

平成 19 年度深海調査研究  
「かいこう 7000II」  
調査潜航KR07-08  
クルーズレポート

平成 19 年 7 月



## 目次

### 概要

1. 航海ログ
2. 乗船者名簿
3. 調査目的
4. 調査結果
  - 4- 1 G-Box・海水電池の観察調査（潜航調査#394）
  - 4- 2 長期電磁気観測装置の設置（潜航調査#395）
  - 4- 3 長期電磁気観測装置の回収
  - 4- 4 長期電磁気観測装置・記録の船上処理
  - 4- 5 まとめ
5. 今後の研究計画
6. データリスト
  - (1) 画像データ一覧（ビデオ、ステチル写真、デジタルカメラ）
  - (2) 数値データ一覧（XBT、MNBES、CTD、SOJ 等）

## 概要

1. 航海番号／レグ名／使用船舶：KR07-08 かいれい
2. 研究課題名 長期にわたる海底広帯域地震・電磁気観測による地球深部イメージング  
提案者／所属機関／課題受付番号：浜野洋三（海洋研究開発機構）
3. 首席研究者／所属機関：浜野洋三（海洋研究開発機構）
4. 乗船研究者：浜野洋三、藤浩明、後藤忠徳、長尾大道、丸谷良博
5. 調査海域：北西太平洋海盆
6. 実施期間：平成19年6月10日（日）～平成19年6月18日（日）

### 調査航海概要

（目的および実施項目）

本調査潜航は、北西太平洋の調査地点（図1）において

- （1）G-Box,海水電池の観察、調査
- （2）長期電磁気観測装置の回収と設置

を行なうことを目的として、平成19年6月10日（日）～平成19年6月18日（日）までの9日間の期間に行われた。

- （1）G-Box,海水電池の観察、調査

WP2 海底孔内広帯域地震観測点の稼働は、当初の目的を達成したため現在休止中であるが、今後の長期海底孔内地震観測の技術開発の基礎データを得る目的および観測再開に向けて、データ制御ユニット（G-BOX）の回収が必要となることから、今回の調査では、今後の回収に向けて、G-Box 及び海水電池の観察調査を実施することを目的とする。

- （2）長期電磁気観測装置の回収と設置

WP2 地点の近傍では、長期電磁気観測装置による電磁場変動の長期定常観測が継続している。現在は2年前のKR05—08航海によって2005年7月13日に設置した装置が稼働中

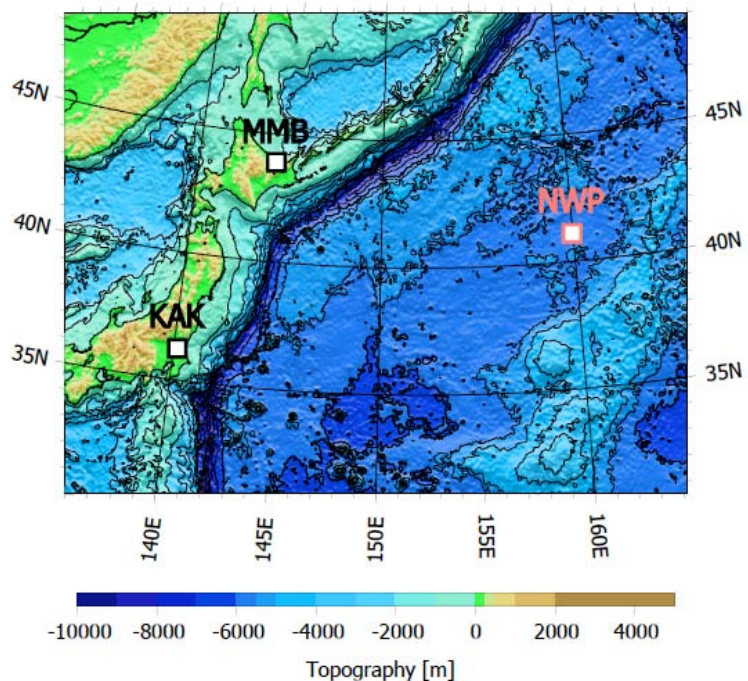


図1 北西太平洋の調査地点

ある。本航海では、代替となる新しい長期電磁気観測装置を投入し海底に着地した後に、電磁場変動の固定点観測をより強化するために、投入した装置をかいこう7000IIによってつり下げて移動し、稼働中の測定装置の近くに設置することを目的とする。また、海底での装置の姿勢、方位をかいこう7000IIによって観察する。既設装置と新設装置はこの位置で海底同時並行観測を行った後に既設機を回収する。今後、陸上に匹敵する海底電磁気観測所を実現するためには、今回試みるかいこう7000IIによる長期電磁気観測装置の海中移動は重要な要素である。

(結果)

#### 1. G-Box・海水電池の観察調査(かいこう7000II潜航調査#394)



図2 プラットフォームの上面と GBox を示す。

かいこう7000II潜航調査によって、北西太平洋海盆 WP-2孔内地震観測点

(41° 04.77' N

159° 57.80' E) に設置されたG-Box (データ制御ユニット) と海水電池の観察調査を行った。

かいこう7000IIの作業経過では、ビークルの海底での作業時間は11:13から12:23の70分間である。この間にはビデオ及びデジタルスチルカメラによ

る撮影をほぼ連続的に行なっている。観察調査の結果は、G-Box本体には、細

かなゴミなどを付着しているが、腐食は認められない。引き上げ用のロープについては、設置の時点のまま保存され、ロープを止めるビニールテープも壁に付着しており、ロープを引っ張って引き上げることに支障は無さそうである(図2参照)。G-Boxの水中重量が42kgと、かいこう7000IIの把持力を越えるため、浮力用のブイを取り付けなければならないが、その目的にもこのロープは使用可能である。

回収補助用のG-Boxを浮かせるためのレバーについては、当初の設定の通り、一番下に押し下げられており、これを押し上げて浮かせることは可能と思われる。但し、底部に取り付けられたコネクタについては、海水電池に邪魔をされて、はっきりと現状を確認することは出来なかった。

WP-2 観測点に設置されている海水電池は、設置から6年が経ち、マグネシウムからなる中心電極の減少が進んでいると考えられる。今後の海水電池使用のために、中心電極の減少の度合いを、カメラにより目視で調査した。また、プ

ラットホームに対しても、腐食対策が十分であったかどうかを調査する。プラットフォーム上にはG-Boxを中心として90°置きに、四本の海水電池中心電極が配置されている(図2参照)。これらの電極は、図4-1-9のように中心の電極棒が腐食のために痩せ細っていて、まわりの孔との間に隙間がみえるものと、隙間が見えないものの二つに大別できる。電極によって腐食の程度に差があるようである。プラットフォームの下の側面から見ても、中心電極の腐食の程度が異なることが分かる。またフレームについては、かなりの錆と腐食が見られる。

## 2. 長期電磁気観測装置の設置

本航海で敷設した海底電磁気観測ステーション1号機(以下ST1と略)は、オーバーハウザー型スカラー全磁力絶対計(OHM)、電磁場5成分変化計(OBEM)・傾斜水平2成分計・方位ジャイロなどを搭載している。OHMはインターフェース(I/F)からの信号により、全磁力値を磁力計本体内部メモリー(8MB)に記録する。OBEMは、今回はI/Fとは接続をせず、OBEMの内部メモリー(SRAMカード4MB)に磁場3成分・水平電場2成分・傾斜2成分・回路温度を記録する。ジャイロはI/Fとは接続できないが、ジャイロに搭載したタイマーにより設定時刻になると方位測定を1度だけ実施し、ジャイロ内部メモリーに記録する。従ってOHM、OBEM、ジャイロの3つのメモリーにそれぞれの値が記録されることになる。SFEMS-ST1は、6/13 05:36 LT(UTC+11h)に、海底に設置されているSFEMS-ST4の真上付近で投入された。投入直後にSSBL送波器へ接続した日油技研製デッキユニットで追尾したところ、40m/分程度で降下していった。



図3 長期電磁気観測装置の設置の様子。

### 4-4 長期電磁気観測装置の回収

本航海では、二年前のKR0508航海でこの海域に設置した「海底電磁気観測ステーション(SeaFloor ElectroMagnetic Station: SFEMS)」の四号機(以下SFEMS4)を回収した。SFEMS4の着底位置は、一昨年のKR0508航海で実施した三点音響測定の結果では、北緯41度05.9919分、東経159度57.1381分、水深5570m

(位置1)となっていたが、本航海で6月13日に行われた「かいこう7000II」第395潜航の結果、北緯41度06.0838分、東経159度57.1500分、水深5616m(位置2)であった。SFEMS4の回収は、位置(2)の直上で2007年6月14日早

朝に開始された。本装置に切り離し信号を送り、離底確認後は、調査指揮室に移り、「かいいい」の音響航法装置（SSBL）に研究者側で持ち込んだ日油技研製の船上装置を接続して SFEMS4 の浮上を追尾した。SFEMS4 は、5600m 余を 3 時間 2 分かけて上昇し、07:02 LST に「かいいい」からの距離 242m の海面に浮上した（図 3 参照）。浮上と同時に、SFEMS4 に装備した大洋無線ビーコン（符号 JS174、製造番号 3361231）の発信も確認できた。これまでの回収実績と比較すると、海面到達が結局 22 分も遅れた。海面での浮上姿勢を見ると（図 3）、姿勢自体には特に問題は無いが、オーバーハウザー・センサーを支えている塩ビの筒に孔が開き破損していた。揚収後確認した所、塩ビ筒内に納めた 10 インチ補助浮力球の破裂が見つかった。また、補助球破裂によるものと思われる電極の破損も確認された。

#### 4 長期電磁気観測装置のデータ回収

装置回収後、ガラス球が自然に温まるのを待って OBEM 球・I/F 球共に回収の翌日の 16 日に開封し、各々の 128MB コンパクト・フラッシュ・メモリを取出した。

まず OBEM 球を開封してみると、若干の浸水とそれによる結露が見られたが、回路部・記録媒体・内外のコネクタ類には特に異常は見られなかった。浸水対策として高分子ポリマーシートを下半球底部に敷いていたが、吸水シートが湿らない程度の微量浸水であった。OBEM 本体をガラス球から取り出し、抜き取ったコンパクト・フラッシュを PC の PCMCIA スロットに挿入してデータを読み取った。その結果 OBEM の時計で 2007 年 4 月 29 日 03:58 UT までの記録が有ること、及び地磁気水平成分の記録から、海底で SFEMS4 がほぼ北を向いていたと推定された。

I/F 球も開封し、I/F のコンパクト・フラッシュ・メモリを取り出した。OBEM 球と同様、I/F 球にも浸水が見られたが、幸い浸水量は OBEM 球よりかなり少なかった。OBEM と同様、抜き取った PC にコンパクト・フラッシュ・カードを挿入してデータを読み出すと、データ・フォルダは 2006 年 11 月まで存在するものの、実際にデータ・ファイルを含んでいるフォルダは 2006 年 9 月までである事が分かった。I/F のデータは、電磁気データ、FOG データ、トランスミッター・コイル・データ（以下 TRM データ）の三種類からなり、最後の TRM データを除き、音響データ転送をする事を考えてバイナリ形式で I/F に記録されている。従って、読み取った電磁気データとジャイロ・データは、PC 上でアスキー変換を行った。

SFEMS4 の 2001 型 OBEM は、I/F が不具合を起こした後も、約八ヶ月間に亘って 2 分間隔の自律測定を続け、2007 年 4 月 29 日 03:58 UT まで動いていた。I/F が 2006 年 9 月 2 日或いは 2007 年 3 月 17 日まで記録していた OBEM データと OBEM 自身が記録していた内容を照合した所、両者は一致する。

OBEM が記録していた地磁気三成分の全体値を見ると、

$$B_x=27361.24 \text{ nT}, B_y=-3426.45 \text{ nT}, B_z=35837.89 \text{ nT}$$

であり、OBEM が海底でほぼ北を向いていた事が分かる。これは「かいこう





図4 海面に浮上した直後の長期電磁気観測装置。

7000II」第395潜航による目視及び方位測定結果とも良く一致する。

(まとめ)

本航海では、(1) WP2 地点における G-Box および海底電池の観察調査、(2) 海底電磁場観測システム（新 SFEMS）の投入、(3) 2年前に投入した海底電磁場観測システム（旧 SFEMS）と新 SFEMS の2台の海底電磁場観測システムによる電磁場並行観測、および (4) 旧

SFEMS の回収、が主たる目的であった。今回は海況に非常に恵まれたこともあり、これらの当初の目的をほぼ完璧に達成することができた。中でも、今回投入した新 SFEMS を「かいこう 7000 II」を用いて旧 SFEMS から 85m 地点まで近づけることに成功し、深海底における電磁場並行観測を行なうことが可能であることを実証したことは、これまでにない画期的成果である。今後は、現時点での海底電磁場観測システムの問題点を洗い出して、システムとしてどのように改良していくべきかを検討し、またこれまでに得られた海底電磁場データに今回回収した旧 SFEMS で得られた約 2 年分の電磁場データを加えた解析を行なって、地球のマントルや核についての電磁気学的性質を明らかにしていきたい。最後に、今回の画期的成果は、石田貞夫船長をはじめとする KR07-08 関係者の皆様方、平田和好運航長をはじめとする「かいこうチーム」の皆様方の昼夜を厭わない献身的なご協力なしには、成し得ることが不可能であったことは言うまでもない。この場を借りて、これらの皆様方に御礼申し上げる次第である。



## 1. 航海ログ

Date & Time	Note	Remarks	Weather at noon (Local time)
Sun 10.Jun.07		UTC+9h	bc/ESE/3/1/0/ 8
09:00-10:00	機材積み込み		
10:00-10:30	船内生活・安全レクチャー		
12:00	乗船		
13:00	出港(釜石港)		
14:00-17:00	機器調整作業		
0:00	時刻改正(1時間前進)	UTC+10h	
Mon 11.Jun.07		回航	bc/South/3/2/1 /9
9:00-09:45	調査計画等打ち合わせ 「かいこう7000II」ブリーフィ ング		
10:00-10:35			
11:00-21:00	機器調整作業		
0:00	時刻改正(1時間前進)	UTC+11h	
Tue			f/NNW/3/1/1/0 .3
Wed 13.Jun.07			
4:55	海域着		
4:58	XBT		
05:06-05:06	既設 SFEMS 応答確認		
5:36	新規 SFEMS+係留系投入		
8:55	「かいこう7000II」着水	7K#394 dive	
11:13	着底(深度=5,573m)	WP-2の観察	
12:23	離底(深度=5,573m)		
14:15	浮上		
14:47-19:30	新規 SFEMS 位置決め		
Wed 14.Jun.07			f/SW/4/2/1/0.1
8:18	「かいこう7000II」着水	7K#395 dive	
11:31	着底(深度=5,611m)	SFEMS 移設	
15:43	離底(深度=5,616m)		
15:43	係留系切り離し		

Fri	15.Jun.07	16:48	浮上			
		17:00	係留系揚収完了			
		17:27	「かいこう 7000II」浮上			
		4:00	切り離しコマンド送信			
		4:07	離底確認			
		7:01	浮上		f/ENE/3/1/1/0. 3	
		7:17	揚収完了			
		07:35-08:00	移設した SFEMS 位置決め			
		8:00	JAMSTEC 向け発航			回航
		0:00	時刻改正(1 時間後退)			UTC+10h
Sat	16.Jun.07	0:00	時刻改正(1 時間後退)	回航 UTC+9h	r/ENE/5/4/1/0. 5	
Sun	17.Jun.07			回航	bc/NNE/4/3/4/ 8	
Mon	18.Jun.07		横須賀沖アンカー 抜錨			
		15:00	横須賀新港着岸			

## 2. 乗船者名簿

研究者

浜野 洋三

所属・役職名： JAMSTEC

プログラムディレクター

藤 浩明

所属・役職名： 富山大学大学院

准教授

後藤 忠徳

所属・役職名： JAMSTEC

技術研究主任

長尾 大道

所属・役職名： JAMSTEC

研究員

丸谷 良博

所属・役職名： 富山大学理学部

学部4年

観測技術員

青木 美澄

所属・役職名： 日本海洋事業(株)

課長

### 3. 調査目的

平成 19 年度深海調査研究 KR07-08 調査潜航  
研究課題名「長期にわたる海底広帯域地震、電磁気観測による地球深部構造イメージング」

本「かいこう 7000II」調査潜航では、北西太平洋の調査地点において

- (1) G-Box,海水電池の観察、調査
- (2) 長期電磁気観測装置の回収と設置

を行なうことを目的として、平成 19 年 6 月 10 日（日）～平成 19 年 6 月 19 日（月）までの 10 日間の期間に行われた。それぞれについて調査目的の概要を説明する。

- (1) G-Box,海水電池の観察、調査

WP2 海底孔内広帯域地震観測点の稼働は、当初の目的を達成したため現在休止中であるが、今後の長期海底孔内地震観測の技術開発の基礎データを得る目的および観測再開に向けて、データ制御ユニット (G-BOX) の回収が必要となる、今回の調査では、今後の回収に向けて、G-BOX 及び海水電池の観察調査を実施することを目的とする。

- (2) 長期電磁気観測装置の回収と設置

WP2 地点の近傍では、長期電磁気観測装置による電磁場変動の長期定常観測が継続している。現在は 2 年前の KR05-08 航海によって 2005 年 7 月 13 日に設置した装置が稼働中である。本航海では、代替となる新しい長期電磁気観測装置を投入し海底に着地した後に、電磁場変動の固定点観測をより強化するために、投入した装置をかいこう 7000II によってつり下げて移動し、稼働中の測定装置の近くに設置することを目的とする。また、海底での装置の姿勢、方位をかいこう 7000II によって観察する。既設装置と新設装置はこの位置で海底同時並行観測を行った後に既設機を回収する。今後、陸上に匹敵する海底電磁気観測所を実現するためには、今回試みるかいこう 7000II による長期電磁気観測装置の海中移動は重要な要素である。

## 4. 調査結果

### 4-1 G-Box・海水電池の観察調査（かいこう7000II潜航調査#394）

北西太平洋海盆WP-2孔内地震観測点（図4-1-1、位置は41° 04.77' N 159° 57.80' E）に設置されたG-Box（データ制御ユニット）と海水電池の観察調査を行った。潜航調査#394の潜航記録及び潜航ログをそれぞれ表4-1-1及び表4-1-2に示す。

#### Boardband Seismic Borehole Observatory WP-2

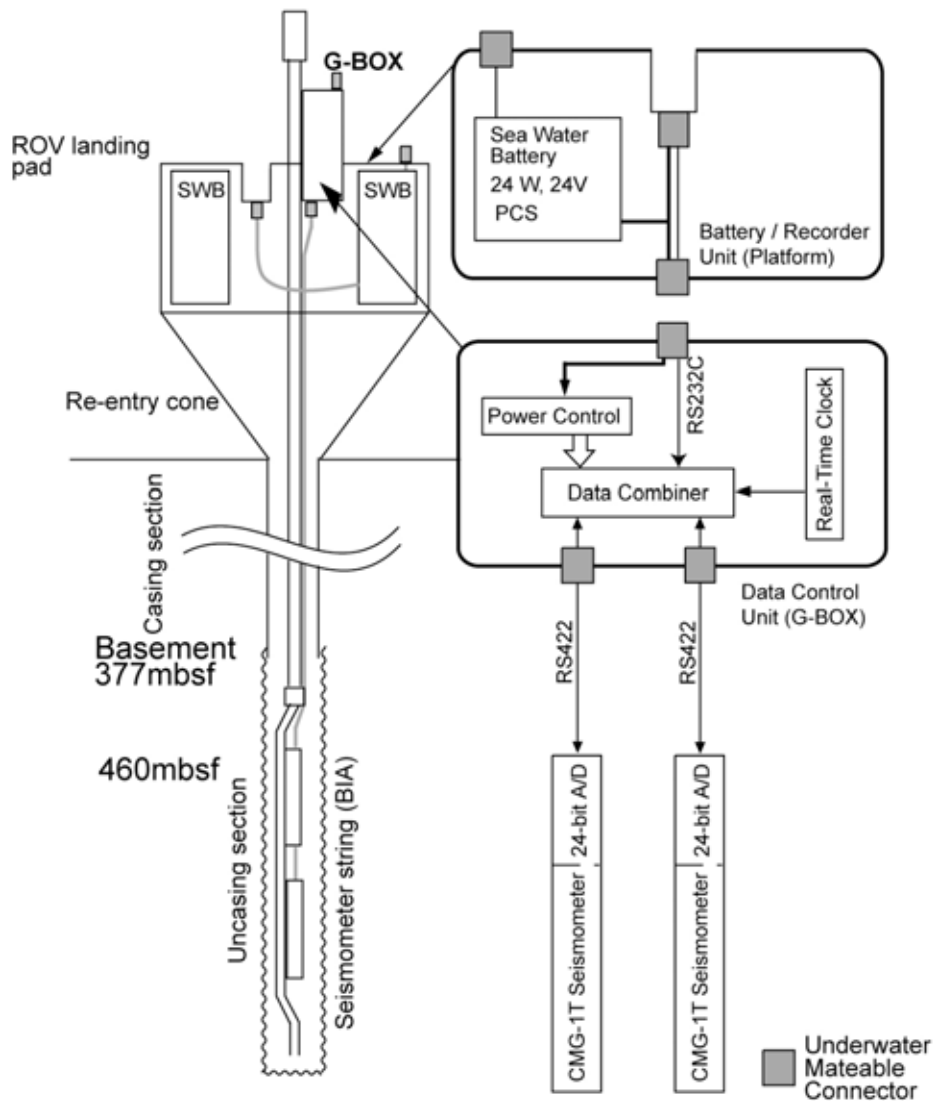


図4-1-1 WP-2孔内地震観測システムの概要

かいこう7000IIの作業経過の概要は下記の通りであり、ビークルの海底での作業時間は11:13から12:23の70分間である。この間にはビデオ及びデジタルスチルカメラによる撮影をほぼ連続的に行なっている。この章では、デジタルカメラによる写真の一部を示す。詳細については、資料を参照されたい。

#### 2007年6月13日作業経過時刻

吊揚	08:49
着水	08:56
離脱	10:52
着底	11:13
離底	12:23
結合	12:36
水切	14:15
揚収	14:25

#### (1) G-Box

G-Boxについては、今後回収することを目指して、状況観察を行った。

G-Boxの諸元を以下に示す。

#### G-Box 諸元

材質 チタン

直径 216mm、長さ915mm（コネクタを除く）、1105mm（コネクタ含む）

重量 空中 75kg、水中 42kg

また、G-Boxの回収方法に関しては、下記のように計画されている。

1. G-Boxは、孔内地震計最上部のコネクタの上に乗っているだけ（ロック等がかかっていない）ので、まっすぐ引き揚げれば、フレームから外れる。すなわち、G-Boxの底には4つの水中脱着コネクタが付いているが、G-Box自身の重さだけで嵌合している。
2. G-Boxを引き揚げるには、上部に付いている吊り上げ用ロープを持って、真直ぐ引き揚げればよい。
3. 回収補助のために、フレームにはG-Boxを浮かせる機構があり、レバーを上方向に移動させれば、底部のコネクタの嵌合が外れる。ただし、この機構を働かせなくても、G-Boxを外すことはできる。

なお、設置時の写真を図4-1-2に示す。



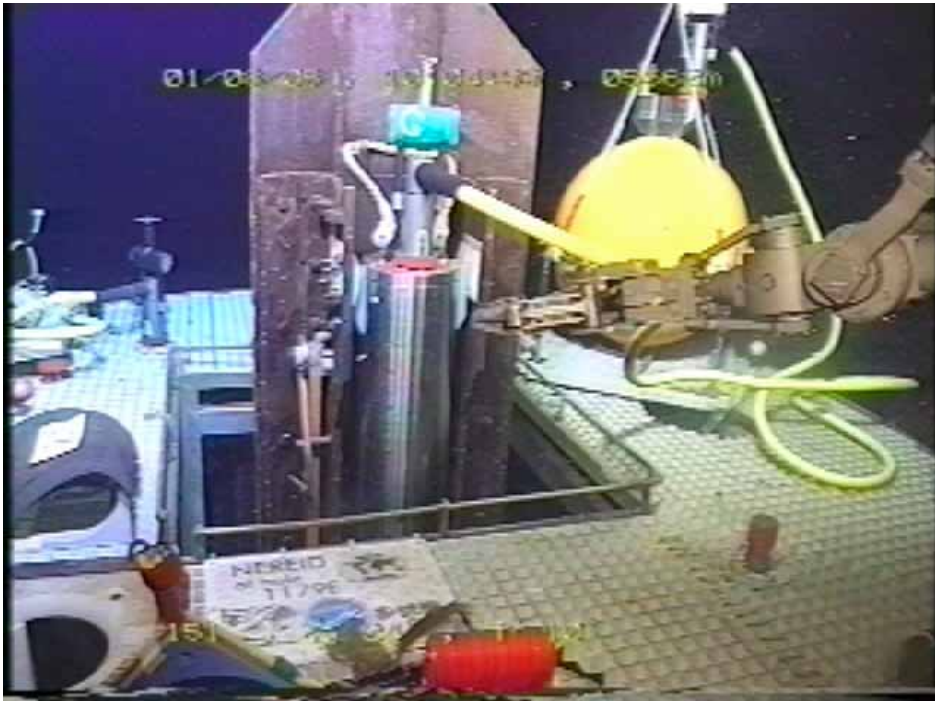


図4-1-2. 海底でのG-Boxの様子。G-Box上部のロープをもって引き揚げれば、抜ける仕組みになっている。なお、ロープは、邪魔にならないように、奥にビニールテープで留めてあるが、ビニールテープには切れ目が入っており、ロープを引っ張れば簡単に外れる。

上記回収手順を参照しながら、G-Boxの現在の状況の観察調査を行った。撮影したデジタルカメラによる写真の一部を図4-1-3から図4-1-5に示す。まず、G-Box本体には、細かなゴミなどを付着しているが、腐食は認められない。引き上げ用のロープについては、図4-1-1に示される設置の時点のまま保存され、ロープを止めるビニールテープも壁に付着しており、ロープを引っ張って引き上げることに支障は無さそうである。G-Boxの水中重量が42kgと、かいこう7000IIの把持力を越えるため、浮力用のブイを取り付けなければならないが、その目的にもこのロープは使用可能である。

回収補助用のG-Boxを浮かせるためのレバーについては、図4-1-4、図4-1-5に示されるように、一番下に押し下げられており、これを押し上げて浮かせることは可能と思われる。但し、底部に取り付けられたコネクターについては、海水電池に邪魔をされて、はっきりと現状を確認することは出来なかった（図4-1-6参照）。

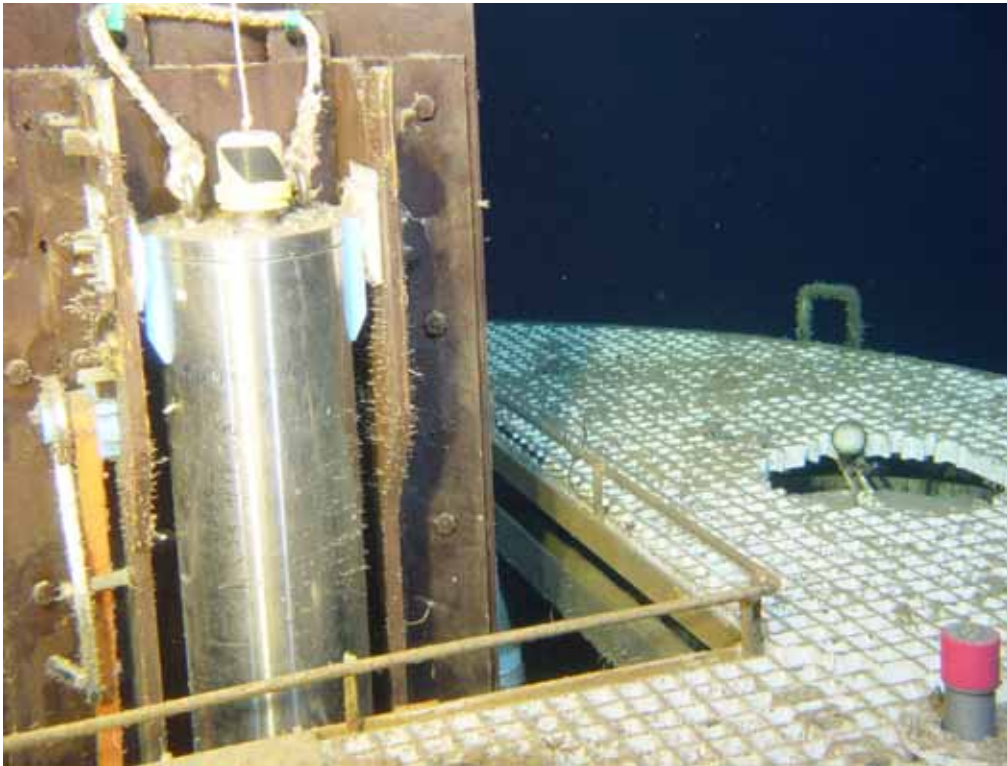


图 4-1-3

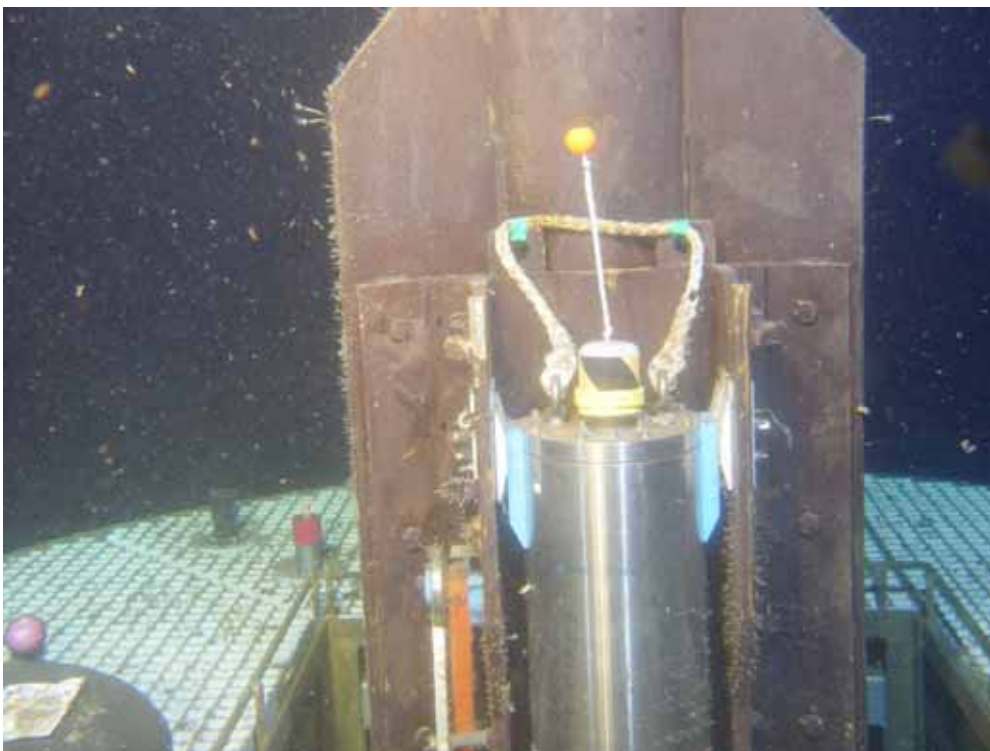


图 4-1-4

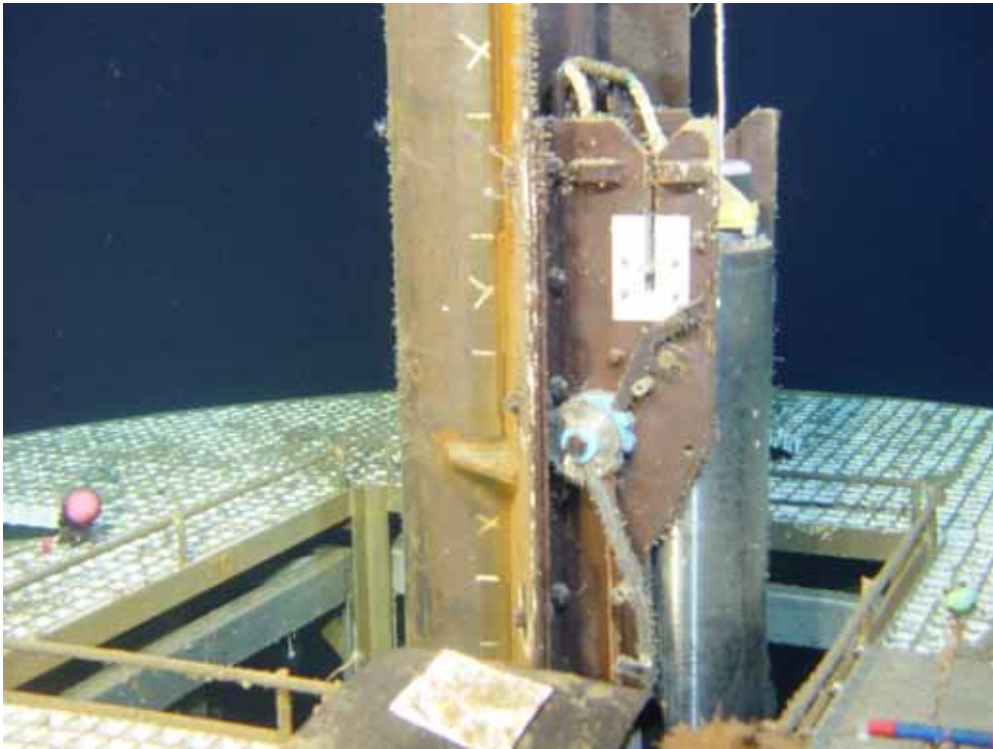


図 4-1-5

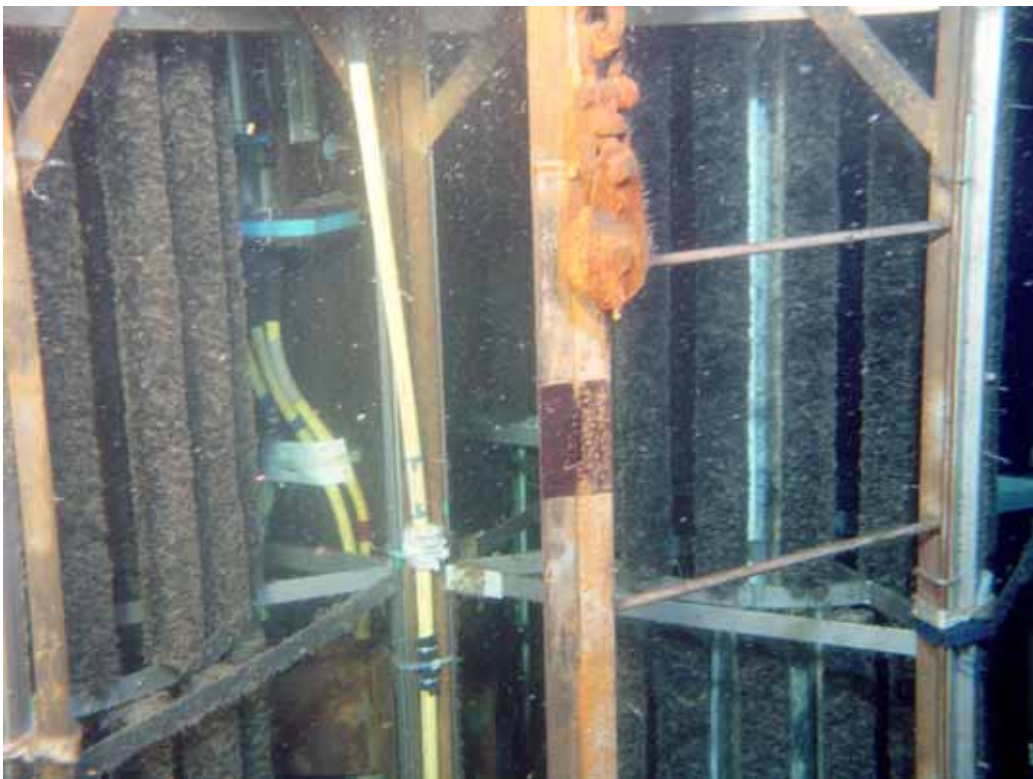


図4-1-6 G-Box底部のコネクター部



## (2) 海水電池状況調査

WP-2 観測点に設置されている海水電池は、設置から6年が経ち、マグネシウムからなる中心電極の減少が進んでいると考えられる。今後の海水電池使用のために、中心電極の減少の度合いを、カメラにより目視で調査する。また、プラットフォームに対しても、腐食対策が十分であったかどうかを調査する。

プラットフォーム上にはG-Boxを中心として90°置きに、四本の海水電池中心電極が配置されている(図4-1-7及び8)。これらの電極は、図4-1-9のように中心の電極棒が腐食のために痩せ細っていて、まわりの孔との間に隙間がみえるものと、隙間が見えないものの二つに大別できる。電極によって腐食の程度に差があるようである。プラットフォームの下の側面から見ても(図4-1-10～12)、中心電極の腐食の程度が異なることが分かる。図4-1-11は比較的腐食が少ないが、図4-1-12は腐食が進んでいるようである。

またフレームについては、かなりの錆と腐食が見られる(図4-1-13参照)。

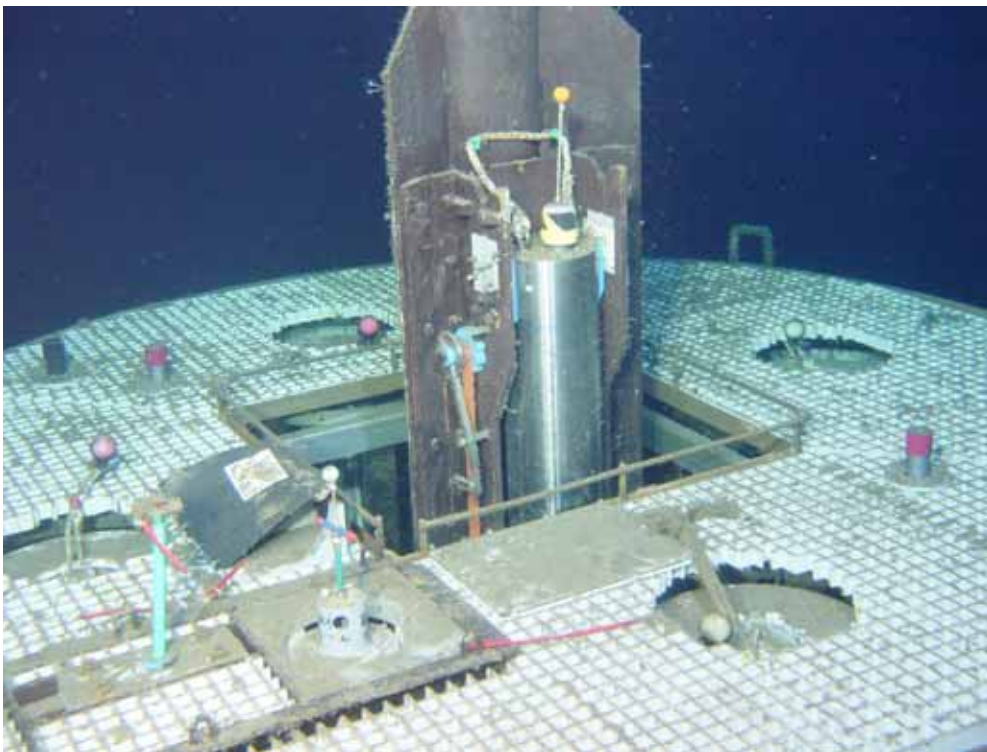


図 4-1-7



图 4-1-8

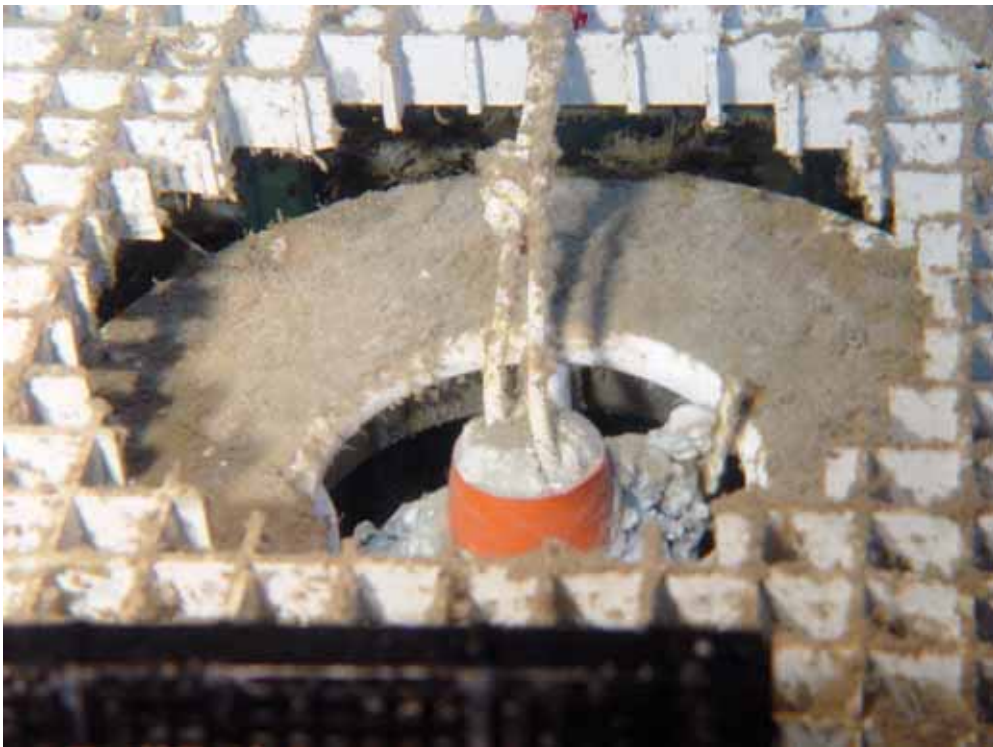


图 4-1-9



图 4-1-10



图 4-1-11



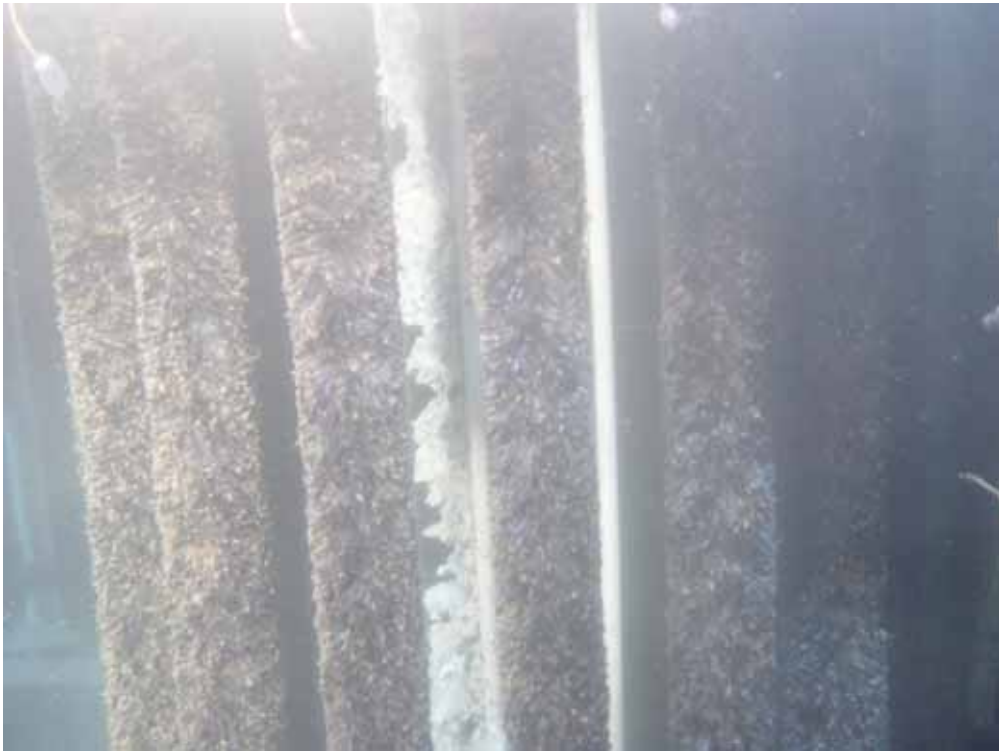


图 4-1-12



图 4-1-13

### (3) まとめ

孔内地震観測システムについては、十分な観察を行うことができた。G-Box に関しては、本体もシステムもそれほど腐食、劣化などは見られず、水中重量の問題をクリア出来れば、かいこう7000II による回収は十分可能と考えられる。海水電池については、現状でかなり電極の腐食が進んでいるが、2年前の観測結果と比較すると、この2年間の腐食の進行はそれほどではない、と言う事ができる。

# かいこう7000Ⅱ 潜航記録

平成 19 年 KR07-08 行動 記載者 瀬底 秀樹

潜航年月日 2007 年 06/13 着底予定位置

潜航回数 1 回 緯度 41°04.77'N

通算潜航回数 394 回 経度 159°57.80'E

潜航海域 北西太平洋 WP-2 測地系 WGS-84

潜航目的 調査潜航 長期にわたる海底広帯域地震・電磁気観測による地球深部構造イメージング

調査主任 濱野 洋三 ランチャー PILOT 重竹 誠二

所 属 海洋研究開発機構 PILOT 若松 誉

COPILLOT 瀬底 秀樹

作業経過時刻		
吊 揚		08:49
着 水		08:55
離 脱		10:52
着 底		11:13
離 底		12:23
結 合		12:36
水 切		14:15
揚 収 完 了		14:25

累 計 時 間	
潜航時間	5:20
前回潜航	2409:15
通算潜航	2414:35

ケーブル使用時間		ケーブル番号別使用時間	
1次使用時間	5:36	1次番号	2
1次前回時間	2507:10	1次番号別前回時間	1593:55
1次通算時間	2512:46	1次番号別通算時間	1599:31
2次使用時間	1:44	2次番号	5
2次前回時間	1095:43	2次番号別前回時間	92:3
2次通算時間	1097:27	2次番号別通算時間	93:47

海象・気象

天候 風向 風力 波浪 うねり 視程

f SW 4 2 1 0.1

最大潜航深度 5574 m

着底深度 5573 m 離底深度 5573 m

着底底質 プラットフォーム上 離底底質 プラットフォーム上

記事 WP-2において、観測点周辺の現状観察及びG-BOXと海水電池の精査を行った。また、地電位差ロガーをビークルフレームに取付けデータの収集を行った。

表 4-1-1 #394 潜航記録

時刻	方位	高度	深度	観察内容
10:53			5454	ランチャー・ビークル分離
11:01		41	5531	ビークル下降中。高度 41m
11:04	185	4	5572	海底視認。 ソナーに大きな影。約 40m 先。掘削孔らしい。
11:07	129	4	5572	ソナーの影方向へ転進。
11:09	156	6	5570	WP2 視認。
11:13	231	4	5573	WP2 プラットフォームへ着底。GBOX の回収レバー近く。 海水電池中心電極(プラットホーム上)を観察。 腐食が進んでいる様子。
11:26	188	3	5573	少し移動して GBOX の正面へ。 GBOX 上部のロープは大丈夫そう。 海水電池中心電極(プラットホーム上)を観察。 腐食が進んでいる様子。周辺は錆びている？
11:30	130	4	5573	再び少し移動(プラットホーム上で反時計回りへ)。 中心電極 3 目(GBOX の左側)を観察。穴が元々あったのだろうか？腐食らしきもので埋められている。
11:34	95	4	5572	GBOX の裏側にある中心電極を観察するため、3 度移動開始。
11:37	340	4	5573	GBOX の裏側の中心電極は割にきれい。
11:41	99	0	5576	プラットフォームから離れて、海底へ着底。 底層流結構ある。北向き。
11:45	105	0	5576	海水電池を観察。どのブラシにも表面にたくさん付着物らしき物が付いている。ブラシが消えてなくなっているということはない。
11:55	195	2	5574	GBOX 下部の ROV コネクター部をのぞき見るため、時計回りに移動開始 SAM の部分の影でコネクターが見えない。 反時計回りに移動。GBOX の左側へ移動してのぞく
12:02	156	3	5574	GBOX 下部の ROV コネクター部が見える。 GBOX も GBOX 押し上げ金具もきれい。 将来の GBOX 回収時に、ROV コネクターが抜けたかどうかはここから見えるはずだ。
12:13	332	3	5574	GBOX 裏側へ。海水電池の中心電極を横から見る。 マグネシウムらしき電極がポロポロ。 ビークルが近づくと、タワシ状の電極もフニャフニャと動く

12:15	355	4	5573	GBOX の左側の海水電池を観察しに行く。
12:18				浮上し、GBOX を再度上から観察。
12:20	160	4	5572	GBOX を正面から観察。
12:21	163	4	5572	スチル写真撮影中。
12:23	156	3	5573	離底

表 4-1-2 #394 潜航ログ

## 4-2 長期電磁気観測装置の設置

本航海で敷設した海底電磁気観測ステーション 1 号機（以下 ST1 と略）は、オーバーハウザー型スカラー全磁力絶対計 (OHM)、電磁場 5 成分変化計 (OBEM)・傾斜水平 2 成分計・方位ジャイロなどを搭載している（表 4-2-1、図 4-2-1）。OHM はインターフェース (I/F) からの信号により、全磁力値を磁力計本体内部メモリー (8MB) に記録する。OBEM は、今回は I/F とは接続をせず、OBEM の内部メモリー (SRAM カード 4MB) に磁場 3 成分・水平電場 2 成分・傾斜 2 成分・回路温度を記録する。ジャイロは I/F とは接続できないが、ジャイロに搭載したタイマーにより設定時刻になると方位測定を 1 度だけ実施し、ジャイロ内部メモリーに記録する。従って OHM、OBEM、ジャイロの 3 つのメモリーにそれぞれの値が記録されることになる。これらの測器間の時刻は I/F で同期がなされていないため、注意が必要である。

表 4-2-1. ST4 観測能力一覧

	測定項目	記録分解能	備考
オーバーハウザー型全磁力絶対計(OHM)	磁場全磁力値	0.01nT	I/F からの信号により起動
フラックスゲート型 3 成分磁力計(OBEM)	地磁気 3 成分値	0.01nT	
電位差計(OBEM)	水平電位差 2 成分値	0.0001mV@@(ダイナミックレンジは±10mV)	ダイポール長は N-S、E-W 共に 4.78m
傾斜計(OBEM)	水平 2 成分	0.00001 度@@(ダイナミックレンジは±約 8 度)	
方位ジャイロ	方位・ピッチ・ロール	0.01 度	タイマー起動により、1 度だけ測定実施
温度計(OBEM)	ガラス球内部温度	0.01°C@@	

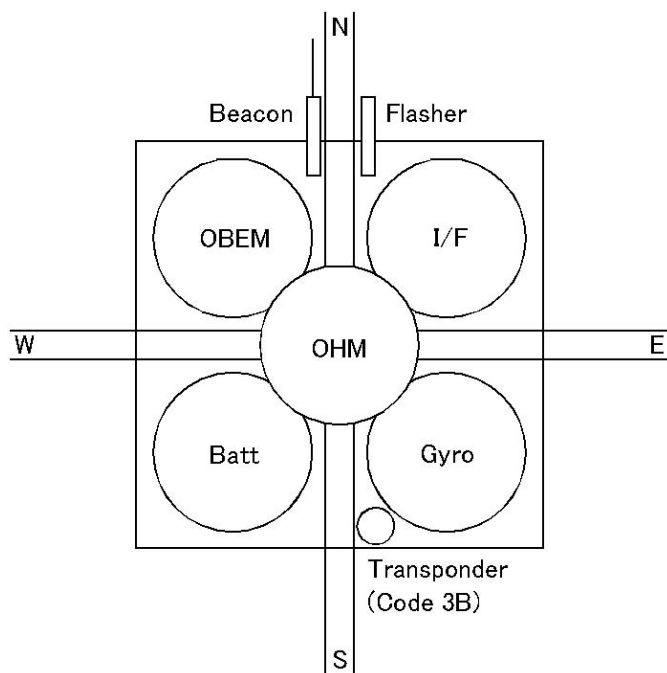


図 4-2-1. ガラス球等配置図 (上方から見て)。OHM: オーバーハウザー型全磁力絶対計用、OBEM: フラックスゲート型 3 成分磁力計・電位差計・傾斜計用、Gyro: 方位ジャイロ及びトランスミッター用、I/F: インターフェース用、Batt: リチウム (Li) 電池用。電極用 PP パイプ (N,S,E,W)。トランスポンダー、ビーコン、フラッシャーの取り付け位置も示した。



本測器は「1号機」であるが、実際は一部に「2号機」のものが使用されている。使用状況を下記にまとめる。

表 4-2-2. ST1 および ST2 の保管状況と、KR0708 で使用された機器類(○)

	ST1	本体	ガラス球	備考
○	OHM	テラ →JAMSTEC	ERI →JAMSTEC	ハードハットのプラボルトがすべて破損。タイラップで代用。
○	OBEM	ERI→テラ →JAMSTEC	ERI →JAMSTEC	
○	Gyro	ERI→テラ →JAMSTEC	ERI →JAMSTEC	ST2-OHM のガラス球を使用した。
○	国際 I/F	ERI →JAMSTEC	ERI →JAMSTEC	
	電池球	—		行方不明？破損？
○	浮き球	—	ERI →JAMSTEC	
	フレーム	東大分院 →JAMSTEC	—	
○	OHM 筒	ERI →JAMSTEC	—	10 インチ補助浮力球は付いていなかったの で、JAMSTEC で買っていた予備品を使用。
○	電極腕	ERI →JAMSTEC	—	
	トラポン	日油(3E)		

※この他に SEACON4P ♀ × 2 + VP 付きガラス球 1 有り。

	ST2	本体	ガラス球	備考
	OHM	テラ →JAMSTEC	ERI→テラ →JAMSTEC	八ヶ岳で動作試験(6/4)→その後紛失。 ガラス球は、FOG1 球として流用されていた。 KR0708 でも流用。
	OBEM	富大	富大	富大の物は OBEM96 仕様になっている。
	FOG	元から存在せず	元から存在せず	
	国際 I/F	ERI→テラ →JAMSTEC	ERI→テラ →JAMSTEC	八ヶ岳で動作試験(6/4)→その後紛失。
○	電池球	—	富大 →JAMSTEC	柿岡の地中で試験された経緯あり。
	浮き球	—	ERI →JAMSTEC	
○	フレーム	東大分院 →JAMSTEC	—	
	OHM 筒	ERI	—	

	電極腕	ERI	—
○	トラポン	日油(3B)	—
		→JAMSTEC	

ST1 の準備作業については、表 4-2-2 のような日程で行った。I/F および OHM については、当初は 2 号機 (ST2) の物を使用する予定であったが出港直前に使用不可能となったため、ST1 のものを使用した。OBEM、Gyro については当初の予定通り ST1 のものを使用した。

表. 4-2-3. SFEMS-ST1 準備状況

6/4	OHM-ST2, I/F-ST2 を八ヶ岳で動作試験。結果は良好も、移動途中で国際 I/F および Gyro の制御用 PC と共に盗難にあう。
6/6	電池球を封入。封入前に電池電圧をチェック。OHM 用=15.76V、IF 用 3 つ=7.88、7.89、7.88V OBEM 用=7.88V、+19.69V、-19.70V ←2 番ピンを GND として、1, 3, 4 番ピンの電圧 封入後電圧、OBEM 用は同上。 OHM 用は 15.75V(1 番ピン GND-2 番ピン)、IF 用は 7.88V(3 番ピン GND-4 番ピン)  OBEM を封入。封入前に S-RAM 電池を新品に交換、時計用バックアップ電池も新品を接続。 封入前にペネトレータを通じて通信(カレントループ変換器を使用)→動作正常
6/8	Gyro をテスト。FMV PC にて制御を確認。CompassVer1.exe で制御可。 1 時間程度テストラン。動作良好。 I/F をテストするが通信が通らない。 東大分院にて SFEMS フレーム 2 式をトラックへ搭載。 JAMSTEC にて SFEMS フレーム 1 式をおろし、ガラス球、消耗品、測定装置などを搭載。荷出し。
6/9	I/F をテストするが通信が通らない(高村ソフトで制御できず)。 ただしターミナルソフトで I/F に接続して通信すると、I/F 基盤から音が出ることが確認できた。 OHM 単体での動作試験は良好(PC と OHM を直結)。JAMSTEC 食堂前の土手の上だと、 OHM が数 nT 程度のばらつきで値をだすことがわかった(今後、テスト場所として活用できる。)
6/10	Gyro 球を封入。釜石港にてかいいいへ乗船。緯度などを設定して、封入。  I/F ヘターミナルソフトで通信すると、アルファベット文字送信時には I/F 基盤から Beep 音がでるが、数字送信時にはでないことが確認された。アスキーコマンドを受け付けるらしいことはわかった。 電極測定を開始した。
6/11	ターミナルソフトから I/F を制御可能であることが判明。ただし測定開始時刻などは高村 VB ソフトでないと設定できないようである。また OHM は I/F からの測定信号に対して 1 回測定ではなく、3 回測定をしているらしいこともわかった。このため I/F のサンプリングレートを 5 分とすることにした。  OHM 球を封入。元々付いていたプラスチックコネクタを、テラテクニカ支給の同軸コネクタに取り替えた。導通・絶縁を確認して封入。ただ、ガラス球のすりあわせ面に、傷らしき物がいくつか入っていた。  トラポンを整備した。
6/12	I/F 球を封入。ガラス球のすりあわせ面に大きめの気泡が入っていた。 電極を 5 本選択し、腕に取り付けた。ガラス球、OHM 用筒、トラポン、切り離し装置、腕、ビーコン・フラッシャーをフレームに取り付けた。

