

# 深海モニター用小型ロボットシステムの模型実験

海洋開発研究領域 深海技術研究グループ 田村 兼吉、安藤 裕友、前田 克弥  
久松 勝久、佐伯 延博、和田 保弘  
海上安全研究領域 操縦・制御研究グループ 上野 道雄、二村 正

## 1. まえがき

船舶の沈没等に伴う海底での事故原因調査や対策、海洋環境の監視等に関連して、水深 2~3000m の深海モニタリングの必要性が増加している。こうしたモニタリングシステムには、迅速に対応するための小型可搬性、目標地点に接近するための運動性能、現場の様子を映像等により船上へ伝える高情報伝送性能等の特徴が必須となる。この条件を満たすため、H11 - H14 年、東京大学生産技術研究所との共同研究を通じて、近年技術的進歩が著しい無人無索潜水艇(AUV)と無人有索潜水艇(ROV)の特長を組み合わせ

近傍まで降下して行く。目標地点近傍の上部で中継機は先端のアンカー部を切り離し、水中に浮く。

中継機より離脱したビークルが、中継機との間で音響通信により画像と操縦指令を送受信しながら目標物体を調査する。調査終了後、中継機及びビークルは各々独自で浮上し、支援船に回収される。

本論文では、本システムに関する実験のうち、1) 中継機降下時の運動制御に関する検証実験、2) ビークル機能の総合試験、に関して概要報告を行う。

## 2. 中継機模型の降下実験

中継機は実機を製作せず、模型のみを製作し、流体力特性や運動特性の理論計算を検証するために降下実験を実施した。当初、中継機のヒレ(船首側翼)



は水平移動制御用、舵(船尾側翼)は傾斜角による方向性制御用と考えたが、理論計算より、重心と浮心の位置

図2 中継機模型(ヒレ無)

関係が降下時の運動を大きく左右することがわかったため、ヒレの必要性を含め、理論計算の妥当性を水槽実験により検証した。実験は、最大水深が 35m の当所の深海水槽で行った。実験状態は、舵角、重心・浮心の位置及びヒレの有無を系統的に変化させた。中継機模型(図2)は、縮尺 1/4.61、長さ: 845.8(mm)、直径: 160.0(mm)。ヒレ有/無の水中重量: 0.039 / 0.029(N)であり、深海水槽で水中を自由降下させた。模型につけられた船首船尾の青黄2箇所の帯と赤い丸印

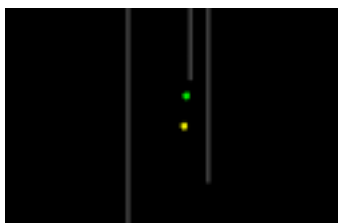


図3 計測結果の表示

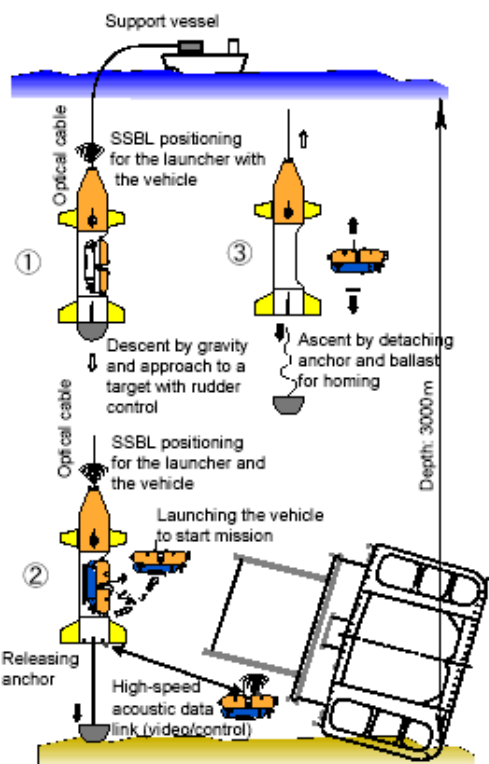


図1 システム概要

せた小型のロボットシステムを開発した。本システムでは、図1に示す、以下のミッションを念頭においている。光ケーブルにより支援船と接続している中継機が、ビークルを格納した状態で目標地点の

は光学式運動計測装置のための追尾用目標である。光学式運動計測装置は水槽側面に配置された 10 式（1 式 2 台）のカメラ映像から、ステレオ写真の原理で非接触、リアルタイムに時系列データを解析し、



図 4 モニター画像

図 4 のように、降下運動を観察することが可能である。本実験の結果、ひれ無し形状の方が安定した降下が出来たことを確認した。

### 3 . ビークルの総合試験

ビークルは、図 5 に示すように、上部黄色の部分 が浮力材、下部の耐圧容器内が制御装置及び電池となっており、中継機格納時に一体化するように浮力材の上面部が曲面となっている。装備としては、動力装置（リチウム 2 次電池、スラスタ 4 機）、制御コ



図 5 ビークルの写真

ンピュータ、通信装置（画像通信装置、データ通信装置）観察装置（テレビカメラ、照明灯、VTR）、センサ（位置測定、方位センサ、角速度、深度）などが搭載されている。各装置は各々性能試験を実施し、その性能を確認している。当所の深海水槽での総合試験では、速力試験、音響センサ作動試験として Ranging Sonar の動



図 6 実験の写真

ため、図 6 のように有索で実験を行ったが、無索状

図 3 のような 3 次元グラフィックにより運動表示が可能である。また、水槽にはモニター用の移動式カメラも取り付けられており、



図 7 オペレーションモニター

に対して後進速度 0.29m/sec と非常に遅くなっている。これはスラスタの配置のため、後進時に水流が機体に当たり、損失が大きいためと考えられる。上下速度は 0.28m/sec、旋回速度は 18deg/sec と概ね設計どおりであった。Ranging Sonar は、前方、左右、下方に向けて 4 台配置されており、計測値は、図 7 左上のレーダーのように表示される。動作試験の結果、精度として 10cm 以内の誤差であることを確認した。総合的動作試験としては、深度一定・方位一定制御を行った結果、安定した制御が可能であることを確認した。

態を模擬するため通信時間遅れを再現している。

速力試験の結果、前進速度が 0.6m/sec

### 4 . あとがき

平成 11 年度より開始し、平成 14 年度までの 4 年間で本研究を実施してきた結果、2500m 深度を観測調査できることを条件とした半遠隔操縦式ビークルシステムと同じ形状を持つビークルのプロトタイプを完成させた。当該プロトタイプを使って今後はソフトウェア、或いはセンシングシステムを高度化して、機能の高いロボットの実現を目指すとともに、実海域で総合実験も行う予定である。また、実際の中継機の形状でビークルを搭載していない大まかな模型によって、定常降下運動の検証を行い、効果的な運動制御を可能にする中継機の形状を開発した。ただし、中継機に関しては、支援船に設置する光ケーブルの送り出し装置、目標地に固定するためのアンカーの切離し装置及びビークルの離脱装置の機能検証は今後の課題となっている。

### 参考文献

- 1) 平成 13 年度 深海用小型ロボットの調査報告書,2002.3.
- 2) 平成 14 年度 深海用小型ロボットの調査報告書,2003.3.
- 3) 上野道雄 他: 深海モニター用小型ロボットシステムの技術開発について,平成 14 年度 海上技術安全研究所研究発表会講演集,p311-312,2002.3