

ROVの現状と将来

Trends in Development of Remotely Operated Vehicle

浦 環*
Tamaki, Ura

It is not easy to dive and work in the sea, especially where the depth is more than 30 meters. High pressure and flow of sea water prevent human beings from staying there for a long time. Introduction of remotely operated vehicles and autonomous underwater vehicles is, therefore, essential for safe operation in the sea. This paper surveys the research and development of underwater vehicles, presents several typical models and projects.

Keywords: Remotely Operated Vehicle, Autonomous Underwater Vehicle, Underwater Robotics, Underwater Activity

1. はじめに

30 mよりも深い水深で作業しようとする、潜水士による人海戦術（環境圧潜水）ははなはだ困難であり、機械に頼らなくてはならない。しかし、海中機械は、需要が少ないために極めて高価であり、つい十数年前までは、海底観測などの科学目的の特殊な機械を除いて、先端技術が投入される機会が少なかったように思われる。海底石油開発（図1参照）が海中機械に投資する機会を作りだしたのは、海中機械技術の発展のための一大転機であった[1]。

海底石油開発の初期の頃には、海中作業において多少危険でも潜水士を投入していたが、安全の為に、荒れた海でも作業ができるように水中作業の機械化が行われた。当時、油価が40 \$/バレルと高く、開発予算は無尽蔵にあったといってもよい。最初は、有人小型潜水艇による作業が展開するが、次第に有索無人潜水機、すなわちROV（Remotely Operated Vehicle）が使われるようになった。

潜水士に取って代わるような重作業のできるROVはHD-ROV（Heavy Duty ROV）と呼ばれる（図2参照）。また、海中では単に観察する

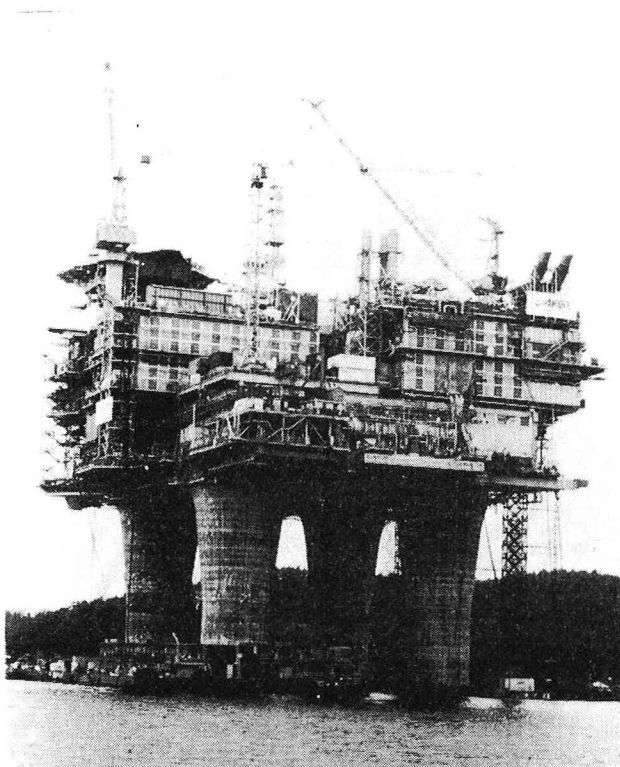


図1 ノルウェーの沿岸で機装中の海底石油生産プラットフォーム

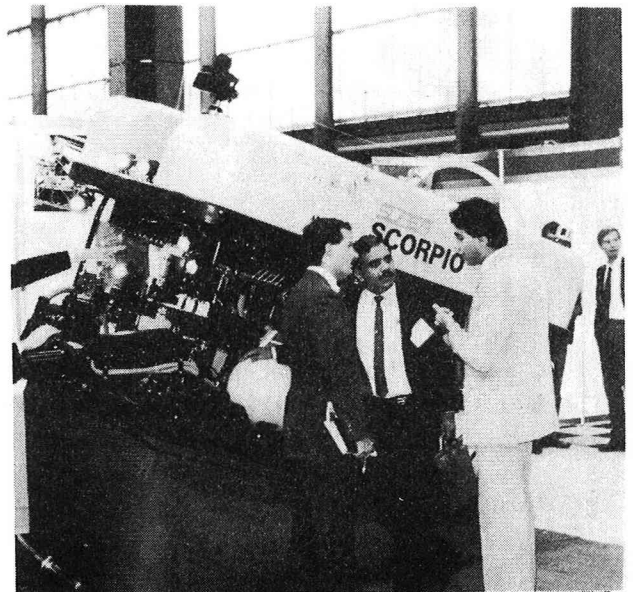


図2 HD-ROVの代表各の「Super Scorpio」

*元会員 東京大学生産技術研究所（106 東京都港区六本木7-22-1）

だけでも十分な作業がある。そのために、TVカメラのみをもつ簡単なシステムも作られていて、LC-ROV (Low Cost ROV) あるいはカメラロボットと呼ばれる。LC-ROVは潜水士の補助としても活躍している。海中環境は孤独であり、精神的に不安定になりやすい。潜水士の近くにLC-ROVがいて潜水士の状態を見ていてくれると、「自分は孤独ではないんだ」という感情が生まれ、潜水士には安心感が増し、精神と行動が安定するといわれている。

学術的な海底調査のためのHD-ROVも近年次々と開発されるようになった。海洋科学技術センターは「ドルフィン3K」を建造、運用しているし、現在は1万メートルの深度への潜水が可能な「10K」を建造中である。合衆国のウッツホール海洋研究所 (Woods Hole Oceanographic Institution) は、「Medea-Jasonシステム (図3参照)」を完成させている。

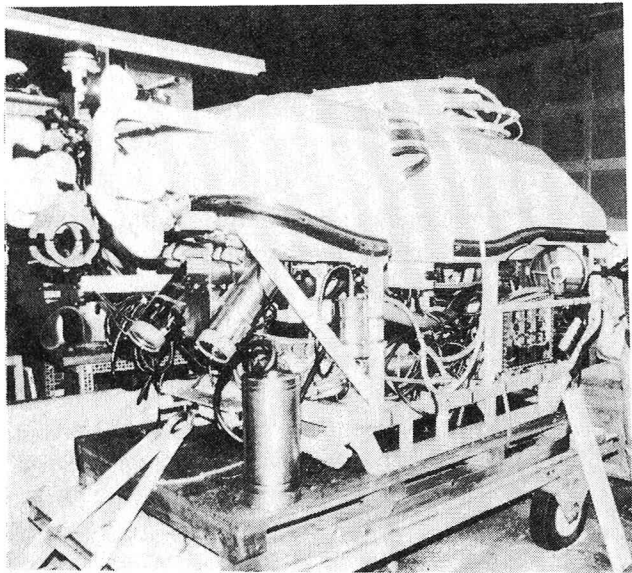


図3 米国のウッツホール海洋研究所で開発された「JASON ROV」

2. 海中作業機械の形態と分類

海中を移動する機械—潜水機や潜水艇—を分類すると表1のようになる。分類のための主なキーワードは (図4参照)

- (1) 有人か無人か？
 - ・人間の吸う空気は1気圧か？
- (2) アンビリカルケーブルが付いているか？
 - ・エネルギーは自前か？
- (3) 潜水する深さは？
- (4) 自力で動けるか？
 - ・運動速度は？
- (5) 何の仕事をするのか？
 - ・マニピュレーションをするか？
 - ・海底面をどう扱うか？
- (6) 稼働時間は？
- (7) 潜水する深さ？
- (8) 母船の性能は？
- (9) 動作環境は？
 - ・流れが強いのか？
 - ・高度は？
 - ・LBL (Long BaseLine Acoustic Positioning System)の環境下か？

