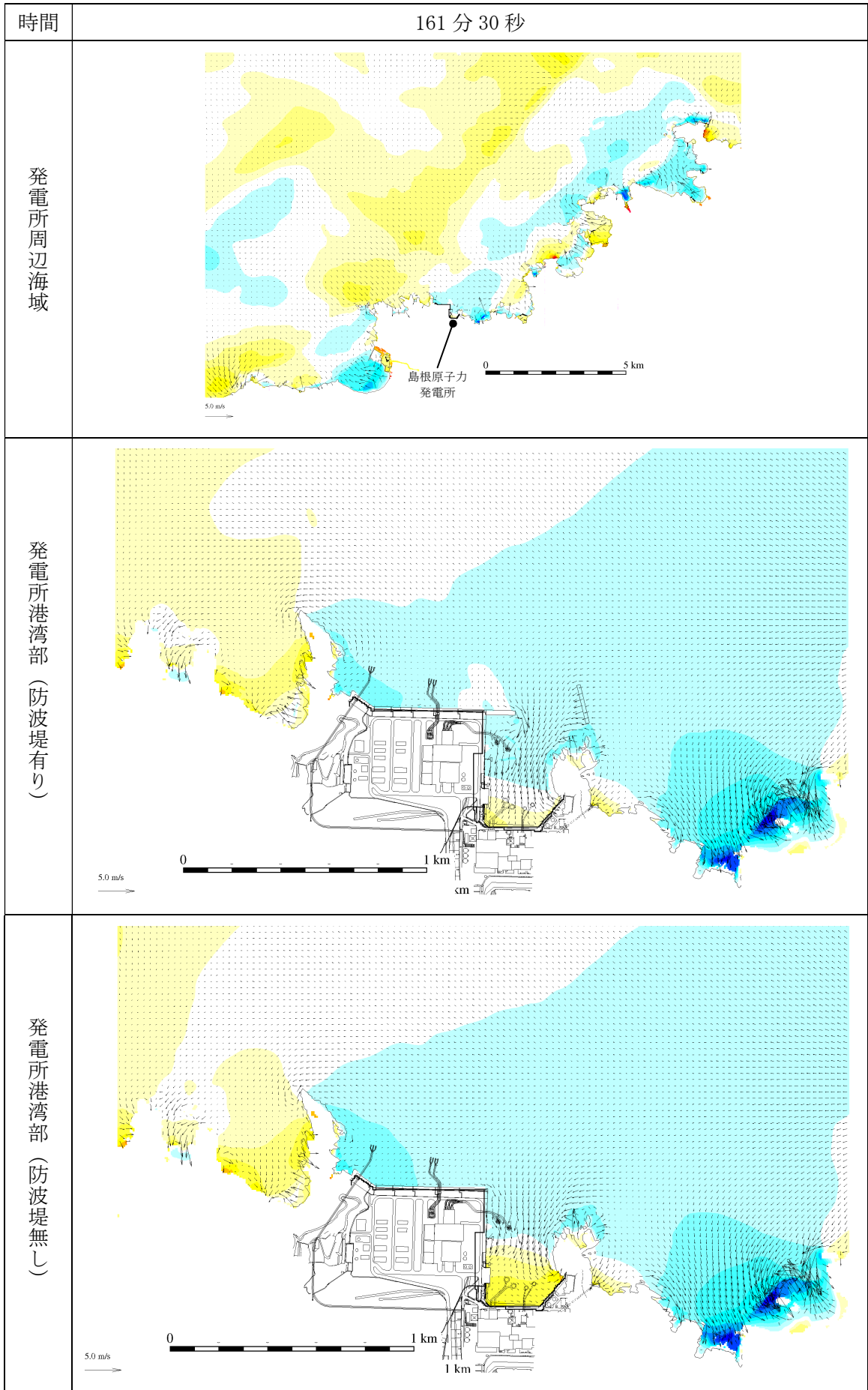
第 2.5-13-1 図(121) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



第 2.5-13-1 図(122) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



第 2.5-13-1 図(123) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



第 2.5-13-1 図(124) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル