

## 諸外国の深海探査機について

### 1. (1) 米国 : Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI) (ウッズホール海洋生物学研究所)

#### ① HOV: 有人潜水調査船「Alvin」(アルビン)

1964 年から活躍を続ける深海有人潜水調査船のパイオニア的存在である。最大潜航深度 1,828m (6,000ft) でスタートするも、その後耐圧殻を換装する等アップグレードを続け、現在は 4,500m まで潜航可能となっている。

2010 年から 2013 年にかけて大規模な改造工事を実施、耐圧殻と浮力材を刷新して大幅な機能向上を行った。引き続き機器のアップグレードを含めた最大潜航深度 6,500m 化に向けて、プロジェクトは継続中である（具体的なスケジュールは未定である）。



(写真 1 : Alvin)

#### ② ROV : 有索式無人探査機「Jason」(ジェイソン)

1988 年に WHOI が開発した有索式無人探査機 (ROV) で、最大潜航深度は 6,500m である。母船と ROV の間に中継器があり、母船～中継器間はアーマードケーブル、中継器～ROV 間には中正浮力のテザーケーブルを用いている。シンプルかつコンパクトなシステムで専用母船を持たず、米国の多くの調査船に搭載して運用可能である。

#### ③ AUV : 自律型無人探査機

1996 年に完成した「ABE」(4,500m 2010 年亡失)、2010 年完成の「Sentry」(6,000m) と、WHOI では早くから AUV の開発運用を行ってきた。近年では、同研究所の Oceanographic Systems Lab が運用している「REMUS」が有名であり、科学的調査の他に洋上で墜落した航空機の捜索などでも使われている。

#### ④ HROV : ハイブリッド ROV「NEREUS」(ネレウス)

細径光ファイバーケーブルを用いて ROV、またケーブルを使わずに AUV といった 2 通りの運用ができる特徴を持つ探査機で 2008 年に完成、最大潜航深度は 11,000m、「かいこう」亡失後唯一世界最深部に到達できる探査機であった。残念ながら 2014 年ケルマディック海溝調査中に亡失した。

## 1. (2) 米国：民間企業における HOV 開発

主としてレジャー向けパーソナルユースや番組撮影などのチャーター用途がメインであるが、潜航深度 300~1,000m 程度の小型潜水船を建造・販売しているベンチャー企業が複数社ある。これらの企業の大きな特色として、下記が挙げられる。

- ・アクリル製耐圧殻等を用いてワイドな視界を確保。
- ・デジタル技術を活用し、小型軽量化を実現（プライベートヨットへの搭載が前提）。
- ・最新技術や素材を積極的に用いた技術開発。
- ・公的機関等の認証を取得、高い安全性と品質を確保。

### ① Ocean Gate Inc.

ワシントン大・ボーイング社と共同でカーボンファイバーと強化ガラスを用いた 6,000m 級潜水船の開発プロジェクトが進行中である。現在、試験機の「CYCLOPS 1」による各種要素試験中である。

2015 年 12 月には、次のステップである「CYCLOPS 2」用カーボンファイバー製耐圧殻の 1/3 モデルの耐圧試験を実施、296 気圧にてエンドキャップ部が圧力に耐えられなくなり試験は終了したが、同圧力環境下でカーボンファイバー素材に問題のないことを確認している。

### ② Triton Submarines LLC.

フロリダ州にある企業で、300~2,000m 級のアクリル製耐圧殻を用いた潜水船をラインナップしている。2013 年に NHK の番組でダイオウイカの撮影に使われた潜水船は、同社の潜水船であった。また、独自にフルデプス潜水船の開発にも着手している。

### ③ Seamagine Hydrospace

カリフォルニア州にある企業で、300~1,000m 級のアクリル製耐圧殻を用いた潜水船をラインナップしている。大深度用途向けの開発はしていないが、ハイドロダイナミクスを用いた独特の形状が特徴である。ナショナル・ジオグラフィックの番組撮影などでも活躍している。

## 1. (3) 米国：私設研究機関の参画

近年、企業家や資産家などが私的に研究所を設立し、海洋科学研究の分野に私財を投じて貢献する動きが見られる。Google 元 CEO のエリック・シュミット氏が創設した Schmidt Ocean Institute が特に有名で、調査船「Falkor」号を有し、探検的航海の他に国内外の研究者に供用し科学的調査航海も行っている。また、WHOI と共同で新しい HROV の開発にも取り組んでいる。

