

7.4 水象

7.4.1 調査の結果の概要

(1) 調査の手法

1) 調査すべき情報

(a) 水域に係る流向及び流速に関する水象の状況

- ・ 水域に係る流向及び流速に関する水象の状況

2) 調査手法

(a) 水域に係る流向及び流速に関する水象の状況

a) 既存資料調査

水域に係る流向及び流速に関する水象の状況は、表 7.4-1 に示す資料を用いて整理した。

表 7.4-1 既存資料一覧（水域に係る流向及び流速に関する水象の状況）

資料名	発行年月	発行者
熊本県土木部港湾課資料	—	熊本県土木部港湾課

b) 現地調査

調査方法は、表 7.4-2 に示すとおりである。

表 7.4-2 調査方法（水域に係る流向及び流速に関する水象の状況）

調査項目	調査方法	調査層
水域に係る流向及び流速に関する水象の状況	・ 電磁流速計を用いた 15 昼夜連続観測で、調査間隔は 10 分毎とした。 ・ St. 4 において超音波ドップラー多層流向流速計（ADCP）を用いた。	表層：海面下 0.5m 中層：海底上 8.5m 底層：海底上 1.0m

3) 調査地域

調査地域は、対象事業実施区域の周辺海域とした。

4) 調査地点

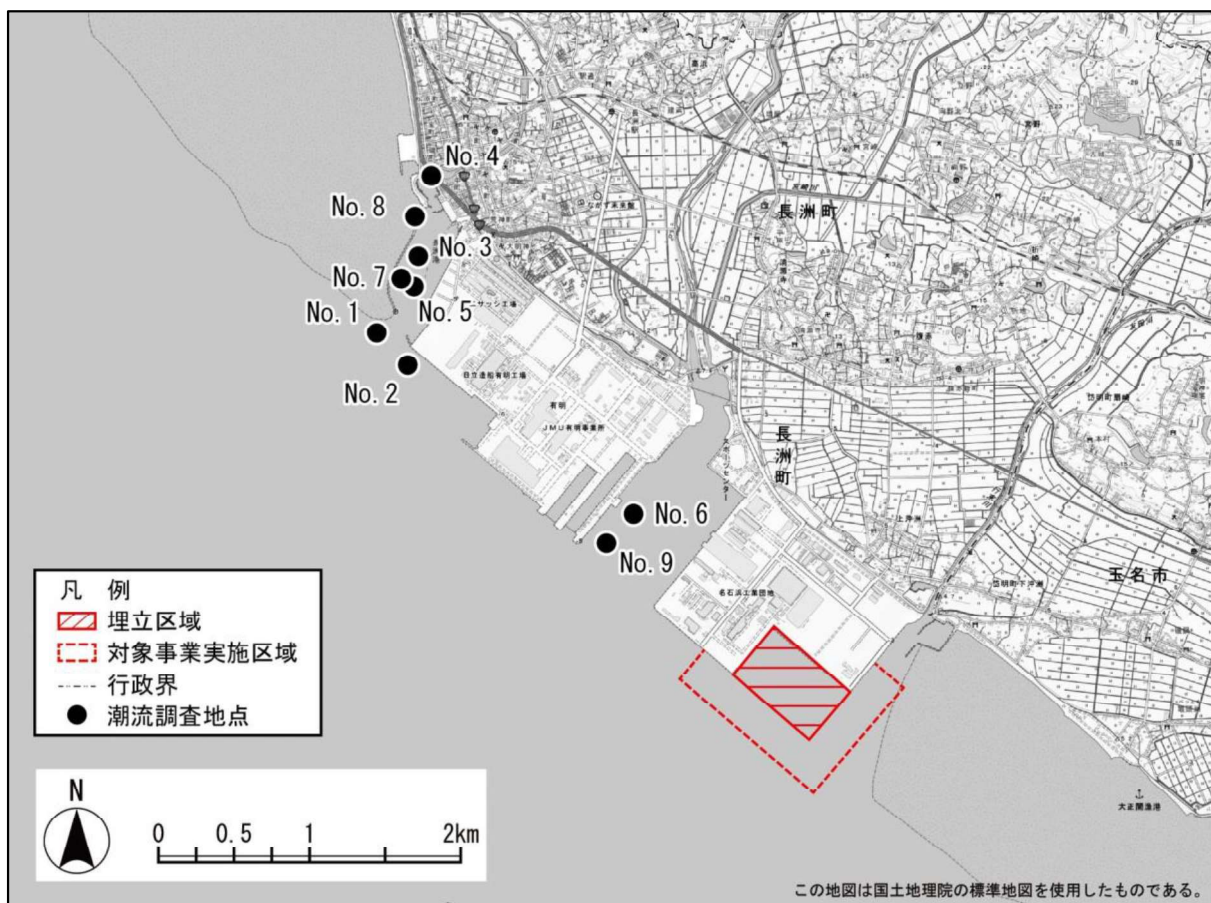
(a) 水域に係る流向及び流速に関する水象の状況

a) 既存資料調査

調査地点は、図 7.4-1 に示すとおりである。

b) 現地調査

調査地点は図 7.4-2 に示すとおりであり、対象事業実施区域の周辺海域の 13 地点とした。



注 1) 図中の番号は表 7.4-5 と対応している。

図 7.4-1 調査地点（既存資料調査）

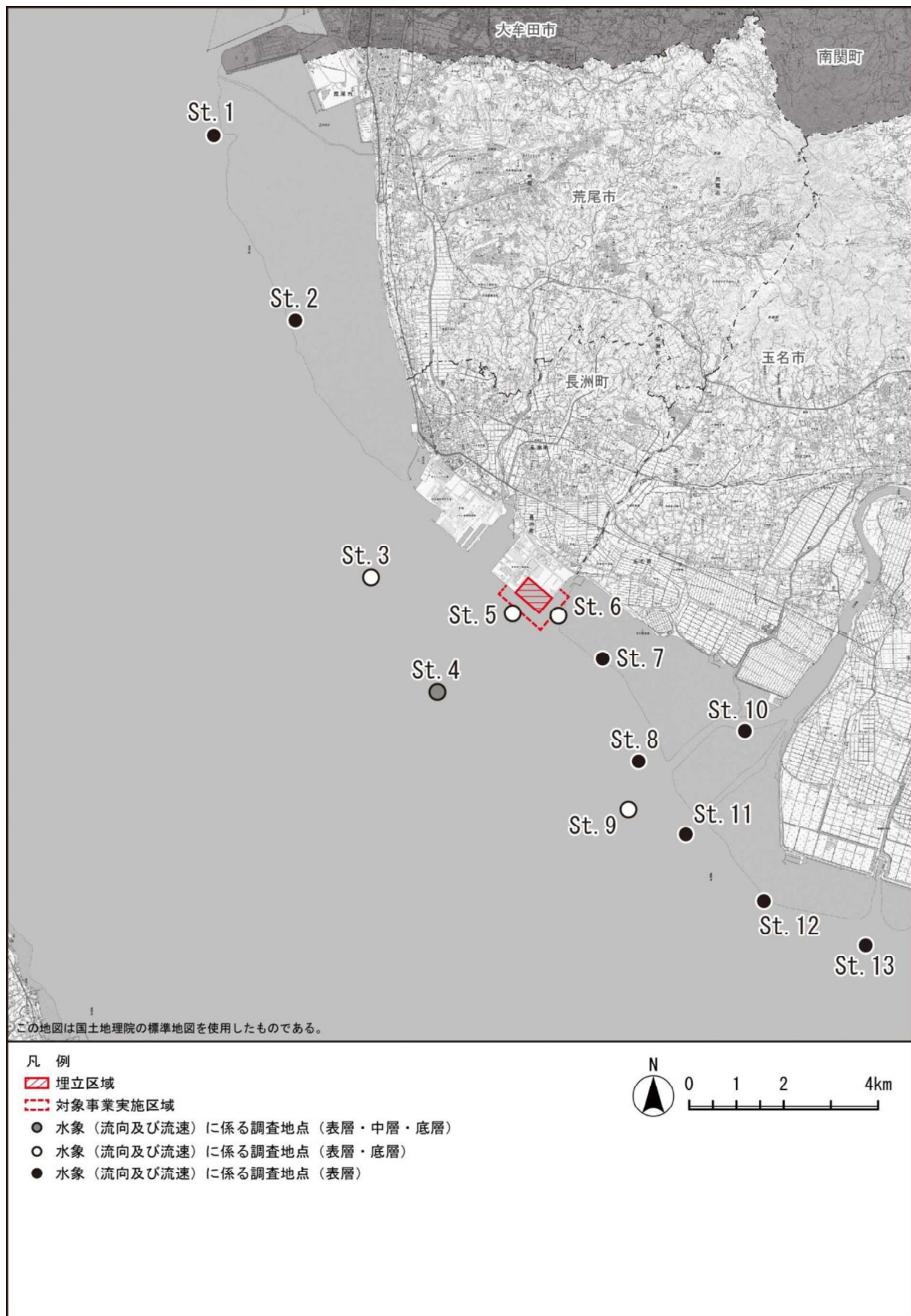


図 7.4-2 調査地点（現地調査）

5) 調査期間等

(a) 水域に係る流向及び流速に関する水象の状況

a) 既存資料調査

調査期間等は、入手可能な最新の資料とした。

b) 現地調査

調査期間等は、表 7.4-3 に示すとおりである。

表 7.4-3 調査期間等（水域に係る流向及び流速に関する水象の状況）

調査項目	調査期間等
水域に係る流向及び流速に関する水象の状況	【夏季】 令和5年8月30日（水）～9月13日（水） 【冬季】 St.1～5：令和6年1月30日（火）～2月13日（火） St.6～13：令和6年1月31日（水）～2月14日（水）

(2) 調査結果

1) 水域に係る流向及び流速に関する水象の状況

(a) 既存資料調査

a) 潮位

対象事業実施区域における潮位の状況は、表 7.4-4 及び図 7.4-3 に示すとおりである。

対象事業実施区域の平均水面 (M. S. L) は+2.66m、朔望平均満潮面 (H. W. L) は+5.11m、朔望平均干潮面 (L. W. L) は+0.09mである。

また、潮位差は 5.02m であり、対象事業実施区域は潮汐の影響が大きな海域となっている。

表 7.4-4 対象事業実施区域における潮位の状況

単位：m

名称	T. P. による高さ	D. L. による高さ
朔望平均満潮面 (H. W. L)	+2.56	+5.11
平均水面 (M. S. L)	+0.11	+2.66
東京湾平均海面 (T. P.)	+0.00	+2.55
朔望平均干潮面 (L. W. L)	-2.46	+0.09

注 1) T. P. : Tokyo Peil の略で、全国の標高の基準となる海水面（東京湾平均海面）を示す。

注 2) D. L. : Datum Level の略で、港湾、海岸毎に決められた水深の工事用基準面を示す。

出典：熊本県北広域本部玉名地域振興局資料



図 7.4-3 対象事業実施区域における潮位図

出典：熊本県北広域本部玉名地域振興局資料

b) 潮流

調査地域では、事業者が平成 26 年度及び令和 2 年度に潮流調査を行っている。

調査の概要は表 7.4-5 に、平成 26 年度の調査結果は図 7.4-4 に、令和 2 年度の調査結果は図 7.4-5 に示すとおりである。

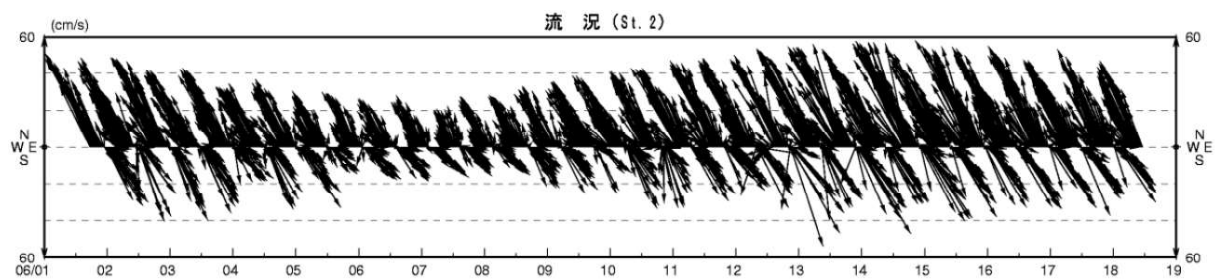
調査地点位置は、図 7.4-1 に示したとおりである。

表 7.4-5 潮流調査の概要

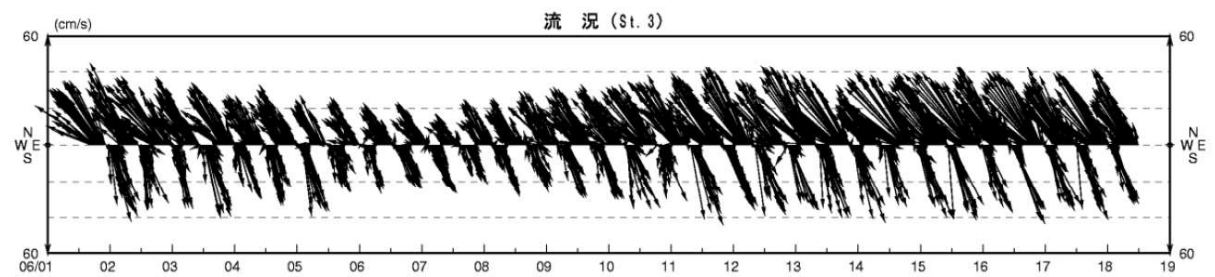
調査年度	調査項目	調査期間	調査位置	設置水深	調査機器
平成 26 年度	連続観測 (流向・流速)	平成 26 年 6 月 3 日～17 日	No. 1、No. 2	海底上 0.3m	流速計
			No. 3、No. 4	海底上 0.5m	
令和 2 年度		令和 2 年 7 月 24 日～8 月 8 日	No. 5	上層 (海面下 0.5m) 下層 (海底上 0.5m)	
			No. 7、No. 8	下層 (海底上 0.1m)	
		令和 2 年 7 月 22 日～8 月 6 日	No. 6、No. 9	上層 (海面下 0.5m) 下層 (海底上 0.5m)	

注 1) 表中の番号は図 7.4-1 と対応している。

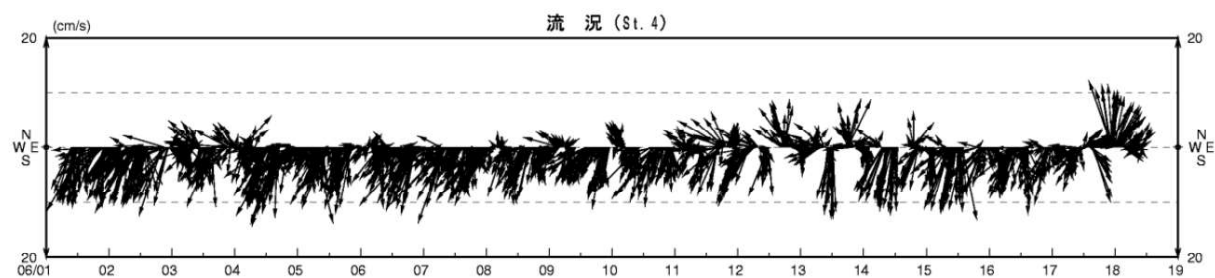
出典：熊本県土木部港湾課資料



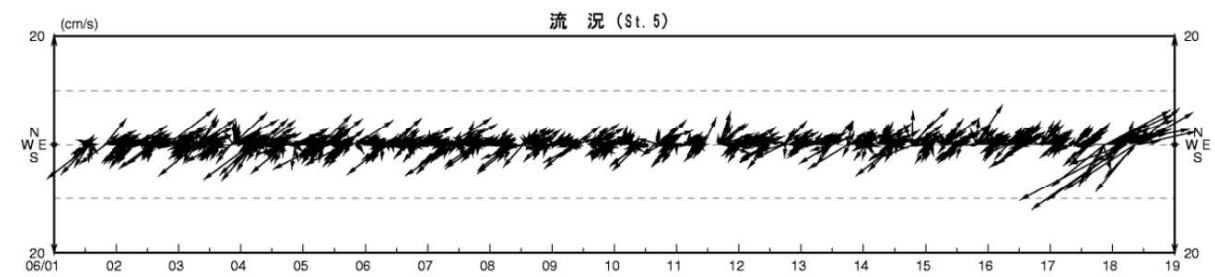
【No. 1 (海底上 0.3m)】



【No. 2 (海底上 0.3m)】



【No. 3 (海底上 0.5m)】



【No. 4 (海底上 0.5m)】

図 7.4-4 潮流の調査結果 (平成 26 年度)

出典：熊本県土木部港湾課資料

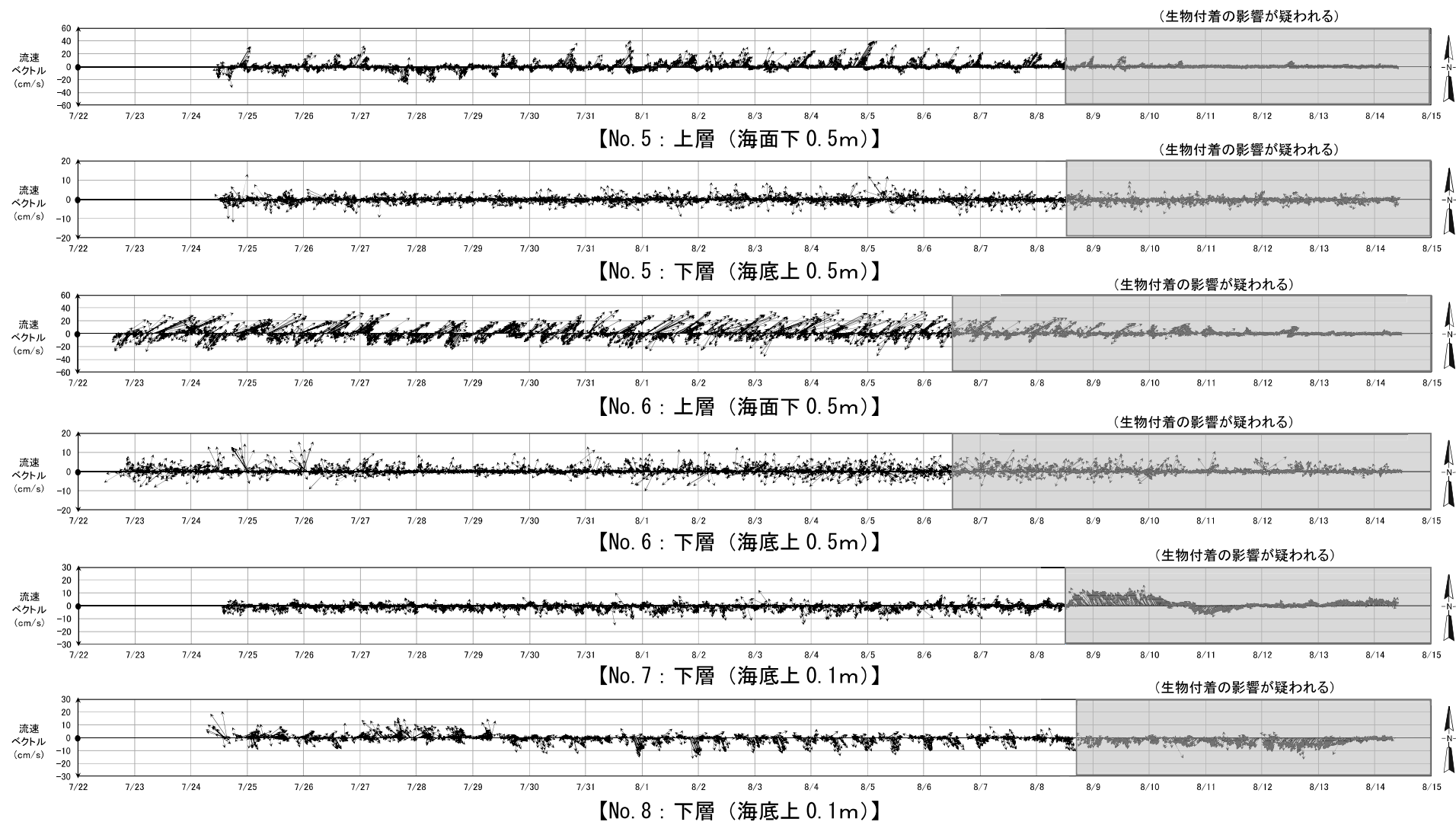
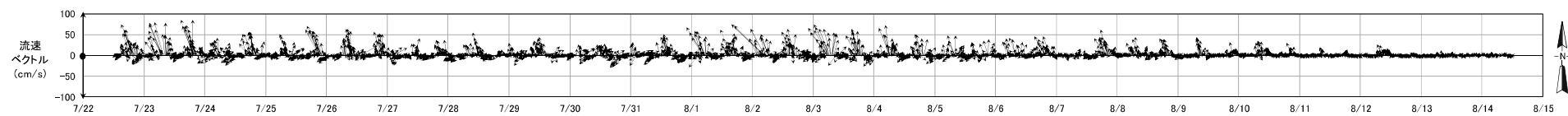
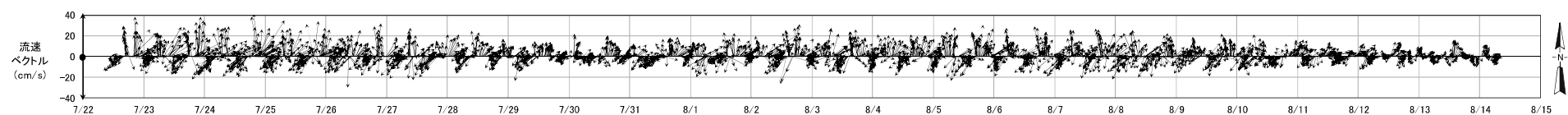


図 7.4-5(1) 潮流の調査結果 (令和 2 年度)

出典：熊本県土木部港湾課資料



【No. 9 : 上層 (海面上 0.5m)】



【No. 9 : 下層 (海底上 0.5m)】

図 7.4-5(2) 潮流の調査結果 (令和 2 年度)

出典：熊本県土木部港湾課資料

(b) 現地調査

a) 流向・流速頻度分布

現地調査による調査地域における流向・流速の出現状況は、図 7.4-6及び図 7.4-7に示すとおりである。

調査地域の流向は、概ね海岸線に沿って北西方向及び南東方向の流れが卓越し、流速は0～30cm/sが卓越している。これらの傾向は、季節及び調査層によらず概ね同様となっている。

また、対象事業実施区域近傍のSt. 5及びSt. 6では、北西方向及び東南東～南東方向の流れが卓越し、流速は0～30cm/sが卓越している。

対象事業実施区域の沖側のSt. 4では、北西～北北西方向及び南東～南南東方向の流れが卓越し、流速は0～40cm/sが卓越している。

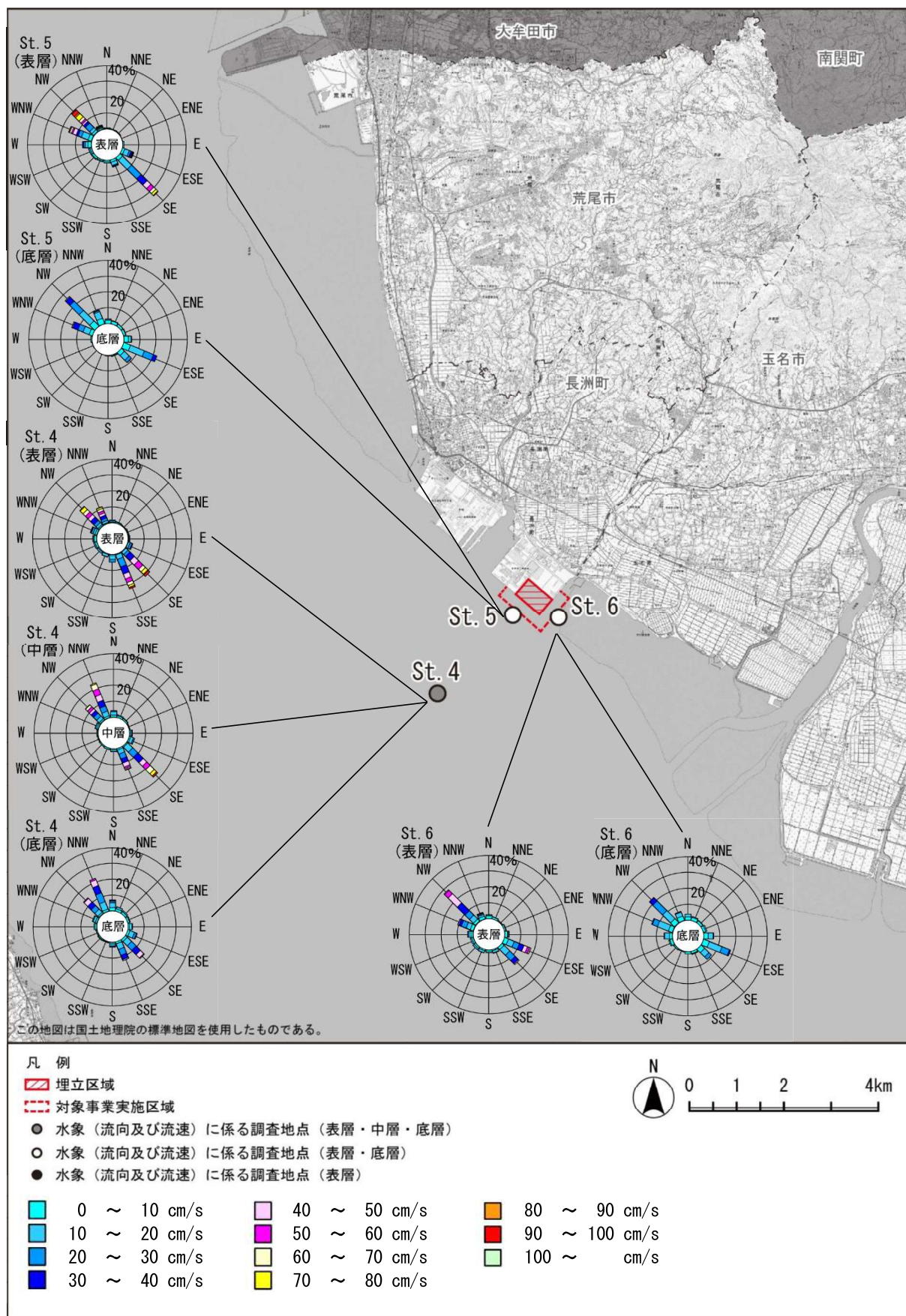
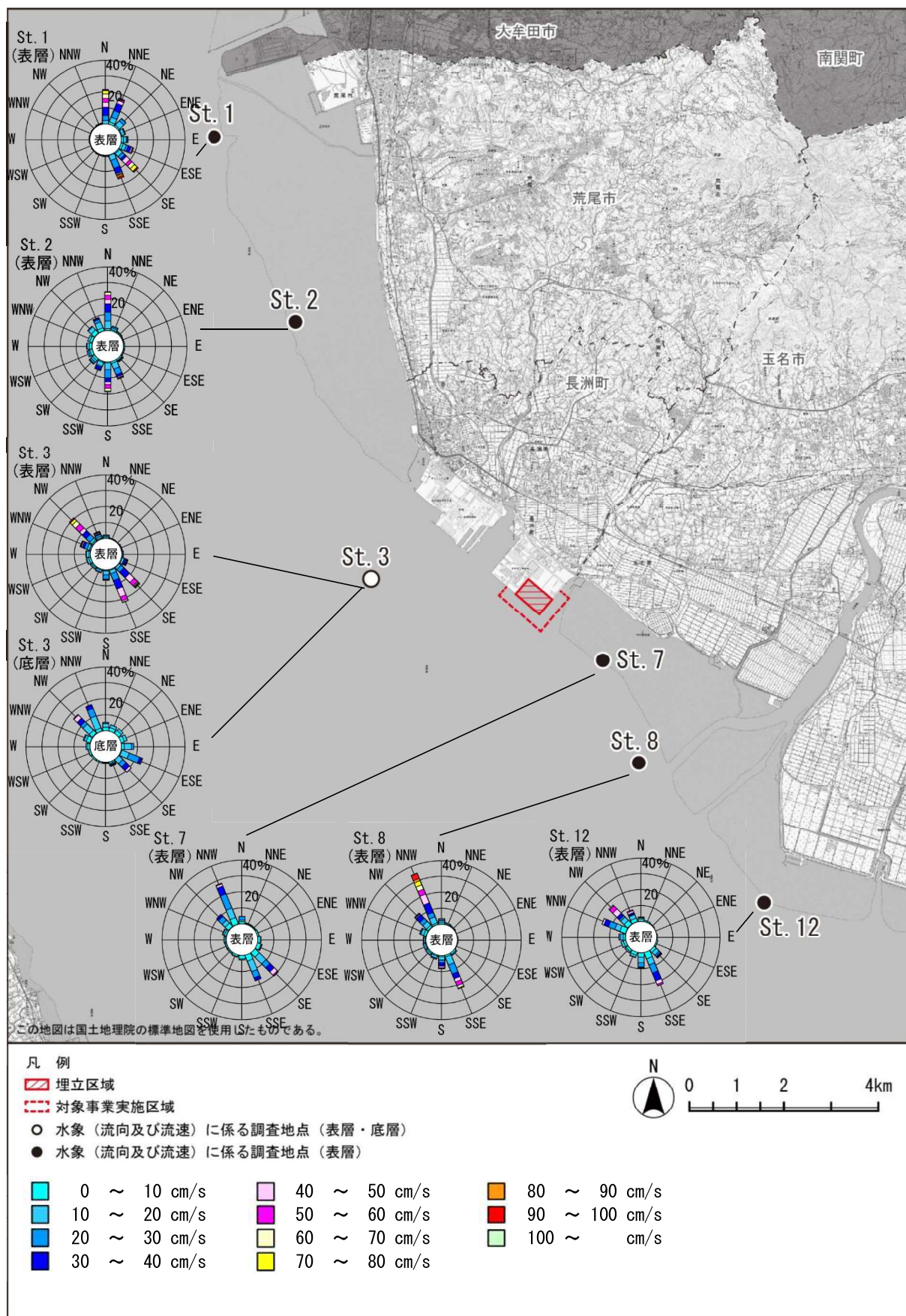
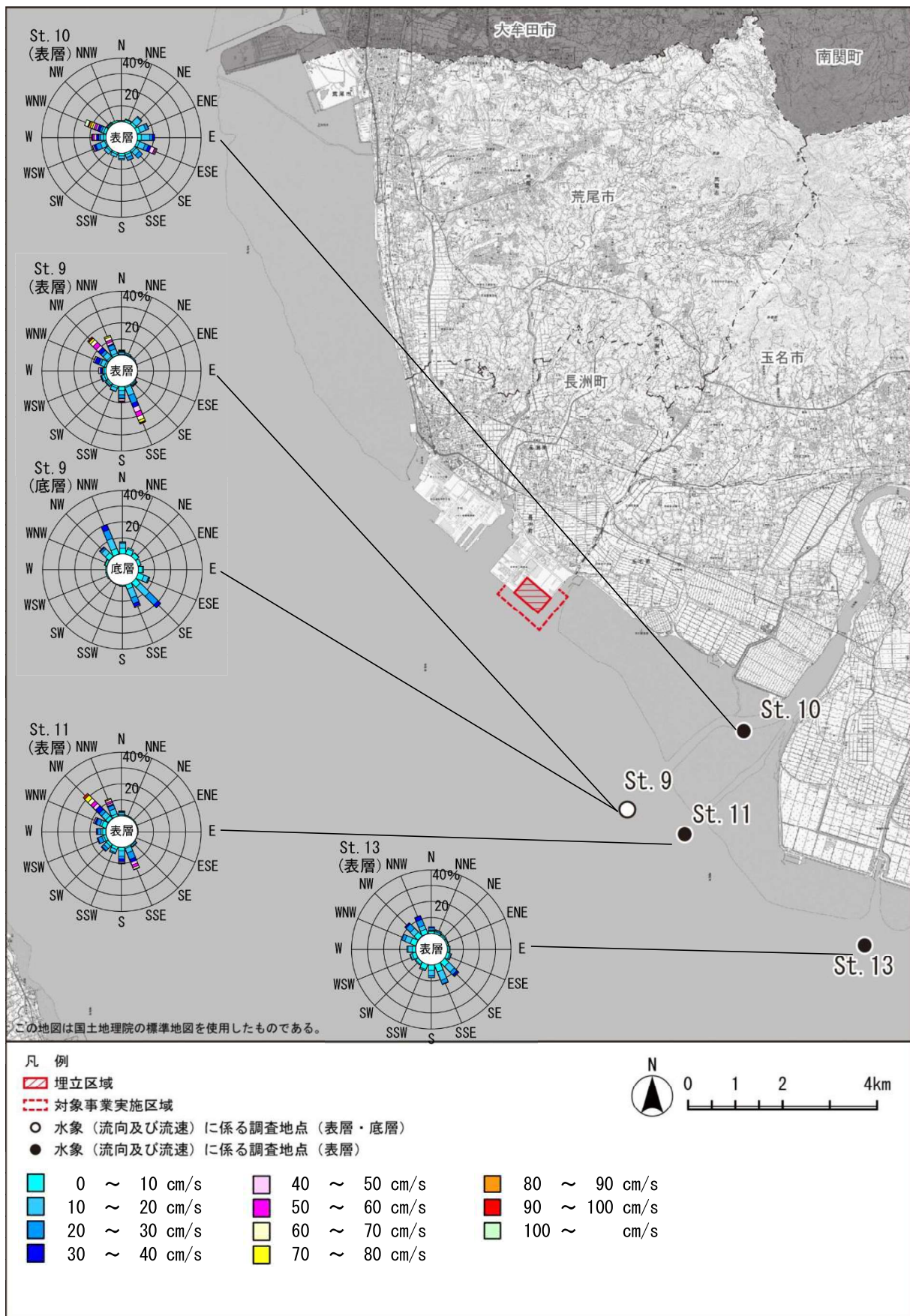


