令和元年度

四日市港潮流観測報告書

令和元年 10 月～11 月　観測

第四管区海上保安本部

令和元年度　四日市港潮流観測報告書

第四管区海上保安本部

1.　目的

航行安全・海難防止の観点から四日市港潮流観測を実施し、海図等の船舶安全情報及び漂流予測の流れデータの基礎資料とするため。

2.　測点図

測点図（図 1）のとおり

北緯 34°56′56″、東緯 136°40′22″

3.　観測方法

（１）観測期間

令和元年 10 月 28 日から 11 月 21 日まで(25 日間)

（２）使用した船舶等

測量船「いせしお」

（３）観測方法

測点番号　：241585

流速計種類：Teledyne RD Instruments 社製 WH-ADCP 600kHz

水深　　：約 11m

観 測 層　：3m、5m、7m、9m の 4 層

層厚　　：2m

測定間隔　：10 分

設置方法　：設置要領図（図 2）のとおり

4.　観測結果

令和元年 10 月 28 日から 11 月 21 日までの 25 日間のデータを使用し、調和分解には、10 月 29 日から 11 月 12 日の 15 日間のデータを使用した。

なお、本文中における「大潮期」、「小潮期」、「上げ潮流時」、「下げ潮流時」は次のとおりとした。

大潮期：10/29～31、11/13～15

小潮期：11/5～7、11/21

上げ潮流時：四日市港の低潮から高潮に向かう時間帯

下げ潮流時：四日市港の高潮から低潮に向かう時間帯

（１）流れ、風、潮位、水温の時系列変化(10 月 28 日～11 月 21 日)

①流向・流速時系列変化図

3m、5m、7m、9m 層における流速ベクトル、25 時間移動平均流ベクトル、北方・東方成分の流速時系列変化を図 3-1～3-4 に示す。各層ともに 1 日 2 回の上げ（下げ）潮流が見られた。11/13～15 の大潮期は他と比較して流速が大きい傾向だが、その他は流速に特段の差異は見られなかった。

潮流による周期的な流れの影響を除いた 25 時間移動平均流においては、各層で 11 月 13 日・15 日・19 日～21 日におおむね北向きの流れが継続して見られた。

②風向・風速時系列変化図

観測地付近で風向風速観測を行っている四日市防波堤信号所（四日市海上保安部所管）の風データを用いた風速ベクトル、5 時間移動平均流ベクトルを図 4 に示す。11 月 13 日・15 日・19 日～21 日の風向はおおむね南へ吹き去る方向であり、流れの 25 時間移動平均流とは反方向だった。

③潮位時系列変化図

観測地付近で潮位連続観測を行っている四日市港験潮所（四日市港管理組合所管）の潮位時系列変化を図 5 に示す。

④水温時系列変化図

観測期間中における表層の水温の時系列変化を図 6 に示す。期間の始めから終わりに向けて水温が低下する傾向で、秋から冬への季節変化をよく表している。流れ及び潮位とは特段の関係は見られない。

（２）潮流・風の頻度統計（10 月 29 日～11 月 20 日）

①流向・流速別頻度統計図

3m、5m、7m、9m 層における流向・流速別の頻度統計を図 7-1～7-4 に示す。

流向について、3m 層では上げ潮流は北の出現率が一番高く 11.1%で下げ潮流は南東の出現率が一番高く 8.1%、5m 層では上げ潮流は北北西の出現率が一番高く 12.7%で下げ潮流は南南東の出現率が一番高く 7.0%、7m 層では上げ潮流は北北西の出現率が一番高く 11.9%で下げ潮流は南の出現率が一番高く 6.3%、9m 層では上げ潮流は北北西の出現率が一番高く 11.5%で下げ潮流は南南東の出現率が一番高く 7.1%だった。

流速について、3m 層では 0.19kt 以下の出現率が 82.1%、5m 層では 0.19kt 以下の出現率が 83.5%、7m 層では 0.19kt 以下の出現率が

82.5%、9m 層では 0.19kt 以下の出現率が 85.3%で、全層ともに弱い傾向だった。

最大流速について、3m 層では上げ潮流が 1° 0.4kt（11/16 07:20）で下げ潮流が 137° 0.6kt（11/14 10:10）、5m 層では上げ潮流が 17° 0.5kt（11/13 04:20）で下げ潮流が 135° 0.4kt（11/14 10:50）、7m 層では上げ潮流が 13° 0.6kt（11/13 04:20）で下げ潮流が 151° 0.4kt（11/14 09:30）、9m 層では上げ潮流が 332° 0.6kt（11/15 01:30）で下げ潮流が 145° 0.4kt（11/14 09:30）だった。

②風向・風速別頻度統計図

四日市防波堤信号所における風向・風速別の頻度統計を図 8 に示す。風向は北～西北西の出現率が 70.0%で北西の出現率が一番高く 21.0%だった。

風速は 11.9kt 以下の出現率が 75.3%だった。

最大風速は 315° 29.2kt（11/19 12:00）及び 338° 29.2kt（11/14 15:00）だった。

（３）潮流調和分解（10 月 29 日～11 月 12 日）

3m、5m、7m、9m 層において、10 月 29 日から 11 月 12 日のデータを用いて 15 昼夜の調和分解を行った。その結果算出された調和定数及び非調和定数を表 1-1～1-4 に示す。

なお、潮流の潮型は、「水路用語集」（海上保安庁水路部発行）に基づき、VM2、VS2、VK1、VO1 をそれぞれ M2、S2、K1、O1 分潮の振幅として以下のようにあらわす。

半日周潮型 $\frac{VK1+VO1}{VM2+VS2} < 0.25$

混合潮型 $0.25 \leqq \frac{VK1+VO1}{VM2+VS2} < 1.25$

日周潮型 $1.25 \leqq \frac{VK1+VO1}{VM2+VS2}$

全層ともに 0.308～0.425 で日潮不等が小さい半日周潮型に近い混合潮型だった。

（４）恒流

調和分解期間における平均流である恒流を図 9 に示す。

3m 層で 42°方向 0.02kt、5m 層で 338°方向 0.02kt、7m 層で 299° 0.03kt、9m 層で 290° 0.02kt で、全層ともに 0.1kt 未満で微弱だった。

（５）四季曲線

3m、5m、7m、9m 層の春秋期及び夏冬期の朔望・両弦の潮流と四日市港の潮汐の四季曲線を図 10-1～10-4 に示す。

潮流は、各層ともに 1 日 2 回潮で僅かながら日潮不等の傾向が見られた。また、3m 層及び 5m 層の春・秋季両弦を除き、各層とも概ね四日市港の低（高）潮の 1～3 時間後に上げ（下げ）潮流の最大流速が見られた。

（６）最大流速

3m、5m、7m、9m 層の大潮期の最大流速を図 11 に示す。なお、最大流速は各層間の潮時のずれは無視し 1 日、1/2 日、1/4 日周期の各分潮流が加わった潮流の最大値を示している。

3m 層で 331°(168°)方向 0.2kt(0.1kt)、5m 層で 324°(159°)方向 0.2kt(0.1kt)、7m 層で 329°(152°)方向 0.2kt(0.2kt) 、9m 層で 334°(149°)方向 0.2kt(0.1kt)だった。

5. まとめ

観測海域における潮流は、流速 0.3kt 未満の弱い流れであることが確認された。なお、平成 27 年度に実施した四日市港潮流観測（第三航路付近）においても流速 0.3kt 未満の弱い流れが確認されている。

図１　測点図

136°40'0"E
136°45'0"E
数字は資料番号及び観測年を示す。
35°0'0"N
34°55'0"N
241585 (2019)

図２　設置要領図

【詳細】

1　連結索：炭素鋼
　　長さ約2m、直径10mm 緩衝ゴム付 2本

2　浮　標：オレンジ塗ドーナッツブイ
　　直径約0.7m、高さ約1m、重量約15kg防舷材付

3　流速計：超音波流向流速計
　　(RD-Instruments社製 WH-ADCPｾﾝﾁﾈﾙ600KHz)
　　直径約0.2m、高さ約0.4m、空中重量約13kg

4　その他：浮標には、『第四管区海上保安本部』と記載

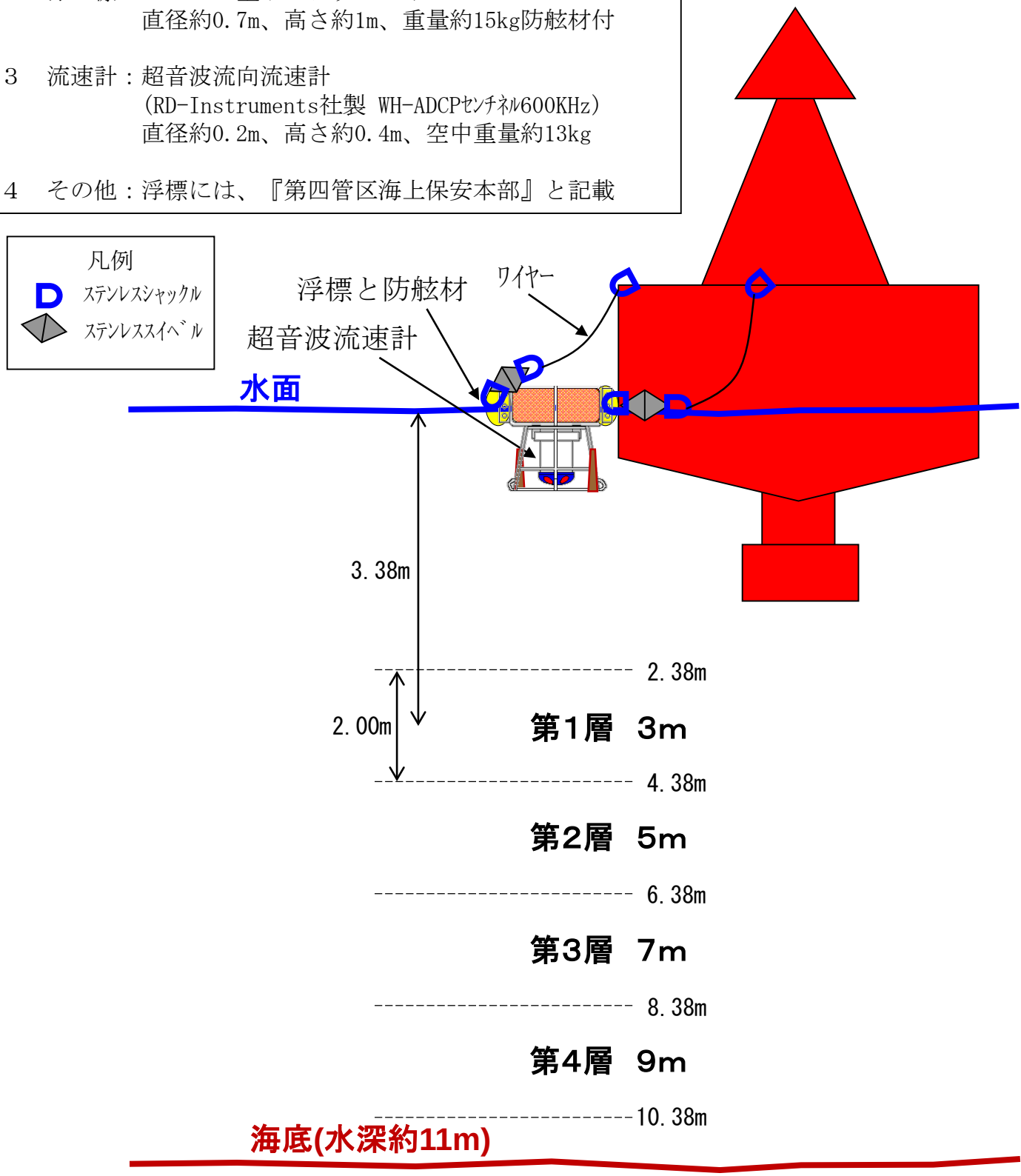
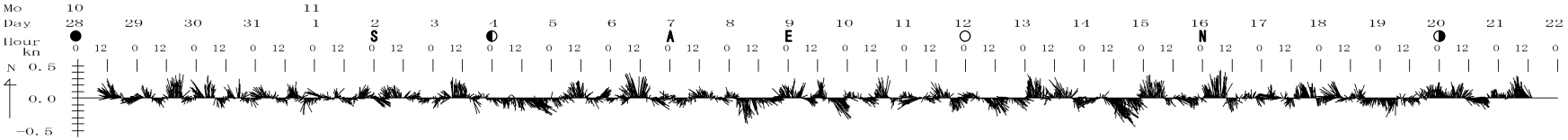
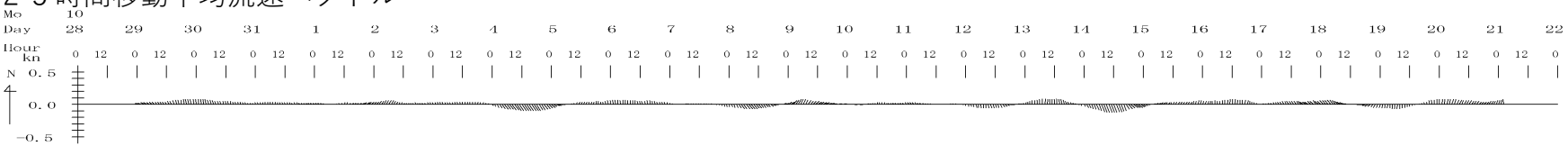


