

無人探査機ドルフィン-3Kによる 水中音源への接近到達法

小原 孝文^{*1} 服部 陸男^{*2} 青木 太郎^{*2}
野本 昌夫^{*2} 高橋 賢一^{*2} 吉田 和生^{*2}
段野 洲興^{*1} 渡辺 正之^{*1} 内田 徹夫^{*1}

無人探査機「ドルフィン-3K」の使命の一つは有人潜水調査船「しんかい2000」の救難である。そのため、「ドルフィン-3K」には「しんかい2000」に接近到達するための航海装置や、観測装置が搭載されている。また、到達後に救難作業を行うためのカッター等の装置も搭載可能である。

有人潜水調査船の救難訓練の一環として、「ドルフィン-3K」による海底トランスポンダへの到達訓練を1988年の2月、6月、10月に、駿河湾（水深約1400m）と相模湾（水深約1150m～2000m）で実施した。この到達訓練は、海底トランスポンダを「しんかい2000」に搭載されたトランスポンダと想定しての訓練である。その結果、ビークルを確実に海底トランスポンダに到達させられることが確認できた。本報告は、「ドルフィン-3K」による水中音源への接近到達方法と、それに使用した機器等について述べる。

キーワード：水中音源，方位探知ソーナー，前方障害物探査ソーナー，テレビカメラ

Homing and Approaching Procedure to a Sound Source by Deep Submergence ROV DOLPHIN-3K

Takafumi OHARA^{*3} Mutsuo HATTORI^{*4}
Taro AOKI^{*4} Masao NOMOTO^{*4}
Ken-ichi TAKAHASHI^{*4} Kazuo YOSHIDA^{*1}
Kunioki DANNO^{*3} Masayuki WATANABE^{*3}
Tetsuo UCHIDA^{*2}

As one of the missions of "DOLPHIN-3K" is the rescue of the manned submersible "SHINKAI 2000", "DOLPHIN-3K" has instruments for navigation and

*1 運航部

*2 深海開発技術部

*3 Ship Operations Department

*4 Deep Sea Technology Department

observation which are used to guide the vehicle to "SHINKAI 2000". It is also possible to equip the vehicle with a cutter, which is to be used in the rescue work. We carried out several training operations of the rescue of "SHINKAI 2000" in which a transponder mounted on the sea floor was used as the target instead of "SHINKAI 2000". The training was conducted in Suruga Bay (about 1,400 m in depth) and Sagami Bay (about 1,150 m ~ 2,000 m in depth) in February, June and October 1988. In this training, we could successfully lead the vehicle to the target. This report describes the homing and approaching procedure to the sound source. In addition, instruments primarily used in the training are presented.

Key word: Sound Source, Direction Finding Sonar, Obstacle Avoidance Sonar, TV Camera

1. はじめに

無人探査機で、海中にある小さな目標物に到達するのはかなり困難であるが、その物体が何らかの超音波を発信していると、発見するのが容易になる。航空機事故の際に海中からボイスレコーダを回収する場合も、このボイスレコーダに搭載されているピンガが発信する信号音を頼りに搜索される。「ドルフィン-3 K」には、この超音波を探知するための方位探知ソナーの他にも各種の航海装置や観測・調査用装置が搭載されており、これらの装置を操作することで目標の音源に到達が可能となる。また自動音響方位保持などの自動操縦も可能で、この機能を活用することで到達時間の短縮が可能である。

今までの運用訓練では、海底トランスポンダを目標として到達訓練を実施した。昭和63年2月、6月、10月の3度の運用訓練で合計14回の接近を試みて、到達時間差はあるものの、良好な結果が得られた。本報告は、「ドルフィン-3 K」による水中音源への接近到達方法について述べる。