図 7.4-6(1) 流向・流速頻度分布図（夏季）





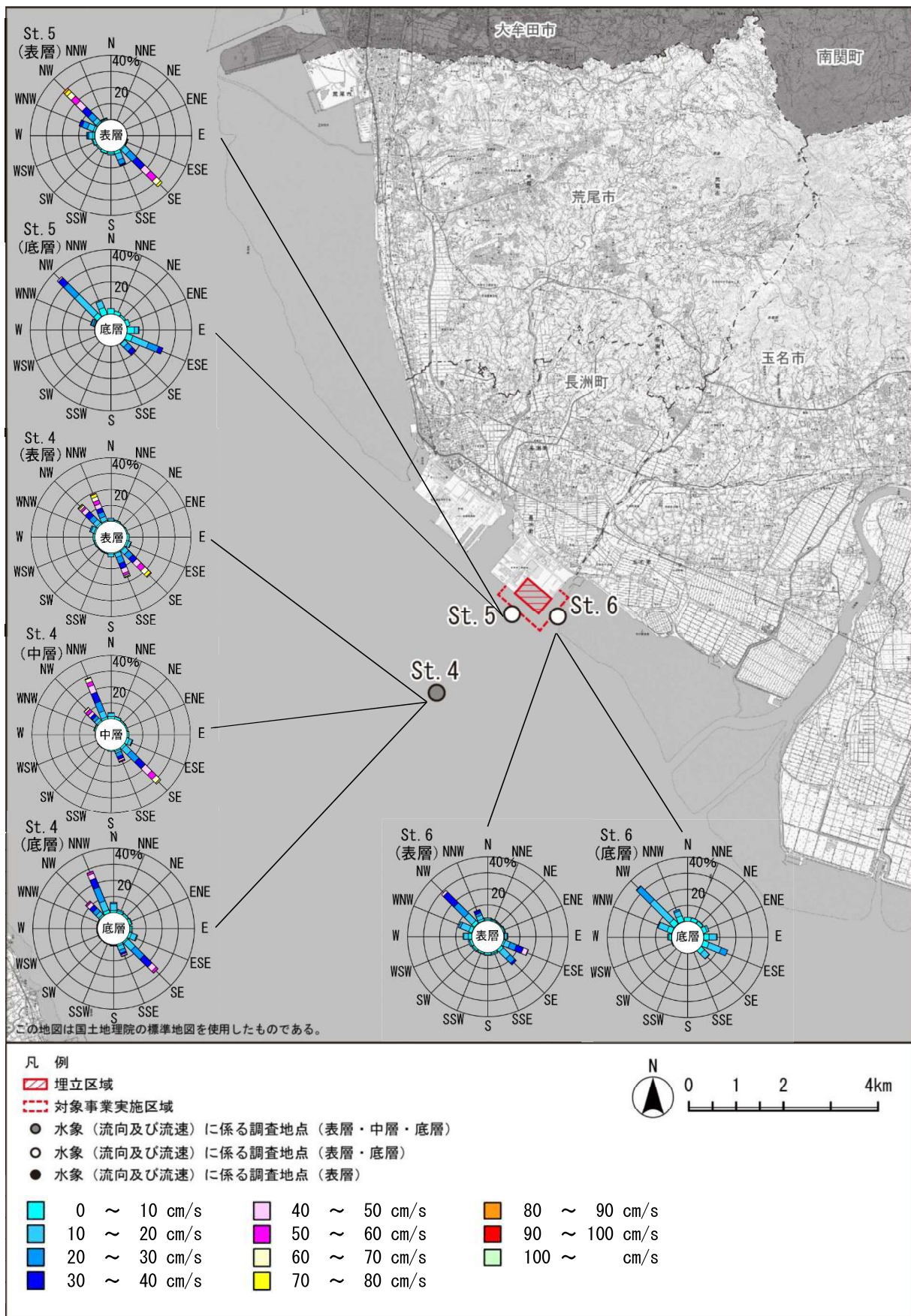


図 7.4-7(1) 流向・流速頻度分布図（冬季）

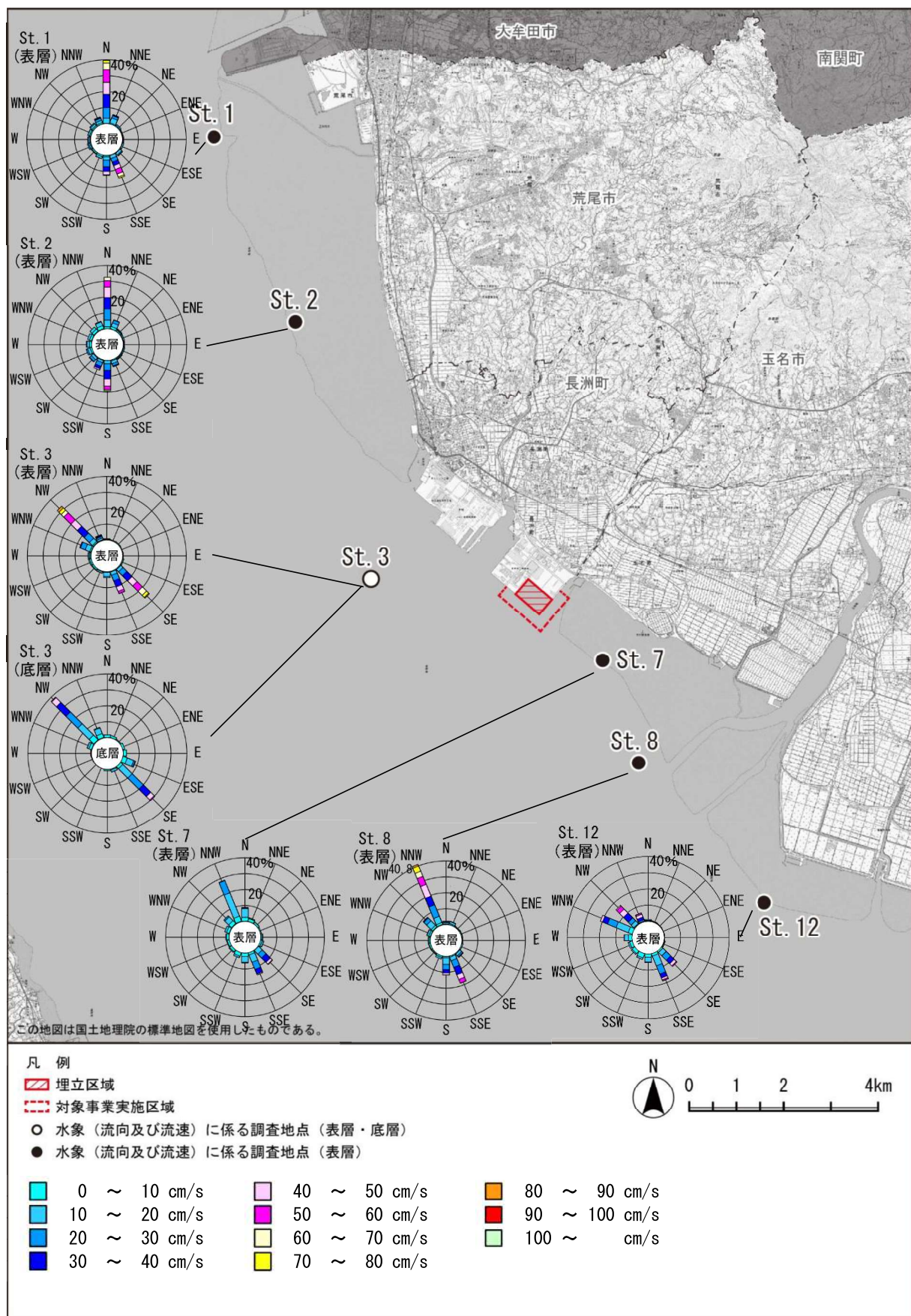


図 7.4-7(2) 流向・流速頻度分布図（冬季）

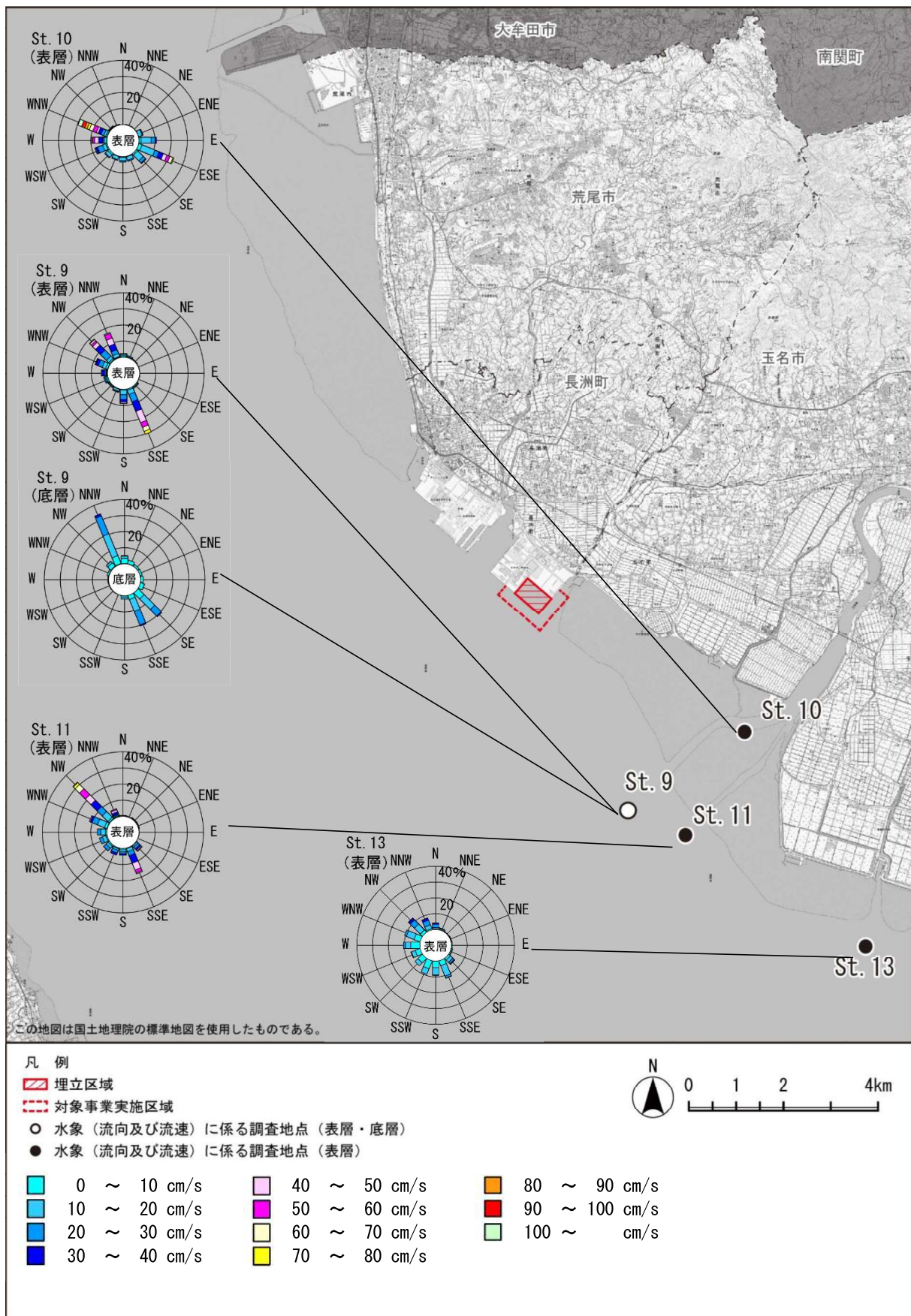


図 7.4-7(3) 流向・流速頻度分布図（冬季）

b) 潮流楕円

現地調査結果の調和分解に基づく、調査地域における主要な潮流成分である M_2 分潮^{注1)}及び S_2 分潮^{注2)}の潮流楕円は、図 7.4-8～図 7.4-11に示すとおりである。

潮流楕円は、潮流の北方成分と東方成分の流速と遅角（仮想天体の南中後最大になる時間（角））及び各分潮の角速度から求められた時間変動毎の流速軌跡を表しており、楕円の大きさが流速の大きさを示し、楕円が扁平なほど往復流の傾向が強いことを示す。

調査地域は、概ね海岸線に沿って北西方向及び南東方向への強い往復流を示している。 M_2 分潮の流速は、相対的に対象事業実施区域沖側のSt. 3やSt. 4で速く、南東側のSt. 6、St. 7及びSt. 13で遅い傾向がみられる。

また、対象事業実施区域近傍のSt. 5や沖側のSt. 4では、北西方向及び南東方向への往復流の傾向が特に強く、St. 4の表層や中層で M_2 分潮の長軸が約50cm/sを示すなど、流速も速い傾向がみられる。

海岸線に近いSt. 6でも同様に北西方向及び南東方向への往復流を示しているが、流速はSt. 4やSt. 5と比較して遅い傾向がみられる。

注 1) M_2 分潮：潮汐の主要な成分の一つで、「主太陰半日周潮」とも呼ばれる。月の引力によって引き起こされ、12 時間 25 分の周期を持つ潮汐の成分である。

注 2) S_2 分潮：潮汐の主要な成分の一つで、「主太陽半日周潮」とも呼ばれる。太陽の引力によって引き起こされ、12 時間の周期を持つ潮汐の成分である。

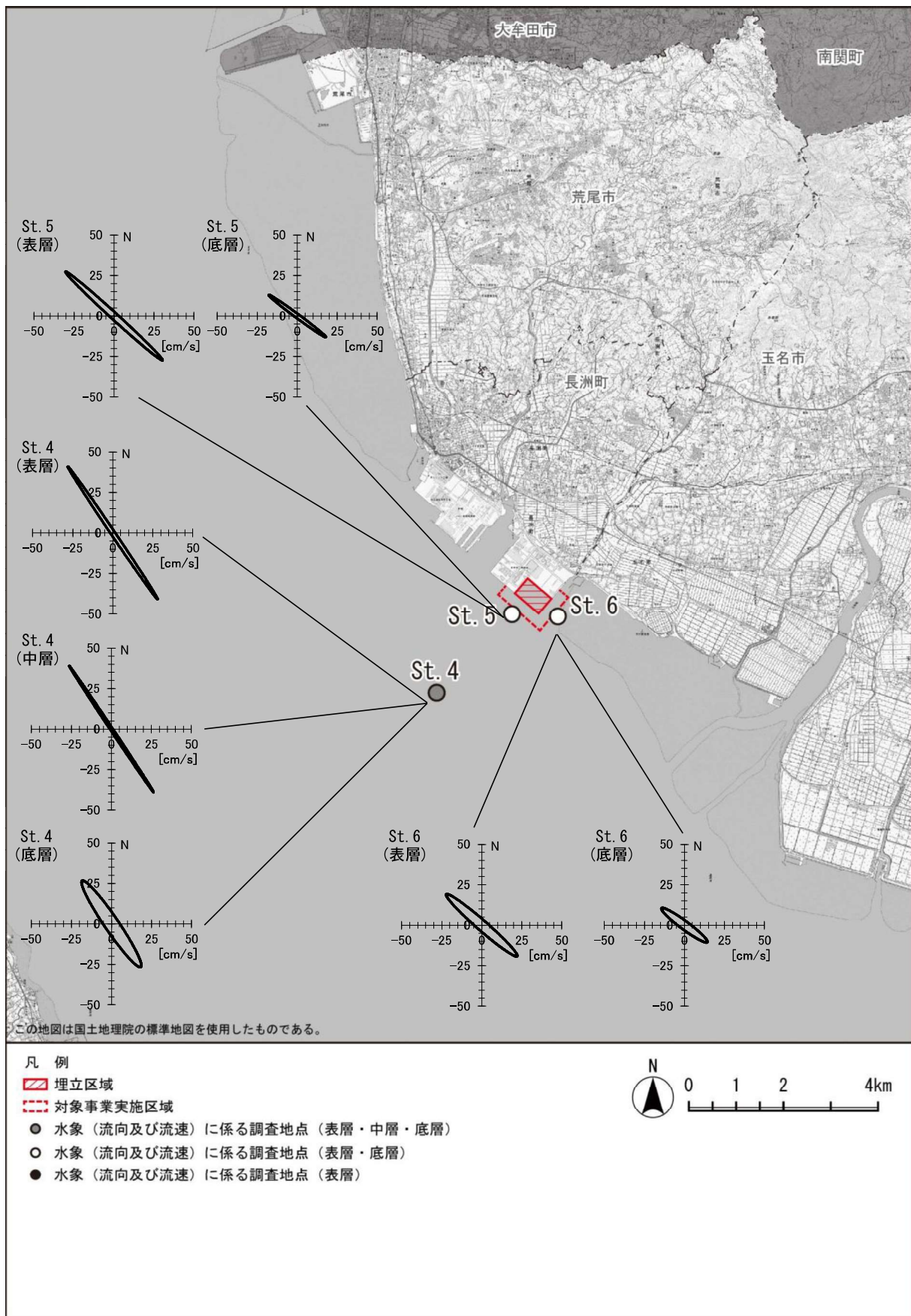


図 7.4-8(1) 潮流橢円図 (M_2 分潮) (夏季)

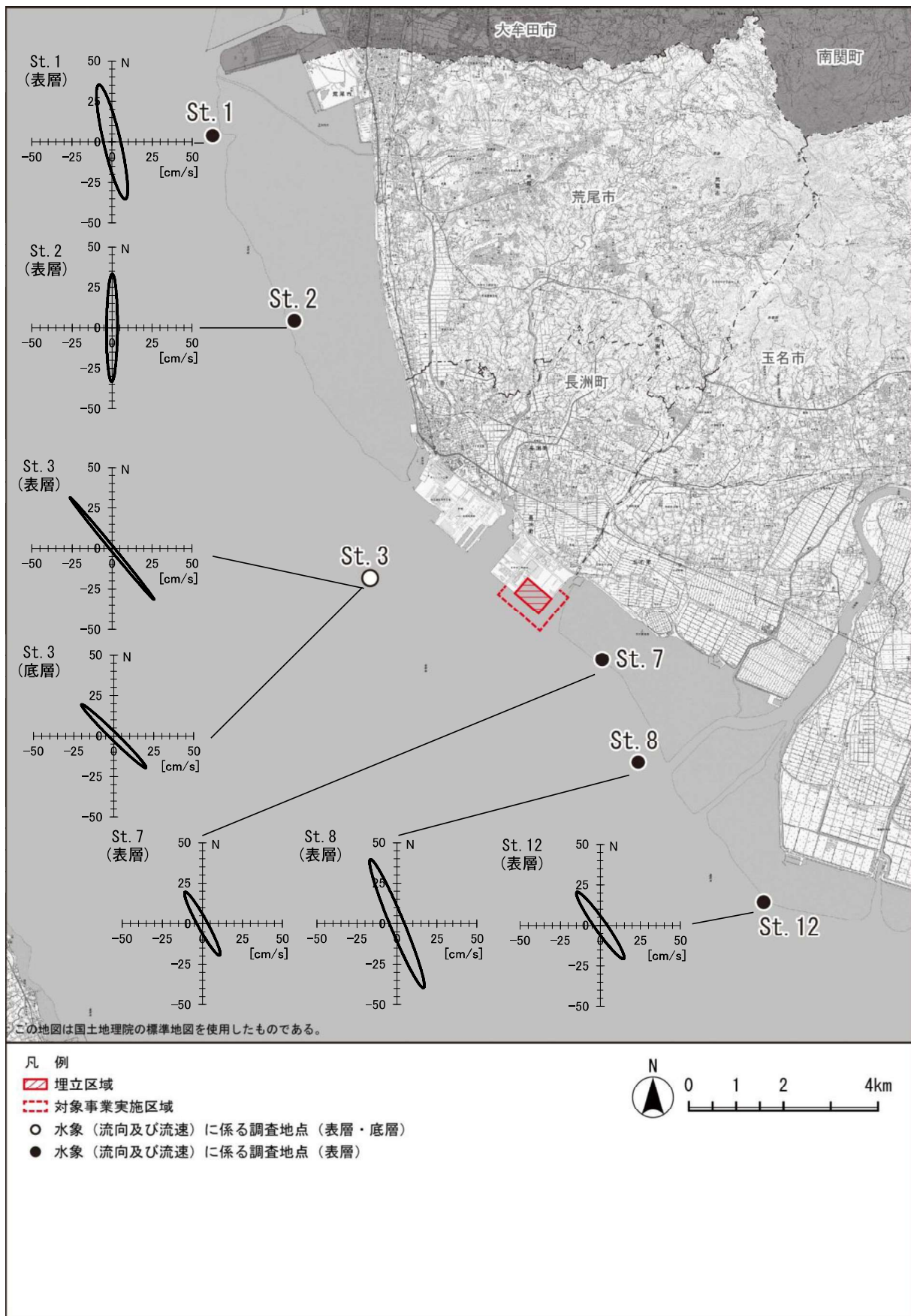


図 7.4-8(2) 潮流橢円図 (M_2 分潮) (夏季)

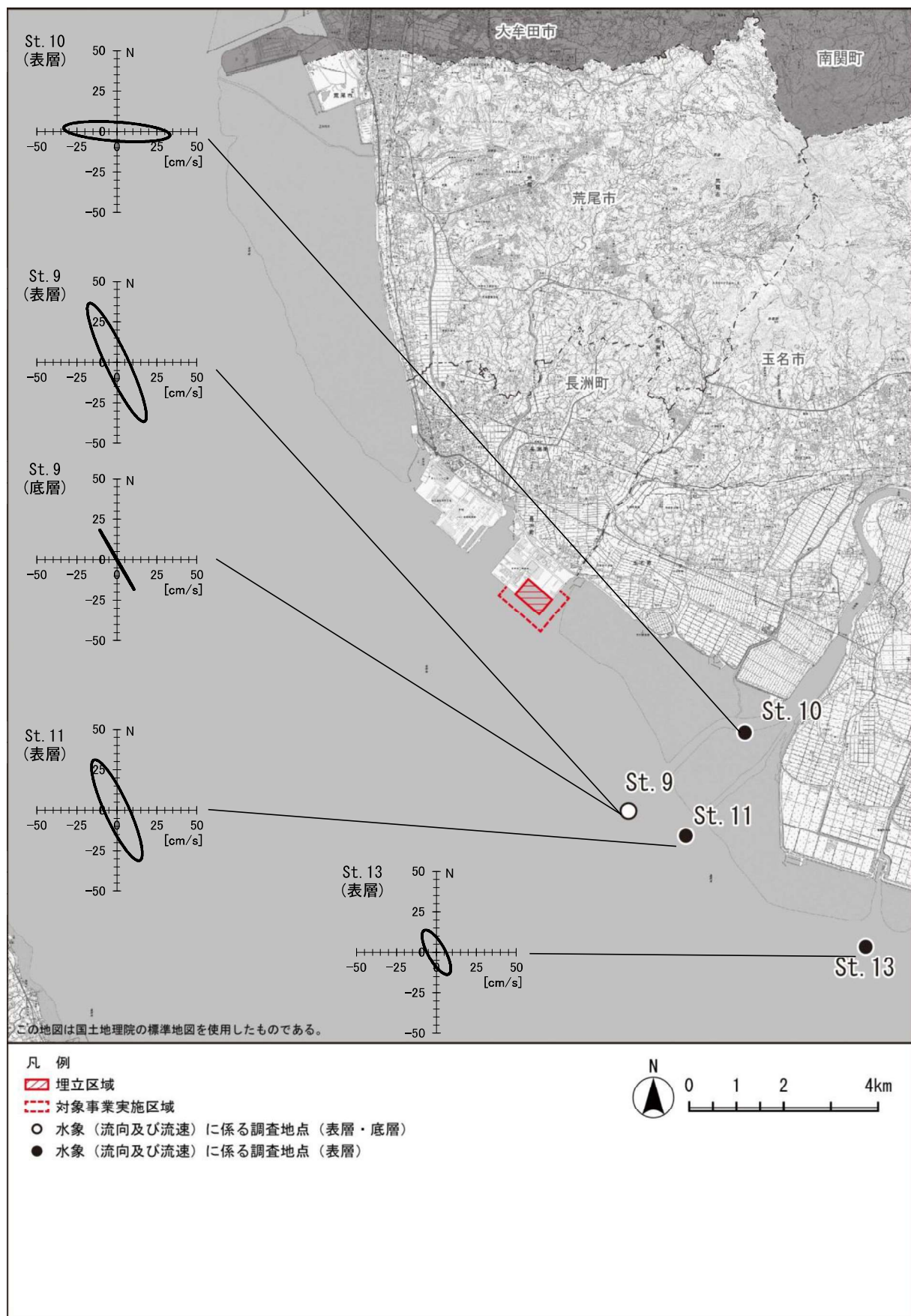


図 7.4-8(3) 潮流橢円図 (M_2 分潮) (夏季)

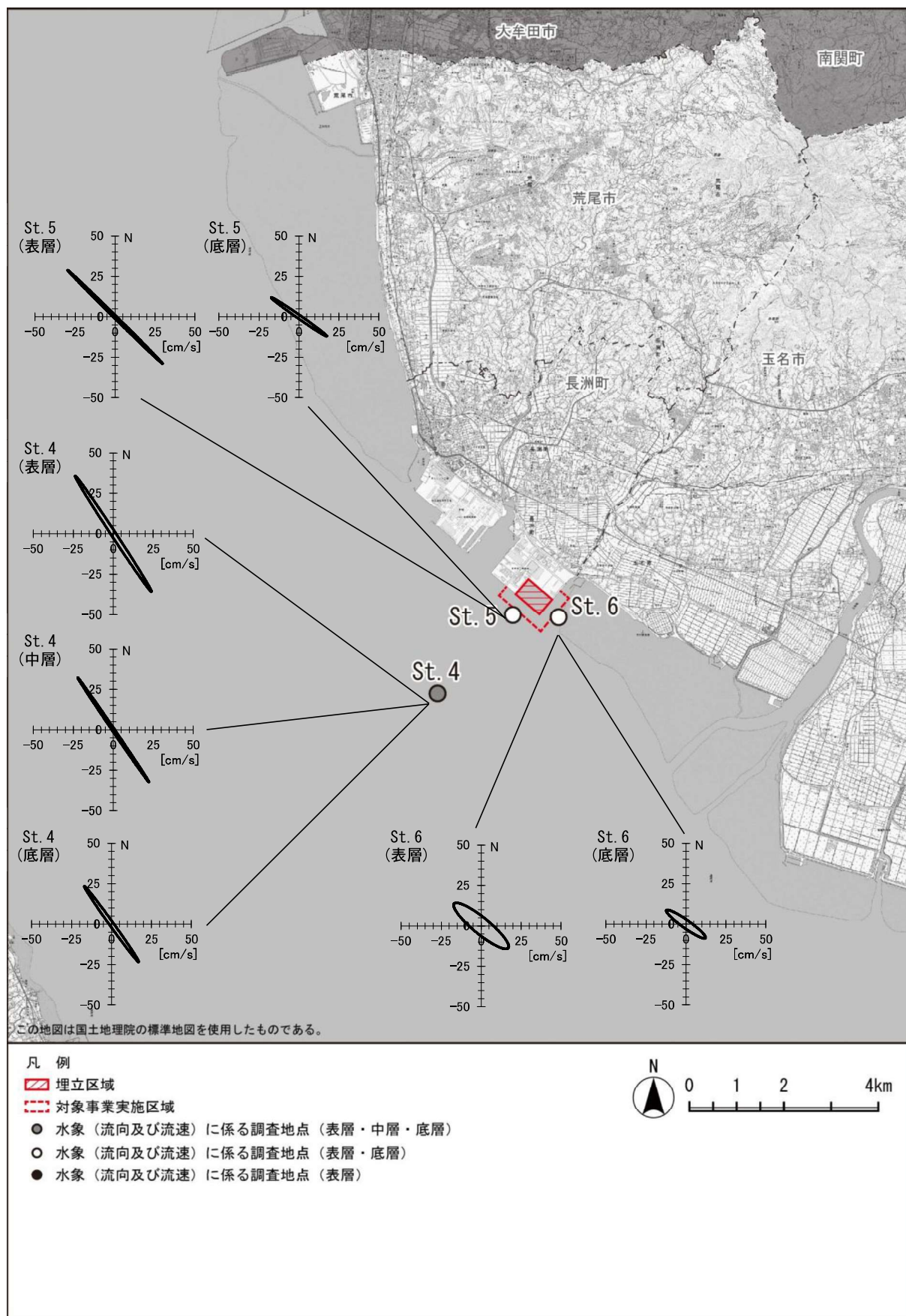


図 7.4-9(1) 潮流橢円図 (M_2 分潮) (冬季)

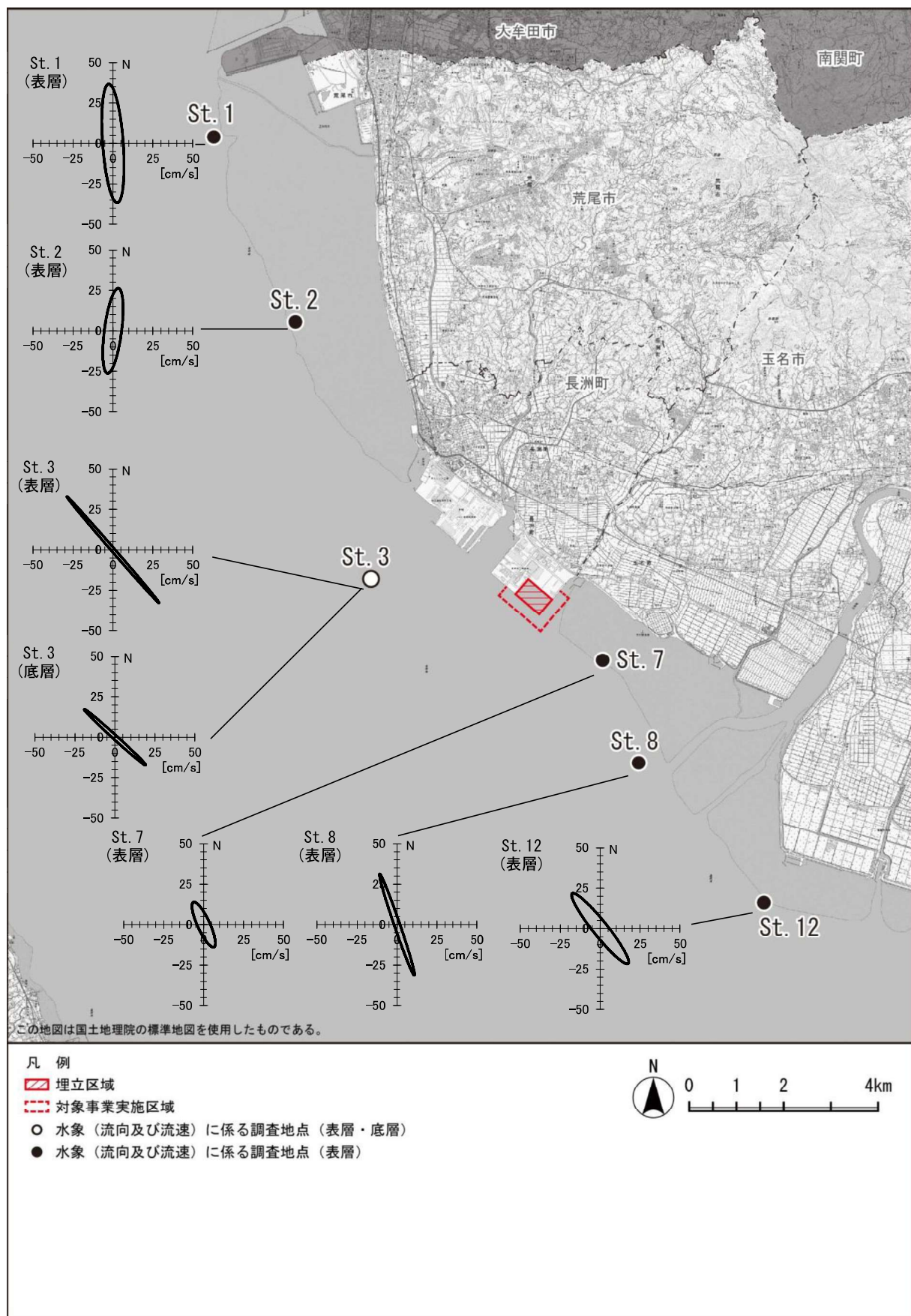


図 7.4-9(2) 潮流橢円図 (M_2 分潮) (冬季)

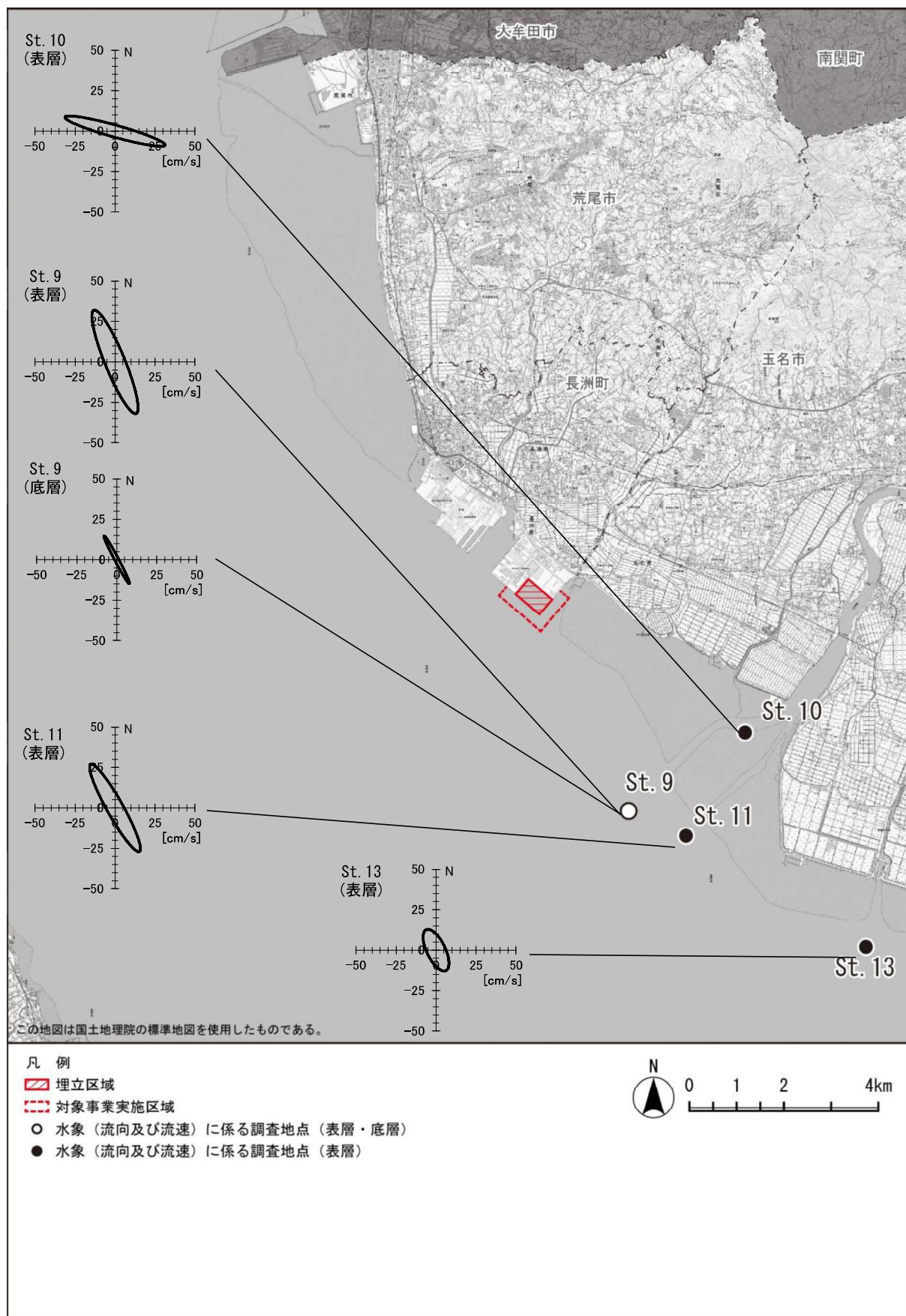


図 7.4-9(3) 潮流橢円図 (M_2 分潮) (冬季)

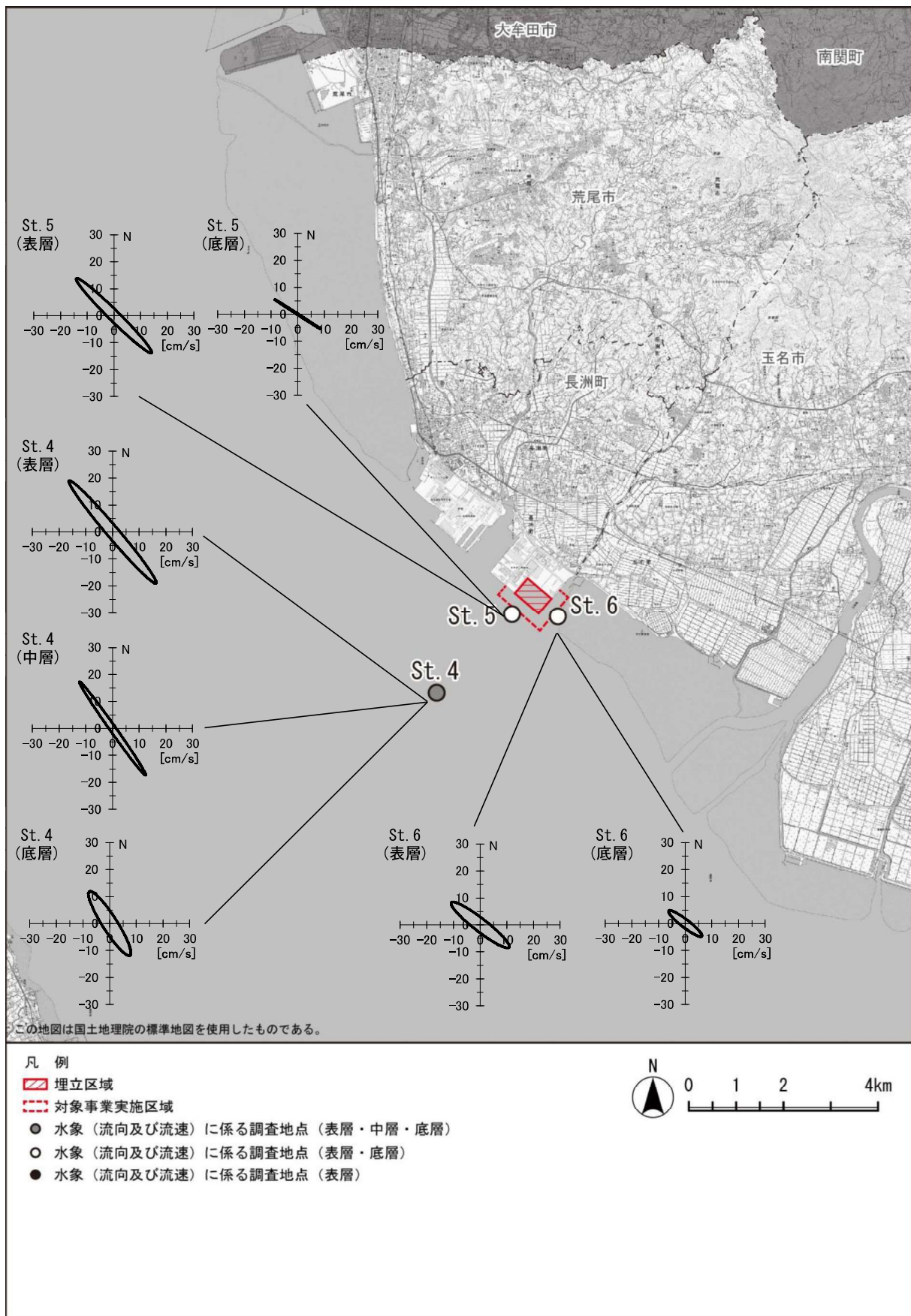


図 7.4-10(1) 潮流楕円図 (S_2 分潮) (夏季)