図３－１　流向・流速　時系列変化図（測点番号241585、観測層3m）

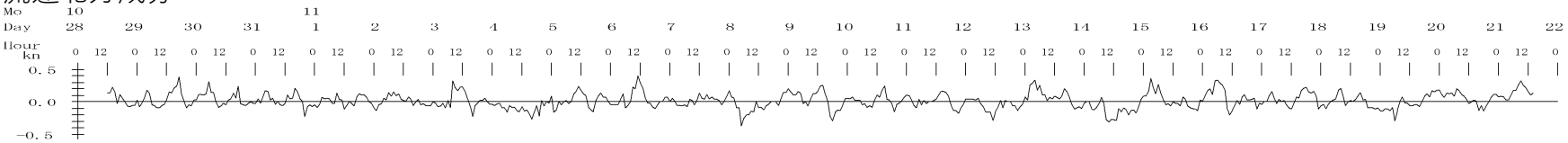
流速ベクトル



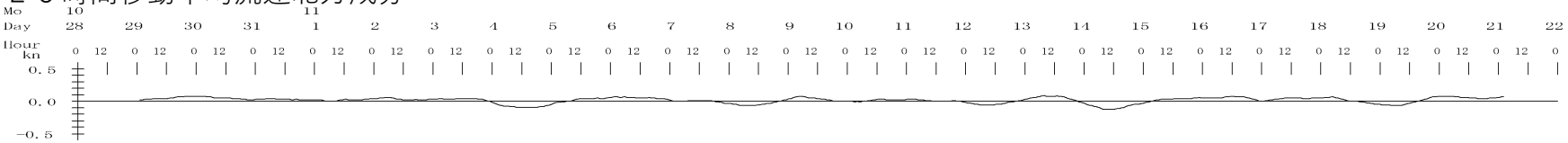
２５時間移動平均流速ベクトル



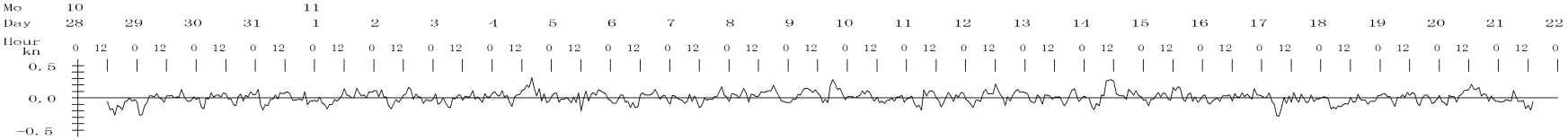
流速北方成分



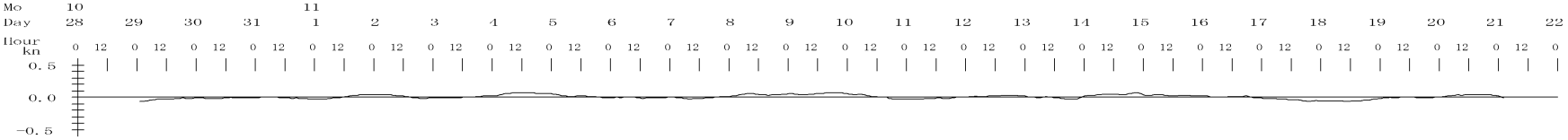
２５時間移動平均流速北方成分



流速東方成分



２５時間移動平均流速東方成分

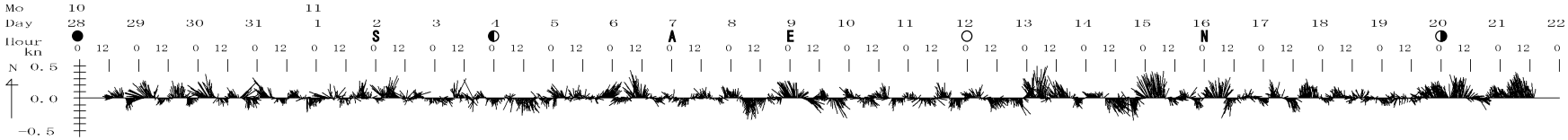


凡例

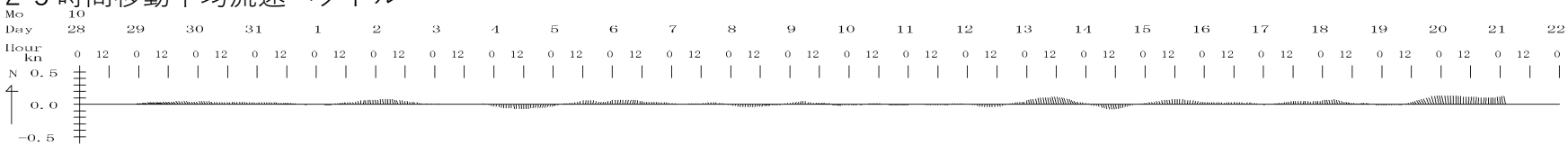
● 朔　◐ 上弦　○ 望　◑ 下弦　S 最南　N 最北　A 遠地点　E 赤道上

図３－２　流向・流速　時系列変化図（測点番号241585、観測層5m）

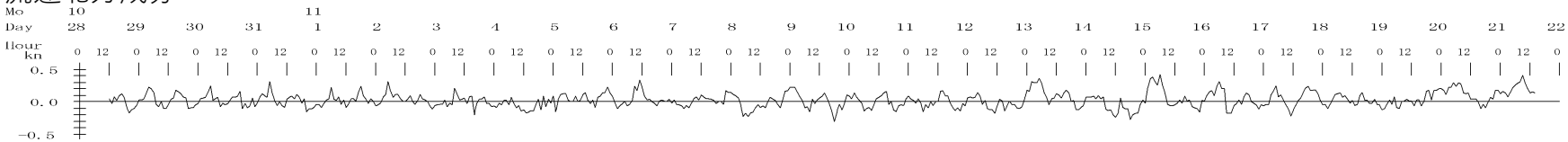
流速ベクトル



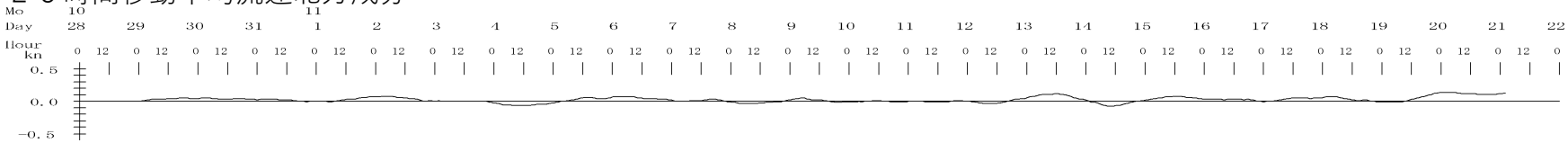
２５時間移動平均流速ベクトル



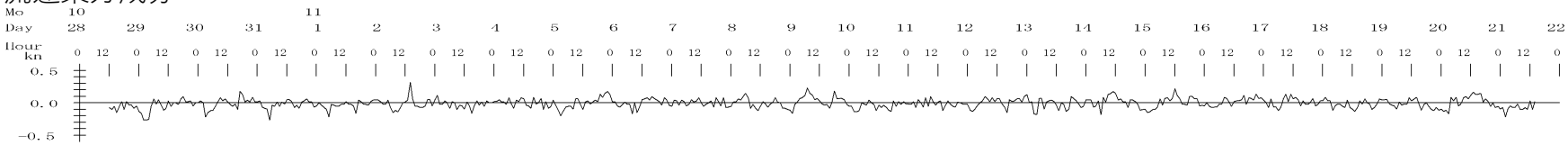
流速北方成分



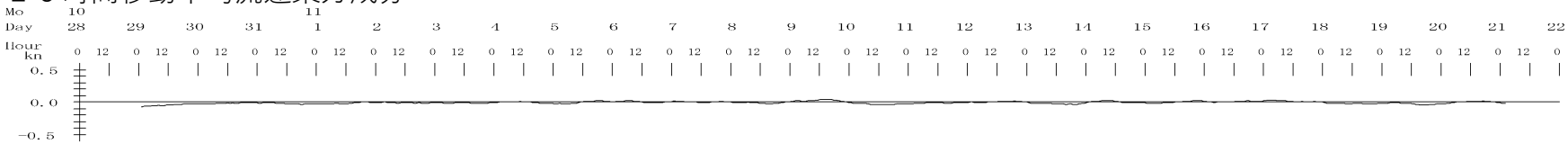
２５時間移動平均流速北方成分



流速東方成分



２５時間移動平均流速東方成分

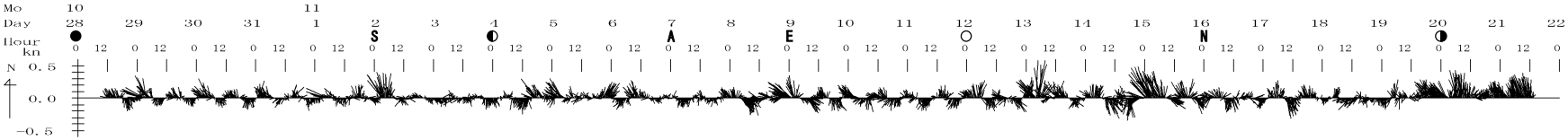


凡例

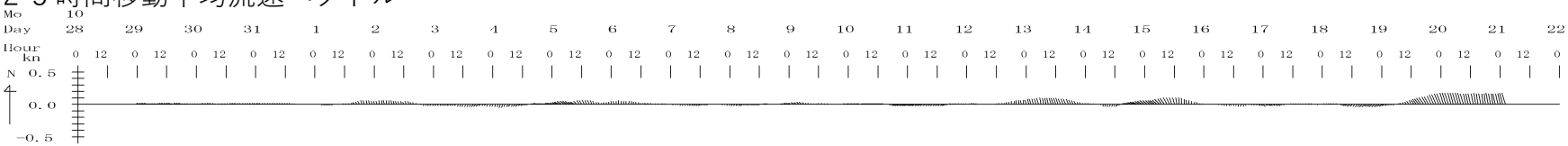
● 朔　◐ 上弦　○ 望　◑ 下弦　S 最南　N 最北　A 遠地点　E 赤道上

図３－３　流向・流速　時系列変化図（測点番号241585、観測層7m）

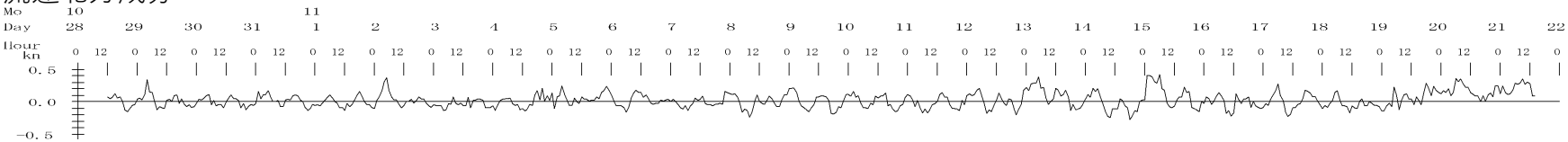
流速ベクトル



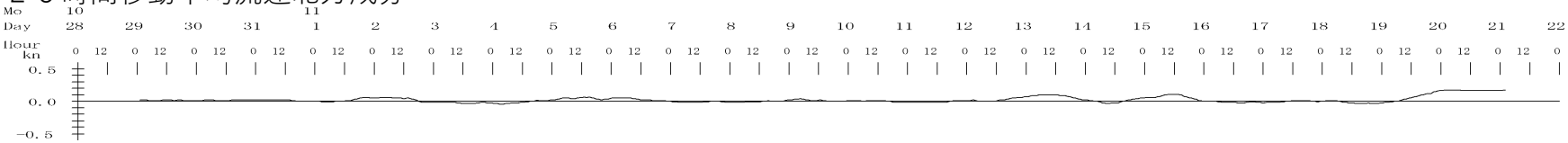
２５時間移動平均流速ベクトル