2. 音源接近到達時の使用搭載装置及び自動操縦機能

運用訓練の際に、海底トランスポンダに到達するために使用した、主なビークル搭載装置の概要と性能及び自動操縦機能は下記のとおりである。

2.1 航海装置

2.1.1 方位探知ソナー

(1) 概 要

本器は、受波器モデル1（写真1）及び受波器モデル2（写真2）がビークル前面に搭載され、増幅器、信号処理器、演算処理器がビークルの通

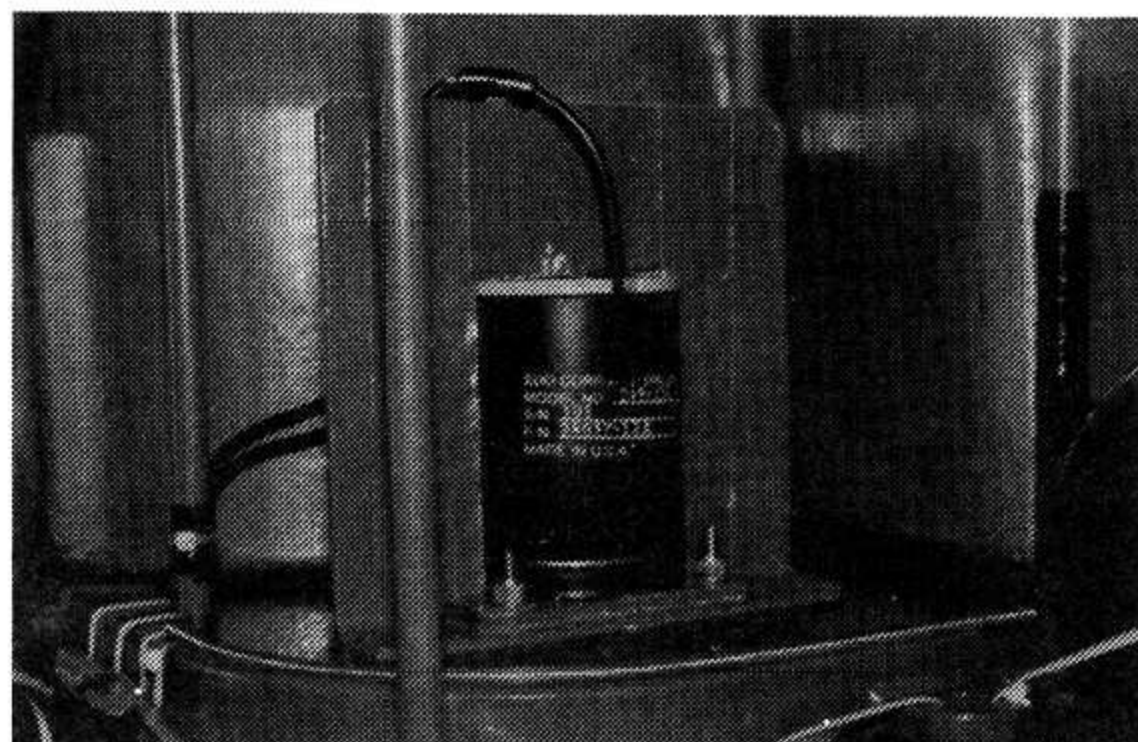


写真1 方位探知ソナーの受波器モデル1
Photo 1 Receiver model 1 of Direction Finding Sonar

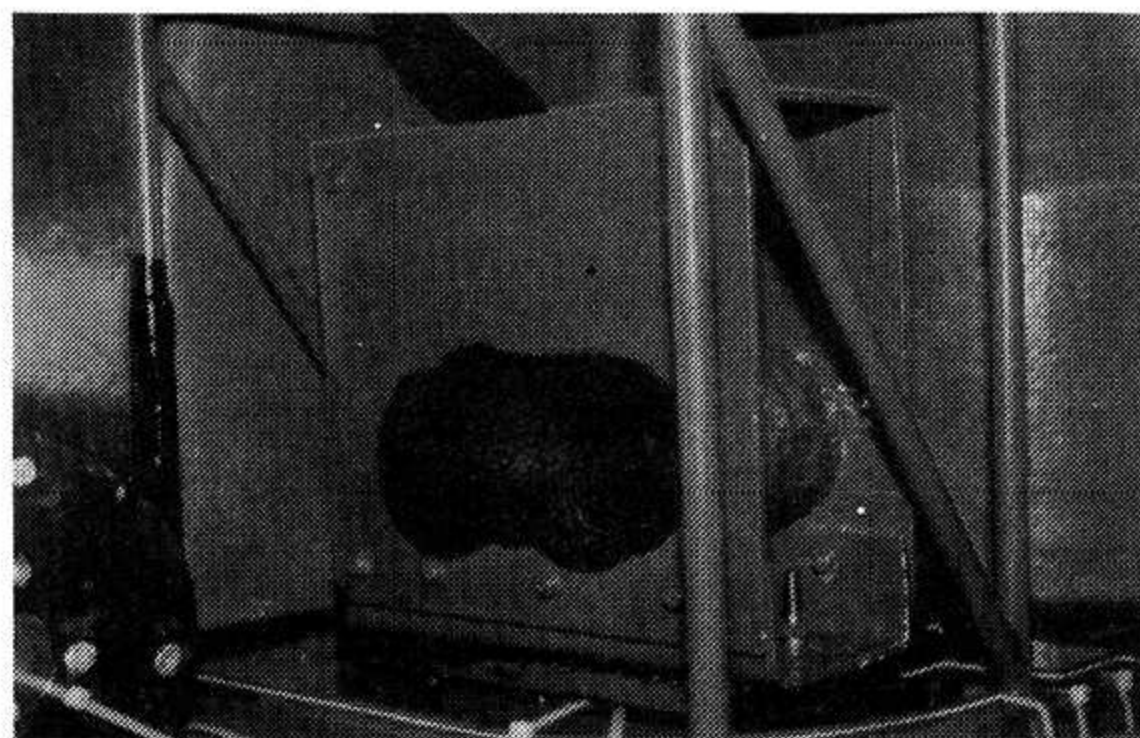


写真2 方位探知ソナーの受波器モデル2
Photo 2 Receiver model 2 of Direction Finding Sonar

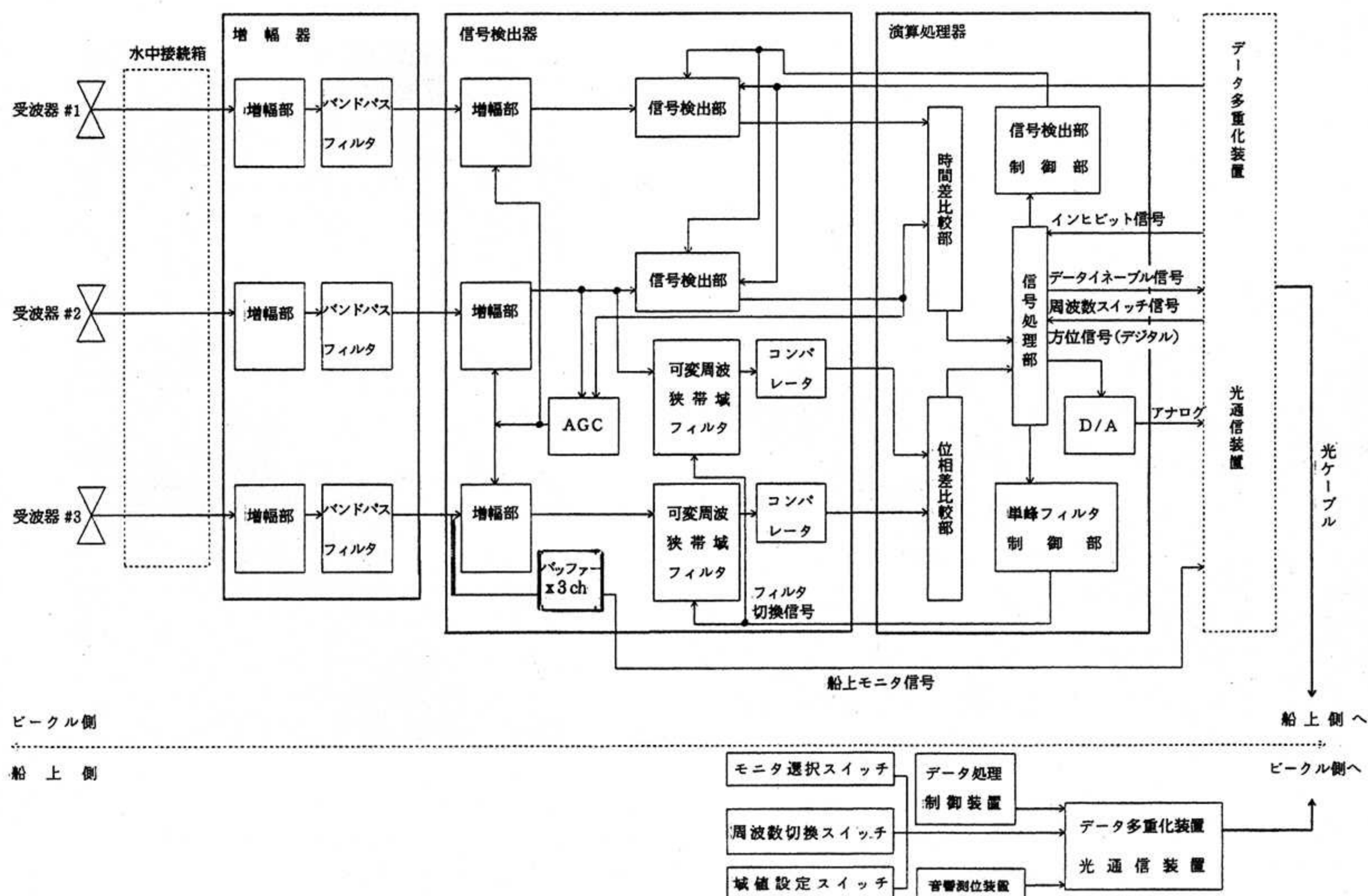


図 1 方位探知ソナーのブロック図
Fig 1 Block diagram of Direction Finding Sonar

信制御容器内に、周波数切り換えスイッチのみが船上側の総合操作盤に組み込まれている。ブロック図を図 1 に示す。

(2) 性能

① 方式：時間差，位相差併用方式

② 測定周波数

8,8875 kHz $\pm$ 40 Hz (「しんかい 2000」水中通話機のモールス信号周波数)

13.5 kHz $\pm$ 40 Hz (海底トランスポンダの応答周波数)

14.5 kHz $\pm$ 40 Hz (海底トランスポンダの応答周波数)

15.0 kHz $\pm$ 40 Hz (「しんかい 2000」搭載トランスポンダの応答周波数)

上記のうちの 1 波切り換え選択

③ 探知範囲：水平方向 $\pm 50^\circ$ 以内，垂直方向 $\pm 50^\circ$ 以内

④ 測定範囲：水平方向 $\pm 50^\circ$ 以内，垂直方向 測定せず

⑤ 測定精度： $\pm 2.5^\circ$ 以内

(ただし，S/N 20 db 以上，方位 $\pm 45^\circ$ 以内において)

⑥ 探知距離：約 350 m 以内

2.1.2 前方障害物探査ソナー (OAS)

(1) 概要

Edo Western 社の Model 4082 OAS-2 で，水中部のサブシーエレクトロニクス容器，送受波器 / 回転機構部 (写真 3) はビークルに搭載され，船上部の OAS 表示装置，ビデオプロセッサ，OAS ソナー制御装置 (写真 4) 及び，マルチプレクサは総合操作盤に組み込まれている。ブロック図を図 2 に示す。

(2) 性能

① レンジ：25 m，50 m，100 m，200 m，400 m (切り換え式)

