

ケーブルコントロール式テレビシステムの 試作 (第2報)

服部陸男^{*1} 名執 薫^{*1}

水深 200 m までの大陸棚周辺の調査に使用できる マイコン制御による軽量、安価なケーブルコントロール式テレビシステムの主要部分の試作、改造およびプール内の性能試験を行った。この装置は、ビークル、コントロール、モニタ、電源 (100 V, 500 VA, 120 V, 720 VA), 主ケーブル (16 mm ϕ) および中性浮力のデザーケーブル (16 mm ϕ) で構成される。ビークルは約 430 mm ϕ の球型で、重量約 43 kg, 浮力 1 kg であり、耐食アルミニウム合金製耐圧殻 (厚さ 5 mm) にはアクリル製ドーム窓 (厚さ 8 mm) を取付け、耐圧殻の後部および上部には各 2 個のシリンダ型マグネチックカップリング方式のスラスト (DC 100 V, 70 W) がある。

改造後の試験ではテレビ (最低照度 0.5 lux, $\pm 60^\circ$ チルト可能) の映像は動きが良好であり、自動深度保持装置による深度保持を含め、操作性も良好であった。

Cable Controlled Unmanned Television System Under Development (Report 2)

Mutsuo Hattori^{*2}, Kaoru Natori^{*2}

A light weight, low priced computerized cable controlled television system which can be employed in undersea optical survey around the continental shelf (shallower than 200 m) is under development. The main part of the system has been completed and tested.

The system is composed of vehicle (about 430 mm in diameter, weight in air 43 kg, about 1 kg buoyancy), control and monitor TV, power source (100 V 500 VA, 120 V 720 VA) main cable (16 ϕ mm) and neutrally buoyant tether cable (16 ϕ mm).

The vehicle has a spherical pressure hull of corrosion resistant aluminum alloy (wall thickness 5 mm) with a 90-degree sector angle spheric acrylic window (thickness 8 mm) and cylinder type magnetic torque coupling thrusters (each DC 100 V 70 W) two at the stern side and two at the upper part.

After modification, the system was tested in a swimming pool. The picture and ± 60 -degree tilt motion of TV camera (sensitivity 0.5 lux) was good and various motions of the vehicle including automatic depth maintenance showed superior operability.

*1 海洋利用技術部

*2 Marine Exploitation Technology Department

1. まえがき

本システムの概要，設計，製作過程，ソフトウェア，ハードウェアについてはすでに報告した。ここでは，その後の研究経過について報告する。

1980年3月に表1に示す仕様のビークルが完成したので，当センターの潜水訓練プールで走航試験を行った。主ケーブル100 m，デザーケーブル（中性浮力）30 m使用して試験した結果，電圧が予期したよりも降下した。

特にスラスタ4個を同時に使用し，斜方向への推進，一定深度保持の前進等では，スラスタの回転数が減少し，予期した値の60％程度の速度しか得られなかった。しかし，フルパワー以下での推進，たとえば一定深度保持し，1 kt程度での前進，単純な上下，左右，前後進，回頭，一定深度保持等ではきわめて良好な動きを示した。

電圧の降下は，主として，デザーケーブル部分で起こることがわかった。そのため，デザーケー

ブルの重量を増加せず，前進2 kt程度の速度を保持できるように改造することにした。

主要な改造点を，つぎに示す。

(1)テレビの改造

(2)電源の改造

(3)スラスタの変更

(4)スラスタ制御のためのプログラム変更

以下，主要な改造点および改造後の走航試験結果について述べる。

このシステムの電気関係の設計，製作は前センター研究員青木太郎氏によるものである。また，製作，改造にあたっては，昭和54年度，昭和55年度にかけて電気通信大学の望月仁教授のご指導で同大学電波通信学科の今井昌利，永山幸央の両氏の卒業研究として，協力いただいた。以上の各氏に謝意を表する。

表1 本システムの主な諸元
System specifications (1980)

1. 使用深度 operation depth	200 m
2. 寸 法 dimention	球体直径 約43cm spherical shape nominal 43 cm, dia.
3. 重 量 weight	約 40kg (垂錘を含まず) nominal 40kg
4. 速 度 speed	最大 2 ノット max. 2kt
5. 構 造 structure	耐食アルミニウム合金製の耐圧球殻内に各コンポネント収納 spherical corrosion resisting aluminum pressure hull encloses all components.
6. 浮 力 buoyancy	正浮力 1 kg positive buoyancy
7. 電 源 power requirement	A C 100 V, 50/60Hz, 1,500 V A
8. スラスタ thruster	D C 70W×4, 前後進, 左右, 上下, 回頭 four DC 70W motors provide forward/reverse, vertical and lateral movement and yaw control
9. 装 備 instrumentation	テレビカメラ, ハロゲンライト (150W×2), 方位計 (マグネットコンパス), 深度計 TV camera, halogen light (150W×2), magnetic compass, depth sensor
10. 船上機器 shipboard components	電源, 制御および表示装置 power unit, control/display console

