

平成 29 年度 深江丸春季研究航海
(平成 30(2018)年 3 月 18 日 (日) ~ 3 月 25 日 (日))

研究活動報告



平成 30 年 6 月

神戸大学大学院海事科学研究科
海事科学教育開発センター・附属練習船深江丸

目 次

1. はじめに	1
航海実施概要	2
2. 研究活動報告	
研究テーマ一覧	6
1. 電子航法研究室	7
2. 海洋・気象研究室	11
3. 徳島穴喰沖海底地すべり調査チーム	14
4. 淡路島東縁海底地形調査チーム	17
5. 海底電磁気観測チーム	22
6. 岡山理科大学理学部生物化学科	29
7. 大阪府立環境農林水産総合研究所	32
8. 横河電子機器株式会社	40
3. おわりに	44

1. はじめに

神戸大学大学院海事科学研究科附属練習船深江丸では、夏季及び春季の2回、研究航海を実施しています。

平成29年度春季研究航海は、平成30年3月18日から3月25日にかけて実施しました。本報告書は、この7泊8日の春季研究航海における研究活動について、その概要を記録し、周知するために発行するものです。

本航海は、3月18日午後、神戸大学（阪神港神戸区・深江ポンド）を出港し、大阪湾～紀伊水道～四国南岸～日向灘～豊後水道～別府湾を航行し、3月21日午前、別府国際観光港に着岸しました。その後、3月23日午前、別府国際観光港を離岸し、別府～瀬戸内海～大阪湾を航行し、3月25日午前、神戸大学（阪神港神戸区・深江ポンド）に帰港しました。

今回は、8つの研究チームが乗船し、その期間、研究・調査活動を行いました。

平成29年度深江丸春季研究航海実施概要
実施期間：平成30(2018)年3月18日(日)～3月25日(日)

【往路】神戸大学～紀伊水道～四国南岸～日向灘～豊後水道～別府

【復路】別府～瀬戸内海～大阪湾～神戸大学

- ◎ 大学ポンド出港：3/18(日)13時15分
別府国際観光港：3/21(水)11時00分～3/23(金)07時45分
- ◎ 大学ポンド入港：3/25(日)09時55分
 - 乗船者 往路《神戸→別府》：27人(研究者等16人・乗組員11<研究兼務>)
〈内訳〉神戸大学(教員3・学生5)、岡山理科大学(教員1)
京都大学(教員1・学生1)、名古屋大学(教員1)
近畿大学(学生1)、横河電子機器(株)3
 - 復路《別府→神戸》：32人(研究者等21人・乗組員11<研究兼務>)
〈内訳〉神戸大学(教員4・学生6)、岡山理科大学(教員1)
京都大学(教員1・学生1)、名古屋大学(教員1)
横河電子機器(株)3、近畿大学(学生1)
防衛大学校機械システム工学科 1
兵庫環境創造協会兵庫県環境研究センター 1
大阪府立環境農林水産総合研究所 1

【研究テーマ】

1. 深江丸船長研究室
 - ・新開発の低摩擦型防汚剤フリー船底塗料の性能評価(速力試験)
2. 電子航法研究室
 - ・船内LANの設計と運用に関する研究
 - ・オートパイロットの性能評価に関する研究
3. 海洋・気象研究室
 - ・航行予定海域における洋上大気環境と海洋環境の計測
4. 徳島県宍喰沖海底地すべり調査チーム
 - ・徳島県宍喰沖海底地すべり痕のMBES(Multi narrow-Beam Echo Sounder)海底地形探査
5. 淡路島東縁海底地形調査チーム
 - ・淡路島東縁の海域に見られるベッドフォーム地形の構造とその成因に関する調査
6. 海底電磁気観測チーム
 - ・南海トラフ西方のロー地震域における海底電磁気探査
7. 岡山理科大学 理学部生物化学科
 - ・水環境中の多環芳香族炭化水素(PAH)の動態調査
8. 大阪府立環境農林水産総合研究所
 - ・船舶を用いた海上大気質の直接観測及び船舶影響の評価
9. 横河電子機器株式会社 盛岡技術部
 - ・最適制御のための操舵による速度損失のモデル化
 - ・実船環境における船体動揺の調査



〔運航概要〕

《往路》大学ポンド～別府国際観光港 航程（航走距離）：海里
〈阪神港神戸区～大阪湾～紀伊水道～四国南岸～日向灘～豊後水道～別府〉

1 海里：1.852km

【3月18日（日）】曇り

大学ポンド：Calm 大阪湾：南寄りの風，風力1
紀伊水道：南西の風，風力4～5，Sea Slight
室戸岬東方：南東の風，風力6，Sea Mod. うねり1.5m，風浪1m

12:30 集合・点呼、出航式（係留岸壁）、スタッフ・参加者紹介、オリエンテーション

13:10 出港部署

13:15 海事科学研究科ポンド出港

13:40～14:10 操練（退船訓練・ラフト艀装品等説明・サバイバル説明他）実施

16:05 友ヶ島水道（大阪湾出入口）通過

18:25 伊島南東方1海里通過

20:20 主機関S/B

20:30 牟岐大島の南東約15海里的測線①を基点に、MBES（マルチナロービーム音響測深機：Multi narrow-Beam Echo Sounder）による徳島県穴喰（ししくい）沖海底地すべり痕地形探査のための測線航走（3測線）を対地速力8ノットで実施

測線①：33-28.00N・134-42.83E →→→ 33-24.50N・134-33.00E <247度，9海里>

測線②：33-24.00N・134-33.00E →→→ 33-27.50N・134-42.83E <067度，9海里>

測線③：33-27.00N・134-42.83E →→→ 33-23.55N・134-33.00E <247度，9海里>

23:55 測線航走終了

【3月19日（月）】曇り午後雨

四国南岸：南西の風，風力1～2，Sea Smooth，南からのうねり1.5m

うねりのため船体動揺あり

日向灘：南東の風，風力5～6（8～12m/秒），

豊後水道：南西の風，風力3～4（5m/秒），南からのうねり1.5m

01:50 室戸岬（むろとさき）の南南東方2海里通過

06:30 起床・点呼（船体動揺のため学生ホール）

07:20 足摺岬南東方3海里通過

11:50 OBEM①回収地点を目指すも、南からのうねりと風浪が2mを超える状況で船体動揺が変わらず大きいため、海底電磁気観測チームと協議しOBEM①回収地点への航行を断念、海象確認のため④NU2・OBEM設置地点に向首し、佐伯湾錨泊を計画した。

13:35 OBEM設置：32-26N，132-05E<水深800m>

投下後、着底確認のためドリフト（約20分）

豊後水道を北上

OBEM（Ocean Bottom Electro Magnetometer：海底電位磁力計）の回収と設置予定

①NU7・OBEM回収：32-06.0N，132-05.0E<水深1,600m>

②NU6・OBEM設置：31-58.0N，131-51.0E<水深600m>

③NU3・OBEM回収：32-15.0N，131-54.0E<水深650m>

④NU2・OBEM設置：32-32.0N，132-00.0E<水深800m>

⑤NU1・OBEM回収：32-38.2N，132-16.2E<水深600m>

17:40 佐伯湾錨泊

航海時間①：28時間25分（1日04時間25分），航程305海里

【3月20日（火）】曇りときどき雨

佐伯湾：無風～北東の風，風力1～2

豊後水道：北寄りの風，風力8～9（16～20m/秒），風浪1.5m・うねり2m

別府湾：北寄りの風，風力2～3，うねりなし，風浪0.5m

06:30 起床・点呼（雨天のため学生ホール）

06:45 佐伯湾抜錨

錨泊時間①（佐伯湾）：13時間05分

抜錨後、気象海象を見ながら前記の⑤NU1：32-38.2N，132-16.2EのOBEM回収地点を目指したが、ほとんど無風状態の佐伯湾泊地に比べて、豊後水道では風力8～9の北寄りの強風と北からのうねりで時化の状態であった。そこで、今回計画した日向灘における観測器機（OBEM）の回収と設置を断念し、別府湾においてMBESによる海底地形探査を南北の測線を設定して実施した。

07:40～08:20 Z操縦試験（5度、10度、20度）実施

09:55 関崎・速吸瀬戸（せきさき・はやすいせと）通過

11:50 測線航走開始

15:55 測線航走終了

16:20 別府湾錨泊

航海時間②：09時間35分（0日09時間35分），航程79海里

【3月21日（水）】雨 別府湾：北東の風，風力5～7，うねり1.5m

終夜、航海中とほぼ同様の船体動揺あり

別府湾午前：西寄りの風，風力1～2

06:30 起床・点呼・体操、大掃除

09:45 別府湾抜錨 抜錨後、MBES海底地形探査、Z操縦試験

錨泊時間②（別府湾）：17時間25分

10:50 入港部署

11:00 別府国際観光港南岸入港着岸

航海時間③：01時間15分（0日01時間15分），航程11海里

11:15 入港署連絡 自由上陸

・3/22 08:00から朝食

・3/23 06:30 岸壁で起床・点呼・体操、新乗船者紹介

08:00 別府出港（瀬戸内海経由）

【往路】神戸－別府の航海時間（①＋②＋③）：39時間15分（1日15時間15分）

航程：395海里

錨泊時間（①＋②）：30時間30分（1日06時間30分）

【3月22日（木）】曇りときどきしゅう雨 北西の風，風力3～5

終日自由上陸

09:00～09:45 採水10トン

【3月23日（金）】快晴 別府：Calm

瀬戸内海：Calm～風向：南南東，風力1～3，Sea Smooth

06:30 起床・点呼・体操、乗船者紹介

07:40 出港部署

07:45 別府出港

別府停泊時間：44時間45分（1日20時間45分）

08:30～09:50 別府湾北部・杵築沖のMBES海底地形探査測線航走

14:40 釣島・釣島水道通過

16:27～17:17 来島海峡航路（西水道：3～4ノットの北流）

20:00 備讃瀬戸南航路入航

21:00 南備讃瀬戸大橋通過

21:25 香川県坂出泊地錨泊

航海時間④：13時間40分、航程：150海里

【3月24日（土）】晴れ 備讃瀬戸～播磨灘：東南東の風，風力2～3，Sea Smooth

06:30 起床・点呼・体操

06:45 坂出抜錨

錨泊時間③（坂出泊地）：09時間20分

08:25 備讃瀬戸東航路出航

08:30～08:45 Z操縦試験（5度・10度・20度）

09:05～10:27 低摩擦新型船底塗料評価のための速力試験

（播磨灘航路第1～4号灯浮標間16海里）

10:40～11:00 Z操縦試験（5度・10度・20度）

13:14～13:40 明石海峡航路通航

14:00～15:15 大阪湾・淡路島至近北部海域の海底地形MBES測線探査

開始地点：34-33.33N, 135-05.00E から探査航程約10海里

15:30 停船、採泥（34-33.0N, 135-05.3E:水深35m）

※ 第五管区海上保安本部長（神戸海上保安部長経由）海上作業届

申請：神戸大学大学院人間発達環境学研究科長名（岡田修一）

3/24（土）14時～16時の間

・14時～15時30分：MBES探査

・15時30分～16時：採泥

16:07 明石海峡航路入航（東から）〈明石海峡航路船舶通航域周辺の大気観測〉

16:30 明石海峡航路出航

16:35 明石海峡航路入航（西から）〈明石海峡航路船舶通航域周辺の大気観測〉

16:50 明石海峡航路出航

17:20～17:40 Z操縦試験（5度・10度・20度）

18:20 大阪湾北部錨泊

航海時間⑤：11時間35分、航程：109海里

【3月25日（日）】晴れ 大阪湾：

06:30 起床・点呼・体操

08:30 大掃除

09:15 抜錨部署

錨泊時間④（大阪湾）：15時間05分

09:25 抜錨

09:55 海事科学研究科ポンド着

航海時間⑥：00時間30分、航程：4海里

【復路】別府－神戸の航海時間（④＋⑤＋⑥）：25時間45分（01日01時間45分）航程：263海里

錨泊時間（③＋④）：24時間25分（00日24時間25分）

10:30 解散式

11:10 昼食、解散

機材等搬出完了

11:15 昼食・解散

15:30 機材搬出終了

《平成29年度春季研究航海 航海集計》

1. 航海時間：65時間00分（2日17時間00分）

2. 停泊時間：44時間45分（1日20時間45分）

3. 錨泊時間：54時間55分（2日06時間55分）

合計：164時間40分（6日20時間40分）

4. 総航程：658海里（1,219 km）

5. 燃料使用量：13 KL（A重油）

6. 清水使用料：17トン

7. 採水（別府）：10トン

///

2. 研究活動報告

平成 29 年度深江丸春季研究航海 研究テーマ一覧

	研究室・チーム	代表者	乗船 人数	研究テーマ
1	電子航法研究室	若林 伸和	5	船内 LAN の設計と運用・オートパイロットの性能評価に関する研究
2	海洋・気象研究室	山地 一代	5	航行予定海域における洋上大気環境・海洋環境の計測
3	徳島穴喰沖海底地すべり調査チーム	馬場 俊孝	1	徳島穴喰沖海底地すべり痕のマルチナロービーム (MBES) 調査
4	淡路島東縁海底地形調査チーム	谷 篤史	2	淡路島東縁の海域に見られるベッドフォーム地形の構造とその成因
5	海底電磁気観測チーム	市原 寛	3	南海トラフ西方のスロー地震域における海底電磁気探査
6	岡山理科大学理学部生物化学科	宮永 政光	1	水環境中の多環芳香族炭化水素 (PAH) の動態調査
7	大阪府立環境農林水産総合研究所	和田 匡司	1	船舶を用いた海上大気質の直接観測および船舶影響の評価
8	横河電子機器株式会社	藤田 貴大	4	・最適制御のための操舵による速度損失のモデル化 ・実船環境における船体動揺の調査

研究者等計 22 名
乗組員 11 名
総員 33 名

H29年度春季研究航海 研究計画概要

研究室（チーム）の名称：		電子航法研究室		
申し込み責任者：	氏名	若林 伸和	連絡先メール：	
	機関名	神戸大学	所属・職	海洋底探査センター・教授
乗船者：（ 5 名）				
	若林 伸和	神戸大学	海洋底探査センター	教授
	渡邊 貴幸	神戸大学	大学院海事科学研究科	修士2年
	寺田 大介	防衛大学校	機械システム工学科	研究員
	笹脇 青華	近畿大学	法学部法律学科	2年
	辰口 遥	神戸大学	海事科学部	3年
テーマ				
船内LANの設計と運用・オートパイロットの性能評価に関する研究				
研究内容				
<p>概要： 船内LANの性能評価とその利用に関する調査研究 深江丸のオートパイロットシステムの性能評価</p> <p>準備： 船橋にデータ収集用ノートPCを設置する。 船体動揺センサーをデータ処理室内に設置する。</p> <p>計画： 深江丸に装備されている船内LANについて通信状況を調査する。 深江丸のオートパイロットの性能を評価するためのデータを収集する。</p>				
研究実施につき深江丸に要望する事項				
支障のないときにオートパイロットを実行，設定の変更をお願いします。				

