

海洋音響トモグラフィー観測実験の概要とデータ解説

平成 1 8 年 8 月

独立行政法人海洋研究開発機構

目次

	頁
1. はじめに	1
2. トモグラフィー観測実験について	2
3. データセットについて	3
4. 注意事項	5

付録A. 用語解説

付録B. 送信信号について

付録C. 受信データの入力音圧レベル換算方法について

付録D. 受信データの伝搬時間計算方法について

付録E. 作業記録

付録F. データフォーマット

付録G. 深度計、軸索の方位計、軸索の傾斜計を用いての Transceiver 測位

付録H. ルビジウムを用いての時刻校正

付録H-2. T6 クロック補正について (Cepte2000)

付録I. Raw Mode/B Mode データからピーク Mode データ生成処理の流れ

1．はじめに

本紙では，海洋研究開発機構が実施した海洋音響トモグラフィー観測実験の概要と，これらの観測実験により得られたデータについて解説する．

2. トモグラフィー観測実験について

本作業の対象としたトモグラフィー観測実験の概要について以下に示す。

・ 1997 年中部熱帯赤道域トモグラフィー観測実験

観測期間：1997 年 7 月～9 月

観測海域：中部熱帯赤道域

設置トランシーバ数：5 基（海面ブイあり）

受波記録：P モード（巡回送信）

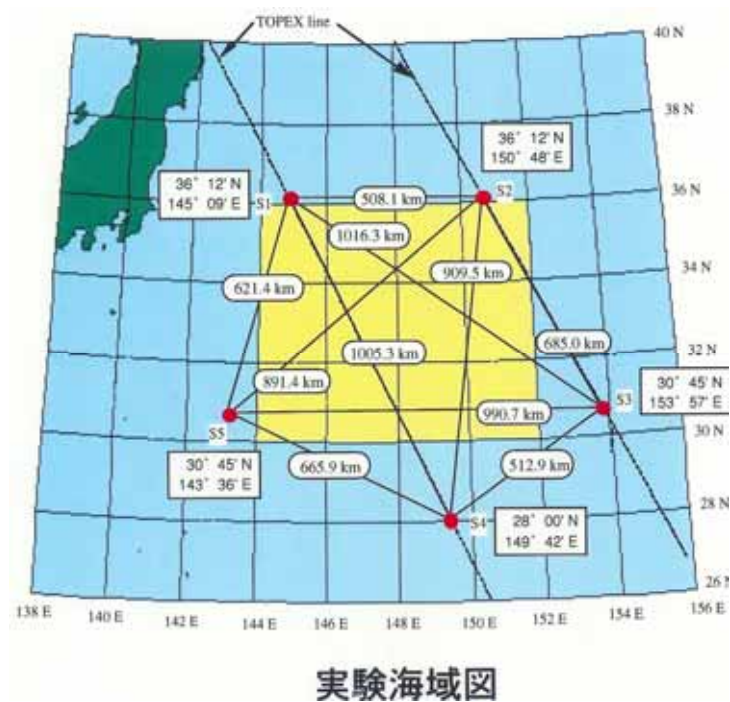


図 1. 1997 年の観測海域

- 1999 年中部熱帯赤道域トモグラフィー観測実験
観測期間：1999 年 1 月～6 月
観測海域：中部熱帯赤道域
設置トランシーバ数：5 基（海面ブイあり）
受波記録：Raw モード （同時送信）
B , P モード （巡回送信）

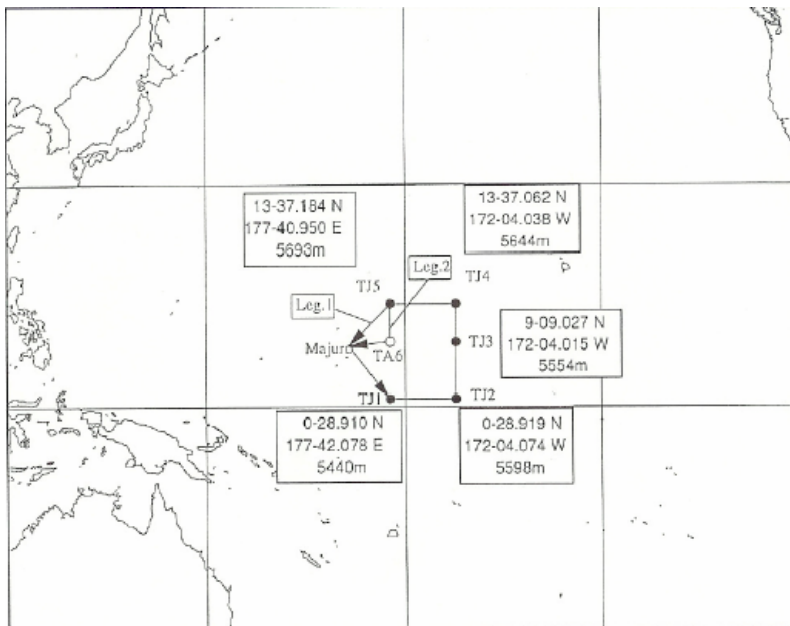


図 2．1999 年の観測海域

- 2000 年中部熱帯赤道域トモグラフィー観測実験
観測期間：2000 年 1 月～12 月
観測海域：中部熱帯赤道域
設置トランシーバ数：7 基（海面ブイあり）
受波記録：Raw モード （同時送信）
B , P モード （巡回送信）

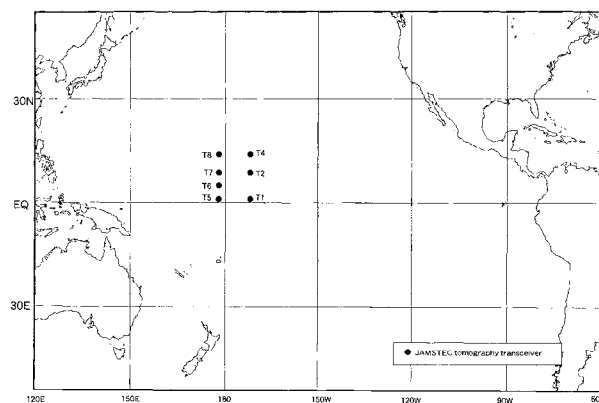


図 3．2000 年の観測海域

- ・ 2001 年黒潮続流域トモグラフィ観測実験
観測期間：2001 年 4 月 28 日～9 月 19 日
観測海域：黒潮続流域
設置トランシーバ数：6 基（海面ブイなし）
受波記録：Raw , B , P モード（巡回送信）

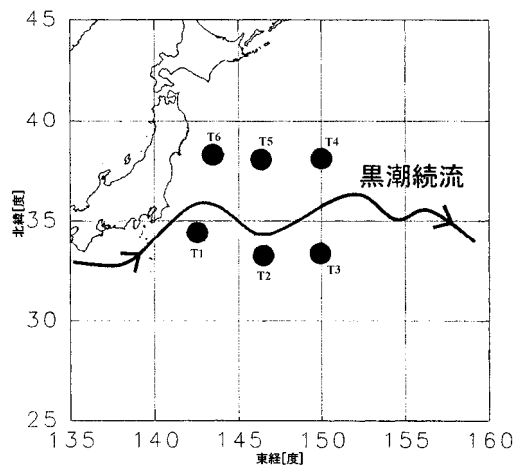


図 4．2001 年の観測海域

3. データセットについて

本データセットは、200Hz 送受信システムで計測されたデータファイル（計測中システム内部のハードディスクに蓄えられたオリジナルファイル）、OAT 解析システムによる一部処理結果（M 系列復調処理、トランシーバの測位計算処理）、観測期間中に計測された実験海域の水温／塩分データ（CTD 等）を整理したものである。データの項目を以下に示す。

- （1）係留系センサーデータ関連 (BuoyData フォルダー)
 - ・ 方位計データ (T*_sensor.txt 内) 注：*：Transceiver 番号
 - ・ 傾斜計データ (x, y 方向) (T*_sensor.txt 内)
 - ・ 圧力／温度センサーデータ (T*_sensor.txt 内)
 - ・ トランスポンダ計測データ (T*_trapon*.txt 内)
 - ・ トランシーバ測位結果 (緯度, 経度, 深度, 測位ステータス) (T*_acoustpos.txt)
- （2）音響データ関連 (AcstData フォルダー)
 - ・ 生データ (Raw モードデータ) (r*a フォルダー内)
 - ・ ビームフォーミングデータ (B モード及び復調後の受波波形のデータ) (r*2, r*2d フォルダー内)
 - ・ ピークデータ (P モード) (r*3 フォルダー内)
 - ・ 送信データ (t*0 フォルダー内)
 - ・ 時刻校正データ (p*t フォルダー内)
 - ・ AGC データ (t*_agc.txt)
 - ・ クロックドリフト量データ (t*_clodk.txt)

注 1 : 1997 年黒潮続流域観測実験での B モード、Raw モードデータについては解析用 WS、CD、MO、Tape などの媒体にも存在しなかった。従って本データセットにも含まれていない。

- (3) 環境データ関連 (EnvData フォルダ)
 - ・CTD データ
 - ・XCTD データ
 - ・XBT データ
- (4) 実験データ関連 (ExpInfo フォルダ)
 - ・トランシーバ、トランスポンダの位置・係留索の長さ (T_Tr_pos. txt, CableLng)
 - ・トランシーバの送受信スケジュール (Schedule. txt)
 - ・取得データの種類 (readme)
 - ・トランシーバ間距離 (T_DstDir)
 - ・CTD/XCTD データ等に基づく 2 次元分布 (水温, 音速分布等) (ss_sec*)
- (5) 解析結果データ関連 (DataAnalys フォルダ)
 - ・基準音速場 (RefField フォルダ)
 - ・EOF (経験的直交関数) (Eof フォルダ)
 - ・固有音線 (EigenRay フォルダ)
 - ・ピークトラッキング結果 (Trckng フォルダ)
 - ・双方向伝搬における伝播時間差の和と差の成分 (Trckng フォルダ)
 - ・観測行列 (InvrsData フォルダ : R. txt)
 - ・測時誤差共分散行列 (InvrsData フォルダ : Gee. txt)
 - ・音速変動量共分散行列 (InvrsData フォルダ : Gcc. txt)
 - ・推定演算子 (InvrsData フォルダ : L. txt)
 - ・EOF 係数の推定値 (InvrsData フォルダ : Eof_Coef. txt)
 - ・音速推定値 (AnaData フォルダ)
 - ・水温推定値 (AnaData フォルダ)
 - ・流速推定値 (AnaData フォルダ)
 - ・分解能行列 (InvrsPreci フォルダ : AnaResol)
 - ・情報分布行列 (InvrsPreci フォルダ : AnaInf)
 - ・推定誤差共分散行列 (InvrsPreci フォルダ)
 - ・推定音速誤差、水温誤差 (InvrsPreci フォルダ)

本データセットは以下のファイル及びディレクトリで構成される。

```
----+---- doc
|      各種ドキュメントファイルが格納されたディレクトリ。
|      -データセットの解説 (報告書 YYYYMM)
|      -用語解説. (付録 A)
|      -送信信号の解説. (付録 B)
|      -受信データの入力音圧換算方法の解説. (付録 C)
|      -受信データの伝搬時間計算方法の解説. (付録 D)
|      -作業記録. (付録 E-2)
|      -データフォーマットの解説. (付録 F)
|      -深度計、軸索の方位計、軸索の傾斜計を用いての Transceiver
```

```

|       測位の解説（付録 G）
|       -Rubidium による時刻校正の解説．（付録 H）
|       -T6 クロック補正について（付録 H-2）
|       -Raw Mode/B Mode データからピーク Mode データ
|           生成処理の流れ（付録 I）
|       -確率的逆問題解析手法（三角関数展開法）（付録 J-1）
|       -逆問題解析手法説明書（付録 J-2）
|       -三次元逆問題解析手法説明書（付録 J-3）
|
+---- kete1997
|       1997 年度黒潮続流域観測実験データが格納されたディレクトリ
|
+---- cepte1999
|       1999 年度中部熱帯赤道域観測実験データが格納されたディレクトリ
|
+---- cepte2000
|       2000 年中部熱帯赤道域観測実験データが格納されたディレクトリ
|
+---- kete2001
|       2001 年度黒潮続流域観測実験データが格納されたディレクトリ

```

各観測実験データは以下のファイル及びディレクトリで構成される．データ項目とファイル名の対応は各ディレクトリにある readme.txt ファイルを参照のこと．

```

kete2001 ---+-- AcstData
(cepte2000) |   音響データ関連のファイル           注：*:Transceiver 番号
(kete1997)  |   -Raw モード受信イベントデータファイル(r*a フォルダ)
(cepte1999) |   -送信イベントデータファイル (t*0 フォルダ)
*1:         |   -B モード受信イベントデータファイル(r*2 フォルダ)
|           |   -P モード受信イベントデータファイル(r*3 フォルダ)
|           |   -時刻校正イベントデータファイル(p*t フォルダ)
|           |   -M 系列復調後の B モード受信データファイル (r*2d フォルダ)
|           |   -音響データ受信時の AGC データファイル (T*_agc.txt)
|           |   -トランシーバ内部時計のドリフト量データファイル (T*_clock.txt)
|           |   -フォーマット解説 (form_*.txt)
|
+-- BuoyData
|   係留系センサ関連のファイル
|   -圧力／温度／方位／傾斜データファイル(T*_sensor.txt)
|   -トランスポンダ計測データファイル(T*_trapon#.txt)
|   -トランシーバ測位データファイル(T*_acoustpos.txt)
|   -センサー測位データファイル(T*_inclinpos.txt)
|   -フォーマット解説(form_%.txt)
|
+-- EnvData

```



```

|   環境データ関連のファイル
|       - XBT, XCTD, CTD データファイル (CTD#. dat, xctd#. dat)
|       - フォーマット解説 (form_%. txt)
|
+-- ExpInfo
|   実験データ（各種設定条件）関連のファイル
|       - トランシーバ／トランポンダ位置のデータファイル (T_Tr_pos)
|       - 係留索長のデータファイル (CableLng)
|       - トランシーバ送受信スケジュールのデータファイル (Schedule)
|       - トランシーバ間距離のデータファイル (T_DistDir)
|       - CTD 等に基づく 2 次元分布図（画像ファイル） (ss_sec*)
|       - 実験に使用した M 系列符号 (m*)
|       - 積算日換算表（1994 年 1 月 1 日を基準） (Julian*)
|
+-- DataAnalysis
|   解析結果データ関連のファイル
|       - 基準音速場 (RefField フォルダ－)
|       - EOF（経験的直交関数） (Eof フォルダ－)
|       - 固有音線 (EigenRay フォルダ－)
|       - ピークトラッキング結果 (Trckng フォルダ－)
|       - 双方向伝搬における伝播時間差の和と差の成分
|         (Trckng フォルダ－)
|       - 観測行列 (InvrsData フォルダ－ : R. txt)
|       - 測時誤差共分散行列 (InvrsData フォルダ－ : Gee. txt)
|       - 音速変動量共分散行列 (InvrsData フォルダ－ : Gcc. txt)
|       - 推定演算子 (InvrsData フォルダ－ : L. txt)
|       - EOF 係数の推定値 (InvrsData フォルダ－ : EofCoef)
|       - 音速推定値 (AnaData フォルダ－)
|       - 水温推定値 (AnaData フォルダ－)
|       - 流速推定値 (AnaData フォルダ－)
|       - 分解能行列 (InvrsPreci フォルダ－ : AnaResol)
|       - 情報分布行列 (InvrsPreci フォルダ－ : AnaInfo)
|       - 推定誤差共分散行列 (InvrsPreci フォルダ－)
|       - 推定音速誤差、水温誤差 (InvrsPreci フォルダ－)
|
+-- log. txt
    作業記録

```

*1 : Kete1997 には Raw モード、B モードデータは存在しない。

注：この他に 2000 年中部熱帯赤道域トモグラフィー観測実験では「Data Report:Central Equatorial Pacific Ocean Acoustic Tomography Experiment Year 2000」の資料が保存されている。

又、2001 年黒潮続流域トモグラフィー観測実験では「Kete2001_Documents」として Kete2001 で調査・解析した Report が保存してある。「KE01_sim」として

Kete2001 の事前シミュレーション関係の資料が保存してある。「APL_RAYPROG」として、米国 Washington Univ. より入手の音線計算 Program が格納してある。

Transceiver の挙動に関する図： Transponder 測位結果の各 Transceiver 座標を可視化した。それぞれの年度の DataAnalysis¥AnaData¥TransMovePic フォルダに画像データとして格納してある。

4. 注意事項

本データセット及び観測実験に関する注意事項を示す。

(1) 1997 年黒潮続流域トモグラフィー観測実験

- ・ 黒潮続流の本流に位置する Transceiver が流れに引き込まれ深度大・傾斜大になることにより受信した音線経路の変化や雑音が大となった。
- ・ B モード及び Raw モードデータは解析用 WS、Tape、MO にも見当たらなかった。従ってデータセットにも含まれていない。
- ・ データ解析についてはこの年は三次元水温分布の解析が確率的逆問題解析手法で行われた。緯度経度平面での未知数の推定は三角関数法が用いられた。
- ・ 又、この年のトモグラフィー実験での流速の推定は体系的には行われていない。当初、測線断面で深度層を何層かに分け、 ΔT の残差が最小になるような逆問題解析手法を用いて Trial が行われたが、推定結果が安定しなかったため、陸上解析装置には流速の推定結果としてデータが残っていなかった。

(2) 1999 年中部熱帯赤道域トモグラフィー観測実験

- ・ Battery 消耗と被膜による電圧低下により、大電流が必要なインマルサット衛星送受信は不可能となった。報告書 (*1) には「BCX タイプ電池の長期保管後の特性劣化による電圧低下が原因であり、それ以外の部分には問題が無かった。」と記されている。(*1: 99 沖測機品証報 160 号 2 版 1999 年 9 月 25 日「海洋音響トモグラフィシステム 5 式回収後の点検結果報告書」)
- ・ Transceiver4 号機の Transponder 測位が出来なくなった。(測位結果 0 となった。)
- ・ 計測された P モード受信データを WaterFall 表示させたところ Clock に 1 秒跳びのような症状が現れた。Clock の 1 秒跳びの原因については次の 2000 年の観測から GPS を古野製にした結果解消された。この他にも数百ミリ程度のクロックジャンプも報告され、この結果、この時の水温の 3 次元解析は行われなかった。T1 \leftrightarrow T2 間の 2 次元の水温分布の変化の解析が行われた。
- ・ この時の同時送信 B モードデータを使って受波系列を作成したところ、同じ P モードのデータと比較して 100msec 到達時間が早くなっている事が分かった。詳しい調査が行われた結果、ピーク処理を行う際使用するレプリカ信号と送波信号が一致しておらずずれが生じているために生じた誤差であることが分かった。従って P モード受信データには 100mSec の時間の遅れが生じていたことが分かった。

(3) 2000 年中部熱帯赤道域トモグラフィー観測実験

- ・ トランシーバ 6 の海面ブイが 9 月 10 日から漂流。漂流後は、GPS によるトランシーバ内部時計の校正不可。11 月 NOAA 観測船により回収。
- ・ トランシーバの測位用に設置しているトランスポンダが以下の期間で down.