海底での電位差測定用に、クローバーテック製銀-塩化銀を使用した。「かいれい」ウェットラボにおいて14本の電極の間の電位差を測定し、電極間電位差が $120\mu\text{V}$ および $130\mu\text{V}$ のペア2組をN-S電極およびE-W電極として選択した。またこれらと変化傾向が似通っている電極1本をGND極として選択した。これらの測定上方はKR07-08電極.xlsにある。

最終的な観測パラメーター一覧は以下のようである。

表 4-2-4. ST1 観測パラメーター一覧

※設定ソフト		@@
<b>【オーバーハウザー型全磁力絶対計設定】</b>		
●初期値	45000nT@@	
●自動チューニング	@@	
●全メモリ消去	正常終了(8MB)	
<b>【方位ジャイロ設定】 ←主電源は ON とした</b>		
●緯度設定	北緯 41 度 06 分	
●タイマー設定	起動時刻	継続時間
	2007.06.10. 12:15 JST から 960 時間後(40 日後=7/20)	999 min ※リレータイマー側は 100 時間とした
<b>【OBEM 設定】</b>		
●OBEM 時刻設定	PC の時刻と同期(2007.06.12 09:06:45UTC)	
●Card メモリーチェック	正常終了	
●アクティブモニター	通信良好。OBEM も動作している。	
●測定間隔	120 秒	
●測定開始時刻	2007.06.12 22:58:00UTC	
<b>【インターフェース設定】</b>		
●時刻較正	2007.06.12 07:40:00UTC に実施。	
●測定間隔	5 分	
●測定開始時刻	2005.07.13.23:54:00 UTC	
●Wait time@@@	@@	
<b>【トランスポンダー】</b>		
コード	3B	
<b>【ビーコン・フラッシャー】</b>		
ビーコン周波数	159.3MHz	

(長期電磁気観測装置の投入)

SFEMS-ST1 は、6/13 05:36 LT(UTC+11 h)に、海底に設置されている SFEMS-ST4 の真上付近で投入された。投入直後に SSBL 送波器へ接続した日油技研製デッキユニットで追尾したところ、40m/分程度で降下していった。

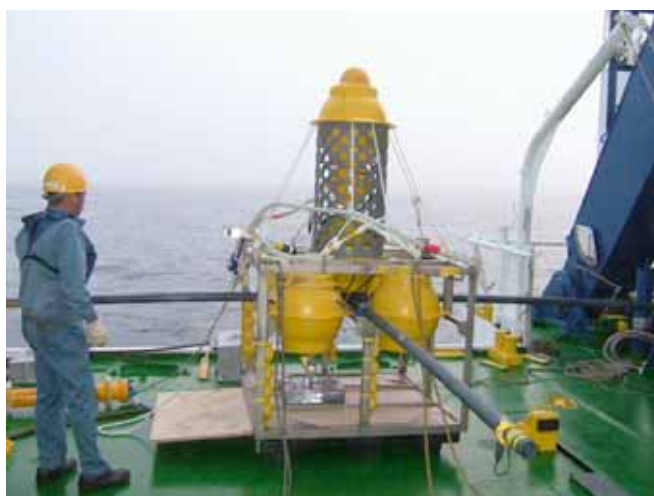


図 4-2-1. 投入前の SFEMS-ST1。OHM 球の上にヘルメットが乗っている。  
(係留系の金属リングが OHM 球の上に乗らないように工夫した)

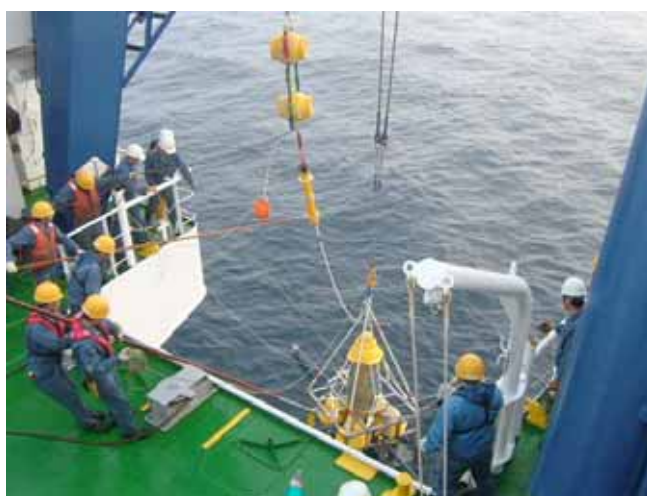
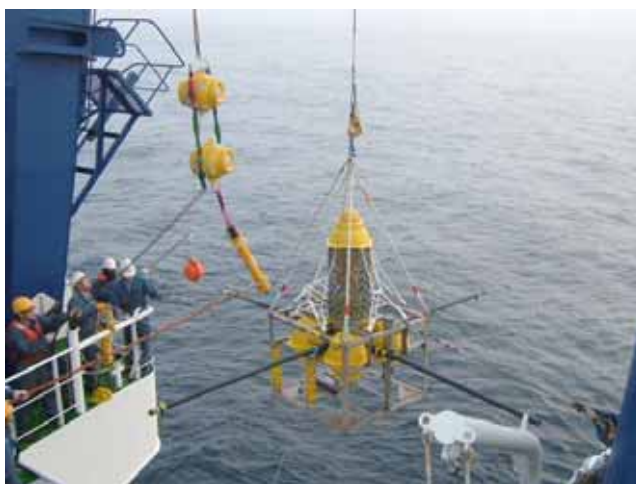


図 4-2-2 投入の様子(1)



図4-2-3 投入の様子(2)

(長期電磁気観測装置の移動と設置)

6/13 05:36 LT に投入された SFEMS-ST1 の、かいこう 7000II による既設の SFEMS-ST4 近傍への移動と設置は、2007年6月14日におこなわれた。(潜航#395) 表 4-2-5a, b に潜航記録を示す。また潜航ログを表 4-2-6 に示す。

ここでは特に位置関係についてまとめる (図 4-2-4 参照)

旧 SFEMS 一昨年 KR05-08 航海での音響測量結果

41° 05.9919' N 159° 57.1381 E D=5570m

上記の場所で新 SFEMS 投入。着地後の位置の測量結果

41° 06.3702' N 159° 57.3999' E D=5584m

同時に測定した旧 SFEMS 位置

41° 05.9921' N 159° 57.1894' E D=5584m

かいこう 7000II による新 SFEMS 発見位置

41° 06.4937' N 159° 57.417' E

新 SFEMS をランチャーによって移動後に投下した位置

41° 06.0204' N 159° 57.109'

新 SFEMS 最終位置

41° 06.0695' N 159° 57.184' E D=5616m

旧 SFEMS の位置

41° 06.0838' N 159° 57.1500' E D=5616m

今回投入時には、北東方向の強い流れがあり、投入地点から降下中に北東方向に流されていることがわかる。新たに投入した新 SFEMS は、旧 SFEMS からおよそ 900 m 北東方向に位置する。このためランチャーからのケーブル長 150 m のかいこう 7000II ビークルによって、新 SFEMS を旧 SFEMS に移動させることは不可能となった。このため、新 SFEMS を捕捉したビークルをランチャーに揚収し、母船及びランチャーによって SFEMS を移動する方式がとられた。水深 5000 m 以上の海底近傍のランチャーを母船によって精度よく操作することは操船上困難と考えられるが、結果として旧 SFEMS から 85 m の近傍に新 SFEMS を設置できたことは、今度の長期観測所の維持にとって、重要な成果と言える。

なお、上記の位置関係が示すように、舷側から投入した hidrofoen による位置決めでは、数 100m 程度の系統的なずれが生じることがわかった。これについては、hidrofoen の位置と GPS アンテナの位置関係等が考えられるが、今後のためには正確なキャリブレーションが望ましい。



# かいこう7000Ⅱ 潜航記録

平成 19 年                      KR07-08 行動                      記載者 瀬底 秀樹

潜航年月日 2007 年 06/14                      着底予定位置

潜航回数 2 回                      緯 度 41°05.99' N

通算潜航回数 395 回                      経 度 159°57.13' E

潜航海域 北西太平洋 北西太平洋海盆                      測地系 WGS-84

潜航目的 調査潜航 長期にわたる海底広帯域地震・電磁気観測による地球深部構造イメージング

調査主任 濱野 洋三                      マスター PILOT 重竹 誠二

所 属 海洋研究開発機構                      PILOT 若松 誉

COPILOT 瀬底 秀樹

作業経過時刻	
吊 揚	08:12
着 水	08:18
離 脱	10:15
着 底	11:31
離 底	11:39
結 合	11:51
水 切	
揚収完了	

累 計 時 間	
潜航時間	
前回潜航	
通算潜航	

ケーブル使用時間		ケーブル番号別使用時間	
1次使用時間		1次番号	
1次前回時間		1次番号別前回時間	
1次通算時間		1次番号別通算時間	
2次使用時間	1:36	2次番号	5
2次前回時間	1097:27	2次番号別前回時間	93:47
2次通算時間	1099: 3	2次番号別通算時間	95:23

海 象 ・ 気 象

天候 f                      風向 WSW                      風力 3                      波浪 2                      うねり 1                      視程 0.3

最大潜航深度 5616 m

着底深度 5611 m                      離底深度 5611 m

着底底質 泥                      離底底質 泥

記事 新設のOBEM付き係留系を探索し、設置状況を確認した後、結合状態での分離曳航により既設OBEM設置点付近に移設した。

表 4-2-5a #395 潜航記録

# かいこう7000Ⅱ 潜航記録

平成 19 年 KR07-08 行動 記載者 瀬底 秀樹

潜航年月日 2007 年 06/14 着底予定位置  
 潜航回数 2 回 緯度 41° 05.99' N  
 通算潜航回数 395 回 経度 159° 57.13' E  
 潜航海域 北西太平洋 北西太平洋海盆 測地系 WGS-84  
 潜航目的 調査潜航 長期にわたる海底広帯域地震・電磁気観測による地球深部構造イメージ

調査主任 濱野 洋三 主操 PILOT 重竹 誠二  
 所 属 海洋研究開発機構 PILOT 若松 誉  
 COPILOT 瀬底 秀樹

作業経過時刻	
吊揚	
着水	
離脱	14:54
着底	15:13
離底	15:43
結合	15:52
水切	17:30
揚収完了	17:38

累計時間	
潜航時間	9:12
前回潜航	2414:35
通算潜航	2423:47

ケーブル使用時間		ケーブル番号別使用時間	
1次使用時間	9:26	1次番号	2
1次前回時間	2512:46	1次番号別前回時間	1599:31
1次通算時間	2522:12	1次番号別通算時間	1608:57
2次使用時間	0:58	2次番号	5
2次前回時間	1099:3	2次番号別前回時間	95:23
2次通算時間	1100:1	2次番号別通算時間	96:21

## 海象・気象

天候 風向 風力 波浪 うねり 視程  
 f WSW 3 2 1 0.3

最大潜航深度 5616 m  
 着底深度 5615 m 離底深度 5481 m  
 着底底質 泥 離底底質 泥

記事 既設と新設したOBEMの設置状況および双方の位置関係を確認した後に、新設OBEMに付いている係留系をかりかたにて切断し、回収を行った。

表 4-2-5b #395 潜航記録

KR07-08

かいこう 7000II : 第 395 潜航

概要: 海底長期電磁気観測所(SFEMS)の移動・観察

時刻	方位	高度	深度	観察内容
10:16	176		5501	ビークル・ランチャー分離
10:28	174	9	5606	昨日投入した SFEMS1 号機(ST1)を探す
10:29	179	4	5612	海底視認
10:38	148	2	5611	周りをグルリとソナーで探したが見あたらず。 ST1 の着底予想点へ向かう(南西へ 150m 程度)
10:55	318	2	5613	ソナーに明瞭な影。ST1 らしい。 予想点から 200m 程度北にずれている。
11:05	292	4	5610	ST1 への距離 80m(ソナー) 2 次ケーブル 160m 繰り出しっぱい。 ランチャーを船で引っ張って動かさないといけない。 ランチャーはなかなか動かない
11:26	282	2	5611	ST1 への距離 40m(ソナー)
11:28	294	4	5609	ST1 を視認。距離 20m(ソナー)
11:31	269	0	5612	ST1 付近へ着底。きれいに着底している。 係留系も上方へきれいに伸びている。 写真撮影。底層流は北向き。結構速い。
11:35	271	2	5611	離底。ST1 上部の係留系トップへ向かう
11:39	283	17	5595	係留系トップの 5 インチブイの下のロープを右手でつかんでそのまま上昇。
11:41	223	11	5592	高度計が 10m 程度で変化しない場合アリ。おそらく ST1 からの反射を拾っている
11:45	249	62	5550	ビークル上昇、ランチャーへ向かう。2 次ケーブルは巻き込みを開始している。
11:51	248	121	5492	ビークル・ランチャー勘合。 ST1 をつかんだままの状態、かいこうを船で曳航する (以後、ランチャー高度を記載。深度はビークル)
12:05	143		5488	移動中 No.1 で、下のフレーム、腕が見える。
12:44	220	139	5477	SFEMS4 号機(ST4:2 年前に設置)へじわじわと移動し始めた
12:57	218	276	5335	250m ほど移動した。
13:37	166	611	5007	残り 200m で ST4 近傍。 船はストップ。
14:06	93	234	5380	かいいい、ST4 予定点(船側予想:研究者予想よりも 60m くらい北側)より西へ 150m 地点にきた。 係留系のトップブイのロープが、係留系の 17 インチガラス球に引っかかっている。大きな支障はない。

14:20	79	201	5412	ST4 予定点から 250m 西南西。ケーブルは船の真下。
14:42	39	198	5442	150m くらい ST4 予定点から南。徐々によせていく。
14:52	57	121	5495	ST4 予定点近傍(少し南西)で、ST1 を投下。ゆっくりと落ちていった。
14:56	15	104	5504	ビークル・ランチャー分離。ST1 を追いかける(以後、高度・深度ともビークルのもの)
15:04	121	4	5614	海底視認。ST1 はソナーで見えない。
15:08	180	2	5615	ソナーで見えた。西へ 50m。
15:11	228	4	5612	ST1、正面に見えた。距離約 15m。 ST4 もソナーに写った。N300 度方向、距離 90m。
15:13	198	0	5615	ST1 まで 510m くらいの場所で着底。 ST1 の S の面に正対して着底。 ビークル方位は 198.06 度
15:17	292	4	5612	離底。ST4 へ向かう。距離 80m(ソナー)。
15:28	274	5	5612	ST4 視認。E の面が見えているらしい(フレーム基部の浮力体がフレーム右側に 2 つ見える)。
15:29	258	0	5615	着底。ST4 の E 面正面。ST4 までの距離は 20m 程度 ビークル方位は 266 度程度。
15:33	133	3	5614	ビークル回頭させ、ST1 までの距離を見る。65m 程度。 ST1 と ST4 は概ね東西に 85m 離れて並んでいる。
15:42	274	3	5613	ST4 の近傍へ到着。 ソナーに ST1 と ST4 の両方が写っている。
15:43	259	4	5612	カッターで係留系と ST1 の間のロープを切った。
15:44	254	9	5607	ビークル離底。

表 4-2-6 #395 潜航ログ

KR07-07 KRIK0700011 Dive#395  
Northwest Pacific Ocean Basin

Date 2007/06/14  
Scale (1/ 5000)

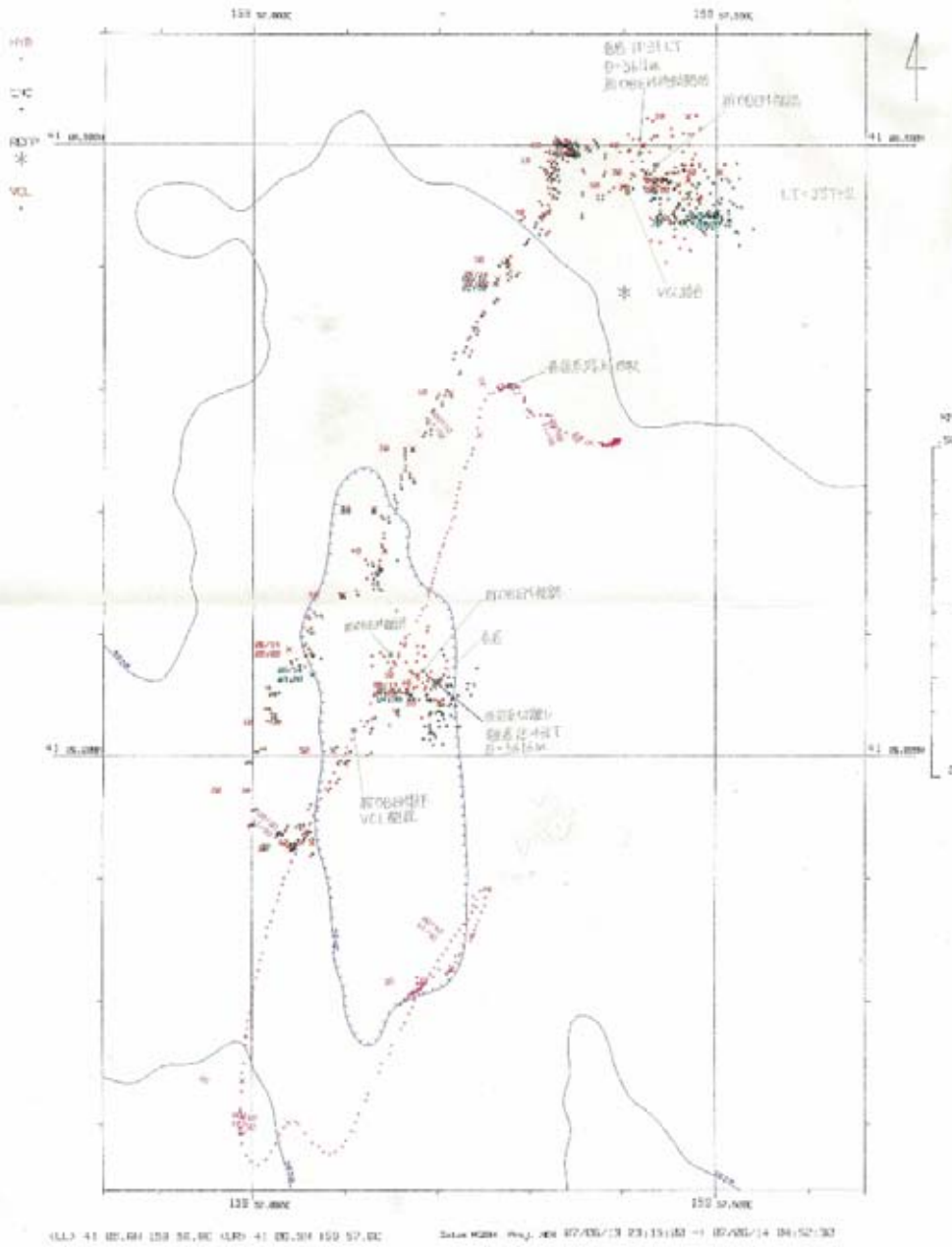


図 4-2-4 #395 潜航マップ



図 4-2-5 投入した SFEMS1 号機(ST1)