研究テーマ (タイトル): 船内 LAN の設計と運用・オートパイロットの性能評価に関する
研究

報告者 : 若林 伸和 (神戸大学海洋底探査センター)
参加者メンバー : 若林 伸和 (神戸大学海洋底探査センター)
渡邊 貴幸 (神戸大学大学院海事科学研究科)
寺田 大介 (防衛大学校)
笹脇 青華 (近畿大学法学部)
辰口 遙 (神戸大学海事科学部)

1. 研究の目的

船舶運航システムの高度化のためのシステム開発に必要な実験を行いデータを得る。

2. 研究活動の概要

本研究航海では、深江丸に搭載されている船内無線 LAN の通信状況について調査した。電子航法研究室では、深江丸の探査運用を念頭に、タブレット操船システムを開発し、船内に無線 LAN を設置している。タブレット操船システムは無線 LAN によって船内 LAN に繋がっており、これにより船橋以外の場所においても操船することができる。本研究航海では、無線 LAN の通信状況を調査するため、ノートパソコンを無線 LAN に接続し、船内各所を移動し、通信速度と応答速度を計測する調査を行った。調査は主機や補機等から生じるノイズの影響の有無についても把握するため、航行中と停泊中に調査をそれぞれ行った。

また、オートパイロットシステムの性能評価に関するデータ収集を行った。

3. 活動結果・成果の概要

深江丸では横河電子機器株式会社の PT21 というオートパイロットシステム、および電子航法研究室で開発したオートパイロットシステムを利用することができる。PT21 には、Economy, Course keep1, Course keep2 という 3 つのモードを選択することができる。Economy モードは他のモードに比べ、舵取量を抑えることで経済性を重視した基本となるモードである。Course keep1 および Course keep2 は、Economy モードより舵取量を増やすことで、保針性を重視したモードである。Course keep2 は Course keep1 よりさらに保針性を高めたモードである。

電子航法研究室において、Economy モード使用中のデータは過去に大量に記録していることから、本研究航海では Course keep2 および電子航法研究室で開発したオートパイロットシステムのデータを記録することにした。航行中、2 つのシステムを 30 分毎に切り替えながら舵角、対地速力、対水速力、潮流の流向・流速、風向・風速等、約 500 項目のデータを記録した。今後、これらの記録したデータの解析を行うことにより、各システムにおける舵取量や対水速力の変化等について特徴を把握し、それぞれのシステムの燃費性能につい

て解析する。

図1 舵取量と対水速力および風圧合力の関係

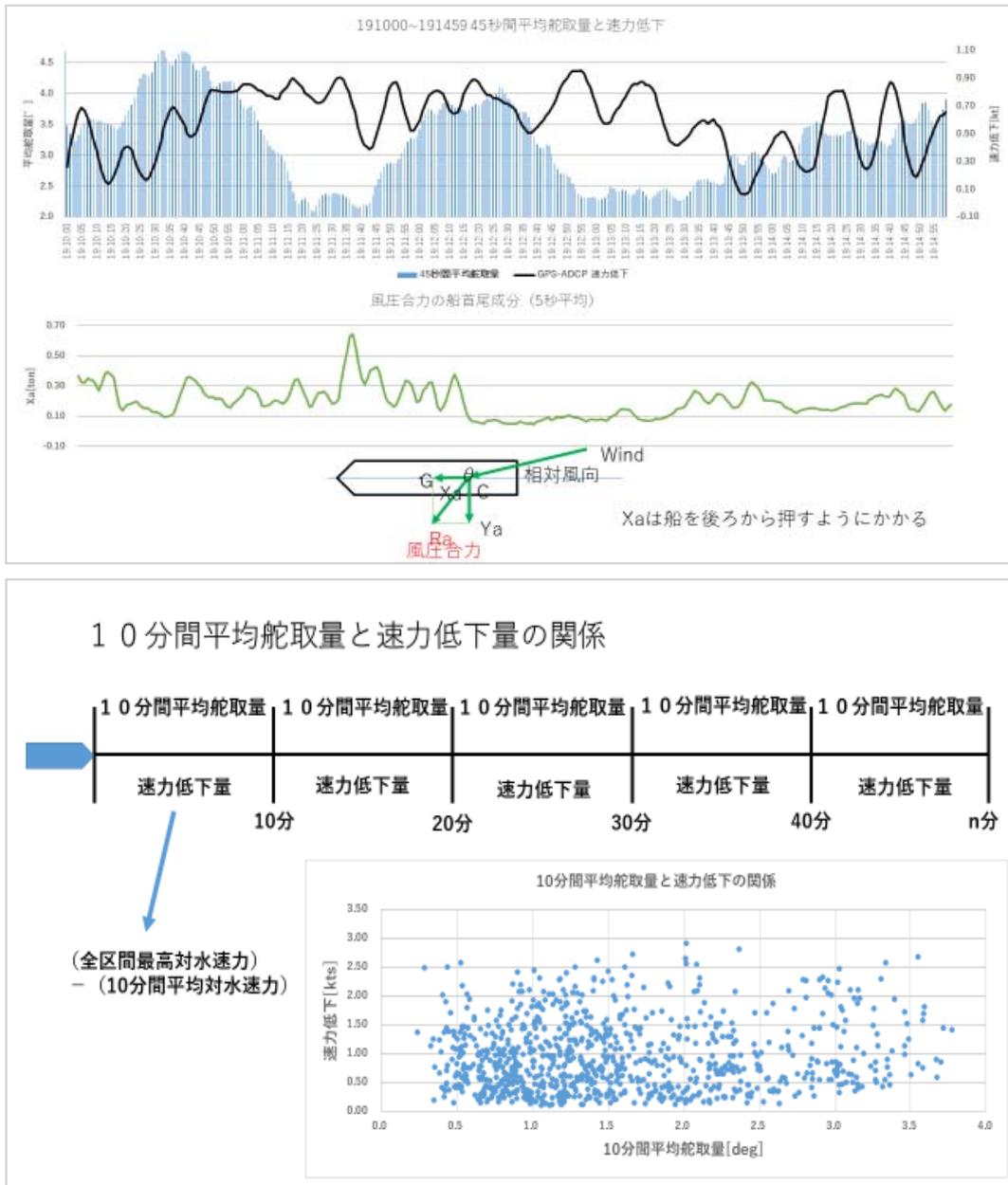


図2 平均舵取量と対水速力の低下の散布図について

図1の棒グラフは過去45秒間の平均舵取量、折れ線グラフは対水速力の低下量を表している。また、図2は10分間平均舵取量と対水速力の低下量の散布図を示す。深江丸ではこのように様々な項目のデータを詳細に記録し、解析することが可能であり、上記2種類のオートパイロットシステムによる特徴や傾向を知ることができると考えている。

4. 研究目標の達成状況及び今後の夏季・春季研究航海活用の予定
今のところ、今後の研究航海には参加の予定なし

5. 研究成果
なし

6. 研究成果公表の予定
未定

H29春季研究航海 研究計画概要

研究室（チーム）の名称：		海洋・気象研究室		
申し込み責任者：	氏名	山地 一代	連絡先メール：	
	機関名	神戸大学	所属・職	大学院海事科学研究科・准教授
乗船者：	(5 名)	林 美鶴	神戸大学	内海域環境教育研究センター/大学院海事科学研究科 准教授
		川本 雄大	神戸大学	海事科学部海洋安全システム科学科 4年
		藤本 冬馬	神戸大学	海事科学部 1年
		浅倉 奨之	神戸大学	海事科学部 1年
		中坪 良平	(公財)ひょうご環境創造協会	兵庫県環境研究センター大気環境科 主任研究員
テーマ				
航行予定海域における洋上大気環境・海洋環境の計測				
研究内容				
<p>概要：</p> <p>1. 洋上大気物質の計測 洋上大気中の大気汚染物質（オゾン、PM2.5、PM2.5成分、および、その前駆物質）濃度測定を、航行・停泊・仮泊の全期間で昼夜問わず連続して実施する。また、船内LANによるデータ収集も行う。PM2.5成分分析用試料を取得する。</p> <p>2. 海洋環境計測 深江丸搭載のADCP及び表層モニターによるデータ収集を行う。</p> <p>準備：</p> <p>出港前日3/17（土）までに機材を搬入し、その後海洋観測室およびデータ処理室で次の設置作業を行う。フラッグラインおよびファンネル横に大気採取口をとりつけて観測室に導入する（既に設置済み）。観測室には分析器類を設置する。また、分析器を安定させるため、出港前日より分析機器の稼働を開始する。また、18日午前には、船内LAN, ADCP, 表層モニターの設定確認、データ処理室にデータ処理PC設置を行う。</p> <p>計画：</p> <p>1. 洋上大気物質の計測 海洋観測室にて、大気汚染物質の濃度の連続測定を行う。これら測定、および、船内LANデータのデータ整理をデータ処理室で行う。また、PM2.5成分分析用試料の採取・調整をデータ処理室にて行ない、データ処理室に備えられた冷蔵庫に保管する。測定データにて高濃度イベントを捉えた際には、航行状況・周囲の船舶の有無を目視やAIS等で確認する。</p> <p>2. 海洋環境計測 ADCP、表層モニター及び船内LANデータを取得する。</p>				
研究実施につき深江丸に要望する事項				
<ul style="list-style-type: none"> ・ 船内LAN、気象センサーデータの収集を行ないたい。 ・ 「準備」に記した通り、前日までに機器の搬入、設置、調整を行ないたい。 ・ 前日より、通電を維持してほしい。 ・ サンプル保存用に冷蔵庫（データ処理室）を利用したい。 ・ 可能ならば、AISの情報（周辺航行船舶）なども利用させて頂きたい。 				

研究テーマ名：海洋・気象研究室

報告者氏名（所属）：山地 一代（神戸大学海事科学研究科）

参加者氏名（所属）：山地 一代（神戸大学海事科学研究科） / 非乗船

林 美鶴（神戸大学内海域環境教育研究センター/海事科学研究科）

中坪 良平（ひょうご環境創造協会兵庫県環境研究センター）

川本 雄大（神戸大学海事科学部海洋安全システム科学科）

藤本 冬馬（神戸大学海事科学部）

浅倉 奨之（神戸大学海事科学部）

1. 研究の目的

航行予定海域における洋上大気環境・海洋環境の計測を行ないます。特に、GHG や大気汚染物質などの環境に影響を及ぼす物質の濃度を測定します。

2. 活動の実施概要

2.1. 洋上大気物質の計測

洋上大気中の大気汚染物質（オゾン、PM2.5、PM2.5成分、および、その前駆物質）濃度測定を、航行・停泊・仮泊の全期間で昼夜問わず連続して実施します。また、船内LANによるデータ収集も行ないます。PM2.5成分分析用試料を取得します。

2.2. 海洋環境計測

深江丸搭載のADCP及び表層モニターによるデータ収集をおこないます。

3. 活動結果・成果の概要

3.1. ADCP データ検証実験

船首方位が反転した場合に、ADCPの流向が反転することなく取得できるか確認をしました。ミスアライメントを反映した新しい設定ファイルを用いて、深江～徳島沖は層厚2m、徳島沖往復観測～速吸瀬戸は層厚4m、速吸瀬戸～明石海峡出口は層厚2m、明石海峡出口～大阪湾往復観測～深江入口は層厚1mでデータを取得しました。

3.2. 洋上の大気質濃度の連続測定

航行海域における大気中のPM2.5、黒色炭素（ブラックカーボン）、有機炭素（オーガニックカーボン）、オゾン、一酸化窒素、二酸化窒素、二酸化硫黄、海塩粒子の連続測定を行い、航行海域の洋上大気質の空間分布を把握しました。

3.3. 徳島穴喰沖海底地形調査

徳島大学馬場教授の依頼により、徳島県の穴喰沖合の海底地形をシービーム及びサイドスキャンソナーにより計測しました。

4. 研究目標の達成状況及び今後の夏季・春季研究航海活用の予定

現在も、航行海域における大気中のPM2.5、オゾン、一酸化窒素、二酸化窒素、二酸化硫黄濃度の自動計測を継続し、瀬戸内海海上大気汚染状況調査を行なっています。今後の研究航海に関しても、機会があれば是非参加し、研究を続けたいと考えております。

5. 研究成果

・学術雑誌（査読つき国際会議、解説等を含む）

なし

・国際会議・国内学会・研究会・口頭発表等

[1]川本雄大、柿花諒太郎、山地一代、林美鶴、中坪良平、板野泰之、山本勝彦、和田匡司：春季

深江丸研究航海にて観測された瀬戸内海海上PM2.5の濃度変化について、日本エアロゾル学会「海洋大気エアロゾル研究会」「大気-海洋境界層における大気物質の役割-数値計算の視点から」、東京理科大学、ポスター発表、2018. 1. 19.

[2]川本雄大、柿花諒太郎、山地一代、林美鶴、中坪良平、板野泰之、山本勝彦、和田匡司：深江丸による瀬戸内海海上観測と常時監視測定局データとの比較による瀬戸内地域のPM2.5汚染解析、2017年度大気環境学会近畿支部第6回研究発表会、大阪府立大学なんばセンター(大阪市)、口頭発表、2017. 12. 27.

[3]川本雄大、柿花諒太郎、山地一代、林美鶴、中坪良平、板野泰之、山本勝彦、和田匡司：春季深江丸研究航海にて観測された瀬戸内海海上PM2.5の濃度変化について、第23回大気化学討論会、サンポートホール高松(高松市)、ポスター発表、2017. 10. 2-4. (発表日10/2, 3).

[4]川本雄大、柿花諒太郎、山地一代、林美鶴、中坪良平、板野泰之、山本勝彦、和田匡司：練習船深江丸による瀬戸内海におけるPM2.5の洋上観測、第58回大気環境学会年会、兵庫医療大学(神戸市)、ポスター発表、2017. 9. 6-8. (発表日9/6).