この期間は方位／傾斜計データを用いて測位を実施。

トランシーバ 4 : 5 月 5 日～

- ・ 同時送信用の M 系列符号の情報は本データセットに含まれていない。
- ・ トランシーバ 1 と 5 (双方共に赤道付近) は流れが強く傾斜大となった。そのため雑音が大きく S/N が低下した。

(4) 2001 年黒潮続流域トモグラフィー観測実験

- ・ 海面ブイを使用していないので、GPS を利用したトランシーバ内部時計の校正ができない。逆問題解析 (音速場の推定) では、双方向の平均伝搬時間を計算することで時計の誤差を除去している。

Rubidium による時刻校正の精度の評価が難しく、このため双方向の伝播時間を用いる流速の推定は後回しにされ、未だ行われていない。

- ・ トランシーバの測位用に設置しているトランスポンダが以下の期間で down。

この期間は方位／傾斜計データを用いて測位を実施。

トランシーバ 3 : 8 月 16 日～

トランシーバ 5 : 6 月 22 日～

トランシーバ 6 : 6 月 7 日～

- ・ 環境データとして XBT と CTD が計測されているが、CTD の観測点が少なく (トランシーバ設置付近のみ) 測線上の 2 次元音速分布が作成できない。そのため XBT で計測した水温データによる 2 次元分布を作成した。
- ・ トランシーバ 4 (6 号機) の B モード, Raw モードデータは本データセットに含まれていない。
- ・ 5 号機のトランスポンダ 2 台回収されず。6 号機のトランスポンダ 3 台回収されず。7 号機のトランスポンダ 3 台回収されず。8 号機のトランスポンダ 3 台回収されず。
- ・ 計測ピークデータについては解析結果の出力を急ぐために 4 月 30 日から 9 月 9 日までの 4 日毎のデータがまずトラッキングされ音速・水温の解析が行われた。後日、解析をいくつかの手法で試す事を優先した。そのため全部データのピークトラッキングは未だ行われていない。
- ・ 音速/水温の推定では 2 つの手法が用いられた。ひとつは三次元逆問題解析手法を用いたもので、約 1 週間単位で基準場の音速分布を RD で作成し同定、Eof を用いた逆問題解析を行い、推定結果の三次元音速場を求めた。もうひとつの方法は計測伝播時間より、測線間の平均音速を算出し、測線間の黒潮の位置を推定する方法を用いた。

付録 A . 用語解説

- 200Hz 送受信システム
海洋科学技術センタが所有する海洋音響トモグラフィ観測用の送受信装置。
200Hz 低周波音源, 5 ch 受波器アレイ, データ転送用の海面ブイ, 各種センサ (方位, 傾斜, 圧力, 水温等), 音響トランスポンダ等で構成される。
- OAT 解析システム
200Hz 送受信システム用のデータ解析ソフトウェア。本システムで得られた音響データを入力し水温分布を推定するまでの一連の処理 (受信処理, 理論値計算, 音線同定, 逆問題解析等) で構成される。
- Raw モード受信イベントデータファイル
200Hz 送受信システムで記録される Raw モード (生データ記録モード) のデータファイル。Raw モードでは, サンプル周波数 800[Hz]で受波アレイで受信した 5 ch の受波信号を A/D 変換し, ファイルに記録する (150sec)。また, データ受信時の各種センサーデータ, システムの状態, 各種設定値の情報も記録される。
- B モード受信イベントデータファイル
200Hz 送受信システムで記録される B モード (ビームフォーミングデータモード) のデータファイル。B モードでは, 1) サンプル周波数 6.4[kHz]で受波アレイで受信した 5 ch の受波信号を A/D 変換し, 2) M 系列送波信号の 1 周期分のデータ長でデータを切り出して累加処理を施し (繰り返し送信回数 - 1 回の加算), 3) ビームフォーミングを行い鉛直方向の +10° (海面方向), -10° (海底方向), 0° (水平方向) のビームデータを生成すると同時にサンプル周波数を 1600 [Hz]に変更し, ファイルに記録する。また, データ受信時の各種センサーデータ, システムの状態, 各種設定値の情報も記録される。
- P モード受信イベントデータファイル
200Hz 送受信システムで記録される P モード (ピークデータモード) のデータファイル。P モードでは, B モードの処理後さらに, 4) M 系列復調処理 (直交検波, 移動積分, 相関処理) を施し各ビームの相関関数を計算し, 5) 相関関数の極大点を値の大きい順に抽出し, 1 極大点につきピーク値とその前後 2 点 (計 5 点) の振幅とピーク位置 (アドレス) を求め, ファイルに記録する。また, データ受信時の各種センサーデータ, システムの状態, 各種設定値の情報も記録される。
- 送信イベントデータファイル
200Hz 送受信システムで記録される送信情報のデータファイル。送信時の各種センサーデータ, システムの状態, 各種設定値の情報が記録される。
- 時刻校正イベントデータファイル
200Hz 送受信システムで記録される時刻校正に関するデータファイル。同システムを制御する内部クロックのドリフト量等が記録される。

- ・巡回送信

トランシーバ間で時間をずらして送波信号を送信する形態．あるトランシーバが送信している間は他のトランシーバは受信のみを行い，受信完了後に次のトランシーバが送信を行う．双方向伝搬として同時性は多少犠牲になるが，異なるトランシーバからの送信信号が重なって受信されることはない．M 系列符号は全トランシーバ共通．通常はこの送信形態で観測が行われる．

- ・同時送信

全トランシーバから同時に送波信号を送信する形態．双方向伝搬として同時性が保たれるが，トランシーバの配置によっては，異なるトランシーバからの送信信号が重なって受信される．M 系列符号はトランシーバ毎に変更する必要がある．

付録 B . 送信信号について

送信信号は，所定の周波数の信号を M 系列符号により位相変調させて生成する．M 系列符号による位相変調は次式で行われる．

$$\begin{aligned} s(t) &= \cos(2 \pi f t + 2(m(t)-0.5) \cdot \arctan((2^n-1)^{1/2})) \quad \cdots (1) \\ &= \arctan((2^n-1)^{1/2}) \quad \cdots (2) \end{aligned}$$

ただし， f は信号周波数（本システムは 200[Hz]）， n は M 系列符号の次数， \arctan は逆正接， $^{\wedge}$ は累乗を表す．また， $m(t)$ は M 系列符号を時間方向に並べた矩形信号であり，1 つの符号は指定した波数分の時間長で表されたものである（例えば，周波数が 200Hz，波数が 2，M 系列符号が 0，1，... と並ぶ場合， t が 0 秒から 0.1 秒までは $m(t)=0$ ， t が 0.1 秒から 0.2 秒までは $m(t)=1$ ，... となる）．

（1）式で生成した変調信号を指定した繰り返し回数分繋ぎ合わせることで，1 回分の送信信号が形成される．

付録 C . 受信データの入力音圧レベル換算方法について

受波器アレイで受信された信号は、指定した受信モード（Raw，B，P モード）に従い受信処理部において処理が行われ、所定のファイルに出力される。出力されるデータは通過する処理ステップの処理利得に応じてレベルが変化する。各受信モードにおける入力音圧レベルへの変換方法は以下の通りである。

（Raw モード受信イベントデータ）

$$\text{ch\#の入力音圧レベル} = 20\log(Rd) - AGC - Gch\# + 72.81 \text{ [dB]}$$

（B モード受信イベントデータ）

信号成分の入力音圧レベル =

$$20\log(Bds) - AGC + 39.01 \text{ [dB]}$$

雑音成分の入力音圧レベル =

$$20\log(Bdn) - AGC + 21.00 + 10\log(n) \text{ [dB]}$$

（M 系列復調後の B モード受信データ）

信号成分の入力音圧レベル =

$$20\log(Bd2s) - AGC + 39.01 - 20\log(2^m-1) \text{ [dB]}$$

雑音成分の入力音圧レベル =

$$20\log(Bd2n) - AGC + 21.00 + 10\log(n) - 20\log(2^m-1) \text{ [dB]}$$

（P モード受信イベントデータ）

信号成分の入力音圧レベル =

$$20\log(Pds) - AGC + 39.01 \text{ [dB]}$$

雑音成分の入力音圧レベル =

$$20\log(Pdn) - AGC + 30.04 + 10\log(n \times k \times (2^m-1)) \text{ [dB]}$$

Rd : Raw モード受信データ

Bds : B モード受信データの信号成分

Bdn : B モード受信データの雑音成分

Bd2s : M 系列復調後の B モード受信データの信号成分

Bd2n : M 系列復調後の B モード受信データの雑音成分

Pds : P モード受信データの信号成分

Pdn : P モード受信データの雑音成分

Gch# : 各受波器のアンプゲイン .

$$Gch1, Gch5 = 5.08 \text{ [dB]}$$

$$Gch2, Gch4 = 8.86 \text{ [dB]}$$

$$Gch3 = 10.0 \text{ [dB]}$$

n : 累加回数（繰り返し送信回数 - 1）

m : M 系列符号の次数

k : 波数

^ : 累乗の記号

付録 D . 受信データの伝搬時間計算方法について

受信イベントデータファイルに記録される受信データ（振幅情報のみ）の伝搬時間は次式で計算される．

$$t(id) = id / fs + t_0 \quad \dots (1)$$

ただし，id は振幅データのアドレス（先頭のデータのアドレスは 0 ），t₀ は先頭の振幅データの伝搬時間，fs はサンプリング周波数を表す．fs は受信モードにより異なり，Raw モードでは 800[Hz]，B モード及び P モードでは 1600[Hz]となっている．

t₀ は，送信信号の送信開始時刻と受信開始時刻の差，200Hz 送受信システム内部の受信処理による時間遅延量から次式で計算される．

$$t_0 = sr_dif - t_agc + t_dcd + t_mseq \times i \quad \dots (2)$$

sr_dif : 受信開始時刻と送信開始時刻の時間差 [sec]
t_agc : AGC 処理による受信開始遅延時間（+1 秒固定） [sec]
t_dcd : M 系列復調処理（ブイ内処理）で発生する時間遅延量 [sec]
t_mseq : M 系列変調信号の時間長（次数） [sec]
i : 整数

t_agc は，全受信モード共通で+1 秒固定とする．

t_dcd は，使用する M 系列符号の次数及び波数により異なる（表 D - 1 参照）．

t_mseq × i は累加処理によって発生する伝搬時間の曖昧性を示す．受信された複数周期分の M 系列変調信号は，S/N 比向上のため，1 周期の時間長で切り出され，加算される処理が施される．この処理により，受信データは 1 周期分の時間長に短縮されると同時に，伝搬時間として 1 周期分の時間長の曖昧性が発生する．尚，t_mseq は次式で計算される．

$$t_mseq = (2^m - 1) \times k / 200 \quad \dots (3)$$

m : M 系列符号の次数
k : 波数
^ : 累乗の記号

sr_dif は受信開始時刻と送信開始時刻の時間差であり，時計の誤差を考慮し次式で計算される．

$$sr_dif = (t_rcv - e_rcv) - (t_snd - e_snd) \quad \dots (4)$$

t_snd : 送信イベントファイルに記録されているイベント（送信）開始日時
t_rcv : 受信イベントファイルに記録されているイベント（受信）開始日時
e_snd : 送信イベント発生時の送信側トランシーバの内部時計の誤差 [sec]
e_rcv : 受信イベント発生時の受信側トランシーバの内部時計の誤差 [sec]

トランシーバの内部時計の誤差は，時刻校正イベントデータファイルに記録されている「クロック校正誤差データ」と「前回経過時間」を用いて計算される．200Hz 送受信システムでは，GPS の時計を絶対時刻の基準原器として扱い，1日に1回 GPS の時刻データと正分パルスを入力し，トランシーバ内部時計（水晶発振器）との時刻差が閾値を超える場合，時刻合わせを行い，そのドリフト量（単位は μsec ）が記録される．また何らかの原因で GPS の信号が得られない場合は，校正用に搭載しているルビジウム原子時計による水晶発振器の周波数校正が行われ，周波数のドリフト量が記録される．時刻校正イベントデータファイルの「クロック校正誤差データ」はこれらのドリフト量を，「前回経過時間」は前回の時刻校正イベントからの今回の時刻校正イベントまでの経過時間（秒）を表している．GPS による時刻校正が行われた場合，時計の誤差は次の手順で計算される．

- 1) 時計の誤差を求めたい時刻（送信開始時刻または受信開始時刻）の後に発生した該当するトランシーバの時刻校正イベントデータファイルから，クロック校正誤差 t_{drft} と前回経過時間 tw を読み出す．
- 2) 前回の時刻校正時から時計誤差を求めたい時刻までの経過時間 $tw0$ （秒）を求め，次式により時計の誤差を計算する．

$$\text{時計の誤差} = t_{\text{drft}} / 10^6 \times tw0 / tw \quad \cdots (5)$$

表 D - 1 . M 系列復調処理で発生する時間遅延量

次数	波数	時間遅延量[msec]
8	2	+ 1460
8	3	+ 2190
8	4	+ 2920
8	5	+ 3650
9	2	+ 90
9	3	+ 135
9	4	+ 180
9	5	+ 225
10	2	+ 100
10	3	+ 150
10	4	+ 200
10	5	+ 250

付録 E . 作業記録

1 .「2001 年黒潮続流域観測実験」データについて行った作業内容

(1) 係留系センサーデータ関連

- ・ 方位計データ，傾斜計データ，圧力センサデータ，水温データ
送信イベントデータファイル，受信イベントデータファイルに記録されている方位計，傾斜計，圧力センサ，温度センサデータを読み出し，トランシーバ毎に整理しテキストファイルに出力した．
- ・ トランスポンダ計測データ
送信イベントデータファイル，受信イベントデータファイルに記録されている，トランスポンダで計測されたトランシーバとトランスポンダ間の距離（10 回計測 + 平均値）を読み出し，トランシーバ毎，トランスポンダ毎に整理し，テキストファイルに出力した．
- ・ トランシーバ測位データ
OAT 解析システムの処理結果（ファイル名：rec_keisk.dat）からデータを読み出し，測位結果（緯度，経度，震度，ステータス）をトランシーバ毎に整理し，テキストファイルに出力した．

(2) 音響データ関連

- ・ 生データ（Raw モードデータ）
Raw モード受信イベントデータファイルに対し，ファイル名及びファイル内部に記述されているトランシーバ番号の変更，ファイル名の拡張子の変更を施し，トランシーバ毎にフォルダに整理した．
入力音圧に換算するためのレベル補正量を調査した．
伝搬時間の計算方法の調査した．
- ・ ビームフォーミングデータ（B モード及び復調後の受波波形のデータ）
B モード受信イベントデータファイルに対し，ファイル名及びファイル内部に記述されているトランシーバ番号の変更，ファイル名の拡張子の変更を施し，トランシーバ毎にフォルダに整理した．
B モード受信イベントデータファイルに対し，OAT 解析システムの復調処理関連のモジュール（in_bmode,mseq_decode）を用いて復調処理を行い，処理結果をトランシーバ毎にフォルダに整理した．
入力音圧に換算するためのレベル補正量を調査した．
伝搬時間の計算方法の調査した．

・ピークデータ（Pモード）

Pモード受信イベントデータファイルに対し、ファイル名及びファイル内部に記述されているトランシーバ番号の変更、ファイル名の拡張子の変更を施し、トランシーバ毎にフォルダに整理した。

入力音圧に換算するためのレベル補正量を調査した。

伝搬時間の計算方法の調査した。

・送信データ

送信イベントデータファイルに対し、ファイル名及びファイル内部に記述されているトランシーバ番号の変更、ファイル名の拡張子の変更を施し、トランシーバ毎にフォルダに整理した。

・時刻校正データ

時刻校正イベントデータファイルに対し、ファイル名及びファイル内部に記述されているトランシーバ番号の変更、ファイル名の拡張子の変更を施し、トランシーバ毎にフォルダに整理した。

・AGCデータ

受信イベントデータファイルに記録されている受信データの入力音圧換算に必要なAGC値を読み出し、トランシーバ毎に整理しテキストファイルに出力した。

・クロック校正データ

時刻校正イベントデータファイルに記録されている「前回経過時間」、「クロック校正誤差データ」を読み出し、トランシーバ毎に整理しテキストファイルに出力した。

<トランシーバ番号の変更>

- 1号機をT1に変更。
- 2号機をT5に変更。
- 3号機をT2に変更。
- 5号機をT3に変更。
- 6号機をT4に変更。
- 7号機をT6に変更。

<拡張子の変更>（?はトランシーバ番号,\$は受波器のチャンネル番号）

Rawモード受信イベント（ヘッダ部）	：	"R?A0000"を	"r?a"に変更
Rawモード受信イベント（データ部）	：	"R?\$yyy"を	"r?a\$"に変更
Bモード受信イベント	：	"R?20000"を	"r?2"に変更
Pモード受信イベント	：	"R?30000"を	"r?3"に変更
送信イベント	：	"T?00000"を	"t?0"に変更
時刻校正イベント	：	"P?T0000"を	"p?t"に変更

(3) 環境データ関連

- ・ CTD, XBT データ

CTD, XBT データを解析用 W/S より入手しフォルダに整理した。データフォーマットは、OAT 解析システムのデータ読み出しプログラムを調査した。

(4) 実験データ関連

- ・ トランシーバ、トランスポンダの位置

入手した資料（設置時の LBL キャリブレーション結果）を基に情報を整理し、テキストファイルに記述した。

- ・ 係留索の長さ

資料や OAT 解析システムの測位パラメータファイルなどを基に情報を整理し、テキストファイルに記述した。

- ・ トランシーバの送受信スケジュール

入手資料を基に送 / 受信に関する各種設定情報を整理し、テキストファイルに記述した。

実験に使用した M 系列符号（巡回送信用）を、OAT 解析システムの M 系列符号発生用モジュール（`m_seq in sub_decode.c`）で作成し、テキストファイルに出力した。