2. システムの構成, 諸元

本システムの基本的構成は, 改造後も変わっていない。

図1はシステムの構成を示す。

この図中の電源, スラスタ等は改造した。改造後のシステムの諸元を表2に示す。

3. システムの改造

(1) テレビの改造

耐压殻内部に収納したテレビは, ナショナルニュービコンWV-1250A (AC 100 V用) に8.5mm広角レンズ (KF-85A, 最大口径比

1:1.5, 自動絞り) を取付けたものである。

改造前はチルト機構を使用しなかった。改造後, 写真1に示すように, チルト装置にレンズと撮像管部を取付け, $\pm 60^\circ$ チルトさせることにした。このため, 回路基盤部とレンズ撮像管部を分離する必要が生じた。

回路補償用にはプリアンプを製作し, 撮像管の鉄製シールドの上部に取り付けた。またモータノイズ等雑音除去のため, ビークル内に高周波成分除去用のラインフィルタを取付けた。

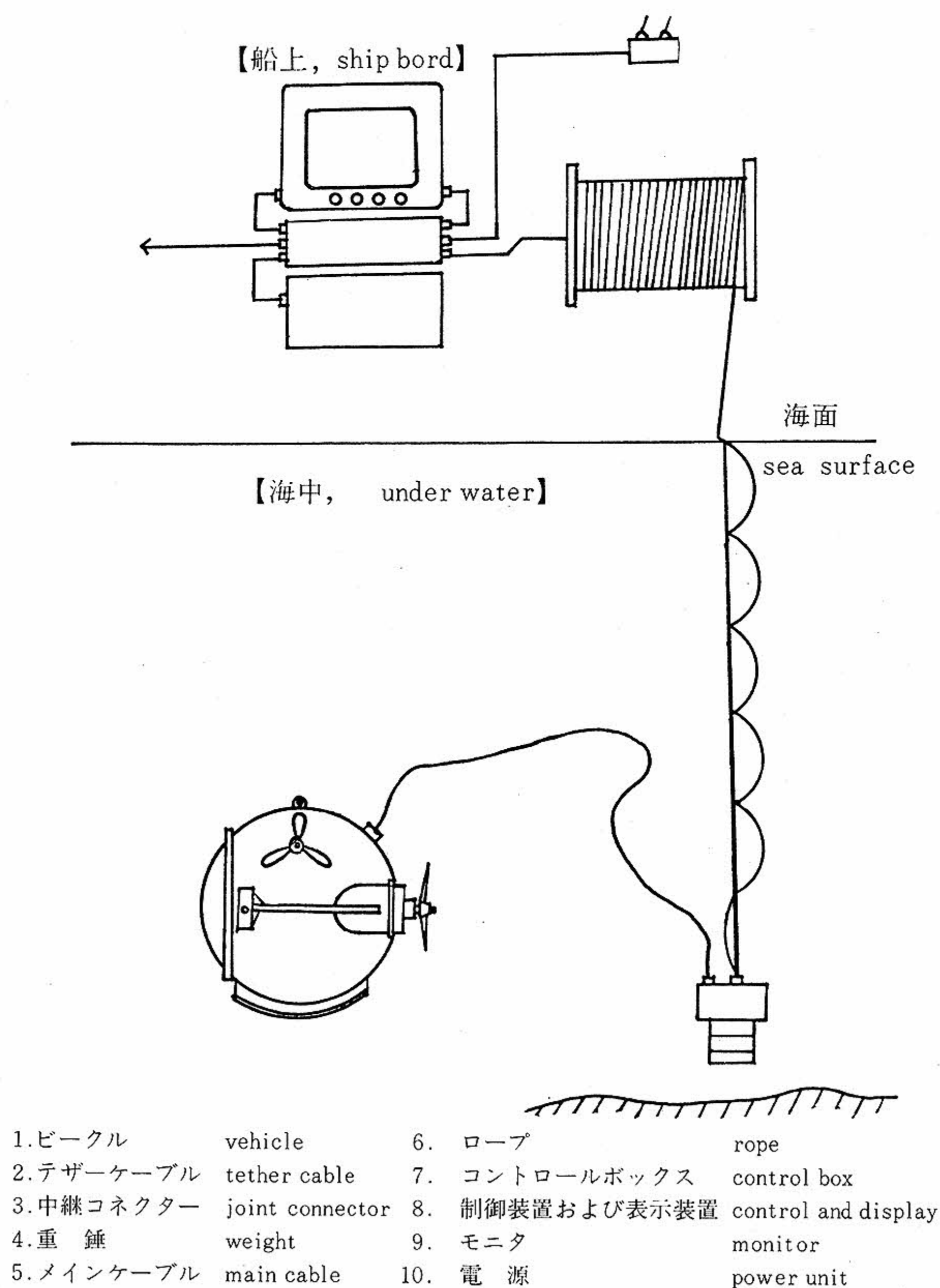


図1 本システムの構成

System description

表2 改造後のシステムの諸元
System specifications (Modified)

