

深海曳航式カラービデオシステムの開発及びその運用

大塚 清 *1 土屋利雄 *2 橋本 惇 *1

海洋科学技術センターでは、潜水調査船「しんかい 2000」による潜航調査を効率良く行うため、事前にシービームによる調査予定海域の概査を行った後、曳航式ソーナー、及びビデオカメラを用いた精査を行っている。

深海曳航式カラービデオシステムは、潜水船の支援母船である「なつしま」に搭載されている 4500 m の曳航用二重鎧装同軸ケーブルを用いて、海底付近の映像と環境計測センサからのデータとをリアルタイムで船上装置に伝送するとともに、写真撮影、採泥等が可能なシステムである。従って、本システムは事前調査のみならず、人工物体の探索、地形地質学的調査、深海生物学的調査等にも大変有効なシステムである。

今回は、本システムの開発、及びこれによって得られるデータ、今後の改善等について報告する。

Development and Operation of the Deep-towed Color Video System

Kiyoshi OHTSUKA*3, Toshio TSUCHIYA*4
Jun HASHIMOTO*3

Since 1983, we researched into the deep sea floor using the submersible "SHINKAI 2000" and obtained some good results. At a same time, it was proven that the pre-survey was very important to perform efficiently the research on the deep sea floor by the submersible. We can survey only a small part in a extensive survey site at one dive because of the autonomy of the submersible.

Five years ago, we developed a basic system consisting of a deep-towed color video instrument to observe minutely around the diving site. It was a system which could show us a color video image of the sea bottom up to 4,000 m depth in real time and take some photographs.

* 1 深海研究部

* 2 深海開発技術部

* 3 Deep Sea Research Department

* 4 Deep Sea Technology Department

The color video signal was converted to an FM signal to be sent to a deck unit via a 4,500 m length double-armored coaxial cable.

Recently we extended the functions of the deep-towed system to get some bottom samples and CTD data and to selectively use the low-light B/W TV camera as occasion demands.

We will report the configuration and the operational results of this new deep-towed color video system.

1. はじめに

海洋科学技術センターでは、昭和58年度より、潜水調査船「しんかい2000」による本格的な研究潜航を開始し、昭和62年10月現在の通算潜航回数は300回を越え（うち、研究潜航は約190回）、数々の新発見や知見が得られている。

「しんかい2000」による調査（潜航調査という）では、通常潜航時間の制約から、1回の潜航ではごく限られた狭い範囲の調査を行えるにすぎない。その限られた潜航時間を少しでも効率よく、目的とする調査に当てるため、潜航調査海域を事前に詳しく調べておく必要がある。これは事前調査と呼ばれ、昭和57年度より深海研究部がプロジェクト研究の一環として行っている。

事前調査は、まず、調査対象海域の詳細な海底地形図がない場合は、シービームにより数海里四方程度の海底地形図を作成した後、サイドスキャンソナーやサブボトムプロファイラ等を装備したソナー曳航体¹⁾を海底から百数十メートルの高度で曳航し、数メートルのオーダーの詳細な海底面及び海底下の音響的画像情報を得る。その情報を基にして、潜航調査対象ポイントとなりうる狭い範囲の海底を数ヶ所選び出し、水中テレビカメラを装備したカメラ曳航体²⁾を海底付近まで接近させながら、光学的な観察を行うものである。

今回報告する曳航式深海カラービデオシステムは、この事前調査で用いられていたカメラ曳航体に、環境計測を行うためのCTDセンサと、より広範囲の海底を観察するための高感度白黒テレビカメラを追加装備したもので、より調査精度と効率の向上化が計られた。

2. ビデオ信号伝送方式の概要

深海カラービデオシステムは、サイドスキャンソナー曳航用として、「しんかい2000」の支援母船である「なつしま」に装備されている、図1に示すような細い鋼鉄の素線を同軸ケーブルの上に互いに逆方向に二層重ね巻きした全長約4,500mの二重鎧装同軸ケーブルを信号伝送兼曳航ケーブルとして使用する。このケーブルの電氣的、及び機械的特性を表1に、また、高周波減衰特性を図2に示す。

我が国が準拠しているNTSC方式によるカラー

ビデオ・コンポジット信号を伝送するためには、50Hz～4.2MHzの周波数帯域を必要とする。このビデオ信号を曳航用同軸ケーブルで伝送する場合、図2に示したように、周波数が高くなるに従って、対数関数的に減衰量が増加する。これは、同軸ケーブルがL（リアクタンス）、C（キャパシタンス）及びR（直流抵抗）から成る等価回路