## 2. 中国：China Ocean Mineral Resources R&D Association (COMRA) (中国海洋鉱物資源研究開発協会)

### ① HOV 蛟龍 (Jiaolong : ジャオロン)

2012年に完成した世界で最も新しい有人潜水調査船で、水深7,000mまで潜航することができる、世界一の潜航深度を誇る潜水調査船である。現在は中国周辺海域のみならず北西太平洋やインド洋などで潜航調査を行っている。

耐圧殻、浮力材、マニピュレータなどは外国製品を用いているが、正面窓に内径200mmの大径窓を採用したり、操縦装置にX舵を採用するなど、独自の技術開発も行われている。

### ② その他のHOV開発プロジェクト

2015年5月、「蛟龍」に続く第2弾として進められている、最大潜航深度4,500mの潜水調査船の開発プロジェクトの一環として、その耐圧殻が完成したという記事が中国の科技日報 Web 版に掲載された。このプロジェクトでは基盤技術の国産化も目指しており、そのうち耐圧殻については異なる素材・製造法で3つ製造することが計画されているとのことである。

また、2015年6月の人民網日本語版では、上海海洋大学深淵科学技術センターが1万m級有人潜水調査船の開発を進めているとのニュースが掲載された。

### ③ 無人探査機

中国においても無人探査機の開発は急ピッチで進められており、国家ハイテク研究開発計画による国家プロジェクトとして開発されているものもある。2014年に中国科学技術部がROV「海馬」を、2015年に中国科学院瀋陽自動化研究所がAUV「潜竜一号」を開発、有人潜水船も含めた深海探査機全種類の開発建造能力があることを内外に示した。

## 3. ロシア：Russian Academy of Sciences (ロシア科学アカデミー)

### ① HOV：有人潜水調査船「MIR」(ミール)

1987年に完成した潜水調査船で、水深6,000mまで潜航することができる。同型機が2機あり、2機同時運用も可能となっている。基本設計はロシア(旧ソ連)であるが、建造自体はフィンランドで行われた。

タイタニックやビスマルクといった沈没船への潜航が有名であるが、2007年には世界で初めて北極点の海底に潜航、また2008～2009年にはロシア内陸部のバイカル湖で潜航調査を行うなど、他の潜水調査船には見られない活動範囲である。

### ② HOV：有人潜水調査船「CONSUL」(コンスル)

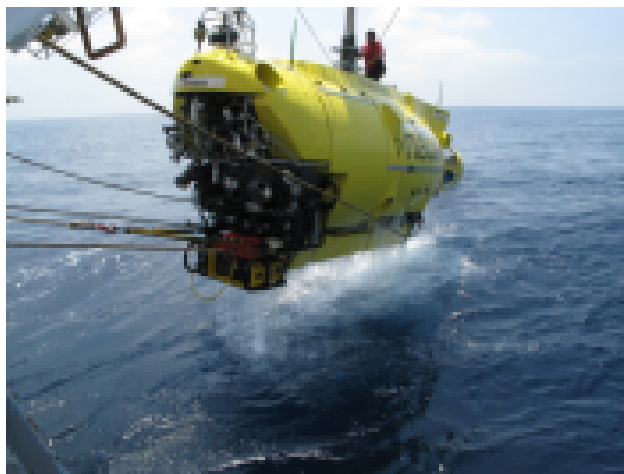
旧ソ連時代に開発され正式な完成年は定かではない潜水調査船で、水深6,000mまで潜航できるとされる。

#### 4. フランス : French Research Institute for Exploitation of the Sea (IFREMER) (フランス国立海洋研究所)

##### ①HOV : 有人潜水調査船「Nautille」(ノーチール)

1984年に完成した6,000m級潜水調査船で、設計・建造とも自国である。バランス調整用のポンプを持たないことや半球を溶接せずにボルトとベルトで固定した耐圧殻など、他国の方式にとられない独自の方式が多く見られる。

就航直後の1985年には日仏共同調査で日本海溝で潜航、2002年にはスペインで沈没した原油タンカーの油濁処理、2009年には大西洋で墜落したAF447便のデータレコーダーの捜索に従事、科学調査以外にも活躍している。



(写真2 : Nautille)

##### ②無人探査機

無人探査機では、自国製6,000m級ROV「Victor 6000」が1999年より活躍している。AUVについては自国開発ではなく、カナダISE社製3,000m級AUVを2機購入し運用している。また、WHOIの「Nereus」と同様、ROVとしてもAUVとしても運用可能なHROVを開発した(最大潜航深度は2,500m)。