- ・ トランシーバ間距離

OAT 解析システムのモジュール（`tranc_pos_set`）を用いてトランシーバ間距離の情報を抽出し、テキストファイルに出力した。

- ・ CTD データ等に基づく 2 次元分布

CTD の観測点が少ないため、XBT の水温データによる 2 次元分布を作成。png 形式で出力した。

(5) その他

- ・ 6 号機（T4）のデータの搜索。

CD-R で提供された 2001 年分の観測データのセットに T4 のデータが含まれていなかったため、所在を調査した。送信イベントデータファイル、P モード受信イベントデータファイル、時刻校正ファイルについては解析用 W/S にあることを確認した。Raw 及び B モード受信イベントデータファイルについては解析用 W/S にも他のメディア（DAT 等）にも無く、所在不明。

2. 「2000 年中部熱帯赤道域トモグラフィ観測実験」データについて行った作業内容

(1) 係留系センサーデータ関連

- ・ 方位計データ，傾斜計データ，圧力センサデータ，水温データ
送信イベントデータファイル，受信イベントデータファイルに記録されている方位計，傾斜計，圧力センサ，温度センサデータを読み出し，トランシーバ毎に整理しテキストファイルに出力した．
- ・ トランスポンダ計測データ
送信イベントデータファイル，受信イベントデータファイルに記録されている，トランスポンダで計測されたトランシーバとトランスポンダ間の距離（10 回計測 + 平均値）を読み出し，トランシーバ毎，トランスポンダ毎に整理し，テキストファイルに出力した．
- ・ トランシーバ測位データ
OAT 解析システムの処理結果（ファイル名：rec_keisk.dat）からデータを読み出し，測位結果（緯度，経度，震度，ステータス）をトランシーバ毎に整理し，テキストファイルに出力した．尚，方位傾斜計による速結果を示すステータスが「2001 年黒潮続流域トモグラフィ観測実験」のデータと異なっていたので，2001 年のステータスに統一した（2000 年：-10，2001 年：35）．

(2) 音響データ関連

- ・ 生データ（Raw モードデータ）
Raw モード受信イベントデータファイルに対し，ファイル名及びファイル内部に記述されているトランシーバ番号の変更，ファイル名の拡張子の変更を施し，トランシーバ毎にフォルダに整理した．
入力音圧に換算するためのレベル補正量を調査した．
伝搬時間の計算方法の調査した．
- ・ ビームフォーミングデータ（B モード及び復調後の受波波形のデータ）
B モード受信イベントデータファイルに対し，ファイル名及びファイル内部に記述されているトランシーバ番号の変更，ファイル名の拡張子の変更を施し，トランシーバ毎にフォルダに整理した．
B モード受信イベントデータファイルに対し，OAT 解析システムの復調処理関連のモジュール（in_bmode,mseq_decode）を用いて復調処理を行い，処理結果をトランシーバ毎にフォルダに整理した．
入力音圧に換算するためのレベル補正量を調査した．
伝搬時間の計算方法の調査した．

- ・ピークデータ（Pモード）

Pモード受信イベントデータファイルに対し、ファイル名及びファイル内部に記述されているトランシーバ番号の変更、ファイル名の拡張子の変更を施し、トランシーバ毎にフォルダに整理した。

入力音圧に換算するためのレベル補正量を調査した。

伝搬時間の計算方法の調査した。

- ・送信データ

送信イベントデータファイルに対し、ファイル名及びファイル内部に記述されているトランシーバ番号の変更、ファイル名の拡張子の変更を施し、トランシーバ毎にフォルダに整理した。

- ・時刻校正データ

時刻校正イベントデータファイルに対し、ファイル名及びファイル内部に記述されているトランシーバ番号の変更、ファイル名の拡張子の変更を施し、トランシーバ毎にフォルダに整理した。

- ・AGCデータ

受信イベントデータファイルに記録されている受信データの入力音圧換算に必要なAGC値を読み出し、トランシーバ毎に整理しテキストファイルに出力した。

- ・クロック校正データ

時刻校正イベントデータファイルに記録されている「前回経過時間」、「クロック校正誤差データ」を読み出し、トランシーバ毎に整理しテキストファイルに出力した。

<トランシーバ番号の変更>

変更は3号機のみ。

3号機をT2に変更。

<拡張子の変更>（?はトランシーバ番号,\$は受波器のチャンネル番号）

Rawモード受信イベント（ヘッダ部）： "R?A0000" を "r?a" に変更

Rawモード受信イベント（データ部）： "R?A\$yyy" を "r?a\$" に変更

Bモード受信イベント： "R?20000" を "r?2" に変更

Pモード受信イベント： "R?30000" を "r?3" に変更

送信イベント： "T?00000" を "t?0" に変更

時刻校正イベント： "P?T0000" を "p?t" に変更

（3）環境データ関連

- ・CTD,XCTDデータ

CTD,XCTDデータを解析用W/Sより入手しフォルダに整理した。データフォーマットは、OAT解析システムのデータ読み出しプログラムを調査した。

(4) 実験データ関連

- ・ トランシーバ、トランスポンダの位置
入手した資料（設置時の LBL キャリブレーション結果）を基に情報を整理し、テキストファイルに記述した。
- ・ 係留索の長さ
OAT 解析システムの測位パラメータファイルなどを基に情報を整理し、テキストファイルに記述した。
- ・ トランシーバの送受信スケジュール
送信 / 受信イベントデータファイルに記録されているイベント開始時刻を基に送信 / 受信スケジュール，観測期間等を調査し，テキストファイルに記述した。
実験に使用した M 系列符号を調査した。巡回送信に使用したものは，OAT 解析システムの M 系列符号発生用モジュール（`m_seq` in `sub_decode.c`）で作成し，テキストファイルに出力した。同時送信用に使用したものは，解析用 W/S 内を探索したが無く，トランシーバ毎の M 系列符号の設定情報も入手できなかった。
- ・ トランシーバ間距離
OAT 解析システムのモジュール（`tranc_pos_set`）を用いてトランシーバ間距離の情報を抽出し，テキストファイルに出力した。
- ・ CTD データ等に基づく 2 次元分布
CTD, XCTD データを読み出し，Del Grosso の式で音速を計算し，測線毎に音速の鉛直 2 次元分布を表示し，png 形式でファイルに出力した。

付録 E - 2 . 作業記録

1 . 「1997 年黒潮続流域観測実験」データについて行った作業内容

全てのデータを整理するにあたり、昨年行われた 2000 , 2001 年のトモグラフィードータ整理作業時と同じフォーマットで整理した。

(1) 係留系センサーデータ関連(BuoyData フォルダー)

- ・ 方位計データ, 傾斜計データ, 圧力センサデータ, 水温データ(データファイル名: T*_sensor.txt) 注: *: Transceiver 番号
送信イベントデータファイル, 受信イベントデータファイルに記録されている方位計, 傾斜計, 圧力センサ, 温度センサデータを読み出し, トランシーバ毎に整理しテキストファイルに出力した。
- ・ トランスポンダ計測データ(データファイル名: T*_trapon#.txt)
送信イベントデータファイル, 受信イベントデータファイルに記録されている, トランスポンダで計測されたトランシーバとトランスポンダ間の距離(10 回計測 + 平均値)を読み出し, トランシーバ毎, トランスポンダ毎に整理し, テキストファイルに出力した。
- ・ トランシーバ測位データ(データファイル名: T*_acoustpos.txt)
OAT 解析システムの処理結果(ファイル名: rec_keisk.dat)からデータを読み出し, 測位結果(緯度, 経度, 深度, ステータス)をトランシーバ毎に整理し, テキストファイルに出力した。
- ・ センサー測位データ(データファイル名: T*_inclin.txpost)
OAT 解析システムの処理結果(ファイル名: rec_keisk.dat)から方位計, X, Y 方向傾斜計の計測結果を読み出し, 本書付録 G に記述されている位置算出式を用いて測位座標を算出しテキストファイルに出力した。
センサーでの代用測位の方式は付録 G にまとめた。

(2) 音響データ関連(AcstData フォルダー)

実際に配置した送受信トランシーバー番号と、ファイルの内部に記述されているトランシーバー番号を変更する必要は Kete1997、Cepte1999 では無かった。
必要が生じるのは Transceiver 数が 5 基以上に増えた Cepte2000 の観測からである。

- ・ 生データ (Raw モードデータ) (r*a フォルダー)
OAT 解析用 WS のディスク及び、CD, MO にも 1997 年黒潮続流域トモグラフィードータ観測時の Raw Mode データは存在していなかった。
- ・ ビームフォーミングデータ (B モード及び復調後の受波波形のデータ) (r*2, r*2d

フォルダー)

OAT 解析用 WS のディスク及び、CD、MO にも 1997 年黒潮続流域トモグラフィ観測時の B Mode データは存在していなかった。

- ・ピークデータ (P モード) (r*3 フォルダー)
P モード受信イベントデータファイルに対しファイル名の拡張子の変更を施し、
トランシーバ毎にフォルダに整理した。
- ・送信データ (t*0 フォルダー)
送信イベントデータファイルに対しファイル名の拡張子の変更を施し、
トランシーバ毎にフォルダに整理した。
- ・時刻校正データ (p*t フォルダー)
時刻校正イベントデータファイルに対しファイル名の拡張子の変更を施し、
トランシーバ毎にフォルダに整理した。
- ・AGC データ (ファイル名: t*_agc.txt)
受信イベントデータファイルに記録されている受信データの入力音圧換算に必要な AGC 値を読み出し、トランシーバ毎に整理しテキストファイルに出力した。
- ・クロック校正データ (ファイル名: t*_clock.txt)
時刻校正イベントデータファイルに記録されている「前回経過時間」、「クロック校正誤差データ」を読み出し、トランシーバ毎に整理しテキストファイルに出力した。

< トランシーバ番号の変更 >

変更無し。

< 拡張子の変更 > (? はトランシーバ番号, \$ は受波器のチャンネル番号)

P モード受信イベント	: "R?30000" を "r?3" に変更
送信イベント	: "T?00000" を "t?0" に変更
時刻校正イベント	: "P?T0000" を "p?t" に変更

(3) 環境データ関連 (EnvData フォルダー)

・CTD, XBT データ

CTD, XBT データを解析用 W/S より入手しフォルダに整理した。

一連の XBT、CTD 観測は 1997 年 7 月 (Transceiver 設置時) と 9 月 (回収時) の 2 度行われていた。

従ってデータセットも 2 つのフォルダーに分けて格納した。但し、測線間の二次元音速分布は 7 月のものを表示したものである。

(4) 実験データ関連 (ExpInfo フォルダー)

・トランシーバ、トランスポンダの位置 (T_Tr_pos.txt)

入手した資料（設置時の LBL キャリブレーション結果）を基に情報を整理し、テキストファイルに記述した。

- ・係留索の長さ(CableLng.txt)

資料や OAT 解析システムの測位パラメータファイルなどを基に情報を整理し、テキストファイルに記述した。

- ・トランシーバの送受信スケジュール(Schedule.txt)

受信された P モードデータファイルの送受信時間を抽出しテキストファイルに整理して記述した。

- ・トランシーバ間距離(T_DstDir.txt)

OAT 解析システムのモジュール（kankyo_set）を用いてトランシーバ間距離の情報を抽出し、テキストファイルに出力した。

- ・XCTD・CTD データ等に基づく 2 次元分布(ss_sec)

XCTD/CTD の水温・塩分データによる 2 次元音速分布を作成・png 形式で出力した。1997 年 7 月に採取したデータを用いて表示した。

（ 5 ）その他

- ・B モード、Raw モードデータの検索。

B モード、Raw モードのデータについて解析用 WS のディスク、Tape、CD、MO などを探したが見出せなかった。参考までに 1997 年、1998 年にデータの解析が行われたが、この時も、B モード、Raw モードデータは扱われなかった。

2 . 「 1999 年中部熱帯赤道域トモグラフィ観測実験」データについて行った作業内容

（ 1 ）係留系センサーデータ関連(BuoyData フォルダー)

- ・方位計データ，傾斜計データ，圧力センサデータ，水温データ(データファイル名：T*_sensor.txt) 注：*：Transceiver 番号

送信イベントデータファイル，受信イベントデータファイルに記録されている方位計，傾斜計，圧力センサ，温度センサデータを読み出し，トランシーバ毎に整理しテキストファイルに出力した。

- ・トランスポンダ計測データ(データファイル名：T*_trapon#.txt)

送信イベントデータファイル，受信イベントデータファイルに記録されている，トランスポンダで計測されたトランシーバとトランスポンダ間の距離（10 回計測 + 平均値）を読み出し，トランシーバ毎，トランスポンダ毎に整理し，テキストファイルに出力した。

- ・トランシーバ測位データ(データファイル名：T*_acoustpos.txt)

OAT 解析システムの処理結果（ファイル名：rec_keisk.dat）からデータを読み出し，測位結果（緯度，経度，深度，ステータス）をトランシーバ毎に整理しテキストファイルに出力した。測位結果が果良好な時はステータス 0 となっている。

- ・ センサー測位データ(データファイル名：T*_inclinpos.txt)
OAT 解析システムの処理結果(ファイル名：rec_keisk.dat)から方位計、X,Y 方向傾斜計の計測結果を読み出し、本書付録 G に記述されている位置算出式を用いて測位座標を算出しテキストファイルに出力した。

(2) 音響データ関連(AcstData フォルダ)

実際に配置した送受信トランシーバ番号と、ファイルの内部に記述されているトランシーバ番号を変更する必要は Kete1997、Cepte1999 では無かった。
必要が生じるのは Transceiver 数が 5 基以上に増えた Cepte2000 の観測からである。

- ・ 生データ (Raw モードデータ) (r*a フォルダ)
Raw モード受信イベントデータファイルをファイル名の拡張子の変更を施し、トランシーバ毎にフォルダに整理した。
- ・ ビームフォーミングデータ (B モード及び復調後の受波波形のデータ) (r*2, r*2 フォルダ)
B モード受信イベントデータファイルをトランシーバ毎にフォルダに整理した。
B モード受信イベントデータファイルに対し、OAT 解析システムの復調処理関連のモジュール (in_bmode, mseq_decode) を用いて復調処理を行い、処理結果をトランシーバ毎にフォルダに整理した。
- ・ ピークデータ (P モード) (r*3 フォルダ)
P モード受信イベントデータファイルをファイル名の拡張子の変更を施し、トランシーバ毎にフォルダに整理した。
- ・ 送信データ (t*0 フォルダ)
送信イベントデータファイルに対し、ファイル名の拡張子の変更を施し、トランシーバ毎にフォルダに整理した。
- ・ 時刻校正データ (p*t フォルダ)
時刻校正イベントデータファイルに対し、ファイル名の拡張子の変更を施し、トランシーバ毎にフォルダに整理した。
- ・ AGC データ(ファイル名：t*_agc.txt)
受信イベントデータファイルに記録されている受信データの入力音圧換算に必要な AGC 値を読み出し、トランシーバ毎に整理しテキストファイルに出力した。
- ・ クロック校正データ(ファイル名：t*_clock.txt)
時刻校正イベントデータファイルに記録されている「前回経過時間」、「クロ

ック校正誤差データ」を読み出し、トランシーバ毎に整理しテキストファイルに出力した。

< トランシーバ番号の変更 >

変更無し。

< 拡張子の変更 > (? はトランシーバ番号, \$ は受波器のチャンネル番号)

Raw モード受信イベント (ヘッダ部) : "R?A0000" を "r?a" に変更

Raw モード受信イベント (データ部) : "R?A\$yyy" を "r?a\$" に変更

B モード受信イベント : "R?20000" を "r?2" に変更

P モード受信イベント : "R?30000" を "r?3" に変更

送信イベント : "T?00000" を "t?0" に変更

時刻校正イベント : "P?T0000" を "p?t" に変更

(3) 環境データ関連 (EnvData フォルダ)

・ CTD, XCTD データ

CTD, XCTD データを解析用 W/S より入手しフォルダに整理した。データフォーマットは、OAT 解析システムのデータ読み出しプログラムを調査した。

(4) 実験データ関連 (ExpInfo フォルダ)

・ トランシーバ、トランスポンダの位置 (T_Tr_pos.txt)

入手した資料 (設置時の LBL キャリブレーション結果) を基に情報を整理し、テキストファイルに記述した。

・ 係留索の長さ (CableLng.txt)

OAT 解析システムの測位パラメータファイルなどを基に情報を整理し、テキストファイルに記述した。

・ トランシーバの送受信スケジュール (Schedule.txt)

送信 / 受信イベントデータファイルに記録されているイベント開始時刻を基に送信 / 受信スケジュール、観測期間等を調査し、テキストファイルに記述した。

実験に使用した M 系列符号については同時送信用に使用したものが、解析用 W/S 内に存在していた。

・ トランシーバ間距離 (T_DstDir.txt)

OAT 解析システムのモジュール (kankyo_set) を用いてトランシーバ間距離の情報を抽出し、テキストファイルに出力した。

・ CTD データ等に基づく 2 次元分布 (ss_sec)

CTD, XCTD データを読み出し、昨年作成された Matlab Program を少し Modify し、測線毎に音速の鉛直 2 次元分布を表示し、png 形式でファイルに出力した。

3 . 「2000 年中部熱帯赤道域トモグラフィ観測実験」データについて行った作業内容

(1) 係留系センサーデータ関連(BuoyData フォルダー)

- ・方位計データ，傾斜計データ，圧力センサデータ，水温データ(データファイル名：T*_sensor.txt) 注：*：Transceiver 番号
送信イベントデータファイル，受信イベントデータファイルに記録されている方位計，傾斜計，圧力センサ，温度センサデータを読み出し，トランシーバ毎に整理しテキストファイルに出力した．
- ・トランスポンダ計測データ(データファイル名：T*_trapon#.txt)
送信イベントデータファイル，受信イベントデータファイルに記録されている，トランスポンダで計測されたトランシーバとトランスポンダ間の距離（10 回計測 + 平均値）を読み出し，トランシーバ毎，トランスポンダ毎に整理し，テキストファイルに出力した．
- ・トランシーバ測位データ(データファイル名：T*_acoustpos.txt)
OAT 解析システムの処理結果（ファイル名：rec_keisk.dat）からデータを読み出し，測位結果（緯度，経度，深度，ステータス）をトランシーバ毎に整理し，テキストファイルに出力した．尚，方位傾斜計による速結果を示すステータスが「2001 年黒潮続流域トモグラフィ観測実験」のデータと異なっていたので，2001 年のステータスに統一した（2000 年：-10，2001 年：35）．