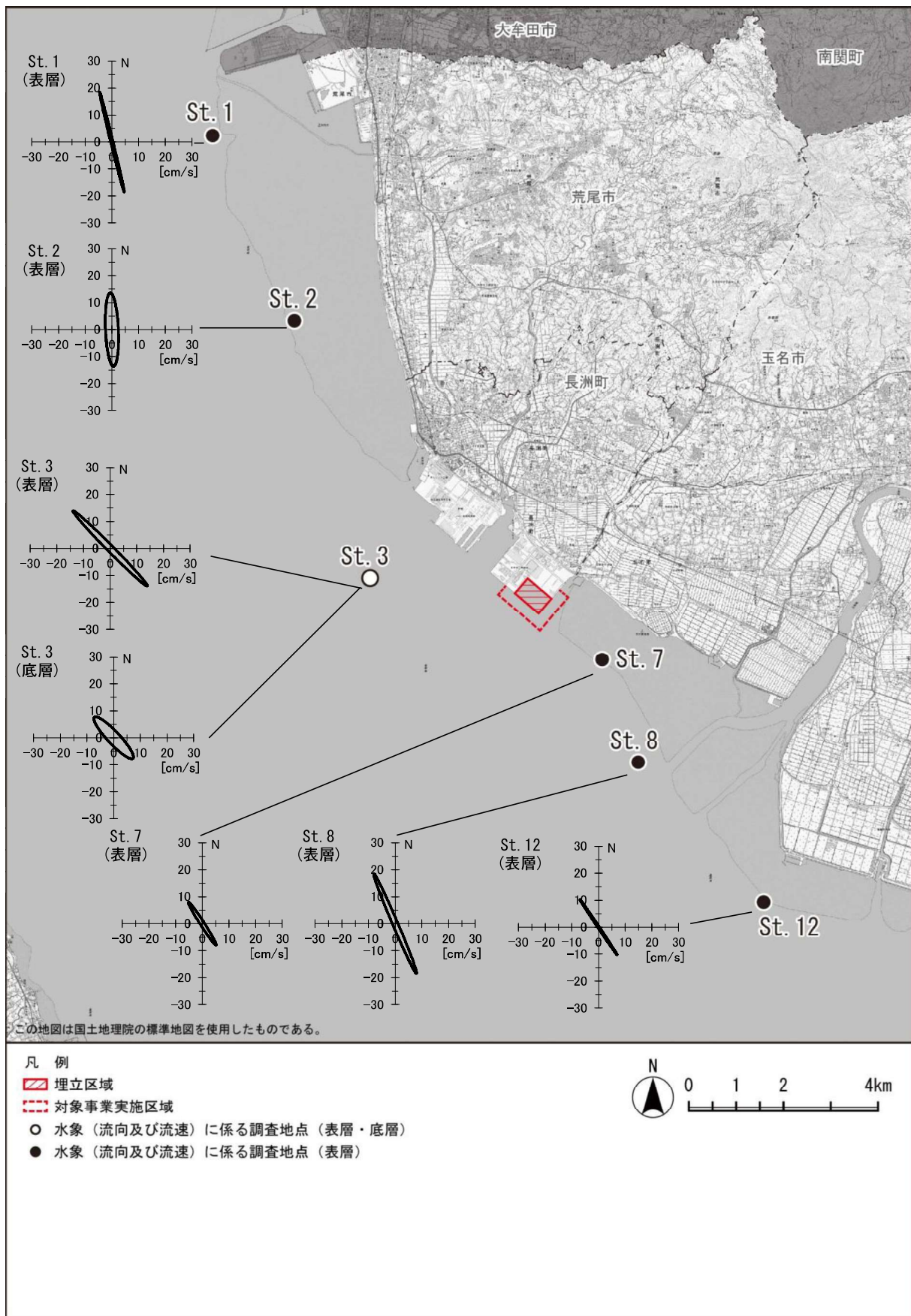


図 7.4-10(2) 潮流楕円図（ S_2 分潮）（夏季）

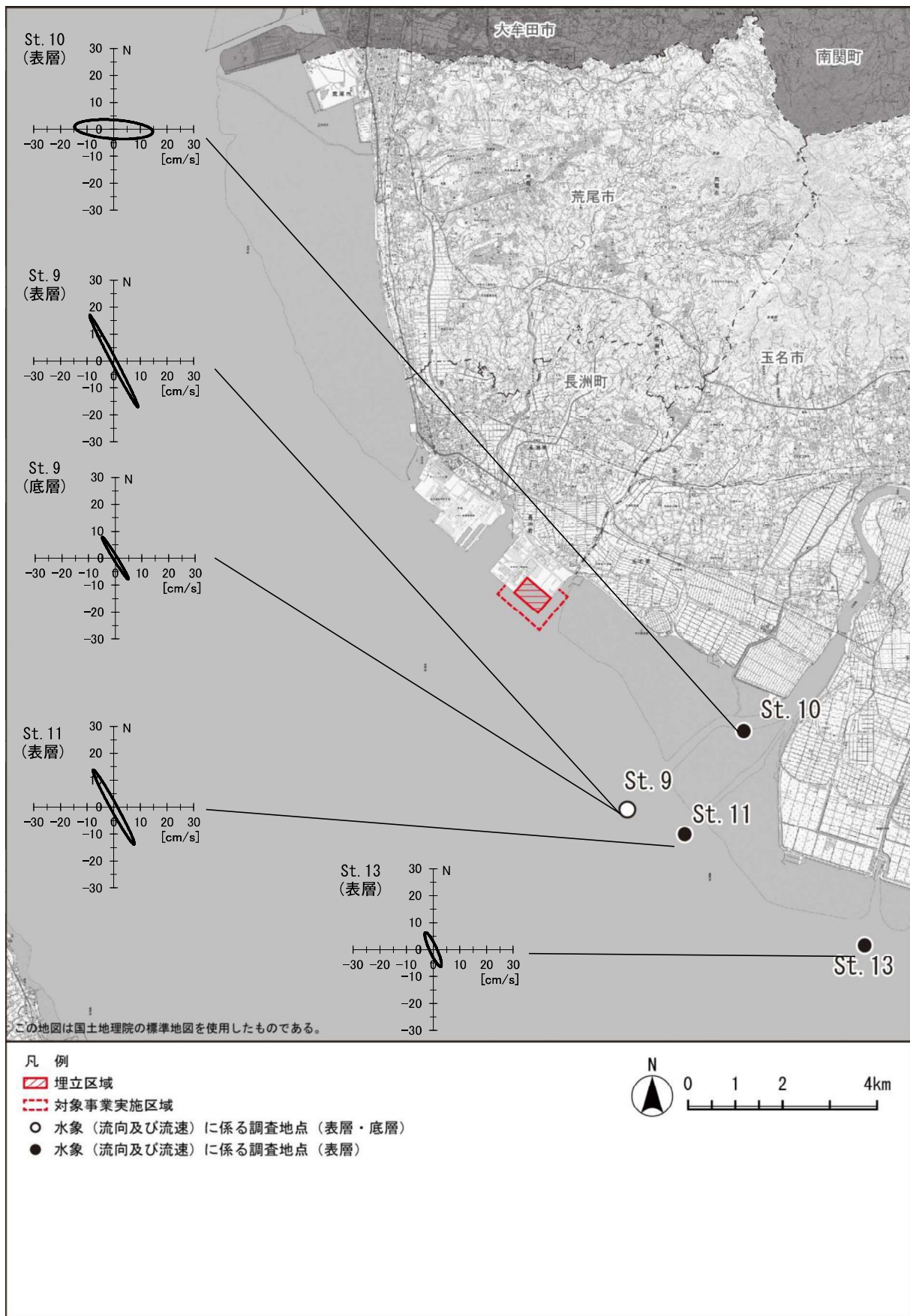


図 7.4-10(3) 潮流橢円図 (S_2 分潮) (夏季)

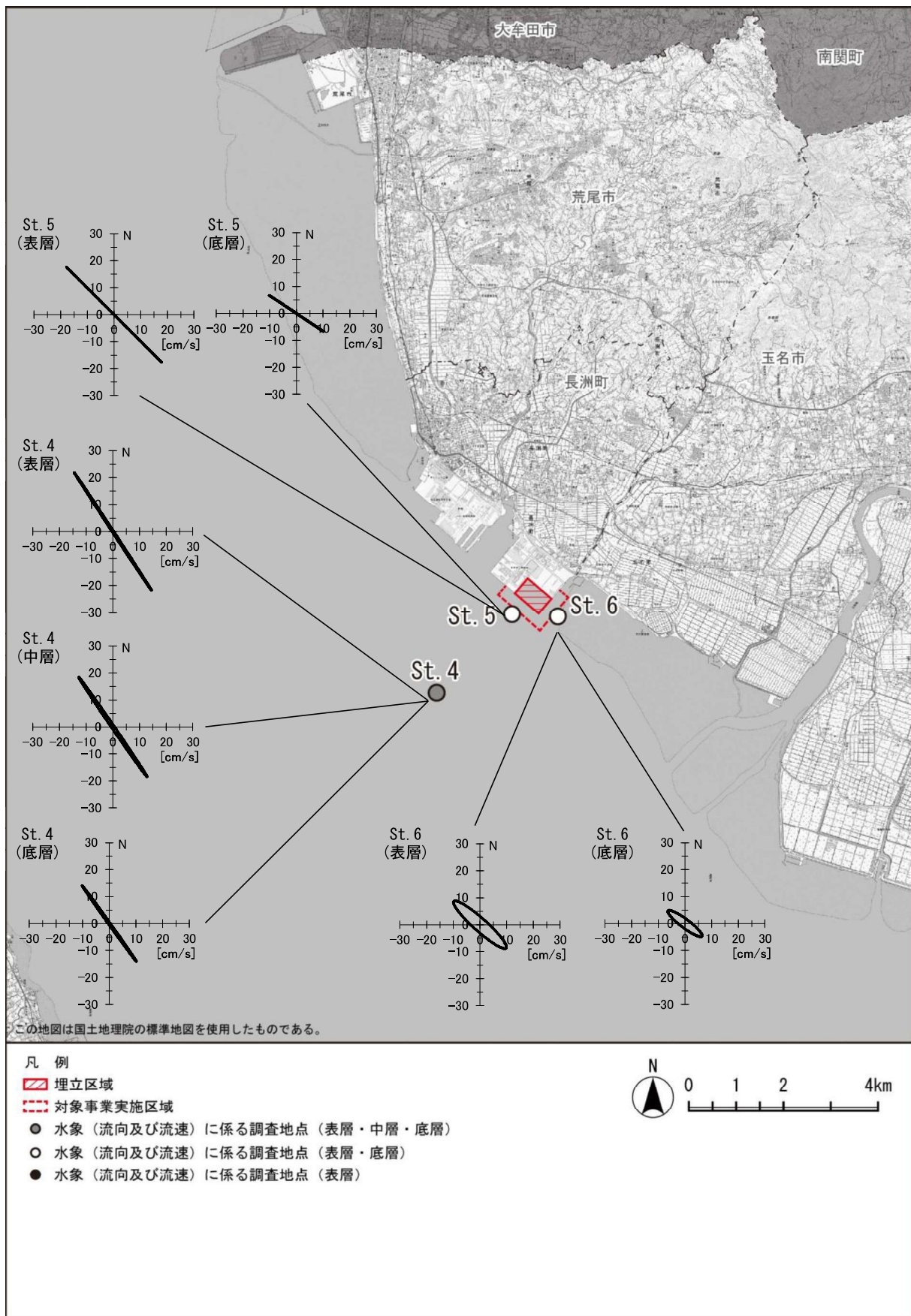


図 7.4-11(1) 潮流楕円図 (S_2 分潮) (冬季)

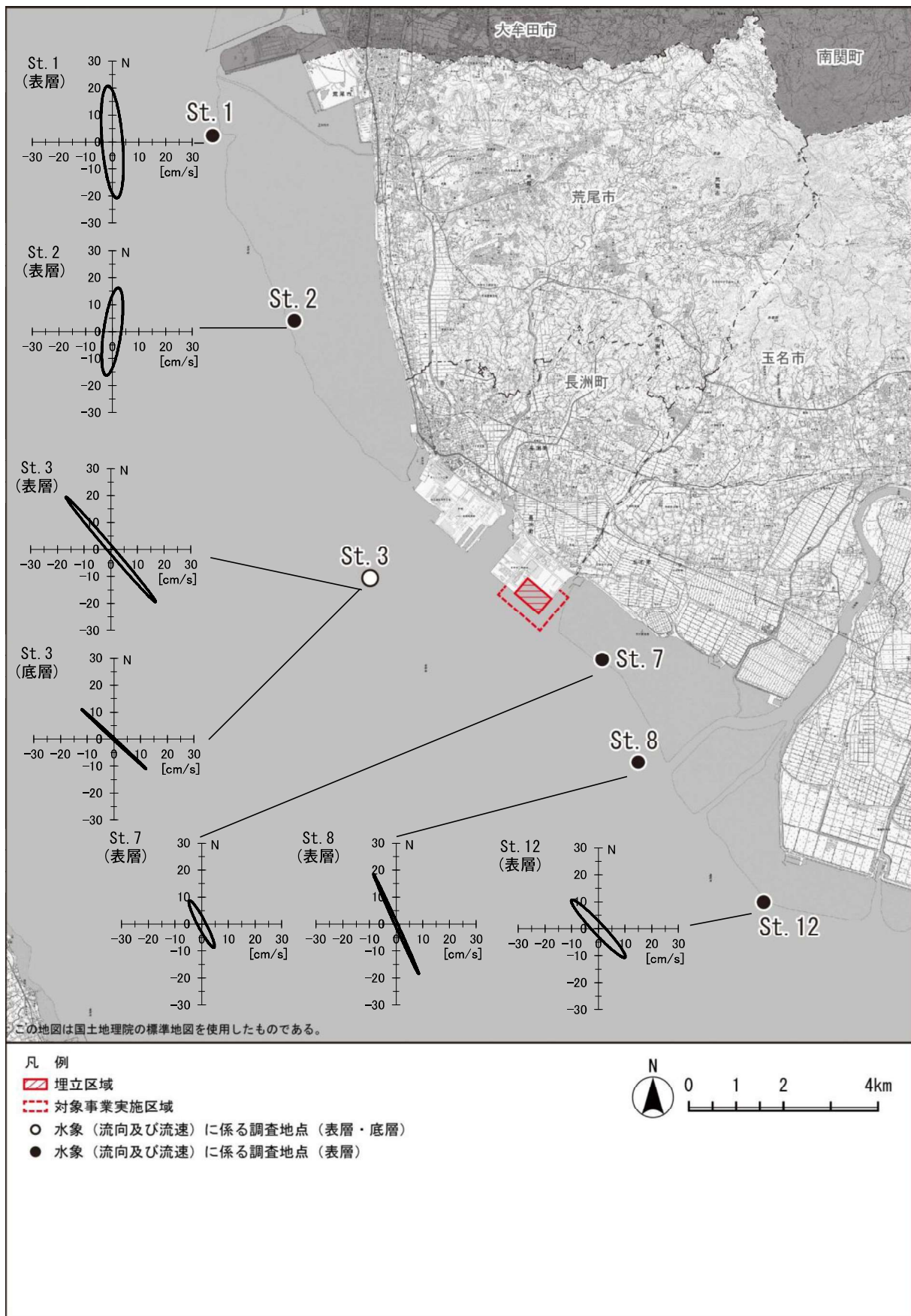


図 7.4-11(2) 潮流楕円図 (S_2 分潮) (冬季)

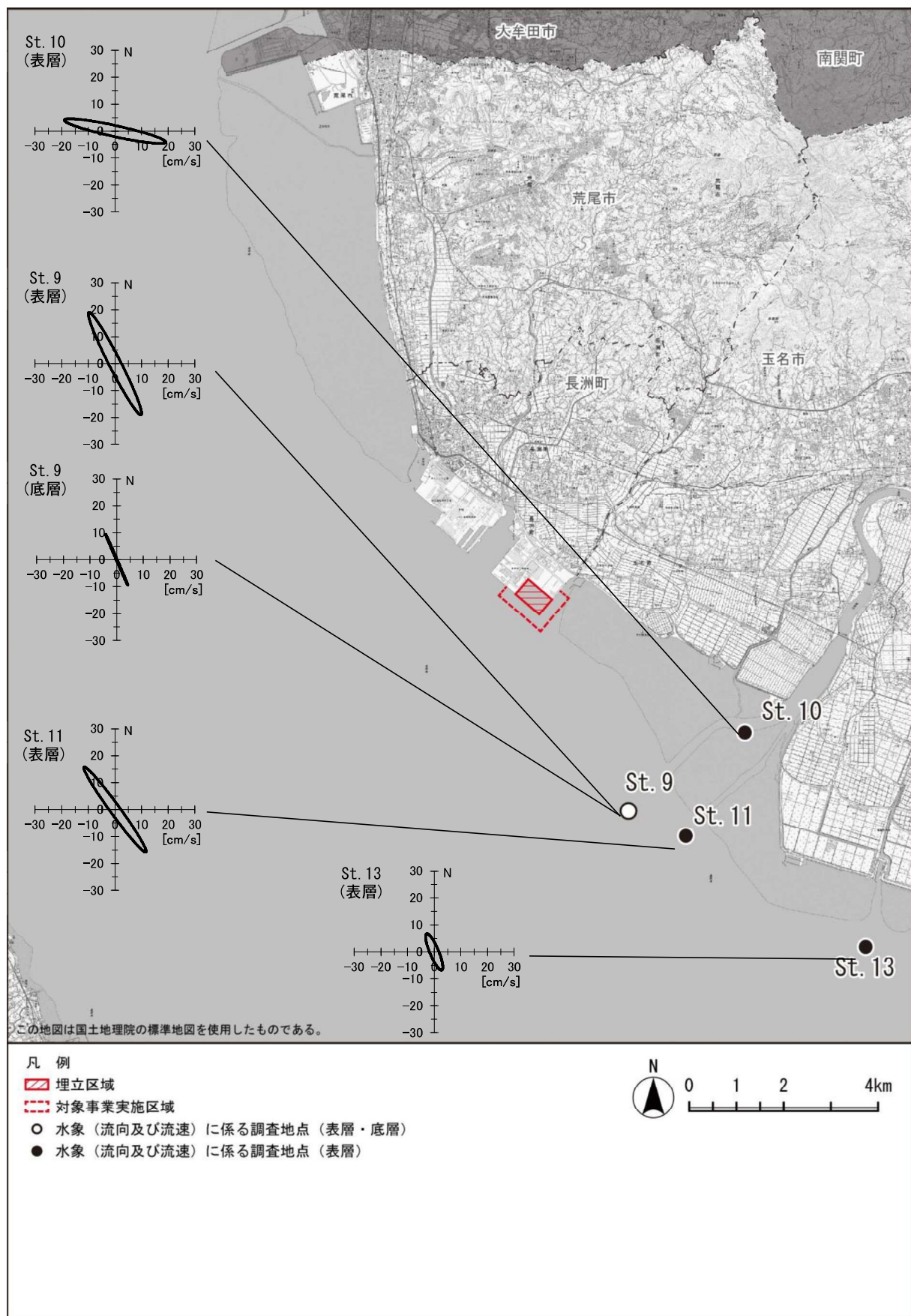


図 7.4-11(3) 潮流橢円図 (S_2 分潮) (冬季)

c) 平均大潮期の流況

現地調査結果の調和分解に基づく、調査地域における平均大潮期の流況は、図 7.4-12 に示すとおりである。

調査地域の流れの向きは、いずれも上げ潮最強時において概ね北西向き、下げ潮最強時において概ね南東向きとなっており、潮汐変化に伴い海岸線に沿うように流れる往復流を示している。

また、対象事業実施区域近傍のSt. 5や沖側のSt. 4の流速は、上げ潮最強時において33.3～67.4cm/s、下げ潮最強時において28.0～81.9cm/sとなっている。

一方で、海岸線に近いSt. 6の流速は、上げ潮最強時において26.1～47.1cm/s、下げ潮最強時において18.8～39.1cm/sとなっており、St. 4やSt. 5と比較して遅い傾向がみられる。

d) 恒流（期間平均流）

現地調査結果の調和分解に基づく、調査地域における恒流（期間平均流）は、図 7.4-13 に示すとおりである。

調査地域の流れの向きは夏季及び冬季いずれも傾向はみられず、流速は1.0～14.8cm/sと調査地域の流れの主要因であるM₂分潮と比較すると遅くなっている。

また、対象事業実施区域近傍のSt. 5やSt. 6、沖側のSt. 4の流れの向きは、表層は地点、調査層、調査期間による傾向はみられないが、底層はいずれも北北東～北北西を示している。流速は、1.6～8.3cm/sとなっている。

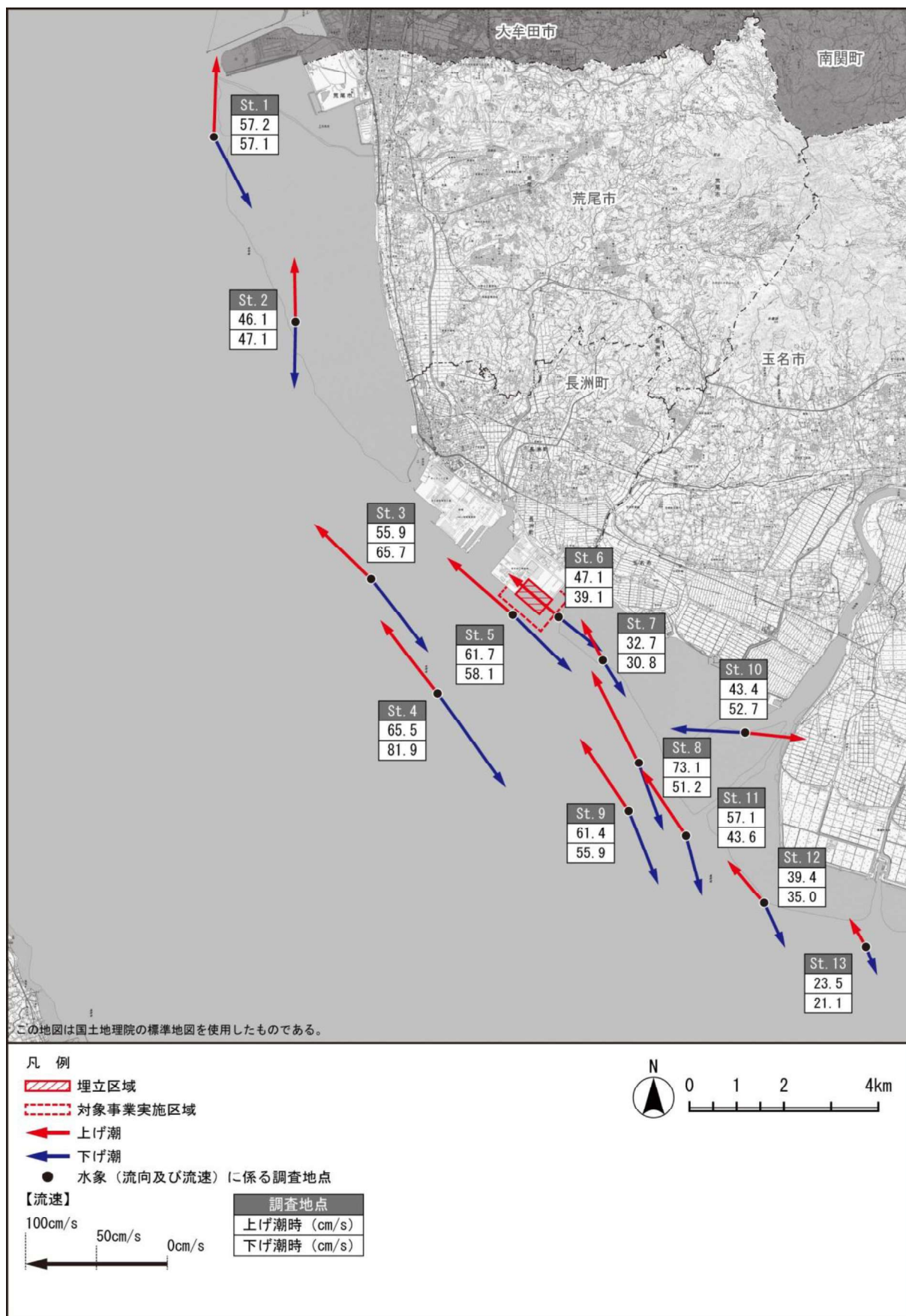


図 7.4-12(1) 平均大潮期の流況（夏季・表層）

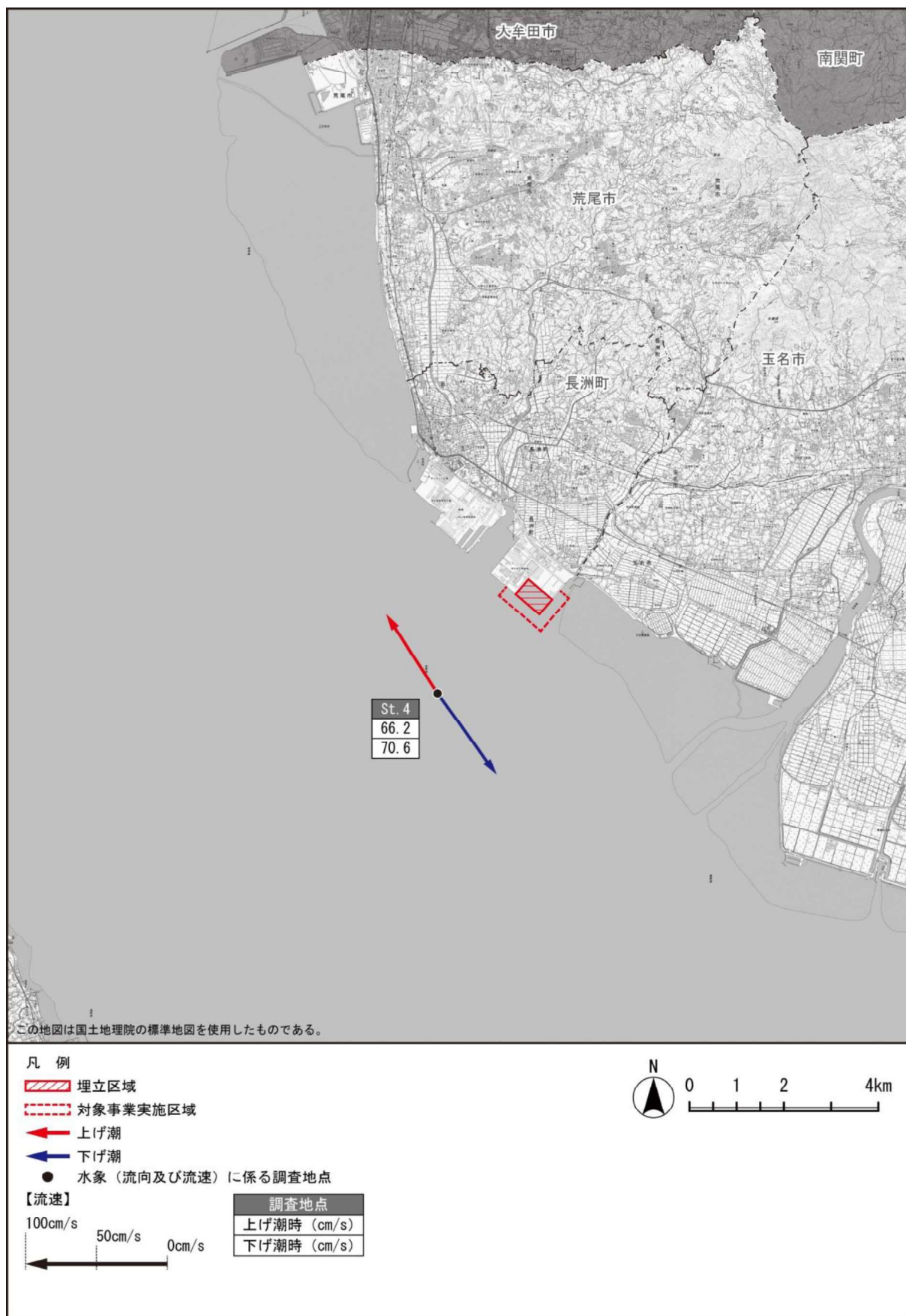


図 7.4-12(2) 平均大潮期の流況（夏季・中層）

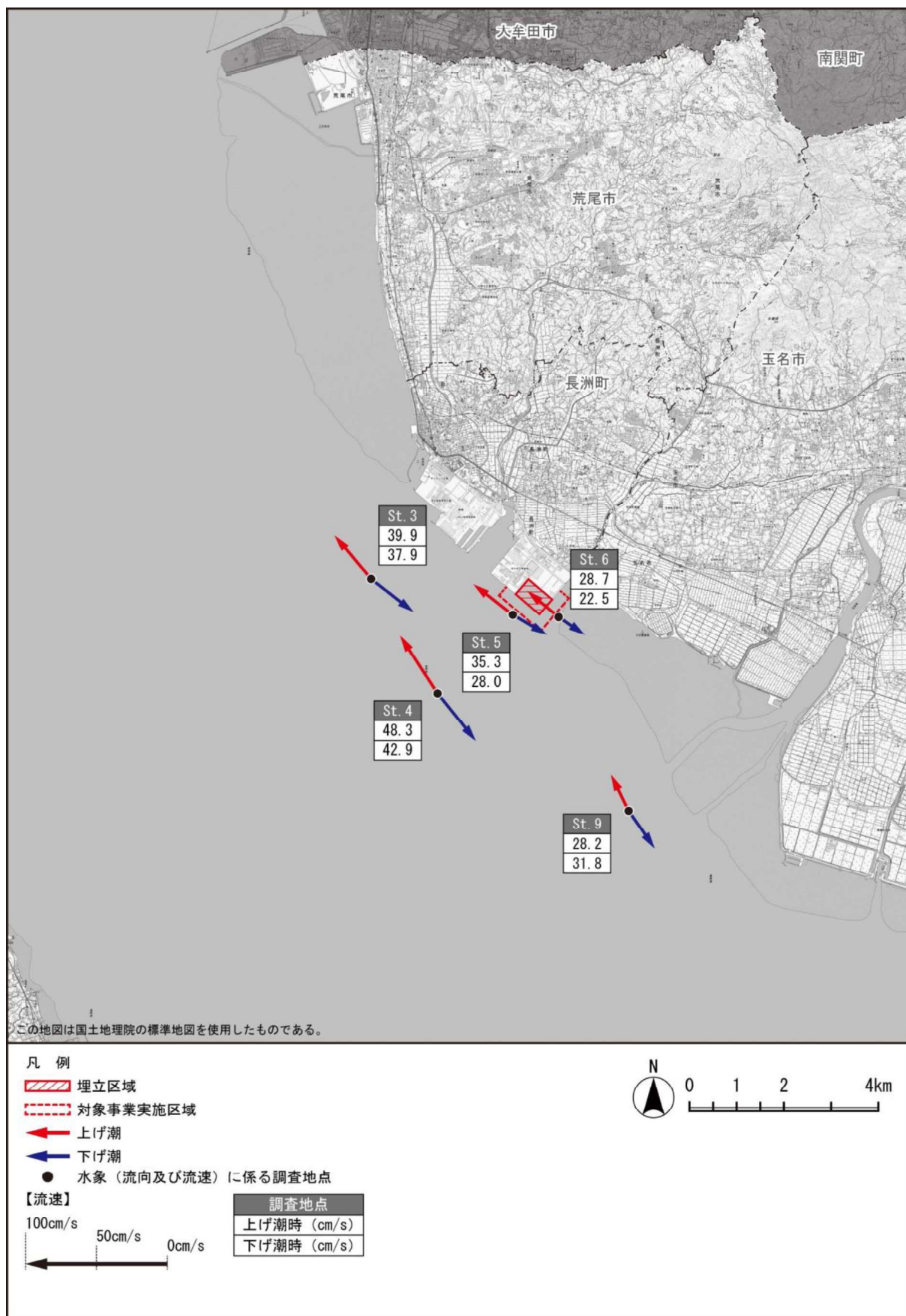


図 7.4-12(3) 平均大潮期の流況（夏季・底層）

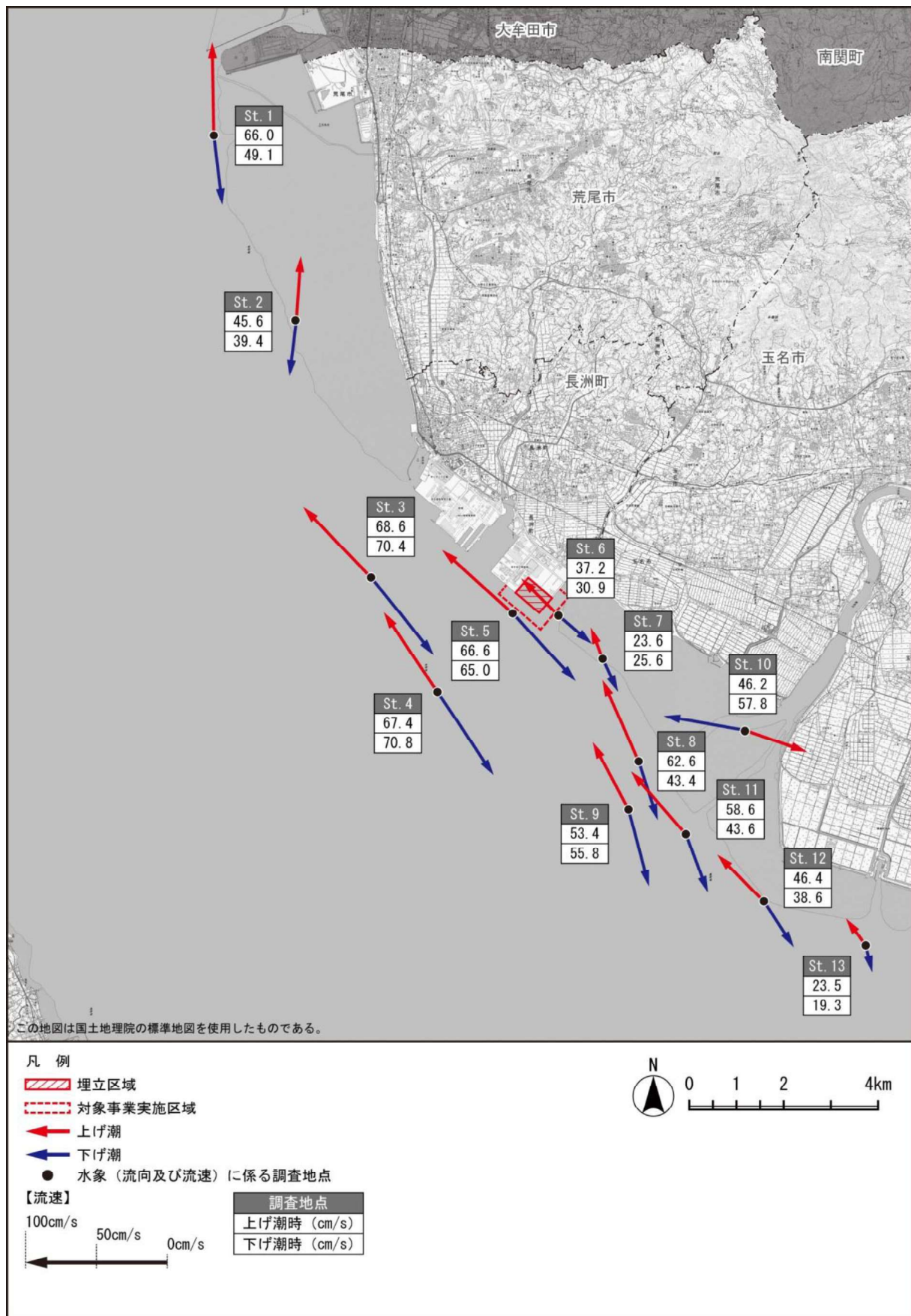


図 7.4-12(4) 平均大潮期の流況（冬季・表層）

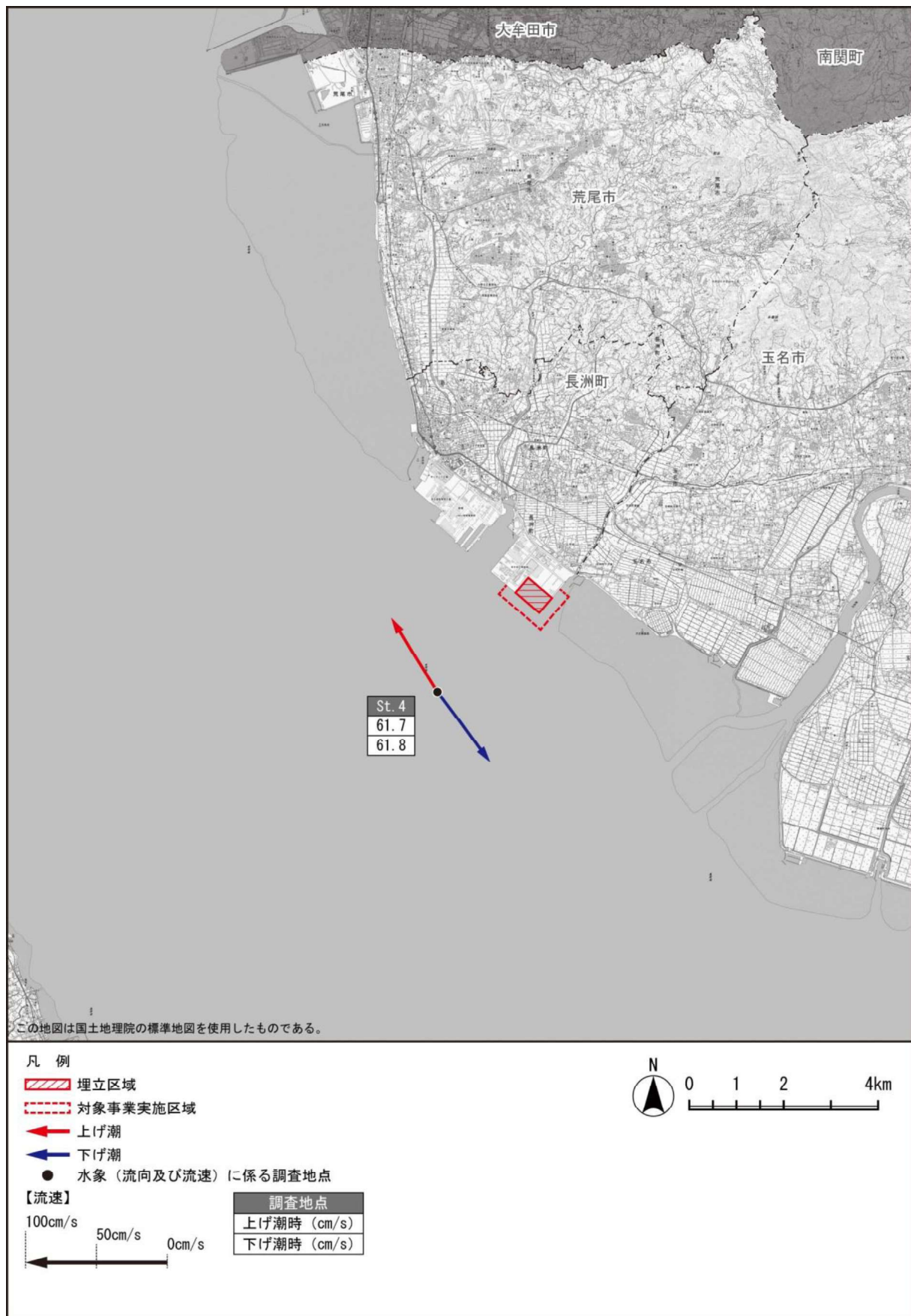


図 7.4-12(5) 平均大潮期の流況（冬季・中層）

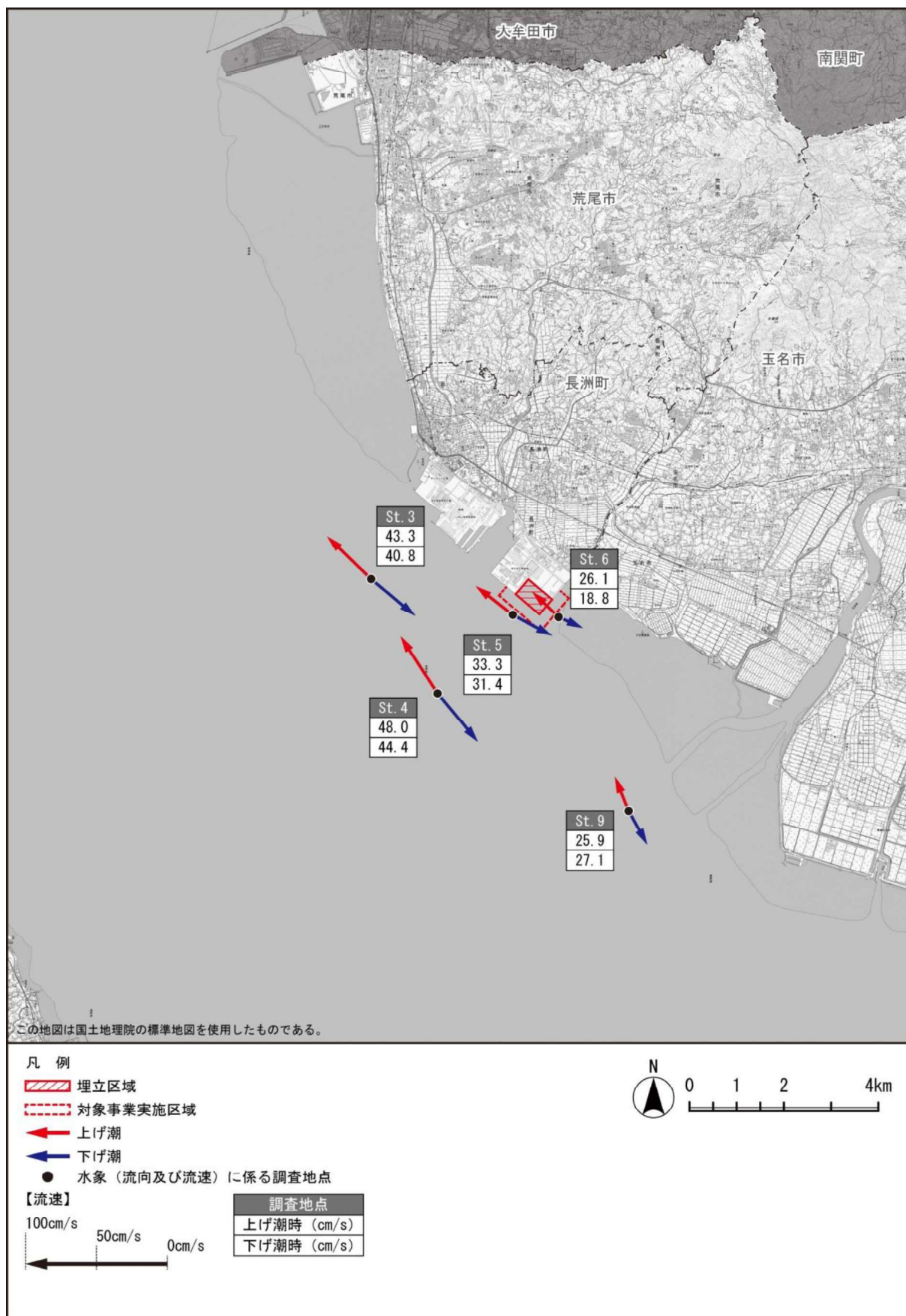


図 7.4-12(6) 平均大潮期の流況（冬季・底層）

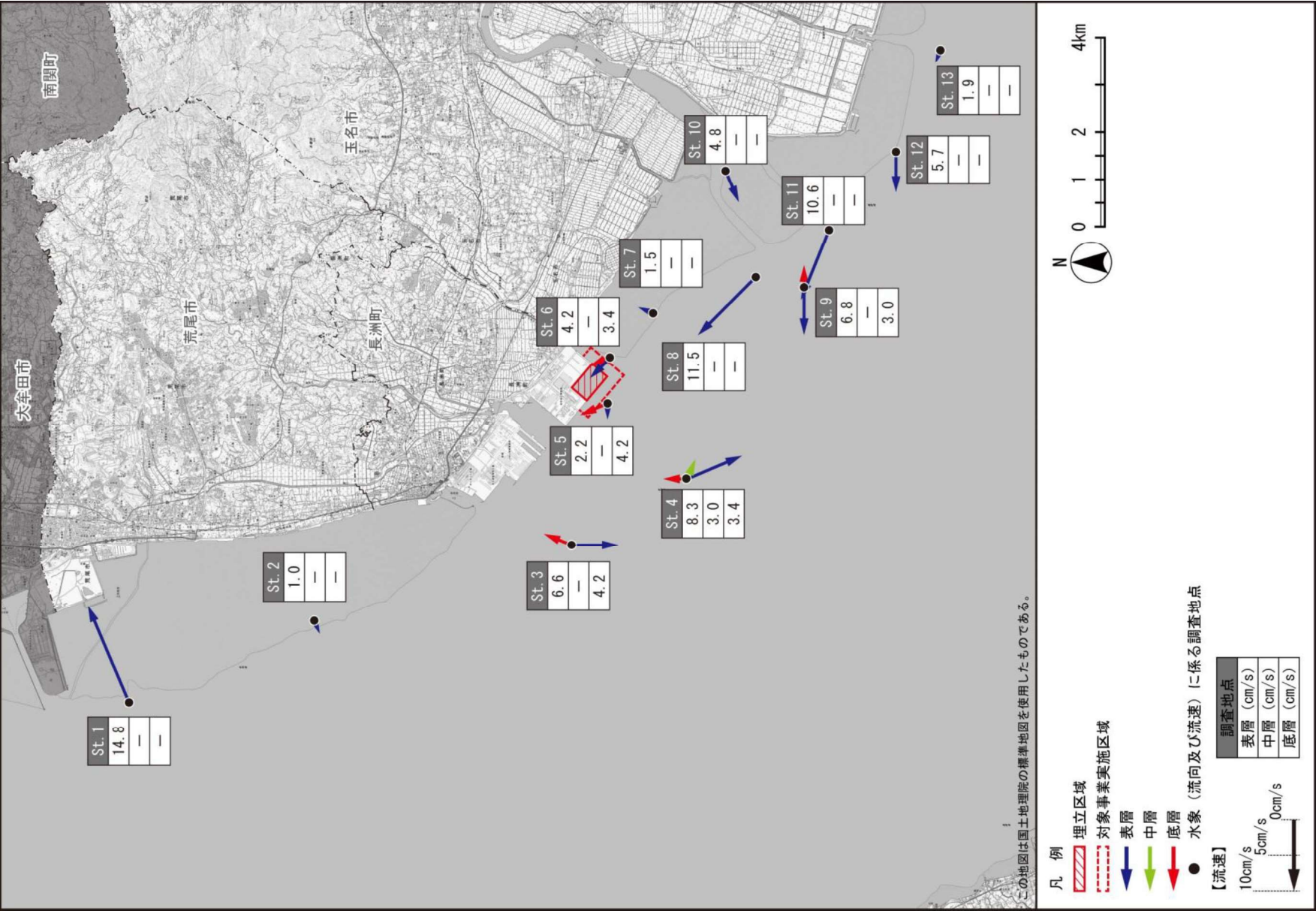


図 7.4-13(1) 恒流の分布図 (夏季)