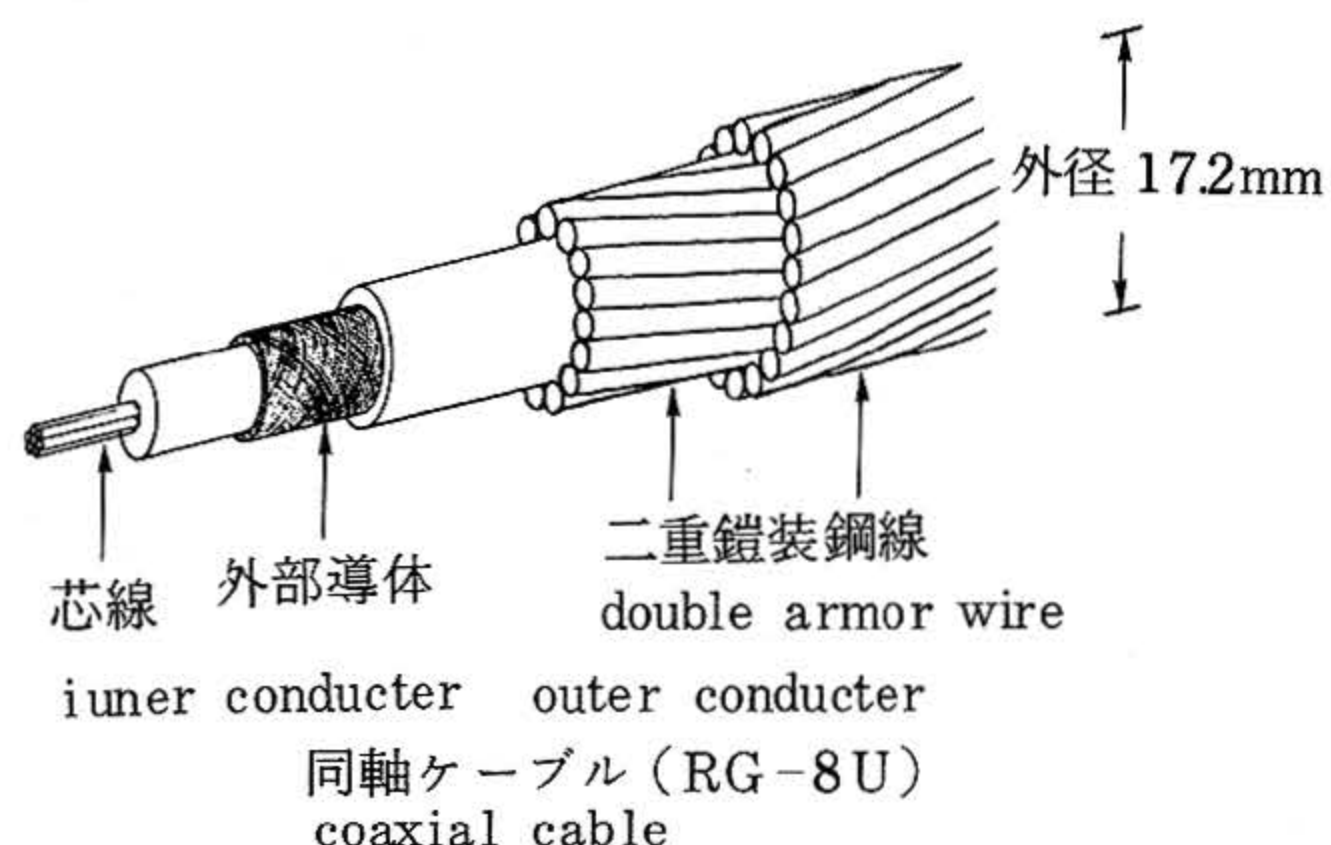


図1 曳航用二重鎧装同軸ケーブル

Fig 1 Towing double-armored coaxial cable

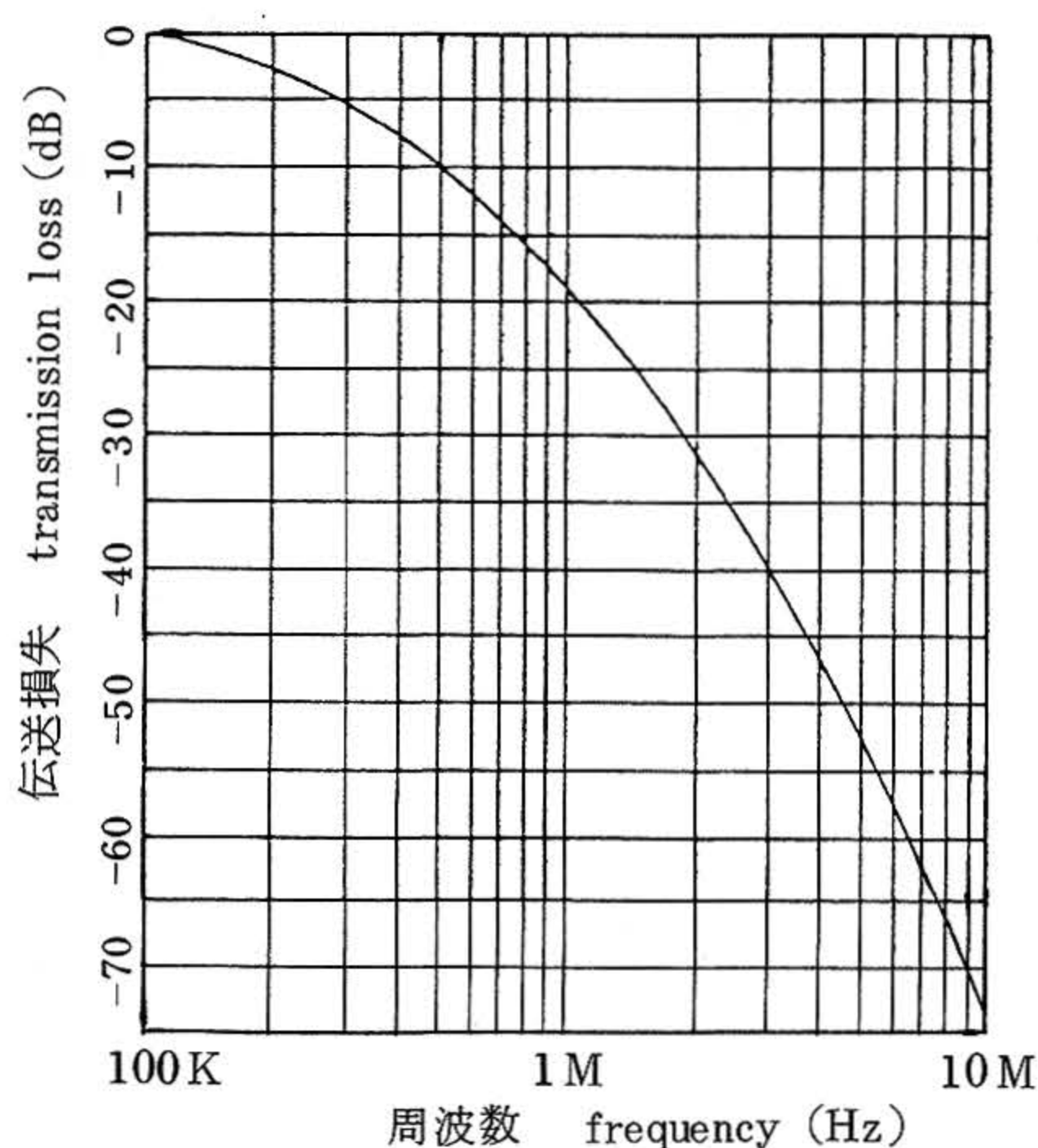


図2 長さ4,500mの曳航用二重鎧装同軸ケーブルの高周波減衰特性

Fig 2 Transmission loss characteristics of the towing double armored coaxial cable (4,500m length)

特性を持っているためである。専有周波数全域にわたってこの減衰特性を正確に補償しないと、解像度が劣化したり、発色しなくなったりするが、この補償回路の設計、及び製作は非常に難しい。

本システムは、この問題を解決する一手段として、ビデオ信号の振幅成分の伝送損失を無視することのできる周波数変調 (FM) による伝送方式を採用した。FM方式は周波数成分のみを伝送すれば良いので、厳密にケーブルの減衰特性を補償する必要がなくなり、搬送波 (キャリア) 信号周波数を中心に、大まかな減衰特性補償を行えば良いことになる。ケーブルの減衰特性を考慮し、試作装置による伝送試験結果から、実際のシステムでは中心周波数が 6.15MHz、偏移幅が±4.2MHz の FM 信号に変換し伝送することとした。従って、変調器の出力信号の周波数帯域は 2.0~10.4MHz となったが、1.5~7.0MHz のバンドパスフィルタを通して上側帯波をカットし、船上装置の受信側でカットされた部分を再生し、FM復調器により、原信号に戻すようにした。

3. システムの構成

本システムの構成ブロック図のうち、水中部を図 3 に、また船上部を図 4 に示す。以下に、それぞれの構成要素について説明する。

表 1 曳航用二重鎧装同軸ケーブルの特性
Table 1 Specifications of towing double-armored coaxial cable

項目 items	特性 specifications
伝送減衰量 transmission loss	9.6dB/km at 4MHz
特性インピーダンス characteristic impedance	52±2Ω
標準静電容量 standard capacitance	96.8 nF/km
最大使用電圧 maximum voltage	5 kV rms
破断強度 breakage strength	19 ton

3.1 カラービデオカメラ

本システムに使用するカラービデオカメラの選定に当っては、当センターの潜水訓練プールにおいて、三管式、単管式、及びCODカラーカメラの比較試験を行った。その結果、三管式カラーカメラの必要最低照度 (約 200 lx) 以上の明るさがあれば、それぞれ十分満足のゆく映像を得ることができたが、100 lx 以下になると、それぞれに差が出てきた。まず、3管式は照度が低下するに従って映像は暗くなるが、30 lx 位までは発色し、それ以後、色とともに像も消えた。単管式は、三管式よりも明るいうちに色は消えてしまうが、10 lx 位まで像は残っていた。また、CCD カメラは、当時開発されて間もないことから、画素数が現在のものに比べ大部少なく、50 lx 位ですでに薄く縞目模様が現れ、暗くなるにつれてそれが目立つようになった。本システムでは、同軸ケーブルでビデオ信号と同時に水中部の各機器へパワーを送っているが、送れる電力量には制限がある。曳航体の高度が高くなり、被写体の光量がやや不足している時でも生物学的な観察に必要な発色性を重視する使い方をするので、三方式のカメラのうちで、最も暗い中でも発色性の良かった三管式カラービデオカメラを採用することとした。

カメラの仕様を表 2 に、また、耐圧容器内に納められるカメラの外観を図 5 に示す。周波数変調 (FM) 回路、及びバンドパスフィルタは、同図に

表 2 カラービデオカメラの定格
Table 2 Characteristic of color video camera

項目 items	定格 specification
撮像管 video tube	S400 1 インチ セパレートメッシュ型 ニュービコン S400 1" sepatate mesh type Newvicon
同期方式 synchro rmethod	NTSC 標準内部同期 NTSC standard inter synchro
走査方式 scan method	2:1 インターレース, 走査線数 525 本 2:1 interless scan lime 525
水平解像度 horizontal resolution	500 本以上 (中心部) 500 lines (center part)
垂直解像度 vertical resolution	300 本以上 (中心部) 300 lines (center part)
最低実用照度 rminimum luminous intensity	0.35 lux
レンズ系 lens system	焦点距離 5.5mm, 絞り 1.5~360 focus range 5.5mm, iris 1.5~360
電源及び消費電流 power consumption	DC 12.0V, 0.52A

なお、テレビ用水中ライトについては、衝撃に強く、高耐水圧のものがなかなか入手できなかったため、当センターで100V、250Wのハロゲンバルブを使用した水中ライトを開発した。³⁾ 本システムには、4個の水中ライトが使用され、合計