(2) 音響データ関連(AcstData フォルダー)

- ・生データ（Raw モードデータ）(r*a フォルダー)
Raw モード受信イベントデータファイルに対し，ファイル名及びファイル内部に記述されているトランシーバ番号の変更，ファイル名の拡張子の変更を施し，トランシーバ毎にフォルダに整理した．
入力音圧に換算するためのレベル補正量を調査した．
伝搬時間の計算方法の調査した．
- ・ビームフォーミングデータ（B モード及び復調後の受波波形のデータ）(r*2,r*2d フォルダー)
B モード受信イベントデータファイルに対し，ファイル名及びファイル内部に記述されているトランシーバ番号の変更，ファイル名の拡張子の変更を施し，トランシーバ毎にフォルダに整理した．
B モード受信イベントデータファイルに対し，OAT 解析システムの復調処理関連のモジュール（in_bmode,mseq_decode）を用いて復調処理を行い，処理結果をトランシーバ毎にフォルダに整理した．
入力音圧に換算するためのレベル補正量を調査した．
伝搬時間の計算方法の調査した．
- ・ピークデータ（P モード）(r*3 フォルダー)
P モード受信イベントデータファイルに対し，ファイル名及びファイル内部に

記述されているトランシーバ番号の変更，ファイル名の拡張子の変更を施し，トランシーバ毎にフォルダに整理した．

入力音圧に換算するためのレベル補正量を調査した．

伝搬時間の計算方法の調査した．

- ・送信データ(t*0 フォルダー)

送信イベントデータファイルに対し，ファイル名及びファイル内部に記述されているトランシーバ番号の変更，ファイル名の拡張子の変更を施し，トランシーバ毎にフォルダに整理した．

- ・時刻校正データ(p*t フォルダー)

時刻校正イベントデータファイルに対し，ファイル名及びファイル内部に記述されているトランシーバ番号の変更，ファイル名の拡張子の変更を施し，トランシーバ毎にフォルダに整理した．

- ・AGC データ(ファイル名：t*_agc.txt)

受信イベントデータファイルに記録されている受信データの入力音圧換算に必要な AGC 値を読み出し，トランシーバ毎に整理しテキストファイルに出力した．

- ・クロック校正データ(ファイル名：t*_clock.txt)

時刻校正イベントデータファイルに記録されている「前回経過時間」，「クロック校正誤差データ」を読み出し，トランシーバ毎に整理しテキストファイルに出力した．

< トランシーバ番号の変更 >

変更は 3 号機のみ．

3 号機を T 2 に変更．

< 拡張子の変更 > （ ? はトランシーバ番号，\$ は受波器のチャンネル番号）

Raw モード受信イベント（ヘッダ部）： "R?A0000" を "r?a" に変更

Raw モード受信イベント（データ部）： "R?A\$yyy" を "r?a\$" に変更

B モード受信イベント： "R?20000" を "r?2" に変更

P モード受信イベント： "R?30000" を "r?3" に変更

送信イベント： "T?00000" を "t?0" に変更

時刻校正イベント： "P?T0000" を "p?t" に変更

（ 3 ）環境データ関連(EnvData フォルダー)

- ・CTD, XCTD データ

CTD, XCTD データを解析用 W/S より入手しフォルダに整理した．データフォーマットは，OAT 解析システムのデータ読み出しプログラムを調査した．

（ 4 ）実験データ関連(ExpInfo フォルダー)

- ・トランシーバ、トランスポンダの位置(T_Tr_pos.txt)

入手した資料（設置時の LBL キャリブレーション結果）を基に情報を整理し、テキストファイルに記述した。

- ・係留索の長さ(CableLng.txt)

OAT 解析システムの測位パラメータファイルなどを基に情報を整理し、テキストファイルに記述した。

- ・トランシーバの送受信スケジュール(Schedule.txt)

送信 / 受信イベントデータファイルに記録されているイベント開始時刻を基に送信 / 受信スケジュール、観測期間等を調査し、テキストファイルに記述した。

実験に使用した M 系列符号を調査した。巡回送信に使用したものは、OAT 解析システムの M 系列符号発生用モジュール (m_seq in sub_decode.c) で作成し、テキストファイルに出力した。同時送信用に使用したものは、解析用 W/S 内を探索したが無く、トランシーバ毎の M 系列符号の設定情報も入手できなかった。

- ・トランシーバ間距離(T_DstDir.txt)

OAT 解析システムのモジュール (tranc_pos_set) を用いてトランシーバ間距離の情報を抽出し、テキストファイルに出力した。

- ・CTD データ等に基づく 2 次元分布(ss_sec)

CTD, XCTD データを読み出し、DeI Grosso の式で音速を計算し、測線毎に音速の鉛直 2 次元分布を表示し、png 形式でファイルに出力した。

4. 「2001 年黒潮続流域観測実験」データについて行った作業内容

(1) 係留系センサーデータ関連(BuoyData フォルダー)

- ・方位計データ、傾斜計データ、圧力センサデータ、水温データ(データファイル名：T*_sensor.txt)

送信イベントデータファイル、受信イベントデータファイルに記録されている方位計、傾斜計、圧力センサ、温度センサデータを読み出し、トランシーバ毎に整理しテキストファイルに出力した。

- ・トランスポンダ計測データ(データファイル名：T*_trapon#.txt)

送信イベントデータファイル、受信イベントデータファイルに記録されている、トランスポンダで計測されたトランシーバとトランスポンダ間の距離（10 回計測 + 平均値）を読み出し、トランシーバ毎、トランスポンダ毎に整理し、テキストファイルに出力した。

- ・トランシーバ測位データ(データファイル名：T*_acoustpos.txt)

OAT 解析システムの処理結果（ファイル名：rec_keisk.dat）からデータを読み出し、測位結果（緯度、経度、深度、ステータス）をトランシーバ毎に整理し、テキストファイルに出力した。

(2) 音響データ関連(AcstData フォルダー)

- ・生データ (Raw モードデータ) (r*a フォルダー)
 - Raw モード受信イベントデータファイルに対し、ファイル名及びファイル内部に記述されているトランシーバ番号の変更、ファイル名の拡張子の変更を施し、トランシーバ毎にフォルダに整理した。
 - 入力音圧に換算するためのレベル補正量を調査した。
 - 伝搬時間の計算方法の調査した。
- ・ビームフォーミングデータ (B モード及び復調後の受波波形のデータ) (r*2, r*2d フォルダー)
 - B モード受信イベントデータファイルに対し、ファイル名及びファイル内部に記述されているトランシーバ番号の変更、ファイル名の拡張子の変更を施し、トランシーバ毎にフォルダに整理した。
 - B モード受信イベントデータファイルに対し、OAT 解析システムの復調処理関連のモジュール (in_bmode, mseq_decode) を用いて復調処理を行い、処理結果をトランシーバ毎にフォルダに整理した。
 - 入力音圧に換算するためのレベル補正量を調査した。
 - 伝搬時間の計算方法の調査した。
- ・ピークデータ (P モード) (r*3 フォルダー)
 - P モード受信イベントデータファイルに対し、ファイル名及びファイル内部に記述されているトランシーバ番号の変更、ファイル名の拡張子の変更を施し、トランシーバ毎にフォルダに整理した。
 - 入力音圧に換算するためのレベル補正量を調査した。
 - 伝搬時間の計算方法の調査した。
- ・送信データ (t*0 フォルダー)
 - 送信イベントデータファイルに対し、ファイル名及びファイル内部に記述されているトランシーバ番号の変更、ファイル名の拡張子の変更を施し、トランシーバ毎にフォルダに整理した。
- ・時刻校正データ (p*t フォルダー)
 - 時刻校正イベントデータファイルに対し、ファイル名及びファイル内部に記述されているトランシーバ番号の変更、ファイル名の拡張子の変更を施し、トランシーバ毎にフォルダに整理した。
- ・AGC データ (ファイル名: t*_agc.txt)
 - 受信イベントデータファイルに記録されている受信データの入力音圧換算に必要な AGC 値を読み出し、トランシーバ毎に整理しテキストファイルに出力した。
- ・クロック校正データ (ファイル名: t*_clock.txt)
 - 時刻校正イベントデータファイルに記録されている「前回経過時間」、「クロック校正誤差データ」を読み出し、トランシーバ毎に整理しテキストファイルに出力した。

< トランシーバ番号の変更 >

- 1 号機を T 1 に変更 .
- 2 号機を T 5 に変更 .
- 3 号機を T 2 に変更 .
- 5 号機を T 3 に変更 .
- 6 号機を T 4 に変更 .
- 7 号機を T 6 に変更 .

< 拡張子の変更 > (? はトランシーバ番号 , \$ は受波器のチャンネル番号)

Raw モード受信イベント (ヘッダ部)	:	"R?A0000" を "r?a" に変更
Raw モード受信イベント (データ部)	:	"R?A\$yyy" を "r?a\$" に変更
B モード受信イベント	:	"R?20000" を "r?2" に変更
P モード受信イベント	:	"R?30000" を "r?3" に変更
送信イベント	:	"T?00000" を "t?0" に変更
時刻校正イベント	:	"P?T0000" を "p?t" に変更

(3) 環境データ関連 (EnvData フォルダ)

- ・ CTD, XBT データ

CTD, XBT データを解析用 W/S より入手しフォルダに整理した . データフォーマットは , OAT 解析システムのデータ読み出しプログラムを調査した .

(4) 実験データ関連 (ExpInfo フォルダ)

- ・ トランシーバ、トランスポンダの位置

入手した資料 (設置時の LBL キャリブレーション結果) を基に情報を整理し , テキストファイルに記述した .

- ・ 係留索の長さ (CableLng. txt)

資料や OAT 解析システムの測位パラメータファイルなどを基に情報を整理し , テキストファイルに記述した .

- ・ トランシーバの送受信スケジュール (Schedule. txt)

入手資料を基に送 / 受信に関する各種設定情報を整理し , テキストファイルに記述した .

実験に使用した M 系列符号 (巡回送信用) を , OAT 解析システムの M 系列符号発生用モジュール (m_seq in sub_decode. c) で作成し , テキストファイルに出力した .

- ・ トランシーバ間距離 (T_DstDir. txt)

OAT 解析システムのモジュール (tranc_pos_set) を用いてトランシーバ間距離の情報を抽出し , テキストファイルに出力した .

- ・ CTD データ等に基づく 2 次元分布

CTD の観測点が少ないため , XBT の水温データによる 2 次元分布を作成 . png 形式で出力した .

(5) その他

- ・ 6 号機 (T4) のデータの搜索 .

CD-R で提供された 2001 年分の観測データのセットに T4 のデータが含まれていな

かったので，所在を調査した．送信イベントデータファイル，P モード受信イベントデータファイル，時刻校正ファイルについては解析用 W/S にあることを確認した．Raw 及び B モード受信イベントデータファイルについては解析用 W/S にも他のメディア（DAT 等）にも無く，所在不明．

付録F . データフォーマット

本付録では、作成したデータセットに含まれるデータファイルのフォーマットについて解説する。ここで解説するデータファイルを以下に示す。

- ・係留系センサ関連のファイル(BuoyData フォルダー)
 - 圧力 / 温度 / 方位 / 傾斜データファイル(データファイル名: T*_sensor.txt)
注: *: Transceiver 番号
 - トランスポンダ計測データファイル(データファイル名: T*_trapon#.txt)
 - トランシーバ測位データファイル(データファイル名: T*_acoustpos.txt)
 - センサー測位データファイル(データファイル名: T*_inclinpos.txt)
- ・音響データ関連のファイル(AcstData フォルダー)
 - 送信イベントデータファイル(t*0 フォルダー)
 - Raw, B, P モード受信イベントデータファイル(r*a, r*2, r*3 フォルダー)
 - 時刻校正イベントデータファイル(p*t フォルダー)
 - M 系列復調後の B モード受信データファイル(r*2d フォルダー)
 - 音響データ受信時の AGC データファイル(ファイル名: t*_agc.txt)
 - トランシーバ内部時計のドリフト量データファイル(p*t フォルダー)
- ・環境データ関連のファイル(EnvData フォルダー)
 - XBT データファイル
 - XCTD データファイル
 - CTD データファイル
- ・解析結果データ関連(DataAnalys フォルダー)
 - 基準音速場(RefField フォルダー)
BT データファイル
 - EOF (経験的直交関数)(Eof フォルダー)
EOF データファイル
 - 固有音線(EigenRay フォルダー)
固有音線情報データファイル
 - ピークトラッキング結果(双方向伝搬における伝播時間差の和と差の成分)
(Trckng フォルダー)
ピークトラッキング結果データファイル
 - 観測行列(InvrData フォルダー: R.txt)
逆問題解析途中データ R (観測行列) データファイル
 - 測時誤差共分散行列(InvrData フォルダー: Gee.txt)
逆問題解析途中データ測時誤差共分散行列(Gee) データファイル
 - 音速変動量共分散行列(InvrData フォルダー: Gcc.txt)
逆問題解析途中データ音速変動共分散行列(Gcc) データファイル
 - 推定演算子(InvrData フォルダー: L.txt)
逆問題解析途中データ推定演算子行列(L) データファイル
 - EOF 係数の推定値(InvrData フォルダー: Eof_Coef.txt)
逆問題解析結果 EOF 係数の推定値データファイル

- 音速/水温/流速推定値 (AnaData フォルダ)
- 逆問題解析結果データファイル (InvrsOut フォルダ : nvrs_outMMDD.txt)
- 分解能行列 (InvrsPreci フォルダ : AnaResol)
- 逆問題解析精度予測 : 解の分解能行列データファイル (AnaResol.txt)
- 情報分布行列 (InvrsPreci フォルダ : AnaInf)
- 逆問題解析精度予測 : 解の情報分布行列データファイル (AnaInf.txt)
- 推定誤差 (音速/水温) 共分散行列 (InvrsPreci フォルダ)
- 逆問題解析精度予測 : 推定音速/水温誤差分布データファイル (SSpdErr.txt)

表 F-1 . 圧力 / 温度 / 方位 / 傾斜データファイル

%%%

データファイル名 :

T?_sensor.txt

データフォーマット :

No.	カラム	内容	備考
1	1- 8	ファイル名	拡張子を除いたファイル名 . " 積算日 (4 文字) + 時 (2 文字) + 分 (2 文字) " で表現 .
2	10- 13	年	計測日時
3	15- 16	月	計測日時
4	18- 19	日	計測日時
5	21- 22	時	計測日時
6	24- 25	分	計測日時
7	27- 28	秒	計測日時
8	30- 36	圧力	単位は [lbf/in^2]
9	38- 43	温度	単位は []
10	45- 49	方位	単位は [°]
11	52- 55	傾斜 (X 成分)	単位は [°]
12	58- 61	傾斜 (Y 成分)	単位は [°]

備考 :

- ・データファイル名の "?" はトランシーバ番号を表す .
- ・No. 8-12 (圧力 , 温度 , 方位 , 傾斜) で , 数値が 9 並びになっているものはデータの欠損を表す .
- ・圧力センサーと , 音源及び受波器の位置関係は以下の通り .
音源深度 = 圧力センサ深度 - 1.2 [m]
受波器深度 = 圧力センサ深度 + 13.7 [m]
- ・圧力値の [bar] への換算式は以下の通り .
1 [lbf/in^2] = 6.894757 × 10^-2 [bar] (^ は累乗を表す)
- ・圧力センサの仕様は以下の通り .
測定範囲 : 0 ~ 210 kg/cm^2 (3000 psi)
精度 : フルスケールの 0.1 % 以内
その他 : 水晶発振方式 .
- ・温度センサの仕様は以下の通り .
計測範囲 : 0 ~ 125
精度 : 0.1 以内
その他 : 水晶発振方式 . 0 以下では 0.00 , 125 以上では 125.00 と出力 .
センサ未接続等で計測不能の場合は 999.99 を出力 .
- ・方位センサの仕様は以下の通り .
測定範囲 : 0 ~ 359 °
精度 : 3 ° 以内
その他 : フラックスゲートセンサによる磁気検出方式 .
方位は磁北を 0 ° とした右回り (北 東 南 西) の角度検出 .
- ・傾斜センサの仕様は以下の通り .
測定範囲 : +20 ~ -20 °
精度 : 1 ° 以内
その他 : 液面傾斜による静電容量変化方式 .
X 軸は北 - 南方向であり , 北上がりが + となる .
Y 軸は西 - 東方向であり , 西上がりが + となる .
- ・本データは , 送信及び各受信イベントデータファイルから抽出した圧力センサ , 温度センサ , 方位センサ , 傾斜センサの値を整理したものである .

%%%

表 F-2 . トランスポンダ計測データファイル

%%%

データファイル名 :

T?_trapon#.txt

データフォーマット :

No.	カラム	内容	備考
1	1- 8	ファイル名	拡張子を除いたファイル名 . " 積算日(4 文字) + 時(2 文字) + 分(2 文字) " で表現
2	10- 13	年	計測日時
3	15- 16	月	計測日時
4	18- 19	日	計測日時
5	21- 22	時	計測日時
6	24- 25	分	計測日時
7	27- 28	秒	計測日時
8	30- 35	1 回目の計測結果	トランシーバとトランスポンダ間の距離[m]
9	37- 42	2 回目の計測結果	トランシーバとトランスポンダ間の距離[m]
10	44- 49	3 回目の計測結果	トランシーバとトランスポンダ間の距離[m]
11	51- 56	4 回目の計測結果	トランシーバとトランスポンダ間の距離[m]
12	58- 63	5 回目の計測結果	トランシーバとトランスポンダ間の距離[m]
13	65- 70	6 回目の計測結果	トランシーバとトランスポンダ間の距離[m]
14	72- 77	7 回目の計測結果	トランシーバとトランスポンダ間の距離[m]
15	79- 84	8 回目の計測結果	トランシーバとトランスポンダ間の距離[m]
16	86- 91	9 回目の計測結果	トランシーバとトランスポンダ間の距離[m]
17	93- 98	10 回目の計測結果	トランシーバとトランスポンダ間の距離[m]
18	100-105	10 回計測の平均値	トランシーバとトランスポンダ間の距離[m]

備考 :

- ・ データファイル名の "?" はトランシーバ番号を表す .
- ・ データファイル名の "#" はトランスポンダ番号を表す .
- ・ No.8-18 で , 数値が 0.0 になっているものはデータの欠損を表す .
- ・ 本データは , 送信及び各受信イベントデータファイルから抽出したトランスポンダの計測距離を整理したものである .