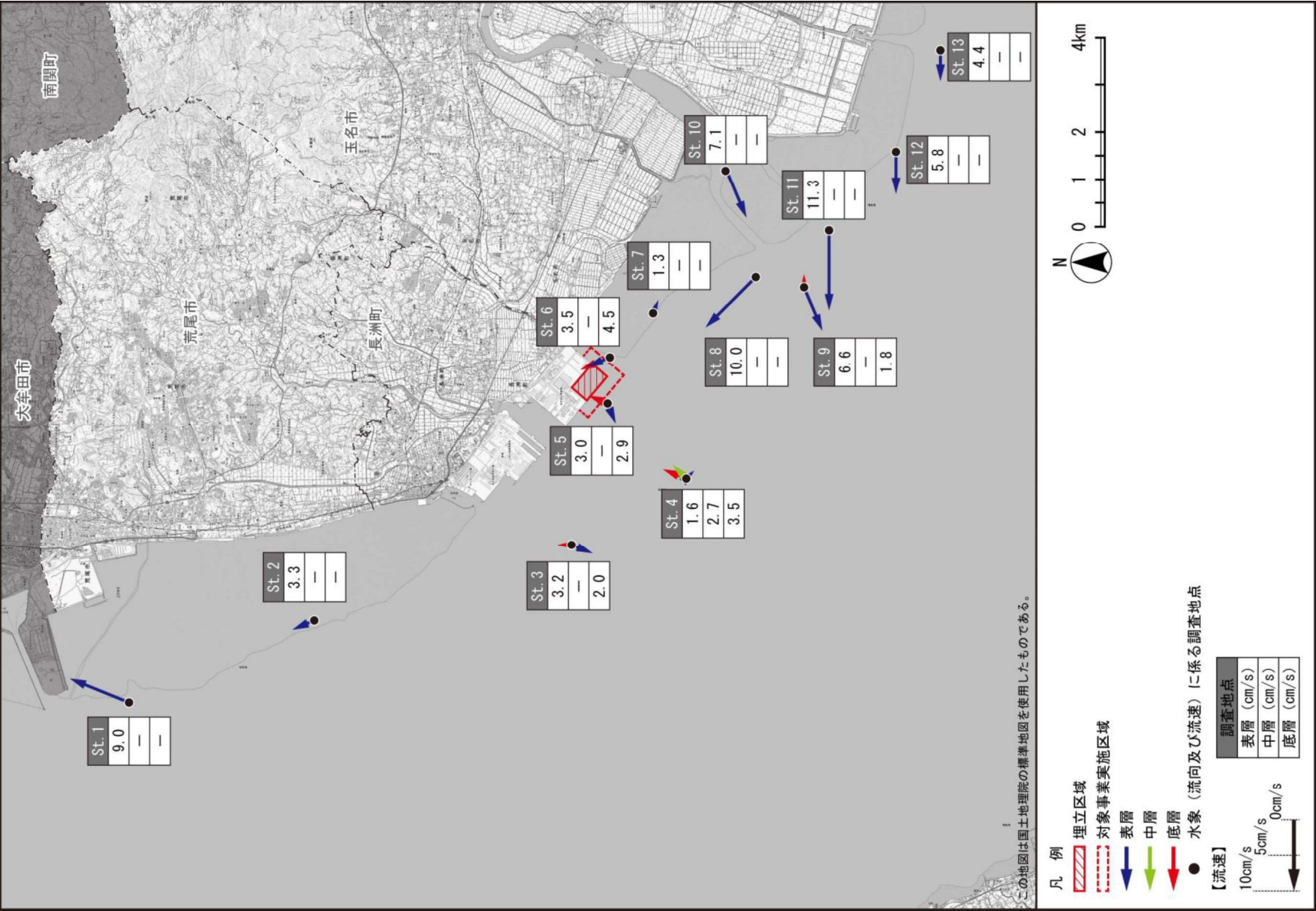


図 7.4-13 (2) 恒流の分布図 (冬季)

7.4.2 予測及び評価の結果

水象の予測事項は、表 7.4-6に示すとおりである。

表 7.4-6 予測事項

項目	影響要因	環境要素	予測事項
土地又は工作物の存在	埋立地の存在	流向及び流速	埋立地の存在に伴う流向及び流速への影響

(1) 土地又は工作物の存在（埋立地の存在）：流向及び流速

1) 予測

(a) 予測手法

a) 予測手順

埋立地の存在に伴う流向及び流速の予測手順は、図 7.4-14 に示すとおりである。

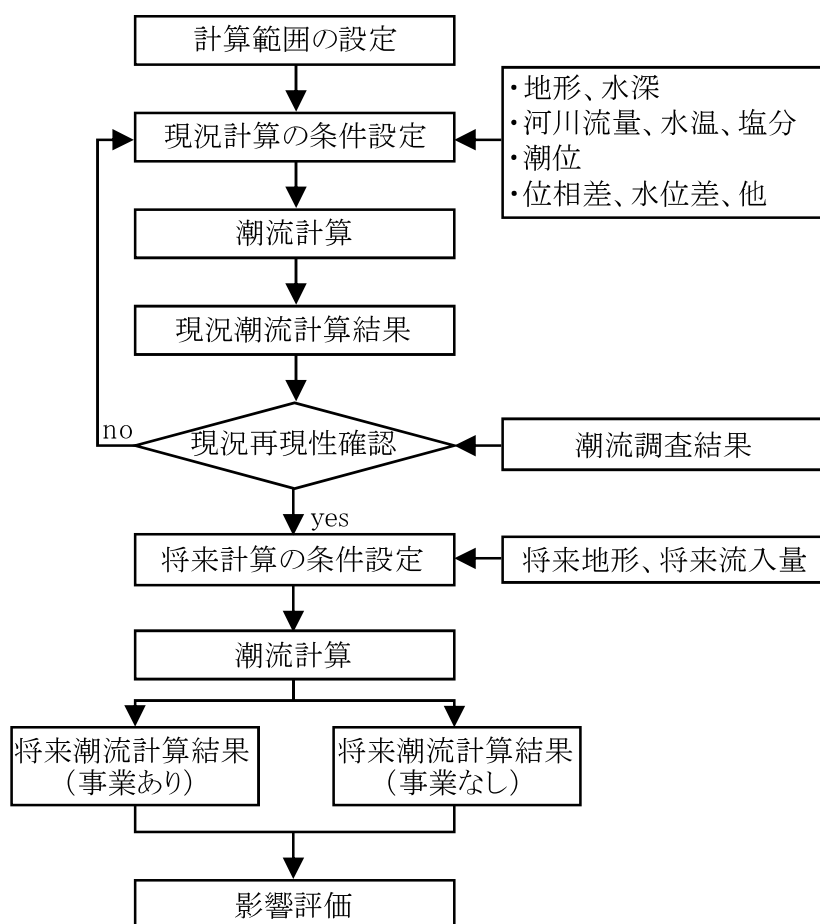


図 7.4-14 予測手順

b) 予測式

潮流予測モデルは、以下に示す非圧縮性流体に関する Navier-Stokes の運動方程式と流体の連続式を基本式とした多層レベルモデルを使用した。

また、潮流の座標系は、図 7.4-15 に示すとおりである。

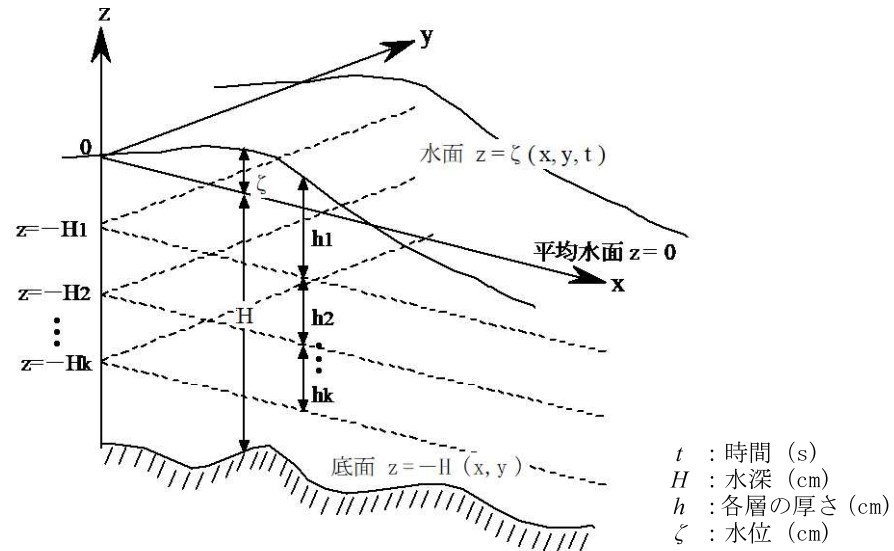


図 7.4-15 潮流予測モデルの座標系

【水平方向の運動方程式】

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} = & -\frac{\partial}{\partial x}(u^2) - \frac{\partial}{\partial y}(uv) - \frac{\partial}{\partial z}(uw) + f_0 v - g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{g}{\rho} \int_z^0 \frac{\partial \rho}{\partial x} dz - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P_0}{\partial x} \\ & + \frac{\partial}{\partial x} \left(N_x \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(N_y \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(N_z \frac{\partial u}{\partial z} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} = & -\frac{\partial}{\partial x}(uv) - \frac{\partial}{\partial y}(v^2) - \frac{\partial}{\partial z}(vw) + f_0 u - g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{g}{\rho} \int_z^0 \frac{\partial \rho}{\partial y} dz - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P_0}{\partial y} \\ & + \frac{\partial}{\partial x} \left(N_x \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(N_y \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(N_z \frac{\partial v}{\partial z} \right) \end{aligned}$$

【連続の式】

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x} \left(\int_{-H}^{\zeta} u dz \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(\int_{-H}^{\zeta} v dz \right)$$

【熱・塩分収支の式（拡散方程式）】

$$\frac{\partial T}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x}(uT) - \frac{\partial}{\partial y}(vT) - \frac{\partial}{\partial z}(wT) + \frac{\partial}{\partial x}\left(k_x \frac{\partial T}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(k_y \frac{\partial T}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(k_z \frac{\partial T}{\partial z}\right)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x}(uS) - \frac{\partial}{\partial y}(vS) - \frac{\partial}{\partial z}(wS) + \frac{\partial}{\partial x}\left(K_x \frac{\partial S}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(K_y \frac{\partial S}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(K_z \frac{\partial S}{\partial z}\right)$$

【状態方程式】

$$\rho = \rho(S, T)$$

また、状態方程式は海水密度を塩分と温度とで規定するものであり、本モデルでは以下の Knudsen 式を採用した。

$$\rho = \frac{\sigma_t}{1000} + 1$$

$$\sigma_t = \sum_t + (\sigma_0 + 0.1324)\{1 - A_t + B_t(\sigma_0 - 0.1324)\}$$

$$\sigma_0 = -0.093 + 0.8149S - 0.000482S^2 + 0.0000068S^3$$

$$\sum_t = -\frac{(T - 3.98)^2}{503.570} \cdot \frac{T + 283.0}{T + 67.26}$$

$$A_t = T(4.7869 - 0.098185T + 0.0010843T^2) \times 10^{-3}$$

$$B_t = T(18.030 - 0.8164T + 0.01667T^2) \times 10^{-6}$$

ここで、

u, v, w	: x、y、z 方向の流速 (cm/s)
ζ	: 水位 (cm)
H	: 水深 (cm)
ρ	: 密度 (g/cm ³)
f_0	: コリオリ係数 (1/s), $f_0 = 2\Omega \cdot \sin \varphi$ で Ω は地球の自転角速度, φ は海域の平均緯度
g	: 重力加速度 (cm/s ²)
P_0	: 大気圧 (g/cm ² /s)
T	: 水温 (°C)
S	: 海水塩分 (psu)
N_x, N_y, N_z	: x、y、z 方向の渦粘性係数 (cm ² /s)
K_x, K_y, K_z	: 渦拡散係数 (cm ² /s)
k_x, k_y, k_z	: 熱の渦拡散係数 (cm ² /s)
t	: 時間 (s)

水温解析の際の海面からの冷却又は加熱による交換熱量 Q_0 は、以下に示すとおりである。

$$Q_0 = Q_s - Q_b - Q_h - Q_e$$

ここで、

Q_s : 輻射量 (cal/cm²/s)

Q_b : 海表面からの逆輻射量

Q_h : 顕熱量 (対流により大気と海面の間を出入りする熱交換量)

Q_e : 潜熱量 (蒸発・凝縮による熱移動量)

(b) 予測地域

予測地域は、対象事業実施区域の周辺海域とした。

(c) 予測時期等

予測時期等は、埋立地が完成した時期とした。

(d) 予測条件

a) 計算条件

計算条件は、表 7.4-7 に示すとおりである。

表 7.4-7 計算条件

条件項目	設定条件		
予測モデル	多層レベルモデル		
計算期間	夏季と冬季の平均場 (令和元～5年の過去5年間の観測値を基に設定)		
対象範囲	広域：有明海全域（80km×100km） 狭域：対象事業実施区域の周辺海域（48km×50km）		
水平格子	広域：1km 等間隔（X 方向 80 分割、Y 方向 100 分割） 狭域：50～500m不等間隔（X 方向 356 分割、Y 方向 324 分割）		
鉛直層区分	9 層		
	層	水深位置（m）	厚さ（m）
	1	0 ～ 3	3
	2	3 ～ 6	3
	3	6 ～ 10	4
	4	10 ～ 15	5
	5	15 ～ 20	5
	6	20 ～ 30	10
	7	30 ～ 40	10
	8	40 ～ 50	10
9	50 ～ 海底	B－50	
水深（海底地形）	海図及び海底地形デジタルデータ（日本水路協会）より設定		
潮汐条件	平均大潮期（M ₂ ＋S ₂ 分潮）		
湾口潮位	広域：網場と富岡における調和定数を参考に設定 狭域：広域の計算結果より狭域境界上の潮位を抽出		
湾口水温・塩分	広域：浅海定線（熊本県 K-A 地点）の水温・塩分より設定 狭域：広域の計算結果より狭域境界上の水温・塩分を抽出		
流入量・取水量	有明海に流入する主要な河川（菊池川、菜切川、行末川、浦川、境川等）の 流量、主要な工場・事業所からの排水量・取水量を設定		
気象要素	熊本地方気象台のデータより設定		
コリオリ係数	7.90×10 ⁻⁵ s ⁻¹		
海面摩擦係数	風速w（m/s）の関数 0.0007+0.0004×√w		
海底摩擦係数	0.0026		
水平渦拡散係数	メッシュ幅から経験的な 4/3 乗則により算出 広域：2.32×10 ⁵ cm ² /s 狭域：4.27×10 ³ cm ² /s		
タイムステップ	広域：20.0 秒 狭域：1.0 秒		
計算時間	広域：100 日間 狭域：20 日間		

b) 格子分割

格子分割図は、図 7.4-16 に示すとおりである。

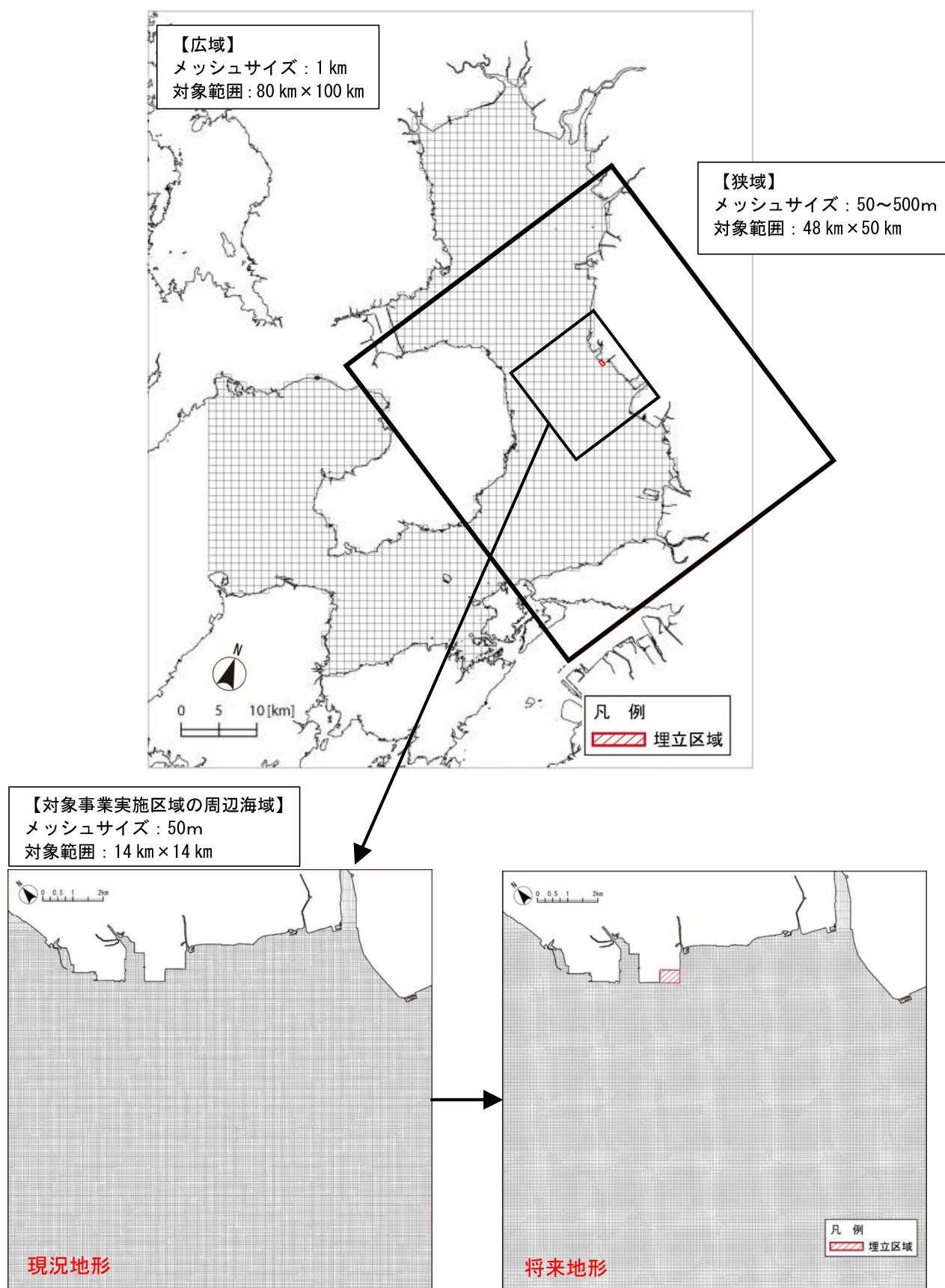


図 7.4-16 格子分割図

c) 地形・水深

地形・水深図は、図 7.4-17 に示すとおりである。

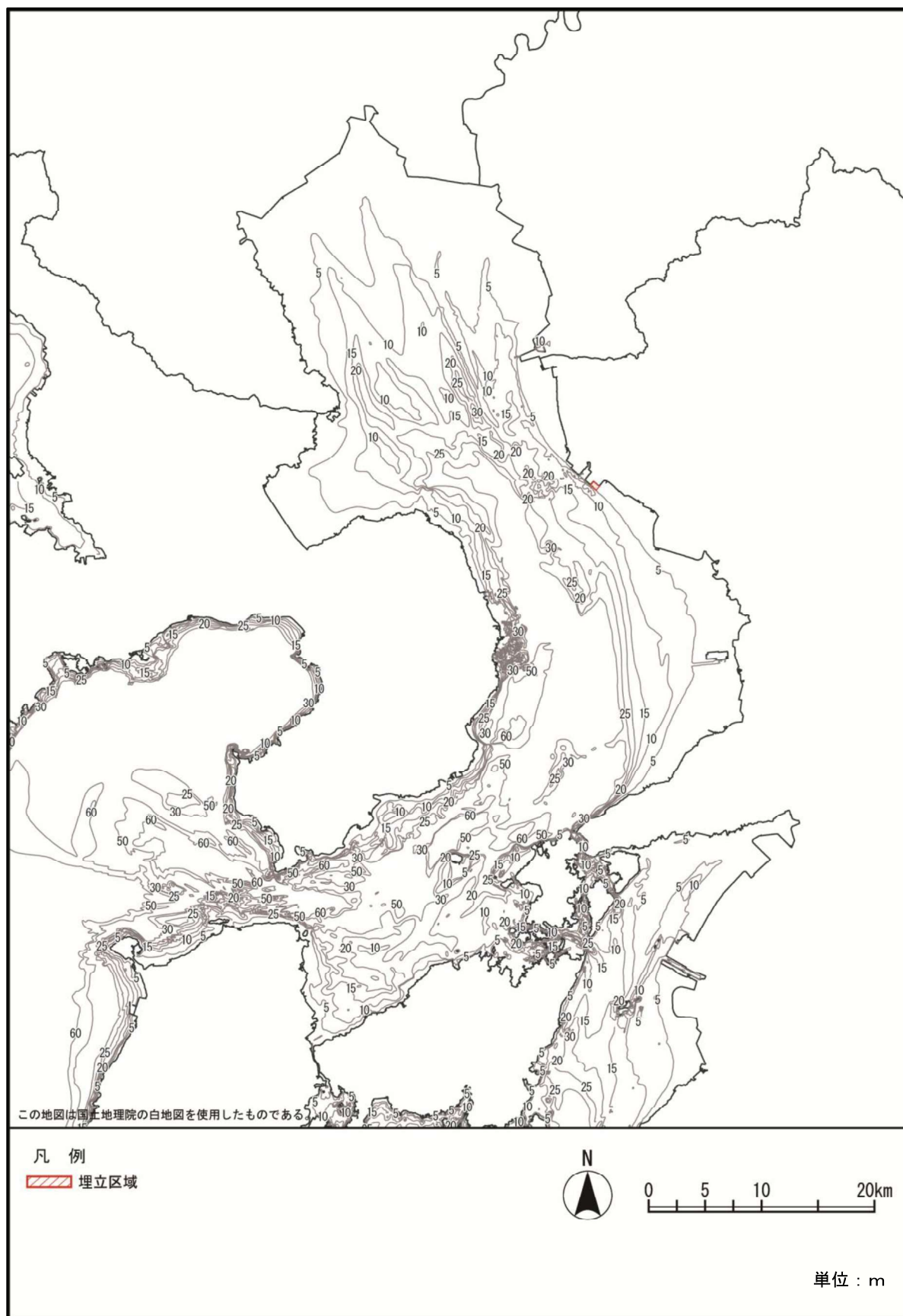
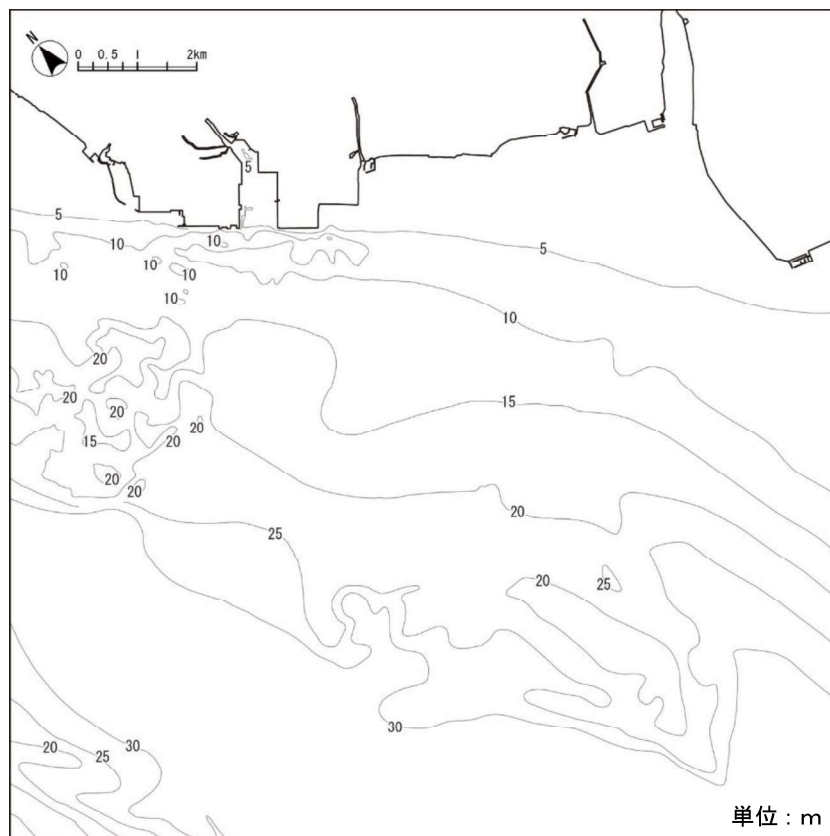


図 7.4-17(1) 地形・水深図（広域）

出典：「海底地形デジタルデータ（海図 M7024 Ver. 2.2 九州西岸海域）」（令和 3 年 6 月、日本水路協会）

現況地形



将来地形

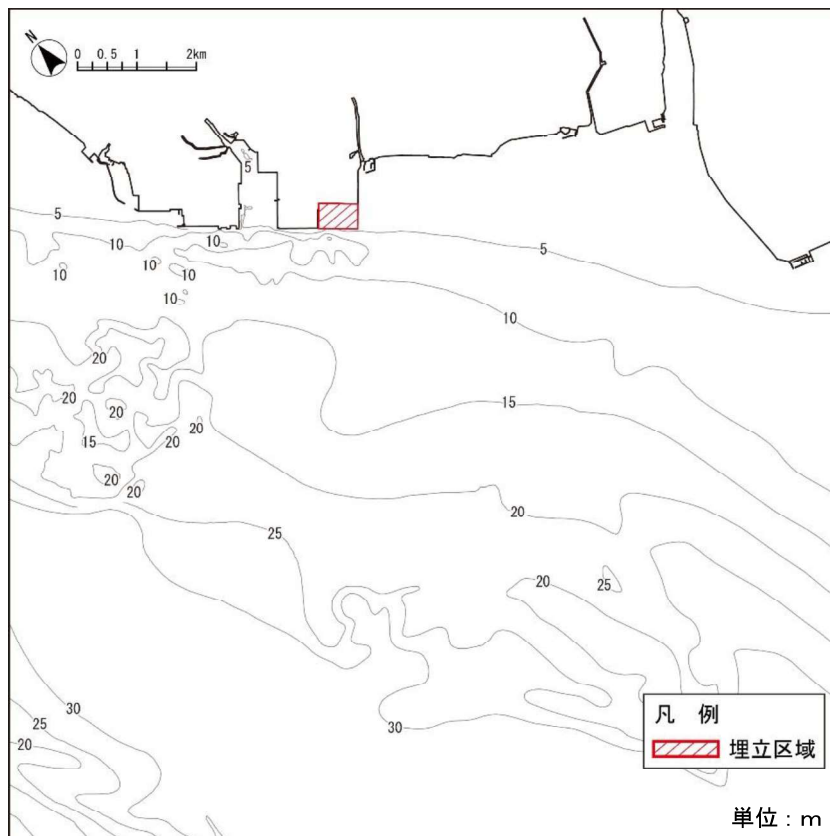


図 7.4-17(2) 地形・水深図（対象事業実施区域の周辺海域）

出典：「海底地形デジタルデータ（海図 M7024 Ver. 2.2 九州西岸海域）」（令和 3 年 6 月、日本水路協会）

d) 境界条件

(ア) 潮汐

境界における潮汐条件は表 7.4-8 に、潮汐調和定数地点図は図 7.4-18 に示すとおりである。

潮汐条件は平均大潮期 (M_2+S_2 分潮) とし、「日本沿岸潮汐調和定数表」(昭和 58 年、海上保安庁) より、境界付近に位置する網場と富岡における調和定数を参考に設定した。

なお、上端境界に網場の振幅と位相を、下端境界に富岡の振幅と位相を与え、その間の境界メッシュは線形補間により設定した。

表 7.4-8 境界における潮汐条件

地点名	M_2 分潮		S_2 分潮		M_2+S_2 分潮	
	振幅 (cm)	位相 ($^{\circ}$)	振幅 (cm)	位相 ($^{\circ}$)	振幅和 (cm)	位相平均 ($^{\circ}$)
網場	94.9	234.0	40.8	261.6	135.7	247.8
富岡	96.0	230.0	43.0	252.0	139.0	241.0

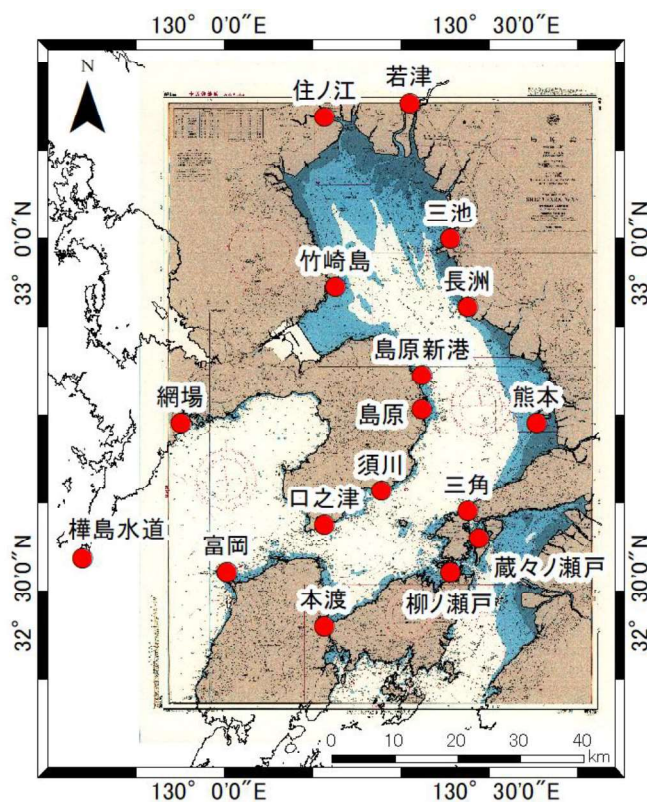


図 7.4-18 潮汐調和定数地点図

出典：「日本沿岸潮汐調和定数表」(昭和 58 年、海上保安庁)

(イ) 水温・塩分

境界における水温・塩分条件は表 7.4-9 に、境界に設定した水温・塩分の調査位置図は図 7.4-19 に示すとおりである。

各層の水温・塩分は、境界近辺で鉛直分布も調査されている浅海定線地点（熊本県 K-A）における令和元～5 年の観測値を平均して設定した。

表 7.4-9 境界における水温・塩分

層	夏季（8～9 月平均）		冬季（1～2 月平均）	
	水温（℃）	塩分（－）	水温（℃）	塩分（－）
1	24.91	32.28	14.96	33.89
2	24.63	32.61	14.98	33.92
3	24.62	32.63	14.99	33.93
4	24.60	32.65	14.99	33.93
5	24.53	32.70	15.01	33.94
6	24.47	32.75	15.03	33.94
7	24.38	32.80	15.09	33.96
8	24.04	33.05	15.18	33.99
9	24.04	33.05	15.18	33.99

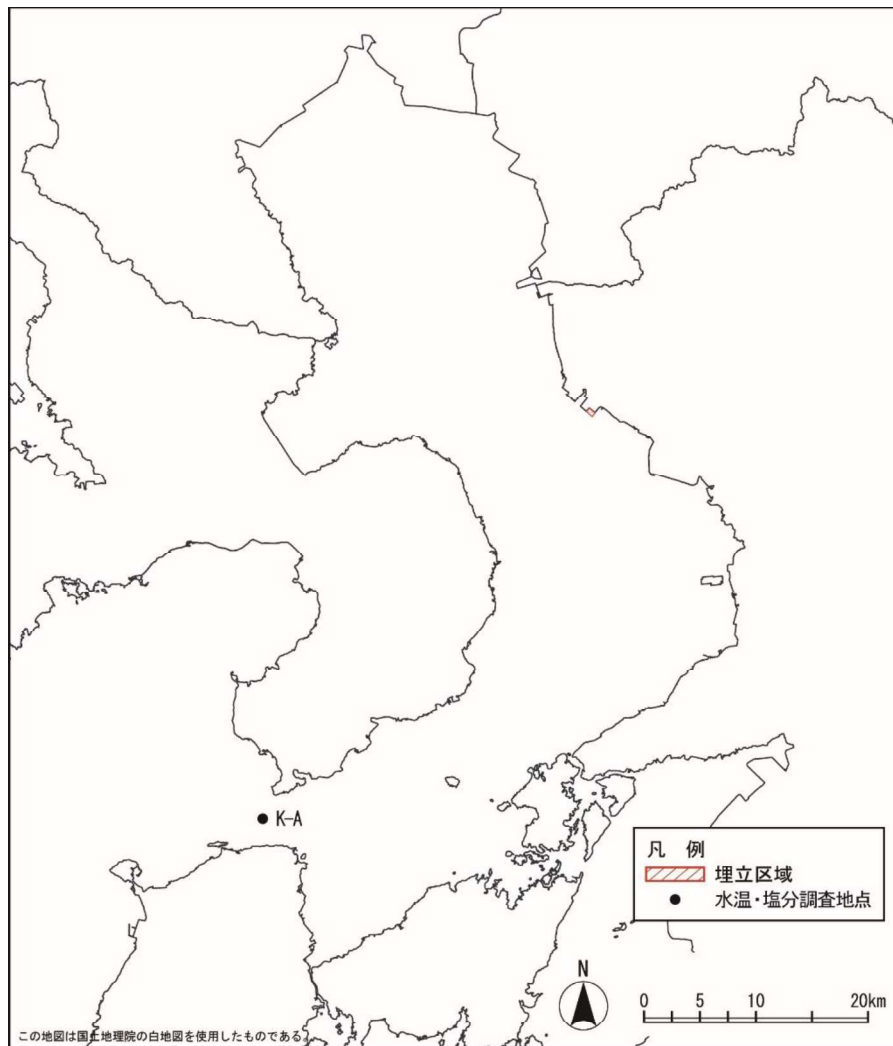


図 7.4-19 境界に設定した水温・塩分の調査位置図（K-A）

出典：「浅海定線調査情報」（国立研究開発法人 水産研究・教育機構ホームページ）

(ウ) 流入量・取水量

河川及び工場・事業所からの流入量・取水量は表 7.4-10 に、流入・取水位置は図 7.4-20 に示すとおりである。

対象範囲に流入する主要河川は、筑後川、矢部川、菊池川、緑川、白川、嘉瀬川、六角川を対象とし、「水文水質データベース」(国土交通省ホームページ)より、各河川の感潮域を除く最下流地点における流量を採用した。また、対象事業実施区域の周辺海域に流入する中小河川は、菜切川、行末川、浦川、境川、坪井川を対象とし、各河川の H-Q 式^{注1)}より流量を推定した。さらに、主要な工場・事業所からの流入量(排水量)及び取水量を設定した。