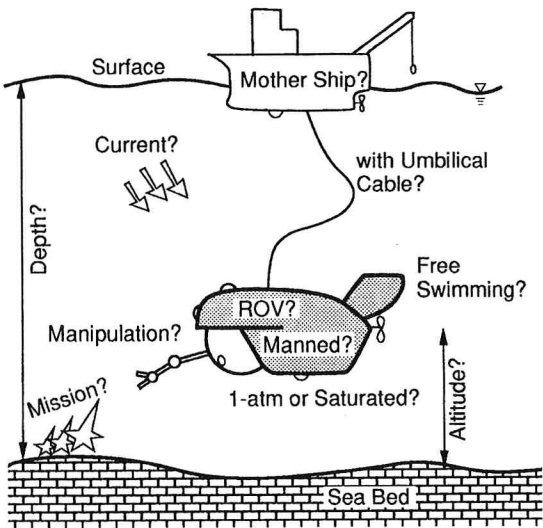


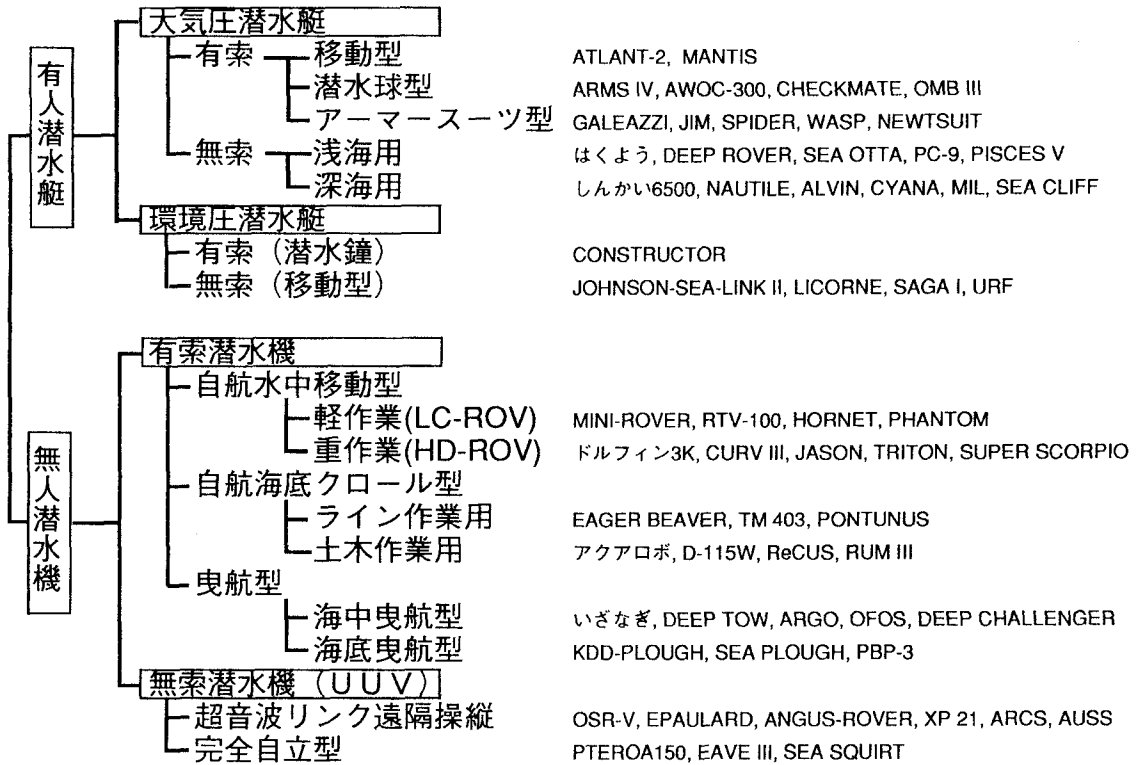
図4 潜水機に関する諸要素

これらの設計パラメタにより様々な海中機械が考えられるが、この多様性がかえって仇になって、HD-ROVとLC-ROV以外は、十分なプロトタイプがないのが現状である。

3. 海中作業機械の活躍する作業

表2は海中機械が作業する項目である。このうち、わが国において定常的な産業活動が期待される分野は、第1項と第2項である。とくに港湾建設におけるROVの活躍が今後期待される[2]。水中ブルドーザや捨て石均し機などがその例であり、また、その先端的な研究開発の一例として、港湾技術研究所でおこなわれている「歩行式水中調査ロボットアクアロボ」の研究開発がある。その他の項目については単発的にプロジェクトが組まれているが、海中機械産業に大きな位置を占めるには至っていない。

表 1 潜水機械の分類と代表例[6]



4. AUVへの展開

現在は油価が低迷しているために、石油業界のHD-ROVの開発意欲は減退している。しかし、この方面の基礎技術は1986年までにほぼ完成したといいて良い。このような中で、海中作業機械の次の展開はAUV (Autonomous Underwater Vehicle) と呼ばれる無索無人潜水機の研究開発である。すなわち、自律的な行動のできる海中移動機械を作ろうという試みが世界各国でおこなわれている。

AUVに関する研究は次の2つの研究態度に分けらる。その後者は、開発しようとするロボットの種類によってさらに3つに分けることができる。

表 2 潜水機の活躍できる場所と仕事

- 1) 沿岸、表層：
 - 港湾や防波堤の建設および整備
 - 養殖漁業の補助
 - トロールなどの漁業作業のモニター
- 2) 水路、管内：
 - 水力発電所や原子力発電所の管路
- 3) 大陸棚：
 - 鉱物資源 (ダイヤモンド、珊瑚) の採集
 - 海洋石油開発
 - 海底ケーブル・パイプラインの保守
- 4) 深海：
 - 鉱物資源 (マンガン団塊、コバルト・リッチ・クラスト、熱水性鉱床) の調査、採取
 - 海底ケーブルの保守
 - 中央海嶺、海溝、プレートなどの海底調査
- 5) 氷海：
 - 氷底面の調査

- 1) 現在のROV作業を無索でおこなおうとする研究方向
- 2) 索を取り付けることが困難なロボットを開発しようとする研究方向
 - a) 航行型の海中ロボット
 - b) 深海ロボット
 - c) 長期滞在型の海中ロボット

