

自律型海中ロボットを中心としたマッコウクジラの生態総合観測
NT05-15

平成17年9月4日～17日

クルーズレポート



首席研究員
東京大学生産技術研究所海中工学研究センター
浦 環

目次

序章 概要

1. 航海番号/レグ名
2. 船舶名
3. 研究課題名
4. 主席研究員
5. 調査海域
6. 期間
7. 概要
8. 航海の試験行動の概要
9. 試験観測項目とその結果

第一章

- 1.1 観測の目的
- 1.2 利用船舶:「なつしま」
- 1.3 試験観測項目
- 1.4 発見方策
- 1.5 追跡
- 1.6 日程および一日の作業
- 1.6.1 日程
- 1.6.2 時刻
- 1.7 参加メンバーと担当、共通備品
- 1.8 関連する発表論文

第二章

- 2.1 航海調査海域地図
- 2.2 航海の概要とその公開
- 2.3 航海のイベントと時系列

第三章

- 3.1 全体の機器構成
- 3.2 AE2000
- 3.3 船体の船首および船尾から吊り降ろすハイドロフォンアレー
- 3.4 水中音圧計用ハイドロフォン
- 3.5 「なつしま」のSSBL装置
- 3.6 FPGA

第四章

- 4.1 AUVシステムによる観測
 - (1) 展開の概要
 - (2) 各潜航の概要
 - (3) 写真撮影の概要

- (4) クリック音の解析
- 4.2 海域の観測
 - (1) MNBS
 - (2) XBT
- 4.3 マッコウクジラの探索について(森)
 - (1) 材料と方法
 - (2) 結果
 - (3) 考察
 - (4) 全体的な感想と課題

第五章

- 5.1 2005年度のAUVシステムによる研究計画
 - (1) 目的と背景
 - (2) 調査内容
 - (3) 計画案
- 5.2 将来のAUVによる研究計画
 - (1) 研究成果および課題
 - (2) 将来の研究計画

第六章 総括

- 6.1 総括
- 6.2 謝辞
- 6.3 付録



序章 概要

1. 航海番号/レグ名

NT05-15

2. 船舶名

なつしま

3. 研究課題名

自律型海中ロボットを中心としたマッコウクジラの生態総合観測

4. 主席研究者

東京大学生産技術研究所海中工学研究センター
センター長、教授 浦 環

5. 調査海域

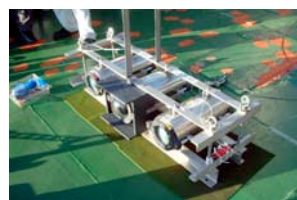
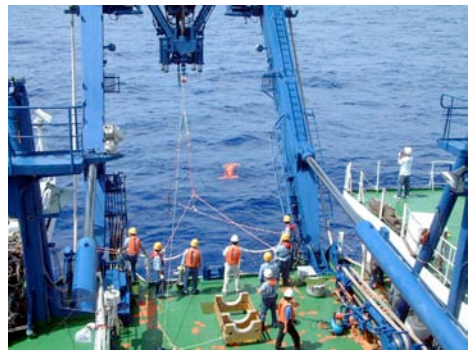
小笠原海域

6. 期間

平成17年9月4日～17日

7. 概要

2年計画の最終年度として、AUV(アクアエクスプローラ2000: 写真上)に音響システムを取り付けて、マッコウクジラ(以下クジラと記す)が発するクリック音を頼りに、全くパッシブな手法でクジラの位置をAUVが計測し、特定のクジラを追跡する、あるいは待ち受ける試験をおこない、さらにクジラが潜水海域にAUVを単独展開して海底面の撮影をおこなった。また、「なつしま」から2組のハイドロフォンアレー(写真中)を降ろし、「なつしま」に設置されているSSBLとともに海面からクジラのカリック音による行動観測の試験をおこなった。今年度新たに、AUVによるクジラ観測と連携してクジラに取り付けられたデータロガー(写真下左)による観測をおこなった。また、AUV展開終了後の夕刻には、クジラが餌とするダイオウイカの撮影のためにハイビジョンカメラ(写真下右)を投入した。



8. 航海と試験行動の概要

台風14号の影響を受け、迂回航路を取ったため、小笠原海域到着は当初予定より1日遅れて2005年9月7日となった。以下は研究日程である。

4日 08時横須賀出港

5日 回航

6日 回航、父島北東部MNBES測深

7日 アレーのSetting、機器の調整、クジラの探索(不発)、AUVの展開(1:待ち受け)、ハイビジョンカメラ投入、父島南東部MNBS測深

8日 クジラの探索と発見、アレーによる録音、AUV展開(2)およびアレーによる録音、ハイビジョンカメラ投入、父島西南部MNBS測深

9日 クジラの探索と発見、AUVの展開(3)およびアレーによる録音、データロガー装着(2個)、アレーによる録音、ハイビジョンカメラ投入、父島北東部MNBES測深

10日 クジラの探索と発見、データロガー回収、AUVの展開(4)およびアレーによる録音、ハイビジョンカメラ等級、父島北東部MNBES測深

11日 クジラの探索と発見、アレーによる録音、AUVの展開(5)およびアレーによる録音、データロガー装着(1個)、ハイビジョンカメラ投入、東側海域MNBES測深

12日 クジラの探索と発見、アレーによる録音、AUVの展開(6)およびアレーによる

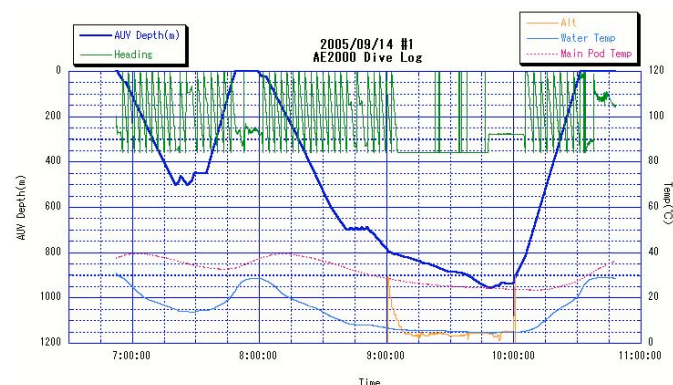
録音、水中ハイドロフォンによる低周波鯨類の鳴音録音、データロガー回収、AUVの単独展開による海底面撮影(1)、ハイビジョンカメラ投入、父島北東部残りをMNBES測深

13日 クジラの探索と発見、アレーによる録音、AUVの展開(7)およびアレーによる録音、データロガー装着(3個)、ハイビジョンカメラ投入、アレーによる録音

14日 AUVの単独展開による海底面撮影(2)(写真下)、データロガー回収、クジラの探索と発見、AUVの展開(8)およびアレーによる録音、ハイビジョンカメラ投入

15日 回航、撤収準備

17日 7時横須賀入港



9. 試験観測項目とその結果

- 1) 本船設置のSSBLからの出力によるクジラの探索:近距離ならば可能
- 2) 2基のハイドロフォンアレーとSSBLによるクジラの運動解析:解析中
- 3) AUVによる特定クジラの自動認識:解析中
- 4) AUVと母船の通信を利用したクジラの追跡:母船のSSBLのノイズが大きく困難であったため、項目5)に変更
- 5) AUVと2基のハイドロフォンアレーを利用したクジラの追跡:実施、オンラインでクジラ的位置を推定し追跡をおこなった、オフラインでも解析中
- 6) AUVによるクジラの待ち受けと追跡:実施、だが追跡には至らず
- 7) クジラへのデータロガーの取り付けとそのAUVによる追跡:実施、計6個のロガー装着に成功しすべてを回収、現在解析中、また、AUVによる追跡には至らなかったが、ロガーを取り付けた可能性のあるクジラのクリック音を録音、解析中
- 8) クジラの潜水する深度におけるイカなどのビデオ撮影:AUV潜航中に連続してビデオ撮影をおこない、中層に棲息するイカ(写真右)などの生物を撮影、ハイビジョンカメラによるアカイカなどの撮影に成功
- 9) AUVによる海底面の観測撮影:実施、海底面の近距離からの撮影に成功、なお、本航海においてAUVは初めて900mを超える深度に潜航した(写真中)
- 10) クジラが生息する海域のMNBESによる海底面形状の計測:
父島の東側および西側1,000m等深線に沿った海域の昨年計測しきれなかった部分で実施
- 11) AUV調整潜航:各種基礎試験を実施
- 12) CTD計測:CTD装置の不具合により実施出来ず、母船のXBTデータを取得



第一章 航海の目的と準備

1.1 観測の目的

深海に潜航するマッコウクジラの生態について知られていることは多くない。それは、観測手法が限られているからである。一方、我々グループはAUVを研究開発しており、その利用を幅広く考えている。AUVは新しい観測プラットフォームであり、AUVは自由に潜航することができることから、

これまでには不可能であった深海でのマッコウクジラの接近観測が可能になると考える。

AUVを利用して、深海に潜水マッコウクジラを観測する新しい手法の研究開発をおこなうことを目的にして、これまで2002年と2003年の夏、2度にわたって小笠原父島沖合にてマッコウクジラの観測をおこなってきた。

2004年には開発した装置をAUVに取り付けて展開試験をおこなった。この試験は、マッコウクジラの追跡には至らなかったものの、

AUVに開発したシステムを取り付けて、マッコウクジラが発するクリック音を頼りに、全くパッシブな手法でマッコウクジラ的位置をAUVが計測し、

特定のマッコウクジラを追跡する、あるいは待ち受けることが十分に可能であることがわかるなど、今後の研究展開に関して多くの知見を得ることが出来た。

そこで2005年度には、母船から降ろすアレーシステムの構造を展開が容易なように改良し、また、AUVの迅速な展開のため、搭載するシステムのソフトおよびハードウェアを改良するなど、さらに研究開発を進めて、AUVによるクジラの追跡あるいは待ち受け行動を実現し、AUVによるマッコウクジラの行動を観測する。

なお、今回は、東京大学海洋研究所天野雅男助手および国立科学博物館動物研究部窪寺恒己室長の二つのグループと共同してロボット展開と観測をおこなう。天野グループは、マッコウクジラにロガーを取り付ける研究をおこなっている。

ロボットがタグを付けたマッコウクジラを追跡することで、特定のマッコウクジラの行動を解明することが目的である。

窪寺グループはハイビジョンカメラによるマッコウクジラの餌生物とされるダイオウイカの水中撮影を試みる。

このように複数の異なるアプローチ手法を効果的に用いることで、総合的なマッコウクジラの生態解明を進めようというものである。

1.2 利用船舶：「なつしま」



JAMSTEC 岸壁に停泊する「なつしま」

2005年のJAMSTECの深海調査研究各船一般公募に応募し、「なつしま」の利用が許可された。

「なつしま」は

総トン数	1,739 トン
全長	67.4m
幅	13.0m
喫水	3.6m
研究者等定員	18名（4名については簡易ベッド）

の中型研究船であり、「しんかい2000」の母船として建造されている。しんかい2000の退役後はもっぱらROV「ハイパードルフィン」の母船として観測および作業にあたっている。乗船期間は14日であり、当初の予定では、

9月4日朝8時 横須賀出港

9月6日朝 父島二見港着、森乗船、天野チーム下船

9月15日朝 森下船、天野チーム乗船、父島二見港発

9月17日9時 横須賀入港

であった。しかし、台風14号の接近を受けて迂回航路を取ったため、父島到着が一日遅れた。

主要な乗組員は以下の通りである。

船 長／齋藤房夫

一等航海士／出合泰夫

機 関 長／柴田裕之

電 子 長／赤間英之

甲 板 長／白井義章

本航海は、クジラ観測のみをおこなう航海であり、船を占有することができる。ただし、今回の航海では、総合的なマッコウクジラ観測を進めるために、

- ・東京大学海洋研究所天野雅男助手
- ・国立科学博物館動物研究部窪寺恒己室長

の二つのグループが乗船した。天野グループは「なつしま」の備え付けのボートを使用しての活動が困難と判断されたために、父島到着時に下船して、漁船「新盛丸」により活動をおこない、本船とは別に行動したが、初探およびタグの回収などは協力し効率よく作業を進めることが出来た。窪寺グループは、ロボット展開後の適当な時間にハイビジョンカメラを用いてダイオウイカなどマッコウクジラの餌生物の撮影をおこなった。

1.3 試験観測項目

以下の観測項目を設定した。

- 1) 本船設置のSSBLからの出力によるマッコウクジラの探索
- 2) 2基のハイドロフォンアレーとSSBLによるマッコウクジラの運動解析
- 3) AUVによる特定マッコウクジラの自動認識
 - ・頭数の自動計測
 - ・目視観測による頭数計数
 - ・グループ行動の記述
 - ・FPGAによる解析
- 4) AUVと母船の通信を利用したマッコウクジラの追跡と撮影
- 5) AUVによるマッコウクジラの待ち受けと追跡
 - ・AUVによるマッコウクジラのビデオ撮影
- 6) マッコウクジラへのタグの取付けとそのAUVによる追跡
- 7) マッコウクジラが生息する海域の海底面のビデオ撮影
 - ・AUVとハイビジョンカメラによる
- 8) マッコウクジラの潜水する深度・高度(約10m)におけるイカなどのビデオ撮影
 - ・AUVとハイビジョンカメラによる
- 9) ロボット調整潜航
 - ・100m水深毎の音響通信レベルの測定
 - ・水平距離毎の音響通信レベルの測定
 - ・推力と速度の関係の計測
 - ・潜降浮上速度と角度の計測
 - ・深度安全装置等の確認
- 10) CTD計測(海域で一度:3カ所程度と予想される)

1.4 発見方策

昨年度の経験から、SSBLハイドロフォンアレーから水中音を聞き、クリック音を探す方法は、航行中のエンジンノイズが大きいため難しいことが分かっていた。このため、「なつしま」の機動力を活かして、早朝5時からの見晴らしの良いブリッジでの目視によるBlowの搜索、および数マイル毎に移動と停止を繰り返し、水中マイクロフォンを降ろして、クリック音を探すという目と耳による初探を試みた。当初は、目による発見が多かったが、耳による発見も次第に多くなり、相乗効果を挙げることができたと考える。

また、天野チームの乗る「新盛丸」とも共同して初探およびその後の追跡活動をおこなうことで、さらに発見率を高めることができた。

1.5 追跡

当初計画していた追跡案は以下のようなものである。

- 1) ロボットは、特定クジラからのクリック音の方向に進む。
- 2) 最大[10]度のピッチ角にてクジラの深度に達する。
- 3) クジラとの距離が[10]kmを超えるときにはあきらめて、そこに停止する。
- 4) クジラのクリック音を[60]秒以上確認できないときには、ロボットのアクチュエータおよびローターを停止して、耳を澄ます。
- 5) 方向が特定できないときには、以前検知された方向に深度を保って進む。
- 6) [2]時間以上クリック音を確認できないときには、前進をやめて、一定深度で半径[100]mの円運動をその場でおこない、[300]秒に一回4)の耳澄ましをおこなう。
- 7) [4]時間以上クリック音を確認できないときには、浮上して揚収し、なつしまでの発見プロセスに移行する。
- 8) なつしまはアレーを降ろしているので、マッコウクジラを追跡しない。
この方式がはかばかしくない場合は、アレーを揚げて追跡する。

1.6 日程および一日の作業

海況・天候およびマッコウクジラとの遭遇により随時変更することとしたが、当初予定していた日程を行動予定は以下のようなものである。

実際には、台風14号の接近のため父島到着は7日となり、8日からマッコウクジラの探索活動を開始している。

1.6.1 日程

9月4日 出港 全体打ち合わせ

9月5日(月) アレーの組み立てと配線 ロボット展開海域のMNBS
によるBathymetry

9月6日(火) 森乗船 天野グループ下船 湾口にてロボット調整

9月7日(水) 外海にてロボット潜航試験 マッコウクジラの発見と追跡

9月8日(水) ・アレーおよびSSBLによる追跡 ・ロボット展開 ・海底
面撮影 ・イカ撮影

9月15日(木) 森下船 天野グループ乗船 父島発

9月16日(金) 回航

9月17日(土) 横須賀入港、下船、撤収

1.6.2 ロボット展開の一日

1.6.2 時刻 項目

- 05:00 初探開始海域は浦と森が相談して決める
- 07:30 朝食
- 08:00 ロボット準備
 - 船上でアレーの作動確認
- マッコウクジラを半径1km以内に発見
 - アレーの吊り降ろし
 - 通信用トランスジューサの吊り降ろし
 - ロボットの着水
 - 「なつしま」のエンジンの停止あるいはクラッチ脱
 - ロボット運転
- マッコウクジラが観測範囲から出てしまった場合
 - アレーおよび通信用トランスジューサを揚げて船の移動
 - 必要があればロボットも揚げる
 - マッコウクジラの探索
- 16:00 ロボット揚収、水洗い、充電、固縛
 - (限度)通信用トランスジューサの引き上げと水洗
 - アレーの引き上げ、水洗い、固縛
 - 窪寺グループの指定海域へと移動
 - 天野グループとの電話等での検討
 - ハイビジョンカメラによるイカの観測開始
- 17:00 夕食
- 19:00 反省会と翌日の予定の決定
 - 適宜観測レポートを紙と電子状態で提出
 - データ解析
- 19:30 イカの観測の終了
 - 初探開始位置への移動

1.7 参加メンバーと担当、共通備品

(1) 参加組織

東京大学生産技術研究所(IIS)浦研究室
東京大学海洋研究所(ORI)天野研究室
早稲田大学理工学部コンピュータ・ネットワーク工学科柳澤研究室
インド工科大学(IIT)デリー校
国立科学博物館
(株)KDDI研究所
国際ケーブル・シップ(株)(KCS)
(有)システム技研
小笠原保エールウォッチング協会(OWA)
日本放送協会(NHK)

(2) メンバー

番号	氏名		性別	国籍	所属	職
1	浦 環	主席	男	日本	東京大学	教授
2	杉松 治美		女	日本	東京大学	研究員
3	木村 直之		男	日本	東京大学	職員
4	井上 知己		男	日本	東京大学	4年
5	天野 雅男		男	日本	東京大学	助手
6	青木 かがり		女	日本	東京大学	
7	中野 剛志		男	日本	早稲田大学	M2
8	廣津 良		男	日本	早稲田大学	M1
9	西澤 健太		男	日本	早稲田大学	4年
10	窪寺 恒己		男	日本	国立科学博物館	室長
11	小島 淳一	次席	男	日本	KDDI 研究所	プロジェクトリーダー
12	福島 信男		男	日本	KCS	次長
13	山田 建央		男	日本	KCS	部員
14	高橋 秀幸		男	日本	システム技研	部長
15	森 恭一		男	日本	小笠原ホエールウォッチング協会	主任研究員
16	小山靖弘		男	日本	NHK	ディレクター
17	河野英治		男	日本	NHK	カメラマン

*天野、青木は父島到着時に下船し、帰りに再び乗船、森は父島上下船となる。

*なお、日本海洋事業((株))から、観測技術員として 岡田 聡 が乗船し、観測に協力している。

(3) 担当

総指揮：浦

- ・ロボット展開指揮：小島
- ・ロボット調整指揮：福島

- ・ロボット搭載クジラ装置調整：中野
- ・参謀：森
- ・観測指揮：浦、小島、杉松
- ・タグ観測指揮：天野
- ・アレー準備指揮：高橋
- ・アレーの撤収と水洗い：木村
- ・録音および電子機器操作：小島、中野、高橋、広津
- ・FPGA 操作：広津
- ・クジラの航跡の解析：小島、中野、広津
- ・SSBL：高橋、中野
- ・クジラ装置電池充電：木村、井上
- ・初探：森、天野
- ・記録と日報の原稿準備：杉松
- ・Web 準備：杉松
- ・Web 製作：坂巻（陸上）
- ・写真撮影：浦、杉松
- ・ビデオ撮影：西澤、木村、NHK

XBT計測：井上 *CTD装置の不具合により実施できず、母船のXBTデータを取得

- ・「なつしま」航跡図：西澤
- ・水中撮影（ロボット装置による）：浦
- ・ハイビジョンカメラによる水中撮影指揮：窪寺
- ・AUV 取り付け用イカ準備：木村

(4) 共通装置と担当

- ・船首船尾連絡用トランシーバ：福島
- ・ビデオカメラ：西澤、浦
- ・記録メディア（データ保存用）：小島、浦
- ・プリンタ（白黒とカラー）：井上
- ・充電器：高橋
- ・音圧計：高橋

1.8 関連する発表論文

- 1) 廣津良・浦環・Rajendar Bahl・柳澤政生:” Analysis of Sperm Whale Click by MUSIC Algorithm “, Proc OCEANS’06 Singapore, Singapore, (2006.5), CD-Rom
- 2) 浦環・小島淳一・中野剛志・杉松治美・森恭一・廣津良・柳澤政生:” Experimental Result of AUV-based Acoustic Tracking System of Sperm Whales”, Proc OCEANS’06 Singapore, Singapore, (2006.5), CD-Rom
- 3) 廣津良・浦環・Rajendar Bahl・柳澤政生,” MUSIC アルゴリズムを用いたマッコウクジラ鳴音解析に関する研究 “, Abstracts of ABIOS-06, (2006.3,) Tokyo, Japan, p.16
- 4) 小島淳一・浦環・杉松治美・森恭一・福島信男・中野剛志・廣津良・西澤健太・高橋秀幸・井上知己,”自律型海中ロボットを使ったマッコウクジラの観測—2005 年小笠原父島海域での実験報告) — “, Abstracts of ABIOS-06, (2006.3), Tokyo, Japan, p.15
- 5) 福島信男・小島淳一・浦環・杉松治美・森恭一・中野剛志・廣津良・西澤健太・高橋秀幸・井上知己,” マッコウ鯨生態観測に利用した自律型水中ロボット (Aqua Explorer 2000) の運用—小笠原父島海域での展開報告 (2005 年夏) — “, Abstracts of ABIOS-06, (2006.3), Tokyo, Japan, p.14
- 6) 浦環,”ザトウクジラからガンジスカワイルカへの研究展開 “, Abstracts of ABIOS-06, (2006.3), Tokyo, Japan, p.6
- 7) 浦環・小島淳一・杉松治美・森恭一・福島信男・中野剛志・廣津良・西澤健太・能勢義昭・高橋秀幸・福地鉄雄・柳澤政生・井上知己:”自律型海中ロボットによるマッコウクジラの観測”, Blue Earth’05 第 22 回しんかいシンポジウム予稿集, 横浜, (2006.2), pp.262-263
- 8) 小島淳一:”Sperm Whale Following by AUV Aqua-explorer 2000”, Abstracts of APuuRobo2005, Tokyo, Japan, (2005.10), CD-Rom
- 9) 清水友樹・Rajendar Bahl・坂田雅雄・浦環・柳澤政生:”FPGA による海洋生物のための音声解析システムの実装”, 電子情報通信学会定期講演会予稿集, 東京, (2005.1), pp.19-24
- 10) 浦環・小島淳一・坂田雅雄・Rajendar Bahl・能勢義昭・杉松治美・福地鉄雄・福島信男・森恭一・清水友樹・高橋秀幸・穂積大輔・柳澤政生・広津良:”自律型海中ロボットによるマッコウクジラの観測システムの開発”, Blue Earth’04 第 21 回しんかいシンポジウム予稿集, 横浜, (2005.1), P112
- 11) 浦環・Rajendar Bahl・中谷武志・鈴木英之:”2 本のハイドロフォンアレイで計測されたクリック音の到達時間差によるマッコウクジラの自動識別”, 生産研究, Vol. 56, N0.6, (2004.12), pp. 475-478
- 12) 浦環・Rajendar Bahl・坂田雅雄・小島淳一:”2 組のハイドロフォンアレイを使ったマッコウクジラの潜水行動の推定”, 生産研究, Vol. 56, N0.6, (2004.12), pp.471-474
- 13) Rajendar Bahl・中谷武志・浦環・坂田雅雄:”Autonomous Classification of Diving Sperm Whales by Analysis of Click Time Delay using Two Hydrophones”, Proc.OCEANS’04(OTO’04), Kobe, Japan, (2004.11), pp.2316-2320
- 14) 浦環・Rajendar Bahl・坂田雅雄・小島淳一・福地鉄雄・浦純也・森恭一・中谷武志・能勢義昭・杉松治美:”Development of AUV-based system for acoustic tracking of diving sperm whales”, Proc.OCEANS’04(OTO’04), Kobe, Japan, (2004.11), pp.2302-2307

- 15) Rajendar Bahl・中谷武志・浦環・小島淳一・福地鉄雄・坂田雅雄・能勢義昭・浦純也・森恭一・杉松治美・柳澤政生・鈴木英之:"Passive tracking of multiple diving sperm whales using single hydrophones at two mobile locations.", Abstracts of .147th Meeting Acoustical Society of America, N.Y, USA, (2004.5), pp.2518-2519
- 16) 浦環・坂田雅雄・Rajendar Bahl・小島淳一・福地鉄雄・浦純也・能勢義昭・杉松治美・森恭一・中谷武志・柳澤政生:" Acoustic Tracking of Sperm Whales using Two Sets of Hydrophone Array", Proc.UT'04, Taipei.Taiwan, (2004.4), pp.103-107
- 17) 中谷武志・Rajendar Bahl・浦環:"2 つのハイドロフォンによるマッコウクジラの自動個体識別",Abstracts of ABIOS-2004, Tokyo, Japan,(2004.3), p.10
- 18) 坂田雅雄・浦環・Rajendar Bahl・能勢義昭・杉松治美・小島淳一・福地鉄雄・浦純也・柳澤政生・森恭一:"2 組のハイドロフォンアレイを使ったマッコウクジラの追跡",Abstracts of ABIOS-2004, Tokyo, Japan,(2004.3),p.9
- 19) 浦環:"自律型海中ロボットによる水棲生物観測の可能性",Abstracts of ABIOS-2004,Tokyo.Japan,(2004.3)p.4
- 20) 浦環・Rajendar Bahl・坂田雅雄・能勢義昭・福地鉄雄・小島淳一・浦純也・杉松治美・中谷武志"2 組のハイドロフォンアレイを用いたマッコウクジラの追跡観測実験",生産研究, Vol.56, No. 2,(2004..3), pp.157-160
- 21) 欒剣・Rajendar Bahl・浦環・赤松友成・山口真名美・坂巻隆・森恭一:"Results on Recognition of Individual Humpback Whales based on Vocalization Models", ", Abstracts of 15th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Greensboro, USA, (2003.12), p98
- 21) Bahl Rajendar・浦環・浦純也・能勢義昭・福地鉄雄・小島淳一・森恭一・坂田雅雄・杉松治美・清水友樹・柳澤政生:"Real -Time Classification and Tracking of Sperm Whales in a Multi-Whale Scenario", Abstracts of 15th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Greensboro, USA, (2003.12), p134

第二章 航海の概要

2.1 航海調査海域地図（浦）

本航海における調査海域地図を付録1に示す。

2.2 航海の概要とその航海(杉松)

航海中の行動は、日記形式にまとめられ、写真とともに東京大学生産技術研究所浦研究室にインターネットにより送られ、

そこでURL形式にまとめられ、約半日遅れで公開されている(URL:[www:http://under和手r.iis.u-tokyo.ac.jp](http://under和手r.iis.u-tokyo.ac.jp)参照)。

その内容は付録2に示される。

2.3 航海のイベントの時系列(杉松、西澤、井上)

(1)「なつしま」の航海ログ

9月7日から14日までの「なつしま」の航海ログを付録3に示す。

(2)主要なイベント

- 1 9月7日から14日までの主要なイベントの一覧表を付録4に示す。
- 2 9月6日および9日のXBTデータを付録5および付録6に示す。
- 3 AE2000の主要なイベントテーブルを付録7に示す。また、AE2000の行動ファイルを付録8に示す。
- 4 AE2000による撮影写真のリストを付録9に、また、写真集を付録10に示す。
- 4 マッコウクジラを主とする鯨類発見ログを付録11に示す。



9月15日 回航中の船内レクチャ風景

第三章 調査機器の概要

3.1 全体の機器構成 (小島)

図 3.1 に機器の全体構成を示す。

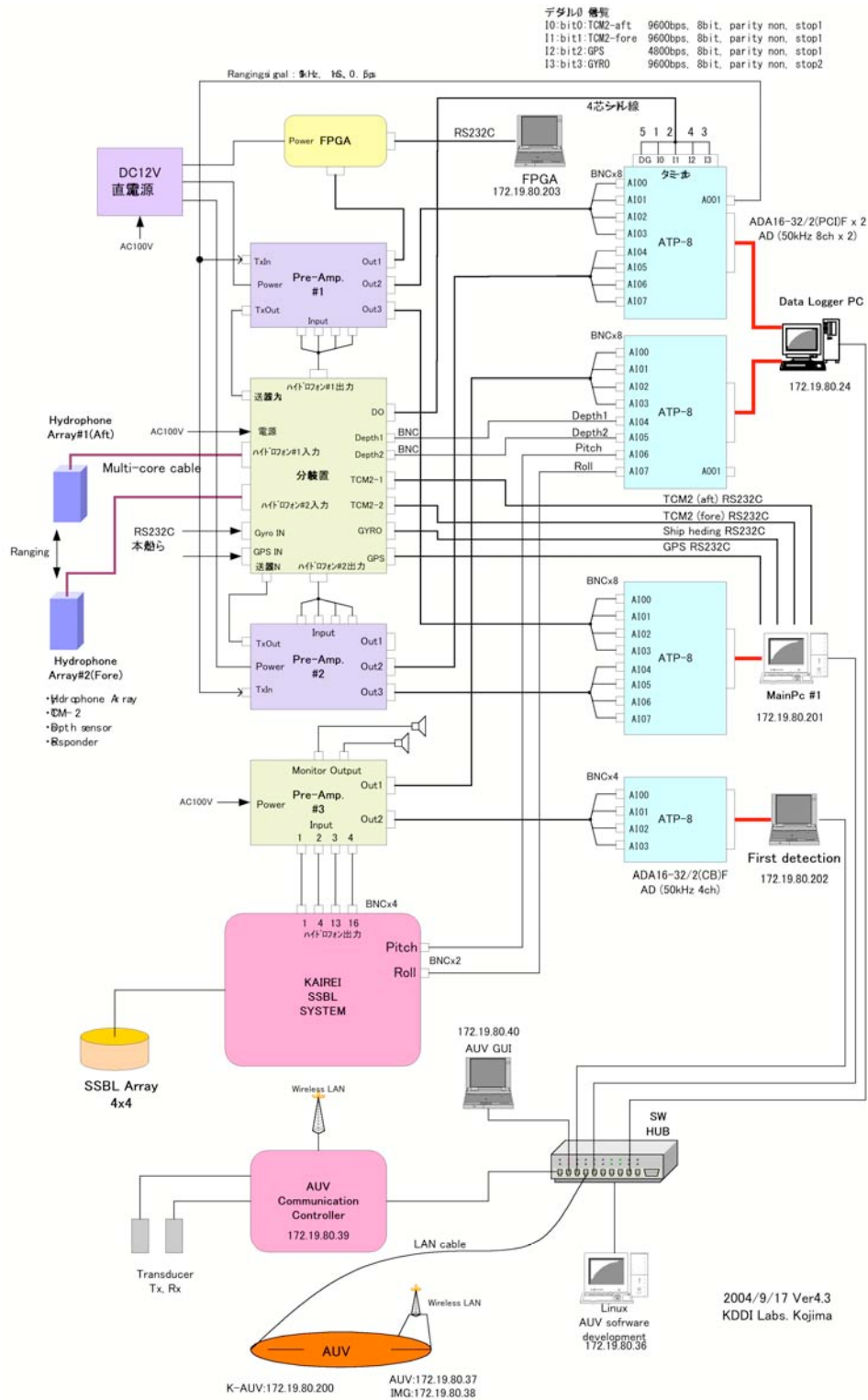


図 3.1 全体構成

3.2 AE2000

(1) 概要

AE2000は、通信用海底ケーブルの敷設状況の調査や障害個所の特定を主目的とした自律型水中ロボットである。

AE2000は、KDDI研究所で1997年に開発したAE2をベースとして最大潜航深度を2000mとし、動作時間を16時間に拡張したロボットである。AE2000は、国際海洋エンジニアリング(株)(現在国際ケーブル・シップ(株))が制作した。母船との間の通信は超音波で行ない、ロボットの状態をリアルタイムで監視するとともに、船上からロボットを制御することができる。また、海底の映像も超音波により伝送されており、リアルタイムで海底状況の観察を可能にしている。

(2) ロボットの構造

AE2000の外観を図3.2に、機器の配置を図3.2に示す。流体抵抗を下げるとともに、高い運動性能を得るために、外形は航空機に似た形を採用している。全長、幅、高さはそれぞれ3m、1.3m、0.9mである。

また重量は約300kgである。

海底ケーブル追跡用の磁気センサには一対の3軸フラックスゲート型磁気センサを利用している。

推力は2台のスラスタで得ている。横方向の方位制御は2台のスラスタの出力を変えることで行っている。



図 3.2 AE2000

潜水機の内部にはシタクティックフォームと呼ばれる浮力材が搭載されており、これにより水中重量がほぼゼロになるようにバランスされている。軽量化するために、フレームにはアルミ合金の他、ポリエチレンを構造体の一部として使っている。カバーはポリエチレンでできており、内部には海水が入る構造になっている。ポリエチレンは比重が1より小さいため、水中重量を低減するために非常に有効である。電池回路や電池などは耐圧容器の中に收容されており、海水から絶縁されている。

表 1 主な仕様

寸法	3.0(L) x 1.3(W) x 0.9 (H) m
空中重量	300kg
水中重量	中性浮力
最大潜水深度	2000m
最大速度	3.2kt.
電池	リチウムイオン電池
制御用音響リンク	40/48kHz、125bits/s
画像用音響リンク	50~60kHz、32kbits/s
最大潜水浮上角度	30度
主な搭載機器	水中デジタルスチルカメラ スキャンニングソナー 交流磁気センサ、高度ソナー ドップラーソナー、深度計
最大連続走行時間	16時間(公称値)@1kt.

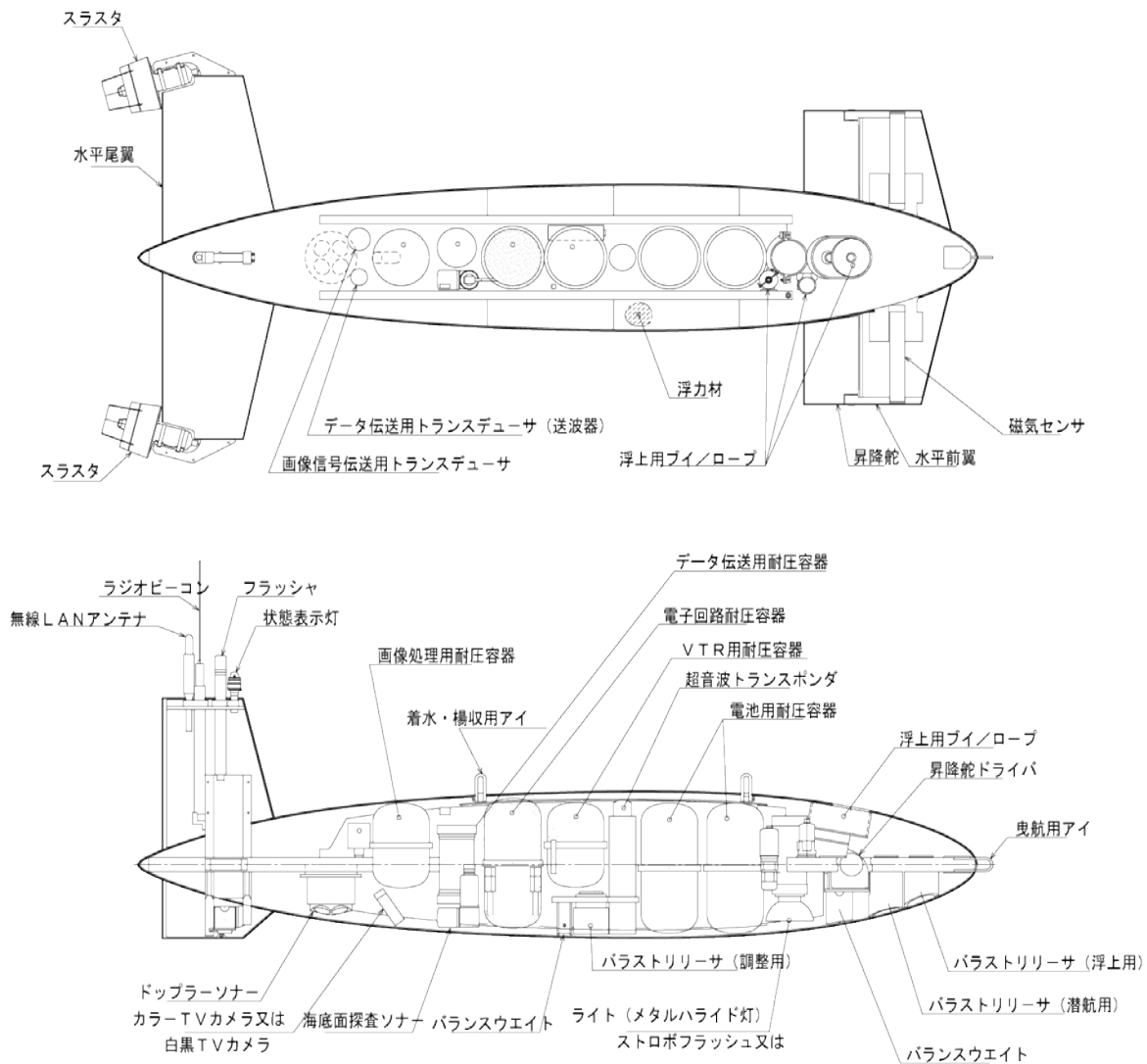


図3.3 配置図

航行用のセンサとしては、潜航水深を測定する水圧センサ、船首方位を測定する磁気センサ(ケーブル探査用磁気センサと共用)、海底からの高度を計測する高度ソナー、前方の障害物を探査するソナー、対置速度を計測するドップラーソナーを搭載している。

また、潜水機と船上の制御装置との間の通信は、制御用の音響リンクと画像信号伝送用の音響リンクの他、水面に浮上しているときには無線LANにより通信を行う。

映像記録は、長時間の記録のために、ストロボとTVカメラを組み合わせたデジタル記録を採用している。

海底面を動画としてではなく、連続した静止画としてハードディスク記録する。オプションでVTRに記録することも可能である。

電力源としては、リチウム二次電池を使用している。AE2000では電池容器を2台搭載しており、これで約16時間の動作が可能である。

今回のクジラ観測ミッションでは、前方の電池の代わりにクジラ観測装置を搭載したため、動作時間は約8時間となっている。さらに、クジラ観測装置は、電子回路耐圧容器とLANで接続し、AUVの制御用CPUと通信が行える構成としている。

(3) 船上設備

母船に設置しロボットの運用に必要な船上機器は、通信制御装置、制御用のパソコン、航跡表示用パソコン、音響測位装置から構成されている。

いずれの装置も小型軽量であるので、小型船にも容易に艀装することができる。

通信制御装置はロボット本体と音響通信を行うための装置である。また、制御用のパソコン画面には超音波で送られてくるロボットの状態(水深や姿勢など)が表示される



図 3.4 「なつしま」に搭載した AE2K 船上設備

今回のミッションでは、音響測位装置として

「なつしま」の設備を使用したため、AE2000用の航跡表示用PCと音響測位装置は使用していない(図3.4)。

(4) 海底ケーブル調査の一例

海底ケーブルの敷設状況調査をAE-2を用いて行う場合の運用方法の一例を図3.5に示す。調査地点が港から近い場合には、ロボットは港から母船により曳航され、調査地点で切り離される。この場合には、母船でのロボットの揚降の必要が無いため、10トン程度の小型船を作業母船とすることが出来る。

調査地点が遠い場合には、従来通り、ロボットは調査地点の近くまで母船で運ぶ必要がある。ロボットは曳航ロープから切り離されると、昇降舵とスラストにより海底に向かって潜水を始める。このとき、調査地点から離れないために、旋回しつつ潜水する。指定された水深に達する、あるいは海底に接近すると、ロボットは自動的に深度保持あるいは高度保持動作に移行する。

その後、ロボットは海底ケーブルに交差する方向に移動を開始する。移動方向や高度は、超音波を使って、船上から指示する。ロボットの測位は、ロボットに搭載されている超音波トランスポンダから発射される超音波信号を、船上の超音波測位装置で受信することにより行われる。

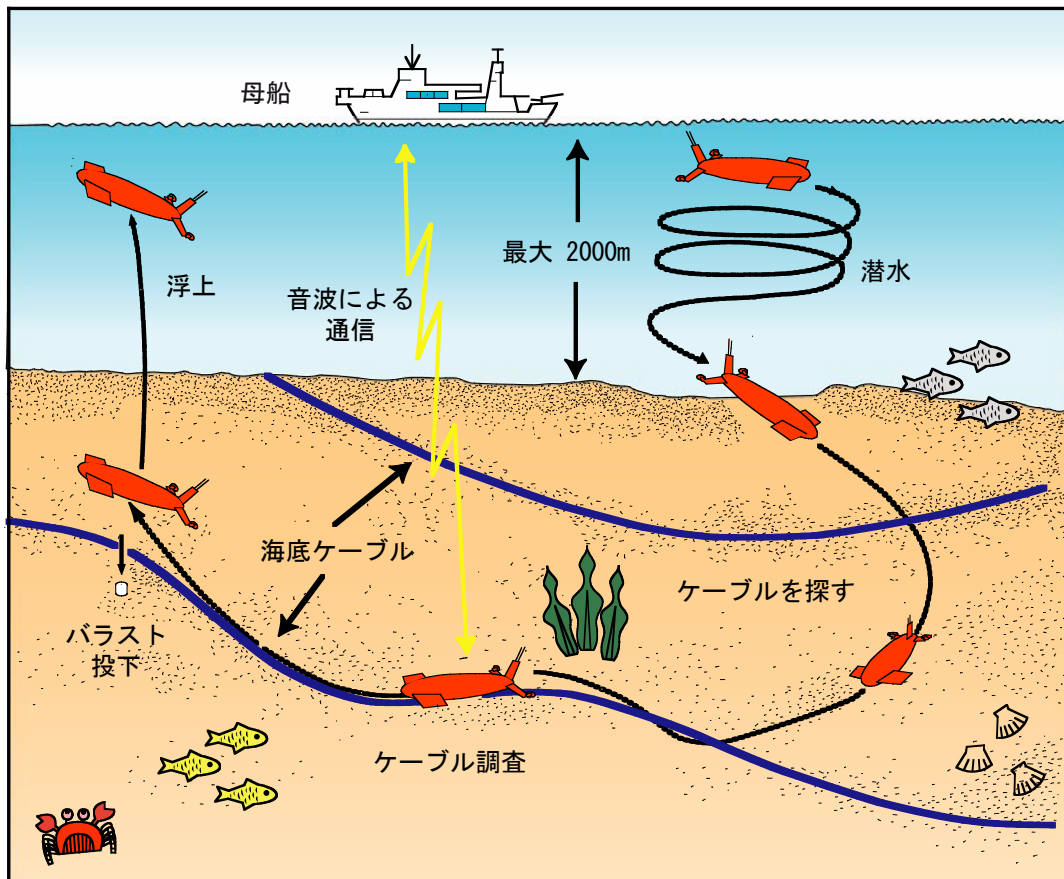


図 3.5 AE2000 を使った海底ケーブル調査の一例

調査対象の海底ケーブルには、調査用の微弱な交流電流が流されている。ロボットは、交流磁気センサによりこの電流により発生する交流磁界を感知すると、自動的に針路を変え、海底ケーブルのトラッキングを開始する。海底ケーブルの埋設深度や水深などのデータは、超音波により船上に伝送すると共に、内蔵のハードディスクに記録する。海底面の映像は、内蔵のハードディスクにデジタル的に記録されるほか、高速（32KBPS）な超音波リンクにより船上に送られ、ロボットのオペレータは、ほぼリアルタイムにその映像を見ることができる。

調査が終了したり、電池が消耗したら、ロボットはバラストを投下し、浮上を開始する。バラストは鉄でできており、電磁石により保持されている。したがって、万一故障が発生して制御が不能になった場合でも、電池が消耗するとバラストが落下し、ロボットは浮上する。ロボットが海面近くまで浮上すると、内蔵のロープ付きのブイを放出することが出来る。母船がこのブイを回収する事により、ロボットを曳航あるいは船上に回収する。なお、ロボットが浮上すると、その位置が母船から容易に探知されるように、ラジオビーコンから探査用の電波が発射される。

今回のクジラ調査の場合には、ロボットの揚降を母船から行ったことと、ターゲットが海底ケーブルではない点を除けば、基本的な運用は、上記の説明とほぼ同じである。

(5) クジラ調査のための準備

クジラ調査の為に、AE2000 のハードウェア・ソフトウェアに以下の内容の準備を行った。

a) クジラ調査装置の装備

AE2000 の電池容器のひとつに、クジラ調査用ハードウェアと専用の電池を装備した。また、AE2000 の両翼端には、4 個のハイドロフォンを取り付けた。ハイドロフォンの取り付け方法は、2004 年に「かいいい」実施したマッコウ調査と同じである。

b) トランスポンダの装備

AE2000 では、通常 17kHz/27kHz のトランスポンダを使用している。今回の調査では、「なつしま」の音響測位システムを使用するため、昨年度製作した 13kHz/14kHz の専用トランスポンダを AE2000 に搭載した。

c) ソフトウェア

AE2000 に搭載したクジラ調査装置と AE2000 システムと通信を行うためのソフトウェアは、昨年度製作したものを、改良した。

また、ロボット自身から発生する音響雑音を低減するため、AE2000 が海中でアクチュエータをとめて「まちうけ」を行う制御ソフトを作成している。今回は、さらにノイズを提言するため、撮影用のフラッシュライトも停止するようにソフトを改造した。また、待ちうけ中は、AUV は円運動を行っているが、直線走行中でも、行えるようにした。

潜水時間を短縮するために、潜行時のピッチ角度を 20 度から 30 度に変更を行った。

3.3 AE-2000 取り付けのクジラアレー

AE2000 は、下の図と写真に示すようにその前翼部分に高耐水圧 (2000m) 用水中マイクロフォン 4 個を装着してアレーを構成している。これらに到達する信号それぞれの時間差を検出し、3 次元での信号源 (本研究ではマッコウクジラ) の方位角の測定を行う。

(1) ハイドロフォン性能

高耐水圧受波部	: 2000m 用受波器 (SH-2KA) 4 チャンネル
耐水圧	: 200kg/cm ²
周波数範囲	: 1kHz~50kHz
受波感度	: -185dB 以上、0dB=1V/1 μ Pa (前置増幅ユニット 26dB 含む)
出力形式	: 平衡型、600 Ω 負荷
電源	: DC12V、5mA 以下



ハイドロフォンアレーを装着した AE2000

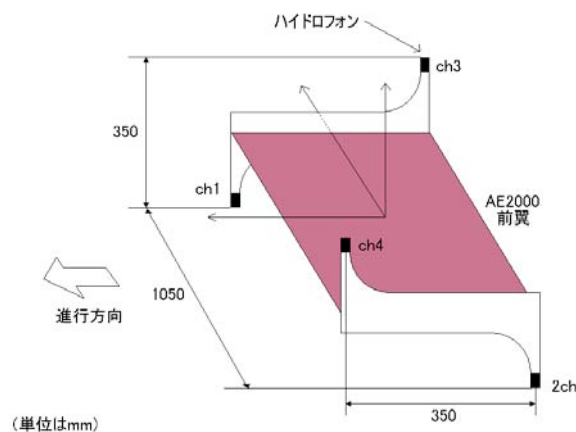


図. AE2000 のハイドロフォンアレー

3.3 船体の船首及び船尾から吊り降ろすハイドロフォンアレー(高橋)

SBL用のハイドロフォンアレーで水平面上に互いに直角になるように3個のハイドロフォンを配置し、

さらに垂直に1個ハイドロフォンを配置してある。互いの受波器に入る音波の時間差から音源の方位を測定するものである。

これを船首と船尾から降ろし、それぞれのアレーで測定した方位角から交点を求め、クジラまでの距離を求めるものである。

クジラを発見した場合に受波器アレーを降ろし、方位を求めその方向に船を誘導する。

アレーは潮流に流され回転しないように安定のためのフィンを装備し、傾斜角及び絶対方位は測定するためにコンパスが内蔵されている。

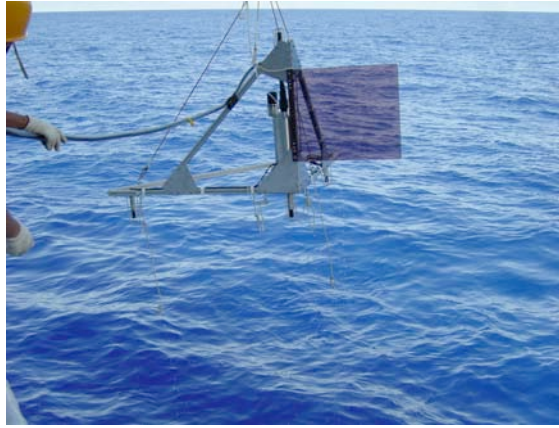
アレー間の距離は約50mであるが水流でアレーが流されアレーの間隔が変化するためにアレー中心に取り付けてある送波器から

音を出し反対側のアレーで受信し伝播時間からアレー間の距離を測定した。

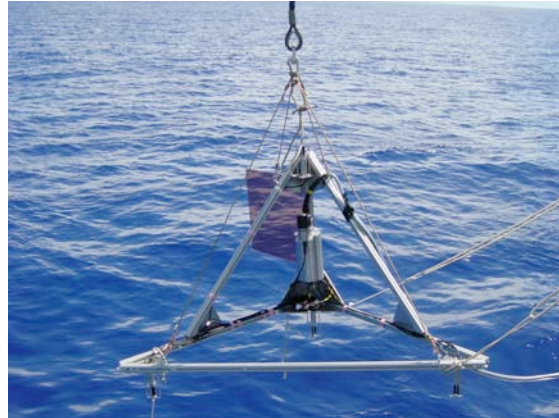
アレーは船尾では船に装備されているクレーンを使用し吊り下げ、船首部は今回のために装備した小型クレーンで吊り下げた。

クジラのクリック音が聞こえている間は各受波器の信号、傾斜角、方位角を記録し後から詳細に解析できるようにした。

今回は去年の経験から上げ下げを迅速に行うために重量軽減に努め、四角形の枠から三角形の枠に変更した。受波器アレーの写真と吊り下げ中の写真を次に示した。



船首アレー



船尾アレーの全景 筒形筐体にコンパスが入っている



船尾アレー投入作業



船尾アレーを吊り下げた状態（アレーは水没している）

3.4 水中音圧計用ハイドロフォン(高橋)

クジラの初探を目的に水中の音を測定するための水中音圧計のハイドロフォンを用意し船首から下げクリック音を聴音した。

この水中音圧計は各種のフィルタを内蔵し受信帯域を変えて聴音することが可能なものである。クジラのクリック音の到達範囲といわれる約5マイルごとに船をとめ、水中音圧計のハイドロフォンを下げて聴音を実施した。

クリック音が確認できれば近くにクジラがいるために船首及び船尾のアレーを下げて方向を判定する。

昨年の経験から船の雑音を軽減するためになるべく船底から離すために、ケーブル長を20mから最大100mまで延長したものを用意した。実際には100mでは上げ下げに時間がかかるために50mで聴音を実施した。

今回は数回目視発見前にクリック音による初探査に成功しクジラ発見に貢献した。

下記の写真は水中音圧計とハイドロフォンの写真である。



水中音圧計及びハイドロフォン



船首での聴音実施中

3.5 「なつしま」のSSBL装置

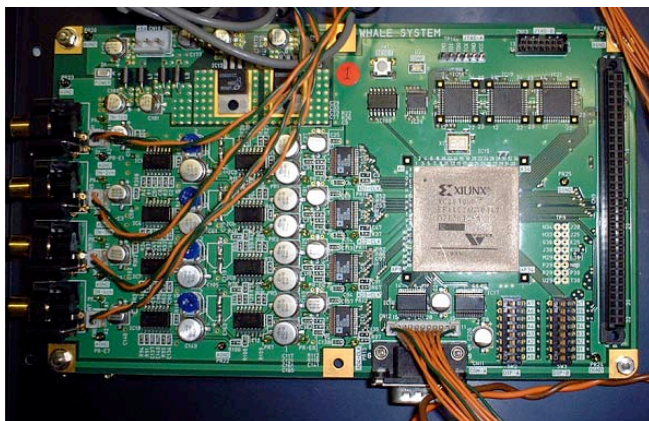


「なつしま」のSSBL装置

今回の調査においては、「なつしま」に備付のSSBLを使用して、AE2000に装備された14.0kHzのトランスポンダ（昨年度製作したもの）を測位することにより、AUVの一監視に使用した。

なお、「なつしま」のSSLBハイドロフォンアレーからの信号により、ロボットが追跡している個体の母船との相対方位を求め、これをロボットに通知、ロボットは追跡クジラの位置を認識して、それを追跡する。このようなマッコウクジラの追跡と観測システムを構築することを考えていたが、母船からのノイズ等が大きく、「なつしま」のSSLBは使えないことが分かった。このため、母船から降ろしたハイドロフォンアレーを用いて、ロボットがマッコウクジラの位置を知ることができるシステムを構築すべく、今年度取得したデータにより、マッコウクジラの位置特定を進めている。

3.6 FPGA（広津）



FPGA はボード上に配置されている LSI チップであり、ボード上には以下の機能を搭載している。

- 4chの音声入力端子
- 4ch A/Dコンバータ(アンプ調整つまみ付)
- FPGA チップ Xilinx Virtex2 XC2V3000
- FPGA コンフィギュレーション用 PROM x3
- 8pin 外部スイッチ
- RS-232C シリアル出力ポート

また仕様は以下の通りである。

- ボード寸法：120mm x 180mm
- 消費電力：(FPGA 非動作時) 2.4W (FPGA 動作時) 4.68W
- 音声入力電圧レベル：-2.5V~+2.5V
- A/D コンバータ分よ能：12bit/40MHz
- FPGA

Logic Cells	32,256
BRAM (Kbits)	1,728
18x18 Multipliers	96
Digital Clock Management Blocks	12
Max Dist. RAM Kb	448
Max Available User I/O	720

第四章 調査結果

4.1 AUV システムによる観測

(1)展開の概要(浦)

①初探

昨年度の経験から、初探方法として以下の方法を採用した。

SSBLハイドロフォンアレーから水中音を聞き、クリック音を探す方法は、昨年度の経験から、航行中のエンジンノイズが大きいため難しいことが分かっていた。このため、「なつしま」の機動力を活かして、早朝5時からの見晴らしの良いブリッジでの目視によるBlowの搜索、および数マイル毎に移動と停止を繰り返し、水中マイクロフォンを降ろして、クリック音を探すという目と耳による初探を試みた。当初は、目による発見が多かったが、耳による発見も次第に多くなり、相乗効果を挙げることができたと考える。また、天野チームの乗る「新盛丸」とも共同して初探およびその後の追跡活動をおこなうことで、さらに発見率を高めることができた。

2 追跡方法

当初計画していた追跡案は以下のようなものである。

- 1) ロボットは、特定クジラからのクリック音の方向に進む。
- 2) 最大[10]度のピッチ角にてクジラの深度に達する。
- 3) クジラとの距離が[10]kmを超えるときにはあきらめて、そこに停止する。
- 4) クジラのクリック音を[60]秒以上確認できないときには、ロボットのアクチュエータおよびロケータを停止して、耳を澄ます。
- 5) 方向が特定できないときには、以前検知された方向に深度を保って進む。
- 6) [2]時間以上クリック音を確認できないときには、前進をやめて、一定深度で半径[100]mの円運動をその場でおこない、[300]秒に一回4)の耳澄ましをおこなう。
- 7) [4]時間以上クリック音を確認できないときには、浮上して揚収し、なつしまでの発見プロセスに移行する。
- 8) なつしまはアレーを降ろしているので、マッコウクジラを追跡しない。この方式がはかばかしくない場合は、アレーを揚げて追跡する。

(2) 各潜航の概要（小島・福島）：鉛直プロフィールなど

① ロボットの運用作業

ロボットの運用作業を写真とともに示す。

(ア) 艀装



図 4.1.1 艀装後の AE2000

艀装後のAE2000

- ① 運搬時取外している水平・垂直尾翼及び機器（音響通信用トランスデューサー、状態表示灯、フラッシャー、ラジオビーコン等を取付ける）
- ② 鯨調査用のハイドロホン（4組）を艀装する。

左側が艀装前状態（予備機）

右側が艀装後の状態



図 4.1.2 ハイドロフォンアレー

鯨調査用ハイドロホン

ボルトにて水平翼に固定・

信号ケーブルは、鯨用CPUへ配線される。

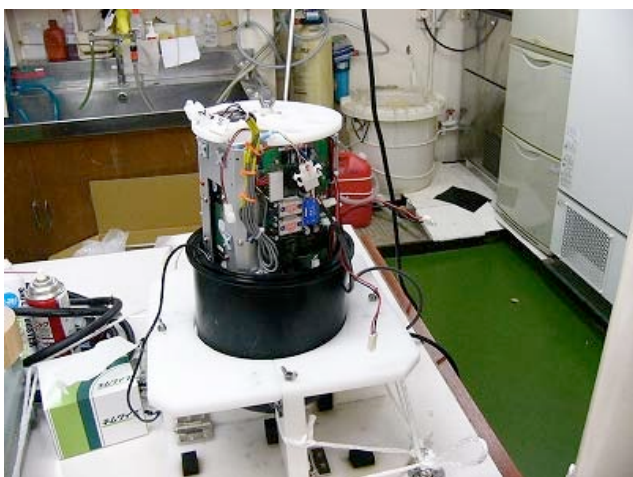


図 4.1.3 鯨調査用 CPU

鯨調査用CPU

2セットある電池容器のひとつを利用し、鯨用CPUをセットした。

CPUの下には、電池がセットされている。

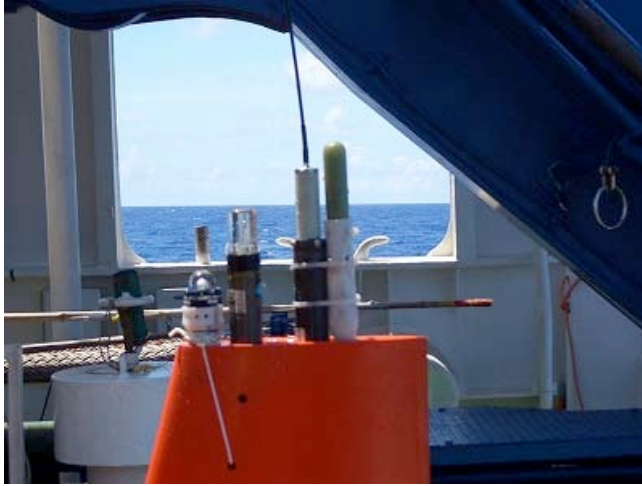


図 4.1.4 尾翼上部

AE2000艦装機器

右側から、

- ① 状態表示灯(電源スイッチを兼ねる)
- ② フラッシャー
- ③ ラジオビーコン
- ④ 無線LANアンテナ



図 4.1.5 艦装作業場所

艦装作業場所

艦装作業を実施した「なつしま」格納庫。

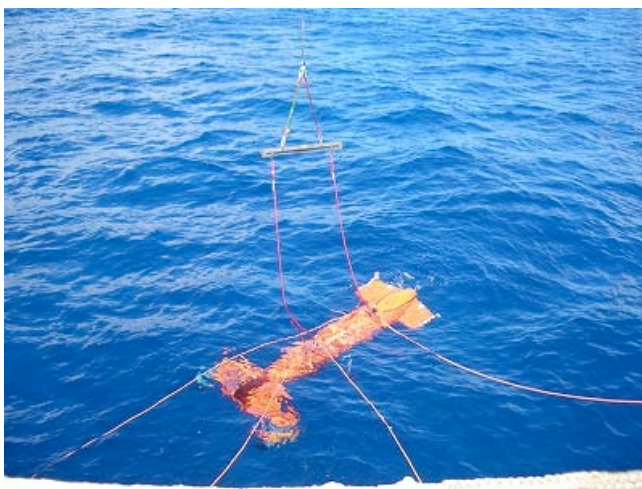


図 4.1.6 浮力調整

浮力調整

父島北東海上にて実施。

バッテリーの代わりに鯨調査用CPUを搭載したため、浮力調整を実施。

浮力と前後のバランスを追加の錘を搭載することで実施。

微妙なバランスの調整に時間がかかる。

(イ) 着水作業



図 4.1.7 ロボットの吊り上げ

着水作業

専用の置き台よりAフレームウィンチにより吊り上げ。

エアークリッチ装置が、吊索の先端にセットされている。



図 4.1.8 ロボットの吊り上げ(2)

着水作業

一等航海士の指示により、AE2000は海面へと。



図 4.1.9 ロボットの着水・切り離し

着水作業

エアークリッチ装置でロボットを切り離す。

着水後直ちに切り離し。

まさにこれが切り離された瞬間。



図 4. 1.10 潜水開始

着水作業

切離された後、AE2000は無線LANリモコンにより潜水を開始する。

潜水後は、舷側から吊下ろす音響通信用のトランスデューサーを介してオペレーションが行われる。

潜水開始後、ロボットは、50mまでは直線状に潜行し、その後指定深度まで、らせん状に潜行する。



図 4. 1.11 音響通信用送受波器

着水作業

今回の運用の為に細工されたトランスデューサー。

右舷側中央よりロープにより吊り下げた。送信用及び受信用の2式を準備吊り下げた。



図 4 1.12 音響通信用送受波器の吊り下げ

着水作業

トランスデューサーの吊り下げ状況。

母船が1ノットを超える速度で移動する場合は、海面に浮き上がってしまう。

吊り下げは、AE2000の着水作業の前に実施する。

(ウ) 運用

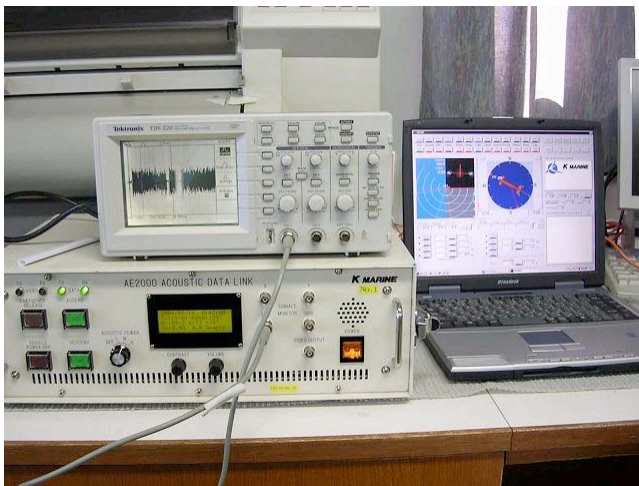


図 4. 1.13 船上装置

運用

船上の装置は、右側の「操縦用PC」と左側の「通信制御装置」のみである。

通信制御装置は、ロボットとの音響通信とLAN通信を管理している。

オシロスコープは音響通信信号のモニターに使用している。

無線LAN装置は、LANケーブルにより船尾作業甲板に設置した。

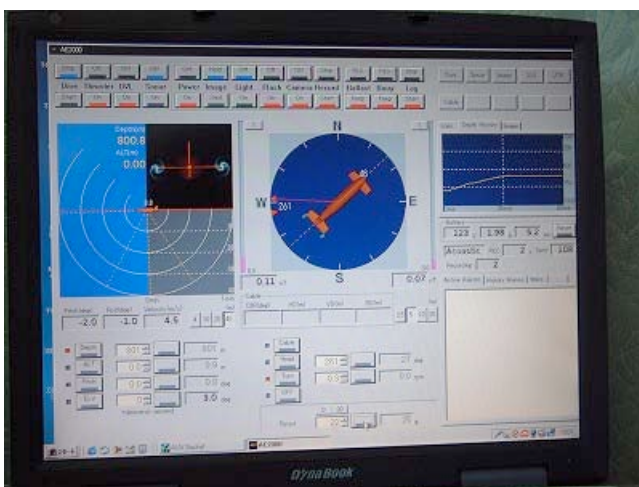


図 4. 1.14 操縦用 PC

運用

操縦用PCの拡大画面。

GUIにより、コマンドを音響通信装置(船上装置内組込)を介して潜水機に送信する。

潜水機の状態についても、この画面に表示される。



図 4. 1.15 音響測位装置

運用

今回の調査においては、なつしまに備付の音響測位装置を使用した。

そのため、トランスポンダは、昨年度に製作したものをもちいた。

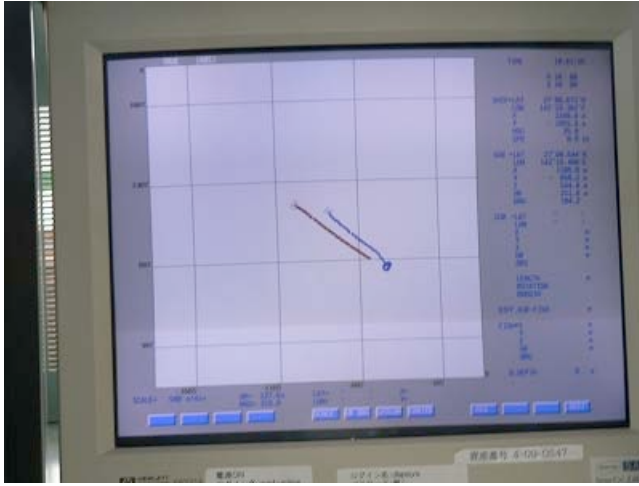


図 4. 1.16 航跡

運用

ロボットと船舶の位置関係表示装置〔なつしま〕に常備)

この表示からも判る通り、非常に精度よく表示された。

ロボット水深 900m、水平距離 400m の距離においても、安定して位置表示された。

(エ) 揚収



図 4. 1.17 揚収作業 (1)

ロボットの浮上は、母船からの指令によりバラストを切り離すことにより行われる。浮上中は、ピッチ角度が30度に制御される。

浮上は、ラジオビーコン信号および目視で確認する。

浮上後、母船から降ろした作業艇により、回収引き寄せ用のロープ取付ける。

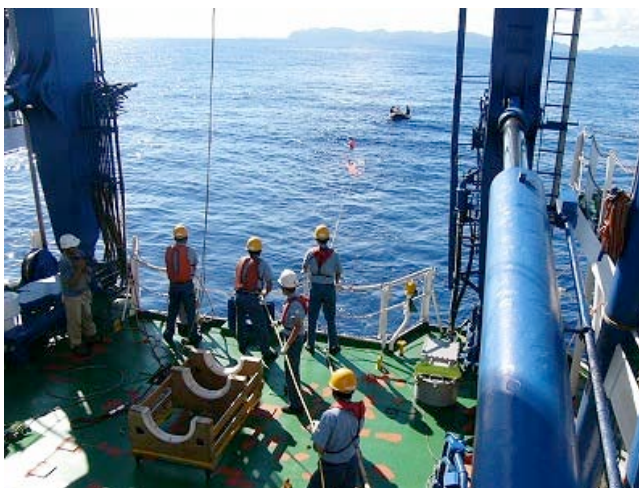


図 4. 1.18 揚収作業 (2)

AE2000を引き寄せる。

スイマーによりAE2000の鼻先にとったロープを引き寄せる。



図 4. 1.19 揚収作業（3）

スイマーにより吊策をとる。

Aフレームから延びる吊策を、AE2000背中に
ある吊フックにとる。



図 4. 1.20 揚収作業（4）

水面から上がるAE2000

振れ止めは、前と横2本の3本となる。

Aフレームにより吊り上げられるAE2000。

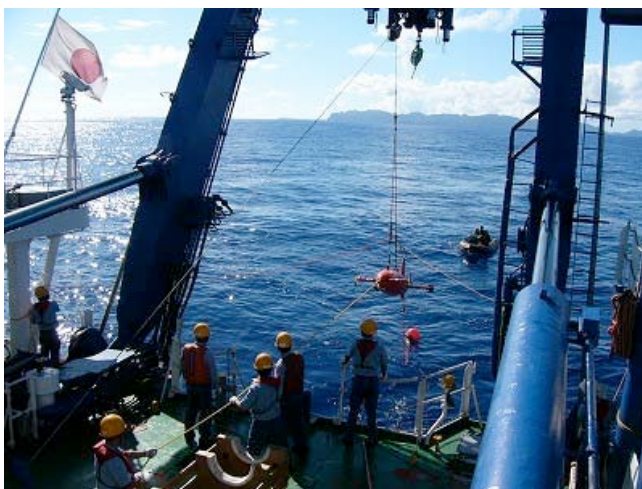


図 4. 1.21 揚収作業（5）

Aフレームにより吊り上げられるAE2000。



図 4. 1.22 揚収作業（6）

揚収作業風景



図 4. 1.23 揚収完了

揚収後のAE2000

揚収後、清水により水洗いを行う。

その後、次回の作業に向け、電池の交換・充電作業が行われる。

収集したデータ（鯨データ及び写真等）も、その都度ダウンロードされる。

2 ロボットの潜航

期間中に、10回の潜航調査を行った。その記録と結果の概要を以下に示す。

【9月7日】

実施概況:

- ・浮力調整： 10:23（着水）～ 10:29（揚収）
- ・音響通信試験： 10:39（着水）～ 10:53（揚収）
- ・潜航調査： 13:19（着水）～ 15:55（浮上）
- ・潜水時間： 2時間26分
- ・最大潜水深度： 400m

・1回目潜航においてロボット側の電源がシャットダウンされた。原因を確認するために一旦浮上させ、Logデータを受信し内容を確認したが、問題ないとの判断から再潜航調査を実施。水深400mにおいて、耳澄まし調査を実施。

結果:

- ・浮力調整は、順調に終了した。
- ・音響通信についても、1m程沈めたところで通信が出来た。音響測位についても、問題なく受信できた。
- ・鯨発見後直ちにAE2000を潜航させたが、原因不明の電源のシャットダウンがあったことから、目指す調査が出来なかった。一旦浮上後の潜水においては、問題なく400mまで潜水を行い耳澄ましによる調査を実施した。

耳澄まし開始(*1)時間は以下の通り。

1)15:24 開始

*1:耳澄ましは、10分間の間に4回に渡り(各30秒)スラスト、昇降舵の動作を止める。

・潜航中に水中画像の撮影を行ったが、有用な情報は記録されていなかった。

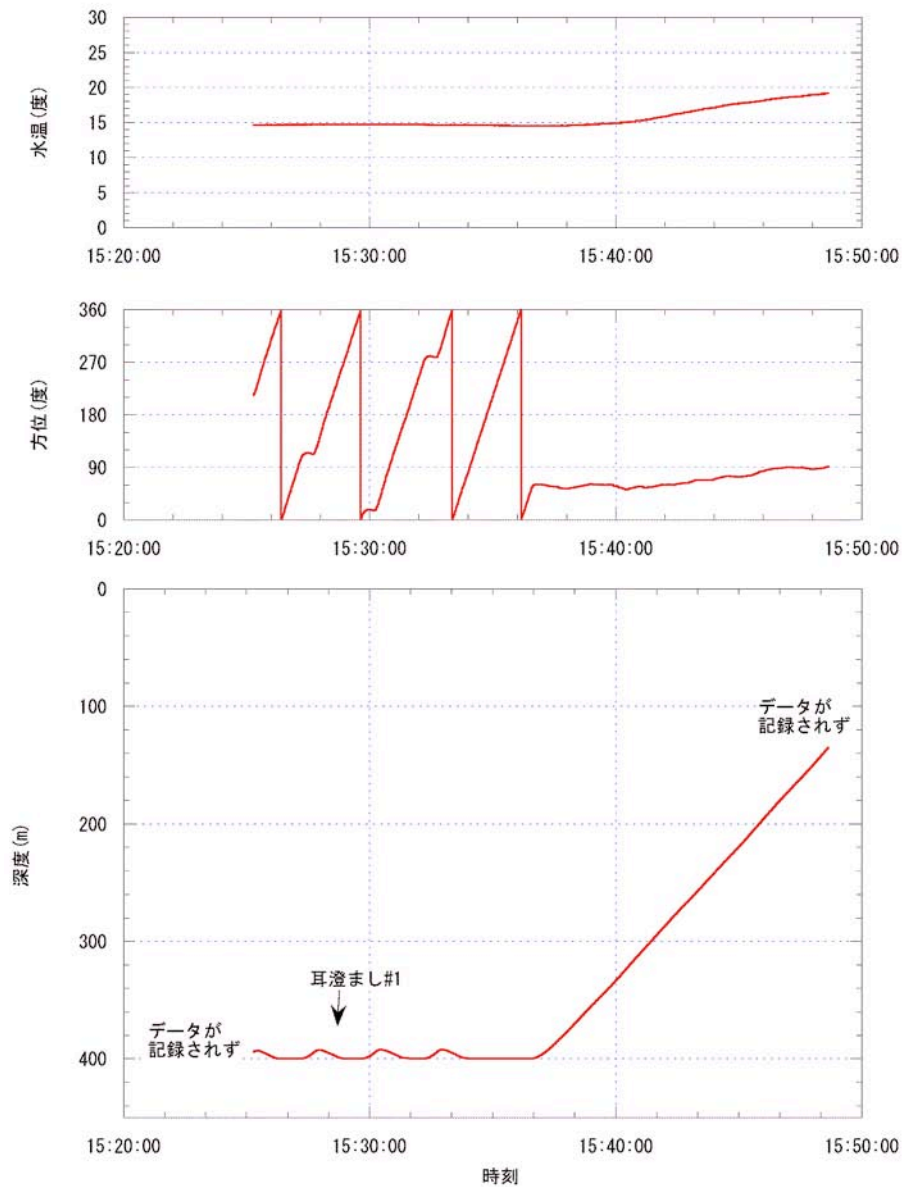


図1 9月7日の行動記録

【9月8日】

概況：

- ・潜航調査： 13:05（着水）～14:07（浮上）～14:40（揚収）
- ・潜水時間： 1時間02分
- ・最大潜水深度： 400m
- ・クジラを発見後AE2000の潜航調査を実施したが、トランスポンダーの動作不良の為潜航調査を中断し揚収した。

結果：

- ・鯨発見後直ちにAE2000を潜航させた。13:48頃400mの深度においてトランスポンダーからの応答がないことが確認された。継続しての調査は危険であるとの判断から、13:54浮上を開始し、14:40揚収した。

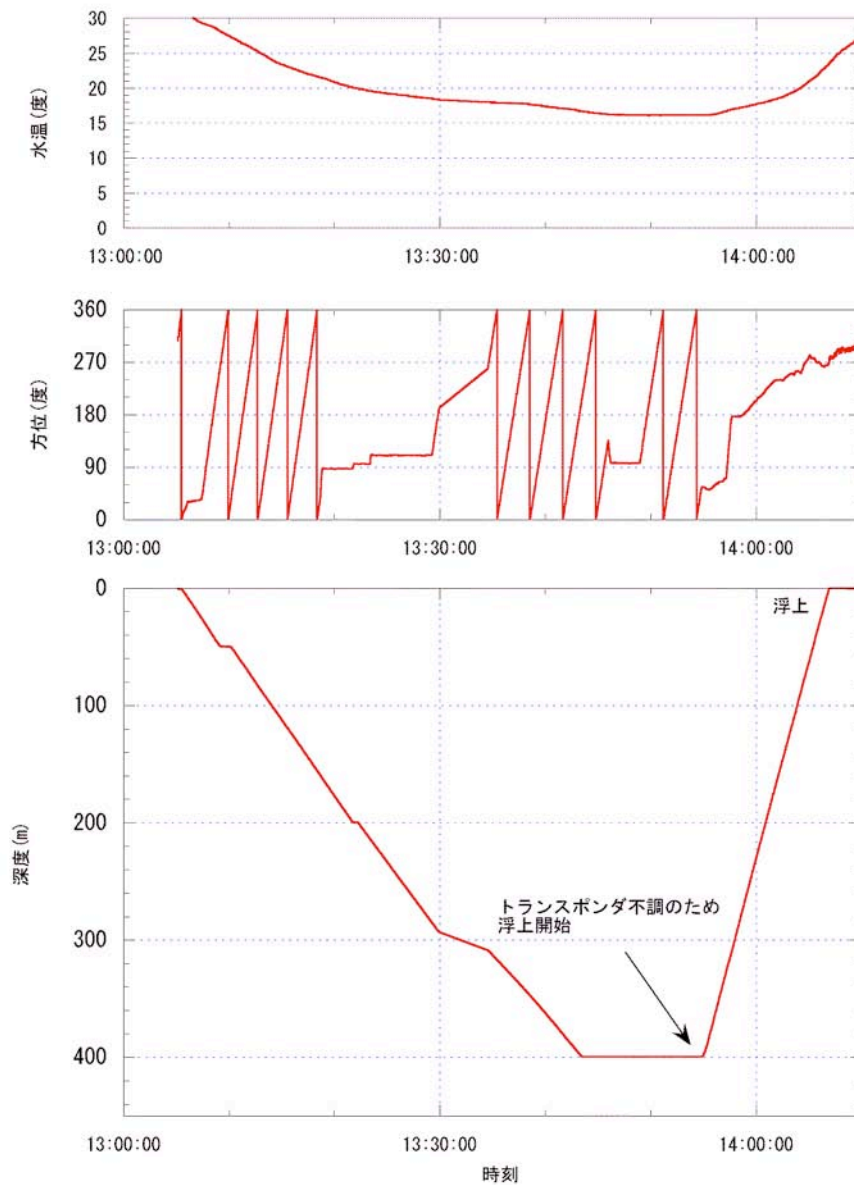


図2 9月8日の行動記録

【9月9日】

概況:

- ・ 潜航調査： 10:41（着水）～11:10（浮上）
- ・ 潜水時間： 0 時間 29 分
- ・ 最大潜水深度： 177.5m
- ・ 鯨を発見後AE2000の潜航調査を実施したが、10:59AE2000との通信が途絶え自動浮上した。浮上後、電源の再投入を試みるが通信が回復しないため揚収した。

結果:

- ・ 鯨発見後直ちにAE2000を潜航させた。10:59頃ロボットと船上の通信が途絶えた。浮上後（11:10）無線 LAN による通信をモミタが出来なかったことから揚収した。

- ・揚収後、通信不良の原因を調べたところ、ロボット側電源に異常があることが確認された。メインの耐圧容器を開放しチェックしたところ、+12Vの電源に異常があることが確認された。
- ・船上に予備がないことから、予備機に鯨システムを載せ替えることを決定した。
- ・鯨システム載せ替え後動作点検をした結果、正常に動作することを確認した。

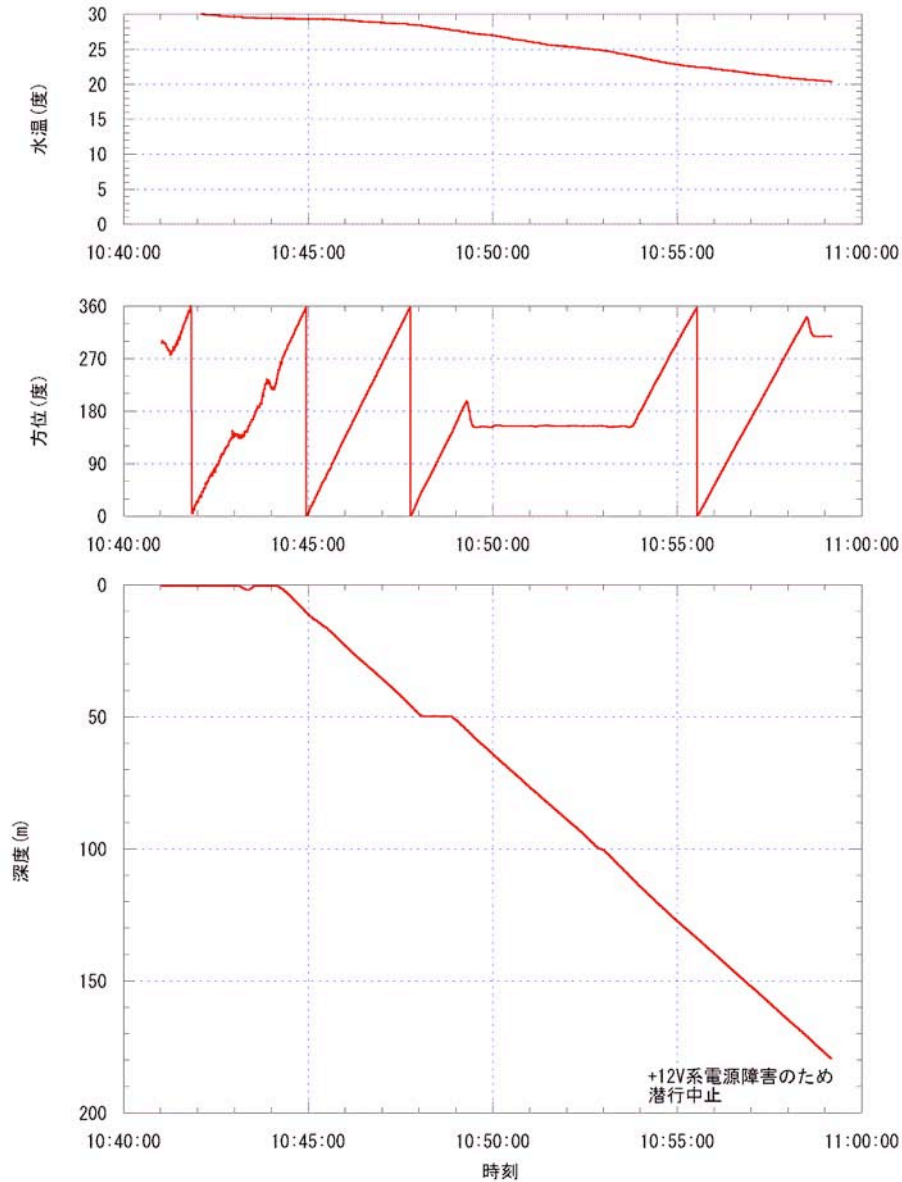


図3 9月9日の行動記録

【9月10日】

概況:

- ・潜航調査: 10:19 (着水) ~ 14:20 (浮上)
- ・潜水時間: 4時間01分
- ・最大潜航深度: 900m
- ・クジラを発見しロボットの展開を実施した。

結果:

- 1号機電源トラブルの為、2号機に鯨システムを載せ替え運用した。ロボット動作、音響通信、データ通信共に良好な状態で調査を実施できた。
- 耳澄まし調査を開始した時間は以下の通りである。
 - 1) 11:08 (開始) ~11:18 (終了) 水深: 500m
 - 2) 11:37 (開始) ~11:47 (終了) 水深: 600m
 - 3) 11:53 (開始) ~12:03 (終了) 水深: 600m
 - 4) 12:24 (開始) ~12:34 (終了) 水深: 600m
 - 5) 13:09 (開始) ~13:19 (終了) 水深: 800m
 - 6) 13:29 (開始) ~13:39 (終了) 水深: 900m

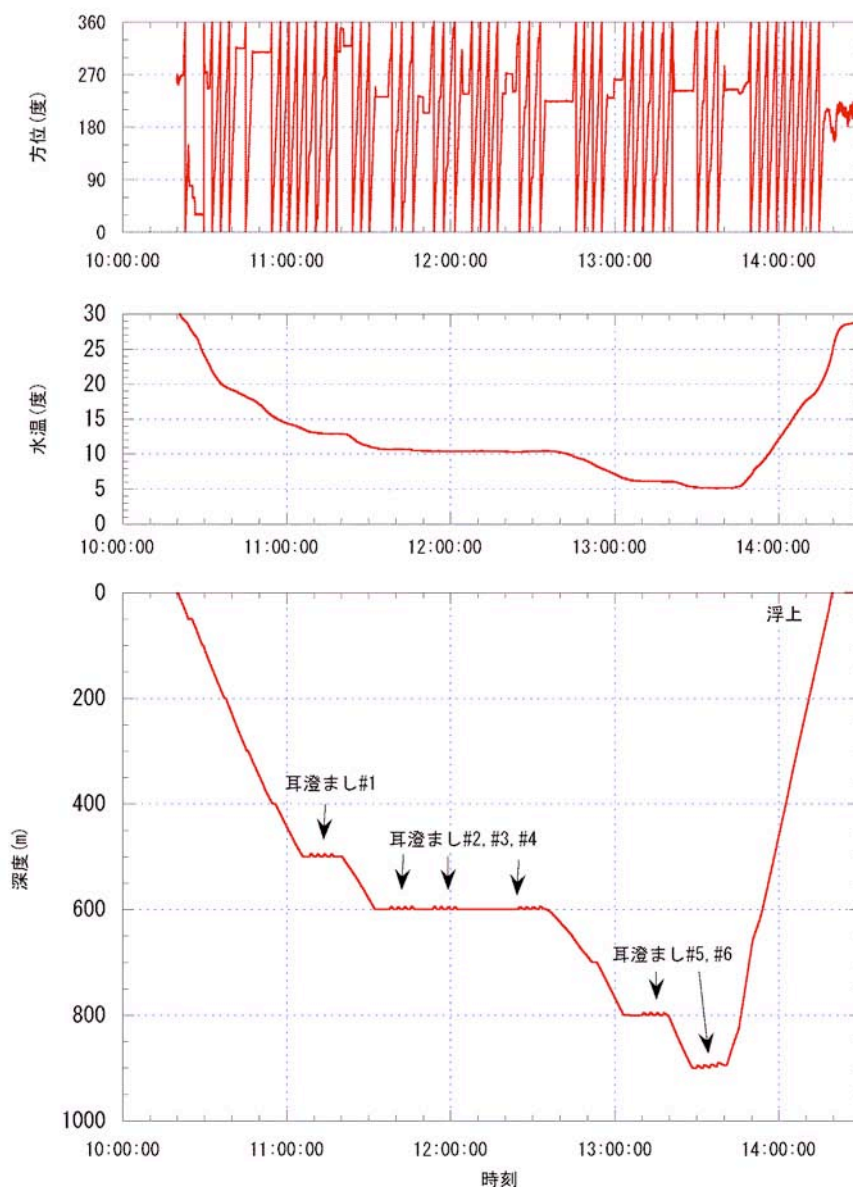


図4 9月10日の行動記録

【9月11日】

概況：

- ・ 潜航調査： 09:45（着水）～ 13:27（浮上）
- ・ 潜水時間： 3時間42分
- ・ 最大潜航深度： 800m
- ・ クジラを発見しロボットの展開を実施した。

結果：

・ 鯨発見後直ちにAE2000による潜航調査を実施した。鯨のクリック音及び水面の位置を確認しながら移動し、「耳澄まし」による調査を2回行った。

・ 耳澄まし調査を開始した時間は以下の通りである。

- 1) 10:21（開始）～10:31（終了）水深：400m
- 2) 12:52（開始）～13:02（終了）水深：800m

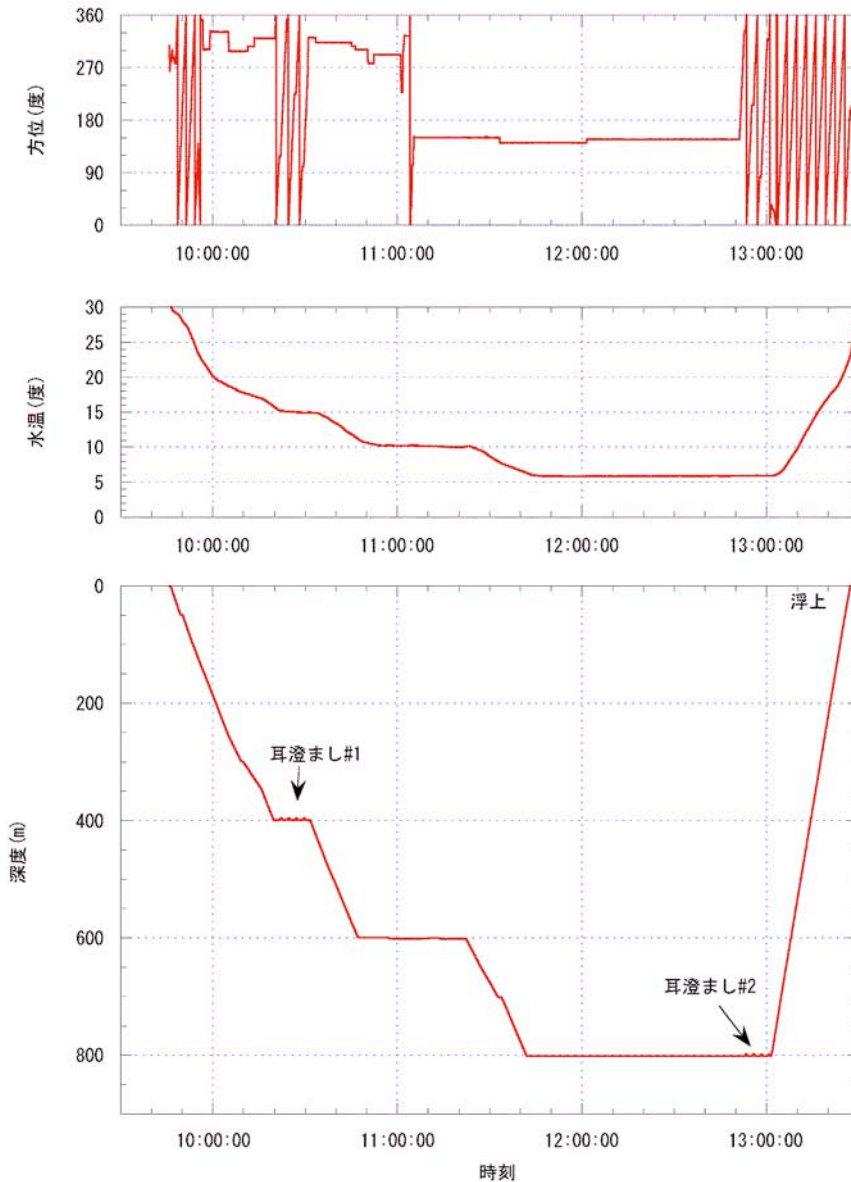


図5 9月11日の行動記録

【9月12日】

概況：

- ・潜航調査： 1回目:08:38(着水)～11:01(浮上)
2回目:13:45(着水)～16:02(浮上)
- ・潜水時間： 1回目:2時間23分
2回目： 2時間17分
- ・最大潜航深度： 910m
- ・クジラを発見しロボットの展開を実施した。鯨の発見が朝早かったことから、午前、午後と2回の潜航調査を実施した。

結果：

- ・鯨発見後直ちにAE2000による潜航調査を実施した。2回目の潜航においては、水深760m付近において海底面撮影を実施した。
- ・耳澄まし調査を開始した時間は以下の通りである。
 - 1) 09:19 (開始) ～09:29 (終了) 水深：500m
 - 2) 10:03 (開始) ～10:13 (終了) 水深：910m
 - 3) 14:43 (開始) ～14:53 (終了) 水深：600m
- ・海底面撮影は、以下の通り実施した。
 - 1) 15:20 (海底面捉える) ～15:38 水深：764m～725m

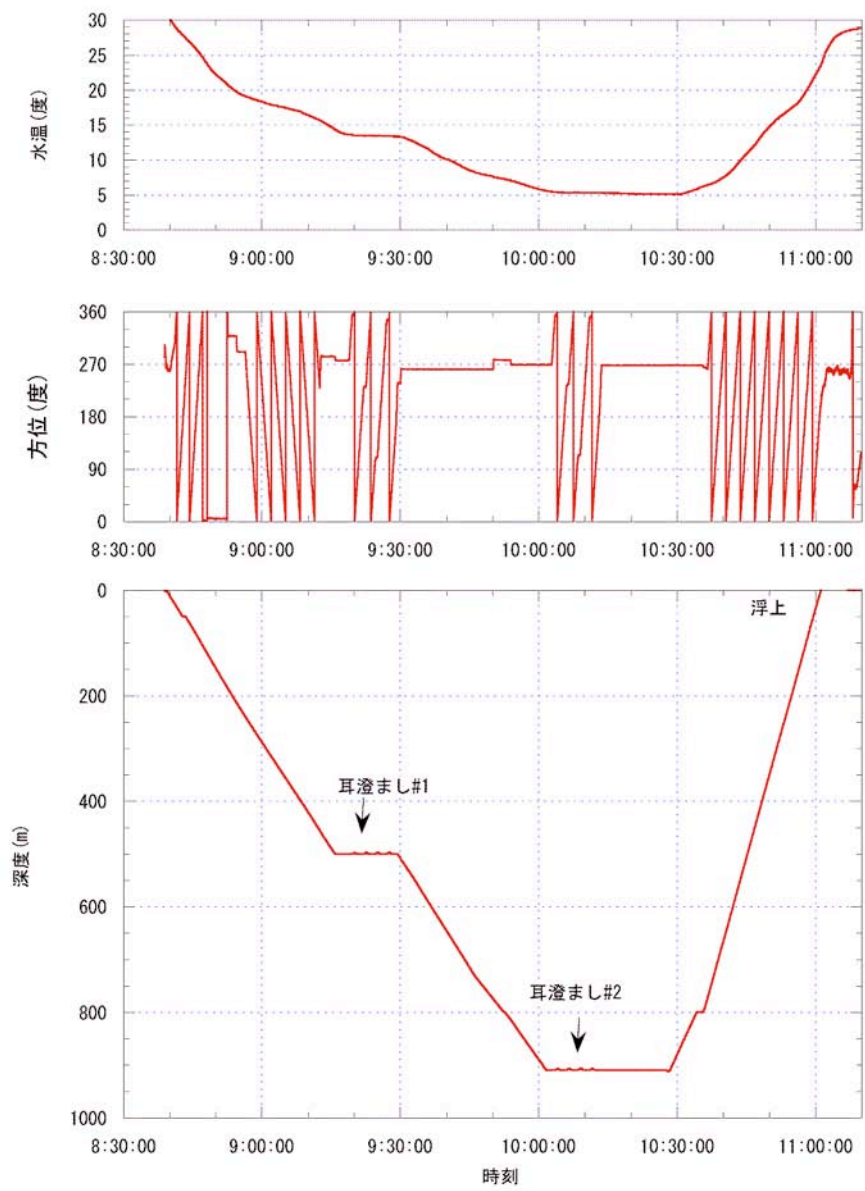


図6 9月12日1回目の行動記録

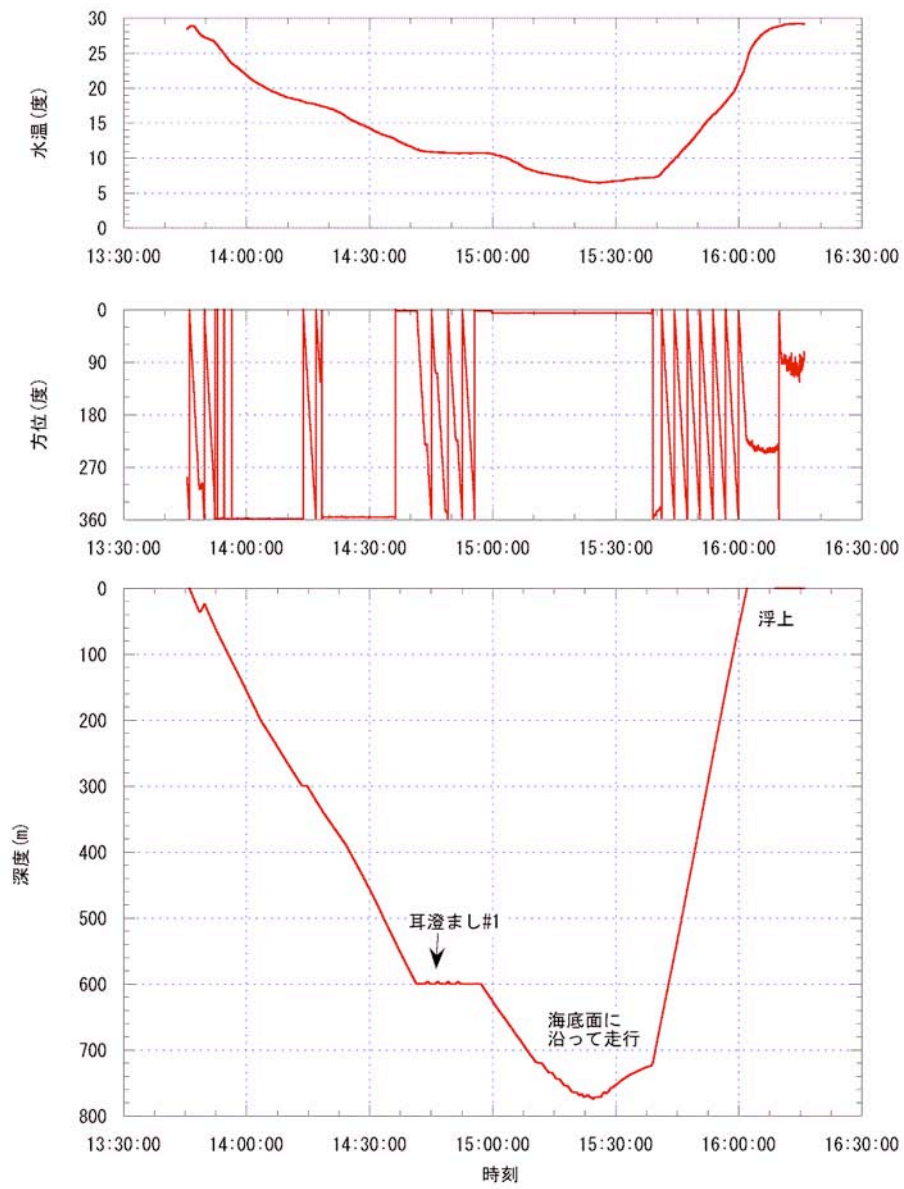


図7 9月12日2回目の行動記録

【9月13日】

概況：

- ・ 潜航調査： 09:51（着水）～ 13:48（浮上）
- ・ 潜水時間： 3時間57分
- ・ 最大潜航深度： 500m
- ・ 鯨発見後直ちにAE2000による潜航調査を実施した。

結果：

- ・ 鯨発見後直ちにAE2000による潜航調査を実施した。
- ・ 耳澄まし調査を開始した時間は以下の通りである。
 - 1) 10:57（開始）～11:07（終了）水深：500m
 - 2) 12:38（開始）～12:48（終了） 水深：500m

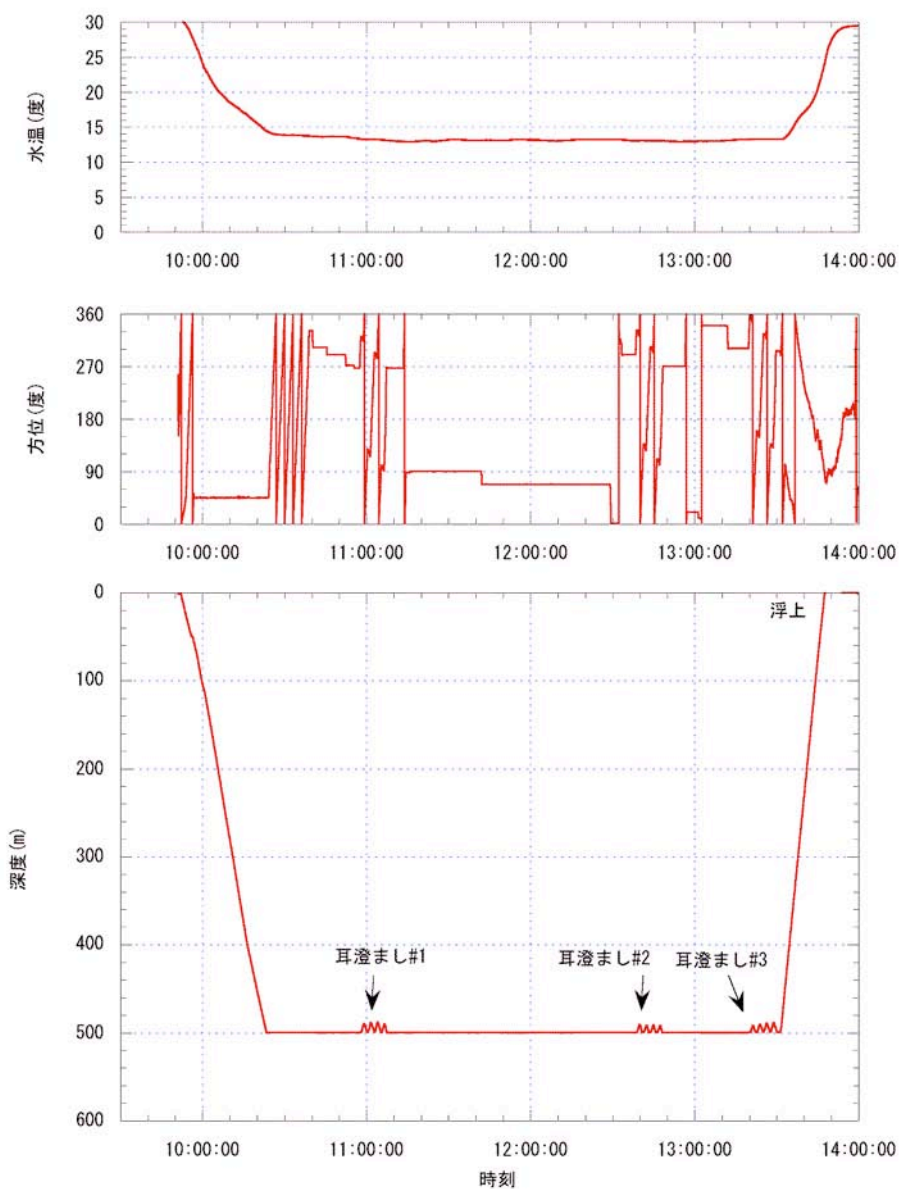


図8 9月13日のAUV行動記録

【9月14日】

概況：

- ・ 潜航調査：
 - 1 回目： 06:52（着水）～ 10:38（浮上）
 - 2 回目： 12:02（着水）～ 14:40（浮上）
- ・ 潜水時間：
 - 1 回目： 3 時間 46 分
 - 2 回目： 2 時間 38 分
- ・ 最大潜航深度： 956.4m
- ・ 第 1 回目の潜航において海底面写真撮影を実施した。2 回目の潜航は、鯨発見後 AE2000 を潜航させ調査を実施した。

結果：

- ・ 海底面の撮影実施のため早朝に AE2000 を潜航させたが、深度設定が間違っていた（500m 設定となっていた）ことから、一旦浮上させ水面にてモードを切り替え再度潜航させた。潜航後は、一気に 600m 深度まで行き耳澄まし調査を実施したのち、海底面撮影を行った。

海底面撮影の時間は以下の通り。

1) 09:01（海底面を捉える）～09:59 水深：795m～956m

- ・ 耳澄まし調査を開始した時間は以下の通りである。

1) 08:42（開始）～08:52（終了）水深：600m

2) 12:23（開始）～12:33（終了）水深：200m

3) 13:44（開始）～13:54（終了）水深：800m

4) 13:54（開始）～14:04（終了）水深：800m （方位 270 度一定）

5) 14:04（開始）～14:14（終了）水深：800m （方位 270 度一定）

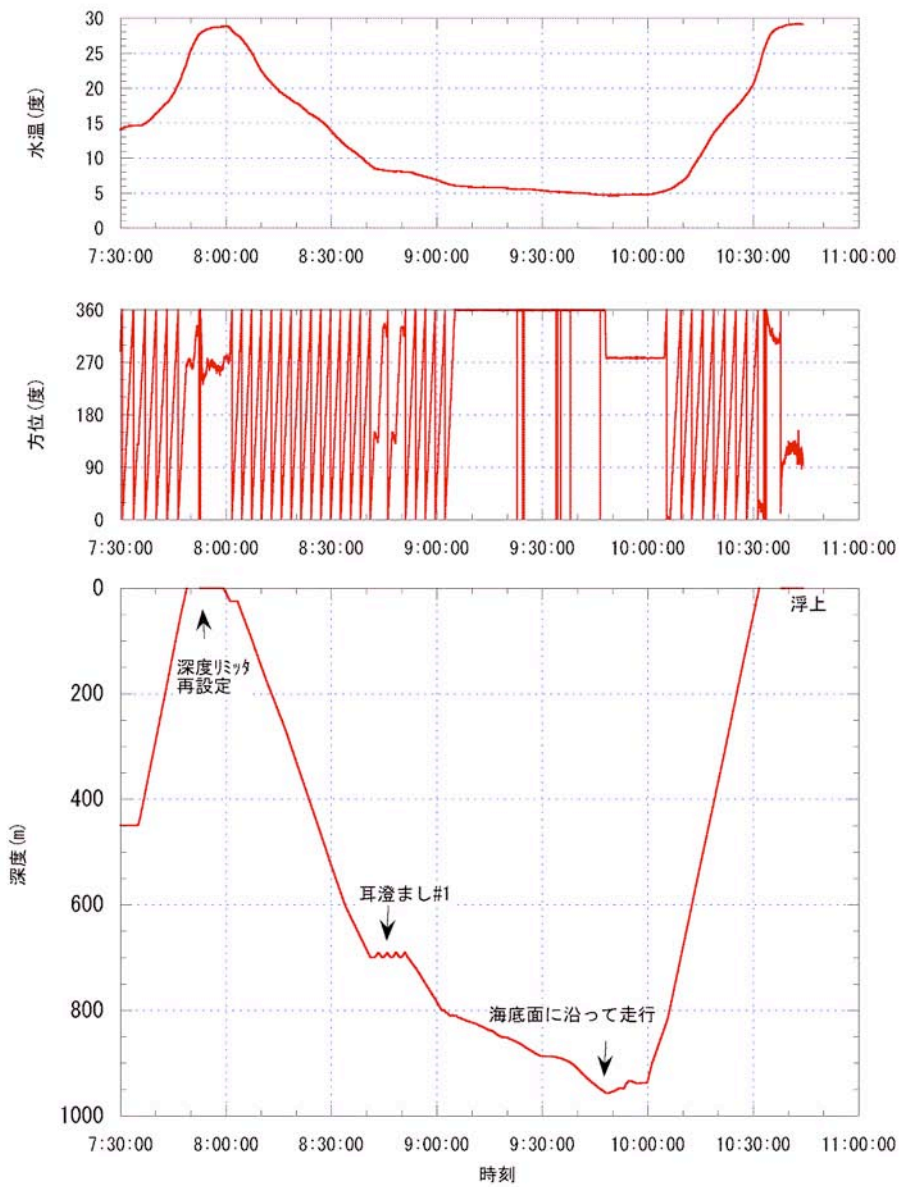


図9 9月14日のAUV行動記録(1回目)

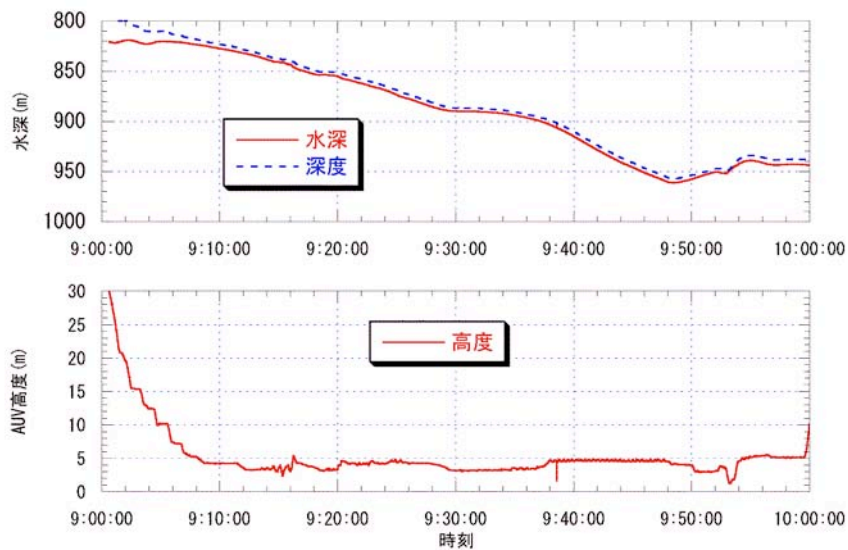


図10 9月14日のAUV行動記録(1回目)
海底付近の拡大図

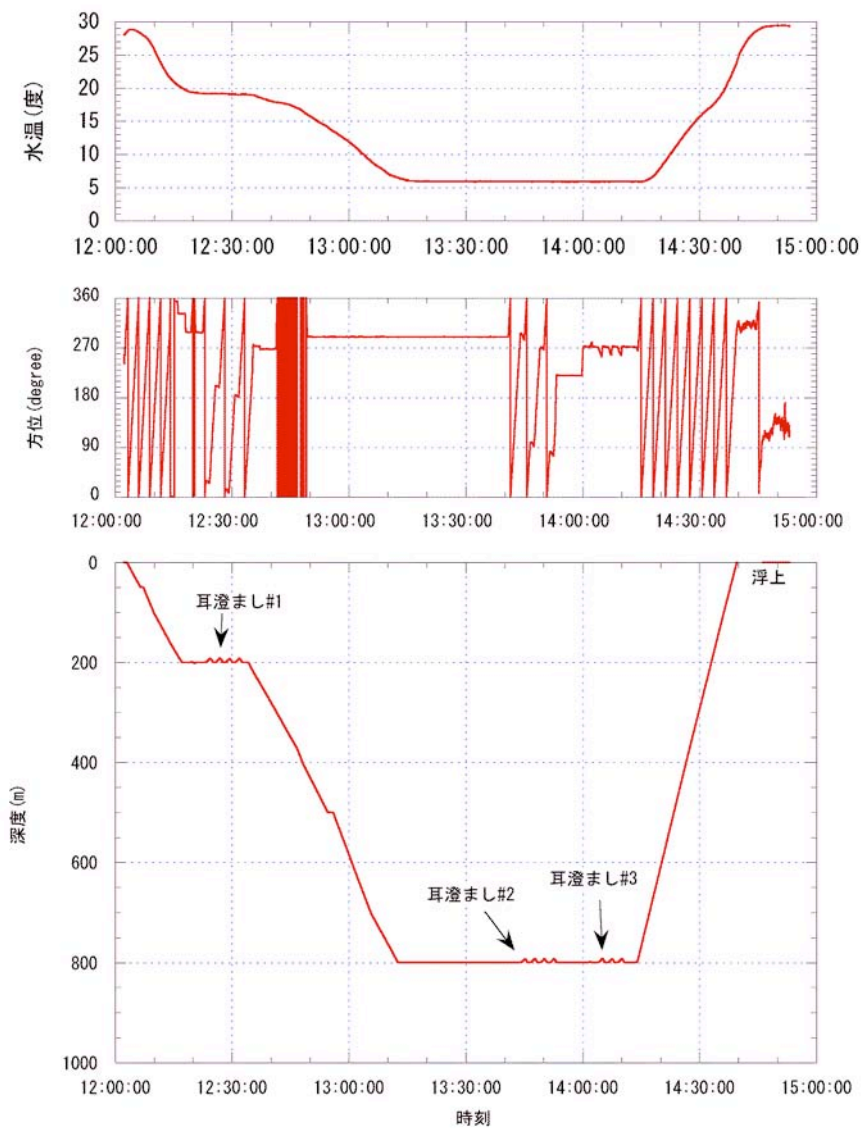


図10 9月14日のAUV行動記録(2回目)

(3)写真撮影の概要(福島)

1 概要

AE2000 に装備されている白黒スチルカメラにより撮影を行った。写真は1秒に1枚の間隔で撮影される。AE2000 揚収後、ロボット内の画像耐圧容器ハードディスクに才録されたデータはLAN ケーブルを使用してダウンロードする。

今回の調査において撮影した写真の枚数は、約8万枚に上る。

2 カメラ及びストロボ仕様

カメラ

型 式	: KONGSBERG SIMRAD 社 OE1393
電源電圧	: DC12V
消費電流	: 110mA
解像度	: 380本
レンズ	: 3.6mm f2.8
フォーカス	: 固定
アイリス	: 固定
画 角	: 70° (対角)
使用深度	: 最大 3000m 相当 (海水)

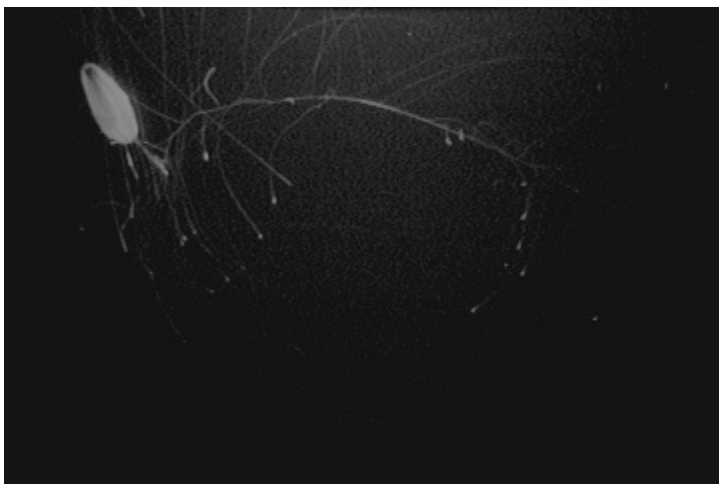
ストロボ

型 式	: Q I 社 QAL-2000ST
電源電圧	: DC24V
消費電流	: 2A
発光量	: 約30W/S
使用深度	: 最大 2000m (深度相当圧力 20.2MPa(206Kgf/cm ²))

3 ファイル概要

- ・ファイル形式: JPG
- ・ファイルの大きさ: 360×240 ピクセル
- ・ファイルサイズ: 30KB

4 写真サンプル



撮影メモ

日時:05/09/10 13:24:43

方位:242度

水深:860.2m

写真:クラゲの一種

5 写真撮影記録リストを付録9に示す。また、撮影した写真ファイルは付録10に示す。

(4) クリック音の解析(広津)

1 AUVの録音したクリック音の解析

現在、2組のハイドロフォンアレーおよびAUVが取得したマッコウクジラの音声データの解析を進めている。

今後は、AUVのハイドロフォンおよび母船から降ろした2組のハイドロフォンアレーのうち、ノイズの少ないAftのハイドロフォンアレーにより、AUVが取得したクリック音の持ち主である個体の方向を求めていき、リアルタイムでの追跡に向けて歩を進めていきたい。

2 自動識別パラメタ-ICIとIPI-

マッコウクジラのクリック音の自動識別パラメタとしては、方位、深度情報の他にICI(Inter Click Interval)やマッコウクジラの発射するクリック音の体内反射であるIPI(Inter Pulse Interval)を用いる手法を導入している。

ICIやIPIの算出には、FFTを用いているが、ノイズ除法が課題である。このため、ノイズに強いといわれるMUSIC Algorithmを用いた手法の導入を検討している。

③AUV が取得したクリック音データサンプル

ここでは、AUV が耳澄ましモード中に取得したクリック音データを従来手法によりよ析した結果を一例あげる。IPI の値は、2.5msec から 3.0msec の間を示す。IPI の値はマッコウクジラの向きによって変化するといわれており、今後は、ハイドロフォンアレーの示す IPI の値との比較検討を進めるとともに、MUSIC によるよ析もおこない、従来手法との比較をおこなう。

解析データ

月日:09月11日

日時:10時24分03秒~10時24分32秒

区間:29秒間(耳澄ましモード時のスラスタ停止中)

結果

俯角算出結果 : 表 1

方位角算出結果 : 表 2

IPI 算出結果 : 表 3

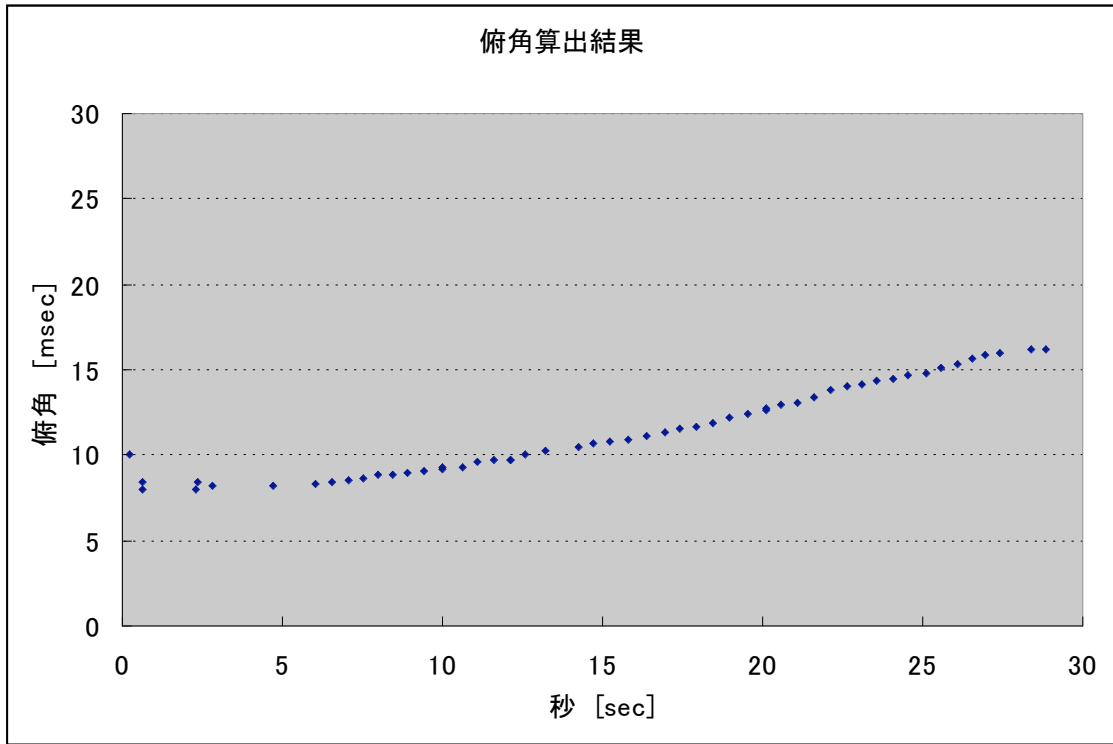


表 1 : 俯角算出結果

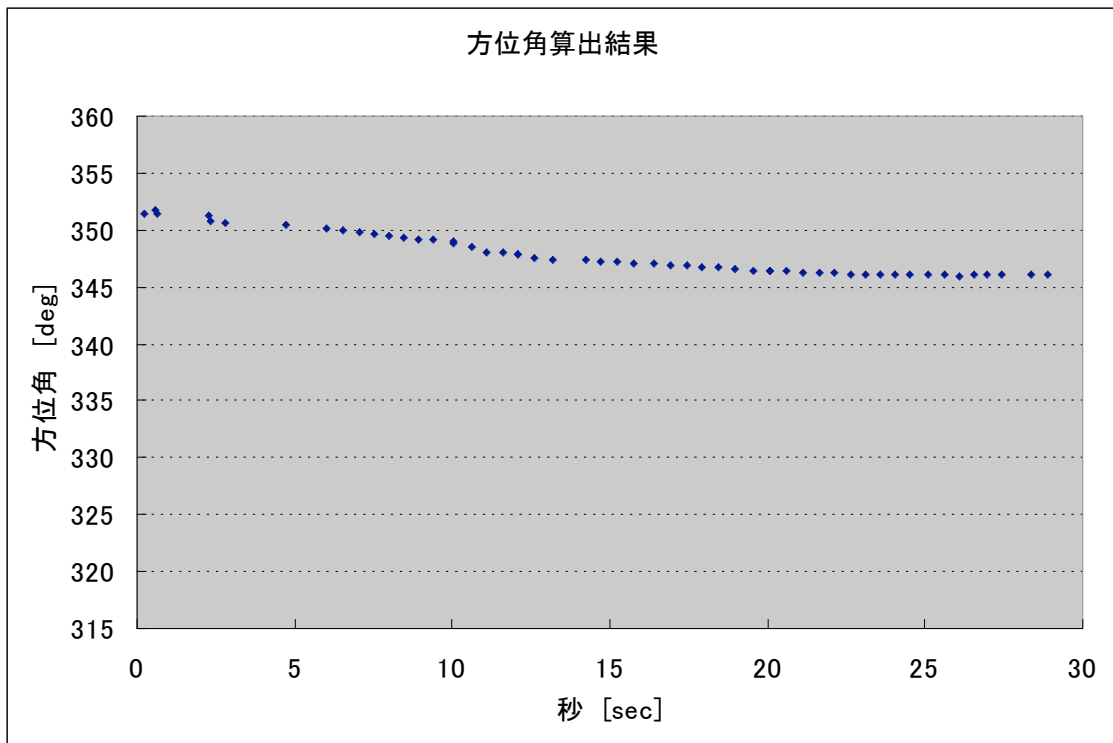


表2:方位角算出結果

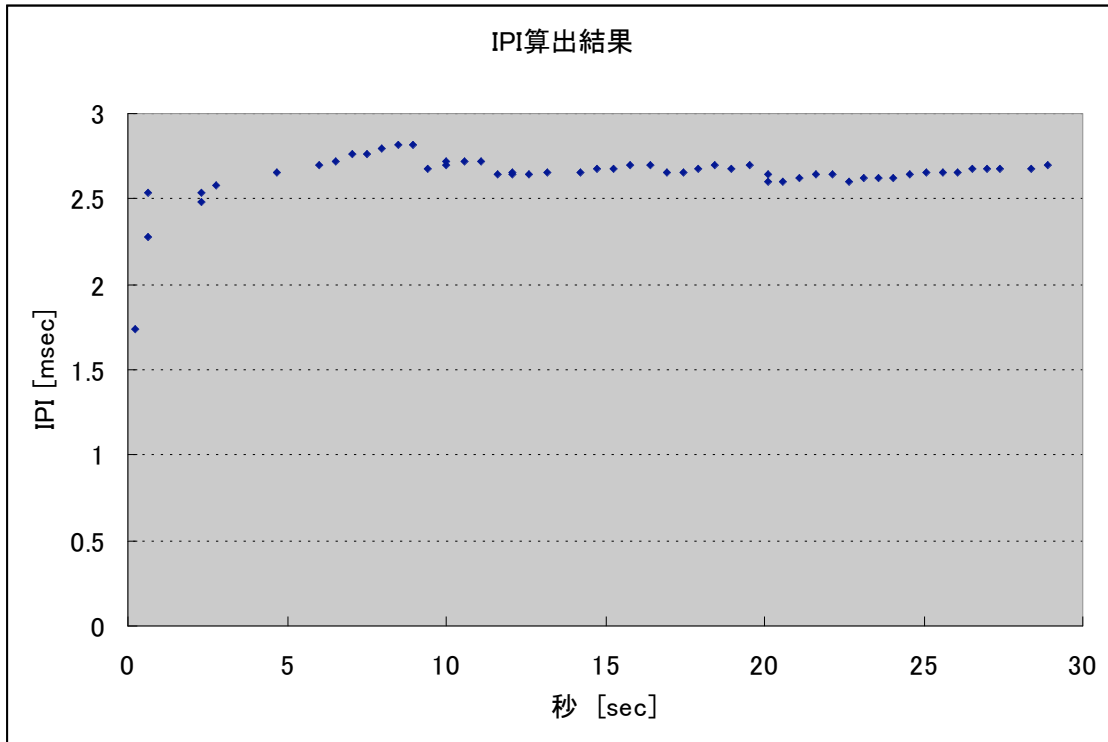


表 3 : IPI 算出結果

4.2 海域の観測

(1) MNBS (岡田)

本航海では、小笠原父島近海の調査海域中、東経 142° 20′ 北緯 27° 15′ から東経 142° 30′ 北緯 27° 30′ で囲まれる長方形の領域の海底地形図および東経 141° 57′ 北緯 26° 50′ から東経 142° 02′ 北緯 26° 55′ で囲まれる長方形の領域の海底地形図を MNBS により作成した。

2004 年度に「かいいい」の MNBS により取得した海底地形図とこれを合わせることで、マッコウクジラの棲息する小笠原海域の父島近海の調査海域のほぼ全域を網羅する海底地形図を取得することができた。

(2) XBT (井上)

調査海域の CTD 測定のために、簡易型 CTD 測定器を持参したが、故障のために「なつしま」が MNBS による Bathymetry 作成のために投入した XBT のデータを取得した。なお、XBT データは付録 5 および付録 6 に示す。

4.3 マッコウクジラの探索について(森)

(1) 材料と方法

本調査の対象であるマッコウクジラの探索には、目視調査と任意の地点での水中音のモニタリング、別途吸盤タグ式水深計によるマッコウクジラの潜水行動調査をおこなっている天野チーム、

現場海域で操業しているホエールウォッチングボードからの情報収集を併用しておこなった。目視調査では、調査員および「なつしま」乗組員が協力して、ブリッジから肉眼あるいは双眼鏡を用いて、

マッコウクジラの噴気や体、ジャンプなどの海面での行動による

水しぶきを探した。目視調査のコースの設定は、既知のマッコウクジラの出現地点や直近の本種の日撃情報を元におこなった。

この目視調査コース上の任意の地点で調査母船を停め、水中音圧計(OKI製)を用いて、マッコウクジラのクリック音が聞こえないかどうか水中音をモニタリングした。

水中音のモニタリングは、クリック音が聞こえる範囲がマッコウクジラの群から3マイルから5マイル以内の範囲であることから、船速(約8ノット/h)を考慮して30分(約4マイル)ごとにおこなった。

水中音圧計は船縁から50mほど出し、船のクラッチを脱の状態、船体から発生する音が最小限になるようにした。

モニタリング時には適宜周波数のハイパスフィルタ、ローパスフィルタを用いて海中雑音をカットし、クリック音の検出をおこなった。

天野チーム、ホエールウォッチングボードからの情報収集は、調査開始前には直近の日撃情報を聞き取り調査し、

調査開始後は適宜、携帯電話もしくは船舶電話を用いて情報交換をおこない、マッコウクジラ探索の参考とした。

(2) 結果

小笠原海域に到達し、鯨類の探索を展開した2005年9月8日から14日までの総目視調査時間は19時間8分、探索距離は158.27マイルで、この間に水中音のモニタリングは26回おこなった(図1)。天野チーム、ホエールウォッチングボードとの情報交換は必要に応じて随時実施した。鯨類の発見は、マッコウクジラが7群、種不明オウギハクジラ属鯨類が1群、ハンドウイルカが1群であった(表1)。マッコウクジラの発見の手がかりは、目視調査によるものが4回、水中音のモニタリングが3回、天野チーム、ホエールウォッチングボードからの情報に基づくものはなかった(表1)。

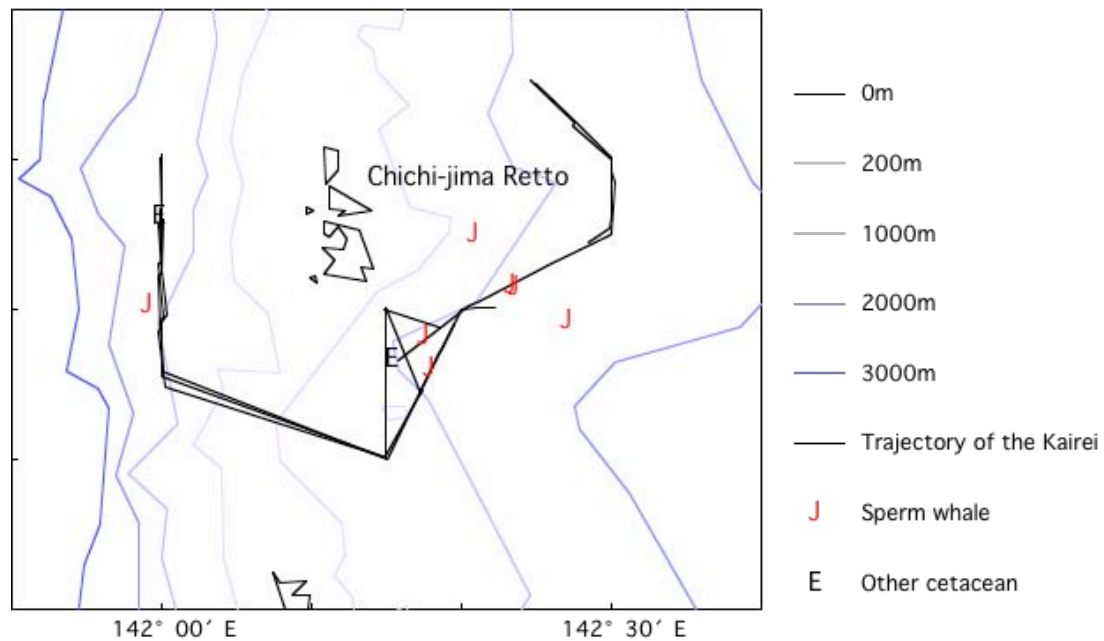


図1. マッコウクジラ探索の航跡とマッコウクジラの出現位置

年	月	日	時刻	北緯	東経	鯨種	頭数	発見の手がかり
2005	9	8	11:22	27	4.920 142	21.000	マッコウクジラ	- 目視
2005	9	9	10:17	27	1.500 142	23.400	マッコウクジラ	- 目視
2005	9	10	9:43	26	56.040 142	18.060	マッコウクジラ	- 目視
2005	9	11	7:11	26	59.160 142	27.240	マッコウクジラ	- 聴音
2005	9	12	6:08	27	0.240 141	59.280	マッコウクジラ	>10 聴音
2005	9	12	7:41	27	6.180 142	0.000	オウギハクジラ属	7 目視
2005	9	13	8:19	26	58.140 142	17.640	マッコウクジラ	- 聴音
2005	9	13	9:04	26	56.640 142	15.540	ハンドウイルカ (T. truncatus)	8 目視
2005	9	14	11:22	27	1.440 142	23.700	マッコウクジラ	- 目視

表1. マッコウクジラおよび他の鯨類の出現状況

(3) 考察

マッコウクジラの探索方法として、目視調査、水中音のモニタリング、天野チーム、ホエールウォッチング船からの情報収集の3系統を用いたことは、結果的にマッコウクジラとの遭遇率の向上に貢献した。

昨年の改善点としてあげた、さらなる遭遇率の向上法の、1)目視調査に従事する調査員および乗組員の探鯨能力の向上、人員の増強、

2)水中音のモニタリングの際の海中雑音、特に調査母船から発生する機械音の軽減させるために、

水中音圧計を数十mから100m程度の深度まで降ろす、についてもなつしま乗組員の多大な協力と水中音圧計のケーブルを50mに延長する対策が採られ、結果的に今年のマッコウクジラの発見は母船からの探索によるもののみとその成果を発揮した。

調査実施の時期としては、小笠原海域にマッコウクジラが比較的安定して出現し、情報源となるホエールウォッチングツアーが頻繁に開催され、

海況が比較的安定している9月から10月が適しており、今回の調査は時期的にも適切な実施であった。

(4) 全体的な感想と課題

①乗降について

私が父島在住ということもあり、なつしま搭載の交通艇での渡船であったが、全体の日程からしてもこの方式は時間的なロスも少なく、昨年同様私自身も渡航にかかる時間が最小限で済み、好都合であった。

②AUVの展開について

昨年懸案としてあげたAUVの展開の効率化については、昨年のかいれいでの実施例があったことから非常にスムーズにできた。マッコウクジラの進行方向や行動などは予想しにくいこともあり、ちょうど良い場所に潜行させるのは大変であるが、これは機会を多くすることによってよ決すると思われる。

③指揮・伝達系統について

主席研究員を中心とした調査員の指揮・伝達系統、船長を中心とした乗組員の指揮・伝達系統はいずれもうまく機能していた。これは、フィールド調査では大事であり、特にお互いの顔がぜ渡せない今回のような船上での作業では重さであるので、この体制は今後も是非維持していただきたい。夜のミーティングも、その日の反十と翌日の行動を皆でシェアすることができるので、非常に有効であると感じた。

また、別途調査をおこなっていた天野チームと情報交換などで緩やかな連携をとったことは、マッコウクジラの探索や追尾に大変効果的であった。

④ミニレクチャー／事前学習の開催について

昨年改善Vとしてあげたミニレクチャー、事前学習の開催は、今回のようなそれぞれの専門家が一時的にチームを組んで仕事をするプロジェクトでは効果があったと思われる。

5.1 2005年度のAUVシステムによる研究計画(浦、杉松)

(1) 目的と背景

自律型海中ロボットは海中観測のための新しいプラットフォームである。これを利用してマッコウクジラの潜水中行動を研究するためのロボット行動様式を研究開発している。母船から吊り降ろされたハイドロフォンアレーで録音下複数のマッコウクジラのクリック音から個体を識別し、その方向と距離を求めるシステムを開発した。これを自律型海中ロボットに搭載して、潜航させ、マッコウクジラの追跡あるいは海中での待ち受けなど、高度な行動タスクをおこなわせ、それを自動的に切り替えて、マッコウクジラに接近して、至近距離からのビデオ観測を試みるなど、自律型ロボットを用いた鯨類観測システムの基礎を確立する。

2003年8月に予備実験(AUVの代わりに漁船を利用している)をおこない、得られたデータを解析してマッコウクジラを自動識別についての研究を進めており、さらに2004年9月の「かいいい」を母船としたAUVによる展開実験の結果により、提案する方法によりマッコウクジラの自動識別とAUVによる追跡が可能であることが分かった。また、これまでマッコウクジラに関しては、吸盤装着型データロガーを用いる観測手法により、詳細な深度プロファイルが得られている。例えばロガーを装着したマッコウクジラをAUVが追跡するなど、この方法と自律型海中ロボットによる観測を組み合わせることにより、より精度の高い鯨類の水中行動観測手法が確立することが期待される。

(2) 調査内容

マッコウクジラは数十キロヘルツの周波数範囲のクリック音を出してエコーレーションをおこなっている。これを、ロボットに取り付けられたハイドロフォンアレーにより採取し、解析して、特定の個体の相対方位を求める。また、母船に取り付けられた同様のアレーおよび「なつしま」取り付けられているSSLBハイドロフォンアレーからの信号により、ロボットが追跡している個体の母船との相対方位を求め、これをロボットに通知する。ロボットは、追跡クジラの位置を認識して、それを追跡する。このような行動をおこなうロボットシステムを開発し、マッコウクジラの追跡と観測をおこなう。自立型海中ロボットによる観測潜航と並行して吸盤装着型データロガーをマッコウクジラに装着して連続深度データを得るとともに、ロガー装着したマッコウクジラを海中ロボットが追跡することにより、双方のデータを照合して、マッコウクジラの詳細な3次元行動パターンを明らかにする。

(3) 計画案

ブリッジからの目視探索および「なつしま」前甲板から降ろした水中ハイドロフォンからの水中音を分析して付近にマッコウクジラが遊泳しているかどうかを確認する。確

認されたら、2つのハイドロフォンアレーを水中に降ろし、母船上からマッコウクジラを探索する。2キロメートル以内に確認した場合、ロボットを投入し、ロボット展開をおこなう。今回は、ロボットとして「アクアエクスプローラ2000」(2004年度もアクアエクスプローラ2000を使用)を使用する。水中のロボットと音響通信をおこなって、追跡あるいは待ち受けなどの諸行動パターンの初期設定をおこない、1000mを超える深度へ潜航するマッコウクジラへの接近をおこなう。これを繰り返しおこない、ソフトウェアや展開方法の改良をおこない、自律型ロボットによる鯨類観測の基礎資料を得る。一回のロボット潜航時間は4時間程度とする。ロボットを揚収してデータをダウンロードし、ロボット行動およびマッコウクジラ行動を解析し、ソフトウェアの改良をおこなう。マッコウクジラの移動にあわせて船を移動させ、ロボットを展開する。「なつしま」によるマッコウクジラ探索およびロボットの潜航と並行して、漁船を用いてマッコウクジラを追跡、浮上中のマッコウクジラに接近してマッコウクジラに吸盤装着型データロガーを装着する。ロガーは脱落后に同じくボートにより回収し、潜水の2次元プロファイルと行動データを得る。なお、ロガーは装着後数時間から15時間程度の間で脱落する。なお、ロボットはロガーを装着したマッコウクジラを追跡することを試みる。データをもとにロボットの接近行動のプログラムを改良するとともに、ロガーのデータをロボットからのデータと突き合わせて、マッコウクジラの水中行動パターンを明らかにするとともに測定精度を検証する。また、CTDO観測は水深約1,000mまでで適宜おこなう。ロボット展開が終了した夕刻には、マッコウクジラの餌であるイカの分布の調査を目的として、ハイビジョンカメラによるイカの撮影をおこなう。このデータをもとに、マッコウクジラの潜航深度の推定、ロボット展開方法の検討をおこなう。フィールド研究の臨場感を一般の人たちに知らせ、海洋研究に多くの人たちが親しめるようにし、海洋研究の裾野を広げるために、観測経過の日々の記録をまとめ、これを東京大学生産技術研究所にE-mailで送り、浦研究室のホームページで即日公開し、研究成果の普及の新しい方法を確立する。

5.2 将来のAUVによる研究計画

(1) 研究成果および課題

5.1で述べたような計画に基づき、2005年9月に小笠原海域において2年度目の実験をおこなった。結果、初探に関しては、昨年度の経験に基づき、「なつしま」の機動力を活かして早朝5時からブリッジでの目視探索および水中マイクロフォンによる探索活動により、午前中早いうちからマッコウクジラに遭遇することができ、このため余裕を持ってロボット展開にあたることができた。また、ロボット展開時に有する所用時間も短縮され、スピーディに展開することができた。だが、マッコウクジラは広い海洋中を自在に動き回る生物であり、かつ探索のための環境も季節、日時そして海況によっておおいに変動する。今後も同様の手法により同じような遭遇率を得ることができるとは

容易に考え難い。より有効な初探の方法を確立する必要がある。次に、AUVによるマッコウクジラ追跡については、昨年度および今年度の実験により十分可能であることが分かった。

今年度、ロボットは搭載するハイドロフォンアレーシステムによりマッコウクジラのクリック音の録音に成功しており、現在、データを解析中である。母船のSSLBハイドロフォンアレーはノイズが大きすぎて使えない、その代わりに母船から降ろした

2組のハイドロフォンアレーのうちノイズの少ないAftのハイドロフォンアレーを用いて、ロボットが取得したクリック音の持ち主である個体と母船との相対方位を求める。

これにより、次のステップであるリアルタイムでの特定の個体の追跡を可能とすることができる。

しかし、AUVに録音されたクリック音の大半は、ロボット展開直後の耳澄ましモードにおいて録音されている。

これは、速度約3m/secといわれるマッコウクジラの遊泳速度に対して、ロボットの最大速度が3ノット(1.5m/sec)であるため、

展開に要する時間などを勘案しても現行のロボットによるマッコウクジラ追跡が物理的に難しいことを意味する。

現状では、母船がマッコウクジラの先回りしてロボットを展開したつもりの場合でも、必ずしもクリック音の録音には成功していない。

マッコウクジラが次に向かう先は、2組のハイドロフォンアレーを母船から持続的に投入できていれば予測可能であるが、全速力でマッコウクジラを追いかける際には、現行ではハイドロフォンアレーを揚収する必要があり、このためマッコウクジラの行き先情報に誤差が生じる。

今年度のアレーは昨年度よりは軽量化し、「なつしま」乗組員の方々の努力によりタイミング良く揚げ降ろしをおこなうことができ、

投入中にはリアルタイムでのマッコウクジラの位置出しに成功している。

それゆえ一層、着揚収の必要がない、あるいはあっても簡便におこなうことができる装置の開発が待たれる。

だが、それにもまして、マッコウクジラを発見次第、直ちにこれを追跡できるような敏速なAUVの開発が必要である。

なお、ハイドロフォンアレーのノイズについては、できるだけ母船から離して吊り降ろすなどの対策により昨年度のデータに比べると軽減したが、

2003年度の漁船から吊り降ろしたアレーにより取得したデータに比べるとやはり多い。

今後、AUVとハイドロフォンアレーにより特定のマッコウクジラの精度の高い相対方位を求めていくには、ノイズに強い解析手法の導入が必要と考える。同様に、AUVのエンジン音等から来るノイズ対策としては、耳澄ましを導入している。だが、ロボットによるマッコウクジラの追跡を将来的に推進するには、高速だけでなく、かつエンジンノイズの少ない効率的なAUVの開発が必要である。

(2) 将来の研究計画

2004年と2005年の2年間にわたりおこなった観測により、AUVをマッコウクジラのような生物の水中観測のための新しいプラットフォームとして

利用する基本的なベースラインに着くことができたと考える。この成果をもとに、今後は、リアルタイムでの自動識別および特定のマッコウクジラの追跡を目指して、さらにソフトとハードの両面を向上させるとともに、マッコウクジラのように高速で水中を移動する大型水棲ほ乳類の観測に相応しい高速でノイズの少ないコンパクトな専用AUVの開発、およびAUVと

アレーによる観測システムの構築、さらにはデータロガーと共同展開してタグをつけた特定のクジラの追跡をおこなうなど、さまざまな展開研究を推進していきたいと考える。

6.1 総括

本研究は2004年度JAMSTEC深海研究に2年計画の初年度プロポーザルとして応募して、2004年9月9日から18日まで「かいいい」を母船として初年度計画を実施、続く2005年度JAMSTEC深海研究に第二年度目の課題を応募し、2005年9月4日から17日までの「なつしま」の航海が認められたことにより、2005年度のプロジェクトが開始した。

つまり、2年計画プロジェクトの2度目として実施されたものである。

自律型海中ロボットを、海中を数ノットで移動するマッコウクジラ追跡に用いるという世界にも類を見ないユニークなプロジェクトであると自負するものである。

しかし、他の課題が対象とするのが、ある海域の決まった場所に存在するもの、あるいはどこかの海域に固定的に存在するであろうものであるのに対して、われわれがターゲットとするマッコウクジラは小笠原海域の広い範囲を自在に動き回る。そこにタイミングよくAUVを展開するには多くの困難がつきまとう。

初年度は、ロボット展開については、船長がr2D4などの中型のAUVの展開の経験者であったため、問題なくおこなわれた。しかし、マッコウクジラの追跡についていえば、「かいいい」やJAMSTECにそのような経験がなく、また、研究者側もそれまでは小型船を利用してのロボット展開の経験しかなかったために、多くのトライアンドエラーの繰り返しであった。

マッコウクジラの遭遇の頻度が少なく、かつその少ない遭遇が午後であったためロボット展開に余裕がなかったこと、このため、マッコウクジラの初探のために機動性のある方策を考えるとともにマッコウクジラ発見からロボット展開までの時間を短縮する方法を検討する、音響を使って水中音を計測するので本船のエンジンノイズを低減させるためにクラッチ脱をする必要があるなど、様々な克服すべき課題が生じた。

これらの課題を受けての2005年のプロジェクトスタートとなった。初探に関しては、当初から空からの探索、すなわち無人ヘリの利用も検討したが、「なつしま」にはヘリの発着スペースがないことから断念、代わりに母船の機動力を活かして早朝5時から目視による探索活動をおこない、かつ天野グループの漁船とのコンタクトを密にすることで、昨年度と比較すると大幅に遭遇率および追跡可能性が高まったことは事実である。しかしながら、将来も同様の確立で遭遇できるかどうかは、相手が自在に動き回る生物であるためになんら保証はない。このため、より有効な初探方法の確立が望まれる。

次に、AUVによるマッコウクジラ観測については、昨年度および今年度の実験でこれが十分に可能であることが証明された。ロボット展開のための所用時間も昨年度に比較して短縮され、かなりタイミング良く展開することができたように思う。

今年度、AUVは搭載するアレーシステムによりマッコウクジラのクリック音を取得できている。また、母船から降ろしたアレーシステムにより、リアルタイムでのマッコウクジラの位置出しに成功している。だが、残念ながらAUVがマッコウクジラを追跡するまでには至っていない。

前章に述べた通り、データ解析を進めながら、音を頼りにAUVが特定のマッコウクジラを追跡できるシステム確立に向けて今後の研究を進めていきたいと考える。

6.2 謝辞

本研究は、AUVのアプリケーション展開のひとつとしての鯨類研究のとして位置づけられるものであり、工学側からの提案である。従って、浦研究室からの参加者は鯨類生態に必ずしも詳しいわけではない。

しかし、新しい道具は新しい知識を生み出すとの考えに基づき、研究を推進している。そして、今年度は、東京大学海洋研究所天野雅男助手および国立科学博物館動物研究窪寺恒己室長の二つのグループと共同してロボット展開と観測をおこなった。

天野グループは、マッコウクジラにロガーを取り付けて研究をおこなっている。

窪寺グループは、ハイビジョンカメラによるマッコウクジラの餌生物とされる

ダイオウイカの水中撮影をおこなっている。いずれもマッコウクジラや餌生物の生態に

詳しい生物系の研究者であり、工学側に多くの新しい知見を与えてくれたことを感謝する。

このように異なる複数の手法を効果的に用いることで、総合的なマッコウクジラの生態解明を進めていくための糸口を掴むことができたと考える。

今後のマッコウクジラ観測システム手法の確立に向けてさらなる研究を進めていきたい。

本研究のようにシーズオリエンティテッドな研究をご評価くださり、採択してくださった委員会の皆様、ご協力を賜ったJAMSTECの方々、神出鬼没のモービーディック追跡活動に全力を尽くしてくださった齋藤船長をはじめとする「なつしま」乗組員の皆さん、

そして日本海洋事業の方々に深く感謝する次第である。

本研究は、JSTの科学技術振興調整費による研究の一環としておこなわれたものであり、また、KDDI研究所との共同研究という形によりおこなわれている。

6.3 付録

付録 1：調査海域地図

付録 2：Web 版航海日誌

付録 3：「なつしま」の航海ログ

付録 4：主要なイベントの一覧表

付録 5：9月6日のXBTデータ（別途ファイルにて提出）

付録 6：9月9日のXBTデータ

付録 7：AE2000の主要なイベントテーブル

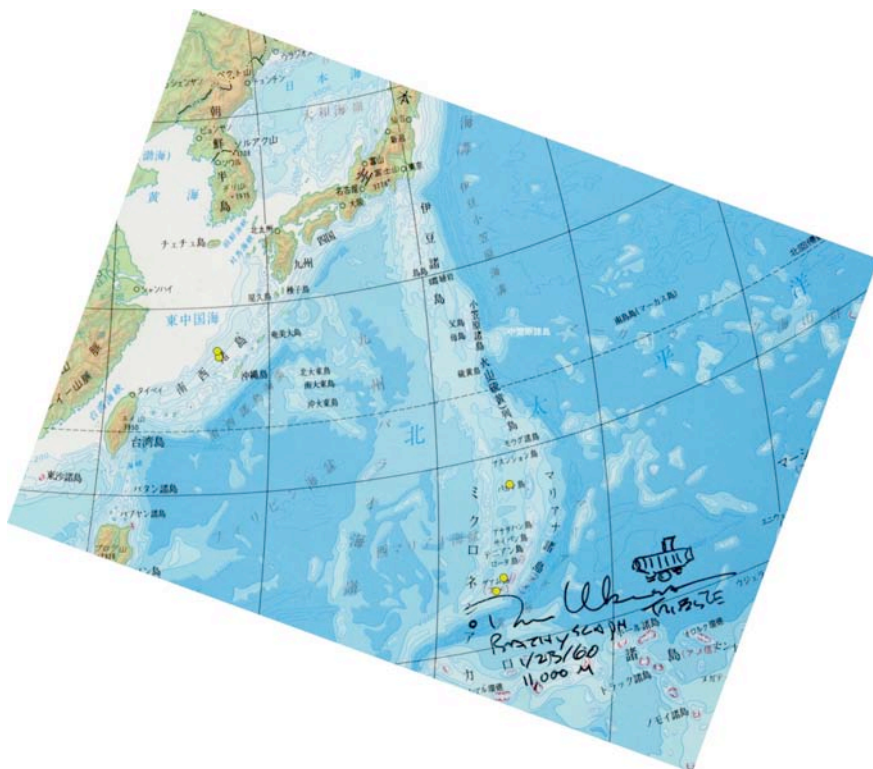
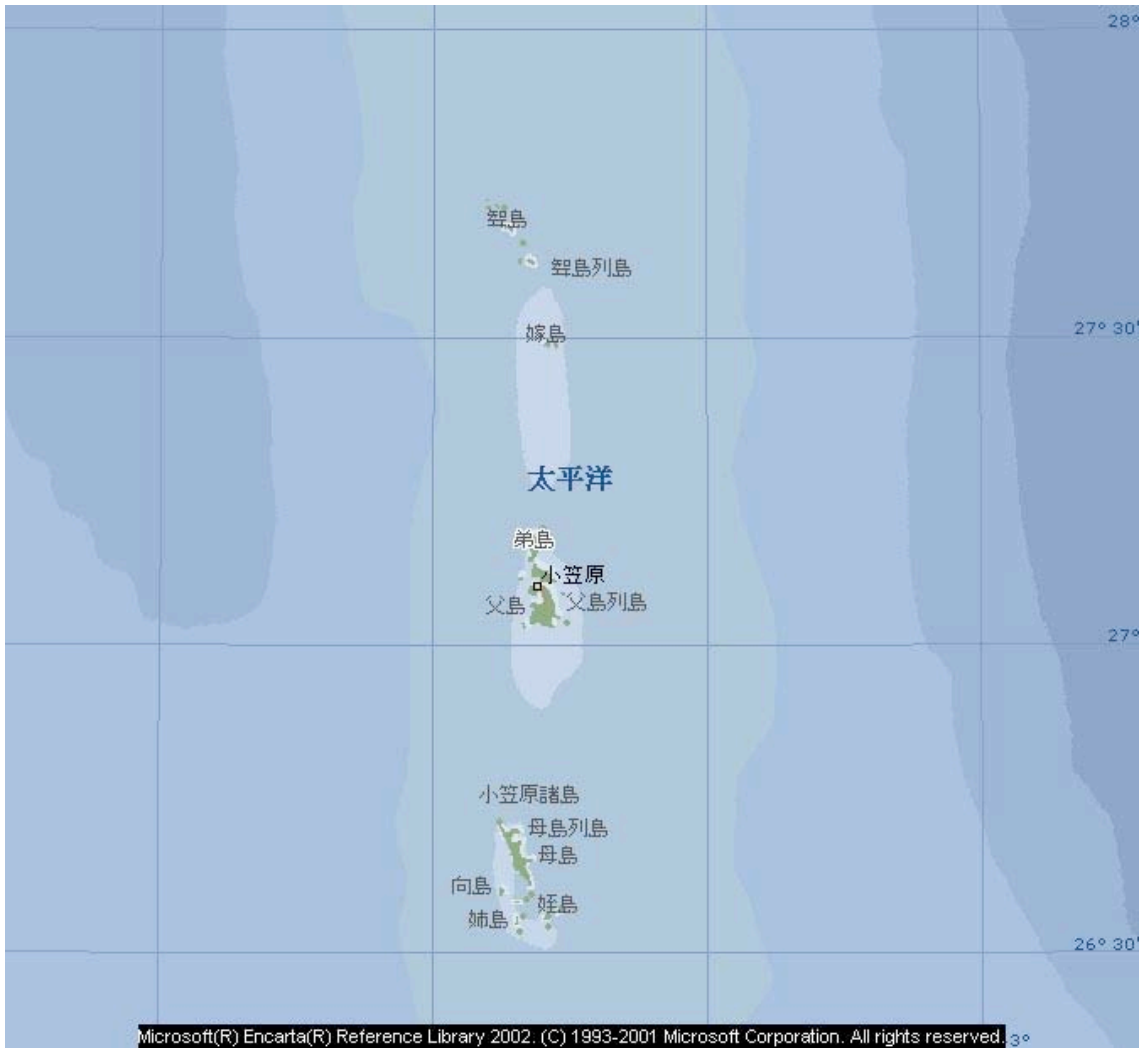
付録 8：AE2000の行動ファイル

付録 9：AE2000による撮影写真のリスト

付録 10：AE2000による撮影写真集（別途ファイルにて提出）

付録 11：マッコウクジラを主とする鯨類発見ログ

付録 1: 調査海域地図



海中ロボットによるマッコウクジラ観測 NT05-15 航海日記

2005.09.04 -> 09.17



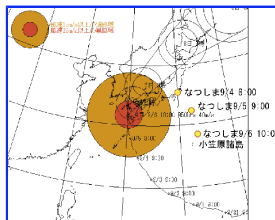
航海の目的と背景



2005年9月04日(日)



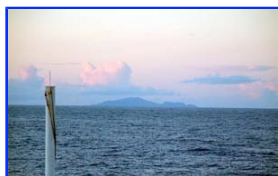
2005年9月05日(月)



2005年9月06日(火)



2005年9月07日(水)



2005年9月08日(木)



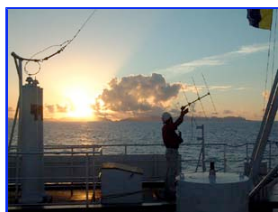
2005年9月09日(金)



2005年9月10日(土)



2005年9月11日(日)



2005年9月12日(月)



2005年9月13日(火)



2005年9月14日(水)



2005年9月15日(木)



[2005年9月16日\(金\)](#)

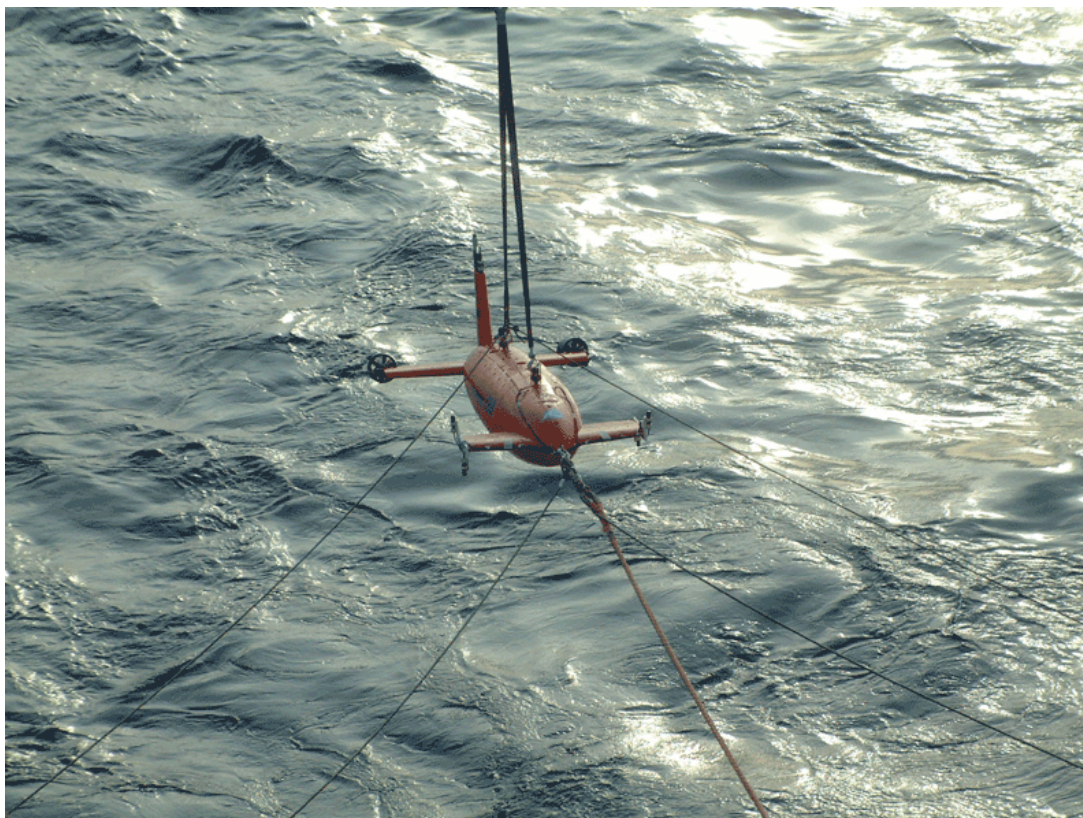


[2005年9月17日\(土\)](#)



[浦研ホームページ](#)

Last modified: Tue. 20 Sep. 2005



海中ロボットによるマッコウ観測NT05-15航海日記

2005.9.4 → 9.17

航海の目的と背景

広大な海に棲息し、餌となる巨大イカを求めて時には2,000mの深海底まで潜航するというマッコウクジラ。その生態の多くは未知であり謎に満ちている。海という人間にとって困難な環境にあっては、観測手法が限られているためである。だが、近年の海洋工学の進展により、新たな工学的手法の導入による鯨類観測が進展しつつある。小型無線機やARGOS衛星を利用した調査、小型化が進むデータローガーの装着などが挙げられるが、われわれの研究グループでは、自律型海中ロボット(AUV: Autonomous Underwater Vehicle)を観測プラットフォームとして用いて、深海へと潜航するマッコウクジラを追跡・接近観測する手法の確立を中心に研究を進めている。



Blow するマッコウクジラ
2002年小笠原にて撮影

広い海を人間に代わって自由に潜航できるAUVは、1980年代以降急速に研究開発が進み、実用化されている。現在、日本の代表的な実用航行型AUVとしては、東京大学生産技術研究所が開発した「R-One Robot」とその後継機である「r2D4」、およびKDDI研究所が開発した「AQUA EXPLORER 2」、「AQUA EXPLORER 2000」(現在KCS所属)が挙げられる。これらAUVは、高速潜航性能に

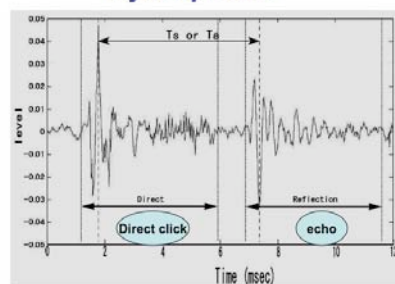
優れ、雑音が少ない。そこで、海中を高速で移動する大型鯨類の体に触れることなく観測するというAUVを利用したアプリケーション展開の可能性を模索して、1998年に研究を開始した。



ザトウクジラの追跡実験のため着水する「AQUA EXPLORER 2000」 2000年座間味

鯨類の多くは鳴音と呼ばれる音を発する。ザトウクジラの雄は低周波の歌をうたい、マッコウクジラは潜航時に独特の高周波のクリック音を発する。われわれはこれに着目、それぞれの鯨類に特有な鳴音をそれに適合した手法で解析し、その音響特性を利用して、まったくパッシブな方法で音源を特定する小型音響装置を開発し、これを水中プラットフォームとしてのAUVに搭載して観測をおこなうことを考えて、システムの開発に着手、まず、ザトウクジラの観測を目指して、ザトウクジラの鳴音を解析しリアルタイムで音の聞こえてくる方位を感知するシステムを構築、1999年と2000年に、座間味諸島でザトウクジラの追跡実験をおこない、2000年には1頭のクジラに50mの至近距離にまで接近することに成功した。実験には「AQUA EXPLORER 2」あるいは「AQUA EXPLORER 2000」を利用し、小型の作業船から展開して観測をおこなった。

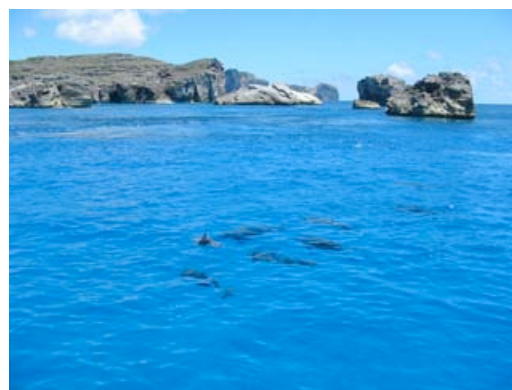
Typical click recorded at a hydrophone



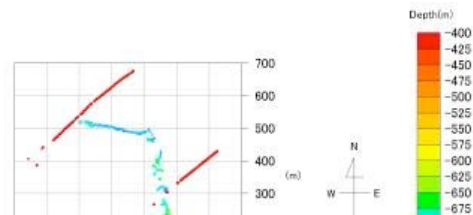
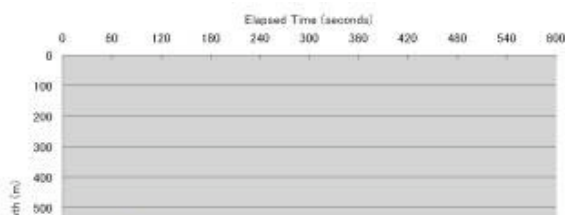
マッコウクジラの特徴的なクリック音

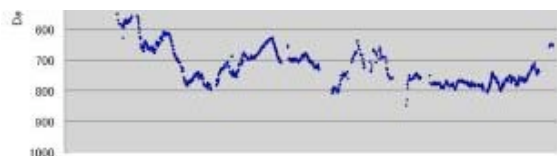
AUVによるマッコウクジラの観測

この成果を踏まえて、次に、小笠原諸島近海に棲息するマッコウクジラの本格的な観測研究を2002年から開始した。2002年8月には、小型漁船を借りて2個のハイドロフォンを用いてマッコウクジラの鳴音を録音し、クリック音の解析を進めてその特性を分析した。翌2003年8月、AUV展開の前段階として、4個のハイドロフォンから成るハイドロフォンアレイ2組による小型SBLシステムを作成し、小型漁船2隻（一隻がAUVに該当し、もう一隻は支援船である）に搭載、取得したクリック音データからマッコウクジラの位置情報（方位・深度）を算出することでその航跡を求め、個体識別および個体数をおこなうという実験をおこなった。船上のSBL処理部には高速信号処理装置FPGAを組み込み、リアルタイム性を追求している。実験後、データ解析により数頭のマッコウクジラの位置情報、航跡図が得られている。

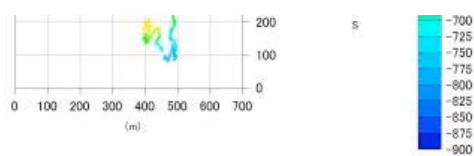


小笠原の海 2003年





マッコウクジラの潜水深度変化

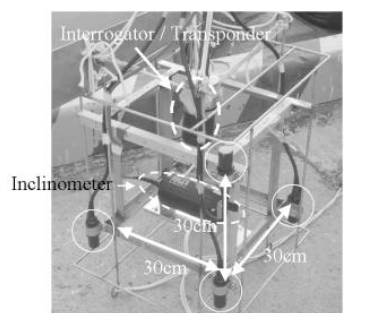


マッコウクジラの潜水時の軌跡

次は、システムのAUVへの実装と展開実験である。小笠原諸島には、AUVを展開するための適当な船舶がなく、マッコウクジラと遭遇確率が高い海域が父島二見港よりもかなり遠いため、AUVを港から曳いていくことも時間的に困難である。そこで、2004年度のJAMSTEC深海調査研究各船一般公募に応募、2004年9月7日から9月18日の期間、小笠原海域での「かいらい」によるマッコウクジラ観測航海KR04-11として採択された。KR04-11航海では、われわれが開発した2組のハイドロフォンアレイとAUVによるマッコウクジラの観測システムの実験をおこなった。使用したAUVは、すでにザトウクジラの調査にも用いている「AQUA EXPLORER 2000」、前翼に4個のハイドロフォンから成るハイドロフォンアレイを装着し、機内にはマッコウクジラ追跡ソフトを搭載している。さらに、母船のForeとAftから二組のハイドロフォンアレイを降ろして、2003年度のように母船単独でのマッコウクジラの位置情報の取得を可能とした。この際、母船のForeとAft間のベースラインが70m程度に制限されるので、精度を保つためにハイドロフォンアレイのフレームサイズを30cm立方体から1m立方体へと大型化した。

本観測システムは、初探によりマッコウクジラが発見できた時には、ForeとAftのハイドロフォンアレイを投入し位置測定をおこなうとともに、マッコウクジラが発見海域にAUVを展開、ロボットはハイドロフォンアレイを使って鳴音の方向を探知し、母船と通信をおこないながら、マッコウクジラ的位置を特定し、接近・観測行動を試みるというものである。KR04-11航海では、AUVによるマッコウクジラの追跡ソフトを起動させることができ、約2分間のマッコウクジラの鳴音録音に成功した。ただし、AUVがマッコウクジラを追跡するところまでは実験を進めることができず、AUVに搭載しているカメラによる撮影でもマッコウクジラあるいは餌となるダイオウイカの姿をとらえることは出来なかった。マッコウクジラ出現のタイミングとAUV展開のタイミングの問題、母船の機械ノイズの問題など解決すべき課題も残っている。このため、2006年度のJAMSTEC深海調査研究各船一般公募に再び応募、2005年9月4日から17日の期間、今度は「なつしま」によるマッコウクジラ観測航海NT05-15として採択された。

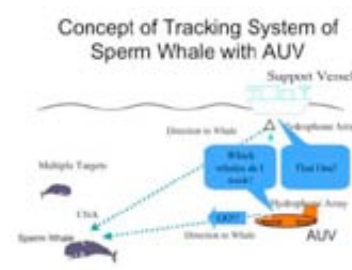
なお、KR04-11航海の詳細については、すでにリアルタイム航海日記として本HP上で公開しているので、そちらをご参照いただきたい。



30cmスパンのハイドロフォンアレイ
2003年



100cmスパンのハイドロフォンアレイ
2004年



AUVによるマッコウクジラ観測全体構想
2004年

2005年マッコウクジラ観測航海 NT05-15

JAMSTECの研究船による小笠原海域でのマッコウクジラの観測実験も今回で2回目となる。前回は、われわれが開発した2組のハイドロフォンアレイとAUVによるマッコウクジラの観測システムの実験のみをおこなったが、2回目となる今年度はもっとチャレンジングな観測方法を開発したいと考えた。このため、当初は、無人飛行機 (UAV: Unmanned Aero Vehicle) による海表面に浮上しているマッコウクジラの探索とAUVによる水中探索を組み合わせることも検討したが、これは「なつしま」では、十分な

ヘリポートスペースが確保できないことから断念した。しかし、同じように小笠原の海を舞台に研究を続けている、小型高性能が進むデータローガーをマッコウクジラに装着し、ダイビング中の深度データなどを得る研究を進めている東京大学海洋研究所天野雅雄氏のグループ、マッコウクジラの餌といわれる深海性巨大イカであるダイオウイカなどの生態を研究している国立科学博物館の窪寺恒己氏のグループと共同連携観測をおこなうことによりロボット展開による研究の幅を広げることが企画された。このため本航海には、天野グループと窪寺グループがプロジェクトメンバーとして参画、2組のハイドロフォンアレイとAUVによるマッコウクジラの観測システムの実験を進めるとともに、データローガーによるマッコウクジラの観測および水中曳航式カメラによるダイオウイカの撮影を試みる。

これらの連携プレイにより、タグを装着したマッコウクジラをAUVが追跡してその航跡を辿ることが可能となり、AUVおよびデータローガー双方からのデータを取得できる。また、AUVと曳航式カメラの両方を使うことでダイオウイカの撮影のチャンスを広げ、その潜在的生物量の観測を進めることが可能となるなど、マッコウクジラの生態解明に向けて前進することが期待される。なお、2組のハイドロフォンアレイとAUVによるマッコウクジラの観測システムに関しては、昨年度の経験を踏まえて、マッコウクジラ追跡ソフトの改良をおこない、ForeとAftのハイドロフォンアレイの軽量化を図り、立方体から三角錐へと形状を変更するとともに、母船の機械ノイズ対策としてもう少し深く下げることにするなど、さまざまな対応と対策をこうじて準備を進めている。



三角錐型ハイドロフォンアレイ 2005年

航海に向けて

本航海に向けて、JAMSTECの協力を得ながら参画研究グループ一同はさまざまな準備を進めてきた。9月4日から毎日お届けする航海日記では、その成果一端をご紹介します。ホームページをご覧になる皆様からご声援いただけるよう研究に取り組んでいきたいと切に願う。

なお、本研究グループは、下記の組織から構成されている。

東京大学生産技術研究所（IIS）浦研究室
東京大学海洋研究所（ORI）天野研究室
早稲田大学理工学部コンピュータ・ネットワーク工学科柳澤研究室
インド工科大学（IIT）デリー校
国立科学博物館
（株）KDDI研究所
国際ケーブル・シップ（株）（KCS）
（有）システム技研
小笠原ホエールウォッチング協会（OWA）

日本放送協会（NHK）
海洋研究開発機構（JAMSTEC）

[元に戻る](#)



[浦研ホームページ](#)

海中ロボットによるマッコウクジラ観測 NT05-15 航海日記 その1

2005.9.4 → 9.17

2005年9月4日（日）出航



JAMSTEC岸壁の「なつしま」 2005年09月04日

今日から、マッコウクジラ観測のための2年目の航海が始める。今年の支援母船は、1500トンクラスの「なつしま」である。

早朝、追浜近くのホテルで天気予報を見るが、台風14号の接近により、4から5mの強風が吹きそうとのこと。出航後の揺れが心配されるが、「なつしま」の接岸するJAMSTECの岸壁近傍は波も静か。朝の7時までは、すべて乗船予定者は乗り込み、各自の荷物の整理をしたり、出航後に予想される揺れにそなえて、ブリッジ奥の作業室のPCなどのテーピングをおこなっている。

データロガーによるマッコウクジラ観測チームの東京大学海洋研究所青木さんが、ロガーの浮力材部分に「迷子表」を書き込んでいる。ロガーがマッコウクジラから離れた際、誰かにみつけてもらうための覚え書きとのこと。なお、今回、マッコウクジラに装着するロガーは2種類あり、ひとつは、遊泳速度、深度、水温を測るもの、もうひとつは加速度を測るためのものである。それぞれ、吸盤とロガー部、浮力材と電源部、アンテナから成り、アンテナ部を除く全体の長さは200mm程度である。泳速度等を測るものは、ロガー部分がぐると廻るようになっており、加速度を測るためのものは、ロガー部分が固定されている。

JAMSTEC岸壁の「なつしま」
2005年09月04日

8時、静かに船は出港する。8時10分、ブリッジ右手に海上自衛隊の輸送艦（423番）が見える。これは、他の護衛艦に食料などを運ぶための船舶である。当初輸送艦は「なつしま」の後をついていく考えのようだったが、本船の船足は10ノット程度と遅く、輸送艦は本船を追い抜いた。

少し早めだが、浦賀水道を出る前の波の穏やかなうち、8時30分からチョッサー（一等航海士）と電子長による非常時の避難場所や船内の日常生活に関する船内レクチャ。

食事は、朝食が7時30分から8時30分まで、お昼が12時から13時まで、夜は17時から19時まで。本船は小さく、昨年乗船した「かきれい」のように女性専用のトイレやお風呂はない。このため個室トイレを女性専用にしてもらい、お風呂は時間を決めて使用することになった。続いて、10時から第2ラボで研究者の打ち合わせ。今日は初日のため、自己紹介など簡単なものとする。10時30分頃から、徐々に揺れがでてきたため、ハイドロフォンアレイやAE2000 2台をしっかりと固縛する作業をおこなう。

夕方16時40分から、乗員一同でブリッジにある金比羅様に航海の安全と研究の成功を祈ってお参り、首席研究者が簡単な演説をおこなった。本船はちょうど、34°04.00N、140°24.00Eにあり、台風を避けてかなり東に迂回したルートを取っている。小笠原への到着は予定より1日遅れの7日朝になる模様。

マッコウジラ装着用データロガー
2005年09月04日



とわだ型補給艦 423「ときわ」
2005年09月04日



強風にそなえてハイドロフォンアレイを固縛する
2005年09月04日



「なつしま」の金比羅宮
2005年09月04日



金比羅参りで挨拶する首席研究者
2005年09月04日



迂回経路
2005年09月04日

[元に戻る](#)

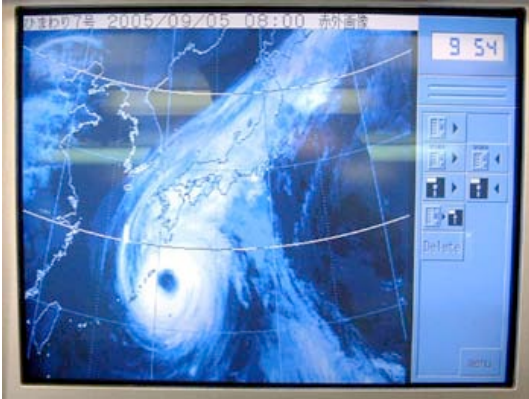


[浦研ホームページ](#)

海中ロボットによるマッコウクジラ観測 NT05-15 航海日記 その2

2005.9.4 → 9.17

2005年9月5日（月） 回航



台風14号 2005年09月05日



8度の揺れに傾くブリッジ 2005年09月05日

朝7時30分、朝食、ワッチの時に種類は分からないが、クジラを目撃したとき。食後、8時15分頃にブリッジで本船の現在位置を確認する。32°20.4725' N、142°39.6947' Eである。依然として大型の台風14号が九州方面にあるため、本船は南東へと向かっている。ほぼ正面から3mぐらいのうねりを受け、船はときおり10度ぐらい左右に揺れる。台風が来ているのだからかなりの揺れを覚悟していたが、思っていたほどではない。

昼食後1時から、会議室で船側との打ち合わせ。主な内容は、

- 本船の小笠原到着は、台風の影響により予定より1日遅れて7日早朝となる
- 今年の観測チームは、AUVチーム（浦）、データロガーチーム（天野）、ハイビジョンカメラによるマッコウクジラの餌であるダイオウイカの撮影チーム（窪寺）からなる
- 天野チームの2名は7日朝8時に通行艇で離船し父島に向かい、父島からは代わりに小笠原ホエールオッチング協会の森さんが乗船してくる
- 天野チームは父島に滞在、漁船をチャーターし、別行動となるが、マッコウクジラの初探時には本船と別の場所を探し、お互いに船舶電話、無線、携帯電話などで連絡を取りあい、タグの付いたクジラのAUVによる追跡や本船に取り付けた方向探知器によるクジラから離脱したタグの発見などをおこなう
- 窪寺チームのハイビジョンカメラには一緒にコンパクトCTDを付けてウインチで降ろす
- 7日の午前中は湾内にて、AUVの浮力試験、音響通信リンク状態試験（AUVの運航チームKCS担当）、AUVに搭載しているトランスポンダの試験、ハイドロフォンアレイの作動試験をおこなう
- 7日の朝までに、海況の良い時を見計らって、ハイドロフォンアレイの配線、およびForeのハイドロフォンを船首に持って行く作業をおこなう（チョッサーと相談）
- MNBSによる観測範囲は、昨年の実績をふまえて浦から電子長へと報告するなどである。

打ち合わせは約1時間で終了したが、AUVの着揚収の具体的な方法などについては、KCSと船側

とが検討する。

その後、チョッサーから、本航海中はダイバー準備室のお風呂を女性専用とする旨、伝えられる。

夕食後、ふたたびブリッジへ。本船は、14時30分に予定していた143°25.00 Eに達した。海況が良さそうなのでその後は真南に向かっている。17時の時点では、31°30.5000' N、143°25.2000' E。8月の中旬にr2D4を潜航させた明神礁より南にようやくやってきた。台風を避けて東によっているので、小笠原海溝の東に位置することになる。うねりは大分収まってきたが、船酔いで気分の優れない者がまだ何名かいる。

明日もまた回航の旅が続く。

[元に戻る](#)

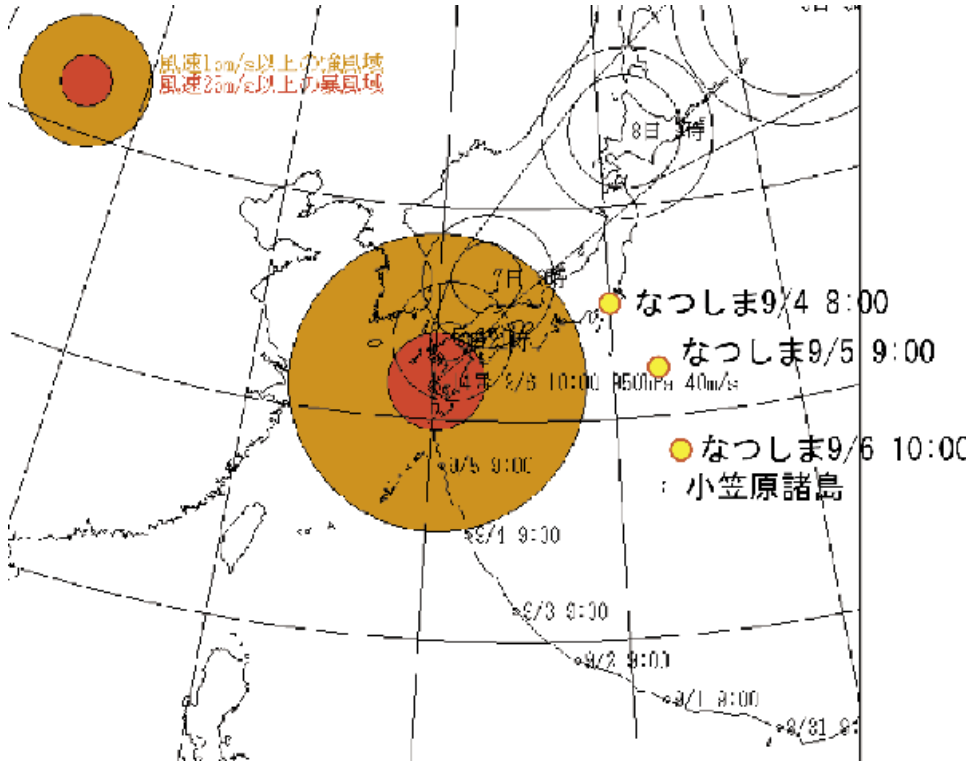


[浦研ホームページ](#)

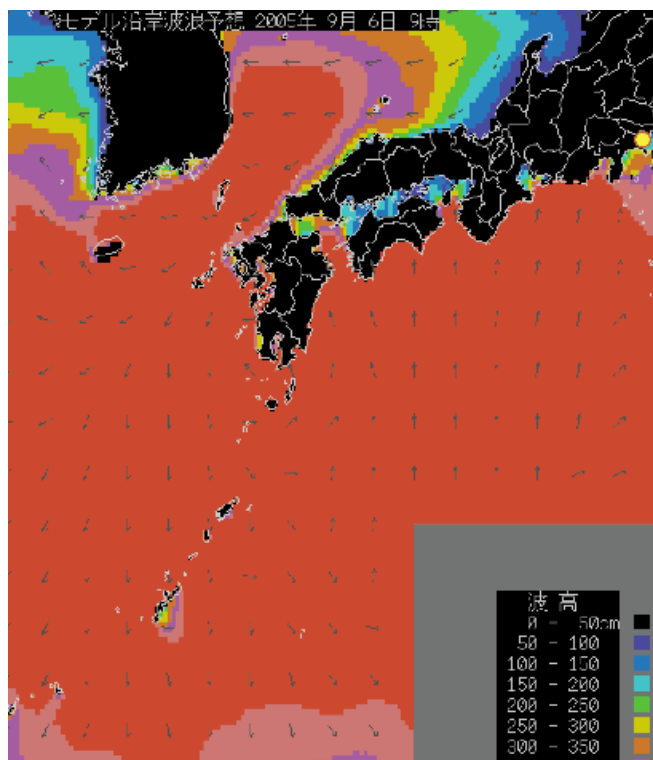
海中ロボットによるマッコウクジラ観測 NT05-15 航海日記 その3

2005.9.4 → 9.17

2005年9月6日 (火) 快晴



台風14号と「なつしま」の位置
(図は国際気象海洋株式会社のWebページから引用しました)
2005年09月06日



なつしま9/4 8:00

● なつしま9/5 9:00

● なつしま9/6 10:00

小笠原諸島



波浪図

(図は国際気象海洋株式会社のWebページから引用しました)

2005年09月06日

快晴。台風は北上し、船は南下したので、九州の大荒れの天気とはうらはらに、昨日までのうねりも収まり、さわやかな朝。本船は7時30分に28°45'.Nに達し、そこからは父島に向けて南西に進路を取っている。天野さんの話によると、この海域はかなり深いため、まだマッコウクジラは棲息しておらず、ここからももう少し南西に進んだ父島北東の1000m級の海域が小笠原のマッコウクジラの棲息の北限ではないかとのこと。

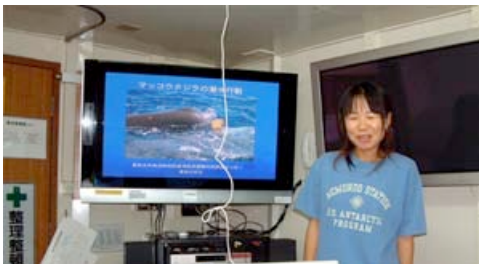
昨年、マッコウクジラが泳ぎまわっているとされる父島の西側と東側の水深1000m等高線にかけての海底面の形状の精緻な観測を、マルチナロービームソナー(MNBS)によっておこなったが、マッコウクジラ棲息の北限とされる海域ではおこなっていない。このため、今夕は、父島の北東に向かい、ここでMNBSをおこなう。なお、ハイドロフォンアレイの配線、およびForeのハイドロフォンを船首に持って行く作業については、チョッサーと相談の結果、明日の朝、二見港内にておこなうことになった。

09時25分、ブリッジの右前を飛び魚が走る。

10時30分から、第2ラボでAUVチームの浦教授によるやさしい船・海の知識に関するレクチャ。実は、昨年度も同様の講義をおこなったが、出港後の浦賀水道を出たあたり、台風の余波の残る荒れた海況下であったため、参加者の大半が気分が悪くなり、早々に終えた経緯がある。今回は、他にもタグチームと森さんによるマッコウクジラに関するレクチャ、イカチームによるマッコウクジラの餌であるイカに関するレクチャを予定しているが、なるべく海況の良い時を見計らっておこなう予定。

浦レクチャでは、船や地図そして気象・海象に関する簡単な説明があったが、船の図を描くときは舳先を右に向けて描くが、飛行機は左、ではAUVのようなロボットはどうかという話などが。造船所が作成するAUVの設計図は造船的センスに則り、右向きとしているようだが、飛行機と同様に3次元移動を可能なものと考えた場合には、左向きが良いのではないかというものだが、さて如何だろうか。

小笠原諸島に近づいたので、昨日は見るができなかったBS放送がなんとか見られるようになる。ニュースでは、九州地方の大雨と洪水をReportしている。



マッコウクジラに関する最近の研究成果を話す青木かがりさん
2005年09月06日



マッコウクジラの摂餌行動について持論を述べる天野さん
2005年09月06日

昼食後、14時30分から第2ラボで天野チームによるレクチャ。まずは、青木さんによるマッコウクジラの潜水行動について、データロガーによる調査方法とこれまでに分かったことのお話。調査範囲は熊野沖と小笠原海域だが、富士山にまで登って発見したというロガーの記録によれば、熊野灘と小笠原海域とでは潜水パターンが異なり、熊野灘では、昼も夜も潜水パターンに変化は見られないが、500~600m程度への潜航と1,300m深度への潜航という2つのパターンが見られる。小笠原海域では、昼は深く夜は浅い所に潜水している。ロガーの水温計の温度変化と潜水パターンの変化を検討しているが、熊野灘では100m程度の浅海域と海底面近くに温度躍層が見られる。小笠原では、昼間は温度躍層の下へと潜水し、夜間は温度躍層のあたり(400から500m)に潜水している。いずれも700~900m深度近傍への潜水は見られない。今後は、餌生物の分布とマッコウクジラの潜水行動の関係を明らかにしたい、とのこと。

次に、天野さんによる「マッコウクジラは採餌に視覚を使っているか」というお話。従来、マッコウクジラは補食にエコロケーションを用いているというのが有力だが、近年、餌となるイカが音響的に反射しにくい性質のため、メインにはエコロケーションを用いているとしても視覚も利用しているのではないかという仮説が発表されている。そのひとつが餌となる生物の上方に映る影を利用している、もうひとつは刺激発光生物の光を利用しているという説だが、データロガーによって得られたマッコウクジラの上下の向きの変化が昼夜において変わらないことから、いささか無理があるのではないか、という。ちなみに近年の音響研究によれば、イカの姿を捕らえることが可能な漁探も開発されつつあるようで、マッコウクジラのエコロケーション能力がどれほどのものか、まだ未知であるだけに興味深い。



明日からの実験に備えてハイビジョンカメラのフレームを組み立てる窪寺チーム
2005年09月06日

続いて、窪寺さんによる「東北沖でマッコウクジラに食べられていた頭足類2000年～2003年」と題するマッコウクジラの餌のお話。調査捕鯨により東北沖で昼間に捕獲されたマッコウクジラの4つの胃の中から出てきたイカ（頭足類）の種類とその分類により海域によって餌としているイカに異なりがあることが分かってきたという。マッコウクジラはほとんどイカしか食べていないが、その種類は様々であり、発光器をもつものが多いが、中にはダイオウイカのように発光器を持たないものも食べている。しかし、発光器をクリーク音などなんらかの手段によって刺激して捕食活動をおこなっている可能性もあるとのこと。

それぞれの専門の視点から述べた話であるため大変興味深く、これに対してどのような工学的アプローチが可能か、考える刺激にもなった。

引き続き、明日からの研究打ち合わせ。

1. 今日中にクジラ用電池の充電および確認をおこなう
2. 新しいクジラ追跡ソフトはいつでもインストールできるように準備しておく
3. 明日の朝8時、天野さん、青木さん下船
4. 明日の朝8時30分頃、入れ替わりに森さん乗船
5. 下船、乗船の間にハイドロフォンアレイのためにケーブル配線およびForeのアレイを船首に持って行く作業をおこなう（指揮：高橋さん）
6. AE2000のトランスポンダを降ろす（担当：岡田さん）
7. AE2000を降ろし、Aフレームに吊ったまま浮力調整試験
8. AE2000を揚げて、重りを付ける
9. AE2000を降ろして音響通信テスト、この時にハイドロフォンアレイも降ろして、ノイズ試験もおこない、船のスラストを止めてクラッチ脱の状態でのノイズも調べる。
10. テストは3時間程度かかると思われるが、テストが終わったら、クジラを探しに行き、14時までは探し回るが、これを過ぎるとロボット展開は苦しいので、次は窪寺チームによるその海域近傍の1200m水深のところに本船を移動させ、そこでハイビジョンカメラ（およびCTD）を降ろして、撮影をおこなう。窪寺チームは原則的には、AUVによる試験を終えた海域で16時以降撮影をおこなうが、父島の南東部で降ろすことを一度おこないたい

11. 天野チームは、父島に上陸した後に、ミーティングと準備作業をおこない、翌8日の朝8時から漁船で出発、本船側は朝の5時から目視によるマッコウクジラの発見をおこなう。
12. 今夜9時から決起集会と天野チームとお別れ会

以上である。

5時の夕食後、AUV運航チームや窪寺チームはそれぞれ明日の準備に余念がない。聳島列島の島々が見えるデッキのAフレームの間に日が落ちていく。すでにMNBSをかける海域に近づいているのだ。



聳島が見えてきた
2005年09月06日



聳島列島に日が沈む
2005年09月06日

[元に戻る](#)



浦研ホームページ

海中ロボットによるマッコウクジラ観測 NT05-15 航海日記 その4

2005.9.4 → 9.17

2005年9月7日（水） 二見湾、そして



父島での別行動のため離船する天野チーム
2005年09月07日



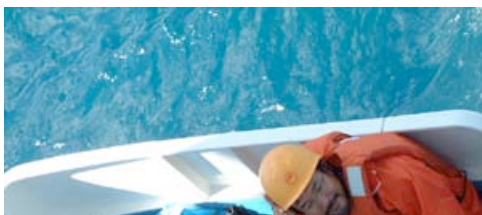
父島からは森さんがやってくる
2005年09月07日

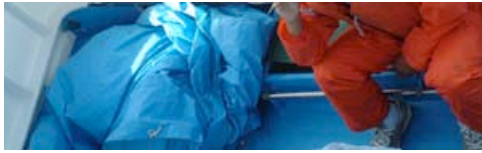
朝7時15分、ブリッジ正面に烏帽子岩が見える。空は青く、海は穏やか。本船は、昨夕16時30分にMNBSをかける海域に到着し、XBTを投入。18時21分からMNBSを開始、早朝3時に、 $27^{\circ}26.0950' N$ 、 $142^{\circ}26.4981' E$ の地点にて終了している。

8時に予定している通行艇の準備が始まる。7時50分頃、通行艇に乗り込むために天野チームが防水着などを着て待機、右舷側から8時に出発。

天野さん、青木さん、いってらっしゃい。通行艇を見送った後、デッキでは、チョッサー、甲板長（ボースン）、操機長（ナンバン）、甲板部員と日海事の岡田さんがラジオ体操を始めている。体操の音楽が耳に心地よい。

8時15分から、Foreのハイドロフォンアレイとケーブルを船首に運び配線する作業を開始。まもなく小笠原ホエールオッチング協会の森さんが、天野チームと入れ替えに帰りの通行艇で到着。森さん、こんにちは、今年もまた会えました。遠くに見える二見港の棧橋には母島丸が停泊している。本船は、約1時間程度かけて波のおだやかな父島の東側へと向かい、AE2000の浮力テストなどをおこなう。その間、Aftのハイドロフォンアレイとケーブルを上部デッキにあるダビットの所へ持ち上げて配線する作業を進める。





森さん、こんにちは
2005年09月07日



二見港に停泊する母島丸
2005年09月07日

ブリッジで森さんから小笠原のマッコウクジラ情報を仕入れる。昨日は目撃情報がないが、一昨日と一昨日は2日とも父島の南東の海域にいたとのこと。さて、今日はどこに出没するのだろうか。9時10分、母島に向かうダイビング船が本船の左手9時の方向に見える。本船が珍しいのか、かなり接近してくる。

9時30分、Foreのハイドロフォンアレイの調子が良くない。このため、ハイドロフォンの空中テストをおこなう。Aftは4chとも問題ないが、Foreの1chと4chがまったく受からない。オペレーションルーム側でコネクタや配線を調べるが、上手くいかない。電圧に特に異常は見られない。

9時55分、東の海域に到着。27°04.4427' N、142°16.2171' E。まず、ロボットの浮力調整をおこなうが、この際、クジラソフトも同時に作動させる。この間、別途にForeのハイドロフォンアレイの調節も続けている。

10時05分、AE2000に搭載する新しいトランスポンダ（トラポン）を右舷側から投入、10時06分、着水し投入完了、本船のSSBLで受かっていることを確認、10時09分、揚収してAE2000にセットする。

10時15分、クジラソフトをONにしてAE2000のふたをしめる、10時17分、AE2000のクジラクリック音発見用ハイドロフォン4個の動作試験をおこない、4個とも受かっていることを確認。10時20分、AE2000は吊り上げ中、144ボルト、0.74A?0.86A、0.4AH等のデータが出ている。10時25分、着水。重りを2.5kg加えて浮力テスト終え、10時27分にロボットを揚げる。次は、AE2000に搭載した先ほどのトラポンと本船のSSBLの送受信確認テスト（これにより母船からロボットの位置を知ることができる）とロボットの音響通信テストをおこなう。このため、音響通信用トランスジューサ（予備も含めて2本）を右舷側から投入（約10m水深）、AE2000も着水させる。10時36分、ロボット吊り下げ開始。10時40分、着水。ただし、前上がり気味のため、10時45分に重りを一個前方につけてやり直しをするため、一度揚げる。10時47分、再び着水。本船のSSBLは受かっており、無線LANも適宜受かっている。11時03分、AUVとクジラソフトの電源をOFFにして、トランスジューサも揚げる。

残るはハイドロフォンアレイの調整のみだが、ケーブルに異常があることが分かったため、さっそく修理に取りかかる。本船はその間にマッコウクジラを求めて北東の海域（27°.00N、142°20.E）に向かうことになった。手の空いた者は皆、ブリッジで双眼鏡を持つ。

11時55分、現場の海域に到着するが、マッコウクジラは見あたらない。このため、今日はここから26°54.N、142°14 .Eへと南下して（父島と母島間の海域）、800m深度の海底の平らかな地形のところで試験も兼ねてAE2000を投入、撮影などをおこなうことにする。



ハイドロフォンアレイのセッティング
2005年09月07日



AE2000を引き出す
2005年09月07日



AE2000に新しいトランスポ
2005年09月07日

13時、26°54.0726' N、142°14.1328' Eに到着する。残念ながら、これまでのところマッコウクジラの見撃情報は無い。ここでロボットを降ろし、クジラソフトもONにして耳澄ましモードをおこなう、また、ロボットに搭載するスチルカメラで撮影もおこなう。

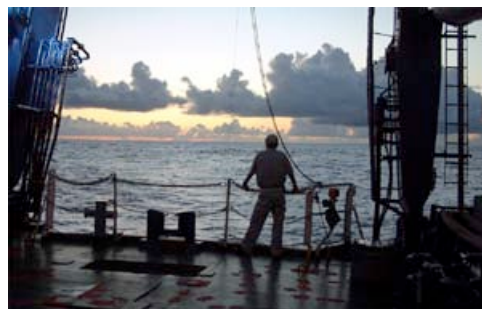
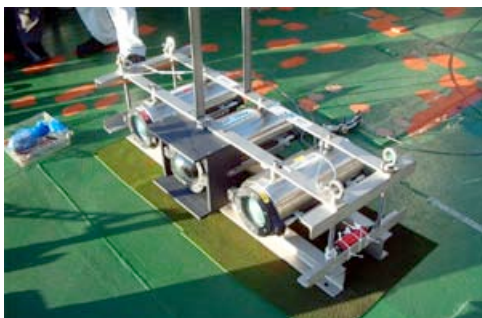
AE2000、今回の初潜りである。13時05分、クジラソフトの電源ON、AE2000のふたをしめる。13時07分、AWE2000の1000m深度設定のスイッチを入れる。13時10分、右舷側にトランスジューサ投入（2本）。13時17分、吊り上げ開始。13時19分、着水、潜水スタート。13時24分、本船のSSBLでロボットのトラポンが受かった。13時26分、100m深度設定に、本船との距離は約300m。13時40分、200m深度に来る。

13時44分、ここで船内に「さめ対策」のアナウンスが流れる。ロボットの揚収にはスイマー作業が必要だが、ロボットを運航中に生活排水が本船から海に流れ出るとその臭いにさめが寄ってくるおそれがあるため、スイマー作業が終わるまでは生活排水を流さないようにという注意のアナウンスである。海洋での人による作業の危険さを今更ながら思い知らされた一瞬であった。

13時45分、AE2000のスラスト電源が落ちたため、再度スラストの電源を入れるが、このためロボットは一時上昇傾向になる。13時49分、電源系統にアラームが出たので、一度、スラストを止めてロボットを浮上させて、無線LANでデータを吸い上げてチェックをおこなうことにする。13時52分、100m深度まで上昇。13時56分、船長曰く、SSBLのデータからロボットはブリッジから230°の方向、300m先に浮上してくる、と。そして14時ちょうど、230°の方向、300m先の陽光きらめく中にロボットが浮上。ただし、見つけることが出来たのは船長のみ。われわれの目は、半分の距離に近づくまでロボットを見分ける事ができない。

本船の向きを無線LANが受かりやすいような位置に持って行き、ロボット運航チームがLAN通信でロボットのデータを調べる。リセットのかかった原因は分からないが、おそらく音響通信ノイズが原因と思われる。ハードディスクの入っている耐圧容器の温度が45°に上昇していた。バラストはすでに落としていたはずだが、ロボットの様子を見るために、もう一度、潜航させてみる。

浮上した地点は先ほど潜航させた場所とほぼ同じ地点のため、この位置から直接潜航させる。トランスジューサを再投入し、無線LANが受かるのを待つ。14時37分、船の位置が良い所に来て無線LANも受かったため、潜水モードを開始、スラストが廻る。14時38分、SSBLを入れて、14時42分に受かる、20m深度。14時49分、100m深度。14時59分、201.5m深度。15時08分、302.6m深度。撮影はすでに開始していたが、300m深度を超えたところでフラッシュをつけた。今日は無理をせず、400m深度までの潜航として、400mに達したら水平方向に移動させて、最後にクジラソフトで耳澄ましモードをおこなう。15時21分、400m深度到達、これから水平方向へと移動する。15時24分、耳澄ましモードスタート（10分間の間にスラストを止めたり、動かしたりする）。15時36分、耳澄ましモード終了。ロボットを浮上させる時間だ。遅くとも16時10分頃には浮上するのでスイマーの用意を依頼する。15時37分、浮上開始。15時47分、173.5mまで浮上。15時54分、トランスジューサ揚収。15時55分、本船1時の方向、200m程度のところに浮上。15時56分、SSBLのハイドロフォンアレイを格納。スイマー2名を乗せた作業艇が近づいていく。16時03分、スイマーがロボットに揚収用のフックをかけてAフレームのところまで戻り、16時9分から揚収作業、16時11分にはデッキに収めた。この後、クジラ用ソフトの電池を充電のために抜き取り、ロボット本体を水洗いし、ハードディスクの入った耐圧容器を氷で冷やす。



水中生物撮影用ハイビジョンカメラ
ハイビジョンカメラとライトそしてCTをセットする
2005年09月07日

カメラからの情報を待つ仲間
2005年09月07日

作業艇を揚収した後は、26°56' N、142°17' の海域に向かい、窪寺チームがマッコウクジラの餌となるイカの撮影のためにハイビジョンカメラを投入する。17時に到着。あらかじめセットしていたカメラとライトの入ったフレームを、上甲板のウインチのワイヤーに吊し、Aフレームの滑車から降ろす。その際、一緒にコンパクトCTDもセットした。ハイビジョンカメラは動画で60分まで撮影できる。このため、5分撮影して5分休むということを12回繰り返し、ライトは1?2分間隔でつけたり消したりすることで生物の警戒心を取り除くようにしているとのこと。窪寺チームの撮影は20時を限度としておこなわれる。今日は、19時40分頃から回収作業を開始、折しも降り出した雨の中、19時50分頃に揚収を終えた。揺れの心配もなく、多忙な一日だったため、食事が一日の生活の楽しみとなる。今夕の献立は写真の通り。



楽しい夕食

2005年09月07日

食事も済み、一日のデータ解析なども済んだ21時から今日の反省と明日のためのミーティング。

内容は、

1. 今朝は天野チームが下船して、入れ替わりに小笠原ホエールオッチング協会の森さんが乗船の紹介
2. 午前中のAE2000のテストは無事終了、ハイドロフォンアレイについては、Foreの調子が悪かったので試験ができなかったが、問題点は解決済みなので、明日は、マッコウクジラに遭遇した時点で直接投入する
3. AE2000の電源系統にアラームがなり緊急浮上してきた件については、おそらく音響通信ノイズが原因で、バラストは投下するが、潜ったまま再起動するので継続して潜航できる
4. AE2000と同時に動かしたクジラソフトのダウンロードは済んでいるので、今日中にクジラの音が取れているかどうか、波形はどうか検討する
5. AE2000が撮った映像は、明日中にチェックする
6. SSBLのデータは原点確認を済ませて第2ラボのPCの共有ファイルに入れて貰っているので、これを自分のPCに保管する、また本船の航跡図を毎日貰うこと
7. XBTのデジタルデータは取れている
8. 今日CTをカメラと一緒に投入したが、データが取れていないので、再度使用方法などを確認する
9. 窪寺チームは、投入開始時間が少し遅くなったこと、初めての作業なので投入と揚収に多少時間がかかったことはあるが、あとは順調に800m深度で20分の映像、600m深度で20分の映像が取れた。まだ詳しくは見っていないが1m程度のソデイカが多少映っているようだ。明日以降は、ワイヤーが細いため、投揚収の際にどのようにするかを検討する
10. 明日は5時から、浦、森が中心になりマッコウクジラを探す。初採用のハイドロフォンアレイは6時頃から降ろすが、100m深度にしたため、準備に時間がかかる。早起きしたメンバーは手伝うこと。明日の出発は父島の西側、27°10.N、142°00.Eの海域である。
11. 今日はこれから各自、明日のために準備をおこなうこと
12. デッキ上での安全対策に十分に注意すること

以上で21時30分に打ち合わせは終わる。すでに南東の海域でのMNBSが始まっており、本船はときおり急に傾く。

明日の海にマッコウクジラとの出会いを期待したい。

[元に戻る](#)



海中ロボットによるマッコウクジラ観測 NT05-15 航海日記 その5

2005.9.4 → 9.17

2005年9月8日（木）鳴かないマッコウクジラ



マッコウクジラはいないかとハイドロフォンの音を聞く
2005年09月08日

6時35分、ブリッジ正面に母島、右にわずかに北硫黄島が見える。今日も快晴、海はなぎである。今朝は5時からマッコウクジラを探しながら、 $27^{\circ}10.N$ 、 $142^{\circ}00.E$ の西側から真っ直ぐに南下している。最初の目的地は $27^{\circ}55.N$ 。だが、見えるのはBlowではなく、水鳥のしぶきや飛び魚。

7時に船を止めて、水中ハイドロフォンでマッコウクジラのクリック音を聞く。 $26^{\circ}59.2751' N$ 。今朝はこれで3回目。今年は雑音を避けるために100mまでケーブルを長くしたが、50m深度でも問題なさそうなので3回目から50m深度にする。7時1分、ハイドロフォンを右舷側から投入、7時4分、雑音を避けるために本船のエンジンをモード3、クラッチ脱にする。7時5分、クリックが聞こえないため、ハイドロフォンを引き揚げる。モード3にしてもらったのは、潮や風の流れてハイドロフォンが本船の真下に入り込み、船のノイズを拾ってしまうから。

朝食をはさんで7時43分、 $26^{\circ}55.7503N$ でハイドロフォンを右舷側から投入。7時46分、虚しく引き揚げ。目的地手前だが、島の東南 ($26^{\circ}50' N$ 、 $142^{\circ}15' E$) へと移動する。途中、昨日下船した天野チームと電話で連絡を取る。かれらは漁船「新盛丸」で8時30分に父島を出発する。

8時35分頃、本船の後ろを父島と母島を結ぶ連絡船「母島



明けやらぬ母島、北硫黄島方向へマッコウクジラを求めて南下する
2005年09月08日



丸」が、母島に向かうのが見える。9時15分に南東の端、26°50.0138' N、142°15.0132' Eに到着。エンジンをモード3にして、17分に右舷側からハイドロフォンを入れ26分に揚げる。やはり、クリック音は聞こえない。この無指向性の水中ハイドロフォンがカバーできるのは周囲5kmなので、ぐるりと目をさらにしてBlowを探してもだめだろう。やはり、いつもマッコウジラに出会える島の東の海域(27°00.N、142°20.E)に進もう。

9時44分に天野チームからトランシーバで連絡が入る。

「新盛丸」は本船11時方向(父島側)、約5km先に見える。2?3マイルの所を平行して走りながら北東へ向かうことにしたが、その後10時16分、今度は「新盛丸」が142°22.Eまで沖に出て併走する。

10時24分に26°57.2806' N、142°18.6284' Eで船を止める用意。10時27分、モード3、クラッチ脱。ハイドロフォンを右舷側から降ろし34分に揚げる。2マイル先の「新盛丸」のエンジン音が聞こえて、少しノイズがあるようだ。クリック音は聞こえない。10時54分に天野チームに連絡を取り、27°00.Nの北限からは142°30.Eまで真東へ向かうことを告げる。その海域の水深はおよそ1,000mである。

11時6分、21°2052' Eで船を止める用意。11時8分、モード3、クラッチ脱にして、右舷からハイドロフォンを入れるがクリックは聞こえない。11時13分に揚げて、東へ進む。そろそろ、お昼前になり、一同、なんとなく疲れがみえてきたころ、ただ一人、左の方を探していた電子長が、本船9時の方向にマッコウジラを発見! 準備のため、第一報は船内放送でアナウンスされた。23分頃からブリッジ正面、300m先のところに次々にBlowが見える。森さんによればこの集団は3頭程度のグループらしい。天野チームにもすぐに発見を知らせる。

発見の報を受け、ハイドロフォンアレイを入れるべく準備していたが、ハイドロフォンアレイが入っていると本船が自由に動けずAE2000を入れられないので、AE2000を先に潜航させるよう船長に指摘される。このため、ロボットを入れる準備を始めるが、11時33分頃、クジラが潜ってしまったので、先にハイドロフォンアレイを入れてクリック音を聴くことにする。本船のSSBLのハイドロフォンも降ろして貰う。本船のSSBLのハイドロフォンからは雑音に混じってカチカチと力強いクリック音が聞こえてくる。11時36分にForeのハイドロフォンアレイを投入する。Foreのハイドロフォンは雑音が少なく、明瞭なクリック音が聞こえる。11時45分にはAftのハイドロフォンアレイの準備も整い46分に投入する。Aftは雑音が多い。ForeもAftも約10mの水深に投入しているが、機械ノイズなどのため船尾側のノイズが大きくなるようだ。

水中ではクリック音が絶えない。ハイドロフォンアレイからはクリック音が聞こえ続けていたが、ロボット展開の準備のため、11時57分にAftを揚げ、12時01分にForeも揚げた。



ブリッジでの初探
2005年09月08日



マッコウジラはいないかとハイドロフォンの音を聞く
2005年09月08日



母島丸が母島へと向かう
2005年09月08日



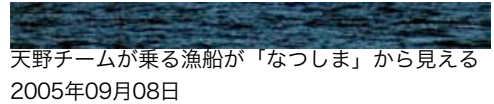
SSBLのハイドロフォンではまだかすかにクリック音が聞こえている。

ロボットの準備が整った12時12分頃、本船3時方向、約3kmのところではBlowがあったとの報。続いて何度もBlowが見える。森さんが、初めのマッコウ出現場所と今Blowしている所から、次にどこに向かうかを推測して、本船で先回りしてAE2000を投入して待ちかまえましょう、と提案。今いる27°01.3305' N、142°23.0888' Eから南東に2マイル進むことにして、「新盛丸」の後をゆっくりと出発。と、12時16分、正面で何度も規則的にBlowしている姿が見える。「新盛丸」がどんどん近づいていき、19分頃にはクジラから10mの所に接近した。本船からは約1kmだろうか。「新盛丸」の向きがくると変わる。首尾は如何に。クジラは24分頃には潜ったらしい。33分、SSBLからの音も聞こえないため、エンジンを高速モードにして、先ほどの待機場所へと急ぐ。天野チームとの通信では、タグはつけられなかったようだ。12時37分、再び正面にBlow、背びれが見える。午前中の退屈がうそのようだ。クジラはどんどん左へ移動するが、43分頃まではまだ水面に姿が見えている。この1頭はグループのはじをいく最後の1頭ではないか、と森さん。

12時44分、ロボットはStand byし、46分にロボットの電源を入れる。47分、本船のエンジンをモード3にして、SSBLのハイドフォンアレイを降ろすが、クリック音は聞こえない。12時49分、今度は本船の後ろ、7時の方向に1頭のマッコウクジラの姿が見える。先ほどと同じ個体だろう。ロボットのクジラソフトのスイッチを12時51分に入れるがソフトが起動しない。もう一度入れ直したら、今度はOK。デッキの床は照り返しで温度が上昇し、ガレーの奥もかなり暑くなっている。クジラソフトの圧力容器の温度は44°C。温度上昇がこのトラブルの原因と思われる。13時1分、ロボットの吊り上げ準備。13時3分、音響通信用トランスジューサを右舷側から投入する。その頃、またブリッジで8時方向、600mの距離にいるとの目撃情報。

13時5分、ロボットは27°58.5777' N、142°25.1334' Eで着水。ロボットが50m深度に達し、巡回モードに入ったらハイドフォンアレイを投入するため、ForeとAftのアレイ投入の準備を始める。13時09分に50m深度に達したため、11分にForeのアレイを投入し、14分にAftのアレイも入れる。しかし、クリック音は聞こえない。

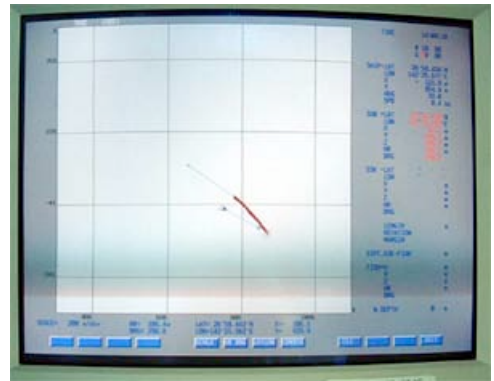
13時16分、本船12時15分の方向、約800mのところではBlow。ただ、このクジラは通常のような規則的なBlowをほとんどせず、自らの航跡のような帯状の波の模様の先を、ほとんど海原を漂うかのように背びれを見せながらゆったりと遊泳する。近寄っていった天野チームからは「様子から見て、マッコウクジラではなく、アカボウクジラではないかとも検討中」という連絡が入る。森さんは、時折見せるBlowやその姿から



天野チームが乗る漁船が「なつしま」から見える
2005年09月08日



天野チーム、マッコウクジラに近づく
2005年09月08日



「なつしま」の航跡とAE2000の浮上位置
2005年09月08日



マッコウに間違いはないという。

13時18分、ロボットは172.7m深度に達する。昨日と同じように400m深度まで旋回モードで潜り、400mに達したらそこに待機させ、クジラソフトによる耳澄ましモードをおこなう予定。ただ、ハイドロフォンアレイからクリック音は聞こえず、海表面のクジラはまだ潜らない。13時21分にBlowして、背びれを見せながらゆっくりと潜っていく。尾びれを揚げるダイブ (Flukes Up) ではないので、深くは潜っておらず、すぐ浮上するのではないかと案の定、13時31分、2時の方向にBlow。「新盛丸」が追いかける姿が見える。だが、33分頃、Flukes Upして姿を消す。午前中のように潜ればすぐにクリック音が聞こえてくるのが普通だが、このマッコウクジラに関しては、ハイドロフォンアレイからはまったくクリック音が聞こえてこない。13時38分、ロボットは400m深度に達する。13時47分、「新盛丸」の先、2時の所にBlowがあがるが、本船からはずいぶん遠く、2分程度で途絶えてしまった。その後、天野チームから、こちらのハイドロフォンアレイにクリック音が入っているか確認の連絡が入る。天野チームでもクリック音が拾えないらしい。かれらは、この個体の追跡をあきらめて別のグループを求めて行動するとのこと。潜っても鳴かないマッコウクジラとの遭遇である。

13時48分、ロボットのトラボンとの連絡が途絶える。最後に受かったのは、26°58.535' N、142°25.445' E。音響通信には問題がないが、トラボンが受からなければ母船からロボットの位置を把握できないため、非常に危険である。このため、耳澄ましモードはおこなわず、ロボットを浮上させることにする。

13時51分、AE2000揚収およびハイドロフォンアレイを揚げる準備を始める。13時59分にロボットは200m深度へ、14時6分には50mへと上昇してくる。この間、一度だけトラボンが受かり、おおよそのロボット位置を把握できた。14時7分、ロボットは本船9時30分の方向、500から600mのところへ浮上。トランスジューサを引き揚げ、作業艇を準備して、本船をロボットに近づける。14時14分に作業艇はスイマー2名を乗せて着水し、24分にロボット近くに接近、素早く揚収用のフックをかけてAフレームのところまで戻り、36分から揚収作業、14時36分にデッキに収めた。クジラソフトやトラボンの点検やデータ解析をおこなう必要がある。

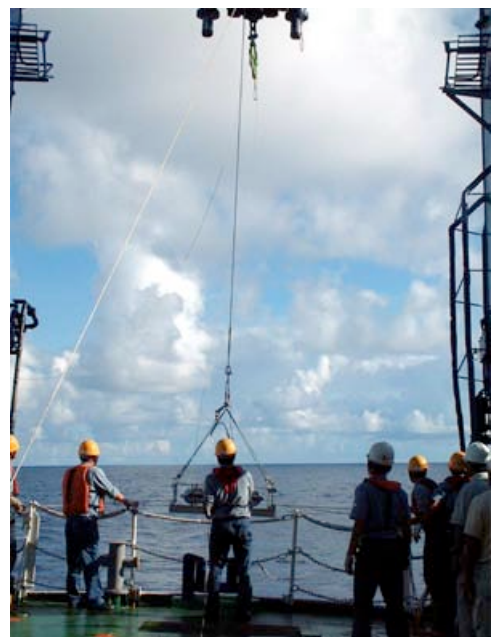
ロボット揚収後は、窪寺チームによるカメラ撮影が始まる。これから向かうのは、午前中にマッコウクジラが出現した海域 (27°00' N、142°23.E) の水深1,300m程度のところである。海域への到着は15時20分過ぎ、カメラ投入の作業は、15時34分頃から始まる。CTの調子が悪く、今日はCTをセットしていない。15時40分に吊り上げて、44分に着水した。これから、約2時間、1,000m深度でハイビジョンカメラによる撮影をおこなう。



ロボット潜航後の解析
2005年09月08日



故障した部品を修理する
2005年09月08日



ハイビジョンカメラの吊り降ろし
2005年09月08日

夕食後、20時から今日の反省と明日のための打ち合わせ。
簡単な内容は、

1. マッコウクジラに遭遇した場合、まずハイドロフォンアレイを投入することになっていたが、AE2000を降ろすためには、ハイドロフォンアレイを揚げておく必要がある、今後は、マッコウクジラが接近した状況で出現した場合には、まずロボットを降ろすことにする
2. 天野チームとの連携プレーで、マッコウクジラを見つけた場合、本船が先に到着しても「けちらす」ことはなさそうなので、もう少し前に出ても良いだろう、明日以降の作戦は、天野チームは離れたところから出発するのではなく、3~5マイルのトランシーバの通じる範囲で併走して走るようにする
3. AUVは、400m深度に達した時点で待ち受け、耳澄ましをおこなう予定だったが、トラポンの出力が弱くなり、位置が把握できないため浮上させた、その後の調べでトラポンのトランスが漏電していたことが分かり修理した、明日の朝7時にトラポンの試験をおこなう
4. クジラソフトはたぶん温度上昇が原因、デッキの温度が高いため、前もって冷やしておくなどの対策を取る
5. 窪寺チームは、今日は5分撮影して5分休むというタイマー設定ができて、視野も広げることができた、ただ、今日の撮影分についてはめばしいものはないようだ
6. 各自担当の簡単なデータ解析報告、中野：昨日のロボットの耳澄ましモードの解析と今日午前中のハイドロフォンアレイのデータの解析の進捗状況報告、広津：今日午後のロボット投入直後に取得したクリック音の解析、西澤：気象図、GPSデータ、船の航跡（6日7時~7日7時）、井上：2カ所で取ったXBTデータについてである。

明日も西の海域から朝の5時に出発する。今日のヒットをホームランへとつなげたい。



第島から朝日が昇る
2005年09月08日

[元に戻る](#)



浦研ホームページ

海中ロボットによるマッコウクジラ観測 NT05-15 航海日記 その6

2005.9.4 → 9.17

2005年9月9日（金）再び南東の海で



それいけ天野チーム

2005年09月08日

本船は、夜間に西南の海域で再びMNBSをかけて01時29分に終了した後で北上し、今朝5時、父島の西側、 $27^{\circ}10'.N$ 、 $142^{\circ}00'.E$ の海域かマッコウクジラを探して南下するコースを辿る。今日も快晴、なぎ。洋上の雲からスコールが降り、そこに朝日が当たって短い虹が海面から出ている。6時20分に昨日修理したトラポンの作動試験をおこなう。6時55分、今日3回目のハイドロフォンを風向きなど考慮し左舷側から降ろし、58分に揚収。7時30分にちょうど南の端 ($26^{\circ}55.5651' N$) まで来た。ここからは南東に向かう。左手に見える父島から母島丸が出港した。母島丸の運航はイレギュラーではあるが、毎朝7時30分に父島を出港し母島へ向かい、その日の夕刻に再び父島に戻るそうだ。片道2時間の旅。

朝食時に、船長が当分台風の心配はなさそうだという。本航海中存分に働けという天の思し召しであろう。8時過ぎ、ブリッジでもラジオ体操第一が始まり、その場にいる者はおもわず皆参加してしまう。甲板同様にブリッジでも毎朝ラジオ体操をおこなっているのだ。

8時23分頃、天野チームから連絡が入る。「新盛丸」は先ほど出港したところ、二見港から兄島瀬戸を通過して父島の東側に出て、東の1,000m等高線に沿って進むとのこと。適宜、携帯電話、トランシーバや船内電話で連絡をとりあう。



第島瀬戸から太陽が昇る

2005年09月09日



9時4分、南東の端 (27°00.N、142°22.E) に到着、エンジンをモード3にしてクラッチ脱。9時5分にハイドロフォンを左舷から降ろす。東の海は西に比べて少しだけ風がある。9時7分、クリック音が聞こえないため揚収。そして9時9分、昨日のように27°00.N、142°22.Eへと北上を開始、30分おきに水中ハイドロフォンを降ろして音を聞くことにする。

9時43分、エンジンをストップ、モード3、クラッチ脱にして、ハイドロフォンを投入準備し、45分に左舷側から投入、クリックが聞こえないので引き揚げて48分に出発。57分、「新盛丸」から船舶電話が入る。天野チームは東の目的地まで来たがマッコウクジラがいないので南下する。

10時16分、電子長が本船1時方向、約4マイル先にBlowを発見！今日も第一発見者は電子長である。21分には肉眼でも見える距離に迫ってくる。Blowは3カ所からあがっているの、少なくとも3頭から成るグループである。ここは、昨日ハイビジョンカメラを降ろした近くでもある。まずAE2000を潜水させて、それからハイドロフォンを降ろす段取りを進める。10時24分、本船から700mあたりを定期的にBlowしながら、背びれをみせて泳いでいる。本船の位置は27°00.0425' 142°20.3573 'E。群れは、10時26分には本船1時30分方向にあり、東へ東へと移動していく。船のスピードが十分に落ちたら、SSBLのハイドロフォンを降ろす。10時28分、エンジンをモード3にする。10時33分、5頭一緒に団子状になって泳ぐ姿が本船2時の方向に見える。10時34分、ロボットは準備が整う。

SSBLのハイドロフォンで音を聞くが、耳にあてたヘッドフォンからはクリック音などは聞き取れない。10時38分、群れの1頭がFlukes Upする。連絡を受けた「新盛丸」が近くにやってくる。

10時41分にロボットは着水。まだ4頭は本船3時の方向の海上にいて、南の方に向かっていている。43分、ロボットが潜水開始。50m深度に達して旋回モードに入ったらハイドロフォンアレイを投入する。10時46分、3時の方向にBlow、「新盛丸」が懸命に追う。ロボットが50m深度に達したので、10時51分にForeのハイドロフォンアレイを投入し、59分にAftを投入する。海表面のマッコウクジラは10時50分頃までにすべて潜ったようだが、ハイドロフォンアレイからのクリック音は少なくとも耳では聞き取れない。「新盛丸」のエンジンノイズが大きいので、連絡してエンジンを切って貰うように頼んだら、しばらくすると静かになった。ForeとAftのハイドロフォンの距離を取るためのピングを入れて、録音を手早く済ませる。11時1分、ロボットとの音響通信が安定しているので、本船のSSBLとトラボンの送信間隔を20秒に一回に設定を変更してもらう。

ハイドロフォンアレイからはクリック音がきこえないようなので、いったん揚げて、本船を南へ移動させようとしていた矢



海から昇る虹
2005年09月09日



さあ、みんなでラジオ体操だ
2005年09月09日

先にロボットとの通信が途絶えた。SSBLとトラポンの送信間隔をもとの5秒に戻して貰い、しばらく様子を見たが、10分間通信が途絶えたので、ロボットは緊急浮上体勢に入った。AE2000は、母船との音響通信が10分以上途絶えた場合には、自分で浮上してくるようになっている。

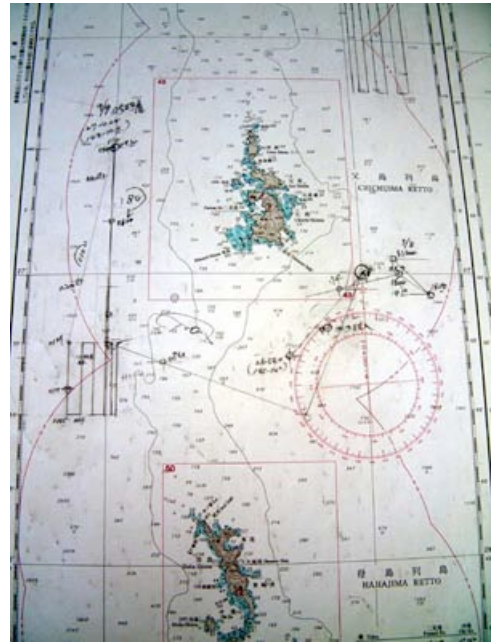
昨日はトラポン、今日は通信異常と思わぬ事態が発生するが、これが現場というものだろう。思わぬ困難が生じた場合には、出来る限りの最善を尽くすしかない。ロボットはひとまず揚収し、通信途絶の原因を究明することにして、本船はマッコウクジラの浮上しそうなところへ移動し、そこでハイドロフォンアレイを展開することにする。11時11分、Foreのアレイを揚収、13分、Aftのアレイも揚収完了。ロボットは11時12分に本船の6時方向、500m先に浮上したので、船を回頭して近くに寄せる。11時20分、スイマーが作業艇に乗り込み、31分にロボットに揚収用のフックをかけてAフレームのところまで戻り、11時42分にデッキに収めた。AUV運航チームが駆け寄る。

その間、11時29分に本船3時方向にBlowがあがる、数頭はいるだろう。「新盛丸」も近くにいる。しばらくBlowは続いていたが、11時45分に潜ったようだ。天野チームからの情報では、子連れのグループで、大人だけが潜り、子供はまだあまり潜れないのか、なかなか潜らず一人残されているようだ。

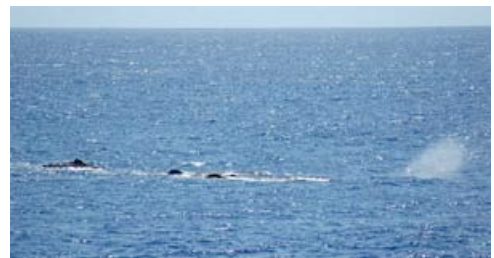
11時50分、3マイル先の先ほどの群れのいたところへと出発する。12時11分、本船の3時方向で1頭がFlukes Upダイブ。2時方向にはBlowと一緒に2つあがり、さらに近くでBlow。「新盛丸」は本船11時のところにあり、しばらく留まっているように見えたが、「12時15分に装着に成功した」と連絡が入る！「新盛丸」のそばにもマッコウクジラがいたのだ。連絡直後にBlowがあがる。2時方向のマッコウクジラもまだBlowしており、本船からの距離も1,000m程度だが、タグをつけたマッコウクジラを追いかけよう。

12時19分、タグをつけたマッコウクジラは「新盛丸」の西の方向に向かって潜水したと天野チームから連絡がある。23分、本船のピッチをあげてそちらに向かう。本船の3時から3時30分の方向でさきほどの2~3頭のグループのBlowが確認できる。12時28分、1頭が背びれから潜っていく。31分、本船4時の方向にまたBlow。2頭、いや3頭いることが分かる。

12時34分、エンジン停止。36分、Foreのハイドロフォンアレイを準備して37分に投入。SSBLのハイドロフォンも降ろす。Foreのハイドロフォンアレイを投入したとたんに、大きなクリック音が聞こえてくる。12時41分、Aftのハイドロフォンアレイも投入。クリックの音は大きくなったり、小さくなったりするが、ほぼ規則的にずっと続いている。しかし、この時に12時47分頃から13時9分頃まで断続的に聞こえていたクリークに似た音は、クリークではなく、船のノイズあるいはハイドロフォンアレイの綱が船体とぶつかる音の可能性もある。



小笠原海域の地図と今日の航跡
2005年09月09日



並走するマッコウクジラ
2005年09月09日

クリークに似た音であり、クリック音がかき消されてしまうのでやっかいなノイズである。それでも、13時10分頃までクリック音が良く聞こえていたが、次第に弱まり耳では18分頃から聞き取りにくくなり、28分には聞こえなくなった。13時22分、すでに3頭浮上しており、クリックも消えたので、録音を止めて、ハイドロフォンアレイを揚げて、マッコウクジラの方へ近づき、再度アレイ投入をおこなう。現在地点は26°55.0009' N、142°18.3991E。

13時42分にAftのハイドロフォンアレイ、46分にForeのハイドロフォンアレイを揚げてマッコウクジラの方へ進む。13時53分、本船後ろの5時方向にいる「新盛丸」の脇でBlow。54分には本船正面にBlow。天野チームがタグをつけたのとは別の先ほどの3頭のグループだろう。2頭が確認できる。並んで泳ぐマッコウクジラの上を水鳥が一杯舞っている。本船との距離はもう1kmもない。13時59分、本船にすごく近いところで大きくFlukes Upダイブして1頭が潜るが、もう1頭はまだ残っている。天野チームから連絡のあった子連れのマッコウクジラだろうか、残っているのは、まだあまり潜れない子供のマッコウクジラではないか。

14時3分、Foreのハイドロフォンアレイを投入。オペレーションルームからブリッジまで聞こえるような大きなクリック音が聞こえてくる。14時5分、Aftの投入も済ませる。クリック音は14時19分頃まで聞こえていたが、20分にはほとんど音がしなくなった。海表面に残っていた1頭は、潜ったのか姿が見えなくなった。14時28分、本船の9時から9時30分の方に2頭の姿が見える。さきほどの親子連れが合流したのだろうか。14時31分、SSBLのハイドロフォンを格納し、33分にAftのハイドロフォンアレイを揚収、36分にForeを揚収する。2頭の姿はまだ見えている。44分、1頭がFlukes Upダイブ、そしてもう1頭も潜る。

揚収したハイドロフォンアレイを森さんが点検。ハイドロフォンアレイをダビットに引っかけるためのシャックルとフックがあたって水中でノイズを発している可能性もあるとのこと。チョッサーに相談して明日にでも布を当てるなどの対策をとるのが良いかもしれない。

本船は、さきほど2頭がFlukes Upダイブした所に向かっていている。正面に父島、そして父島タクシーのウォッチング船「ドリーム号」の姿が見える。14時48分、ストップエンジン。父島タクシーの左でBlowが見える。先ほど潜った2頭のうちの1頭が浮上してきたのだろう、おそらく子供。

14時49分に26°56.5453N、142°15.8992' E でForeのハイドロフォンアレイを降ろし、SSBLのハイドロフォンも降ろす。Foreのハイドロフォンアレイからはまだ潜っている1頭のクリック音が聞こえる。14時55分、Aftのハイドロフォンアレイも入れる。父島タクシーの脇の1頭はしばらくBlowしていたが、14時56分頃に潜った。この個体が子供であ



それいけ天野チーム
2005年09月09日



おいら子供？
2005年09月09日



揚収されるAE2000

れば、シャチなど外敵から身を守るためにも、クリック音はだしてないと思われる。でも、母親はかならず子供の近くに浮上してくるので、何らかの方法で連絡を取り合っているのでしょう、と森さん。15時には音が聞こえなくなり、録音を止める。SSBLのハイドロフォンは15時1分に格納、3分にはAftのハイドロフォンアレイを揚げて、6分にForeを揚げる。これにてAUVチームによる今日のマッコウクジラ探索活動は終了するが、天野チームはさらにタグをつけるために海を動き回っている。

2005年09月09日

次は窪寺チームの出番である。27°57.3' N、142°16.8' E に向かい、ハイビジョンカメラを投入する。目的の海域には15時30分に到着。このあたりは深度1, 200mから1,300m。16時2分にカメラの吊り上げ開始、4分に投入、800m深度で40分、600m深度で40分間とめて撮影をおこなう。

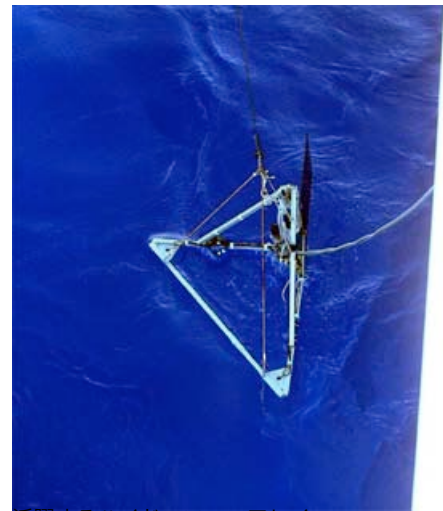
朝の5時から始まったスケジュールが次々に消化されていき、夕食後、一段落ついたところで8時から今日の反省と明日のための打ち合わせを第2ラボでおこなう。

内容は、

1. AE2000の緊急浮上の原因と対策について：今日の10時59分に177.5m深度でセンサー関係がすべて入力不能になった。7日も通常12V程度の電圧が13Vに上昇して緊急浮上したが、今回も電圧が上昇しており、電源が故障した。明日以降は予備のAE2000に電源以外の部品を移し替えることで運航できるように対策を取った。
2. 天野チームから今日は合計で2個のタグをつけることに成功したと報告がある。タグにはラジオビーコンが付いており、2種類の周波数設定をしている。明日の朝には外れている可能性があるので、「なつしま」に設置した方向探知器によりタグを探す作業をロボットの浮上時以外の時に適宜おこなう。森さんも携帯用の方向探知器を預かっているので、随時探す
3. 窪寺チーム：昨日同様の方式で撮影をおこなった。600m深度で40分（撮影モードは20分）取ったうちの5秒程度のなかにソデイカがきれいに映っている
4. 各担当による進捗状況報告：AE2000のDive Log (福島)、ハイドロフォンアレイのデータからのマッコウクジラの方位の検出状況（中野）、気象・海象・航路図（西澤）

以上

明日も今日と同じ西の海を5時に出発する。天気予報では雨との事だが、波と風がなければ観測に問題はない。マッコウクジラを追い求める日々はさらに続く。



活躍するハイドロフォンアレイ
2005年09月09日

[元に戻る](#)

-  [浦研ホームページ](#)
-

海中ロボットによるマッコウクジラ観測 NT05-15 航海日記 その7

2005.9.4 → 9.17

2005年9月10日 (土) 雨のち晴



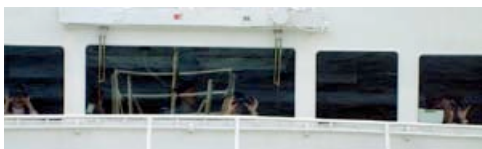
探す人たち
2005年09月10日

今朝は雨かと思っていたが、西の海は晴れている。ただ、前線が張り出してきているので、黒い雲が出ている。波も昨日よりは高い。朝焼けが真っ赤である。本船は夜の2時16分に北東部でのMNBSを終えた後、北上してから西側、 $27^{\circ}10.N$ 、 $142^{\circ}00.E$ の海域に到着、朝の5時から南下を開始、雨に煙っていて、母島はほとんど見えない。5時50分にXBTを投入して水温を計っている。

6時44分、「新盛丸」から、タグは2つとも外れており、今朝、父島の中央山から $220^{\circ}\sim 240^{\circ}$ の方向に流れているのを受信したと連絡が入る。天野チームはタグを目指して早くも6時40分に出港している。本船に搭載した方向探知器（方探）は周波数が合わないの、森さんが天野チームから預かっている携帯用方探でタグの場所を探す。その間、6時55分、左舷側からハイドロフォンを投入する。 $26^{\circ}58.6124' N$ 、 $141^{\circ}59.8498' E$ 。

本船からも2つともタグが受信できた。昨日、南東の海でつけたタグは上げ潮に乗って西へ流れてきたらしい。ひとつは現在の本船位置からさほど遠くない、東に少し寄ったところ。もうひとつは、そこからやや南東に下がる。でも、本船クラスの船では小回りがきかず、ブリッジから人の目で見つけることはほとんど不可能である。ハイドロフォンからのクリック音も聞こえないため、「新盛丸」にタグの方向を知らせた後、7時5分に南に出発。

7時18分、目的地を目指す「新盛丸」の姿が見える。風が強くなってきた、風速10m。いつも正面に見える母島が雲に隠れている。母島は雨だろう。7時30分に西の端 ($26^{\circ}50.N$) に到着、ここから進路を南東に取る。朝食後にはうねりも出てきたようだ。「新盛丸」から、波が高いが電波は取れていると連絡あり。こちら「なつしま」は、ラジオ体操で気分転換して、マッコウ探しの旅を続ける。



探す人たち 1
2005年09月10日



探す人たち 2
2005年09月10日

8時26分頃、行く手に黒い雲がかかり、にわかには雨が降る。でも雨雲を抜けるとすぐに日の光が差し込める。雨のち晴。きっとマッコウクジラもこの先の海にいるのだろう。

9時5分、予定の南端 (26°50.10897N, 142°14.9821' E) に到着。エンジンをモード3に切り替え、クラッチ脱。8分にハイドロフォンを今度は右舷側から降ろす。クリック音は聞こえない。昨日、マッコウクジラは南下していたようだが、ここにはいないので、12分にハイドロフォンを揚げて、本船は北東へと向かう。

水中ハイドロフォンは通常30分に一度入れて、クリック音を聞いている。そろそろハイドロフォンを入れる準備を始めていた矢先、9時43分、本船の11時方向、4~5km先にBlow発見！今日の第一発見者は機関長、ついに電子長を出し抜いた。Blowを発見したので、その方向に船を進めようとも思ったが、まだ一度も水中ハイドロフォンで音を拾っていない。ほんとに拾えるの？という疑問に答えるためにも、音を聞いてみようという訳で、クリック音を聞きに前甲板へ出かけていく。9時48分、右舷側からハイドロフォンを投入して、マイクに聞き入る。ノイズが大きい、そのうしろでカチカチという規則的なクリック音が聞こえる。ブリッジでもBlowを確認。天野チームに連絡を入れる。

さあ、マッコウクジラの方に進もう。9時55分頃にも本船11時の方向、3マイル先にBlowが時々見えている。10時1分、もう肉眼でも見える。4分には少なくとも2頭を確認。11時5分、一頭がFlukes Up ダイブ、11時8分、もう1頭の姿も見えなくなるが、さらに1頭が本船右の9時、800m程度のところでBlowする。本船の廻りに数頭のマッコウクジラがいるようだ。風も落ちた、波も低い、着水日よりだ。ここで止まってロボットを降ろして待ち受けよう。Slow down.

10時8分、本船の正面12時の方向、1,000mのところでBlow。10時9分、クジラソフトの電源ON、10時12分、ロボットの電源を1,000m深度モードでONにする。本船1時の方向、800mでもBlow。本船は群れの南端にいると思われるので、もう少し北に行ってからロボットを入れた方が良いかと検討したが、船の行き足に時間を取られて見失うこともある。今日はこのままここでロボットを展開することにした。天野チームからは「タグは2つとも回収した」と吉報が届く。



出動するAE2000
2005年09月10日

10時15分、26°57.4248' N, 142°17.7487' E、深度1,300mの海域でStop Engine、16分、音響通信用トランスジューサを入れる。17分、エンジンをモード3、クラッチ脱。18分にロボットを吊り上げ用意し、20分に着水。トラポンも受かっており、AE2000は順調に深度をさげていき、24分に50m深度に達し、旋回モードに入る。今度はハイドロフォンアレイの出番。10時26分にAftのハイドロフォンアレイを投入し、31分にForeのハイドロフォンアレイを投入した。しかし、人間の耳にはクリック音は聞こえない。

海表面のマッコウクジラについては、10時17分頃に本船11時の方向、800mのところでBlowが2つ確認された。頭を北に向けて進んでいる模様。25分過ぎには姿が見えなくなった。10時35分頃、ハイ

ドロフォンアレイから大きくはないがクリック音が聞こえる。その後、小さくなったり大きくなったりしながらかなり長い間、断続的にクリックが続いた。

10時38分にロボットは200m深度、46分には300m深度へと順調に潜航している。10時43分、本船の1時30分の方角、5km先に1頭のBlowを発見。頭は北向き。そして47分にも本船1時の方角、2から3km先でBlowするのが見えた。ロボットの調子が良いのでSSBLとトラポンとの送信間隔を20秒に1回にする。また、500m深度に達したら耳澄ましをおこなう。10時56分、400m。11時5分頃、ハイドロフォンアレイからのクリック音がかなりはっきりと聞こえる。11時6分、ロボットが500m深度に達したので、7分から10分間の耳澄ましモードに入る。

ロボットが耳を澄ませている11時9分、本船正面12時の方角、5kmほど先にBlowがあがる。2頭はいるようだ。先ほどのマッコウクジラだろう。本船の方に向かっていているような気もする。「新盛丸」が飛んでいく。11時17分に第1回目の耳澄まし終了。しかしクジラソフトは0の値ばかりでマッコウクジラがいる方向をださない。11時19分、ロボットは600m深度に潜航開始。マッコウクジラに向かっていている天野チームには、「北から攻めて南に向かせよ」と連絡、まるで追い込み漁である。

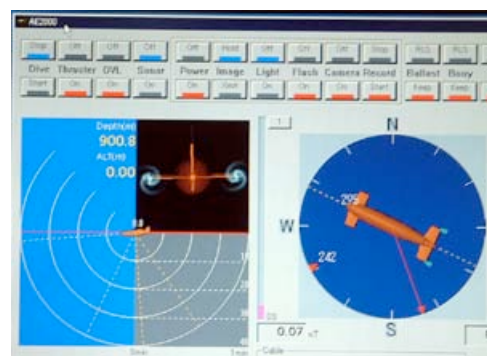
11時32分、600m深度に達したので、37分から2回目の耳澄ましを開始する。11時41分頃までは本船1時の方角、2.6マイル先にいる「新盛丸」の近くでBlowが見られたが、ダイブしたようだ。11時45分、再びハイドロフォンアレイからのクリック音が聞こえる。11時47分、2回目の耳澄まし終わり。続いて11時53分から3回目（600m深度では2回目）の耳澄ましを開始し、12時3分に終わる。だが、いずれもクジラソフトは方向を出さない。

12時15分頃、ハイドロフォンアレイからのクリック音が聞こえる。「新盛丸」は先ほどの位置につけている。あたりにBlowは見えない。12時24分に4回目の耳澄ましを開始し34分に終わる。この耳澄ましの間にもハイドロフォンアレイからのクリック音はわずかに聞こえていた。12時35分、ロボットは700m潜航へ向かう。38分、ハイドロフォンアレイから大きくはないが明瞭なクリック音が聞こえだし44分頃に弱まる。12時52分、ロボットは700mまで潜航、それいけ、次は800mだ。そして13時4分に800mに達する。800mでも一度耳澄ましをおこなう事にして、13時10分に5回目の耳澄ましを開始し19分に終わる。この間、ハイドロフォンアレイからのクリック音は少し聞こえていた。

これまでAE2000は900m深度潜航をおこなった事はない。しかし、順調に潜航を続けているため、900m潜航にトライすることにして、13時28分に900mまで潜航、そして29分から第6回目（900mでは1回目）の耳澄ましを開始して、38分に終了した。すでにロボットを潜航させてから2時間以上経過しており電池の消耗を考え、ロボットを浮上させる。13時37分の本船位置は、26°57.482' N、142°16.575' E。船を自由にするためハイドロフォンアレイを揚げる準備を開始、13時44分にForeを揚げて、47分にAftを揚げた。Aftのハイドロフォンアレイは安定板が損傷している。



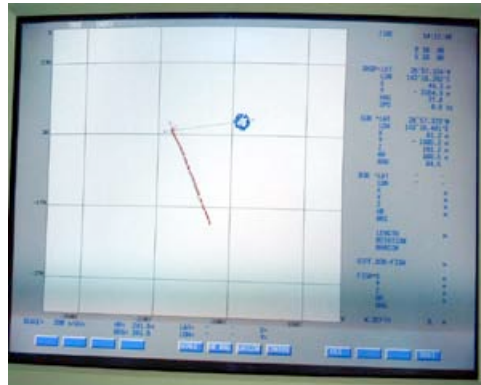
ロボットのオペレーション（順調にいったときは平和）
2005年09月10日



AE2000、900m深度を潜る
2005年09月10日

AUVの予想浮上時刻は14時20分頃なので13時49分にスイマーが待機する。ロボットを水平方向に上昇させながら浮上させることも考えたが、船体の下に潜り込んだときなど時折トラポンが途絶えることもあり、船側ではロボットの位置を正確に把握しておきたいので、旋回モードでなるべく同じところで浮上

させて欲しいと請われる。希望通りにロボットが旋回モードで同心円を描きながら浮上するSSBLからの図を見ながら、船長が「かしこいねえ」とほめてくれる。ロボットがほめられるとわれわれAUVチームのみなが嬉しい。ロボットの気分！？



かしこいAE2000（その場で回転して船長にほめられる）
2005年09月10日

13時54分、ロボットは616.6m深度まで上昇してくる。時折トラポンの受信が途絶えるため20秒に1回の受信から10秒に1回に変更する。14時1分、スイマー2名を乗せた作業船が着水する。14時9分に250m深度に上昇、13分に150m深度、15分に100m深度まであがり、18分には30mまで来た。ここでトランスジューサを揚げる。

14時19分、本船3時の方向、500mのところ浮上。午後になって波がかなり高くなっているが、波間を漂うロボットにしばしば本船は伴走しそっと寄り添っていく。そして作業艇が走り、14時34分にスイマーがロボットに揚収用のフックをかけてAフレームのところまで戻り、44分にはデッキに収めた。

本日は、AE2000が大奮闘。クジラソフトについては、これからデータを吸い上げて中身をチェックする必要があるが、少なくともロボットがマッコウクジラを待ち受けることができる、というところまでは来たのだ。

さて、次は窪寺チームが活動開始。ここから北東に向かい、27°00.N、142°21.E、1,300m～1,800m深度の海域でハイビジョンカメラを投入する。目標の海域に到着後、16時にカメラを吊り下げ、16時1分に着水し、900mまでのケーブル繰り出しを開始、900m、700m、500mで撮影をおこなった後、回収する。

夕食後、8時から今日の反省と明日の検討会。内容は、

1. 天野チームは、昨夕9時頃にはタグが外れたことが分かり、朝早くから回収作業に乗り出した。2つともタグは回収できたがデータ解析はこれから。今日はマッコウクジラを追いかけたが、タグの装着はできなかった
2. 今朝のAUV展開では、北に回り込んで展開するか判断に迷ったところもあるが、南に戻ってくる可能性もあり、素早くロボットを展開することが肝要ということで展開した。結果、AUVがマッコウクジラを待ち受けることができるというところまで来た。着水作業等もスムーズだった。なお、AE2000が900m深度達成したのは、今日が初めてである。撮影したカメラ映像は明日調べる
3. クジラソフト、つまりロボットからクジラがいるというデータがこなかった。今日のうちに調べる必要がある
4. AUVの深度データは、今日のデータを見ると浮力がありすぎるので、明日はもう少し重りをたす。ただし、浮上の際はあまり早くにあがって来ると船がどう動いていいの判断に迷うので、100m深度に上昇したら、旋回させるようにするなど工夫する
5. ハイドロフォンアレイのデータは、今日の分については、まだ解析途中（中野）。AUVのアレーからの音は、他のところはスラストノイズが大きくて解析しても意味がないので、耳澄ましモードの

部分の解析を進める（廣津）

6. 気象・海象（西澤）、XBT（井上）
7. Aftのアレーの安定板は修理した。
8. 窪寺チームは、今日の撮影で900m、700m、500mの各深度でソデイカの姿をとらえることができた。これにより、ソデイカが900m～500mまでのパーティカルな位相に分布していることが分かった

以上の打ち合わせの後に、森さんによるマッコウクジラの住む小笠原の海というテーマのレクチャ。まず、他の鯨類のBlowが正面にあがるのに対して、マッコウクジラのBlowは噴出口が頭の前にあるため、左斜めにあがるのだと聞いて、なるほどそうだと頷く。また、小笠原では、メスと子供は周年棲息しているが、オスは成熟すると群れを離れて緯度の高いところへ移動していき、繁殖の時だけに南下して群れから群れを1日程度で渡り歩くとのこと。昨日、われわれが遭遇したような団子状の群れは小笠原では少なく、通常は2～3頭が一緒にいることが多い。昨日の群れには大きな個体が観測されているので、もしかするとオスがいたのかもしれない。その他、地理的条件（200m以深、勾配が急、溪谷のような所）、物理的条件（小笠原の200m以深の水温は年間を通じて安定している）、生物的条件（昼間深部にいるプランクトンが夜間には浅海域に出てくることから推測されるマッコウクジラの潜水行動）など、小笠原のマッコウクジラについてのとても分かりやすくてためになるお話なので、昼間の疲れも忘れて聞き入る。

本船は、昨日から北東部のMNBSを取っており、今日は最北部を取ることになっている。また、明日の夕方4時には窪寺チームの一員が二見港から下船予定である。このため、明日の朝は北東部（27°15.N、142°20.E）から出発して、南下していくコースを取る。

[元に戻る](#)



浦研ホームページ

海中ロボットによるマッコウクジラ観測 NT05-15 航海日記 その8

2005.9.4 → 9.17

2005年9月11日 (日) タコ取り



カンテンダコ
2005年09月11日

早朝北東部でのMNBSを終えて、朝5時、 $27^{\circ}15'N$ 、 $142^{\circ}20'E$ の東側の海からマッコウクジラを探して南東へとくだる。今日も天気恵まれている。30分毎にハイドロフォンを入れて音を聞く。6時30分頃、羽が真っ白いアオツラカツオドリが1羽、船の舳先の上を飛んでトビウオを狙っている。

6時50分、 $27^{\circ}06.1191'N$ 、 $142^{\circ}29.9919'E$ で3回目のハイドロフォン投入準備にかかる。52分に左舷から投入完了。森さんと高橋さんが真剣に聞き入る。56分、クリック音らしいものが聞こえる。水中ハイドロフォンがブリッジからの目視に勝利した瞬間である。漁船と異なり「かわいい」や本船のようにブリッジが高く視界の広い船から大勢の人間が双眼鏡を使って目視する場合は、広範な距離をカバーすることができるため、目視の威力にハイドロフォンは今までかなわなかった。ようやく名誉挽回、目より耳、人より機械となるか。

ForeかAftのハイドロフォンアレイを投入して方向を出すことを考えたが、早い時間のため研究者も船側も十分な人員が

揃っていないので、南に2マイル進む事にして、皆をたたき起こしながら早飯を食べに走る。7時12分、本船11時の方向、遙か水平線のあたりにジャンプが見える。7時15分頃に本船左3時の方向に虹がかかる。18分、本船正面12時方向でBlow。さっきの個体だろう。7時23分、本船右1時にBlow、24分にFlukes Upではない軽い潜りを見せる。7時26分、本船左8時の方向でもBlow。広範な範囲に広がる群れの中に来ているようだ。27°01.9357N、142°27.1803' E。

Foreのハイドロフォンアレイを降ろすために7時30分から準備を開始。その間、目視でも正面右1時から1時30分の間、2マイル先に2頭を確認するが、33分頃に潜ったようだ。Foreのアレイは35分に降ろし、SSBLのハイドロフォンも36分に降ろす。Foreからはかなり大きなクリック音が聞こえる。Aftも40分に投入完了。Foreのハイドロフォンアレイの方向出しでは西の方（絶対方位）にマッコウクジラがいるようだ。

問題はロボット展開のタイミング。朝にクジラソフト用電池の充電が完了するように設定しているので、クジラ容器をロボットに詰め込まなければならない。7時48分、急ぎクジラ容器の準備を進める。ハイドロフォンアレイからの音は52分頃に弱まり、56分にはほとんど消えた。さて、どこに浮上するか。というハラハラの状況下で、恒例のラジオ体操を8時に始める。ちょっとリラックス。しかし、電子長の目はラジオ体操の最中にも本船の正面（北北東）、3kmも先のマッコウクジラの姿をとらえていた。体操を始めた頃から見えていたそうである。その後は目視でもその姿は見えない。8時13分、ハイドロフォンアレイからの音も聞こえず、姿も見えないため、アレイを揚収する準備を始めて、Aftのハイドロフォンアレイを8時16分、Foreを19分に揚げ、SSBLのハイドロフォンも格納する。

最後にクリック音が聞こえていた時のハイドロフォンアレイの方位出しは、南東の方向にいた。船を待機させるか、進めるか、進めるとすればどちらに進めるか検討した結果、南西へと少し進むことにして8時27分に出発。8時35分頃、小さな飛び魚の群れに混じって立派な飛び魚が本船の舳先のところを飛ぶ。8時47分にハイドロフォンをおろしてクリック音をきく。クリック音は聞こえない。52分引き揚げ。

マッコウクジラ発見の報と届けた天野チームもすでに「新盛丸」で父島を出発しているので、今後の進路を決めようと連絡するが、電波が届かずコンタクトできない。結局、27°00.Nの線に沿って西に船を進めることにした。9時5分、本船正面の遙か先に南へと向かう「新盛丸」が見える。トランシーバ、携帯電話、はてはモース信号まで送り、ようやく9時18分頃に連絡が取れる。ハイドロフォンで東方面（「新盛丸」にとっての東）からのクリック音を拾ったので東に向かっているとのこと。こちらでもハイドロフォンを入れて音を聞くことにした。9時20分、エンジン停止、モード3にしてクラッチ脱。9時23



チョッサー、これがカンテンダコです
2005年09月11日



分、右舷側からハイドロフォンを投入。すぐに音が拾える。クリック音はかなり強力。ここはしばしマッコウクジラが目撃される海域である。

いつでも展開できるようにロボットをガレージから引き出す準備を9時25分から開始。水中では29分になってもまだ強いクリック音を拾えるが、ロボット展開の準備時間を考慮しつつ、浮上した後どこにいくかをある程度見極めて、次のダイブを目途にロボット展開するのが良いのではないかと検討する。9時36分、本船の後る5時の方向、2マイル先にBlow。続いて本船正面12時の方向、1km先にもBlowが見える。小さいようなので子供かもしれない。ロボットは吊り上げ直前でStand By。12時方向に見えていたマッコウクジラは、1時方向、2.5km先を南東に向かって泳いでいる。9時38分に前甲板のハイドロフォンは揚げる。

ロボットはここで展開する。9時37分、クジラソフトの電源を入れ、続いてロボットの電源入れる。40分には音響通信用トランスジューサを投入。同時刻、本船正面、12時の方向でまたBlow、42分には30°~40°へと移動、北へと向かっているようであり、43分には本船正面9時の方向1kmのところまでBlowする。「新盛丸」が追っていく姿が見える。ロボットは9時44分に着水、潜水開始、潜水深度は2,000mに設定しており、30m深度あたりから旋回モードに入る。ロボットが50m深度に達した9時49分から、ハイドロフォンアレイの投入準備を始め、Foreのハイドロフォンアレイを54分に投入、Aftは57分に投入を完了する。でも、ハイドロフォンアレイからのクリック音は聞こえないようだ。

9時52分頃に「新盛丸」から連絡、タコが漂流しているのを発見したので拾いましょうか、と窪寺さんにおたずねである。回収して氷の上に乗せておいてもらうように頼んだところ、全長1m程度のものを回収したと報告がある。窪寺さんによればカンテンダコだろうとのこと。先ほど、本船からもイカらしきものが漂流しているのが見えたのが、このタコだろう。タコ談義で盛り上がる中、9時58分にハイドロフォンアレイから時々クリック音が聞こえだす。ロボットは順調で、10時5分には249.6m深度まできたので、このまま600m深度まで潜航させる。

10時6分、本船正面から少し右、1kmから2km先を背中を見せながら北東へと泳ぐ個体を発見、Blowをあまりしない。先ほど、12時の方向を泳いでいたマッコウクジラだろうか。10時9分頃に姿を見失う。水中でクリック音が聞こえているというAUV運航チームの報告にオペレーションルームに向かうと、クリック音がわりとはっきりと聞こえている。このクリック音は10時10分~12時頃まではっきりと聞こえていた。10時6分に見かけた個体は、9時36分頃に発見した2頭（おそらくは親子）のうちの1頭と考えられるが、先ほど水中で再び聞こえだしたクリック音は、今見失った個体のものなのか、それ



ぐにやぐにや

2005年09月11日



カンテンダコ、記念撮影

2005年09月11日

とも先に潜っている個体が発生しているクリック音であり、それはあるいは海面近くにいる個体に送る合図なのか、なかなか興味深いシチュエーションである。後のデータ解析で詳しく調べたい。

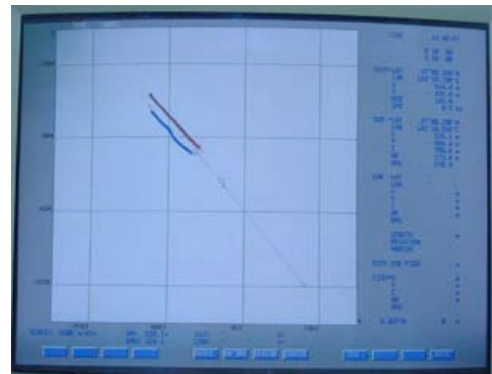
10時12分、ロボットは300m深度に達した。400m深度に達したところで1回耳澄ましをおこなう。10時18分、また少しかクリック音が大きくなり、19分、20分と強まる。ロボットは20分に400mまで潜航したので、さっそく耳澄ましである。10時22分、1回目の耳澄ましを開始した。だが、ハイドロフォンアレイからのクリック音は人間の耳では聞き取れない。25分頃、少しだけクリック音を聞く。10時30分、耳澄まし終了。ロボットは耳澄ましが終わったので、500m深度へと向かう。

10時34分、「新盛丸」は本船後ろ4時の方向にいる。本船11時30分の方向でBlow発見。この個体は本船の舳先の先1,000m程度のところを右（東）に向かって進んでいく。背中を見せて泳ぐその姿などからみて先ほどのあまりBlowしない個体（子供）と思われる。そして、8日（木）に出会った鳴かないマッコウクジラの可能性もある。10時40分にもその姿は見え、42分には本船12時30分の方向におり、そして44分に本船1時の方向でBlow。10時54分に「新盛丸」から、東に向かう親子連れに会ったので追いかけると連絡。やはり、親子のマッコウクジラなのだ。マッコウクジラはどんどん東に向かっており、10時55分頃に潜ったようだが、ハイドロフォンアレイからはクリック音は聞こえない。

ロボットは500mをすでに超えて、10時47分に600m深度に達している。これまでは、旋回モードで潮で西に流されているが、Uターンさせて東に進め、本船もロボットについて走るように船長と相談のうえ決める。ハイドロフォンアレイを揚げて、送信用と受信用として2本入れている音響通信用トランスジューサのうち、受信用のトランスジューサは本船の通信装置で受信できるので、送信用1本を残してもう1本は揚げる。

10時58分に天野チームから連絡。「新盛丸」では南からやってくる3頭のBlowを発見したそうだ。10時59分にAftのハイドロフォンアレイを揚収、11時2分にAftを揚収する。では、ロボットをUターンさせて150°の方向（南東）に向かせて、電池の容量を考慮した約1ノットの経済速度で航行させよう。そして、この後、800m深度まで潜航、13時頃に浮上開始、14時には揚収というストーリーである。

11時4分、受信用のトランスジューサを揚収し、ロボットをUターンさせ、SSBLの間隔を5秒に1回にする。11時5分、ロボットは150°の方向に回頭した。今日はロボットが船をおうのではなく船がロボットを追いかけるのだ。11時12分、本船と安定した位置を保つことができたため、再びSSBLの間隔を20秒に1回に戻す。14分、正面水平線のところに「新盛丸」が見える。38分、3マイル先の「新盛丸」の近くでBlowが見え



AE2000と船の航跡
2005年09月11日



る。そして、加速度を測るタグの装着に成功、そのマッコウクジラは、たった今、Flukes Upダイブして南西の方向に潜ったと情報が入る。天野チーム、3個目のタグの装着に成功である。この先の海にタグ付きのマッコウクジラがいる。

11時24分、ロボットに700m深度に潜航するコマンドを送り33分に700mに達したため、800m深度に向かい、42分に800mまで潜った。この深度を維持してしばらく航行する。天野チームがタグをつけたマッコウクジラは、浮上している時であれば、両方の船から方向探知器で探れば位置が特定できるはずだ。11時38分にダイブしたので、そろそろ浮上してくるだろう。天野チームに連絡してから、森さんが方探を持って感度の良い高いところへ登っていく。

と、お昼時の12時8分、再びタコ騒動が持ち上がる。「新盛丸」が、さきほど回収したタコを受け渡しに来るといふのだ。マッコウクジラでもイカでもなくタコ取りである。すでにお昼にお好み焼きを食べている、もう少し早ければたこ焼きだったのに、という声のなか、受け渡し方法を考える。「新盛丸」には接近したら、本船の船尾に廻って貰い、こちらからロープと袋を投げて、タコを入れて貰い受け渡しをおこなう。受け渡しは12時30分頃、窪寺さんを中心に青いビニールシートの上に乗せられたタコを取り囲む。窪寺さんによれば、このタコは中層にふわっと浮いているカンテンダコで、名前の通り、カンテンのようなゼラチン質でできていて、ぐにゃぐにゃ。何力所かにマッコウクジラのかじった歯形の後が残っているが、食べるためではなく、水中でもあそんだものと思われる。窪寺さん、森さん、岡田さんの3名も一緒にかじるが、海水と同じしょっぱい味しがない、わずかにアンモニアも含む。この海域では何度かカンテンダコの切れ端が浮いているのが発見されている。今日のは、触った感じからするととても新しく、さっき浮いてきたばかりらしい。カンテンダコは記念撮影の後、後日ホルマリン漬けにするため、冷凍庫に保管された。

タコに気を取られている間も、水中ではロボットが懸命に働いている。浮上させる前に800m深度でも耳澄ましを一度おこなうため、12時46分からコマンドを送るが、通信がうまくいかない。右舷側を見るとトランスジューサが流されて浮いていた。船を少しゆっくり走らせるように頼み、トランスジューサを入れ直す。12時53分、2回目の耳澄ましを開始して、13時1分に終了。すぐに浮上を開始する。13時11分、ロボットは500m深度に上昇し、14分に400m、17分に300mとぐんぐんあがってくる。スイマー2名を乗せた作業艇は13時20分に着水して待機。13時27分、ロボットは本船の正面12時の方向、400mのところに浮上。約束の時間よりも15分は早い。ロボットに船を寄せてから作業艇が走る。13時34分にスイマーがロボットに揚収用のフックをかけてAフレームのところまで戻り、40分から揚収作業、44分にはデッキに収めた。

本船はこれから約2時間かけて二見港に向かい、窪寺チーム

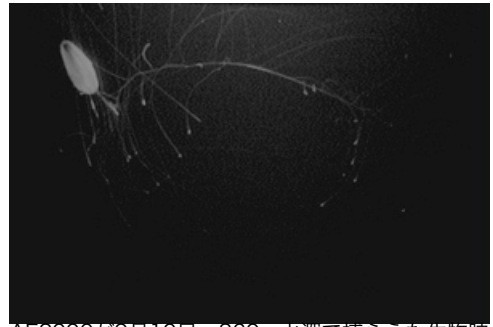
の河野さんが天野チームと合流するため通行艇で下船した後、ハイビジョンカメラの撮影をおこなう。13時51分に出発。15時30分頃、二見港の湾口近くに着いたので、通行艇を降ろした。河野さんは14日の夕刻に天野チームと一緒に戻ってくる。通行艇が戻るのを待つ本船の左手すぐ近くにダイビングポートがもの珍しげに寄ってくる。手を振り合って分かれ過ぎる時、何人もの人が父島名物の飛び込みの芸を見せてくれる。

15時58分、通行艇を引き揚げて、窪寺チームの撮影スポットへと向かう。ポイントは27°05.N、142°00.E。西側から下る時のライン上にある深度1600mに落ち込んだ谷になっているところ。西の海でのカメラの投入は始めてとなる。16時59分に海域に到着して17時に投入開始。今日はスタートが遅いため、5分撮影して3分休むというモード設定に直して、900mで30分、700mで30分撮影をおこなう。

夕食後、20時30分から第2ラボで今日の反省と明日の検討会。

内容は、

1. ロボット展開のタイミングは難しかったが、第1回目の耳澄ましは、雑音が少なく、複数頭のマッコウクジラのクリック音が入っている。海表面での状況も子供連れがいるなど、興味深いところなので、この部分の解析を急ぐ。なお、森さんから、ロボット展開しているのは、いつも群れの端のうしろになるので、もう少しダイブをよく見て方向を定めてから、先回りして入れるのが良いのではないかとアドバイスがある
2. ハイドロフォンアレイは、マッコウクジラの位置出しのために投入しているのだから、投入後はすぐに方位だしをおこなうこと（中野、廣津）
3. AUVは、クジラソフトの充電が朝までかかるなど、朝8時にはスタンバイできなかったが、9時46分には着水できた。今日は充電をおこなっているので、早朝の発見にも対応できる。なお、AUVにつけているハイドロフォンの1個は調子が悪くノイズが入っている。接触不良と考えられるため、今日中に予備に取り替える（高橋）。画像については、ダウンロード途中でトラブルが発生したため、映像を見ることができるのは後日になる。昨日映っていた生物画像は皆に電子ファイルで送る（福島）
4. 天野チームは、今日、加速度を測るタグ1個の装着に成功。今晚と明日の早朝に中央山に登り、方向を調べるv各担当から：今朝7時36分～55分のハイドロフォンアレイのデータ結果について（中野）。今朝7時36分～55分のAftのハイドロフォンアレイのデータのMUSICアルゴリズムを用いた鳴音解析（廣津）。XBTデータ（井上）。気象・海象、航路図（西澤）
5. 窪寺チームは、今日の撮影では、残念ながら、頭足類は発見できなかった。これまでも西側の海ではあまりイカ



AE2000が9月10日、860m水深で捕らえた生物映像

2005年09月11日

は撮影されていない。

他にも、今日発見したカンテンダコについて、窪寺さんが撮影した映像を見ながら解説してくれるなど、タコイベントの一日であった。明日は昨日までのコース、つまり西側から出発して南下するコースを取る。残り3日、マッコウクジラを追い続けよう。

[元に戻る](#)



[浦研ホームページ](#)

海中ロボットによるマッコウクジラ観測 NT05-15 航海日記 その9

2005.9.4 → 9.17

2005年9月12日（月）北か南か



アンテナを振ってロガーを探す
2005年09月12日

毎日、マッコウクジラの出勤時間は早くなっている。今朝は5時に西の北端、27°20'.N、142°00'.Eを出発、5時45分に27°02.26'N、141°59.94'Eでハイドロフォンを投入したところ、51分から53分頃、かすかなクリック音を聞いた。今日も耳の勝利。そして6時8分、南南西に4kmのところ、Blowを発見。クリックは野太く、大型のオスと思われる個体がいるようだ。目による第一発見者は甲板手の小笠原さん。船をそのまま南下させ、6時40分に27°02.36'N、141°59.92'Eで停止、45分に水中ハイドロフォンを入れる。10頭前後だろうか、たくさんマッコウクジラのクリック音が聞こえる。6時45分、Foreのハイドロファンアレイを投入し、録音開始。Aftは55分に投入完了。ハイドロフォンアレイからのクリック音は、52分に聞こえなくなるが、54分頃にまた大きくなる。

海はべたなぎ、マッコウクジラのBlowを発見するには絶好の日和だ。6時50分過ぎまで本船左10時の方向と右3時の方向にBlowが見られる。10時方向の個体は、その後本船12時30分でBlowし、7時4分にダイブしたようだ。7時4分、クリック音は聞こえているが、次第に弱まる。7時12分、Aftのハイドロフォンアレイを揚収して、Foreも14分に揚収完了。今日は先回りして、かれらを待ち伏せする作戦を取る。

どこで待ち伏せするかは森参謀と相談、マッコウクジラは北に向かっているようなので、5時にスタートした地点よりやや

東寄り、142°01.Eへ行くと決めて船を出す。7時30分、天野チームが昨日装着した加速度を測るためのタグの場所が方向探知器で取れた。潮の流れの関係で、昨日と同じようなところを流れているらしい。7時34分、本船右4時の方向に3頭を発見。頭は北を向いている。本船左8時の方向、1マイル先でも1頭がBlow。7時38分、本船の正面1km先をマッコウクジラではない鯨類（森さんが撮影した写真から確認したところ、オウギハクジラ属鯨類と判明、頭部付近が肌色っぽくないことからアカボウクジラではなく、その仲間のオウギハクジラ属であることがわかるとのこと）の8頭程度の群れが右へと泳ぎ去っていく。Blowはまったくしない。7時56分、本船右1時方向3マイル先にBlow、2頭いるようだ。本船の舳先すぐ右にはオナガミズナギドリの群れがぶかりぶかりと波に浮いている。

7時58分、目的地、いや振り出し予定地点まで1.8マイル、北に向かう本船の11時方向、1時方向にBlowがあがる。肉眼でも十分見える距離。観察を続けるうちにラジオ体操の時間。マッコウクジラのBlowを眺めながら運動に励む。Blowつきのラジオ体操は格別である。途中、8時3分、本船11時の方向に見えていた個体はFlukes Upダイブした。体操が終わればまもなく目的地。AE2000はいつでも出動できるように、昨晚取り替えたクジラ探査用ハイドロフォンをテストするなど準備に余念ない。

8時12分、本船1時の方向、3マイル先に1頭、左10時30分の方向、左8時の方向にもBlowが見える。8時14分、27°09.9288N、142°01.0577E、水深約1,800mの海域で止まる。16分、エンジンを止めて、モード3、クラッチ脱。17分に右舷側から水中ハイドロフォンを投入。高橋さんがすぐにブリッジに向かって大きくまる印に手を掲げる。クリック音が聞こえた合図だ。SSBLのハイドロフォンも19分に降ろす。海表面でも北の方向にBlowが見える。さて、これからどうするか、前甲板で森参謀と相談。8時25分、本船正面11時12分の方向に2頭、南から北に上がってきているようだ。8時27分、水中ハイドロフォンからウーという低い短いうなり声のような音が聞こえる。ひげクジラ類のうなり声に似ている、ニタリクジラか。

ロボットの準備も万端、ここで降ろして、北上してくるグループを待ち受けよう。音響通信用のトランスジューサを投入して、8時36分にロボットの吊り上げ開始、39分に着水、潜水開始。50m深度に達したらハイドロフォンアレイも投入する。Foreのハイドロフォンアレイを8時47分に投入し、Aftは49分に投入する。8時48分にロボットは100m深度に達し通信も安定しているため、SSBLの間隔を20秒に1回にする。

先ほどのうなり声が気になる。しかし100Hz程度の低い周波数のため、前甲板で聞いている水中ハイドロフォンに録音機を取り付け、100Hz帯の音を録音することにする。適当な録音装置がなかったため直接ノートパソコンに取り込むべく準備



ソナー手2と3
2005年09月12日



ブリッジのディスプレイに映し出される甲板作業
2005年09月12日

する。Foreのハイドロフォンアレイからはクリック音がたまにしか聞こえないが、水中ハイドロフォンからはクリック音が聞こえる。しかし、例のうなり声はしない。

9時10分、「新盛丸」からタグを回収したと連絡。こちらのロボットも順調に潜航し、9時17分に500m深度に達したので、一回目の耳澄ましを試みる。9時19分にスタートして28分に終了。その間、9時23分、本船10時の方向にBlowを発見、かなり距離がある。9時25分、本船は真北を向いている。1回目の耳澄ましが終わったので、ロボットは800m深度へ向かう。9時36分、水中ハイドロフォンからもクリック音が聞こえなくなった。あとは、ロボット頼り。9時37分、本船正面11時の方向、3マイル先に3頭程度のグループを発見。41分、Blow。44分、先ほどのグループのBlowは続く。しばらく見失ったが、55分、本船11時30分の方向、3マイル先を右（NE）に向かって泳いでいる姿を見つけた。10時2分、本船左7時の方向、3マイルのところ別のグループを発見。かれらも南から北に向かっていているのだろう。

ロボットは9時52分に800m深度に達して、900m深度へと向かい、10時2分に910mの新記録を達成した。10時4分、2回目の耳澄ましをスタートする。10時4分、本船から1.8マイル南にいる「新盛丸」に南のグループ発見の報を伝える。南のグループは10時8分頃まで姿が見えていた。水中ハイドロフォンはクリック音を拾っていないが、双眼鏡で目をこらして観測を続ける船長によれば、南のグループはBlowの噴き方からすると本船の方に向かっていているようだ。10時13分、910m深度での耳澄ましを終える。10時16分に南のグループの姿を見失うが、20分ごろ発見。相変わらず2マイルは離れている。

ロボットをこのまま潜航させても浮上の時間などを考慮するとTime outになり、2回目の展開は難しいかもしれない。早い時間にもう一度チャンスを狙って潜航させるには、いったん浮上させて揚収し、マッコウクジラの動向を探った方が良いだろう。決断して、10時23分にロボットを浮上モードにする。32分、Aftのハイドロフォンアレイを揚収、Foreは35分に揚収完了。10時31分、本船正面12時方向で3頭～4頭のグループがBlow、北西に向かっていている様子。9時37分頃に見かけたグループだろうか。本船の北と南、両方にマッコウクジラのグループがいる。北か南か、われわれはこれからどこへいけばいいのか。

本船の現在位置は、27°10.298' N、141°59.377' E。ロボットの浮上予定時刻は11時。10時40分頃からスイマーがスタンバイ。10時43分からスコール、かなり大きなスコール雲の中にいるので、激しい雨がしばらく続き、視界が悪い。ロボット揚収のため立ち止まる本船の横を、駆け抜けて北へ向かう「新盛丸」には雨よけのパラソルがさしてある。ロボットは、10時47分に400m深度、50分に300m深度、55分に



スコールにぬれる窓から作業艇を見送る

2005年09月12日

200m深度、56分に150m深度へ上昇。10時59分に50m深度にきた。まもなく浮上だ。雨のなか、早くもスイマー2名を載せた作業艇が海に降りる。音響通信用トランスジューサを回収する。本船はAUVが舳先の方に浮上してくるように位置を保っている。ロボットは11時1分、本船の300m先に浮上した。雨に視界が遮られる濡ブリッジの窓からオレンジ色の船体を見つけてホッとす。11時6分、スコールから抜け出す。8分にスイマーがロボットに揚収用のフックをかけてAフレームのところまで引き、14分に吊り上げて16分にはデッキに収めた。11時25分に作業艇を揚収。

ロボットは揚収したが、ロボットとクジラソフトの電池を取り替えなど整備に時間がかかるので、次に展開できるのは、12時30分頃になるだろう。「新盛丸」から北でBlowを発見と情報が入る。マッコウクジラは本船から北3マイルにいる。11時46分、本船左(140°)、3マイル先にいる「新盛丸」の左にBlow。背中が見えている。11時50分、本船9時の方向でもBlow。北から南に向かっているのだろうか。それともっと北へ？本船も11時52分に北へ向かう。

11時54分、本船の向かう北、2マイル先でBlowが見える。少なくとも3頭はいる。12時1分、肉眼でもはっきりと見える距離にきた。グループは1時の方向を泳いでいる。時折、頭を出して、本船正面から右へと移動していく。Blowは規則正しい。12時7分、その姿が本船右2時の方向に見える。12時9分、同じグループが今度は船の正面、1km先を一直線になって右から左へと泳いでいく。数は5頭から6頭。一直線につながって目の前を横切っていく姿が面白い。12時13分、Flukes Upではないダイブをして潜っていく。浅いタイプのダイブなのでまもなく浮上すると思われる。12時15分、SSBLのハイドロフォンを降ろして音を聞いてみるが、クリック音は聞こえない。マッコウクジラを追っている最中、順調に整備を進めていたロボット運航チームから、クジラ容器が漏水していると連絡。しかし、コネクタの取り付けが間違っていたとだけと分かり、すぐに復旧する。

12時19分、本船から10時の方向をまたつながって今度は右向きに泳いでいる。「新盛丸」から、水平に移動して深くは潜らないグループを追っていると情報はいる。まさにこのグループである。ふたたび潜ったようなので、12時34分に水中ハイドロフォンを投入して音を聞こうと準備を始めた時に、再度「新盛丸」から「クリック音も聞こえません」、そしてすぐに「Blowを発見した」と連絡。本船でも、12時36分に右舷側から水中ハイドロフォンを入れるが、クリック音は聞こえない。浅くしか潜っていないので、クリック音を出さずにすぐ浮上するのだろう。鳴かないマッコウクジラ、ふたたび。

森さんによれば、このグループは、今は浅い潜水を繰り返している時なので、クリック音を出していないけど、時間がたてばやがて鳴き出すと思う、でも、それが1時間後なのか2時間



船長、クリックが聞こえます
2005年09月12日



ソナー手1
2005年09月12日

後なのか、あるいはもっと後なのか、なんともいえないと。ここでこのグループの鳴き出すのを待つか、このグループは捨てて、別のマッコウクジラを求めて北か南へいくか、ふたたび選択を迫られる。黄金のトライアングル、南東の海は魅力的だけど、これから向かうにはちと遠い。ロボット投入のタイムリミットは14時だ。それまでここで待ちながら、あわよくば別のグループも発見するか。

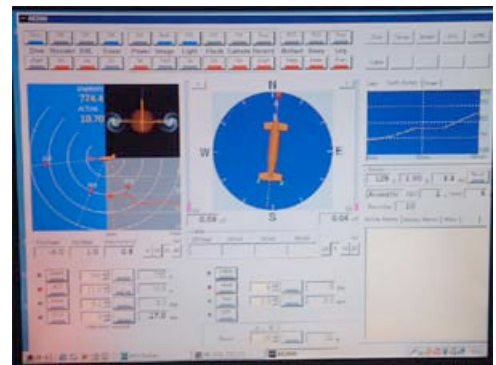
12時45分、ここから3マイル北東に移動し、水中ハイドロフォンを降ろして音を聞いてから、南下するかどうか決めることにする。13時1分、到着後すぐに水中ハイドロフォンを入れるが、クリック音は聞こえない。四方をくまなく目視してもBlowも見えない。耳も目もだめ。

気分を切り替えて、今回の航海の目標のひとつであったロボットによる海底面の観測をおこなうことにした。AE2000にとっては最初の試みなので、800m深度の比較的平坦な海底が続くスポットとして、27°12.5097' N、142°03.5534' Eを選んだ。5時に出発した西側の地点の少し北東部である。ここでロボットを降ろして北へ進めて、ある程度の深さまで来たら、海底面から10m程度の高度を維持して航行して撮影をおこなう。13時34分、現場の海域に到着。

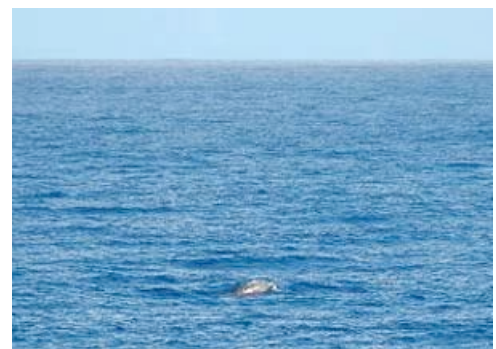
北に向かったマッコウクジラがいる可能性もあるので、13時36分にSSBLのハイドロフォンを降ろし、水中ハイドロフォンで音も聞いてみるが、なにも聞こえない。AUVはスタンバイしている。13時44分に吊り上げ開始、45分に着水して潜航していく。今回は旋回モードではなく水平に下降させる。14時04分に200m深度に達する。14時13分、音響通信がしばらく途絶えて心配するが、トランスジューサが浮いていたためと分かる。船底に取り付け可能なトランスジューサが船に装備されていると安心なのだが。

ロボットが400m深度に達し順調に潜航している最中、「新盛丸」から、先ほどまでうろろうろしていたマッコウクジラのグループが潜りだしてクリック音を出していると情報。マッコウクジラのグループの活動も時間帯によって行動パターンが大きく異なるのだ。本船のレーダーに映る「新盛丸」の近くに別の2隻の船が集まってきている。おそらくは情報を得たホエールオッチング船だろう。

14時36分、磁場の異常で西に流されているので、補正のためにロボットを5°東に首を振らせる。14時42分、600m深度に到達したので、耳澄ましをおこなう。14時46分に耳澄ましスタート、54分に終了。次は700m深度への降下である。15時9分に700m深度へ達する。どの程度潜らせるか、本船の測深計を見ながら、少しずつ目標深度を下げていく。ただし、本船の測深計は水温データを入力できないため、実際の深度とは若干異なる。15時16分、745m深度にきた時にロボットは海底面を認識、オペレーション画面にDVLの値が出力された。764.5m深度にきた時には、深度データ欄の下に初めて高度が



海底から10mの高度で観測するAE2000
2005年09月12日



算出されて、19.20mという数値がでてきた。ロボットは海底面を約10mの高度で進むが、音響通信の送信が急に通らなくなった。15時34分、すでに356秒コマンドが通っていない。音響通信が600秒受からないとスラスタが停止して浮上を開始、10分後にはバラストを落とすようになっているので原因を探るが、トランスジューサは問題なく、ロボットもデータを送ってきている。ついに15時40分に600秒を超えてスラスタが停止。だが、頭を上げて浮上を開始したとたんにコマンドが通った。しばらく頭を下げた姿勢で航行していたので受かりにくかったようだ。

でも、もう15時を廻っている。浮上と揚収にも時間がかかるため、本日の潜航はこれにて終了とし、このままロボットを浮上させる。浮上予定時刻は16時。15時46分に500m、15時49分に400m、15時52分に300m、15時55分に200m深度、16時に100mへとぐんぐんのぼってくる。16時2分に本船の11時方向、800m先に浮上。16時4分、SSBLのハイドフォンを格納し、トランスジューサも揚収。16時9分にスイマーがロボットに揚収用のフックをかけてAフレームのところまで引き、14分から揚収作業、15分に吊り上げて17分にはデッキに収めた。現在地は27°12.5097' N、142°03.5334' E。ロボットは、潜航開始した27°12.Nから27°14.Nまで北上したことになる。長い一日。

だが、まだイベントは続く。窪寺チームのハイビジョンカメラによる撮影は再び西の海でおこなう。ポイントは、27°15.00' N、142°02.50' E、現在地よりも少し北上した場所。現場到着後、16時40分に吊り上げ開始、42分に着水。今日は900mで1時間、700mで1時間撮影をおこなう。本当に長い一日。

夕食のデザートはアイスクリーム（チョコモナカ）！船で食べるアイスクリームは格別に美味。忘れていた陸を思い出させる味なのだろうか。食後、20時30分から今日の反省と明日の検討会。

内容は、

1. 今朝は早朝6時過ぎから大型のマッコウクジラに遭遇した。ロボットを展開した後、北で2つのグループに会い、一つのグループを追いかけた。でも鳴かないで、ダイブが浅かった（天野チームの情報では14時30分頃から鳴き出して深いダイブを開始）。2回目のロボット展開は、800m深度の海底面の映像撮影を目的におこなった
2. AUVの最初のダイブでは1回目の耳澄ましにクリック音が少し入っている。ただし、クジラソフトがうまく働いていないのでなんとか解決したい。また、耳澄まし時に一定間隔で入っているノイズはカメラのフラッシュによると分かったので、耳澄まし中はフラッシュをたかないようにする。海底面の定高度航行時には10m高度を維持できるようにプログラムを手直した（小島）

オウギハクジラ属鯨類の群れを発見
2005年09月12日



かなたのBlow
2005年09月12日

3. 各担当：今日のハイドロフォンアレイからのマッコウクジラの方向出し（中野）、今日のAUVによる耳澄ましの解析結果（廣津）、気象・海象、船の航跡図（西澤）
4. 窪寺チームの今日の撮影は、西側の崖の近く、1,200m水深の900mと700mでおこなったが、頭足類は撮影されていない。西側は南東の海に比べて貧栄養と思われる

この他に、ロボットが今日撮影した海底面のビデオ、またハイビジョンカメラによる映像を見る。ハイビジョンカメラはソデイカがおとりのイカに襲いかかるシーンが迫力あり印象的。今日は北の海で最後のMNBSをおこなっている。明日の朝は東側からスタートして黄金のトライアングルを目指す。

[元に戻る](#)



• [浦研ホームページ](#)

海中ロボットによるマッコウクジラ観測 NT05-15 航海日記 その10

2005.9.4 → 9.17

2005年9月13日 (火) 黄金のトライアングルにて

快晴、今日もクジラ日よりである。本船は昨夜23時50分に北東の海域でのMNBSを終えて、そのまま東の海域、27°15N、142°25Eからマッコウクジラ探索を開始。5時30分に水中ハイドロフォンを降ろした。かすかに音がするようだが断言はできない。予定通りに南東に進路を取る。6時8分と49分にもハイドロフォンを投入するが音は拾えない。7時25分、4回目のハイドロフォン投入のために船をモード3、クラッチ脱にする。

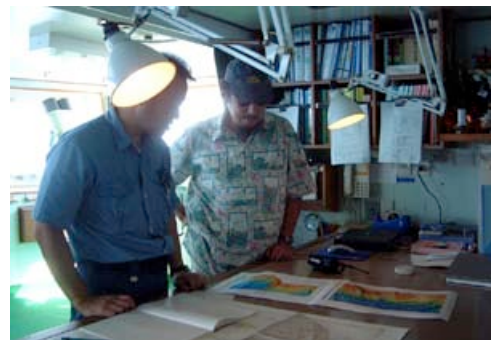
7時26分、右舷側からハイドロフォンを投入。しばし聞き入る森・高橋コンビ、やがてまる印の合図、今日も耳の勝利。オスらしきマッコウクジラのカツン、カツン、というクリック音が遠いけど聞こえるようだ。オスのマッコウクジラのカリク音は、メスのカチカチという音とは異なり、太くて大きいという。7時33分にハイドロフォンを揚収。船はこのまま南西に進み、ラジオ体操の後に船を止めてハイドロフォンを入れる。

8時のラジオ体操はBlowなし、ちょっとさびしい。8時9分、エンジンをモード3、クラッチ脱にする。27°00.5147' N、142°21.1022' E。10分に水中ハイドロフォンを右から入れる。8時12分、少し遠いけれど複数頭のクリック音が聞こえる。音は南から聞こえてきているので、予定のコースを南西に進みましよう森さん。8時16分、本船正面12時の方向、3マイル先にBlowを発見。目による第一発見者は杉松、電子長不在の間をぬっての初めての快挙?やがて、サードソーサー(三等航海士)も確認。8時23分、予定のコースをそれでBlowの方向に本船を向けてフルで進む。36分、2マイル船を進めたところで、エンジンをモード3、クラッチ脱。8時38分にハイドロフォンを右舷側におろす。5頭前後のクリック音が聞こえる。ブリッジでは周囲に目をこらすことしばし、41分に本船左8時の方向、2マイル先にBlow発見。AUV運航チームは出陣に備えてロボットを調整中。

8時44分、Blowを追ってエンジンをモード1に切り替えて船を進める。47分に本船右1時の方向に少なくとも2頭のBlow。51分に1頭がFlukes Upダイブ、54分には別の1頭もFlukes Upダイブ。だが、さらに何頭か海表面にいる。その個体も8時58分に潜ったようだ。父島の右手東島の手前に8頭程度のイルカらしきものが飛び跳ねている。マッコウクジラのBlowも見える。水中ハイドロフォンを入れて音を聞いてみることにする。9時3分、エンジンをモード3、クラッチ脱にして、4分に右舷側からハイドロフォンを投入。クリック音が聞こえる。海



波間で弧を描く水鳥
2005年09月13日



マルチビームソナーデータを電子長と検討する
2005年09月13日

表面では、先ほどのイルカの群れが東島近くで大きなジャンプを繰り返す、すごい水しぶきである。森さんによれば、ハンドウイルカとのこと。群れから離れている1頭が本船の周りをうろうろとうかがう。

9時8分、ロボットのクジラソフトの入った容器の電源がつかない。焦らずに調整することにして、ハイドロフォンアレイの投入をおこなう。9時11分にForeを投入、Aftは17分に投入完了。投入後すぐにForeのハイドロフォンアレイからはクリック音が聞こえる。13分、大きなクリック音が聞こえる。ハイドロフォンアレイからはマッコウクジラのクリック音だけでなく、ハンドウイルカのホイッスルらしき声が聞こえている。9時19分、本船右の10時方向でBlow。ハイドロフォンアレイのクリック音は強まったり弱まったりするが、20分頃Foreのアレイから明瞭なクリック音が聞こえる。

南東にてマッコウクジラ発見との報を受けて出動してきた「新盛丸」の姿が1km先に見えてきたので、森さんがBlow追加情報を伝える。「新盛丸」はBlowを目指して進み出したが、途中で向きを変えて戻っていく。マッコウクジラを先回りしているようだ。一方のマッコウクジラはBlowしながら徐々に「新盛丸」の方に進む。だが、9時28分、待ちかまえる天野チームの手前、本船の右1時30分の方で、北に向かってFlukes Upダイブしてしまった。待ち伏せ作戦もなかなか思うようにいかないものだ。水中下では、Flukes Upしたマッコウクジラのクリック音なのだろうか、クリック音が再び聞こえ出す。9時34分頃までクリック音は聞こえる。

9時35分頃にロボットのクジラ容器の電源がうまくつながり、あと15分程度で展開できる体勢に入った。ロボット展開に備えてハイドロフォンアレイを揚げて、そのまま潮のぼりして東にいきロボットを展開する。9時37分、本船左10時の方向、300m先にもBlowしているマッコウクジラを発見。北に向かっているようだ。39分にもまだBlowを続けながら、少し南西寄りを走っている。Aftのハイドロフォンアレイは9時39分に揚げて、Foreのアレイは41分に揚収完了。同じく41分に先ほどBlowしたマッコウクジラのグループだろうか、本船左9時の方向に3、4頭の群れが北西に向かって走る姿を目撃。群れは北に向かっているようだが、遠くにはいかずこの海域をうろうろしているだろうから、ここで船を潮に乗る方向に向けて、ロボットを展開して500m定深度で水平方向に走らせよう。本船は26°56.2797' N、142°14.7871' E、1,000m深度の海域にいる。

9時43分、クジラ電源をON、トランスジューサも投入。9時46分に1,000m深度設定でロボットの電源をON、49分に吊り上げ開始、51分に着水。音響通信OK、トラポンOK。ロボットは56分に50m深度まで潜ったので、頭を北東に向けて、深度をさげながら水平方向に進める。SSBLのハイドロフォンからの音をマイクロフォンで聞いてみる。雑音が大きい



スクールの中でのアレイの揚収作業
2005年09月13日

が、小さいクリック音が入っているようだ。10時6分、ロボットは200m深度に達する。

10時9分、本船右4時の南の方向、1マイル先にBlow。少し離れた所に「新盛丸」がつけている。マッコウクジラは2頭はいるようだ。ロボットは最大ピッチ角度を修正したので、急ピッチで潜っており、10時16分に400m深度に、24分には500mに達する。旋回モードにして、船を止めてハイドロフォンアレイを入れて音を聞こう。本船がロボットを追い越して止まるのを待つ間、本船前甲板右舷側に、たくさんの水鳥が弧を描いて集まっているのを眺める。10時36分にForeのハイドロフォンアレイを投入、Aftは40分に投入完了した。クリック音はほとんど聞こえない。

本船右1時の方向、北北東の1マイル先にBlow。ハンドウイルカも見える。ハイドロフォンアレイからの方向だしでは、水面下120 方向にマッコウクジラがいると検出しているようだ。10時46分、本船右2時方向にBlow。1時方向にもBlow。ハイドロフォンアレイからの音は10時50分頃に再びクリック音が聞こえだしたが、次第に遠ざかっていった。10時54分、1回目の耳澄ましをスタートした。今日から、撮影用のフラッシュから来るノイズ対策として耳澄ましの間はフラッシュも切るように設定し直している。ハイドロフォンアレイからの音は耳澄ましを初めてからはほとんど聞こえない。11時2分、マッコウクジラが海表面にいるのをブリッジが見つけた。東の方向を向いているようだ。11時7分に1回目の耳澄ましは終了。

ハイドロフォンアレイを揚収してから、ロボットはクジラの方へ向かって東に進めることにして、Aftを11時9分に揚収、Foreは12分に揚収完了。11時12分にロボットを東に向けるコマンドを送り、ロボットは14分に東に向いた。船の速度が速いと音響通信用のトランスジューサが浮いたり船体にひもがあたるので、注意しながら船を進める。

11時24分、「真ヘッドに大きいのがおるぞ」と船長。水平線の近くにあがるBlowの勢いがすごい。勢いよくあがるBlowの周りにもごく普通のBlowが見える。数頭いるようだ。

今日の潮は1ノットを超えて強い。ロボットは500m深度にいたので潮とは関係なく、どんどん東へと進んでいく。音響通信を保ちながら、本船がロボットに並走するのが難しい状況になる。ロボットは600秒間音響通信が受からなければスラストを止めて浮上するようになっているが、現在は通信状態も良く安定して航行しているため、数分間は通信が受からなくても問題はない。そこで本船のスピードをあげて走らせて、もし通信が途絶えても600秒のタイムリミットを超える前に船を止めて通信を取り、受かったらまた走らせることにした。11時29分にストップエンジン、11時31分に通信が受かる。まだ6分余裕がある、それいけ「なつしま」。

11時34分、さっき見かけたすごいBlowのマッコウクジラが北に向かって泳いでいる。もう1頭のBlowも確認。やや本船と



仕事を終えて水を切る作業艇
2005年09月13日

の距離が近づいた。大きいBlowの個体（おそらくオス）がダイナミックなジャンプをする。随分、活発に動き回っているようだ。11時39分、通信が400秒途絶えたので本船を減速させる。11時41分に通信が受かったので、また船の速度をあげる。11時46分、受信用のトランスジューサ1個は揚げてしまう。49分にもスピードをゆるめて通信を取り、また前進。11時55分にBlowを発見、本船左の10時30分の方、Blowは先ほどのように大きくはなく、距離はかなり遠い。北に向かっていているようだ。11時58分、水中ハイドロフォンを右舷側から入れる。雑音をさけるためにロボットとの通信を止めてもらう。複数頭のクリック音が聞こえるがちょっと遠い。12時3分にハイドロフォンを揚げる。もう少し前進させてから、2回目の耳澄ましをおこなう。交代で手早く昼食を済ませる。

12時18分、本船の1.7マイル先に「新盛丸」がいる。12時20分、本船11時の方向、1.8マイル先にBlow、北に向かっている。先ほどの大きなBlowと普通サイズのBlowの2頭連れである。25分からハイドロフォンアレイを投入する準備を始める、Stop Engine。26°57.4248' N、142°15.4031' E。12時32分にAftのハイドロフォンアレイを投入、Foreは35分に投入完了。Foreのハイドロフォンアレイからは遠ざかっているがクリック音が聞こえる。12時38分、2回目の耳澄ましをスタート。しかし、耳澄ましを始めた頃から、人間の耳ではクリック音が聞き取れなくなってしまった。12時45分、本船右1時の方向、遠くにBlowがあがる。耳澄ましは12時47分に終了。ロボットのクジラソフトはオンラインではマッコウクジラを特定できていないようだ。Aftのハイドロフォンアレイを12時54分に揚げて、Foreは56分に揚収完了。本船は、20°の方向に向けて攻める。

12時57分に本船11時58分の方向、1,000mのところ数頭がいる。ロボットとの通信のためにStop Engineするが、すぐに受かり13時に出発。正面のグループは北に向かっているようでもあり、東にむかっているようでもある。「新盛丸」が追って走る。こちらではしばし見失うが、13時8分に「新盛丸」から「たった今潜った」と連絡がある。

ロボットとハイドロフォンアレイを使ってマッコウクジラの位置を特定する三角測量のため、ハイドロフォンアレイ投入の準備をおこなう。本船のSSBLでもできるのだが、ノイズが多いので後処理が大変なのだ。13時11分、Stop Engine。Aftのハイドロフォンアレイを13時15分に投入し、Foreを18分に投入。ハイドロフォンアレイからは大きくはないがクリック音が聞こえる。マッコウクジラの向きの変化などにより時々音の大きさが変わる。海表面では、本船右2時の方向、「新盛丸」の前を2頭がBlowしている姿が見える。13時20分、ロボットは3回目の耳澄ましをおこなう。クリック音は大きくはないが断続的に続いているので、ロボットも音を拾うだろう。特に13時26分頃からクリック音は少し大きくなった。13時29



遙かかなたの探査船「大陸棚」

2005年09月13日

分、耳澄まし終了。だが、オンラインでは、クジラソフトは相変わらずマッコウクジラを特定できていない。

3回目の耳澄ましを終えたところで、そろそろロボットはご帰宅の時間である。すでに3時間以上潜航しており、電池も消耗しているので浮上させなければいけない。浮上の段取りをしているときに、天野チームからタグの装着に成功との報告がある。ゆめごんどうも見たそう。ロボットを浮上させる時に耳澄ましモードができれば、タグを装着したマッコウクジラが潜った時の音を拾える可能性が高い。水平方向に上昇させるのでスラストを止めることはできないが、音響通信レベルをさげて、ノイズを小さくすることはできる。よし、タグのついたロボットの音を拾ってみよう。13時33分、ロボットは浮上開始、予定では13時50分に浮上してくる。Foreのハイドロフォンアレイを13時34分に揚収、Aftは35分に揚収した。13時47分、ロボットは170mまで上がってくる、早い。44分頃からロボット浮上予定の場所を双眼鏡で眺めていると、本船12時の方向にBlowを発見、とても遠い。

13時48分、ロボットは本船11時30分の方向、800m先に浮上。49分、SSBLを格納する。本船はロボットを迎えに進むが、ロボットは潮に乗って流されているようで、なかなか追いつけない。13時57分、ロボットが本船右脇に来るように船を寄せ、スイマー2名を乗せた作業艇が走る。13時58分、スイマーがロボットに揚収用のフックをかけてAフレームのところまで戻り、14時5分から吊り上げ開始、7分にはデッキに収めた。ロボットを無事回収した作業艇は右舷側の中空で水を切っている。26°57.6538' N、142°14.8640' E。

夕刻は、窪寺チームが同じ東の海、26°57.00N、142°17.00E、1300m深度の海域でハイビジョンカメラを投入する。ここから1マイル半、30分ほどの場所だ。カメラ投入は16時なので、それまでの間、ハイドロフォンアレイを入れて録音をさせてもらうよう船長に頼む。了解！現場近くに到着したら、ドリフトしてアレイを入れて録音をおこなう。

14時33分、ハイビジョンカメラ投入場所近くへ到着。ブリッジ前方の海の色が暗い。スコールが来るのだ。その奥には虹が見える。やがて、雨が落ちてくる。Aftのハイドロフォンアレイを投入した14時44分頃、雨は強まる。Foreのハイドロフォンアレイの投入作業はみなずぶぬれ。14時47分に投入完了。52分頃にスコールを抜けた。ハイドロフォンアレイからは、最初に少しくリック音が聞こえたようだが、他には特に変わった音などは聞き取れなかった。ハイビジョンカメラ撮影のため、Foreは15時28分に、Aftは15時33分に揚収完了した。次に窪寺チームの準備を開始、15時49分にハイビジョンカメラを吊り上げ、50分に着水。900m深度での撮影をおこなう。

16時23分頃、ブリッジに上がると、本船右手に物理探査船がいると教えてくれる。大陸棚を調査するための船「大陸棚」



9月13日のAE2000の潜航データ
2005年09月13日

である。速度は3ノットと遅く、船体のうしろからストリーマーケーブルを流しているように思える。ハイドロフォンからはエアガンの音は聞こえないので、おそらく観測はしていないであろう。

8時から第2ラボで今日の反省と明日の検討会。内容は、

1. 今日南東の海域で出会ったグループはかなりばらけた集団だった。水中下でクリック音の聞こえる時にロボットは耳澄ましをおこなっているが、クジラソフトがオンラインではマッコウクジラを検出できていない。後日の解析が待たれる
2. 天野チームは今日3個のタグ装着に成功、まだ外れていない。明日の朝から探索をおこなうが、回収できない場合には、青木さんは回収のために島に残る
3. 明日の予定：朝7時から、海底観測のために今日潜航開始した地点と同じ場所（26°55' N、142°15'E）から再びAUVを投入する（950m等高線）。約2時間30分の潜航。10時からマッコウクジラを探して、午後4時森さんの下船、天野チームの乗船に合わせて潜航タイムリミットを見極める。その後、ハイビジョンカメラは8時まででは降ろして良いことになっている
4. 各担当からの報告：AUVの今日のDive Logについて（福島）、今朝9時代と10時代のハイドロフォンアレイによるマッコウクジラの方位だしについて（中野）、AUVのクジラソフトのオンライン解析結果について（廣津）、気象・海象、航路について（西澤）、NT05-15航海Logについて（井上）。

ここで時間切れ、8時30分からは、明日の夕方下船する森さんによる船内レクチャの時間なので、打ち合わせはまた明日。森さんのレクチャは、マッコウクジラ観測航海について知りたいという船側の希望と自分達の研究内容を知って欲しいという研究者側の希望により実現したもので、森さんを初回として回航中に何度かおこなう。森さんの話は、小笠原近辺に住むマッコウクジラの生態について、パワーポイントと手書きの図まで使って説明。ビール片手に楽しいひとときを過ごした。

[元に戻る](#)



浦研ホームページ

海中ロボットによるマッコウクジラ観測 NT05-15 航海日記 その11

2005.9.4 → 9.17

2005年9月14日（水）モービーディックよ、永遠に



天野さん、青木さん、おかえりなさい
2005年09月14日

小笠原海域での実験最終日。さわやかな快晴。今朝はマッコウクジラ探しをおこなわず、昨日ロボットを展開した近くの26°55.N、142°15.Eの地点で7時からロボットを展開し、800mから900mの等高線に沿って走らせ海底面の撮影をおこなう。マッコウクジラ探しがないので、しばしブリッジでくつろぎながら、ロボット展開の時を待つ。この間、6時30分に、気の早い船長がラジオ体操を済ませてしまい、出遅れた者は体操の楽しみを奪われる。

ロボットは6時40分には出動態勢が整い、トランスジューサを降ろしてクジラソフトやAUVの電源系統のチェック、すべてOK、すぐに吊り上げて潜水させる。6時52分に着水して潜航開始。6時56分に50mまで潜航、今日はここから旋回モードで降りていく。6時59分、通信も安定しているのでSSBLの受信間隔を10秒にする。

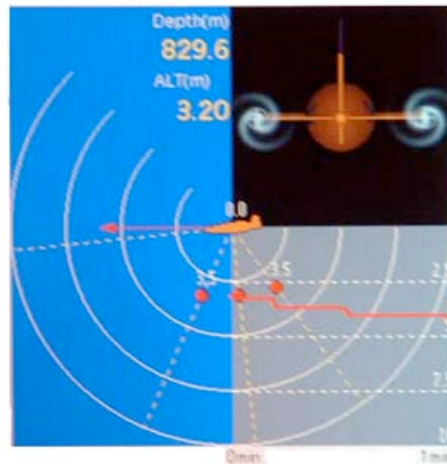
天野チームから、装着したタグは3つとも外れて、前と同じように潮にのって父島から200°方向に流れている、1個はすでに回収、他の2個を探索中という連絡が7時にはいる。こちらの方向探知器では島影になって受信できなかったのだが、この調子だと午前中に回収を終えることができるかもしれない。今回の航海では6個のタグの装着に成功している。

7時5分、ロボットは200m深度、10分に300m深度、15分に400m深度、そして20分に500mへと5分に100mの早さで潜っていく。700m深度に来たら、一度耳澄ましをする段取りだが、500m深度で足踏みしている。どうやら、電源チェックの際に500m深度設定スイッチにしたまま潜航させてしまったらしい。急ぎ浮上させ、時間の節約のため、海面上に浮いている状態で、スイマーに尾翼の上にあるスイッチを1,000mに切り替えて貰い、1kgの重りを船底につけてもらうことにする。スイマーに予備機で作業手順を確認してもらった後に、作業艇にAUV運航チームの福島さんも乗り込み指示を出す。ロボットは7時49分に浮上。ロボットが右舷側に来るように本船を移動してから、作業艇が走る。7時51分、電源のスイッチを1,000m深度に切り替える。あとは船底にバラストを取り付ける作業。音響通信が通り

にくいので船の位置取りに手間どったが、無事58分に装着。ロボットは59分に潜航を開始して、8時5分に50m深度まで潜ったので、旋回モードに入る。約1時間遅れのスケジュール。



パラストを取り付けに行く作業艇
2005年09月14日



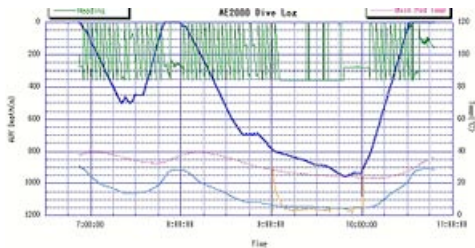
高度 3 m
2005年09月14日

大きなスコールに入り、しばらく雨が降る。天野チームからタグは3個とも回収できたと報告、これで、皆一緒に横須賀に戻る。ロボットが順調に深度をさげている間、水中ハイドロフォンでクリック音を探すために、8時29分に右舷側からハイドロフォンを投入する。測深器のノイズがうるさいので測深器をOFFにしてもらって聞き入る。残念ながらクリック音は聞こえない。33分にハイドロフォンは引き揚げる。26°54.666' N、142°15.099' E。

ロボットは8時41分に700m深度へ達したので、ここで1回目の耳澄ましをおこなう。8時42分スタート、52分終了。次に向かうのは海底面。9時2分、799.6m深度に達した時に、DVLの値が入力されて高度が算出される。ロボットが海底面を捕らえた瞬間である。高度を3mから5m設定にして1,000m等高線に向かって真北に走らせ、1,000m近くまで進んだら浮上させるというストーリー。9時25分に音響通信の受かりが悪くなった。本船のSSBLのハイドロフォンは指向性が高いようで、船とロボットの位置関係によって通信が途絶えることがあるようだ。本船をロボットまで100mの距離にまで寄せると受かった。ロボットが55. Nまで進んだところで水中ハイドロフォンを降ろしてみる。9時43分、Stop Engine、モード3、クラッチ脱。9時44分に右舷側からハイドロフォンを入れる。クリック音は聞こえない。虚しく引き揚げ。でも、ロボットには海底面撮影の使命がある。9時45分に深度944m、そして46分には950m深度へと潜り、一定高度を数分間保ちながら3m高度へと徐々に高度を下げ、撮影を続けるAE2000。

午後にもう一度、マッコウクジラを追跡してロボット展開するには、そろそろロボットを浮上させなくてはならないと検討していた矢先、9時53分頃にロボットは急に高度1.2mに接近、危ない！9時55分、海底面から離脱。次に800mにあげるコマンドを送ったが、音響通信の送信コマンドが通らない。通信が回復しないので本船のエンジンを止めるように頼み、船が向きを変えたらコマンドが通った。なお、潜航後に吸い上げた映像データを調べてみたら、10時2分58秒、AUVの深度868mのところにイカが映っている。

10時5分、ロボットは835.1mに上昇。この後は旋回モードで浮上させる。浮上予定時刻は10時35分である。10時6分、スイマースタンバイ。ロボットは10時34分に浮上した。本船の右舷側に来るように船を移動させた後、作業艇が走り38分にスイマーがロボットに揚収用のフックをかけてAフレームのところまで戻り、10時44分にデッキに収めた。ロボット展開の度に一連の作業がスムーズにおこなわれるようになっている。データを吸い上げて電池をOFF、電池交換など調整をおこなえば、12時には次の潜航が可能だ。AUV運航チームが動き回る。



9月14日(午前) AE2000の潜航潜航データ(イカ撮り)
2005年09月14日



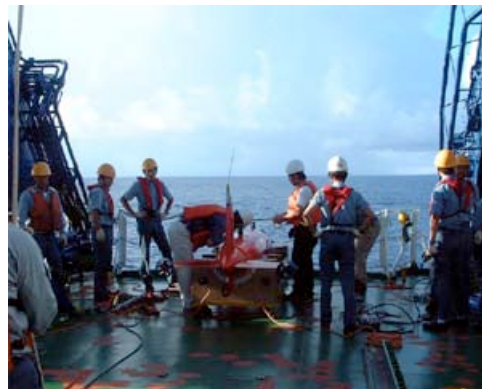
AE2000が撮ったイカ(深度868m)
2005年09月14日

ブリッジではマッコウクジラ探しが始まる。どこに向かうかも決めなくてはいけない。4時には二見港に着く必要があるの、あまり遠くには行けない。森参謀と相談、昨日と同じく黄金のトライアングルの中心、27°00.N、142°20. Eに向かうことにして、10時52分、船を北東へ進める。ロボット着水・揚収やハイドロフォンアレイの揚げ降ろし作業を仕切るチョッサーに、潜航は早くして12時なので早飯に行くよう指令がでる。もはやマッコウクジラは必ず12時に出現するという設定なのである。

でも、目をこらして水平線のかなたを眺めていてもBlowは見えない。だんだんと不安がつのってきた時、船備え付けの双眼鏡で前方を見ていた電子長がBlowを発見。本船の12時30分方向、北西の水平線すれすれあたりBlowが見えるという。電子長、3回目の第一発見者の名誉を手にする。かなたのBlowはずっと続いていたが、11時37分にFlukes UPダイブしたそう。でも、その周りでもBlowが見えている。11時42分、3マイル先ぐらいたろうか、少なくとも2カ所でBlow、いやもう1頭いる。北東に向かって進んでいるようだ。本船はマッコウクジラ目指して突き進む。11時47分によろやく肉眼でも確認、距離は約1kmだろうか。本船正面11時30分から12時頃までの方向のばらけたところに数頭のBlowがあがる。11時50分、1頭がFlukes Up ダイブ。他の個体も潜ったのか、姿が見えなくなるが、11時54分にヘッドにいる1頭を発見。本船の11時30分方向、200m程度の距離のところを、ほとんどBlowせずにぶかぶかと浮いている。たまに小さなBlowをする。この個体はFlukes Upすることなく、54分頃にすっと潜っていった。グループは北に向かって進んでいるようなので、少し回り込んで船を止めたら、ちょうど潮にのって北に流されて、マッコウクジラに会えるだろう。ロボットを展開して待機しよう。



電子長、マッコウクジラを発見!



2005年09月14日

最後の出陣
2005年09月14日

さあ本航海最後の出陣だ。11時55分、Stop Engine、モード3。27°00.1378' N、142°23.8481' E。ロボットの電源をON、今度は間違いなく1,000m深度設定にする。11時58分、本船左8時方向（340°）にBlowがあがる。ちょうど、ロボットが流れると思われる方向だ。12時1分にロボットの吊り上げ開始、2分に着水。ほとんど予定通りのスケジュールである。ロボットは、スムーズに潜航していき、12時7分に50m深度に潜るまでは巡回モード、それ以降は水平方向に300°方向に向けて進む。ロボットが順調に50m深度まで進んだところで、本船にスラスト停止してもらい右舷側から水中ハイドロフォンを降ろして音を聞く。クリック音が聞こえるので、ハイドロフォンアレイを投入して、AUVとハイドロフォンアレイを用いた三角測量によるマッコウクジラの位置測定をおこなう準備を開始。その間もロボットは潜航を続け、12時10分に100m深度に達する。

Aftのハイドロフォンは12時13分に投入、Foreは16分に投入完了。ハイドロフォンアレイ単独による位置測定では300°から330°方向（NW）に潜っているようだという報告。アレイ間の距離を測るためにピングを入れる。アレイからは人間の耳にはあまりクリック音が聞こえていなかったが、12時19分頃にパチパチとクリック音が入る。そろそろ耳澄ましのタイミングだろう。12時22分にロボットは耳澄ましを開始。皮肉なことに耳澄ましを始めたときにクリック音は耳には聞きとれなくなる。でも、耳澄ましを終える少し前の32分頃にふたたびクリック音が聞こえた。12時33分、ロボットは1回目の耳澄まし終了。

ロボットが500m深度へと水平方向に向かうため、ハイドロフォンアレイは揚収する。12時38分にAftのハイドロフォンアレイを揚収、Foreは12時40分に揚収完了。ブリッジでは12時48分頃に、本船の2から3km先の290°方向にいて300°の方向（NW）へと向かうマッコウクジラを発見。ロボットは深度をさげながら、約1ノットの速度で320°に向かって進んでおり、12時55分に500m深度に達した。このまま800mまで行かせる。

13時、本船11時の方向（280°）、2km先にBlow。方向から見て先ほど発見した個体だろう。Blowは続いていたが、13時5分、本船から見て、尾びれが左に向いた状態で右の方に向かってFlukes Upダイブした。その近くではまだ少なくとも2頭のBlowが確認できる。Blowの向きは本船から見て左（SW）に向かって進んでいるようだが、時に方向を変えており、2頭がごく至近距離で向かい合ってBlowする様子も見える。

ロボットは13時14分に800m深度に達したので、800m定深度航行にて先に進む。13時15分、水中ハイドロフォンを右舷側からおろして音を聞くために音響通信をいったん切ってもら。遠いけどクリック音は聞こえている。13時16分、本船左7時方向（280°）に見えていた2頭がFlukes Upダイブして潜る。水中ハイドロフォンは12時19分に揚収する。クリック音が聞こえるので、船が止めたらハイドロフォンアレイを投入して、ふたたびAUVとハイドロフォンアレイによるマッコウクジラの三角測量をおこなう。13時36分にエンジン停止、モード3、クラッチ脱。Aftのハイドロフォンアレイは13時37分に投入、Foreは43分に投入完了。

ハイドロフォンアレイからは耳ではクリック音を聞き取ることが出来ない。13時40分頃、2頭のBlowが本船の後ろ12時方向（260°から300°）に見える。さっき目撃した2頭のBlowと思われるが、潜ってから浮上してくるまでの時間は約24分とやや短い。あまり深くには潜ってないのかもしれない。南に進んでいるようだ。だが、まだ潜っている個体がいるだろう。800m深度で耳澄ましを試みよう。12時44分に巡回モードによる耳澄ましを開始。13時46分頃、ハイドロフォンアレイから少しくリック音が聞こえてくる。ハイドロフォンアレイ単独による位置測定では220°の方向にいるとの報告。しかし、クジラソフトの方はオンラインではマッコウクジラを検出できていない。目視を続ける電子長は、270°方向にBlowが見えているという。13時49分にハイドロフォンアレイのデータから、220°方向の水中下にマッコウクジラがいると推定する。アレイからのクリック音は12時50分頃に聞こえなくなった。13時51分にアレイ間の距離を取るためにピングをうつ。

ハイドロフォンアレイによるマッコウジラの方位推定に基づき、ロボットを220°方向に進める。13時53分頃からクリック音が少し入りだす。データでは、220°の方向、下の方を向いている。船は真東に進んでいる、よし、ロボットにもう一度耳澄ましをさせよう。13時59分頃からクリック音は次第に弱まる。14時過ぎ、今回は巡回モードではなく直線モードで耳澄ましのコマンドを送るが、通信が通りにくく、コマンドが通ったかどうか定かでない。ハイドロフォンアレイのクリック音は小さいが聞こえている。そして14分頃にやや大きくなったり、また小さくなったりしながらずっと続く。14時11分、また少し大きくなった。ハイドロフォンアレイのデータからは、本船の西400m先に1頭がいると推定される。これまでハイドロフォンアレイのノイズ処理にローパスフィルタを使っていたのだが、今日はハイパスフィルタをかけている。これが有効だったようである。コマンドが通り、無事に耳澄ましがおこなわれていることを確認、耳澄ましは14時11分に終了する。14時13分頃にもクリック音は続いていたが、二見港に戻るにはそろそろロボットを浮上させなくてはいけない。14時14分にロボットは浮上を開始した。浮上開始の少し前、電子長が210°のところまでBlowしているマッコウジラの姿を目撃している。

Foreのハイドロフォンアレイは14時15分に揚収、Aftは17分に揚収完了。ロボットは14時17分に700m深度を浮上中。浮上を続けるロボットの周りにウォッチング船だろうか、数隻の小舟が集まってくる。そのうちの一隻がぐんぐんと本船に寄ってくるので、船長はAUVが轢かれるのではないかと心配する。寄ってきた船は小笠原での調査時にいつも窪寺さんが使っている第8興勇丸という漁船と分かる。「なつしま」を見かけて挨拶に来てくれたのだ。手を振り漁船にお別れをする窪寺さん。



音響解析するメンバー
2005年09月14日



漁船、イカ博士に挨拶にくる
2005年09月14日

14時27分、ロボットは360m深度まで上昇、間もなく浮上するだろう。そして14時38分に本船12時30分の方向、800m先に浮上。本航海では最後の浮上である。40分にSSBLのハイドロフォンは格納した。ロボットが本船の右舷側に来るように船を寄せて、14時45分にスイマーがロボットに揚収用のフックをかけてAフレームのところまで戻り、14時52分に吊り上げ開始、54分にデッキに収めた。スイマー作業もこれにてお終い。

本船は、二見港へ向かい出発し、森さんが下船した後で天野チームが乗船してくる。港に向かう間、最後の撮影に挑む窪寺チームがハイビジョンカメラの準備をおこなっているのを尻目にAUVチームはちょっとリラックスムード、緊張が解けてホット笑みがこぼれる。

15時30分、船が入港で忙しくなる前に、森さんと船側も一緒にデッキ上のAE2000を囲んで集合写真を撮る。16時18分、二見港が近づく。森さんは16時48分に通行艇に乗り込む。前甲板で走り去っていく通行艇を眺めながら、小笠原の風景を惜しむ。入れ替わりに天野チームが16時59分に到着、天野さんはすっかり日に焼けている。



さあ、窪寺チームの本航海最後の撮影ポイントに向かって出発だ。今日のポイントは27° 07.N、142°03. E。再び南東の海での撮影となる。17時15分に二見港を出港し、現場到着後、ハイビジョンカメラを18時11分に投入。900mと700m深度で撮影をおこなう。

20時30分から天野チームも加わり本日の反省会。内容は、

1. 実験最終日となる今日、AUVは2回潜航、午前中は900m深度の海域で海底面の撮影をおこなった。その際の映像をチェック、800m以深の海底面近くの魚やクラゲが映っており、種類は分からないがイカも映っている
2. 天野チームは、今回は天気にもマッコウクジラにも恵まれ、都合6個のタグを5頭のマッコウクジラに装着することができた。3個は深度などを取るタグだが、残り3個は2軸加速度を取ることができるタグであり、最後の1頭には2種類のタグを装着できたので、今後の解析によりマッコウクジラの尾びれの動きや水中での姿勢が解明されることが期待される
3. 窪寺チームは夜の8時頃まで投入していたので、まだ今日の分は映像を見ていない。明日以降に報告
4. 各担当の報告：AUVの2回の潜航ログについて（福島）、午後の潜航時のハイドロフォンアレイによる方向推定結果について（中野）、9月11日のハイドロフォンアレイデータにハイパスフィルタをかけてオフライン解析した結果について（廣津）、気象・海象と航路図およびAUVの航跡（西澤）

その後、本航海のクルーズレポートの概要および各分担を決めて、下船前の16日17時までに首席研究員に提出することになった。回航中の明日13時から、窪寺、天野、浦が30分ずつ船側にレクチャをおこない、船側と研究者との相互理解を深める。

今年のモービーディックとの戦いは終わった。天候に恵まれ、昨年の経験から朝5時に出動して「なつしま」の機動力をフルに利用、広い範囲を探すことで、ほぼ毎日マッコウクジラに出会うことができた。また「なつしま」と「新盛丸」との連携プレーにより追跡が容易となり、マッコウクジラの行動に関する情報量も増えた。去年は手探りのなかでのロボット展開であったが、海表面（目）と水中下（音）での行動分析により、的確なロボット展開ができて、クリック音の聞こえる海域で何度もロボットを展開、ハイドロフォンアレイによる位置出しができた。次はAUVに搭載するクジラソフトのオンラインでの稼働である。膨大な量の貴重なデータを取得できたので、今後オフライン解析を進すすめることで、マッコウクジラに関する知見を深めるとともにクジラソフトのオンラインでの稼働を目指す。持続的な観測こそが工学に新しい道を拓くのだろう。だから、ふたたび小笠原の海に戻ってモービーディックとの戦い



浮上
2005年09月14日



ハイビジョンカメラの調整に余念のない3人
2005年09月14日



暮れゆく父島を背に撤収作業
2005年09月14日



夜間まで続く作業タ

を続けたい。モービーディックよ、永遠に。

2005年09月14日

[元に戻る](#)



海中ロボットによるマッコウジラ観測 NT05-15 航海日記 その12

2005.9.4 → 9.17

2005年9月15日（木） 船内レクチャ



これが研究というものか
2005年09月15日

実験が終わり、早朝5時からのマッコウジラ探しももうないため、ゆったりとした気分で朝食。天野チームに一時合流していた河野さんから、11日に「新盛丸」が発見したカンテンダコは3つ、そのうち一番状態の良いものを選んで窪寺さんに渡したと聞く。深海でカンテンダコをボールにサッカープレイに興じるマッコウジラを想像。

食後、オペレーションルームを占領していたPCなどの荷物片づけるなどの撤収作業。だんだんと船の揺れが大きくなり、大きな波しぶきがデッキや前甲板を洗う。お昼には鳥島を通過すること。

13時から食堂で窪寺、天野、浦の順番で、つまりイカ、マッコウジラ、AUVの順で船側にレクチャをおこなう。イカ博士、話し出したらもうとまらない。海の魔物クラークン=巨大ダイオウイカ説まで紹介しながら話を続ける。ちなみにダイオウイカは英語ではGiant Squidというそうだ。天野さんは、マッコウジラに装着したデータロガーを片手にロガーによるマッコウジラの潜水行動を紹介する。ただし、今回の航海のようにタグがすぐに回収できることはまれで、熊野灘から静岡まで探し歩いたエピソードなども語られる。浦は、すでにJAMSTECの研究船で何度も実験航海をおこなっている東京大学生産技術研究所が開発したAUVについての紹介。本船キャプテンをつとめる齋藤船長と一緒に「アールワン・ロボット」を連れて明神礁に行ったが海象が悪くて一度も潜らせられなかったこと、その後継機「r2D4」が今年の8月、本航海の少し前の「かいいい」による航海でリターンマッチをおこなったなど。

研究航海時、回航などにゆとりがある場合には、このような簡単なレクチャをおこなうことで、研究者のおこなっていることへの理解と共感を得ることができるだろう。今後の航海でも機会があれば、是非推進したいと考える。





イカ博士大いに語る
2005年09月15日



真っ黒に日焼けしたマッコウ博士も語る
2005年09月15日



ハンパバックなロボット博士
2005年09月15日

夕食後20時30分からは金比羅様へのお礼参り、つまり打ち上げ。食堂で船側と研究者側一同が集まり、実験中のエピソードなどで盛り上がる。昨年の経験から今年はノイズ対策のために当初より水中ハイドロフォン投入時やハイドロフォンアレイ投入時は船のエンジンをモード3、クラッチ脱に、また、AUVの潜航中もなるべく静かにするようお願いしていた。機関長によると、今回の航海では自分が把握する限りでも63回のクラッチ脱をおこなっているそうだ。通常クラッチ脱は、港への入港時におこなう程度なので、この航海で本船は航海回数を大幅に更新したことになる、と。

ようやく美味しく楽しくお酒を飲めたひととき

[元に戻る](#)



浦研ホームページ

海中ロボットによるマッコウクジラ観測 NT05-15 航海日記 その13

2005.9.4 → 9.17

2005年9月16日（木）横須賀へ向けて走る



煙を噴く三宅島

2005年09月16日

夜中から船の揺れが激しくなり、何度もベットのなかで転げる。朝起きてからも波も高く、天候もすぐれず、一時、激しい雨が降る。明日の7時にはJAMSTECの岸壁に接岸するので、そろそろ荷物を整理しておかなければならない。ロボットやハイドロフォンアレイはすでにガレージ内に収められ帰宅を待つ。

お昼の後、12時30分頃から本船左手に御蔵島と三宅島が見えてくる。三宅島は煙を噴いている。三宅島を過ぎてしばらくしたら大島が見えるそう。そして夕刻には房総沖へと至る。

船は横須賀へとひた走り、段々と東京へ戻る時が近づいている

[元に戻る](#)



浦研ホームページ

海中ロボットによるマッコウジラ観測 NT05-15 航海日記 その14

2005.9.4 → 9.17

2005年9月17日（木）入港



朝日に輝く八景島
2005年09月17日

横須賀沖にアンカーしている「なつしま」船上で目覚めた。6時半にアンカーを揚げる。久しぶりに陸地を間近にしながら、慌ただしく離船の準備に追われる一時。2週間の航海中のさまざまな実験機器や私物など沢山の荷物が甲板のガレージに積み上げられている。JAMSTECの建物の姿が大きくなってきた。いよいよ接岸だ。ブリッジに緊張が走る。



慌ただしい下船作業
2005年09月17日



アレイを持って下船
2005年09月17日



次の航海の準備でコンテナを揚げ
2005年09月17日

接岸後は、まず朝食を終え、各自で船の支払いも済ませてから、クレーンでAUVや大型の荷物類を運び降ろす作業を開始。ハイドロフォンアレイは学生達が大事に手に抱えて運び出す。窪寺チームも天野

チームも「なつしま」と陸地をいったりきたり、てんやわんやの光景だ。撤収が一段落すると、次の航海、ハイパードルフィン（ROV）を用いた観測をおこなう、のための巨大なコンテナが次々に運び込まれていく。



イカ博士、マッコウ博士、ロボット博士のお別れ
2005年09月17日

AUV 2台は、ユニック車に無事収められ、ここでAUV運航チームとはお別れ、そして窪寺チームと天野チームともお別れ。ごきげんよう。また小笠原の海で会いましょう。東大生研の荷物を運ぶトラックは最後にやってくる。ありがとう、「なつしま」そして「なつしま」の皆さん。また、会う日まで！

[元に戻る](#)



• [浦研ホームページ](#)

2-2. 航海ログ / Ship Log

表1 9月4日8時～9月5日7時 間の航路.

日	時間	北緯 °	度一分 表示	東経 °	度一分 表示
9/4	8:00	35.31919	35-19.15130	139.6505	139-39.03160
	9:00	35.21973	35-13.18390	139.7739	139-46.43500
	11:00	34.88004	34-52.80250	139.6872	139-41.22980
	13:00	34.59608	34-35.76450	139.9319	139-55.91280
	15:00	34.31344	34-18.80650	140.1779	140-10.67180
	17:00	34.05438	34-03.26260	140.4293	140-25.75570
	19:00	33.81701	33-49.02060	140.7192	140-43.15370
	21:00	33.57839	33-34.70360	141.0106	141-00.63460
	23:00	33.34239	33-20.54360	141.2949	141-17.69270
9/5	1:00	33.10808	33-06.48460	141.6165	141-36.98870
	3:00	32.91246	32-54.74760	141.9625	141-57.75170
	5:00	32.72304	32-43.38250	142.2671	142-16.02680
	7:00	32.49969	32-29.98150	142.5026	142-30.15870

- ・ 回航中のため AUV の投入なし

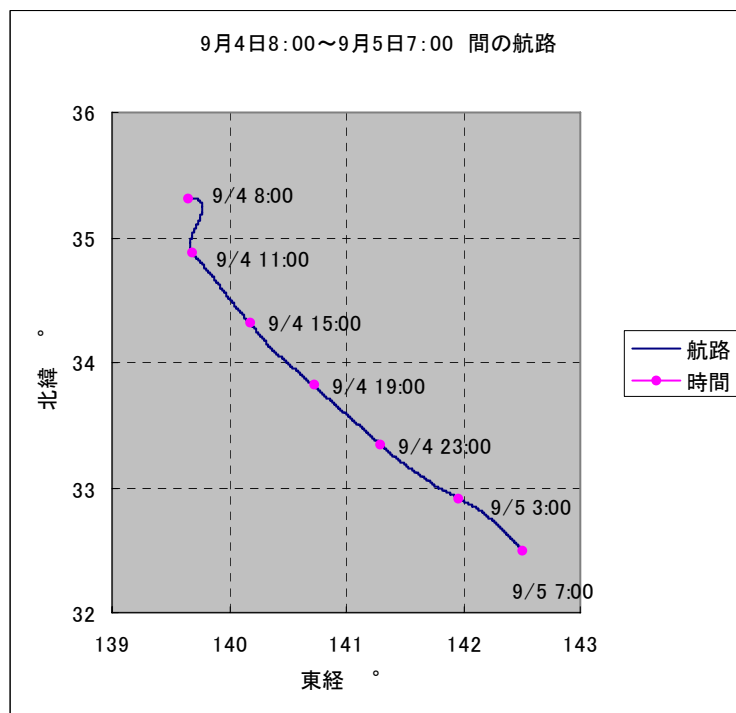


表2 9月5日7時～9月6日7時 間の航路.

日	時間	北緯 °	度一分 表示	東経 °	度一分 表示
9/5	7:00	32.49956	32-29.97350	142.5028	142-30.16770
	9:00	32.24903	32-14.94150	142.7504	142-45.02570
	11:00	31.98961	31-59.37650	143.0027	143-00.16470
	13:00	31.72179	31-43.30750	143.2345	143-14.06770
	15:00	31.44438	31-26.66300	143.4162	143-24.97290
	17:00	31.12747	31-07.64810	143.4256	143-25.53590
	19:00	30.8120	30-48.72010	143.4381	143-26.28690
	21:00	30.49534	30-29.72010	143.4453	143-26.71790
	23:00	30.17499	30-10.49910	143.4527	143-27.15990
9/6	1:00	29.84992	29-50.99510	143.4547	143-27.28190
	3:00	29.51927	29-31.15600	143.4603	143-27.61590
	5:00	29.18172	29-10.90300	143.4806	143-28.83490
	7:00	28.84425	28-50.65500	143.4869	143-29.21690

- ・ 回航中のため AUV の投入なし

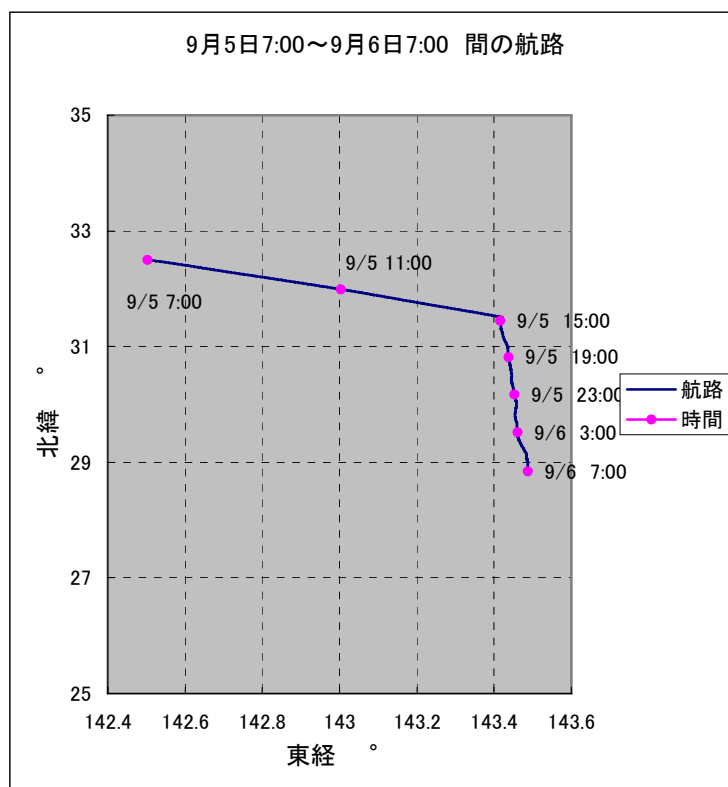


表3 9月6日7時~9月7日7時 間の航路.

日	時間	北緯 °	度一分 表示	東経 °	度一分 表示
9/6	7:00	28.84408	28-50.64500	143.4869	143-29.21590
	9:00	28.55723	28-33.43350	143.3236	143-19.41770
	11:00	28.29434	28-17.66050	143.0983	143-05.89980
	13:00	28.01616	28-00.96950	142.8943	142-53.65770
	15:00	27.73623	27-44.17350	142.6646	142-39.87370
	17:00	27.50774	27-30.46440	142.5218	142-31.30540
	19:00	27.42625	27-25.57510	142.4913	142-29.48090
	21:00	27.28799	27-17.27910	142.4748	142-28.48610
	23:00	27.50135	27-30.08100	142.4583	142-27.49890
9/7	1:00	27.28602	27-17.16100	142.4583	142-27.49590
	3:00	27.43492	27-26.09500	142.4416	142-26.49810
	5:00	27.23557	27-14.13400	142.1560	142-09.35790
	7:00	27.09088	27-05.45260	142.1428	142-08.56640

- ・ 回航中のため AUV の投入なし

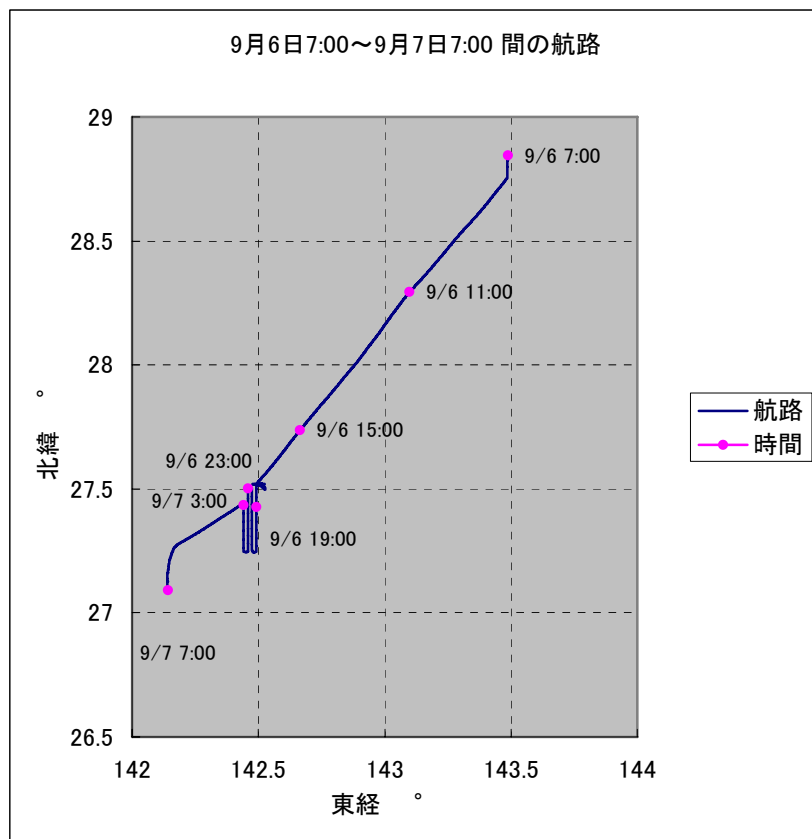


表4 9月7日7時~9月8日7時 間の航路.

日	時間	北緯 °	度一分 表示	東経 °	度一分 表示
9/7	7:00	27.09089	27-05.45360	142.1428	142-08.56640
	9:00	27.04308	27-02.58490	142.1427	142-08.56290
	11:00	27.08321	27-04.99260	142.2657	142-15.94060
	13:00	26.90536	26-54.32140	142.2392	142-14.35160
	15:00	26.90053	26-54.03180	142.2221	142-13.32430
	17:00	26.93338	26-56.00280	142.2828	142-16.96690
	19:00	26.93306	26-55.98370	142.2842	142-17.05440
	21:00	26.93074	26-55.84420	142.0936	142-05.61810
	23:00	26.91038	26-54.62300	142.0264	142-01.58290
9/8	1:00	26.91038	26-51.84400	142.0284	142-01.70390
	3:00	26.83598	26-50.15900	142.0148	142-00.88510
	5:00	27.17102	27-10.26100	141.9996	141-59.97390
	7:00	26.98824	26-59.29410	142.0006	142-00.03490

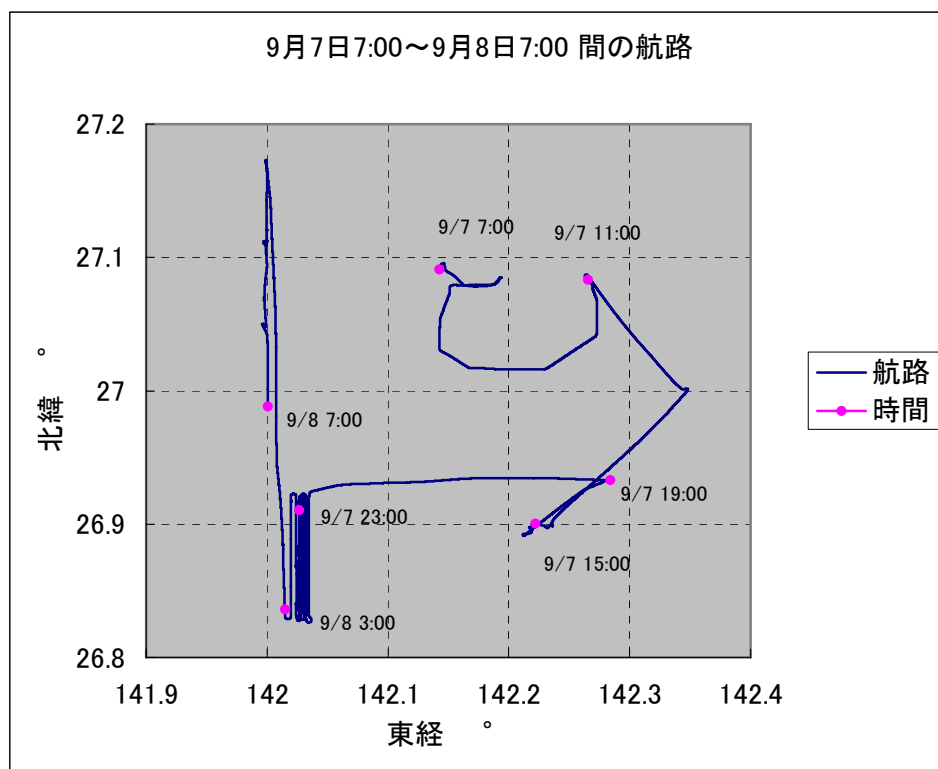


表5 9月8日7時～9月9日7時 間の航路.

日	時間	北緯 °	度一分 表示	東経 °	度一分 表示
9/8	7:00	26.98815	26-59.28910	142.0005	142-00.03290
	9:00	26.85093	26-51.05570	142.1977	142-11.86440
	11:00	27.00055	27-00.03280	142.3383	142-20.29600
	13:00	26.97648	26-58.58870	142.4187	142-25.12140
	15:00	26.97999	26-58.79930	142.4103	142-24.61750
	17:00	27.00061	27-00.03640	142.3834	142-23.00120
	19:00	26.98105	26-58.86320	142.3049	142-18.29520
	21:00	26.85607	26-51.36400	142.0142	142-00.85190
	23:00	26.84278	26-50.56700	141.9835	141-59.01010
9/9	1:00	26.86217	26-51.72990	141.9499	141-56.99510
	3:00	27.12785	27-07.67120	141.9829	141-58.97410
	5:00	27.1714	27-10.28380	141.9962	141-59.76930
	7:00	26.98552	26-59.13140	141.9988	141-59.93080

AUV 潜行開始: 13:05:36 , 26-58.578, 142-25.133

AUV 浮上 : 14:07:53 , 26-58.377, 142-25.578

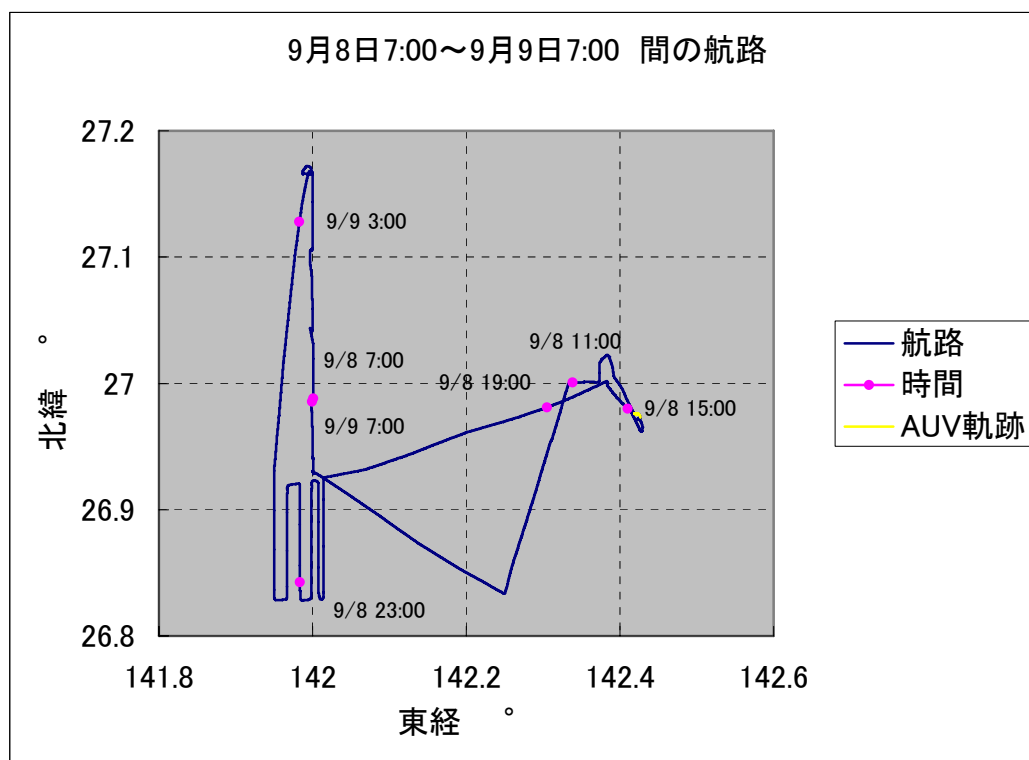


表6 9月9日7時～9月10日7時 間の航路.

日	時間	北緯 °	度一分 表示	東経 °	度一分 表示
9/9	7:00	26.98552	26-59.13140	141.9988	141-59.92980
	9:00	26.8348	26-50.08780	142.2451	142-14.70730
	11:00	27.00005	27-00.00300	142.3431	142-20.58410
	13:00	26.92465	26-55.47890	142.3093	142-18.55510
	15:00	26.94125	26-56.47470	142.2622	142-15.73420
	17:00	26.95518	26-57.31070	142.2797	142-16.78450
	19:00	26.98142	26-58.88540	142.2925	142-17.54920
	21:00	27.27172	27-16.30310	142.4248	142-25.48910
	23:00	27.50192	27-30.11520	142.4408	142-26.44790
9/10	1:00	27.47277	27-28.36600	142.3917	142-23.49990
	3:00	27.28032	27-16.81930	142.2737	142-16.42340
	5:00	27.16818	27-10.09050	141.9996	141-59.97570
	7:00	26.97744	26-58.64620	141.9954	141-59.72490

AUV の詳細データなし

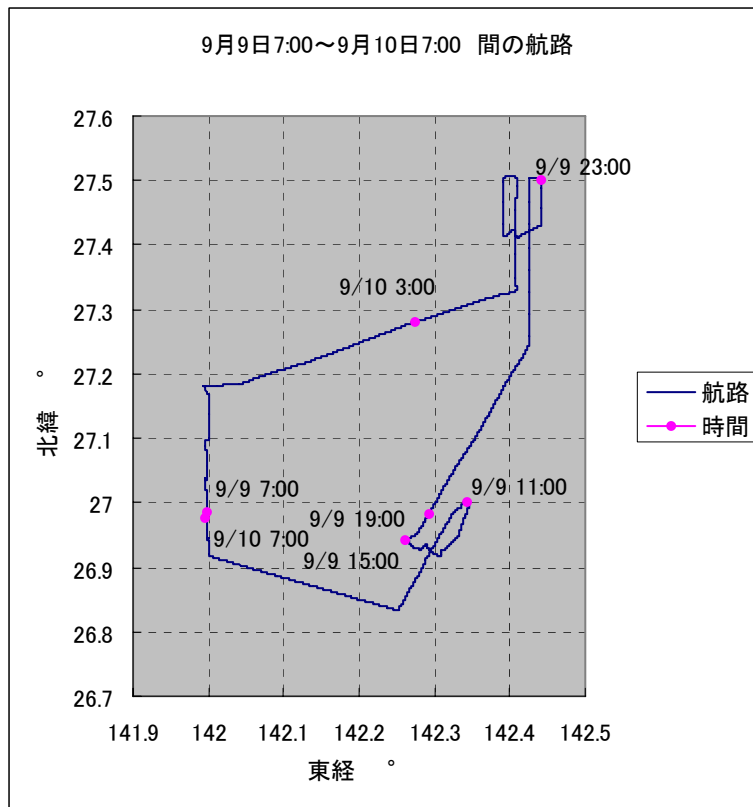


表7 9月10日7時～9月11日7時 間の航路.

日	時間	北緯 °	度一分 表示	東経 °	度一分 表示
9/10	7:00	26.97744	26-58.64620	141.9954	141-59.72290
	9:00	26.83608	26-50.16480	142.2423	142-14.53630
	11:00	26.96033	26-57.62000	142.2926	142-17.55410
	13:00	26.95958	26-57.57500	142.2810	142-16.86010
	15:00	26.94294	26-56.57660	142.2756	142-16.53360
	17:00	27.00036	27-00.02160	142.3499	142-20.99250
	19:00	27.03588	27-02.15300	142.3475	142-20.85210
	21:00	27.35579	27-21.34710	142.3415	142-20.49110
	23:00	27.38558	27-23.13500	142.3498	142-20.99090
9/11	1:00	27.37042	27-22.22500	142.3633	142-21.79910
	3:00	27.37737	27-22.64200	142.3767	142-22.60190
	5:00	27.25325	27-15.19480	142.4094	142-24.56630
	7:00	27.10237	27-06.14210	142.4998	142-29.99090

AUV 潜行開始: 10:21:08 , 26-57.468, 142-17.775

AUV 浮上 : 14:20:09 , 26-57.331, 142-16.240

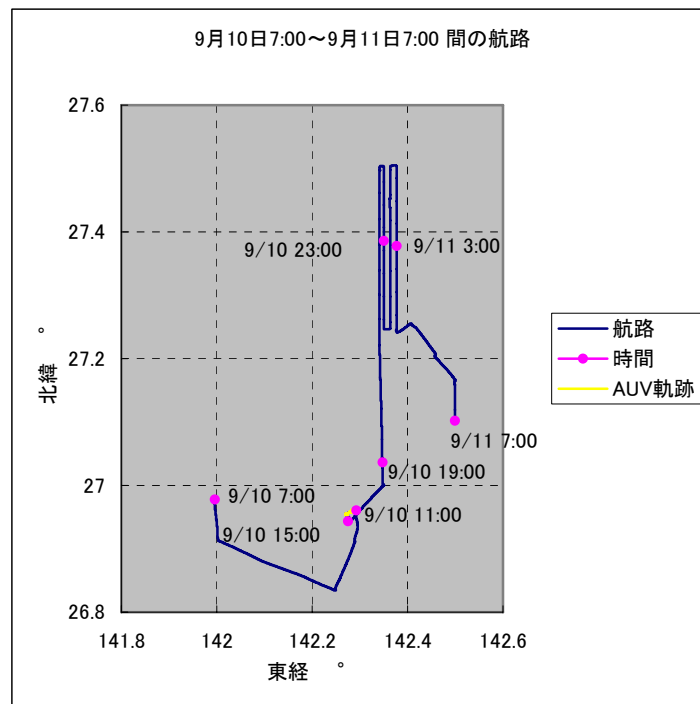


表8 9月11日7時～9月12日7時 間の航路.

日	時間	北緯 °	度一分 表示	東経 °	度一分 表示
9/11	7:00	27.09026	27-05.41570	142.4970	142-29.82280
	9:00	26.99870	26-59.92170	142.3803	142-22.81780
	11:00	27.01377	27-00.82620	142.3025	142-18.15110
	13:00	26.98974	26-59.38460	142.3298	142-19.78760
	15:00	27.04033	27-02.42000	142.1445	142-08.67010
	17:00	27.08419	27-05.05130	142.0014	142-00.08550
	19:00	27.08349	27-05.00960	142.0001	142-00.00570
	21:00	27.09843	27-05.90570	141.9832	141-58.99080
	23:00	27.11136	27-06.68170	141.9756	141-58.53490
9/12	1:00	27.11695	27-07.01670	141.9768	141-58.60680
	3:00	27.11541	27-06.92470	141.9767	141-58.60480
	5:00	27.16792	27-10.07520	141.9993	141-59.96090
	7:00	27.03949	27-02.36950	141.9948	141-59.69030

AUV 潜行開始: 9:46:53 , 27-0.146, 142-19.189

AUV 浮上 : 13:27:35 , 26-59.510, 142-19.691

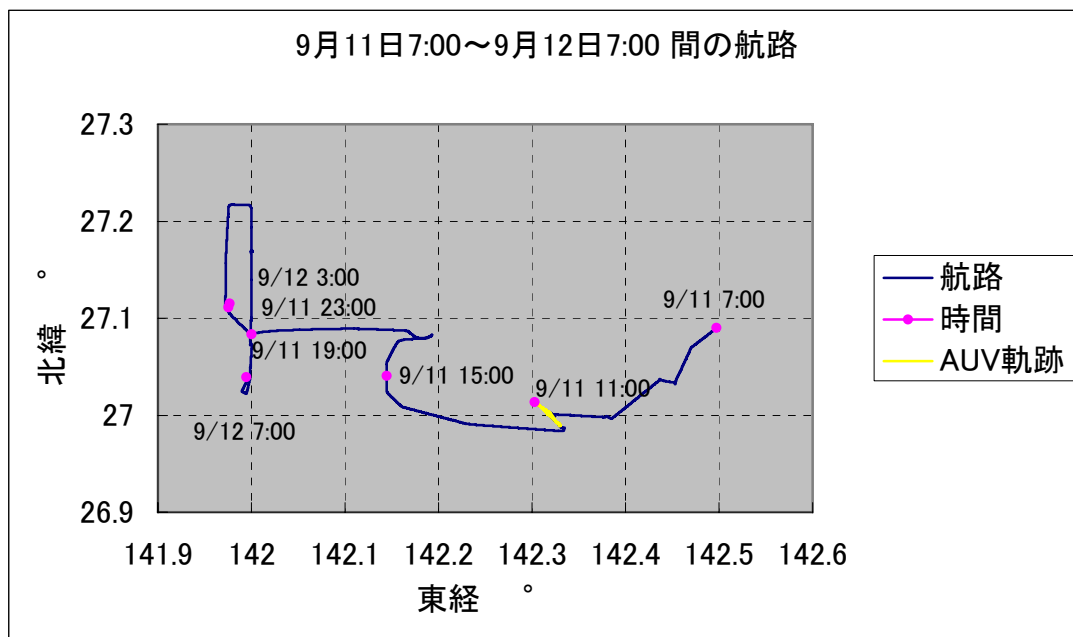


表9 9月12日7時～9月13日7時 間の航路.

日	時間	北緯 °	度一分 表示	東経 °	度一分 表示
9/12	7:00	27.03951	27-02.37050	141.9948	141-59.68830
	9:00	27.16906	27-10.14340	142.0117	142-00.69920
	11:00	27.17255	27-10.35280	141.9858	141-59.15000
	13:00	27.23469	27-14.08150	142.0001	142-00.00470
	15:00	27.22928	27-13.75680	142.0588	142-03.53000
	17:00	27.25125	27-15.07470	142.0428	142-02.56850
	19:00	27.25020	27-15.01170	142.0415	142-02.49150
	21:00	27.24710	27-14.82580	142.3143	142-18.86010
	23:00	27.38570	27-23.14210	142.4003	142-24.01590
9/13	1:00	27.25515	27-15.30920	142.4130	142-24.77790
	3:00	27.25677	27-15.40640	142.3896	142-23.37480
	5:00	27.24864	27-14.91860	142.4175	142-25.05170
	7:00	27.07902	27-04.74130	142.4899	142-29.39650

・1 本目

AUV 潜行開始: 8:39:58 , 27-10.001, 142-0.842

AUV 浮上 : 9:53:50 , 27-10.238, 142-0.000

・2 本目

AUV 潜行開始: 13:48:13 , 27-12.584, 142-3.596

AUV 浮上 : 16:02:17 , 27-14.395, 142-3.319

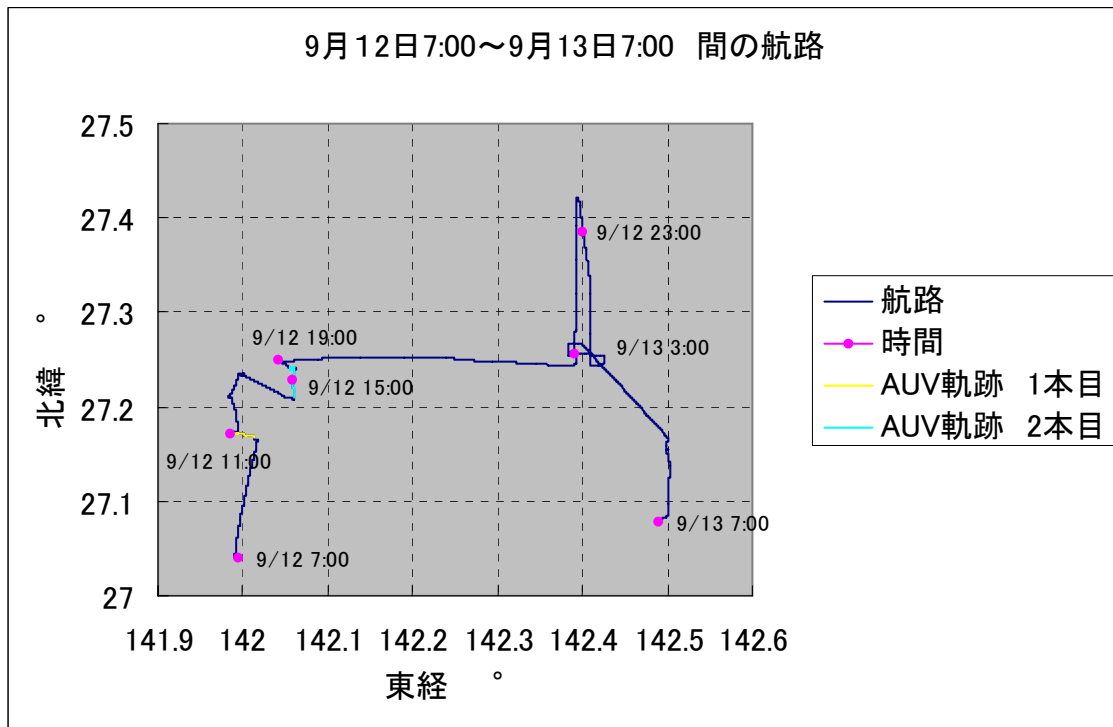


表 10 9月13日7時～9月14日7時 間の航路.

日	時間	北緯 °	度一分 表示	東経 °	度一分 表示
9/13	7:00	27.07891	27-04.73430	142.4897	142-29.38150
	9:00	26.94623	26-56.77350	142.2659	142-15.95170
	11:00	26.94618	26-56.77080	142.2384	142-14.30410
	13:00	26.95929	26-57.55730	142.2497	142-14.98110
	15:00	26.95076	26-57.04540	142.2983	142-17.89540
	17:00	26.95065	26-57.03870	142.2839	142-17.03650
	19:00	26.95107	26-57.06420	142.2170	142-13.02100
	21:00	26.94684	26-56.81050	142.2542	142-15.25430
	23:00	26.95060	26-57.03580	142.1932	142-11.59210
9/14	1:00	26.97048	26-58.22890	142.1526	142-09.15810
	3:00	26.98029	26-58.81710	142.1331	142-07.98710
	5:00	26.98122	26-58.87310	142.1200	142-07.20110
	7:00	26.91585	26-54.95070	142.2506	142-15.03650

AUV 潜行開始: 9:55:06 , 26-56.423, 142-14.785
AUV 浮上 : 13:48:07 , 26-57.816, 142-14.694

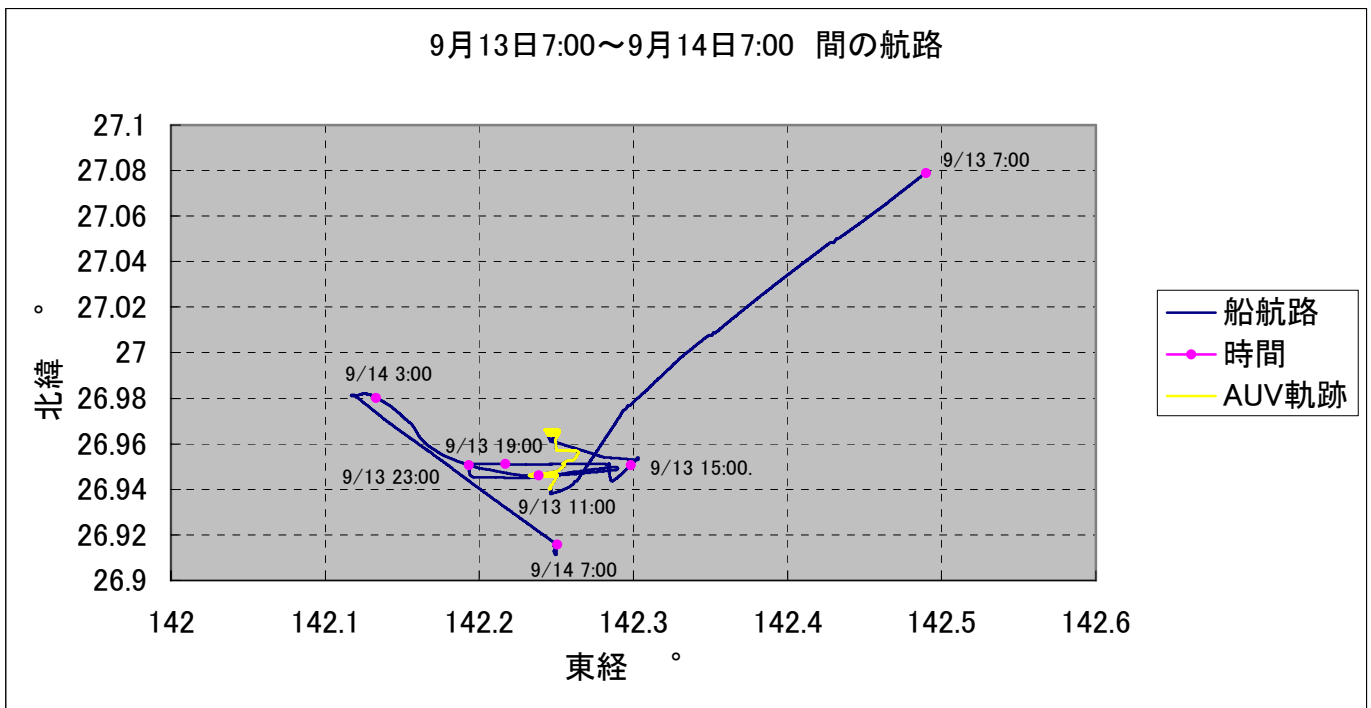


表 11 9月14日7時～9月15日7時 間の航路.

日	時間	北緯 °	度一分 表示	東経 °	度一分 表示
9/14	7:00	26.91583	26-54.94970	142.2506	142-15.03650
	9:00	26.91116	26-54.66980	142.2496	142-14.97430
	11:00	26.93503	26-56.10160	142.2555	142-15.33240
	13:00	27.00659	27-00.39530	142.3869	142-23.21250
	15:00	27.01006	27-00.60330	142.3619	142-21.71650
	17:00	27.08566	27-05.13970	142.1939	142-11.63160
	19:00	27.12936	27-07.76170	142.0528	142-03.16950
	21:00	27.26223	27-15.73370	142.0071	142-00.42510
	23:00	27.63421	27-38.05270	141.8747	141-52.48310
9/15	1:00	28.01066	28-00.63970	141.7486	141-44.91610
	3:00	28.37636	28-22.58170	141.6270	141-37.62020
	5:00	28.73243	28-43.94570	141.5027	141-30.16310
	7:00	29.09313	29-05.58770	141.3769	141-22.61210

・1 本目

AUV 潜行開始: 6:54:40 , 26-54.922, 142-15.003

AUV 浮上 : 10:32:31 , 26-55.567, 142-14.350

・2 本目

AUV 潜行開始: 12:02:57 , 27-0.092, 142-23.905

AUV 浮上 : 14:39:53 , 27-0.837, 142-21.590

9月14日7:00~9月15日7:00 間の航路

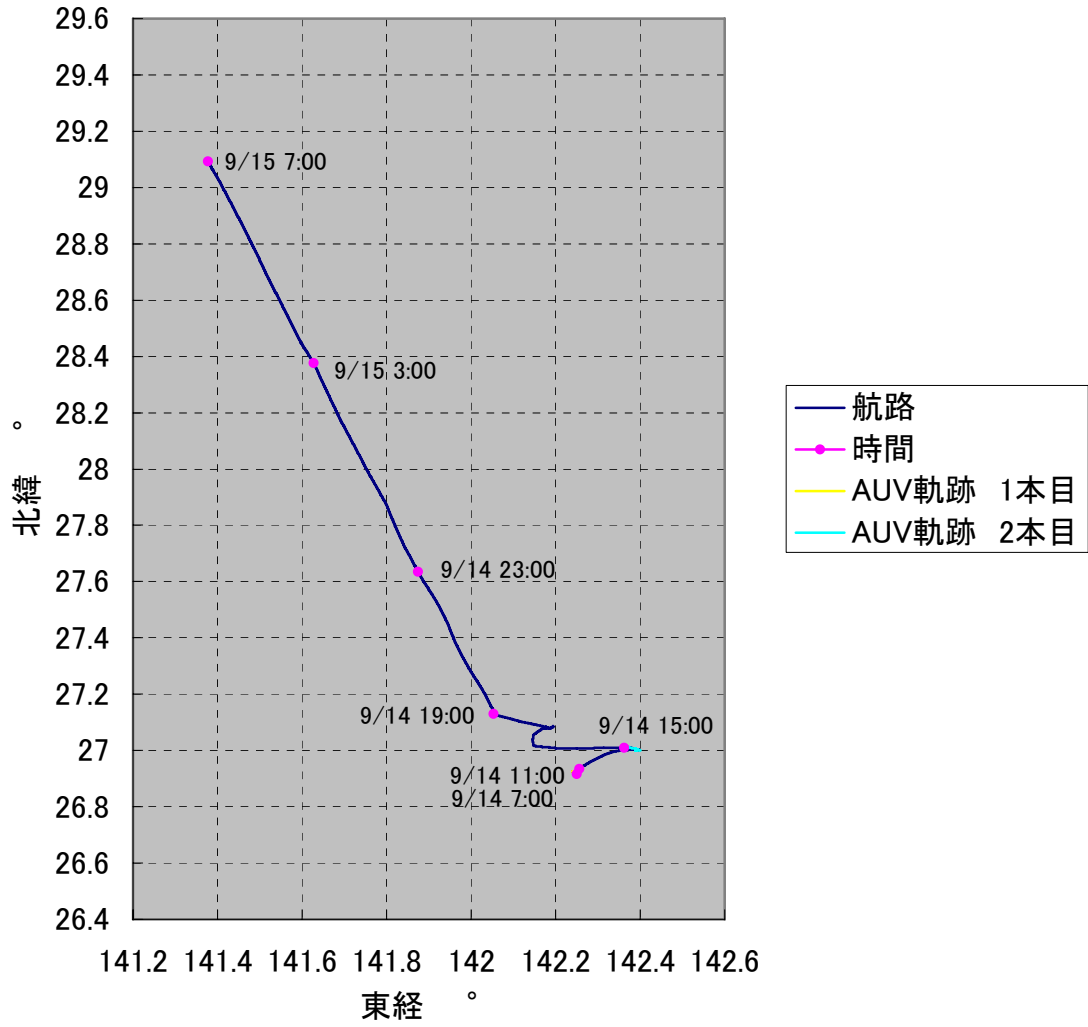


表 12 9月15日7時～9月16日7時 間の航路.

日	時間	北緯 °	度一分 表示	東経 °	度一分 表示
9/15	7:00	29.09336	29-05.60170	141.3768	141-22.60710
	9:00	29.4287	29-25.72170	141.2491	141-14.94810
	11:00	29.76386	29-45.83170	141.1221	141-07.32410
	13:00	30.08343	30-05.00570	141.0027	141-00.16210
	15:00	30.4085	30-24.50980	140.8654	140-51.92610
	17:00	30.74058	30-44.43480	140.7141	140-42.84810
	19:00	31.09611	31-05.76680	140.5878	140-35.26610
	21:00	31.45483	31-27.28980	140.4749	140-28.49610
	23:00	31.81313	31-48.78780	140.3722	140-22.33010
9/16	1:00	32.17101	32-10.26070	140.2599	140-15.59410
	3:00	32.50338	32-30.20270	140.1471	140-08.82710
	5:00	32.81711	32-49.02680	140.1062	140-06.37410
	7:00	33.13852	33-08.31100	140.1893	140-11.35600

- ・ 回航中のため AUV の投入なし

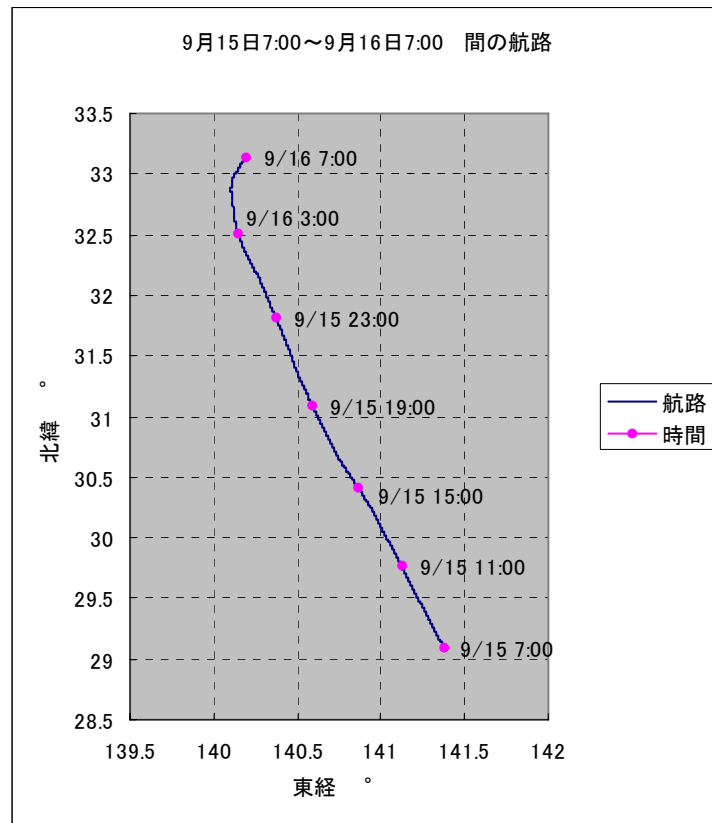
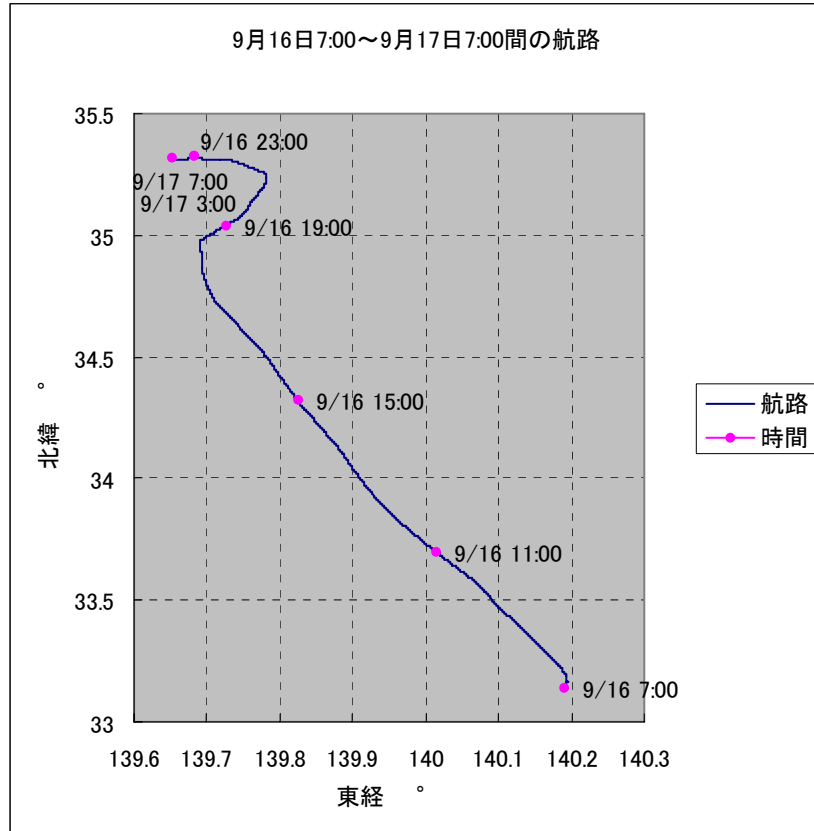


表 13 9月16日7時～9月17日7時 間の航路.

日	時間	北緯 °	度一分 表示	東経 °	度一分 表示
9/16	7:00	33.13872	33-08.32300	140.1894	140-11.36100
	9:00	33.44005	33-26.40280	140.1109	140-06.65110
	11:00	33.69842	33-41.90490	140.0138	140-00.83000
	13:00	33.99642	33-59.78490	139.9112	139-54.66900
	15:00	34.32313	34-19.38780	139.8238	139-49.42700
	17:00	34.66220	34-39.73190	139.7322	139-43.93300
	19:00	35.04079	35-02.44730	139.7262	139-43.57110
	21:00	35.32718	35-19.63060	139.6819	139-40.91470
	23:00	35.32659	35-19.59520	139.6821	139-40.92500
9/17	1:00	35.32664	35-19.59830	139.6821	139-40.92410
	3:00	35.32640	35-19.58400	139.6823	139-40.93700
	5:00	35.32633	35-19.57990	139.6824	139-40.94200
	7:00	35.31900	35-19.13970	139.6509	139-39.05440

- ・ 回航中のため AUV の投入なし



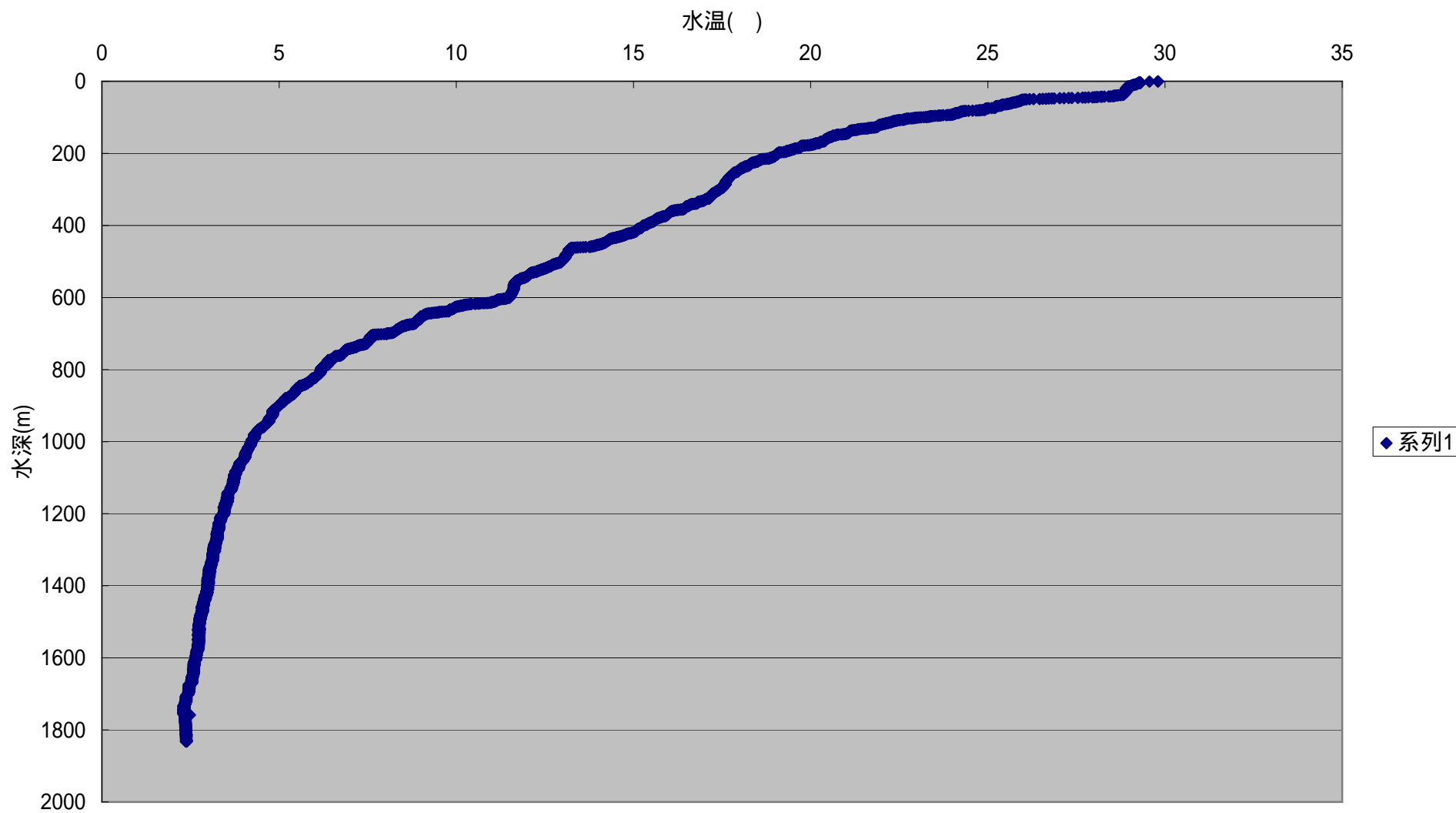
Log of
NT05-15
(2000.9-)
9/8

Time	Sea State	Latitude & Longitude.	位置情報	クジラ情報	水中ハイドロフォン	ハイドロフォンアレイ (Fore)	ハイドロフォンアレイ (Aft)	AUV	マッコウクジラソフト	天野チーム	窪寺チーム	備考
5:00	一日中風											クジラ探査開始
5:35			父島西側		第1回聴音							
6:20			父島西側		第2回聴音							
7:00		26.59.2751	父島西側		第3回聴音							
7:42			父島西側		第4回聴音							
7:43		26.55.7503										
8:30												
9:15		26.50.0138	142.15.0132									
9:25			父島東側		第5回聴音							
9:44												
10:24		26.57.2806	142.18.6284									
10:30			父島東側		第6回聴音							
11:06												
11:08			父島東側東コース		第7回聴音							
11:13					9時方向に鯨発見							
11:23					クジラ発見!!(三頭程度のグループ)							クジラ発見を連絡
												力強いクリック音を確認 (Aftは雑音が大き)
11:33					鯨潜ってしまう							
11:50					クジラ発見							
11:57												
12:12		27.01.3305	142.23.0888		3時方向3km, Blowを何度も確認							
12:19												
12:24					潜水							
12:37					正面にBlow, 背びれが見える							
12:49					7時方向にマッコウクジラ							
13:05		27.58.5777	142.25.1334									
13:16					12時15分方向800mにBlow							
13:31					2時方向Blow							
13:33					FlukesUpDive							
13:47					新盛丸の先、2時方向Blow							
13:48												
14:36												
15:20		27.00	142.23									
15:44												
20:00												
												音響通信が途絶える 揚収へ揚収
												カメラ投入、約2時間撮影 打ち合わせ

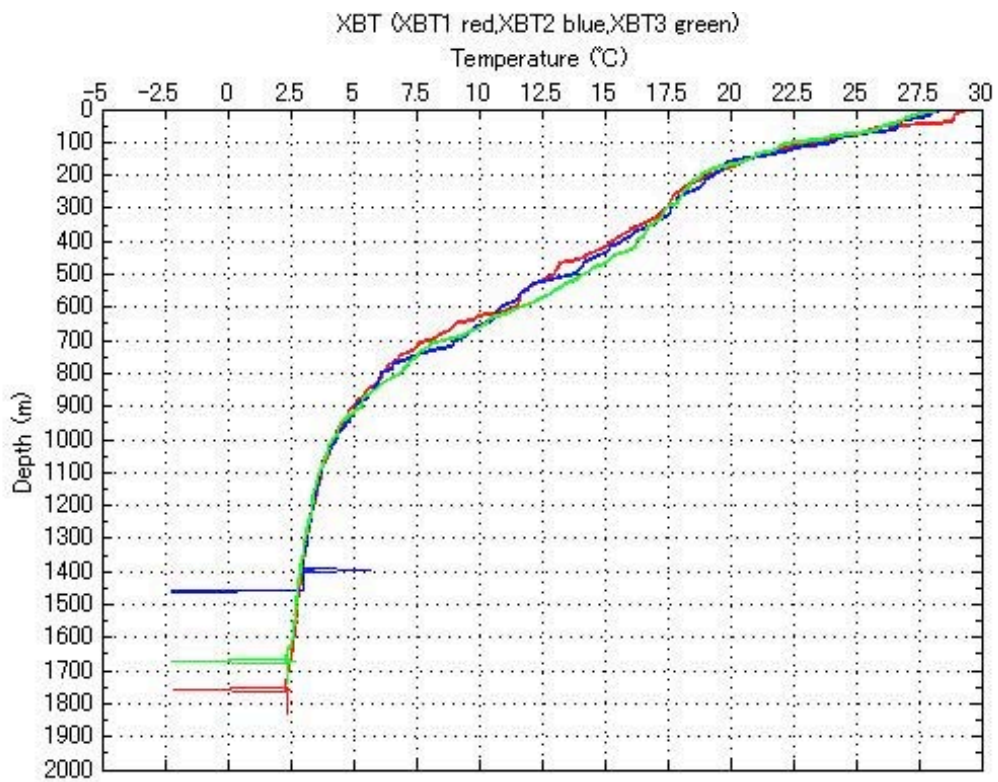
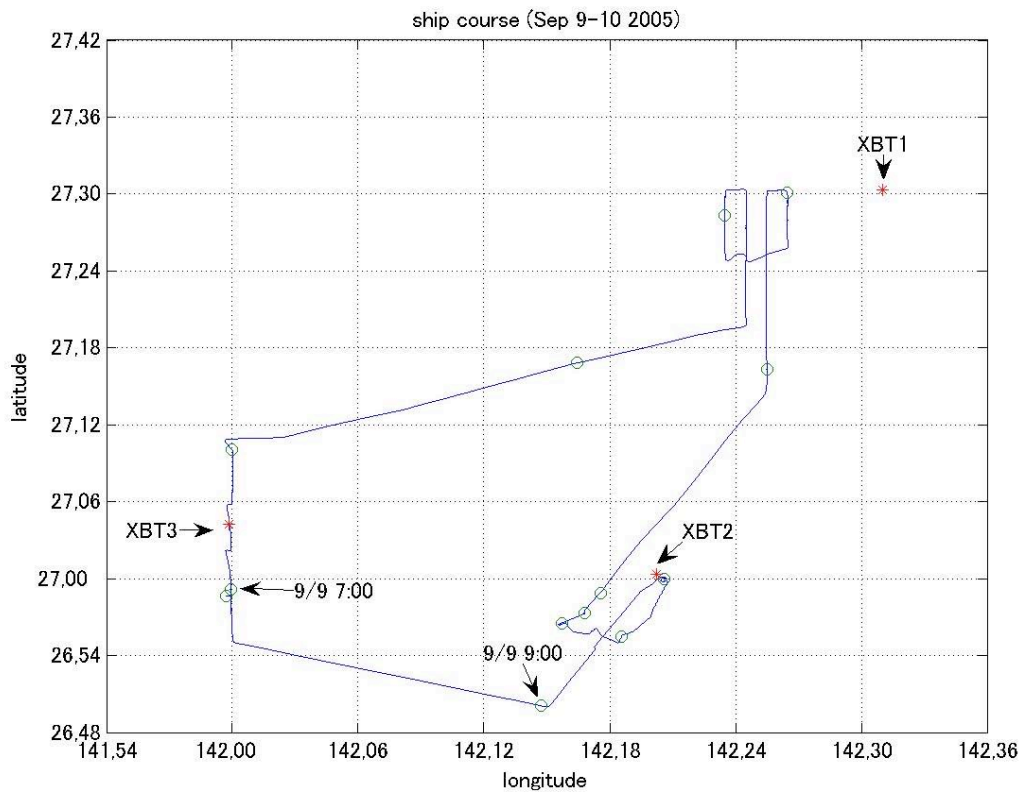
Log of
NT05-15
(2000.9-
) 9/9

Time	Sea State	Latitude & Longitude	位置情報	クジラ情報	水中ハイドロフォン	ハイドロフォンアレイ (Ecm)	ハイドロフォンアレイ (Aft)	AUV	マッコウクジラソフト	天野チーム	窪寺チーム	備考
1:29	一日中風											
5:00		27.10	142.00									MNBSかけ終える クジラ探索開始
5:30			父島西側		第1回聴音							
6:15			父島西側		第2回聴音							トランスポング試験
6:50			父島西側		第3回聴音							ラジオ体操
8:00												
8:23												連絡を取る
9:00		27.00	142	父島東側	第4回聴音							
9:35			父島東側		第5回聴音							
9:57												クジラに関する情報交換
10:15					クジラ発見							
10:16					Blow発見(少なくとも三頭はいるグループ)							
10:24		27.00.0425	142.20.3		本船より約700m							
10:33					五頭グループであることを確認		クリック音は聞こえない					
10:41					3時方向に4頭いる		着水					ハイドロフォン必死に追う
10:50					全頭潜水							
10:55						揚収						通信に不具合 浮上体制へ
10:58						投入						
11:11						揚収						
11:13												
11:29					3時方向							
11:42		27.00.053	142.20.46		Blow							揚収
12:11					FlukesUpDive,2時方向にBlow2つ							
12:15												タグの装着に成功!!
12:23					3時方向複数頭のBlowが確認される							
12:31					4時方向2~3頭Blow							
12:34					エンジン停止のち、投入(大きなクリック音)							
12:37					投入							
12:41												投入
13:28		26.55.0009	142.18.3991		聞こえていたクリック音が聞こえなくなる							揚収
13:43												
13:47						揚収						
13:53					5時方向							
13:54					新盛丸付							
14:03					近Blow							
14:06					正面Blow							
14:28					正面							
14:35					FlukesUp							
14:37					Dive							
14:44						投入						
14:48					2頭とも潜							
14:53		26.56.5453	142.15.8992		る							
14:56					正面Blow							
15:04					潜る							
15:08					クリク音							
15:30					途絶える							
16:04		27.57.3	142.16.8			揚収						
20:00												カメラ投入 水深800mで40分、600mで40分撮影 打ち合わせ

音速プロファイル



付録 6:9 月 9 日の XBT データ



付録 7: AE2000 の主要なイベントテーブル

Dive No.	日	時刻	イベント	深度
0	9月7日		浮力調整	
		10:23	着水	0m
		10:29	回収	
			音響通信試験	
1	9月7日	10:39	着水	1.2m
		10:53	回収	
1	9月7日	13:19	着水	
		13:42	+12V 電源系 電圧上昇	215m
			浮上開始	
		14:00	浮上	0m
2	9月7日	14:37	着水	
		15:20		400m
		15:24	耳澄まし開始	400m
		15:34	耳澄まし終了	400m
		15:36	浮上開始	400m
		15:55	浮上	
3	9月8日	13:05	着水	
		13:43	深度 400m 到達	400m
		13:48	トランスポンダー応答せず	400m
		13:54	浮上開始	400m
		14:07	浮上	
		14:40	揚収	
		15:00	トランスポンダ修理	
4	9月9日	10:41	着水	
		10:59	+12V 電源系に不具合発生	177.5m
		11:00	浮上開始	
		11:10	浮上	

			鯨機器予備機へ載せ替え	
5	9月10日	10:19	着水	
		11:08	耳澄まし開始	500m
		11:18	耳澄まし終了	500m
		11:37	耳澄まし開始	600m
		11:47	耳澄まし終了	600m
		11:53	耳澄まし開始	600m
		12:03	耳澄まし終了	600m
		12:24	耳澄まし開始	600m
		12:34	耳澄まし終了	600m
		13:09	耳澄まし開始	800m
		13:19	耳澄まし終了	800m
		13:29	耳澄まし開始	900m
		13:39	耳澄まし終了	900m
		13:45	浮上開始	830m
		14:20	浮上	
6	9月11日	9:45	着水	
		10:21	耳澄まし開始	400m
		10:31	耳澄まし終了	400m
		10:48		600m
		11:42		800m
		12:52	耳澄まし開始	800m
		13:01	耳澄まし終了	800m
		13:01	浮上開始	800m
		13:27	浮上	
7	9月12日	8:38	着水	
		9:16		500m
		9:19	耳澄まし開始	500m
		9:29	耳澄まし終了	500m
		10:01		900m
		10:03	耳澄まし開始	910m
		10:13	耳澄まし終了	910m

		10:28	深度 800m に変更	910m
		10:35	浮上開始	800m
		11:01	浮上	
8	9月12日		海底面撮影	
		13:45	着水	
		14:43	耳澄まし開始	600m
		14:53	耳澄まし終了	600m
		15:20	海底面を捉える	764.8m
		15:27	高度一定操縦 8m	
		15:38	音響通信状況不良のため浮上	725.5m
		15:39	音響通信復旧	
		16:02	浮上	
9	9月13日			
		9:51	着水	
		10:25		500m
		10:57	耳澄まし開始	500m
		11:07	耳澄まし終了	500m
		12:38	耳澄まし開始	500m
		12:48	耳澄まし終了	500m
		13:20	耳澄まし開始	500m
		13:30	耳澄まし終了	500m
		13:31	浮上開始	
		13:48	浮上	
10	9月14日			
		6:52	着水	
		7:20	深度 500mにて、浮上確認 潜水深度リッタの設定ミス	
		7:34	浮上開始	450m
		7:49	浮上 潜水深度リッタを 1000m に変更 ハラストウエイト装着	
		7:59	潜水開始	
		8:41		600m
		8:42	耳澄まし開始	600m
		8:52	耳澄まし終了	600m

		9:01	海底面を捉える(高度 26.7m)	795.2m
		9:02	高度一定操縦 15m	
		9:03	高度一定操縦 12.4m	
		9:04	高度一定操縦 10m	
		9:05	進路 0度方向	810.4m
		9:05	高度一定操縦 7m	
		9:06	高度一定操縦 5m	
		9:08	高度一定操縦 4m	
		9:11	高度一定操縦 3m	829.2m
		9:47	進路 270 度方向	956.4m
		9:53	高度一定操縦 5m	
		9:59	深度一定操縦 805m	938.0m
		10:05	浮上開始	829.2m
		10:38	浮上	
10	9月14日	12:02	着水	
		12:18		200m
		12:19	耳澄まし開始	200m
		12:22	キャンセル	200m
		12:23	耳澄まし開始	200m
		12:33	耳澄まし終了	200m
		12:55	深度一定操縦 800m	200m
		13:13		800m
		13:44	耳澄まし開始	800m
		13:54	耳澄まし終了	800m
		13:54	耳澄まし開始(方位 270 度一定)	800m
		14:04	耳澄まし終了	800m
		14:04	耳澄まし開始(方位 270 度一定)	800m
		14:13	耳澄まし終了	800m
		14:13	浮上開始	800m
		14:40	浮上	

付録 8: AE2000 の行動ファイル

番号	日付	開始時刻	ファイル名	サイズ	コメント
1-1	9月7日	13:19	a0509071319.ae3	898,936	400m までの潜行調査
1-2	9月7日	15:25	a0509071525.ae3	965,800	上記継続ファイル
2	9月8日	13:05	a0509081305.ae3	1,023,808	400m まで潜水。 トランスポンダ不具合のため浮上
3	9月9日	10:41	a0509091041.ae3	749,488	177.5m まで潜水するが、電源部 不具合のため浮上
4	9月10日	10:19	a0509101019.ae3	10,874,096	深度 900m まで潜水 耳澄まし 6 回実施
5	9月11日	10:45	a0509110945.ae3	9,811,480	深度 800m まで潜水 耳澄まし 2 回実施
6	9月12日	8:38	a0509120838.ae3	6,482,248	深度 910m まで潜水 耳澄まし 2 回実施
7	9月12日	13:45	a0509121345.ae3	6,211,520	深度 760m 付近で海底面の撮影 耳澄まし 1 回実施
8	9月13日	9:51	a0509130951.ae3	10,550,736	深度 500m まで潜水 耳澄まし 2 回実施
9	9月14日	7:26	a0509140726.ae3	8,139,984	深度 800-950m にて海底面の撮 影 耳澄まし 1 回実施
10	9月14日	12:02	a0509141202.ae3	7,053,632	深度 800m まで潜水 耳澄まし 3 回実施

付録 9: AE2000 による撮影写真のリスト

2005 年 9 月 10 日 AE2000 Photo File List

File Name: 09101020.tbl / 09101100.tbl / 09101102.tbl / 09101105.tbl / 09101109.tbl / 09101123.tbl

抽出ファイル名 ¥AE2000 写真集生物写真¥2005 09 10

No.	時間	水深(m)	備考
1	10:45:57	299.8	クラゲ
2	11:46:01	594.6	糸状クラゲ
3	12:19:07	599.9	糸状クラゲ
4	12:43:49	645.7	クラゲ
5	12:58:11	747.2	クラゲ
6	13:01:32	781.8	クラゲ
7	13:08:57	800.9	エビ
8	13:13:36	796.5	クラゲ
9	13:22:53	839.5	クラゲ
10	13:24:04	853.0	魚
11	13:24:43	860.2	クラゲ
12	13:33:19	895.4	煙幕・・?
13	13:39:21	893.2	煙幕・・?
14	13:45:17	828.5	ロボットのバラスト(D9.0cm x t1.5cm)

2005年9月11日 AE2000 Photo File List

File Name: 09110952.tbl

抽出ファイル名 ¥AE2000 写真集生物写真¥2005 09 11

No.	時間	水深(m)	備考
1	10:45:46	581.6	糸状クラゲ
2	11:03:40	601.8	タコ・・・?
3	11:03:47	601.7	タコ・・・?
4	11:13:02	600.5	クラゲ
5	11:39:48	773.4	糸状クラゲ
6	11:39:49	773.8	同上
7	11:41:32	794.8	クラゲ
8	11:43:31	801.9	クラゲ
9	11:44:24	801.9	クラゲ
10	11:45:50	801.9	クラゲ
11	11:48:04	802.0	
12	11:53:07	801.9	魚・・・?
13	11:56:46	801.9	魚・・・?
14	11:59:39	801.8	クラゲ
15	12:01:17	801.9	クラゲ
16	12:07:23	801.9	魚・・・?
17	12:08:14	801.9	クラゲ足
18	12:14:41	801.9	クラゲ
19	12:16:30	801.9	クラゲ
20	12:16:57	801.9	クラゲ
21	12:49:53	801.9	
22	13:01:23	801.5	バラスト

2005年9月12日 AE2000 Photo File List (第1回目潜航調査)

File Name: 09120834.tbl

抽出ファイル名 ¥AE2000 写真集生物写真¥2005 09 12¥Dive 1

No.	時間	水深(m)	備考
1	9:33:50	559.2	クラゲ
2	9:35:43	585.8	クラゲ
3	9:41:39	667.7	クラゲ
4	10:01:08	903.5	クラゲ
5	10:08:36	909.6	クラゲ
6	10:34:52	799.8	クラゲ
7	10:41:09	630.1	クラゲ
8	10:45:38	487.7	クラゲ

2005年9月12日 AE2000 Photo File List (第2回目潜航調査)

File Name: 09121346.tbl

抽出ファイル名 ¥AE2000 写真集生物写真¥2005 09 12¥Dive 2

Dive	時間	水深	備考
2			
1	14:24:41	394.1	クラゲ
2	14:46:07	599.5	クラゲ
3	15:08:44	703.2	クラゲ
4	15:13:00	728.4	不明生物
5	15:26:38	769.6	クラゲ
6	15:37:47	726.1	クラゲ

2005 年 9 月 13 日 AE2000 Photo File List

File Name: 09130951.tbl

抽出ファイル名 ¥AE2000 写真集生物写真¥2005 09 13

No.	時間	水深(m)	備考
1	10:41:05	499.9	クラゲ
2	10:56:37	499.9	クラゲ
3	11:42:51	499.8	小魚
4	11:45:47	499.8	クラゲ

2005年9月14日 AE2000 Photo File List (第1回目潜航調査)

File Name: 09140657.tbl / 09140731.tbl / 09141009.tbl

抽出ファイル名 ¥AE2000 写真集生物写真¥2005 09 14¥Dive1

No.	時間	水深(m)	備考
1	7:02:52	163.1	クラゲ
2	8:37:46	654.2	クラゲ
3	8:37:47	654.2	クラゲ
4	8:56:24	745.3	クラゲ
5	8:57:17	754.8	クラゲ
6	9:00:57	794.4	不明(魚にも見える)
7	9:01:41	799.7	クラゲ
8	9:05:37	810.6	魚(うなぎ系)
9	9:08:42	820.5	魚(海底面にいる小魚)
10	9:10:07	823.7	不明
11	9:12:45	830.9	魚(海底面にいる小魚)
12	9:13:21	832.7	クラゲ
13	9:17:26	847.2	クラゲ
14	9:17:40	847.2	クラゲ
15	9:29:51	886.8	魚..?
16	9:38:34	902.0	クラゲ
17	9:51:07	950.7	魚
18	10:00:54	909.1	クラゲ
19	10:02:58	868.0	イカ(体調 20cm 程度..?)
20	10:03:00	867.4	イカの墨..?
21	10:04:10	845.4	クラゲ

2005年9月14日 AE2000 Photo File List 第2回目潜航調査

File Name 09141206.tbl

抽出ファイル名 ¥AE2000 写真集生物写真¥2005 09 14¥Dive2

Dive 2	時間	水深(m)	備考
1	12:11:51	128.5	小魚
2	12:12:43	141.0	小魚
3	12:29:47	196.4	小魚
4	13:14:11	800.0	小魚
5	13:20:25	799.9	クラゲ
6	13:20:34	799.9	小魚
7	13:31:28	800.0	クラゲ
8	13:32:55	799.9	クラゲ
9	13:33:46	800.0	イカ
10	13:36:41	799.9	小魚

付録11：マッコウクジラを主とする鯨類観測ログ

日時	探索時間(マイル)	探索距離	発見鯨類
9月8日	5:00	41.36	マッコウクジラ
9月9日	4:30	39.30	マッコウクジラ
9月10日	4:00	33.42	マッコウクジラ
9月11日	1:34	12.25	マッコウクジラ
9月12日	0:58	7.63	マッコウクジラ
			オウギハクジラ属
9月13日	2:29	20.79	マッコウクジラ
			ハンドウイルカ
9月14日	0:37	3.52	マッコウクジラ
合計	19:08	158.27	

AUV (AE-2000) 観測 2005年 母船なつしま
鯨類発見記録 (小笠原海域)

年	月	日	時刻	北緯	東経	鯨種	頭数	発見の手がかり
2005	9	8	11:22	27 4.920	142 21.000	マッコウクジラ	-	目視
2005	9	9	10:17	27 1.500	142 23.400	マッコウクジラ	-	目視
2005	9	10	9:43	26 56.040	142 18.060	マッコウクジラ	-	目視
2005	9	11	7:11	26 59.160	142 27.240	マッコウクジラ	-	聴音
2005	9	12	6:08	27 0.240	141 59.280	マッコウクジラ	>10	聴音
2005	9	12	7:41	27 6.180	142 0.000	オウギハクジラ属	7	目視
2005	9	13	8:19	26 58.140	142 17.640	マッコウクジラ	-	聴音
2005	9	13	9:04	26 56.640	142 15.540	ハンドウイルカ (T. tru	8	目視
2005	9	14	11:22	27 1.440	142 23.700	マッコウクジラ	-	目視

AUV (AE-2000) 観測 2005年 母船なつしま
探鯨努力量記録 (小笠原海域)

年	月	日	行動	時刻	北緯	東経	イベント	緯度	経度	探索時間	探索距離
2005	9	8	BC	4:59	27 10.267	141 59.972		27.171	#####	0:30	3.723
2005	9	8	DR	5:29	27 6.543	141 59.988	認できず)	27.109	#####		
2005	9	8	BC	5:45	27 6.684	141 59.853		27.111	#####	0:31	3.562
2005	9	8	DR	6:16	27 3.122	141 59.941	認できず)	27.052	#####		
2005	9	8	BC	6:28	27 3.021	141 59.773		27.050	#####	0:30	3.636
2005	9	8	DR	6:58	26 59.393	142 0.040	認できず)	26.990	#####		
2005	9	8	BC	7:09	26 59.309	141 59.848		26.988	#####	0:31	3.598
2005	9	8	DR	7:40	26 55.715	142 0.048	認できず)	26.929	#####		
2005	9	8	BC	7:49	26 55.856	142 0.001		26.931	#####	1:31	14.605
2005	9	8	DR	9:20	26 50.009	142 15.005	認できず)	26.833	#####		
2005	9	8	BC	9:35	26 50.216	142 15.098		26.837	#####	0:49	7.445
2005	9	8	DR	####	26 57.021	142 18.481	認できず)	26.950	#####		
2005	9	8	BC	####	26 57.339	142 18.685		26.956	#####	0:21	2.953
2005	9	8	CC	####	27 0.025	142 20.061		27.000	#####	0:09	0.911
2005	9	8	DR	####	27 0.035	142 21.083	認できず)	27.001	#####		
2005	9	8	BC	####	27 0.075	142 21.241		27.001	#####	0:08	0.925
2005	9	8	CH	####	27 0.058	142 22.279	マッコウクジラ	27.001	#####		
2005	9	8	ED	####	27 0.058	142 22.279		27.001	#####		
								小計		5:00	41.357
2005	9	9	BC	5:01	27 10.152	141 59.901		27.169	#####	0:29	3.759
2005	9	9	DR	5:30	27 6.394	141 59.974	認できず)	27.107	#####		
2005	9	9	BC	5:40	27 6.327	141 59.850		27.105	#####	0:31	3.788
2005	9	9	DR	6:11	27 2.541	141 59.985	認できず)	27.042	#####		
2005	9	9	BC	6:21	27 2.540	141 59.990		27.042	#####	0:32	2.883
2005	9	9	DR	6:53	26 59.669	142 0.289	認できず)	26.994	#####		
2005	9	9	BC	7:00	26 59.143	141 59.913		26.986	#####	0:31	3.624
2005	9	9	CC	7:31	26 55.520	142 0.016		26.925	#####	1:30	14.408
2005	9	9	DR	9:01	26 50.017	142 14.944	認できず)	26.834	#####		
2005	9	9	BC	9:10	26 0.044	142 14.966		27.001	#####	0:29	6.072
2005	9	9	DR	9:39	26 54.322	142 17.246	認できず)	26.905	#####		
2005	9	9	BC	9:49	26 54.617	142 17.254		26.910	#####	0:28	4.768
2005	9	9	CH	####	26 58.956	142 19.471	マッコウクジラ	26.983	#####		
2005	9	9	ED	####	26 58.956	142 19.471		26.983	#####		
								小計		4:30	39.302
2005	9	10	BC	4:59	27 10.090	141 59.979		27.168	#####	0:31	4.086
2005	9	10	DR	5:30	27 6.004	141 59.995	認できず)	27.100	#####		
2005	9	10	BC	5:42	27 5.760	141 59.738		27.096	#####	0:29	3.382
2005	9	10	DR	6:11	27 2.383	141 59.935	ハイドロフォンモニタ (クリック確 認できず)	27.040	#####		
2005	9	10	BC	6:21	27 2.234	141 59.692		27.037	#####	0:34	3.609
2005	9	10	DR	6:55	26 58.626	141 59.791	ハイドロフォンモニタ (クリック確 認できず)	26.977	#####		
2005	9	10	BC	7:04	26 58.454	141 59.698		26.974	#####	0:26	3.635
2005	9	10	CC	7:30	26 54.843	142 0.168		26.914	#####	1:32	13.939
2005	9	10	DR	9:02	26 50.069	142 14.850	ハイドロフォンモニタ (クリック確 認できず)	26.834	#####		
2005	9	10	BC	9:14	26 50.203	142 14.893		26.837	#####	0:28	4.774
2005	9	10	DR	9:42	26 54.468	142 17.297	ハイドロフォンモニタ (クリック確 認できず)	26.908	#####		
2005	9	10	CH	9:43	26 54.574	142 17.341	マッコウクジラ	26.910	#####		
2005	9	10	ED	9:43	26 54.574	142 17.341		26.910	#####		
								小計		4:00	33.425
2005	9	11	BC	4:59	27 15.211	142 24.554		27.254	#####	0:30	3.809
2005	9	11	DR	5:29	27 12.461	142 27.518	認できず)	27.208	#####		
2005	9	11	BC	5:42	27 12.216	142 27.426		27.204	#####	0:24	3.173
2005	9	11	DR	6:06	27 10.003	142 29.982	認できず)	27.167	#####		

2005	9	11	BC	6:15	27	9.868	142	29.925		27.164	#####	0:29	3.749
2005	9	11	DR	6:44	27	6.119	142	29.991	認)	27.102	#####		
2005	9	11	BC	7:00	27	5.406	142	29.807		27.090	#####	0:11	1.516
2005	9	11	CH	7:11	27	4.413	142	28.521	マッコウクジラ	27.074	#####		
2005	9	11	ED	7:11	27	4.413	142	28.521		27.074	#####		
										小計		1:34	12.247
2005	9	12	BC	4:58	27	10.093	141	59.964		27.168	#####	0:43	5.602
2005	9	12	DR	5:41	27	4.491	141	59.948	認)	27.075	#####		
2005	9	12	BC	5:53	27	4.370	141	59.940		27.073	#####	0:15	2.030
2005	9	12	CH	6:08	27	2.340	141	59.935	マッコウクジラ	27.039	#####		
2005	9	12	ED	6:08	27	2.340	141	59.935		27.039	#####		
2005	9	12	CH	7:41	27	5.927	142	0.051	オウギハクジラ属SP	27.099	#####		
										小計		0:58	7.632
2005	9	13	BC	4:57	27	15.080	142	24.893		27.251	#####	0:29	3.756
2005	9	13	DR	5:26	27	12.314	142	27.750	認できず)	27.205	#####		
2005	9	13	BC	5:38	27	12.178	142	27.870		27.203	#####	0:21	2.790
2005	9	13	CC	5:59	27	10.105	142	29.969		27.168	#####	0:04	0.609
2005	9	13	DR	6:03	27	9.496	142	29.979	認できず)	27.158	#####		0.338
2005	9	13	BC	6:13	27	9.159	142	29.955		27.153	#####	0:05	0.782
2005	9	13	CC	6:18	27	8.400	142	30.165		27.140	#####	0:26	3.363
2005	9	13	DR	6:44	27	5.043	142	29.936	認)	27.084	#####		
2005	9	13	BC	6:56	27	4.938	142	29.816		27.082	#####	0:28	3.942
2005	9	13	DR	7:24	27	3.008	142	25.956	認)	27.050	#####		
2005	9	13	BC	7:35	27	2.899	142	25.731		27.048	#####	0:31	4.614
2005	9	13	DR	8:06	27	0.566	142	21.262	認)	27.009	#####		
2005	9	13	BC	8:14	27	0.443	142	21.036		27.007	#####	0:05	0.601
2005	9	13	CH	8:19	27	0.195	142	20.421	マッコウクジラ	27.003	#####		
2005	9	13	ED	8:19	27	0.195	142	20.421		27.003	#####		
2005	9	13	CH	9:04	26	56.585	142	15.692	ハンドウイルカ	26.943	#####		
										小計		2:29	20.795
2005	9	14	BC	####	26	59.912	142	14.768		26.999	#####	0:37	3.516
2005	9	14	CH	####	26	58.766	142	18.498	マッコウクジラ	26.979	#####		
2005	9	14	ED	####	26	58.766	142	18.498		26.979	#####		
										小計		0:37	3.516
BC	:	目視による探鯨開始、CC	:	進路変更、DR	:	一時漂泊、CH	:	鯨類発見・追跡開始、ED	:	該当	合計	19:08	158.273

年	月	日	発見		時刻	方位			距離		発見緯度			発見経度			水温	種類	頭数		推定位置 緯度	推定位置 経度
			番号	タイプ		船首	方向	角度	km	nm	度	分	秒	度2	分2	秒2			最良	確定		
2005	9	8	1	1	11:22	77	3	90	9.26		27	0.058	142	22.279	-	マッコウクジラ	-	N	27.082	142.350		
2005	9	9	1	1	10:17	24	2	30	8.00		26	58.956	142	19.471	29.1	マッコウクジラ	-	N	27.025	142.390		
2005	9	10	1	1	9:43	24	1	0	3.00		26	54.574	142	17.341	28.4	マッコウクジラ	-	N	26.934	142.301		
2005	9	11	1	1	7:11	227	3	35	10.00		27	4.412	142	28.521	29.0	マッコウクジラ	-	N	26.986	142.454		
2005	9	12	1	1	6:08	181	2	15	4.00		27	2.340	141	59.935	29.1	マッコウクジラ	>10	N	27.004	141.988		
2005	9	12	2	2	7:41	15	3	20	0.50		27	5.927	142	0.051	29.1	オウギハクジラ属	7	N	27.103	142.000		
2005	9	13	1	1	8:19	241	3	10	6.00		27	0.195	142	20.421	29.0	マッコウクジラ	-	N	26.969	142.294		
2005	9	13	2	2	9:04	321	3	30	0.30		26	56.585	142	15.692	29.2	ハンドウイルカ(T.	8	N	26.944	142.259		
2005	9	14	1	1	11:22	50	2	10	10.00		26	58.766	142	18.498	29.4	マッコウクジラ	-	N	27.024	142.395		