3.2 白黒テレビカメラ

このカメラは低照度特性を生かし、高い所から
広範囲の海底の様子を撮影する時や、海底の起伏

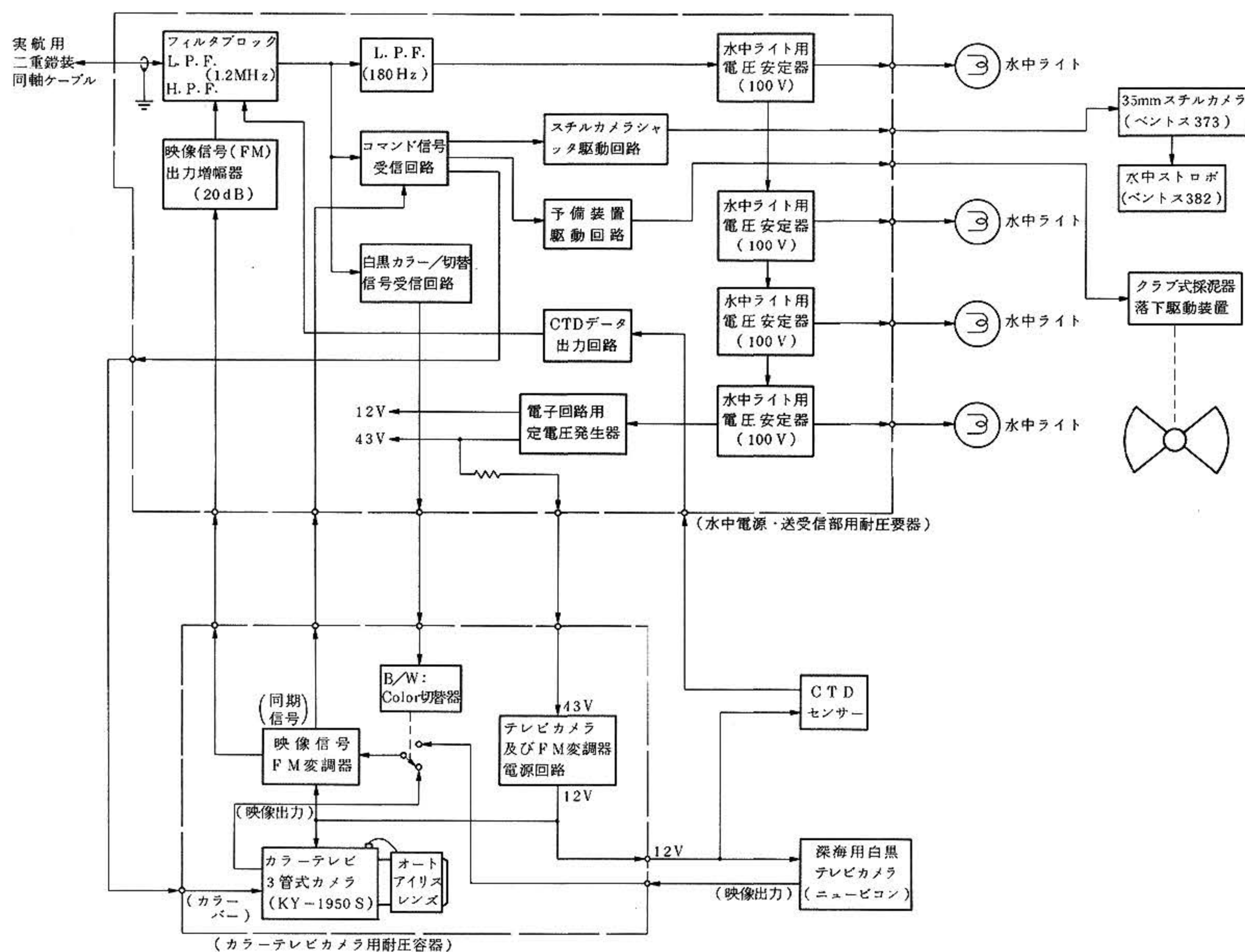


Fig 3 Block diagram of underwater parts of this system

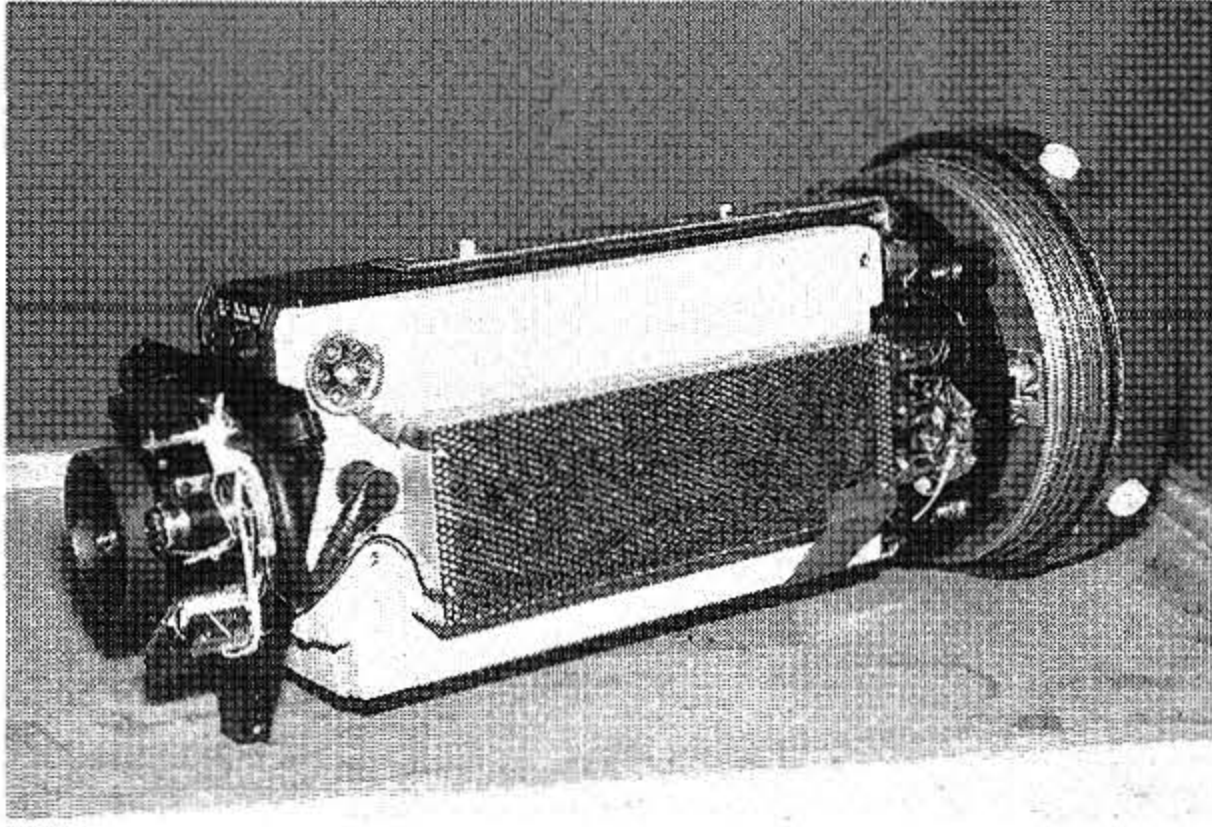


図5 3管式カラービデオカメラの外観。カメラ本体の横に、FM変調器を取付けた。カメラ本体は耐圧容器の蓋に固定した。

Fig 5 Three-tube-type video camera attached to the end cap of the canister. FM modulator was attached to the camera.

が大きく、曳航体を海底付近まで近付けると危険が伴うような場合などに、カラーカメラと切替えて使用される。切替え操作は、船上装置の切替えスイッチを白黒側に設定すると、450Hzの信号が水中部へ送られることにより白黒カメラが選択される。

3.3 深海用スチルカメラ、及びストロボ

深海用スチルカメラ、及びその光源となるストロボは、米国ベントン社製モデル372、及び382

表3 白黒テレビカメラの定格

Table 3 Characteristic of B/W video camera

項目 items	定格 specification
撮像管 video tube	2/3インチ 3管式 2/3" 3-tubes type
カラー方式 color method	NTSC (IQ方式エンコーダ) NTSC (IQ method encoder)
走査方式 scan method	2:1 インターレース 走査線数 525本 2:1 interless scan line 525
水平解像度 horizontal resolution	500本 (中心部) 500 lines (center part)
最低実用照度 minimum luminous intensity	150 lux (F1.6 + 9dB)
電源及び消費電流 power consumption	DC10.5~15.0V, 1.0A (DC+12V)
レンズ系 lens system	焦点距離 9mm, 絞り 1.4 focus range 9mm, iris 1.4

を使用している。このカメラには100ftの長尺35mmフィルムが装填でき、最大800枚程度の写真撮影が可能である。それぞれのコマの左下隅には日時分秒が映し込まれる。ストロボ光量は、100WSである。シャッター駆動コマンドは、テレビ画面を乱さないようにするため、ビデオ信号と同期させ、垂直ブランキング時間中に船上装置から発せられる。

3.4 CTDセンサ

カメラやソナーを塔載した曳航体を用いて海底の精密調査を行う際、音響トランスポンダ航法システムで曳航体の正確な水中位置計測を行っている。測位精度を上げるためには、各深度毎の水温データから正確な平均水中音速を求める必要がある。また、カメラで海底観察中、リアルタイムで水温や塩分濃度の変化が分れば、新たな熱水噴出現象を発見するチャンスが訪れることが期待できよう。このようなことから、本年度、CTDセンサを曳航体に塔載できるように改善を行った。

CTDセンサの測定精度、分解能等を表4に示す。このセンサは、DC12~43Vの電圧を与えると、導電率は1~65mV/cmの値を3.010~3.650Hzの正弦波で、水温は-2~30℃の値を980~1,300Hzの正弦波で、深度は0~630kg/cm²の値を6,000~7,890Hzの正弦波で三波多重化して出力する。この信号は、水中電源、送受信部のバンドパスフィルタで高調波成分がカットされた後、ビデオ信号で使用されていない低減に混合され、船上装置へ伝送される。

図6にCTDセンサの外観図を示す。なお、測温プローブだけは3mのケーブルを介して、センサ本体から離して取付けることが可能とした。

3.5 水中電源・送受信部

曳航用同軸ケーブルの先端は、水中コネクタを介して水中電源、送受信部に接続される。本水中部の入出力端には、コンデンサとコイルにより構成されたフィルタブロックがあり、ここで直流電源成分と信号成分とに分割される。船上の電源装置から送られた直流電源は、4個の水中ライトと定電圧発生回路を直列に流れ、各ライトで100V、定電圧発生回路で80V、合計480Vの電気が水中

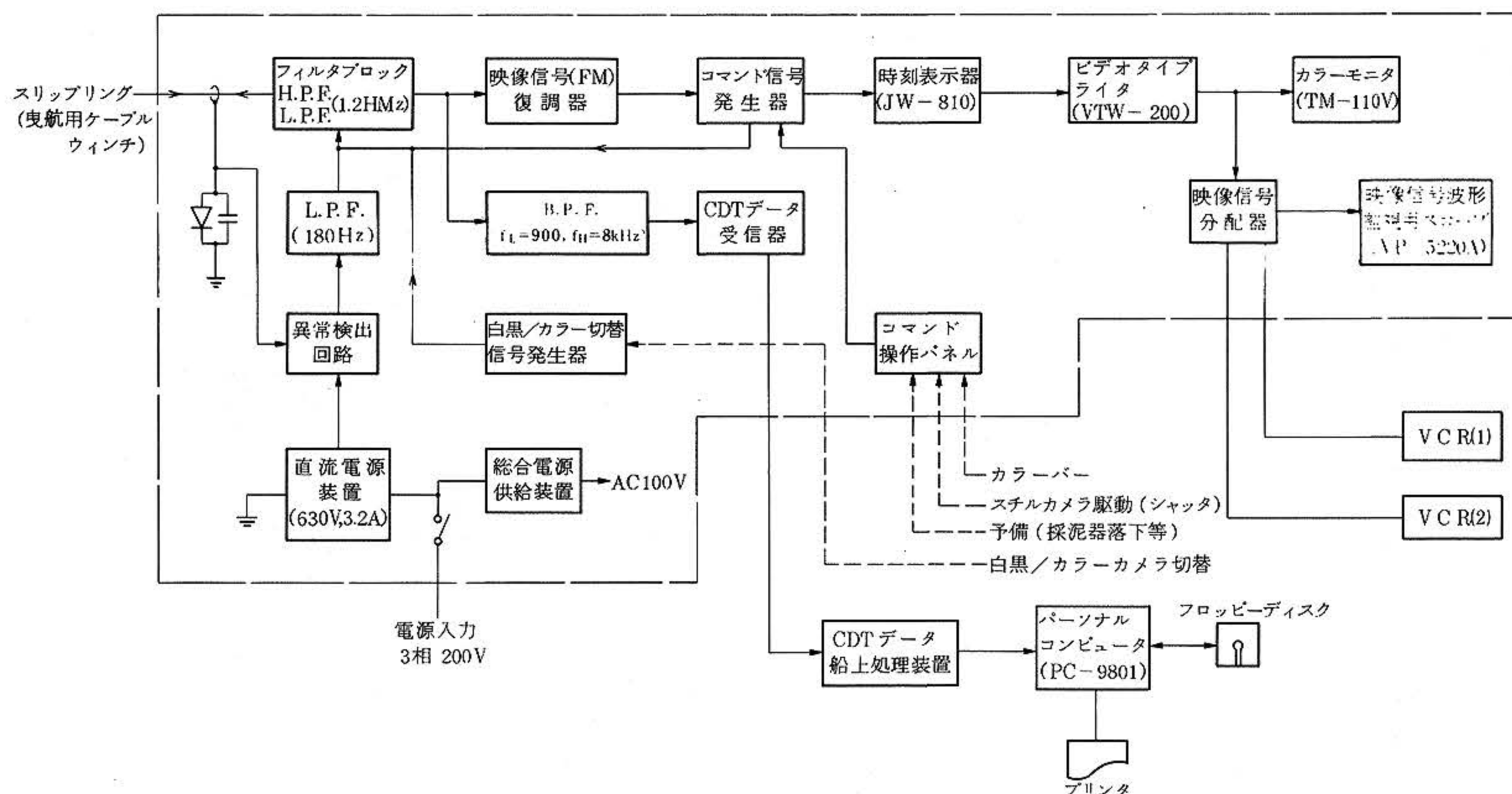


図4 本システムの船上部のブロック図

Fig 4 Block diagram of deck unit of this system

表4 CTD センサの仕様

Table 4 Specification of the CTD sensor

項目 items	導電率 Conductivity (mS/cm)	温度 Temperature (°C)	深度 Depth (m)
測定範囲 measurement range	1~65	-2~+30	0~6,300
分解能 resolution	0.01	0.01	0.1%(FS)
測定精度 accuracy	±0.05	±0.025	±0.25%(FS)
センサ型式 sensor type	電磁誘導 electro-magnetic induction	白金測温抵抗体 platinum resistance thermometer	ストレインゲージ strain gauge