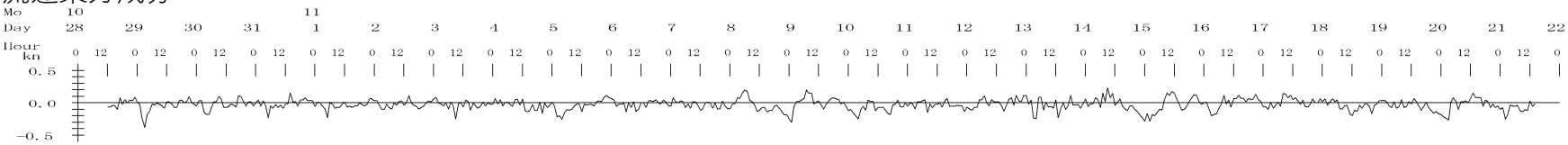
流速北方成分



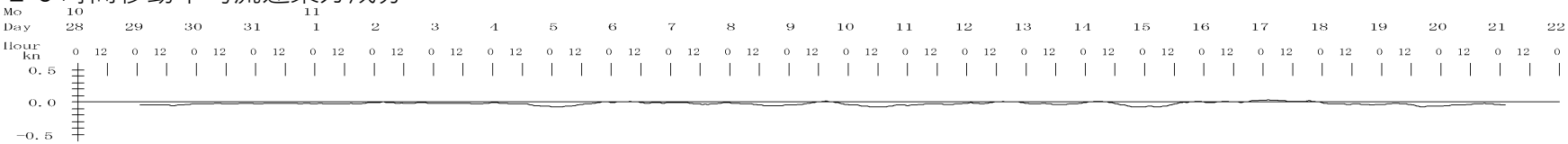
２５時間移動平均流速北方成分



流速東方成分



２５時間移動平均流速東方成分

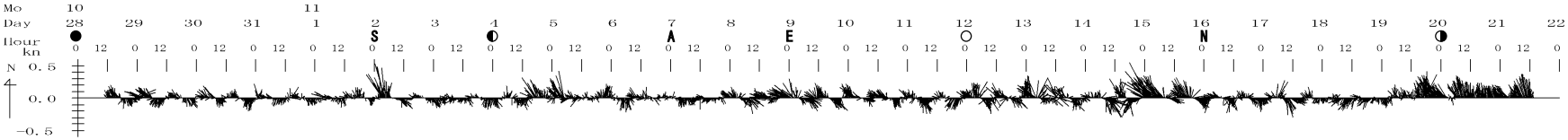


凡例

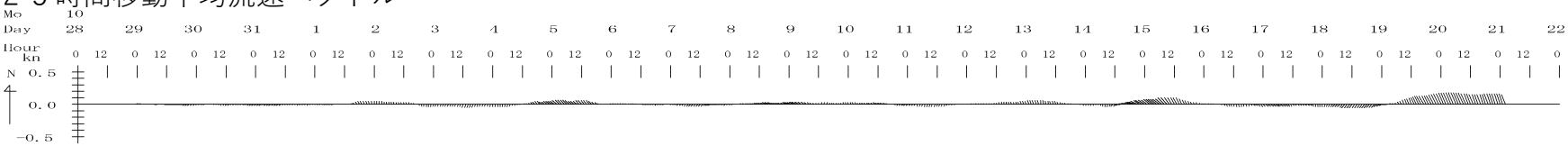
● 朔　◐ 上弦　○ 望　◑ 下弦　S 最南　N 最北　A 遠地点　E 赤道上

図３－４　流向・流速　時系列変化図（測点番号241585、観測層9m）

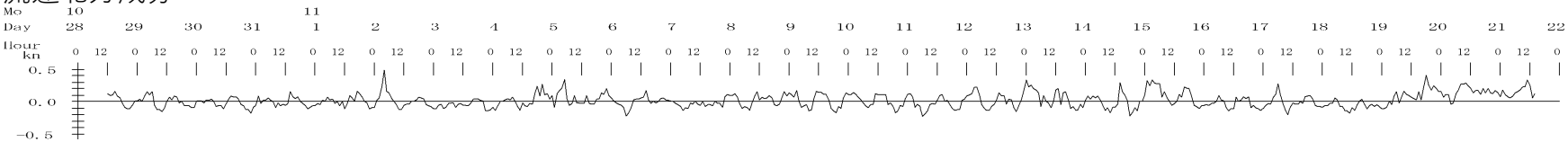
流速ベクトル



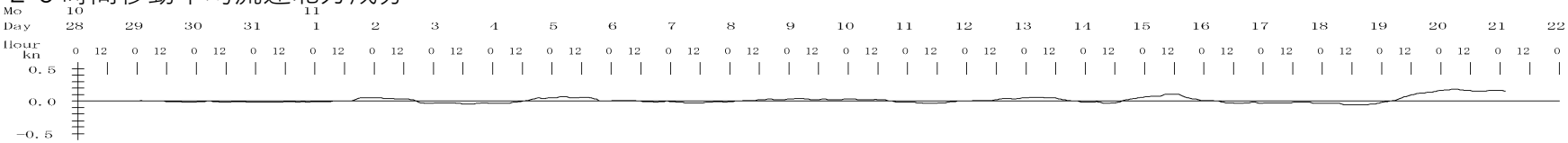
２５時間移動平均流速ベクトル



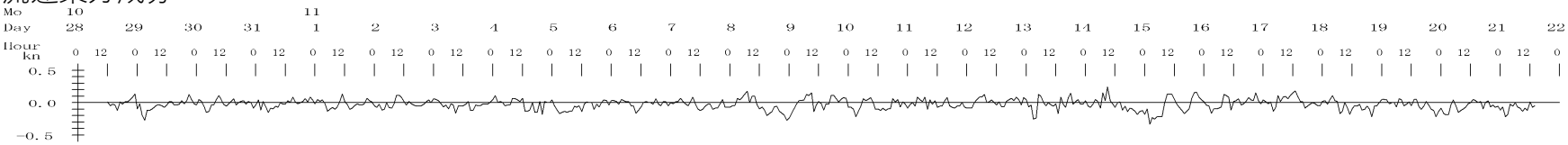
流速北方成分



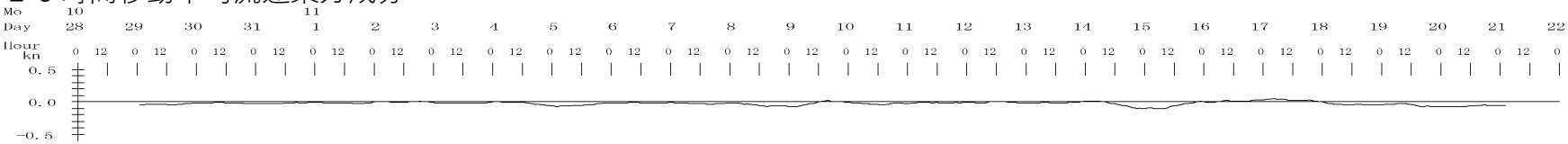
２５時間移動平均流速北方成分



流速東方成分



２５時間移動平均流速東方成分

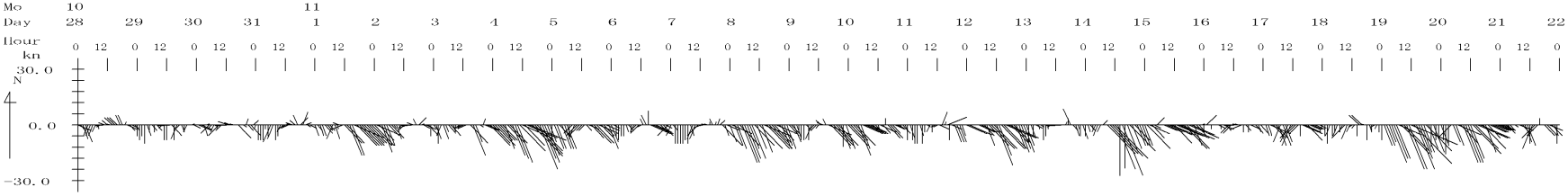


凡例

● 朔　◐ 上弦　○ 望　◑ 下弦　S 最南　N 最北　A 遠地点　E 赤道上

図４　風向・風速　時系列変化図（四日市防波堤通信所、四日市海上保安部所管）

風速ベクトル（風向＋１８０°）



5時間移動平均風速ベクトル（風向＋１８０°）

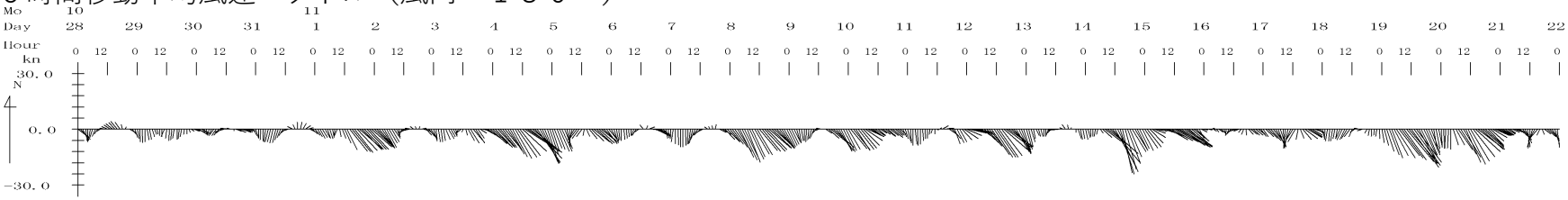


図５　潮位　時系列変化図（四日市港験潮所、四日市港管理組合所管）

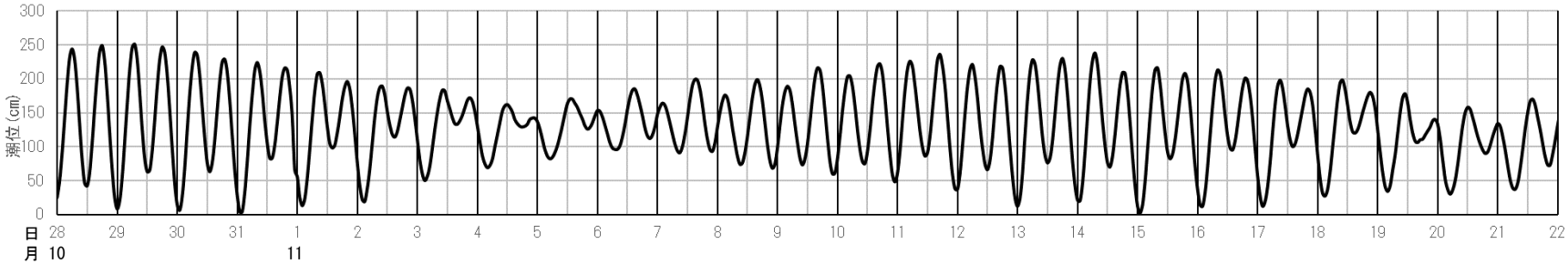


図６　水温　時系列変化図（測点番号241585、観測層：表層）

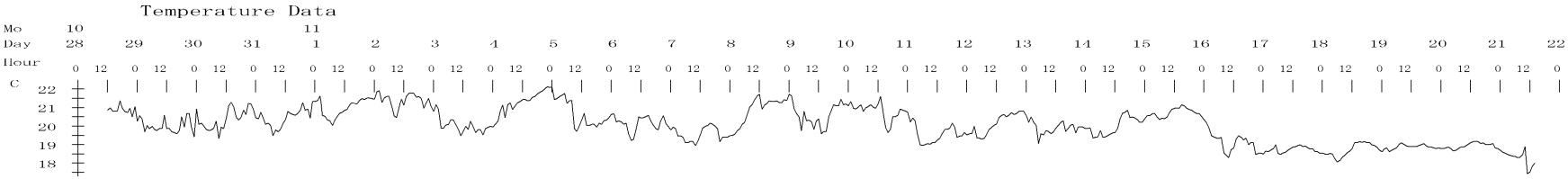
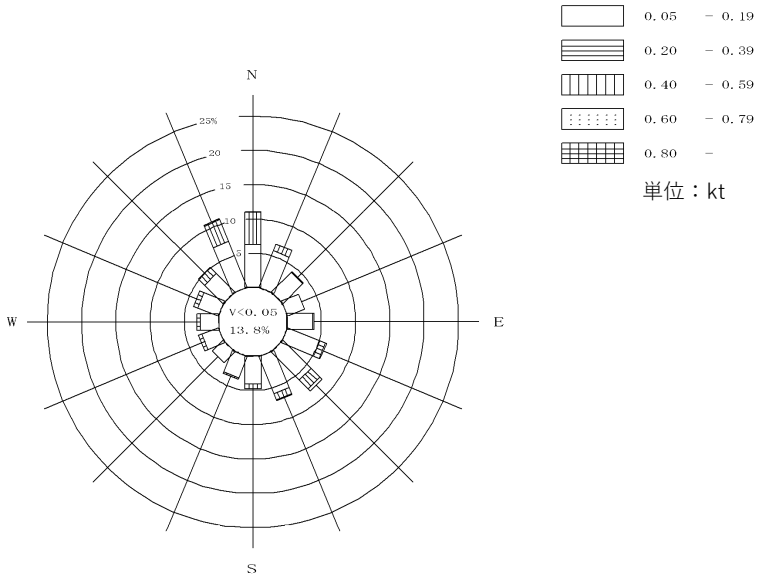
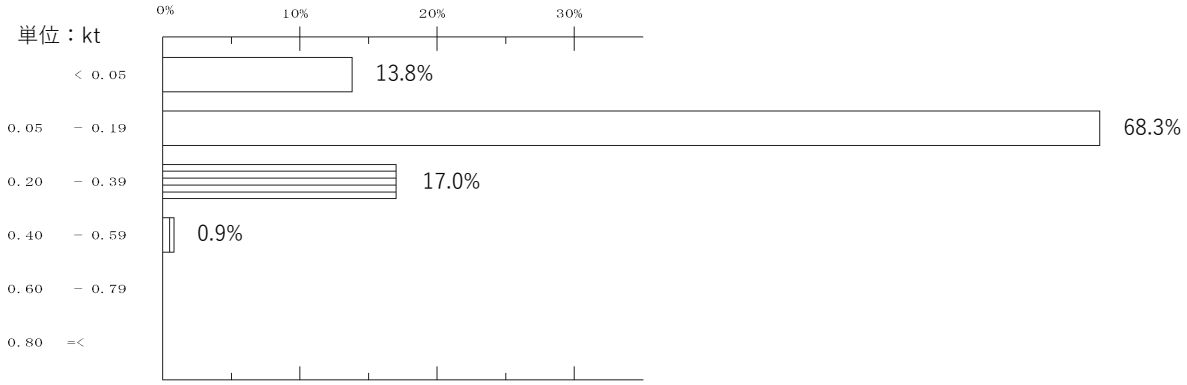