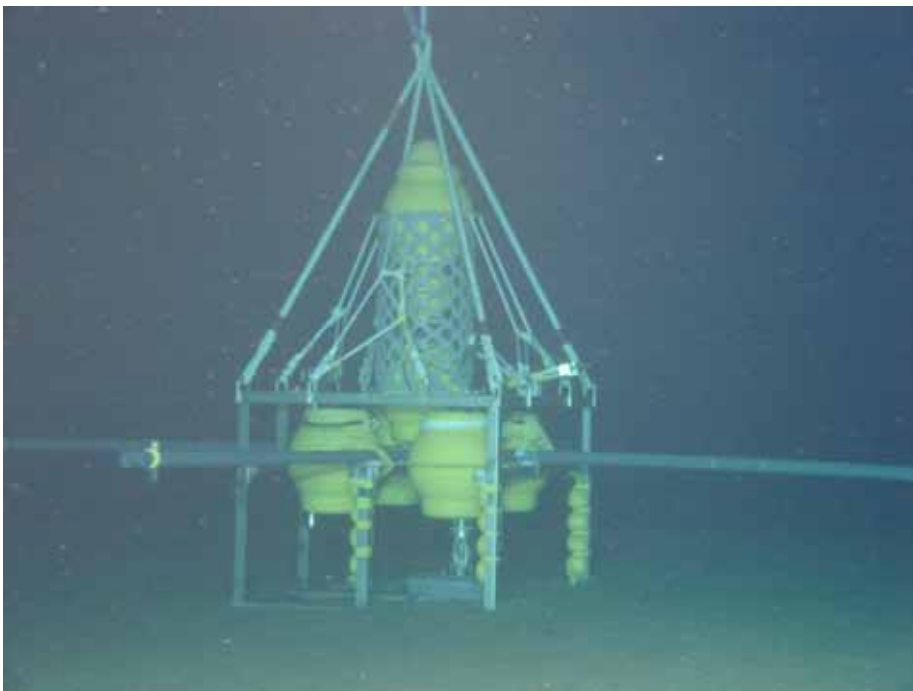


図 4-2-6 投入した SFEMS1 号機(ST1)

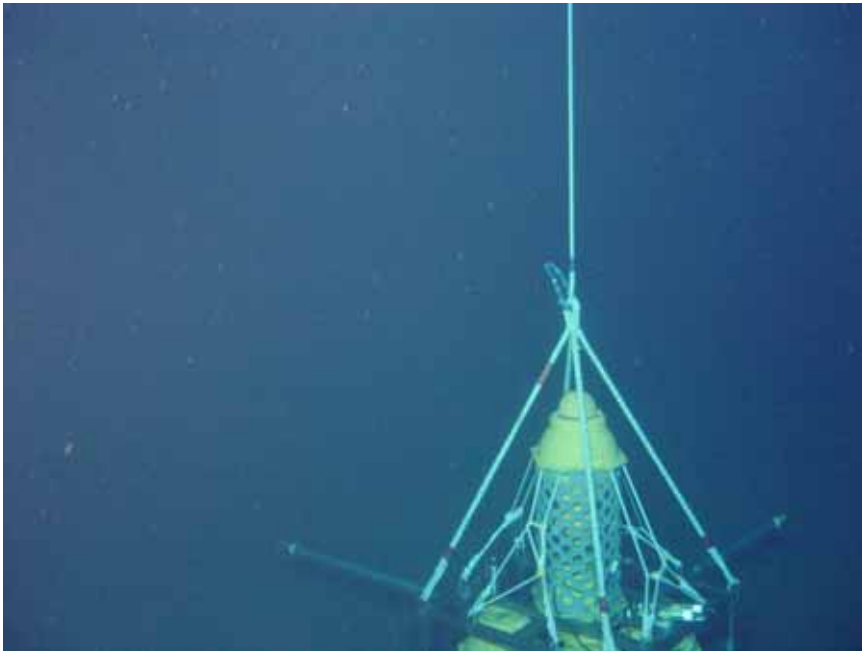


図 4-2-7 投入した SFEMS1 号機 (ST1) の上部のロープ (上) と係留系のトランスポンダー (下)



図 4-2-8 係留系の最上部のガラス球とST1 運搬のためのビークルのアームによる捕捉位置を示す

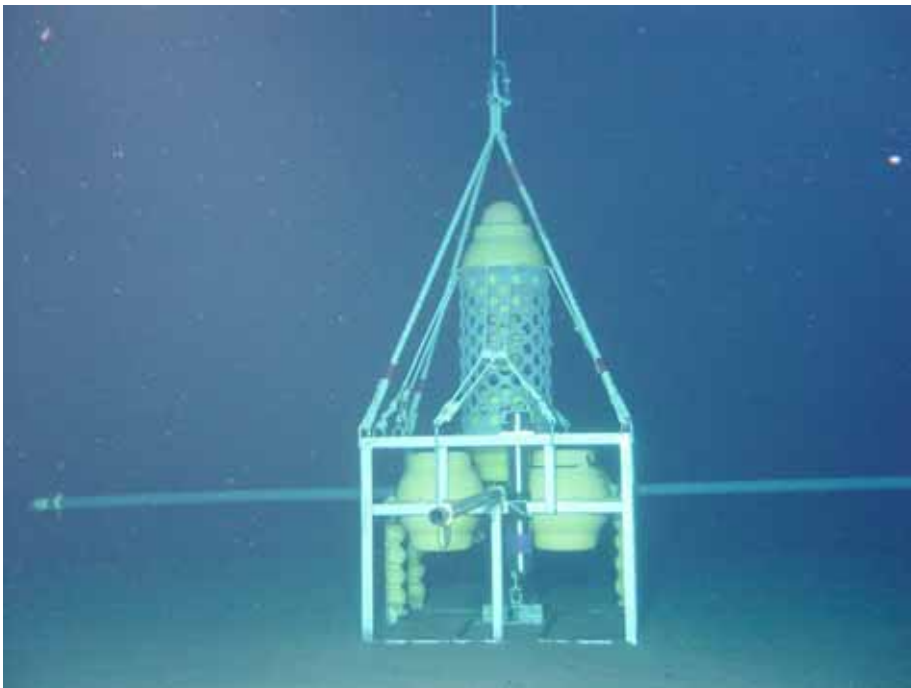


図 4-2-9 最終的な設置場所での SFEMS1 号機 (ST1)





図 4-2-10 2年前に設置された SFEMS4 号機 (ST4)

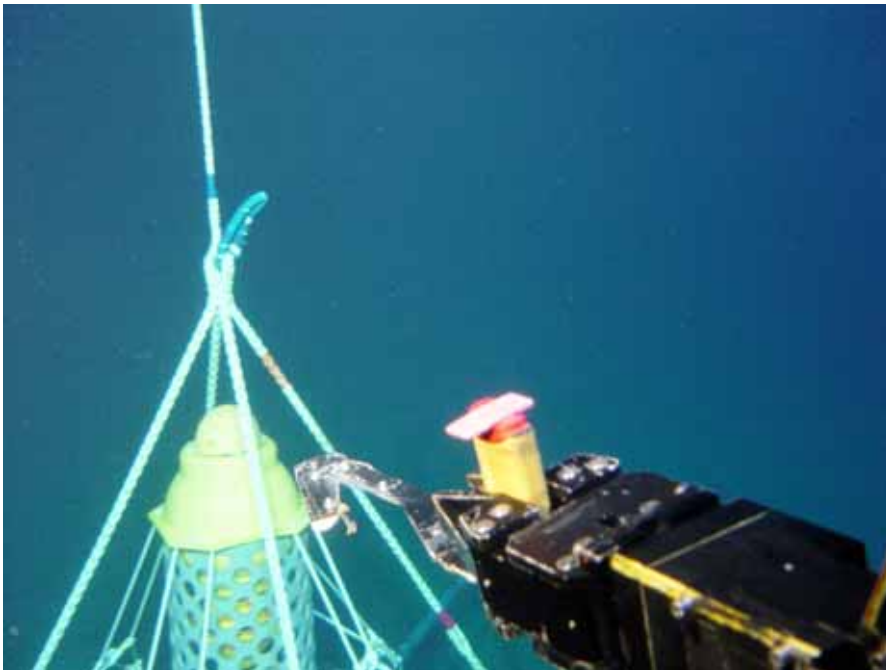


図 4-2-11 SFEMS1号機(ST1)の係留系を切り離し

### 4-3 長期電磁気観測装置の回収

本航海では、二年前の KR0508 航海でこの海域に設置した「海底電磁気観測ステーション(SeaFloor ElectroMagnetic Station: SFEMS)」の四号機（以下 SFEMS4）を回収する事も、重要な目的の一つであった。SFEMS4 の着底位置は、一昨年の KR0508 航海で実施した三点音響測定の結果では、

北緯 41 度 05.9919 分、東経 159 度 57.1381 分、水深 5570m・・・(1)

となっていたが、本航海で 6 月 13 日に行われた「かいこう 7000II」第 395 潜航の結果、

北緯 41 度 06.0838 分、東経 159 度 57.1500 分、水深 5616m・・・(2)

であった事が分かっている。過去の航海での音響位置決定結果(1)は、海底で実際に視認された位置(2)と比べ、①水深が 46m 浅く、②西 20m 弱、南へは 200m 弱もずれている。①の原因は、位置(1)を推定した際、音速補正を行っていない為であるが、②の水平位置の推定誤差が大きかった事は意外であった。

本航海では、SFEMS4 の着底位置の再決定も潜航前に実施されたが、その結果は、

北緯 41 度 05.9921 分、東経 159 度 57.1894 分、水深 5584m・・・(3)

であり、位置(1)を割り出した時の倍の六点測定であったにも関わらず、位置(3)の位置(2)に対するズレは位置(1)と比べてむしろ大きくなっている。同じ音響測定データを用い、音速補正をある程度行った本船電子部の計算結果も位置(3)と大差無かった事から、②の原因は、舷側から投下したハイドロホンと GPS アンテナの位置の違いを考慮しなかった為ではないか、と推定される。すなわち、GPS アンテナとハイドロホン間の水平距離と音響測距を実施した際の船の方位を用いて、実際のハイドロホンの位置を割り出した上で着底位置の推定を行わないと、今後も同じような系統誤差が発生する可能性がある。本航海の様に、水深が 5500m を超える海域で、水平距離 10m 以内に複数の海底機器を潜水船で並べる場合には、事前の音響位置決定にも自ずと高い精度が求められる。従って、今後は考慮できる要因を可能な限り含めた形で位置計算を行う必要がある。

ともあれ、SFEMS4 の回収は、位置(2)の直上で 2007 年 6 月 14 日早朝に開始された。離底確認までの経過は、次の表の通りである。

表4-3-1. SFEMS4 の音響切離し作業

03:56:31 LST	SFEMS4（日油技研コード 3F）呼び出し。船上装置の出力 5、感度 5。
03:57:20	距離 5584m、水深 5615m。

LST	
03:58:01 LST	距離 5583m。
03:59:10 LST	切離しコマンド送信。正常受付。海底の切離しフック開錠確認。
04:01:10 LST	距離測れず。
04:02:10 LST	距離測れず。感度 6 に。
04:03:10 LST	距離 5466m。感度 7 に。
04:04:10 LST	距離測れず。SFEMS4 (3F) がスリープした模様。
04:05:00 LST	SFEMS4 の再呼び出しに成功。3F の返信に加え、返信音の海底反射を聴音。
04:06:00 LST	距離 5400m。
04:07:00 LST	距離 5345m 。 離 底 と 判 断 。 *LST=UTC+11hrs=JST+2hrs

離底確認後は調査指揮室に移り、「かいいい」の音響航法装置 (SSBL) に研究者側で持ち込んだ日油技研製の船上装置を接続してSFEMS4の浮上を追尾した。SSBLの7kHz走波器に10kHz帯の送受信を行わせる為、トランスデューサのマッチングスイッチを備えた船上装置を用意する必要があるが、この追尾法だと船側も自由にエンジン及びスラスターが使用できるので切離し原点に留まる事が可能になり、本航海の様に観測海域が恒常的に濃霧域である様な場合には極めて有効な方法となる。図4-3-1にこの方法で追尾した結果を示す。

—■— Depth(m)

←SFEMS-ST4の水平位置が着底点と同じと仮定して、船位から水平距離を計算し、深度を割り出した

### 浮上速度

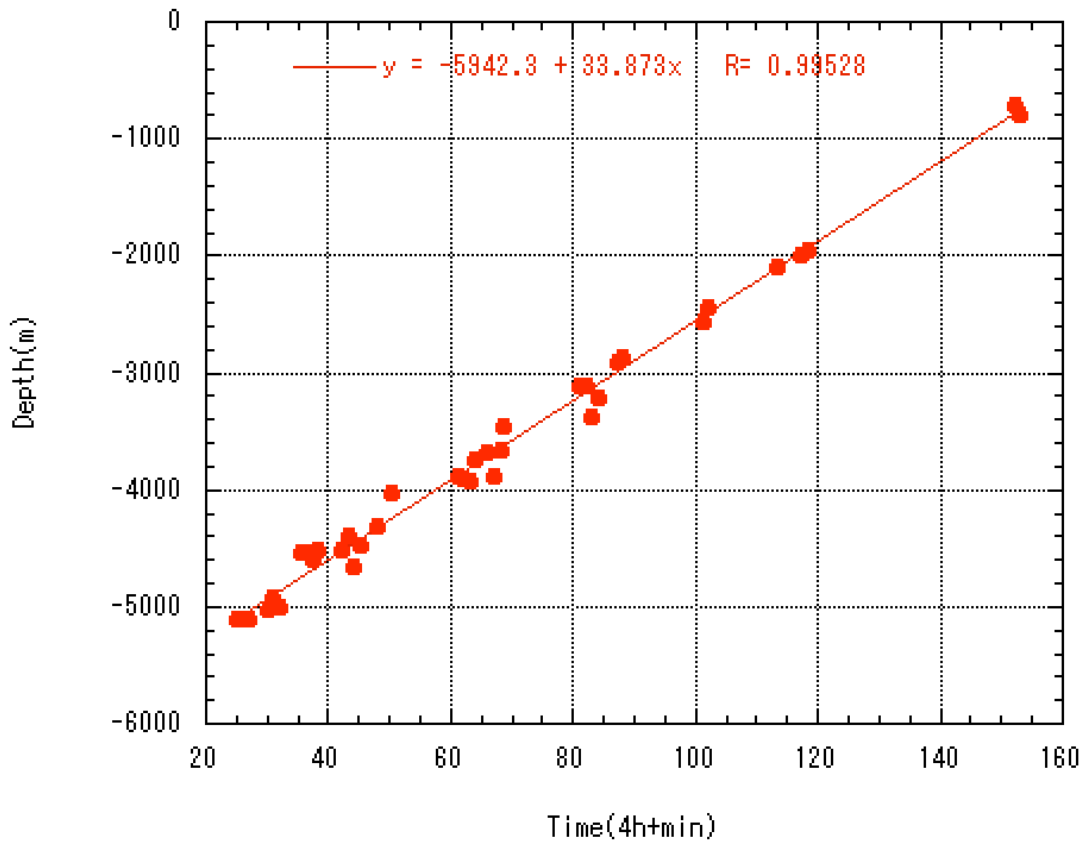


図 4-3-1. SSBL の送波器を用いた SFEMS4 の浮上追尾結果。

結局、SFEMS4 は、5600m 余を 3 時間 2 分かけて上昇し、07:02 LST に「か  
いれい」からの距離 242m の海面に浮上した（図4-3-2図 参照）。浮上と同時に、  
SFEMS4 に装備した大洋無線ビーコン（符号 JS174、製造番号 3361231）の発  
信も確認できた。今回は近距離に浮上させられたので視界不良の影響を受けな  
かったが、何らかの事情により回収船から離れた地点に浮上する事態を想定す  
ると、「かいれい」の方向探知性能は迅速な機器揚収の為の重要な要因の一つで  
ある。にも関わらず、今回は切離し後に「かいれい」の方探システムが取り外  
されている事が判明し、浮上中に慌てて GP アンテナと受信機を設置した。好  
天に恵まれていたのが幸いして洋上でのアンテナ取り付け作業も事故無く完了  
できたが、荒天時には取り付け作業自体が不可能になる為、方探システムの事  
前動作確認を今後必ず行う必要がある。



図 4-3-2. SFEMS4 の浮上位置（黄色の吹きだし）。

これまでの回収実績と比較すると、海面到達が結局 22 分も遅れた。海面での浮上姿勢を見ると（図4-3-3）、姿勢自体には特に問題は無いが、オーバーハウザー・センサーを支えている塩ビの筒に孔が開き破損していた。揚収後確認した所、塩ビ筒内に納めた 10 インチ補助浮力球の破裂が見つかった。また、補助球破裂によるものと思われる電極の破損（図4-3-4）も確認された。





図4-3-3. 浮上した SFEMS4。浮上姿勢は概ね設計通りだが、オーバーハウザー・センサーを支えている塩ビの筒の側面に、大きな穴が複数開いている事が分かる。



図 4-3-4. 破損した電極。取り付け位置の所で PP パイプが折れてしまっているものの電極と電位線共に無事なもの（左）、電極自体が破壊されパイプ先端が折れてしまっているもの（中）、パイプ先端が折れただけで済んだもの（右）の三つに分類できる。

結局、N 電極と W 電極は破壊されていたが、S 電極・E 電極・G 電極及び全ての電位線は無事であった。PP パイプは、N・E・W 方向の先端が取れ、S 方向は電極取り付け位置でポッキリ折れてしまっていた。オーバーハウザー型全磁力絶対磁力計のセンサーケーブルは、破裂した補助浮力球を収納していた塩ビ筒の中を通っていたので、ケーブルの破断が懸念されたが、幸い明らかな損傷は見つからなかった。SFEMS4 の浮力が 50kg であるとする、10 インチ球

の破裂によりその一割が失われた事になる。これを浮上所要時間に換算すれば、約+18分となりほぼ実時間を説明できる。その為、他のガラス球の破損は無いと考えられるが、N電極とW電極が破壊されていたので、補助球が破裂した時点で少なくとも地電位差測定は不可能になったと推定される。従って、補助球がいつ破裂したかは、データを読み出して検討すれば分かる、と考えられる。この点も含めて、データの読み出しとその処理の詳細を次節に記す。

#### 4-4 長期電磁気観測装置・記録の船上処理

浮上約二時間後に、SFEMS4 の I/F 球との PC シリアル通信を試みたが、失敗に終わった為、2007 年 6 月 14 日 23:58:00 UTC に I/F 球と OBEM 球との接続を断ち、OBEM 球の通信コネクタを PC (FMV Biblo Windows98) に繋ぎ変えて、SFEMS4 の OBEM2001 の時計較正を行った。その結果は、次表の通りである。

