

# 国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of  
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1052

December 2018

## AISデータを用いた2018年台風21号時の 大阪湾内船舶の避泊実態に関する分析

山本康太・江本翔一

Analysis using AIS data of the Actual Harborage Behavior of Ships  
in Osaka Bay During Typhoon No.21 of 2018

Kota YAMAMOTO, Shoichi EMOTO

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

## AIS データを用いた 2018 年台風 21 号時の 大阪湾内船舶の避泊実態に関する分析

山本 康太\* ・ 江本 翔一\*\*

### 要 旨

記録的な強風を伴った 2018 年台風 21 号の大阪湾通過時について、AIS（船舶自動識別装置）データを用いて船舶の避泊状況を時系列で分析するとともに、船舶の避泊実態及び走錨に関して分析した。その結果から、船舶の避泊行動、港内における避泊及び走錨開始風速等についてまとめた。

キーワード：AIS, 台風, 大阪湾, 避泊, 走錨, 係岸避泊

---

\* 港湾研究部 港湾計画研究室長  
\*\* 港湾研究部 港湾計画研究室研究官  
〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所  
電話：046-844-5019 Fax：046-842-9265 e-mail：ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

## **Analysis using AIS data of the Actual Harborage Behavior of Ships in Osaka Bay During Typhoon No.21 of 2018**

**Kota YAMAMOTO\***  
**Shoichi EMOTO \*\***

### **Synopsis**

This study is a time-series analysis of the harborage behavior of ships and an analysis of actual harborage and anchor dragging of ships based on AIS data in Osaka Bay during Typhoon No.21 which struck with recording breaking wind strength in September 2018. Based on the results, we summarized the harborage behavior of ships, mooring harborage in the bay and the wind speed when anchor dragging started.

**Key Words:** AIS, Typhoon, Osaka Bay, Harborage, Anchor Dragging, Mooring Harborage

---

\* Head of Port Planning Division, Port and Harbor Department  
\*\* Researcher of Port Planning Division, Port and Harbor Department  
National Institute for Land and Infrastructure Management  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism  
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan  
Phone : +81-46-844-5019 Fax : +81-46-842-9265 e-mail : ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

## 目 次

1. はじめに .....	1
1.1 背景 .....	1
1.2 本研究の目的 .....	1
1.3 本資料の構成 .....	1
2. 使用データ .....	1
2.1 船舶動静データ .....	1
2.2 風向・風速データ .....	1
3. 避泊状況の時系列分析 .....	2
4. 避泊実態に関する分析 .....	2
4.1 港長による避難勧告 .....	2
4.2 大阪湾内（港外）の避泊実態 .....	3
4.3 港内の避泊実態 .....	7
5. 走錨に関する分析 .....	7
5.1 走錨船が多かった台風21号 .....	7
5.2 大阪湾内（港外）で走錨した船舶の走錨距離 .....	8
5.3 大阪湾内（港外）で走錨した船舶の走錨開始風速 .....	9
6. まとめ .....	9
謝辞 .....	10
参考文献 .....	10
付録 .....	11



## 1. はじめに

### 1.1 背景

2018年台風21号（以下「台風21号」という。）は、8月28日に南鳥島近海で発生し、急速に発達しながら日本の南海上を北西に進み、30日15時には「非常に強い」勢力となり、31日9時には「猛烈な」勢力に発達。その後、非常に強い勢力を保ったまま9月4日12時頃徳島県南部に上陸、14時頃には神戸市付近に上陸、15時頃には日本海海上へ抜けた<sup>1)</sup>。図-1.1に台風の経路図<sup>1)</sup>を示す。

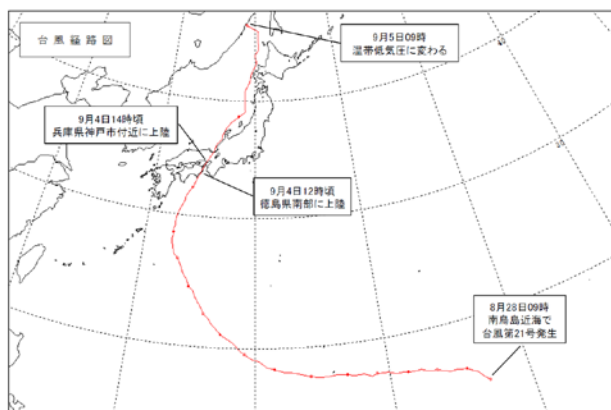


図-1.1 台風経路図

台風21号によって、関西国際空港では最大瞬間風速58.1m/sを記録したが、これは国内では2000年以降第6位、沖縄県内での記録を除くと第2位の記録であった<sup>2)</sup>。

大阪湾が台風21号の進路上であることが予想されたことで多数の船舶が避泊を行っていたが、台風21号の大阪湾通過時には、記録的な強風により走錨する船舶が多数見られ、うち一隻は関西国際空港連絡橋に衝突している。

一方で、現在、外航船及び内航船ともに、後述するように一定規模以上の船舶はAIS（Automatic Identification System：船舶自動識別装置）の搭載が義務化されている。国総研港湾研究部では、国総研船舶動静解析システム（NILIM-AIS）により、AISデータを用いた船舶動静の把握が可能となっている。

高橋らは、2007年台風9号が東京湾付近を通過した際の観測結果をもとに、国総研資料No. 431<sup>3)</sup>において東京湾での避泊実態の分析を行い、さらに国総研資料No. 500<sup>4)</sup>及びNo. 529<sup>5)</sup>で同台風時における東京湾の船舶の避泊タイプや泊地規模をAISデータを用いて分析を行っている。また、安部らは、国総研資料No. 754<sup>6)</sup>において、三大湾での大型バルク船の避泊実態についてAISデータを用いて過去の台風通過時の分析を行い、個別の船

舶の避泊に必要な水域面積等を考察している。その他の既往の研究では、AISデータを用いて船舶の動静を分析している事例は多数あるが、台風襲来時の船舶の動静を分析した研究は少ない。

### 1.2 本研究の目的

上記背景から本研究では、記録的な強風を伴った台風21号の大阪湾通過時について、AISデータを用いて船舶の避泊実態及び走錨に関して分析し、その結果から、船舶の避泊行動、港内における避泊及び走錨開始風速等についてまとめることを目的とする。

なお、本研究では、AISデータによる船舶の航跡が一定時間、岸壁近傍のほぼ同じ位置にあるものを「係岸避泊」している船舶、岸壁から離れた海上のほぼ同じ位置にあるものを「錨泊」している船舶、錨泊を保っていた後、強風時に風下の方向へ移動しているものを「走錨」している船舶と判断した。また、本研究において「大阪湾」とは、紀淡海峡と明石海峡及び陸岸により囲まれた海域を指すこととする。

### 1.3 本資料の構成

以下、本資料では、第2章で使用したデータについて、第3章で避泊状況の時系列分析について、第4章で避泊実態に関する分析について、第5章で走錨に関する分析について、第6章でまとめを述べる。

## 2. 使用データ

### 2.1 船舶動静データ

船舶の避泊実態については、AISデータを使用し、台風21号が大阪湾を通過する前後の日付を含めて大阪湾に所在する全船舶を対象としてその動静をNILIM-AISにより分析した。AISは「1974年の海上における人命の安全のための国際条約（SOLAS条約）」により、国際航海に従事する300総トン以上の全ての船舶、全ての旅客船、国際航海に従事しない500総トン以上の貨物船に対し、AISの搭載が義務付けられているが、その他の船舶へのAISの搭載は任意である。そのため、本研究により動静が把握可能な船舶は、AISを搭載しデータを発信している船舶のみであり、特に小型の内航船はAISを搭載していない船舶が多いことに注意が必要である。

### 2.2 風向・風速データ

風向・風速データは、気象庁の関空島と神戸空港とで記録されているデータを使用した。

### 3. 避泊状況の時系列分析

台風21号の大阪湾通過前の9月1日14:00から通過後の9月6日14:00までの24時間ごとの、大阪湾内に所在していた船舶数を、AISデータとして各船舶から発信されている船長別に示したものが表-3.1である。

この結果、台風21号が大阪湾を通過した9月4日14:00以外の平常時には平均249隻の船舶が所在していたが、台風通過時の9月4日には174隻が観測されており、平時の約70%の船舶数であった。

表-3.1 船長別船舶数の推移

観測日時	不明	15m未満	15m～40m未満	40m～60m未満	60m～80m未満	80m～100m未満	100m～150m未満	150m～200m未満	200m～250m未満	250m～300m未満	300m以上	合計
9/1 14:00	2	6	34	21	76	18	36	26	7	1	0	227
9/2 14:00	3	7	32	24	70	18	35	24	3	1	1	218
9/3 14:00	5	6	38	26	90	21	42	25	3	1	0	257
9/4 14:00	3	6	35	28	60	7	22	12	1	0	0	174
9/5 14:00	4	5	43	31	89	20	47	26	2	1	0	268
9/6 14:00	2	4	41	21	84	27	58	29	5	2	3	276

さらに表-3.1に示す船舶を船長60m未満と60m以上とで区別して、時系列でその隻数を示したものを図-3.1に示す。その結果、船長が60m未満の船舶の隻数は日により変化が小さいが、船長60m以上の船舶は9月4日の隻数減少が顕著であった。これは、小型の船舶は港内で避泊する一方で、中大型の船舶の中には、台風21号の大阪湾通過に備えて大阪湾各港への寄港を取りやめた又は延期したか、大阪湾外へ避難した船舶があるためだと考えられる。

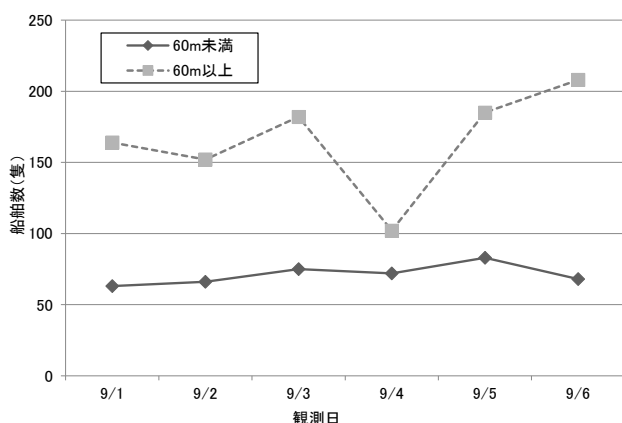


図-3.1 船長60m以上及び未満の船舶数の推移

### 4. 避泊実態に関する分析

#### 4.1 港長による避難勧告

異常な気象又は海象、海難の発生その他の事情により

特定港内において船舶交通の危険を生ずるおそれがあると予想される場合に、港則法に基づき港長が船舶に対し避難等の勧告を行うことができる。一例として、阪神港長が台風時に阪神港（神戸区及び尼崎西宮芦屋区）の船舶に対して行う勧告の区分と措置内容等<sup>7)</sup>を表-4.1に示す。本研究の対象港湾は、神戸港及び尼崎西宮芦屋港の他に大阪港、堺泉北港及び阪南港とするが、それら港湾での勧告も表-4.1に示すものとほぼ同様である。

台風21号の大阪湾襲来時に、港長が大阪湾内各港の船舶に対して勧告発令を行うことを発表した日時、勧告発令日時及び解除日時（港内全体解除）について、海上保安庁第五管区海上保安本部より聴取した結果を表-4.2に示す。

表-4.1 港長による勧告内容の例

区分	台風の状況	措置内容
第一体制 (避難準備 勧告)	台風が大阪湾に接近するおそれがあると判断された場合。	1 在港船舶は台風の動向に留意し、乗組員の待機、機関の準備など必要な避難体制を整えること。 2 錨泊中の船舶又は錨泊を予定している船舶は走錨の防止のため、次の事項に留意すること。 (1)国際VHF (CH16) を常時聴取する等の海上保安庁との連絡手段を確保すること。 (2)当直員 (船橋当直・無線当直等) を配置すること。 (3)AIS搭載船舶のAIS常時作動を確認すること。
第二体制 (全船舶避難 勧告)	阪神港 (神戸区及び尼崎西宮芦屋区) が台風の暴風域に入るとおそれが必至と判断された場合。あるいは両区が重大な影響を受けると判断されるとき。	1 1,000総トン以上の船舶は、原則として港外に避難し、保船等万全の措置をとること。 2 1,000総トン未満の船舶は、港内等の安全な場所に避難し、厳重な警戒措置をとること。 3 錨泊中の船舶又は錨泊を予定している船舶は走錨の防止のため、次の事項に留意すること。 (1)国際VHF (CH16) を常時聴取する等の海上保安庁との連絡手段を確保すること。 (2)当直員 (船橋当直・無線当直等) を配置すること。 (3)AIS搭載船舶のAIS常時作動を確認すること。

表-4.2 勧告等発表及び発令日時

港名	第一体制 (避難準備勧告)		第二体制 (全船舶避難勧告)		解除日時
	発表日時	発令日時	発表日時	発令日時	
阪神港 神戸区	9/3 16:15	9/3 17:30	9/3 16:15	9/4 00:00	9/8 18:15
阪神港 尼崎西宮芦屋区	9/3 16:15	9/3 17:30	9/3 16:15	9/4 00:00	9/13 18:00
阪神港 大阪区	9/3 16:30	9/3 16:30	9/3 16:30	9/4 00:00	9/7 16:45
阪神港 堺泉北区	9/3 16:30	9/3 16:30	9/3 16:30	9/4 00:00	9/5 07:00
阪南港	9/3 16:30	9/3 16:30	9/3 16:30	9/4 00:00	9/5 07:00

4.2 大阪湾内（港外）の避泊実態

(1) 避泊開始時刻

台風21号の大阪湾通過時9月4日13:00～14:00の間に、大阪湾内（港外）で避泊していた船舶は53隻観測できた。これら53隻について、避泊を開始した時刻を集計した結果を図-4.1に示す。台風21号の大阪湾通過（4日14:00）の28時間前（3日10:00）から避泊を開始する船舶が現れ始め、12時間前（4日02:00）にはほぼ全船舶の避泊が完了していた。

表-4.2に示すとおり、各港長は3日16:15～17:00の間に第一体制（避難準備勧告）を直後に発令すること及び4日00:00に第二体制（全船舶避難勧告）を発令することを発表している。勧告発令を行うことの発表時刻（3日16:15～17:00）（以下「勧告発令発表時刻」という。）と第二体制（全船舶避難勧告）発令時刻（4日00:00）を、図-4.1に示した船舶の避泊開始時刻と比較すると、勧告発令発表時刻までに約40%の船舶が避泊を開始していた。また、第二体制（全船舶避難勧告）が発令された4日00:00の後、02:00前までには1隻以外の船舶の避泊が完了していた。

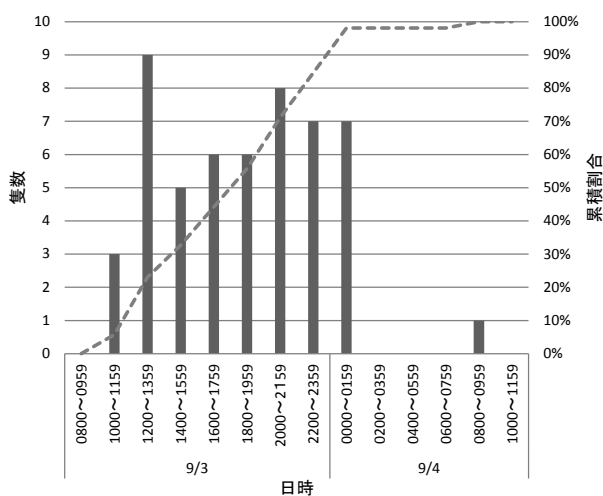


図-4.1 大阪湾内（港外）避泊開始時刻別隻数

大阪湾内（港外）避泊を行った船舶の避泊開始時刻別

隻数を船型別で示したものが図-4.2（10,000総トン以上）と図-4.3（10,000総トン未満）である。10,000総トン以上の船舶（図-4.2）は、勧告発令発表時刻（3日16:15～17:00）までに避泊を開始していた船舶が約20%と少ない一方、10,000総トン未満の船舶（図-4.3）は、勧告発令発表時刻までに約40%の船舶が避泊を開始していたことが分かる。

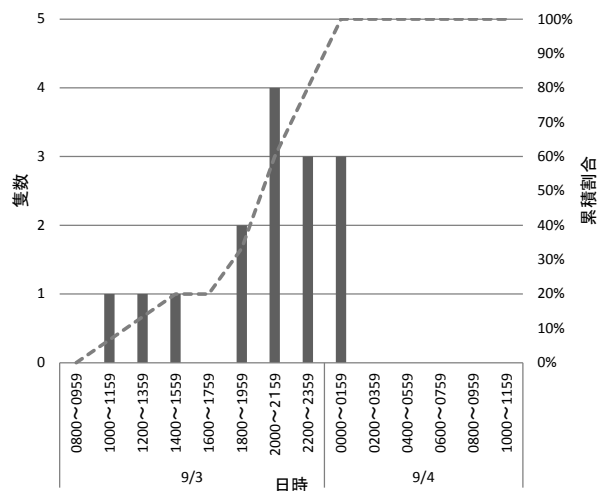


図-4.2 大阪湾内（港外）避泊開始時刻別隻数 (10,000総トン以上)

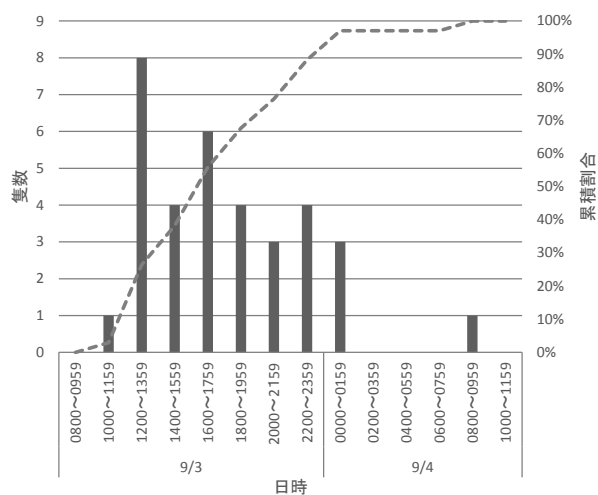


図-4.3 大阪湾内（港外）避泊開始時刻別隻数 (10,000総トン未満)

(2) 大阪湾内から湾外への避難の状況

9月3日から9月5日までの明石海峡及び紀淡海峡を航行する船舶の動静を分析した（船舶動静の一例を図-4.4～図-4.12に示す。付録Aには、分析対象期間の全船舶動静を掲載した。図中の△は、船舶の位置と船首の向きを