図７－１　流向・流速　頻度統計図（測点番号241585、観測層3m）

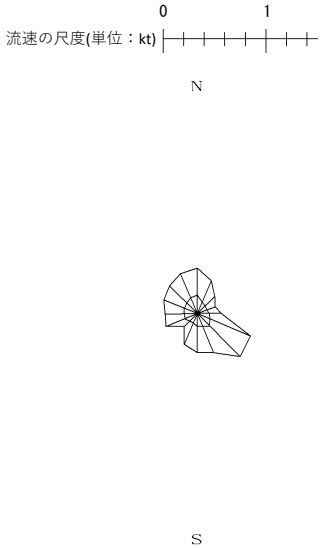
１６方位別流速別出現頻度



流速別出現頻度



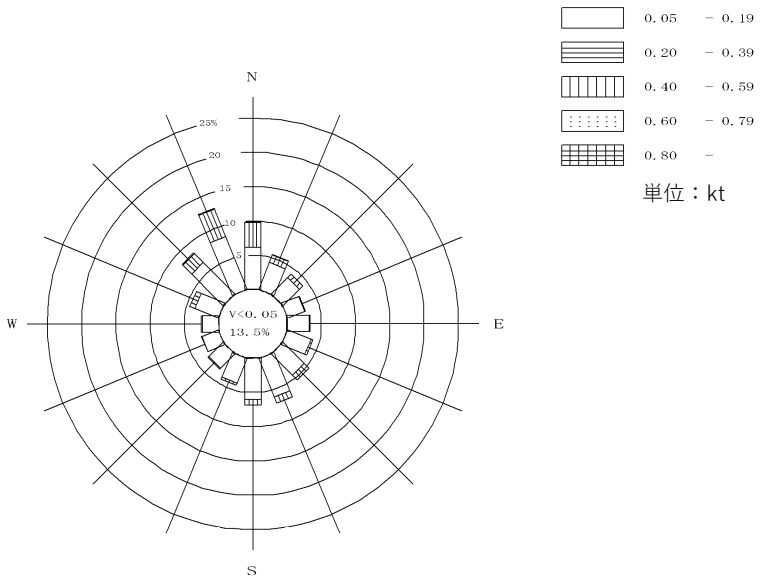
流向別最大流速



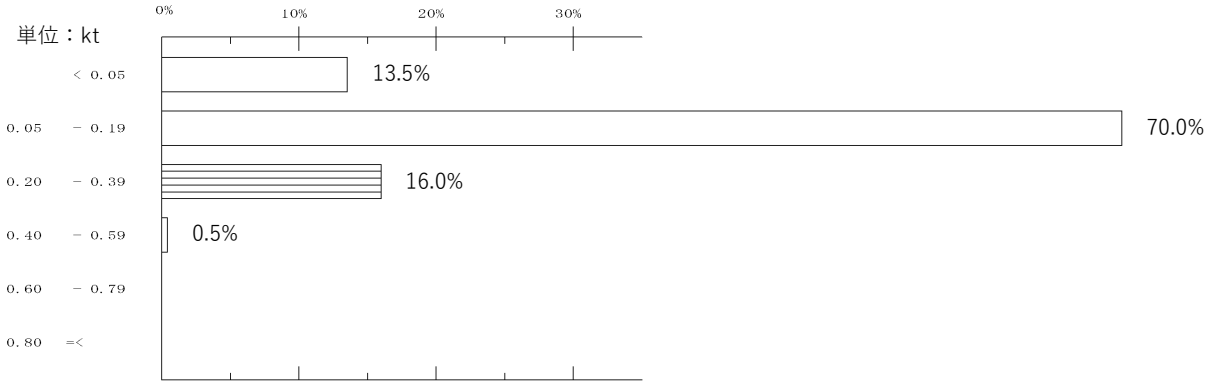
最大流速　流向 136.8°　流速 0.59kt

図７－２　流向・流速　頻度統計図（測点番号241585、観測層5m）

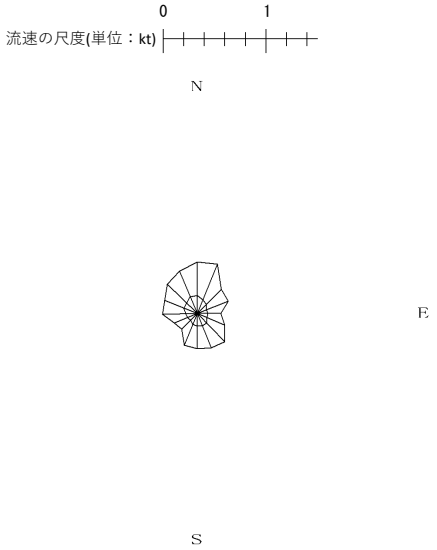
１６方位別流速別出現頻度



流速別出現頻度



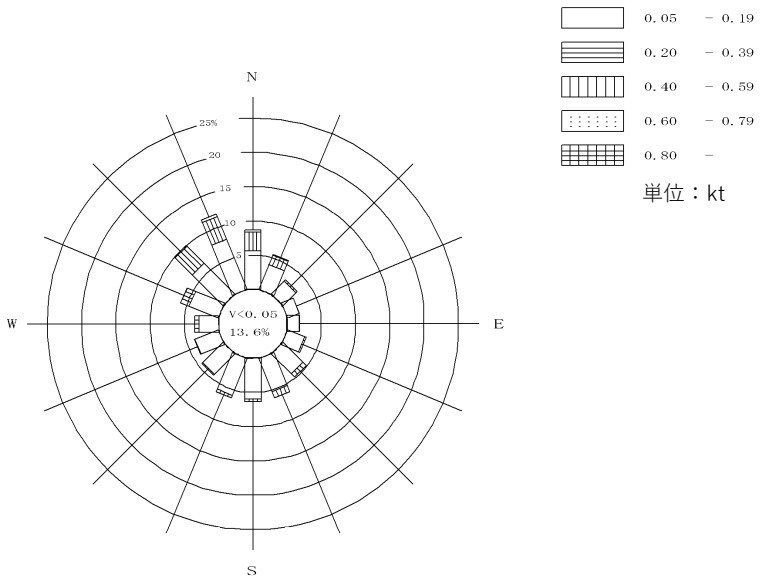
流向別最大流速



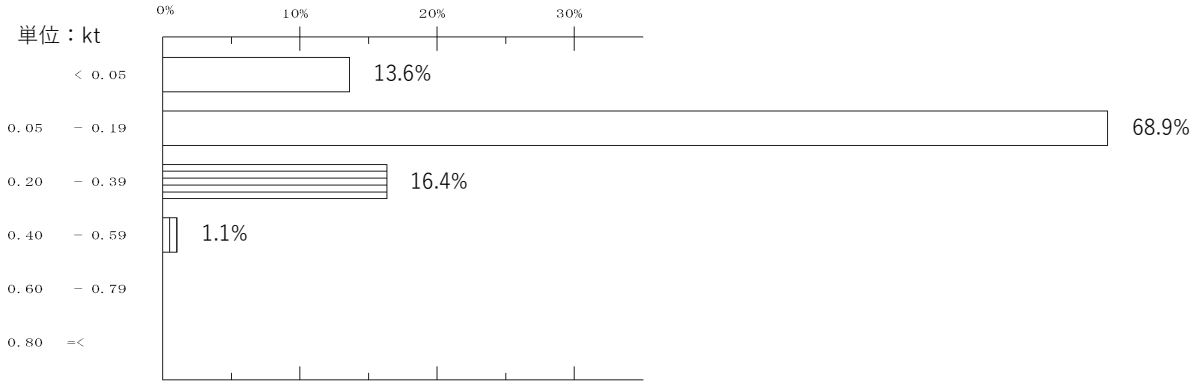
最大流速　流向 17.1°　流速 0.52kt

図７－３　流向・流速　頻度統計図（測点番号241585、観測層7m）

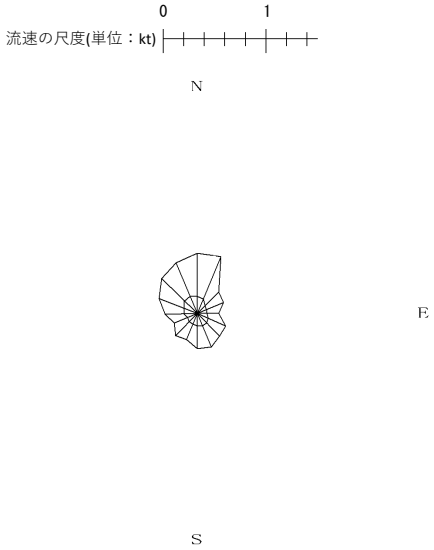
１６方位別流速別出現頻度



流速別出現頻度



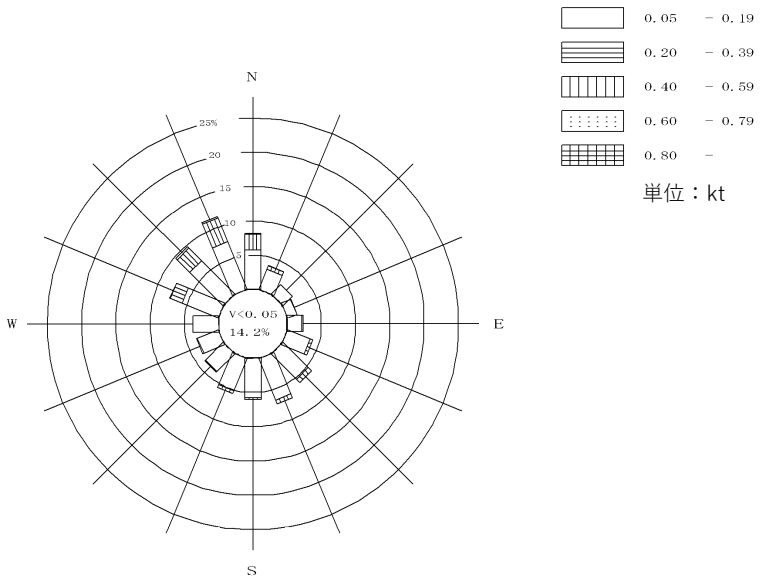
流向別最大流速



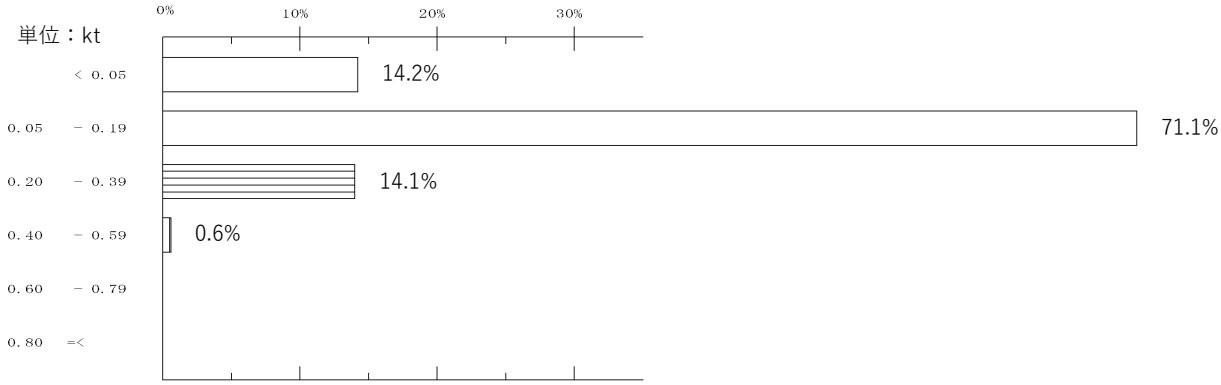