1. 使用深度 operating depth	200 m
2. 寸 法 dimensions	球体：直径 約43cm, 厚さ 5 mm spherical shape : nominal 43cm diameter, t = 5mm
3. 重 量 weight	約43kg, バラスト重量を含む about 43 kg including ballasting weight
4. 速 度 speed	前進 2.0ノット (設計値) forward 2.0 kg
5. 構 造 structure	耐食アルミニウム合金製耐圧球殻内に各種装置収納, アクリル球型窓付 (厚さ 8 mm) spherical corrosion resisting aluminum pressure hull with acrylic spherical 90°-sector window (t = 8 mm)encloses all components
6. 浮力 buoyancy	正浮力 1 kg positive buoyancy 1 kg
7. 電 源 power unit	A C 115 V 500 V A A C 80 ~ 120 V 720 V A 300 ^L × 160 ^W × 160 ^H mm 14kg
8. スラスト thruster	D C 100 V, 70 W × 4, 前後進, 左右, 上下, 回頭 four DC 100V, 70W thrusters provide forward/reverse, port / stbd., up/down and rotation control.
9. 装 備 instrumentation	テレビカメラ (最低照度0.5ルクス), ハロゲンライト (150W × 2), 方位計, 深度計 TV camera (sensitivity 0.5 lux), halogen light (150W × 2) magnetic compass, depth sensor
10. 船上機器 shipboard components	制御/表示装置, 電源 control/display console 380 ^L × 280 ^W × 130 ^H mm, 8 kg and power unit

以上の改造によってスラスト回転時のノイズが減少し, 土60°のチルト機構も良好に作動した。

なお, テレビカメラのチルトの状態は, 上向き(up)60°, 水平0°, 下向き(down)60°の時, 表示装置上の対応する発光ダイオードが点燈して示す。

(2) 電源の改造

改造前の電源は, スラスト駆動用としてA C 0 ~ 32 V, 500 V A, ライトおよびテレビ用としてA C 0 ~ 115 V, 500 V A, のトランスを製作して使用した。