② レンジ精度： $\pm 2\%$

③ 周波数：120 kHz

2.1.3 高度ソナー

(1) 概要

ビークルの高度制御に使用するもので，海底か

らの高度を計測し、高度データを通信制御容器内のデータ多重化装置、光通信装置を介して母船に伝送し総合操作盤に表示する。

高度ソナーのハード部には μ -CPUを使用し、信号の3C₂の方式の相関(3回の送信を行い、デ



写真3 前方障害物探査ソナーの送受波器 / 回転機構部

Photo 3 Transducer scan assembly of Obstacle Avoidance Sonar



写真4 前方障害物探査ソナーの船上装置

Photo 4 Surface units of Obstacle Avoidance Sonar

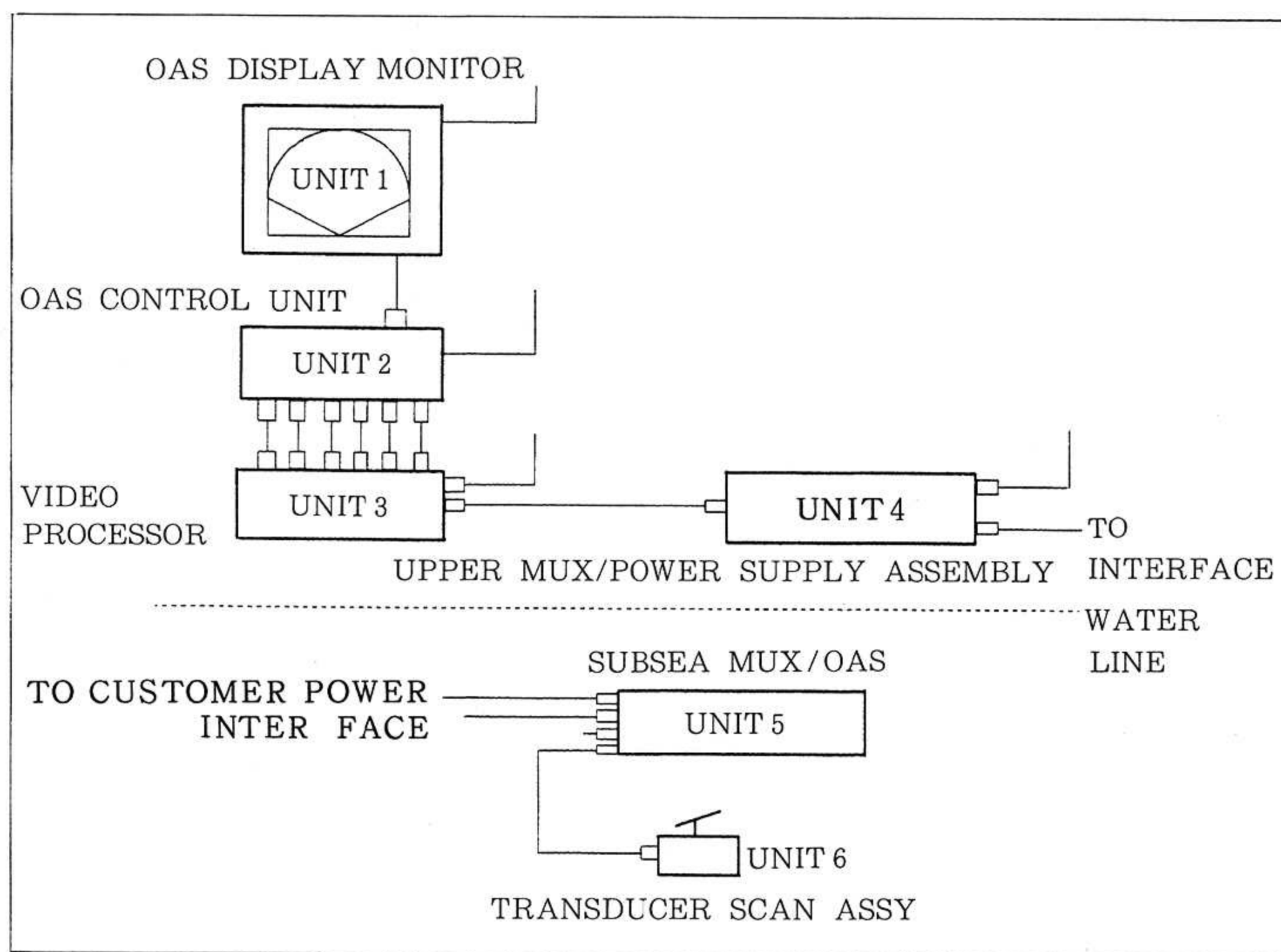


図 2 前方障害物探査ソナー構成図

Fig 2 Block diagram of Obstacle Avoidance Sonar

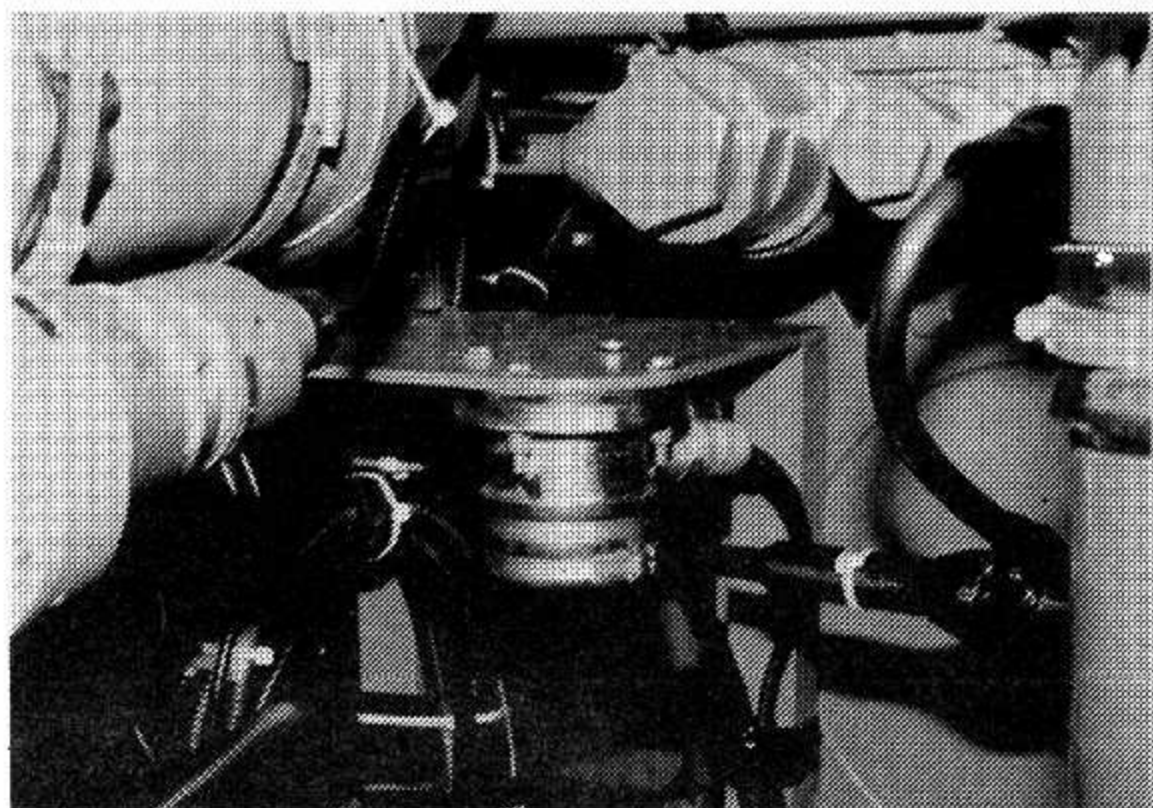


写真5 高度ソナーの送受波器
Photo 5 Transducer of Altitude sonar

ータが2個以上あれば信号と判定する方式), 海底追尾機能の採用により信号が高精度で検出可能である。(写真5)

(2) 性能

- ① 音響出力: 190 dB以上($0 \text{ dB} = 1 \mu \text{ Pa/m}$)
- ② 指向角度: 6度 半減半角(-6 dB)
- ③ 送受信繰り返し周期: 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7秒を設定可能
- ④ 測定高度: 1 ~ 50 m
- ⑤ 測定精度: $1\% \pm 0.1 \text{ m}$ (50 mにおいて) ただし, 音速 1500 m/s とする。

2.1.4 レスポンダ

(1) 概要

ビークルの音響測位用で, 外部給電によって動作状態に入り, 外部トリガ信号(光ファイバを介し船上の音響測位装置からのテレメトリによるトリガ)によって音響パルスを発信する。外部給電が遮断されると, 自動的に内蔵電池によるピンガモードに切り替わる。この外部給電のON/OFFスイッチはレスポنداの外部で操作できる。(写真6)

(2) 性能

- ① 送信周波数: 15.5 kHz
- ② 送信パルス幅: 10 msec
- ③ 送信音圧: $90 \text{ dB rel } \mu \text{ bar/m}$ 以上
- ④ ピンガ周期: 60 秒
- ⑤ ピンガ電池寿命: 3.6×10^4 回
- ⑥ 重量: (空中) 24.5 kg (水中) 13.5 kg

2.2 観測・調査用装置

2.2.1 高品質カラーTVカメラ

(1) 概要

本カメラは, 水中カラーTVカメラ本体, 耐圧容器, 水中ケーブル等から構成されており, 外部同期によりNTSC(National Television System Committee)規格信号を出力し, 船上よりカメラ及びレンズのコントロール等が可能である。

(写真7)

