

平成28年度  
海士埼北方潮流観測  
報告書

平成28年6月調査

第九管区海上保安本部

## 1 目的

平成28年度海洋情報業務計画に基づき、海士埼北方において潮流観測を実施して流向、流速を調査するとともに、調和分解により潮流の調和定数を算出することにより、海図等の作成、潮流予報及び漂流予測の精度向上に資する基礎資料を得るものとする。

## 2 調査区域

石川県羽咋郡志賀町海士埼北方（図1参照）

## 3 調査期間

### (1) 現地作業

平成28年 6月 6日から

平成28年 6月 22日までのうち 2日間（潮流観測期間は17日間）

### (2) 資料整理

平成28年 10月 20日から

平成29年 1月 20日までのうち 30日間

## 4 使用した船舶又は航空機の種別又は名称

海上保安庁海洋情報部所属 測量船天洋

## 5 実施職員

### (1) 現地作業班

海上保安庁海洋情報部測量船天洋乗組員

第九管区海上保安本部海洋情報部職員3名

### (2) 資料整理班

第九管区海上保安本部海洋情報部職員3名

## 6 経過概要

日次	月日(曜日)	作業内容
1	6月 6日(月)	流速計設置（測量船天洋）
	6月 7日(火) ～ 6月 21日(火)	流速計係留ブイに取り付けた漂流ブイにより、設置位置を適宜監視
2	6月 22日(水)	流速計揚収（測量船天洋）

※本調査は海士埼北方沿岸測量及び日本海中部海流観測（5月30日～6月29日）に併せて実施した。

## 7 調査方法

6月6日～22日の17日間、流速計係留ブイの海面下約0.5mに流速計（超音波流速計：RD Instruments 社製 ワークホース ADCP センチネル 600kHz）を下向きに設置し、海底（水深約30m）まで測定層間隔2m、測定時間間隔10分で、流向・流速を測定した。

また、測定したデータを基に15昼夜（6月7日～21日）の調和分解を行い、潮流の調和定数を算出した。（観測資料番号：440652）

流速計の設置前及び揚収後の様子を写真1及び写真2に、設置状況を写真3及び図2に、使用した設定値を表1に示す。

## 8 調査結果

### （1）流向・流速の時系列変化

水深4m、6m、10m、20mの各層における流向・流速について、流速ベクトル図を図3-1～図3-4に、25時間移動平均図を図4-1～図4-4に、北方分速図を図5-1～図5-4に、東方分速図を図6-1～図6-4に示す。

概ね、水深の違いによる大きな流向の差は見られず、水深が深くなるに伴い流速が弱くなる傾向となっていたが、6月13日前後の流れは、水深が深くなるに伴い南西方向への流れが強くなるという特徴が見られた。

なお、図上でははっきりと確認できるような周期性のある流れは見られなかった。

### （2）流向・流速の頻度分布

水深4m、6m、10m、20mの各層における流向・流速について、流向別頻度分布図を図7-1～図7-4に、流速別頻度分布図を図8-1～図8-4に、流向別最大流速図を図9-1～図9-4に示す。

各層とも北東方向への流れが最も多く観測され、北北東～東北東にかけての流れが全体の40～50%程度を占めていた。流速は0.4kn未満が80%以上であり、1kn以上の流れは観測されなかった。水深4m～10m層にかけては0.6kn以上の流れ、水深10m～20m層にかけては0.2～0.6kn未満の流れが減少し、水深が深くなるに伴い0.2kn未満の流れが増加する傾向が見られたが、南～南西方向への流れは、水深4m、6m層よりも水深10m、20m層の方が強い流れが観測された。

### （3）最大流及び恒流

水深4m～20mの各層における最大流及び恒流（観測期間中の平均流）を表2に示す。

観測された最大の流速は水深4m層の0.83knで、北東方向の流れであった。

恒流は、水深4m層及び6m層では流速0.14knで、水深が深くなるに伴い弱くなる傾向が見られ、各層とも北東方向の流れであった。

#### (4) 潮流調和分解

水深 4m 層及び 6m 層について、15 昼夜の潮流調和分解成果を表 3-1 及び表 3-2 に示す。潮型は、4m 層及び 6m 層共に 1 日 1 回潮型であった。各要素とも値が小さく、大潮期の平均流速が 0.04kn 未満、大潮期の最大流速（主要四分潮の和）も 0.1kn 程度であった。

#### (5) 水温の時系列変化

流速計の水温センサーにより観測された水深 0.5m 層の水温について、時系列水温図を図 10 に、近似直線からの変動量に変換したものを図 11 に示す。

観測期間中の平均水温は 21.5℃で、15 日間で約 4℃の水温上昇が見られた。この時の周囲の表面水温（図 12）を見ると、海域全体の水温も 2 週間で 3~4℃上昇していることから、季節変動による水温の上昇を捉えたものと考えられる。

なお、1 日の水温変化が最も大きかったのは 6 月 11 日で、2.9℃の水温差があった。

#### (6) 風向・風速の時系列変化

潮流観測期間中に志賀で観測された風向・風速（気象庁ホームページより）について、風速ベクトル図を図 13 に、5 時間移動平均図を図 14 に、北方分速図を図 15 に、東方分速図を図 16 に示す。

概ね 24 時間周期の変動が確認でき、日中は東北東方向（海から陸へ）、夜間は西南西方向（陸から海へ）の風となっていた。

なお、6 月 17 日~18 日付近においては東北東方向への風が連続しているが、これは低気圧の通過に伴う影響を強く受けたものである。

#### (7) 風向・風速の頻度分布

潮流観測期間中に志賀で観測された風向・風速（気象庁ホームページより）について、風向別頻度分布図を図 17 に、風速別頻度分布図を図 18 に、風向別最大風速図を図 19 に示す。

東北東方向への風が最も多く、次いで西南西方向となっているが、風速 3m/s 以上の風は西南西方向の方が多く観測された。観測期間中における風速は 3m/s 未満が約 90%を占め、最大風速は 6m/s であった。

### 9 考察

#### (1) 流れと水温の比較

流れと水温の時系列図を比較すると、6 月 7 日~15 日頃にかけて、流れに変動が生じてから約 12 時後に、これと相関がみられる変動が水温にも生じていることが確認された。（考察 1）

この時の流れと水温の関係を模式的に表すと、北東～東方向への流れが強くなると水温は上昇傾向となり、南西～西方向に転じると水温は下降傾向となっていた。(考察2)

周囲の海流や地形を考慮すると、対馬暖流、もしくはそれに伴う暖流系の流れが沿岸付近を通過することで水温が上昇傾向になり、この流れが弱くなると水温が下降傾向になっていたと考えられる。

## (2) 流れと風の比較

6月16日～18日頃にかけては、(1)のような流れと水温の相関が見られない観測結果となっており、北東方向への流れが連続していたのにもかかわらず、水温は低下傾向となっていた。

この時の流れと風の時系列図を比較すると、北東方向への流れが連続していた期間と、低気圧の影響により北東～東方向への風が連続していた期間がほぼ重なっていることが確認された。(考察3)

このことから、6月16日～18日頃に観測された流れは、低気圧の通過に伴う風により発生した吹送流の影響を強く受けていたものと考えられる。

## 10 まとめ

(1) 今回観測を行った地点においては、潮流成分による流れは非常に弱く、計算によって求めた大潮期の最大の流れ(主要四分潮の和)も0.1kn程度であった。これは、日本海側は潮汐による干満差が小さいこと、及び観測した地点が外洋に面した開けた地形であったことに起因していると考えられる。

(2) 観測された流れは水温や風の変動と相関が見られ、周囲の海流や吹奏流の影響を大きく受けた流れであったと考えられる。

そのため、今回の観測地点付近における沿岸の流れを想定する際には、対馬暖流やそれに伴う海流の勢力や、一定方向への風が連続しているような場合にはその影響を考慮することが必要である。