示している)。

明石海峡を航行する船舶は、9月3日14:00頃までは大阪湾から播磨灘、播磨灘から大阪湾へと双方向に見られるが、15:00頃からは大阪湾から播磨灘へ航行する船舶が多数を占めている。これら船舶は、明石海峡を經由して大阪湾から播磨灘方面へ避難する船舶が多数含まれると推測される。その後、播磨灘から大阪湾へ航行する船舶が数隻見られるが、9月4日00:00頃まではほぼ全ての船舶が大阪湾から播磨灘方面へ航行している。以後、隻数は減るが03:00頃まで断続的に大阪湾から播磨灘へ航行する船舶が見られ、04:00を過ぎると大阪湾から播磨灘へ航行する船舶は見られなくなった。この頃に、大阪湾から大阪湾外の播磨灘方面への避難を選択する船舶の避難行動が完了したと考えられる。台風21号が大阪湾を通過し強風が落ち着き始めた4日20:00頃以降、明石海峡を航行して播磨灘から大阪湾へ向かう船舶が現れ始め、その後5日昼頃まで播磨灘から大阪湾へ航行する船舶が多数を占める状態が続くことから、台風21号の大阪湾通過後、播磨灘方面の避難先から大阪湾へ船舶が戻ってきていると考えられる。

一方で、紀淡海峡を航行する船舶は、9月4日02:00頃までは、隻数は少ないが大阪湾から太平洋、太平洋から大阪湾へと双方向に見られるが、太平洋から大阪湾へ入ってくる船舶がほとんどであり、紀淡海峡を通過して大阪湾外へ避難しているような動静はあまり見られない。その後台風21号が大阪湾を通過し落ち着き始める4日23:00頃から再び紀淡海峡を航行する船舶が見られ、5日07:00時頃からは平時のような双方向の往来となっている。

今回の台風21号は、播磨灘は台風の進路の西側に位置し、台風の進路の東側に位置する大阪湾より風速が弱いと考えられたことから、大阪湾外の避難先として播磨灘方面を選択している船舶が多数存在していたと推測される。

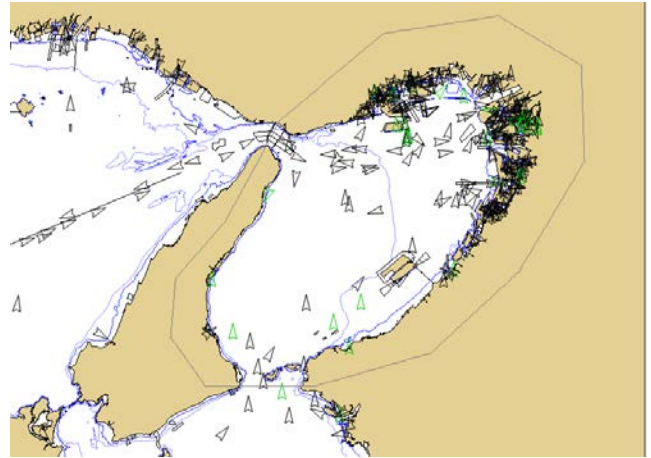


図-4.4 9月3日9:00の状況

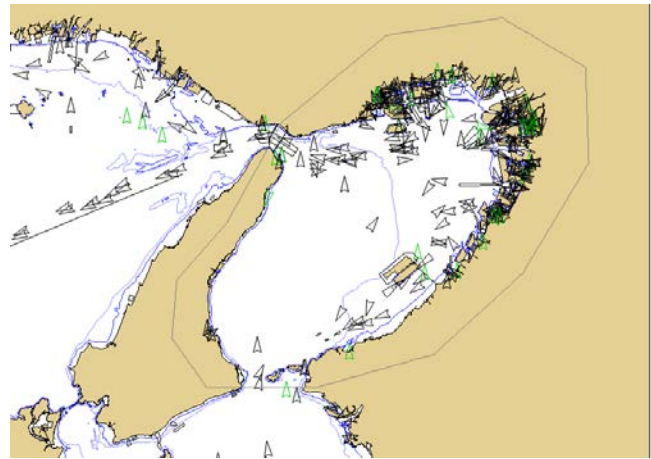


図-4.5 9月3日15:00の状況

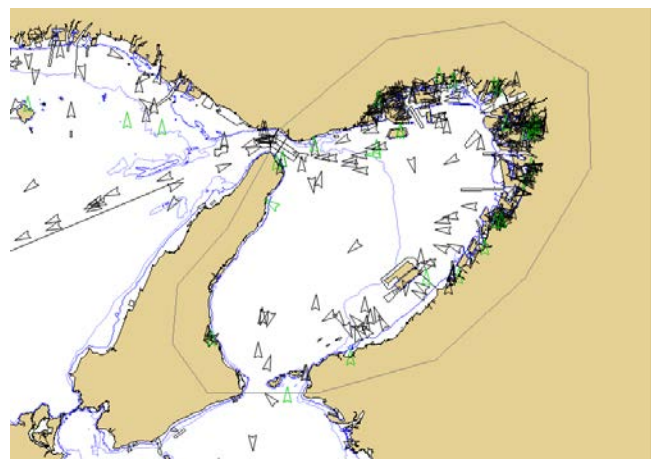


図-4.6 9月3日18:00の状況

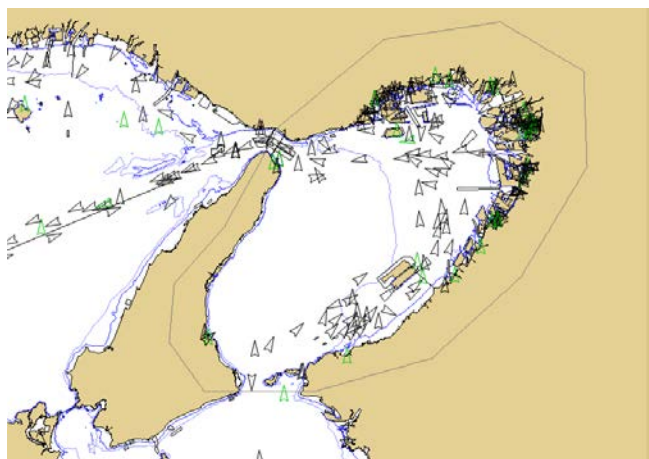


図-4.7 9月3日21:00の状況

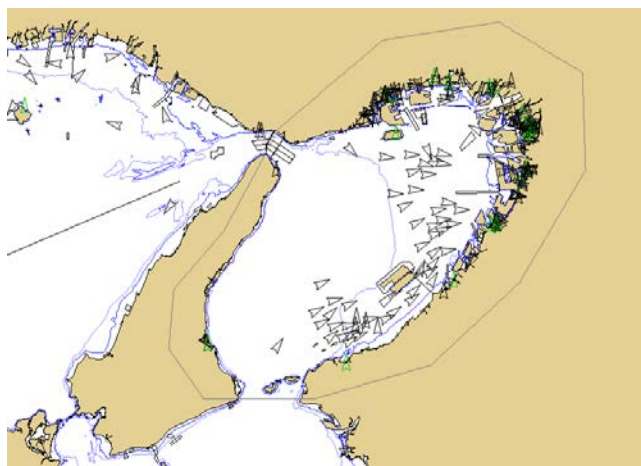


図-4.10 9月4日09:00の状況

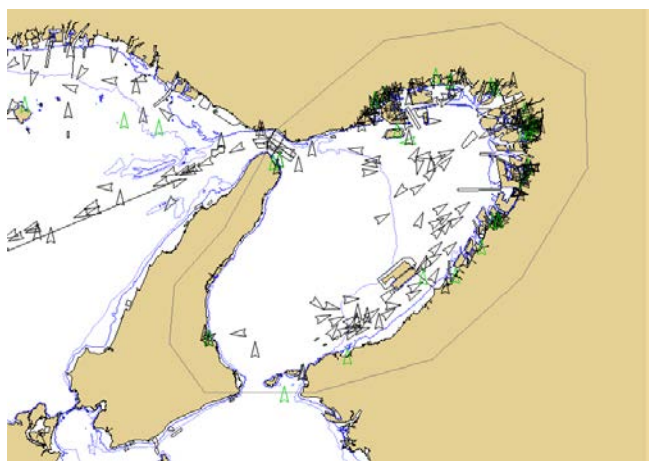


図-4.8 9月3日23:00の状況

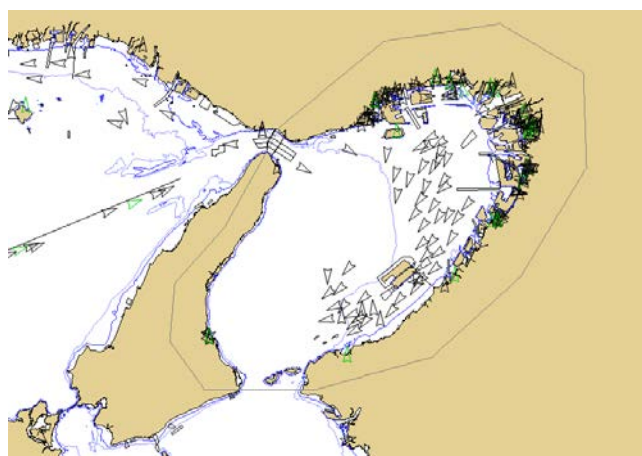


図-4.11 9月4日20:00の状況

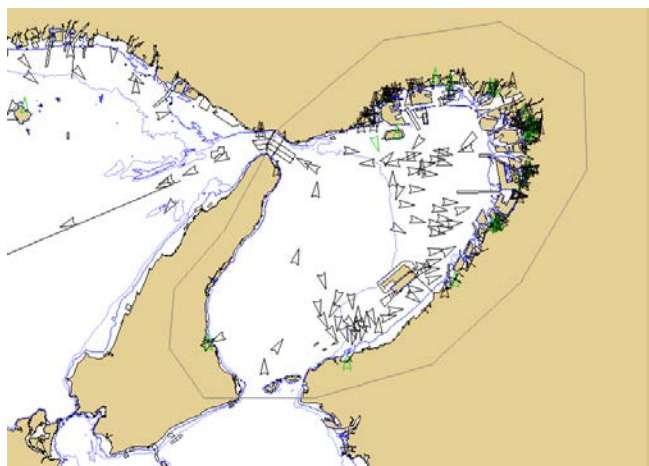


図-4.9 9月4日02:00の状況

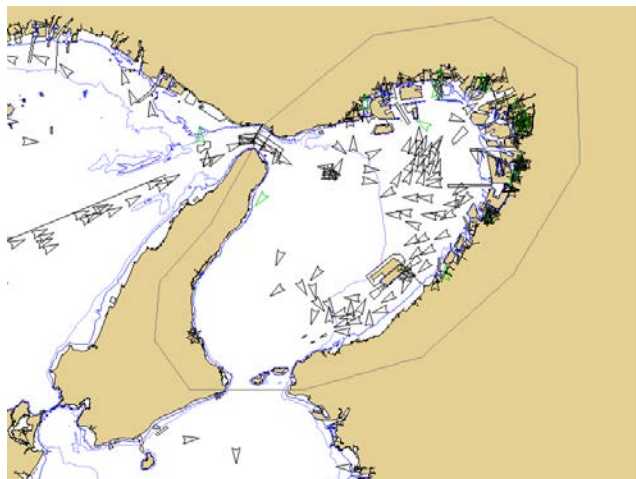


図-4.12 9月5日05:00の状況

(3) 錨泊円に関する分析

図-4.13に示すとおり、船舶は荒天時に錨がしっかりとかかっている場合、風上に船首を向けて錨泊による避泊を行う。風向の変化に合わせて船舶も錨の周りを振れ回ることから、その航跡を描くことによって錨泊円を描くことができ、その直径を計測できる。一方、錨がかりが悪い場合には、転錨や走錨が発生し錨泊円を描かない(図-4.14)。今回の分析では、錨泊時に描く円状の航跡が90度以上あるものを対象として錨泊円を計測した。

台風21号の記録的な強風により多くの船舶が走錨したことから、錨泊時の航跡が円弧を描いていない船舶が多く、錨泊円を推計できた船舶は3隻だった。それら3隻の錨泊円の直径を計測した結果を図-4.15～図-4.17に示す。

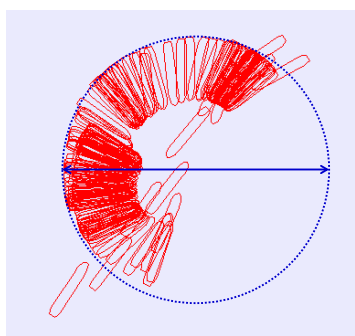
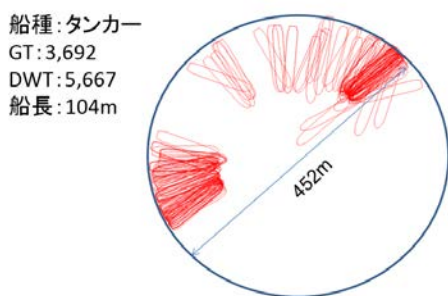


図-4.13 錨泊円の分析イメージ<sup>5)</sup>

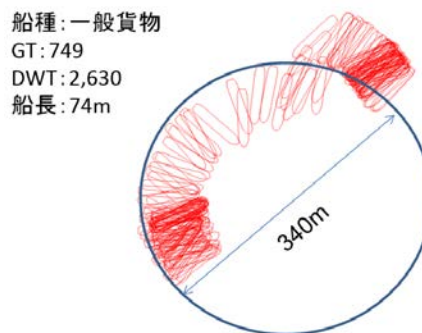


図-4.14 錨泊円を描かない状態のイメージ



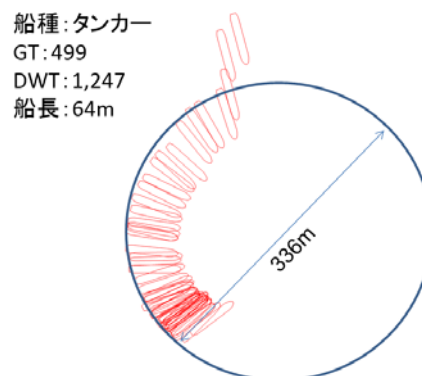
船種:タンカー  
GT:3,692  
DWT:5,667  
船長:104m

図-4.15 錨泊円計測結果 1



船種:一般貨物  
GT:749  
DWT:2,630  
船長:74m

図-4.16 錨泊円計測結果 2



船種:タンカー  
GT:499  
DWT:1,247  
船長:64m

図-4.17 錨泊円計測結果 3

港湾の施設の技術上の基準・同解説(1979年及び1989年)には荒天時の錨泊円推計式として式(4.1)と式(4.2)が記載されていたが、1999年改訂の技術基準からはそれら推計式は削除されている<sup>3)</sup>。

また、高橋らは国総研資料No.500<sup>4)</sup>及びNo.529<sup>5)</sup>で、東京湾での避泊実態を分析し、錨泊円の直径が船長の概ね6倍以内に収まっていたとの結論から、水深値が必要となる式(4.1)や式(4.2)よりも、より簡便な錨泊円推計式として船長の整数倍のみで表現した式(4.3)を提案している。

風速20m/s以上  
半径(m) = L+3D+90 (4.1)

風速30m/s以上  
半径(m) = L+4D+145 (4.2)

ただし、D:水深(m) L:船長(m)

風速30m/s, 船長200m以下  
直径(m) = 6L (4.3)  
ただし、L:船長(m)

図-4.15～図-4.17で示した今回の分析により計測した錨泊円と、式(4.1)～式(4.3)で示した推計式による推計値とを比較した結果を表-4.3に示す。表-4.3ではいずれも半径で比較している。

今回の計測値は風速30m/sを超える状況での記録であることから、式(4.2)と式(4.3)を比較対象とすることが適切である。式(4.2)による推計値は、いずれの船舶も実測値の2倍を超える結果となっている。一方で、式(4.3)は、錨泊円の直径は船長の概ね6倍以内(半径が船長の3倍以内)に収まるものとして提案された式であるが、いずれの船舶の実測値も推計値に収まっていた。ただし、今回は3ケースのみの比較であったことから、今後さらなるサンプルを用いた検証が必要である。

表-4.3 計測した錨泊円半径と推計式による推計値  
(下段は計測値を1.00とした倍数)

船舶	船長(m)	計測した錨泊円半径(m)	式(4.1)により推計した錨泊円半径(m)	式(4.2)により推計した錨泊円半径(m)	式(4.3)により推計した錨泊円半径(m)
1	104	226 (1.00)	254 (1.12)	451 (2.00)	312 (1.38)
2	74	170 (1.00)	224 (1.32)	395 (2.32)	222 (1.31)
3	64	168 (1.00)	214 (1.27)	393 (2.34)	192 (1.14)

### 4.3 港内の避泊実態

台風21号の大阪湾通過時9月4日13:00～14:00の間に、神戸港、尼崎西宮芦屋港、大阪港、堺泉北港及び阪南港の各港内で避泊していた船舶は119隻観測できた。その係留位置や航跡等から係岸避泊を行っていたと推測できる船舶は99隻、錨泊していたと推測できる船舶が18隻、動静が不明な船舶が2隻であった。

表-4.1に示したとおり、港長より第二体制(全船舶避難勧告)が発令されると、1,000総トン以上の船舶は原則として港外へ避難、1,000総トン未満の船舶は港内等の安全な場所に避難することとされている。そのため、港内で避泊していた船舶は、ルール上は全て1,000総トン未満の船舶であると考えられる。AISデータには各船舶の総トンデータも含まれているが、小型の船舶ほど総トンをAIS機器に登録してなくAISデータ上では総トンが不明な船舶が多い。港内で避泊していた119隻のうち総トンデータが取得できた船舶は23隻であり、その総トンは199総トン～749総トンであった。

港内避泊を行っていた119隻について、AISデータによる航跡等から判断すると、係岸避泊を行っていた船舶99隻は、台風21号の大阪湾通過時にも全ての船舶が漂流せずに係留状態を保っていた。一方、錨泊していた船舶18隻は、台風通過時に全て走錨していた。

台風21号のような記録的な強風を伴う台風であっても、港内避泊を行う船舶が係岸避泊を行った結果、漂流することがなかったことから、今回の台風21号に対する船舶の避泊実態を見る限りにおいては、港内では係岸避泊は効果的な避泊方法の一つであったと考えられる。