この電源は, コントロールユニット内で整流したスラスト用の電源が, メインケーブル100mおよびデザーケーブル30mを介し, ビー

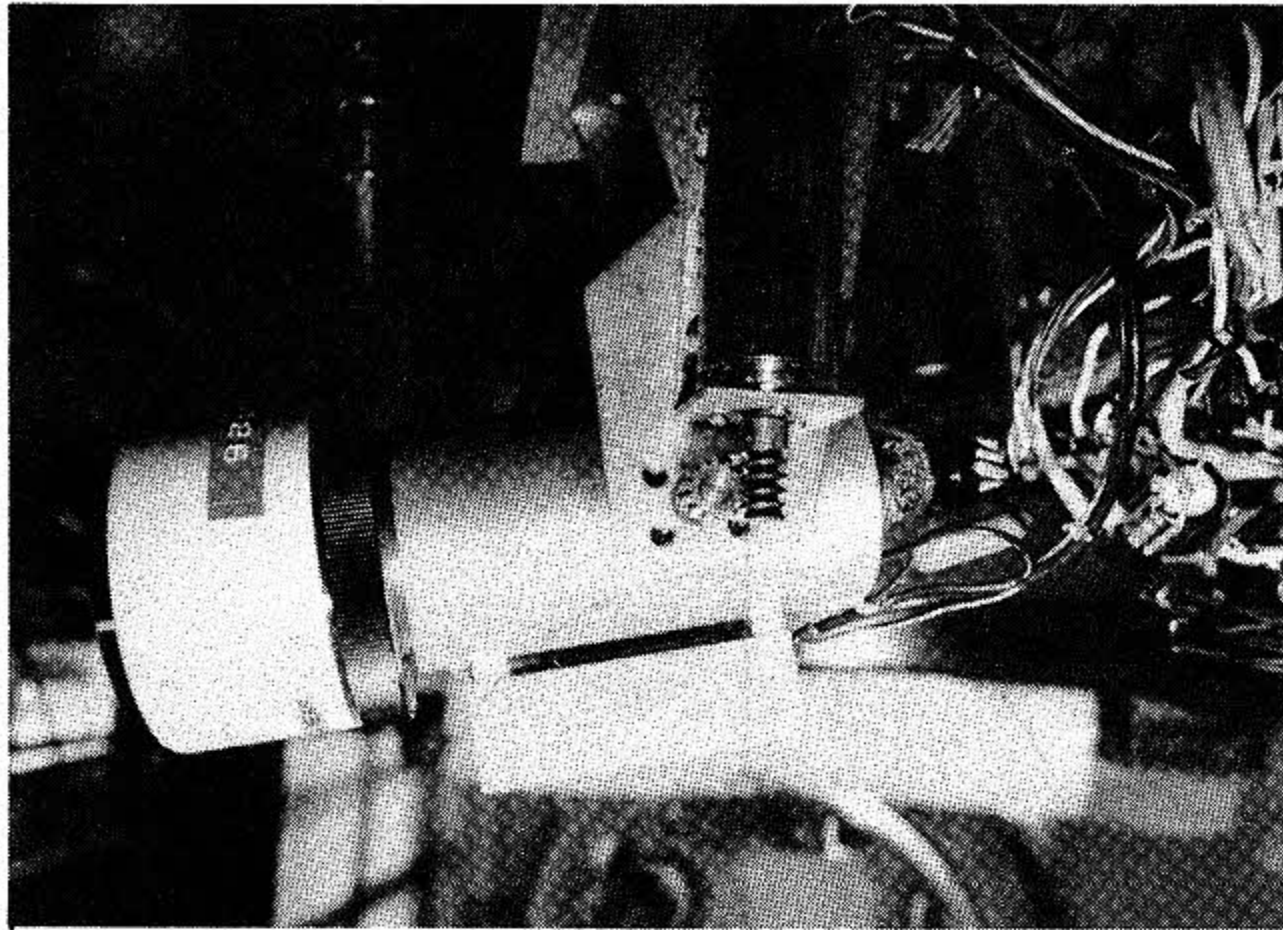


写真1 テレビのチルト機構

Tilting mechanism of television

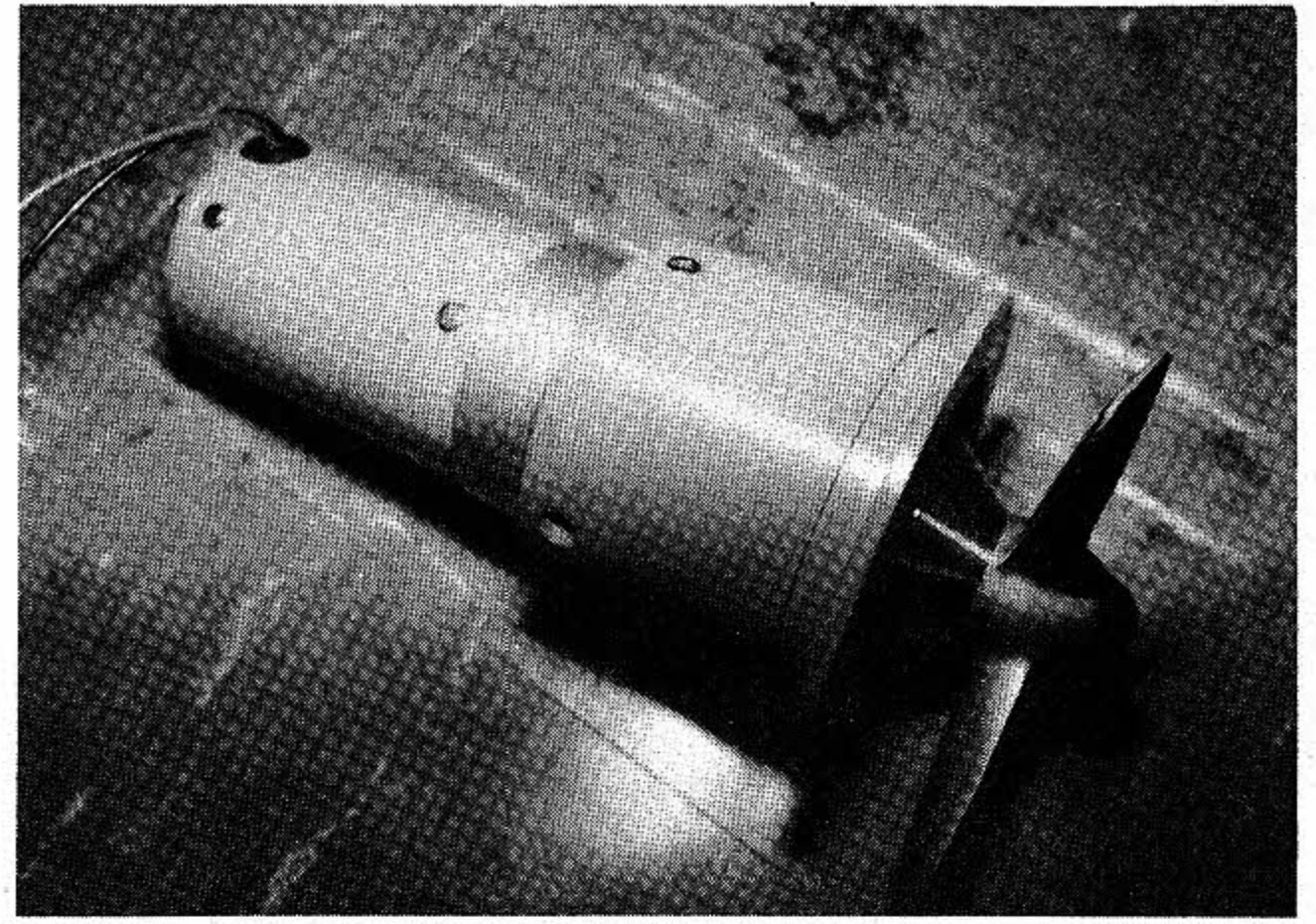


写真2 100V マグネチックカップリングスラスタ

100V magnetic torque coupling thruster.

表3 モーター、カップリングおよびプロペラの仕様

Specifications of motor, coupling and propeller

クルでは最大負荷時にDC 20V程度に電圧が降下した。このため、テザーケーブルの仕様を変更しないで、ビークル部で最大負荷時に電圧降下しないように、モータをDC 100V, 1.8Aに変更し、電源は電線による電圧降下をみこし、AC 80, 90, 100および120V, 720VAのトランスを製作した。改造結果、最大負荷時でもビークル部の電圧は、100V以下には降下しなかった。

(3) スラスタの改造

スラスタ用モータは、従来のDC 24V, 70WからDC 100V, 70Wに変更した。

これに伴い、プロペラおよびマグネチックカップリングは新たに設計、製作した。マグネチックカップリングは従来の円盤型からシリンダ型に変更した。シリンダ型の方が耐圧殻の構造が複雑となるが、効率が良く、磁石部の重量がかなり減少した。

表2は、モータ、カップリング、プロペラの仕様を示す。