%%%

表 F-3 . トランシーバ測位データファイル

%%%

データファイル名 :
T?_acoustpos.txt トランポンダによるトランシーバ位置の測位結果 .
T?_inclinpos.txt 方位計と傾斜計によるトランシーバの測位結果 .

データフォーマット :

No.	カラム	内容	備考
1	1- 8	ファイル名	拡張子を除いたファイル名 . " 積算日 (4 文字) + 時 (2 文字) + 分 (2 文字) " で表現 .
2	10- 13	年	計測日時
3	15- 16	月	計測日時
4	18- 19	日	計測日時
5	21- 22	時	計測日時
6	24- 25	分	計測日時
7	27- 28	秒	計測日時
8	30- 32	北緯 (度)	計測時のトランシーバ位置 (緯度)
9	34- 42	北緯 (分)	計測時のトランシーバ位置 (緯度)
10	44- 47	東経 (度)	計測時のトランシーバ位置 (経度)
11	49- 57	東経 (分)	計測時のトランシーバ位置 (経度)
12	59- 66	深度 (m)	計測時のトランシーバ位置 (深度)
13	68- 69	測位ステータス	使用したデータや方法に応じて flag が付加 . 35 以外 : トランスポンダによる測位結果 35 : 方位 / 傾斜計による測位結果

備考 :

- データファイル名の "?" はトランシーバ番号を表す .
- No. 8-11 (緯度 , 経度 , 深度) で , 数値が 0 (0.0...) になっているものはデータの欠損を表す .
- 測地系は WGS84 .
- No. 12 (深度) は , 圧力センサー取付位置の深度を表しており (音響測位用送受波器と同深度) , 音源深度 , 受波器深度は次式で計算される .
音源深度 = 圧力センサ深度 - 1.2 [m]
受波器深度 = 圧力センサ深度 + 13.7 [m]
- 本データは , OAT 解析システム (200Hz 送受信システムで計測されたデータを陸上で処理するためのソフトウェア) の計測ピークデータファイル (計測ピークデータ , 係留系センサーデータ , 測位結果等が記録されたファイル) から抽出した , トランシーバ位置の測位結果を整理したものである .

%%%

表 F-4 . 送信イベントデータファイル

%%%

データファイル名 :

DDDDHHMM.t?0

データフォーマット :

No.	カラム	内容	備考
1	1- 11	ファイル名	拡張子を示すドットを除去
2	13- 22	イベント開始日時	積算日(4 字)+時(2 字)+分(2 字)+秒(2 字)
3	24- 25	M 系列符号の次数	
4	27- 27	波数	
5	29- 30	繰り返し回数	
6	32- 33	送信プリヒート時間	
7	35- 35	測位部送波パワー切り替え	
8	37- 37	X - P N D # 1 電源 ON/OFF	
9	39- 40	X - P N D # 1 ゲート値 (前)	
10	42- 43	X - P N D # 1 ゲート値 (後)	
11	45- 45	X - P N D # 2 電源 ON/OFF	
12	47- 48	X - P N D # 2 ゲート値 (前)	
13	50- 51	X - P N D # 2 ゲート値 (後)	
14	53- 53	X - P N D # 3 電源 ON/OFF	
15	55- 56	X - P N D # 3 ゲート値 (前)	
16	58- 59	X - P N D # 3 ゲート値 (後)	
17	61- 61	X - P N D # 4 電源 ON/OFF	
18	63- 64	X - P N D # 4 ゲート値 (前)	
19	66- 67	X - P N D # 4 ゲート値 (後)	
20	69- 69	音速設定	
21	71- 74	音速設定値	
22	76- 77	出力トリガ数	
23	79- 80	イベントトリガ周期	
24	82- 82	電池電圧計測	
25	84- 90	センサデータ (圧力)	
26	92- 97	センサデータ (温度)	
27	99-103	センサデータ (方位)	
28	105-109	センサデータ (傾斜 X)	
29	111-115	センサデータ (傾斜 Y)	
30	117-118	0 固定	
31	120-121	0 固定	
32	123-124	0 固定	
33	126-127	0 固定	
34	129-130	0 固定	
35	132-133	0 固定	
36	135-136	0 固定	
37	138-139	0 固定	
38	141-141	測位終了ステータス	
39	143-147	X - P N D # 1 測位値	トランシーバとの距離計測, 1 回目
40	149-153	X - P N D # 1 測位値	トランシーバとの距離計測, 2 回目
41	155-159	X - P N D # 1 測位値	トランシーバとの距離計測, 3 回目
42	161-165	X - P N D # 1 測位値	トランシーバとの距離計測, 4 回目
43	167-171	X - P N D # 1 測位値	トランシーバとの距離計測, 5 回目
44	173-177	X - P N D # 1 測位値	トランシーバとの距離計測, 6 回目
45	179-183	X - P N D # 1 測位値	トランシーバとの距離計測, 7 回目
46	185-189	X - P N D # 1 測位値	トランシーバとの距離計測, 8 回目
47	191-195	X - P N D # 1 測位値	トランシーバとの距離計測, 9 回目
48	197-201	X - P N D # 1 測位値	トランシーバとの距離計測, 10 回目
49	203-207	X - P N D # 1 測位平均値	10 回計測の平均
50	209-213	X - P N D # 2 測位値	
51	215-219	X - P N D # 2 測位値	
52	221-225	X - P N D # 2 測位値	
53	227-231	X - P N D # 2 測位値	

54	233-237	X - P N D # 2 測位値
55	239-243	X - P N D # 2 測位値
56	245-249	X - P N D # 2 測位値
57	251-255	X - P N D # 2 測位値
58	257-261	X - P N D # 2 測位値
59	263-267	X - P N D # 2 測位値
60	269-273	X - P N D # 2 測位平均値
61	275-279	X - P N D # 3 測位値
62	281-285	X - P N D # 3 測位値
63	287-291	X - P N D # 3 測位値
64	293-297	X - P N D # 3 測位値
65	299-303	X - P N D # 3 測位値
66	305-309	X - P N D # 3 測位値
67	311-315	X - P N D # 3 測位値
68	317-321	X - P N D # 3 測位値
69	323-327	X - P N D # 3 測位値
70	329-333	X - P N D # 3 測位値
71	335-339	X - P N D # 3 測位平均値
72	341-345	X - P N D # 4 測位値
73	347-351	X - P N D # 4 測位値
74	353-357	X - P N D # 4 測位値
75	359-363	X - P N D # 4 測位値
76	365-369	X - P N D # 4 測位値
77	371-375	X - P N D # 4 測位値
78	377-381	X - P N D # 4 測位値
79	383-387	X - P N D # 4 測位値
80	389-393	X - P N D # 4 測位値
81	395-399	X - P N D # 4 測位値
82	401-405	X - P N D # 4 測位平均値
83	407-417	クロック校正誤差データ
84	419-419	出力電圧切り替え
85	421-421	送波禁止水深
86	423-423	送信結果（水深チェック）
87	425-425	送信結果（150V電圧チェック）
88	427-427	送信結果（タイムオーバーチェック）
89	429-429	送信結果（出力電圧チェック）
90	431-431	送信結果（送信スタート信号チェック）
91	433-434	出力電圧値

備考：

- ・送信イベントデータには，200Hz 送受信システムで記録される，送信情報 / 送信時の各種センサーデータ，システムの状態，各種設定値の情報が含まれる．
- ・データファイル名の"DDDDHHMM"は観測日時(UTC)を表す．
(DDDD：1994 年 1 月 1 日からの積算日，HH：時，MM：分)
- ・データファイル名の拡張子の"?"はトランシーバ番号を表す．
- ・項目 No.1～91 のデータはカンマで区切られている．

%%%

表 F-5 . 受信イベントデータファイル

%%%

データファイル名 :

DDDDHHMM.r?a (Raw モード受信イベントデータファイル , ヘッダ部のみ)
 DDDDHMM.r?a\$ (Raw モード受信イベントデータファイル , ch\$のデータ)
 DDDDHMM.r?2 (B モード受信イベントデータファイル , ヘッダ / データを含む)
 DDDDHMM.r?3 (P モード受信イベントデータファイル , ヘッダ / データを含む)

データフォーマット :

No.	カラム	内容	備考
1	1- 11	ファイル名	拡張子を示すドットを除去
2	13- 22	イベント開始日時	積算日 (4 字)+時 (2)+分 (2)+秒 (2)
3	24- 25	M 系列符号の次数	
4	27- 27	波数	
5	29- 30	繰り返し回数	
6	32- 33	送信プリヒート時間	
7	35- 35	測位部送波パワー切り替え	
8	37- 37	X - P N D # 1 電源 ON/OFF	
9	39- 40	X - P N D # 1 ゲート値 (前)	
10	42- 43	X - P N D # 1 ゲート値 (後)	
11	45- 45	X - P N D # 2 電源 ON/OFF	
12	47- 48	X - P N D # 2 ゲート値 (前)	
13	50- 51	X - P N D # 2 ゲート値 (後)	
14	53- 53	X - P N D # 3 電源 ON/OFF	
15	55- 56	X - P N D # 3 ゲート値 (前)	
16	58- 59	X - P N D # 3 ゲート値 (後)	
17	61- 61	X - P N D # 4 電源 ON/OFF	
18	63- 64	X - P N D # 4 ゲート値 (前)	
19	66- 67	X - P N D # 4 ゲート値 (後)	
20	69- 69	音速設定	
21	71- 74	音速設定値	
22	76- 77	出力トリガ数	
23	79- 80	イベントトリガ周期	
24	82- 82	電池電圧計測	
25	84- 90	センサデータ (圧力)	
26	92- 97	センサデータ (温度)	
27	99-103	センサデータ (方位)	
28	105-109	センサデータ (傾斜 X)	
29	111-115	センサデータ (傾斜 Y)	
30	117-121	有効受波器指定	
31	123-123	アレイ傾斜角設定値有効無効判定	
32	125-127	アレイ傾斜角設定値	
33	129-129	0 固定	
34	131-131	0 固定	
35	133-133	0 固定	
36	135-136	0 固定	
37	138-139	0 固定	
38	141-141	測位終了ステータス	
39	143-147	X - P N D # 1 測位値	トランシーバとの距離計測 , 1 回目
40	149-153	X - P N D # 1 測位値	トランシーバとの距離計測 , 2 回目
41	155-159	X - P N D # 1 測位値	トランシーバとの距離計測 , 3 回目
42	161-165	X - P N D # 1 測位値	トランシーバとの距離計測 , 4 回目
43	167-171	X - P N D # 1 測位値	トランシーバとの距離計測 , 5 回目
44	173-177	X - P N D # 1 測位値	トランシーバとの距離計測 , 6 回目
45	179-183	X - P N D # 1 測位値	トランシーバとの距離計測 , 7 回目
46	185-189	X - P N D # 1 測位値	トランシーバとの距離計測 , 8 回目
47	191-195	X - P N D # 1 測位値	トランシーバとの距離計測 , 9 回目
48	197-201	X - P N D # 1 測位値	トランシーバとの距離計測 , 10 回目
49	203-207	X - P N D # 1 測位平均値	10 回計測の平均
50	209-213	X - P N D # 2 測位値	

51	215-219	X - P N D # 2 測位値
52	221-225	X - P N D # 2 測位値
53	227-231	X - P N D # 2 測位値
54	233-237	X - P N D # 2 測位値
55	239-243	X - P N D # 2 測位値
56	245-249	X - P N D # 2 測位値
57	251-255	X - P N D # 2 測位値
58	257-261	X - P N D # 2 測位値
59	263-267	X - P N D # 2 測位値
60	269-273	X - P N D # 2 測位平均値
61	275-279	X - P N D # 3 測位値
62	281-285	X - P N D # 3 測位値
63	287-291	X - P N D # 3 測位値
64	293-297	X - P N D # 3 測位値
65	299-303	X - P N D # 3 測位値
66	305-309	X - P N D # 3 測位値
67	311-315	X - P N D # 3 測位値
68	317-321	X - P N D # 3 測位値
69	323-327	X - P N D # 3 測位値
70	329-333	X - P N D # 3 測位値
71	335-339	X - P N D # 3 測位平均値
72	341-345	X - P N D # 4 測位値
73	347-351	X - P N D # 4 測位値
74	353-357	X - P N D # 4 測位値
75	359-363	X - P N D # 4 測位値
76	365-369	X - P N D # 4 測位値
77	371-375	X - P N D # 4 測位値
78	377-381	X - P N D # 4 測位値
79	383-387	X - P N D # 4 測位値
80	389-393	X - P N D # 4 測位値
81	395-399	X - P N D # 4 測位値
82	401-405	X - P N D # 4 測位平均値
83	407-417	クロック校正誤差データ
84	419-419	受信モード (R , B , P)
85	421-421	発音音源番号
86	423-425	受波器アレイ傾斜角
87	427-427	ビーム数設定
88	429-430	ピーク数設定
89	432-433	0 固定
90	435-435	0 固定
91	437-437	0 固定
92	439-439	C H 1 サンプルングチェック判定
93	441-441	C H 2 サンプルングチェック判定
94	443-443	C H 3 サンプルングチェック判定
95	445-445	C H 4 サンプルングチェック判定
96	447-447	C H 5 サンプルングチェック判定
97	449-449	BANK メモリチェック判定
98	451-452	BANK メモリエラー発生 C H 識別情報
99	454-458	BANK メモリ CH1 エラー発生件数
100	460-464	BANK メモリ CH1 エラー発生先頭アドレス
101	466-470	BANK メモリ CH2 エラー発生件数
102	472-476	BANK メモリ CH2 エラー発生先頭アドレス
103	478-482	BANK メモリ CH3 エラー発生件数
104	484-488	BANK メモリ CH3 エラー発生先頭アドレス
105	490-494	BANK メモリ CH4 エラー発生件数
106	496-500	BANK メモリ CH4 エラー発生先頭アドレス
107	502-506	BANK メモリ CH5 エラー発生件数
108	508-512	BANK メモリ CH5 エラー発生先頭アドレス
109	514-515	受信時 A G C 値
110	517-	受信データ

備考：

- ・ Raw モード受信イベントデータには、200Hz 送受信システムで記録される Raw モード（生データ記録モード）データ、受信時の各種センサーデータ、システムの状態、各種設定値の情報が含まれる。
- ・ B モード受信イベントデータには、200Hz 送受信システムで記録される B モード（ビームフォーミングデータモード）データ、受信時の各種センサーデータ、システムの状態、各種設定値の情報が含まれる。
- ・ P モード受信イベントデータには、200Hz 送受信システムで記録される P モード（ピークデータモード）データ、受信時の各種センサーデータ、システムの状態、各種設定値の情報が含まれる。
- ・ データファイル名の"DDDDHHMM"は観測日時(UTC)を表す。
（ DDDD：1994 年 1 月 1 日からの積算日，HH：時，MM：分 ）
- ・ データファイル名の拡張子の"? "はトランシーバ番号を表す。
- ・ 項目 No.1～110 のデータはカンマで区切られている。
- ・ Raw モード受信イベントデータの受信データ（項目 No.110）は、受波アレイのチャンネル毎にファイルに出力されている。
- ・ 受波器アレイの仕様は以下の通り。
チャンネル数 : 5ch
受波感度 : -203dB 以上（0dB = 1V / μ Pa）
素子間隔 : 約 5.625m
アレイ長 : 約 30m
- ・ 項目 No.110 の受信データは HEX の固定長で表示されており、受信データ内ではデータの区切り文字はない。データの並びは受信モード毎に異なり以下の通り。

1）Raw モード受信データ

データ並び：

チャンネル番号 振幅データ 1 振幅データ 2 ...

備考：

- チャンネル番号は 1byte 使用し 10 進数で表示。
- 振幅データは 1 データあたり 4bytes 使用し 16 進数で表示。
- サンプリング周波数は 800[Hz]
- 振幅は、12bit A/D 変換の出力（ -2048 ～ 2047 ）

2）B モード受信データ

データ並び：

ビーム番号 振幅データ 1 振幅データ 2 ... 振幅データ N ...

備考：

- 最初のビーム番号から振幅データ N まだが 1 つのビームデータを表しており、この並びでビーム数分繰り返される。
- ビーム番号は 1byte 使用し 10 進数で表示。
- 振幅データは 1 データあたり 6bytes 使用し 16 進数で表示。
- N は M 系列信号 1 シーケンス分のデータ数 (M 系列符号数 × 波数 × 8)。
- サンプリング周波数は 1600[Hz]
- ビーム番号 1 は +10° (海面方向)，ビーム番号 2 は -10° (海底方向)，ビーム番号 3 は 0° (水平方向) のビームを表す。
- ビーム番号 3 は計測時の設定によっては取得されない。

3）P モード受信データ

データ並び：

ビーム番号 ピーク数 極大点情報 1 極大点情報 2 ... 極大点情報 X ...