・その他(特許, 受賞, マスコミ発表等)

なし

6. 研究成果公表の予定

- ・ 2018 joint 14th iCACGP Symposium and 15th IGAC Science Conferenceにて発表予定
-

H29年度春季研究航海 研究計画概要

研究室（チーム）の名称：		徳島穴喰沖海底地すべり調査		
申し込み責任者：	氏名	馬場 俊孝	連絡先メール：	
	機関名	徳島大学	所属・職	大学院・教授
乗船者： (1 名)				
	松野 哲男	神戸大学	海洋底探査センター	特命講師
	(林 美鶴)	(神戸大学)	<small>(内海域環境教育センター／海事科学研究科)</small>	(准教授)
	(市原 寛)	(名古屋大学)	<small>(大学院環境学研究科地震火山研究センター)</small>	(助教)
	(馬場 俊孝)	(徳島大学)	<small>(大学院社会産業理工学研究部)</small>	(教授)
テーマ				
徳島穴喰沖海底地すべり痕のマルチナロービーム (MBES) 調査				
研究内容				
概要：				
津波は、海域で発生する地震だけでなく、海底地すべりによっても発生する。本研究では徳島県穴喰の沖に位置する海底地すべり痕を対象にして、深江丸のマルチナロービームによる海底地形調査を行い、その性状を明らかにするとともに、津波の危険性について検討する。				
準備：				
H29年度夏季航海で当該海域のMBESを実施し、明瞭な海底地すべり地形とガリ地形を確認した。H29年度春季航海ではこの地すべり地形の東側の未崩壊大陸棚斜面の地形データの取得を行う。地すべり地形との比較によりその成因を議論する基礎データとする。調査対象は矩形領域として南西端が東経134度20分、北緯33度18分、北東端が東経134度44分、北緯33度30分の範囲である。事前に、調査のための航走計画を深江丸にお伝えし、深江丸付属のMBES機器の動作確認を行う。また、海中音速測定のためのXCTD調査に関する機器やパソコンの持ち込みと準備を行う。				
計画：				
別添の測線案図に沿って12ノットでの航走をお願いする。また、最深部付近でXCTD調査を行う。合わせて、船内LAN、ADCP及び表層水質モニターによるデータ収集も行う。なお、過去の対象調査域付近のMBES調査のデータを参考にすると、領域を網羅するための総航走距離をおよそ60マイルと見積った（回頭などは除く）。				
研究実施につき深江丸に要望する事項				
MBES機器の使用、指定する航路での航行、XCTD調査時の深江丸の減速をお願いいたします。				

研究テーマ名：徳島宍喰沖海底地すべり痕のマルチナロービーム (MBES) 調査

報告者氏名 (所属)：馬場 俊孝 (徳島大学大学院社会産業理工学研究部)

参加者氏名 (所属)：松野 哲男 (神戸大学海洋底探査センター)

林 美鶴 (神戸大学内海域環境教育研究センター／大学院海事科学研究科)

市原 寛 (名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター)

浅倉 奨之 (神戸大学海事科学部)

藤本 冬馬 (神戸大学海事科学部)

1. 研究の目的

津波は、海域で発生する地震だけでなく、海底地すべりによっても発生する。本研究では徳島県宍喰の沖に位置する海底地すべり痕を対象にして、深江丸のマルチナロービームによる海底地形調査を行い、その性状を明らかにするとともに、津波の危険性について検討する。

2. 活動の実施概要

H29年度夏季航海で当該海域のMBESを実施し、明瞭な海底地すべり地形とガリ地形を確認した。本研究航海ではこの地すべり地形の東側の未崩壊大陸棚斜面の地形データの取得を行う。地すべり地形との比較によりその成因を議論する基礎データとする。調査対象は矩形領域として南西端が東経134度20分、北緯33度18分、北東端が東経134度44分、北緯33度30分の範囲である。また、取得した地形データの音速補正のため、XBTによる海中音速測定を行う。

3. 活動結果・成果の概要

下図に示すように、研究対象海域で西南西-東北東方向の平行する3測線での海底地形調査を行った。また、測線調査終了後にXBT調査を行った。

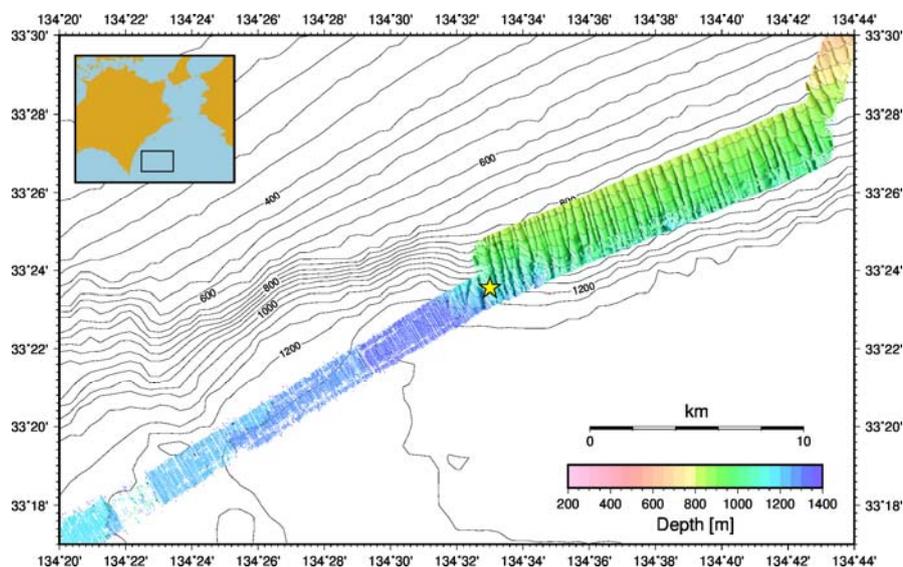


図 本研究航海で得られた海底地形データ (カラー) と、XBT 調査地点 (黄色星印)。背景の海底地形等深線は、日本海洋データセンターからのデータを示す。

4. 研究目標の達成状況及び今後の夏季・春季研究航海活用の予定

大陸棚斜面の走向に平行する9測線での海底地形調査を予定していたが、そのうち北側3本の調査を終えた。得られたデータから斜面傾斜方向に延びるガリ状地形が確認された。斜面崩壊については、南側測線が未調査であり不明である。小規模な海底斜面崩壊は斜面の下側から発生し、

それが斜面全体の崩壊を励起するという考え方もある。このため、将来の海底地すべり及びそれに伴う津波のリスクを評価するために、本調査で未取得となった南側測線の MBES データは必須である。H30 年度夏季研究航海でのデータ取得が期待される。

5. 研究成果

・学術雑誌（査読つき国際会議、解説等を含む）

なし

・国際会議・国内学会・研究会・口頭発表等

- [1] Baba, T., T. Okada, J. Ashi, T. Kanamatsu, A possible source model of the 1512 Eisho tsunami described in an ancient document, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, HDS12-10, 2017.05.
- [2] Baba, T., T. Okada, J. Ashi, T. Kanamatsu, A possible tsunami caused by a submarine landslide in 1512 at the Nankai trough, Japan, IAG-IASPEI 2017, S04-1-02, Kobe, 2017.08.
- [3] Baba, T., J. Ashi, T. Kanamatsu, K. Imai, K. Yamashita, Paleographical, bathymetric and numerical investigations for a tsunami possibly caused by submarine mass failures in the Nankai trough, Japan, AGU fall meeting 2017, NH23A-0206, New Orleans, 2017.12.
- [4] 馬場俊孝, 津波伝播コード JAGURS による遠地津波と海底地すべりによる津波の解析(招待講演), 国際津波防災学会津波シミュレーション分科会, 日本大学, 2018.03.

・その他（特許, 受賞, マスコミ発表等）

なし

6. 研究成果公表の予定

なし

H29春季研究航海 研究計画概要

研究室（チーム）の名称：		淡路島東縁海底地形調査チーム		
申し込み責任者：	氏名	谷 篤史	連絡先メール：	
	機関名	神戸大学	所属・職	大学院人間発達環境学研究科・准教授
乗船者： (2 名)		谷 篤史	神戸大学	大学院人間発達環境学研究科 准教授
		小島 響	神戸大学	発達科学部 4年
テーマ				
淡路島東縁の海域に見られるベッドフォーム地形の構造とその成因				
研究内容				
概要： 昨年9月に実施された「海洋底探査センターの海洋底探査実習1」に参加（小島くん）した際に確認できた淡路島東縁のベッドフォームを対象に、深江丸のマルチナロービームによる海底地形調査とADCPを用いた海流探査、海底表層の採泥、ベッドフォーム地形の構造と成因を明らかにする。				
準備： 昨年9月に実施された「海洋底探査実習1」に参加した際に頂いたデータを用いて海底地形の解析を行ったところ、底質が砂層の範囲（北緯34度30分-34分、東経135度00分-10分）に確認されたベッドフォームが、波高の大きさにより大きく2種類の構造に分けられることが明らかになった。このベッドフォーム地形の移動メカニズムを明らかにするために、同領域の異なる季節のデータを得たい。MBES機器を用いた海底地形調査、ADCPを用いた海流調査を行い、採泥の詳細な予定地はその海域調整により決定する予定である。なお、採泥にはグラブ式採泥器（神戸大学大串先生より借り受け）は利用可能である（他のより良い採泥器があればそちらを使用することもありえる）。				
計画： 北緯34度30分-34分、東経135度00分-10分の範囲でのMBESを使用した海底地形調査、ADCPを用いた海流調査を行う。また、同領域での砂質を形成する試料（密度や粒度）を調べるための採泥を行う。この領域を調査対象とする航走計画については相談の上、決定したい。				
研究実施につき深江丸に要望する事項				
MBES機器の使用、ADCPの使用、および採泥のための停船とユニック操作等をお願いします。はじめて研究航海に参加させていただくので、事前に打ち合わせなどをお願いできたらと考えています。				

研究テーマ名：淡路島東縁海底地形調査

報告者氏名（所属）：谷 篤史（神戸大学人間発達環境学研究科）

参加者氏名（所属）：谷 篤史（神戸大学人間発達環境学研究科）

小島 響（神戸大学発達科学部）

1. 研究の目的

昨年9月実施の「海洋底探査実習1」にて淡路島東縁の海底地形の解析を行ったところ、底質が砂層で水深が30-40 mの範囲（北緯34度32.33分-33.33分，東経135度05.00分-05.58分）に確認されたサンドウェーブが，波長の大きさにより大きく2種類の構造に分けられることが明らかになった．この淡路島東縁の海底地形の特徴が，恒常的に見られる特徴か，または一時的にしか見られない特徴かを明らかにすることを目的とし，同海域において地形調査を行った．

2. 活動の実施概要

2.1 MBES 機器を用いた海底地形調査

日時：2018年3月24日14:03～15:16

領域：淡路島東縁（沖ノ瀬北西部，図1）

内容：深江丸搭載のマルチナロービーム音響測深器（MBES）システムを使用し，海底地形，サイドスキャンソナー，および，ウォーターカラム調査を行った．測線は図2と表1，調査概要は表2にまとめた．



図1. 淡路島東縁（沖ノ瀬北西部）の調査領域.

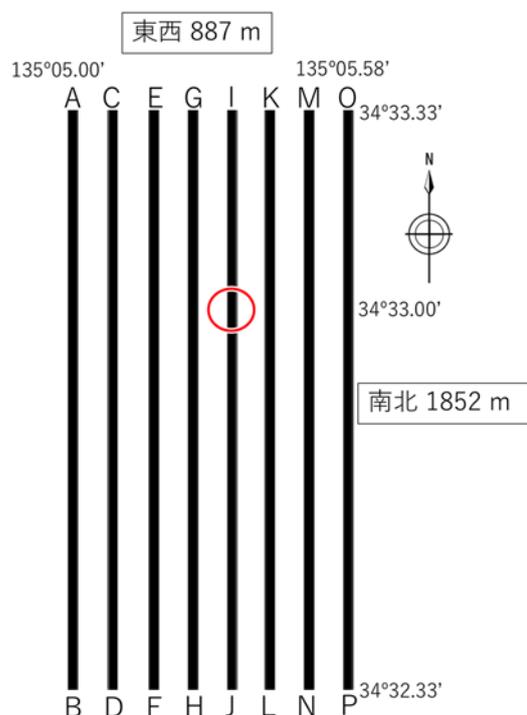


図2. 測線概要図．赤丸で示した北緯34°33.00'，東経135°05.34'地点は採泥地点.

表1. 図2のA~P地点の座標リスト.

	北緯	東経
A	34°33.33'	135°05.00'
B	34°32.33'	135°05.00'
C	34°33.33'	135°05.09'
D	34°32.33'	135°05.09'
E	34°33.33'	135°05.18'
F	34°32.33'	135°05.18'
G	34°33.33'	135°05.26'
H	34°32.33'	135°05.26'
I	34°33.33'	135°05.34'
J	34°32.33'	135°05.34'
K	34°33.33'	135°05.42'
L	34°32.33'	135°05.42'
M	34°33.33'	135°05.50'
N	34°32.33'	135°05.50'
O	34°33.33'	135°05.58'
P	34°32.33'	135°05.58'

表 2. 調査概要.

時刻	内容	備考
14:03	測線 AB の測定開始	両舷ともに音響ビームを 70°に設定
14:10	測線 AB の測定終了	
14:11	測線 FE の測定開始	
14:18	測線 FE の測定終了	
14:21	測線 OP の測定開始	両舷ともに音響ビームを 72°に変更
14:28	測線 OP の測定終了	
14:30	測線 LK の測定開始	
14:36	測線 LK の測定終了	
14:38	測線 GH の測定開始	
14:45	測線 GH の測定終了	
14:47	測線 NM の測定開始	
14:54	測線 NM の測定終了	
14:56	測線 IJ の測定開始	
15:02	測線 IJ の測定終了	
15:04	測線 DC の測定開始	
15:11	測線 DC の測定終了	
15:13	135°05.40' 線を南下	
15:16	135°05.40' 線の測定終了	

2.2 ADCP 機器を用いた海流探査

日時：2018年3月24日14:04～15:30

領域：淡路島東縁（沖ノ瀬北西部）

内容：ADCP 機器を使用し、淡路島東縁（沖ノ瀬北西部）の海底付近となる水深 26.91m での海水の流れの大きさを測定した（測定は海事科学研究科の林美鶴先生にお願いした）。結果を図 3 に示す。

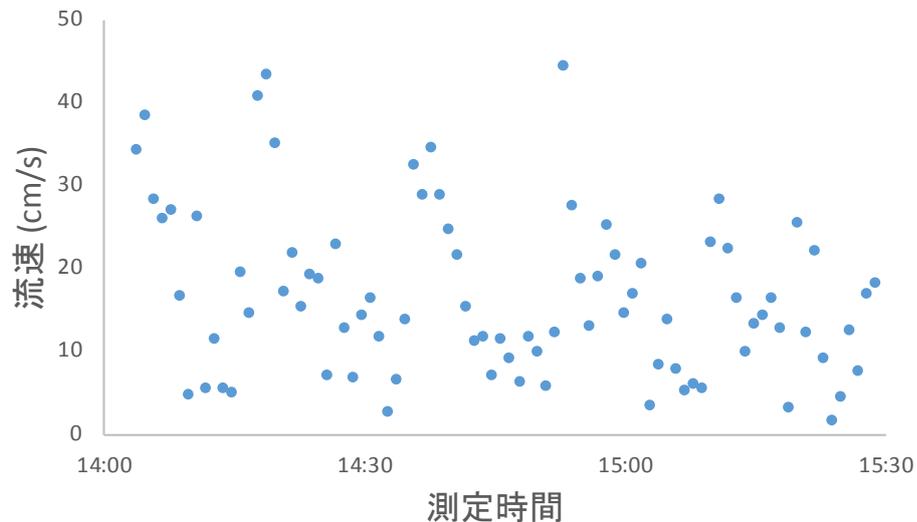


図 3. 地形調査中の淡路島東縁（沖ノ瀬北西部）の水深 26.91m での海水の流れの大きさ.