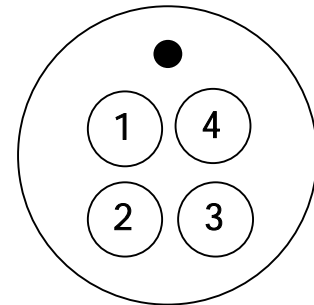
表4-4-1. SFEMS4-OBEM の時計較正結果。

PC の内蔵時計 [UTC]	OBEM の内蔵時計 [UT]
07/06/15 00:05:31	07/06/15 00:06:27
07/06/15 00:05:32	07/06/15 00:06:28
07/06/15 00:05:33	07/06/15 00:06:30
07/06/15 00:05:34	07/06/15 00:06:31
07/06/15 00:05:35	07/06/15 00:06:32

結局、OBEM の時計は、およそ 23 ヶ月の間に 57 秒進んでいた。時計較正後、電池球と OBEM 球との接続も断ち、OBEM 球を SFEMS4 のチタンフレームから取り外した。回収後の電池球から OBEM への給電電圧は、

1 - 2     5.86 V  
 3 - 2     19.44 V  
 4 - 2     -19.44 V

図 4-4-1. 電池球からの  
給電ピン配置。



であった。電池球♀コネクタのピン配置は、図 4-4-1 の通りである。

その後、I/F 球と再通信を試みたが、また失敗に終わった為、2007 年 6 月 15 日 02:55:30 UTC に I/F 球と電池球との接続を断ち、I/F 球を取り外した。電池球から I/F への給電電圧は、

1 - 2     15.61 V、 4 - 3     2.217 V

であった。オーバーハウザー型磁力計の 12V 電源は大丈夫だったが、I/F への 5V 電源が消耗していた。これが通信不良の直接的原因である、と考えられる。これらの電圧は、翌 16 日にも再測したが、その結果は、

1 - 2     15.64 V、 4 - 3     2.940 V

であった。従って、12V 系が十分余力を残していたのに対し、5V 系が消耗し切っていたのは間違いない。回収から時間が経つにつれ 5V 系電圧がやや回復したのは、電池球内の温度上昇に依るものと考えられる。



10 インチ補助浮力球の圧壊が他のガラス球に対して損傷を与えていないか、水中ケーブル・主浮力球も含めて調査したが、幸い明らかな損害は見つからなかった。ただし、オーバーハウザー球内のセンサー固定具が、固定板・支柱（どちらも塩ビ製）共に破損していた。これらのプラスチック材の破損も、電極パイプの破断も、補助浮力球圧壊時に発生した強い衝撃波が原因であろう。

「かいいい」ウェットラボに持ち込んだ I/F 球に定電圧電源から 5V を給電し、再度シリアル通信を試みた所、今度は無事成功した。給電開始時に I/F 側面の赤 LED が点滅する事も I/F 球の外から確認できた。

I/F 制御ソフトを用いて「状態取得」を行った所、「記録中」という応答が得られた為、2007 年 6 月 15 日 04:36 UTC に測定停止コマンドを送り、I/F が「アイドル状態」になった事を確認した。その後、I/F の「時計取得」を行った所、

PC=07/06/15 04:36:56 UTC    I/F=07/06/15 04:37:59 UT

であった。I/F の時計は OBEM の時計と同様「進み」で、63 秒のズレを生じており、また、次の表の様に、設定時の測定パラメータを I/F が正しく記憶している事も分かった。

表4-4-2.

測定間隔	120 秒
オーバーハウザー・センサーのチューニング	自動
チューニング初期値	45000 nT
スリープ時刻	05/07/12 05:16:31 UT
起動時刻	05/07/13 23:54:00 UT

ところが、「カード容量取得」を行うと、

使用量 13590KB + 残容量 111578KB = 計 125168KB

という結果が得られ、使用量を 30 バイト/レコード及び 2 分測定で換算すると、約 630 日分にしか過ぎない事が判明した。光ファイバージャイロ（以下 FOG）のデータも含め何日分かのバイナリ・データがシリアル・ダンプ可能であることを確かめた後、ガラス球が自然に温まるのを待って OBEM 球・I/F 球共に翌 16 日に開封し、各々の 128MB コンパクト・フラッシュ・メモリを取り出す事にして、回収当日の作業を終えた。

翌日、まず OBEM 球を開封してみると、若干の浸水とそれによる結露が見られたが、回路部・記録媒体・内外のコネクタ類には特に異常は見られなかった。浸水対策として高分子ポリマーシートを下半球底部に敷いていたが、吸水シートが湿らない程度の微量浸水であった。OBEM 本体をガラス球から取り出し、抜き取ったコンパクト・フラッシュを PC の PCMCIA スロットに挿入してデータを読み取った。その結果、[1] OBEM の時計で 2007 年 4 月 29 日 03:58 UT までの記録が有る、[2] 地磁気水平成分の記録から、海底で SFEMS4 がほぼ北を向いていたと推定され、これは「かいかう 7000II」第 395 潜航時の目視結果

と一致する、などが分かった。

次に、I/F 球も開封し、I/F のコンパクト・フラッシュ・メモリを取り出した。OBEM 球と同様、I/F 球にも浸水が見られたが、幸い浸水量は OBEM 球よりかなり少なかった。OBEM と同様、抜き取った PC にコンパクト・フラッシュ・カードを挿入してデータを読み出すと、データ・フォルダは 2006 年 11 月まで存在するものの、実際にデータ・ファイルを含んでいるフォルダは 2006 年 9 月までである事が分かった。I/F のデータは、

電磁気データ、FOG データ、トランスミッター・コイル・データ（以下 TRM データ）

の三種類からなり、最後の TRM データを除き、音響データ転送をする事を考えてバイナリ形式で I/F に記録されている。従って、読み取った電磁気データとジャイロ・データは、PC 上でアスキー変換を行った。以下、FOG データ、TRM データ、電磁気データと、I/F の上に別途固定されているオーバーハウザー型磁力計（以下 OHM）から直接読み出した全磁力データの順に、その内容について記す。

#### FOG データ

FOG は、海底で以下の時刻に半年間隔で起動後、各丸一日毎分測定させる予定であった。

①05/10/31 00:00 UT, ②06/04/30 00:00 UT, ③06/10/31 00:00 UT, ④  
07/04/30 00:00 UT

しかし、予定通り起動に成功したのは前二回だけで、三回目は 00:03 UT に始まり日付を跨いだ翌 11 月 1 日の 01:30 UT まで継続していた。従って、その後の TRM 測定（後述）も、01:34~02:02 UT にずれ込んでいた。三回目の起動時刻と継続時間がズレた理由は分からないが、四回目の起動に失敗している事も考え合わせると、FOG 用の給電電圧が回を追う毎に次第に低下していった、とも考えられる。2007 年 6 月 18 日現在の FOG 給電電圧は、

(3, 4) - (1, 2) 12.86 V

であった。以下に、①~③の FOG データを示す（図4-4-2~4）。海底での絶対方位は約 2°N であり、この値は OBEM の地磁気データとも、「かいこう 7000II」による目視結果とも整合する。

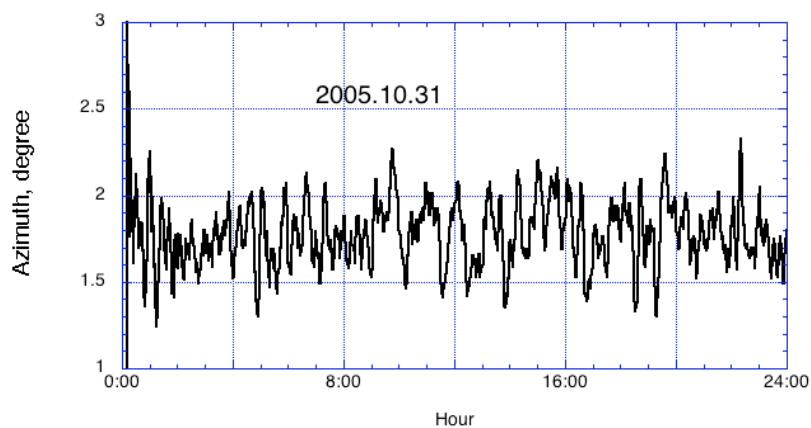


図 4-4-2. 2005 年 10 月 31 日の FOG データ。

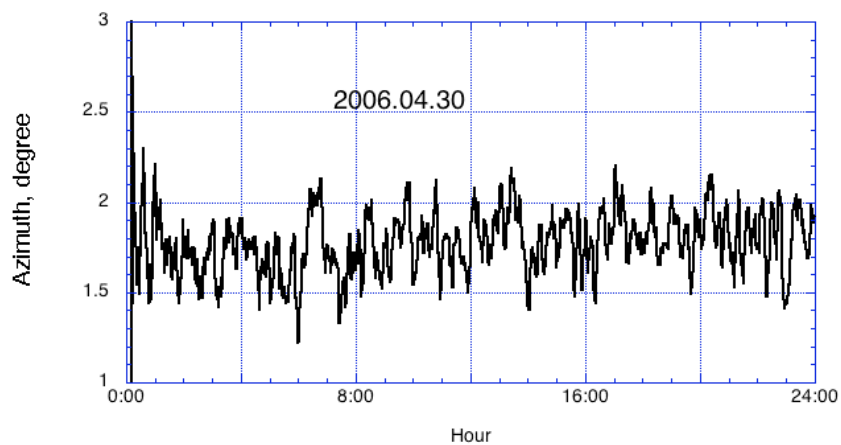


図 4-4-3. 2006 年 4 月 30 日の FOG データ。

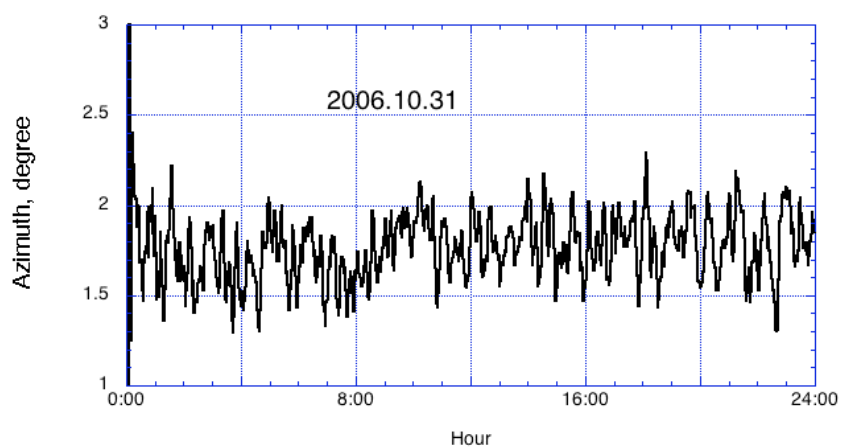


図 4-4-4. 2006 年 10 月 31 日の FOG データ。

### TRM データ

TRM 測定 の 目的 は、FOG の 方位 測定 基線 と TRM の コイル 軸線 を 揃え て 海底 に 設置 し、一定 時間 おき に TRM から 既知 の 磁場 を 発生 させる 事 に より、方位 測定 系 と 磁場 測定 系 間 の 座標 較正 を 行う 事 で ある。FOG 測定 と 同様、TRM 測定 も 海底 で 各 FOG 測定 が 終了 し た 直後 に 三回 起動 し、TRM が オン/オフ を 繰り返 し ながら、データ 収録 は 正常 終了 し て いた。TRM 測定 の 継続 時間 は、前二回 が 00:02~00:30 UT の 28 分間 で、継続 時間 の 長さ 自体 は、開始 時刻 が 01:34 UT に ずれ 込んだ 三回 目 も 同様 で あった。ただし、TRM データ の 解析 は、船上 で は 生データ の 図示 に も 至ら なか った の で、下船 後 に 詳細 な 解析 を 行う 必要 が ある。

### 電磁気データ

SFEMS4 の 2001 型 OBEM は、I/F が 不具合 を 起こ し た 後 も、約 八ヶ 月 間 に 亘っ て 2 分 間隔 の 自律 測定 を 続け、

2007 年 4 月 29 日 03:58 UT

まで 動い て いた。I/F が 2006 年 9 月 2 日 或い は 2007 年 3 月 17 日 まで 記録 し て いた OBEM データ と OBEM 自身 が 記録 し て いた 内容 を 照合 し た 所、両者 は 一致 す る の で、以下 OBEM 本体 に 記録 さ れ て いた データ に つい て 記す。

OBEM が 記録 し て いた 地磁気 三成分 の 全体 値 を 見ると、

$B_x=27361.24 \text{ nT}$ ,  $B_y=-3426.45 \text{ nT}$ ,  $B_z=35837.89 \text{ nT}$

であり、OBEM が 海底 で ほぼ 北 を 向い て いた 事 が 分かる。これは 「かいこう 7000II」 第 395 潜航 に よる 目視 及び 方位 測定 結果 と も 良く 一致 す る。

図 4-4-5~7 に、今航海 で 取得 し た 全電磁気 データ を 示す。傾斜 や 方位 データ を 用い た 補正 は、まだ 何も 行っ て いな い 生記録 で ある。

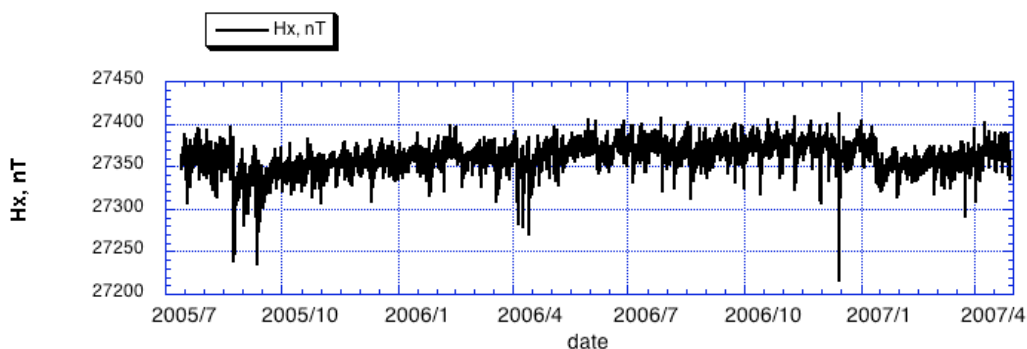


図4-4-5. 北西太平洋海底長期電磁気観測点の約 654 日間に亘る地磁気 X 成分。

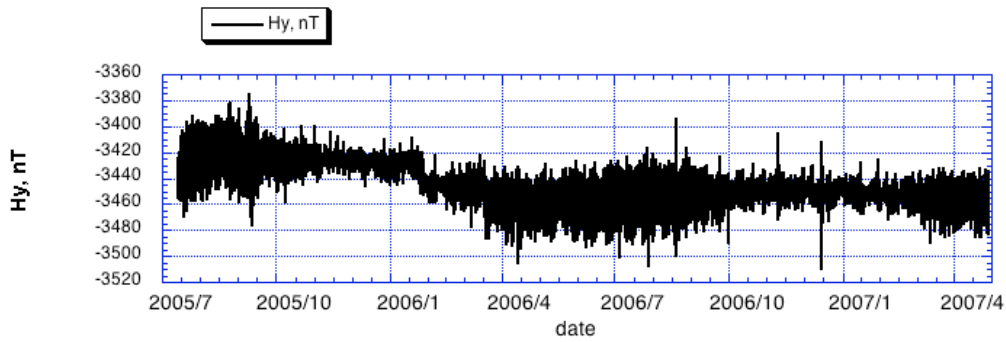


図4-4-6. 地磁気 Y 成分。

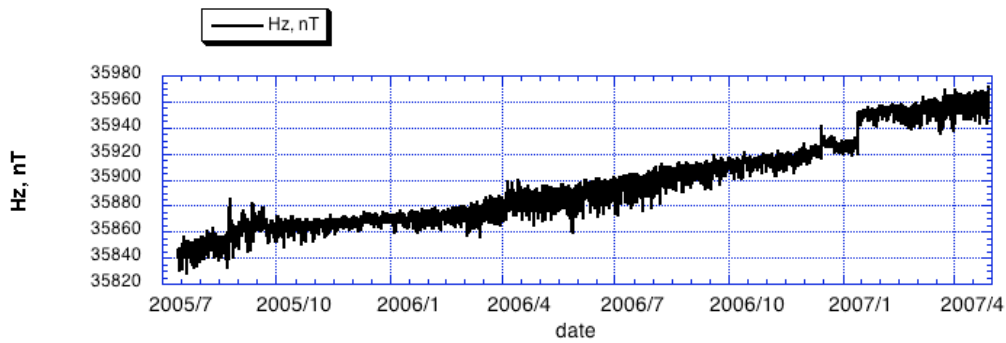


図 4-4-7. 地磁気 Z 成分。

X 成分には顕著な異常は認められないが、Y 成分には 2006 年 1 月下旬に、Z 成分には 2007 年 1 月中旬にステップ・ノイズが見られる。Z 成分の顕著な右肩上がりの傾向は、フラックスゲート・センサーのドリフトではなく、北西太平洋海底長期電磁気観測点特有の地磁気永年変化と考えられる。

図 4-4-8 と 9 に観測全期間の地電位差水平二成分データを、図 4-4-10 と 11 に傾斜水平二成分データ、図 4-4-12 に温度データを掲げる。

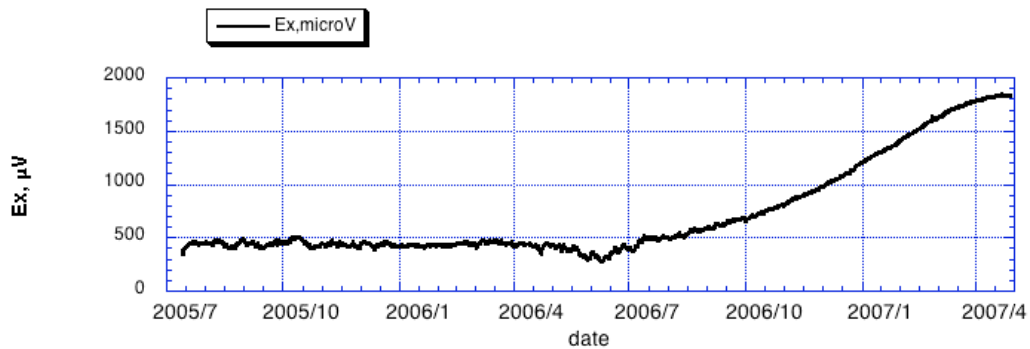


図4-4-8. 地電位差 Ex 成分。

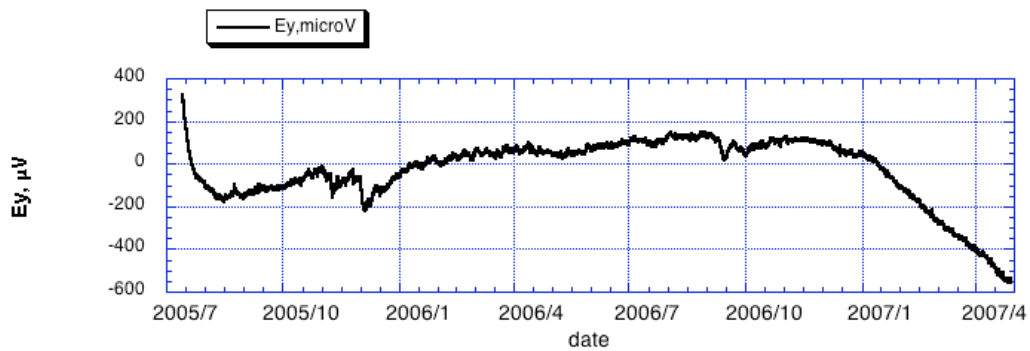


図 4-4-9. 地電位差 Ey 成分。

地電位差 Ey 成分には電極の初期ドリフトが目立つが、観測期間後半の電極ドリフトは Ex 成分より小さい。短周期地電位差変化は正しく記録している様に見えるが、詳細は地磁気変化との相関を取ってみななければ分からない。