備考：

- 最初のビーム番号から極大点 X まだが 1 つのビームデータを表しており、この並びでビーム数分繰り返される。
- ビーム番号は 1byte 使用し 10 進数で表示。
- ピーク数（極大点数）は 2 or 3bytes 使用し 10 進数で表示。
（ 10 点以上 100 点未満の場合は 2bytes，100 点以上の場合は 3bytes 使用 ）
- 極大点情報には、ピーク値とその前後 2 点（計 5 点）の振幅、ピーク位置のアドレスが含まれる。データは、ピーク位置、2 つ前の振幅、1 つ前の振幅、最大振幅（ピーク値）、1 つ後の振幅、2 つ後の振幅の順に並ぶ。ピーク位置は 3bytes 使用し 16 進数で表示。振幅は 4bytes 使用し 16 進数で表示。
- ピークアドレスは 1600[Hz] でサンプルしたときのアドレス番号（最初のサンプルはアドレス 0）に対応しているので、これにサンプリング周期を掛ければデータの先頭からの相対時間になる。
- X は最大ピーク数

%%%%%%%%%

表 F-6 . 時刻校正イベントデータファイル

%%%%%%%%%

データファイル名 :

DDDDHHMM.p?t

データフォーマット :

No.	カラム	内容	備考
1	1- 11	ファイル名	拡張子を示すドットを除去
2	13- 22	イベント開始日時	積算日(4 字)+時(2 字)+分(2 字)+秒(2 字)
3	24- 24	海面ブイ接続状況	
4	26- 36	クロック校正誤差データ	
5	38- 41	温度 A / D 値	
6	43- 46	ドリフト補正 D / A	
7	48- 51	温度補正 D / A	
8	53- 56	D / A 補正合計	
9	58- 65	D / A 変更間隔	
10	67- 74	前回経過時間	
11	76- 83	前々回経過時間	
12	85- 97	1 H z 周波数ズレ	
13	99-111	見かけのドリフト量	
14	113-125	ドリフト補正量	
15	127-128	時刻校正しきい値	
16	130-137	通電積算時間	

備考 :

- ・ 200Hz 送受信システムでは GPS の時計を絶対時刻の基準原器として扱う . 1 日に 1 回 GPS の時刻データと正分パルスを入力し , トランシーバ内部時計 (水晶発振器) との時刻差が閾値を超える場合 , 時刻合わせを行い , そのドリフト量 (単位は μ sec) が記録される . 何らかの原因で GPS の信号が得られない場合は , 校正用に搭載しているルビジウム原子時計による水晶発振器の周波数校正が行われ , 周波週のドリフト量が記録される .
- ・ 時刻校正イベントデータには , 200Hz 送受信システムで記録される上記の時刻校正に関する情報 (同システムを制御する内部クロックのドリフト量等) が含まれる .
- ・ データファイル名の "DDDDHHMM" は観測日時 (UTC) を表す .
(DDDD : 1994 年 1 月 1 日からの積算日 , HH : 時 , MM : 分)
- ・ データファイル名の拡張子の "?" はトランシーバ番号を表す .
- ・ 項目 No. 1 ~ 16 のデータはカンマで区切られている .

%%%%%%%%%

表 F-7 . M 系列復調後の B モード受信データファイル

データファイル名 :

DDDDHHMM.r?2d

データフォーマット :
データファイルはバイナリ形式で , big-endian バイト IEEE 浮動小数点の 32 ビット浮動小数点数 (MATLAB では 'float32' , C, Fortran では 'real*4') で記録されている .
記録されているデータは M 系列復調後の振幅データで , サンプル順 , ビーム順に並ぶ (ビーム 1 の振幅 1 ~ N , ビーム 2 の振幅 1 ~ N , ...) .

備考 :
・本データは , OAT 解析システム (200Hz 送受信システムで計測されたデータを陸上で処理するためのソフトウェア) の M 系列復調処理を B モード受信イベントデータに対して施したものである .
・データファイル名の "DDDDHHMM" は観測日時 (UTC) を表す .
(DDDD : 1994 年 1 月 1 日からの積算日 , HH : 時 , MM : 分)
・データファイル名の拡張子の "?" はトランシーバ番号を表す .
・時間軸の情報は B モード受信イベントデータと同じ (サンプル周波数 , データの先頭の時刻は同じ) .

表 F-8 . 音響データ受信時の AGC データファイル

データファイル名 :

T?_agc.txt

データフォーマット :

No.	カラム	内容	備考
1	1- 8	ファイル名	拡張子を除いたファイル名 . " 積算日 (4 文字) + 時 (2 文字) + 分 (2 文字) " で表現 .
2	10- 13	年	計測日時
3	15- 16	月	計測日時
4	18- 19	日	計測日時
5	21- 22	時	計測日時
6	24- 25	分	計測日時
7	27- 28	秒	計測日時
8	30- 31	AGC 値 [dB]	データ計測時の AGC アンプの利得

備考 :
・データファイル名の "?" はトランシーバ番号を表す .
・本データは , 各受信イベントデータファイルから抽出した AGC 値を整理したものである .

表 F-9 . トランシーバ内部時計のドリフト量データファイル

データファイル名 :

T?_clock.txt

データフォーマット :

No.	カラム	内容	備考
1	1- 8	ファイル名	拡張子を除いたファイル名 . " 積算日 (4 文字) + 時 (2 文字) + 分 (2 文字) " で表現 .
2	10- 13	年	計測日時
3	15- 16	月	計測日時
4	18- 19	日	計測日時
5	21- 22	時	計測日時
6	24- 25	分	計測日時
7	27- 28	秒	計測日時
8	30- 38	ドリフト量	内部時計の時間ドリフトまたは周波数ドリフト量
9	40- 40	時刻校正状態	0:時刻校正なし, 1:GPS 校正, 2:ルビジウム校正
10	42- 49	前回経過時間	前回の時刻校正イベントからの経過時間 [sec]

備考 :

- ・ 200Hz 送受信システムでは GPS の時計を絶対時刻の基準原器として扱う . 1 日に 1 回 GPS の時刻データと正分パルスを入力し , トランシーバ内部時計 (水晶発振器) との時刻差が閾値を超える場合 , 時刻合わせを行い , そのドリフト量 (単位は μsec) が記録される . 何らかの原因で GPS の信号が得られない場合は , 校正用に搭載しているルビジウム原子時計による水晶発振器の周波数校正が行われ , 周波数のドリフト量が記録される .
- ・ データファイル名の "?" はトランシーバ番号を表す .
- ・ 本データは , 時刻校正イベントデータファイルから抽出したトランシーバ内部時計のドリフト量を整理したものである .

表 F-10 . XBT データファイル

データファイル名 :

MMDDhhmm.DAT

データフォーマット :

No.	場所	内容	備考
1	1 行目の 24-31 桁	観測日	年/月/日 . 年は西暦の下 2 桁 .
2	1 行目の 34-41 桁	時刻	時:分:秒 .
3	1 行目の 44-50 桁	緯度	ab.xyzN(S) 北緯 (南緯) ab 度 xy.z 分
4	1 行目の 56-63 桁	経度	abc.xyzE(W) 東経 (西経) abc 度 xy.z 分
5	2 行目以降	XBT データ	データの並びは ` , 深度 [m] , 水温 [] の順 .

備考 :

- ・ データファイル名の "MMDDhhmm" は , 観測日時を表す .
(MM : 月 , DD : 日 , hh : 時 , mm : 分)
- ・ 測地系は WGS84 .

表 F-11 . XCTD データファイル

%%%

データファイル名 :
xctd*.txt

データフォーマット :

No.	場所	内容	備考
1	1 行目 9 桁目以降	観測日時	年/月/日 時:分:秒 . 年は西暦の下 2 桁 .
2	2 行目	経度	abc-vw.xyz E(W) 東経(西経)abc 度 vw.xyz 分
3	3 行目	緯度	ab-vw.xyz N(S) 北緯(南緯) ab 度 vw.xyz 分
4	8 行目以降	XCTD データ	データの並びは以下の通り 深度[m], 水温[], ?, 塩分[psu]の順 .

備考 :

・測地系は WGS84 .

%%%

表 F-12 . CTD データファイル

%%%

データファイル名 :
ctd*.txt

データフォーマット :

No.	場所	内容	備考
1	1 行目	緯度	ab-vw.xyz N(S) 北緯(南緯) ab 度 vw.xyz 分
2	2 行目	経度	abc-vw.xyz E(W) 東経(西経)abc 度 vw.xyz 分
3	3 行目	観測日時	ab cd efgh ij:kl:mn 西暦 efgh 年 ab 月 cd 日 ij 時 kl 分 mn 秒
4	4 行目以降	CTD データ	データの並びは以下の通り . スキャン番号, 圧力[dbar], 深度[m], 水温[], 電気伝導度, 塩分[psi], 音速[m/s], ポテンシャル温度, ...

備考 :

・測地系は WGS84 .

%%%

表 F-13 . BT データファイル

データファイル名 :
bt_profil.txt
データ項目 :
BT データ .

データフォーマット :

No.	場所	内容	備考
1	1 番目のデータ	深度	Meter
2	2 番目のデータ	水温	度
3	3 番目のデータ	塩分	
4	4 番目のデータ	音速	m/s

備考 :

表 F-14 . EOF データファイル

データ項目 :
EOF データ .
データファイル名 :
eof_f.txt

データフォーマット :

No.	場所	内容	備考
1	1 番目のデータ	深度	Meter
2	2 番目のデータ	EOF 第一モード	
3	3 番目のデータ	EOF 第二モード	
4	4 番目のデータ	EOF 第三モード	
5	5 番目のデータ	EOF 第四モード	

データファイル名 :
eof_s.txt

データフォーマット :

No.	場所	内容
1		上から降順にに第一モード、第二モード、第三モード・・・の特異値

備考 :

表 F-15 . 固有音線情報データファイル

%%%

データ項目：
固有音線情報（解析に用いられた音線（＝同定された音線）のみ）

データファイル名：
ray.txt

データフォーマット：

No.	場所	内容	備考

1	1 カラムのデータ	測線	測線番号 Transceiver
2	2 カラムのデータ	音源放射角度	度
3	3 カラムのデータ	伝播時間	秒
4	4 カラムのデータ	受波器入射角度	度
5	5 カラムのデータ	音波伝播損失	d B

備考：
%%%

表 F-16 . ピークトラッキング結果データファイル

%%%%%%%%%

データ項目：

ピークトラッキング結果テキストデータファイル。

注：年度により形式が少し異なっている。

Kete1997

データファイル名：

tracking.txt

データフォーマット：

No.	内容	備考
1	測線 No.	
2	順逆方向（ 0：順方向、 1：逆方向）	
3	月	
4	日	
5	時刻	
6	ビーム (0:+, 1:-)	
7	Template 番号	
8	トラッキングピーク番号	
9	同定先音線番号	
10	ピーク伝播時間	
11	同上送受波器挙動の補正後	
12	固有音線伝搬時間	

CEPTE1999

データファイル名：

Line_XX.txt XX：測線番号

データフォーマット：

No.	内容	備考
1	測線 No.	
2	月	
3	日	
4	時刻	
5	ビーム（ 0：上からの入射角度、 1：下からの入射角度）	
6	トラック番号（ピークトラッキングに使用したトラック番号）	
7	同定先音線番号	
8	順方向ピーク伝播時間	
9	逆方向ピーク伝播時間	
5	固有音線伝搬時間	
6	時間差（順方向ピーク伝播時間－逆方向ピーク伝播時間） / 2	
7	時間平均：平均伝播時間（順方向ピーク伝播時間 + 逆方向ピーク伝播時間） / 2	

Kete2001

データファイル名：

Line_XX.txt

データフォーマット：

No.	内容	備考
1	測線 No.	
2	同定先の理論値音線番号	解析に用いた番号
3	月	
4	日	

5	時刻			
6	1994 年 1 月 1 日からの積算時間			
7	ビーム(0:+,1:-)			
8	Template 番号			
9	順方向の計測ピーク伝播時間	秒		
10	同上 逆方向		秒	
11	順逆方向平均ピーク伝播時間	秒		
12	順逆方向ピーク伝播時間差	秒	(順方向 - 逆方向) / 2	
13	理論値固有音線伝播時間		秒	
14	理論値音線ー計測ピーク伝播時間		秒	11 - 13

備考：

順方向とは測線ごとに取り決めて次のようにしてある。
Transceiver の番号の小さい方から大きいほうへの伝播を順方向、
その逆を逆方向と定めている。

T1 - > T2 : Transceiver 1 から Transceiver 2 への音波伝播は順方向伝播。
T2 - > T1 : Transceiver 2 から Transceiver 1 への音波伝播は逆方向伝播。
T1 - > T3 : Transceiver 1 から Transceiver 3 への音波伝播は順方向伝播。
T3 - > T1 : Transceiver 3 から Transceiver 1 への音波伝播は逆方向伝播。
T3 - > T4 : Transceiver 3 から Transceiver 4 への音波伝播は順方向伝播。
T4 - > T3 : Transceiver 4 から Transceiver 3 への音波伝播は逆方向伝播。

%%%

表 F-17．逆問題解析途中データ R（観測行列）データファイル

%%%

データ項目：

- 逆問題解析途中データの R（観測行列）
- 縦：解析に用いた音線本数（129）
- 横：EOF モード数 * 三角関数法波数

三角関数法では観測行列 R の係数は次の式で算出する。
 $R_{ij} = -F_{j1} * L / (C * C) * A_{j2}$
ここで、i：音線 1～N、J：EOF モード数の未知数と sin,cos の波空間数の未知数を掛け合わせた数
F：EOF モード、L：音線の経路長(m)、C：音速(m/s)、A：三角関数空間の sin,cos 波数ごとの係数

BOX法では $R_{ij} = -F_{j1} * L / (C * C)$ となる。

データファイル名：
R.txt

データフォーマット：

カラム	内容	備考
1	Row 番号	
2	Column 番号	
3	係数（EOF のモード毎、Sin/Cos 波ごと/BOX 法では区間ごとの係数）	

備考：
三角関数法については「付録 J-1 確率的逆問題解析手法（三角関数展開法）」を参照。

%%%

表 F-18．逆問題解析途中データ測時誤差共分散行列（Gee）データファイル

%%%

データ項目：

- 逆問題解析途中データの測時誤差の共分散行列。
- 行数 = 列数 = 解析に使用した音線本数
- 測時誤差の共分散行列 Gee は次の式で求める
- $Gee(i, j) = \text{対角行列で対角要素} = \text{測時誤差の二乗}$

データファイル名：
Gee.txt

データフォーマット：

カラム	内容	備考
1	行列の Row 番号	
2	行列の Column 番号	
3	係数（測時誤差の二乗）	

備考：
測時誤差：観測及び推定における時間領域での見積もり誤差でパラメータで与える。

%%%

表 F-19．逆問題解析途中データ音速変動共分散行列（Gcc）データファイル

%%%

データ項目：
逆問題解析途中データの Gcc（音速変動量共分散行列）
正方行列（縦＝横＝EOF モード数 * 三角関数法波数、BOX 法の場合は空間数）

データファイル名：
Gcc.txt
音速変動共分散行列は次の式で求める。
三角関数法の場合、
 $Gcc(i, j) = Eof$ の特異値 2 乗 * S
ここで $i = j = Eof$ のモード数 * S : Sin/Cos 波数空間ごとの係数

BOX 法の場合、
 $Gcc(i, j) = Eof$ の特異値 2 乗 * S
ここで $i = j = Eof$ のモード数 * 解析する緯度経度空間数、S : 緯度経度空間ごとの
距離の相関係数

データフォーマット：

カラム	内容	備考
1	Row 番号	
2	Column 番号	
3	係数（EOF のモード毎、空間ごとの係数）	

%%%

表 F-20．逆問題解析途中データ推定演算子行列（L）データファイル

%%%

データ項目：
逆問題解析途中データの L 推定演算子行列
正方行列（縦＝横＝EOF モード数 * 三角関数法波数）
推定演算子行列は次の式で求める。
 $L = Gcc * Rt / (R * Gcc * Rt + Gee)$
ここで R : 観測行列、Rt : 同左転置行列、Gcc : 音速変動共分散行列、Gee : 測時誤差共分散行列

データファイル名：
Gcc.txt

データフォーマット：

カラム	内容	備考
1	Row 番号	
2	Column 番号	
3	係数（EOF のモード毎、Sin/Cos 波ごとの係数）	

備考：

%%%

表 F-21 . 逆問題解析結果 EOF 係数の推定値データファイル

%%%

データ項目：
逆問題解析結果の EOF 係数の推定値。
EOF 係数の推定値は次の式で求める。
Eof 係数の推定値 = L * t
ここで L：推定演算子（計算式は form_L を参照） t：固有音線理論値の伝播時間と観測した
ピークデータの伝播時間の時間差

データファイル名：
Eof_Coef.txt

データフォーマット：

カラム	内容	備考
1	データの並びの番号 (1 ~ 324 : Eof モード数 4 * 8 1 (三角関数法未知数))	
2	EOF 展開係数の推定値	

備考：
Coef = L * dT

データの並びの順番は Eof モード 1 の波数空間での推定値 1、推定値 2、、、推定値 8 1、
モード 2 の波数空間での推定値 1、推定値 2、、、推定値 8 1、、、
モード 4 の波数空間での推定値 1、推定値 2、、、推定値 8 1

逆問題で 3 次元空間（緯度、経度、深度軸）の音速/水温の推定を行う方法については、
陸上解析ソフトでは次の 3 つの方法を試している。3 つの手法共に EOF 展開された音速の
EOF 係数を推定するものであるが、その EOF 係数の緯度経度平面での展開方法が異なっている。
(1) BOX 法：緯度経度グリッドの中心点の音速/水温を推定する方法。
(2) 三角関数法：緯度経度平面を Sin 波、Cos 波で展開し、その波ごとの振幅を推定
する方法。
(3) ガウス法：緯度経度軸平面のグリッドごとに、平面全体をガウス関数で展開し、
各グリッド点におけるガウス関数の重み係数を求める手法。

この内、1997 年の黒潮続流解析では三角関数法を用いている。
この三角関数法については付録 J-1 確率的逆問題解析手法（三角関数展開法）を参照。

%%%

表 F-22 . 逆問題解析結果データファイル

%%%

データ項目：
逆問題解析結果結果テキストデータファイル。

データファイル名：
invrs_outMMDD.txt MMDD：月日

データフォーマット：

No.	内容	備考
1	緯度	度（北緯）
2	経度	度（東経）
3	深度	m
4	推定結果の音速	m / s
5	推定結果の水溫	度
6	推定結果の音速アノマリー	m / s
7	推定結果の水溫アノマリー	度