最大流速　流向 12.8°　流速 0.60kt

図７－４　流向・流速　頻度統計図（測点番号241585、観測層9m）

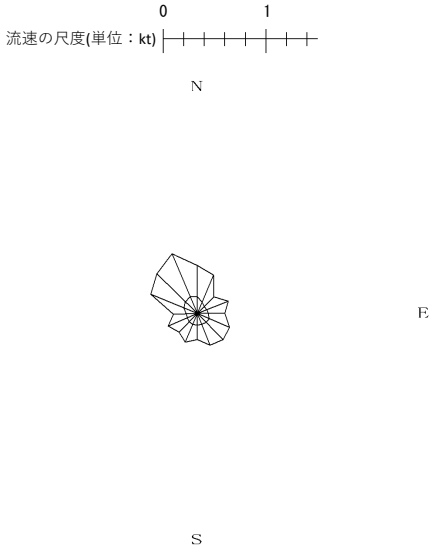
１６方位別流速別出現頻度



流速別出現頻度



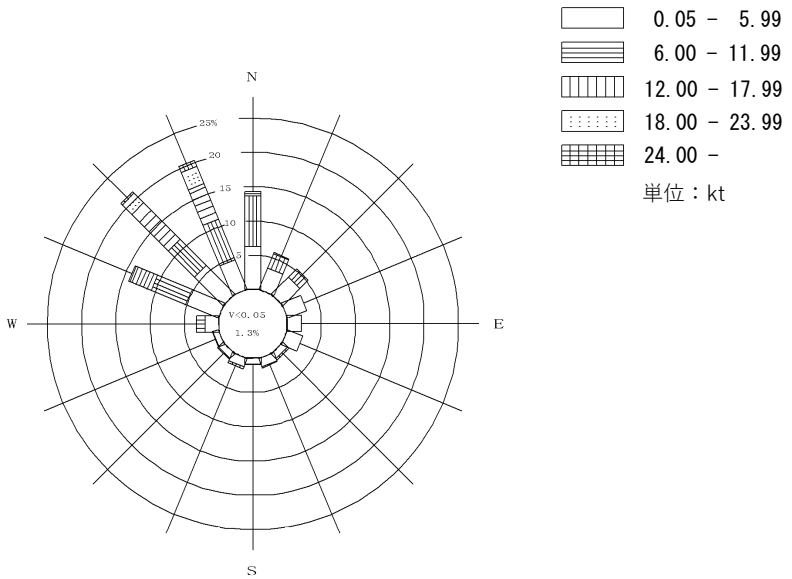
流向別最大流速



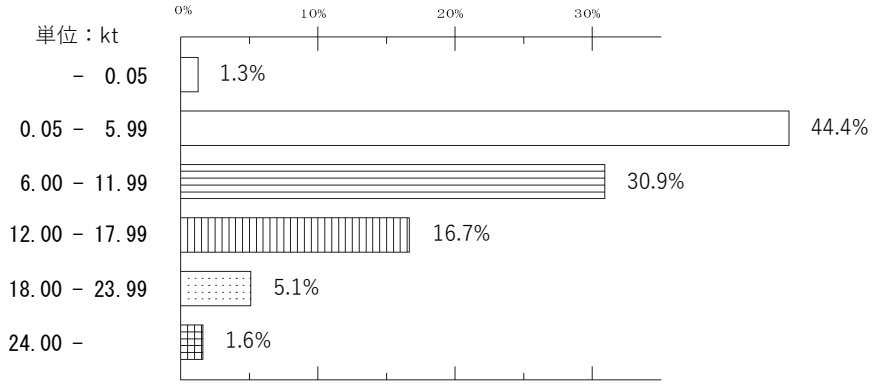
最大流速　流向 332.2°　流速 0.63kt

図８　風向・風速　頻度統計図（四日市防波堤通信所、四日市海上保安部所管）

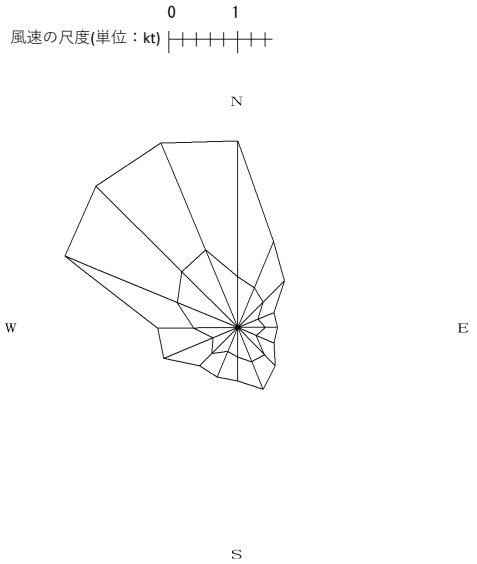
１６方位別風速別出現頻度



風速別出現頻度



風向別最大流速



最大風速　風向 337.5°　風速 29.16kt

図９　恒流図（単位 kt）

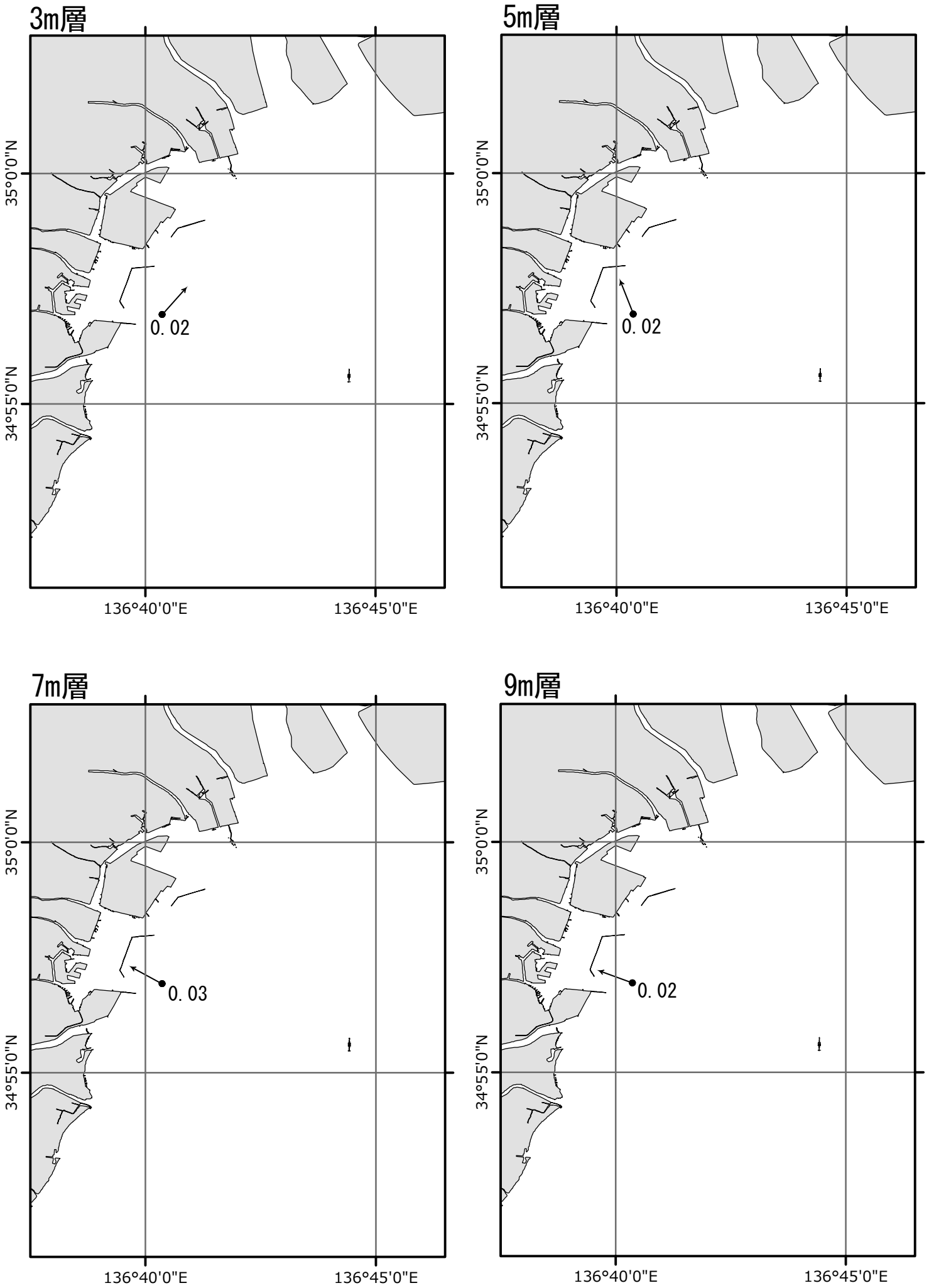


図１０－１　四季曲線（測点番号241585、観測層3m）

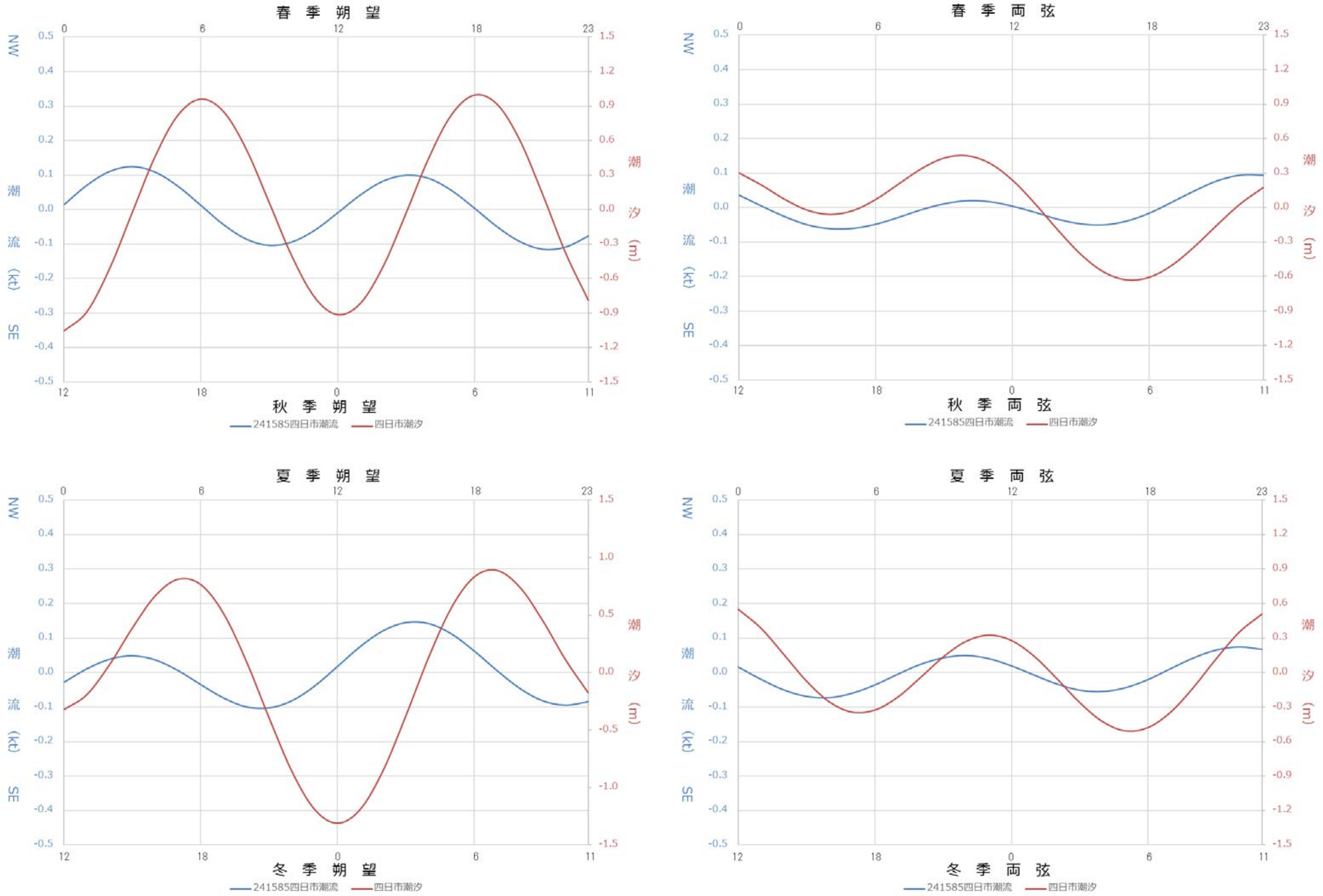
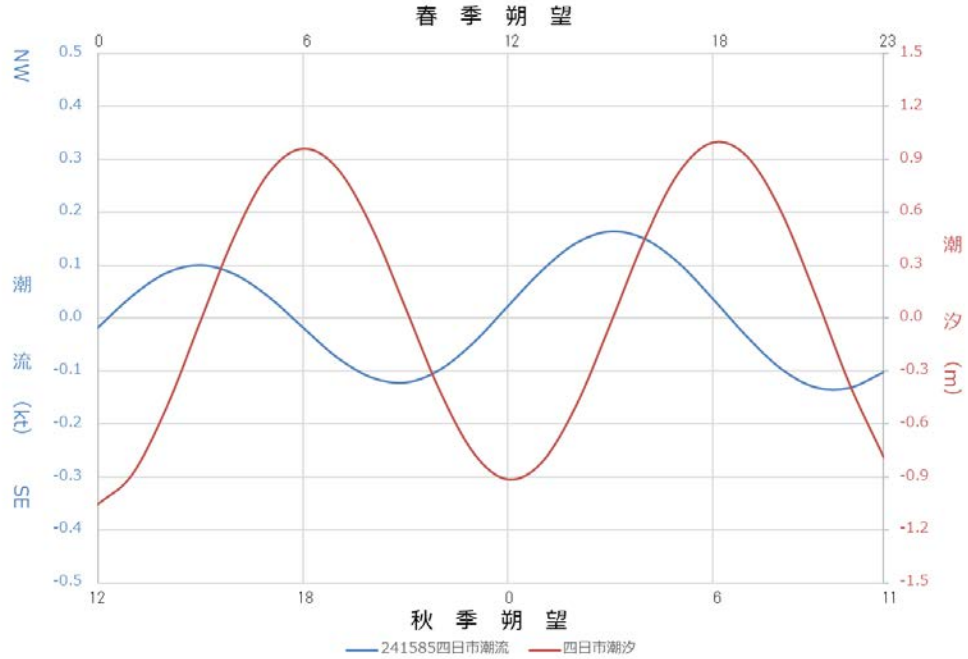
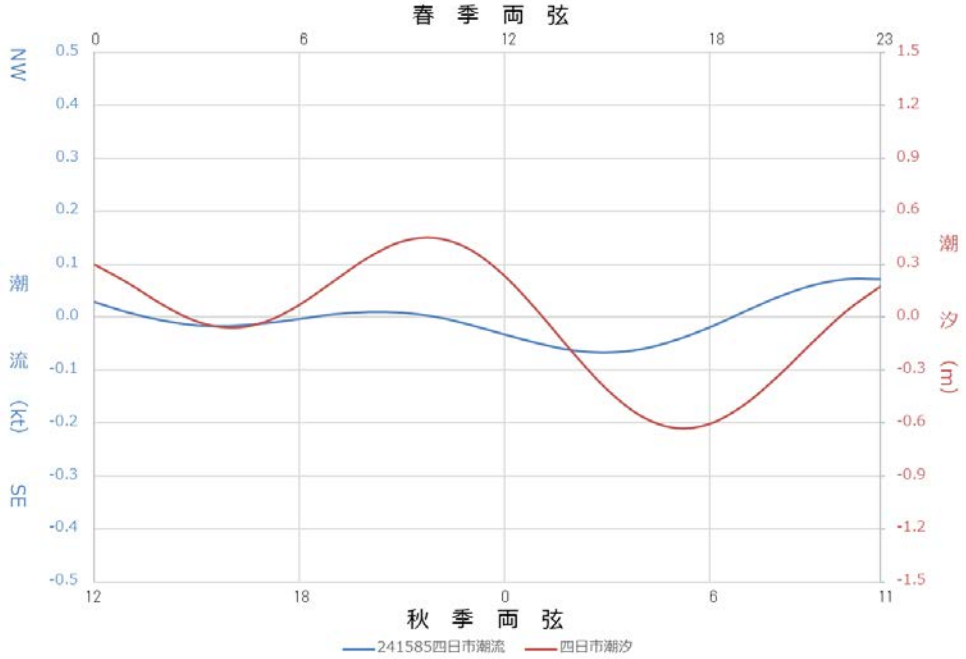
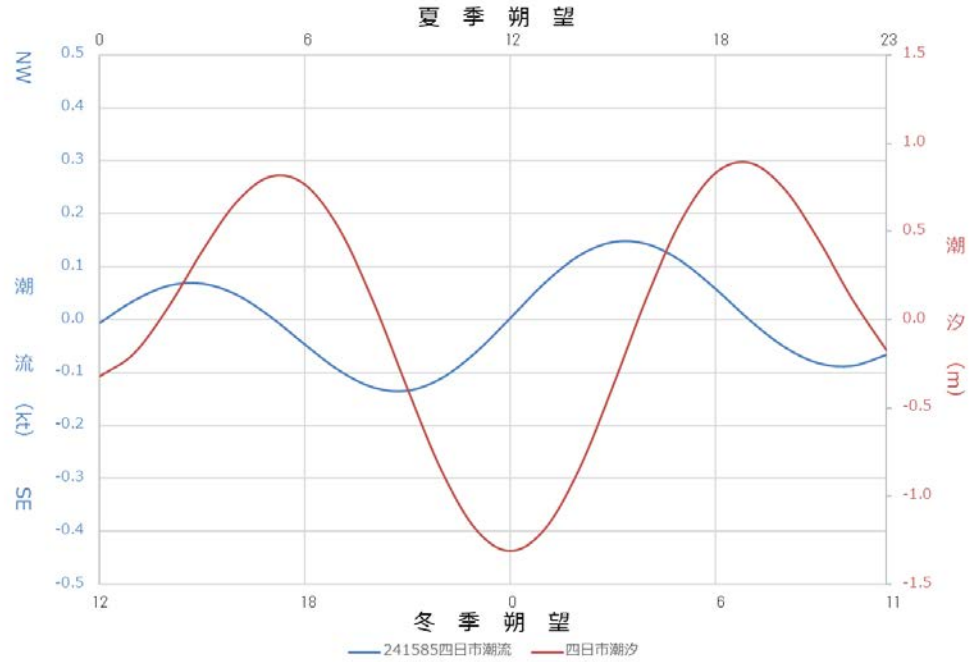