これらの仕様のスラスタを4個製作した。また、スラスタ1個の空中重量は2.6kgであり、従来のDC 24Vスラスタの空中重量3.8kgから1.2kg軽くなった。

写真2はスラスタの外観を示す。

- | |
|---|
| (1) モーター, motor |
| 出力: 70W, DC 100V, 1.8A |
| 回転数: 5,000 rpm |
| 減速比: $\frac{1}{5}$, 1,000 rpm |
| (2) カップリング, (シリンダ型), coupling (cylinder type) |
| ギャップ: 5 mm |
| 伝達トルク: $> 7 \text{ kg}\cdot\text{cm}$ |
| 外輪: $44\phi \times 38\phi \times L30(\text{mm})$, 4極 |
| 内輪: $44\phi \times 22\phi \times L30(\text{mm})$, 4極 |
| (3) プロペラ, propeller |
| 直径: 152mm |
| ピッチ: 126mm |
| 耐食アルミニウム合金製, 3翼, コルトノズル付 |

(4) スラスタ制御プログラムの変更

ビークルの運動は、コントロールボックスの2個のジョイスティックでコントロールされる。

1個のジョイスティックには2個のポテンショメータがついており、それぞれのポテンショメータにA/Dコンバータがついている。

このポテンショメータの値はコンピュータの指令で8ビットのデジタル値に変換され、読込まれる。各ポテンショメータの変換値は、図2に示すように、前後進(J_1), 右進および(J_2)上昇および下降(J_3)および左右回転(J_4)