備考：

%%%

表 F-23 . 逆問題解析精度予測：解の分解能行列データファイル

%%%

データ項目：
解析精度の解の分解能行列テキストデータファイル。

データファイル名：
AnaResol.txt

データフォーマット：

No.	内容	備考
1	行番号	
2	列番号	
3	行列 L・R の値	

備考：

%%%

表 F-24 . 逆問題解析精度予測：解の分解能行列データファイル

%%%

データ項目：

解析精度の解の情報分布行列テキストデータファイル。

データファイル名：

AnaInf.txt

データフォーマット：

No.	内容	備考
1	行番号	
2	列番号	
3	行列 R・L の値	

備考：

%%%

表 F-25 . 逆問題解析精度予測：推定音速/水温誤差分布データファイル

%%%

データ項目：

推定音速誤差分布テキストデータファイル。

データファイル名：

SSpdErr.txt

データフォーマット：

No.	内容	備考
1	緯度	度
2	経度	度
3	深度	m
4	推定音速誤差	m/s

備考：

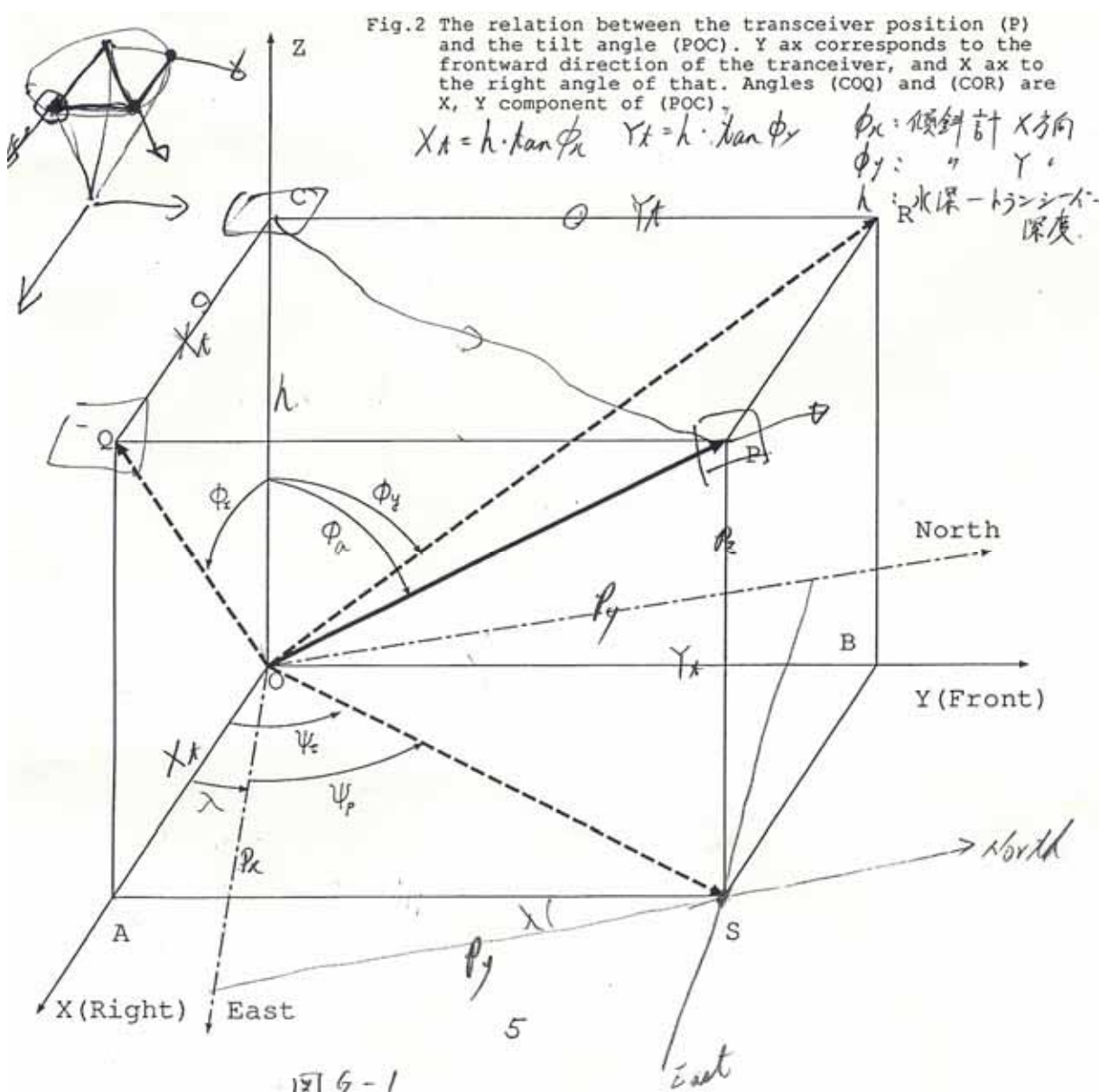
%%%

付録 G . 深度計、軸索の方位計、軸索の傾斜計を用いての Transceiver 測位

Kete2001 では Transponder の障害により Transponder 測位が不能になるという障害が発生した。そこで、その障害の期間については深度計、軸索の方位計、軸索の傾斜計の値を利用して Transceiver 測位の代用を行った。本付録では、その代用測位方法を説明する。

実際の代用計算では、まず Transponder 測位が正常に行われている時の測位結果を真値として、センサー（方位計、傾斜計）で代用した測位を推定値とし、誤差（真値 - 推定値）を補正するための補正曲線を回帰式で求めておき、Transponder が故障した期間は、センサーで求めた測位の推定値に補正曲線で補正した値をセンサー測位結果とした。補正に関する評価については「測位計、傾斜計、方位計データを用いたトランシーバ位置の挙動解析 海洋観測研究部 第 4 研究グループ 1997 年 1 月」を参照。

ここではセンサー測位に対する補正値を加味する前のセンサーを用いての代用測位計算の方法を示す。（センサーの誤差とは例えば軸索がたるんでいた場合、アンカーから Transceiver までの傾斜角度が、計測される Transceiver 付近では小さくなる傾向になる。）



まず、図 G-1 よりトランシーバ座標系は次の式で表される。

$$(X_t, Y_t, Z_t) = (h \cdot \tan \alpha_x, h \cdot \tan \alpha_y, h) \text{----- 式 G-1}$$

ここで、

h：トランシーバから海底までの距離（水深 - トランシーバ深度）

α_x ：傾斜計（X 軸方向の傾き） α_y ：傾斜計（Y 軸方向の傾き）

又、図 G-1 より測位座標値（地理的座標値）はトランシーバ座標系を用いて次のようにあらわされる。

$$P^-x = X_t \cdot \cos \alpha_y + Y_t \cdot \sin \alpha_y \text{----- 式 G-2}$$

$$P^-y = -X_t \cdot \sin \alpha_y + Y_t \cdot \cos \alpha_y \text{----- 式 G-3}$$

この P^-x 、 P^-y を用いて地理座標系の方位（ r 座標系の θ ）は次の式で表すことが出来る。

$$\theta = \tan^{-1}(P^-y / P^-x) \text{----- 式 G-4}$$

一方、図 G-1 の O-S は海底に投影された軸索のアンカーからの距離であり、 r 座標系の r である。 r は次の式で表される。

軸索の海底への傾きは次の式で表される。

$$\alpha = \tan^{-1}(\sqrt{\tan^2 \alpha_x + \tan^2 \alpha_y}) \text{----- 式 G-5}$$

又、 r は次の式で表される。

$$r = h \cdot \tan(\alpha) \text{----- 式 G-6}$$

よって

$$r = h \cdot \tan(\tan^{-1}(\sqrt{\tan^2 \alpha_x + \tan^2 \alpha_y})) \text{となる。}$$

従って、地理座標系での Transceiver の座標は次の式 G-7 で洗わせられることになる。

$$X = r \cdot \sin(\theta)$$

$$Y = r \cdot \cos(\theta) \text{----- 式 G-7}$$

本資料でのセンサーを用いた測位計算はこの式 G-7 で計算されたものである。

繰り返しておくが、Kete2001 で実際にセンサーの値を用いて計算した結果には r と θ へ回帰式を用いた補正值が加味されている。 r についても θ についても誤差特性を持つと仮定し、その特性を回帰式で表現した。回帰式を用いた補正式の作り方は、トランスポンダー測位が正常なとき、誤差 = トランスポンダー測位 - G-7 式で算出した位置として、誤差を最小にする回帰式を求めた。Cepte2000 と Kete2001 では回帰式は Transceiver 毎にそれぞれ r と方位 θ でそれぞれ独立に作成したものを利用した。

付録 H ルビジウムを用いての時刻校正

Cepte2000 での Transceiver # 6 の海面ブイ流出の場合や、Kete2001 の場合のように海面ブイが設置されなかった場合、Transceiver 内部のクロックは GPS による校正が出来ない。この場合は内部のルビジウムを用いてクロック(水晶発振)の周波数誤差を計測し校正する。この時刻校正は陸上解析システムで行われる。

本付録 H ではルビジウムを用いたクロック校正について説明する。

1. ルビジウムの周波数を用いてのクロック(水晶)の周波数補正

図1 - 1 ルビジウムを用いたクロック補正の手続き図を参照

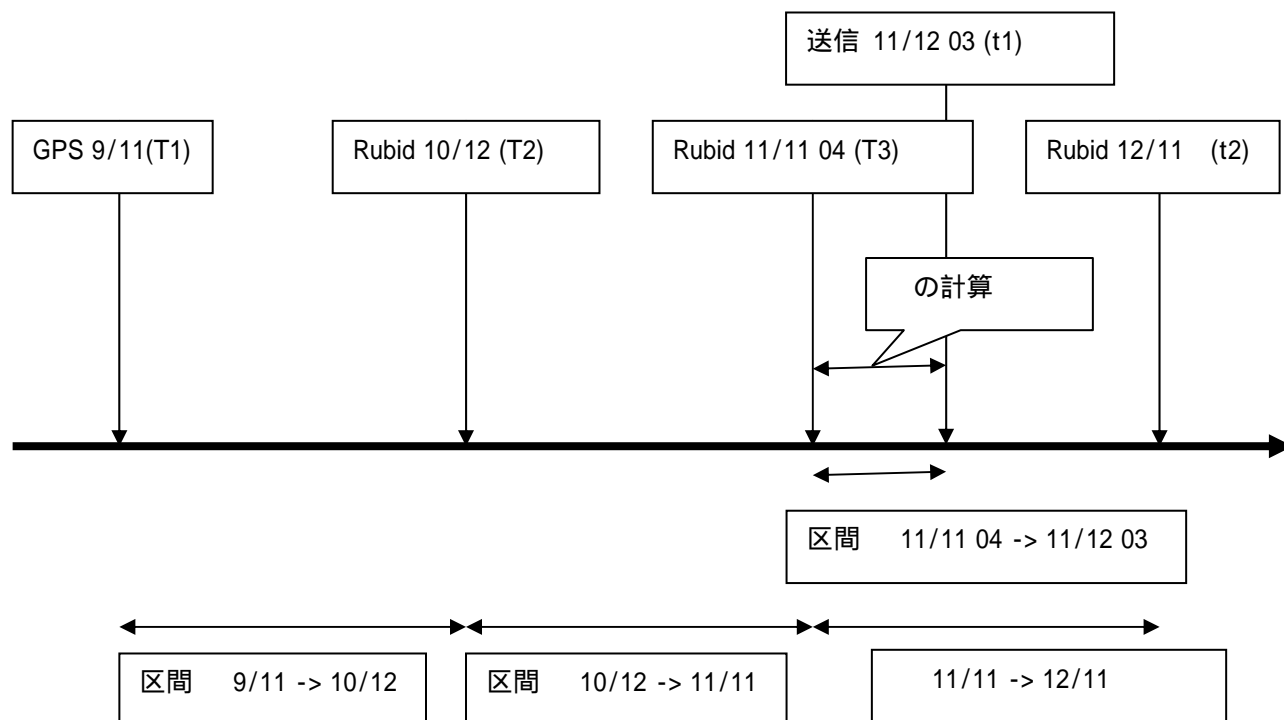


図1 - 1 ルビジウムを用いたクロック補正の手続図

次の(1)より図1 - 1の GPS 校正 9/11(T1)から、Rubidium 校正 11/12 03 時(t1)までのクロック校正量の算出方法を示す。

- (1) 区間 (GPS 9/11(T1) ~ Rubidium 10/12(T2))の時刻補正量(今回は GPS 補正の場合)

$$Tsum = (f1/10^9 - 1.0) * (T2 - T1)^2 / (2.0 * (T2 - T1)) \quad \text{--- 式 H-1}$$
 ここで、

f1: T2 時点でのルビジウムによるクロック(水晶)の周波数誤差の計測値

実際は p*t: クロック校正データファイルの中に R+000000555 の形式で 9 桁の数値で周波数誤差が記録されている。G+000000555 のように先頭に“G”が付いた場合は GPS による校正値を示す。

Tsum: Clock 補正量の積分値

尚、この時クロックの周波数誤差は0に補正される。

- (2) 区間 (Rubidium 10/12(T2) ~ 11/11 04 時(T3))の時刻補正量(ルビジウム補正区間)

$$Tsum = (f2/10^9 - 1.0) * (T3 - T2) / 2 \quad \text{--- 式 H-2}$$

ここで、 f_2 : T_3 時点でのルビジウムによるクロック(水晶)の周波数誤差の計測値
尚、この時クロックの周波数誤差は0に補正される。

(3) 区間 (Rubidium 10/12(T_2) ~ 11/11 04 時(T_3))の時刻補正量(ルビジウム補正区間)

$$T_{\text{sum}} = (f_3/10^9 - 1.0) \cdot (t_1 - T_3) / 2 \quad \text{--- 式 H-3}$$

ここで、 f_3 : t_1 送信時点でのルビジウムによるクロック(水晶)の周波数誤差の計測値
尚、この時クロックの周波数誤差は0に補正される。

従って、11/12 03 (t_1)時点でのクロック補正量は

$$T_{\text{sum}} = T_{\text{sum}} + T_{\text{sum}} + T_{\text{sum}} \quad \text{--- 式 H-4}$$

となる。

WS にある解析システムの信号受信 Program では、海面ブイが無く GPS でのクロック校正が出来ない場合は式 H-4 を用いて Rubidium によるクロック校正を行っている。

Kete2001 では Rubidium によるクロック補正が行われた受信パルス列を用いて、誤差修正後の残誤差の評価も行われている。

T6クロックドリフト調査とその補正

1. はじめに

CEPT2000 の観測中、9月10日ごろ Transceiver 6号機の海面ブイが流出した。これによって T6 のクロック補正は以降 GPS を用いて行なうことが出来なくなった。

本書では T6 に関する測線について、そのトラッキングピークの測線間の和・差の時間変化を調査し、T6 のクロック補正に必要な量を推定する試みを行なう。

2. T6<->T7 トラッキングされたピーク時刻の和

添付図 [T67_mean.gif](#) に T6<->T7 の双方向のトラッキングピーク時刻の平均を示す。図は年間平均からのアノマリーをプロットしている。それぞれの色はトラッキングラインに対応している。

ここで、伝搬時間の和(平均)は模式的に書くと

$$((T7 \text{クロックの時刻} - T6 \text{の同左}) + (T6 \text{クロックの時刻} - T7 \text{の同左}))/2$$

となるので T6 のクロックに誤差があってもキャンセルされる。(計測した時刻差が無い場合か若しくは、クロック誤差の差がほぼ無視出来る時間以内の場合)

添付図 [T67_mean.gif](#) からほぼキャンセルされているように見うけられる。

3. T6<->T7 トラッキングされたピーク時刻の差

添付図 [T67_diff.gif](#) に T6<->T7 の双方向のトラッキングピーク時刻の時間差を示す。T6 の衛星通信用海面ブイが流出した9月の10日ごろ以降、双方向の時間差が変化している。

図 [T67_diff.gif](#) より9月20日ごろから11月10日ごろまでの時間差の変化量がほぼ一定に減少しているとする、その量は9月20日頃の時点で約0msの差、11月10日頃の時点で約70msの差が図より読み取れる。従って、減少を直線と見なすと傾斜は $70\text{ms}/50\text{日} = 1.4\text{ms}/\text{日}$ となる。

T6 のクロックは約 $1.4\text{ms}/\text{Day}$ の割合で遅れていたということになる。

尚、図で11月10日、12月3日と12月11日終了の間は約600ms遅れの方へ突然ジャンプしている。この期間の詳細は図 [T67_diff_2.gif](#) を参照。これはクロックドリフトとは別の原因によるジャンプと思われる。

4. クロックドリフトとクロックジャンプの仕分け

9月10日ごろより11月9日ごろまでのクロックドリフトの原因はGPSを用いたクロック校正が出来なかったことによるものである。一方、11月10日、12月3日と12月11日終了の間の約600msのクロックジャンプは他の原因によるものであると考えられる。

現時点では時刻校正イベント結果ファイルを読みこんでクロック校正を行なう計測データ処理プログラムに問題がある可能性が高いと考えられている。従ってクロックジャンプについては本書によるまとめの後調査を行なう。

本書はクロックドリフトに関しての資料のみに限定する。

5. 二次の回帰線を用いたクロックドリフトの補正

添付図 [T67_polyfit_1.gif](#) へ二次の回帰線を用いたクロックドリフトの補正結果を示す。(添付図 [T67_polyfit_1.gif](#) の縦軸の msec は sec の間違い。)

図で、

カラーの点: 補正前のトラッキングされたピークの双方向の時間差 = $(T67 - T76) / 2$ を示す。それぞれのトラッキングラインは色で区別されている。

を結ぶ線: カラー点の X,Y 座標より、多項式回帰(二次)で求めた回帰線。

赤の点: カラーの点を回帰線で戻した値。

を示す。

図でカラーの点は流速の影響による受信時刻の揺らぎと、クロックの誤差とを含んでいる。一方、回帰線はその双方(流速・クロックの誤差の和)を0に補正しようとする。従って、カラーの点(ピークの双方向の時間差)を用いてクロック誤差のみを補正する式を得る事は非常に困難である。

しかしながら、なんらかの方法でクロックの誤差を補正し誤差を小さくする試みも必要である。

ここでは、純粋にクロックの補正は出来ないものの、おおよその補正量を求め、おおよその流速を抽出することを試みるという目的で二次の回帰式を用いてクロックの補正を行なった。

6. 二次の回帰式を用いたクロックドリフトの補正結果

添付図 [T67_polyfit_2.gif](#) へ順方向(T6->T7 の受信結果)と逆方向(T7->T6 の受信結果)のトラッキング結果を二次の回帰式を用いてクロックドリフトを補正した結果を示す。

上図は順方向(T6->T7)の年平均からのアノマリーを示し、下図は逆方向のものを示す。

上下図共にカラーの点は補正前を示し、赤の点は補正後を示す。

上図のカラーの点のプロットは $(T6 \rightarrow T7) (T6 \leftarrow T7 \text{ の平均値})$ を示している。従って $(\text{水温の変化量} + \text{流速の変化量} + \text{クロックの誤差の変化量}) - (\text{水温の変化量}) = \text{流速の変化量} + \text{クロック誤差の変化量}$ を表している。