2.3 海底表層の採泥調査

日時：2018年3月24日14:45

地点：淡路島東縁（沖ノ瀬北西部）

内容：北緯34°33.00′，東経135°05.34′地点でGrab式採泥器を用いて表層底質を採取した。



図4. 採泥に成功した様子.

3. 活動結果・成果の概要

3.1 MBES 機器を用いた海底地形調査

昨年9月の海底地形調査において確認できたサンドウェーブは、大きいサンドウェーブ（波長30-60 m, 波高1.0-2.0 m）と小さいサンドウェーブ（波長10-20 m, 波高0.2-0.8 m）からなり、共に南側が急斜面、北側が緩斜面という構造をしていた（図5）. それに対して、今回観測できたサンドウェーブでは、大きいサンドウェーブは南側が急斜面、北側が緩斜面と前回と同じであったのに対し、小さいサンドウェーブは南側が緩斜面、北側が急斜面と逆になっていた（図6）. 海流や潮流などの影響も考慮し、その成因について検討を進めている。



図5. 昨年9月に確認できたサンドウェーブの形の概要図.



図6. 今回の調査で確認できたサンドウェーブの形の概要図.

3.2 ADCP 機器を用いた海流探査

ADCP 機器を用いた淡路島東縁（沖ノ瀬北西部）の水深26.91mでの海水の流れの大きさの測定結果は最大でも50 cm/s以下であった。流速と粒度からどのようなサンドウェーブが形成されるかを検討したところ、今回の調査で得られた流速と粒度では観察されたサンドウェーブ（波長30-60 m, 波高1.0-2.0 m）は形成されないことがわかった。よって、より流速の速い流れがその成因となっていることが示唆された。

3.3 海底表層の採砂

採取した北緯34°33.00′，東経135°05.34′地点における表層底質は粒径が揃った砂層であった。また、貝殻が多く含まれていた。今後、表層底質の粒度分布を明らかにし、測定時間中に小さいサンドウェーブ（波長10-20 m, 波高0.2-0.8 m）の成因を検討していく。

4. 研究目標の達成状況及び今後の夏季・春季研究航海活用の予定

異なる時期の地形観察の結果、小規模のサンドウェーブでは形状が前回と異なっていたのに対し、大規模のサンドウェーブでは大きな変化がないことがわかった。今後の研究航海で地形調査を重ねていき、大小それぞれのサンドウェーブの成因や、大阪湾の環境との関連性について調査していきたいと考えている。

5. 研究成果

なし。

6. 研究成果公表の予定

現時点ではなし。2018年度後半の研究会等で発表することを考えている。

H29春季研究航海 研究計画概要

研究室（チーム）の名称：		海底電磁気観測チーム		
申し込み責任者：	氏名	市原 寛	連絡先メール：	
	機関名	名古屋大学	所属・職	大学院環境学研究科・助教
乗船者： (3 名)				
	市原 寛	名古屋大学	大学院環境学研究科地震火山研究センター	助教
	後藤 忠徳	京都大学	大学院工学研究科都市社会学専攻	准教授
	佐藤 真也	京都大学	大学院工学研究科都市社会学専攻	博士前期課程2年
テーマ				
南海トラフ西方のスロー地震域における海底電磁気探査				
研究内容				
概要：				
<p>日向灘および足摺岬沖に設置している海底電位差磁力計（以下OBEM）5台を回収する。また新たに2台のOBEMを同海域の海底に設置する。また、音響測距を実施する事により、機器の設置位置推定を行う。今後この研究を継続し、詳細な三次元電気伝導度構造を求める事により、本海域で発生するスロー地震の解明を進め、また、スロー地震と関連するとされる巨大地震・津波が想定される南海トラフの地震発生メカニズムの理解に資する事を目的とする。なお、観測は海底地形チームと協力して実施する。</p>				
準備：				
<p>新たに投入するOBEM（京都大学所有）は出航までに深江または六甲キャンパスにて整備し、出航前日に深江丸にて積み込む。投入に必要なペリカンフック、ロープ類および音響トランスポンダ船上部は研究者側で準備する。なお、本調査には漁業関係者（宮崎県および高知県）との海域調整が必要で有り、現在名古屋大学で実施中である。詳細な設置予定点はこの海域調整によって変更する予定である。</p>				
計画：				
研究実施につき深江丸に要望する事項				

研究テーマ名：南海トラフ西方のスロー地震域における海底電磁気探査

報告者氏名（所属）：市原 寛（名古屋大学大学院環境学研究科）

参加者氏名（所属）：市原 寛（名古屋大学大学院環境学研究科）

後藤忠徳（京都大学大学院工学研究科）

松野哲男（神戸大学海洋底探査センター）

佐藤真也（京都大学大学院工学研究科）

1. 研究の目的

南海トラフ西端部に位置する日向灘は、海溝型地震やスロー地震、低周波微動などが頻繁に発生する場所であり、地球上で有数の地震活動の研究地域として近年注目されている。この地域における上記の現象の根本的な理解には、発生域における物性値の詳細な分布を解明する必要がある。特に電気比抵抗分布の探査は、地震の発生様態を支配する要素の一つである岩石中に含まれる水の分布についての制約を与える事から、断層域における有用な研究手法として認識されている（例えば Ichihara et al., 2011, 図 1）。したがって本研究は、海底電位差磁力計(Ocean Bottom Electro-magnetometer, 以下 OBEM)による Magnetotelluric (地磁気地電流) 法観測により、日向灘スロー地震海域における電気比抵抗分布を解明する事を目的とする。

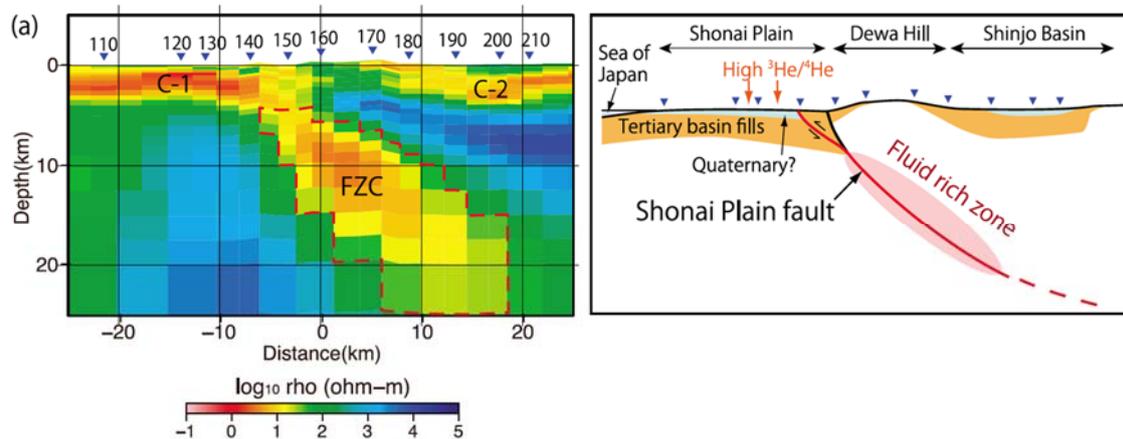


図 1 比抵抗構造探査による地震発生域の構造探査結果の例（庄内東縁断層帯, Ichihara et al., 2011, GRL). 左図は比抵抗構造図であり、断層近傍に FZC と記載した低比抵抗体が推定されている。右図はその解釈図であり、断層帯は間隙水を多く含むと解釈されている。

2. 活動の実施概要

本研究は深江丸研究航海を用いて 2017 年 3 月より継続的に実施しているテーマであり、観測研究の一部は科学研究費助成事業新学術領域研究「スロー地震学」(領域番号 2804) より助成を受けている。本航海では、2017 年 8 月の夏季研究航海で投入した OBEM 3 台の回収 (site NU 7, NU3, NU2) と、新規 OBEM 2 台の投入 (NU1, NU6, NU10 のうち 2 点) を計画していた (図 2)。しかしながら、悪天候のため OBEM の回収は全て中止となり、投入も site NU1 の 1 台のみとなった。なお、OBEM の設置は、船上から深江丸の船尾側クレーンを用いて投下し、自由落下により海底に設置した。また、OBEM の着底位置を推定するために、左舷側より音響トランスデューサを投入し、音響測距を実施した。

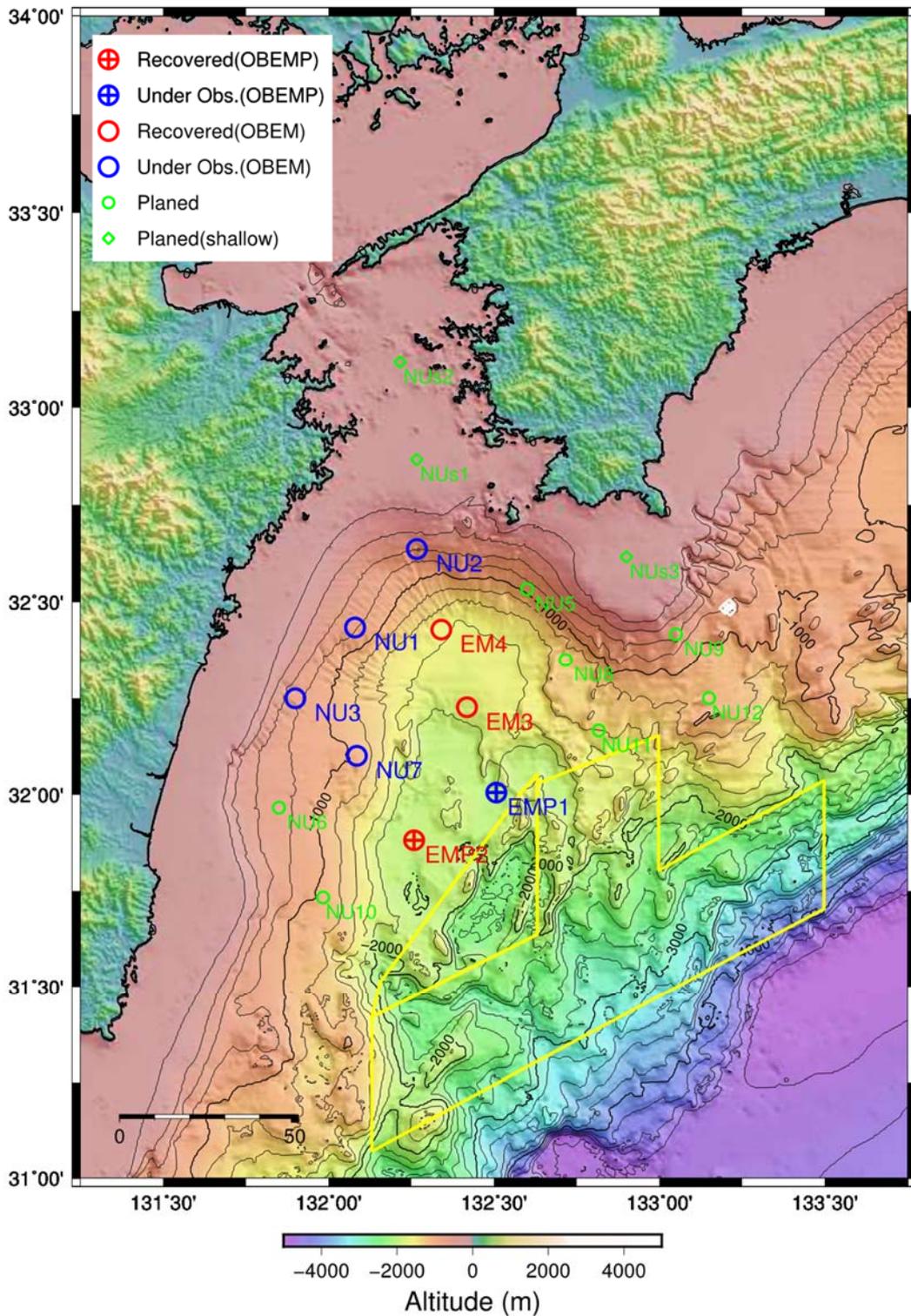


図2 観測点位置図. 本航海では観測点 NU1 の投入を実施した.

3. 活動結果・成果の概要

本航海では OBEM の回収ができなかったため、ここでは site NU1 における着底位置の解析結果と前航海（2017 年夏季研究航海）で回収した site EM3, EM4 における OBEM データの初期解析結果のみ報告する。

3.1 測距による OBEM 着底点と推定に必要な測距回数に関する考察

前述した悪天候のため、通常は 3 地点より測距を行い着底位置を推定するところ、1 地点でのみ測距を実施した。具体的には、OBEM 着底後も機関を用いた移動を行わず、ドリフトをしながら測距を 10 回程度実施した。次に、測距データ（船舶位置と音響トランスデューサー - OBEM 間の距離）を元に逆問題を解くことにより着底位置を推測した。その結果、投入予定点より約 200m 西北西に着底点が求まり、RMS misfit は 1.33 m と精度の高い推定値となった（図 3）。しかしながら、図 3 によると西北西の最適点と同程度 RMS が低いと思われる場所がその 500m 東方にも存在し、この地点が着底点である可能性もある。これは、複数箇所での測距を実施しても、発信点が 1 直線上に並ぶ場合は結果に不確実性が生ずることを幾何学通りに示している。

参考に、既に回収した site EM3 における OBEM 着底位置を、1 地点のみのデータを用いた場合、2 地点のデータを用いた場合、3 地点のデータを用いた場合に推定した結果を紹介する（図 4）。これによると、1 地点のみのデータを用いた場合と、2 または 3 地点のデータを用いた場合で推定位置が大きく異なる。これに対して、2 地点のデータを用いた場合と 3 地点のデータを用いた場合ではほとんど推定位置に違いない。したがって、着底位置は最低でも 2 地点から測距を行う事により推定するか、仕方なく 1 地点のみとする場合でも途中でスラスタ等を用いてドリフトの針路を変えることが必要であると考察される。