注1) 河川や水路における水位(H)と流量(Q)の関係を表す式。河川の水位を測定することで、直接測定が難しい流量を推定するために使われる。

表 7.4-10 流入量・取水量

単位: m³/日

名称	現況				将来			
	流入量		取水量		流入量		取水量	
	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季
①六角川	1,336,608.0	172,800.0			1,336,608.0	172,800.0		
②嘉瀬川	1,841,184.0	275,616.0			1,841,184.0	275,616.0		
③筑後川	16,708,896.0	4,720,032.0			16,708,896.0	4,720,032.0		
④矢部川	3,922,560.0	457,920.0			3,922,560.0	457,920.0		
⑤浦川	3,256,416.0	376,704.0			3,256,416.0	376,704.0		
⑥菜切川	792,288.0	1,128,384.0			792,288.0	1,128,384.0		
⑦行末川	237,600.0	527,904.0			237,600.0	527,904.0		
⑧境川	44,064.0	13,824.0			44,064.0	13,824.0		
⑨菊池川	4,777,056.0	1,212,192.0			4,777,056.0	1,212,192.0		
⑩坪井川	1,154,304.0	973,728.0			1,154,304.0	973,728.0		
⑪白川	2,573,856.0	1,650,240.0			2,573,856.0	1,650,240.0		
⑫緑川	4,419,360.0	1,415,232.0			4,419,360.0	1,415,232.0		
A	13,250.0	13,250.0			13,250.0	13,250.0		
B	2,864.0	2,864.0			2,864.0	2,864.0		
C	3,691.0	3,691.0			3,691.0	3,691.0		
D	5,459.5	5,459.5			5,459.5	5,459.5		
E	5,459.5	5,459.5			5,459.5	5,459.5		
F	134.3	134.3			134.3	134.3		
G	285.4	285.4			285.4	285.4		
H-1	574,200.0				574,200.0			
H-2		574,200.0				574,200.0		
H-3			576,000.0	576,000.0			576,000.0	576,000.0
I	10,540.0	10,540.0			11,513.0	11,513.0		
J	973.0	973.0						
K	3,520.0	3,520.0			3,520.0	3,520.0		
L	2,473.0	2,473.0			2,473.0	2,473.0		
M	6,568.0	6,568.0			6,568.0	6,568.0		
N	100.0	100.0			100.0	100.0		
O	1,183.0	1,183.0			1,183.0	1,183.0		
P	262.0	262.0			262.0	262.0		
Q	96.9	96.9			96.9	96.9		
R	123.0	123.0			123.0	123.0		
S	492.0	492.0			492.0	492.0		
T	102.5	102.5			102.5	102.5		

注1) 表中の番号は図 7.4-20 と対応している。

注2) 表中の「\」は流入・取水が無いことを示す。

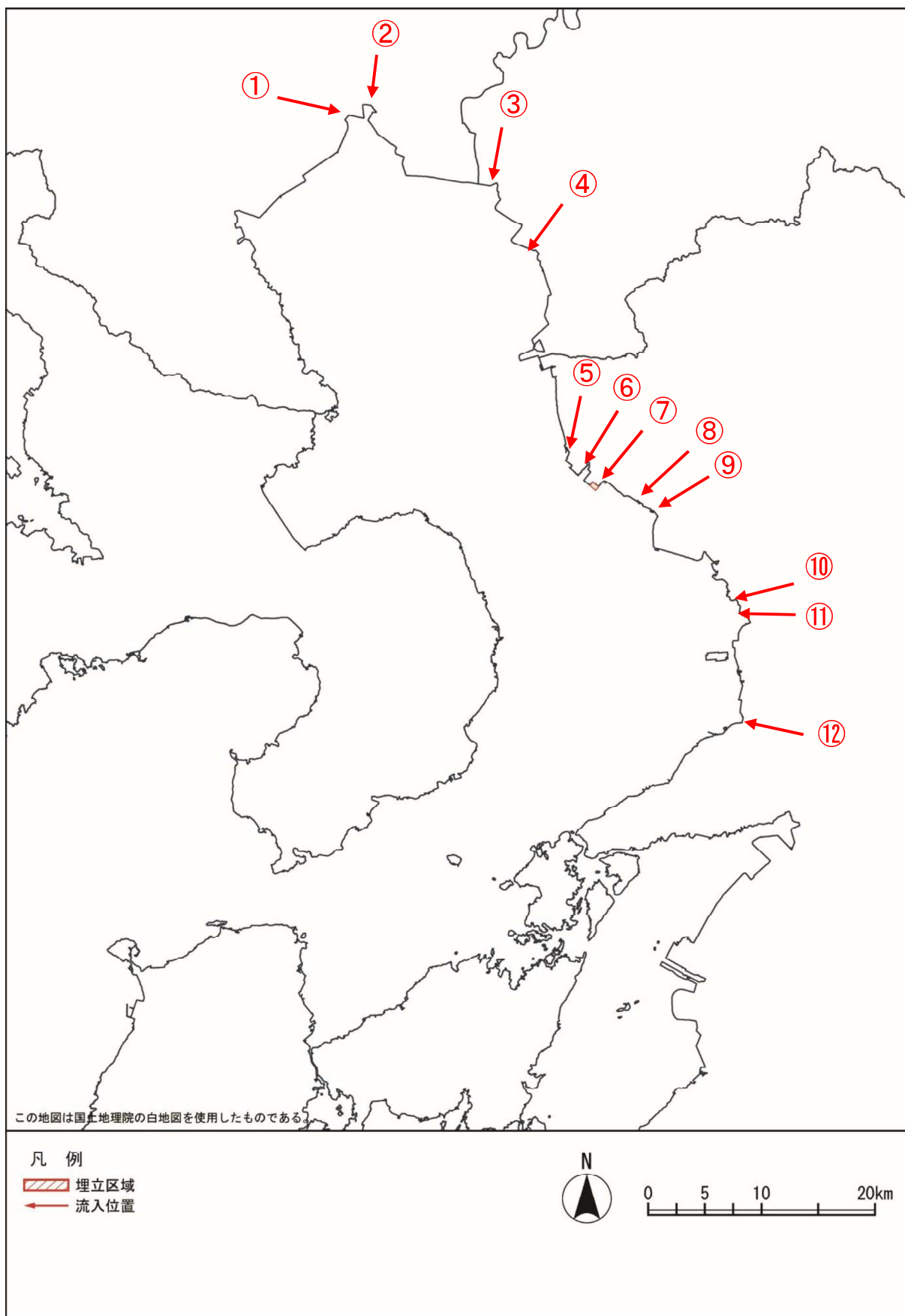


図 7.4-20(1) 流入・取水位置図

注 1) 図中の番号は表 7.4-10 と対応している。

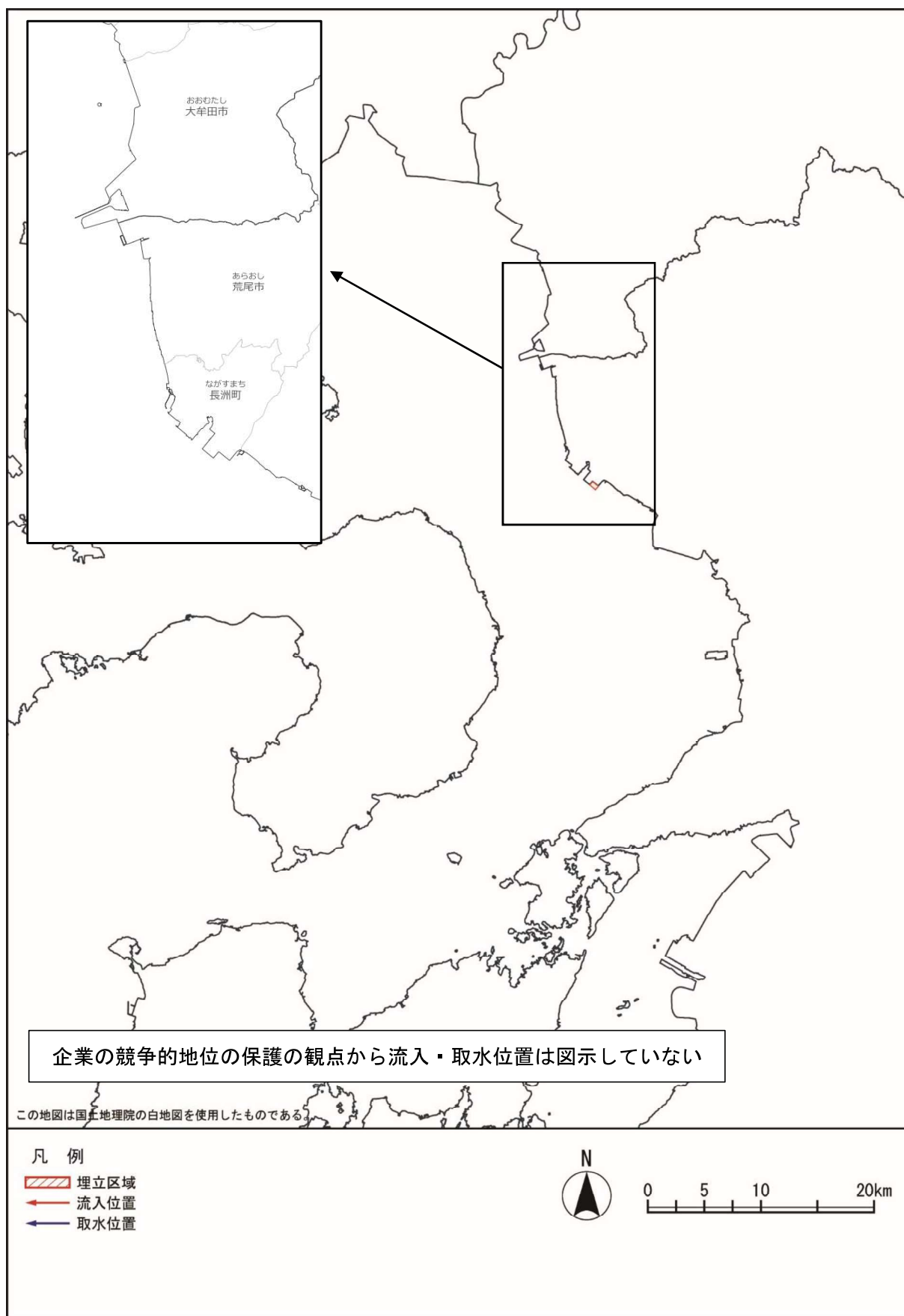


図 7.4-20(2) 流入・取水位置図

注 1) 図中の番号は表 7.4-10 と対応している。

e) 気象条件

気象条件（日射量、雲量、気温、相対湿度、海上風）は、表 7.4-11 に示すとおりである。

熊本地方気象台における平成 30～令和 4 年度の観測値を平均して設定した。

熊本地方気象台の位置は、図 7.4-21 に示すとおりである。

表 7.4-11 気象条件

項目	夏季（8～9 月平均）	冬季（1～2 月平均）
日射量（cal/cm ² /day）	632.66	437.80
雲量（－）	0.70	0.70
気温（℃）	26.80	7.52
相対湿度（％）	78.73	70.24
風向	SW	NNE
風速（m/s）	2.43	1.88

注 1) 熊本地方気象台では令和 2 年 2 月で雲量の観測を終了しているため、平成 30～令和元年度の観測値を平均して設定した。

注 2) 風向は最多風向とした。

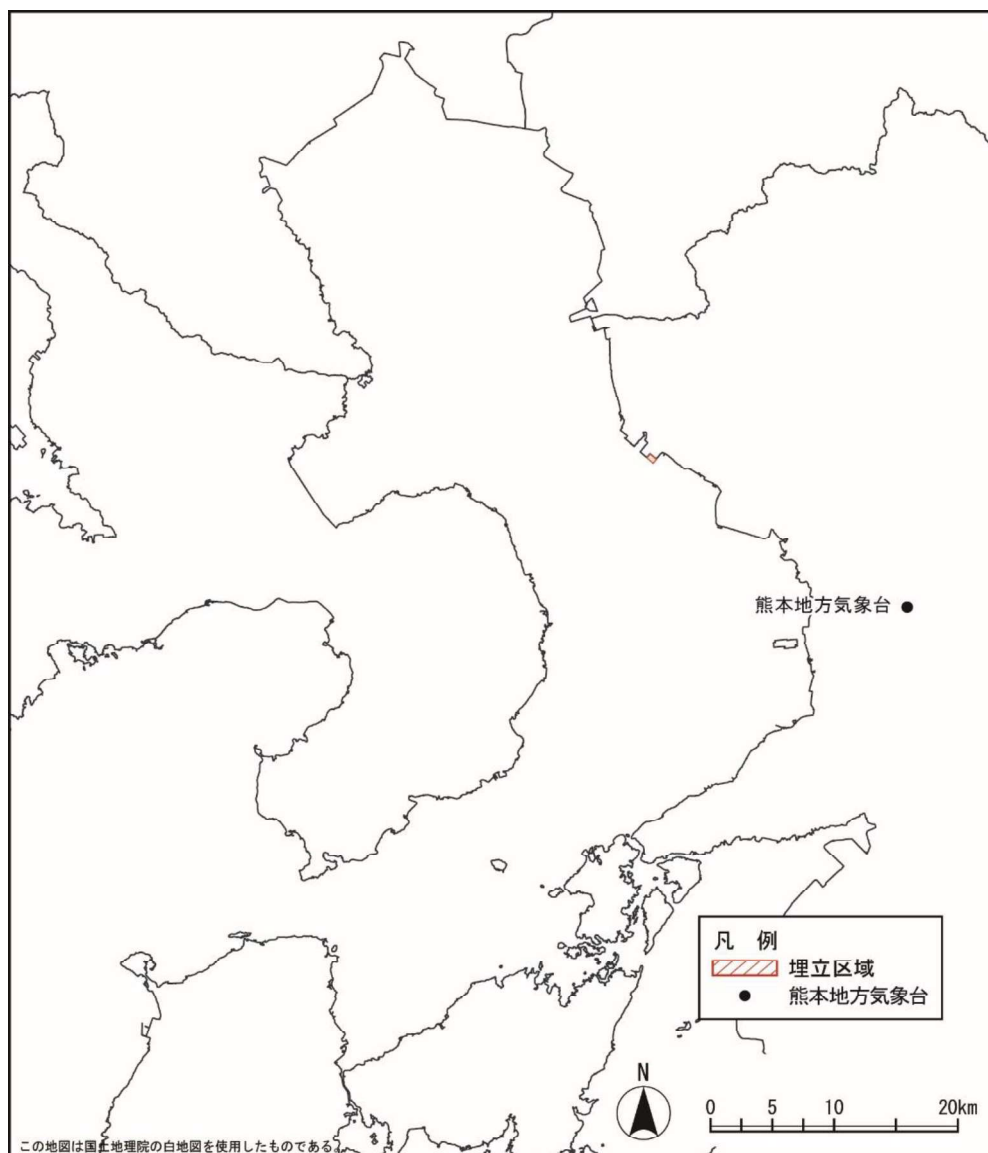


図 7.4-21 熊本地方気象台位置図

(e) 現況再現性の検証

a) 潮流の再現性検証

潮流シミュレーションの再現性を検証するため、図 7.4-22 に示すとおり観測値と計算値の潮流ベクトルの比較を行った。また、図 7.4-23 及び図 7.4-24 に示すとおり、観測値と計算結果の M_2 分潮の潮流楕円の比較を行った。

潮流ベクトルについて、菊池川河口付近の St. 10 を除き、各観測地点における計算値は、流向及び流速ともに観測値を概ね再現している。

M_2 分潮の潮流楕円について、北西側に位置する St. 1、St. 2 や沖側の St. 3、St. 4 といった対象事業実施区域から離れた地点においては、観測値と計算値で流向が異なる結果がみられたものの、潮流楕円の大きさは概ね再現している。

また、対象事業実施区域近傍の St. 5、St. 6 や南東側の St. 7～St. 13 では、潮流楕円の大きさ及び流向ともに概ね再現している。

流向については、気象条件や地形条件などの他の要因の影響を受けやすい地点を除き、概ね現況の潮流を再現しているものと考えられる。

以上から、潮流シミュレーションは概ね現況を再現していると判断する。

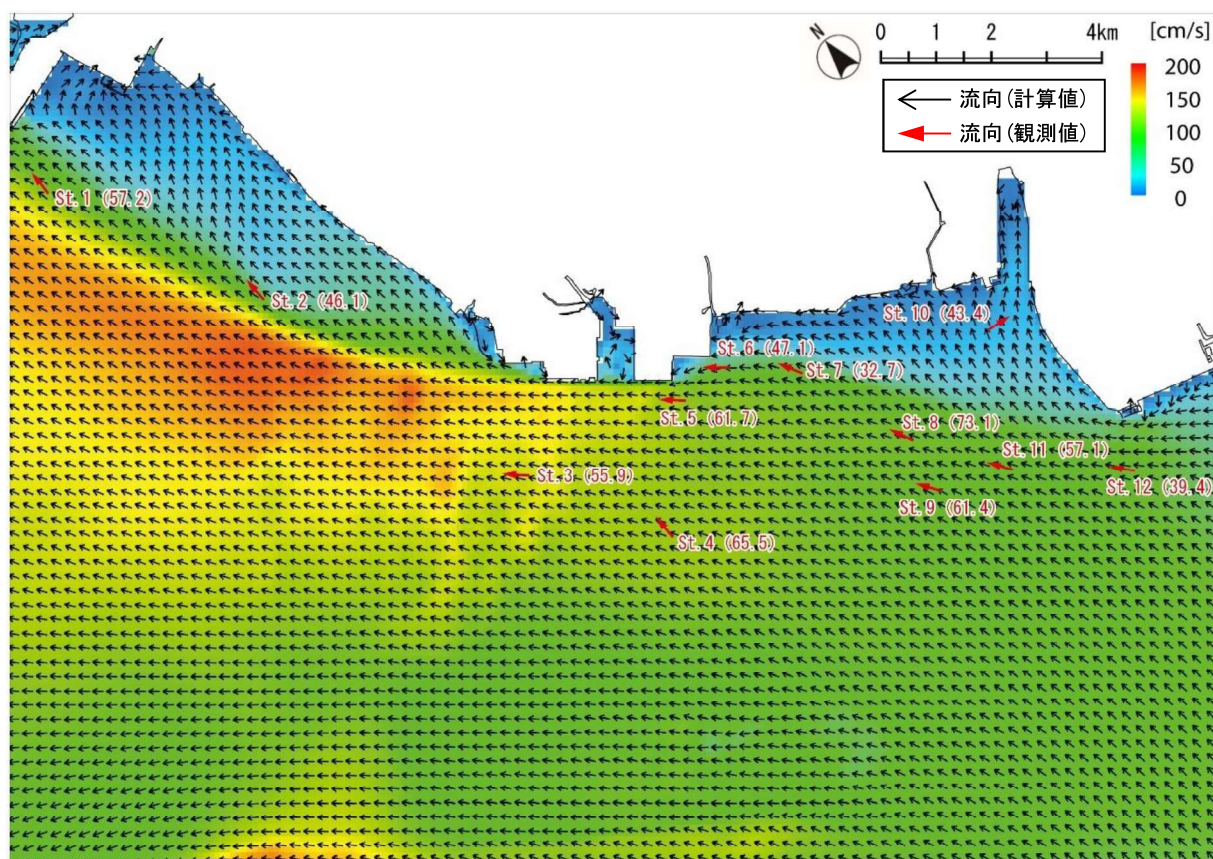


図 7.4-22(1) 観測値と計算値の潮流ベクトルの比較（夏季上げ潮最強時（ M_2+S_2 分潮））

注 1) () 内の数値は観測値の調和解析により求めた平均大潮期の流速を示す。

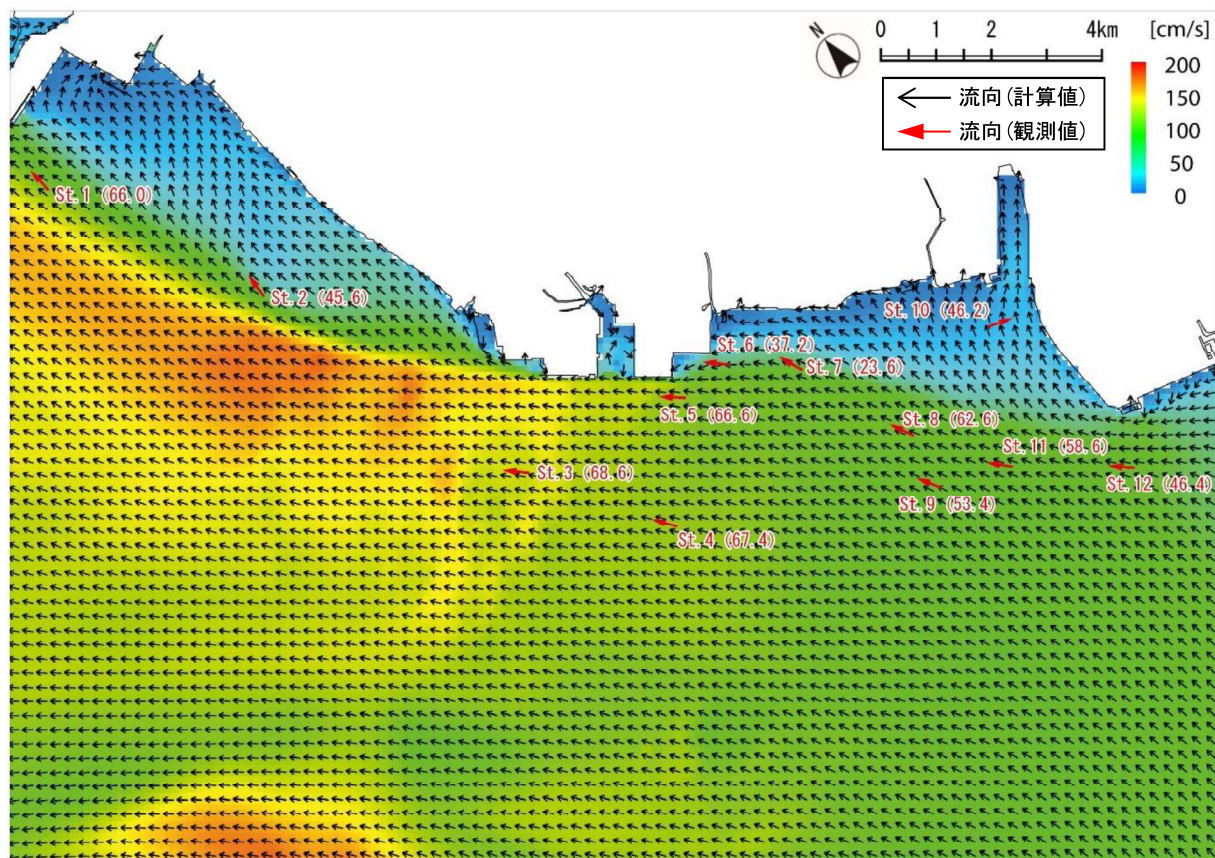


図 7.4-22(2) 観測値と計算値の潮流ベクトルの比較（冬季上げ潮最強時（ M_2+S_2 分潮））

注 1) () 内の数値は観測値の調和解析により求めた平均大潮期の流速を示す。

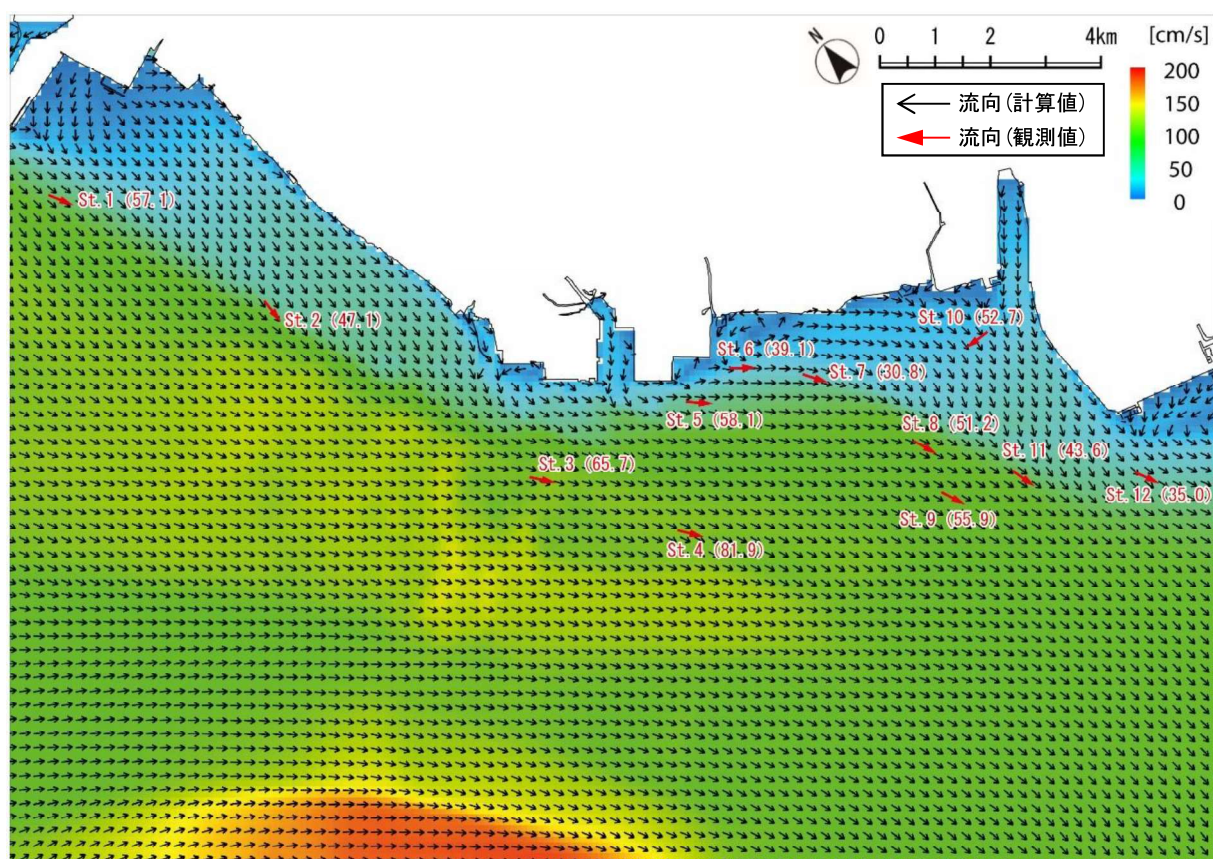


図 7.4-22(3) 観測値と計算値の潮流ベクトルの比較（夏季下げ潮最強時（ M_2+S_2 分潮））

注 1) () 内の数値は観測値の調和解析により求めた平均大潮期の流速を示す。

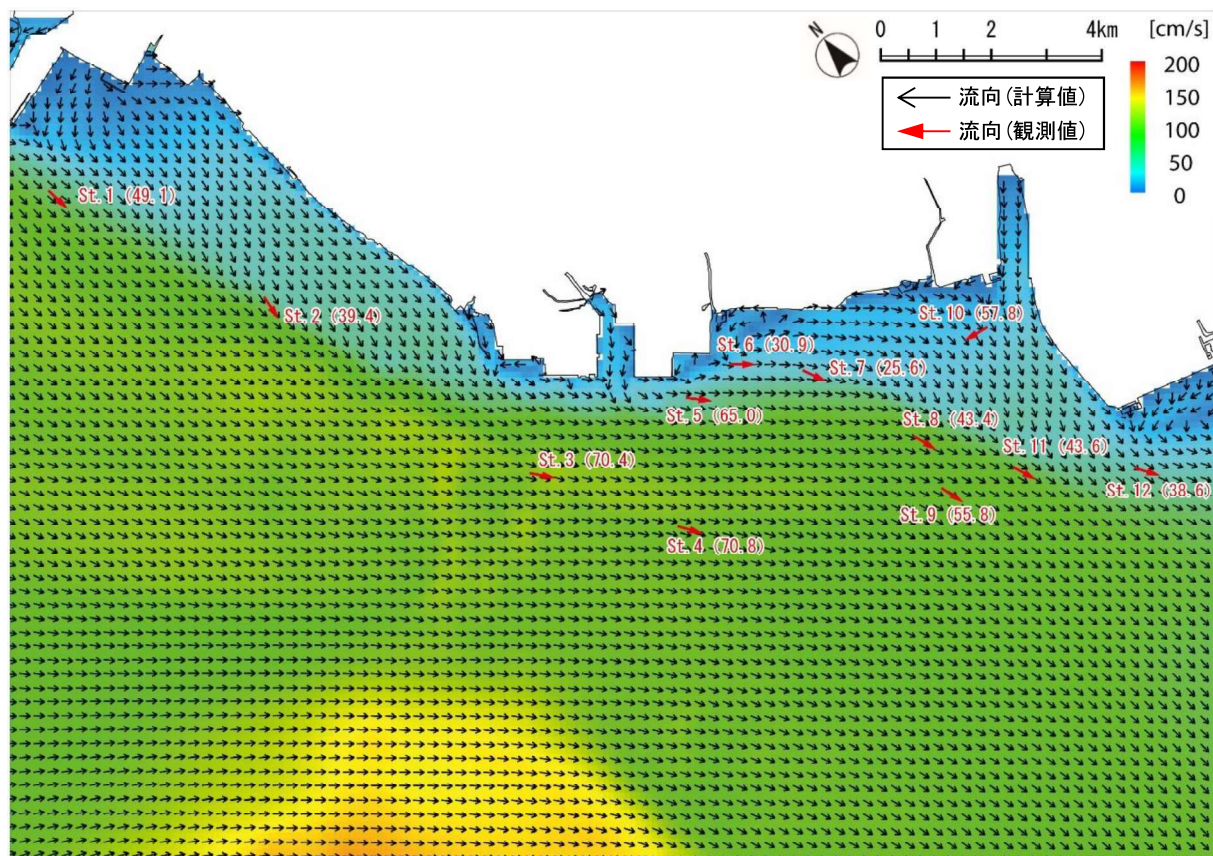


図 7.4-22(4) 観測値と計算値の潮流ベクトルの比較（冬季下げ潮最強時（ M_2+S_2 分潮））

注 1) () 内の数値は観測値の調和解析により求めた平均大潮期の流速を示す。

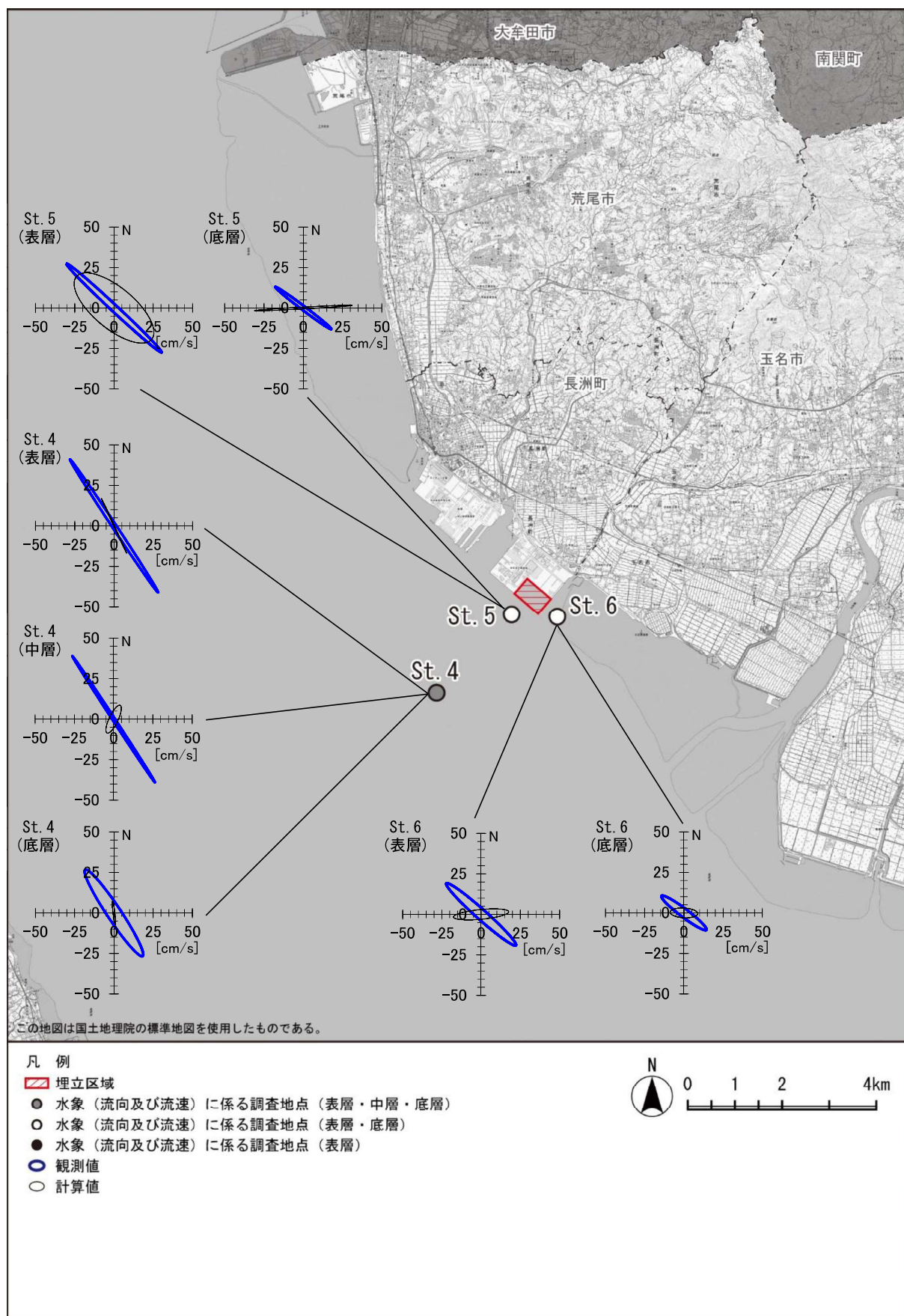


図 7.4-23(1) 調査地点における M_2 分潮の潮流楕円の観測値と計算値との比較（夏季）

注 1) 表層 観測値：海面下 0.5m、計算値：第 1 層（0～3m）
 中層 観測値：海底上 8.5m、計算値：第 3 層（6～10m）
 底層 観測値：海底上 1.0m、計算値：海底直上層