係岸避泊を行っていた99隻の係岸避泊開始時刻別隻数を示したものが図-4.18である。この結果、台風21号の大阪湾通過の概ね24時間前(3日14:00)には50%の船舶が、20時間前(3日18:00)には80%の船舶が係岸避泊を行っていたことが分かる。また、この結果と表-4.2に示す港長による勧告発令発表時刻(3日16:15～17:00)とを比較すると、勧告発令発表時刻には既に約60%の船舶が係岸避泊を行っていたことが分かる。

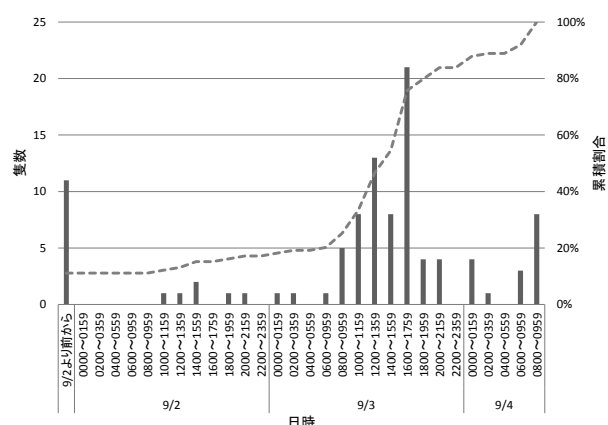


図-4.18 係岸避泊開始時刻別隻数

## 5. 走錨に関する分析

### 5.1 走錨船が多かった台風21号

台風21号は記録的な強風を伴った台風であった。大阪湾を台風21号が通過した際(2018年9月4日13:00～14:00)の大阪湾内(港外)の船舶の航跡を示したものが図-5.1であるが、ほとんどの船舶の航跡が風下の方向へずれている、すなわちほとんどの船舶が走錨している。さらに4.3で示した通り、港内で錨泊により避泊していた船舶も全て走錨している。

一例として、直近で大阪湾付近を通過した2017年台風18号の大阪湾最接近時(2017年9月17日20:10～21:10)の船舶の航跡を示したものが図-5.2である。2017年台風18号が大阪湾に最接近した際の船舶の航跡はずれていないことから走錨していた船舶はほぼなく、多くの船舶は錨泊を保っていたと考えられる。

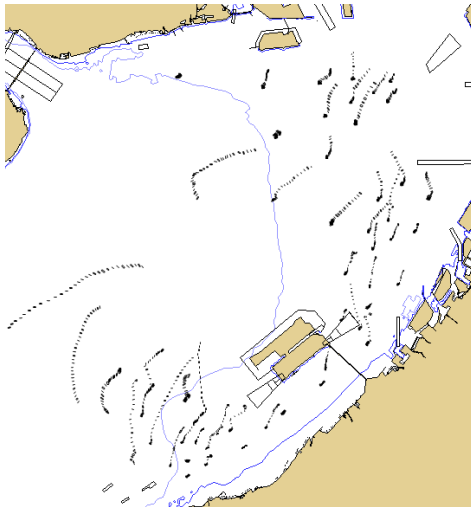


図-5.1 2018年台風21号最接近時の船舶の航跡  
(2018年9月4日13:00~14:00)

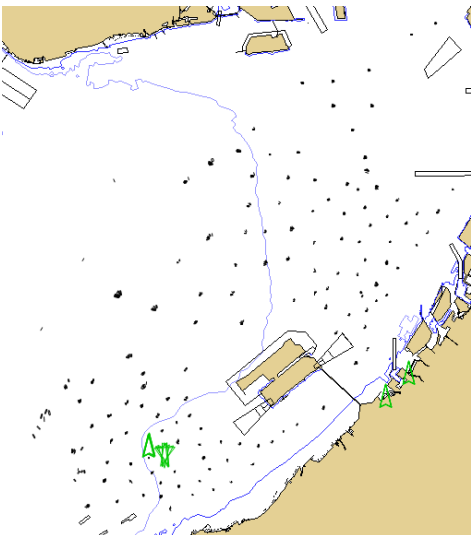


図-5.2 2017年台風18号最接近時の船舶の航跡  
(2017年9月17日20:10~21:10)

## 5.2 大阪湾内（港外）で走錨した船舶の走錨距離

大阪湾内（港外）で避泊し走錨したと判断される船舶46隻について走錨距離を計測した。なお、走錨距離は、台風21号の大阪湾通過時に、錨泊を保っていた船舶の航跡が風下の方向へ移動しているものについて、移動開始地点から再び錨泊したと思われる地点までの距離を直線で近似し計測した。ただし、航跡が大きく屈曲しているものについては、屈曲部を境に2つの直線距離の和を走錨距離としている。計測の一例を図-5.3に示す。

走錨した船舶について、船型規模と走錨距離との関係を示したものが図-5.4（総トンと走錨距離）と図-5.5（船

長と走錨距離）であるが、船型規模（総トン及び船長）と走錨距離の間には相関は見られなかった。これは、走錨時、船舶によっては主機を使用して走錨に抵抗する場合や、底質や錨のタイプにより錨かかりのよし悪しが走錨距離に関係すると考えられ、船型規模と走錨距離の間には相関がないものと推測される。

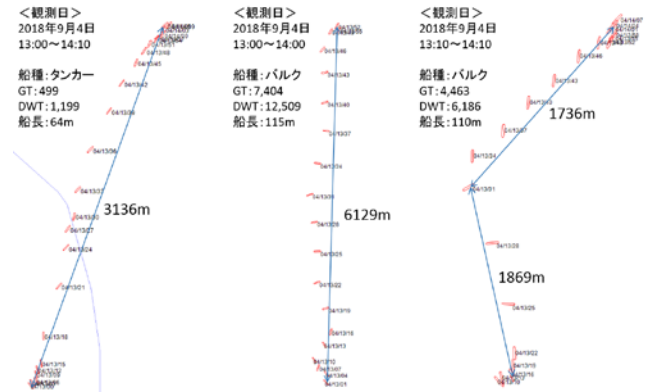


図-5.3 走錨距離の計測例

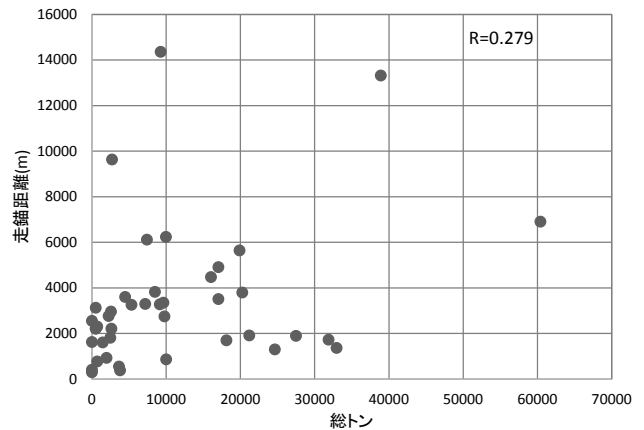


図-5.4 走錨した船舶の総トンと走錨距離の関係

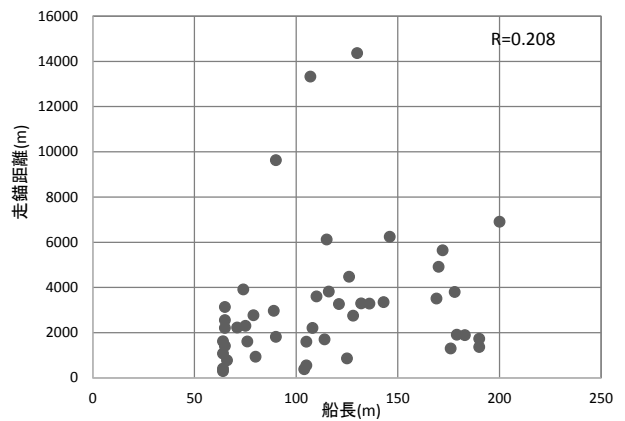


図-5.5 走錨した船舶の船長と走錨距離との関係

### 5.3 大阪湾内（港外）で走錨した船舶の走錨開始風速

船舶に働く外力が錨による係駐力よりも大きくなれば、錨が引け始め走錨する<sup>8)</sup>とされているが、船舶に働く外力は風、潮流、波浪等があり、また船型によっても受ける外力が変わる。さらに、係駐力は錨のタイプや底質により変化することから、走錨には様々な要因が関係している。そこで、比較的入手しやすい風速データのみを用いて、簡易的な目安としての走錨開始風速を推計した。

推計には、AISデータの航跡から船舶が走錨を開始したと判断される時点での10分ごとの平均風速を用いた。推計に使用したAISによる航跡図の一例を図-5.6～図-5.8に示す（付録Bには、分析対象期間の全航跡図を掲載した）。

9月4日11:00～11:20の状態を示している図-5.6では船舶の航跡は錨泊を保っていると思われるが、13:00～13:20（図-5.7）には関空島南部の船舶の航跡がぶれ始めており、走錨が始まりつつあるタイミングだと判断できる。この中間時刻である13:10の関西国際空港の平均風速は24.4m/sが記録されている。

13:30～13:50（図-5.8）には関空島北部の船舶の航跡がぶれ始めており、このタイミングで走錨が始まりつつあることが分かる。この中間時刻13:40の神戸空港の平均風速は21.0m/sが記録されているが、その前後13:30は24.2m/s、13:50は33.5m/sが記録されており、13:40は強い風が吹いていたが一瞬風が弱まった状態であったことが推測され、概ね24m/sから33m/sへ強弱がありながらも断続的に風速が増加していたと考えられる。関空島及び神戸空港の9月4日の台風21号大阪湾通過前後の平均風速データを図-5.9に示す。

これらの結果から、今回の台風21号の大阪湾通過時に関しては、概ね平均風速25m/sを超えると船舶は走錨し始めていたと推測できる。

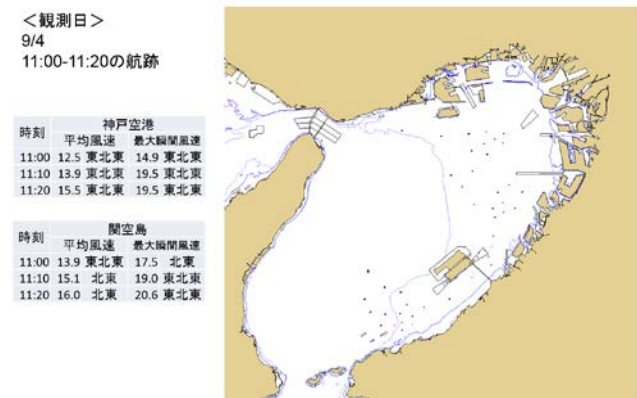


図-5.6 2018年9月4日11:00～11:20の船舶の航跡

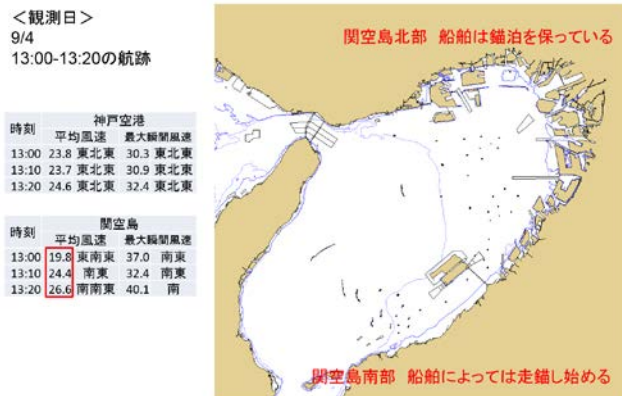


図-5.7 2018年9月4日13:00～13:20の船舶の航跡

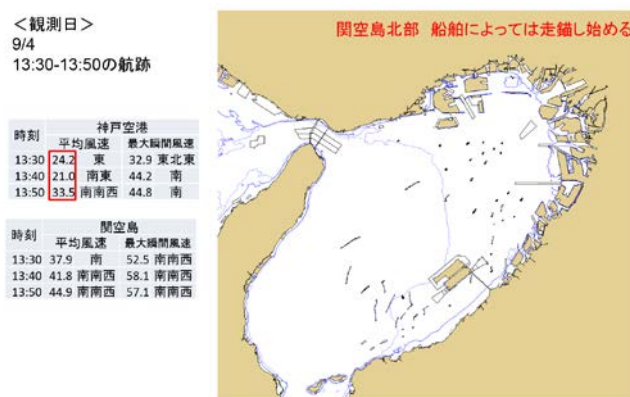


図-5.8 2018年9月4日13:30～13:50の船舶の航跡

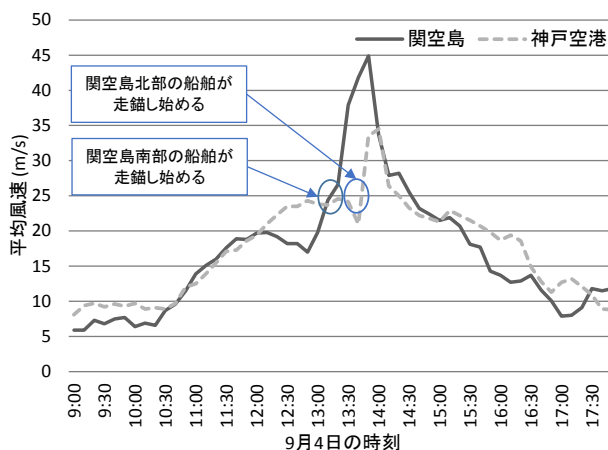


図-5.9 台風21号大阪湾通過前後の風速データ

## 6. まとめ

本研究では、2018年台風21号の大阪湾通過時の船舶錨泊実態についてAISデータを用いて分析を行った。その結果は以下の通り。

- (1) 台風21号の大阪湾通過時、大阪湾内に所在していた船舶は平時に比べて約70%に減少していた。特に、

船長60mを超える船舶の減少が顕著であった。

- (2) 台風21号の大阪湾通過時、大阪湾内（港外）で避泊を行った船舶は、港長による勸告発令発表時刻には約40%の船舶が避泊を開始していた。
- (3) 明石海峡を通過して大阪湾外へ避難する船舶が相当数存在していた。
- (4) 大阪湾内（港外）における避泊船舶の錨泊円を計測した結果、その半径は概ね船長の3倍以内に収まっていた。
- (5) 台風21号に対する船舶の避泊実態を見る限りにおいては、港内では係岸避泊が効果的な避泊方法の一つであった。
- (6) 台風21号の大阪湾通過時、港内で係岸避泊を行った船舶は、港長による勸告発令発表時刻には既に約60%の船舶が係岸避泊を開始しており、多くの船舶が非常に早い段階から係岸避泊を開始していた。
- (7) 大阪湾内（港外）で走錨した船舶の船型規模（総トン及び船長）と走錨距離に相関はなかった。
- (8) 台風21号の大阪湾通過時、大阪湾内（港外）で走錨した船舶は、概ね平均風速25m/s程度から走錨を始めたと考えられる。

今後、強風時の船舶動静についてさらに多くのAISデータを得ることで、錨泊円の推計式や走錨開始風速に関してより詳細な分析を行うことが可能となる。

また、本研究はAISデータにより船舶動静を分析しているため、AISを搭載していない船舶の動静は把握出来ない。特に、港内避泊を行うような小型内航船の場合、AISの搭載は任意であり、AISを搭載していない船舶も多い。また、港内にはAISで動静を把握できない台船なども多数存在している。今後、それらAISを搭載していない船舶や台船等の動静についてもヒアリング等により把握することができれば、港内の避泊実態についてさらに詳細な分析が可能となり、係岸避泊のための岸壁容量等の分析も可能となるなど、荒天時の港内の安全な避泊に関して詳細な考察をまとめることが可能となる。

(2018年11月6日受付)

## 謝辞

本研究を取りまとめるにあたり、海上保安庁第五管区海上保安本部より2018年台風21号接近に伴う体制発令等に関する資料の提供を頂くとともに、多くの方にご助言を頂きました。末尾ながらここに記して深く感謝致します。

## 参考文献

- 1) 大阪管区気象台：平成30年9月4日の台風第21号による暴風と大雨、高潮について、2018
- 2) 気象庁ホームページ：歴代全国ランキング、<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/rankall.php>、2018年10月31日アクセス
- 3) 高橋宏直、後藤健太郎：NILIM-AISによる東京湾避泊実態（平成19年台風9号）に関する分析－浦賀水道航路の航行可能容量に関する考察－、国土技術政策総合研究所資料、No. 431、2007
- 4) 高橋宏直、後藤健太郎：NILIM-AISによる荒天時の泊地規模に関する分析、国土技術政策総合研究所資料、No. 500、2009
- 5) 高橋宏直、後藤健太郎：NILIM-AISによる荒天時の泊地規模に関する分析（その2）、国土技術政策総合研究所資料、No. 529、2009
- 6) 安部智久、安藤和也、赤倉康寛：大型バルク船を中心とした湾域での避泊実態の分析（NILIM-AISによる分析）、国土技術政策総合研究所資料、No. 754、2013
- 7) 阪神港長発表資料：台風21号接近に伴う「第一体制（避難準備勸告）」及び「第二体制（全船舶避難勸告）」について、2018
- 8) 本田啓之輔：操船通論、成山堂書店、2008