図1 調査区域

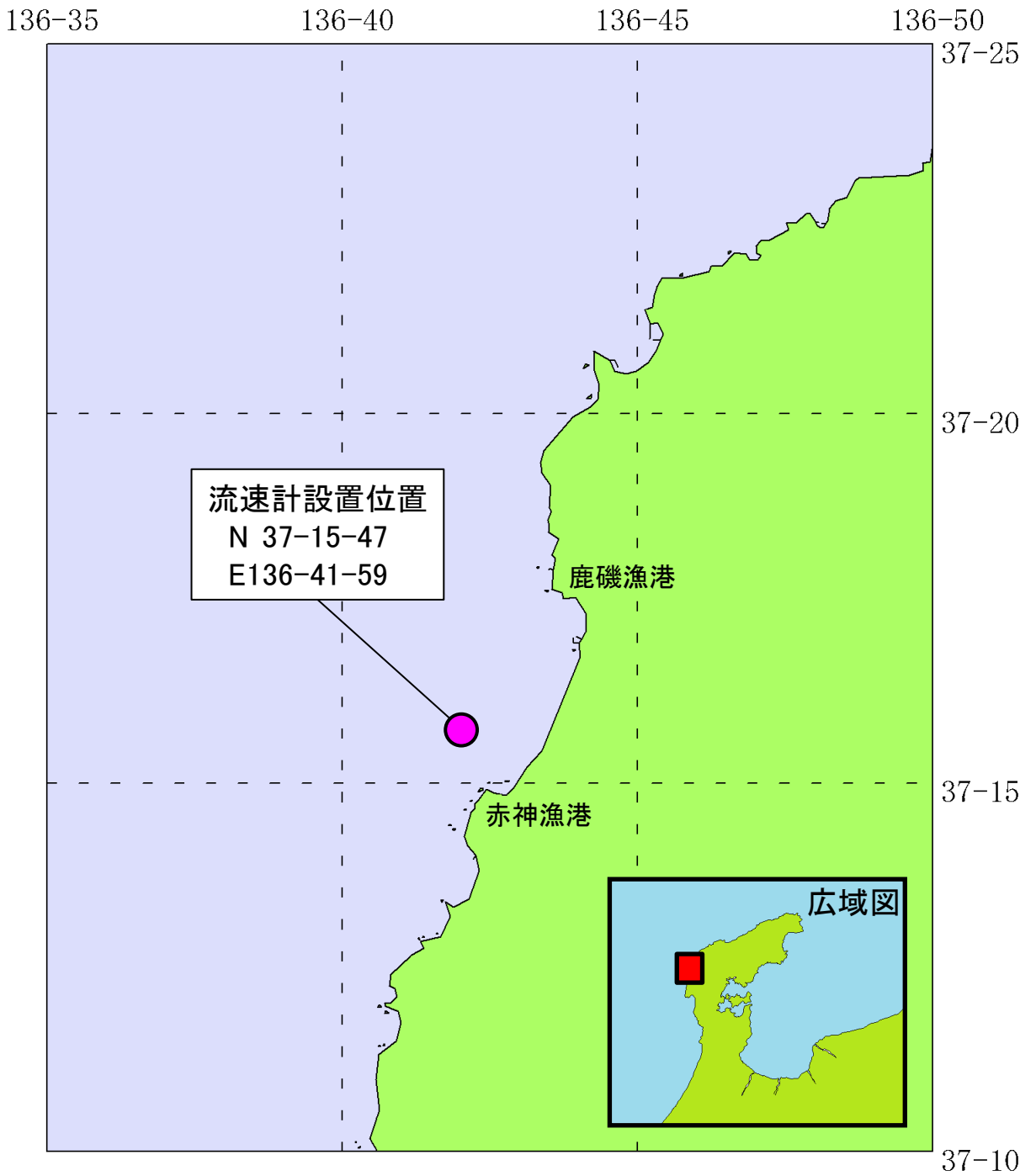


写真1 流速計\_設置前



写真2 流速計\_揚収後

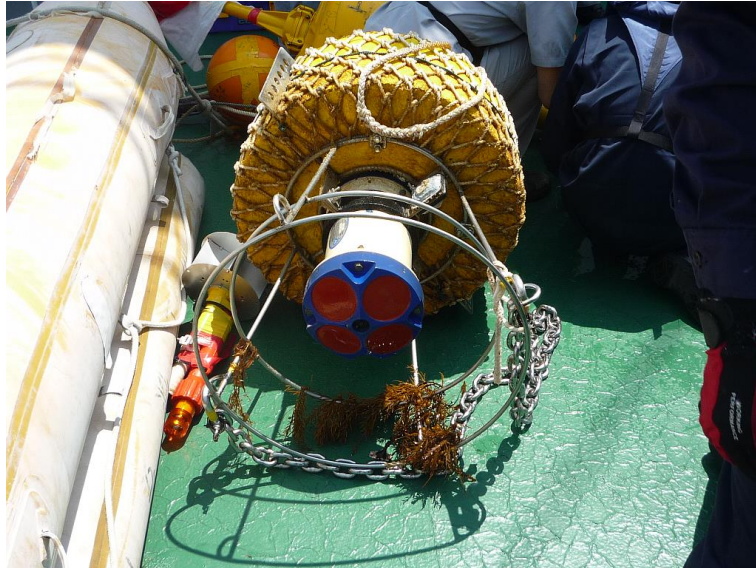
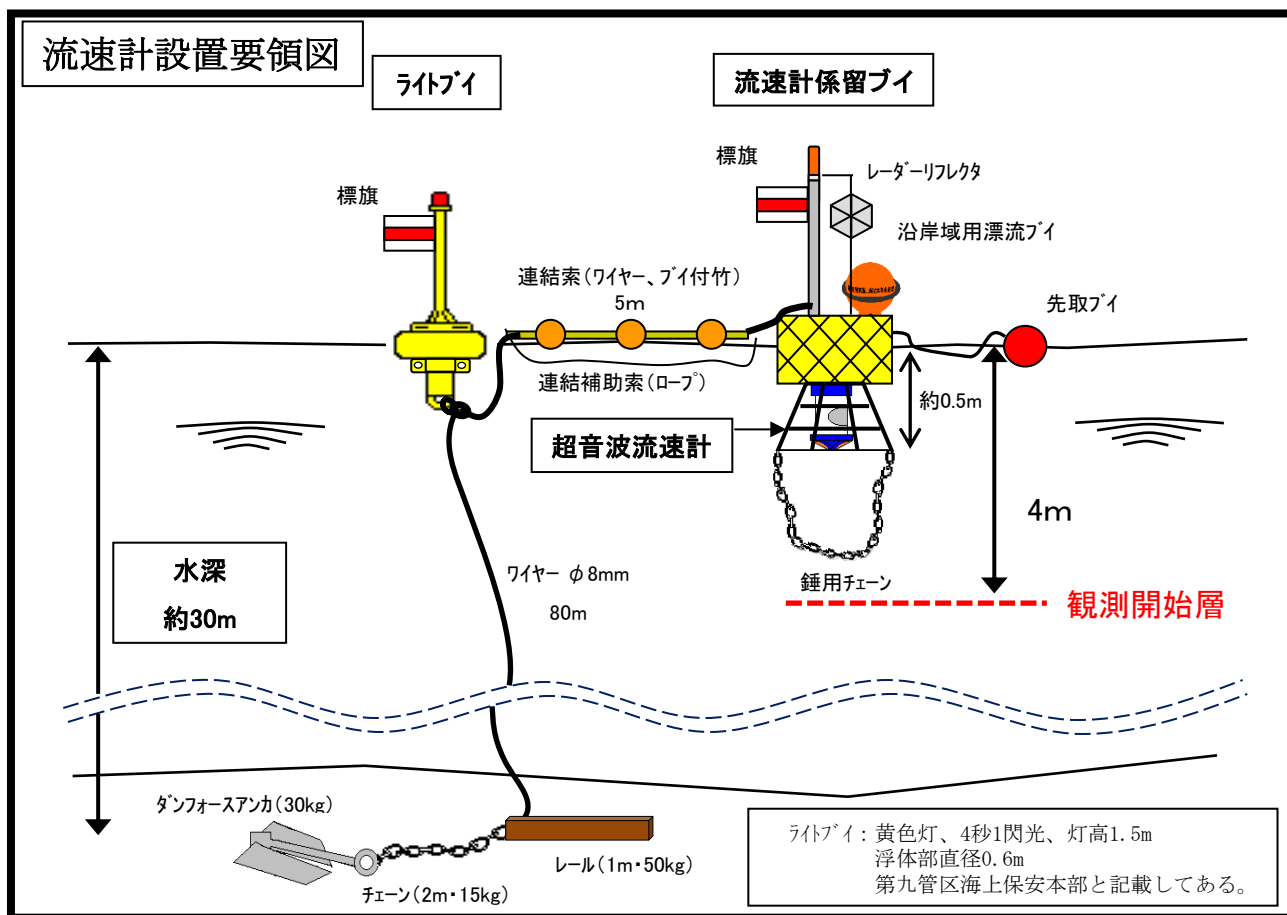


写真3 流速計の設置状況



図2 流速計の設置状況



(設置方法等詳細)

- 1 連結索 : ステンルワイヤー  
長さ5m、直径8mm、浮体及竹(3m)付
- 2 ライトブイ : 黄色灯、4秒1閃光、灯高1.5m  
浮体部直径0.6m
- 3 流速計 : 超音波流速計(RD Instruments社製 :  
ワークホースADCP センチネル 600kHz)  
直径約200mm、高さ約400mm、空中重量13kg
- 4 設置水深 : 海面下約0.5m
- 5 測定層 : 海面下4mから海底まで2m間隔
- 6 収録時間間隔 : 10分 (内観測は1秒間隔で1分間)
- 7 その他 : ライトブイには、第九管区海上保安本部と  
記載してある。



表1 流速計の設定値(TXTファイル)

システムコマンド	
パラメーターリセット	CR1
計測方法・データ出力の設定	CF11101
環境設定コマンド	
コーディネート、トランスフォーム設定	EX11111
使用するセンサーの設定	EZ1011101
トランスデューサーの深さ(喫水)(dm)	ED5
塩分値(ppt)	ES34
ウォータートラックコマンド	
バンド幅切り替え	WB0
測定結果の出力項目	WD111100000
ブランク距離(cm)	WF88
1アンサンプルの発信回数	WP60
設定層数	WN20
設定層厚(cm)	WS200
最大計測速度(cm/s)	WV175
タイミングコマンド	
アンサンプル間隔(hh:mm:ss.ff)	TE00:10:00.00
ピング発信間隔(mm:ss.ff)	TP00:01.00
発信開始時間(yy/mm/dd hh:mm:ss)	TF16/06/06 08:30:00
システムコマンド	
ユーザー設定の保存	CK
観測開始	CS

※ 磁気偏差(EB:-8.1°)は解析時に  
沿岸海象データ処理プログラム上で入力した。

図3-1 流速ベクトル図(4m層)

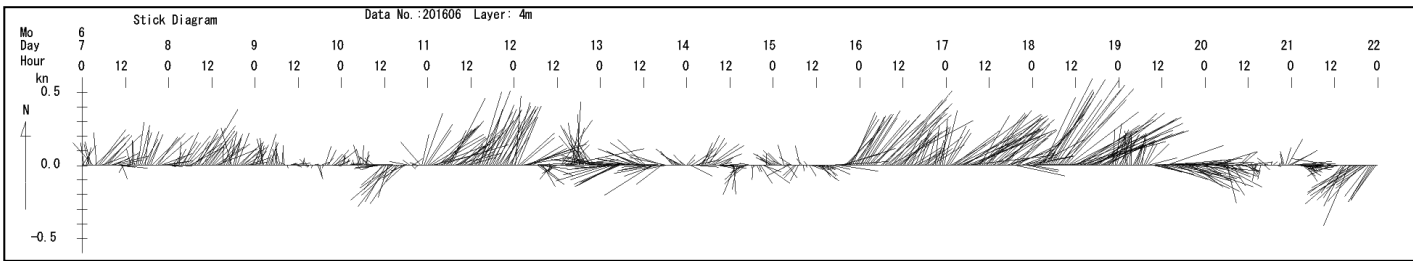


図3-2 流速ベクトル図(6m層)

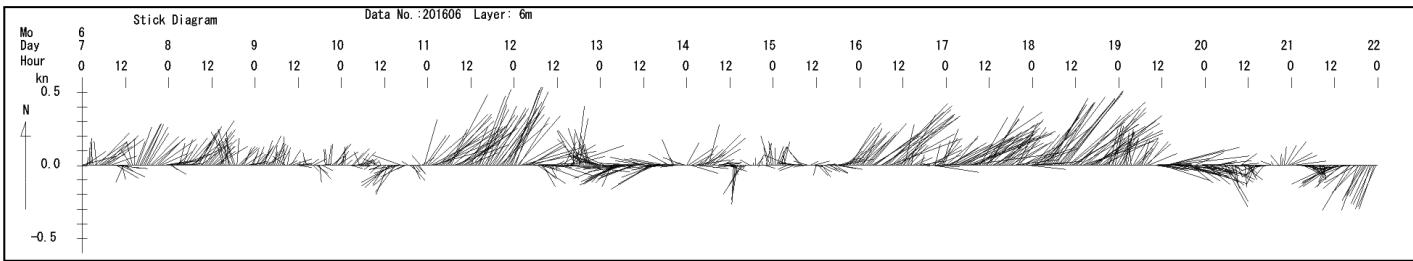


図3-3 流速ベクトル図(10m層)

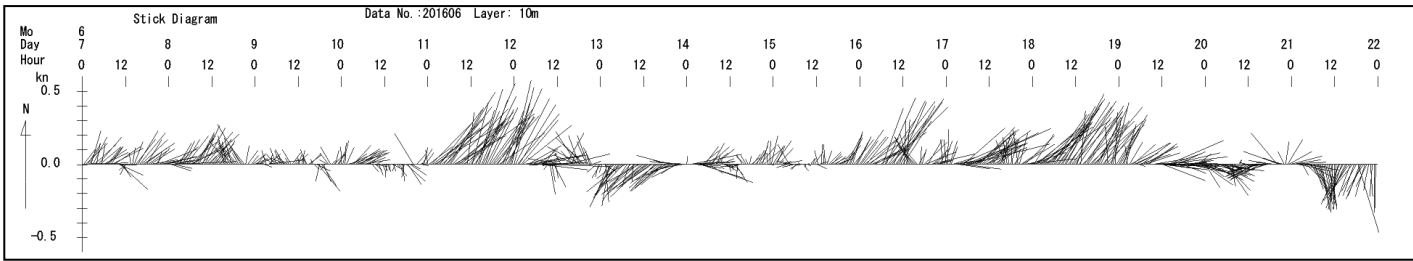


図3-4 流速ベクトル図(20m層)

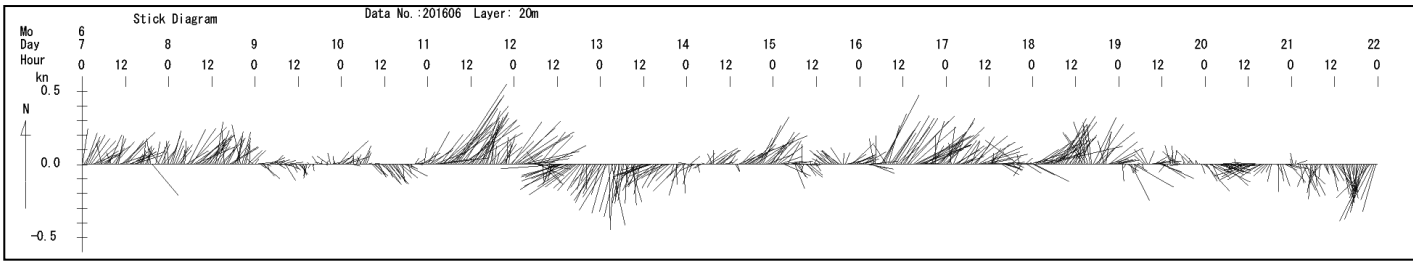


図4-1 25時間移動平均図(4m層)

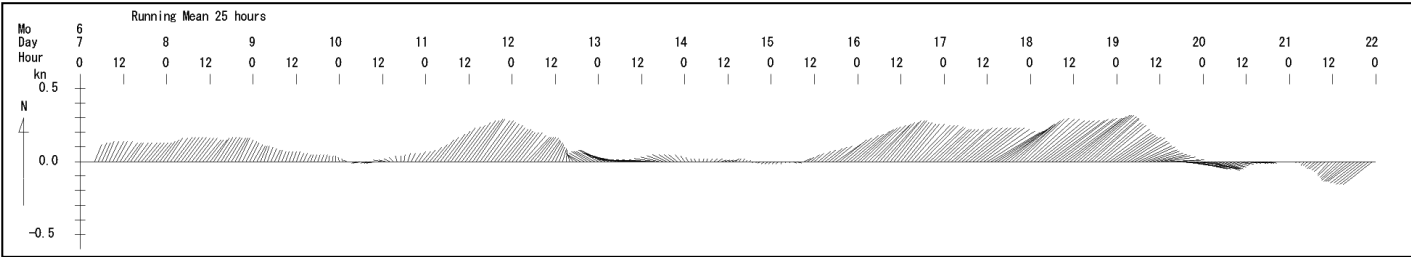


図4-2 25時間移動平均図(6m層)

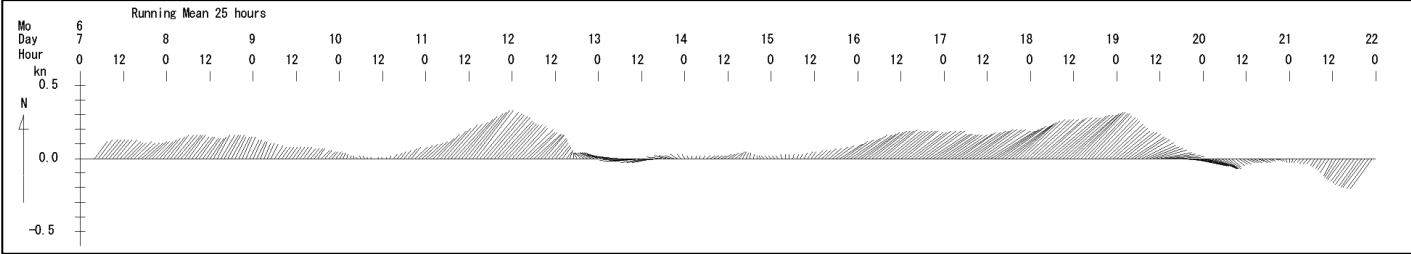


図4-3 25時間移動平均図(10m層)

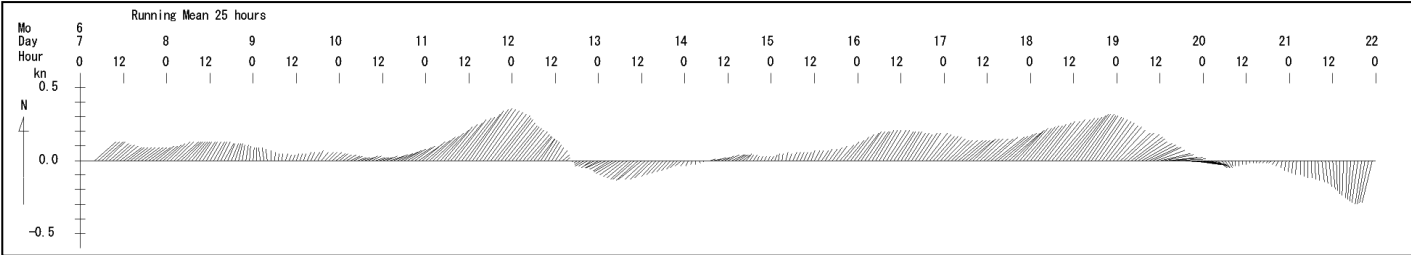


図4-4 25時間移動平均図(20m層)

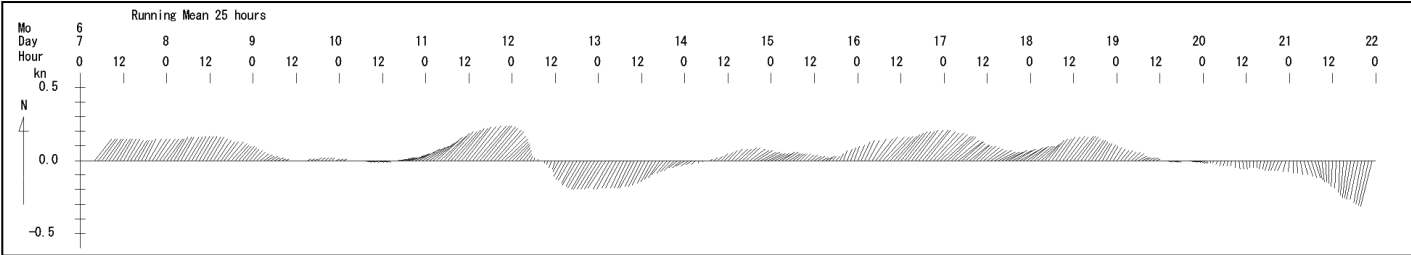




図6-1 東方分速図(4m層)

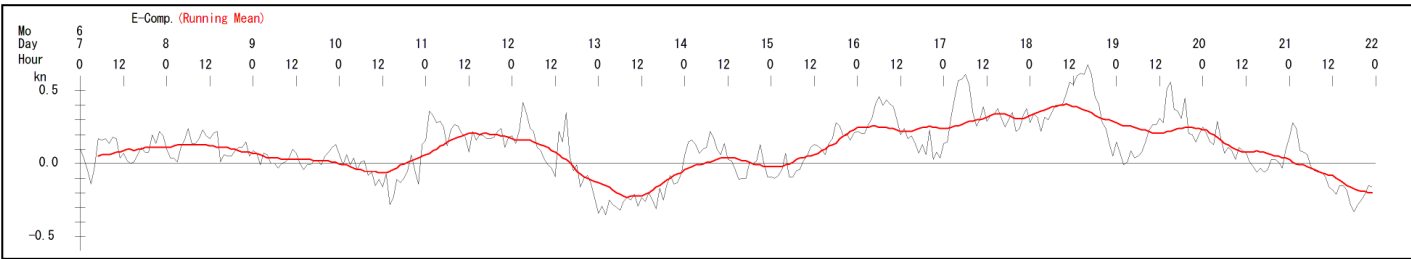


図6-2 東方分速図(6m層)

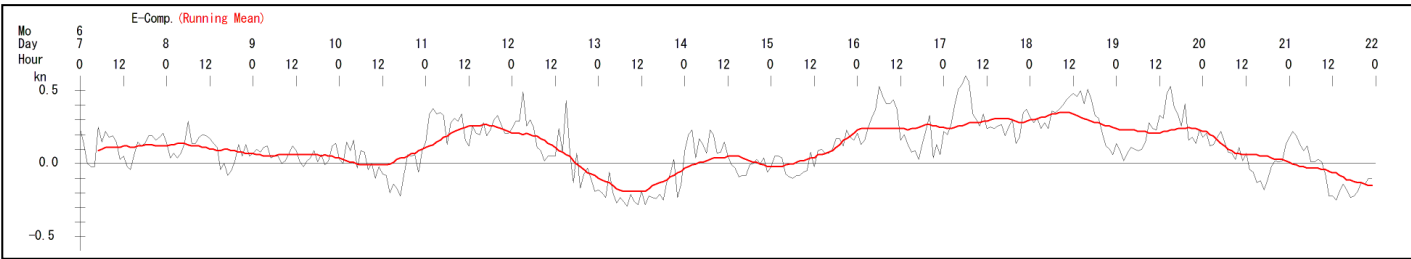


図6-3 東方分速図(10m層)

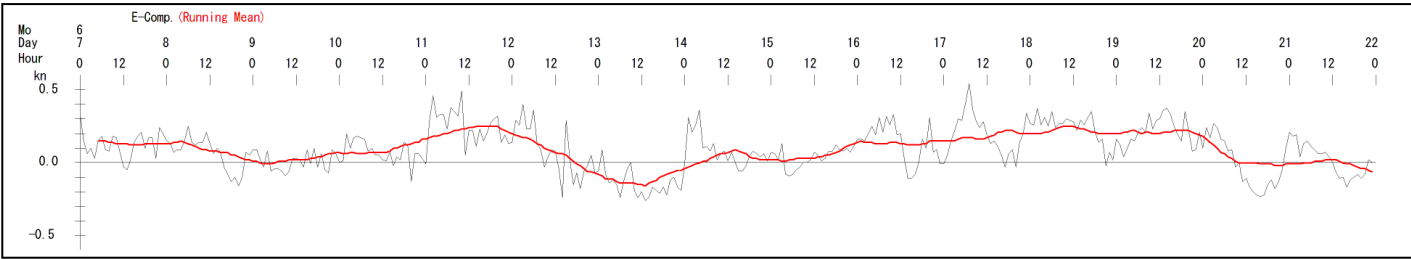


図6-4 東方分速図(20m層)

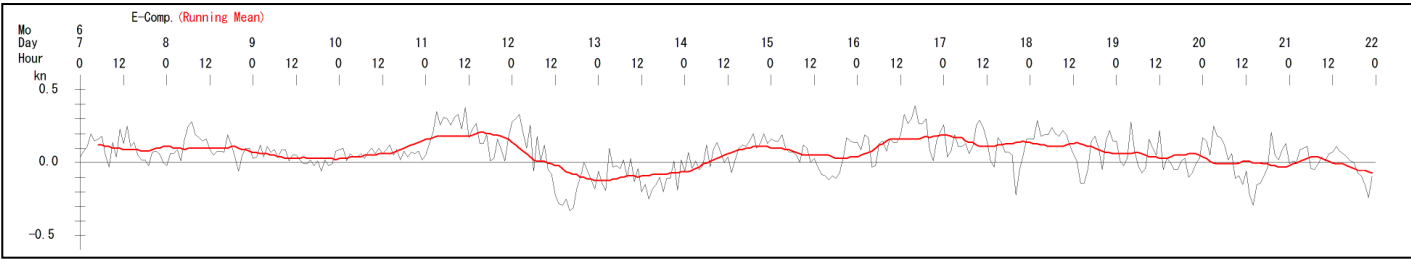


图7-1 流向別頻度分布図(4m層)

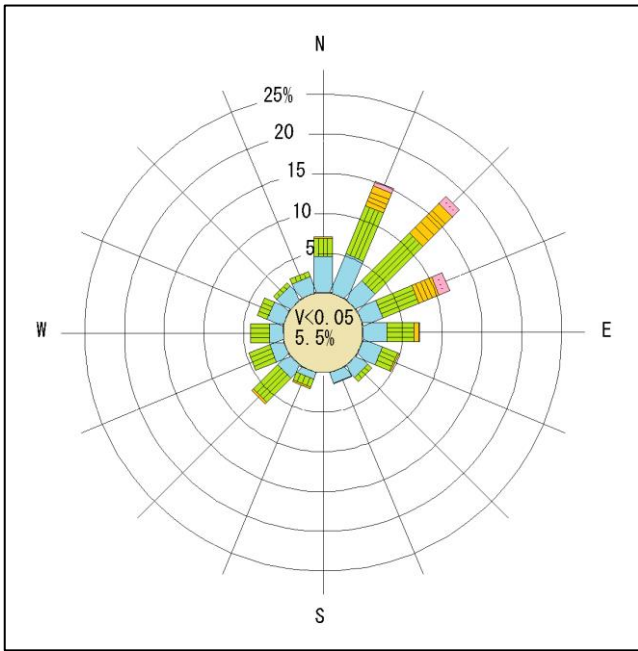


图7-2 流向別頻度分布図(6m層)

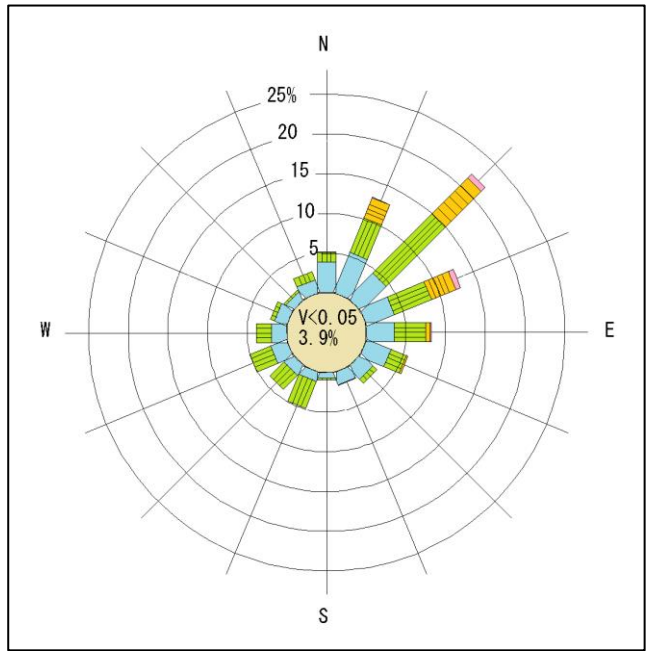


图7-3 流向別頻度分布図(10m層)

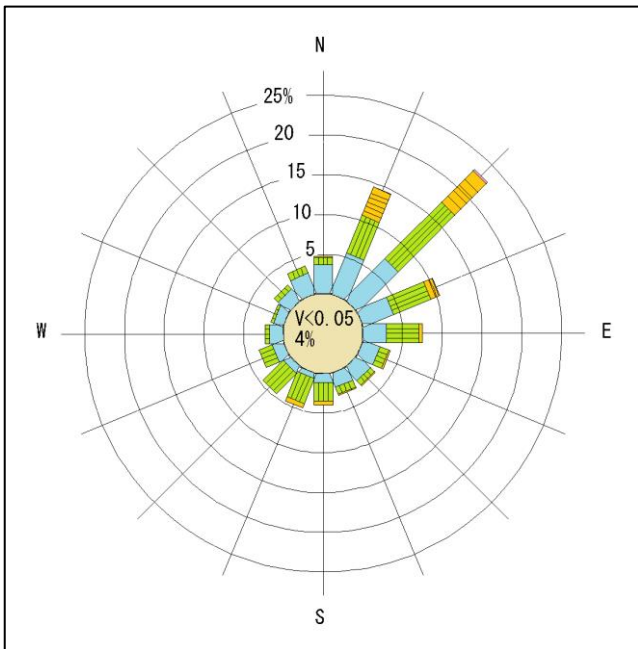


图7-4 流向別頻度分布図(20m層)

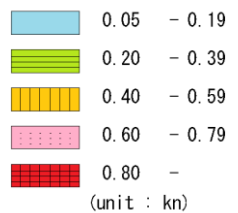
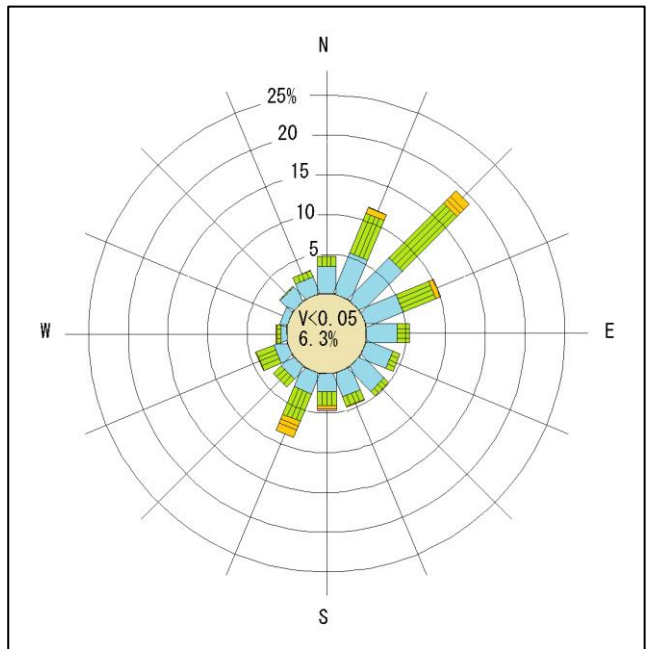


図8-1 流速別頻度分布図(4m層)

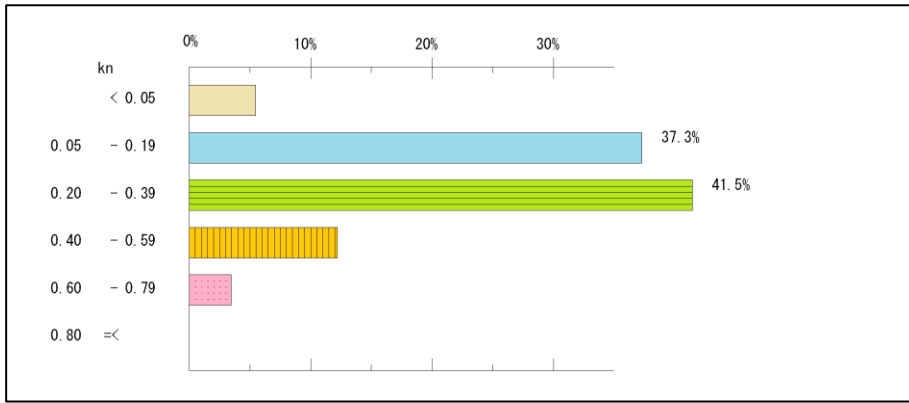


図8-2 流速別頻度分布図(6m層)

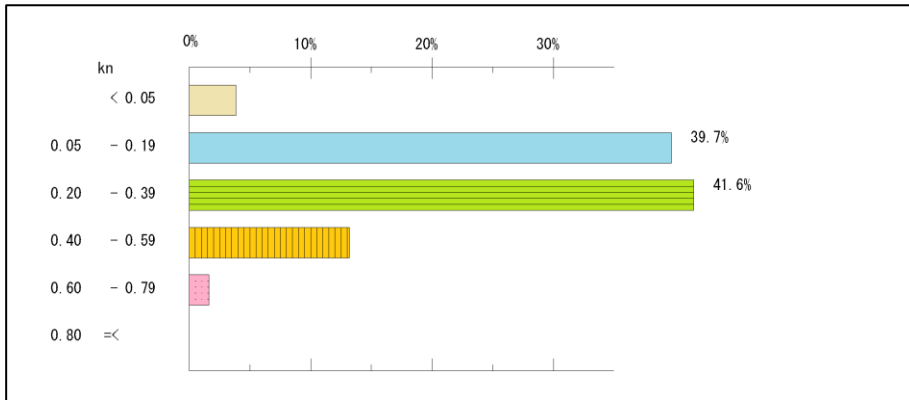


図8-3 流速別頻度分布図(10m層)

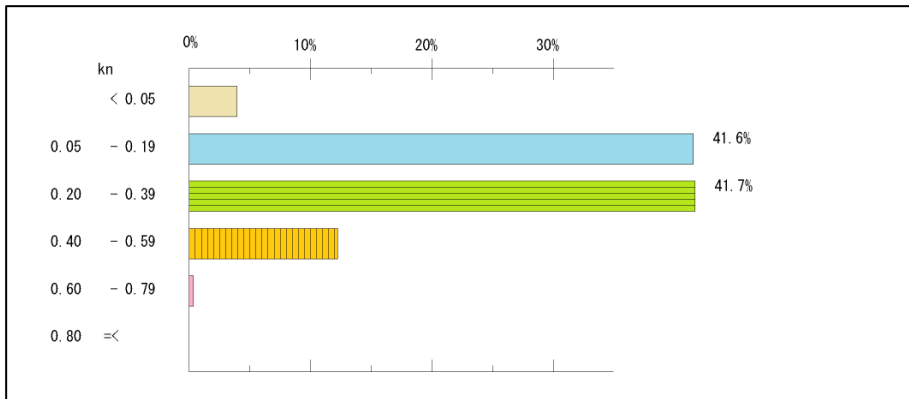


図8-4 流速別頻度分布図(20m層)

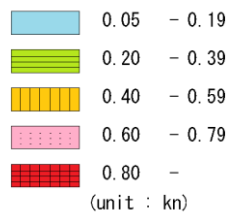
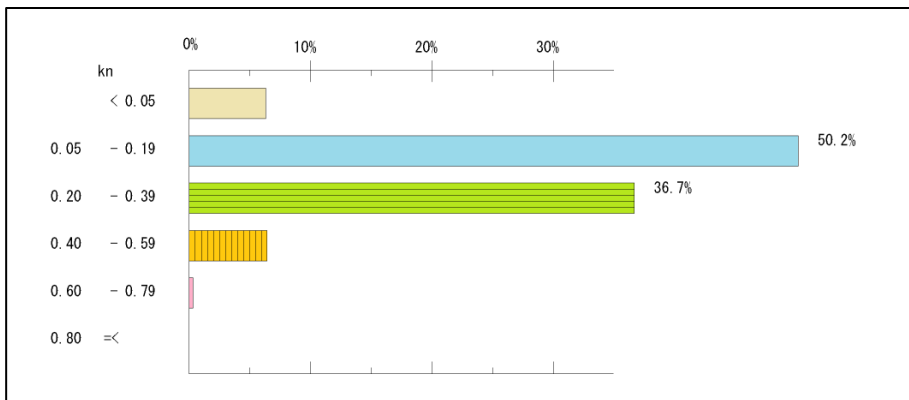


图9-1 流向別最大流速図(4m層)

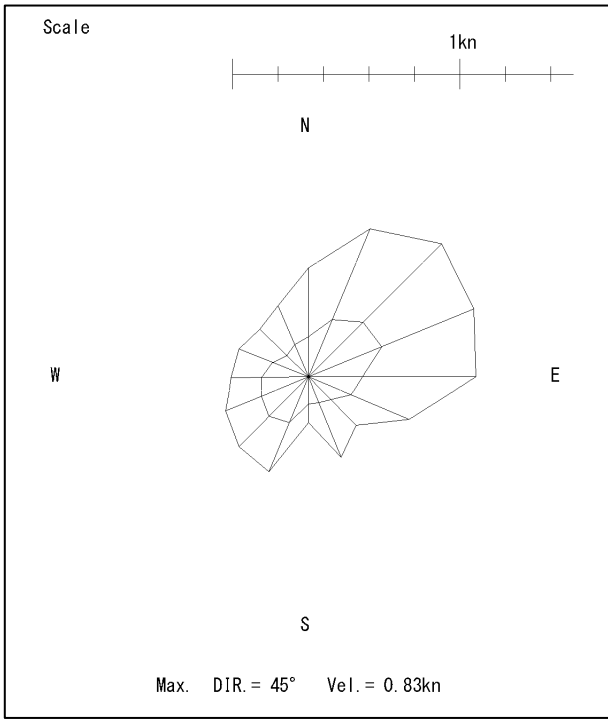


图9-2 流向別最大流速図(6m層)

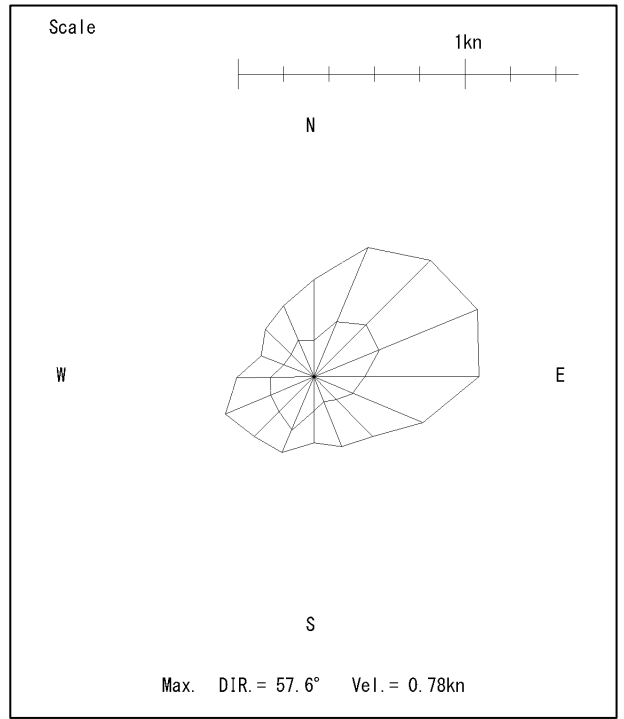


图9-3 流向別最大流速図(10m層)

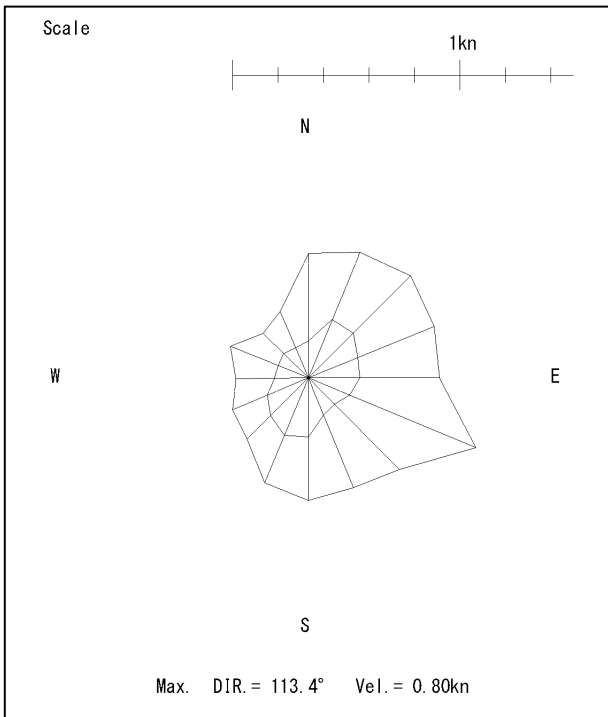


图9-4 流向別最大流速図(20m層)

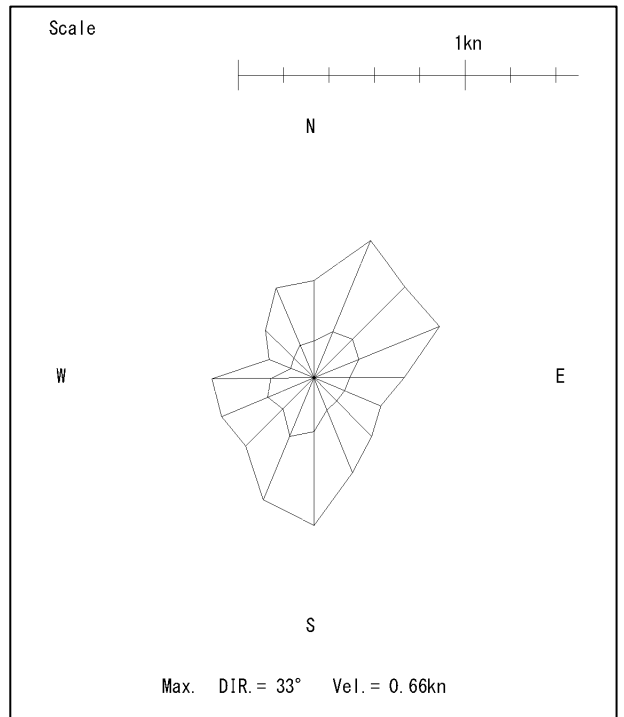




表2 各層の最大流及び恒流

地点	海士埼北方				
観測期間	2016年6月7日 ～2016年6月21日				
観測層	4m	6m	8m	10m	12m
最大流	0.83kn 45°	0.78kn 58°	0.70kn 105°	0.80kn 113°	0.68kn 116°
発生日時	6月18日 3:50	6月18日 10:10	6月12日 3:40	6月14日 3:50	6月14日 3:50
安定度	60%	61%	60%	55%	52%
恒流	0.14kn 44.0°	0.14kn 48.5°	0.13kn 47.4°	0.12kn 48.3°	0.11kn 48.0°

地点	海士埼北方				
観測期間	2016年6月7日 ～2016年6月21日				
観測層	14m	16m	18m	20m	/
最大流	0.70kn 70°	0.78kn 76°	0.76kn 193°	0.66kn 33°	
発生日時	6月18日 3:40	6月18日 3:40	6月21日 18:20	6月11日 7:30	
安定度	50%	48%	43%	41%	
恒流	0.10kn 48.2°	0.09kn 51.3°	0.08kn 53.1°	0.07kn 56.3°	

表3-1 調和分解成果表(4m層)

海 域 名 : 海士埼北方  
 観 測 資 料 番 号 : 440652  
 緯 度 : 37度 15分 47秒  
 経 度 : 136度 41分 59秒  
 観 測 層 : 4m  
 計 算 開 始 日 時 : 2016年6月7日 0時  
 調 和 分 解 日 数 : 15日

調 和 定 数

		M2	S2	K2	N2	K1	O1	P1	Q1	M4	MS4
N-Comp	V (kn)	0.019	0.014	0.004	0.016	0.034	0.038	0.011	0.014	0.005	0.002
	κ (°)	61.2	191.3	191.3	50.0	218.5	342.4	218.5	198.9	16.7	171.4
E-Comp	V (kn)	0.014	0.018	0.005	0.028	0.029	0.038	0.010	0.049	0.007	0.007
	κ (°)	179.8	164.2	164.2	166.0	269.3	127.0	269.3	244.6	179.3	4.6
MAIN Dir = 331.3°	V (kn)	0.021	0.006	0.002	0.024	0.024	0.049	0.008	0.017	0.008	0.005
	κ (°)	44.1	231.5	231.5	19.2	191.1	330.0	191.1	95.9	9.3	179.9

非 調 和 定 数

Vm+Vs (大潮期平均流速)	Vk+Vo (回帰潮最大流速)	[Vk+Vo]/[Vm+Vs] (潮型)	κ m/29 (平均高潮間隔)
0.027 kn	0.073 kn	2.721	1.52 h

表3-2 調和分解成果表(6m層)

海 域 名 : 海士埼北方  
 観 測 資 料 番 号 : 440652  
 緯 度 : 37度 15分 47秒  
 経 度 : 136度 41分 59秒  
 観 測 層 : 6m  
 計 算 開 始 日 時 : 2016年6月7日 0時  
 調 和 分 解 日 数 : 15日

調 和 定 数

		M2	S2	K2	N2	K1	O1	P1	Q1	M4	MS4
N-Comp	V (kn)	0.028	0.016	0.004	0.020	0.033	0.026	0.011	0.031	0.010	0.008
	κ (°)	82.5	184.3	184.3	106.7	215.5	353.6	215.5	210.6	20.3	173.2
E-Comp	V (kn)	0.012	0.015	0.004	0.025	0.043	0.032	0.014	0.044	0.006	0.007
	κ (°)	198.2	173.2	173.2	163.7	247.0	138.4	247.0	230.7	162.9	352.9
MAIN Dir = 58.5°	V (kn)	0.014	0.021	0.006	0.028	0.052	0.018	0.017	0.053	0.003	0.002
	κ (°)	124.5	177.5	177.5	145.7	237.1	112.5	237.1	224.7	97.2	352.3

非 調 和 定 数

Vm+Vs (大潮期平均流速)	Vk+Vo (回帰潮最大流速)	[Vk+Vo]/[Vm+Vs] (潮型)	κ m/29 (平均高潮間隔)
0.035 kn	0.070 kn	1.997	4.29 h

M2分潮: 主太陰半日周潮

S2分潮: 主太陽半日周潮

K1分潮: 日月合成日周潮

O1分潮: 主太陰日周潮

・κ m/29は月がその地の子午線を通過してから流速が最強となるまでの時間を表す

・[Vk+Vo]/[Vm+Vs]は日周潮と半日周潮との振幅の比(潮型の判断に使用)

([Vk+Vo]/[Vm+Vs]) < 0.25 : 1日2回潮型

0.25 ≤ ([Vk+Vo]/[Vm+Vs]) < 1.50 : 混合潮型

1.50 ≤ ([Vk+Vo]/[Vm+Vs]) : 1日1回潮型

図10 時系列水温図(0.5m層)

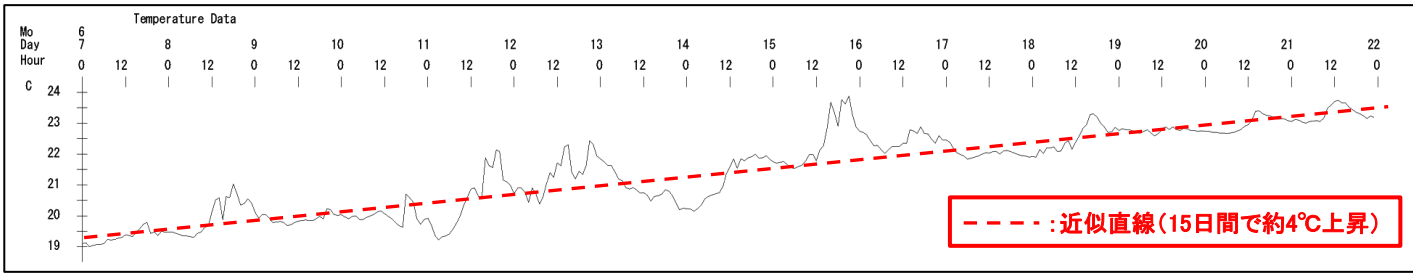


図11 時系列水温図(0.5m層)\_近似直線からの変動量

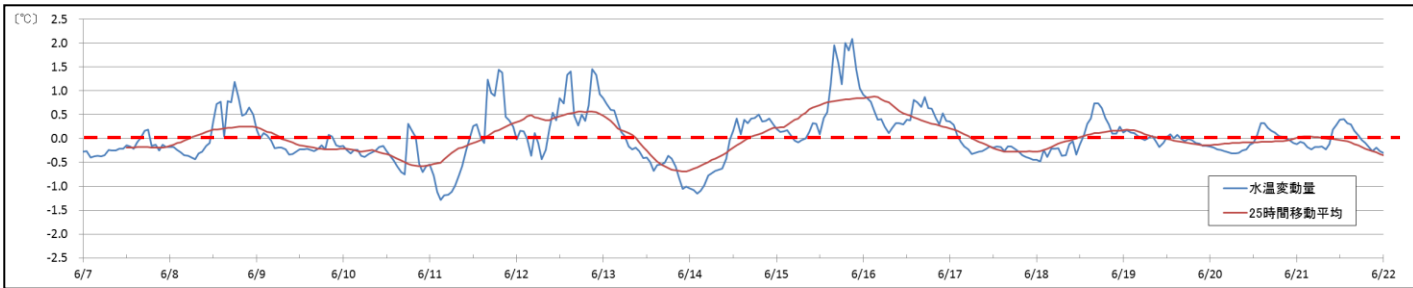


図12 表面水温水平分布図(九管区海洋速報)

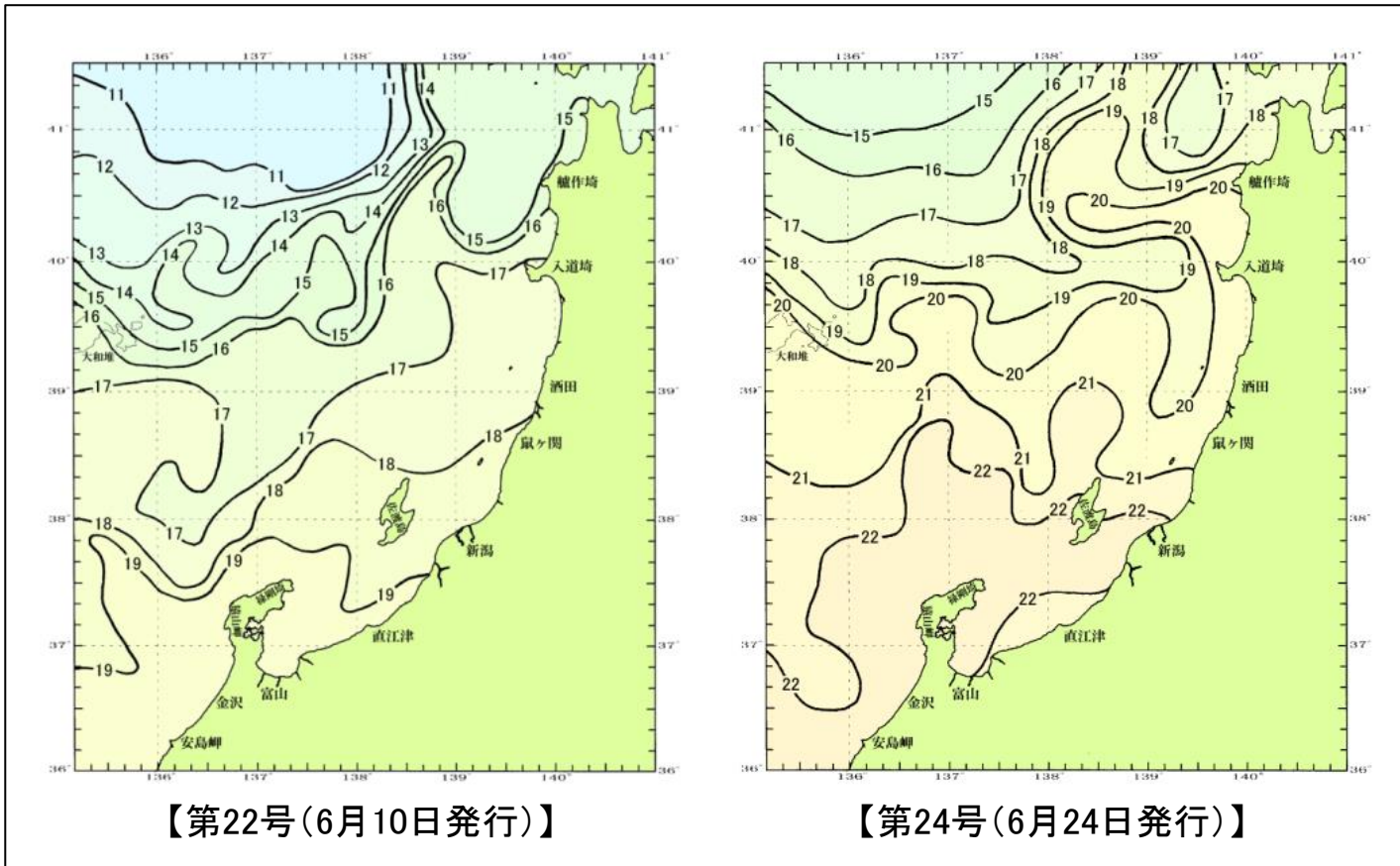


図13 風速ベクトル図(志賀・気象庁)

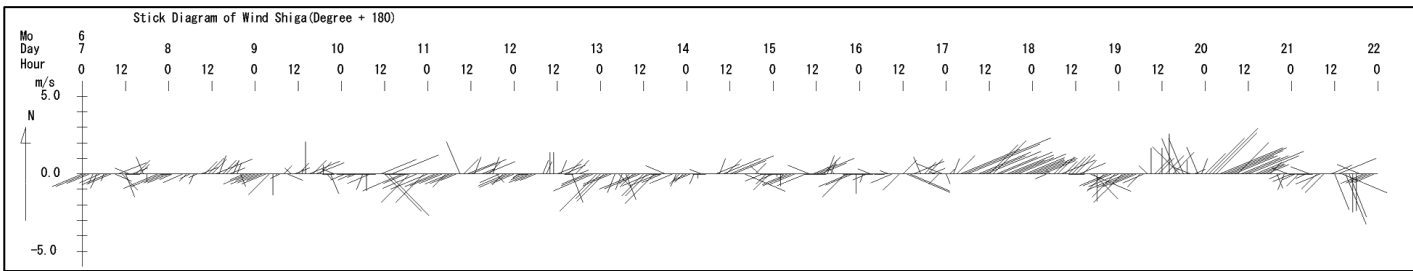


図14 5時間移動平均図(志賀・気象庁)

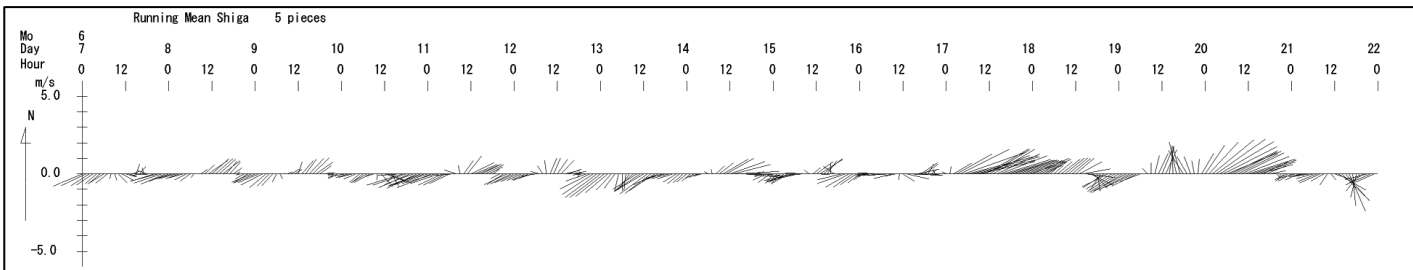


図15 北方分速図(志賀・気象庁)

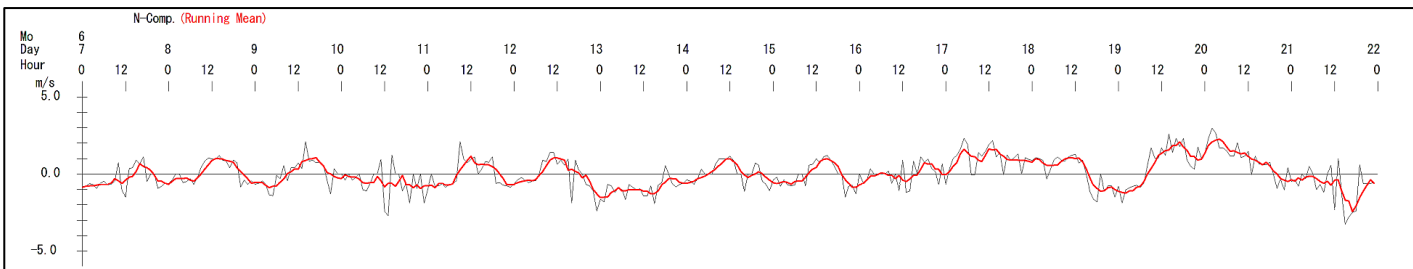


図16 東方分速図(志賀・気象庁)

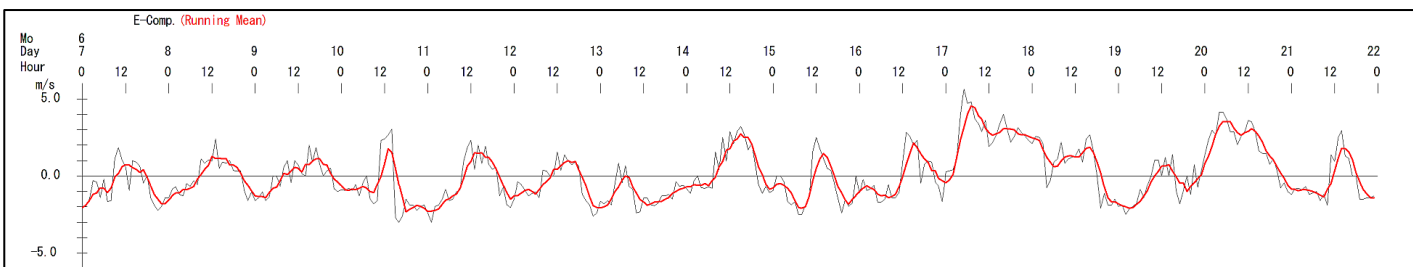


図17 風向別頻度分布図  
(志賀・気象庁)

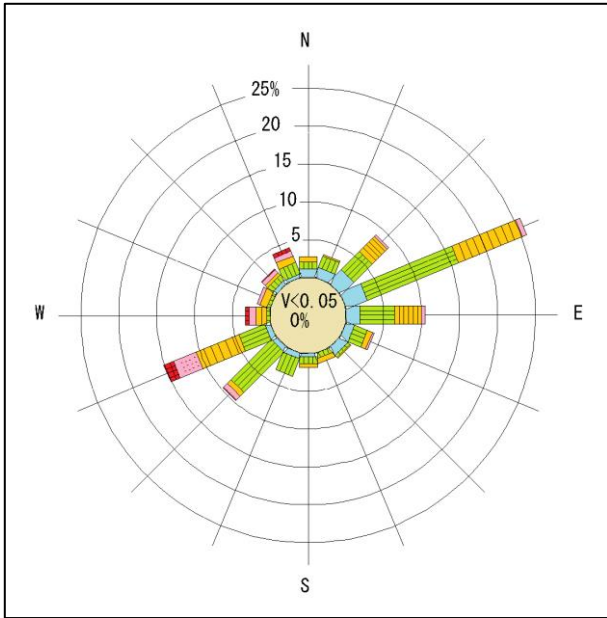


図18 風速別頻度分布図  
(志賀・気象庁)

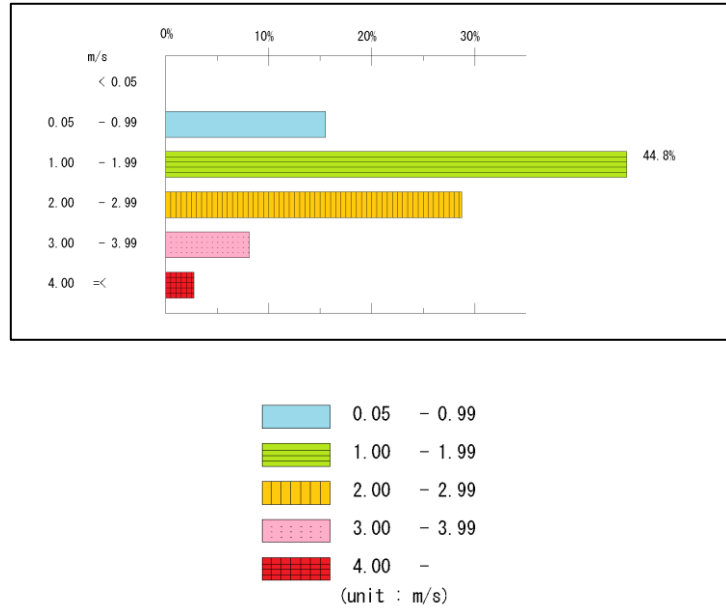
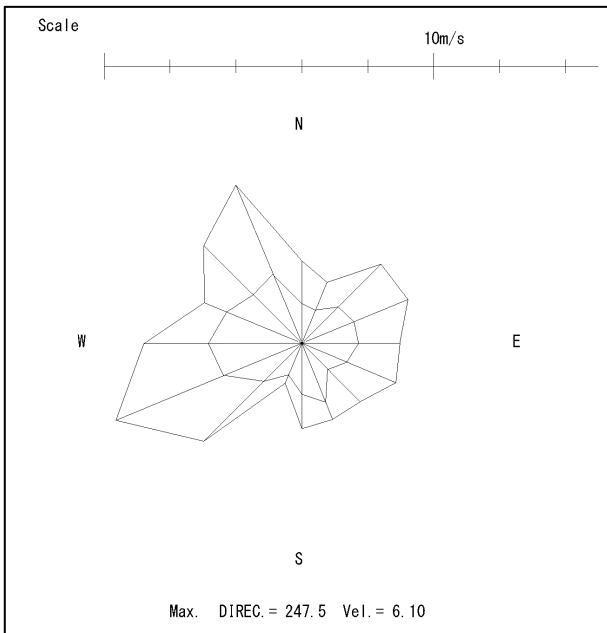
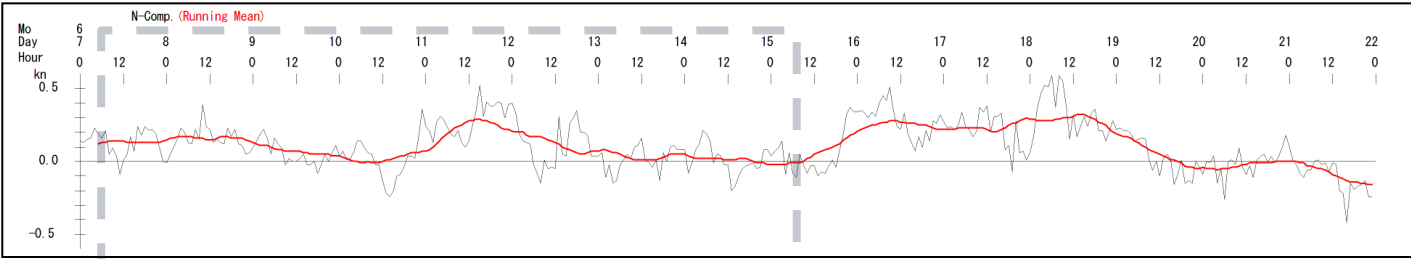


図19 風向別最大風速図  
(志賀・気象庁)

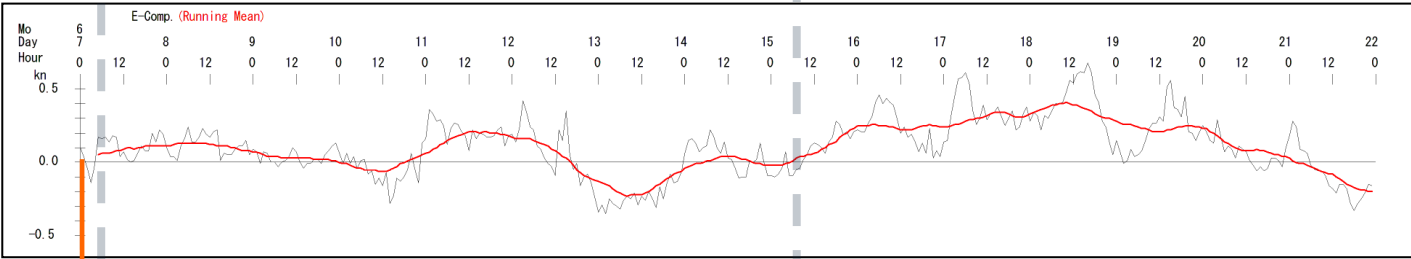


# 考察1 流れと水温の比較

【図5-1 北方分速図(4m層)】

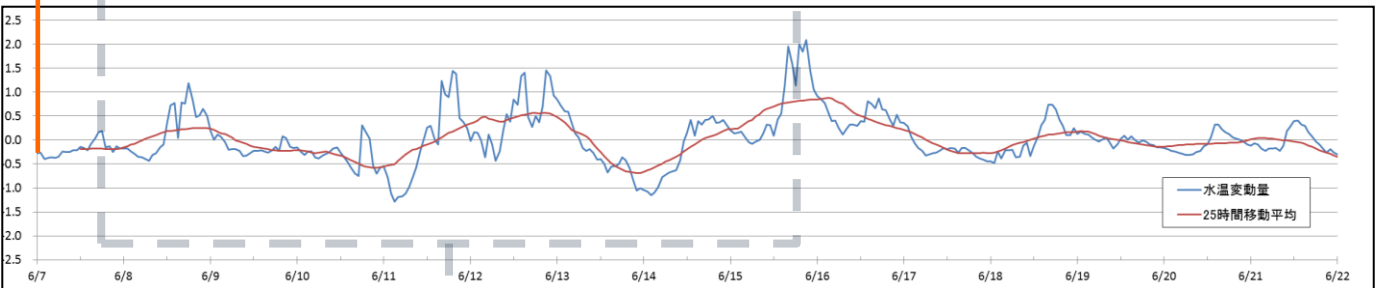


【図6-1 東方分速図(4m層)】

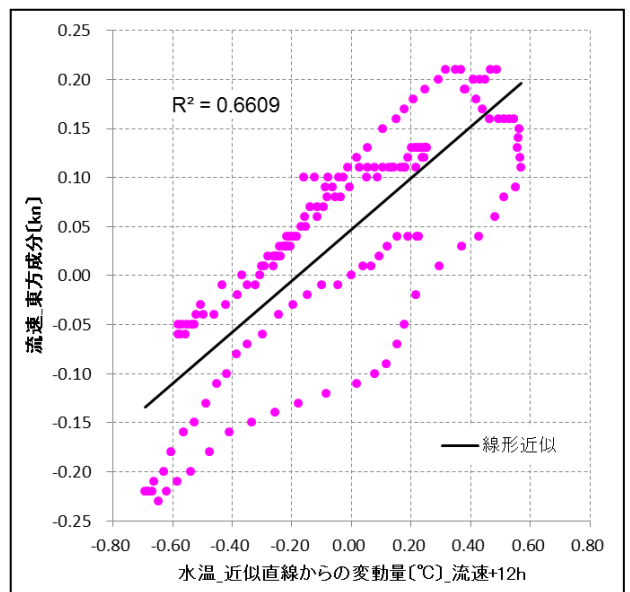


約12時間

【図11 時系列水温図(0.5m層)\_近似直線からの変動量】

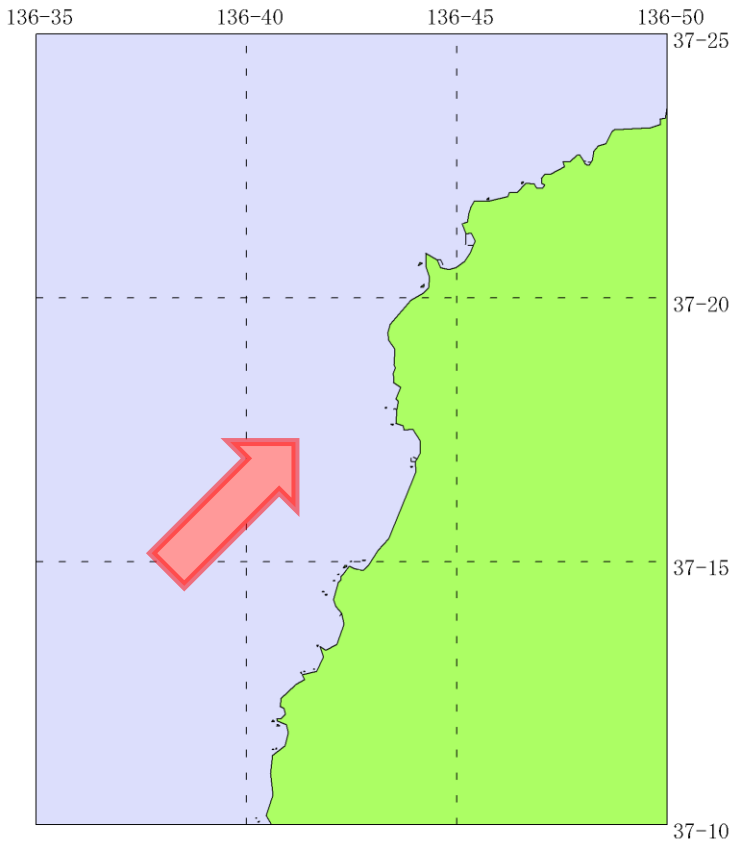


流れ(東方成分)と水温変動の  
相関図(6月7日~15日)

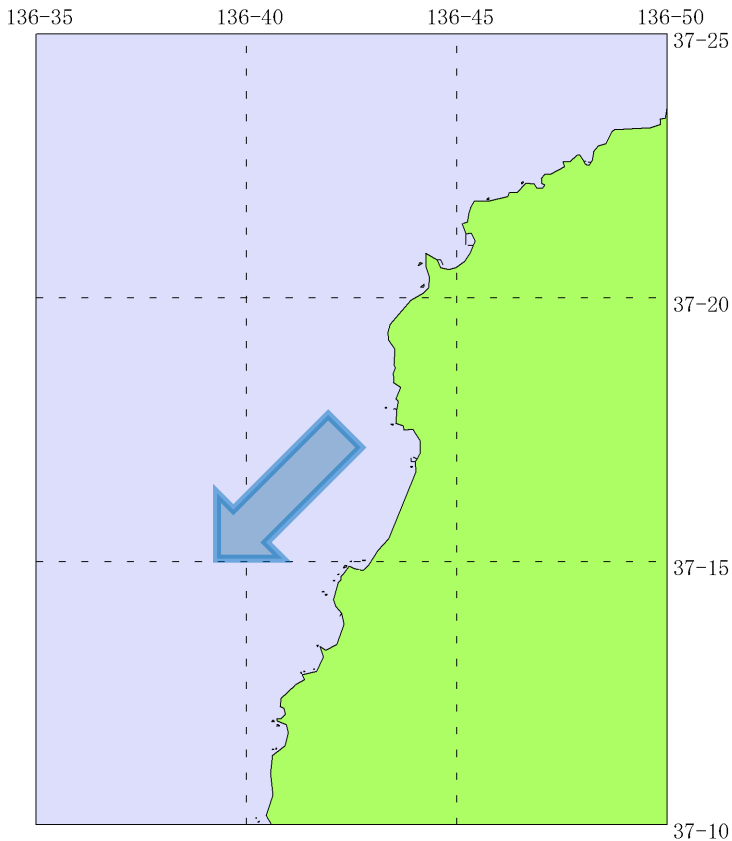


6月7日~15日頃にかけて、約12時間の時間差で流れと水温の変動に相関が見られた。

## 考察2 流れと水温の関係の模式図



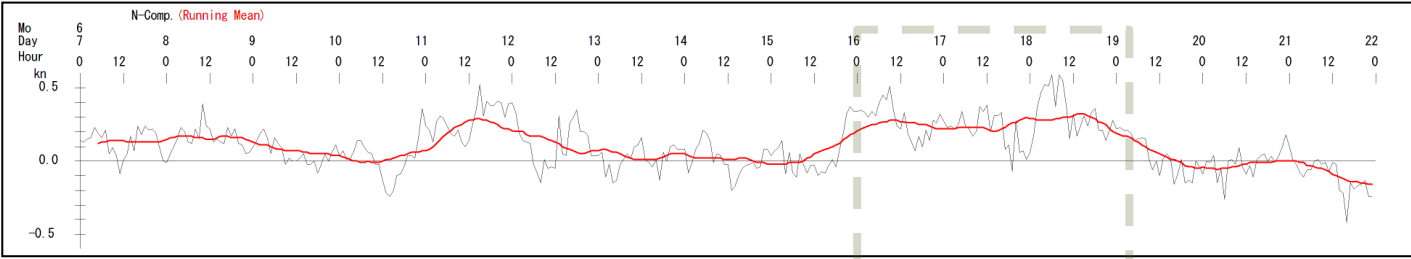
北東～東方向への流れが発生  
→水温は上昇傾向



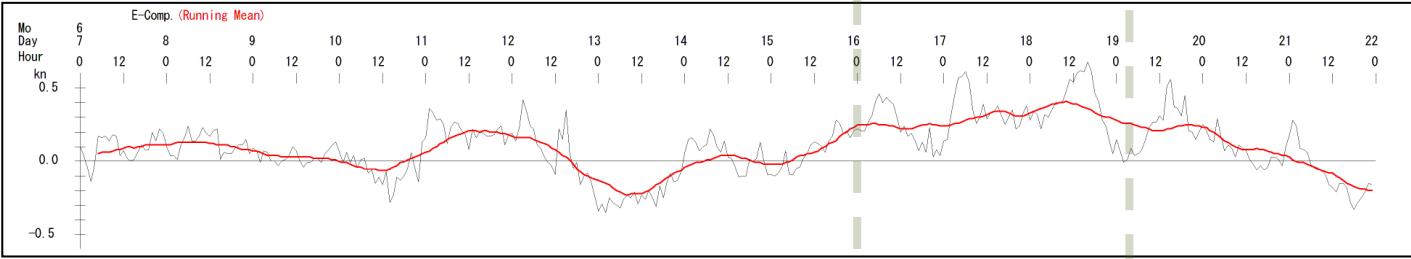
南西～西方向への流れが発生  
→水温は下降傾向

### 考察3 流れと風の比較

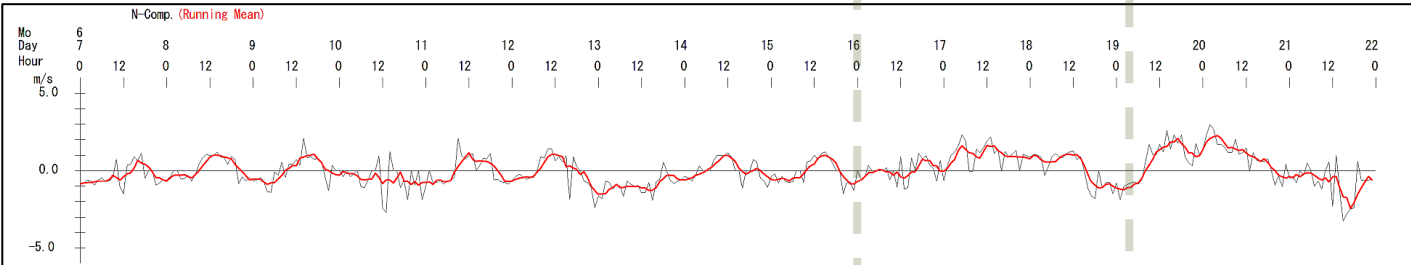
【図5-1 北方分速図(流れ\_4m層)】



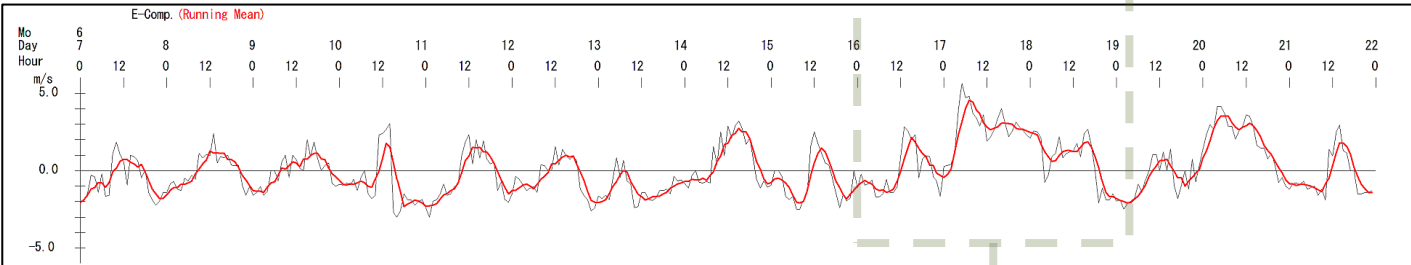
【図6-1 東方分速図(流れ\_4m層)】



【図15 北方分速図(風\_志賀・気象庁)】



【図16 東方分速図(風\_志賀・気象庁)】



6月16日～18日頃にかけて、低気圧の影響により北東～東方向への風が連続していたとき、北東方向への流れが連続していた。