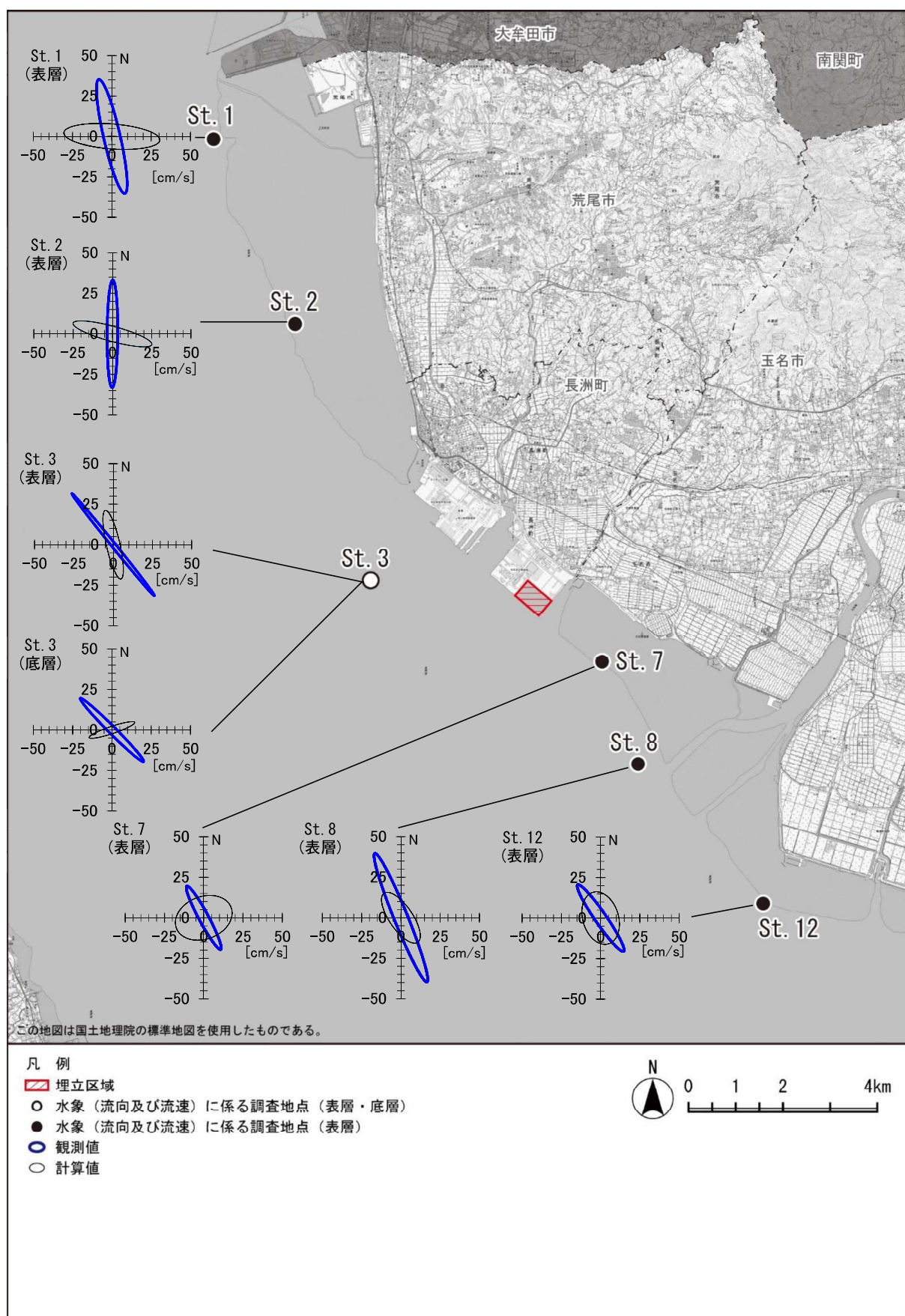


図 7.4-23(2) 調査地点における M_2 分潮の潮流楕円の観測値と計算値との比較（夏季）

注 1) 表層 観測値：海面下 0.5m、計算値：第 1 層（0～3m）
 底層 観測値：海底上 1.0m、計算値：海底直上層

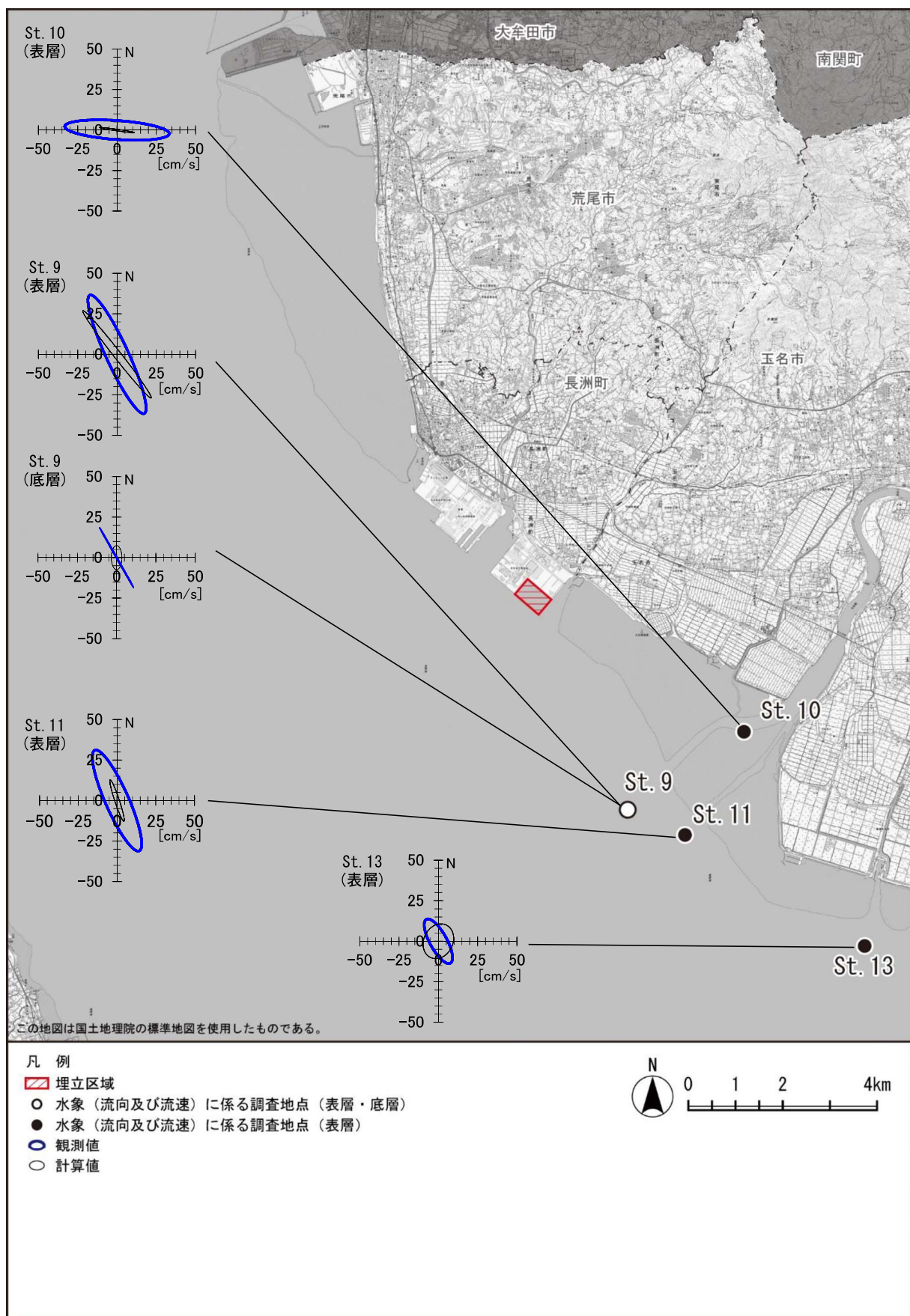


図 7.4-23(3) 調査地点における M_2 分潮の潮流楕円の観測値と計算値との比較（夏季）

注 1) 表層 観測値：海面下 0.5m、計算値：第 1 層（0～3m）

底層 観測値：海底上 1.0m、計算値：海底直上層

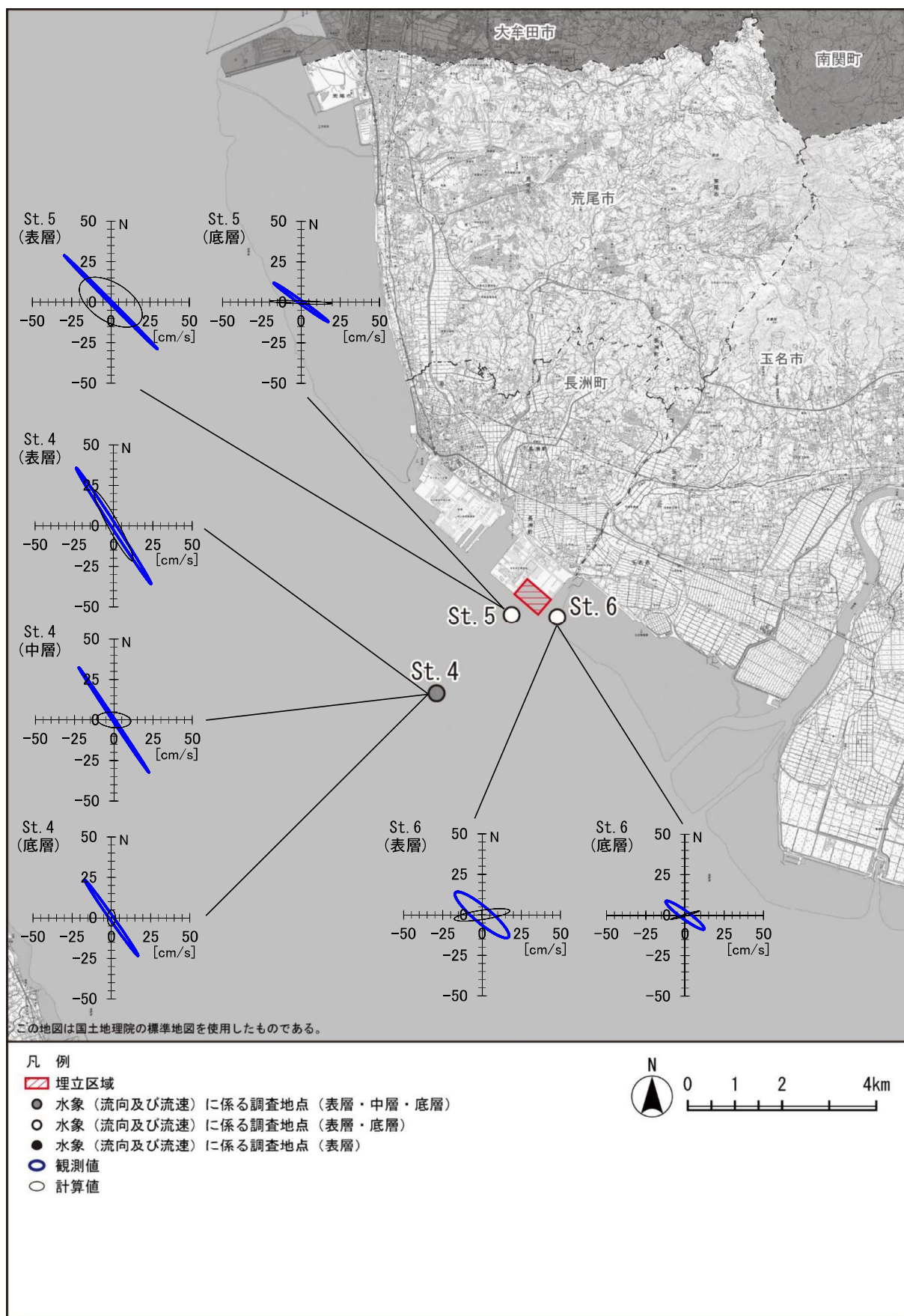


図 7.4-24(1) 調査地点における M_2 分潮の潮流楕円の観測値と計算値との比較（冬季）

注 1) 表層 観測値：海面下 0.5m、計算値：第 1 層（0～3m）
 中層 観測値：海底上 8.5m、計算値：第 3 層（6～10m）
 底層 観測値：海底上 1.0m、計算値：海底直上層

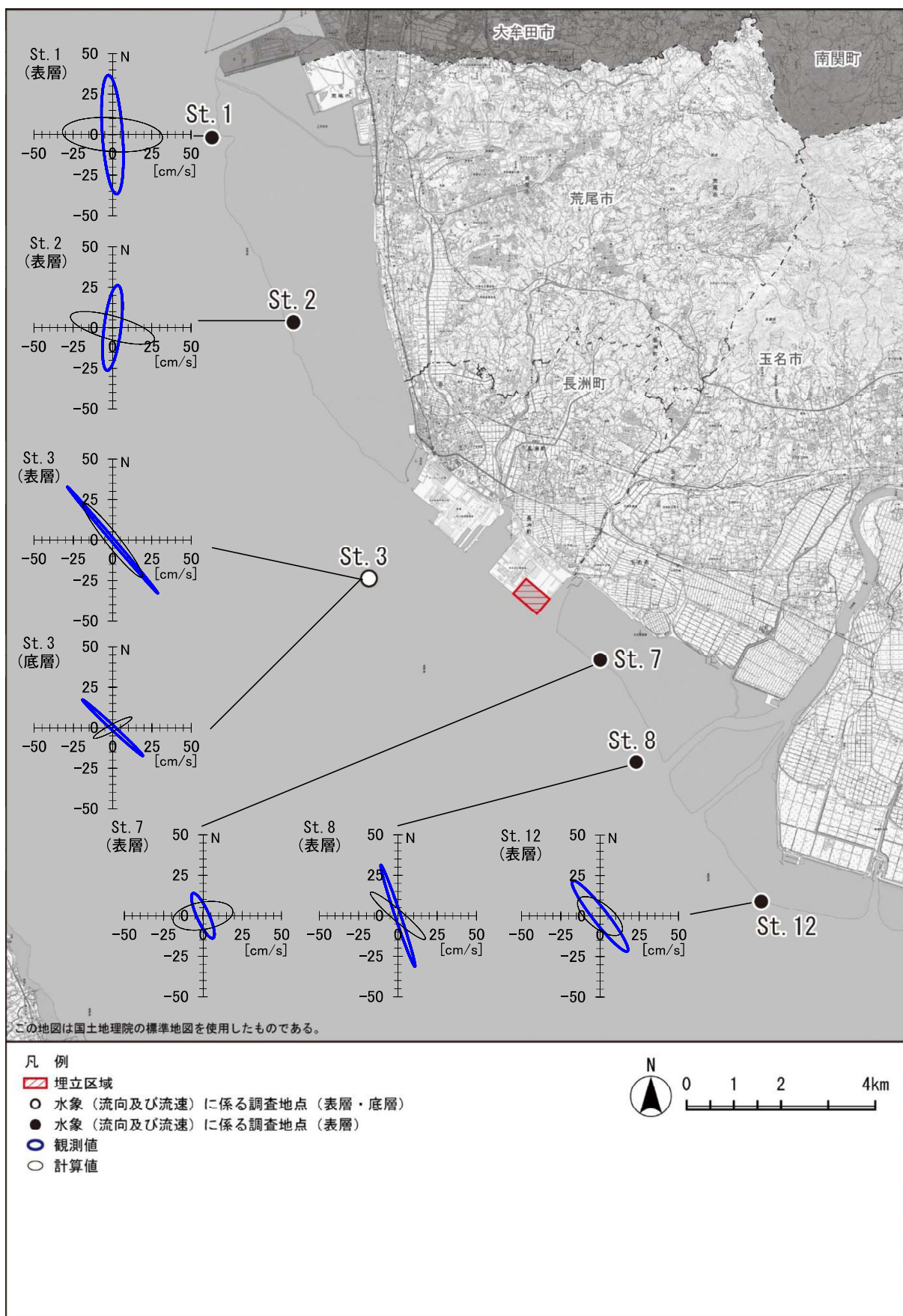


図 7.4-24(2) 調査地点における M_2 分潮の潮流楕円の観測値と計算値との比較（冬季）

注 1) 表層 観測値：海面下 0.5m、計算値：第 1 層（0～3m）
 底層 観測値：海底上 1.0m、計算値：海底直上層

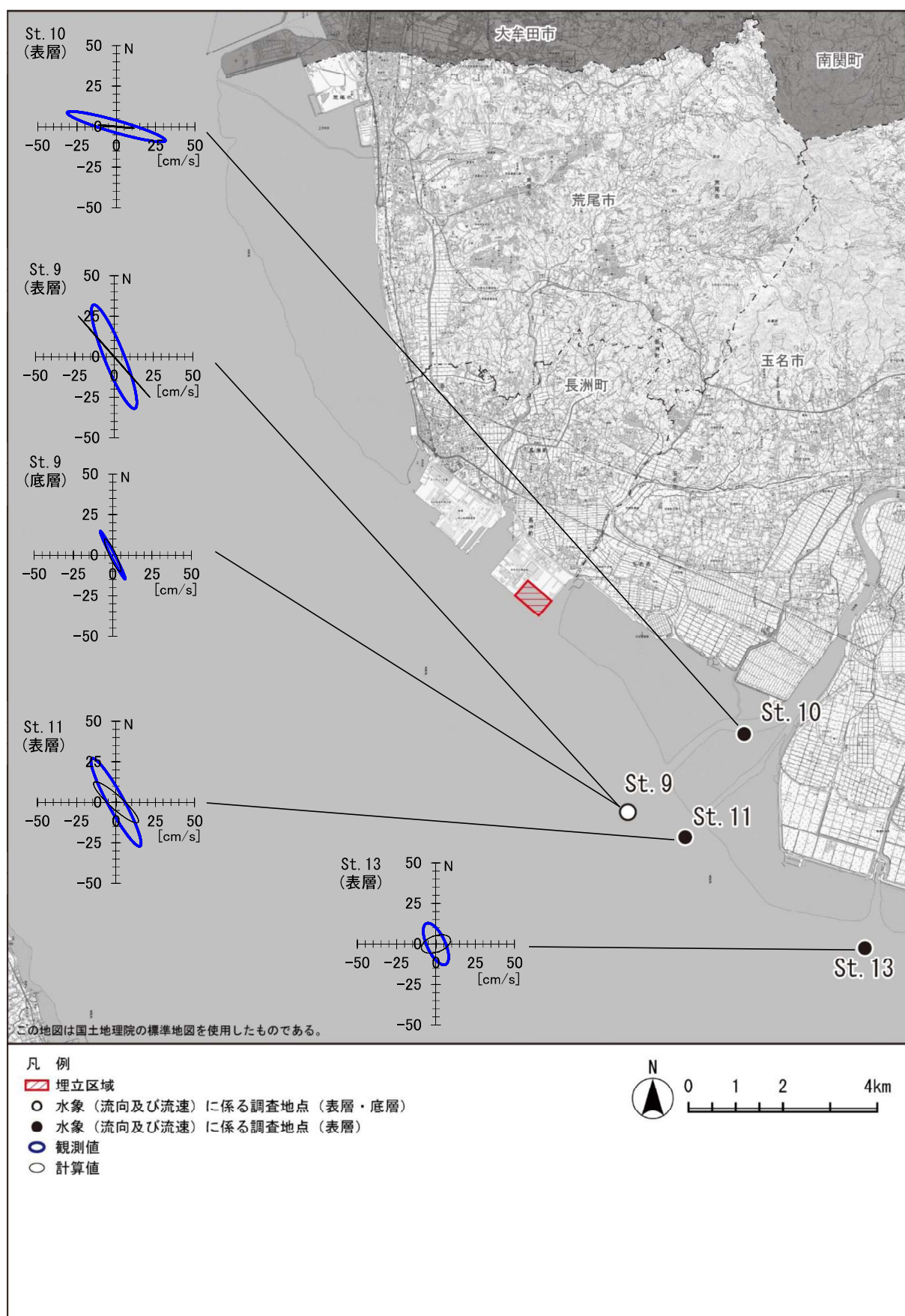


図 7.4-24(3) 調査地点における M_2 分潮の潮流楕円の観測値と計算値との比較（冬季）

注 1) 表層 観測値：海面下 0.5m、計算値：第 1 層（0～3m）

底層 観測値：海底上 1.0m、計算値：海底直上層

b) 水温・塩分の再現性検証

水温・塩分の再現性検証地点は、図 7.4-25 に示すとおりであり、狭域に位置する公共用水域調査地点及び浅海定線調査地点とした。また、比較結果は、図 7.4-26 に示すとおりである。

計算値は概ね観測値の夏季及び冬季の変動の範囲内であることから、潮流シミュレーションは概ね現況を再現していると判断する。

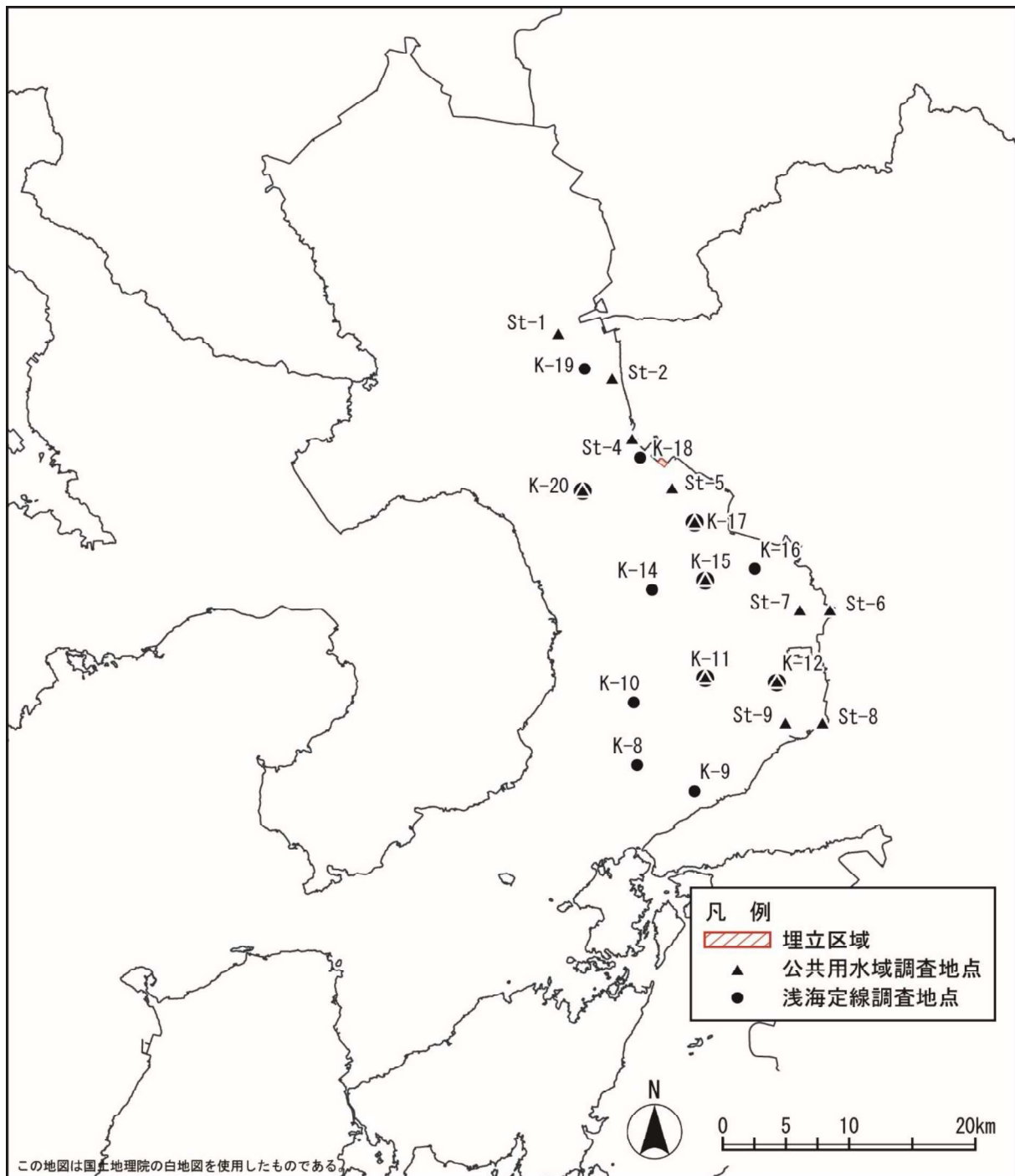
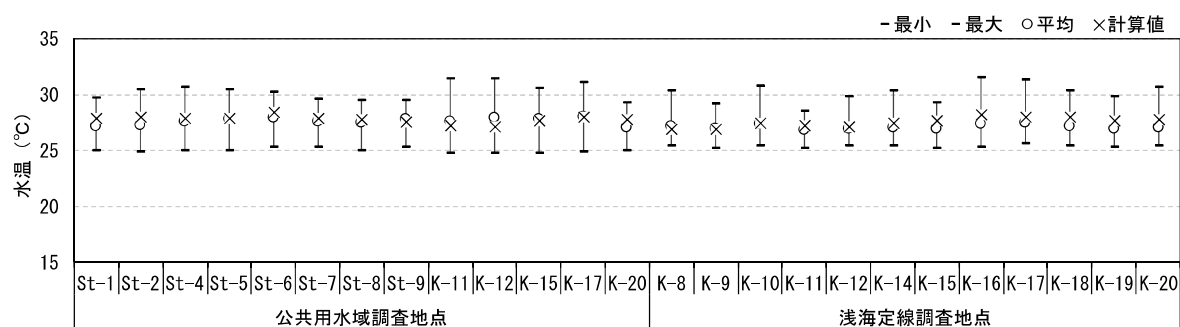


図 7.4-25 水温・塩分の現況再現性検証地点図

出典 1：「令和 7 年度（2025 年度）公共用水域及び地下水の水質測定計画」（令和 7 年、熊本県）

出典 2：「浅海定線調査情報」（国立研究開発法人 水産研究・教育機構ホームページ）

(表層)



(底層)

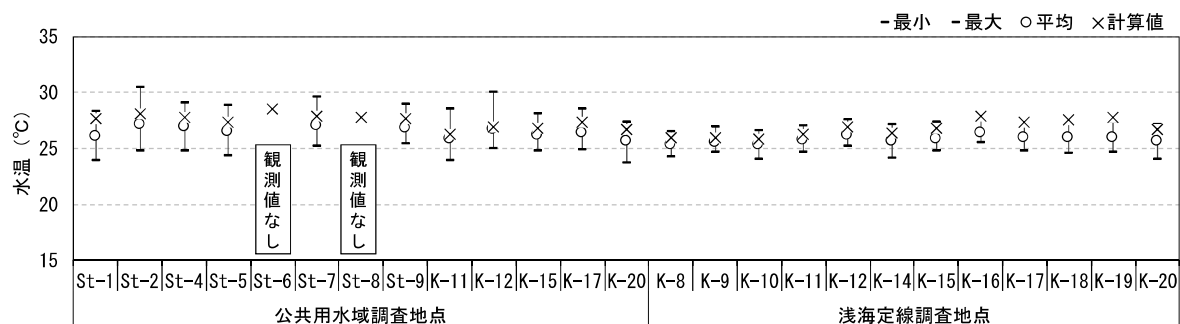
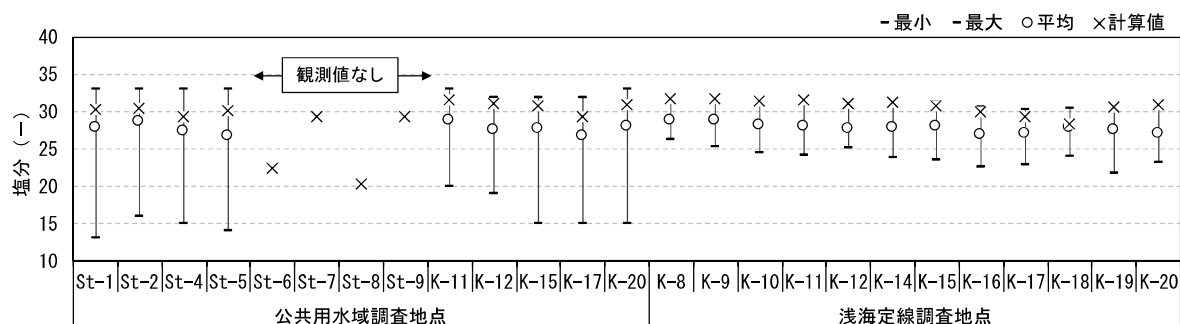


図 7.4-26(1) 水温の観測値と計算値の比較 (夏季)

注 1) 観測値は令和元～5 年の夏季平均値及び最大値・最小値 (8～9 月) を表示。

(表層)



(底層)

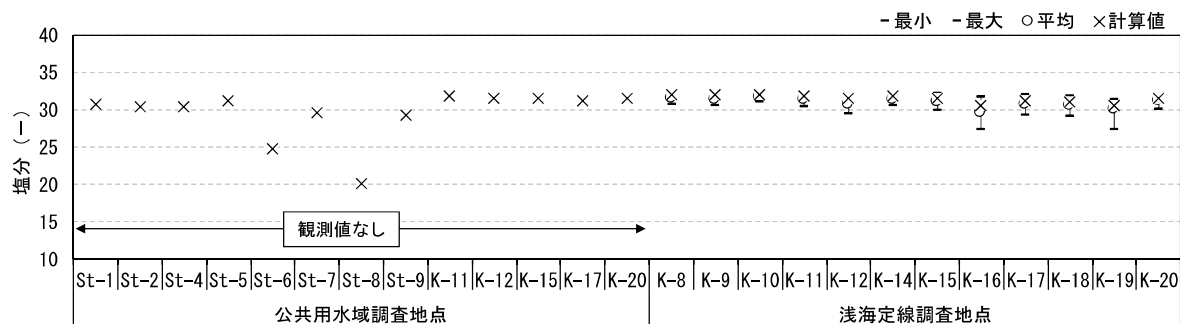
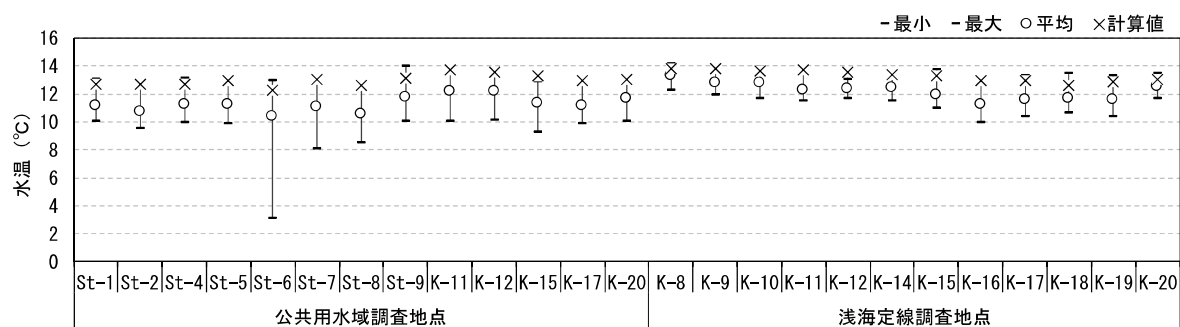


図 7.4-26(2) 塩分の観測値と計算値の比較 (夏季)

注 1) 観測値は令和元～5 年の夏季平均値及び最大値・最小値 (8～9 月) を表示。

(表層)



(底層)

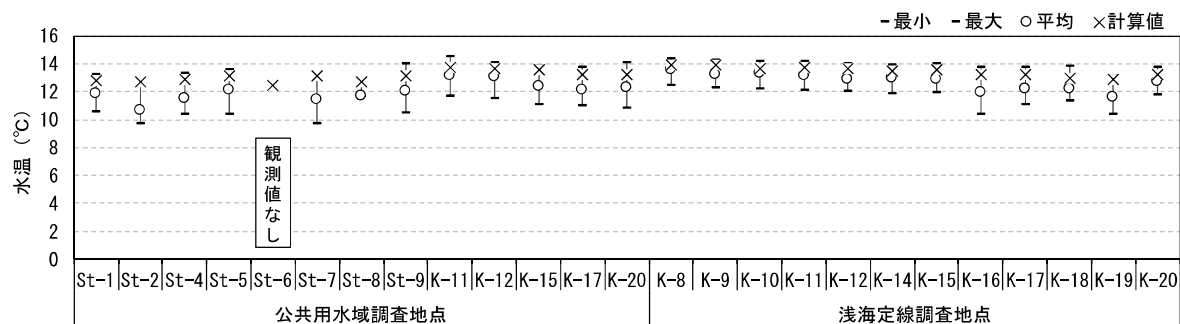
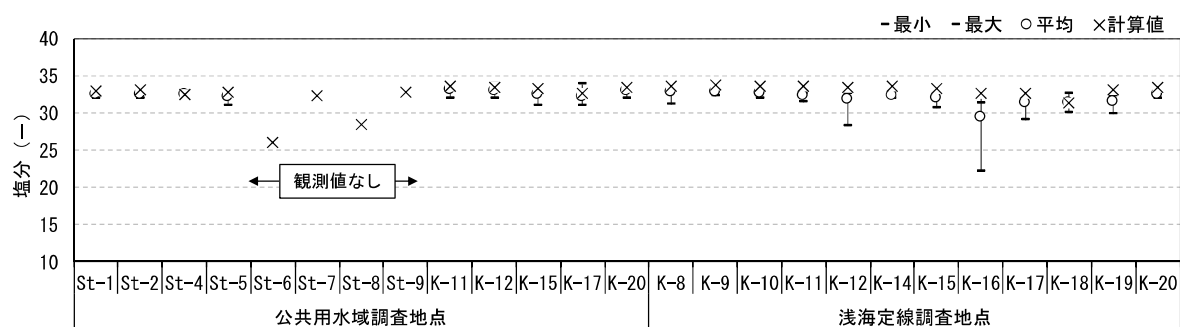


図 7.4-26(3) 水温の観測値と計算値の比較 (冬季)

注 1) 観測値は令和元～5 年の冬季平均値及び最大値・最小値 (1～2 月) を表示。

(表層)



(底層)

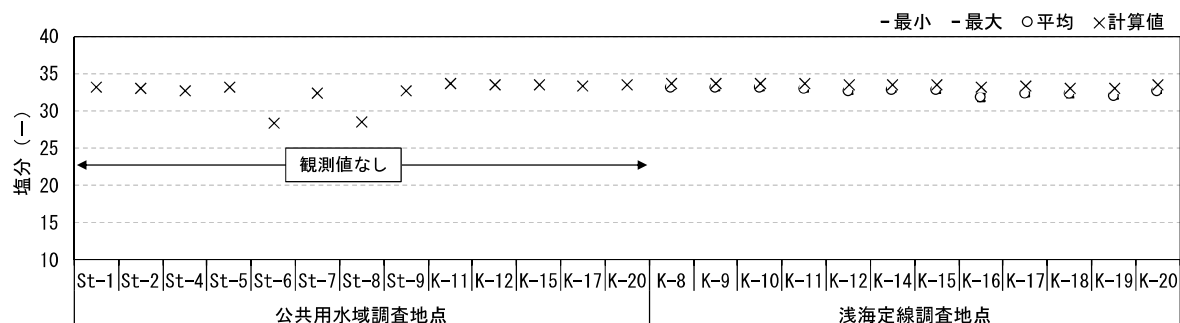


図 7.4-26(4) 塩分の観測値と計算値の比較 (冬季)

注 1) 観測値は令和元～5 年の冬季平均値及び最大値・最小値 (1～2 月) を表示。

(f) 予測結果

将来の事業なし及び事業ありの潮流ベクトル図は図 7.4-27に、事業ありの流速値から事業なしの流速値を差し引いた流速差分図は図 7.4-28に示すとおりである。

予測の結果、上げ潮最強時、下げ潮最強時ともに夏季と冬季の季節による差はほとんどない。

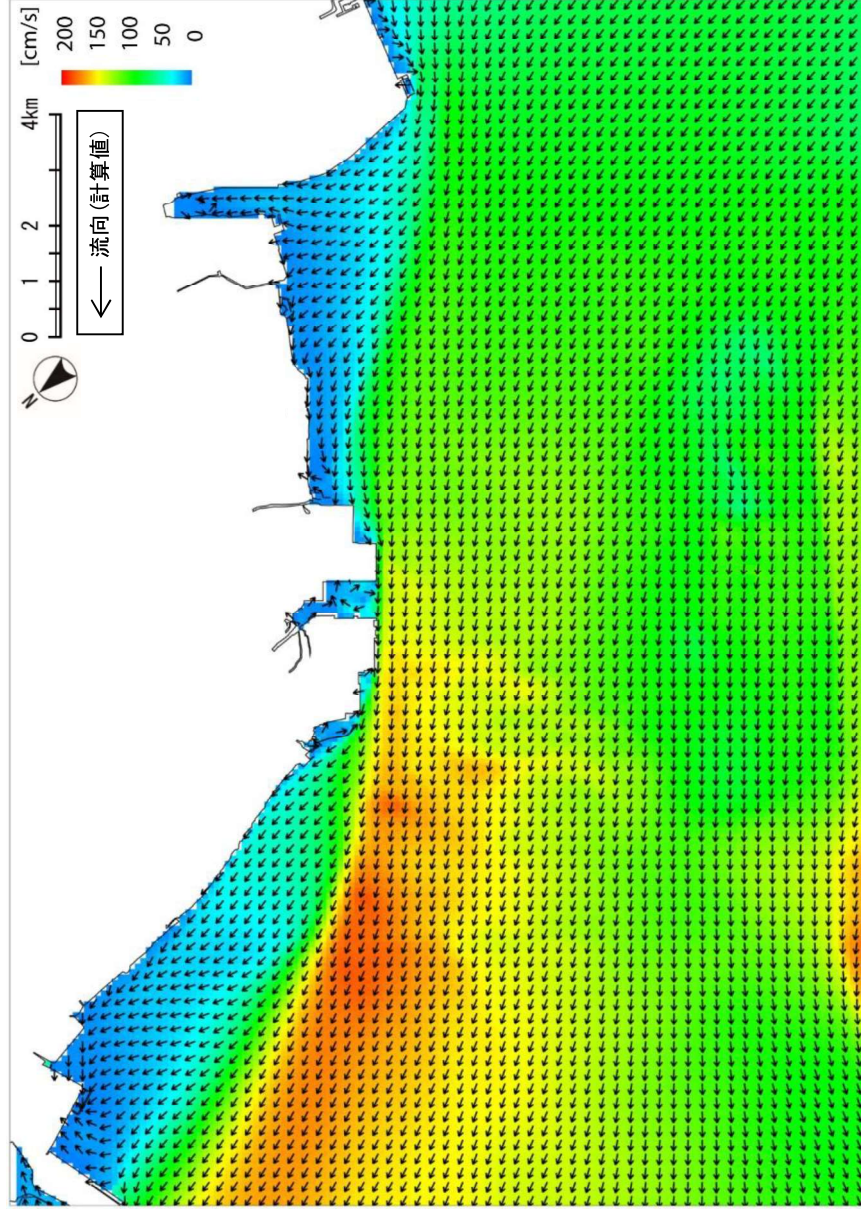
事業ありと事業なしの潮流変化について、上げ潮最強時は埋立区域の東側で流速が減少し、西側で増加する傾向であり、下げ潮最強時は埋立区域の東側の範囲で流速が減少又は増加する傾向である。

潮流変化は、環境基準のような明確な基準はないが、「埋立ておよび海底地形の改変等に伴う漁業影響モニタリング調査暫定指針（その2）」（官公庁公害専門資料 第27巻 第1号 社団法人 日本水産資源保護協会）では、埋立区域の存在に伴う流速差が現況流速の20%程度以上を影響の目安としている。

観測値の上げ潮最強時及び下げ潮最強時の平均流速は約50cm/sであり、その20%である±10cm/sを目安として流速変化を確認した。

それぞれの計算結果より、±10cm/s以上の流速変化の分布範囲は、埋立区域の近傍のみであり、流向及び流速への影響は限定的であると予測される。

(第1層: 0~3m)



(第2層: 3~6m)