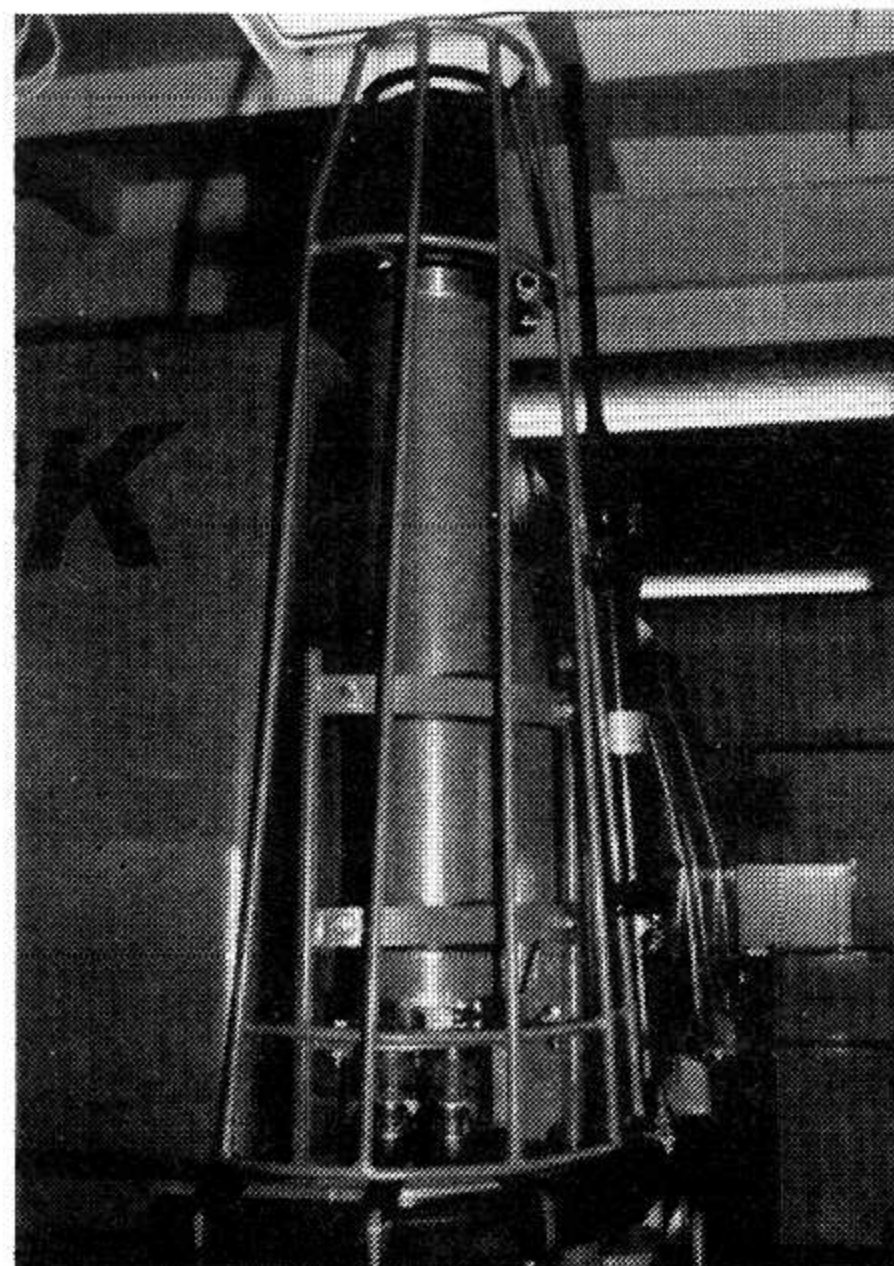


写真6 レスポンダ
Photo 6 Responder

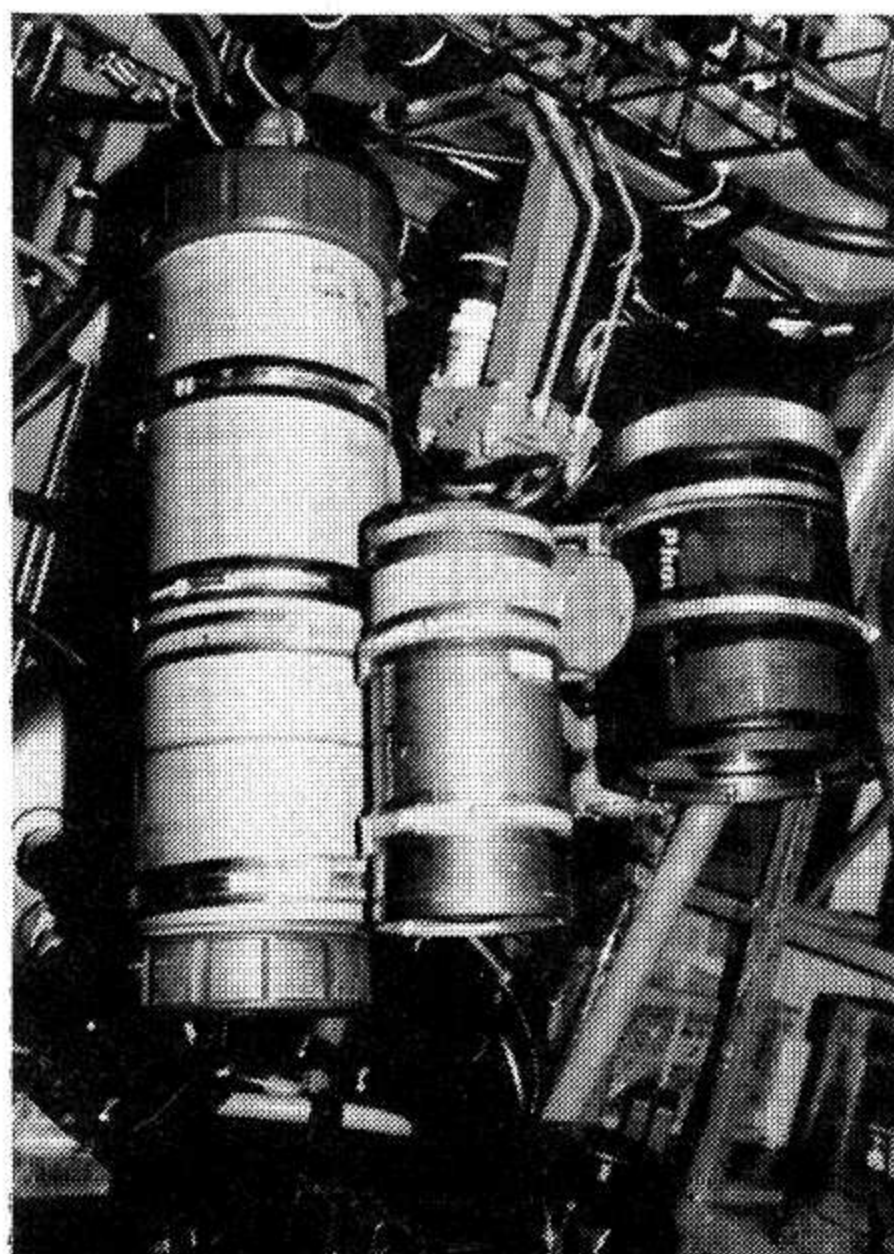


写真7 高品質カラーテレビカメラ
Photo 7 Color TV Camera

(2) 性 能

表 1 に仕様を示す。

2.2.2 低照度白黒ステレオTVカメラ

(1) 概 要

本カメラは、水中白黒TVカメラ本体、耐圧容器、水中ケーブル等から構成されており外部同期によりビデオ信号を出力し、船上よりレンズのフォーカスコントロールが可能である。(写真8)

(2) 性 能

表 1 に仕様を示す。

2.3 自動操縦機能

各種自動操縦モードの切り換えは、総合操作盤ビークル操縦モード切り換えパネル上でボタンを押すことにより可能である。

(1) 自動方位保持モード (AYC)

スイッチを押した時点 (ジャイロコンパス値) のビークル方位が自動保持される。

(2) 自動音響方位保持モード (AAC)

方位探知ソーナーが作動している時に有効で、音源の方位にビークルの船首を自動保持する。

(3) 自動高度保持モード (AHC)

スイッチを押した時点のビークル高度を自動保持する。

(4) 自動深度保持モード (ADC)

スイッチを押した時点のビークル深度を自動保持する。

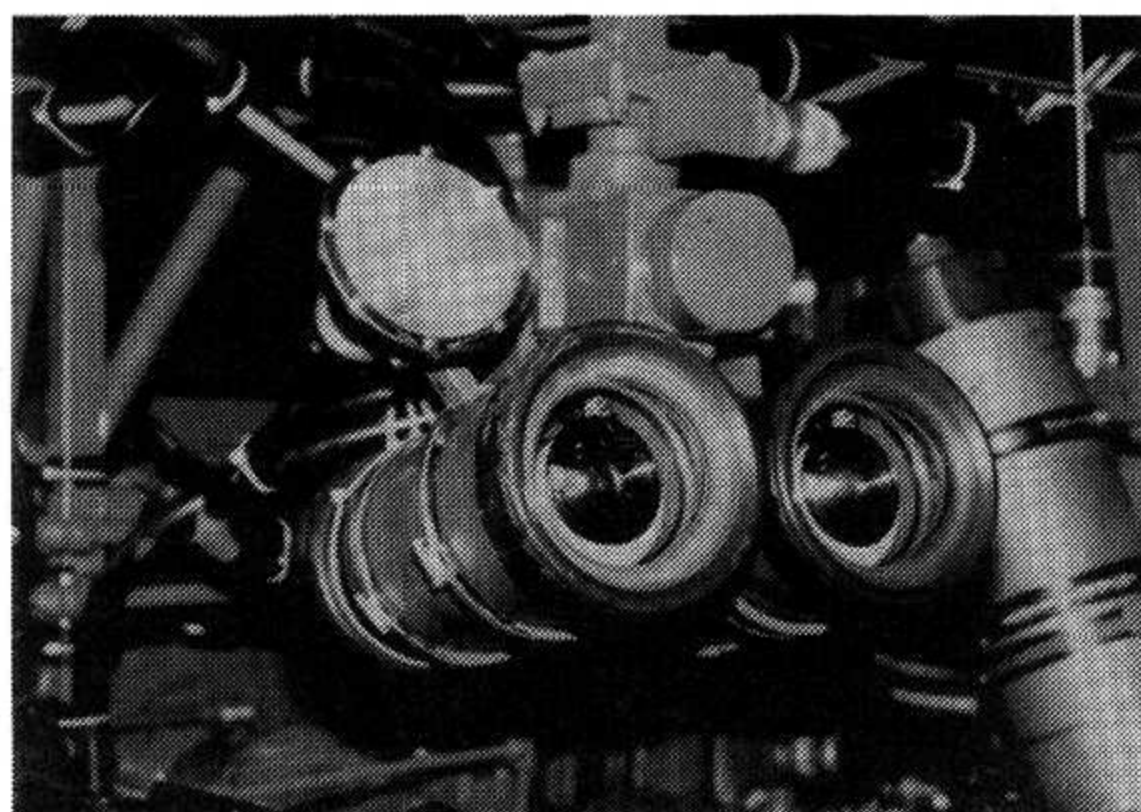


写真8 低照度白黒ステレオテレビカメラ
Photo 8 B/W Stereo TV Camera

表 1 TVカメラの仕様比較
Table 1 Comparative specifications of TV cameras

	高品質カラーTVカメラ	低照度白黒ステレオTVカメラ
〔TVカメラ〕		
型 式	SONY BVP 110	NATIONAL MV-1554
撮 像 管	2/3 インチ, HBST管	2/3 インチ, セパレートメッシュ型ニュービコン
水 平 解 像 度	400TV本 (中心)	650TV本 (中心)
感 度	2000 ルックス (F 4)	0.3 ルックス (F 1.4)
〔レ ン ズ〕		
型 式	FUJINON N 3.5 × 6.5	FUJINON HF 5.5 A - SND 2 C
焦 点 距 離	6.5 ~ 23 mm	5.5 mm
〔コントロール〕		
項 目	カラーバー ホワイトバランス ゲインアップ フォーカス ズーム 外部同期	フォーカス

上記以外にも自動下降モード、自動上昇モード、自動ピッチ保持モードがある。

3. 海底トランスポンダ到達訓練

3.1 海底トランスポンダ到達訓練結果

海底トランスポンダへの到達訓練を、昭和63年2月、6月、10月の運用訓練の際に実施した。2月、6月には「しんかい2000」の救難訓練の一環として、10月は水中音源への接近到達法の再確認として、駿河湾と相模湾の水深1130mから2042mまでの海域で行った。救難訓練の詳細等については、文献¹⁾を参照されたい。