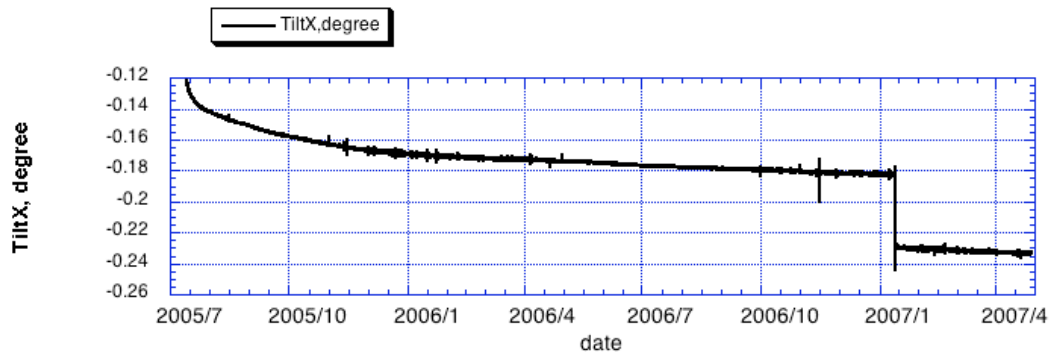


図 4-4-10. 傾斜 Tx 成分。

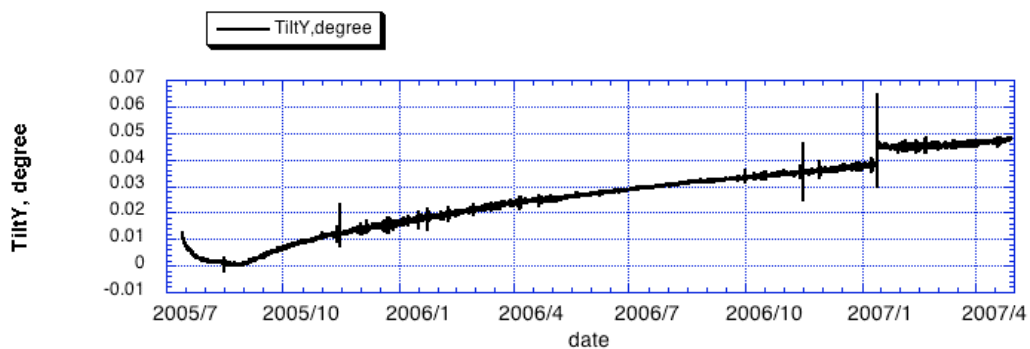


図 4-4-11. 地電位差 Ty 成分。

傾斜データでは、2007 年 1 月中旬の大きな変化が目立つ。この傾斜変化は、地磁気 Z 成分にも現れており、海底における SFEMS4 の姿勢が大きく変化した事を示唆する。下船後の調査により、この変化は実は 2007 年 1 月 13 日に起きた M8.1 の千島列島地震（図 4-4-13 参照）によるものである事が判明した。この点については、またデータを挙げてあとで例示する。その他にも、地震活動

に関係すると思われる傾斜のパケット状変化が観測期間中に見られ、陸上での解析では、この観点からの検討の必要と考えられる。

温度データに関しては、三つの大きなスパイク状ノイズが目立つ。これは TRM 測定時に OBEM のフラックスゲート型磁力計を連続運転する事になる為、打消しコイルの励磁により OBEM の電力消費が一時的に上昇し、それに伴って OBEM 球内の温度も上昇する為である。それ以外では、2006 年 12 月中旬にステップ状ノイズが見られる。この異常は、他のどのデータにも見られないので、現段階ではその原因を特定できない。

図 4-4-14 と 15 に、千島列島地震の発震時刻近傍の SFEMS4 傾斜データを示す。これらの図から、この地震により SFEMS4 が海底で約一時間に亘って揺れ続けていた事が分かる。ただし、興味深いのはむしろ同じ時間帯の電磁場データである。

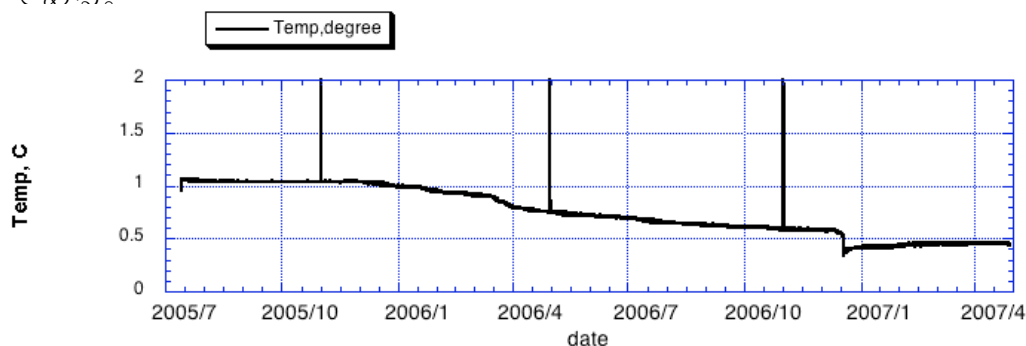
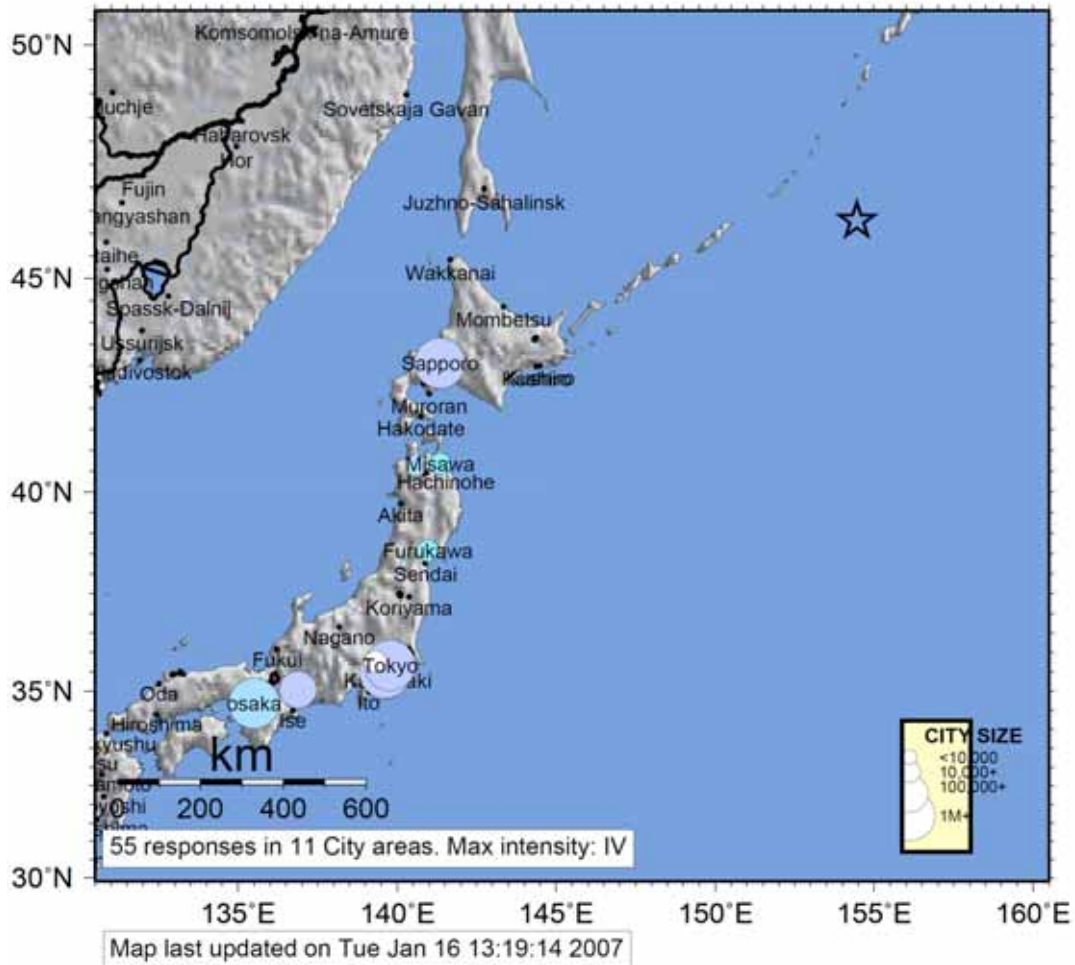


図4-4-12. OBEM 球内温度 (°C)。

USGS Community Internet Intensity Map (329 miles ENE of Kurilsk, Kuril Islands)  
 ID:2007xmae 04:23:21 GMT JAN 13 2007 Mag=8.1 Latitude=N46.27 Longitude=E154.46



INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+
SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy

図 4-4-13. 千島列島地震の震央とマグニチュード。



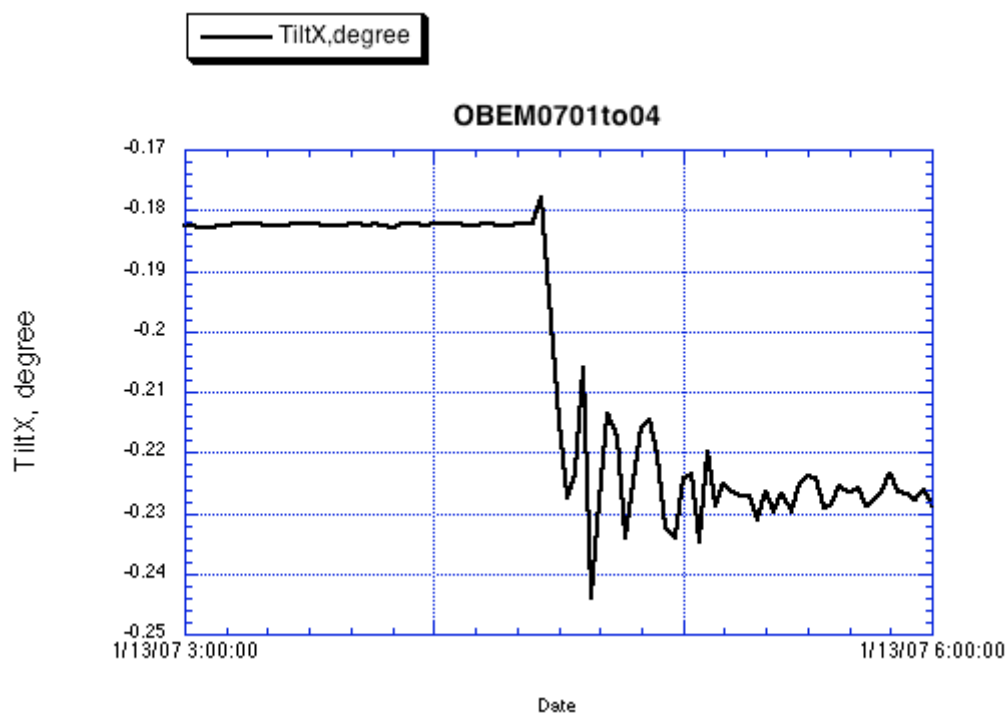


図4-4-14. 2007年1月13日(UT)に観測された傾斜 Tx 成分の変化(三時間分)。大きな傾斜変化を示してから、SFEMS4 が約一時間に亘って揺れ続けていた事が見てとれる。

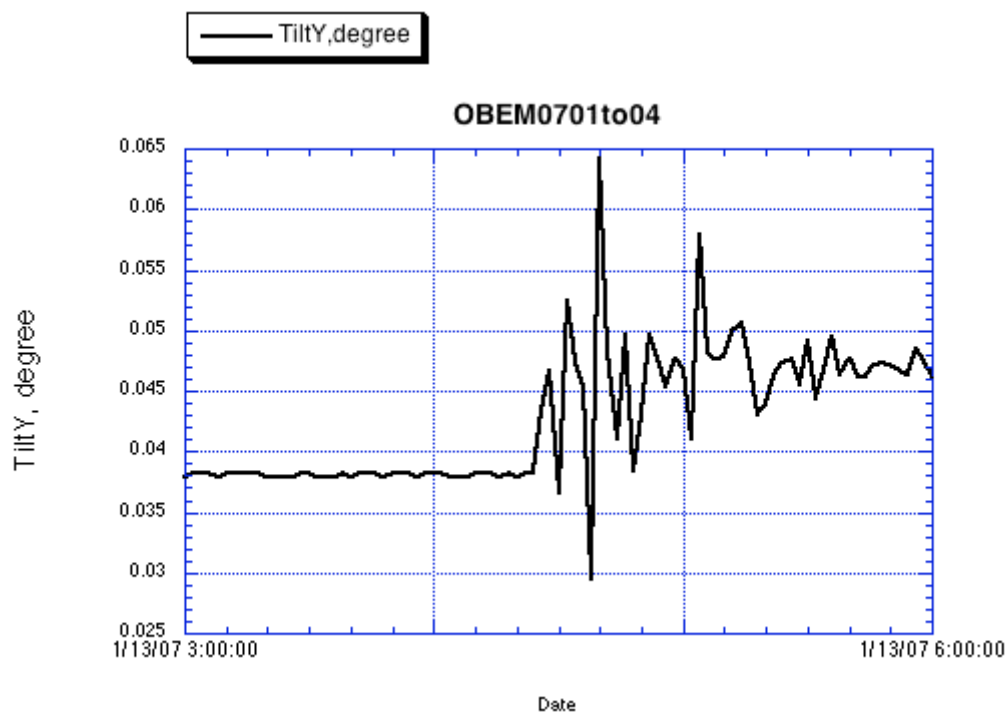


図 4-4-15. 前図と同様。ただし Ty 成分。

発震時刻以降の電磁場データの内、地電位差データには特に異常は見られない。ところが、地磁気データには発震時刻近傍の大きな変化に加え、地震発生後約一時間経過した時点で、別の顕著な変化が観測された(図4-4-16 と 17 参照)。千島列島地震は津波を伴った事が分かっているので、震央から数百 km 離れた WP-2 点に津波が到達するまで、約三千秒程度かかる。従って、磁場データに地震発生から約一時間後に変化が現れたのは、津波が到来したからだ、と考えれば辻褃が合う。この磁場変化が、①津波到来により SFEMS4 が再び揺れたからなのか、②津波に伴う海水運動により海洋ダイナモ作用が生じた為なのか、どちらであるかは、今後の解析を待たなければ分からない。

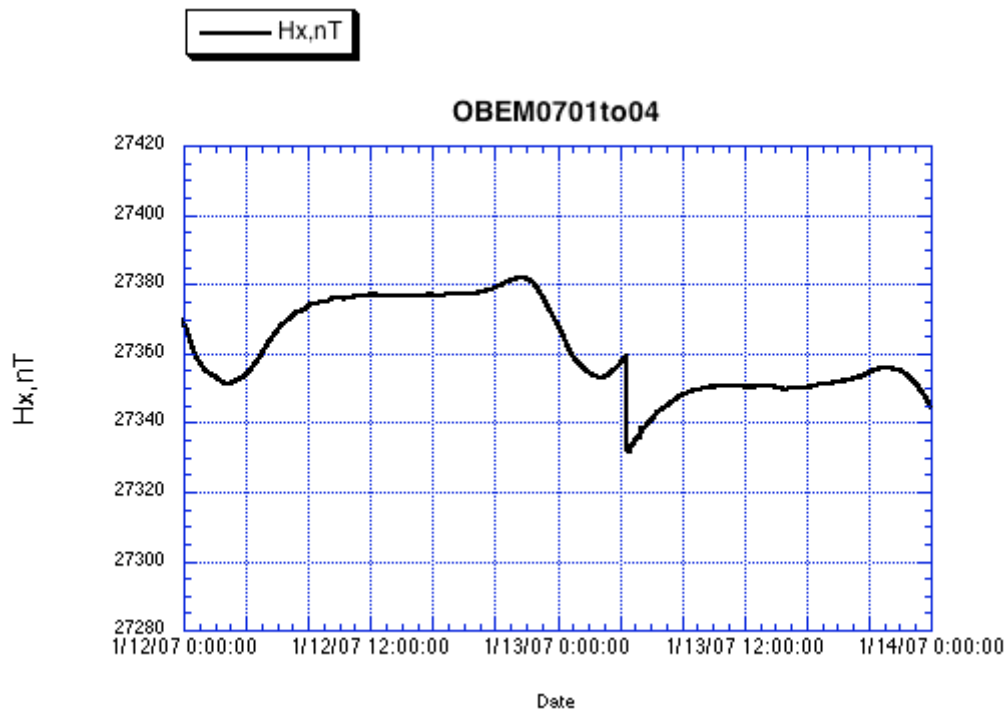


図4-4-16. 地震発生前後の地磁気 X 成分時間変化。

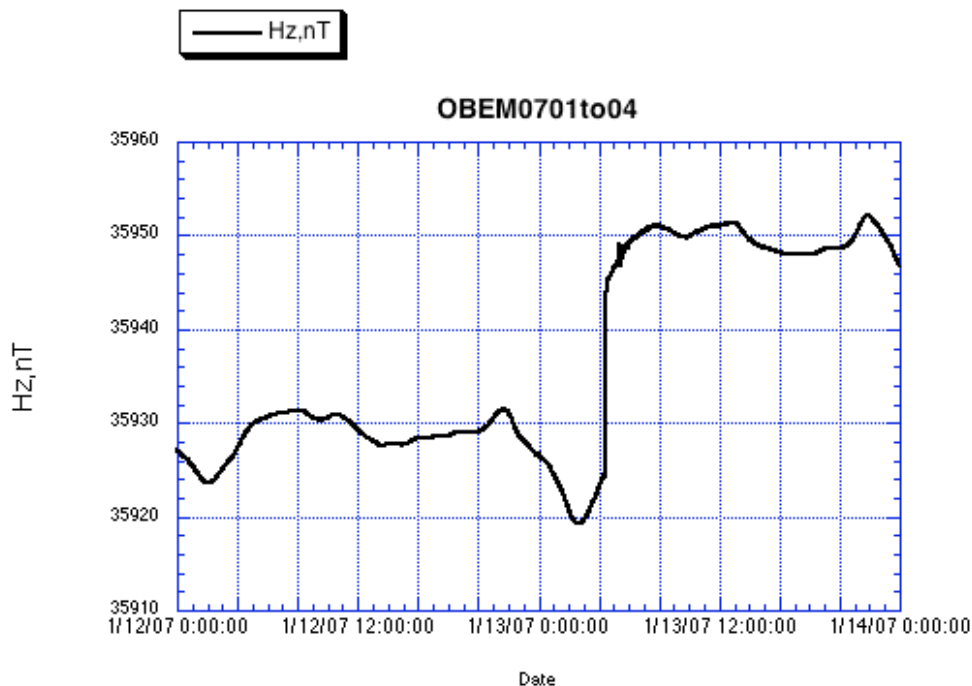


図4-4-17. 地震発生前後の地磁気 Z 成分時間変化。

#### 全磁力データ

全磁力データは、OBEM が測定した電磁気データと一緒に I/F のフラッシュ・メモリにも書き出されているが、SFEMS4 で採用したカナダ Marine Magnetics 社製のオーバーハウザー型磁力計 (OHM Rev.3.0) 自身のフラッシュ・メモリにも記録されている。OHM データは、汎用のシリアル端末ソフトウェアで読み出す事ができる。