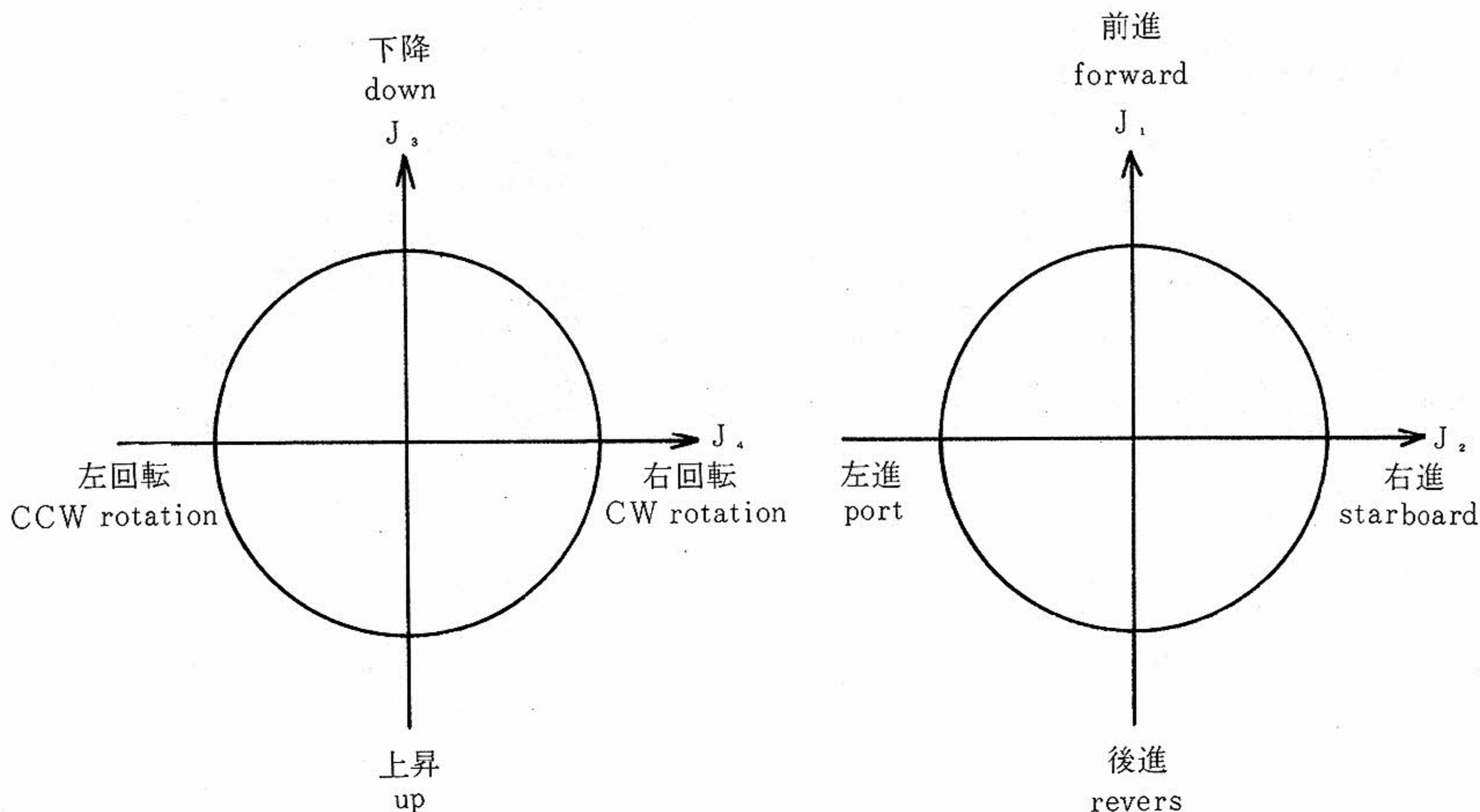


図2 ジョイスティックとビークルの運動の方向
The direction of motion of Joistics and vehicle

となっており、これらは各スラストへ送るスピードデータの演算に必要なパラメータである。これらのパラメータ、すなわち、スピード段階データは+30から-30の上下各30段階の変化ができる。

このスピード段階データは、J₁では、前進のとき0～+30の間、後進のとき0～-30の間で可変できる。J₂からJ₄についても同様に、0～+30は前進、右進、下降、右回転、0～-30は後進、左進、上昇、左回転となる。これらのパラメータJ₁～J₄は、それぞれJ₁～J₄番地にストアされ、J₁とJ₃番地はそのまま前後進、上下動のスピード段階データとなる。

J₂とJ₄はコンピュータで計算され、左右進、左右回転のスピード段階データとなる。これらのスピード段階データは、演算によって各スラストに振分けられる。この振分けられた各スラストのスピード段階データをサブルーチンRATE(スピードレシオオペレーション)を使用してスピードデータとして各スラストはジョイスティックの操作に従って回転する。