よって、上下図共に二次の回帰線を用いてクロックドリフトを補正した結果は流速の変化量の情報とクロックドリフト補正誤差を含んでいることになる。

7. クロックドリフト推定量を用いて補正した時間差を用いた流速の推定結果

添付図 [curt_2_amend.gif](#) と [curt_3_amend.gif](#) へ測線 T2<->T6、T4<->T6、T6<->T7、T6<->T8 の流速の推定結果を示す。2枚の図のカラーの線はトラッキングラインごとの順逆方向伝搬時間差の変化を示し、黒の線は測線断面間の全深度での平均流速を示す。

順逆方向伝播時間差は二次の回帰線を用いたクロックドリフトの補正值(推定量)を用いてクロックドリフトを補正した時間差を用いている。

なお、伝播時間差補正後の残りの時間誤差量が UNKNOWN であるため、流速の誤差量も UNKNOWN である。但し、クロック誤差がかなり軽減されている事は図 [T67_polyfit_1.gif](#) と図 [T67_polyfit_2.gif](#) より見て取れる。従って流速の誤差もかなり軽減されているものと推測される。参考までにクロックドリフトの補正を行わない場合の [curt_2_amend.gif](#) と [curt_3_amend.gif](#) に対応する図を [curt_2.gif](#) と [curt_3.gif](#) に示す。

また、添付図 [T56_cur_3lay.gif](#) と [T67_cur_3lay.gif](#) に T5<->T6 測線間と、T6<->T7 測線間で、同様に測線間の流速を推定した例で、深度を3層に分割した結果を示す。結果から予想されるものは [curt_2_amend.gif](#) と [curt_3_amend.gif](#) の場合と同様に推定された流速の誤差量は UNKNOWN であるが、クロックドリフトの補正を行なった結果、流速の誤差はかなり軽減されている事が推測される。

付図

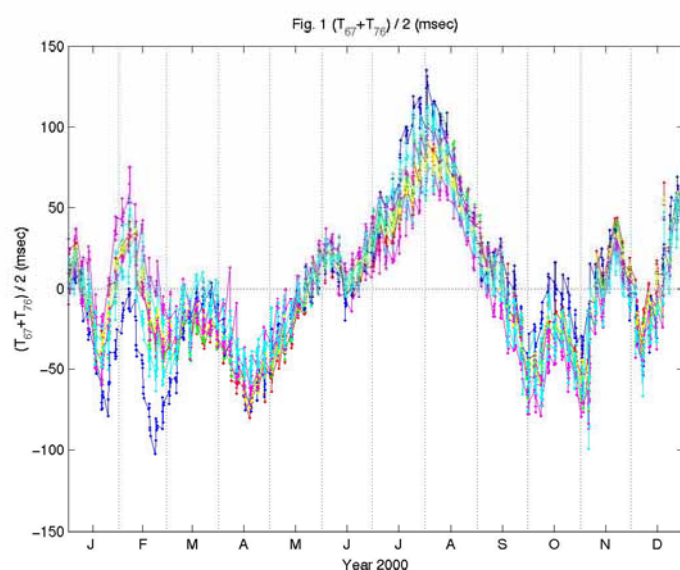


図1 . T67_mean.gif: T6<->T7 の双方向のトラッキングピーク時刻の平均

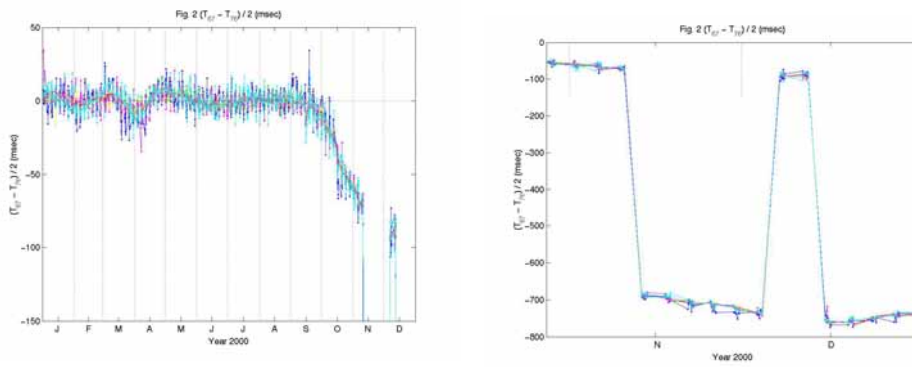


図2 . T67_diff.gif(左), T67_diff_2.gif(右) T6->T7 の双方向のトラッキングピーク時刻の時間差

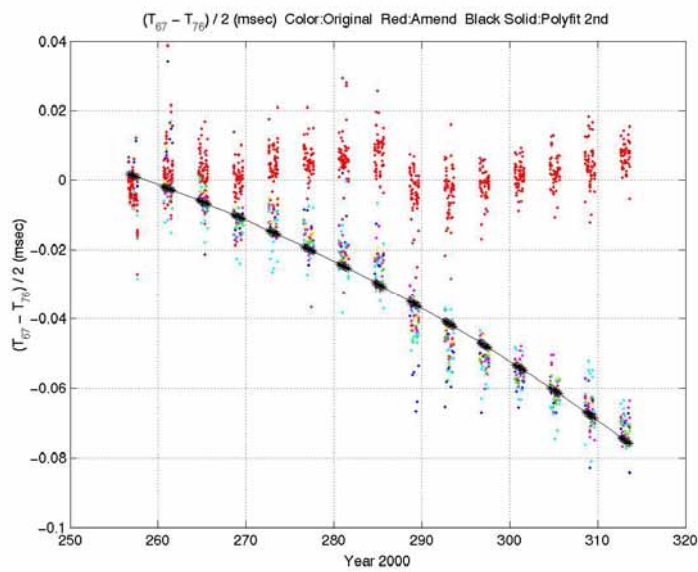


図3 . T67_polyfit_1.gif: 二次の回帰線を用いたクロックドリフトの補正結果(注: 図の縦軸の msec は sec の間違い)

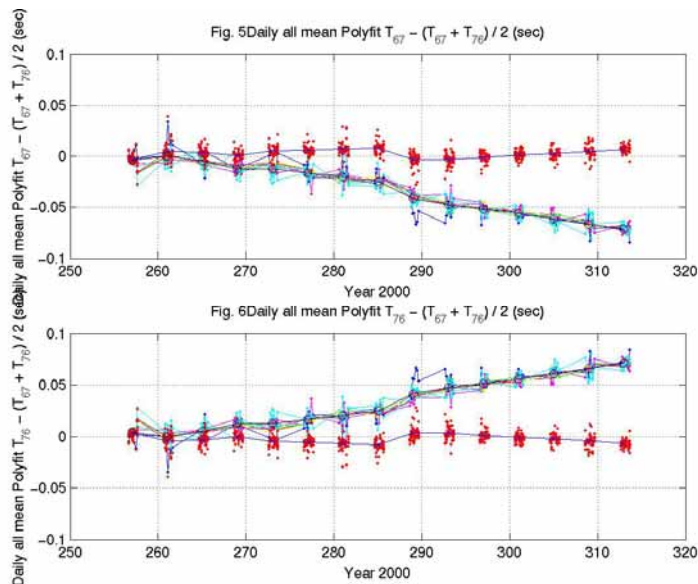


図4 . T67_polyfit_2.gif:順方向(T6->T7 の受信結果)と逆方向(T7->T6 の受信結果)のトラッキング結果を二次の回帰式を用いてクロックドリフトを補正した結果

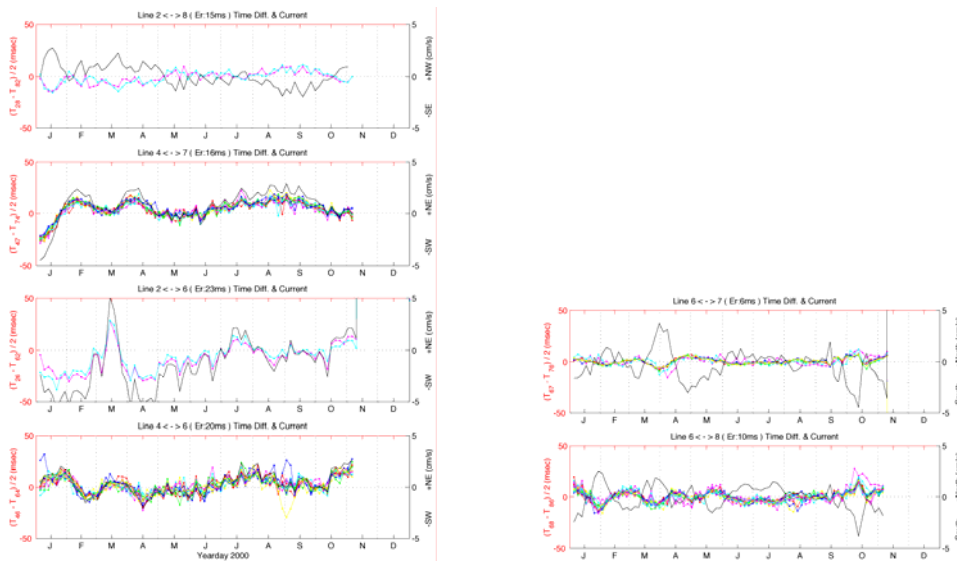
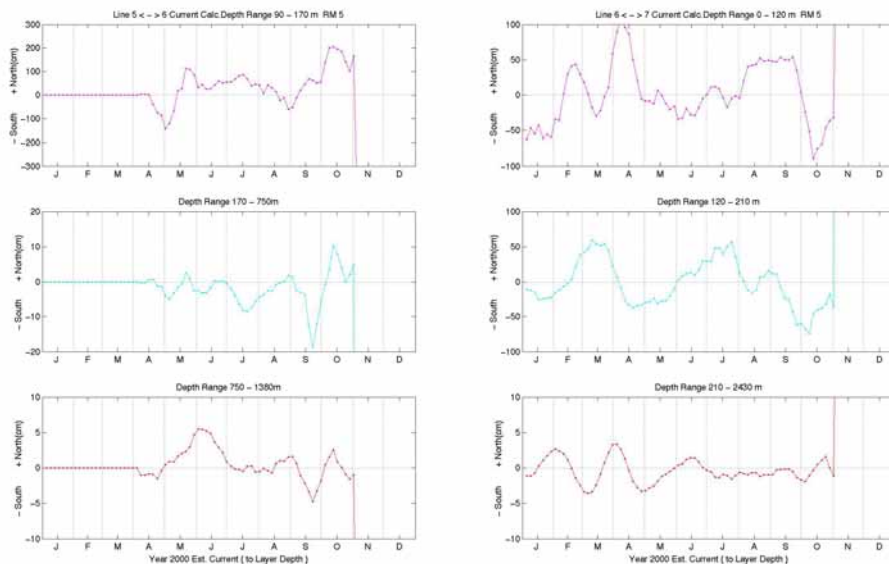


図5 . curt_2_amend.gif(左), curt_3_amend.gif(右): 測線 T2<->T6、T4<->T6、T6<->T7、T6<->T8 の流速の推定結果(クロック補正後)、[curt_2.gif](#), [curt_3.gif](#) : 測線 T2<->T6、T4<->T6、T6<->T7、T6<->T8 の流速の推定結果(クロック補正前)



T56_cur_3lay.gif(左), T67_cur_3lay.gif(右): T5<->T6 測線間と、T6<->T7 測線間で深度を3層に分割しそれぞれの深度層での流速を推定した結果

付録 I Raw Mode/B Mode データからピーク Mode データ生成処理の流れ

1. OAT での受信時系列データの種類

まず、OAT 観測では次の3つの種類の受信データが存在している。

- ・ Raw Mode 受信データ
- ・ B Mode 受信データ
- ・ Peak Mode 受信データ

それらは次の内容のデータであり、データファイルの構成は次のようになっている。

(1) Raw Mode 受信データ: 生の受信データ。計測パラメータなどをまとめた、ひとつの Header File

(DDDDHHMM.r*a)と、受信アレイごとの受波データを格納した DDDDHMM.r*a1 ~ DDDDHMM.r*a5 (1 ~ 5はアレイの Channel 番号)の計 6 ファイルが 1 セットになっている。

データ並び:

チャンネル番号 振幅データ 1 振幅データ 2 ...

備考:

- チャンネル番号は 1byte 使用し 10 進数で表示.
- 振幅データは 1 データあたり 4bytes 使用し 16 進数で表示.
- サンプリング周波数は 800[Hz]
- 振幅は, 12bit A/D 変換の出力 (-2048 ~ 2047)

(2) B モード受信データ: Raw Mode データに次の Process を行ったデータで、ファイル名は DDDDHMM.r*2 である。

Process: Raw Mode データ -> Channel 毎のデータの切り出し -> 累加 -> 3Beam に整相 -> BMode データ

データ並び:

ビーム番号 振幅データ 1 振幅データ 2 ... 振幅データ N ...

備考:

- 最初のビーム番号から振幅データ N までが 1 つのビームデータを表しており、この並びでビーム数分繰り返される.

- ビーム番号は 1byte 使用し 10 進数で表示.
- 振幅データは 1 データあたり 6bytes 使用し 16 進数で表示.
- N は M 系列信号 1 シーケンス分のデータ数 (M 系列符号数 × 波数 × 8).
- サンプリング周波数は 1600[Hz]
- ビーム番号 1 は +10 ° (海面方向), ビーム番号 2 は -10 ° (海底方向), ビーム番号 3 は 0 ° (水平方向) のビームを表す.
- ビーム番号 3 は計測時の設定によっては取得されない.

尚、AcstData フォルダ下の r*2d フォルダにある Bmode 復調データとは、上の処理に更に、相関処理が施され、復調されたデータで次のデータフォーマットになっている。

データフォーマット:

データファイルはバイナリ形式で、big-endian バイト IEEE 浮動小数点の 32 ビット浮

動小数点数 (MATLAB では 'float32', C, Fortran では 'real*4') で記録されている。例えば Matlab では、
[A, Count] = FREAD(fid, size, float) で数値を Read する事が出来る。

記録されているデータは M 系列復調後の振幅データで、サンプル順, ビーム順に並ぶ
(ビーム 1 の振幅 1 ~ N, ビーム 2 の振幅 1 ~ N, ...)。

(3) P モード受信データ: Bmode データに対し Peak 検出処理を行ったデータでファイル名は DDDDHMM.r*3 となっている。

データ並び:

ビーム番号 ピーク数 極大点情報 1 極大点情報 2 ... 極大点情報 X ...

備考:

- 最初のビーム番号から極大点 X までが 1 つのビームデータを表しており、この並びでビーム数分繰り返される.

- ビーム番号は 1byte 使用し 10 進数で表示.
- ピーク数 (極大点数) は 2 or 3bytes 使用し 10 進数で表示.

(10 点以上 100 点未満の場合は 2bytes, 100 点以上の場合は 3bytes 使用)

- 極大点情報には、ピーク値とその前後 2 点 (計 5 点) の振幅、ピーク位置のアドレスが含まれる。データは、ピーク位置、2 つ前の振幅、1 つ前の振幅、最大振幅 (ピーク値)、1 つ後の振幅、2 つ後の振幅の順に並ぶ。ピーク位置は 3bytes 使用し 16 進数で表示。振幅は 4bytes 使用し 16 進数で表示。
- ピークアドレスは 1600[Hz]でサンプルしたときのアドレス番号 (最初のサンプルはアドレス 0) に対応しているので、これにサンプリング周期を掛ければデータの先頭からの相対時間になる。
- X は最大ピーク数

2. Raw Mode データから Peak Mode データを生成するまでの処理の流れ

次の図 I-2-1 に処理の流れを示す。

図 I-2-1 には、対応する Sub Program 名 (陸上解析ソフト) が示されている。これら全部の Sub Program は Kei_DB.c と Kei_DB_maint.c という Main Program から Call されている。これらの Program の Source Code ファイル一式を“受信信号処理 Program”フォルダーに格納してある。

Raw Mode データ処理

Raw Mode データファイルの読み込み (Program: amode.c)

- ・Header 情報 (各種計測パラメータなど) の読み込み < - DDDDHMM.r*a ファイル
- ・生データの読み込み < - DDDDHMM.r*a# (1 ~ 5 Channel の受信生データファイル)

Channel 毎にデータの切り出しと累加 (Program: cut_sum.c)

- ・計測パラメータより切り出し開始時刻の決定
- ・所定の回数累加 (送信回数分切り出した時間幅の信号を累加 (ファイル名: XXXXA_3_1 ~ A_3_5 へ一時ファイル出力))

BeamForming 処理 (Program: Beamform.c)

- ・計測パラメータより X, Y 方向への受波器の傾斜角度を抽出
 - ・傾斜角度を元に Channel 毎に整相処理を行う。
- (ファイル名: XXXXA_4_1 ~ A_4_3 へ一時ファイル出力: 1 ~ 3 は +10, 0, -10 度ビームに相当)

ここまでの処理で Bmode データが生成される。

B Mode データ処理

M 系列信号の復調 (Program: mseq_decode.c)

- ・基準信号の発生 (Complex real: Cos, Imag: Sin)
 - ・M 系列符号の生成
 - ・M 系列レプリカ信号の生成
 - ・受信信号 = 入力信号 (Bmode) X 基準信号
 - ・相関信号 = 受信信号 X レプリカ信号: (周波数領域での処理)
 - ・相関処理結果の信号を時間領域へ (複素数)
 - ・複素数の絶対値を取り復調結果の実数信号の生成
- (ファイル名: tmp_bm_1 ~ 3 へ一時ファイル出力)

Peak Mode データ処理

ピーク検出処理 (Program: edit_93toc.c)

- ・3 ビームのデータ毎にピークデータ (5 点のピーク波形) を抽出
- ・レベルの大きい順に 100/150 点のピークデータを抽出し受信データとしてファイルに出力する。又、受信イベント情報として各種の計測情報 (センサー、トラポン) を加味して受信イベントデータとして DB に保存する。

受信データの編集

受信ピーク列 (受信時刻、レベル) の作成 (Program: Kei_DB_maint.c)

- ・までの処理で生成した受信イベントデータファイルの受信日時に対応する送信イベントデータを探し出し、送受信時刻、Transceiver の位置情報などを編集し、計測ピークデータファイルとして保存する。
- ・時刻校正イベントデータファイルを用いて、計測ピークデータファイルの受信時刻を修正する。
- ・Program によっては再度 Trapon 測位のやり直しや、Trapon が Down している場合は方位計、傾斜計の数値で位置補正を行っている。

図 I-2-1 Raw Mode データから Peak Mode データを生成までの処理フロー