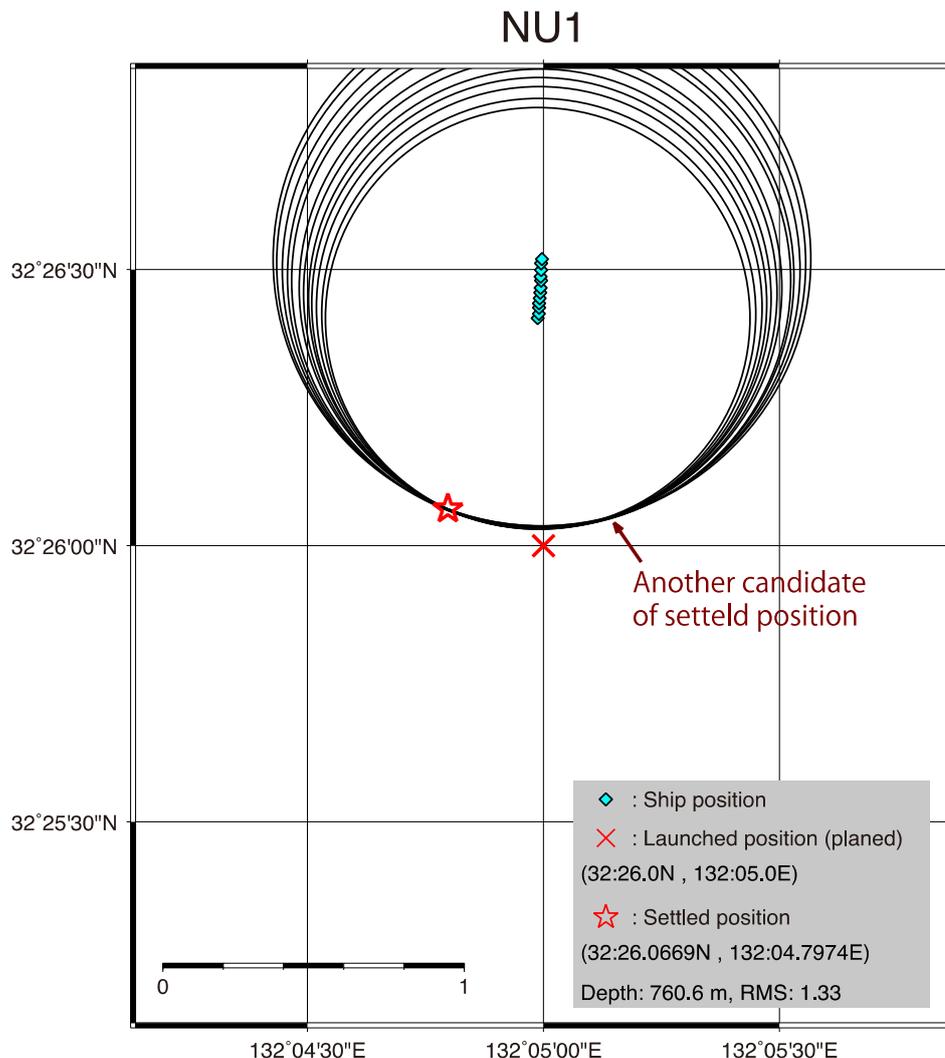


図 3 site NU1 の推定着底位置。円は（推定着底深度における）それぞれの船舶位置から推測

される着底位置の候補を示す

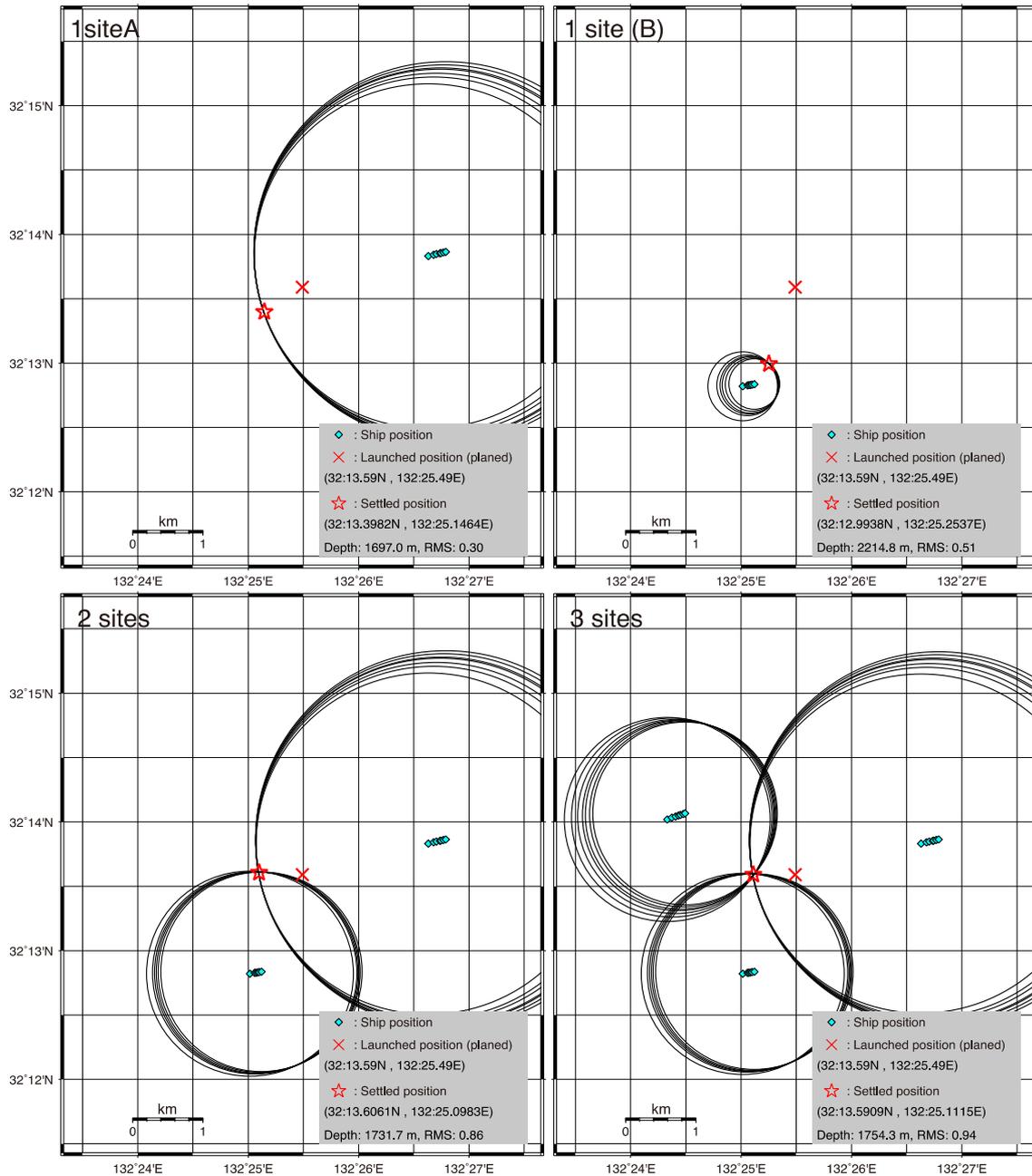


図4 使用する測距点の数を変えた場合の site EM3 の推定着底位置. 1site (B)の円が他と大きく異なるのは, 推定された水深の違いによる.

3.2 2017 年航海における OBEM データの初期解析結果

次に, 2017 年春季航海投入, 同年夏季研究航海で回収した site EM3, EM4 における OBEM データの初期解析結果について報告する. 時系列によるとシグナルである地磁気擾乱とそれによって誘導された地電流が記録されている (図 5). その一方で, EM4 においては電磁場データのノイズとなる揺れ (傾斜変動) と水温変動も記録されていた. EM4 における揺れおよび水温変動は潮汐と同期しており, 水深 2000m の深海底における潮汐による海水の移動を示唆するものであるが, 本研究目的と離れるためここでは報告のみに留める.

得られた時系列より, BIRRP 法 (Chave and Thomson, 2004)を用いて MT impedance

tensor を推定した。ここで、MT impedance とは観測された電場と磁場の比較からとめられるもので、一般的に地下の比抵抗構造（海水を含む）を反映したものである。電磁場の減衰が激しい深海底にも関わらず Site EM3 において 30 秒以上、EM4 において 100 秒以上の帯域において高精度の MT impedance が推定されており、今後設置・回収を実施する OBEM 観測点に同程度の質のデータを得る事により、観測領域における地下の比抵抗構造が推定できる事が期待できる。

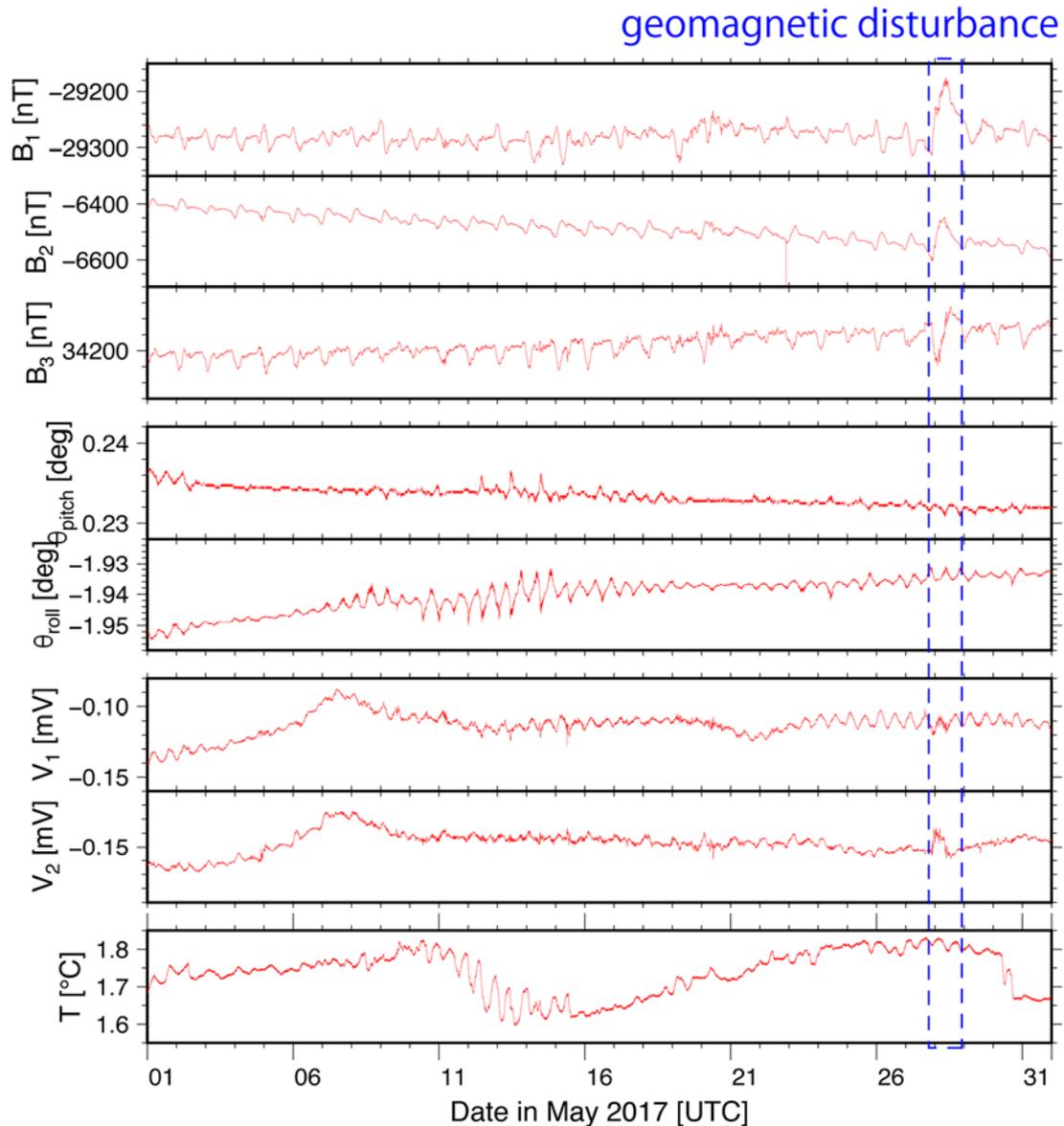


図5 site EM4 における 2017 年 5 月の時系列データ。B, θ , V, T はそれぞれ磁場, 傾斜, 電場, 温度を示す。

4. 研究目標の達成状況及び今後の夏季・春季研究航海活用の予定

本研究は (1) OBEM データの取得, (2) 比抵抗構造の推定, (3) 解釈, (4) 研究成果の公表のプロセスにより進めている。深江丸による OBEM を用いた観測はこのうちの (1) にあたり、最低 13 観測点での OBEM の設置・回収を予定している (図 2)。深江丸を用いた航海により (海洋底探査センター探査航海を含める)、現時点において OBEM を 3 地点で回収済み、5 地点で

OBEM による観測を実施中という状況である。これらに加えて、今後 5～10 点における観測を計画中である（図 2 の緑色で示したシンボル）。

5. 研究成果

- ・ 学術雑誌（査読つき国際会議、解説等を含む）

なし

- ・ 国際会議・国内学会・研究会・口頭発表等

[1] H. Ichihara, Tadanori Goto, Tetsuo Matsuno and Noriko Tada: Marine EM surveys in the off-Miyazaki and off Kochi area in 2017, Joint workshop on slow earthquakes 2017, Matsuyama, (Sep, 2017) , A2-19.

- ・ その他（特許、受賞、マスコミ発表等）

なし

6. 研究成果公表の予定

- ・ 研究観測の概要および深江丸の紹介文章を新学術領域研究「スロー地震学」webpage にて公開（2018 年 5 月頃公開予定）
- ・ International joint workshop on slow earthquake 2018 での研究発表（2018 年 8 月）
- ・ 地球電磁気・地球惑星圏学会総会・講演会での研究発表（2018 年 11 月）
- ・ Earth, Planets, and Space 誌等の国際誌に研究成果を公表（NU1, 2, 3, 7 観測点の OBEM を回収後、できるだけ早い時期）

H29春季研究航海 研究計画概要

研究室（チーム）の名称：		岡山理科大学		
申し込み責任者：	氏名	宮永 政光	連絡先メール：	
	機関名	岡山理科大学	所属・職	理学部生物化学科・講師
乗船者：（ 1 名） 宮永 政光 岡山理科大学 理学部生物化学科 講師				
テーマ				
水環境中の多環芳香族炭化水素（PAH）の動態調査				
研究内容				
<p>概要： 瀬戸内海沿岸を中心とした西日本海域における海水中のPAH（多環芳香族炭化水素）を、BR（ブルーレーヨン）接触法により濃縮を行い、動態解析を行う。また、寄港地でムラサキイガイを採取して、生息環境と生物濃縮等についても解析を行う。</p> <p>準備： ①実験室外側の海水の蛇口から実験室に試料海水を連続導入するためのホースを設置 ②実験室のシンクにバケツを設置</p> <p>計画： 研究航海を15区間程度に分け、航行中・寄港中にスポットサンプリング及び連続サンプリングを行う。また、寄港地において可能であればムラサキイガイの採取を行う。</p>				
研究実施につき深江丸に要望する事項				
<p>①船上での海水採取設備（実験室外側の海水の蛇口）の連続使用を希望します。 ②実験室内のシンクで連続的に海水をバケツからオーバーフローさせることを希望します。 ③採取・調製試料の保存にあたり、学生ホールの冷蔵庫（冷凍室）の使用を希望します。</p>				

研究テーマ名：水環境中の多環芳香族炭化水素（PAH）の動態調査

報告者氏名（所属）：宮永政光（岡山理科大学理学部生物化学科）

参加者氏名（所属）：宮永政光（岡山理科大学理学部生物化学科）

1. 研究の目的

環境中に存在している人為的活動に由来する様々な汚染物質の中で、人体への影響が注目されている物質の一つに多環芳香族炭化水素類（PAHs）がある。PAHs は強い発ガン性を示すものや、発ガン促進性、変異原性を示すものなどが多く存在している。PAHs の有害性に関してはダイオキシンより低いものの、私達の生活圏の至る所に比較的高濃度で存在し、また体内に取り込む可能性も非常に大きい物質であるのでモニタリングし対策を考えることは重要である。