図１０－２　四季曲線（測点番号241585、観測層5m）







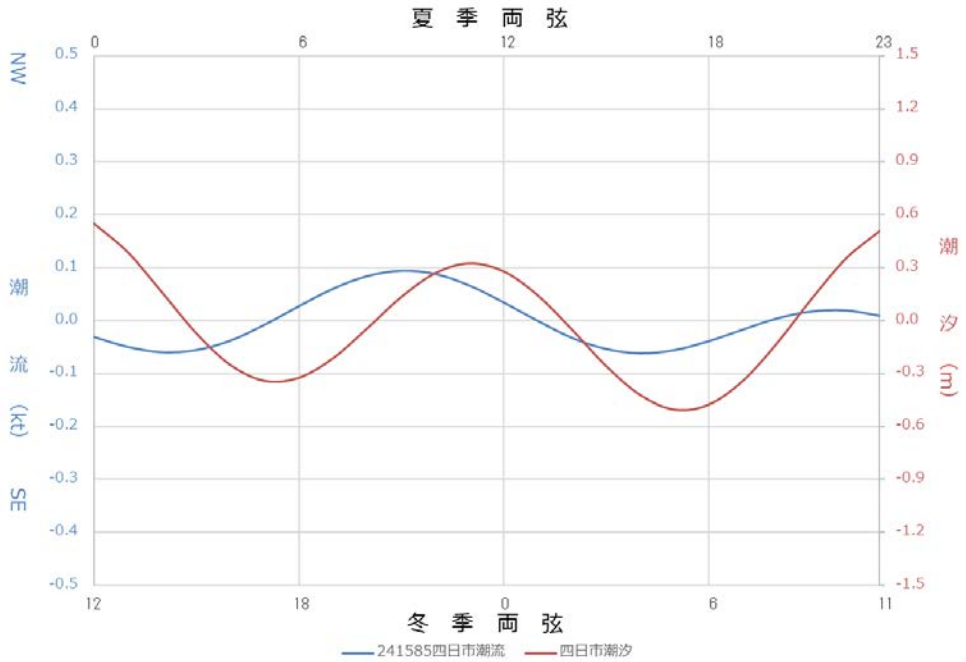


図１０－３　四季曲線（測点番号241585、観測層7m）

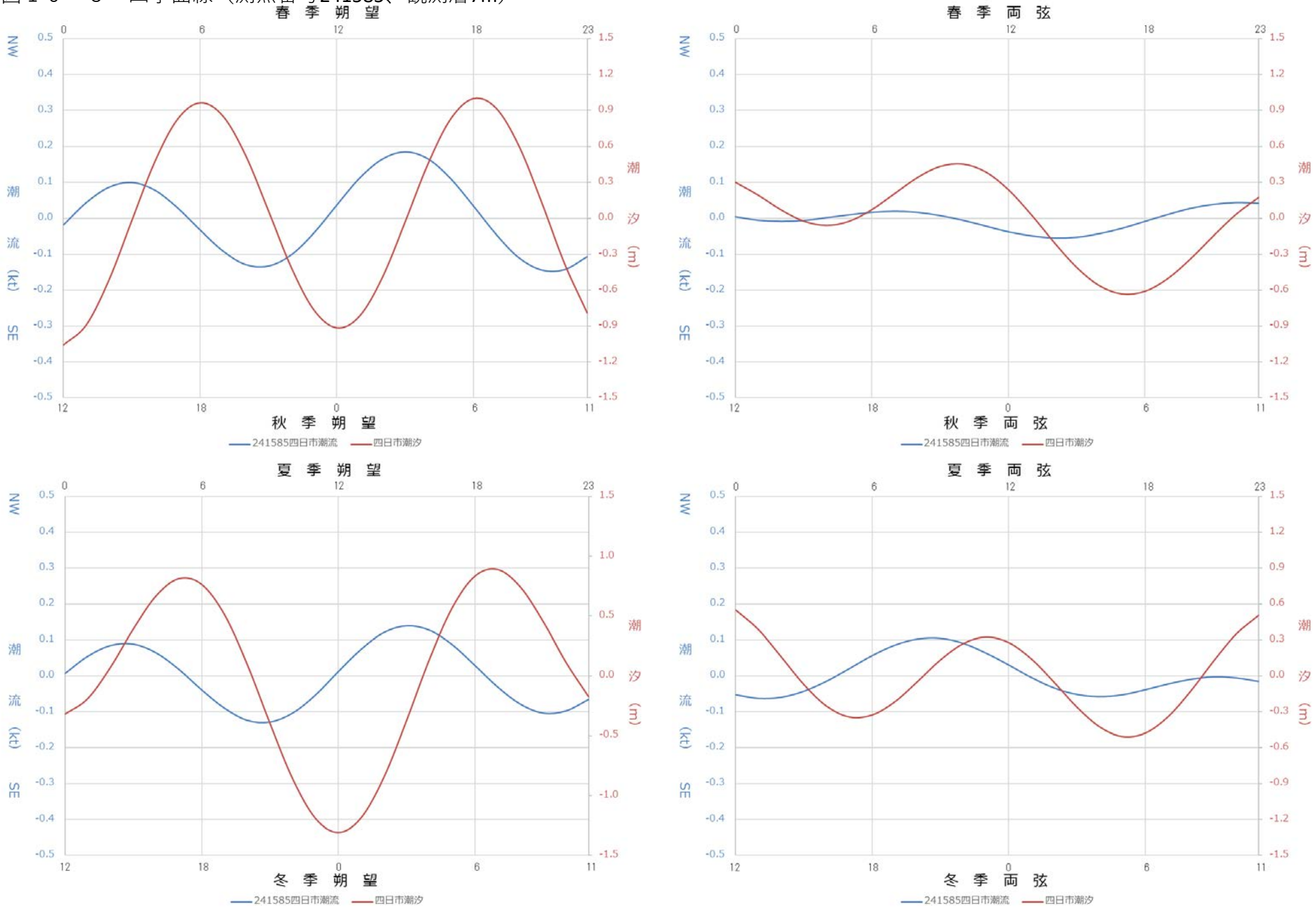
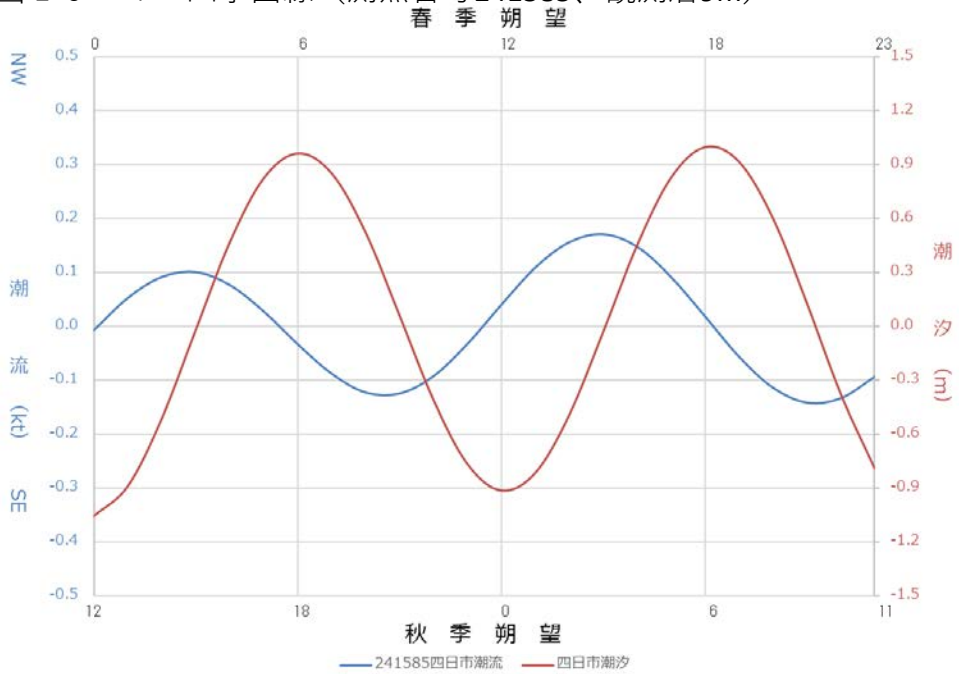
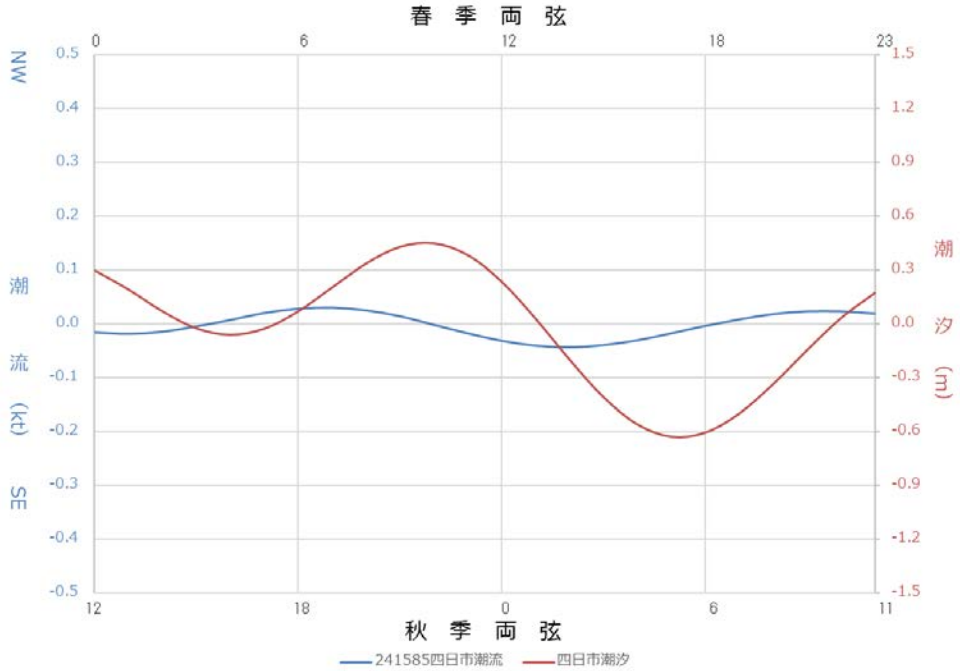
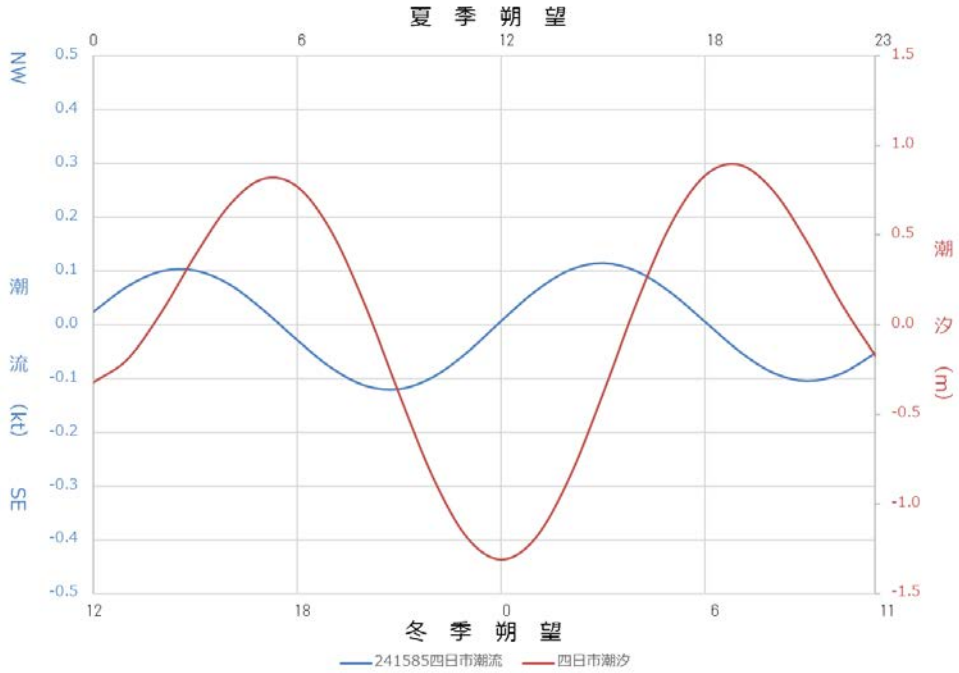