付録A 明石海峡を航行する船舶の動静分析で使用  
した船舶動静図（2018年9月3日06:00～5日18:00）

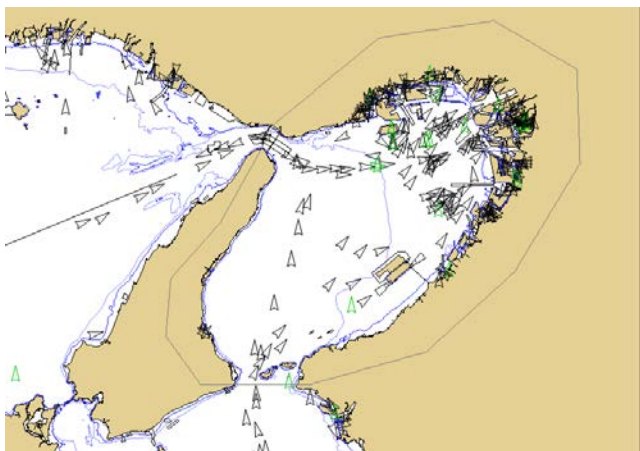


図-A.1 9月3日06:00の状況

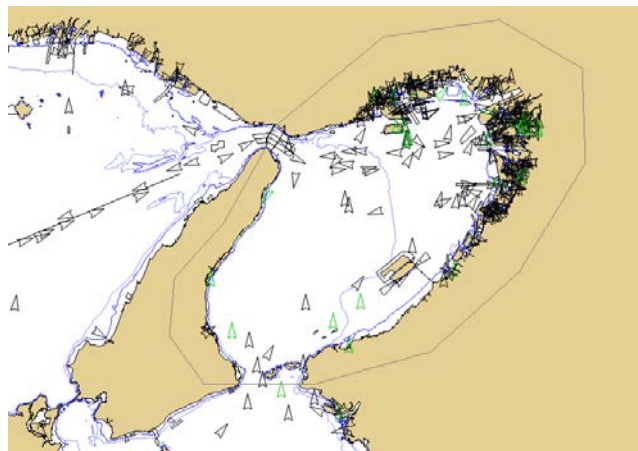


図-A.4 9月3日09:00の状況

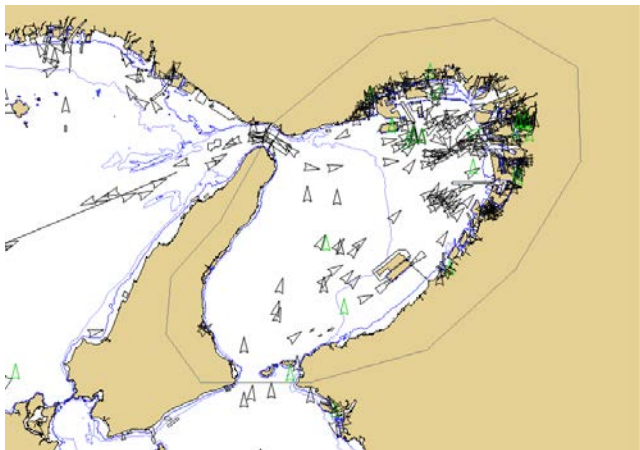


図-A.2 9月3日07:00の状況

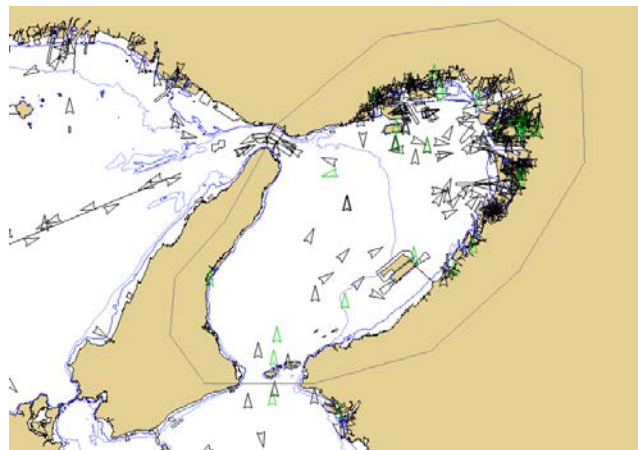


図-A.5 9月3日10:00の状況

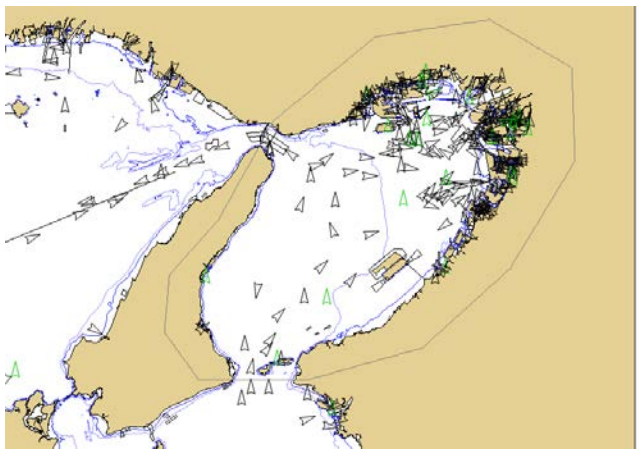


図-A.3 9月3日08:00の状況

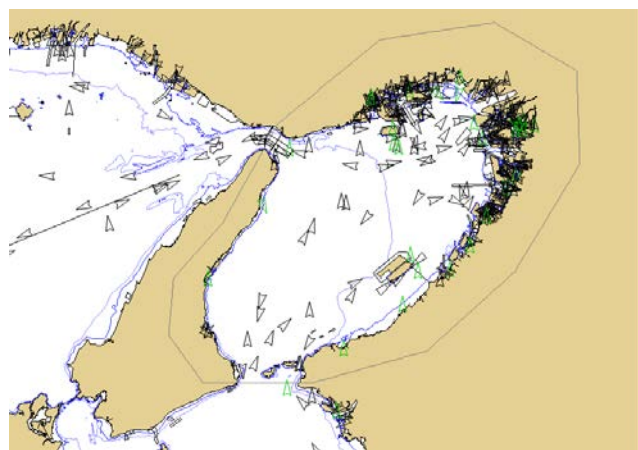


図-A.6 9月3日11:00の状況



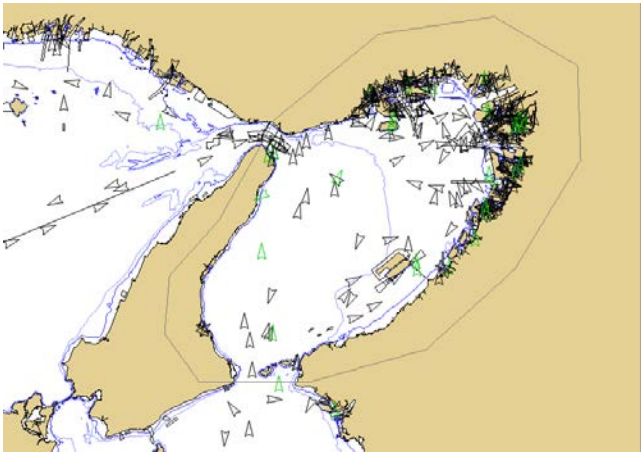


図-A.7 9月3日12:00の状況

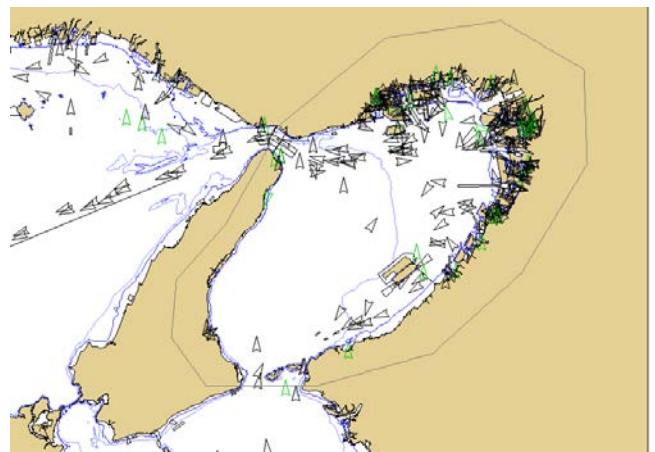


図-A.10 9月3日15:00の状況

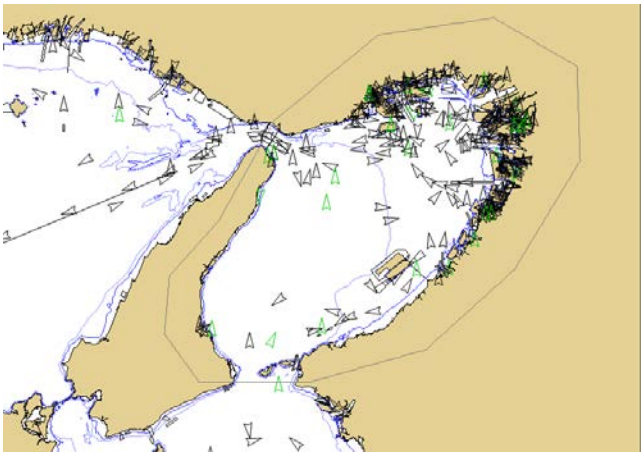


図-A.8 9月3日13:00の状況

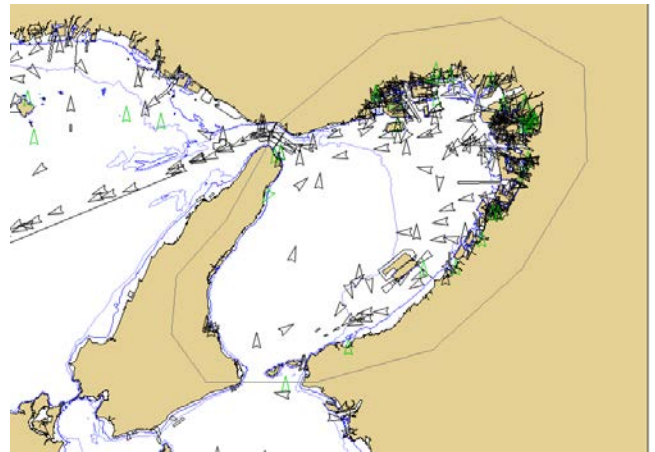


図-A.11 9月3日16:00の状況

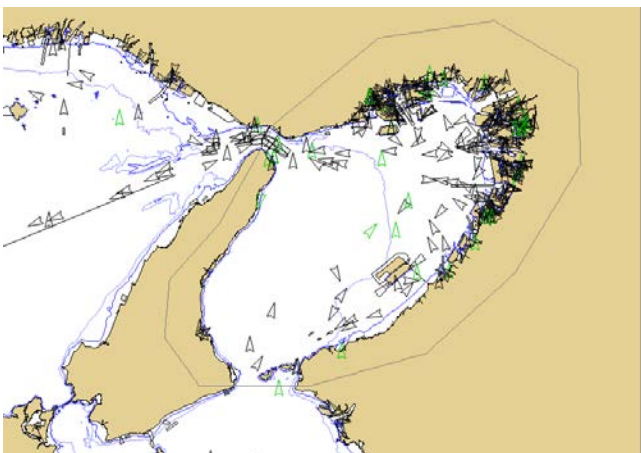


図-A.9 9月3日14:00の状況

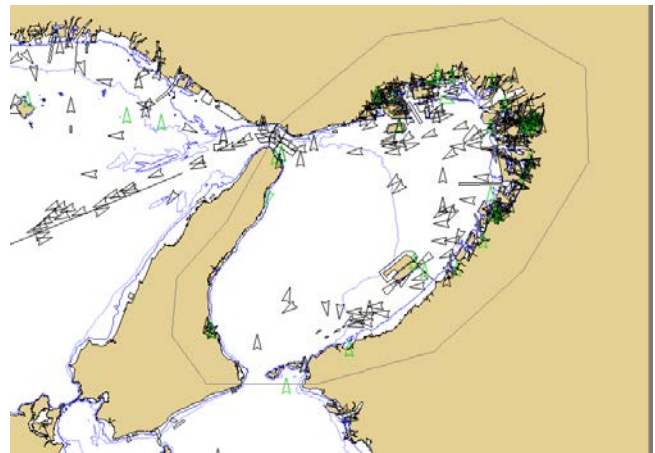


図-A.12 9月3日17:00の状況

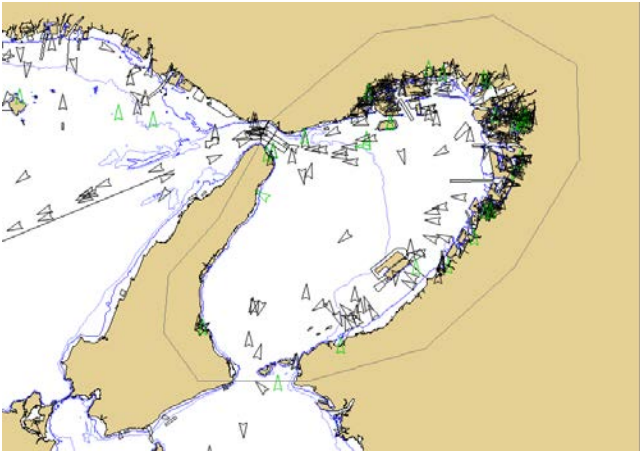


図-A.13 9月3日18:00の状況

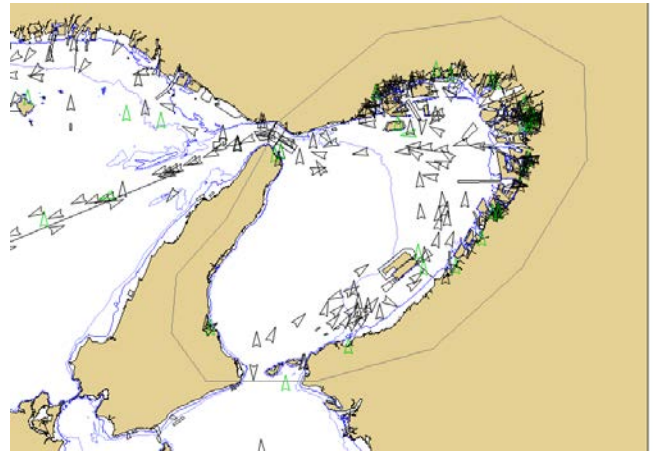


図-A.16 9月3日21:00の状況

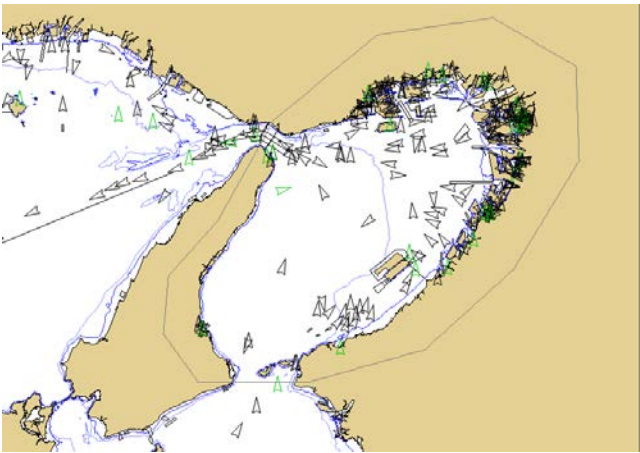


図-A.14 9月3日19:00の状況

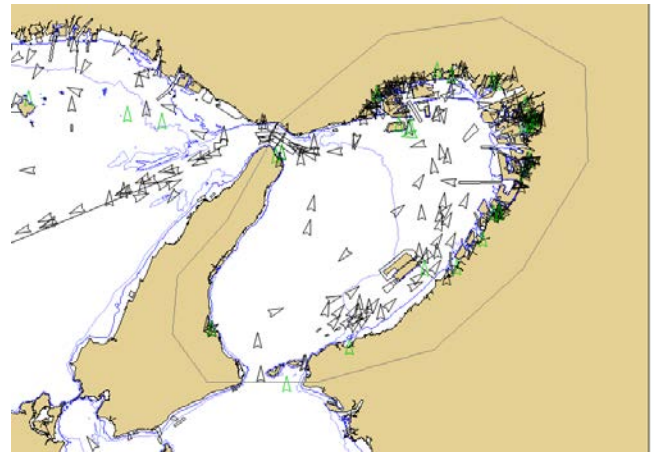


図-A.17 9月3日22:00の状況

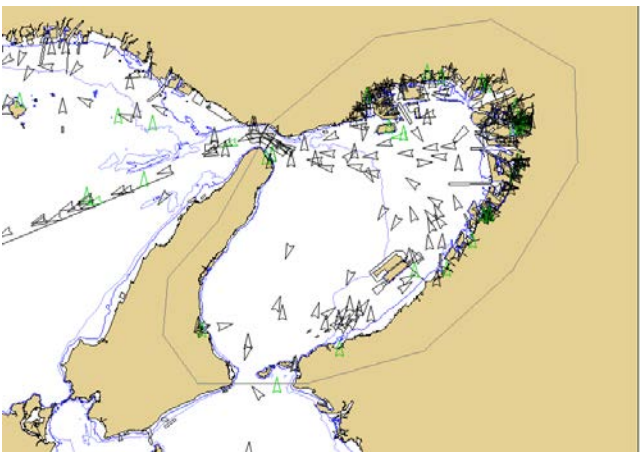


図-A.15 9月3日20:00の状況

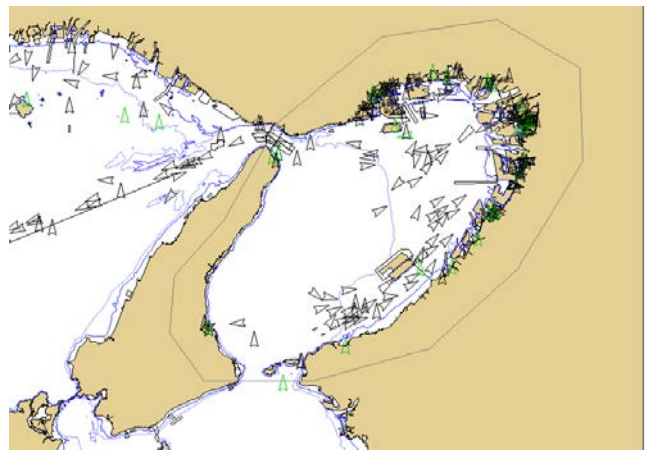


図-A.18 9月3日23:00の状況

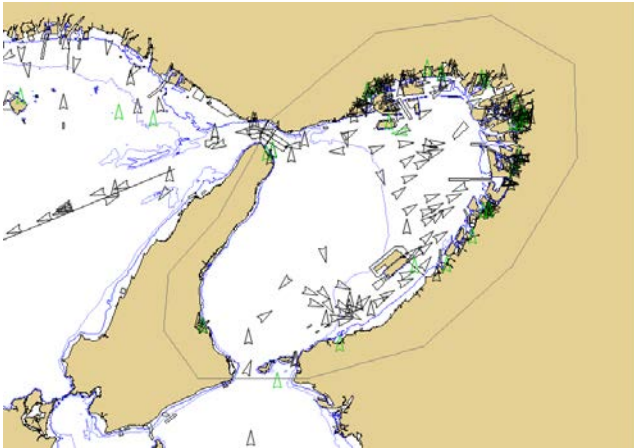


図-A.19 9月4日00:00の状況

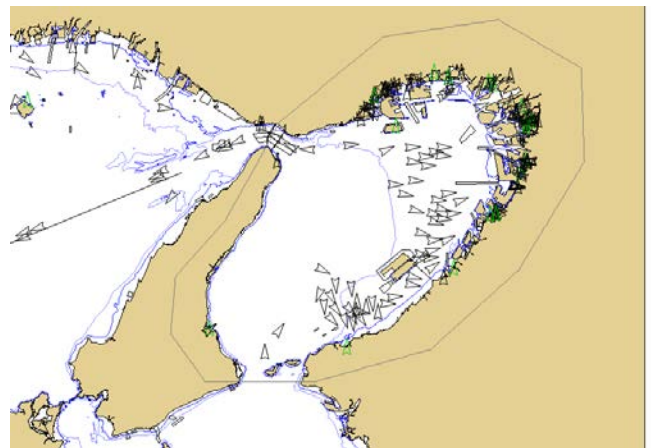


図-A.22 9月4日03:00の状況

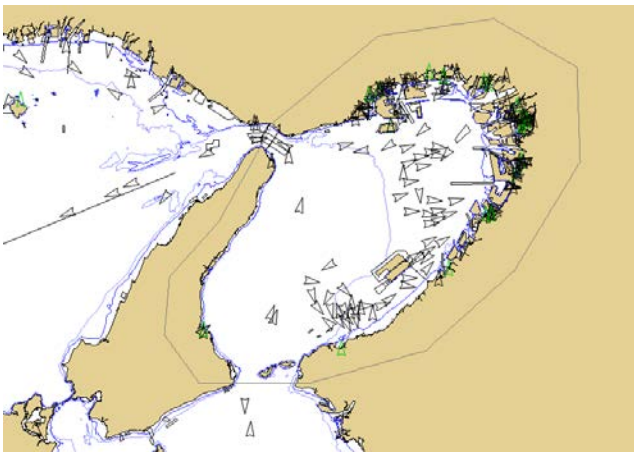


図-A.20 9月4日01:00の状況

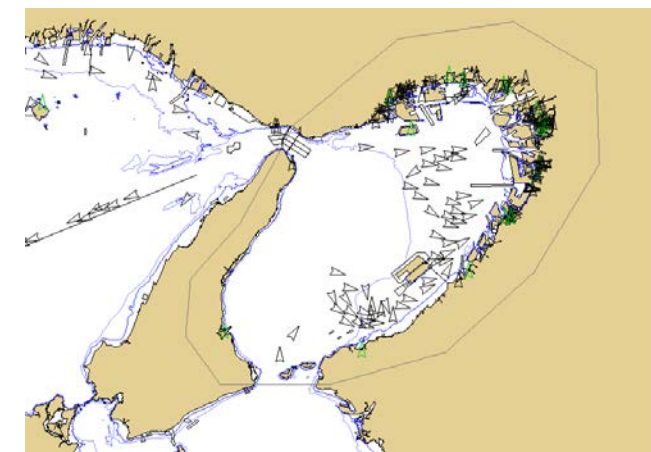


図-A.23 9月4日04:00の状況

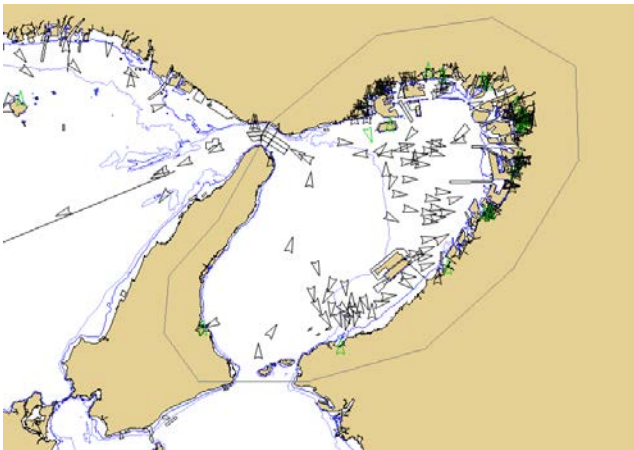


図-A.21 9月4日02:00の状況

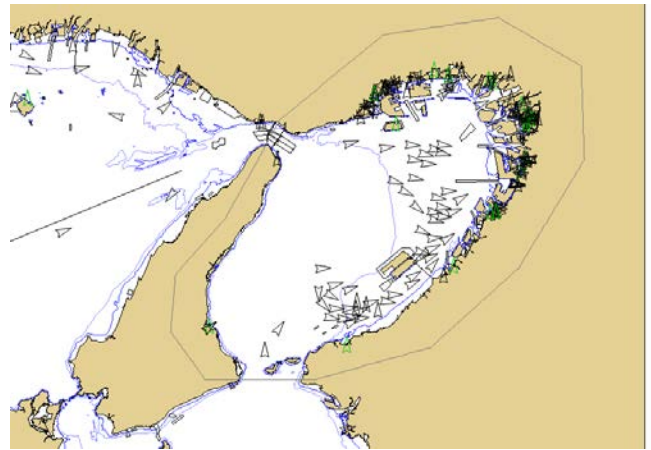


図-A.24 9月4日05:00の状況

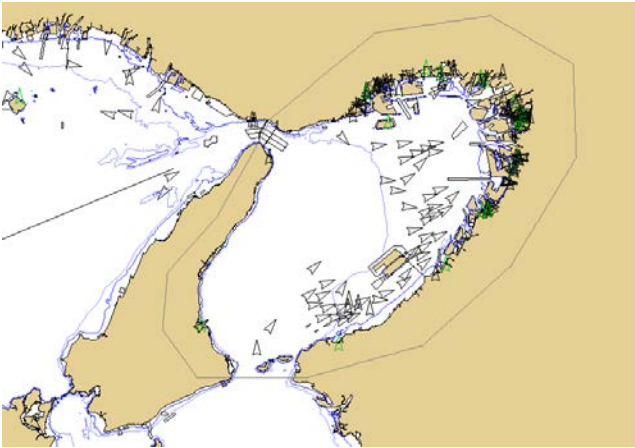