2月、6月の到達訓練のうち、第1回目を除いてあとは順調に海底トランスポンダに到達した。

10月の到達訓練の際には、方位探知ソーナーや、前方障害物探知ソーナー等の作動範囲を確認するために、同じコースで3回到達を試みた。その結果は下記のとおりである。

(1) 方位探知ソーナーが海底トランスポンダの信号を探知したのは、海底トランスポンダからそ

れぞれ、350m、364m、287m離れた地点である。

(2) 前方障害物探知ソーナーで海底トランスポンダの係留系の浮上用ブイの像を確認したのは、3回とも海底トランスポンダから70m離れた地点(100mレンジ)である。

(3) 2回目と3回目の到達の際には、自動音響方位保持が海底トランスポンダの直前まで作動した。1回目は、海底トランスポンダから32mの地点で自動音響方位保持の作動が停止したので、その後は前方障害物探知ソーナーに映った海底トランスポンダの浮上用ブイの像を頼りに接近した。

海底トランスポンダへの到達訓練の結果を表2に示す。

3.2 海底トランスポンダ接近到達時のビークルの航跡

ビークルの航跡は、船上で常に海中追跡装置のX-Yプロッタに表示されている。なお海中追跡装置の詳細については、文献²⁾を参照されたい。

一例として、図3に2月21日の到達訓練の際のビークル航跡図を示す。

表 2 海底トランスポンダ到達訓練結果
Table 2 Results of arrival training at the bottom-mounted transponder

No.	年月日	海 域	北緯(Lat.)	東経(Long.)	深度(m)	接近時間*1	備 考
1	63. 2. 10	駿河湾 B	34-59.99N	138-39.97E	1378		音響方探受信不良, OAS不調のため中止
2	2. 11	駿河湾 B	34-59.99N	138-39.97E	1378	(4:30)*2	音響方探受信不良, OAS(60m)発見
3	2. 16	駿河湾 B	34-59.99N	138-39.97E	1378	(4:25)	音響方探受信距離 225m
4	2. 20	駿河湾 B	34-59.99N	138-39.97E	1378	2:28	音響方探受信距離 180m
5	2. 21	駿河湾 B	34-59.99N	138-39.97E	1378	(3:40)	音響方探受信距離 324m
6	2. 23	駿河湾 B	34-59.99N	138-39.97E	1378	(2:36)	音響方探受信距離 219m
7	63. 6. 8	相模湾 A	34-57.49N	139-32.00E	1150	(4:54)	
8	6. 9	相模湾 A	34-57.49N	139-32.00E	1150	2:35	OAS不調
9	6. 10	相模湾 A	34-57.49N	139-32.00E	1150	(1:36) 2:04	1度発見するもケーブルに引かれ見失う
10	6. 12	相模湾 B	34-42.97N	139-39.00E	2042	1:38	トラボン応答せず, OASにて発見
11	6. 13	相模湾 B	34-42.97N	139-39.00E	2042	3:43	ドルフィン3K音響測位装置不調
12	63. 10. 10	相模湾 A	34-58.56N	139-31.36E	1130	1:36	音響方探受信距離 350m
13	10. 10 ②	相模湾 A	34-58.56N	139-31.36E	1130	*3	音響方探受信距離 364m
14	10. 10 ③	相模湾 A	34-58.56N	139-31.36E	1130	*4	音響方探受信距離 287m

*1: 接近時間はビークル潜航開始時刻から海底トランスポンダ前に到着するまでの時間

*2: 括弧で囲ってある接近時間は、接近中に海底調査など他のことに時間を費やしている場合

*3, *4: 音響方探受信距離から再接近しているので、接近時間は記入していない。

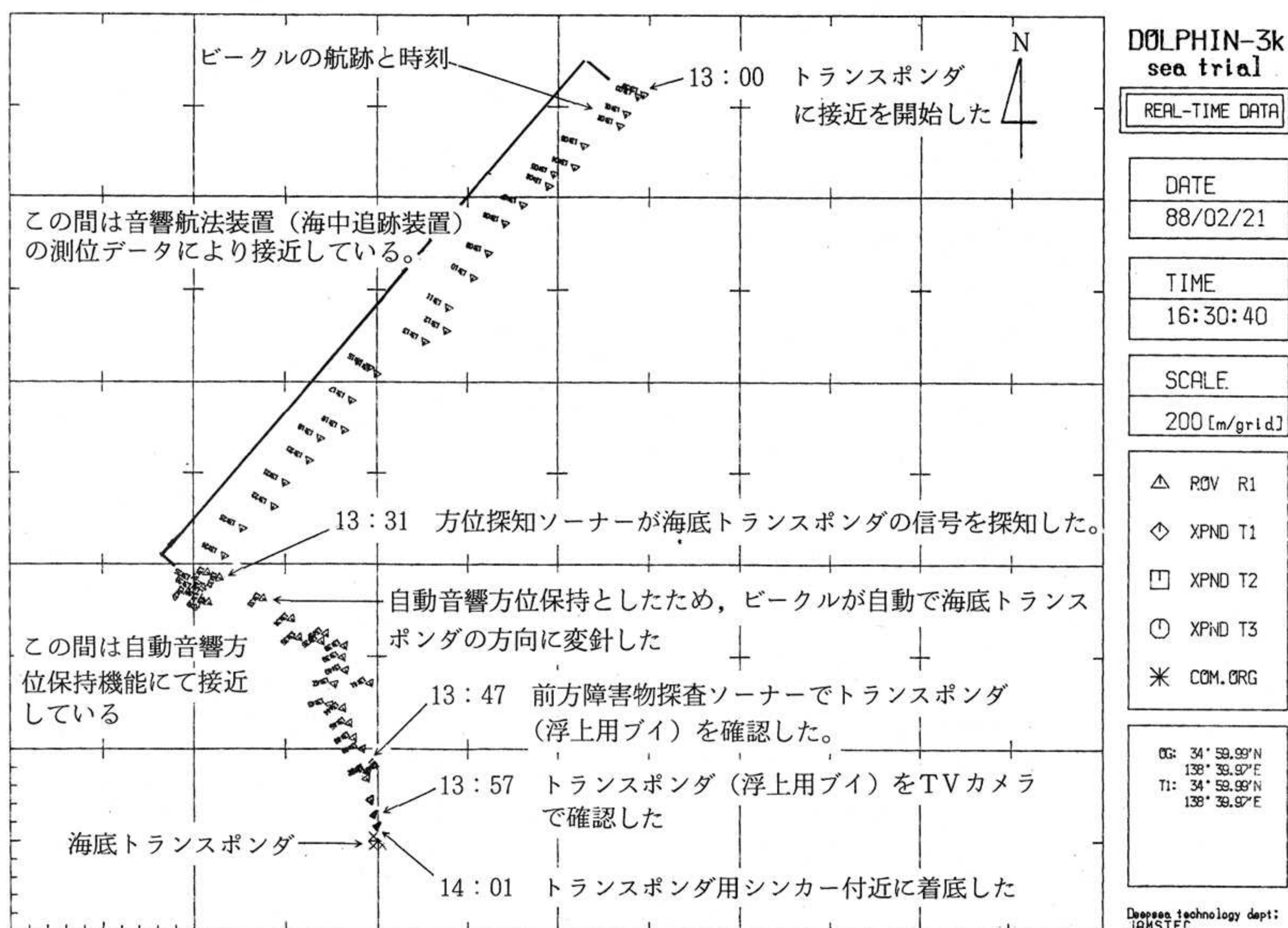


図 3 「ドルフィン-3 K」の潜航航跡図
Fig 3 Diving track of "DOLPHIN-3 K"

3.3 海底トランスポンダ接近到達時の音響測位画面

「ドルフィン-3 K」音響測位装置のデータ処理装置の表示画面は、TVインターフェイスを通して総合制御室に送られている。この画面には方位探知ソーナーの受信データ、ビークルと海底トランスポンダの母船に対する位置情報などが表示可能で、パイロットはこの画面によりビークルの現在位置等を確認する。

図 4 に、このデータ処理装置の画面の表示例を示す。

4. 水中音源への接近到達法

八丈島の南西の海域で、自然音とは思われない水中音が聞こえるとの情報を得て、昭和62年4月に深海研究部がハイドロフォン等を利用して音源を突き止めようとした。その結果、聞こえてきた水中音は 3 kHz 周辺の連続音であったということが

わかっている。³⁾ 仮に「ドルフィン-3 K」を使用してこの水中音に到達しようとしても、現状では残念ながら困難である。理由は、「ドルフィン-3 K」が水中音源に接近する際に使用する方位探知ソーナーの探知可能な音源の周波数の中に、3 kHz 周辺の周波数は含まれていないからである。さらに方位探知ソーナーを 3 kHz 周辺の周波数が探知可能なように改造しても、音の強弱の変化が激しいような状態では、自動音響方位保持での接近が困難な場合も考えられる。

「ドルフィン-3 K」で到達可能な水中音源は、まず方位探知ソーナーが探知可能な周波数であることと、トランスポンダや、ピंगाのように音を一定の強さで連続して発信していることが最低条件である(2.1.1(2)参照)。この方位探知ソーナーで探知可能な周波数は、主に「しんかい 2000」が遭難した場合の救難用周波数など特定の周波数に限られているため、ここでは水中音源への接近到達法とし