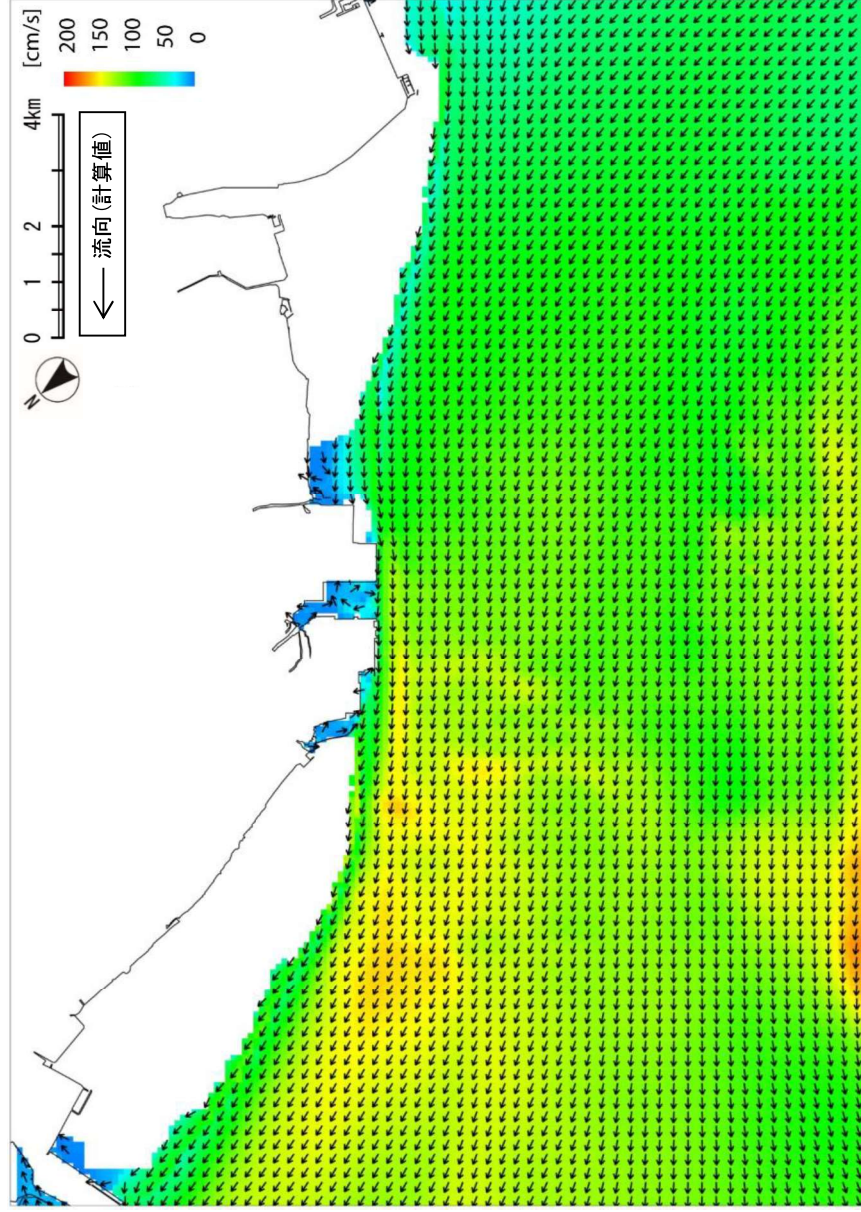
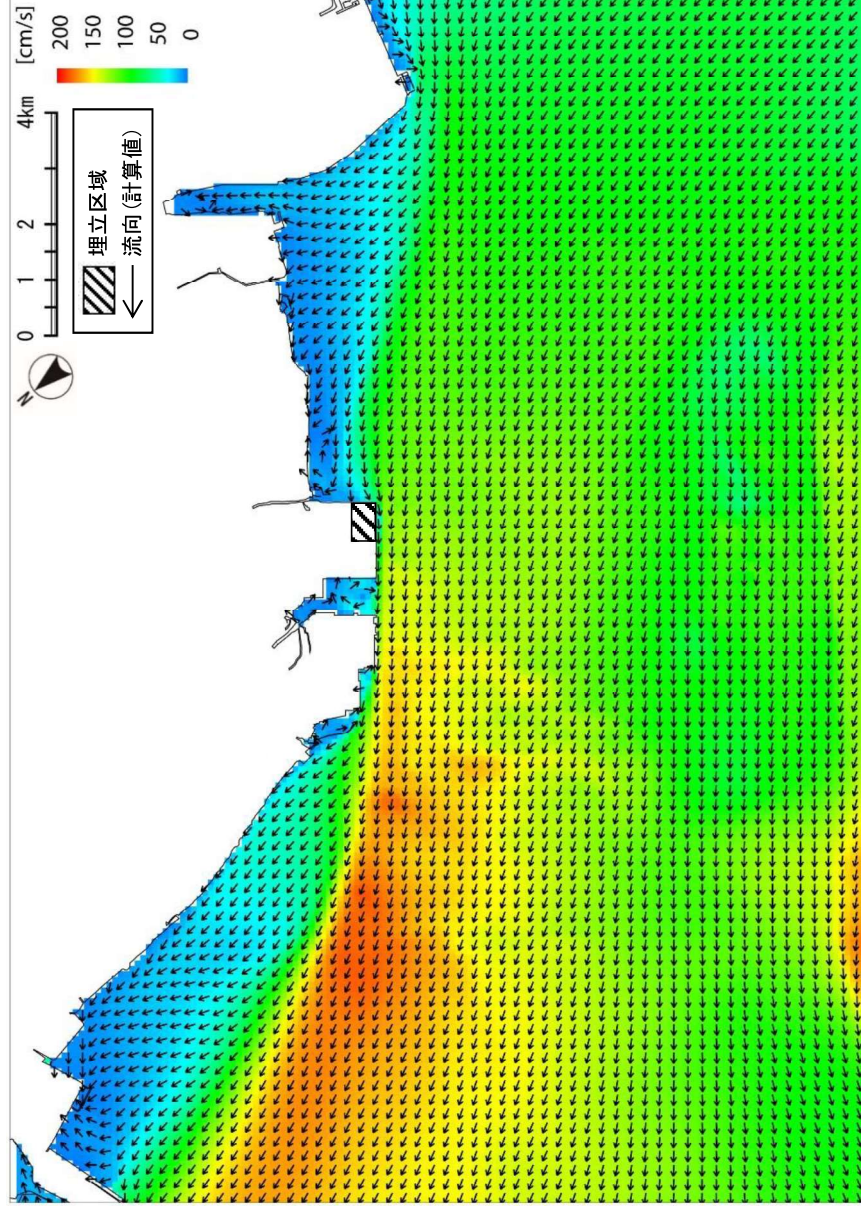


図 7.4-27(1) 潮流ベクトル図 (将来 (事業なし): 夏季上げ潮最強時 (M_2+S_2 分潮))

(第1層: 0~3m)



(第2層: 3~6m)

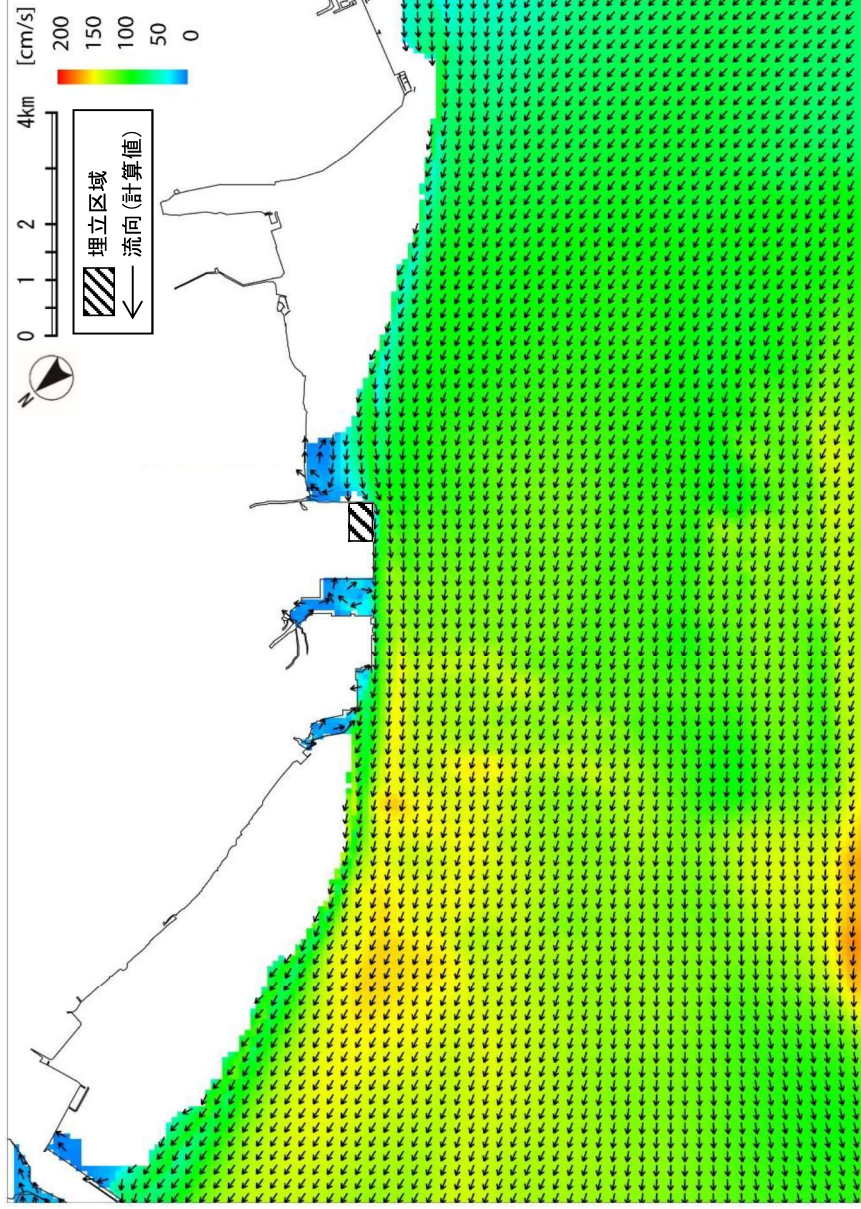
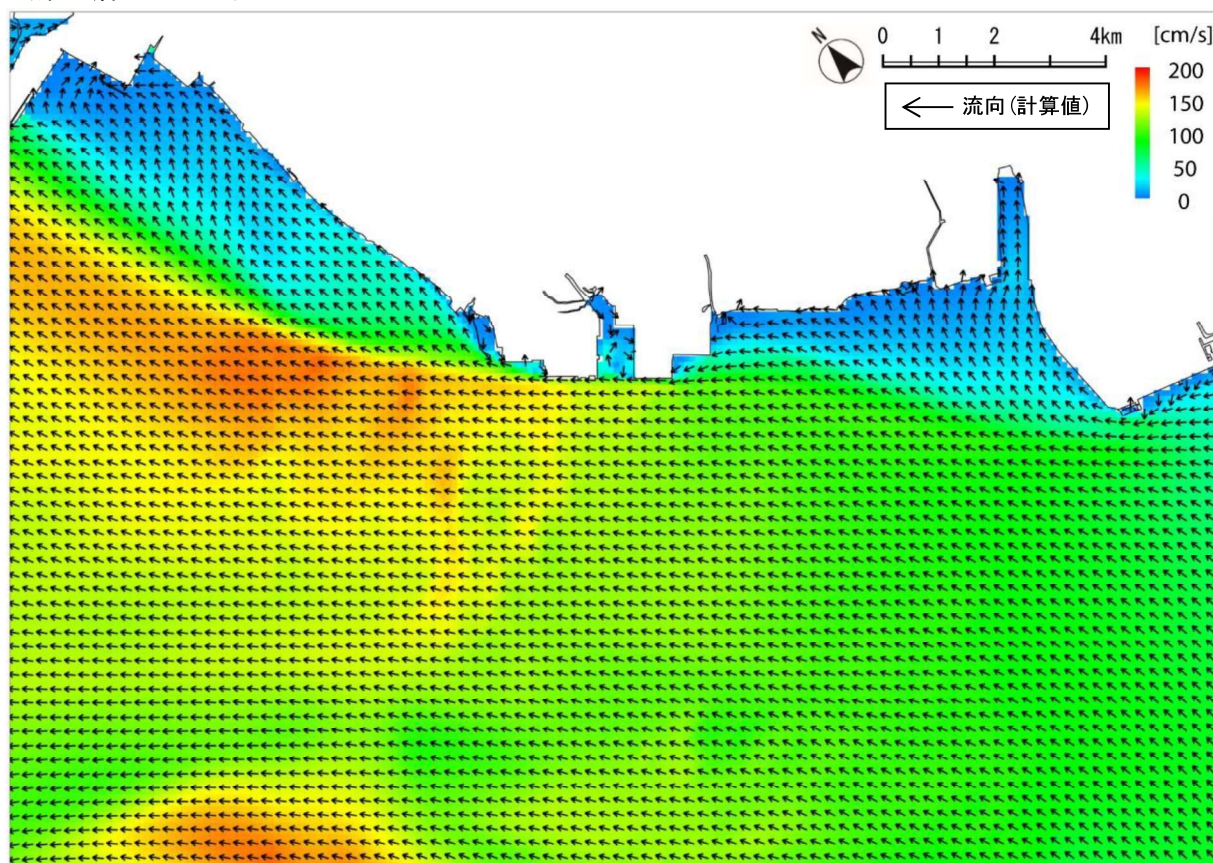


図 7.4-27(2) 潮流ベクトル図 (将来 (事業あり): 夏季上げ潮最強時 (M_2+S_2 分潮))

(第1層: 0~3m)



(第2層: 3~6m)

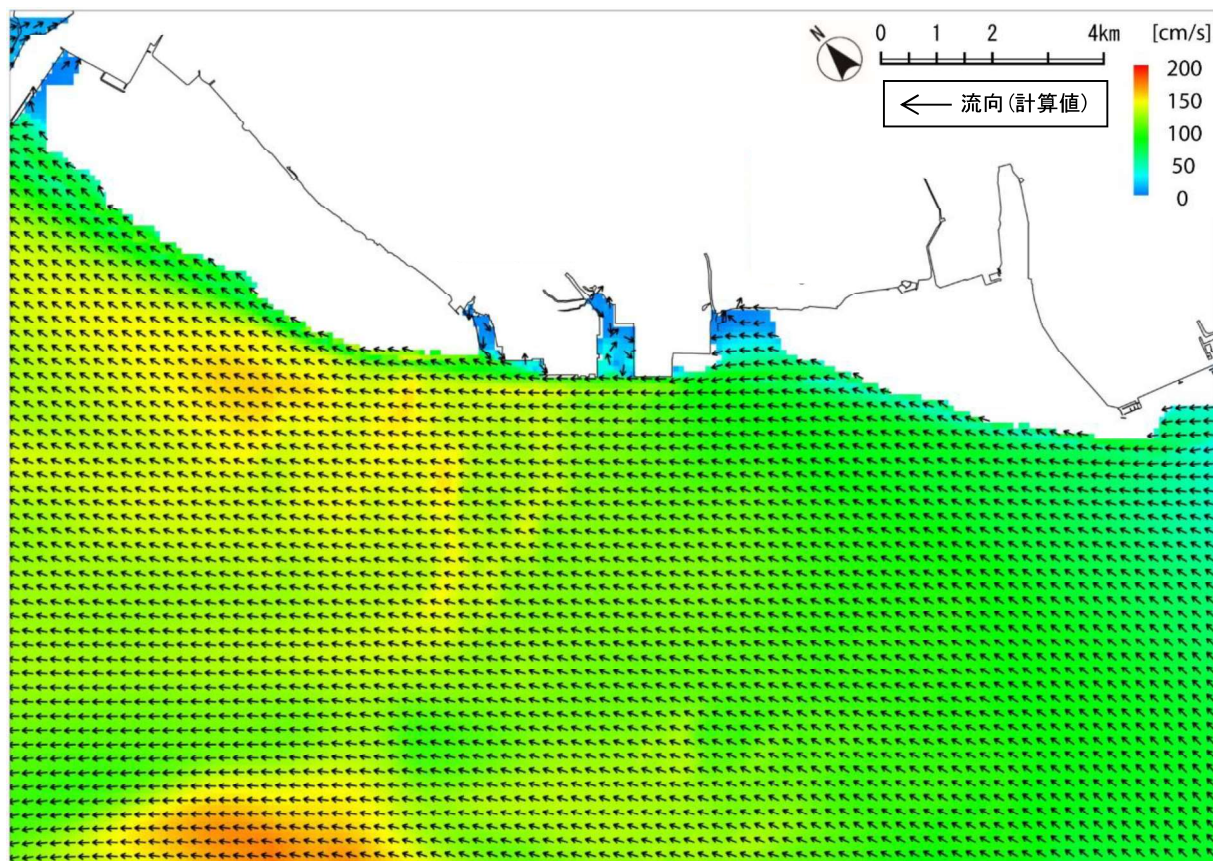
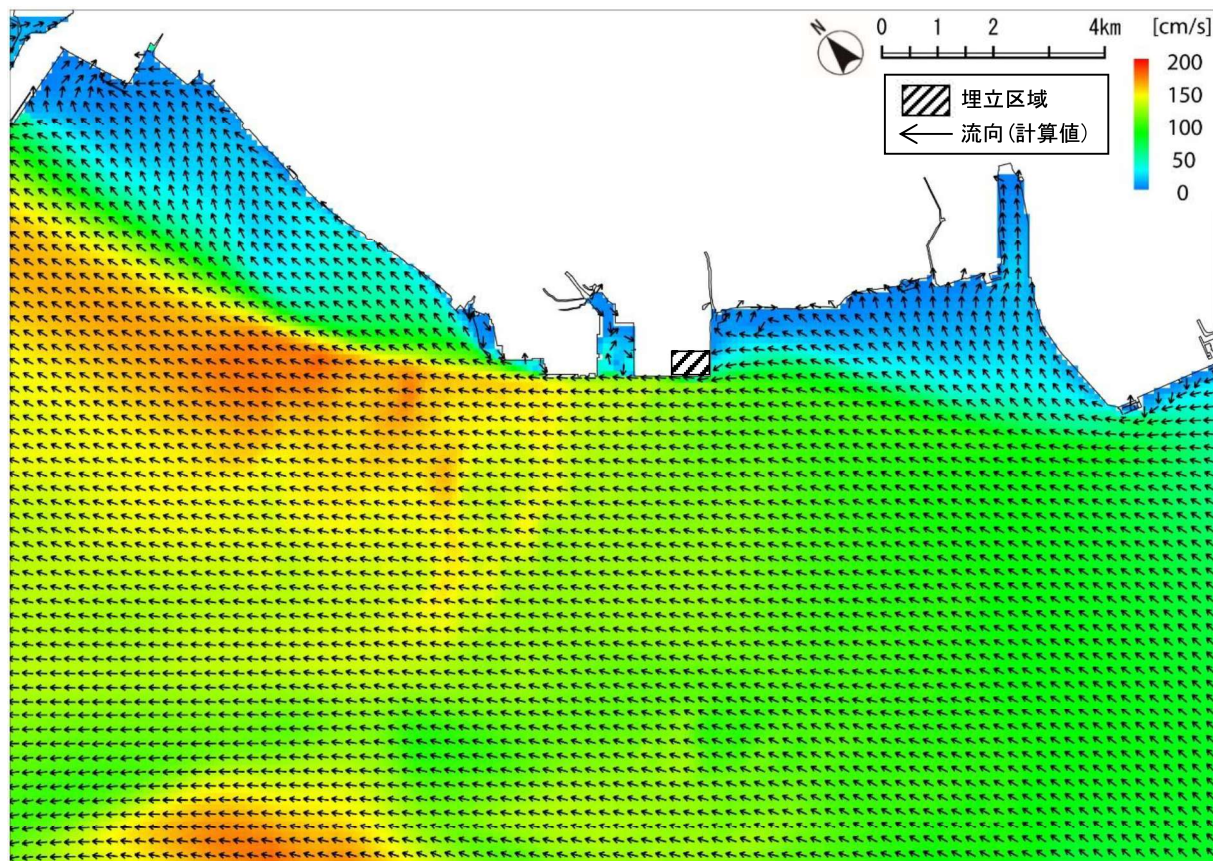


図 7.4-27(3) 潮流ベクトル図 (将来 (事業なし): 冬季上げ潮最強時 (M_2+S_2 分潮))

(第1層: 0~3m)



(第2層: 3~6m)

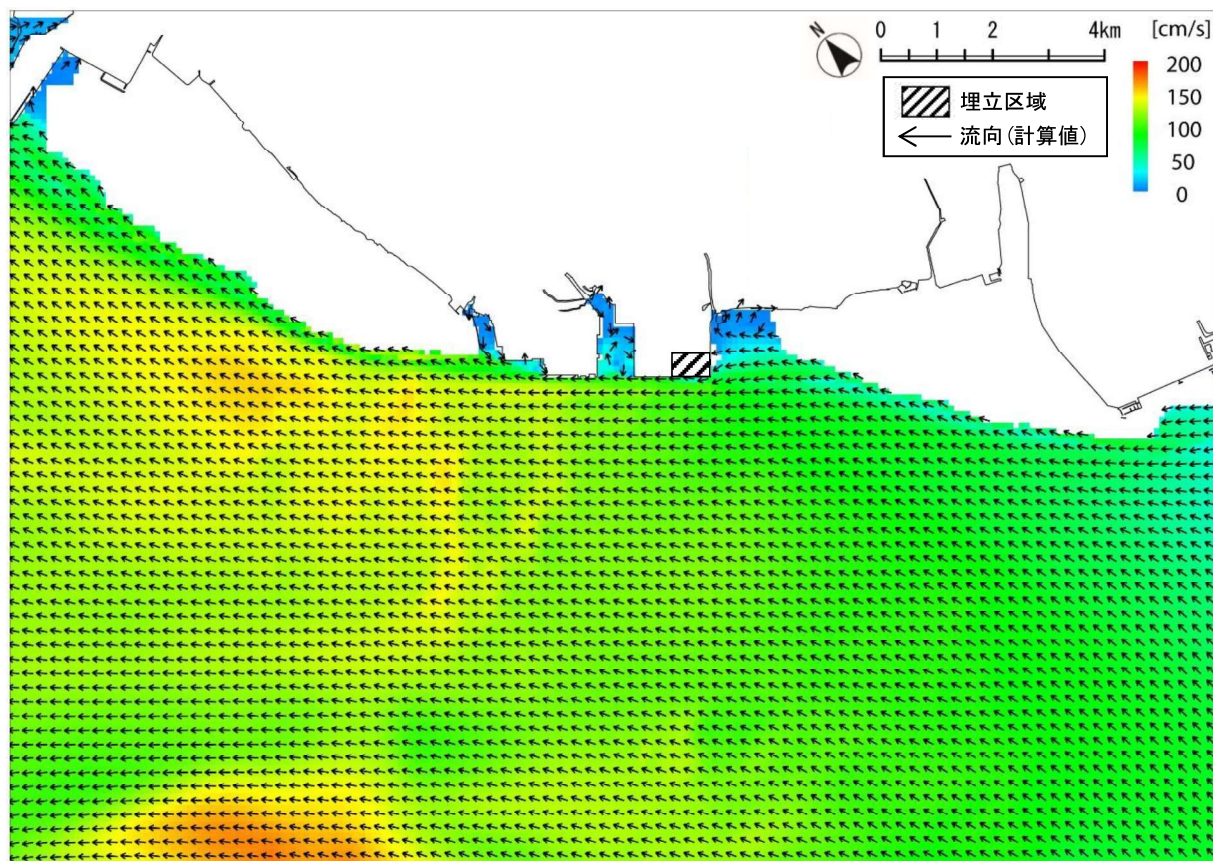
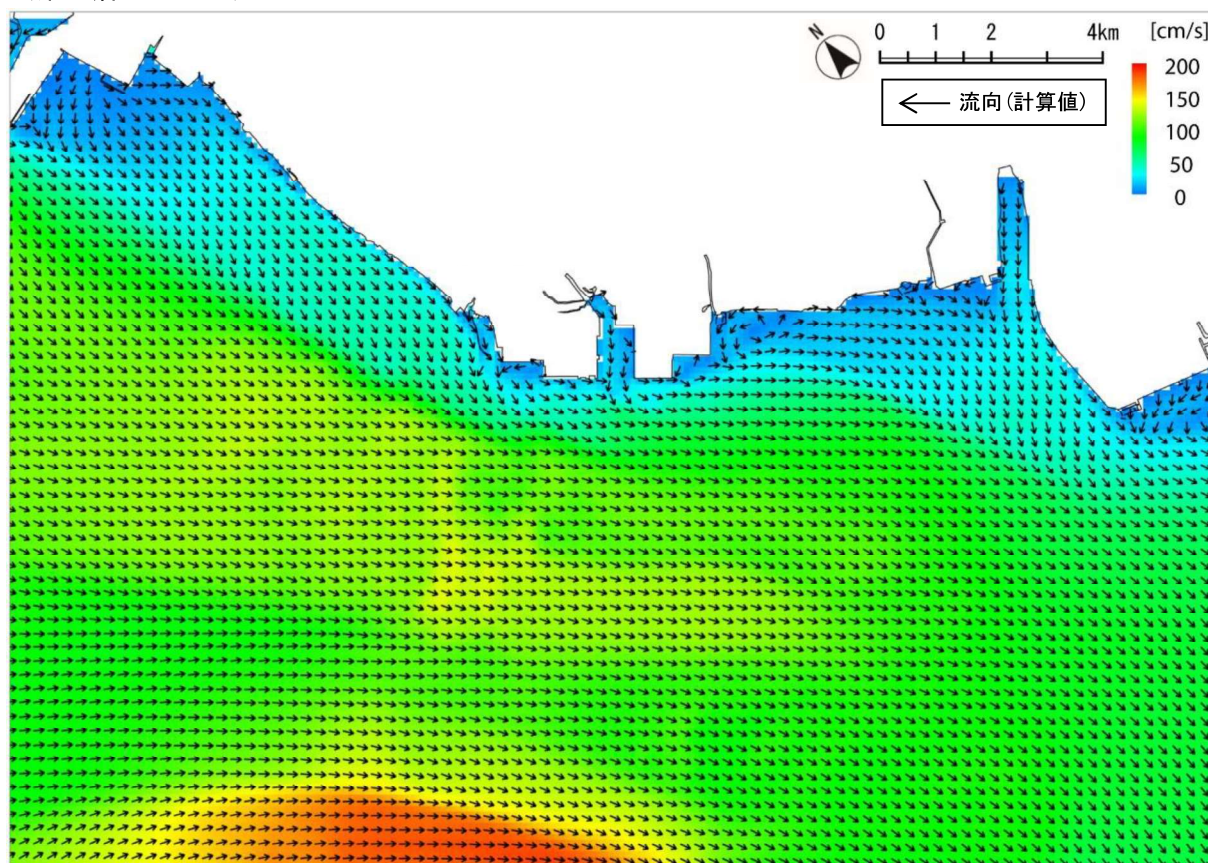


図 7.4-27(4) 潮流ベクトル図 (将来 (事業あり): 冬季上げ潮最強時 (M_2+S_2 分潮))

(第1層: 0~3m)



(第2層: 3~6m)

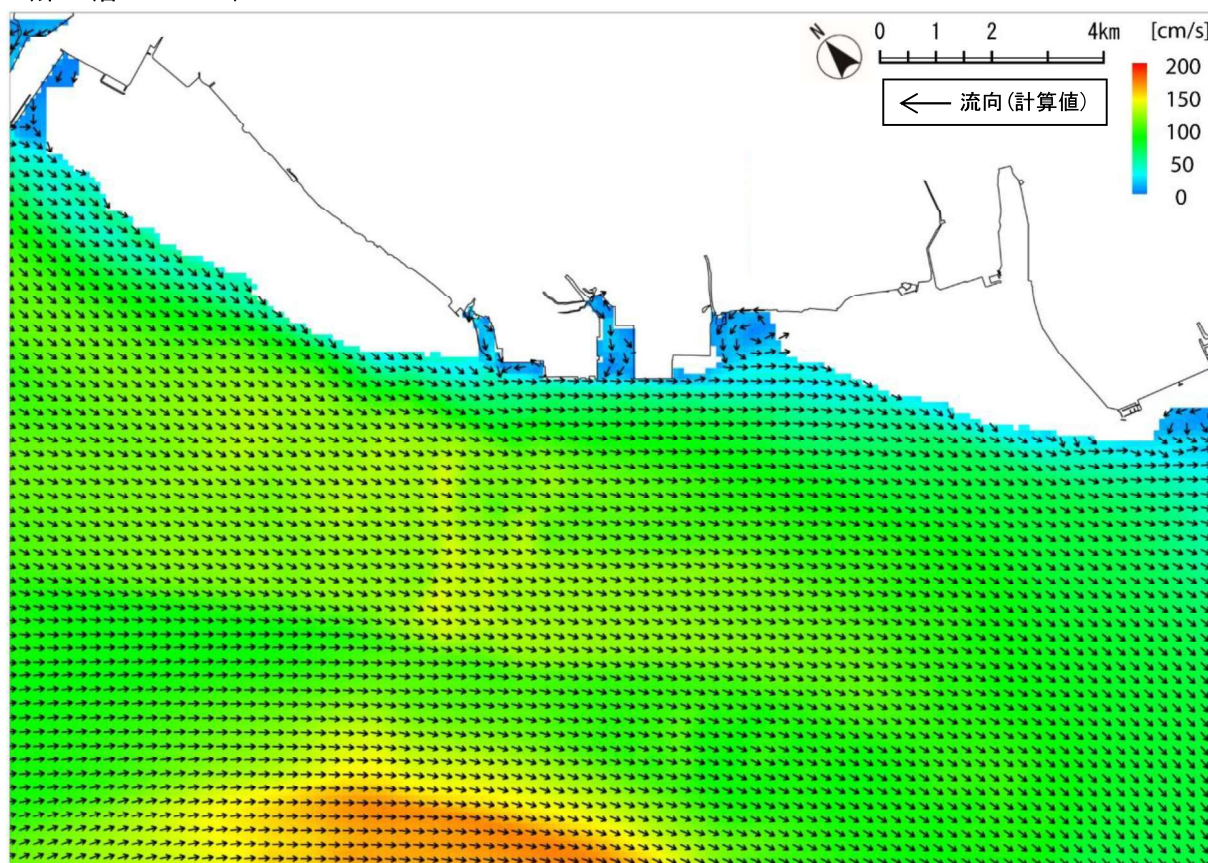
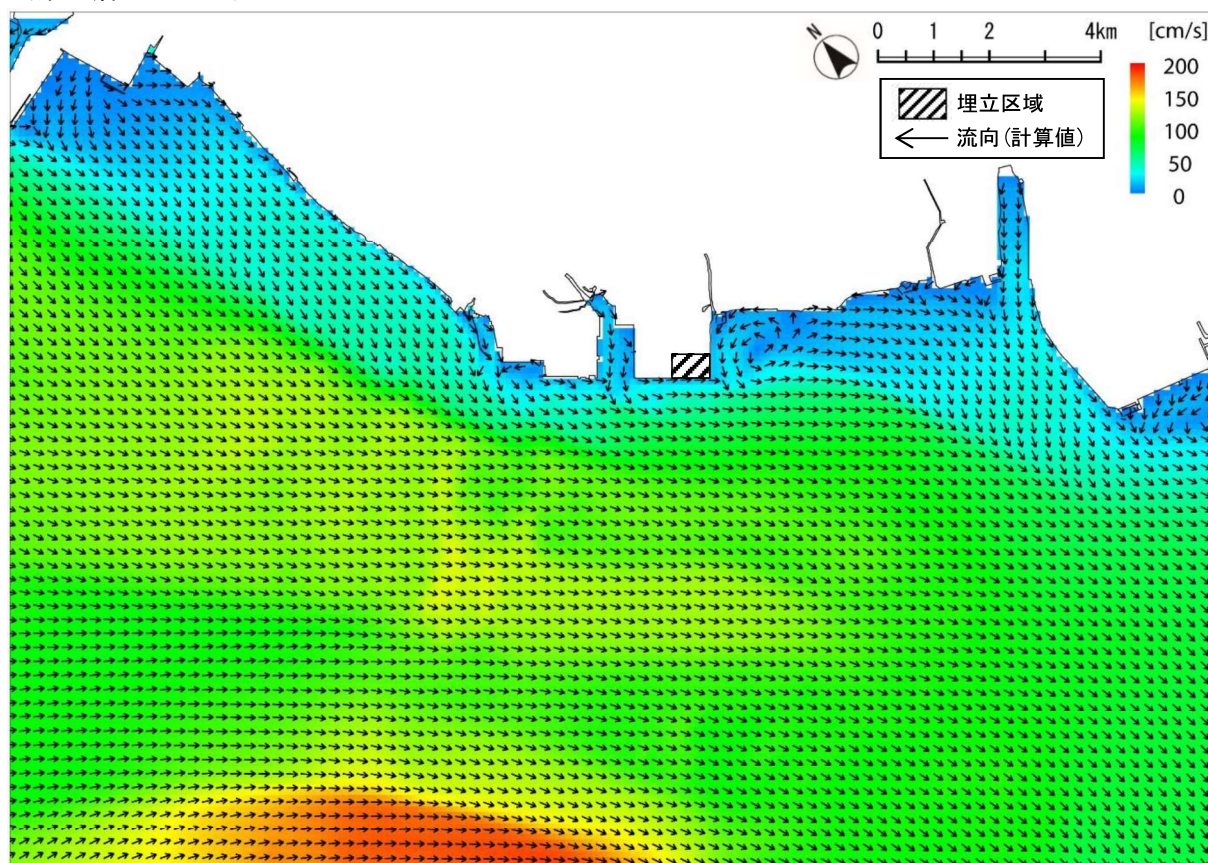


図 7.4-27(5) 潮流ベクトル図(将来(事業なし): 夏季下げ潮最強時 (M_2+S_2 分潮))

(第1層: 0~3m)



(第2層: 3~6m)

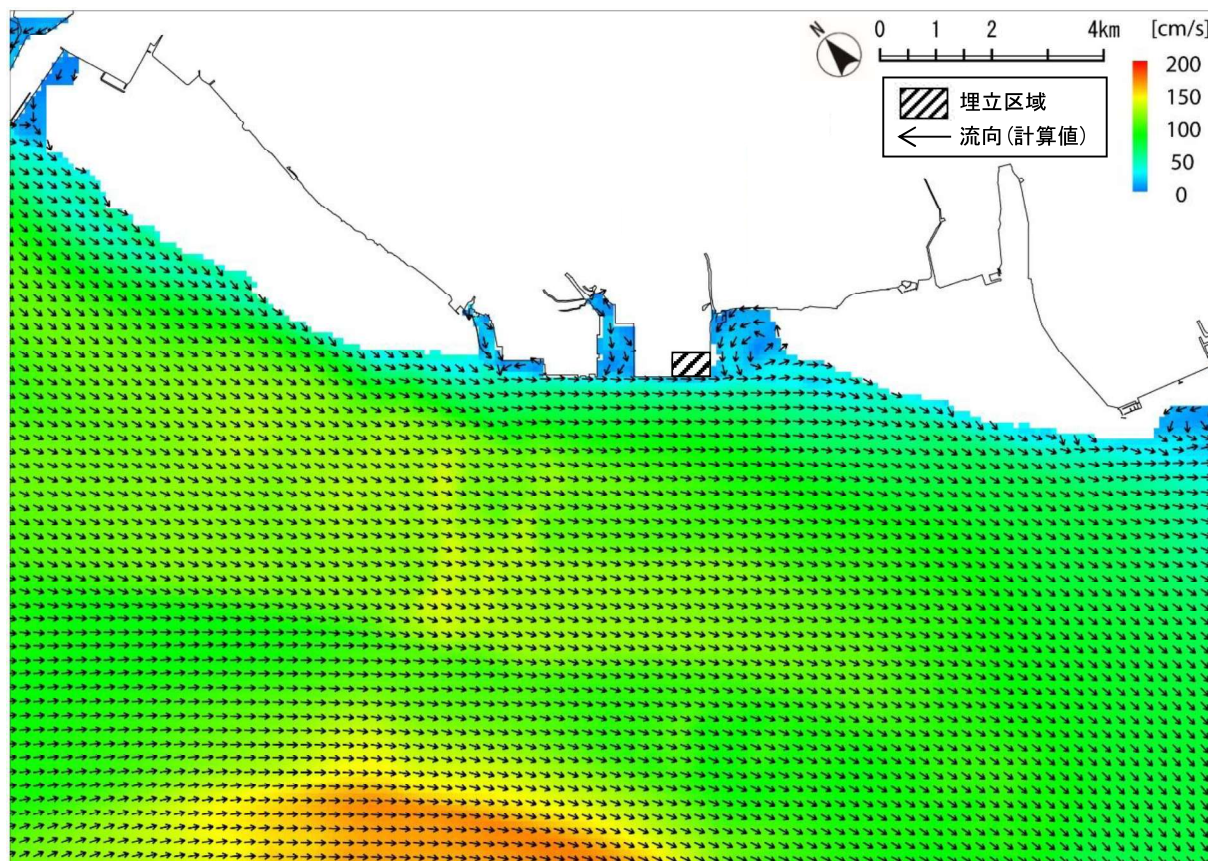
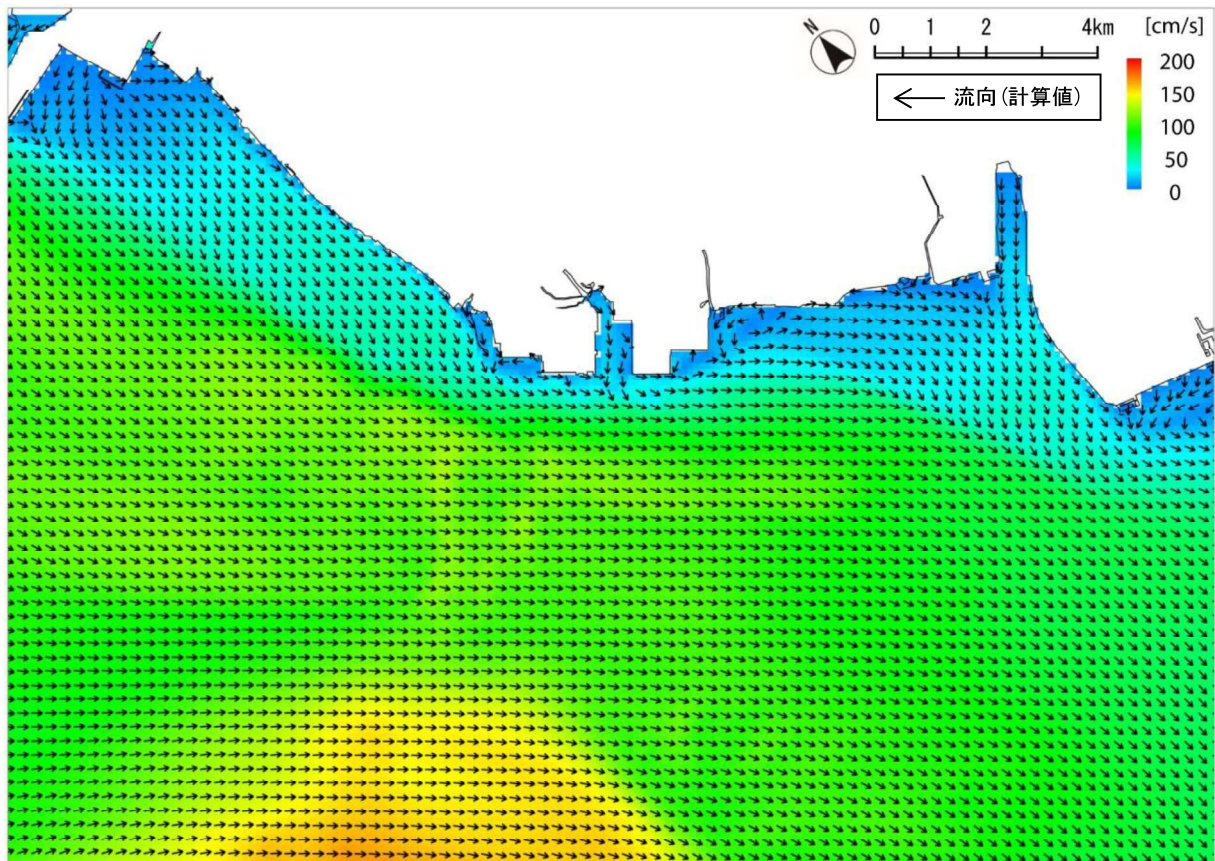