定電圧電源から OHM に 12V を給電して OHM を立ち上げ、Windows PC の標準端末ソフトである HyperTerminal を用いて OHM をシリアル接続した。レコード数を調べた所、298066 行 (全体の 28%) ある事が分かった。直ちに Ctrl-D を OHM に送り、HyperTerminal のテキストキャプチャ機能を使ってメモリダンプを行った。PC と OHM の接続速度が 9600 ボーである為、約三十万行全てを PC にダンプするのに、およそ三時間を要した。

OHM 立ち上げ直後に、OHM の時計読み取りも行ったが、OHM の時計はリチウム電池等によるバックアップ機能を持たない為、OHM の時計較正はできなかった。しかし、I/F には OBEM データと共にタイムスタンプ付きで全磁力データが記録されているので、OHM の全磁力データと I/F に入っている全磁力データが同じであれば、時計較正の問題は無い。

OHM 自身に記録されていた全磁力値の最終時刻は、

2006 年 9 月 2 日 23:59:58.2 UT

であったので、I/F が暴走を開始すると同時に OHM は記録を停止した、と考えられる。SFEMS4 の OHM は自律測定機能を持たず (この機能を付加したのは、

現在 WP-1 に敷設中の SFEMS3 だけである)、I/F からの刻時を待つて一回測定を行う為、I/F が機能不全を起こすと OHM が記録しなくなるのは、ある種当然の帰結である。

OHM 自身に記録されていた全磁力データを、図4-4-18に示す。この図から分かる通り、OHM は海底での観測当初から全く自然の全磁力変化を記録していない。I/F に残されていた設定値でも、OHM と直接シリアル通信を行った結果でも、オーバーハウザー・センサーは自動チューニングに設定されていたはずである。ところが、チューニング初期値を 45000 nT としていたにも関わらず、最初の全磁力値が 39000 nT 台であるだけで、すぐにチューニングが外れて大部分が 82000 乃至 20000 nT 台のデータになってしまった。

二年前の KR0508 航海で SFEMS4 を海底に設置する前の OHM 調整状況は、①設置航海前月の 2005 年 6 月に約一週間東大地震研八ヶ岳電磁気観測所で連続観測、②八戸出港直前船上で一晩ランニングテスト、であった。どちらも試験データとしては良好な結果が得られていたので、調整不足による不具合というよりは OHM の構造的欠陥の疑いが強い。

今後の陸上試験により、[1] OHM のセンサー・RF ユニット・コンソールに異常がないか、[2] ガラス球から出ている水中センサーケーブルに異常がないか、[3] 大気中では正常動作するが海水中（導体中）では誤動作を起こすのではないか、といった点を詳しく調査しなければならない。

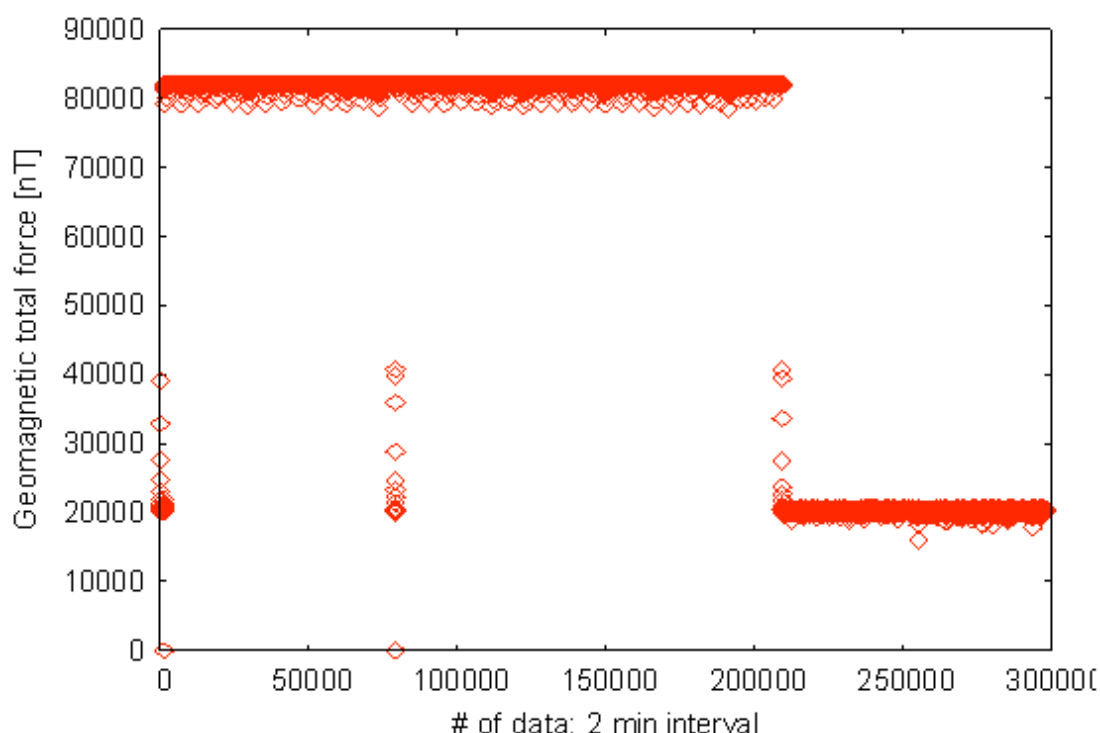


図4-4-18. OHM 自身のメモリから読み出した全磁力値。

この節の最後に、SFEMS4 の海底での挙動を時間を追ってまとめてみる。

05/07/13 23:56 UT 海底で設定通り測定開始。

06/09/03 00:00 UT I/F が誤動作を開始。OHM 記録停止。OBEM 自律測定開始。I/F 自身は能動的に働かなくなったが、OBEM からのデータを取り込み、06/09/02 付けバイナリデータに追記。

2006 年 9 月 3 日以降は、少なくとも I/F と OHM の通信は完全に途絶えていた事から、恐らくこの時点迄に、何らかの原因 (I/F 球内への浸水?) により、I/F の 5V 電源が 4.5V まで低下していた、と推測される。しかし、OBEM からのデータだけは記録し続けた為に、更に 2.2V まで電圧降下した、と考えるのが自然であろう。

07/01/13 M8.1 の千島列島地震により、SFEMS4 全体が傾斜し、約一時間にわたって動揺した。

07/03/17 この頃まで I/F は、OBEM からのデータを受信し記録し続けた。

07/04/29 03:58 UT OBEM の最終データ。恐らくこの直後に (電池球の OBEM 向け電源容量にはまだ余裕があったにも関わらず)、10 インチ補助浮力球が圧壊し、その衝撃で OBEM も停止した。

現時点では、上記のシナリオが最も蓋然性が高い、と考えられる。その根拠は、回収時には N 電極と W 電極が完全に破損していた事と、2007 年 4 月 29 日までの地電位差データに異常が見られない事の二点である。いずれにせよ、今回の観測で明らかになった最大の問題点は、「何故有意な全磁力データが全く取れなかったか」である。この問題は、陸上での試験観測やオーバーハウザー・センサーの Factory Maintenance 等を通じて、来年度の観測までには是非とも解決しておかなければならない。また、今回は幸いにも補助浮力球の圧壊が致命的な損害に結びつかなかったが、次回以降は主たるパーツ以外の補助パーツの整備にも意を用いる必要がある。電子機器の不具合では、I/F の誤動作が最も深刻であった。今後、①I/F 用 5V 電源が何故低下したのか、②4.5V のフェイルセーフ機能が何故働かなかったのか、③最後の FOG 海底起動が失敗したのは I/F の誤動作と関係があるのか、といった点についての究明が必要であろう。当初予定では、安全率 0.8 で I/F 電源は 880 日間動作可能であったが、実際には海底での SFEMS4 起動から約 417 日後に I/F は機能不全に陥っている。ただし、I/F が不具合を起こしても、OBEM が自律測定を続けられた点は、高く評価できる。

#### 4-5. まとめ

本航海（KR07-08）では、(1) WP2 地点における G-Box および海底電池の観察調査、(2) 海底電磁場観測システム（新 SFEMS）の投入、(3) 2 年前に投入した海底電磁場観測システム（旧 SFEMS）と新 SFEMS の 2 台の海底電磁場観測システムによる電磁場並行観測、および (4) 旧 SFEMS の回収、が主たる目的であった。今回は海況に非常に恵まれたこともあり、これらの当初の目的をほぼ完璧に達成することができた。中でも、今回投入した新 SFEMS を「かいこう 7000Ⅱ」を用いて旧 SFEMS から 85m 地点まで近づけることに成功し、深海底における電磁場並行観測を行なうことが可能であることを実証したことは、これまでにない画期的成果であると言える。今後は、現時点での海底電磁場観測システムの問題点を洗い出して、システムとしてどのように改良していくべきかを検討し、またこれまでに得られた海底電磁場データに今回回収した旧 SFEMS で得られた約 2 年分の電磁場データを加えた解析を行なって、地球のマントルや核についての電磁気学的性質を明らかにしていきたい。最後に、今回の画期的成果は、石田貞夫船長をはじめとする KR07-08 関係者の皆様方、平田和好運航長をはじめとする「かいこうチーム」の皆様方の昼夜を厭わない献身的なご協力なしには、成し得ることが不可能であったことは言うまでもない。この場を借りて、これらの皆様方に御礼申し上げる次第である。

## 5. 今後の研究計画～海底長期電磁気観測

本航海で回収した海底長期電磁気観測ステーション (SFEMS) から、2005年7月14日～2007年4月29日までのおよそ654日間の電磁場変動の連続記録(2分間隔)が得られた。これにより、北西太平洋 WP-2 点近傍の本観測点では、2001年8月から2007年4月末まで、途中欠測期間はあるが、5年9ヶ月間、観測が続けられた来たことになる。さらに今回設置した SFEMS1 は2年後の回収を予定しており、10年以上の長期的な観測点を維持していける目処が立った。特に、今回試みた「船上から投入して着底させた SFEMS を「かいこう 7000II」で移動し既設の SFEMS のすぐ近傍に移動させること」、が出来るようになったことは、今後海底の固定点での長期連続観測に向けた、重要な進展であったと考えている。しかし、陸上の地磁気観測所に匹敵する機能を SFEMS に具備させるためには、電磁気センサーの絶対方位を高精度で測定する事が要求される。海底には光が届かないため、超音波を利用した方位測定法の開発等によって、方位を精度良く測定することが今後は必要となるであろう。そのためにも、「かいこう 7000II」の利用が必須である。「かいこう 7000II」で代替機を既設機の極く近傍に敷設する際も、①既設機を船上から投入する前に ROV ホーマーを取り付けておき、海底での「かいこう 7000II」の行動精度を高める、②代替機及び既設機には潜水船の利用を前提とした工夫(「かいこう 7000II」から目視で地電位差測定ダイポールを見分け易い様に、また、「かいこう 7000II」の光ジャイロを用いた SFEMS の海底での方位の「その場」測定がやり易い様に、SFEMS の各部に反射テープを貼っておく等)を凝らしておく、といった事を今後取り入れてゆかなければならない。これを怠ると、「かいこう 7000II」が海底で正確かつ迅速に行動できなくなり、潜航一回当たりの作業効率が低下してしまう恐れがある。

この「かいこう 7000II」による SFEMS の入れ換え作業は、SFEMS のセンサー類メンテナンスを5～6年に一度の割合で実施する為には、いずれ確立しなければならない技術である。しかし、隔年観測で行う作業では、SFEMS 自身は入れ換えずにデータロガーとバッテリーの交換のみを行えば事足りる。今後の研究では、この点も考慮する。すなわち、5～6年のタイムスケールで固定化した SFEMS の近傍数十 m 離れた地点に、UMC (Underwater Matable Connector) を備えた SFEMS からの分岐ポートを「かいこう 7000II」で新設し、通常航海ではその分岐ポートでバッテリーとデータロガーを同一耐圧容器に封入した水中パッケージの交換を「かいこう 7000II」で実施する。交換する水中パッケージには SFEMS と接続する UMC に加え、「かいこう 7000II」のシリアルポートに接続する UMC も装備させ、「かいこう 7000II」を介して船上から海底の SFEMS のモニタリングや測定パラメータの更新(特に OHM のチューニング関係)が行える様にする。

これら「かいこう 7000II」を用いた新しいオペレーション以外に、今後の研究では現行 SFEMS の OHM を是非とも改良しなければならない。NWP 点における全磁力絶対値の連続観測は、2001年と2002年に約半年ずつ計一年分のデータが得られて以降、有意なデータを取得できていない。2001年と2002年の



データについても、当初予定は毎分測定的一年係留であったのが、2001年はOHMセンサーの電力消費量の見積り違い、2002年はOHMセンサー制御のプログラムミス（OHMセンサーを待機時にスリープさせていなかった）により、予定より早くOHM電源が尽きてしまい、各半年分のデータしか得られなかった。その後、これらの点に改良を加えたOHMを、2003年・2005年の敷設航海で投入したのだが、全磁力絶対値の長期連続観測の実績はまだ上がっていない。

その原因の一つとして、OHMセンサーの経年劣化が挙げられる。すなわち、遊離基を非常に多く含むOHMセンサー液はその組成の経年変化が激しく、センサー製作後定期的に液交換を行わないと、所定の性能を発揮できない恐れがある。今後は、この点を十分考慮した観測準備が必須である。それ以外にも、海底すなわち導体中で地磁気絶対計を動かす際には、水中ケーブルを介して中心周波数約2kHzのアナログ信号を別のガラス球に収められたロガーで受信しなければならない、という陸上観測とは異なった手順が要求される。陸上観測のセンサーケーブルにはシールド線が用いられるが、水中シールドケーブルが存在しない為、海底では直流ケーブルで代用している。この点は2001年以前の試験観測で検証できたはずなのだが、その後現在しようしている水中ケーブルが経年変化し、ケーブルインピーダンスがSFEMSの完成直後とは異なってしまった可能性がある。そうであれば、今後センサーケーブルの更新が必要である。

長期電磁場変動観測点としては、今回のWP-2点近傍の点(NWP)に加えて、昨年度フィリピン海中央部に位置するWP-1点近傍(WPB)にもSFEMSを敷設している。この観測点においても、来年度には新しい装置との交換を行う予定である。今後は、WP-1・WP-2においてSFEMSの入れ替えを隔年で行ってゆく事により、2ヶ所の長期観測点を継続して維持してゆく。

## 6. データリスト

### (1) 画像データ一覧 (ビデオ、ステチル写真、デジタルカメラ)

#### 6. データリスト

##### (1) 画像データ一覧

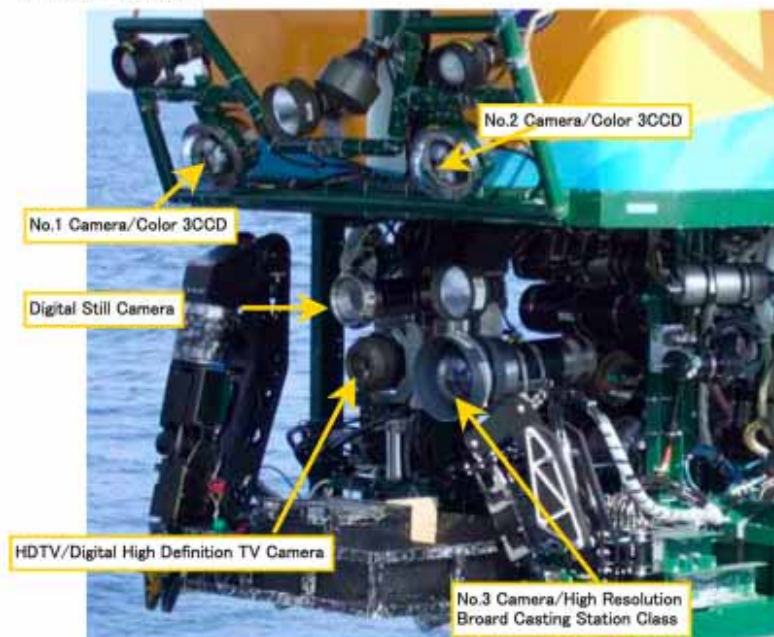
Date	Dive No.	Camera		Recorded Time		Distribution				Remarks
				Start	End	IFREE	IFREE データセンター	富山大	地震研	
2007.06.02	#394	No.3Camera	1/1	11:00	12:25	DVD-R	DVD-R	DVD-R	DVD-R	
		4分割画面	1/1	11:00	12:25	DVD-R	DVD-R	DVD-R	DVD-R	
		No.2Camera	1/1	10:51	12:18	S-VHS				
2007.06.03	#395	No.3Camera	1/3	10:43	12:24	DVD-R	DVD-R	DVD-R	DVD-R	
			2/3	12:24	14:24	DVD-R	DVD-R	DVD-R	DVD-R	
			3/3	14:24	15:50	DVD-R	DVD-R	DVD-R	DVD-R	
		4分割画面	1/3	10:43	12:24	DVD-R	DVD-R	DVD-R	DVD-R	
			2/3	12:24	14:24	DVD-R	DVD-R	DVD-R	DVD-R	
			3/3	14:24	15:50	DVD-R	DVD-R	DVD-R	DVD-R	
		No.2Camera	1/3	10:14	12:18	S-VHS				
	2/3	12:18	14:22	S-VHS						
	3/3	14:22	15:53	S-VHS						

入力信号は全てアナログVTSC

PDP arrangement :

View finder of Digital Still Camera	No.2 Camera
No.3 Camera	No.1 Camera or HDTV

Arrangement of cameras



(2) 数值データ一覧 (XBT、MNBES、CTD、SOJ 等)

List of Dive Data / KR07-08

Dive No.	Digital Still Camera	CTD Data	Vehicle Log	Acoustic Navigator SOQ		SOJ	XBT	Remarks
KAIKO7k9394 (07/06/13)	DSC01171.JPG 1 DSC01280.JPG 1110枚	07061301.DAT 07061301.CFG 07061301.AVG 07061301.HDR		drive_394.csv	07006132000_01.soq	07006132000_01.soj		
KAIKO7k9395 (07/06/14)	DSC01282.JPG DSC01350.JPG 1169枚	07061401.DAT 07061401.CFG 07061401.AVG 07061401.HDR 07061401.SUM		drive_395.csv	07006142000_01.soq	07006142000_01.soj		
Others		Readme_CTD.txt	Readme_VehicleLog.xls		0706100355_01.soq 0706102100_01.soq 0706112000_01.soq 0706122000_01.soq Readme_ANS.csv SOQformat.xls	0706100355_01.soj 0706102100_01.soj 0706112000_01.soj 0706122000_01.soj SOJformat.xls	BT-016820070612.DAT BT-016820070612.pdf BT-016820070612.XBT	