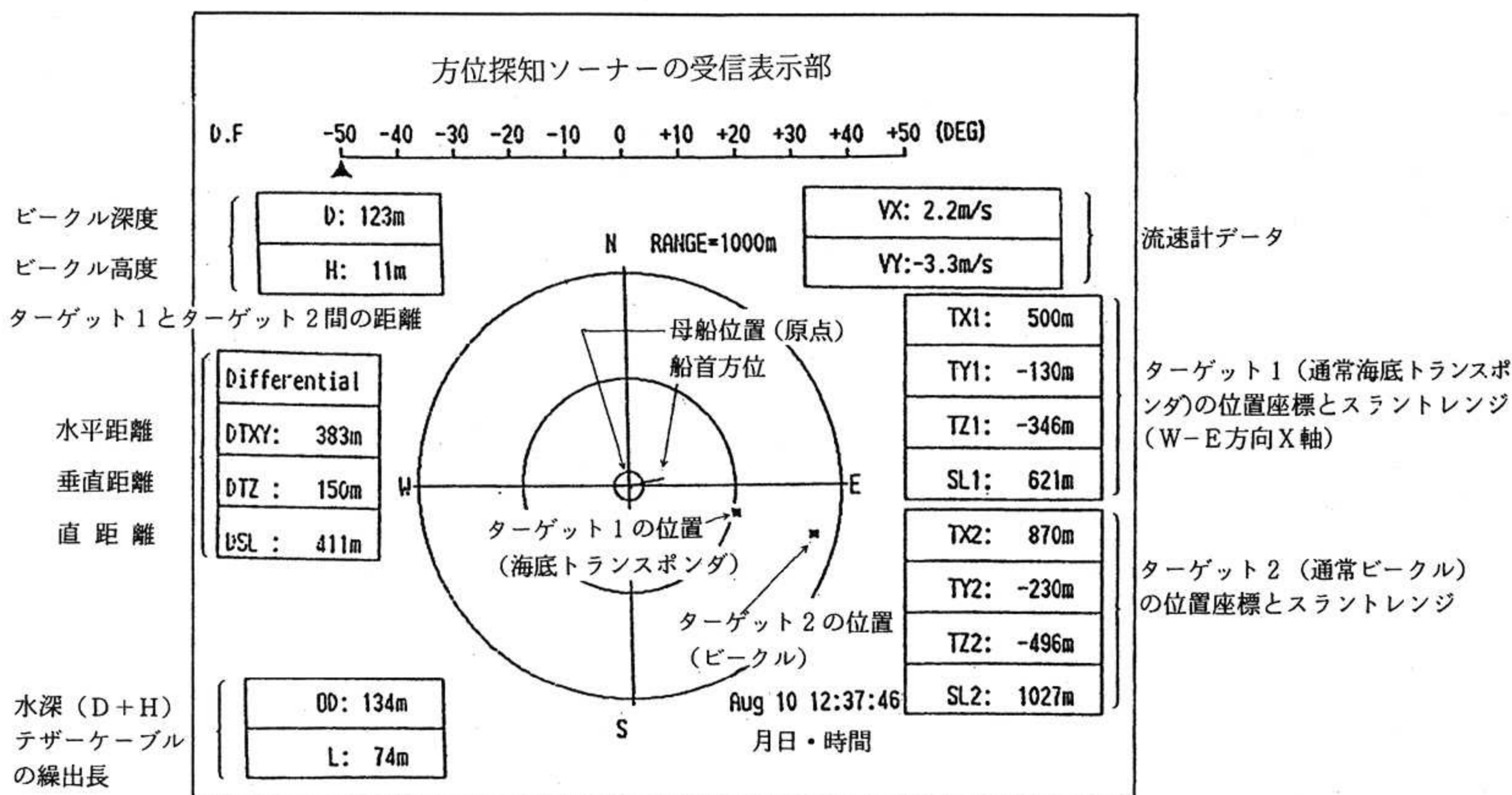


図 4 音響測位装置の測位画面

Fig 4 CRT display of the navigation system.

て、「しんかい 2000」の救難時を例にして報告する。

「ドルフィン 3 K」を「しんかい 2000」に到達させる場合は、目標の音源となる潜水船のトランスポンダや水中通話機の発信音を、ビークルに搭載された航海装置や観測装置により捕捉する必要がある。

4.1 基本的な接近到達法

- ① 万が一「しんかい 2000」が遭難した場合にも、潜水船に搭載されているトランスポンダが故障しない限り、音響測位装置で位置は測位可能である。この位置を目標にして「ドルフィン 3 K」音響測位装置の測位データを見ながらビークルを誘導する。この場合、「ドルフィン 3 K」音響測定装置をレスキューモード (2 チャンネルある受信周波数のうち、1 つを「しんかい 2000」に搭載されているトランスポンダの応答周波数とし、もう 1 つをビークルのトランスポンダの応答周波数にする) にして、海中追跡装置の X-Y プロッタ上に「しんかい 2000」の位置を書き入れる。そして、目標の「しんかい 2000」から水平距離で約 400 m までビークルを誘導する。このとき直接「しんかい 2000」の真上から接近させない理由は、ビークルの自己騒音の影響で「し

んかい 2000」のトランスポンダが応答信号を発信しなくなる (母船から潜水船への質問信号が、騒音によりかき消される。) のを防ぐためと、方位探知ソーナーの探知範囲と測定距離 (2.1.1 (2) 参照) による制限、及び前方障害物探査ソーナーの受波指向角が水平前方から下向き 50° までの範囲に限られるためである。

「しんかい 2000」が崖の途中に拘束されているような場合には、必ず周辺の海底地形を海図上でよく確認し、ビークルを「しんかい 2000」より深い側から誘導する必要がある。浅い側から誘導すると、接近の際にケーブルが海底を擦るためにケーブルを傷つける恐れがあり、海底が映りにくくなるために前方障害物探査ソーナーによる探知にも不利となるためである。また極端に浅い側から誘導すると、方位探知ソーナーの測定範囲からはずれる可能性もある。

海底トランスポンダ等の音源に到達する場合も、上記と同様の方法で誘導する。

- ② 「しんかい 2000」から水平距離 400 m 以内にビークルを誘導した後、ビークルに搭載されている方位探知ソーナーを作動させ、自動音響方位保持機能により接近する。

方位探知ソナーを作動させる場合に、方位探知ソナーの受波器の指向性を考慮して、できるだけ「しんかい 2000」と同じ深度にビークルの深度を保持する必要がある。ビークルの自動高度保持や、自動深度保持の機能を活用することも有効である。次に、母船から「しんかい 2000」へのインタロゲート信号の周期を可能な限り短くして、方位探知ソナーの探知する信号数を増加させ受信しやすくする。この2点に注意して、さらに音響測位装置にて「しんかい 2000」の方向へ誘導すると、方位探知ソナーの最大探知距離である約 350 m 付近で、自動音響方位保持が作動を開始する。

海底トランスポンダ等への到達についても、探知周波数を変更する以外は、全く同様である。

- ③ 自動音響方位保持でさらに接近し、「しんかい 2000」より約 200 m の位置まで来ると前方障害物探査ソナーを作動させる。これより近くに接近すると、ビークルの自己騒音で母船からのインタロゲート信号が消され、「しんかい 2000」のトランスポンダが応答しなくなる可能性がある。(昭和63年10月の運用訓練の際には、ビークルが自動音響方位保持にて、海底トランスポンダの直前まで到達できたというケースもある。これは、海底トランスポンダがビークルの自己騒音の影響を受けなかったためと考えられる。) その場合、方位探知ソナーが信号を受信できなくなり、自動音響方位保持が解除されるので、その前に前方障害物探査ソナーにて「しんかい 2000」を確認しておく必要がある。自動音響方位保持が解除されたあとは、前方障害物探査ソナーの映像を見ながら接近する。常に、前方障害物探査ソナーのモニタの中央に「しんかい 2000」の像が来るよう、すなわちビークルの正面に「しんかい 2000」が位置するようにビークルをコントロールし、自動方位保持(AYC)を作動させて、さらに接近を続ける。ビークルに搭載されたTVカメラの映像に注意しながら前進し、「しんかい 2000」がTVの観察範囲に入ると、TVモニタ上に「しんかい 2000」を確認することができる。

基本的にはこのようにして、「しんかい 2000」に到達することができる。海底トランスポンダ

等に到達する場合も上記と同様であるが、海底トランスポンダ本体よりも係留系の浮上用ブイのほうが大きいので、前方障害物探査ソナーで発見しやすい。(写真 9.10) このため接近の最後の段階では、トランスポンダのかわりに浮上用ブイを見ながら接近する方が容易である。