本研究では環境中に常時放出される、Fluoranthene (Flu)、Pyrene (Pyr)、Benzo(b)Fluoranthene (BbF)、Benzo(a)Pyrene (BaP)、Perylene (Per) の5項目のPAHsについて、西日本海域の表層海水中のPAHsを2つの方法（スポットサンプリング法・TSWA法）で回収し、その濃度レベルの変化や動態を検討することを目的とした。また、ムラサキイガイ中のPAHsの濃度レベルの検討も試みた。

2. 活動の実施概要

活動の実施期間は平成29年度深江丸春季研究航海中の平成30年3月18日から25日とした。

実施海域は、往路が神戸大学海事科学部～大阪湾～紀伊水道～高知湾～日向灘～豊後水道～別府湾～別府国際観光港、復路が別府国際観光港～別府湾～伊予灘～安芸灘～来島海峡～燧灘～備後灘～備讃瀬戸～播磨灘～明石海峡～大阪湾～神戸大学海事科学部であった。

サンプル採取は2種類の方法で行った。まず、航路を海域ごとに区切り、その区間内でPAHs回収用繊維であるブルーレーヨン（BR）と海水を連続的に接触させてPAHsを回収するTime Space Weighted Average法（TSWA法）でサンプルを採取した。このTSWA法は海水をそのままBRと接触させるため、回収されたPAHsの大部分が溶存態である。次に、海域の代表的地点で海水を採取し、濾過後に濾液をBRと接触させるスポットサンプリング法でサンプルを採取した。このスポットサンプリング法は、濾過に用いた濾紙上に残ったPAHsも回収可能であるため、溶存態PAHsと懸濁態PAHsを別々に回収可能である。

3. 活動結果・成果の概要

今回の研究航海では、TSWA法で18サンプル、スポットサンプリング法で18ポイント36サンプルを採取することが出来た。ただし、友が島水道～別府湾までは船酔いでまともに活動が出来ず、海洋・気象研究室の方々に大部分のサンプル採取をやっていただいた。その他の海域のサンプル採取と濾過を含むサンプル処理は無事に行うことが出来た。

現在、残りのサンプル処理と測定・解析を行っており、5月の終わりまでには測定を終了させることが出来ると思われる。

4. 研究目標の達成状況及び今後の夏季・春季研究航海活用の予定

現在、平成29年度深江丸夏季研究航海までのサンプル処理・測定が終了しており、解析を進めている。瀬戸内海と太平洋・対馬海峡など外洋とのPAHs濃度レベルの差について、データは蓄積されている。今後は、データの信頼性・有意差についての解析を行う予定である。

今後も深江丸の研究航海に参加させていただき、データの蓄積を行いたいと考えている。

5. 研究成果

今度はなし。

6. 研究成果公表の予定

論文への投稿を予定しているが、データ解析の進捗状況により、時期は決まっていない。

H29春季研究航海 研究計画概要

研究室（チーム）の名称：	大阪府立環境農林水産総合研究所			
申し込み責任者：	氏名	和田 匡司	連絡先メール：	
	機関名	大阪府立環境農林水産総合研究所	所属・職	環境研究部・研究員
乗船者： （ 1 名） 和田 匡司 大阪府立環境農林水産総合研究所 環境研究部 研究員				
テーマ				
船舶を用いた海上大気質の直接観測および船舶影響の評価				
研究内容				
<p>概要： 瀬戸内地域の PM2.5 高濃度汚染メカニズム解明のため、AIS を利用した船舶動態情報収集と洋上大気直接観測を実施し、海域を含めた空間的分布や汚染特性の実態を把握し、特に瀬戸内地域における船舶の大気環境への影響を明らかにする。</p> <p>準備： 神戸大学大学院海事科学研究科・山地一代らグループと昨年から設置させていただいている各種大気自動観測機（Nox、Sox、PM2.5、O3）を用いて、共同で海上大気観測を実施する。機器のメンテナンス、設置確認を実施する。また、簡易AIS受信機を設置する。可能であれば、据え置き型ポータブルパーティクルカウンターを自船排ガスの影響の少ない船首甲板等に設置する。</p> <p>計画： 別府～深江の瀬戸内海航行中に、自動計測器により海上大気観測を実施。同時に、簡易AIS受信機による深江丸のごく周辺船舶の動態情報を収集し、船舶の影響を評価する。</p>				
研究実施につき深江丸に要望する事項				
<p>船首側に吸気口を移動できるとありがたい。現在は、排ガス排出塔の風上側に設置させていただいている。もしくは、一部の小型機器（おおよそ30cm四方）のみを船首甲板等に据え置かせていただいただけるとありがたい。代替できない場合は、現状のままでも実施可能。</p> <p>深江丸のAISから、自船から数km四方航行中の船舶情報をデータで取り出せる場合は提供していただくとありがたい。</p>				

研究テーマ名：船舶を用いた海上大気質の直接観測および船舶影響の評価

報告者氏名（所属）：和田 匡司（大阪府立環境農林水産総合研究所）

参加者氏名（所属）：和田 匡司（大阪府立環境農林水産総合研究所）

1. 研究の目的

本瀬戸内地域の PM_{2.5} 高濃度汚染メカニズム解明のため、AIS を利用した船舶動態情報収集と洋上大気直接観測を実施し、海域を含めた空間的分布や汚染特性の実態を把握し、特に瀬戸内地域における船舶の大気環境への影響を明らかにする。

2. 活動の実施概要

別府～深江の瀬戸内海航行中に、自動計測器により海上大気観測を実施。同時に、簡易 AIS 受信機による深江丸のごく周辺船舶の動態情報を収集し、船舶の影響を評価する。神戸大学大学院海事科学研究科・山地一代らグループと昨年から設置させていただいている各種大気自動観測機（NO_x, SO_x, PM_{2.5}, O₃）を用いて、共同で海上大気観測を実施した。また、据え置き型ポータブルパーティクルカウンターを自船排ガスの影響の少ない船首甲板等に設置し、追加の測定も行った。

3. 活動結果・成果の概要

観測は春季研究航海の後半（3月23日～25日）から実施した。航海スケジュールの概要を表1に示す。また、23日、24日の航海ルートを図1に示す。後半は、別府港から深江まで瀬戸内海を航行した。

表1 航海スケジュール（後半3月23日～24日）

日	時刻	Lon.(度-分)	Lat.(度-分)	内容	メモ
3月23日	750	131-30.29	33-18.09	別府国際観光港出航	
3月23日	835	131-36.87	33-36.87	測船実験開始(別府湾)	
3月23日	920	131-37.64	33-20.64	測船実験終了(別府湾)	
3月23日	1630	132-55.75	34-9.4	来島海峡航路入口通過	周辺の船少なめ
3月23日	1720	133-2.88	34-5.3	来島海峡航路出口通過	前方を走る船なし
3月23日	2100	133-49.55	34-21.92	瀬戸大橋通過	
3月23日	2125	133-52.82	34-21.96	錨泊(坂出沖)	
3月24日	645	133-52.89	34-21.97	抜錨	
3月24日	1325	135-0.74	34-36.84	明石海峡通過(1回目)	周辺の船多め、前方を走る船あり
3月24日	1400	135-4.95	34-33.8	海底調査試験開始(大阪湾)	
3月24日	1525	135-5.46	34-32.46	海底調査試験終了	
3月24日	1530	135-5.35	34-33	採泥開始(大阪湾)	
3月24日	1540	135-5.31	34-33.01	採泥終了	
3月24日	1600	135-4.41	34-35.5	明石海峡往復試験開始	周辺に船複数確認
3月24日	1650	135-2.82	34-35.91	明石海峡往復試験終了	
3月24日	1825	135-19.2	34-40.05	錨泊(大阪湾 深江沖)	
3月25日	925	135-19.14	34-40.15	抜錨	
3月25日	1000	135-17.55	34-43.07	深江入航	
				解散	

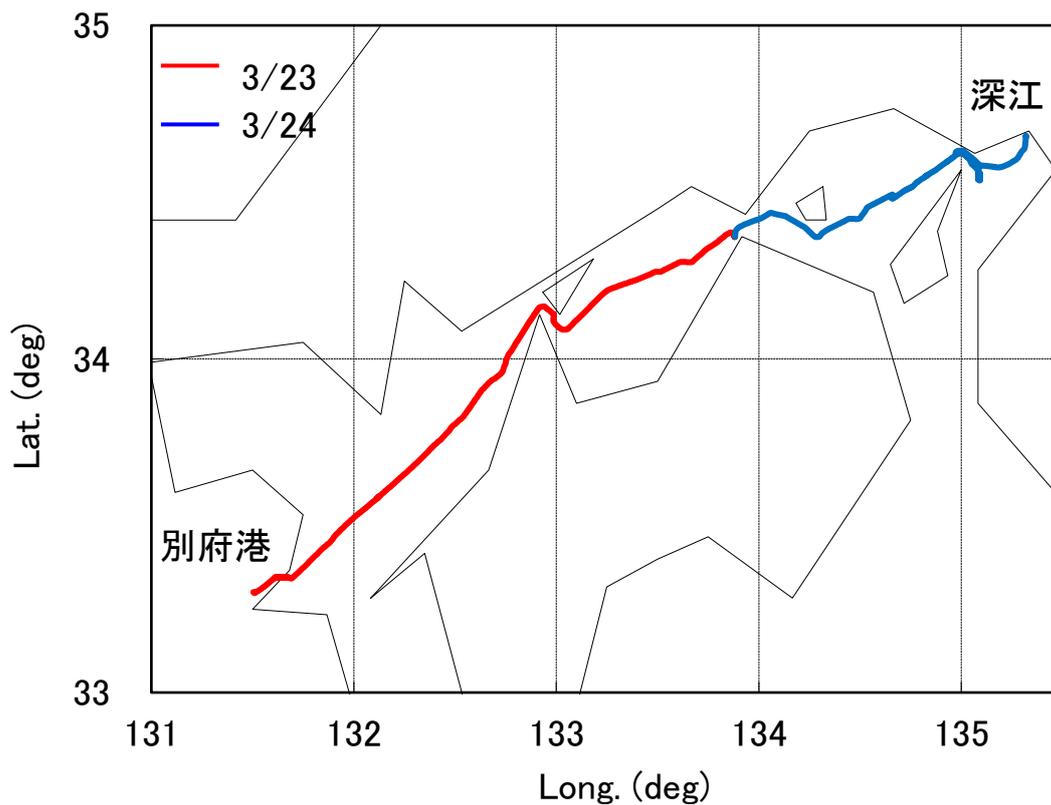


図1 航海ルート (3月23日, 24日)

洋上での大気観測は、深江丸の船内にPM_{2.5}、二酸化硫黄 (SO₂)、窒素酸化物 (NO_x) 及びオゾン (O₃) の観測機器を設置し瀬戸内海及び周辺海域を航海中に実施した。洋上大気は、船外の煙突前方に設置した吸気口 (海上高さ約9m) からブレードホース (PM_{2.5}用) 及びテフロンチューブ (ガス状物質用) を用いて船内に引き込んだ。船内には、紀本電子工業のPM_{2.5}自動計測器 (PM-712)、SO₂自動計測器 (SA-633)、NO_x自動計測器 (NA-623) を設置し、PM_{2.5}及びガス状物質を1時間単位で連続測定した。さらに、操舵室屋上の新鮮な海上大気にさらされる個所にOPCを設置した。深江丸及び観測機材の設置状況を図2に示す。さらに、航海中の各種観測値を日別に図3, 4に示す。