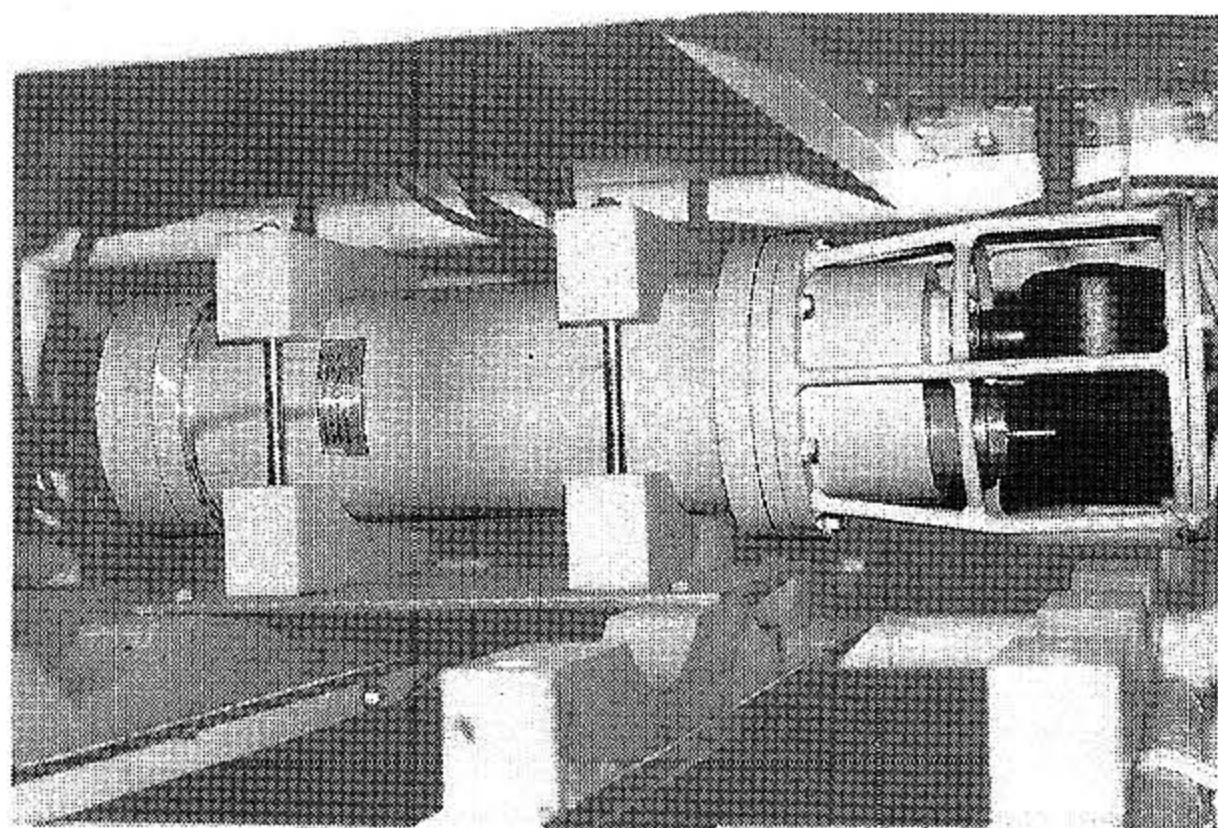


図6 曳航体に装備されたCTDセンサ

Fig 6 CTD sensor installed in the towed frame.

部で消費される。4個のライトの各々には保護回路を設け、万一水中ライトがショート、あるいはオープンになった場合でも、システム全体の作動に支障が及ばないようにした。

信号成分には、水中部から船上装置へ伝送される信号と、逆に、船上装置から水中部へ伝送される信号とがある。前者の信号としては、ビデオ信号とCTDセンサ信号があり、後者の信号としては、各種コマンド信号がある。それらの周波数スペクトラムを図7に示す。

FM化されたビデオ信号は、同軸ケーブルによる減衰量を考慮し、最終段で20Vp-p/50Ωに増幅して送出している。

コマンド信号は、ビデオ信号の垂直同期信号と同期して、400kHzのバースト信号で送られてくる。コマンド受信回路では、垂直同期信号に対するバースト信号の位置関係により、スチルカメラ駆動、カラーバー出力、外部機器駆動の各コマンドに分けている。なお、白黒カメラに切替える場合は、船上装置から連続的に450Hzの信号が送られる。

3.6 船上装置

船上装置を構成する各機器は、図8に示すよう

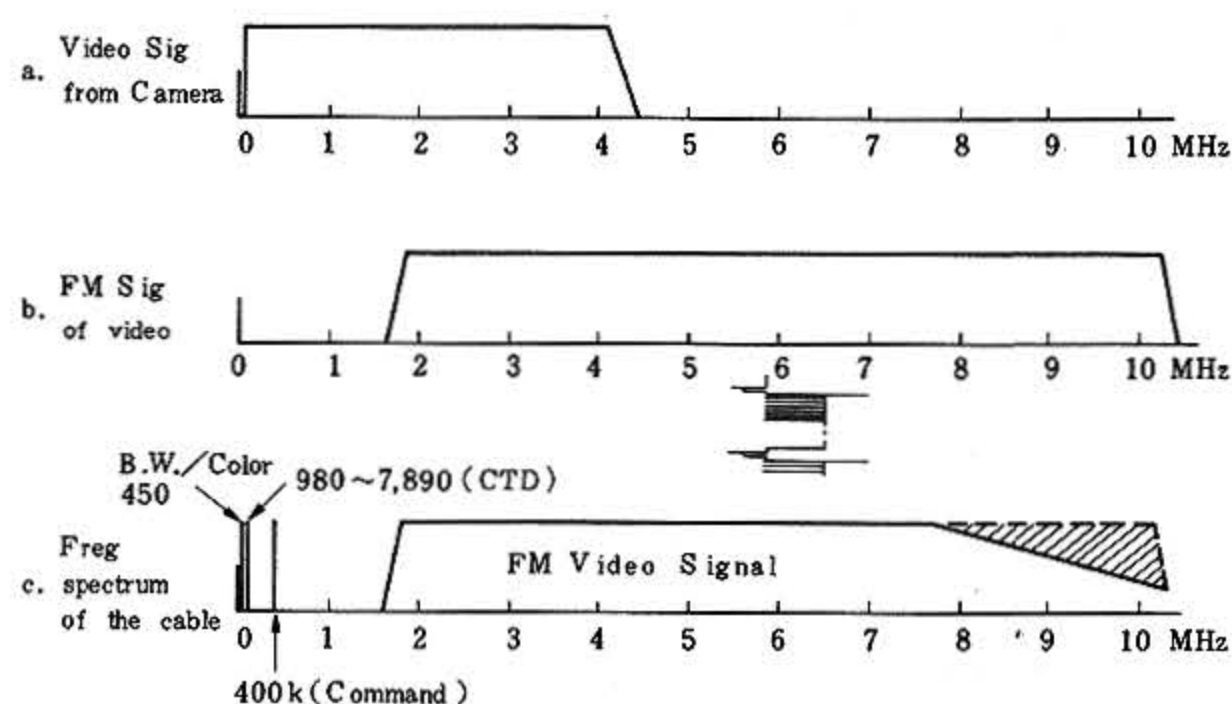


図7 同軸ケーブルを通過する信号の周波数スペクトラム(図c)

Fig 7 Frequency spectrum of the signal through the coaxial cable(fig.c)

図aはカラービデオカメラからのビデオ信号, 図bはFM化されたビデオ信号のスペクトラムを示している。

Fig.a shows the video signal from color video camera and Fig.b shows the FM video signal

に約50cm幅の標準ラック内に納められている。ケーブルウィッチのスリッパリングに配線される同軸ケーブルの一端は、フィルタブロックに接続され、ここで直流電源成分と信号成分とに分けられる。

水中部でFM化されて送られて来たビデオ信号は、復調器でNTSC標準テレビ信号に変換され、時刻表示器、ビデオタイプライタを経由してモニタされ、録画される。時刻表示器は画面の上方に日時分秒を表示するものであり、ビデオタイプライタは、画面上の任意の位置に任意の文字を表示するものである。いずれの表示文字もVCRに録画される。

CTDデータは、バンドパスフィルタで有効周波数成分だけを抽出し、CTDデータ船上処理装置に入力し、パーソナルコンピュータで数値データ処理、編集、印字、及び記録される。