図-A.25 9月4日06:00の状況

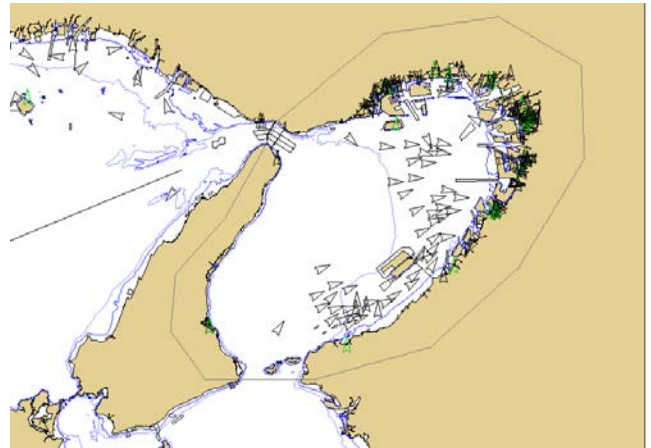


図-A.28 9月4日09:00の状況

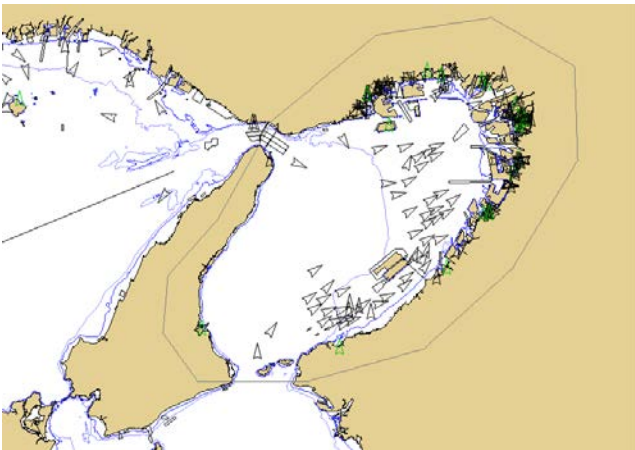


図-A.26 9月4日07:00の状況

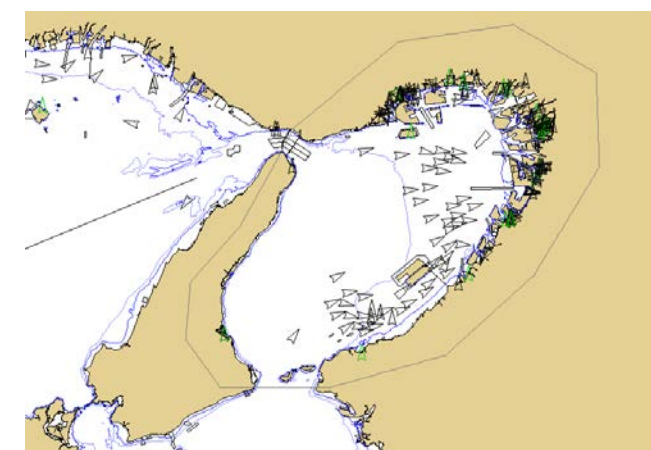


図-A.29 9月4日10:00の状況

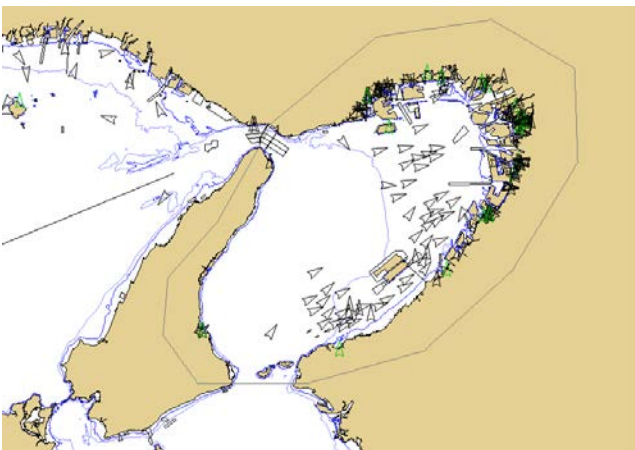


図-A.27 9月4日08:00の状況

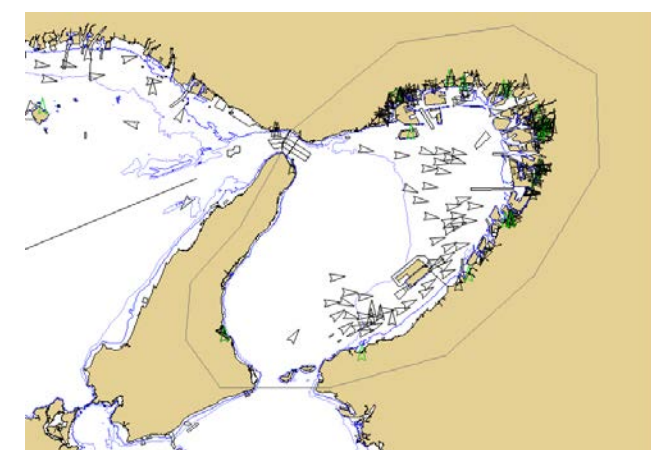


図-A.30 9月4日11:00の状況

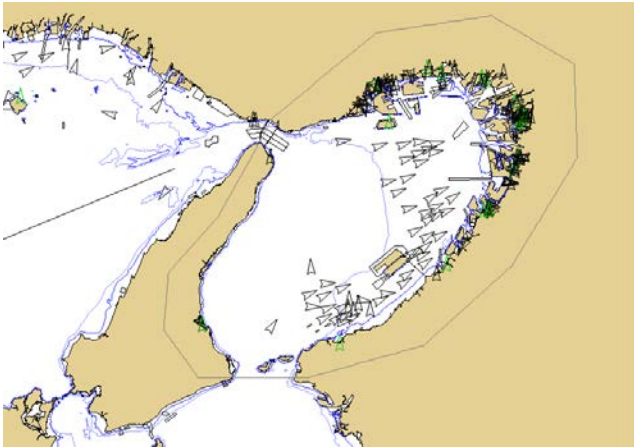


図-A.31 9月4日12:00の状況

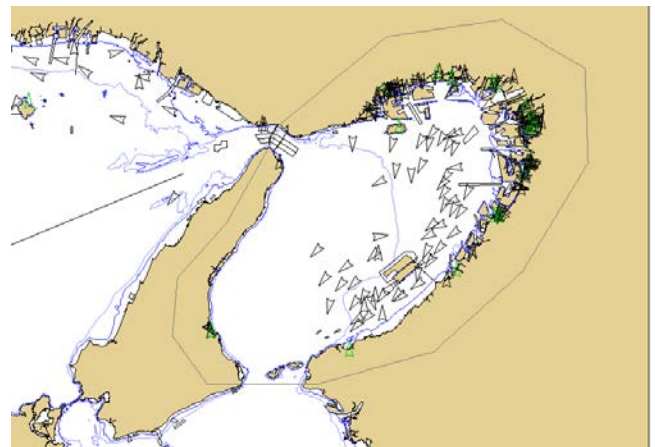


図-A.34 9月4日15:00の状況

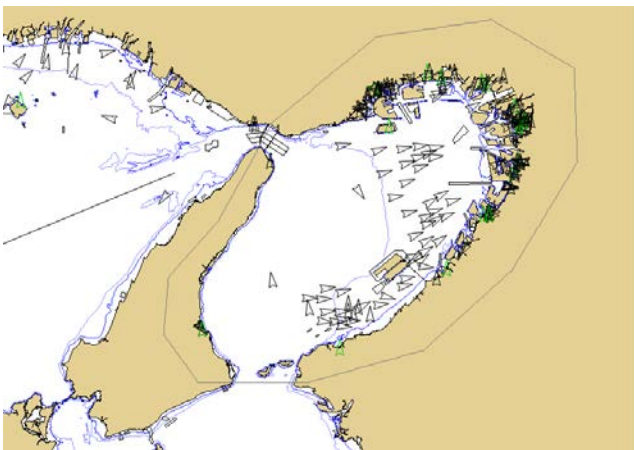


図-A.32 9月4日13:00の状況

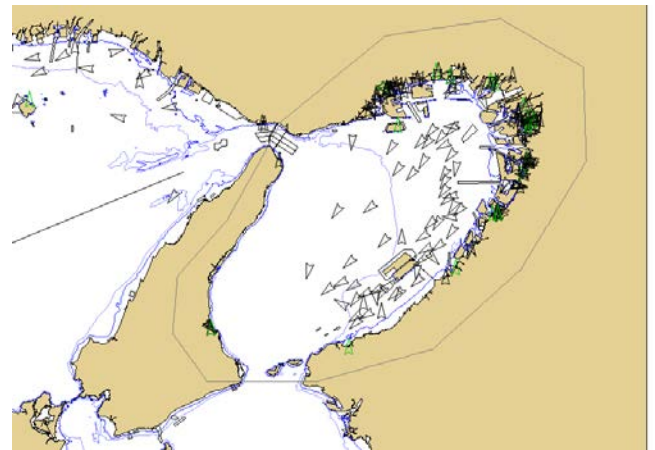


図-A.35 9月4日16:00の状況

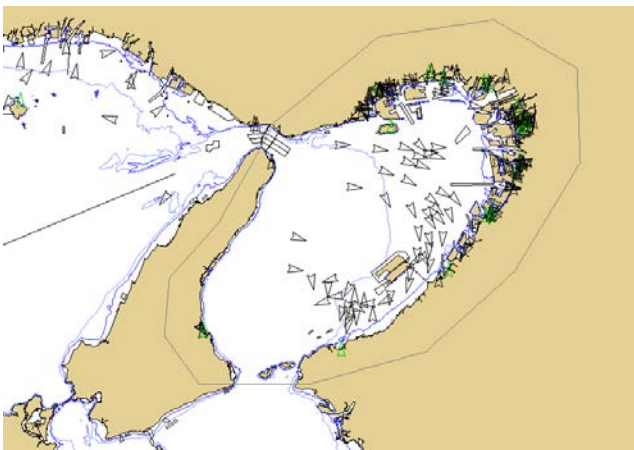


図-A.33 9月4日14:00の状況

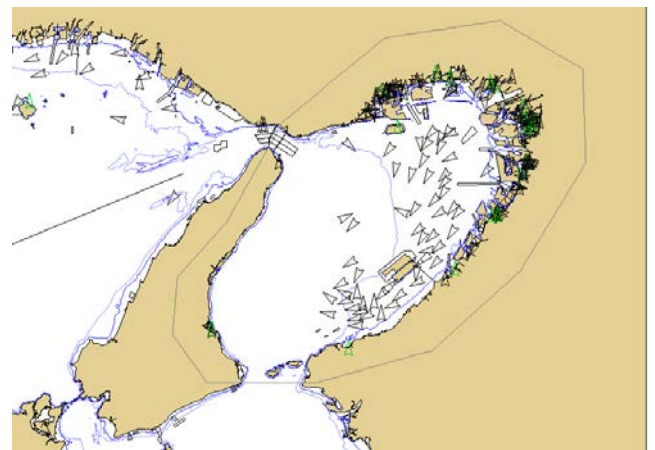


図-A.36 9月4日17:00の状況

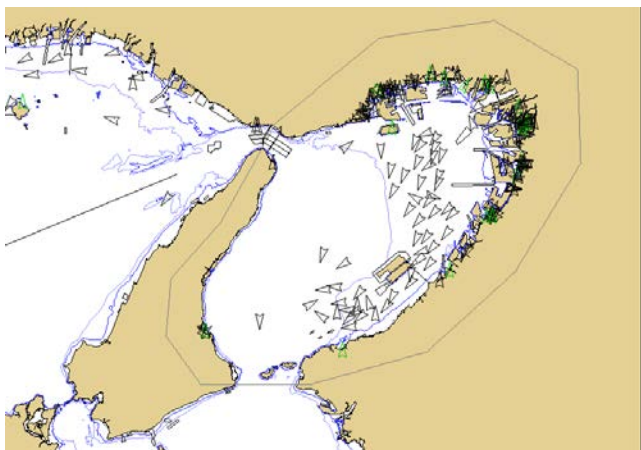


図-A. 37 9月4日18:00の状況

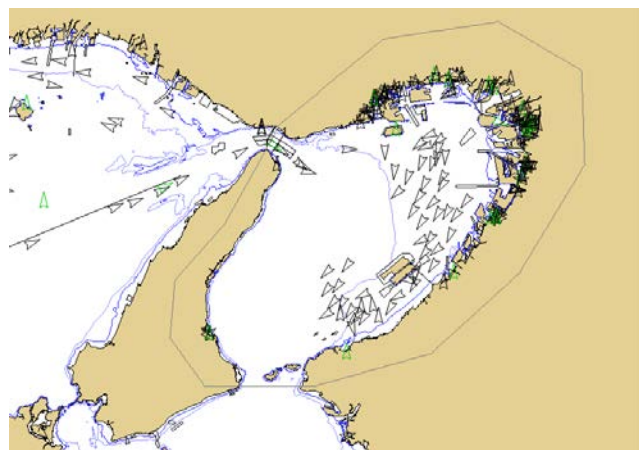


図-A. 40 9月4日21:00の状況

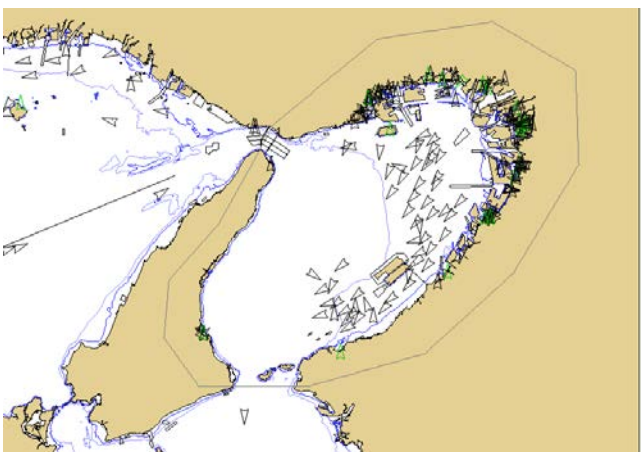


図-A. 38 9月4日19:00の状況

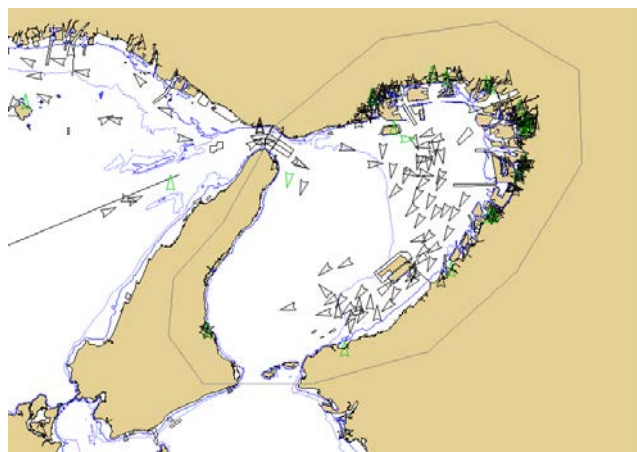


図-A. 41 9月4日22:00の状況

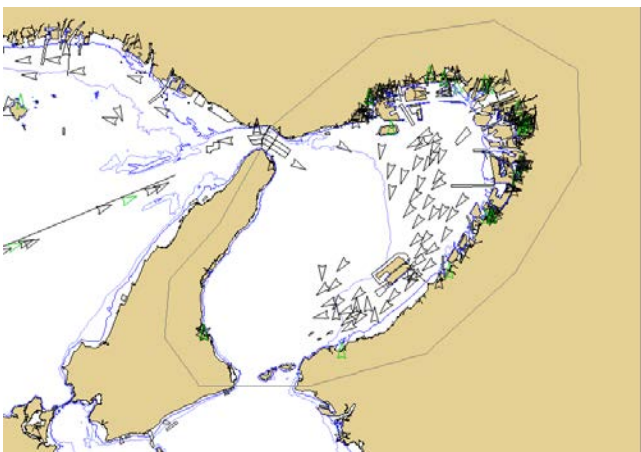


図-A. 39 9月4日20:00の状況

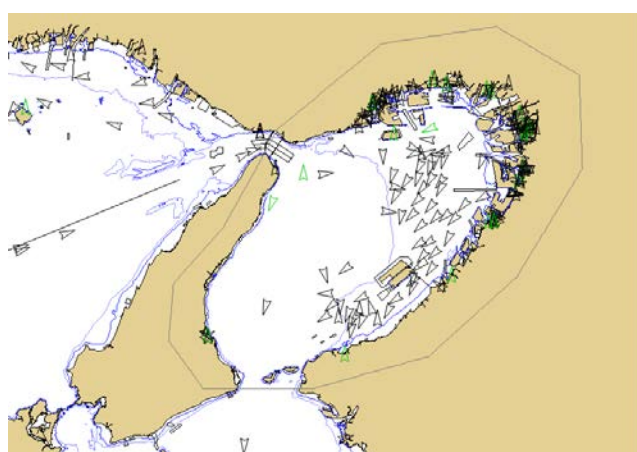


図-A. 42 9月4日23:00の状況

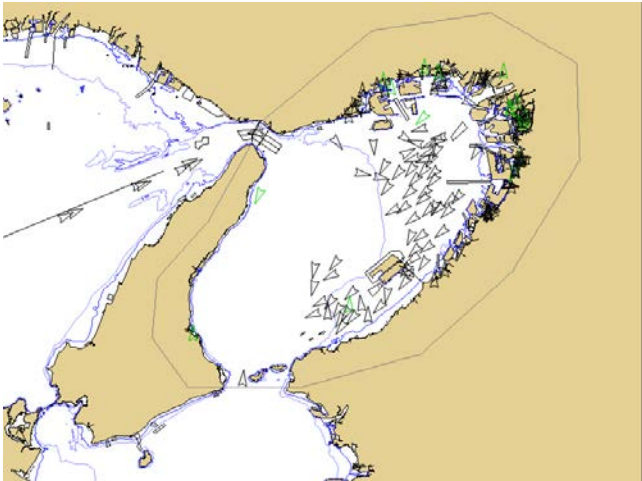


図-A.43 9月5日00:00の状況

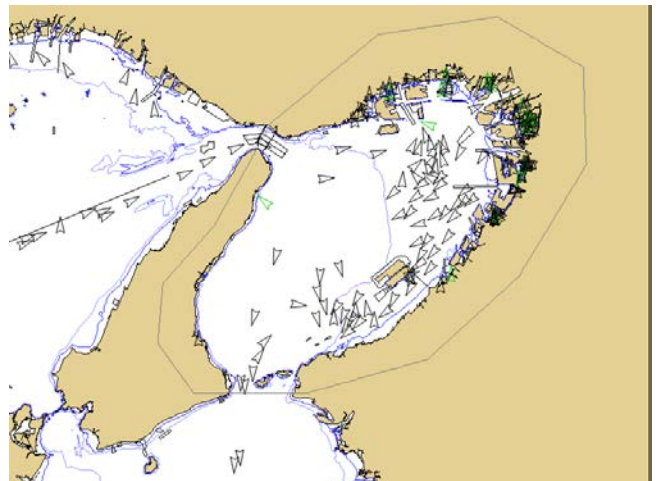


図-A.46 9月5日03:00の状況

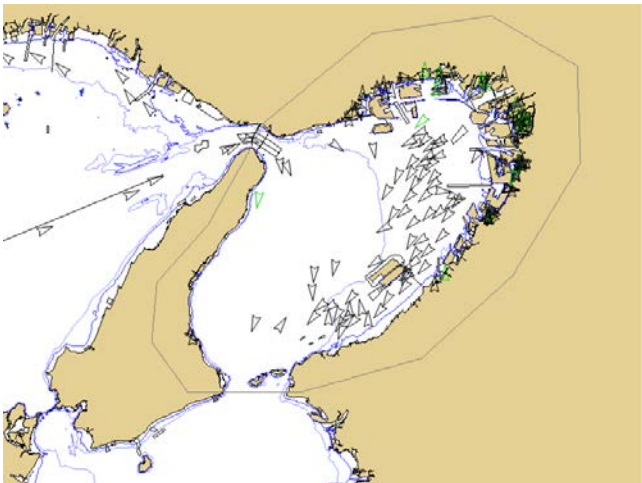


図-A.44 9月5日01:00の状況

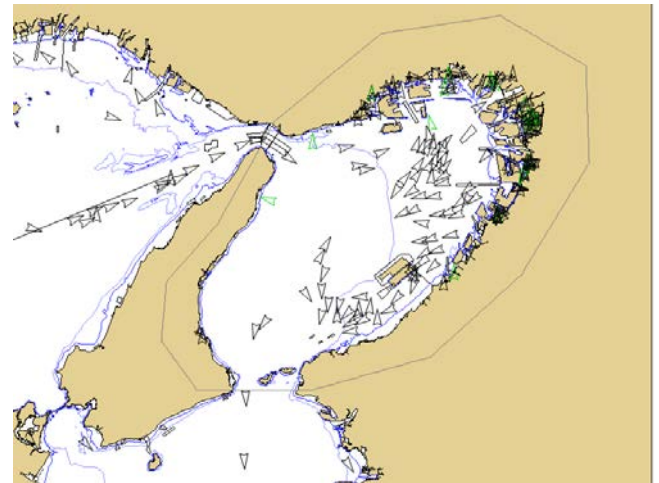


図-A.47 9月5日04:00の状況

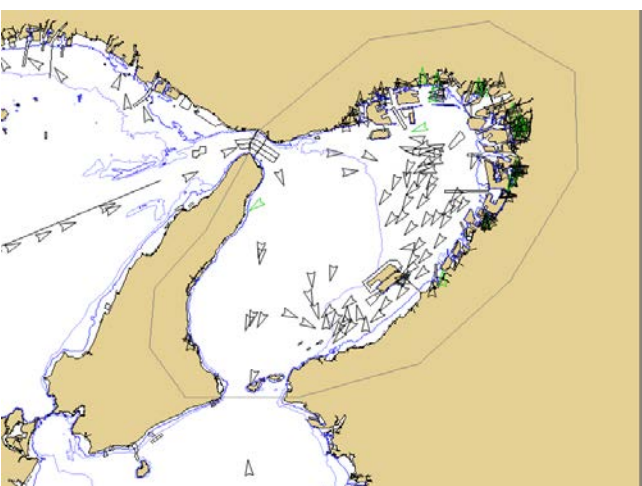


図-A.45 9月5日02:00の状況

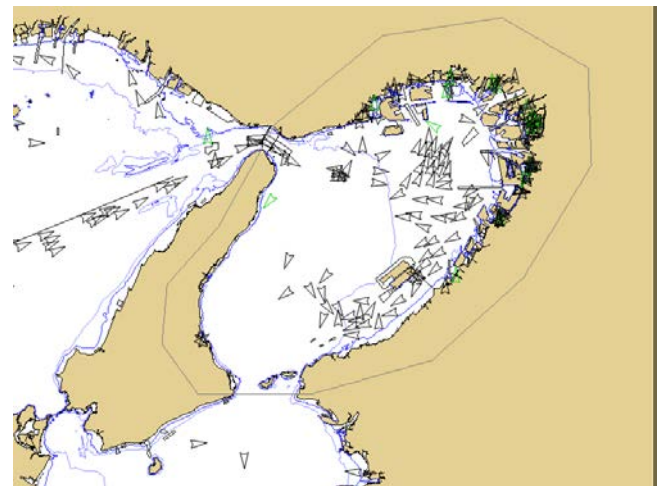


図-A.48 9月5日05:00の状況

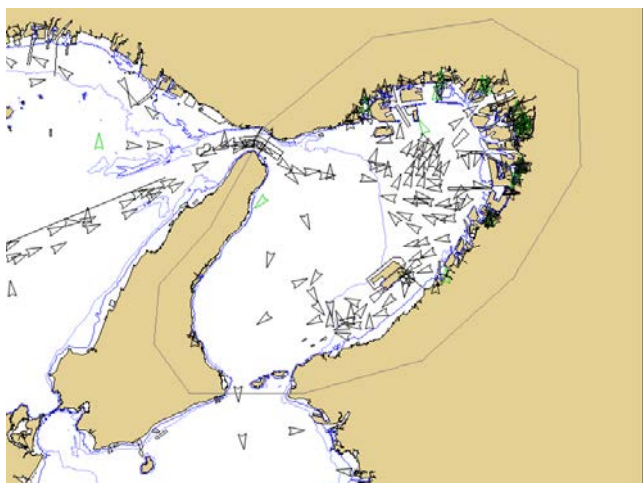


図-A.49 9月5日06:00の状況

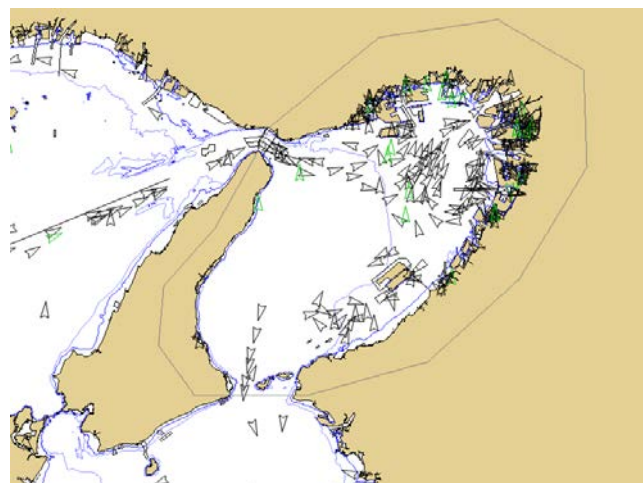