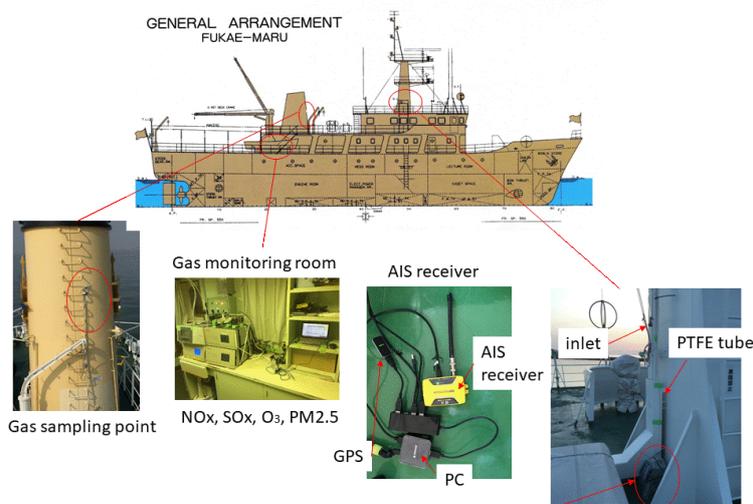


図2 深江丸及び観測機材の設置状況

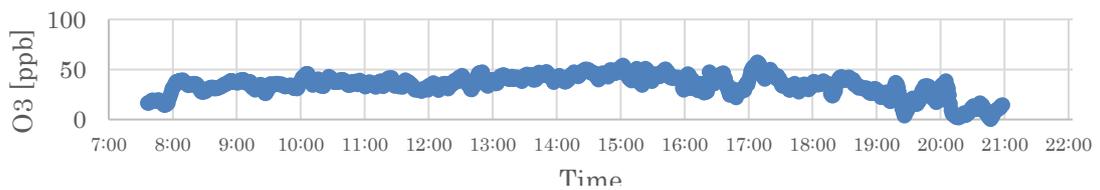
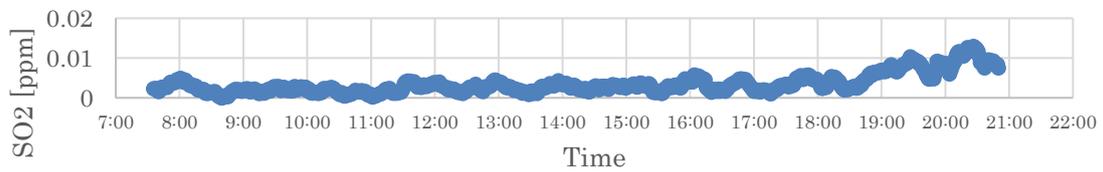
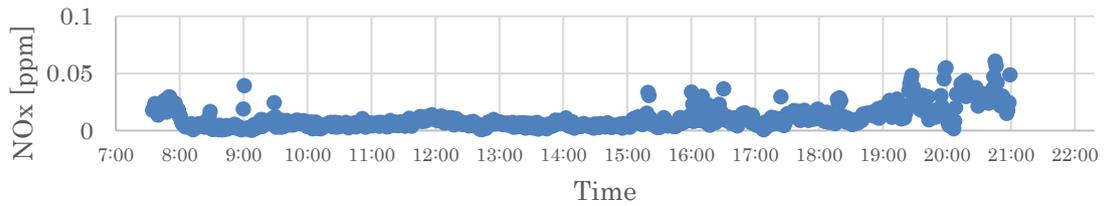
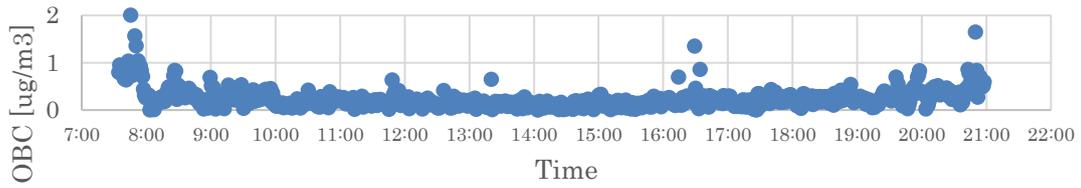
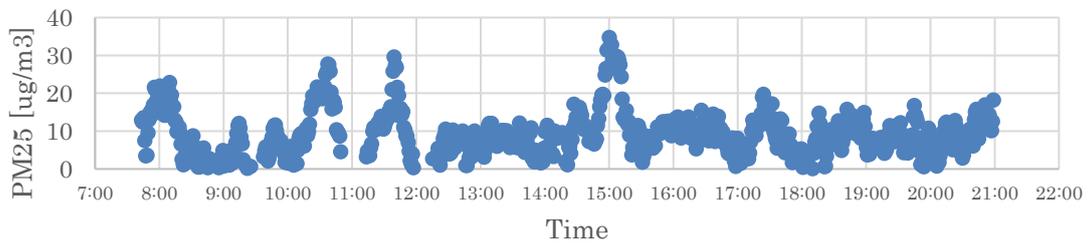
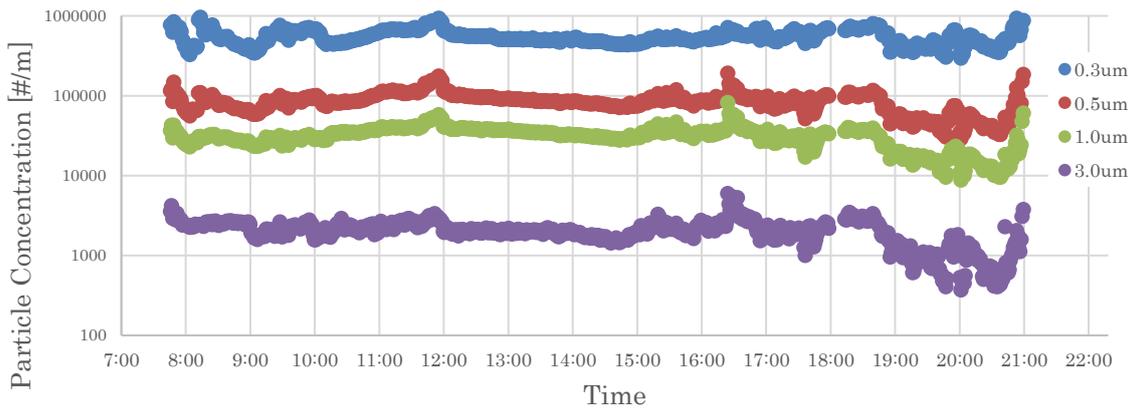


図3 航行中の各自動計測器観測器 (3月23日)

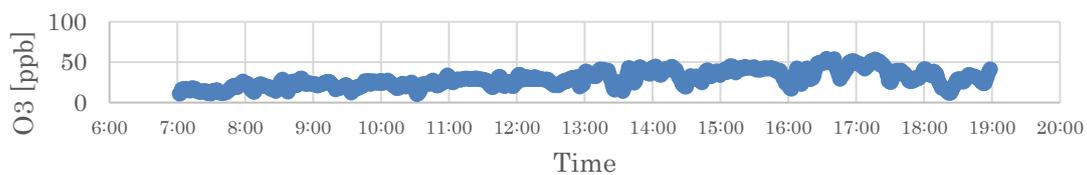
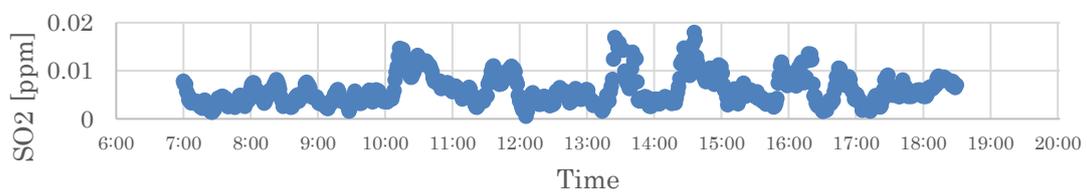
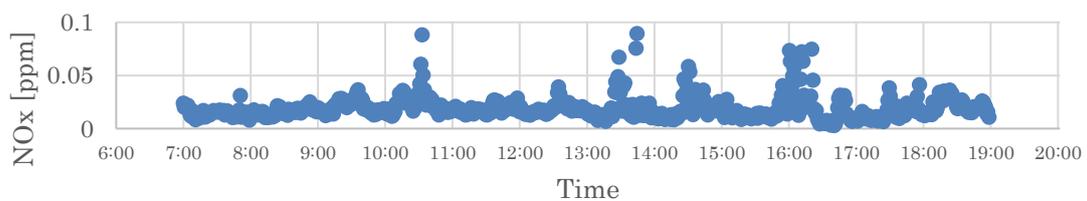
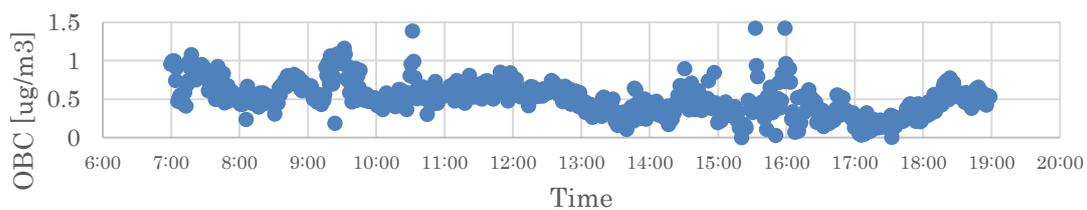
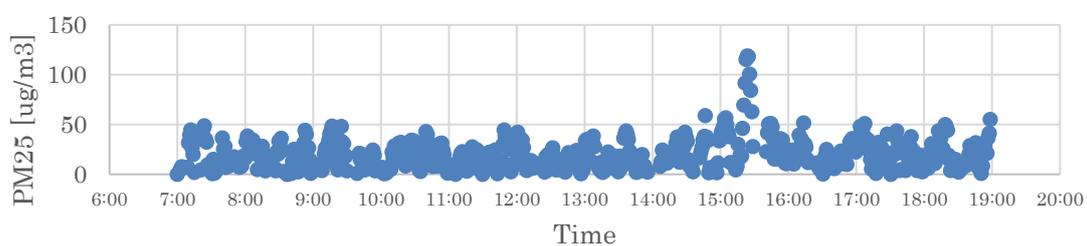
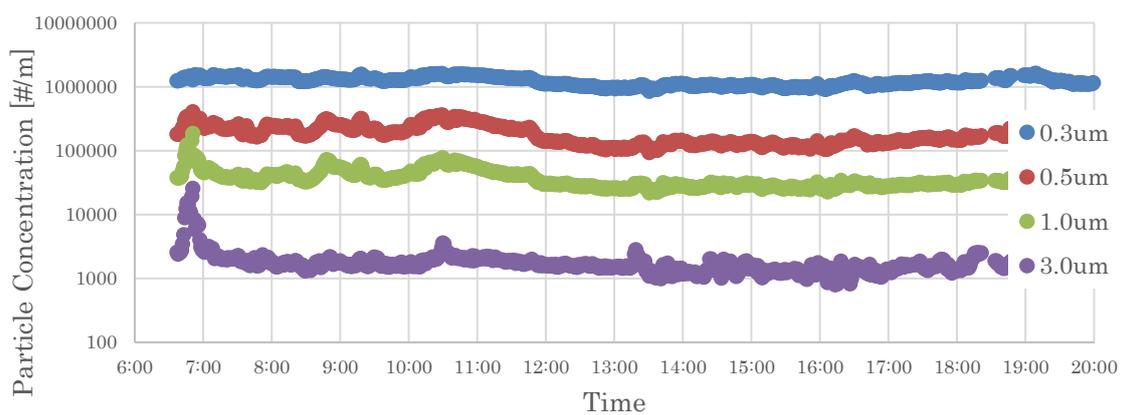


図4 航行中の各自動計測器観測器 (3月24日)

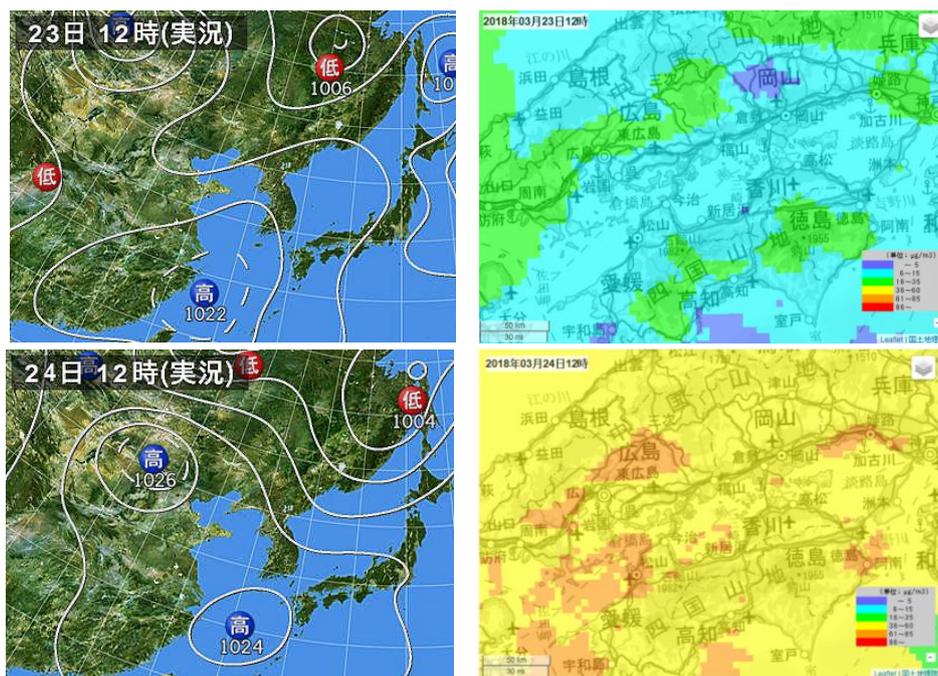


図5 航海中の気圧配置図とVENUSによるPM2.5予測

さらに、図5に23日、24日の気圧配置とVENUSによるPM2.5予測を示した。23日は荒れた天気の後で、高気圧も張り出してきておりPM2.5濃度の予測も低くなっている。一方、24日は移流の影響か瀬戸内海全域で濃度が高い予測となっている。OPCの結果を見ると、24日のデータが全体的に高い値になっており、PM2.5、NO_x、SO_xも全体的に高い値となっている。OPC、PM2.5の結果から、23日は所々、値の大きいピークが見られたが、24日にはあまり見られていない。24日はベースの濃度が高いことで同様のピークが見にくくなった可能性がある。ピークの個所については、その原因を検証していく必要がある。本研究では、船舶の影響を検討することが目的であるので、船舶排ガスの影響かどうかに絞った検証をしていきたい。現時点では十分に検証できていないが、一部、その可能性について検証の価値のあるイベントがいくつかあったので、それを紹介する。

23日には別府港を出港し、伊予灘を通過し、来島海峡を航行した。来島海峡では航路が狭くなり、船舶同士の距離も近くなる箇所である。図6に、航行中の周辺写真を示した。見える範囲内に多くの船舶が確認できた。また、航行中に簡易AISで受信できた船舶情報をGoogle Earthでプロットした。航行中の短時間に、簡易AISで受信できた船舶だけでも多く存在した。深江丸本体のAISではさらに補足できていると思われるが、まだデータをいただけないので追って分析をしたい。さらに、航行中のSO₂、NO_x、PM2.5の観測値を示したが、海峡通過時点での濃度上昇が確認できているように見える。これらについてはさらに分析をしていく。

24日には坂出沖から明石海峡を航行し大阪湾に入った。地底調査後には、明石海峡を往復するイベントがあった。図7にその周辺写真を示す。大阪湾から明石に向けて海峡を通過する往路では、丁度、2隻の大型船舶の航行後を追尾するように航行した。航行中のSO₂、NO_x、PM2.5の観測値を示したが、海峡通過時点での濃度上昇が確認できているように見える。これらについてもさらに分析をしていく。

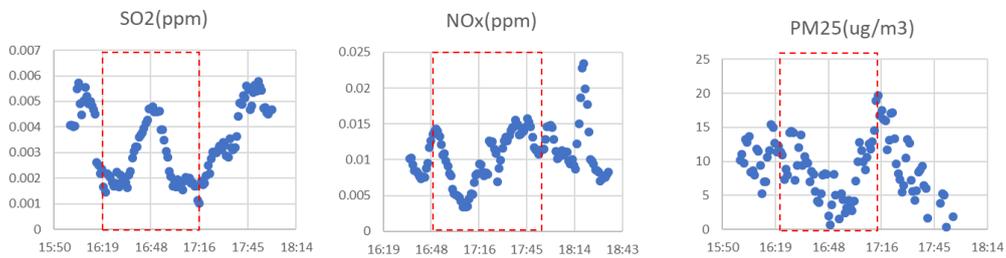
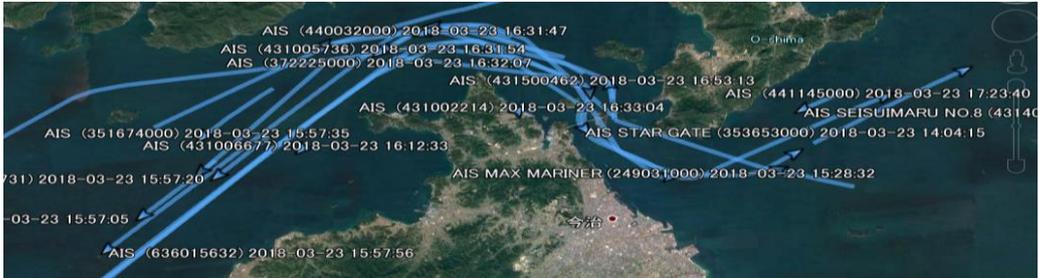