直流電源装置は、ラックの最下段に納められ、印加電圧は3相200Vである。本システムでは、定電流(DC2.4A)モードで使用する。

4. 本システムの運用

前述したように、5年前に約1ヶ年掛けて

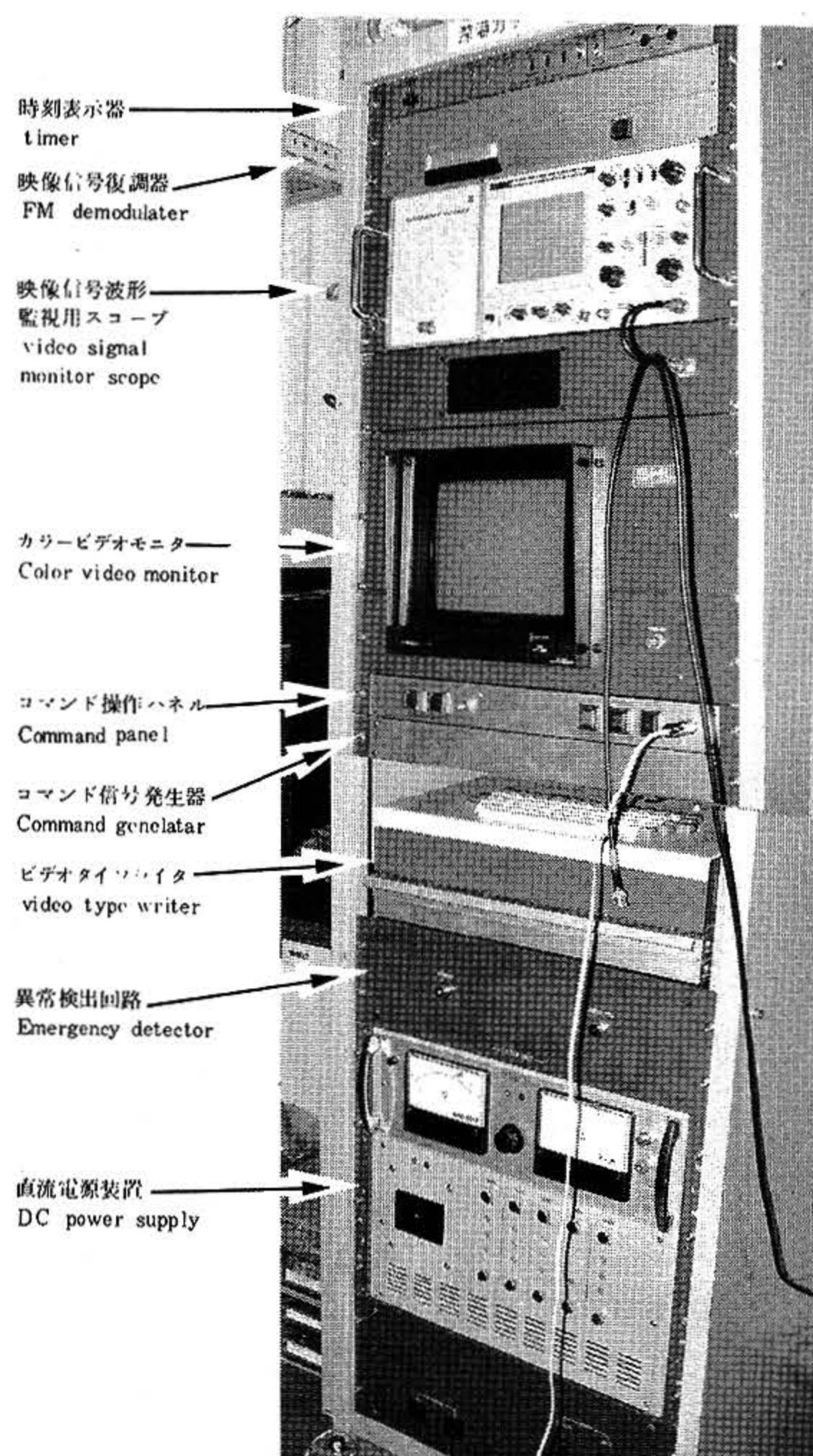


図8 船上装置

Fig8 Deck unit

4,500mの同軸ケーブルを用いてのカラービデオ信号の伝送方式の検討を行い、本システムの原形が開発され、その後、深海微細地形調査や潜水調査船による潜航調査のための事前調査等に運用されている。

開発当初は、深海カラーテレビとスチルカメラ及び曳航体の水中位置計測のための音響トランスポンダ⁵⁾をフレームに取付け、深海底の観察を行っていたが、モニタテレビで見える岩や泥を採取したいという要望から59年にオケアン型グラブ採泥器(図9参照)が装備され⁶⁾少しでも広視野の海底を観察したいという要望から61年に高感度白黒テレビカメラを装備し、必要に応じて船上からの指令により使用するカメラを瞬時に切替えられるように改善した。また、62年には、CTDセンサの計測データをリアルタイムで船上の処理装置に