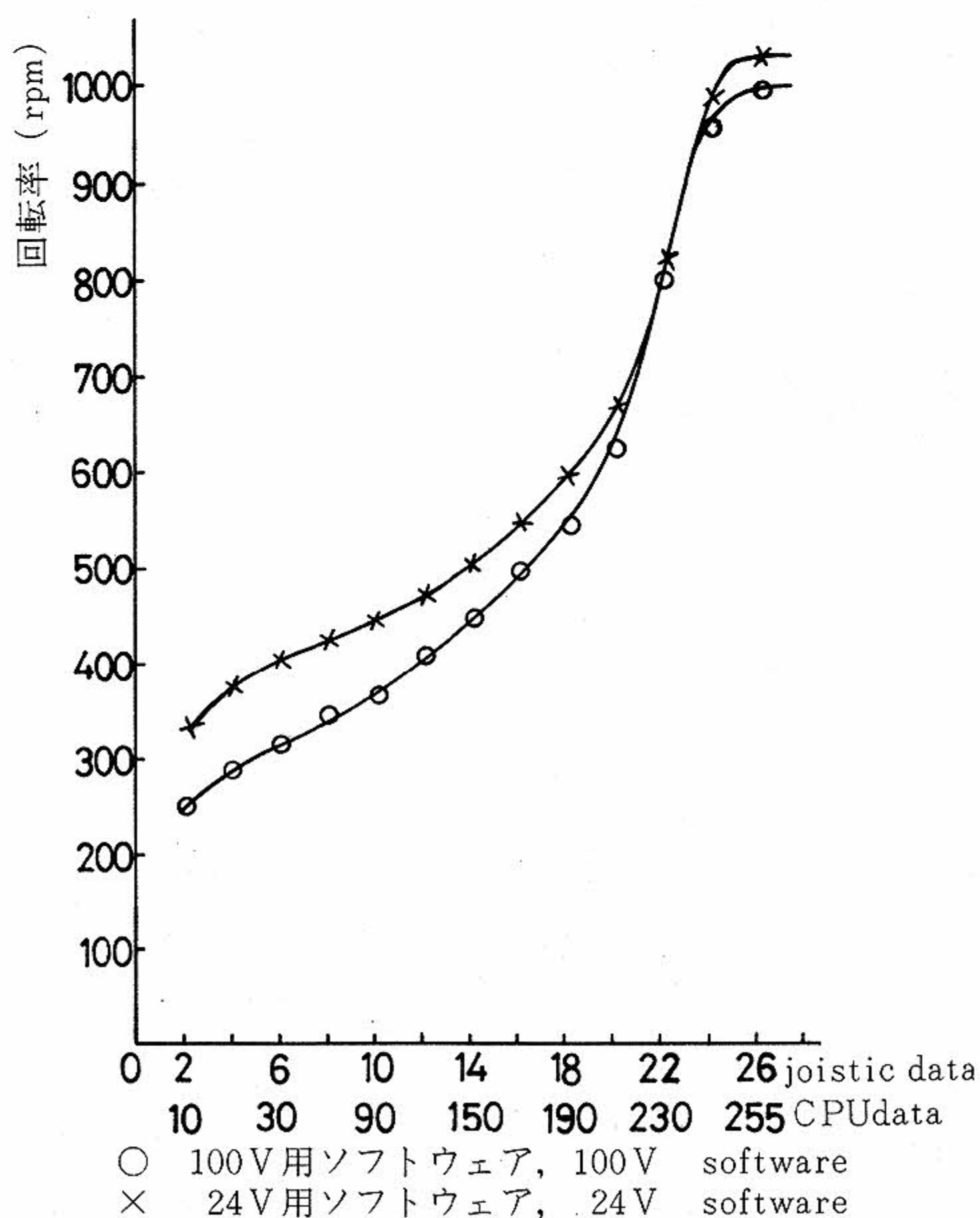
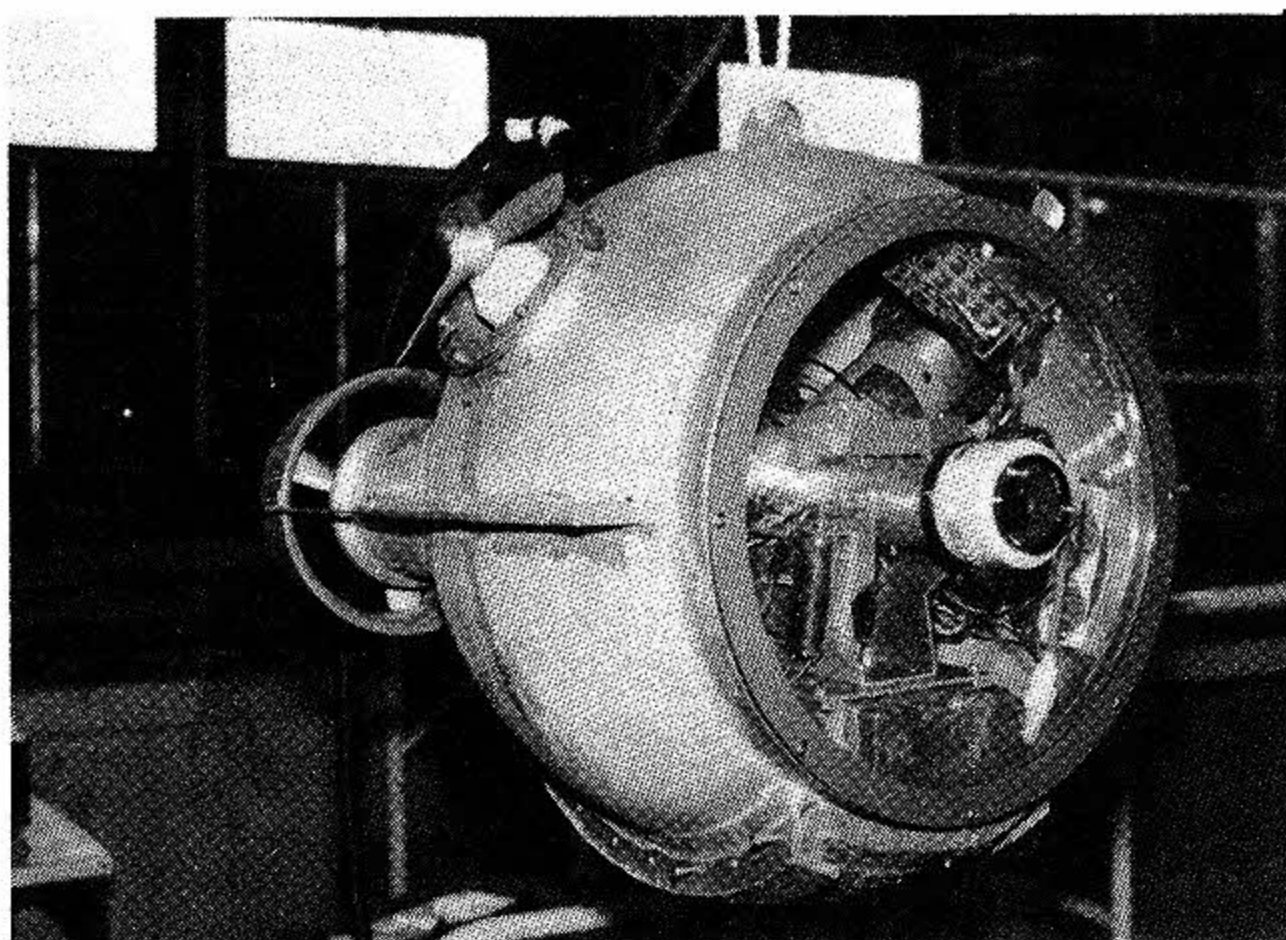