## 5. その他

### ① ドイツ : GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel (GEOMAR キール・ヘルツホルム海洋研究センター)

1989年に完成した2人乗りの小型潜水船「JAGO (ヤーゴ)」を運用中で、最大潜航深度は400mである。全長3.2m、重量約3tと小型軽量で、専用母船を持たず色々な船で運用可能である。

### ② インド

以前、6,000m級潜水調査船の保有を目指し国際競争入札を実施したが、その後の具体的な進捗については不明である。

### ③ スペイン

民間企業のICTINEU社が1,200m級潜水船を独自に開発、この分野に参入した。また、リチウムイオン電池を仏IFREMERと共同開発している。

以上の他、科学調査用、商用、観光用など多種多様な小型潜水船がギリシャ、トルコ、ブルガリア、ポルトガルなどで活躍している

## 6. 参考情報 : HOV 「Deepsea Challenger」

2012年3月に、映画監督で探検家のジェームズ・キャメロン氏がマリアナ海溝チャレンジャー海淵に潜航した潜水艇である。1名しか乗れず船級協会の認証も取得しておらず、その名の通りチャレンジ・冒険的要素が濃い。現在は使われていない。

## 【参考資料】

- Woods Hole Oceanographic Institution : <http://www.whoi.edu/> (1. (1))
- Ocean Gate Inc : <http://www.oceangate.com/> (1. (2) ①)
- Triton Submarines LLC. : <http://tritonsubs.com/home/#> (1. (2) ②)
- Seamagine Hydrospace Corp. : <http://www.seamagine.com/> (1. (2) ③)
- Schmidt Ocean Institute : <http://www.seamagine.com/> (1. (3))
- 中国广播网 (2012/6/2)  
[http://china.cnr.cn/yaowen/201206/t20120602\\_509779728.shtml](http://china.cnr.cn/yaowen/201206/t20120602_509779728.shtml) (2. (1) ①)
- 科技日報 (2015/5/26)  
[http://digitalpaper.stdaily.com/http\\_www.kjrb.com/kjrb/html/2015-05/26/content\\_304469.htm?div=-1](http://digitalpaper.stdaily.com/http_www.kjrb.com/kjrb/html/2015-05/26/content_304469.htm?div=-1) (2. (1) ②)
- 人民網 (2015/6/25)  
<http://j.people.com.cn/n/2015/0625/c95952-8911189.html> (2. (2))
- 科技日報 (2015/5/9)  
[http://digitalpaper.stdaily.com/http\\_www.kjrb.com/kjrb/html/2015-05/26/content\\_304469.htm?div=-1](http://digitalpaper.stdaily.com/http_www.kjrb.com/kjrb/html/2015-05/26/content_304469.htm?div=-1) (2. (2))
- 人民網 (2015/9/7)  
<http://j.people.com.cn/n/2015/0907/c95952-8946522.html> (2. (2))
- P.P.Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences  
[http://www.ocean.ru/eng/component/option.com\\_frontpage/Itemid.1/](http://www.ocean.ru/eng/component/option.com_frontpage/Itemid.1/) (3. ①)
- NAVALTODAY.COM (2011/6/16)  
<https://navaltoday.com/2011/06/16/deep-water-manned-submersible-consul-successfully-passes-trials-in-atlantic/> (3. ②)
- French Research Institute for Exploitation of the Sea (IFREMER)  
[http://wwz.ifremer.fr/institut\\_eng/](http://wwz.ifremer.fr/institut_eng/) (4. ①、②)
- Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel (GEOMAR)  
<http://www.geomar.de/en/> (5. ①)
- Global Overview of Manned Submersible Activity in 2012/2013  
Underwater Intervention 2013, William Kohlen, 2013/1/15 (5. ②)
- ICTINEU Submarines : <http://www.ictineu.net/en/> (5. ③)
- Deepsea Challenger : <http://www.deepseachallenge.com/> (6.)
- Marine Technology Society Manned Underwater Vehicles Committee  
<http://www.mtsmuv.org/#mts-muv-committee>
- Underwater Intervention : <http://www.underwaterintervention.com/>
- The DEep Submergence Science Committee (DESSC), UNOLS  
<https://www.unols.org/committee/deep-submergence-science-committee-dessc>