伝送することが可能となり，ますます本システムを用いた調査精度と効率の向上化が計られるようになった。

図10に，これらの機器をフルに装備した曳航体の外観を示す。図11と図12に，昭和62年8月19日，南鳥島の西方，北緯23度02.9分，東経153

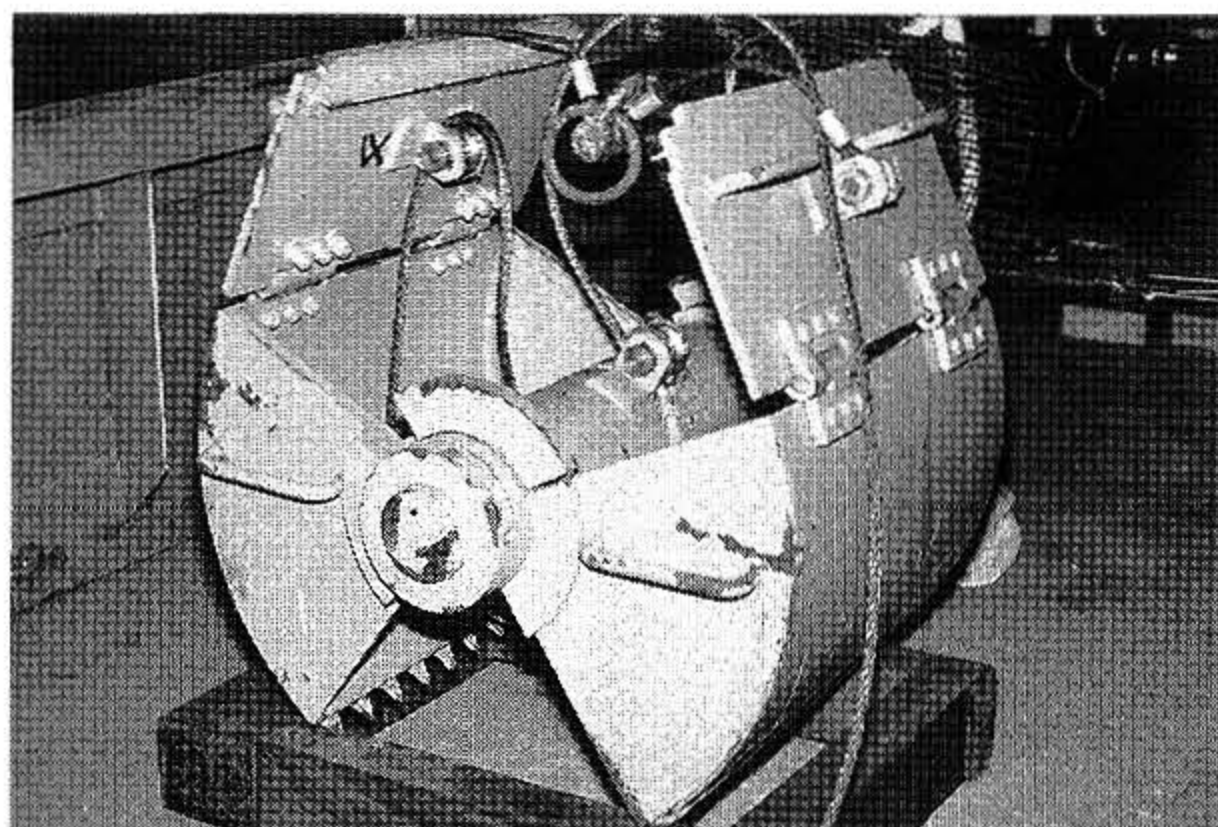


図9 オケアン型グラブ採泥器
Fig9 Grab sampler

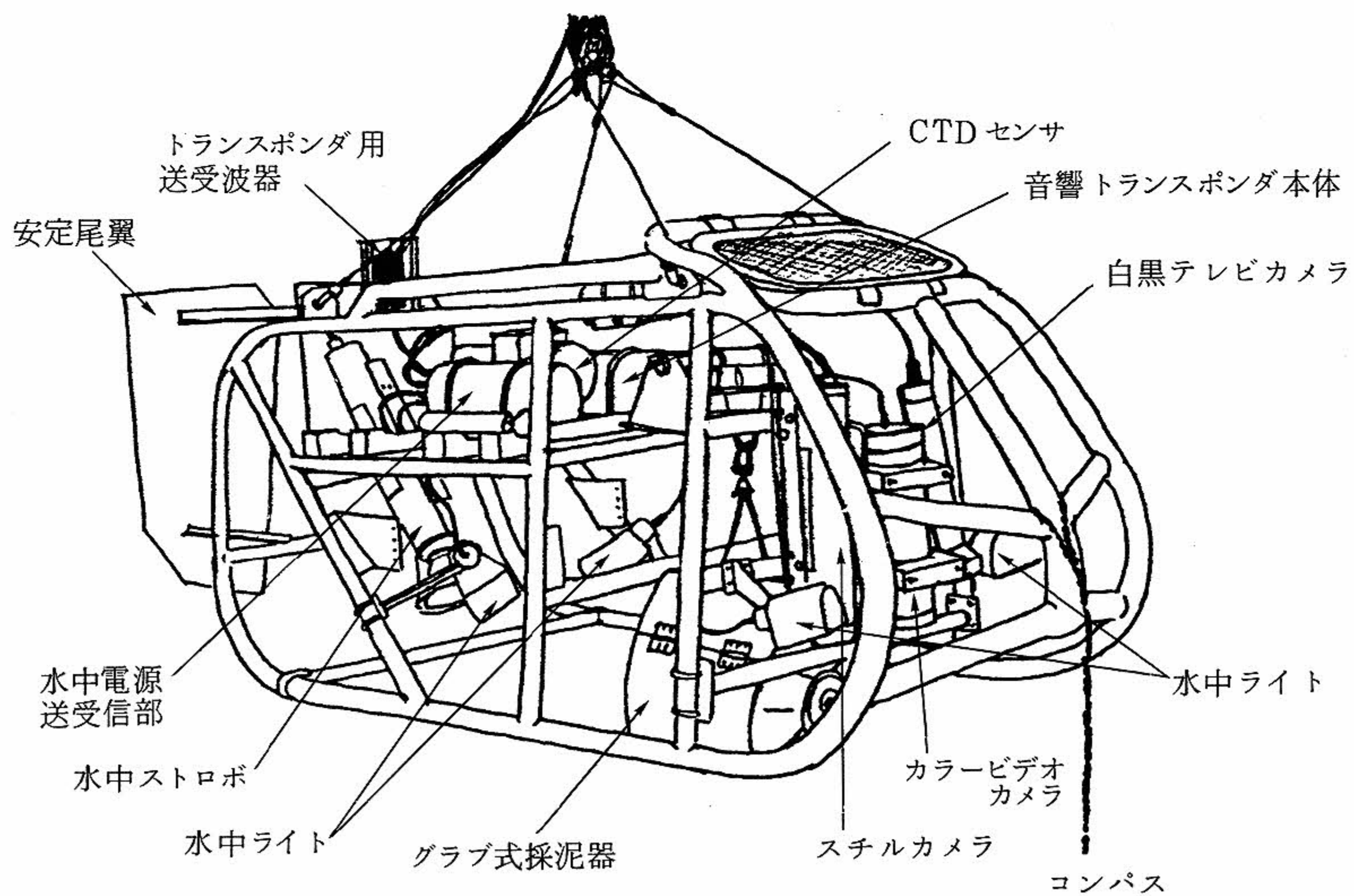
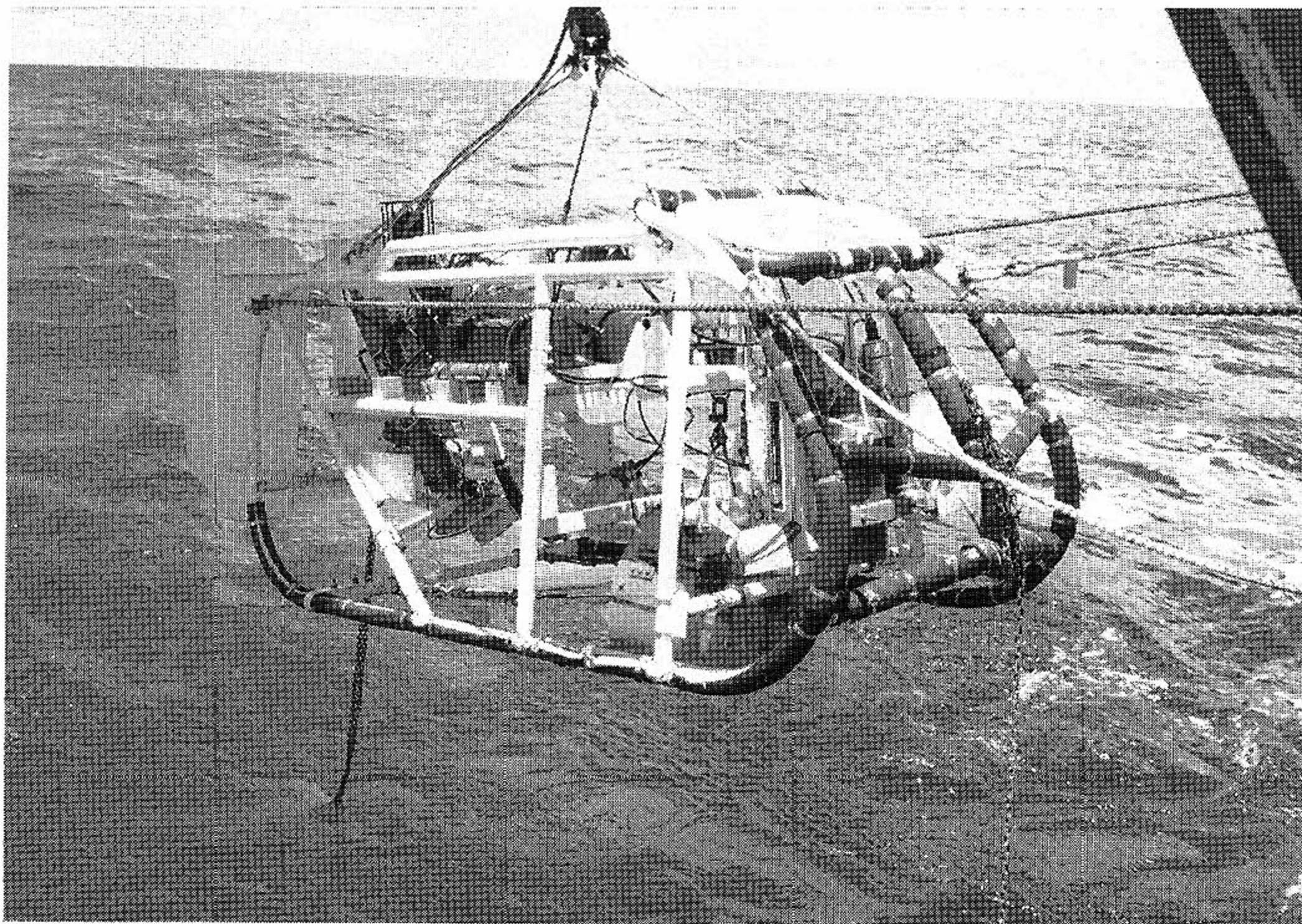


図10 水中カラービデオシステム用曳航体

Fig10 Towed vehicle for U/W color video system

SITE NATSUSHIMA
REMARKS DN87-3-MCS 870819
DENSITY 1.03

1987/ 8/19

FILE MCS-3

HR MN SC	DEPTH	TMP	CND	SAL	HR MN SC	DEPTH	TMP	CND	SAL
7: 4:20	24.7	28.81	57.29	35.15	7: 4:25	31.1	28.82	57.69	35.42
7: 4:30	25.1	29.02	57.69	35.28	7: 4:35	24.3	29.02	57.68	35.27
7: 4:40	23.5	29.01	57.67	35.27	7: 4:45	42.9	28.82	57.26	35.12
7: 4:50	36.0	29.00	57.66	35.27	7: 4:55	28.7	29.01	57.64	35.25
7: 5: 0	34.4	29.01	57.65	35.25	7: 5: 5	33.2	29.01	57.65	35.25
7: 5:10	118.9	27.83	56.45	35.27	7: 5:15	253.6	27.62	55.64	34.81
7: 5:20	32.8	28.58	57.46	35.44	7: 5:25	19.4	29.01	57.63	35.24
7: 5:30	17.8	29.01	57.63	35.24	7: 5:35	18.2	29.01	57.63	35.24
7: 5:40	23.9	28.81	57.43	35.25	7: 5:45	334.5	26.40	54.46	34.86
7: 5:50	17.8	29.01	57.63	35.24	7: 5:55	17.4	29.02	57.42	35.09
7: 6: 0	23.5	28.81	57.62	35.38	7: 6: 5	553.8	24.81	52.61	34.65
7: 6:10	23.5	29.01	57.62	35.23	7: 6:15	89.8	28.24	56.62	35.09
7: 6:20	18.6	29.01	57.61	35.23	7: 6:25	19.4	29.01	57.61	35.23
7: 6:30	19.8	29.01	57.61	35.23	7: 6:35	21.8	29.01	57.62	35.24
7: 6:40	20.6	29.01	57.61	35.23	7: 6:45	21.0	29.01	57.61	35.23
7: 6:50	21.4	29.00	57.62	35.24	7: 6:55	21.4	29.01	57.62	35.24
7: 7: 0	39.6	29.01	57.41	35.09	7: 7: 5	21.4	29.01	57.61	35.23
7: 7:10	25.1	29.00	57.61	35.23	7: 7:15	29.5	29.01	57.62	35.23
7: 7:20	41.7	28.81	57.61	35.37	7: 7:25	46.5	29.01	57.62	35.23
7: 7:30	46.9	28.71	57.29	35.22	7: 7:35	59.1	27.04	55.65	35.32
7: 7:40	57.8	26.70	55.17	35.23	7: 7:45	65.1	25.55	53.87	35.16
7: 7:50	70.8	24.60	52.72	35.05	7: 7:55	76.9	24.42	52.53	35.04
7: 8: 0	83.3	24.21	52.34	35.06	7: 8: 5	88.6	23.92	52.04	35.06
7: 8:10	95.9	23.49	51.64	35.10	7: 8:15	101.1	23.41	51.54	35.08
7: 8:25	112.9	22.55	50.65	35.08	7: 8:30	119.7	22.14	50.23	35.08
7: 8:35	125.0	21.83	49.82	35.00	7: 8:40	131.1	21.51	49.25	34.81
7: 8:45	137.5	21.13	49.04	34.95	7: 8:50	142.8	20.63	48.31	34.77
7: 8:55	149.7	20.48	48.36	34.93	7: 9: 0	155.3	20.20	48.06	34.91
7: 9: 5	160.6	20.04	47.87	34.89	7: 9:10	168.3	19.74	47.54	34.87
7: 9:15	172.7	19.40	47.13	34.81	7: 9:20	178.8	18.91	46.62	34.79
7: 9:25	186.1	18.56	46.24	34.76	7: 9:30	190.5	18.25	45.88	34.72
7: 9:35	209.5	18.04	45.66	34.70	7: 9:40	202.3	17.91	45.54	34.71
7: 9:45	208.3	17.61	45.20	34.68	7: 9:50	213.6	17.50	45.08	34.66
7: 9:55	219.7	17.40	44.96	34.64	7:10: 0	225.3	17.20	44.75	34.63
7:10: 5	231.4	17.02	44.57	34.63	7:10:10	237.5	16.95	44.48	34.61
7:10:15	243.5	16.84	44.38	34.61	7:10:20	249.2	16.77	44.31	34.61
7:10:25	254.0	16.75	44.29	34.61	7:10:30	260.9	16.51	44.02	34.57
7:10:35	272.7	16.42	43.94	34.58	7:10:40	272.2	16.27	43.79	34.57
7:10:45	277.9	16.17	43.68	34.56	7:10:50	283.6	16.01	43.52	34.56
7:10:55	289.6	15.90	43.39	34.53	7:11: 0	294.9	15.83	43.31	34.52
7:11: 5	300.2	15.74	43.22	34.52	7:11:10	307.0	15.67	43.17	34.53
7:11:15	311.9	15.56	43.04	34.51	7:11:20	318.4	15.32	42.75	34.46
7:11:25	324.0	15.10	42.56	34.47	7:11:30	329.7	15.03	42.49	34.47
7:11:35	334.1	15.00	42.44	34.45	7:11:40	339.0	14.91	42.37	34.46
7:11:50	352.3	14.58	42.01	34.42	7:11:55	358.0	14.53	41.96	34.42
7:12: 0	363.3	14.38	41.80	34.40	7:12: 5	369.7	14.25	41.67	34.39
7:12:10	375.0	14.09	41.52	34.40	7:12:15	381.5	13.95	41.36	34.37
7:12:20	388.4	13.75	41.15	34.35	7:12:25	393.2	13.64	41.03	34.33
7:12:30	399.7	13.56	40.96	34.34	7:12:35	405.7	13.29	40.68	34.31
7:12:40	412.2	12.93	40.29	34.27	7:12:45	416.7	12.66	40.02	34.25