図 7.4-27(6) 潮流ベクトル図 (将来 (事業あり): 夏季下げ潮最強時 (M_2+S_2 分潮))

(第1層：0～3m)



(第2層：3～6m)

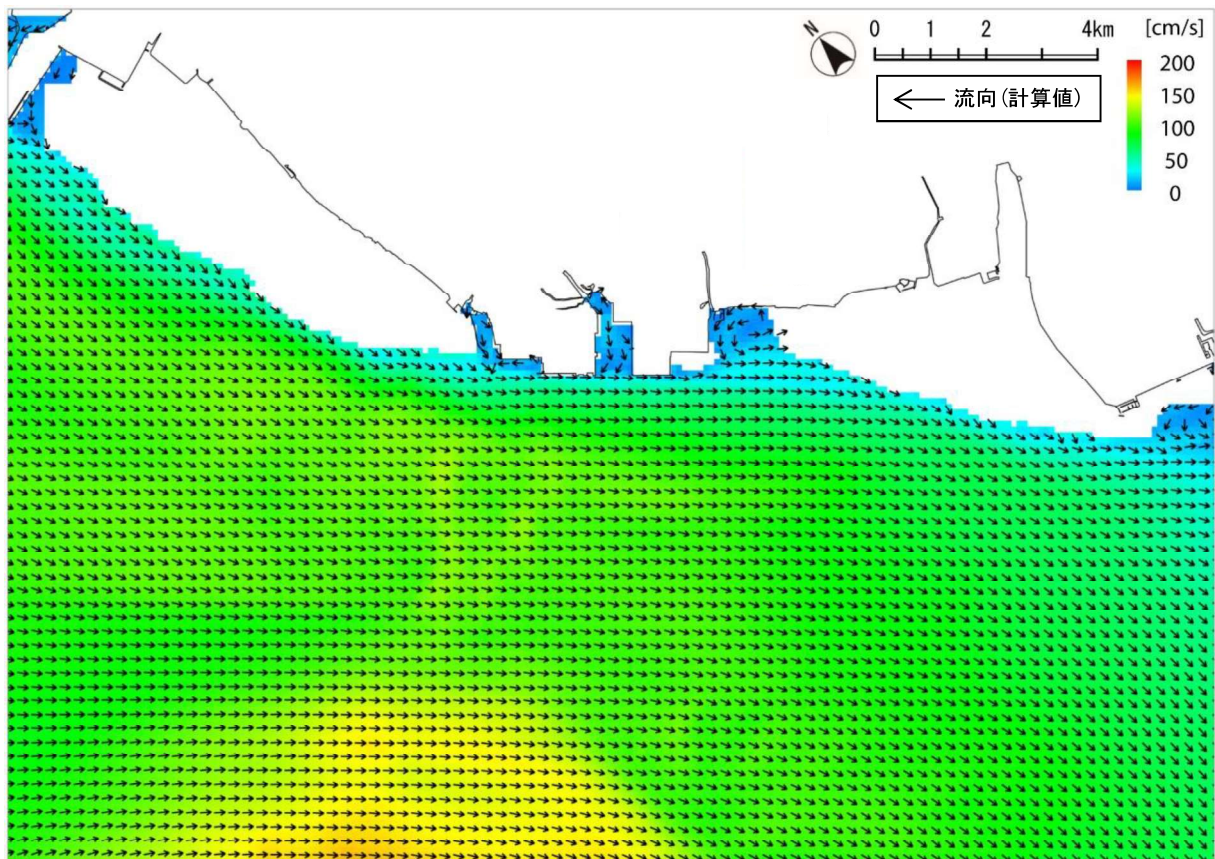
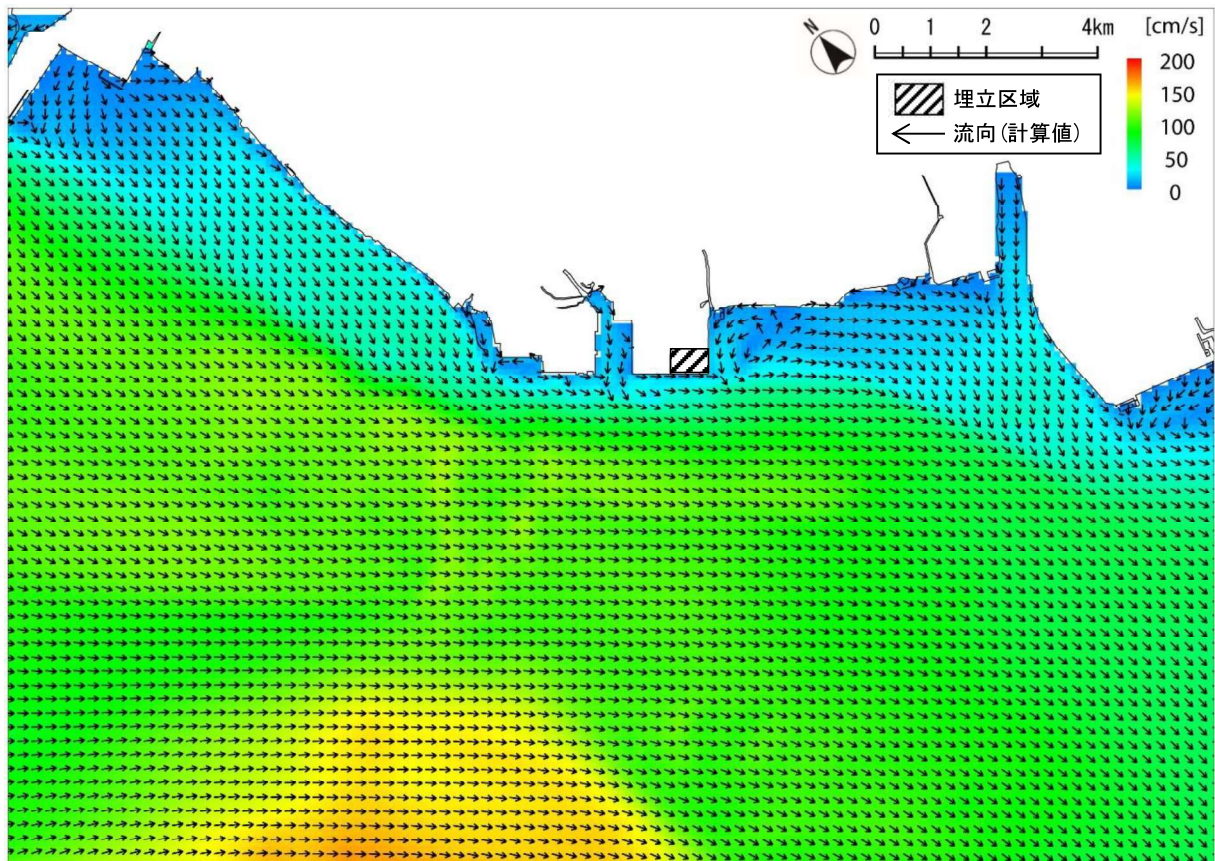


図 7.4-27(7) 潮流ベクトル図 (将来 (事業なし) : 冬季下げ潮最強時 (M_2+S_2 分潮))

(第1層：0～3m)



(第2層：3～6m)

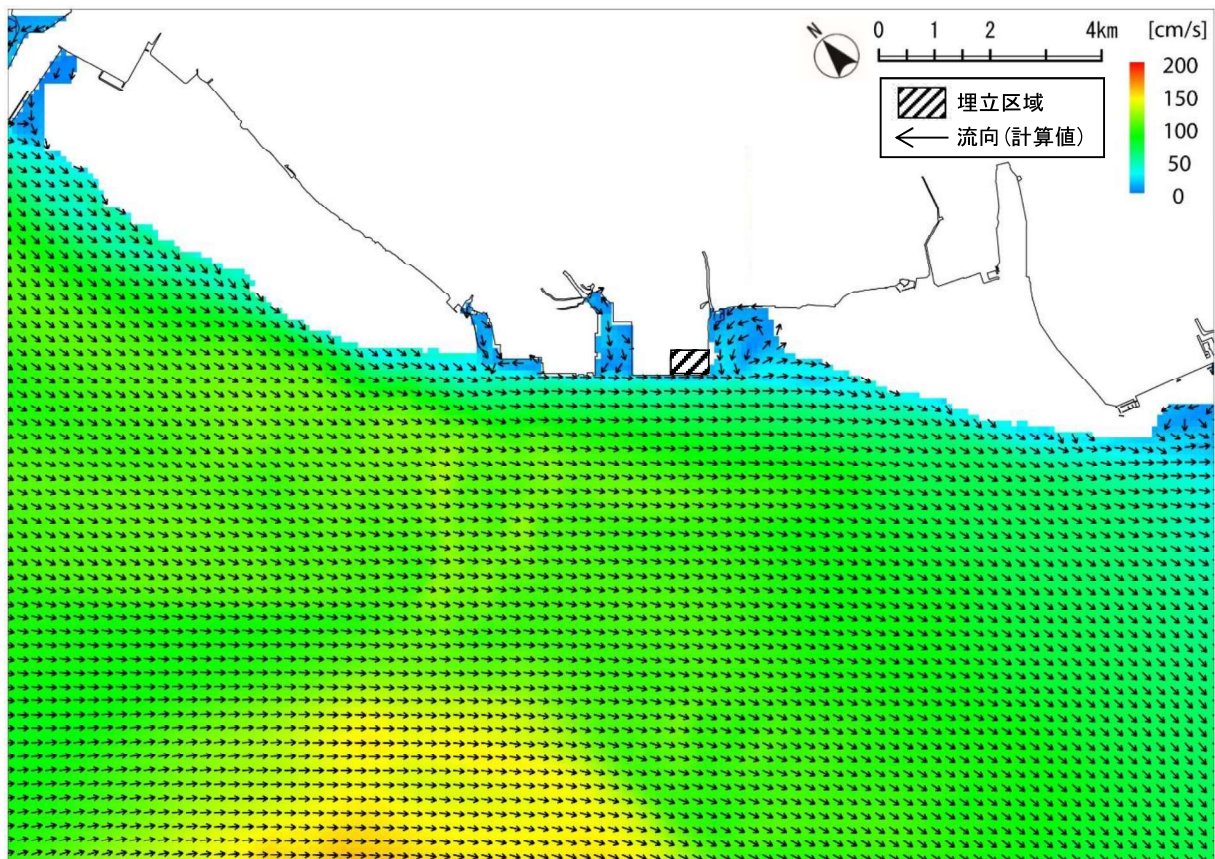
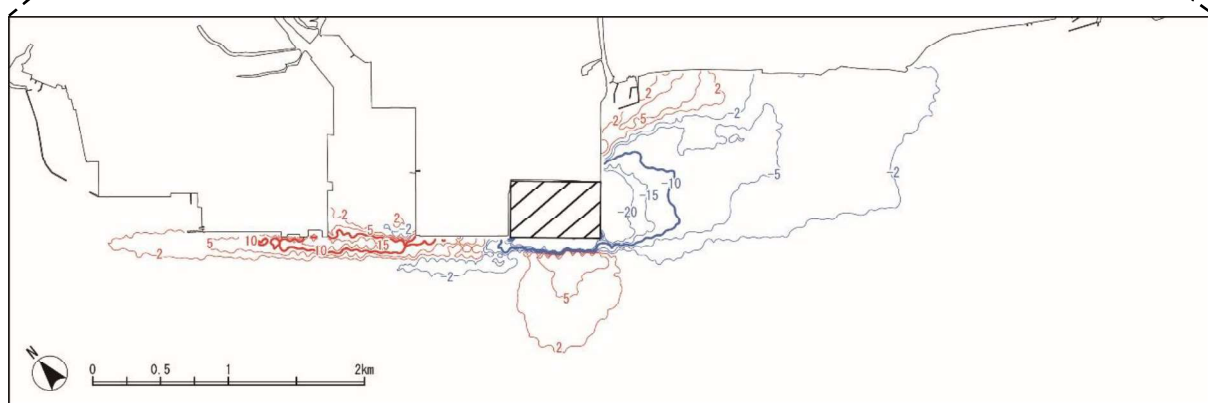
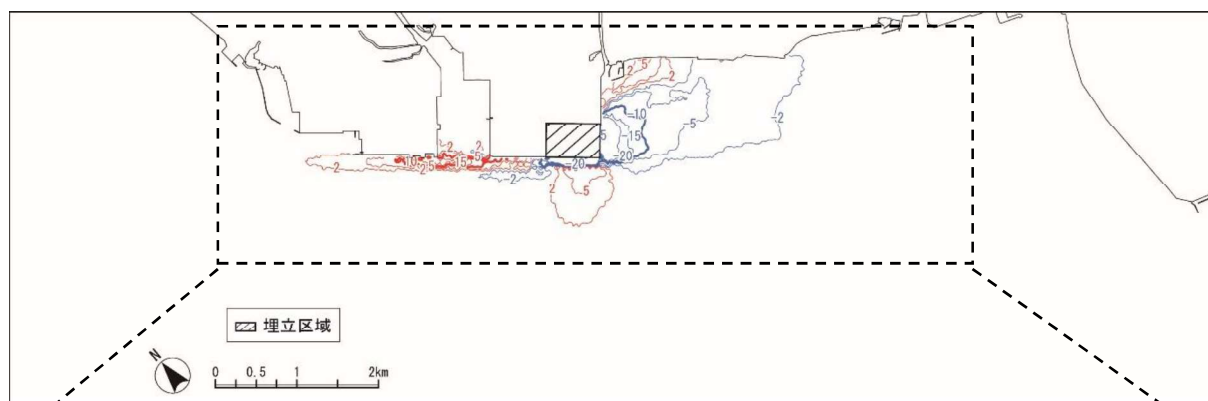


図 7.4-27(8) 潮流ベクトル図 (将来 (事業あり) : 冬季下げ潮最強時 (M_2+S_2 分潮))

(第1層：0～3m)

単位：cm/s



(第2層：3～6m)

単位：cm/s

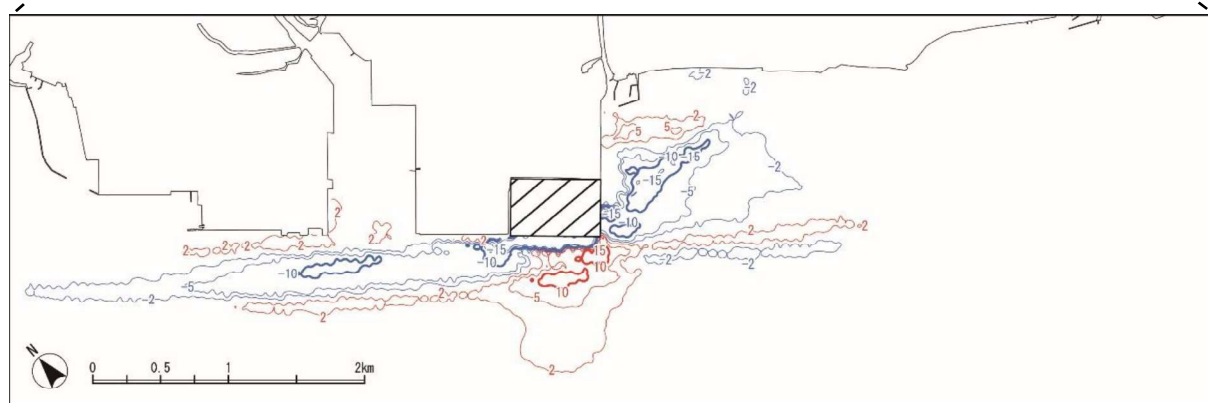
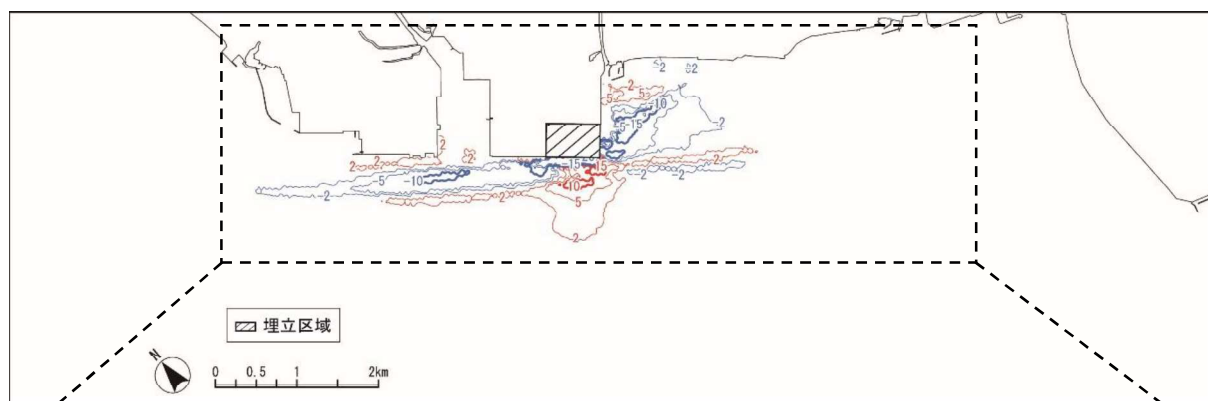


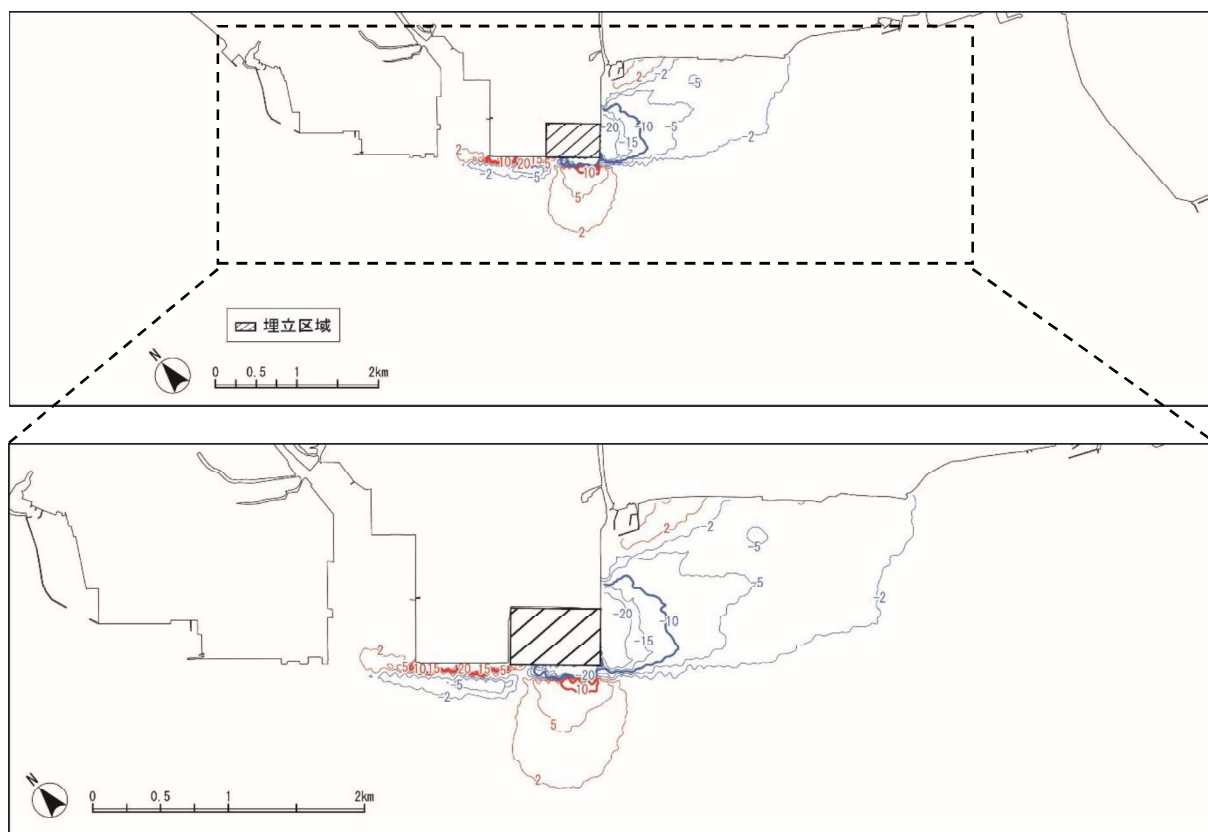
図 7.4-28(1) 流速差図（事業ありー事業なし：夏季上げ潮最強時（ M_2+S_2 分潮））

注1) コンターの赤線は流速の増加、青線は流速の減少を示す。

注2) 太線は流速変化が $\pm 10\text{cm/s}$ 以上の範囲を示す。

(第1層: 0~3m)

単位: cm/s



(第2層: 3~6m)

単位: cm/s

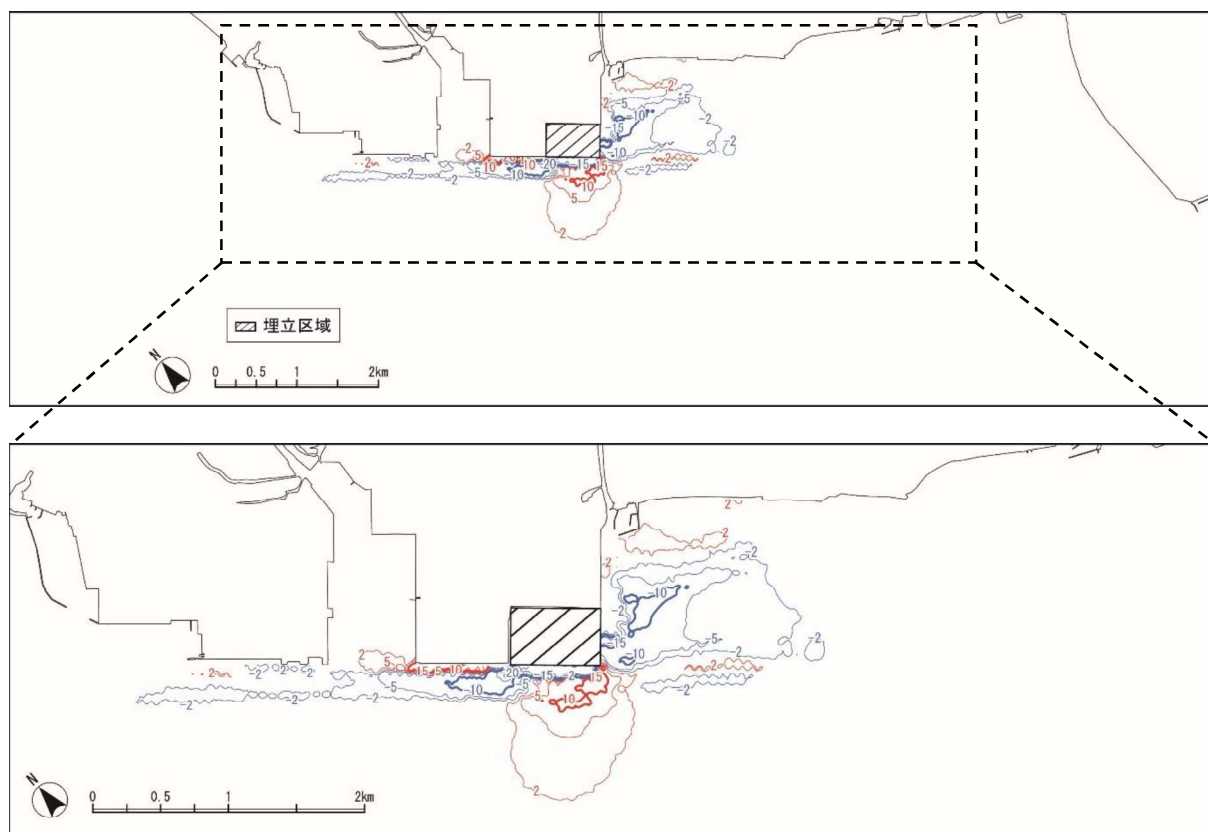


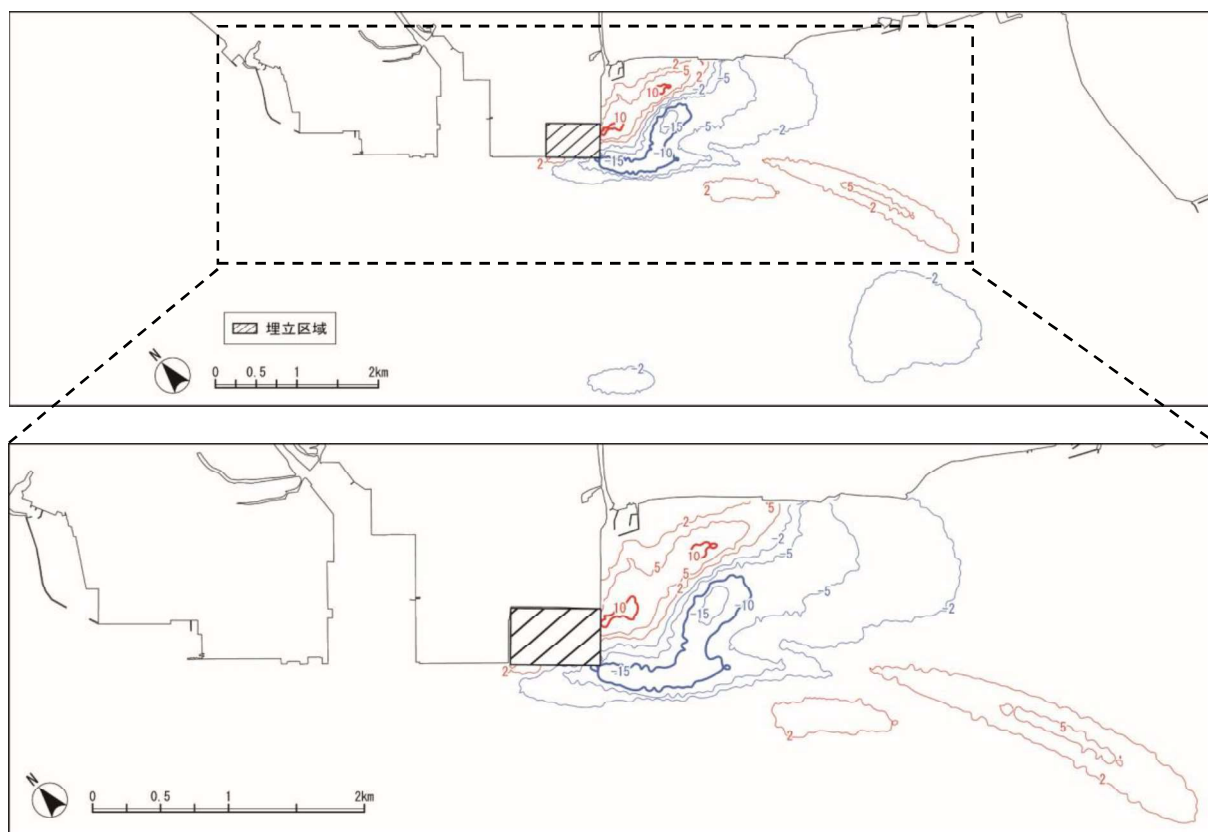
図 7.4-28 (2) 流速差図 (事業ありー事業なし: 冬季上げ潮最強時 (M_2+S_2 分潮))

注 1) コンターの赤線は流速の増加、青線は流速の減少を示す。

注 2) 太線は流速変化が $\pm 10 \text{ cm/s}$ 以上の範囲を示す。

(第1層：0～3m)

単位：cm/s



(第2層：3～6m)

単位：cm/s

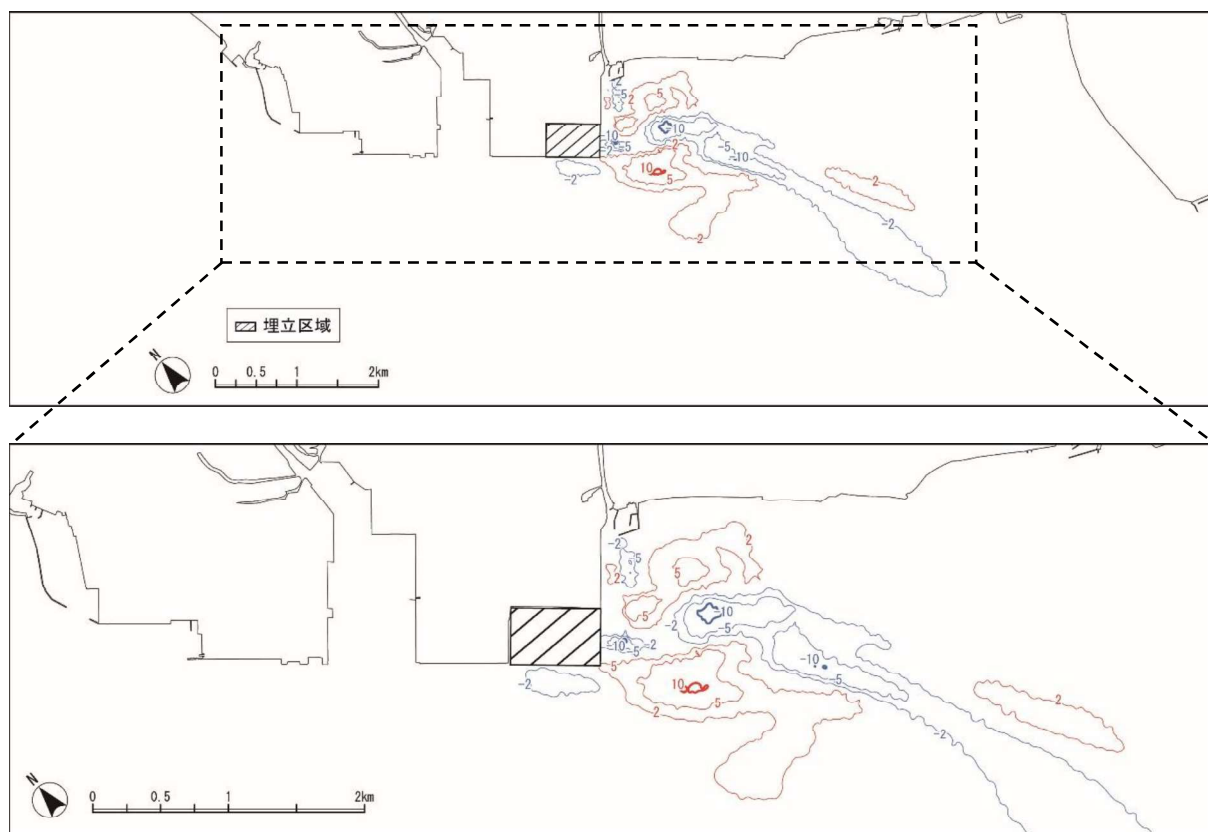


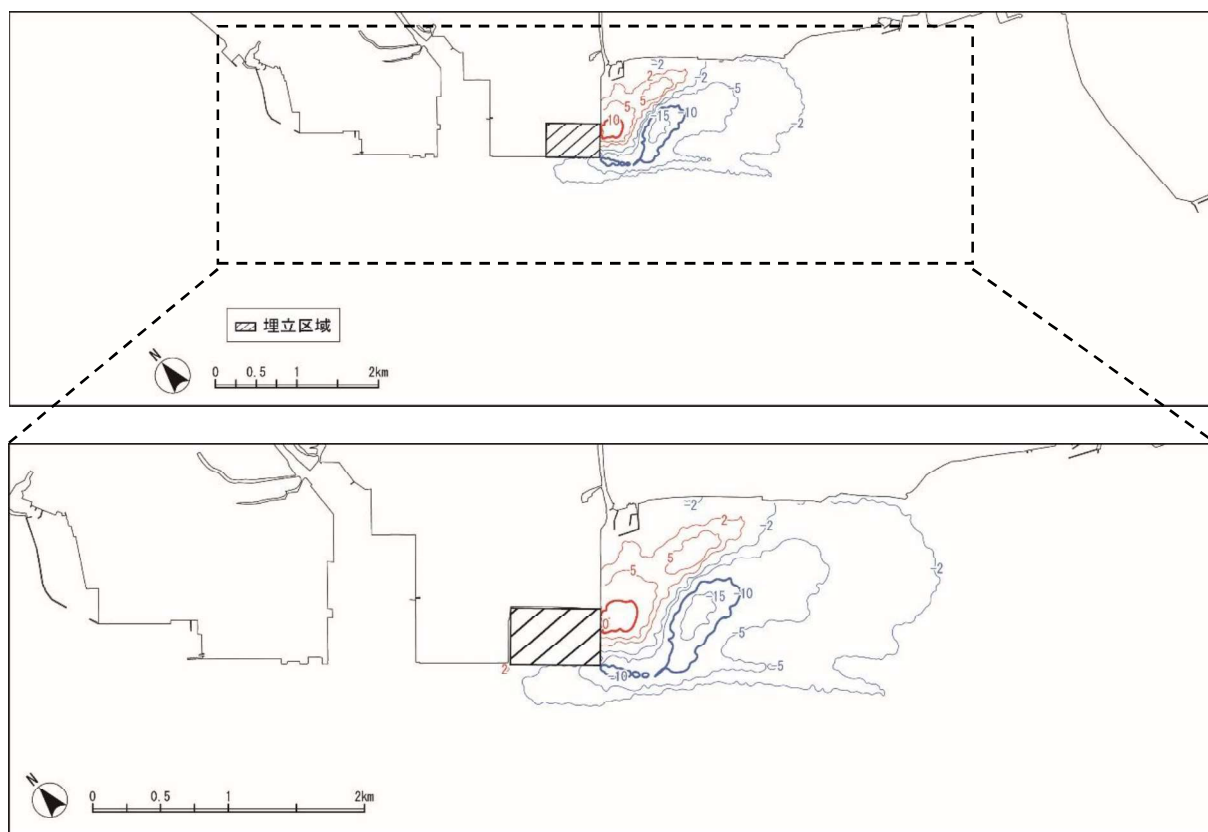
図 7.4-28(3) 流速差図（事業ありー事業なし：夏季下げ潮最強時（ M_2+S_2 分潮））

注1) コンターの赤線は流速の増加、青線は流速の減少を示す。

注2) 太線は流速変化が $\pm 10\text{cm/s}$ 以上の範囲を示す。

(第1層：0～3m)

単位：cm/s



(第2層：3～6m)

単位：cm/s

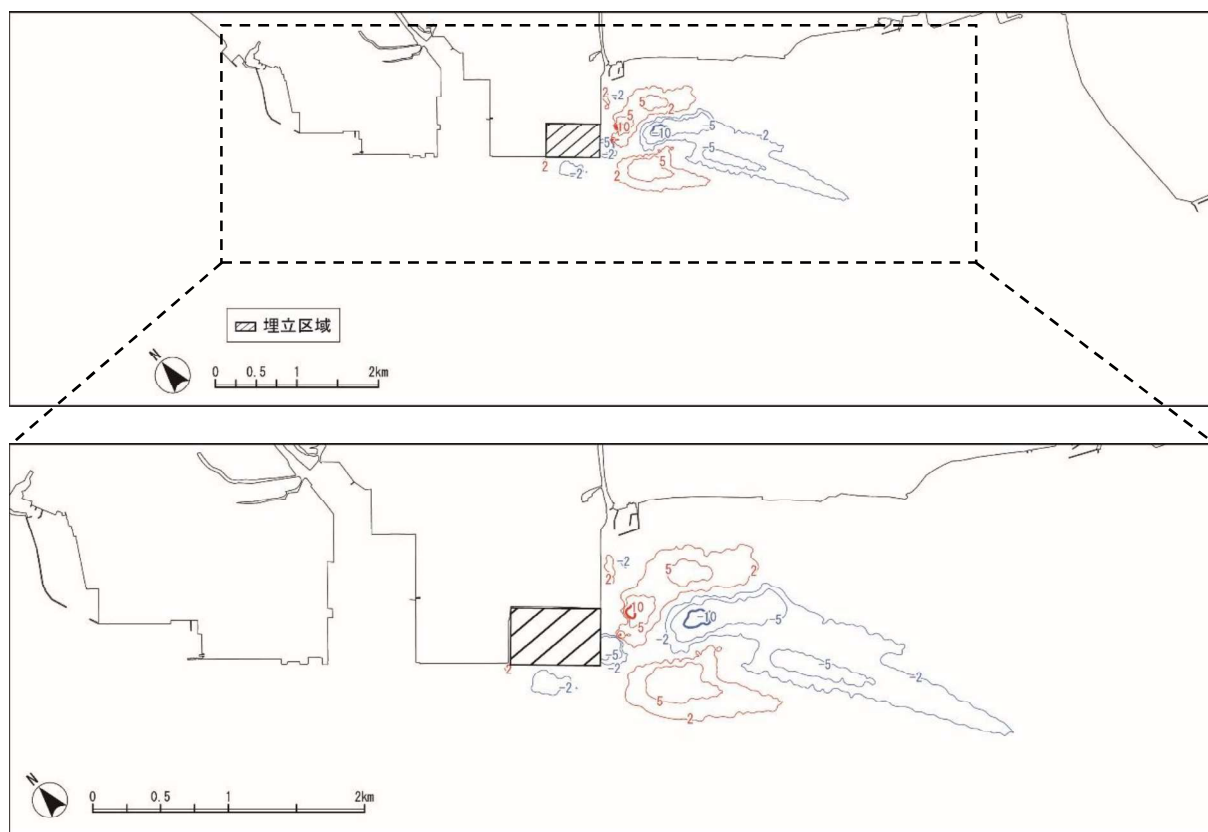


図 7.4-28(4) 流速差図（事業ありー事業なし：冬季下げ潮最強時（ M_2+S_2 分潮））

注1) コンターの赤線は流速の増加、青線は流速の減少を示す。

注2) 太線は流速変化が $\pm 10\text{cm/s}$ 以上の範囲を示す。

2) 環境の保全のための措置

流向及び流速への影響は、埋立区域近傍の限定的な範囲であると予測されることから、環境保全措置を講じないこととする。

3) 事後調査

環境保全措置を講じないため、事後調査は実施しない。

4) 評価

(a) 評価手法

a) 環境影響の回避又は低減に係る評価

環境影響の回避又は低減に係る評価は、事業の実施による影響が事業者により実行可能な範囲内でできる限り回避又は低減されているか否かについて見解を明らかにすることにより行った。

(b) 評価結果

a) 環境影響の回避又は低減に係る評価

埋立地の存在による流向及び流速への影響は埋立区域の近傍のみであり、流向及び流速への影響は限定的であると予測されることから、事業の実施による影響が、事業者により実行可能な範囲内でできる限り回避又は低減されていると評価する。