「EAVE」(図5参照)を長期に亘って開発しているニューハンプシャー大学や海洋科学技術センターのUROVの開発は、第1項の方向である。東京大学生産技術研究所での「プテロア計画[3]」や「R1計画[4]」は第2項に属する。近年は、氷海面下を航行することを念頭においた第2-a項の大型の(5トンを超える)が積極的に研究開発されるようになった(図6参照)。深海の長期観測は地球物理学的に重要なものなので、第2-b項や-c項の研究開発もおこなわれている[5]。そのミッションのターゲットとして、中央海嶺や海氷下の調査など、AUVの利点を生かした海中ロボットが出来上がりつつある。

AUVにおいて特に重要な研究開発課題は、

- (1) 高い自律性
- (2) 軽量高密度エネルギー源

である。自律性はAUVのハードウェアに大きく関係するので、自律性の研究はAUVのテストベッドを製作し、また実海域試験をおこなわなければならない。したがって、AUVの開発研究は大規模な予算の裏付けのある大プロジェクトとならざるを得ないところに、一つの問題点がある。

5. おわりに

遠隔操縦のROVの作業は、逐次自動化されていく。人間の介在を最小限度にしようとする試みがおこなわれる。しかし、これは作業が頻繁におこなわれなくてはならないし、そのROVのマーケットが然るべき規模をもたなくてはならない。わが国では沿岸域の活用が進んでいるために、港湾の建設や保守などの方面からROVの高度な自律化が進む可能性がある。

参考文献

- 1) 浦: "無人潜水艇の現状", 日本造船学会誌, 725号, (1989), pp.710-716
- 2) 日本造船学会海中技術専門委員会編: "海中技術一般", 成山堂書店, (1992)
- 3) 浦ほか: "深海調査のための自律型潜水艇の研究開発", 第9回海洋工学シンポジウム, 日本造船学会, (1989.7), pp.203-207
- 4) Obara, H. et al: "Development of Depth Independent Closed Cycle Diesel Engine for an Autonomous Underwater Vehicle", Proc. Unmanned Untethered Submersible Technology'91, Darhum, (1991.9), pp.1-9
- 5) Dana, Y., et al: "The Autonomous Benthic Explore (ABE)", Proc. Unmanned Untethered Submersible Technology'91, Darhum, (1991.9), pp.60-70
- 6) Busby Associates, Inc.: "Undersea Vehicles Directory 1990-1991", Busby Associates, Inc., Arlington, U.S.A. (1990)

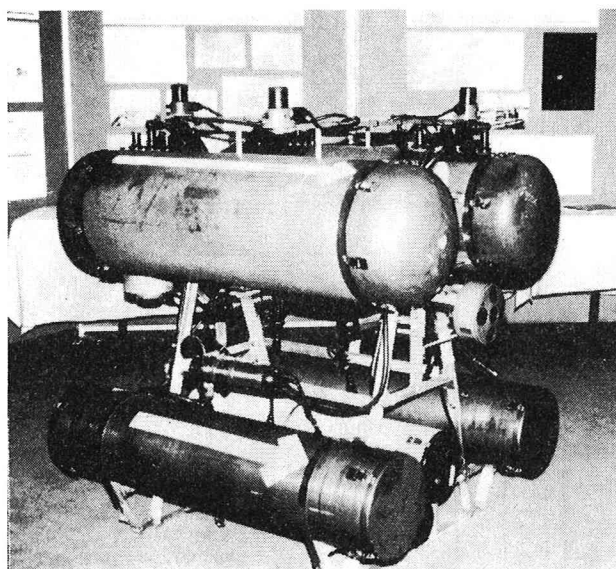


図5 ニューハンプシャー大学で開発中の「EAVE III」

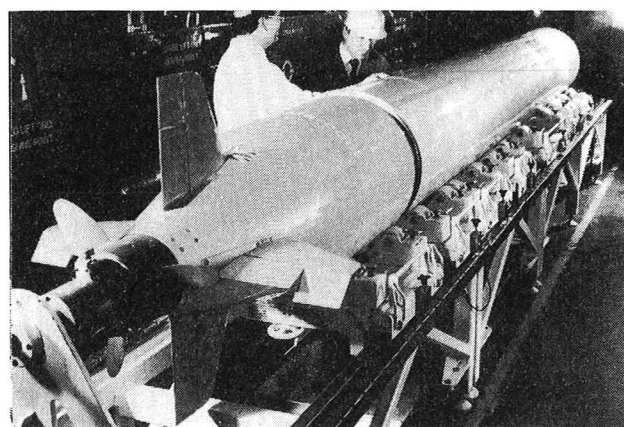


図6 Marconi社で開発中の航行型海中ロボット