図11 CTDデータの印字例

Fig11 Example of the print-out of CTD data

度 29.6 分の海域で行ったカメラによる海底調査の時の CTD の印字結果, 及びそのデータをもとにプロットした図例を示す。図 13 と図 14 に, 昭和 62 年 6 月 3 日に行った海形海山の調査時に撮影したビデオモニタ画像とスチル写真の例を示す。図 15 は, 海底面に広く分布したノジュールを採取するため, 船上からの指令により, グラブ採泥器が落下した瞬間を撮影したものである。また, 図 16 は, 昭和 61 年 11 月に自船から海中に投げ込んだ 200ℓ ドラム缶を数日後テレビカメラで観察する実験を行った時に撮影したものであるが, この例のように, 人工物体の探索等, 広い視野の映像を必要とするような場合, 高い位置からの観察が可能な高感度白黒テレビを併用すると, 調査効率が極めて良くなることが確認できた。図 17 は, グラブ採泥器に泥を満載して回収された時の様子を撮影したものである。

5. ま と め

今回ここに紹介した曳航式カラービデオシステムの原形は, 昭和 57 年度に製作され, 深海底の光学的観察に使用されているが, 運用上の時間的な制約がないことと, 操作の簡便さから, 深海底の精査においては欠く事のできない調査手段となった。それに伴い, 本システムに対する期待と要望も年々多くなり, 今日の姿となったが, これは決して最終的なシステムではない。静止ビデオ画像であれば本システムに付加することが可能であるし, また, 他の環境計測センサや曳航体の挙動を知るための各種センサも付加することを検討中である。

しかし, もっと多機能で完成度の高い曳航式ビデオシステムの導入を考えた時, 現在使用中の二重鎧装同軸ケーブルと同程度の太さで, 曳航用ケーブルとして十分な強度と信頼性のある光/電気複合ケーブルの開発が待たれるところである。

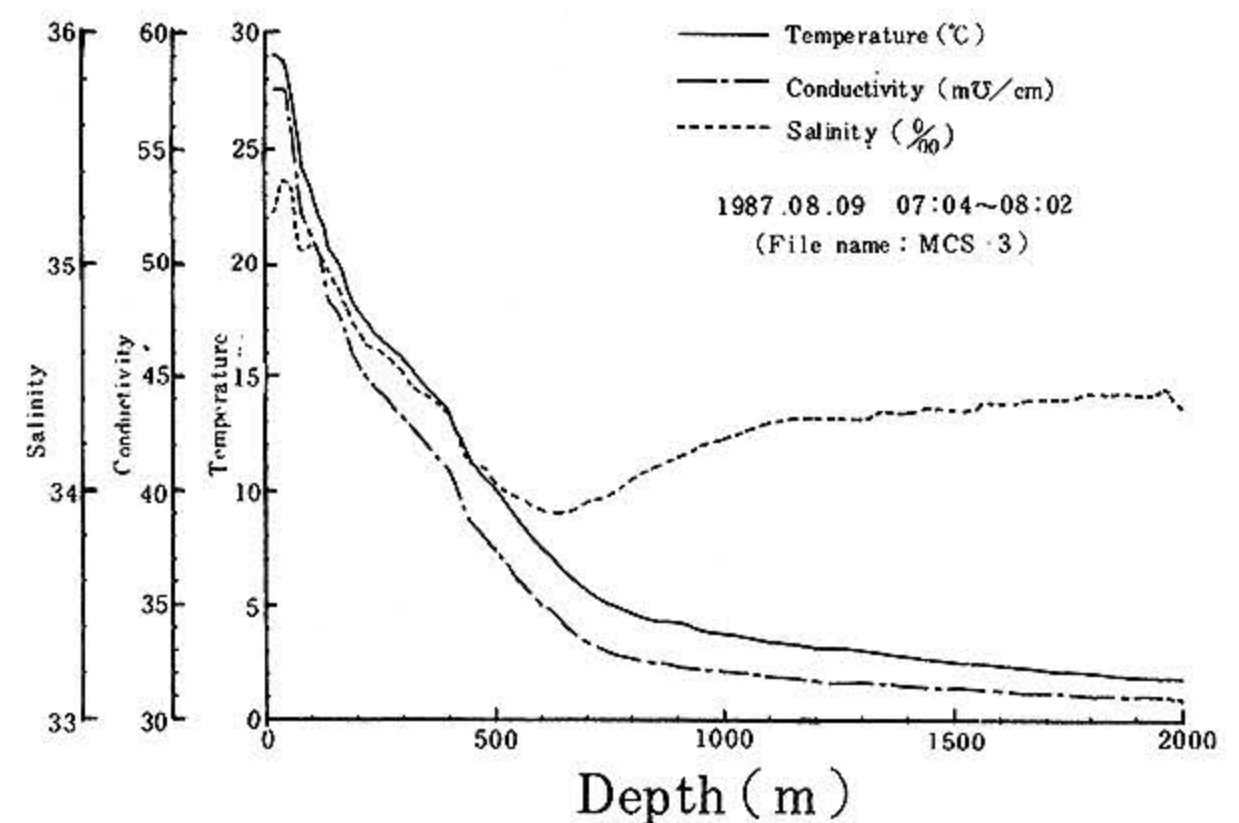


図 12 CTD データのプロット例

Fig12 Example of the plotting of CTD data

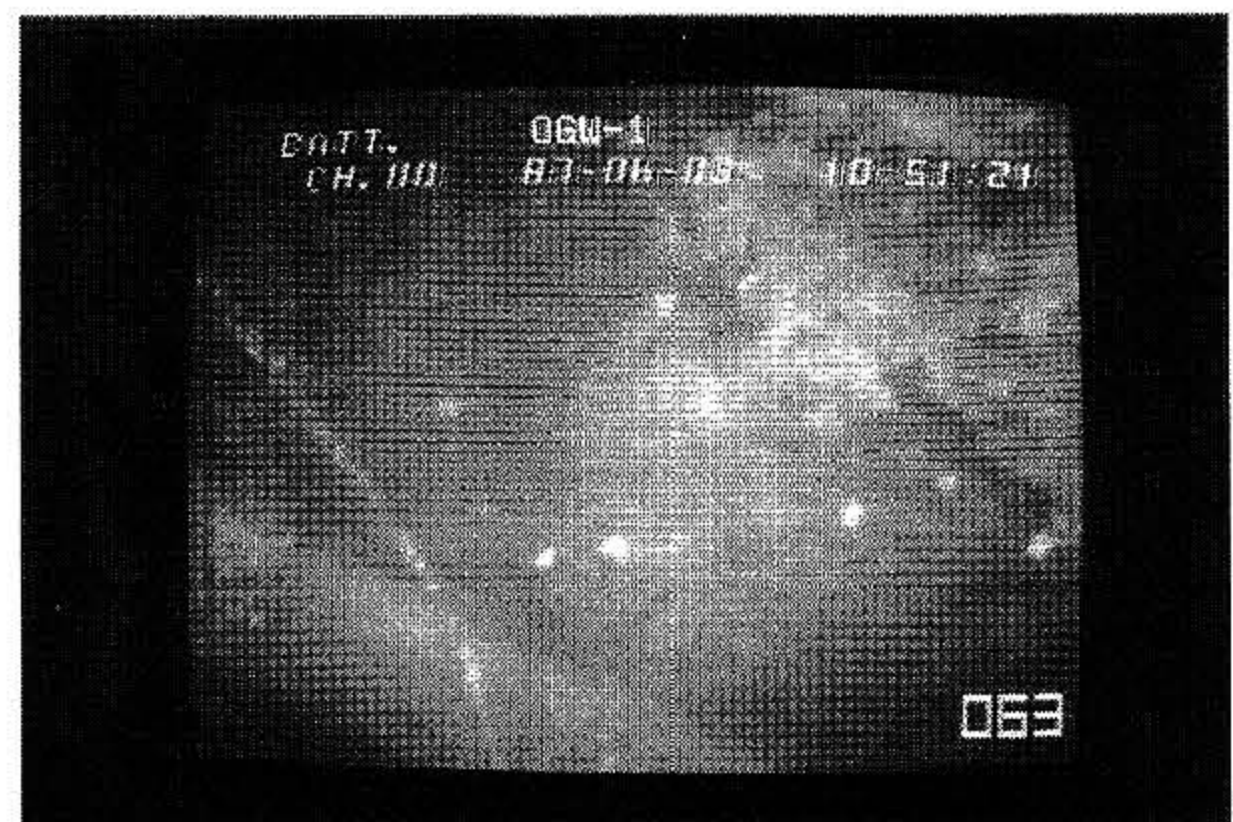


図 13 1987 年 6 月 3 日, 小笠原父島西方約 100 マイルの海形海山山頂, 水深約 450m を観察中, 多数の小さな白いカニが観察された

Fig13 A lots of white, small crabs were observed by this U/W video system at "KAIKATA" sea mount, about 100nm west from Chichijima of Ogasawara islands on the 3rd. of June, 1987, The depth was ab. 450m.