図6 来島海峡付近の様子（上）と航行中の AIS 受信情報（中）と主な測定値（下）

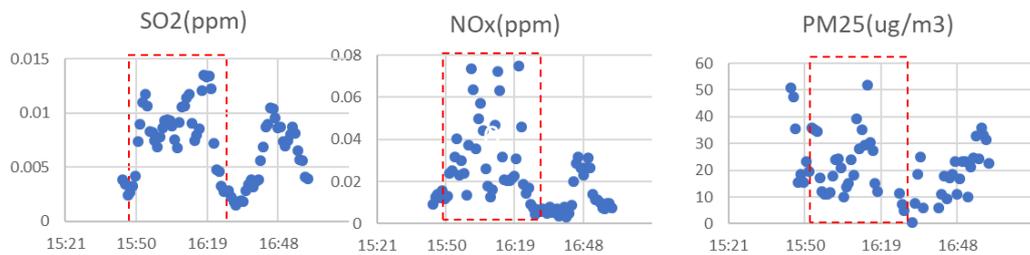
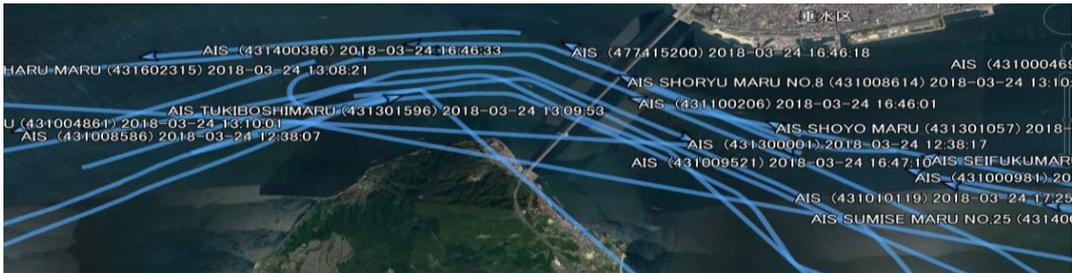


図7 明石海峡付近の様子（上）と航行中の AIS 受信情報（中）と主な測定値（下）

4. 研究目標の達成状況及び今後の夏季・春季研究航海活用の予定

夏季研究航海での観測に向けて、AIS 信号を利用した船舶排ガスの影響評価の可能性を示すことができた。一方、簡易 AIS 受信機およびアンテナによる観測は高速航行中には限界があることも分かった。より高精度アンテナを利用するか、深江丸が受信している AIS 情報を利用することを想定して、次回、夏季研究航海に参加させていただければと考えている。

5. 研究成果

「なし」

6. 研究成果公表の予定

- ・ 大気環境学会学術講演会等での研究発表

H29春季研究航海 研究計画概要

研究室（チーム）の名称：	横河電子機器株式会社			
申し込み責任者：	氏名	藤田 貴大	連絡先メール：	
	機関名	横河電子機器	所属・職	盛岡技術部1Gr
乗船者： （ 4 名）				
	藤田 貴大	横河電子機器株式会社	盛岡技術部	1Gr
	小川 玲緒奈	横河電子機器株式会社	航海企画室	
	朝倉 裕幸	横河電子機器株式会社	盛岡技術部	1Gr
	茅野 拓郎	横河電子機器株式会社	盛岡技術部	3Gr
テーマ				
1) 最適制御のための操舵による速度損失のモデル化 2) 実船環境における船体動揺の調査				
研究内容				
概要： 1) 舵取に起因する船速の低下を時系列データとしてモデル化し、速度損失を最小化する最適制御への適用を考察する。 2) 実船における操縦・波浪の影響下で船体に加わる力(加速度・角速度等)の大きさ・傾向を調査する				
準備： ・データ取得用PC(2, 3台) ・姿勢計測装置1台				
計画： ・全行程に亘り、深江丸船内LANあるいは本船VDRにより操舵角・船速・潮流等のデータを収集する。 ・全行程に亘り、弊社持ち込みの姿勢計測装置を動作させ、記録用PCへの保存を行う。				
研究実施につき深江丸に要望する事項				
・太平洋および瀬戸内海にて舵角5/10/20度のZ操船を実施していただきたく思います。 ・出航前日(3/17)に機材持込みおよび設置をさせていただきたく思います。 ・船内LANあるいはVDRからのデータ取得に関しては若林教授のご指示をいただきたく思います。				

研究テーマ名：最適制御のための操舵による速度損失のモデル化

報告者氏名（所属）：藤田 貴大（横河電子機器株式会社 技術部）

参加者氏名（所属）：朝倉 裕幸（横河電子機器株式会社 技術部）

藤田 貴大（横河電子機器株式会社 技術部）

茅野 卓郎（横河電子機器株式会社 技術部）

小川 玲緒奈（横河電子機器株式会社 航海企画室）

1. 研究の目的

今研究航海では、船用オートパイロットの最適制御への応用を念頭に、操舵時の速度損失モデルの作成を目的とした。

2. 活動の実施概要

● モデル作成のためのデータ取得

深江丸の操舵時における速度損失をモデル化するため、豊後水道・別府湾・瀬戸内海において舵角 5 度、10 度、20 度の Z 試験を実施し、舵角と船速のデータを取得した。

● モデル作成

取得したデータのうち特に外乱の影響が少ない瀬戸内海におけるデータをもとに、操舵と速度損失の関係を記述するモデルを推定した。モデルは

$$\text{加速度} = \text{主機推進力} - \text{粘性抵抗} - \text{操舵抵抗}$$

なる構造を仮定した。また操舵抵抗の項は回頭と舵取による抵抗増加を表す関数である。面舵、取舵によらず減速が発生する状況を模擬するため、この関数は偶関数とする必要があり、今回は回頭角速度と舵角の二次形式として与えた。

以上の仮定のもと、最小二乗法によりパラメータを求め、モデルの作成を行った。

3. 活動結果・成果の概要

● データ取得

図 1 に 3 月 24 日 8 時 36 分から小豆島南方の播磨灘にて実施された Z 試験における舵角と船速を示す。操舵および船体運動で発生する抵抗により船速が低下する様子が確認できる。

また 5 度、10 度、20 度の舵角に対し速度損失の定常値は 0.2 kn, 0.8 kn, 2.3 kn であり、舵取量の増加に伴い速度損失の変化率が增大していることから、非線形性の存在が見受けられる。この結果は電子航法研究室・渡邊氏の修士論文の主結果である「平均操舵量 2.5 度以上から顕著な速度低下が発生する」という現象に対応しているものと考えられる。また本結果が操舵抵抗に絶対値関数のような区分的に線形な関数ではなく、二次形式を用いる一つの根拠となっている。

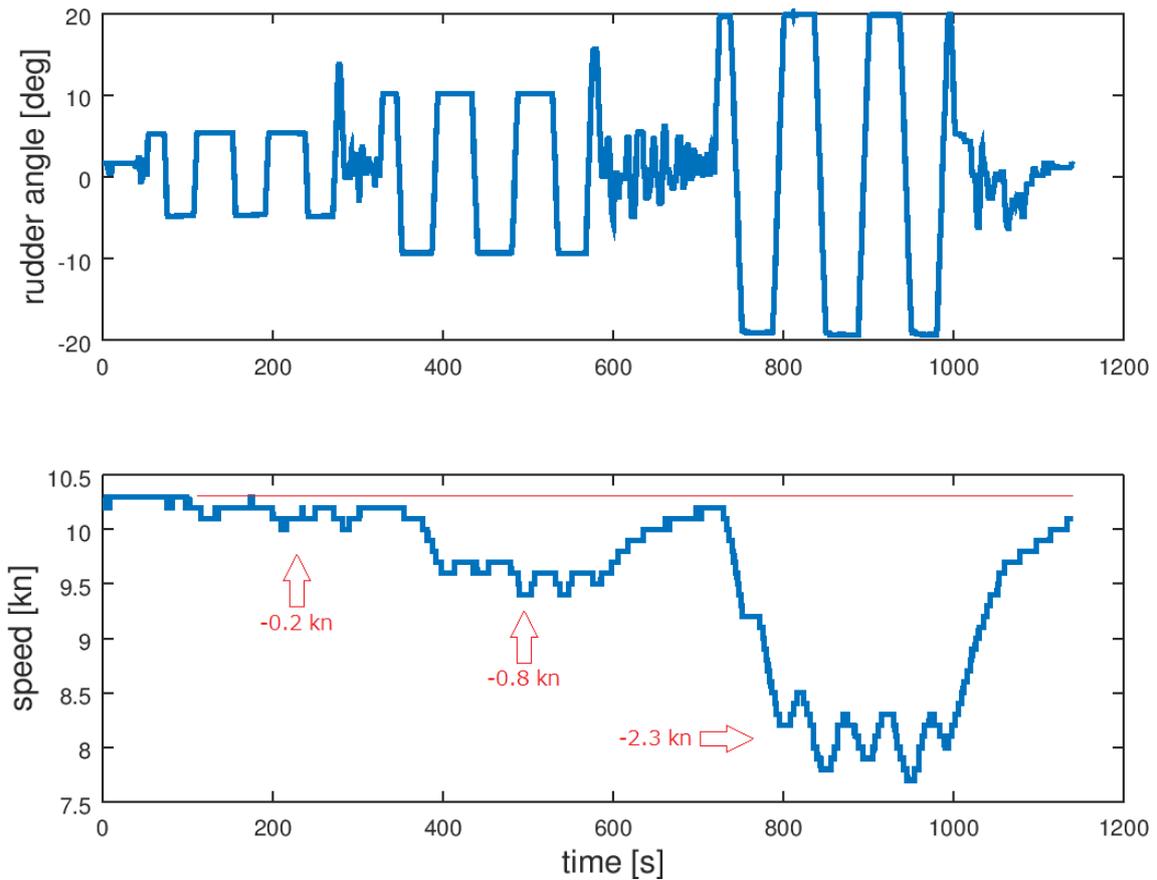


図 1 Z 試験のデータ

- システム同定

図 1 のデータと 3 月 24 日 10 時 41 分より淡路島西方の播磨灘にて取得したデータを加え、モデルのパラメータを推定した。図 2 はモデル出力と実データの比較を行ったプロットであるが、モデルにより予測された減速度は実際のデータをほぼ再現している。また 2 つのモデルの出力波形の形状を比較すると、時間遅れや振幅はほぼ一致している。これにより両モデルの特性はほぼ等しく、静海域における深江丸の速度損失モデルとして再現性のある結果を得られたと考えられる。

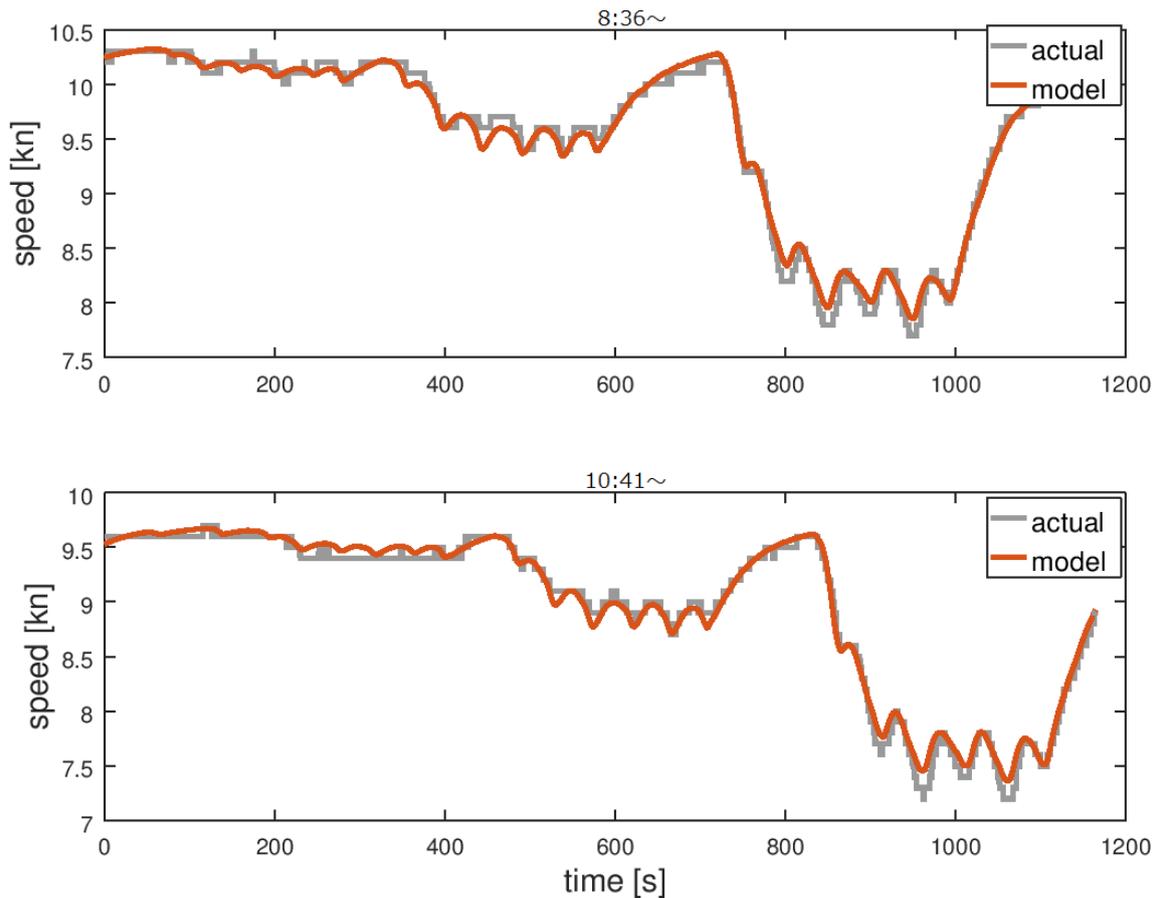


図 2 モデル出力の検証

4. 研究目標の達成状況及び今後の夏季・春季研究航海活用の予定

今研究航海において、操舵と速度損失の関係を記述するモデルを立式することができた。今後は本モデルの検証試験を行いたいと思う。

5. 研究成果

なし

6. 研究成果公表の予定

なし

謝辞

深江丸乗組員の皆様，電子航法研究室の皆様および同乗させていただいた皆様におかれましては乗船中，試験・生活を問わず大変お世話になり誠にありがとうございました。特に電子航法研究室の若林教授，渡邊様，辰口様には計画段階から試験中の操船まで幅広いご支援を賜りましたこと，この場を借りて厚く御礼申し上げます。

3. おわりに

平成 29 年度の春季研究航海を無事に終えることができ、本航海におかれましても様々な専門分野の調査・研究活動がなされましたこと、海事科学教育開発センター長として大変嬉しく存じます。いつもながら、本学の研究チームだけでなく、他大学や企業の研究チームなど、幅広く深江丸をご利用いただきまして誠にありがとうございました。本研究航海に参加された研究チームの皆様にとって、この度の航海で得られたデータが有意義な成果へ結びつくことを心よりお祈りしております。今後とも、継続的な研究・教育活動および新たな研究・教育活動のために深江丸の夏季・春季研究航海をご活用いただければ幸いです。

また、この度の研究航海から報告書の書式を統一し、より読みやすくわかりやすい報告書に改訂させていただきました。本教育開発センターでは、深江丸による教育・研究成果を多数発信できるよう深江丸の教育・研究利用について、効率的、効果的、経済的な運航を目指して点検と改善に努めます。今後とも、深江丸の安全運航を第一に研究・教育利用の促進を図って参りますので、ご活用のほど何卒宜しくお願い申し上げます。



平成 29 年度深江丸春季研究航海 研究活動報告

平成 30 年 6 月 12 日

編集：海事科学教育開発センター長 阿部 晃久