図１０－４　四季曲線（測点番号241585、観測層9m）







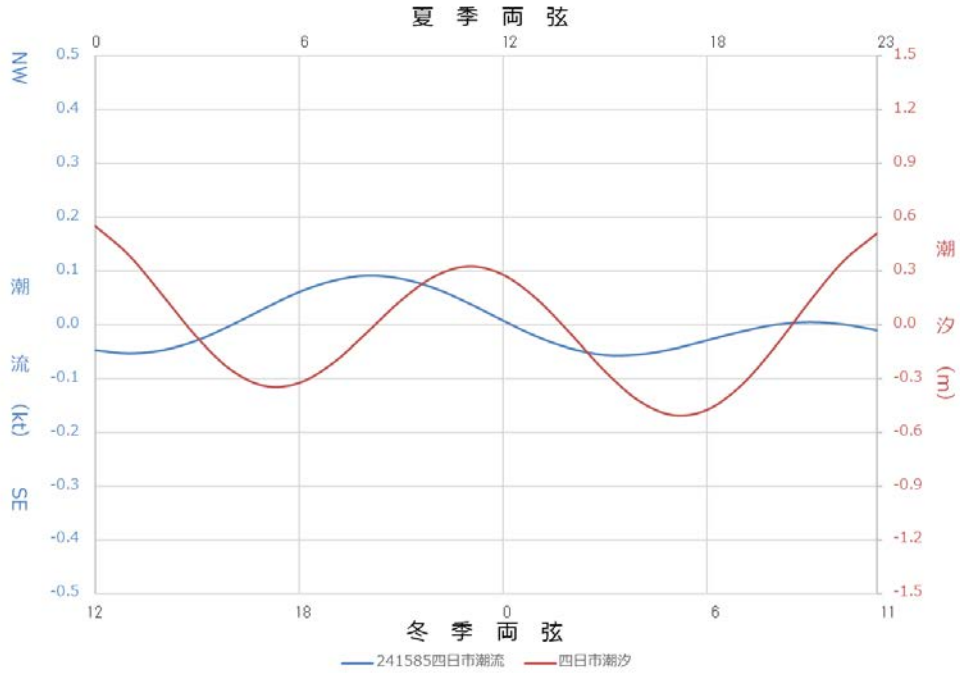


図１１　大潮期の最大流速（単位 kt）

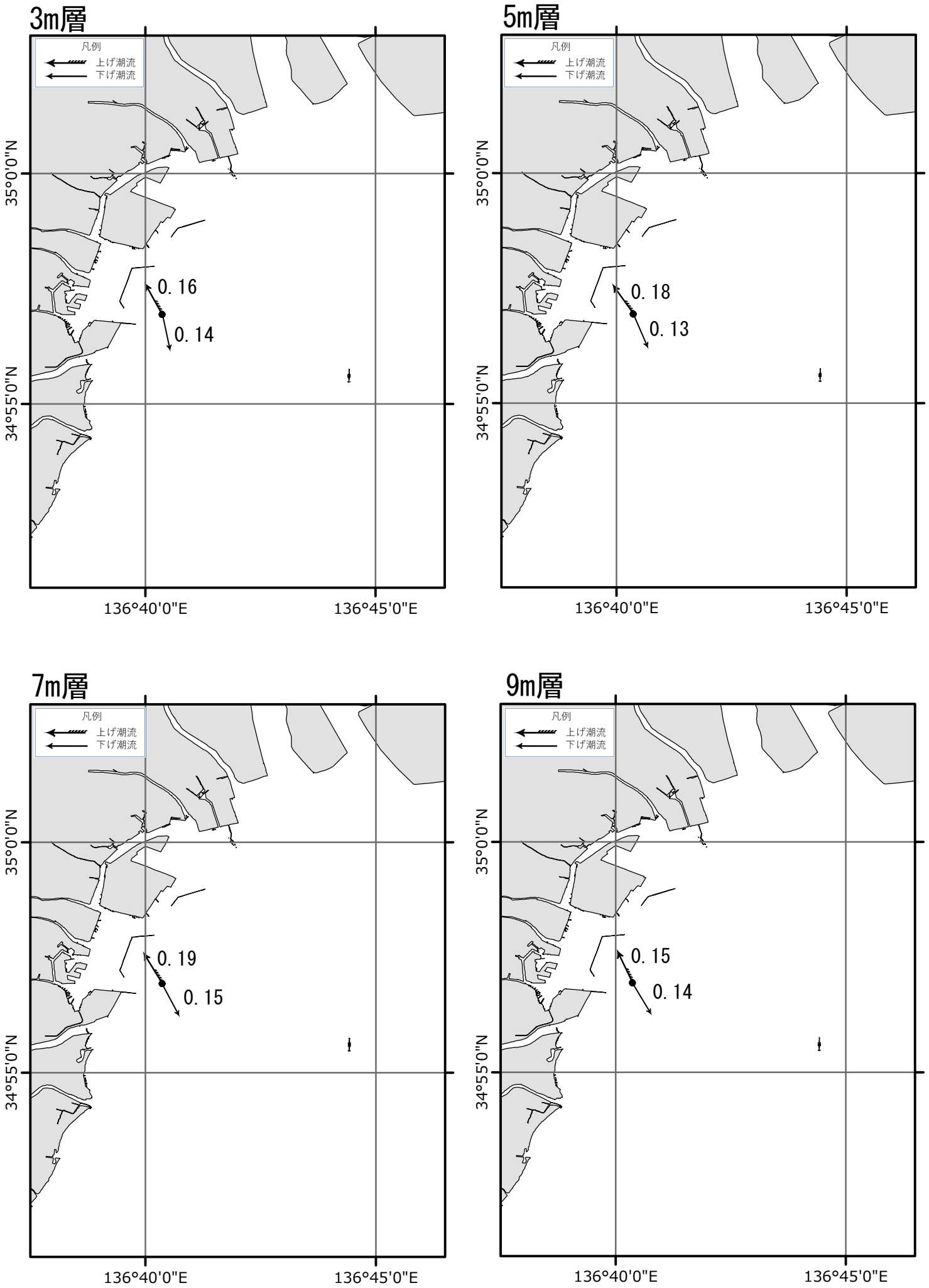


表１－１　調和定数・非調和定数成果表（測点番号：241585、3m 層）

位置：　34°56′56″N

136°40′22″E

15 昼夜調和分解　2019/10/29～11/12

調和定数成果表

分　潮			M2	S2	K2	N2	K1	O1	P1	Q1	M4	MS4	恒流 kt
北方成分		V(kt)	0.077	0.030	0.008	0.011	0.023	0.014	0.008	0.014	0.007	0.006	0.016
		K(Deg)	107.4	69.3	69.3	55.6	142.3	78.7	142.3	264.1	261.7	272.0	
東方成分		V(kt)	0.040	0.010	0.003	0.014	0.031	0.022	0.010	0.007	0.008	0.007	0.014
		K(Deg)	286.8	264.5	264.5	137.4	211.6	195.6	211.6	288.3	269.6	14.6	
主方向 310°		V(kt)	0.080	0.027	0.007	0.012	0.023	0.022	0.008	0.005	0.001	0.007	-0.001
		K(Deg)	107.2	73.6	73.6	353.1	67.8	36.1	67.8	237.7	115.3	225.0	
潮流楕円成分	長軸	DL(Deg)	332.5	342.2	342.2	74.7	65.8	291.1	65.8	24.4	47.0	294.1	41.7°
		VL(kt)	0.087	0.032	0.009	0.014	0.033	0.023	0.011	0.015	0.010	0.007	0.022
		KL(Deg)	107.3	70.8	70.8	125.7	196.2	26.4	196.2	268.4	265.9	213.1	
	短軸	DS(Deg)	62.5	72.2	72.2	164.7	155.8	21.1	155.8	114.4	137.0	24.1	
		VS(kt)	0.000	0.002	0.001	0.010	0.020	0.012	0.007	0.002	0.001	0.005	
		KS(Deg)	197.3	340.8	340.8	215.7	286.2	116.4	286.2	358.4	355.9	303.1	

非調和定数成果表

項　目	資料番号 241585	備　考
潮　型	0.425 混合潮型	$(VK_1 + VO_1) / (VM_2 + VS_2)$：日周期と半日周期の振幅の比 0.25 未満　：半日周潮型 0.25 以上 1.25 未満　：混合潮型 1.25 以上　：日周潮型
大潮期平均流速	0.107kt	$(VM_2 + VS_2)$：半日周潮の振幅の和
小潮期平均流速	0.054kt	$(VM_2 - VS_2)$：半日周潮の振幅の差
回帰潮最大流速	0.046kt	$(VK_1 + VO_1)$：日周潮の振幅の和
大・小潮流速比	0.501	$(VM_2 - VS_2) / (VM_2 + VS_2)$： 小潮期平均流速と大潮期平均流速の比
平均高潮間隔	3.70 時間	$(KM_2 / 29)$：半日周潮の遅角を 29 で割ったもの
潮　齢	-33.1 時間	$0.984 \times (KS_2 - KM_2)$　：半日周潮の遅角の差に 0.984 を掛けたもの
主　方　向	310°	潮流楕円の長軸方向

表１－２　調和定数・非調和定数成果表（測点番号：241585、5m 層）

位置：　34°56′56″N

136°40′22″E

15 昼夜調和分解　2019/10/29～11/12

調和定数成果表

分　潮			M2	S2	K2	N2	K1	O1	P1	Q1	M4	MS4	恒流 kt
北方成分		V(kt)	0.082	0.029	0.008	0.004	0.007	0.027	0.002	0.013	0.009	0.009	0.015
		K(Deg)	97.9	94.1	94.1	140.9	22.8	127.4	22.8	215.5	250.7	333.5	
東方成分		V(kt)	0.032	0.020	0.005	0.002	0.017	0.029	0.006	0.022	0.007	0.006	-0.006
		K(Deg)	278.0	270.0	270.0	339.5	212.9	257.3	212.9	294.1	303.5	17.4	
主方向 325°		V(kt)	0.085	0.036	0.010	0.004	0.016	0.035	0.005	0.015	0.006	0.006	0.016
		K(Deg)	97.9	92.8	92.8	144.8	29.0	106.1	29.0	158.6	219.3	308.7	
潮流楕円成分	長軸	DL(Deg)	338.7	326.0	326.0	340.1	293.3	311.6	293.3	80.3	32.0	28.8	338.3° 0.016
		VL(kt)	0.088	0.036	0.010	0.004	0.018	0.036	0.006	0.022	0.010	0.011	
		KL(Deg)	97.9	92.8	92.8	143.1	31.3	99.8	31.3	288.6	266.9	344.6	
	短軸	DS(Deg)	68.7	56.0	56.0	70.1	23.3	41.6	23.3	170.3	122.0	118.8	
		VS(kt)	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.017	0.000	0.012	0.005	0.004	
		KS(Deg)	7.9	182.8	182.8	53.1	301.3	189.8	301.3	18.6	356.9	74.6	

非調和定数成果表

項　目	資料番号 241585	備　考
潮　型	0.421 混合潮型	$(VK_1 + VO_1) / (VM_2 + VS_2)$：日周期と半日周期の振幅の比 0.25 未満　：半日周潮型 0.25 以上 1.25 未満　：混合潮型 1.25 以上　：日周潮型
大潮期平均流速	0.121kt	$(VM_2 + VS_2)$：半日周潮の振幅の和
小潮期平均流速	0.050kt	$(VM_2 - VS_2)$：半日周潮の振幅の差
回帰潮最大流速	0.051kt	$(VK_1 + VO_1)$：日周潮の振幅の和
大・小潮流速比	0.413	$(VM_2 - VS_2) / (VM_2 + VS_2)$： 小潮期平均流速と大潮期平均流速の比
平均高潮間隔	3.38 時間	$(KM_2 / 29)$：半日周潮の遅角を 29 で割ったもの