図-A.52 9月5日09:00の状況

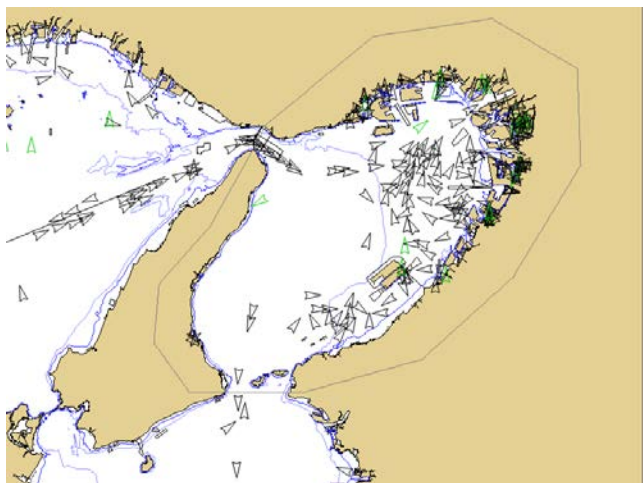


図-A.50 9月5日07:00の状況

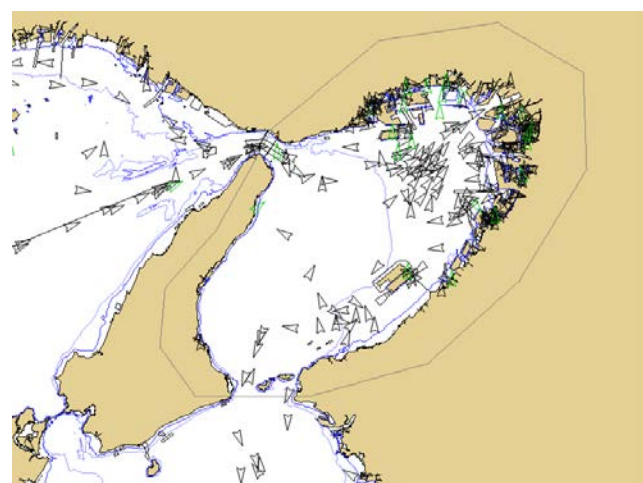


図-A.53 9月5日10:00の状況

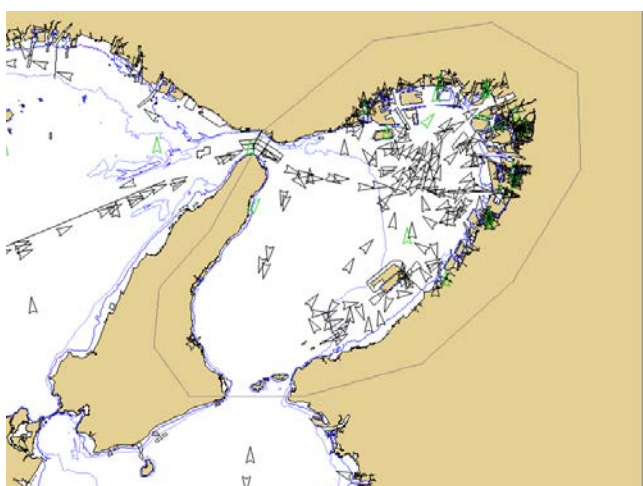


図-A.51 9月5日08:00の状況

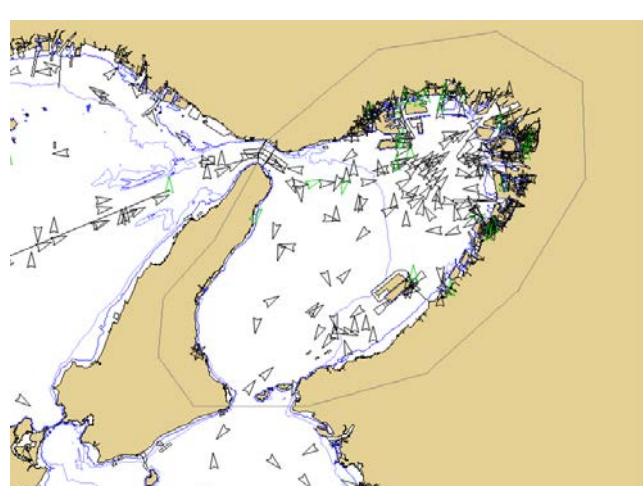


図-A.54 9月5日11:00の状況



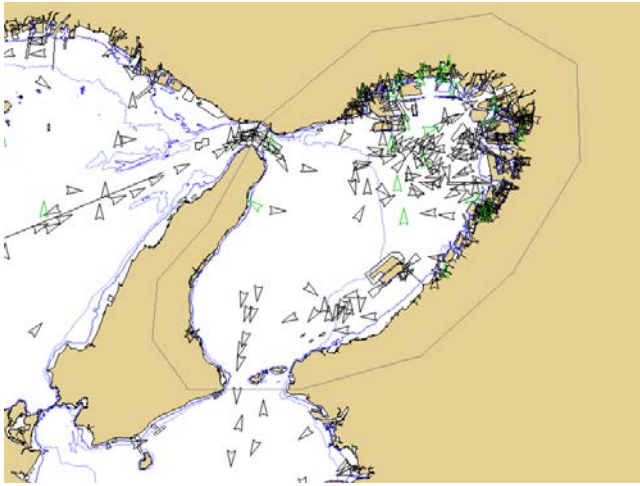


図-A. 55 9月5日12:00の状況

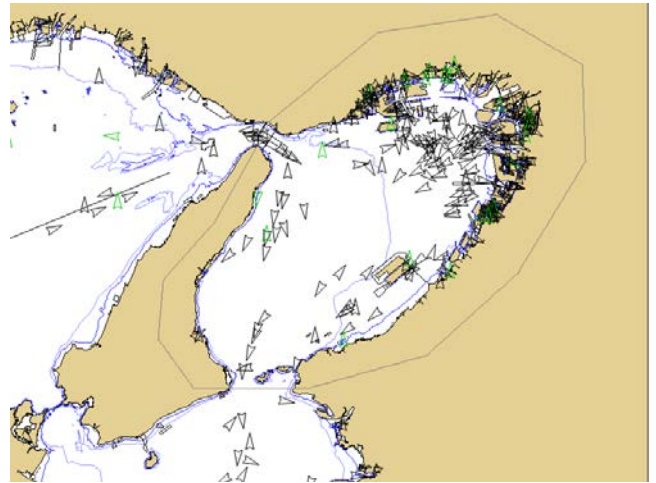


図-A. 58 9月5日15:00の状況

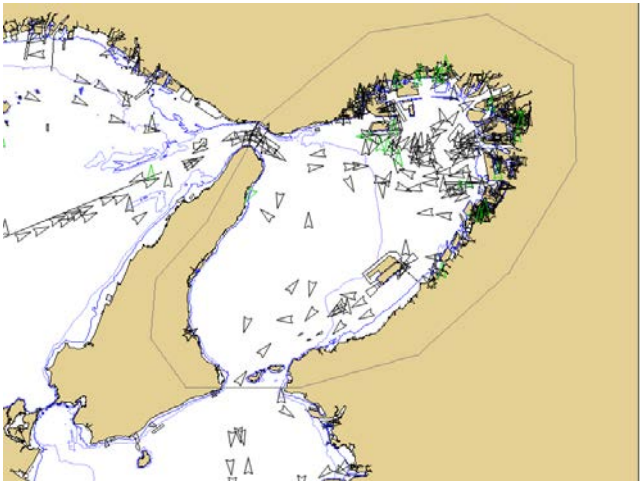


図-A. 56 9月5日13:00の状況

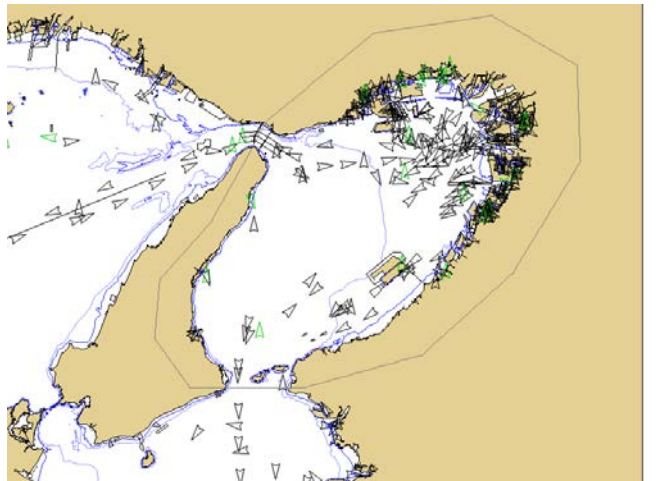


図-A. 59 9月5日16:00の状況

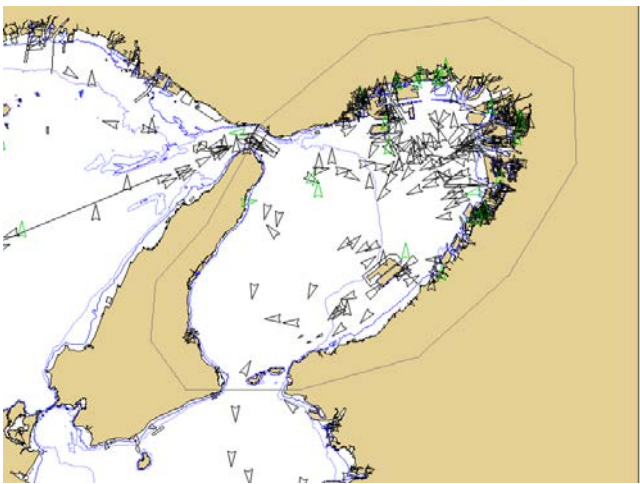


図-A. 57 9月5日14:00の状況

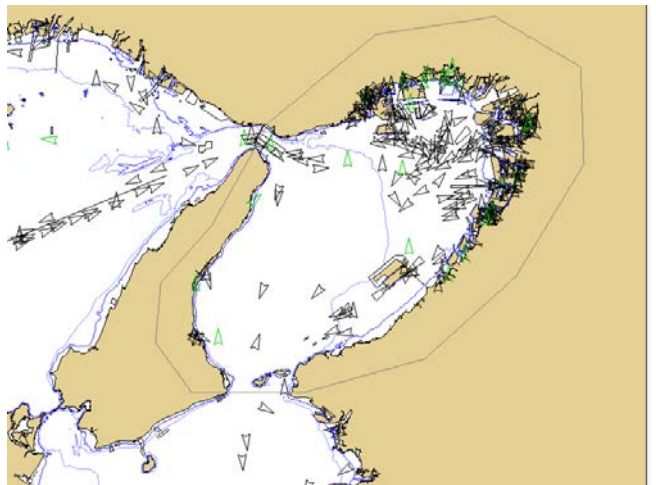


図-A. 60 9月5日17:00の状況

付録B 走錨開始風速の分析で使⽤した大阪湾の航跡図 (2018年9月4日11:00~15:10, 10分ごと20分間の航跡)

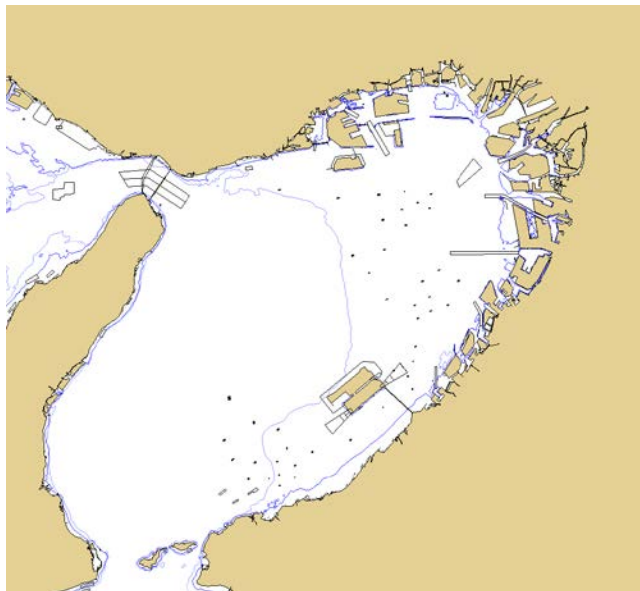


図-B.1 9月4日11:00~11:20の状況



図-B.3 9月4日11:20~11:40の状況



図-B.2 9月4日11:10~11:30の状況



図-B.4 9月4日11:30~11:50の状況

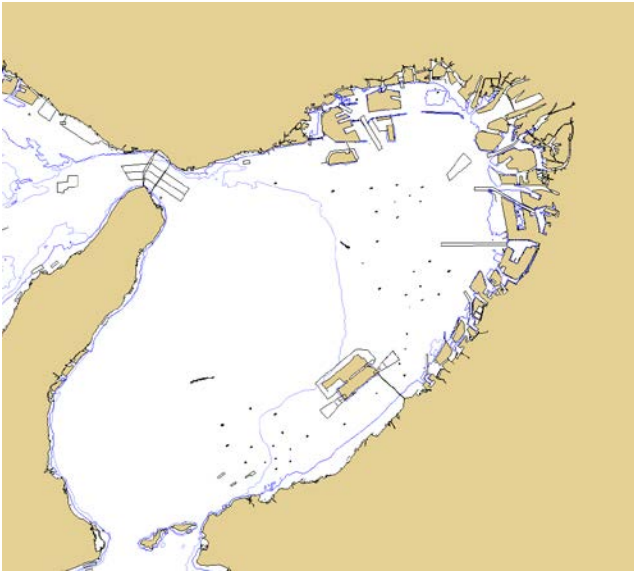


図-B.5 9月4日11:40~12:00の状況



図-B.7 9月4日12:00~12:20の状況



図-B.6 9月4日11:50~12:10の状況

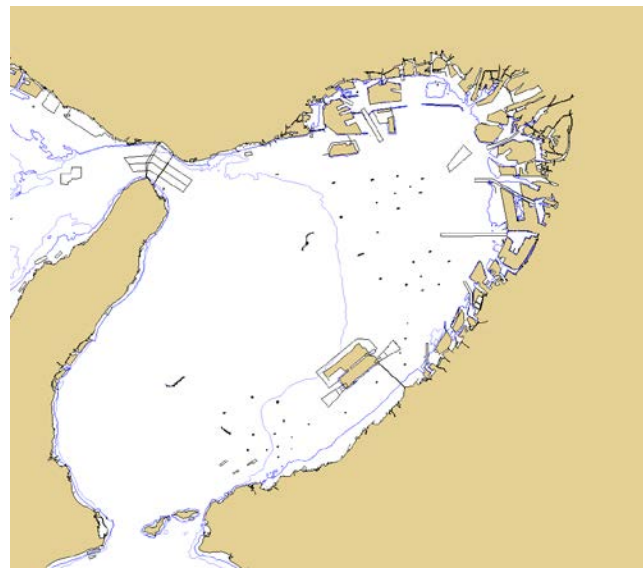


図-B.8 9月4日12:10~12:30の状況

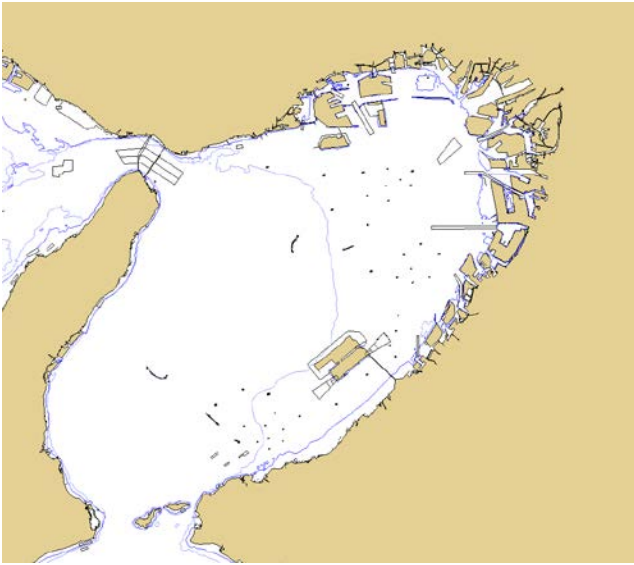


図-B.9 9月4日12:20~12:40の状況



図-B.11 9月4日12:40~13:00の状況



図-B.10 9月4日12:30~12:50の状況

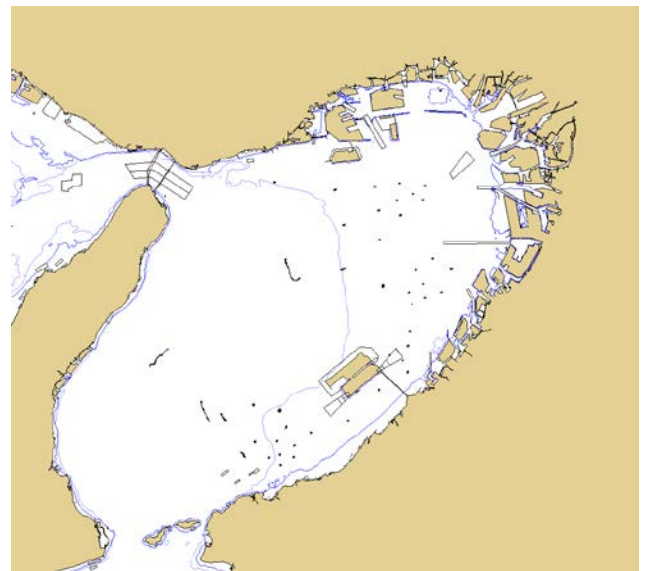


図-B.12 9月4日12:50~13:10の状況



図-B.13 9月4日13:00～13:20の状況

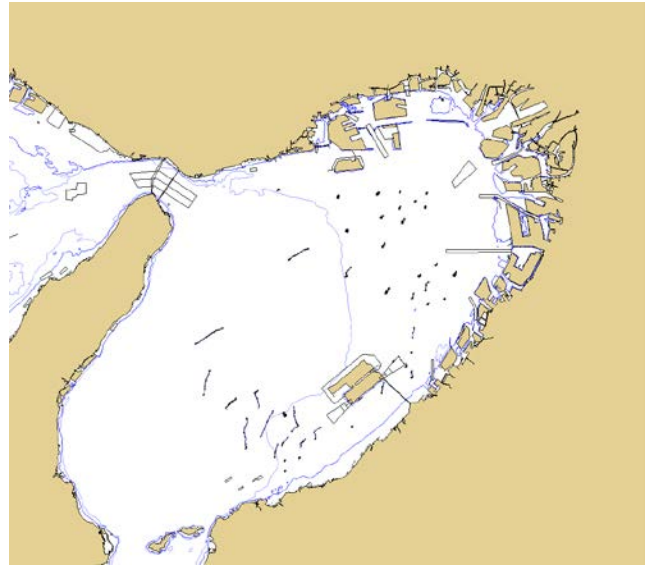


図-B.15 9月4日13:20～13:40の状況



図-B.14 9月4日13:10～13:30の状況

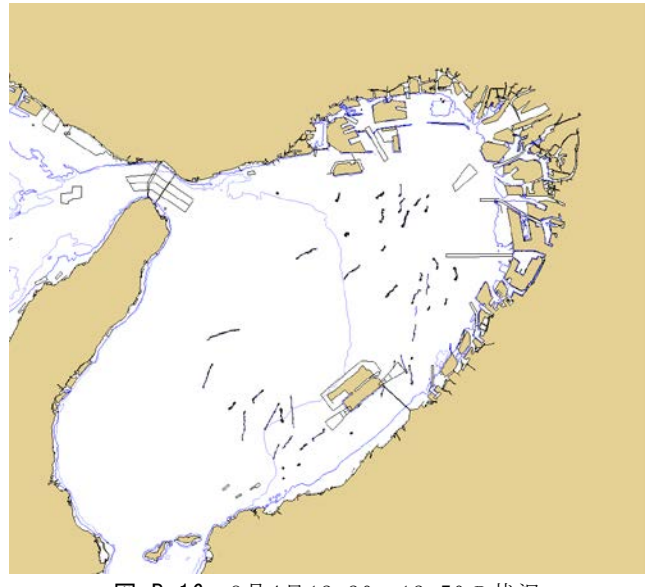


図-B.16 9月4日13:30～13:50の状況

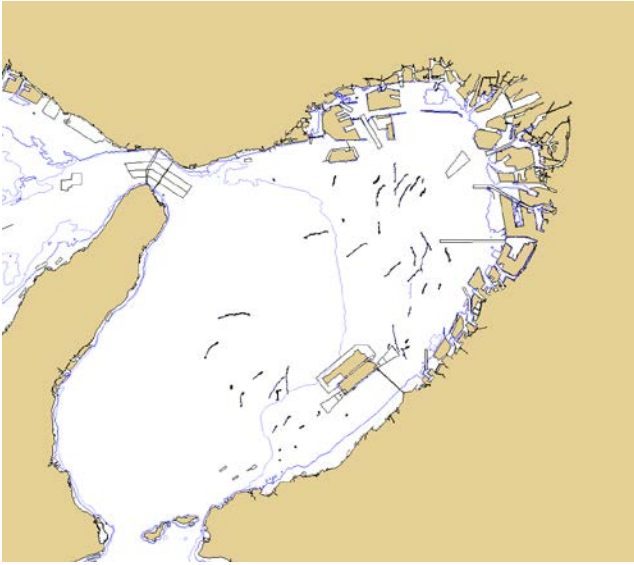


図-B.17 9月4日13:40～14:00の状況



図-B.19 9月4日14:00～14:20の状況

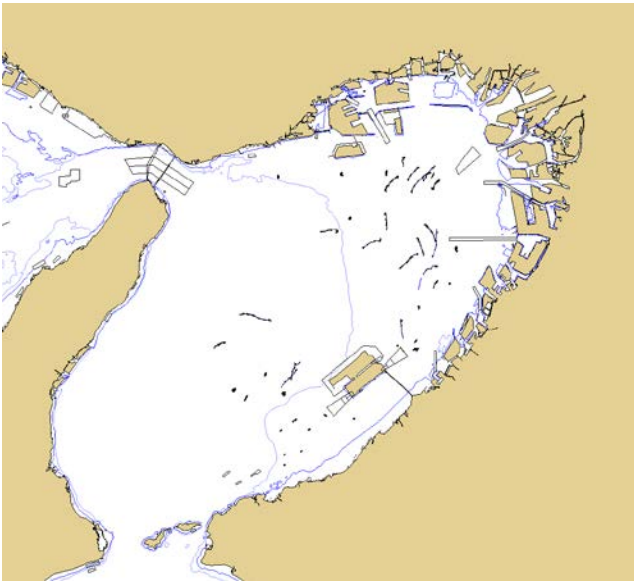