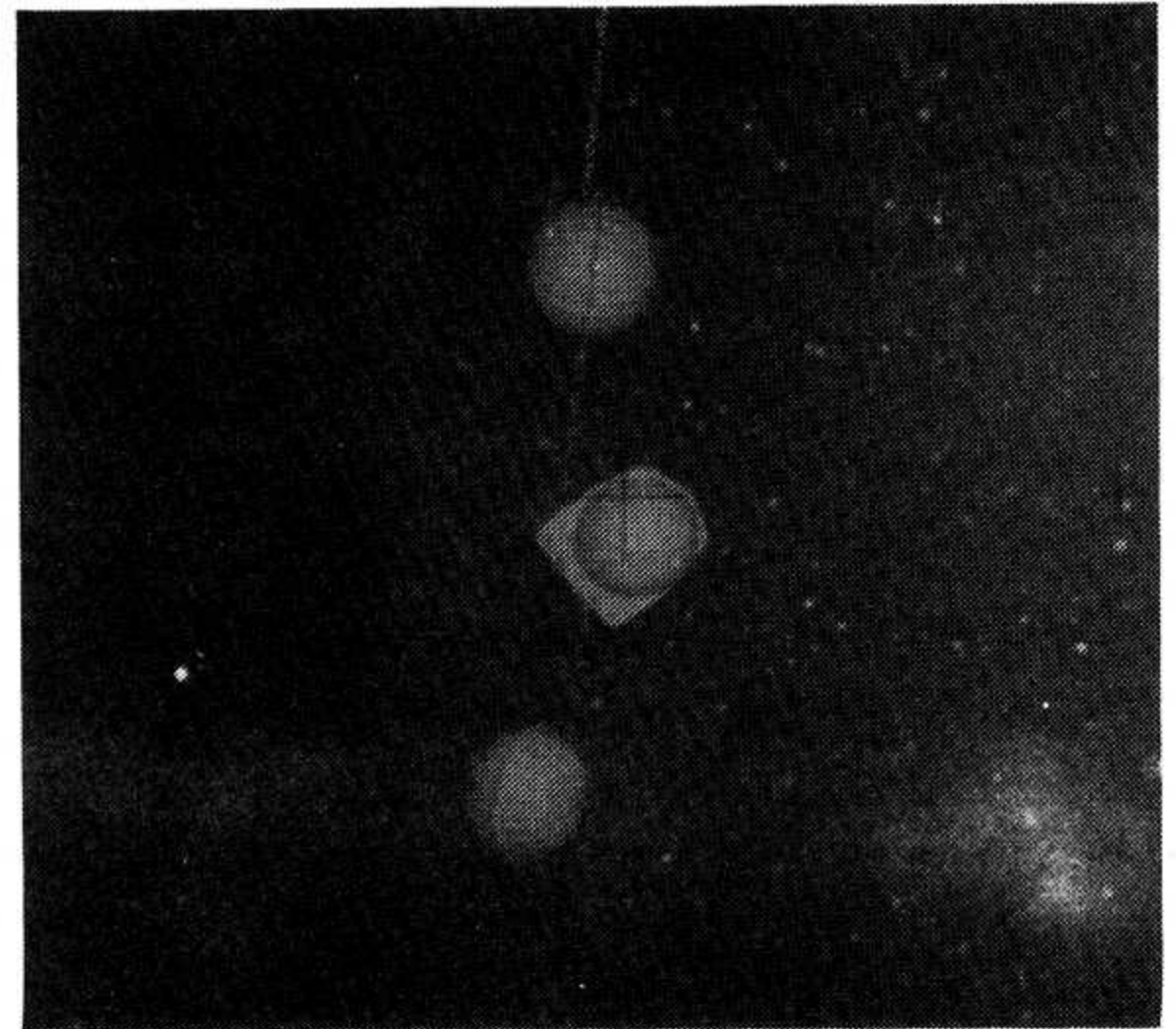


写真 9 海底に設置されたトランスポンダ浮上用ブイ (水深 1120 m)

Photo 9 The surface float of the transponder set on the sea floor. (1120m in depth)

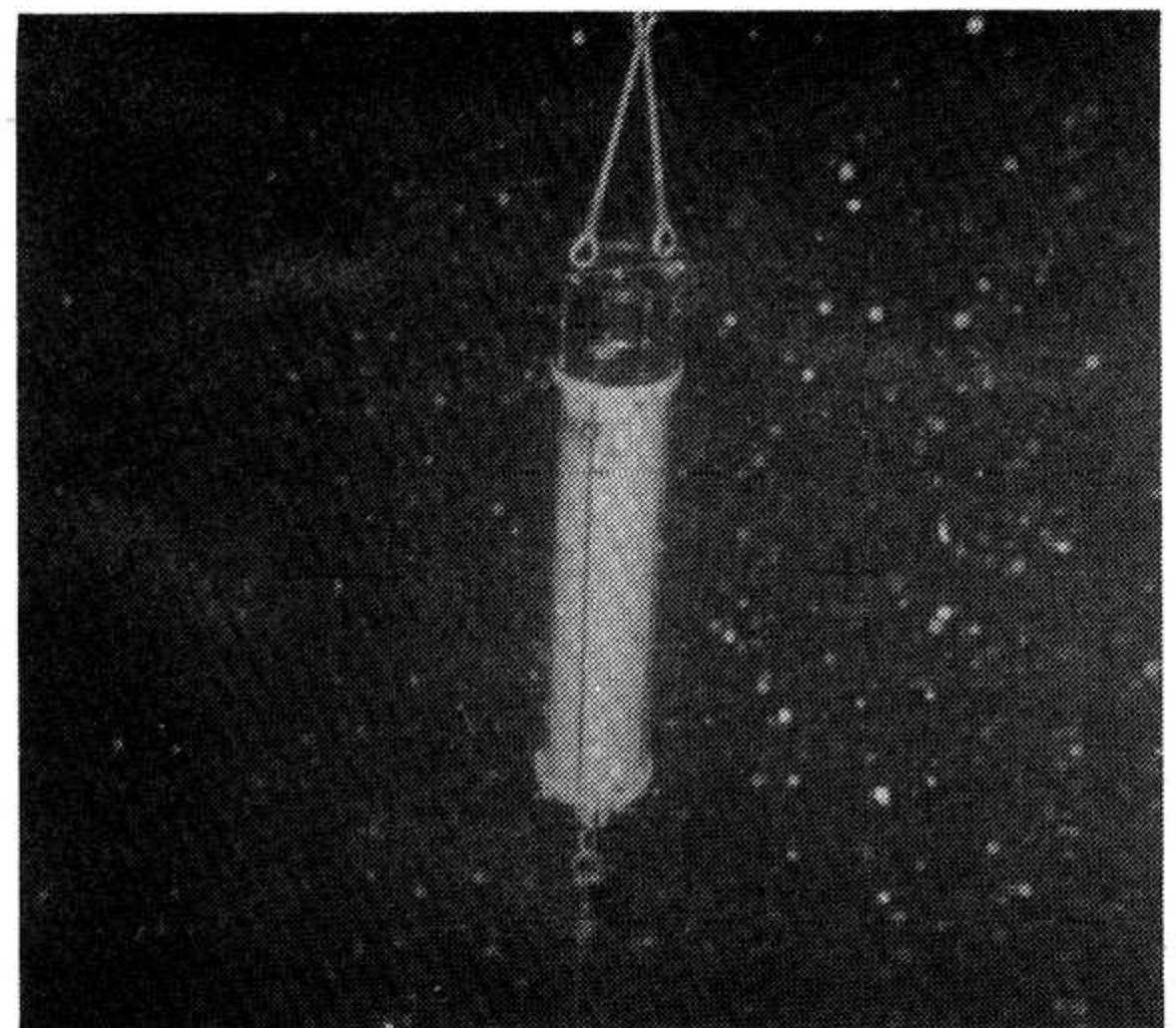


写真 10 海底に設置された音響トランスポンダ (水深 1130 m)

Photo 10 An acoustic Transponder set on the sea floor. (1130m in depth)

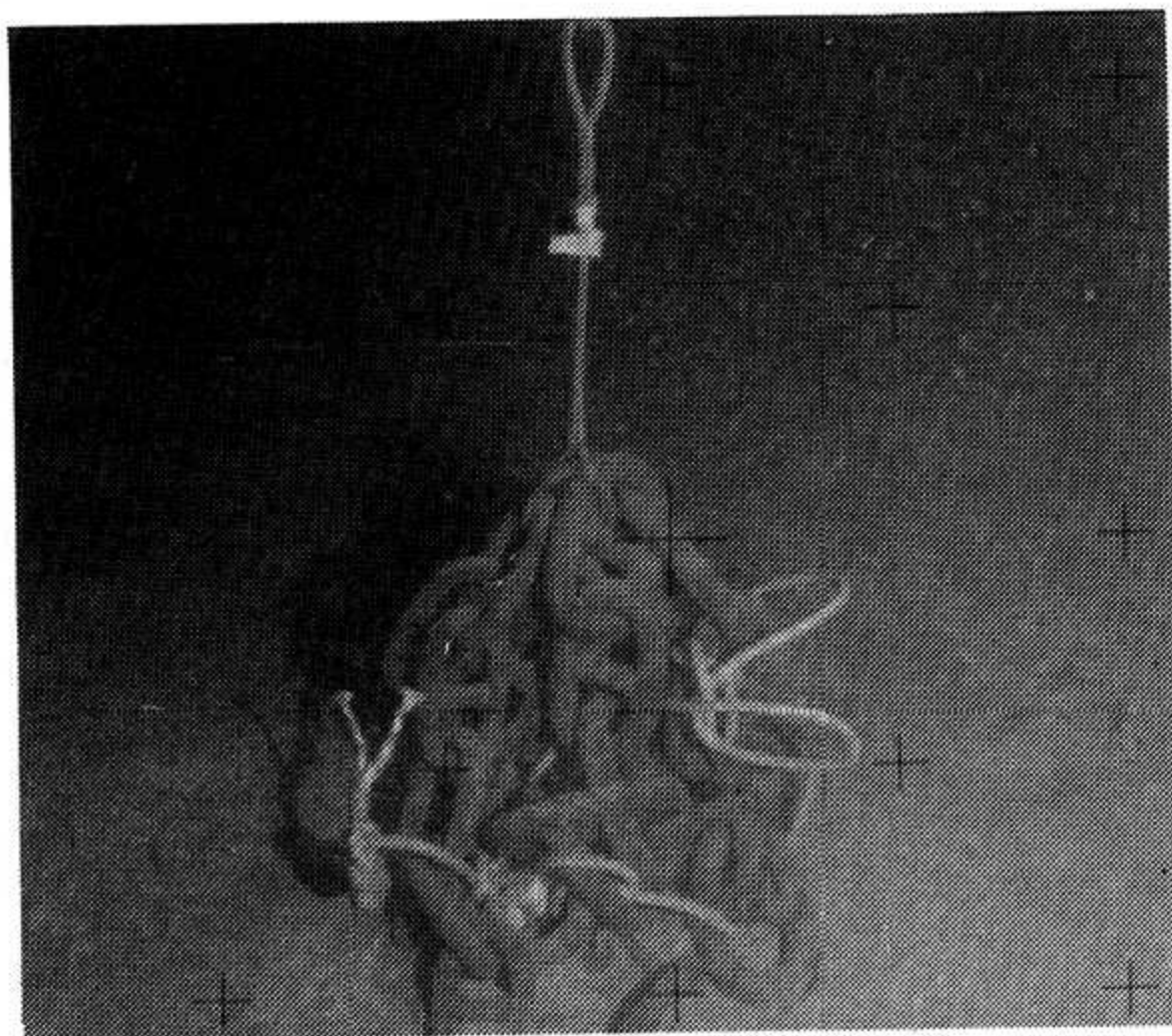


写真 11 トランスポンダ用シンカーをビークルで観察したときの写真
(水深 1150 m)