潮　齢	-5.0 時間	$0.984 \times (KS_2 - KM_2)$　：半日周潮の遅角の差に 0.984 を掛けたもの
主　方　向	325°	潮流楕円の長軸方向

表１－３　調和定数・非調和定数成果表（測点番号：241585、7m 層）

位置：　34°56′56″N

136°40′22″E

15 昼夜調和分解　2019/10/29～11/12

調和定数成果表

分　潮			M2	S2	K2	N2	K1	O1	P1	Q1	M4	MS4	恒流 kt
北方成分		V(kt)	0.079	0.04	0.011	0.010	0.018	0.026	0.006	0.007	0.004	0.010	0.012
		K(Deg)	90.0	96.4	96.4	219.5	334.3	128.0	334.3	196.5	291.9	331.9	
東方成分		V(kt)	0.033	0.021	0.006	0.012	0.006	0.030	0.002	0.014	0.007	0.006	-0.023
		K(Deg)	269.9	277.0	277.0	327.1	240.8	275.1	240.8	316.0	17.8	11.0	
主方向 333°		V(kt)	0.085	0.045	0.012	0.012	0.017	0.035	0.006	0.011	0.005	0.007	0.021
		K(Deg)	90.0	96.5	96.5	194.7	343.9	116.0	343.9	165.9	247.9	319.2	
潮流楕円成分	長軸	DL(Deg)	337.2	331.5	331.5	304.2	358.7	310.3	358.7	286.5	86.7	25.6	298.5° 0.026
		VL(kt)	0.085	0.045	0.012	0.013	0.018	0.038	0.006	0.014	0.007	0.011	
		KL(Deg)	90.0	96.5	96.5	173.1	334.8	109.0	334.8	142.8	16.0	339.9	
	短軸	DS(Deg)	67.2	61.5	61.5	34.2	88.7	40.3	88.7	16.5	176.7	115.6	
		VS(kt)	0.000	0.000	0.000	0.009	0.006	0.011	0.002	0.006	0.004	0.003	
		KS(Deg)	180.0	6.5	6.5	263.1	244.8	199.0	244.8	232.8	106.0	69.9	

非調和定数成果表

項　目	資料番号 241585	備　考
潮　型	0.399 混合潮型	$(VK_1 + VO_1) / (VM_2 + VS_2)$：日周期と半日周期の振幅の比 0.25 未満　：半日周潮型 0.25 以上 1.25 未満　：混合潮型 1.25 以上　：日周潮型
大潮期平均流速	0.130kt	$(VM_2 + VS_2)$：半日周潮の振幅の和
小潮期平均流速	0.040kt	$(VM_2 - VS_2)$：半日周潮の振幅の差
回帰潮最大流速	0.052kt	$(VK_1 + VO_1)$：日周潮の振幅の和
大・小潮流速比	0.308	$(VM_2 - VS_2) / (VM_2 + VS_2)$： 小潮期平均流速と大潮期平均流速の比
平均高潮間隔	3.10 時間	$(KM_2 / 29)$：半日周潮の遅角を 29 で割ったもの
潮　齢	6.4 時間	$0.984 \times (KS_2 - KM_2)$　：半日周潮の遅角の差に 0.984 を掛けたもの
主　方　向	333°	潮流楕円の長軸方向

表１－４　調和定数・非調和定数成果表（測点番号：241585、9m 層）

位置：　34°56′56″N

136°40′22″E

15 昼夜調和分解　2019/10/29～11/12

調和定数成果表

分　潮			M2	S2	K2	N2	K1	O1	P1	Q1	M4	MS4	恒流 kt
北方成分		V(kt)	0.073	0.040	0.011	0.013	0.016	0.019	0.005	0.005	0.004	0.009	0.007
		K(Deg)	82.5	95.8	95.8	195.1	313.4	137.9	313.4	163.0	321.1	342.8	
東方成分		V(kt)	0.034	0.019	0.005	0.012	0.006	0.025	0.002	0.009	0.009	0.005	-0.019
		K(Deg)	272.8	278.5	278.5	341.5	4.7	273.2	4.7	321.5	41.6	30.6	
主方向 335°		V(kt)	0.080	0.045	0.012	0.017	0.013	0.026	0.004	0.008	0.005	0.007	0.014
		K(Deg)	84.3	96.3	96.3	185.2	305.0	120.8	305.0	153.2	272.7	329.4	
潮流楕円成分	長軸	DL(Deg)	335.5	334.2	334.2	318.3	13.6	303.8	13.6	298.9	83.9	23.5	290.0°
		VL(kt)	0.080	0.045	0.012	0.017	0.016	0.029	0.005	0.010	0.009	0.009	0.020
		KL(Deg)	84.3	96.3	96.3	180.2	317.1	107.8	317.1	146.6	38.6	351.5	
	短軸	DS(Deg)	65.5	64.2	64.2	48.3	103.6	33.8	103.6	28.9	173.9	113.5	
		VS(kt)	0.005	0.001	0.000	0.005	0.004	0.011	0.001	0.002	0.004	0.003	
		KS(Deg)	354.3	6.3	6.3	270.2	47.1	197.8	47.1	236.6	128.6	81.5	

非調和定数成果表

項　目	資料番号 241585	備　考
潮　型	0.308 混合潮型	$(VK_1 + VO_1) / (VM_2 + VS_2)$：日周期と半日周期の振幅の比 0.25 未満　：半日周潮型 0.25 以上 1.25 未満　：混合潮型 1.25 以上　：日周潮型
大潮期平均流速	0.125kt	$(VM_2 + VS_2)$：半日周潮の振幅の和
小潮期平均流速	0.036kt	$(VM_2 - VS_2)$：半日周潮の振幅の差
回帰潮最大流速	0.039kt	$(VK_1 + VO_1)$：日周潮の振幅の和
大・小潮流速比	0.285	$(VM_2 - VS_2) / (VM_2 + VS_2)$： 小潮期平均流速と大潮期平均流速の比
平均高潮間隔	2.91 時間	$(KM_2 / 29)$：半日周潮の遅角を 29 で割ったもの
潮　齢	11.8 時間	$0.984 \times (KS_2 - KM_2)$　：半日周潮の遅角の差に 0.984 を掛けたもの
主　方　向	335°	潮流楕円の長軸方向