図-B.18 9月4日13:50～14:10の状況



図-B.20 9月4日14:10～14:30の状況



図-B. 21 9月4日14:20～14:40の状況



図-B. 23 9月4日14:40～15:00の状況



図-B. 22 9月4日14:30～14:50の状況



図-B. 24 9月4日14:50～15:10の状況

付録C 本研究で使用した気象データ

(<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>)

表-C.1 関空島の気象データ  
(2018年9月4日10分ごとの値)

時分	降水量 (mm)	気温 (℃)	風向・風速(m/s)				日照 時間 (分)
			平均	風向	最大瞬間	風向	
00:10	0.0	27.8	2.6	東	4.1	東	///
00:20	0.0	27.8	3.3	東	4.1	東南東	///
00:30	0.0	27.7	3.5	東南東	4.6	東南東	///
00:40	0.0	27.6	2.5	東	3.1	東	///
00:50	0.0	27.6	3.6	東	5.1	東	///
01:00	0.0	27.5	3.7	東	4.6	東	///
01:10	0.0	27.4	3.3	東南東	5.1	東	///
01:20	0.0	27.3	2.7	南東	3.6	南東	///
01:30	0.0	27.1	3.1	南東	4.1	南東	///
01:40	0.0	26.8	2.4	南東	3.6	南東	///
01:50	0.0	26.8	1.8	東南東	2.6	東南東	///
02:00	0.0	26.2	1.4	東南東	3.1	南東	///
02:10	0.0	26.6	1.2	東	2.1	東	///
02:20	0.0	26.7	1.4	東	2.1	東	///
02:30	0.0	27.0	1.7	東南東	2.6	南南東	///
02:40	0.0	26.5	1.8	南東	2.6	東南東	///
02:50	0.0	26.4	1.5	南南東	2.6	南南東	///
03:00	0.0	26.4	1.3	南南東	2.6	南南東	///
03:10	0.0	26.4	1.1	南東	1.5	南南東	///
03:20	0.0	26.5	0.9	東南東	1.5	東南東	///
03:30	0.0	26.4	0.2	静穏	1.0	東	///
03:40	0.0	26.6	1.0	南東	1.0	東南東	///
03:50	0.0	26.4	0.7	東南東	1.5	東	///
04:00	0.0	26.6	0.8	東	1.0	東	///
04:10	0.0	26.5	0.8	東	1.0	東	///
04:20	0.0	26.4	1.0	東	2.1	北東	///
04:30	0.0	26.2	2.2	東北東	2.6	東北東	///
04:40	0.0	26.2	2.8	東北東	3.6	東北東	///
04:50	0.0	25.9	3.0	東北東	3.6	北東	///
05:00	0.0	26.6	3.1	北東	3.6	北東	///
05:10	0.0	26.7	2.9	北東	3.6	北東	///
05:20	0.0	26.7	1.4	東	2.1	東	///
05:30	0.0	26.6	1.2	東	1.5	東	///
05:40	0.0	26.3	1.7	東北東	2.1	東	///
05:50	0.0	26.4	2.2	東	2.6	東北東	///
06:00	0.0	26.3	2.2	東北東	2.6	東	///
06:10	0.0	26.2	1.4	東北東	2.1	東	///
06:20	0.0	26.4	1.8	北北東	2.1	北東	///