図14 カラービデオモニターで海底を観察しながら写真撮影を行った。この写真は、図13の海底観察中に撮影したもので、原画はカラー。

Fig14 This picture was taken at the same place and the time with fig.13. The original picture is the reversal color film.



図15 コバルトリッチ・マンガン団塊を採取するため、船上からの指令信号により曳航体から投下したグラブ採泥器。
南鳥島南方約 150nm

Fig15 Grab sampler dropped from towed vehicle by the command signal to sample the co-rich manganese nodules, about 150nm south from Marcus island.

最後に、本システムの開発に際し多大な協力を頂いた深海研究グループの皆様に謝意を表す。また、製作において適切な助言をいただいた湘南高周波（株）の稲葉安彦氏、及び長井義春氏に感謝する。

参考文献

- 1) 大塚 清, 中西俊之, ほか「曳航式深海底探索システムのソーナー」, JAMSTECTR(8), 1~27, 1982
- 2) 堀田 宏, ほか深海研究グループ,「伊豆半島東方沖, 相模湾西部の海底微細地形」, JAMSTECTR(14), 73~82, 1985
- 3) 松澤誠二, 大塚 清ほか, 「曳航式TVカメラ用耐振型ハロゲンランプの試作」, JAMSTECTR(19), 1988
- 4) 土屋利雄, 大塚 宏, 「曳航式深海底探索テレビシステムの開発」, JAMSTECTR(11), 13~29, 1983
- 5) 中西俊之, 大塚 清, ほか「トランスポンダ航法装置の音響的性能試験および海洋実験」, JAMSTECTR(3), 39~49, 1979
- 6) 橋本 惇, 田中武男, ほか, 「深海調査用遠隔指令式採泥システムの開発」, JAMSTECTR(17), 19~23, 1986

(原稿受理 1987年11月30日)

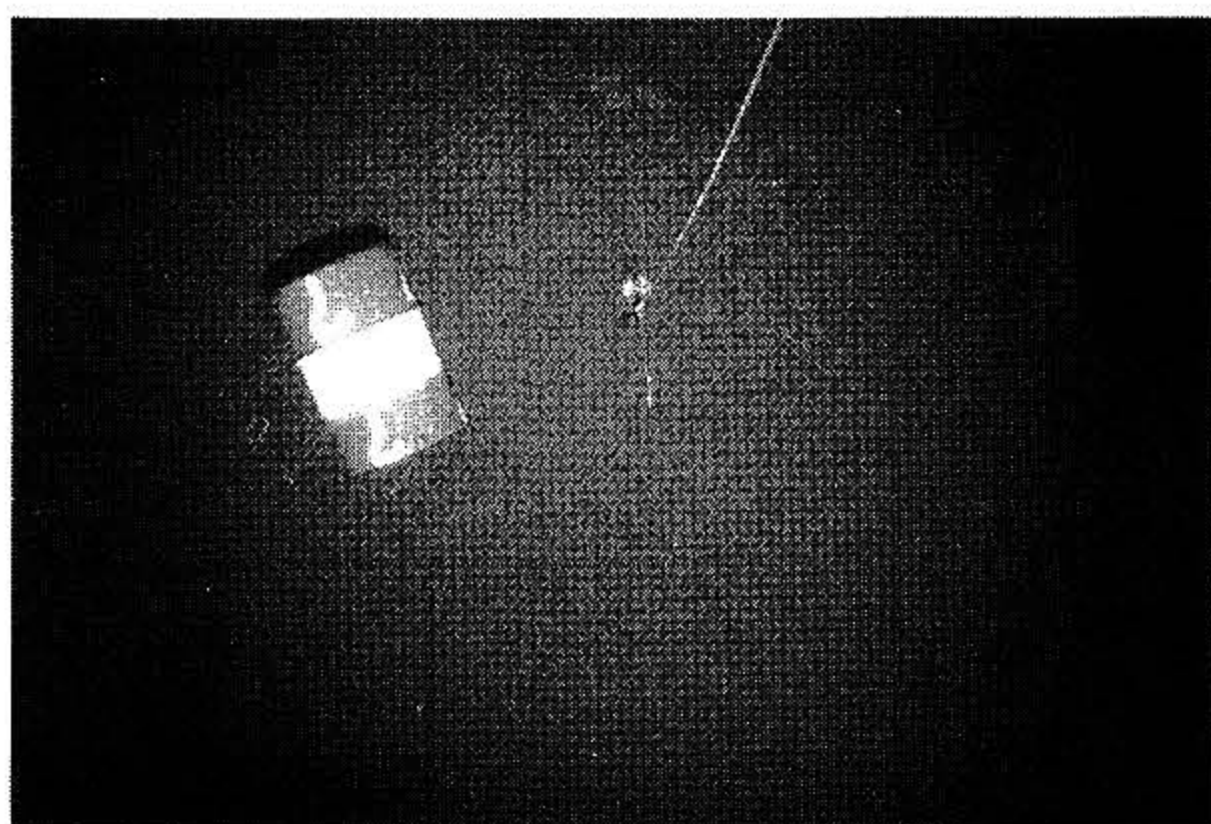


図16 事前に船から海中に投下させた200ℓドラム缶をサイドスキャンソーナーで発見し、テレビで観察し、写真撮影を行う実験で撮影された写真。曳航体の高度は約6mであったが白黒ビデオカメラでははっきりと視認できた。

Fig16 This photo was taken at the finding experience of the artificial objects which were dropped previously. Though the altitude of the towed vehicle was about 6m, they could be monitored by the B/W video camera.

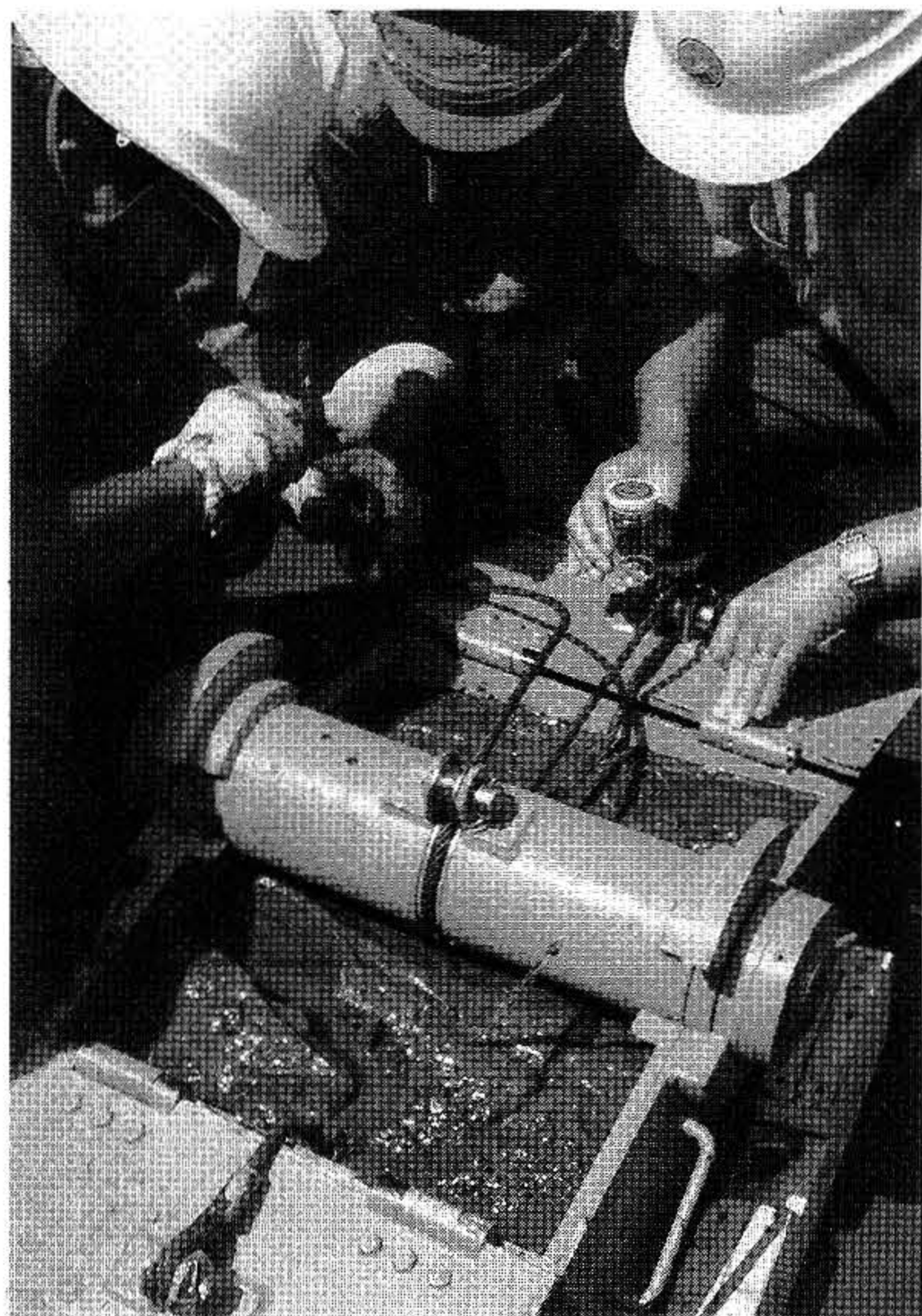


図17 1984年8月 秋田沖水深約 3,200mの海底
の泥の採取に成功

Fig17 Sampling of the mud of the sea bottom,
3,200m depth, off Akita, Aug. 1984.