Photo 11 View of a sinker weight connected to the transponder set on the sea floor. (1150m in depth)

4.2 その他の接近到達法

- ① 方位探知ソーナーには、「しんかい 2000」のトランスポンダの応答音以外に水中通話機のモールス信号(8.8875kHz)も受信可能なので、自動音響方位保持にて接近の際に「しんかい 2000」のパイロットに連絡してモールス信号を発信してもらえば、その信号を目標にして「しんかい 2000」に到達することも可能である。この場合、ビークルが「しんかい 2000」の直前まで接近しても信号が途絶えることがないので前方障害物探査ソーナーを用いなくとも到達することができる。
- ② 母船の音響測位装置で「しんかい 2000」の測位ができない場合は、最後に確認された「しんかい 2000」の位置を初期目標とする。また、「しんかい 2000」と水中通話が可能であれば、遭難後の「しんかい 2000」の動きをパイロットから聞いて位置を推測しつつ①項の方法にて到達する。

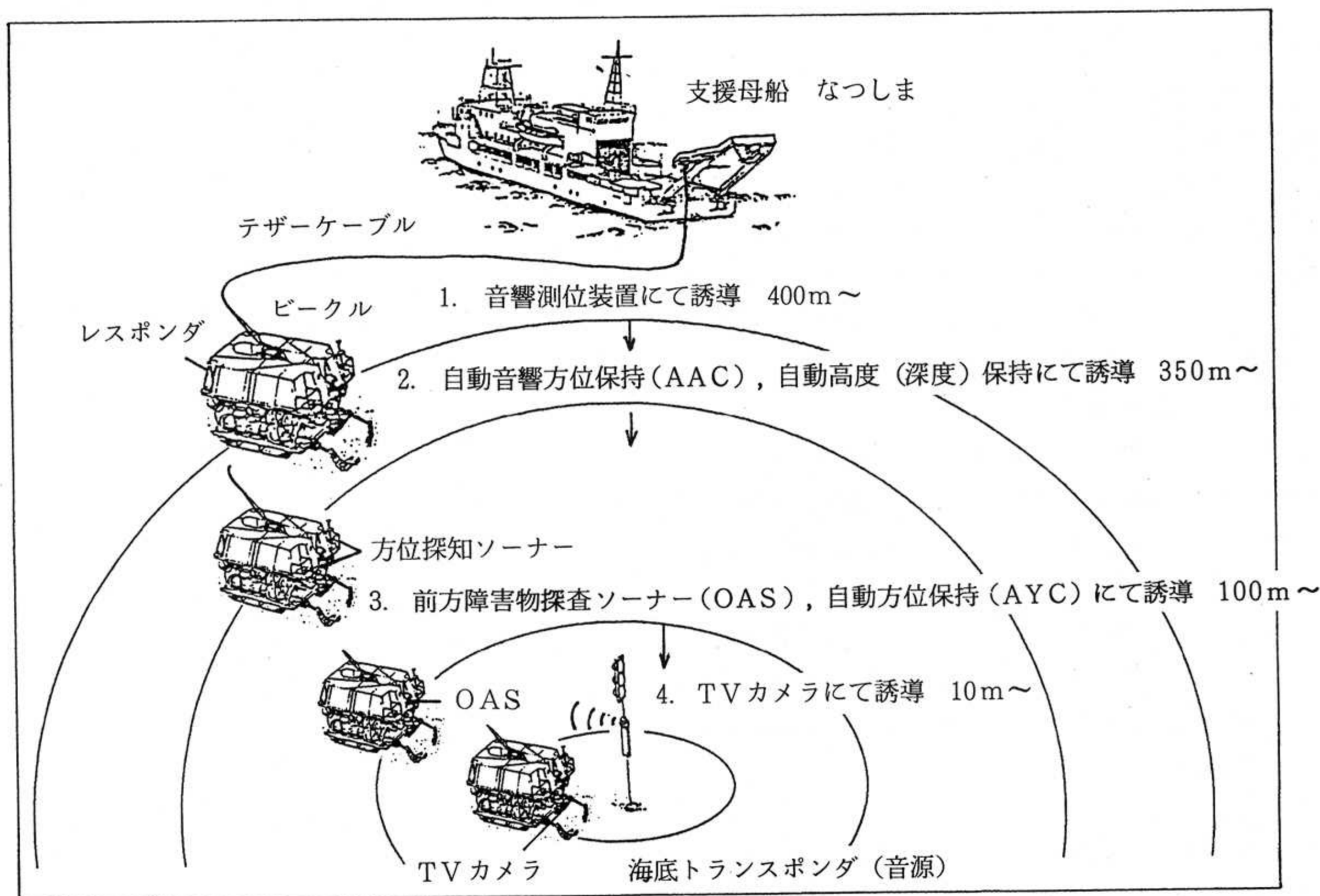


図 5 海底トランスポンダへの接近到達法

Fig 5 Homing and approaching procedure to the bottom-mounted transponder

- ③ 「しんかい 2000」の水中通話機が故障して、母船と「しんかい 2000」が通話不能となり、さらに「しんかい 2000」のトランスポンダも故障してビークルの方位探知ソーナーが使用できない場合は、②項のように最後に確認された位置を目標にして潜航し、その後は前方障害物探査ソーナーの像と、TVカメラの映像を頼りに「しんかい 2000」を搜索する。ただし、「しんかい 2000」には、トランスポンダと水中通話機がそれぞれ常用と応急用の2台搭載されているので、余程の事が無い限り全部が故障するような事態は考えられない。

4.3 問題点及び考案

海底トランスポンダへの到達訓練の結果から、方位探知距離は、海底トランスポンダから最大 364 m、最低が 180 m であった。海底トランスポンダは海底反射の影響を避けるために、海底から 20 m 程高度をとって設置されているが、「しんかい 2000」の場合は海底に着底した状態か崖の斜面など、音響的に厳しい条件の場所での遭難が考えられ、方位探知ソーナーの探知に不利であることはいうまでもない。したがって、今後さらに移動可能な小型トランスポンダを、いろいろな状況の海底に設置し、方位探知ソーナーの作動状況を確認していく必要がある。一方接近到達訓練では、寸法がかなり小さいトランスポンダを目標としたが、訓練から得た経験では「しんかい 2000」はこれよりもはるかに大型であり、また金属構造物であるため前方障害物探査ソーナーにより 300 ~ 400 m 遠方からの探知が可能と思われる。

母船とビークルの位置関係も重要な要素を占める。ビークルはテザーケーブルで母船とつながっており、潜水船以上に行動範囲に制限が生じる。通常の海況ではほとんど問題はないが、潮流の速い海域や荒天の際に、母船がビークルの進行方向と逆に流されてしまう可能性がある。母船が変針を試みる間、テザーケーブルを繰り出さないとビークルが母船の方向に引かれ、前進できないことになるが、テザーケーブルを繰り出し過ぎるとテザーケーブルが海底などを擦って傷つくか、崖に引っ掛かるなどの危険性も生じる。このような状態になる前に、海況の変化を考慮して母船とビークルの位置関係を確認する必要がある。

5. おわりに

本報告による接近到達法により、確実に目標の音源に到達できることが運用訓練で実証された。その結果、今後「ドルフィン-3 K」を利用して海底調査等を実施する際、目標物にトランスポンダやピンガなどの音源を付けて到達を試みるケースも増えてくるとと思われる。このため、方位探知ソーナーの測定可能な周波数を増加させるなどの改良をして、さらに多数の音源へ接近到達ができるようにする必要がある。

最後に、運用訓練では「なつしま」の船長はじめ乗組員の方々に多大なる御協力をいただき、ここに深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 服部陸男, 青木太郎, 野本昌夫, 高橋賢一, 吉田和夫, 渡辺正之, 内田徹夫, 小原孝文, 越中秀泰, 下山博氏, 段野洲興: 「無人探査機ドルフィン-3 Kの開発と運用訓練」, JAMSTECTR, No. 21, pp. 277-297 (1988)
- 2) 高橋賢一, 服部陸男, 野本昌夫, 青木太郎: 「ドルフィン-3 K用追跡・監視システムの開発」 JAMSTECTR, No. 21, pp. 299-315 (1988)
- 3) 深海調査グループ: 「相模湾・伊豆諸島深海曳航調査 (DK 87-2-1 ZU) 調査速報」, JAMSTECTR, No. 19, pp. 165-183 (1987)

(原稿受理: 1989年4月26日)