06:30	0.0	26.4	1.5	北北東	2.6	北北東	///
06:40	0.0	26.5	2.0	北東	2.6	東北東	///
06:50	0.0	26.6	1.5	東北東	2.1	東	///
07:00	0.0	26.7	1.5	東南東	2.1	南東	///
07:10	0.0	26.6	1.4	東南東	2.1	東	///
07:20	0.0	26.6	2.1	東南東	3.1	東南東	///
07:30	0.0	26.5	1.6	東南東	2.1	東南東	///
07:40	0.0	26.5	1.8	東	2.6	東	///
07:50	0.0	28.0	3.6	東	5.1	東	///
08:00	0.0	28.2	4.8	東	7.2	東	///
08:10	0.0	28.6	3.6	東	4.6	東	///
08:20	0.0	28.8	4.4	東	6.2	東北東	///
08:30	0.0	29.0	4.6	東北東	7.2	東	///
08:40	0.0	29.1	5.8	東北東	7.2	東北東	///
08:50	0.0	29.3	6.6	東北東	8.7	東北東	///
09:00	0.0	29.6	5.9	東北東	7.7	東北東	///
09:10	0.0	29.5	5.9	東北東	7.7	東	///
09:20	0.0	30.0	7.3	東北東	9.8	東北東	///
09:30	0.0	30.1	6.8	東北東	8.7	東北東	///
09:40	0.0	29.3	7.5	東北東	10.8	東北東	///
09:50	0.0	29.4	7.7	東	10.3	東	///
10:00	0.0	28.6	6.4	東	9.8	東	///
10:10	0.5	28.4	6.9	東	10.3	東	///
10:20	1.5	26.9	6.6	東北東	9.3	東	///
10:30	0.0	26.7	8.7	東北東	11.3	東北東	///
10:40	1.0	26.5	9.6	東北東	12.3	東北東	///
10:50	0.5	26.1	11.5	東北東	15.9	東北東	///
11:00	1.0	25.8	13.9	東北東	17.5	北東	///
11:10	0.5	25.5	15.1	北東	19.0	東北東	///
11:20	0.0	25.5	16.0	北東	20.6	東北東	///
11:30	1.5	25.3	17.6	東北東	22.6	東北東	///
11:40	1.5	25.0	18.9	東北東	23.1	東北東	///
11:50	1.5	25.0	18.8	東北東	23.7	東北東	///
12:00	2.0	24.9	19.7	東北東	24.2	東北東	///
12:10	1.5	25.1	19.8	東北東	24.7	東北東	///
12:20	1.0	25.3	19.2	東北東	25.2	東北東	///
12:30	1.5	25.5	18.2	東北東	27.3	東	///
12:40	2.5	25.5	18.2	東北東	30.3	東北東	///
12:50	3.5	25.9	17.0	東	22.1	東	///
13:00	9.5	25.7	19.8	東南東	37.0	南東	///
13:10	///	25.2	24.4	南東	32.4	南東	///
13:20	///	25.4	26.6	南南東	40.1	南	///
13:30	///	25.0	37.9	南	52.5	南南西	///
13:40	///	24.8	41.8	南南西	58.1	南南西	///
13:50	///	24.9	44.9	南南西	57.1	南南西	///
14:00	///	24.8	33.7	南南西	44.8	南南西	///



14:10	///	24.4	27.9	南西	34.5	南西	///
14:20	///	24.5	28.2	南西	36.0	南西	///
14:30	///	24.5	25.5	南西	32.4	南西	///
14:40	///	24.6	23.2	南西	30.3	南西	///
14:50	///	24.5	22.4	南西	28.3	南西	///
15:00	///	24.6	21.5	南西	27.3	南西	///
15:10	///	24.7	21.9	南西	28.3	南西	///
15:20	///	24.7	20.7	南西	27.3	南西	///
15:30	///	25.0	18.1	南西	23.1	南西	///
15:40	///	25.5	17.7	南西	22.1	西南西	///
15:50	///	26.1	14.3	南西	19.5	西南西	///
16:00	///	///	13.7	南西	17.0	南西	///
16:10	///	///	12.7	南西	15.9	南西	///
16:20	///	///	12.9	南西	15.9	南西	///
16:30	///	///	13.7	南西	16.5	南南西	///
16:40	///	///	11.6	南西	15.4	南西	///
16:50	///	///	10.1	南西	12.9	南西	///
17:00	///	///	7.9	南南西	10.8	南南西	///
17:10	///	///	8.0	南南西	9.3	南南西	///
17:20	///	///	9.1	南南西	13.4	南南西	///
17:30	///	///	11.8	南南西	14.4	南南西	///
17:40	///	///	11.5	南南西	14.4	南南西	///
17:50	///	///	11.8	南南西	15.4	南南西	///
18:00	///	///	12.8	南南西	16.5	南南西	///
18:10	///	///	13.1	南南西	18.0	南南西	///
18:20	///	///	13.4	南南西	17.0	南南西	///
18:30	///	///	13.6	南南西	17.5	南南西	///
18:40	///	///	12.4	南南西	14.9	南南西	///
18:50	///	///	12.6	南南西	15.9	南南西	///
19:00	///	///	12.8	南南西	17.0	南南西	///
19:10	///	///	13.4	南南西	17.0	南南西	///
19:20	///	///	13.7	南南西	17.0	南南西	///
19:30	///	///	12.3	南南西	15.4	南南西	///
19:40	///	///	11.3	南南西	14.4	南南西	///
19:50	///	///	11.2	南南西	14.4	南南西	///
20:00	///	26.3	12.0	南南西	14.9	南南西	///
20:10	///	///	11.9	南南西	15.4	南南西	///
20:20	///	///	14.9	南南西	20.1	南南西	///
20:30	///	25.0	12.0	南南西	15.4	南南西	///
20:40	///	///	12.9	南南西	16.5	南南西	///
20:50	///	///	11.1	南南西	14.4	南南西	///
21:00	///	25.6	10.7	南南西	13.4	南南西	///
21:10	///	///	8.8	南南西	10.8	南南西	///
21:20	///	///	8.1	南南西	10.3	南南西	///
21:30	///	25.8	8.4	南西	11.3	南西	///
21:40	///	///	9.1	南西	12.3	南西	///

21:50	///	///	10.8	南南西	13.9	南南西	///
22:00	///	26.1	10.9	南南西	12.9	南南西	///
22:10	///	///	10.3	南南西	12.9	南南西	///
22:20	///	///	9.0	南南西	11.3	南南西	///
22:30	///	26.1	8.6	南南西	12.3	南南西	///
22:40	///	///	8.6	南南西	10.8	南南西	///
22:50	///	///	8.7	南南西	10.8	南西	///
23:00	///	26.4	8.7	南南西	10.8	南南西	///
23:10	///	///	8.7	南南西	10.8	南南西	///
23:20	///	///	9.2	南南西	11.3	南南西	///
23:30	///	26.6	10.1	南南西	12.3	南南西	///
23:40	///	///	9.7	南西	12.3	南西	///
23:50	///	///	9.5	南西	11.3	南南西	///
24:00	///	26.6	9.7	南西	12.9	南西	///

表-C.2 神戸空港の気象データ  
(2018年9月4日10分ごとの値)

時分	降水量 (mm)	気温 (℃)	風向・風速(m/s)				日照 時間 (分)
			平均	風向	最大瞬間	風向	
00:10	0.0	27.2	5.9	北東	7.7	北東	///
00:20	0.0	27.2	6.4	東北東	8.2	北東	///
00:30	0.0	27.2	6.6	東北東	8.7	東北東	///
00:40	0.0	27.2	5.7	北東	7.2	東北東	///
00:50	0.0	27.0	5.9	北東	8.7	北東	///
01:00	0.0	27.1	6.1	北東	7.7	北東	///
01:10	0.0	27.0	6.3	北東	7.7	北東	///
01:20	0.0	27.0	6.1	東北東	7.7	北東	///
01:30	0.0	26.9	5.2	東北東	6.7	東北東	///
01:40	0.0	26.9	5.2	北東	7.2	東北東	///
01:50	0.0	26.9	5.9	北東	7.7	東北東	///
02:00	0.0	26.8	6.1	北東	8.2	北東	///
02:10	0.0	26.8	5.6	東北東	7.2	東北東	///
02:20	0.0	26.8	6.4	東北東	8.2	東北東	///
02:30	0.0	26.7	6.4	東北東	8.2	北東	///
02:40	0.0	26.7	6.3	東北東	8.2	北東	///
02:50	0.0	26.7	6.4	北東	8.7	北東	///
03:00	0.0	26.8	5.3	北東	7.2	北東	///
03:10	0.0	26.8	5.8	北東	7.7	東北東	///
03:20	0.0	26.8	6.2	東北東	8.2	北東	///
03:30	0.0	26.8	6.2	北東	8.2	北東	///
03:40	0.0	26.7	6.3	北東	8.2	北東	///
03:50	0.0	26.7	5.3	北東	7.2	北東	///
04:00	0.0	26.7	5.2	北東	6.7	北東	///
04:10	0.0	26.8	6.2	北東	7.2	北東	///
04:20	0.0	26.8	5.9	北東	7.7	東北東	///

04:30	0.0	26.8	5.6	北東	7.2	北東	///	12:10	1.5	25.0	21.0	東北東	26.7	東北東	///
04:40	0.0	26.8	5.9	北東	7.7	北東	///	12:20	1.0	25.2	22.3	東北東	27.8	北東	///
04:50	0.0	26.8	6.3	北東	7.7	北東	///	12:30	0.5	24.8	23.5	東北東	28.3	東北東	///
05:00	0.0	26.8	6.2	北東	8.2	北東	///	12:40	1.0	24.8	23.5	東北東	29.8	東北東	///
05:10	0.0	26.8	6.1	北東	7.7	北東	///	12:50	0.5	24.8	24.3	東北東	29.3	東北東	///
05:20	0.0	26.8	5.4	北東	7.7	北東	///	13:00	1.0	25.0	23.8	東北東	30.3	東北東	///
05:30	0.0	26.9	5.5	北東	7.2	北東	///	13:10	6.5	24.5	23.7	東北東	30.9	東北東	///
05:40	0.0	27.0	5.9	北東	7.7	北東	///	13:20	9.5	24.2	24.6	東北東	32.4	東北東	///
05:50	0.0	27.1	6.2	北東	8.7	東北東	///	13:30	17.0	24.5	24.2	東	32.9	東北東	///
06:00	0.0	27.2	6.8	北東	8.7	北東	///	13:40	11.0	24.7	21.0	南東	44.2	南	///
06:10	0.0	27.3	6.2	北東	8.2	東北東	///	13:50	///	25.1	33.5	南南西	44.8	南	///
06:20	0.0	27.3	7.1	北東	8.7	北東	///	14:00	///	25.1	34.5	南南西	45.3	南南西	///
06:30	0.0	27.5	7.6	東北東	9.3	北東	///	14:10	///	24.8	26.4	南西	34.0	南西	///
06:40	0.0	27.5	7.7	北東	9.8	北東	///	14:20	///	24.7	25.0	西南西	35.0	西南西	///
06:50	0.0	27.6	6.8	北東	8.7	北東	///	14:30	///	24.5	23.3	西南西	29.3	西南西	///
07:00	0.0	27.8	6.6	北東	8.7	北東	///	14:40	///	24.7	22.2	西南西	29.3	西南西	///
07:10	0.0	28.1	6.8	北東	8.2	北東	///	14:50	///	24.7	21.8	南西	28.8	西南西	///
07:20	0.0	28.2	6.6	北東	8.7	東北東	///	15:00	///	25.0	21.3	南西	27.3	南西	///
07:30	0.0	29.0	7.2	東北東	8.7	北東	///	15:10	///	25.0	22.9	南西	31.4	南西	///
07:40	0.0	28.9	8.1	東北東	9.8	東北東	///	15:20	///	25.0	22.2	西南西	30.9	西南西	///
07:50	0.0	29.4	7.7	東北東	9.8	東北東	///	15:30	///	25.1	21.5	西南西	27.3	南西	///
08:00	0.0	30.0	8.5	東北東	10.8	東北東	///	15:40	///	25.7	20.7	西南西	26.2	西南西	///
08:10	0.0	29.8	8.3	東北東	10.8	東北東	///	15:50	///	25.7	19.8	南西	25.2	南西	///
08:20	0.0	29.7	8.5	東北東	10.8	東北東	///	16:00	///	25.7	18.7	南西	22.6	南西	///
08:30	0.0	29.6	9.4	東北東	12.3	東北東	///	16:10	///	25.4	19.4	南西	24.2	南西	///
08:40	0.0	29.6	9.2	東	11.3	東	///	16:20	///	25.7	18.6	南西	22.6	南西	///
08:50	0.0	29.5	8.3	東	10.8	東北東	///	16:30	///	25.8	14.9	南西	19.0	南西	///
09:00	0.0	29.4	8.1	東北東	10.3	東北東	///	16:40	///	25.7	12.8	南南西	15.9	南南西	///
09:10	0.0	29.2	9.4	東北東	11.3	東北東	///	16:50	///	25.9	11.3	南西	13.9	南南西	///
09:20	0.0	29.1	9.7	東北東	11.8	東北東	///	17:00	///	26.3	12.7	南西	17.5	南西	///
09:30	0.0	29.2	9.2	東北東	11.8	東北東	///	17:10	///	26.3	13.2	南西	15.9	南西	///
09:40	0.0	29.2	9.6	東北東	11.8	東北東	///	17:20	///	26.5	12.1	南西	14.4	南西	///
09:50	0.0	29.0	9.3	東北東	12.3	東北東	///	17:30	///	26.5	10.9	南西	13.4	南西	///
10:00	0.0	29.1	9.7	東北東	11.8	東北東	///	17:40	///	26.5	8.9	南西	11.3	南西	///
10:10	0.0	28.9	8.9	東北東	11.8	東北東	///	17:50	///	26.5	8.8	南西	10.8	南西	///
10:20	0.0	28.0	9.1	東北東	12.3	東北東	///	18:00	///	26.6	9.1	南西	12.9	南南西	///
10:30	0.0	27.6	8.9	東北東	11.8	東北東	///	18:10	///	26.6	10.1	南南西	12.9	南西	///
10:40	0.5	27.5	9.7	東北東	12.9	北東	///	18:20	///	26.6	11.3	南南西	13.9	南西	///
10:50	0.0	27.3	12.0	東北東	15.9	東北東	///	18:30	///	26.6	11.3	南西	13.4	南南西	///
11:00	0.5	27.0	12.5	東北東	14.9	東北東	///	18:40	///	26.6	11.6	南西	13.9	南西	///
11:10	0.0	26.7	13.9	東北東	19.5	東北東	///	18:50	///	26.6	12.4	南南西	14.9	南南西	///
11:20	0.5	26.1	15.5	東北東	19.5	東北東	///	19:00	///	26.6	11.8	南南西	14.4	南南西	///
11:30	0.0	26.1	17.1	東北東	20.6	東北東	///	19:10	///	26.6	11.8	南南西	14.9	南南西	///
11:40	1.0	25.6	17.3	東北東	22.6	東北東	///	19:20	///	26.5	11.8	南南西	14.9	南南西	///
11:50	1.0	25.4	18.6	東北東	23.1	北東	///	19:30	///	26.6	13.1	南南西	15.4	南南西	///
12:00	0.5	25.3	19.4	東北東	23.7	東北東	///	19:40	///	26.5	12.7	南南西	15.9	南南西	///

19:50	///	26.4	11.9	南南西	14.4	南南西	///
20:00	///	26.1	11.7	南南西	13.9	南南西	///
20:10	///	26.0	12.9	南南西	15.9	南南西	///
20:20	///	26.0	12.5	南南西	14.9	南南西	///
20:30	///	25.9	11.7	南南西	13.9	南南西	///
20:40	///	25.8	13.1	南南西	17.0	南南西	///
20:50	///	25.4	11.3	南南西	13.9	南南西	///
21:00	///	25.5	10.1	南南西	11.8	南南西	///
21:10	///	25.5	11.7	南南西	14.4	南南西	///
21:20	///	25.5	10.1	南南西	11.8	南南西	///
21:30	///	25.5	9.4	南南西	11.3	南南西	///
21:40	///	25.5	9.2	南南西	10.8	南南西	///
21:50	///	25.7	10.0	南南西	12.3	南南西	///
22:00	///	25.7	10.1	南南西	11.8	南南西	///
22:10	///	25.7	10.2	南南西	12.9	南南西	///
22:20	///	25.6	10.0	南南西	11.8	南南西	///
22:30	///	25.7	10.4	南南西	12.3	南南西	///
22:40	///	25.8	9.9	南南西	11.3	南南西	///
22:50	///	25.8	9.4	南南西	11.3	南南西	///
23:00	///	25.8	9.9	南南西	11.3	南南西	///
23:10	///	25.8	10.0	南南西	11.8	南南西	///
23:20	///	25.8	9.7	南南西	11.3	南南西	///
23:30	///	25.8	10.0	南南西	11.8	南南西	///
23:40	///	25.8	10.6	南南西	12.9	南南西	///
23:50	///	25.9	10.4	南南西	12.3	南南西	///
24:00	///	25.9	9.6	南南西	11.3	南南西	///

---

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 1052            December 2018

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

---

本資料の転載・複写のお問い合わせは  
〔〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1  
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019〕  
E-mail:ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp