

# 新青丸 KS-13-T4 次研究航海

## クルーズレポート



2013年11月8日～14日

相模湾・伊豆諸島海域

# KS-13-T4 クルーズレポート

2013 年 11 月 25 日

## 目次

1. 新青丸 KS-13-T4 次研究航海の概要 .....	1
2. 乗船研究者名簿 .....	4
3. 測点図 .....	5
4. GPS 波浪ブイの投入・回収・通信試験 .....	6
5. GPS 漂流ブイの投入・回収・通信試験 .....	8
6. 短波レーダ受信アンテナ指向特性計測試験 .....	11
7. CTD 観測 .....	13
8. XCTD 観測 .....	15
9. GPS ゾンデ放球コンテナ .....	17
10. 乱流フラックス .....	20
11. 船舶搭載 ADCP のチェック .....	23
12. 係留系 .....	24
13. グライダー .....	26
14. 乱流計観測 (VMP2000) .....	27
15. 乱流計観測 (VMP500) .....	28
16. 乱流計観測 (浮上式ターボマップ) .....	29

## 1. 新青丸 KS-13-T4 次研究航海の概要

主席研究員 岡 英太郎 (東京大学大気海洋研究所)

新青丸 KS-13-T4 次航海は、海洋・大気の物理系観測機器のテストおよび習熟を目的として、2013 年 11 月 8 日から 14 日まで、相模湾および伊豆諸島海域にて実施された。乗船研究者は東京大学大気海洋研究所の教職員・大学院学生 11 名、京都大学大学院理学研究科の教員 2 名、九州大学応用力学研究所の技術職員 1 名、(株) マリン・ワーク・ジャパンの観測技術員 1 名の計 15 名である。これまで淡青丸で各機関が実施してきた観測が新青丸でも問題なく実施できることを確認するため、非乗船者のものも含め、主だった物理系測器をできるだけ多くテストするよう努めた。また、新青丸建造にあたり新たに導入されたラジオゾンデ自動放球コンテナの作動確認を行った。

前航帰港日の 11 月 5 日、追浜の住友重機岸壁にて午前中機材積込を行った。午後は九大・市川香さんがコンパスデッキに海洋短波レーダ受信アンテナを設置した。6 日午後には柳瀬さん、石川さんが、午前中船橋甲板左舷側に艀装されたゾンデ自動放球コンテナの準備作業を行った。7 日午後には岡山大・塚本修さん、環境研・近藤文義さん、根田さんがフォアマストに乱流フラックス観測装置、琉球大・藤井智史さんが第 1 研究室 (1 研) にレーダ受信装置のセットを行った。8 日午前以後部甲板に乱流計 VMP2000 の専用ウインチを設置した。

8 日 14 時半に住重岸壁を出港した。18 時に最初の観測予定点に到着したが、他の船舶の航路が近いと、西に向かって 5 マイルほど潮上りし、大島東方の 39-45N、139-35E に測点 A をとった。18 時 50 分に GPS 波浪ブイを艀から投入し、19 時から 21 時 48 分まで海洋短波レーダ受信アンテナの指向性チェックのための定点保持転回を行った。その後は、夜通し波浪ブイを追跡した。

翌 9 日 7 時に大島南東の 39-40N、139-33E でドローグ付き GPS 漂流ブイを艀から投入。この漂流ブイにはアルゴスブイを付ける予定であったが、船の GPS に悪影響を与える問題が生じたため、とりやめとなった。8 時から以後部甲板にて係留作業準備 (ロープのウインチ巻取り、アンカーとなるレールの組立) を行った。9 時からブイの回収作業を開始し、9 時 10 分に漂流ブイ、9 時 30 分に波浪ブイをいずれも右舷から回収した。続いて 10 時 13 分に最初のゾンデ放球を自動放球コンテナを用いて行ったが、風を 1 時方向から受け船速 5kt で放球したところ、艀の方向に飛び、左舷の手すりに絡まって失敗した。これは、バルーンに入れるヘリウムの量が足りなかったためのものである。10 時 45 分に停船状態で 3 時方向から風を受けながら再度放球し、成功した。これ以降、航海の期間中、風向きや船速などの条件を変えながら放球を繰り返し、全て成功した。

新島東方の測点 B (34-25N、139-37E) に移動したのち、13 時より係留系の投入作業を開始、13 時 28 分に完了した。その後、XCTD、ゾンデ、乱流フラックス航走観測を続けて行う予定だったが、XCTD システムが正常に作動せず、XCTD 投入を断念した。14 時 23 分にゾンデを上げたのち、14 時半から 1 時間、風上に向かって乱流フラックス航走観測を行った。その後、16 時 35 分にもゾンデを上げ、16 時 40 分から 1 時間半、船底 ADCP 取り付け角度のずれをチェックするため、航走観測を 1 往復半行った。夕食時に「食ベゲロ事件」が起こった。その後、前線通過に伴う荒天を避けるため、相模湾に移動、20 時半ごろ到着した。

10日は1日相模湾内で停泊し、室内で乱流計組立などを行った。XCTDシステムは、ハンドランチャーによる投入はできるようになったが、オートランチャーが正常に作動しない状態が続いた。

11日は前日の悪天候の影響を避けるため、相模湾中央の測点C(35-05N、139-21E)で観測を行うことにした。08時より艀にてVMP2000の投入練習を行い、ついで100mまでのキャストを5回実施した。合間にXCTDの投入テストを行い、オートランチャーによる投入にようやく成功した。10時半からは右舷にて浮上式ターボマップ(乱流計)のテスト。今回新青丸用に開発した新たな方法を用い、2回連続の観測を2セット実施した。

午後は東大気海洋研観測研究推進室のリクエストである、艀からのCTD観測を行った。CTDシステムをCTD室から艀に移動させ、13時30分から500m深までのキャストを2回行った。ニスキンボトルは上げの途中に閉めたが、採水作業は行っていない。15時15分からは右舷にて乱流計VMP500のテスト。100、200、400m深までのキャストを1回ずつ行った。16時40分から2回目の乱流フラックス航走観測を1時間行い、観測を終了した。1日風であったが、夕方から急速に風が強まった。

12日は2時頃相模湾を出発し、再び測点Bに向かった。7時10分にゾンデ放球。波が高いため、8時に予定していた係留系切り離しを延期した。右舷ブルワークに設置したVMP500のウインチを外し、代わりに浮上式ターボマップのウインチをとりつけた。その後、9時40分に係留系を切り離し、10時に右舷でキャッチし、10時15分に艀からの揚収を完了した。10時35分ゾンデ放球。10時40分からは浮上式ターボマップ観測を、ウインチを用いる従来の方法で7キャスト実施した。

午後は13時より浮上式ターボマップ観測を、再度新たな方式で6キャスト行った。15時6分最後のゾンデ観測を手放球で右舷側から行った。15時10分XCTDオートランチャーによる投入を2キャスト連続で行った。15時30分から3回目の乱流フラックス航走観測を1時間行った。その後、相模湾中央に戻った。

13日は8時から測点Cにて500m深までのCTDを右舷から1キャスト実施。ついでグライダーを投入予定だったが、風が強いため、熱海沖の測点D(35-05N、139-09E)へ1時間かけて移動した。9時37分より300m深までのCTDを右舷から1キャスト行い、その後10時からグライダー作業を開始した。右舷から作業艇をおろし、乗組員2名と研究者1名、グライダーを搭載し、船から200m程度離れた位置でグライダーを投入した。グライダーには300m深までの観測を行わせる予定であったが、測点変更に伴うパラメタ設定の変更がうまくいかず、沈降しなかった。そこで、グライダーの投入・回収作業の習熟に目的を変更し、乗組員や研究者を交替させながら12時まで作業を繰り返した。午後も13時から1時間、作業艇を用いた同じ作業を行った。14時に作業艇を揚収し、全ての観測を終え、東京湾への航走を開始した。甲板上および船内で撤収作業を進め、18時に追浜の沖合にアンカーした。

14日9時に住重岸壁に入港し、その後積卸を行った。XCTDオートランチャーは鶴見精機が持ち帰り、次のKS-13-T5航海までに調整を行う予定である。

今航では乗組員の強力なサポートにより、予定した以下の観測を問題なく終えることができた。

- ・GPS波浪ブイおよびGPS漂流ブイの投入・回収(4、5章)
- ・定点保持転回によるレーダ受信アンテナの指向性チェック(6章)

- ・右舷および艙からの CTD 観測 (7 章)
- ・オートランチャーおよびハンドランチャーによる XCTD 観測 (8 章)
- ・自動放球コンテナによるゾンデ放球 (9 章)
- ・フォアマストにおける乱流フラックス航走観測 (10 章)
- ・船底 ADCP 取り付け角度のチェック (11 章)
- ・係留系の投入・回収 (12 章)
- ・グライダーの投入・回収 (13 章)
- ・VPM2000 を用いた乱流観測 (14 章)
- ・VPM500 を用いた乱流観測 (15 章)
- ・浮上式ターボマップを用いた乱流観測 (16 章)

唯一、GPS 漂流ブイに付けて放流する予定であったアルゴスブイは、稼働時に船の GPS 受信に支障を与えることが分かったため、観測をとりやめた。今後、業者が原因調査を行う予定である。

今回、新青丸の CTD ウインチは 7~8 月の JAMSTEC による海上試験中に発生した乱巻きトラブルのため修理中であり、汎用の同軸ケーブルウインチを用いて実施された。また、係留系の投入・回収は新青丸用に整備された新しい係留系ロープ用ウインチを用いて行われたが、このウインチを含むいくつかの大型可搬機器は、艙装および艙装解除に多額の費用が掛かるという問題を抱えている。そのため今後、昨年度まで淡青丸で使われてきた係留用ウインチを新青丸でも使用できるよう、東大大気海洋研がウインチの台座を製作する予定である。

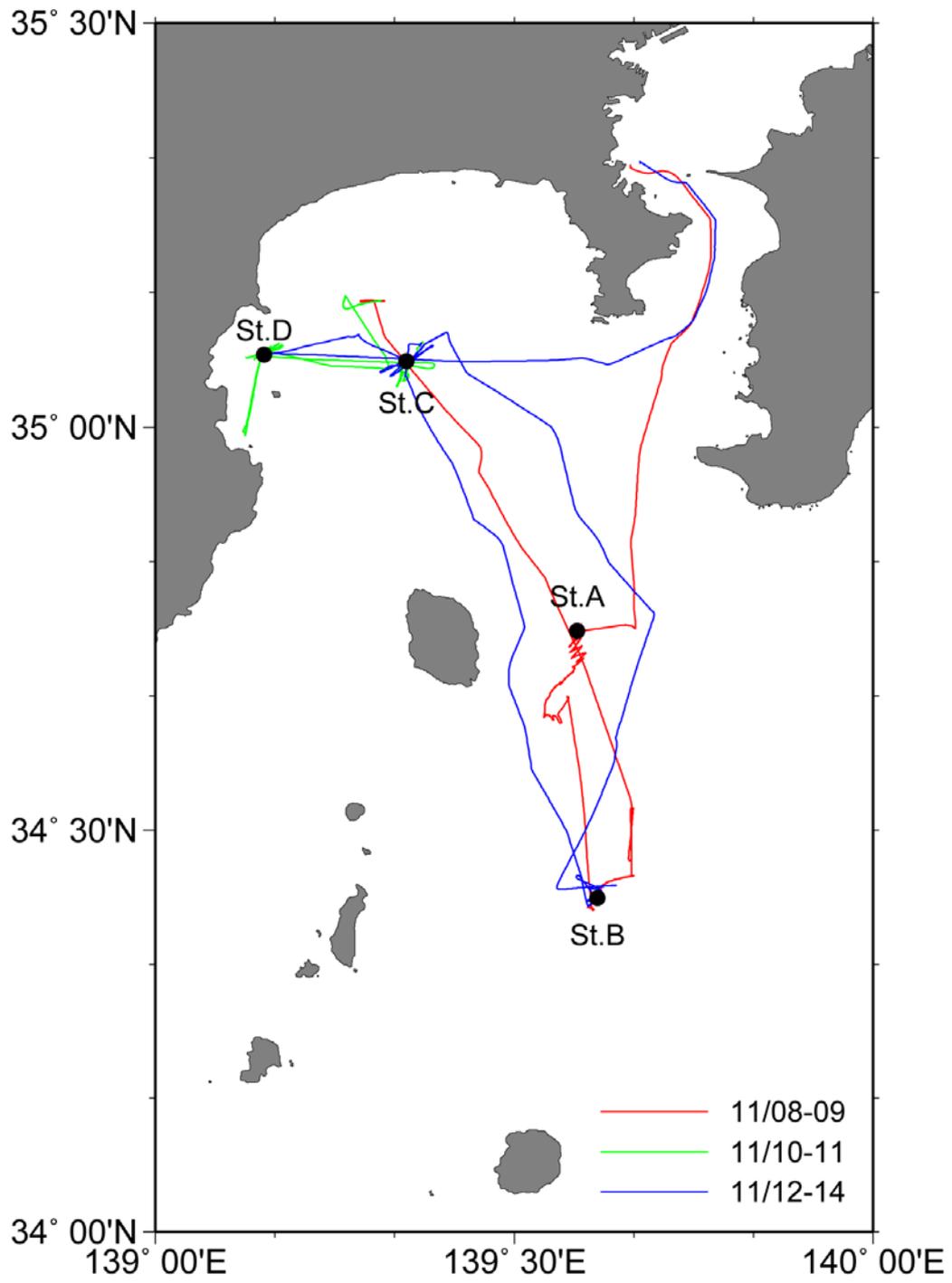
今回乗船してみて第一に思ったのは、とにかく「揺れない」船であるということである。淡青丸の 3 倍の大きさになったことに加え、減揺装置がよく効いており、船に比較的弱い私でさえ、2 日目あたりから時折船に乗っていることを忘れてしまうほどであった。これは研究者全員に共通した感想である。実際、今航は、(乗組員総出で観測に慣れるため、研究者が日勤であったこともあるが、) 誰も一度も欠食しないという、非常に珍しい航海であった。そのほか、下船時に観測研究推進室が集めたアンケートでは、研究室や居室などが広く快適、アジマス推進器による機動性の高さと静音さ、無線 LAN による航海情報取得が便利、乗組員の方々が親切で熱心、食事が美味しい、などの好意的な意見が多く見られ、船や乗組員に対する評価は非常に高かった。一方、航海を通じて研究および生活環境に構造上あるいは運用上の問題がいくつか見つかった。これについては、上記の「アンケート」から主席研究員が改善すべき点を抜粋し、他の慣熟航海と同様、「不具合リスト」として東大大気海洋研究所研究航海企画センターに提出した。

最後に、今回の航海の観測および作業がほぼ全て順調に行えたのは、吉田力太船長をはじめとする新青丸乗組員、東大大気海洋研の航海企画センター、観測研究推進室、および国際・研究推進チーム、JAMSTEC 海洋工学センター運航管理部、(株) マリン・ワーク・ジャパンの小澤知史さん、そして全国の研究者からの強力な支援のお蔭であり、関係者全員に厚く御礼申し上げます。

## 2. 乗船研究者名簿

所属機関			
所属機関住所			
氏名	ローマ字	電話	電子メールアドレス
<b>東京大学大気海洋研究所 海洋物理学部門 海洋大循環分野</b>			
<b>〒277-8564 千葉県柏市柏の葉5-1-5</b>			
安田 一郎	Ichiro Yasuda	04-7136-6240	ichiro at aori.u-tokyo.ac.jp
岡 英太郎	Eitarou Oka	04-7136-6042	eoka at aori.u-tokyo.ac.jp
柳本 大吾	Daigo Yanagimoto	04-7136-6043	daigo at aori.u-tokyo.ac.jp
後藤 恭敬	Yasutaka Goto	04-7136-4501	goto-yasutaka at aori.u-tokyo.ac.jp
宮本 雅俊	Masatoshi Miyamoto	04-7136-6055	masatoshi at aori.u-tokyo.ac.jp
<b>東京大学大気海洋研究所 海洋物理学部門 海洋大気力学分野</b>			
<b>〒277-8564 千葉県柏市柏の葉5-1-5</b>			
柳瀬 亘	Wataru Yanase	04-7136-6053	yanase at aori.u-tokyo.ac.jp
<b>東京大学大気海洋研究所 海洋物理学部門 海洋変動力学分野</b>			
<b>〒277-8564 千葉県柏市柏の葉5-1-5</b>			
藤尾 伸三	Shinzou Fujio	04-7136-6061	fujio at aori.u-tokyo.ac.jp
<b>東京大学大気海洋研究所 海洋生物資源部門 環境動態分野</b>			
<b>〒277-8564 千葉県柏市柏の葉5-1-5</b>			
小松 幸生	Kosei Komatsu	04-7136-6241	kosei at aori.u-tokyo.ac.jp
齋藤 類	Rui Saito	04-7136-6244	rsaito at aori.u-tokyo.ac.jp
<b>東京大学大気海洋研究所 共同利用共同研究推進センター 観測研究推進室</b>			
<b>〒277-8564 千葉県柏市柏の葉5-1-5</b>			
長澤 真樹	Maki Nagasawa	04-7136-8176	maki at aori.u-tokyo.ac.jp
<b>東京大学大気海洋研究所 共同利用共同研究推進センター 陸上研究推進室</b>			
<b>〒277-8564 千葉県柏市柏の葉5-1-5</b>			
石川 浩治	Kouji Ishikawa	04-7136-8019	ishikawa at aori.u-tokyo.ac.jp
<b>京都大学 大学院理学研究科 地球惑星科学専攻</b>			
<b>〒606-8305 京都市左京区北白川追分町</b>			
吉川 裕	Yutaka Yoshikawa	075-753-3922	yosikawa at kugi.kyoto-u.ac.jp
根田 昌典	Masanori Konda	075-753-3923	konda at kugi.kyoto-u.ac.jp
<b>九州大学 応用力学研究所 東アジア海洋大気環境研究センター</b>			
<b>〒816-8580 福岡県春日市春日公園6-1</b>			
油布 圭	Kei Yufu	092-583-7730	yufu at riam.kyushu-u.ac.jp
<b>(株) マリン・ワーク・ジャパン</b>			
小澤 知史	Satoshi Ozawa	046-869-0045	satoshi at mwj.co.jp

### 3. 測点図



#### 4. GPS 波浪ブイの投入・回収・通信試験

東京大学大気海洋研究所 小松幸生

11月8日、測点Aから南西方向に数マイル潮上り後、18時51分(JST)にGPS波浪ブイ((株)ゼニライトブイ)を微速前進しながら艫から投入した。GPS波浪ブイの漂流系の構成は、GPS波浪ブイ-ロープ-浮き-ロープ-GPS漂流ブイ(波浪ブイが故障した際の補助用)。夜間は、ブイに取り付けた発光器を目標にブイを追跡した。1時間毎に、波浪ブイのGPS位置情報と波浪統計量をe-mailで受信し、11月9日9時30分(JST)に右舷から、鉤ロープで引っ掛けてホイストを使用して回収した。ブイの投入、回収、通信は首尾よく行われた。

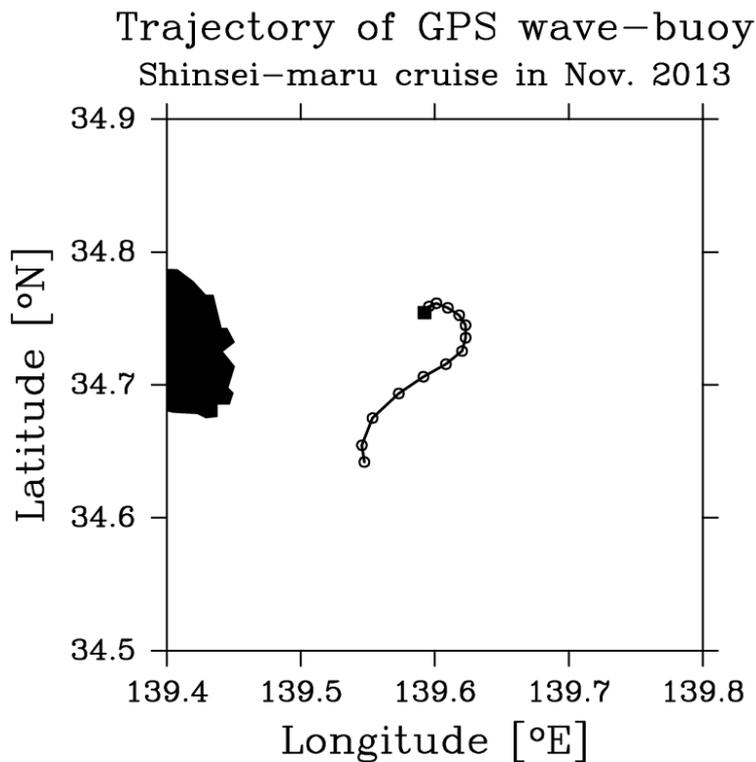


図 4-1. GPS 波浪ブイの漂流軌跡。■は投入位置、○は1時間毎(正時)の位置を示す。

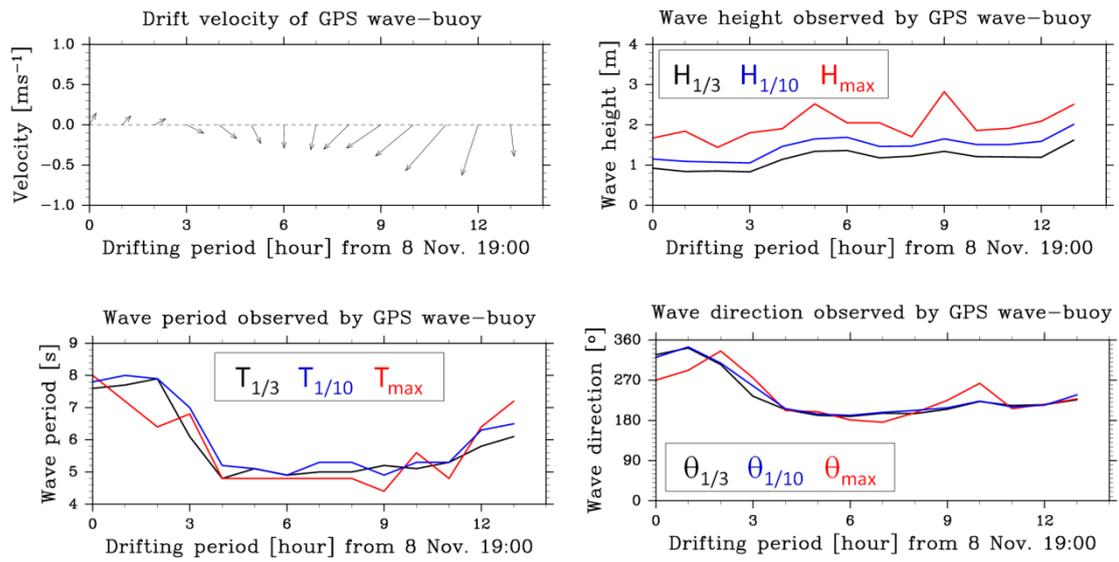


図 4-2. GPS 波浪ブイの漂流速度 (左上)、波高統計量 (右上; 有義波高  $H_{1/3}$ 、10 分の 1 最大波高  $H_{1/10}$ 、最大波高  $H_{max}$ )、波周期 (左下;  $T_{1/3}$  は  $H_{1/3}$  に対応する周期、 $T_{1/10}$  は  $H_{1/10}$  に対応する周期、 $T_{max}$  は  $H_{max}$  に対応する周期)、波向 (右下;  $\theta_{1/3}$  は  $H_{1/3}$  に対応する周期、 $\theta_{1/10}$  は  $H_{1/10}$  に対応する周期、 $\theta_{max}$  は  $H_{max}$  に対応する周期)。

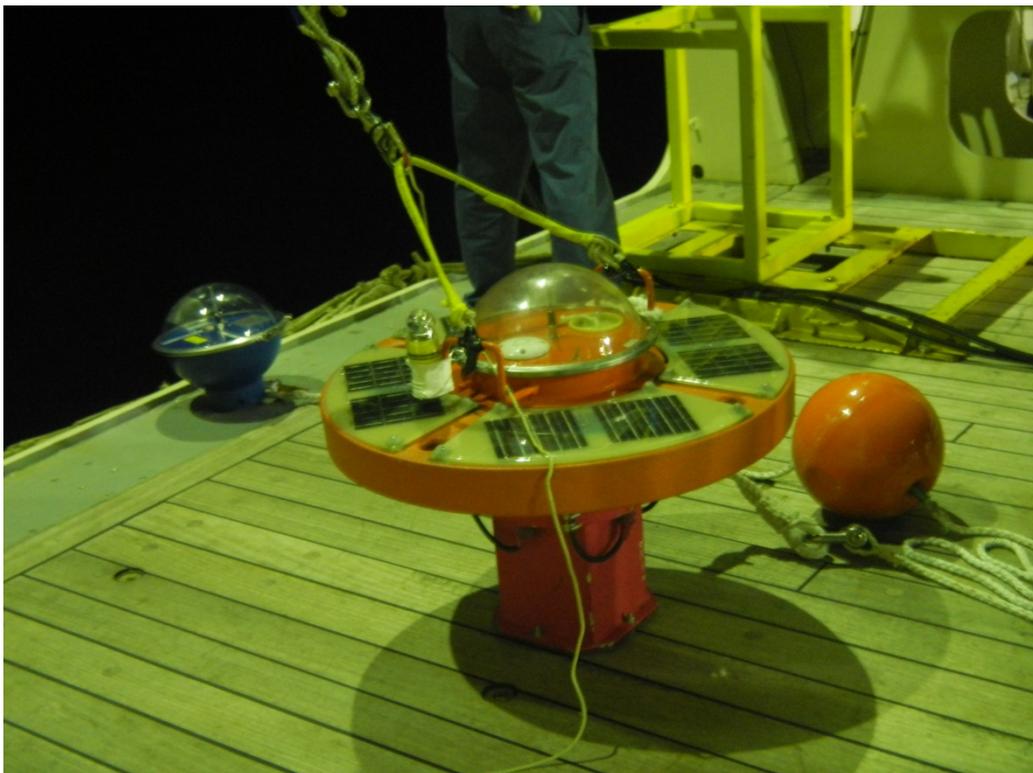


写真 4-1. 投入直前の GPS 波浪ブイ (手前の機器)

## 5. GPS 漂流ブイの投入・回収・通信試験

東京大学大気海洋研究所 小松幸生

11月9日、GPS 波浪ブイを目視・確認できる点において、6時59分(JST)にGPS 漂流ブイを艦から投入した。GPS 漂流ブイの漂流系の構成は、GPS 漂流ブイ-10mロープ-浮き-15mロープ-ドログである。当初は右舷からの投入を試みたが、波浪の影響でブイが舷から離れないので、結局、微速前進しながら艦から投入した。10分間隔でGPS 漂流ブイの位置情報をe-mail受信し、11月9日9時09分(JST)に右舷から、鉤ロープで引っ掛けてホイストを使用せず回収した。ブイの投入、回収、通信は首尾よく行われた。

なお、当初は、GPS 漂流ブイにアルゴスブイ(ノマドサイエンス(株))を接続して、本船の方探および持ち込みの方探の受信感度試験も実施する計画であったが、出港後の甲板上の試験において、アルゴスブイが10分間隔でGPSを受信する際に本船のGPS受信が途絶する現象が生じたため、アルゴスブイの接続は中止した。原因として、アルゴスブイがGPSを受信する際に異常な電波ノイズを発生している可能性が推察されるが、下船後、製造業者による調査を行う予定である。

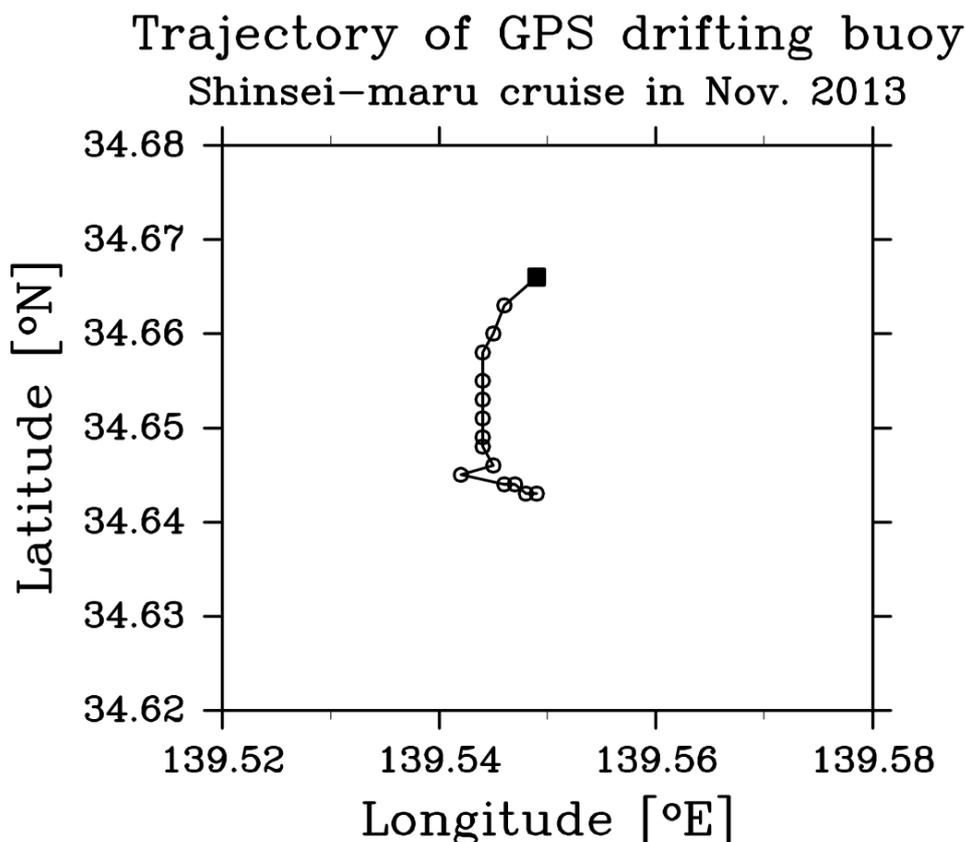


図5-1. GPS 漂流ブイの漂流軌跡。■は投入位置、○は10分毎の位置を示す。

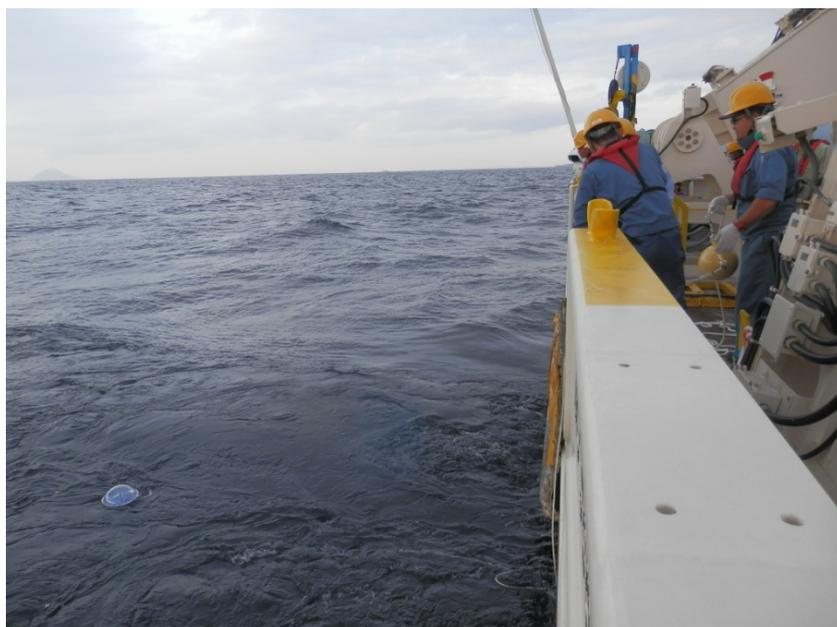


写真 5-1. GPS 漂流ブイの艦からの投入風景



写真 5-2. アルゴスブイ

11月8日、出港前と出港後に船上においてアルゴスブイの電波受信テストを行った。その際に、船に搭載された2台のGPS受信機が受信不能になる現象が発生し、放流観測を断念したので詳細を記す。

○ テストした日時

11月8日 11:30-13:30頃（出港前）

11月8日 18:00（17:59）-18:20頃（出港後）

○ テスト環境

- ・受信アンテナはコンパスデッキ（短波レーダー用アンテナ設置場所の下辺り）に設置。
- ・アンテナから出たケーブルを第1研究室まで通して方向探知機を設置して受信状況を確認。
- ・アルゴスブイを電源投入後にコンパスデッキや船首、艫など数箇所に放置して受信テストした。

○ アルゴスブイについて

ブイは電源を入れると、90秒毎に自分の位置情報などを電波に乗せて送信する。GPSによる位置情報は10分毎に受信する。

メーカー：株式会社 ノマドサイエンス

型式：ABU-1003型漂流ブイ（レンタル）

ID：805ABBE（70619）

送信周波数：401.660MHz

送信周期：90秒（ID、日時、北緯、東経の情報を送信）

GPS受信周期：10分

○ 不具合の症状

アルゴスブイの電源を入れると、新青丸に搭載された2台のGPSが受信不能（周期約10分）となった。しかし、他の研究者が船首マストに設置したGPS受信機には不具合は確認されなかった。メーカーに確認したところ、ブイに付いたGPSが受信する際に過剰な電圧がかかり異常な送信電波を発している可能性があるとのことであった。下船後にメーカーに分解調査を依頼する予定である。

## 6. 短波レーダ受信アンテナ指向特性計測試験

東京大学大気海洋研究所 小松幸生

コンパステッキのレーダマストの右舷側に海洋短波レーダの受信アンテナ（コメット社）を取り付けて、短波レーダ受信アンテナ指向特性の計測試験を実施した。北緯 34 度 44.93 分、東経 139 度 35.17 分を定点とし、レーダマストを中心にして、船首方向が真北の時を 0 度として右回りに 15 分刻みで 360 度まで、定点を保持しながら本船を転回し、船体設置アンテナのキャリブレーションに必要なアンテナ指向特性を調べた。海上保安庁野島崎局の短波レーダの信号を受信機（AOR 社）で受信し、PC に記録した。アンテナの指向特性は下船後、記録データを解析して、明らかにする予定である。なお、試験は 11 月 8 日の 19 時 02 分（JST）に開始し、21 時 49 分に終了した。試験自体はトラブルもなく実施できたが、船首方向が 300 度の際に、一時的に受信が途絶した。原因は不明である。

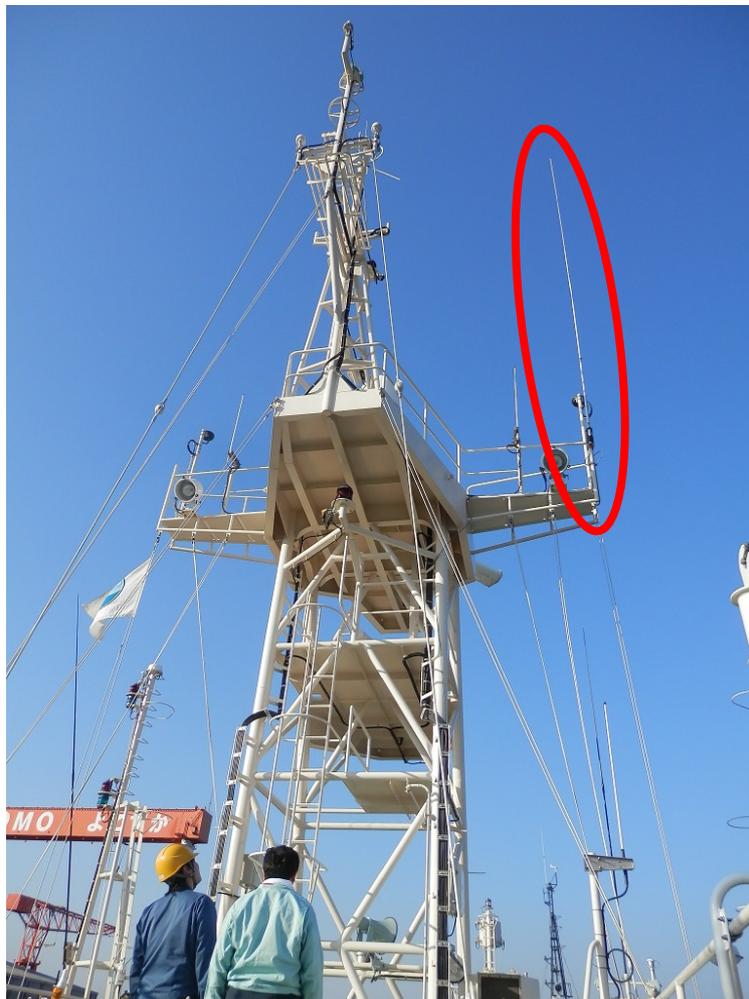


写真 6-1. レーダマストの右舷側に取り付けた短波レーダ受信アンテナ  
(赤丸で囲んだ部分)。



写真 6-2. 第 1 研究室に設置した短波レーダ受信機 (赤丸で囲んだ部分)。

## 7. CTD 観測

東京大学大気海洋研究所 岡 英太郎

新青丸の CTD 採水システム (SBE 社製。詳細を表 7-1 に示す) は 2 研の隣り (艙側) の CTD 室に格納されており、レールに乗った架台を電動装置により移動させて右舷側甲板に出し、そこで観測を行う。新青丸の各ウインチには AHC (Active Heave Compensation) がついており、CTD 観測はダウンキャスト・アップキャストともに 40m 深でウインチを一旦停止し、オン・オフを行う。オペレーションは 2 研ドライ区画で行う。

本航海では、CTD 観測を通常の右舷からの投入と、東大大気海洋研観測研究推進室から要請された艙からの投入の 2 通りのやり方で実施した。なお、新青丸の CTD ウインチは 7~8 月の JAMSTEC による海上試験中に発生した乱巻きトラブルのため修理中であり、汎用の同軸ケーブルウインチを用いて実施した。

CTD 観測は 11 月 11 日 (艙)、13 日 (右舷) の 2 日間、計 4 回実施した。CTD 採水システムに上向き・下向き 2 台の LADCP を付けた状態で行ったが、LADCP のデータは取得していない。アップキャストの途中では採水ボトルを全て占めたが、船上での採水は行わなかった。各キャストの詳細情報を表 7-2 に示す。いずれのキャストも問題なく CTD データが取得できた。

今回は採水作業を行わなかったが、CTD 室には作業のための十分なスペースがありそうである。

表 7-1 : CTD 採水システム構成

センサー名	規格(メーカー)	S/N
圧力センサー(本体)	SBE9plus	127417(1132)
水温センサー	SBE3plus	03P5759
電気伝導度センサー	SBE04	044193
溶存酸素センサー	SBE43	432515
ポンプ	SBE05	056956
透過度計	Wetlab	CST-1590DR
pH センサー	SBE27	270272
濁度センサー	Seapoint	13338
蛍光光度計	Seapoint	3558
船上局	SBE11plus	0272
ニスキンボトル	OceanTest12L	24 本

表 7-2 : 観測情報

CTD ファイル名	日付	開始時間	緯度	経度	観測深度(m)
ctd-1	2013/11/11	13:34	35-04.36N	139-20.44E	498
ctd-2	2013/11/11	14:25	35-04.10N	139-20.78E	501
ctd-3	2013/11/14	08:14	35-06.83N	139-16.88E	501
ctd-4	2013/11/14	09:41	35-04.41N	139-09.02E	301



写真 7-1 : 艦からの CTD 観測

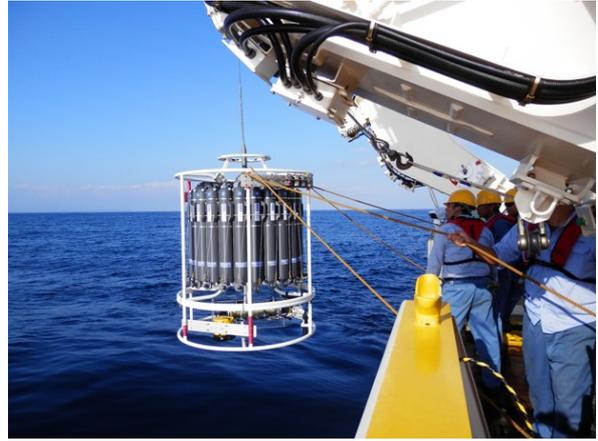


写真 7-2 : 艦からの CTD 観測

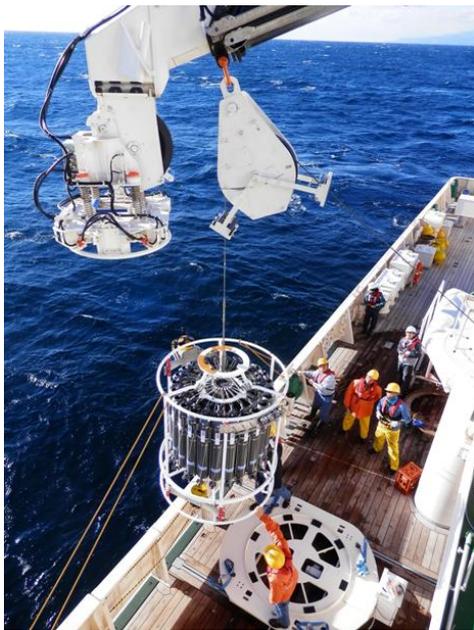


写真 7-3 : 右舷からの CTD 観測



写真 7-4 : 右舷からの CTD 観測



写真 7-5 : 2 研ドライ区画でのオペレーション



写真 7-6 : CTD 室から右舷へのレール

## 8. XCTD 観測

東京大学大気海洋研究所 岡 英太郎

新青丸の XCTD 観測は、船備え付けの鶴見精機製 XCTD 観測システムを用いて行う。投入方法には、ハンドランチャーおよび右舷または左舷の艙側に設置するオートランチャー（可搬型機器）を用いる 2 通りのやり方がある。後者には、XCTD のプローブを 12 本まで装填可能である。オペレーションはいずれも 2 研ドライ区画で行う。

本航海では XCTD システムが正常に稼働することを確認するために、観測を数回実施した。最初にオートランチャーを用いた投入を試したところ、ソフトウェア上で「ピンの引き抜き完了」という表示のまま、待機状態になった。プローブを替えても状況は変わらなかったため、元のプローブをハンドランチャーに切り替えて実施したところ、問題なく作動した。

その後、再度オートランチャーによる投入を行ったところ、今度はソフトウェア上で「ピンを引き抜き中」の表示のまま観測停止状態（コンバーターにモーターエラーの表示）となった。オートランチャーの外殻を外して確認したところ、オートランチャー内でピンが詰まっていた。ピンの詰まりを強制的に解除し、プローブを装填しない状態で作動状況を目視確認したところ、ロータリーの停止位置が微妙にずれており、その停止位置のずれによってピンを引き抜くトリガーがピンにかからなかったり（上述の「ピン引き抜き完了」表示にもかかわらず観測に移行しない状態）、かかってもピンがまっすぐ引き抜かれず詰まったり（「ピン引き抜き中」のままエラー表示）することが判明した。そこで、機関部と協力して停止位置の調整を行った結果、問題なく作動するようになった。

最終的にはオートランチャーを用いた 2 本連続投入を行い、正常作動を確認した。なお、オートランチャーは航海終了後鶴見精機が持ち帰り、検査を行うことになった。

オートランチャーによる観測ではソフトウェア上で「Launch」ボタンをクリックすると自動的に観測が始まるが、ボタンを押してからプローブ投入までに 20 秒程度のタイムラグがあるため、その点は注意が必要である。



写真 8-1 : XCTD オートランチャー

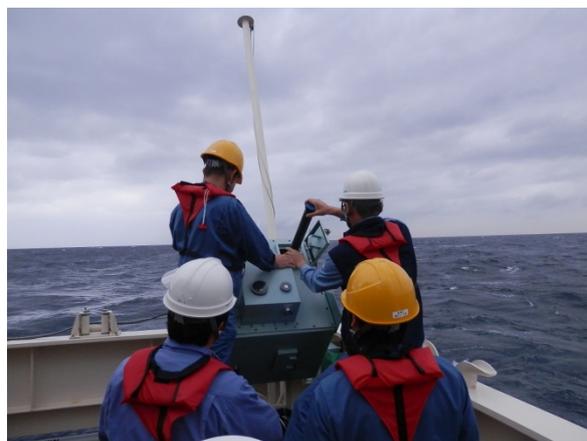
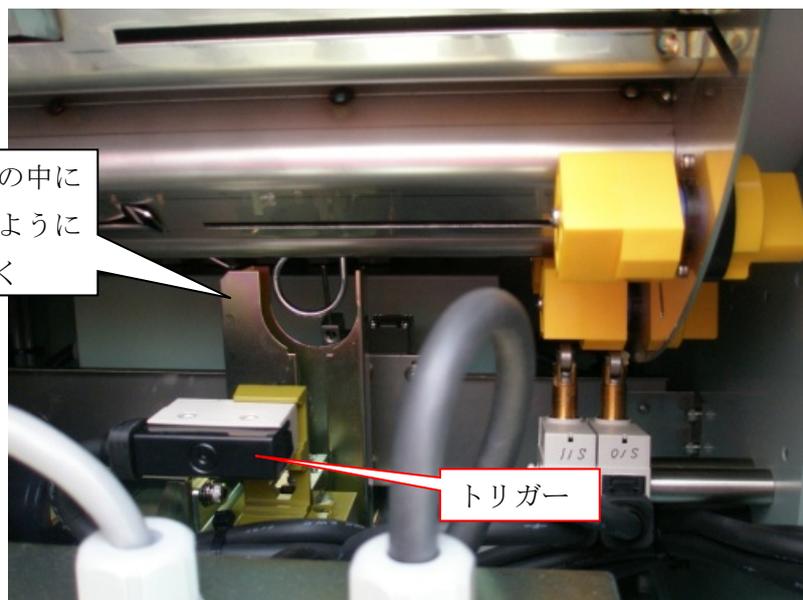


写真 8-2 : XCTD プローブの装填

このスリットの中に  
ピンを落とすように  
トリガーが動く



トリガー

写真 8-3 : オートランチャー内部 (正常な状態)

ピンがスリットに対  
して斜めになり詰  
まっている

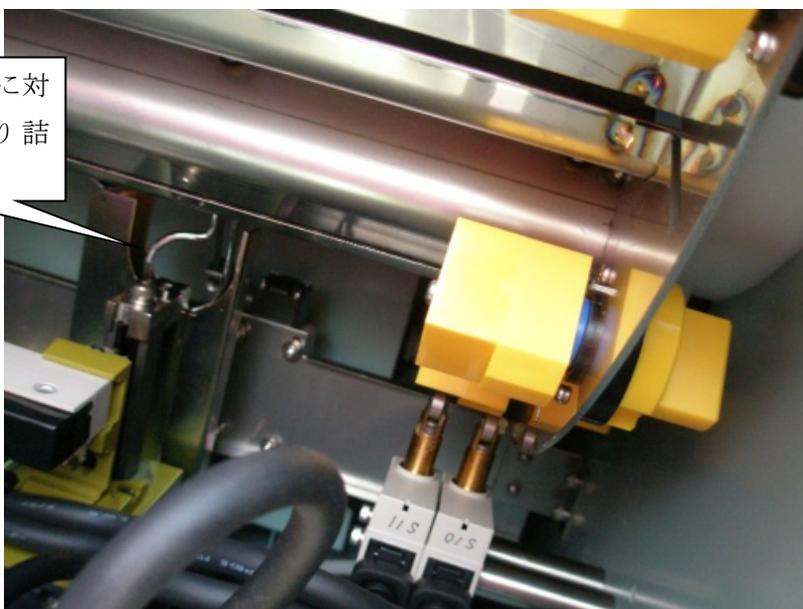


写真 8-4 : オートランチャー内部 (ピンが詰まった状態)

## 9. GPS ゾンデ放球コンテナ

東京大学大気海洋研究所 柳瀬 亘

新青丸の船橋甲板左舷側に搭載された可搬型の GPS ゾンデ放球コンテナ(写真 9-1)は、海洋上の大気上空の気圧・温度・湿度・風を GPS ゾンデによって観測するために Vaisala 社が開発した自動高層気象観測システム(ASAP サウンディングステーション ALS211)である。放球コンテナのシステムを利用することで、バルーンへのヘリウムガス充填、ゾンデのグラウンドチェック、放球、電波受信、データ描画といった一連の作業を比較的容易に行うことができる

出航前の 11 月 6 日に放球コンテナが新青丸に搭載され、ヘリウムボンベのコンテナ内部への設置(写真 9-2)と船からの電源ケーブルの配線がなされた後に、準備作業を行った。まず、コンテナの外側の右側面に梯子を取り付け、上面に GPS アンテナと UHF アンテナを取り付けた(写真 9-1)。アンテナからのケーブルは、コンテナ正面の扉の右上側にある導入口より内部に引き込み、データ処理サブシステム(写真 9-3)に接続した。船からの電源ケーブルは同じ導入口より内部に引き込まれ、すでに配線がなされていた。マニュアルに従い、ワークステーション(写真 9-3)、データ処理サブシステム、グラウンドチェックセット、UPS などの電源や入出力のケーブルをつないだ。その後、システムの起動、グラウンドチェックの流れ、ランチャーの動作までの確認を行った。注意点としては、モンキーレンチなどの工具を持参すること、ワークステーションのログイン情報を確認しておくこと、グラウンドチェックの乾燥剤が十分にあるかを確認することが挙げられる。

航海中の 11 月 9 日と 12 日に測点 B にて 7 回の放球テストを行った。バルーンのランチャーへの取り付けとヘリウムガス充填などの作業はマニュアルに従った。今回は陸地に比較的近いため、安全のためにバルーンとゾンデの間にパラシュートを取り付け、陸上で発見された場合の連絡先を記したラベルをゾンデに貼付した。GPS ゾンデは Vaisala 社の RS92-SGPD であり、グラウンドチェックからデータ受信、描画までの一連の作業は、全て Vaisala 社のワークステーションにインストールされている DigiCORA User Interface というソフトの流れに沿って行うことができた。グラウンドチェックではコンテナ内にある気圧計の情報を入力し、また地上情報の入力の際には新青丸が常時計測している風や海面水温などの情報(コンテナ内でも無線 LAN を用いてノート PC などで取得可能)を入力する。

最も確実な放球の仕方は、ランチャーが傾く左舷側(写真 9-4)を風下にするため、船体に相対的な風を 3 時方向(右舷 90 度)から受けるよう船体の向きを変えて放球を行うことである。今回はバルーンの紐をランチャーの安全金具に引っ掛け、ランチャーを傾けた後でバルーンが筒から抜け出たことを確認した上で金具を外してゾンデをリリースした。バルーンが大きくて筒から抜け出ない場合は、ランチャー左下のレバーを引くと、筒の下から風が送られてバルーンを押し出すことができる。バルーンは 200g、350g、500g と用

意したが、いずれもランチャーの筒の内径と同じくらいのサイズになるまでヘリウムガスを充填した。航走中でも放球は可能であった。相対的な風を1時方向から受けても放球は可能であったが、ゾンデは船体後方に流されるため、ヘリウムガスが少なく上昇が遅いと船体に引っかかってしまうケースもあった。

また、コンテナ外からの手での放球も試みた。この場合は、コンテナ内のヘリウムボンベからコンテナ外のバルーンへとホース（持参）を直接つなぎ、2名でバルーンを抑えながらヘリウムガスを充填した。煙突やコンテナが邪魔しない右舷側に向かって放球を行うため、相対的な風が9時の方向になるように船体を向けた。バルーンからの紐が急速に伸びてゾンデが海面に着水することさえ注意すれば、コンテナ外からの放球も可能であることが確認できた。

ゾンデの放球は7回行い、その内6回が成功し、1回が船体に引っかかって失敗した。ゾンデが放球されてから上空でバルーンが破裂するまでの時間は、500gバルーンを用いて高度31kmまで上昇した130分が最長で、350gバルーンを用いて高度15kmまで上昇した40分が最短である。水平方向への移動は、高度3kmくらいまでは地上気圧配置によってケースバイケースであるが（陸地に落ちるリスクを減らすため、南風の時は放球は中止した）、上空では西風が強いため、バルーンが破裂するまでに東～東南東方向に100～130kmほど流された。

今回のテストでは、ゾンデ放球コンテナのシステムが有効に動作することを確認できた。放球の一連の作業は概ね1人でも行うことができそうである。ただし、ヘリウムガス充填の際にはボンベのバルブを開く人の他に、膨らむバルーンが捻じれたりしないように調整する人が必要かもしれない。また、バルーンのサイズは200g～500gまでを使用できること、航走中や1時方向の相対風でも放球が行えること、コンテナを使用しないで手で放球することも可能であることを確認できた。今回気付いた点としては、コンテナと船の柵との間には人が通れる隙間があるので、ランチャーを外側に傾ける際には、外の人に当たらないよう注意する必要がある。また、ヘリウムガスボンベに取り付ける管が金属製で取り付けにくいこと、ランチャーを動かすためのコンプレッサーの管が外れやすいという問題は早期の解消が望まれる。



写真 9-1: 新青丸の船橋甲板左舷側に搭載されたゾンデ放球コンテナの外観。上面に GPS アンテナと UHF アンテナ、右側面に梯子が設置されている。正面入り口の扉の右上側にある小さな導入口から、船の電源とアンテナからのケーブルがコンテナ内部に引き込まれている。



写真 9-2: コンテナ入り口から見た内部の左半分。コンテナの奥の白い筒はゾンデ放球用のランチャー。奥の左側にあるのはランチャーを動かすためのコンプレッサーとタンク。左側面手前はヘリウムガスのボンベが青いバンドでラックに固定されている。



写真 9-3: コンテナ入り口から見た内部の右半分。図の左はランチャー。右側面のテーブルに置かれたノート PC (サウンディングワークステーション) を用いて、データの入出力や描画、保存を行う。その左後ろに置かれた白い装置がグラウンドチェックセット GC25 で、ワークステーションに接続されている。テーブルの上の棚に設置された白い箱はゾンデから受信したデータを処理するサブシステムで、ワークステーションと外部のアンテナに接続されている。



写真 9-4: コンテナの後面へランチャーを傾け、船の左舷方向に向けてゾンデを放球する様子。

## 10. 乱流フラックス

京都大学 根田昌典 (乗船)

岡山大学 塚本修 (非乗船)

### 観測の概要

本観測装置は3次元超音波風速計、ガスアナライザー(LICOR-7500)、加速度計、GPSアンテナからなり、センサー部を新青丸前部マスト上に設置し、大気境界層の乱流を10Hzで直接観測する装置である。船上における船体の影響(船体動揺、船体による境界層屈折)を取り除く操作を加えた後に、観測値から乱流フラックスを直接計算する。船体の影響を取り除く操作については現在も手法改善が繰り返しなされている状況である。

### 主要装置：

#### 1. 主取付装置

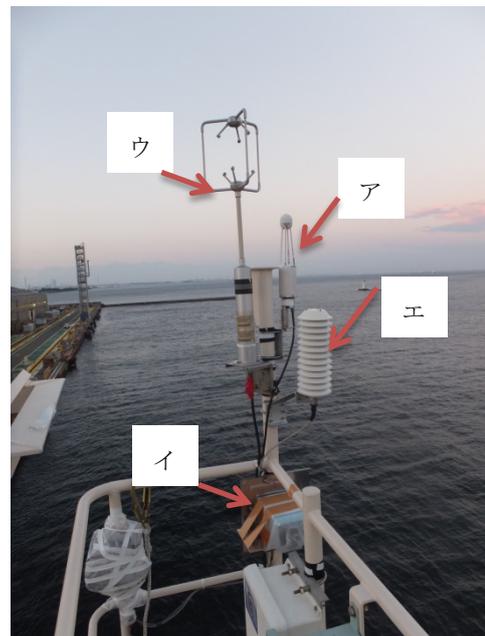
- (ア) 取り付けセンサー LICOR-7500
- (イ) 取り付けセンサー 加速度計
- (ウ) 取り付けセンサー 超音波風向風速計
- (エ) 取り付けセンサー 温湿度計

#### 2. データデコード装置 40cm x 40cm

#### 3. GPSアンテナ

- 4. 電源(100V、本航海では、フォアマストにある3心用のプラグに接続できるように中継ケーブルを加工(新青丸に依頼)した)一つが必要。

- 5. データ記録部(ノートPC)は観測装置とLANケーブル1本で連絡している。ケーブル長約50m。船内の適当な部屋に置く。今回は、前部マスト直下の甲板長倉庫に取り込み、必要に応じてPCを接続してモニターすることとした。



前部マストに取り付けた観測装置

### 観測作業(準備)の概要：

センサー取り付けは、11月7日午後に行った。データのクオリティを考えなければ、取付して稼働後は、取り外しまで常時データを取得している状態である。信頼できる乱流フラックスを得るために、航海中3度のフラックス航走を実施した(後述)。観測生データは随時、記録部(ノートPC)にてモニター可能。



渦相関観測システムのデータモニター画面

## 観測作業（観測実施）の概要：フラックス航走

信頼できる乱流フラックスを取得するために、乱流フラックス観測航走（フラックス航走）を実施した。フラックス航走は風上に向かって1回につき30分から1時間程度の航走を行う。相対風速が3m/sから最大で10m/s程度が確保できればよい。気象条件によっては必ずしもこの範囲で収まらない可能性があるが、とりあえずは実施する。航走中、乱流渦による相対風向の頻繁な変化に対しては船のHeadingを変えない。ただし、明瞭に風向が変わった際には調整することがある。

本航海では、11月9日14:30、11月11日16:40、11月12日15:30から各1時間、計3回実施した。なお、ブリッジ野帳記録用の英語表記はeddy covariance navigationである。

### 1回目：

11月9日14:30（JST）（14:28） 航走観測開始

開始時天候 小雨—曇り

Heading 52.4°（観測終了まで±5度以内の自動調整）

船首方向からの相対風 約10.0m/s、船速1.2knt（対水）

14:23 ゾンデ（右受け）→回頭

14:28 スタート

15:00 相対風向左舷寄り 30-45°

15:10 相対風向右舷寄り 5度くらい

15:32 フラックス航走終了

### 2回目

変針による船の揺れの影響をチェックするため30°変針テストを実施

11月11日16:40（JST）（16:39） 航走観測開始

開始時天候 曇り

Heading 20°（自動調整なし）

船首方向からの相対風 約16m/s、船速3.6knt（対水）

17:12 Headingを右30°まで変針（風は左舷30°受け）

17:16 Headingを左30°変針（船首風に戻し）

17:22 Headingを左30°まで変針（風は右舷30°受け）

17:26 Headingを右30°変針（船首風に戻し）

17:29 Heading 30°（船首方位 AUTO：相対風向は船首から）

17:42 フラックス航走終了

印象としては、変針による大きなローリングは感じられなかった。

### 3回目

ゾンデ⇒XCTD⇒フラックス航走のテスト（変針なし）

11月12日 15:10 (JST) ゾンデ放球

15:15 XCTD1回目

15:20 XCTD2回目

11月12日 15:30 (JST) (15:29) フラックス航走開始

開始時天候 晴れ

Heading 265°（自動調整）

船首方向からの相対風速 約 12m/s 船速 3knt（対水） 2.2knt（対地）

新島まで 17.5 miles、新島にまっすぐ向かう方向、新島の影響による渦（風向の変動）は目視ではほとんど見られない（相対風向はほぼ一定）

16:32 フラックス航走終了

### 観測メモ

今回3回実施した乱流フラックス航走は、それぞれ特徴的な観測データを得られた。1回目は船の Heading を変更せずに観測したが、相対風向は船首方向から最大で左45度、右5度程度まで変動した。2回目は風向が変化しない中、左右に30度ずつ変針して、変針に伴う船体動揺の影響の大きさを評価できるデータを得た。3回目は Heading を変更せず、かつ、相対風向もほとんど変化しない状態での観測を1時間維持した。総合的に、新青丸における乱流フラックス観測は従来通り方法で実施することができている。ただし、前部マスト上の機器設置位置が当初の想定外であったことが観測データの質にどの程度影響しているかに関しては、今後のデータ解析で調査する必要がある。機器設置位置については、航海後の不具合報告に具体的に記載しているので、今後改善されると予想される。

新青丸海上気象観測装置は前部マスト上と後部マスト上の2か所であり、航海記録にはそれぞれの観測記録が記載されている。乱流フラックス直接観測装置の値と比較する場合には記録1の方（前部マスト）の機器の値を用いるのがよい。渦相関観測装置の位置と新青丸気象観測装置の位置が近いことは大きなメリットである。

新青丸の姿勢安定性は従来の日本の海洋観測船に比べて非常によい印象である。減揺装置とアジマススラスタ推進システムの恩恵によるものか、回頭・変針も非常に早くかつ回頭時によく見られる大きなローリングやヨーイングも感じられなかった。回頭（変針）時の一時的に大きな動揺や不規則なヨーイングを避けるために、通常はフラックス航走中の変針はしないが、本航海では2回目のフラックス航走において計4回の変針を試みた。後日、変針時の船の揺れの影響が大きいかどうかをチェックする。

## 11. 船舶搭載 ADCP のチェック

東京大学大気海洋研究所 藤尾伸三

搭載されている ADCP は、Teledyne RD Instruments 社の周波数 38kHz の Ocean Surveyor である。淡青丸の ADCP は 75kHz の同機種であったため、新青丸を用いることで、より深い流れの観測ができる。白鳳丸にも同じ 38kHz の ADCP (やや古い機種) が搭載されている。

11/8 16:40 から 11/9 18:26 までの 1 分間平均ファイル (STA ファイル) を使用し、計測状況の確認を行った。データ数 (アンサンブル平均された流速プロファイルの数) は 1548 個である。

### 計測深度

24m 層厚で 50 層の計測になっているが、24m の層厚は大きすぎるように思われる。ちなみに、白鳳丸 (KH-12-5) では 16m 層厚で 80 層となっている。

850m 深までは常時、ほぼ良好に流速が計測され、船速が遅い場合には最深層 1233m でも計測ができていた。多少、層数を増やす方がよいであろう。

bottom-track による船速は、上記期間中、常時、計測できており、計測の最大水深は 1980m であった。

### 取付角度のずれ

bottom-track 船速と GPS による navigation 船速を比較した。航走中 (船速 2 ノット以上) のうち、bottom-track 船速が良好な 424 個のデータを用いて、Joyce (1989) に従い、スケールファクターを計算した。

$$\alpha = 0.0002\text{rad}, \quad \beta = 1 - 0.0014$$

すなわち、船速 10 ノットの場合、進行方向に 0.7cm/s、直交方向に 0.1cm/s の擬似流速が加わる。多くの場合は、無視できる程度と思われる。

実際に 11/9 16:45 ~ 18:20 において、片道 30 分で同じ航路を 1 往復半して、進行方向に対する計測流速の特性を見た (図 11-1)。船速は約 8 ノットである。500m 深では北上時と南下時に差があるようにも見られるが、上記のスケールファクターによる補正を行ってもほとんど改善は見られない。

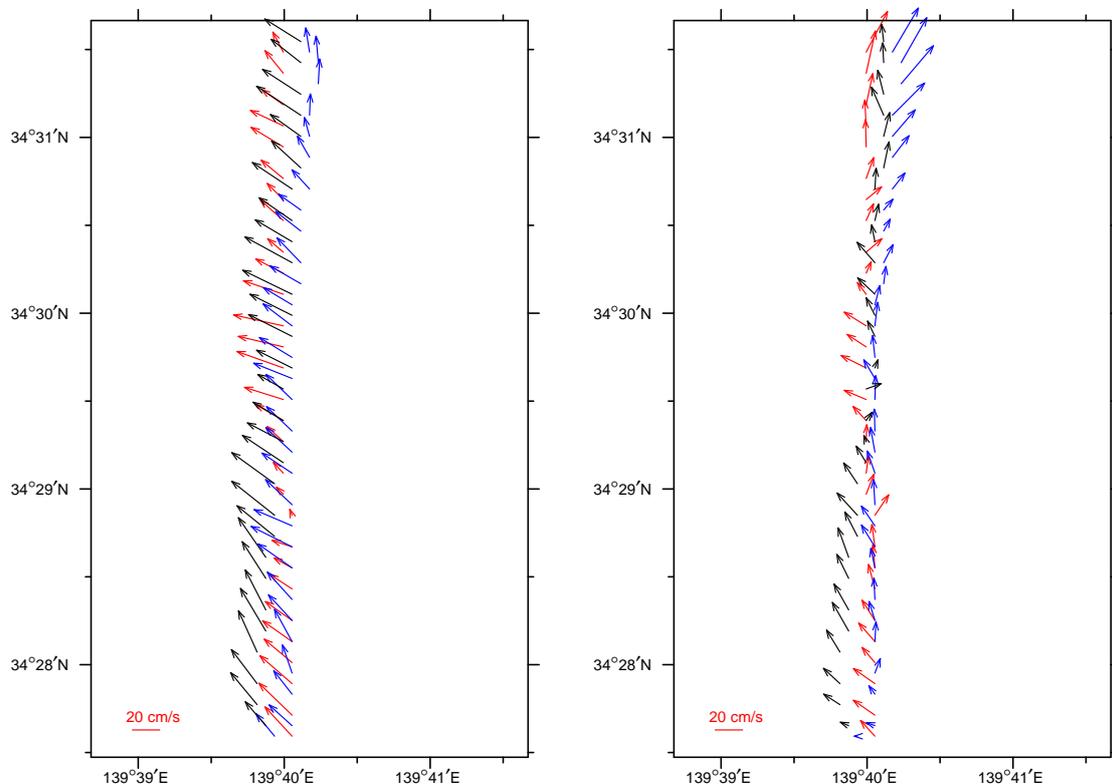


図 11-1: 往復観測における深さ 95m (左図) と深さ 503m (右図) における流速。赤 (北上)、青 (南下)、黒 (北上) の順の 1 往復半。

## 12. 係留系

東京大学大気海洋研究所 柳本 大吾

### 作業記録

- 11月9日午前
  - 9時から10時までロープ巻き込みとアンカー組み立て (写真 12-1)
- 11月9日午後
  - 13時08分、測点Bにて係留系(図 12-1)を設置開始
  - 13時28分、アンカー投入(設置終了) (写真 12-2)
- 11月12日午前
  - 9時40分、コマンド送信、切離成功
  - 9時44分、ビーコン受信確認、直後に目視確認
  - 右舷にて先取りブイ確保 (写真 12-3)
  - 後部より係留系回収 (写真 12-4)
  - 10時13分、切離装置回収(回収終了)
  - 11時ごろまで回収ロープの巻き取り (写真 12-5)

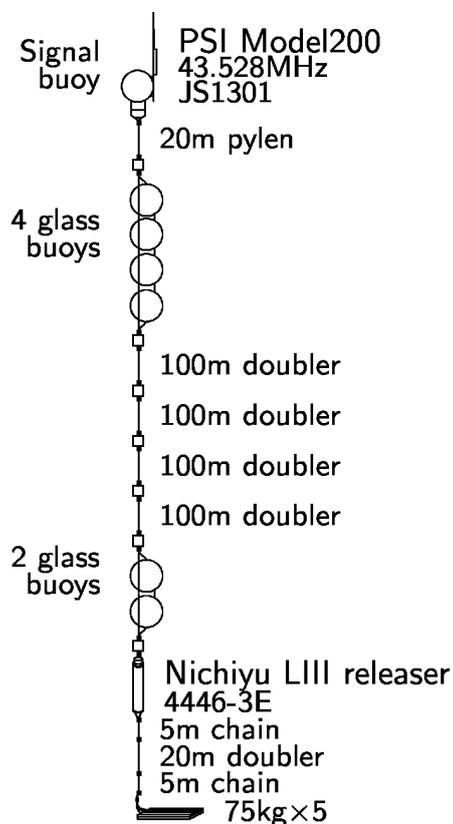


図 12-1 : 設置した係留系のレイアウト

### 確認事項

- 係留系ロープウィンチ (可搬型) の動作 : 問題なし
- ロープ巻き取りウィンチ (可搬型) の設置と動作 : 問題なし
- 設置回収作業の段取りやガントリーを含めた甲板の使い勝手 :  
全体的には問題なし。ただし、新しい係留系ロープウィンチが大きくて後部と研究室の間の往来に支障がある。また、今回は組み立てたアンカーをハンドパレットトラックで運んだが (写真 12-1)、どの程度の揺れの中で可能かは不明。
- 持ち込み切離装置トランスデューサーの送受波状況 : 問題なし
- 40MHz 帯方向探知機の動作 : 問題なし
- 旧淡青丸係留ウィンチの設置と動作 :  
架台のボルト位置が合わなかったため、今回は持ち込まなかった。

## 今後の課題

- 旧淡青丸係留ウィンチの利用  
推進室による調整に期待する。
- 船底トランスデューサーの利用  
航走中でも切離装置の状況が確認できるよう船底トランスデューサーの利用を考えたい。そのためにまず船上局を1研の入力装置（写真12-6）につなぐケーブルを作成して次回にテストしたい。



写真 12-1 : アンカーの組み立て



写真 12-2 : 設置の様子 (アンカー投入)



写真 12-3 : 先取りブイの捕獲



写真 12-4 : 回収の様子



写真 12-5 : 回収したロープの巻き取り



写真 12-6: 船底トランスデューサー入力端子 (1研)

### 13. グライダー

安田一郎・斎藤類・後藤恭敬・小松幸生  
(東京大学大気海洋研究所)

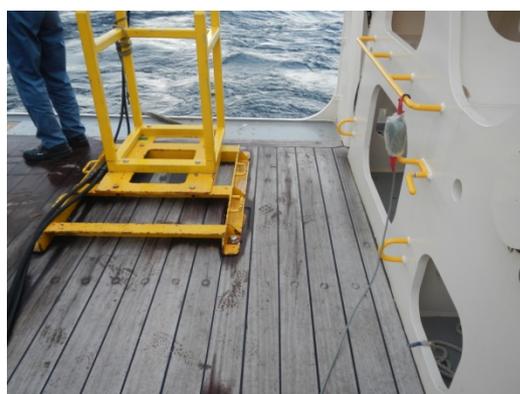
グライダーの作業船を用いた投入・回収を行い、無理なく実施できることを確認した。



#### 1 4. 乱流計観測 (VMP2000)

安田一郎・斎藤類・後藤恭敬・小松幸生・藤尾伸三・  
柳本大吾 (東京大学大気海洋研究所)

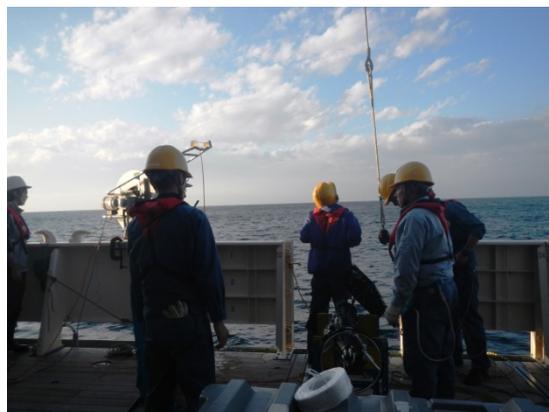
VMP2000 のモータ、ウインチ、ラインプラを設置し、作業手順を確認し、100m まで5キ  
ャスト行い、問題なく実施できることを確認した。



## 15. 乱流計観測 (VMP500)

安田一郎・斎藤類・後藤恭敬・小松幸生・藤尾伸三・  
柳本大吾 (東京大学大気海洋研究所)

VMP500 のウインチを舷側に設置し、問題なく作動することを確認した。



## 16 乱流計観測（浮上式ターボマップ）

担当：吉川（京大）・油布（九大）、文責：吉川

風や波浪に伴う海面付近の乱流・混合を計測するには浮上式ターボマップが適している。従来の方法では、切り離し信号を送るための錘につながった信号ケーブルと、ターボマップにつながった信号ケーブルが絡まるのが良くあった。淡青丸のように甲板と海面が近い場合はあまり問題が生じなかったが、新青丸の場合には問題となる可能性があった。そこで、今回新青丸用に、新たな計測手順を考案し、試験した。

### 計測手順

- ターボマップ後端（フランジ部）と、切り離し装置付き錘（バケツ）を、ロープ（長さ 100m 程度）で繋ぐ。このロープには、ターボマップの後端部から 5m 程度のところに錘取り付け用の輪を作っておく。ロープはバケツに収めておく。切り離し装置は 100m の信号ケーブルで船上とつながっている。
- 船体下部にターボマップが潜り込まないように、作業舷（＝右舷）が風上側になるよう船の向きを調整する。船体を作る乱れを観測しないよう、またケーブルを切断しないよう、プロペラやスラストは使用せず、船体はフリーでドリフトさせる。
- 右舷の CTD 室の前付近より、ターボマップを甲板から海中に投入する。今回は 2t クレーンを用いた。
- 錘を錘取り付け輪に取り付ける。この際、錘と輪の間のロープはバケツに収める。
- 錘の信号ケーブルを繰り出し計測開始水深（今回 30m～60m）までターボマップを沈降させる。
- 計測開始水深まで到達したら、船上から切り離し装置を作動させターボマップを錘から離脱させ浮上させる。
- ターボマップが海面まで到達したら信号ケーブルとロープを自作の可搬型キャップスターンを用いて手繰り寄せる。

### 計測の概略と結果

11 月 11 日と 12 日の 2 日間で計測を行った。

**11 月 11 日** 合計 4 キャスト行った。初めの 2 キャストは（バケツに取り付けた浮きのためバケツが水中で回転したため？）ロープが絡まった。そこで後半の 2 キャストでは浮きを取り外したところ、絡まず計測できた。

**11 月 12 日** 午前と午後に 3 キャストずつ行った。午前は従来の方法で行い、淡青丸とほぼ同様に実施できることを確認した。午後は新方式で、行い、ロープを収めるバケツの種類や、ターボマップを沈降させる深さを変えて実施した。

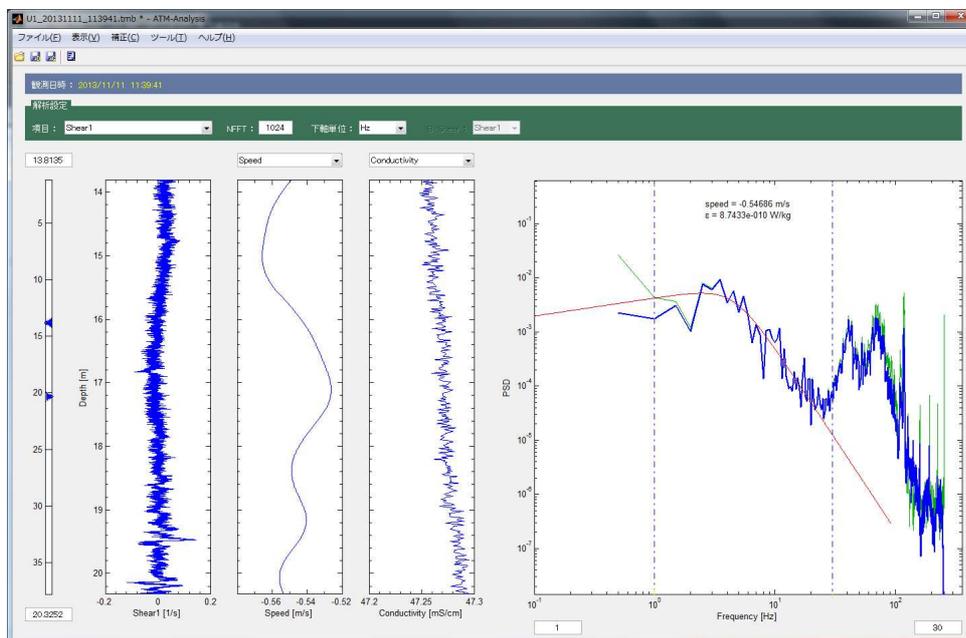
旧方式、新方式でも実施可能であることが確認できた。新方式と旧方式を比べた場合、新方式の方が失敗する確率が低い。また計測結果も極めて良好であった。総合的には、新方式の方が良いと判断できる。

また、投入・回収時に、波による動揺などによりターボマップが船体にあたり破損する恐れがある。この場合クレーンでの上げ下げは微調整ができないため具合が悪い。淡青丸で行ったように、クレーンの先に滑車を取り付け、投入・回収用の索を滑車に通してターボマップを人力で投入・回収した方がより良いであろう。

また新青丸ではアジマスプロペラた船底から飛び出して入るので、ターボマップが流されて左舷側から浮上した場合には、その回収には相当な注意が必要となるであろう。



ターボマップの外観。左からターボマップ（左端がセンサ部）、ターボマップのフランジ部（右端）を繋ぐ100mロープ（白）、錘つきバケツ（ロープ収納用）、バケツについた切り離し装置から伸びる信号ケーブル。舷に取り付けてあるのは可搬型キャプスターン。



計測結果の一例。 $8.7 \times 10^{-10}$  W/kg という低い値まで綺麗に計測できている様子が確認できる。