図3 100 Vスラスト 回転のソフトウェアによる修正
Revised rotational speed of the 100V thruster by software



(1) 前 面
Frontage of vehicle



(2) 走航状況
Test run on a pool

写真3 試験中のビークル
Vehicle under testing

今回は、モータを変更したため、このサブルーチンRATEを使い、ジョイスティックデータに対応するモータの回転数を一部変更した。ジョイスティックデータは30段階であるが、実行上は27段階でスラストがフル回転となる。

プログラムの修正前にはこの0から27段階のジョイスティックデータに1～255段階のコンピュータデータをわりあてて回転数を測定し、その結果からコンピュータデータを修正して適当な回転数／コンピュータデータのカーブを得るようにプログラムを修正した。

図3は100Vスラストに24Vスラスト用のプログラムを使用した場合と、100Vスラスト用に作成したプログラムとによるスラスタ回転数とジョイスティック／コンピュータデータの関係を示す。

このようにサブルーチンRATEを使用し、モータの回転速度とジョイスティックデータとの関係をソフトウェアで修正することが可能である。

4. 走行試験

上記の改造が終了した時点で、センターの波動水槽（幅4m×長さ20m×深さ20m）で航走試験を行った。

新たに製作したスラストは、これまでの耐圧殻のフランジ部に適合するフランジを暫定的に取付け、4個のスラストを耐圧殻に固定した。

この方法ではフランジおよび耐圧殻部の形状が新しいスラストに適せず、十分な性能を発揮できない。100Vスラストに適合する耐圧殻部は、新たに設計したが、製作が時期的に遅延したため、暫定的に従来の耐圧殻に取付けて使用したものである。

上記の理由で、走航速度は設計値を満足しないことが予想されたが一応の目安を得るため計測した。得られた速度は前進1.2kt、後進0.8kt、左/右進0.6kt、降下0.8kt、浮上0.5kt、回転90°/secであった。走航速度は新しい耐圧殻を製作後、再度計測する予定であり、上記の値は全く暫定的なものである。

テレビのチルト機構、自動深度保持を含めたコントロール系は良好に作動し、操作性も良好であった。

写真3は試験中のビークルを示す。

5. あとがき

現在、水深 500 m 程度まで使用できる中性浮力ケーブルの試作中で、実用化の見通しが得られる見込である。その後、海域での試験、改造等を通じて、システムの実用化のための研究を行う予定である。

文献

- 1) 名執薫, 青木太郎, 服部陸男, 1980, "ケーブルコントロール式テレビシステムの試作", JAMSTECTR (5), 69~78