

海底熱水鉱床調査用ホバリング型 AUV (自律型水中ロボット)の開発

水中工学系 *岡本 章裕、瀬田 剛広
研究統括主幹 田村 兼吉

1. はじめに

平成 26 年度から 5 ヶ年計画で内閣府による「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)」が始まり、その SIP テーマの一つに「次世代海洋資源調査技術 (海のジバング計画)」がある。海上技術安全研究所 (海技研) は、海のジバング計画を構成する主要課題の一つである「AUV 複数運用手法等の研究開発 (高効率小型システム)」を担当しており、4 機の航行型 AUV とそれらを管制する洋上中継器および投入・揚収システムを開発する予定である。

海のジバング計画において、海洋研究開発機構 (JAMSTEC) は平成 26 年度 7 月に地球深部探査船「ちきゅう」による伊平屋北海丘の海底調査を行い、広大な熱水域を発見した。この成果を踏まえ、当該海域の詳細調査のため海底面への接近観測を得意とするホバリング型 AUV の追加建造が決定し、昨年度末にハードウェア建造およびソフトウェア移植を完了した。

このホバリング型 AUV を早期に詳細調査の必要な海域に投入することで、海のジバング計画が成果をあげることに貢献すると考えられる。

本稿では海底熱水鉱床調査用ホバリング型 AUV の機能および特徴について紹介する。

2. 実用機ホバリング型 AUV の設計

新造 AUV は短期間での建造と確実な成果獲得を目指し、小型システムのプロトタイプモデルとして実績のあるホバリング型 AUV 「Tuna-Sand」をタイプシップとして開発に着手した。

「Tuna-Sand」は株式会社海洋工学研究所、東京大学生産技術研究所、海技研の共同研究により開発された AUV であり、潜航実績は平成 19 年の進水から 100 回を超え、熱水噴出孔の探索やキチジ・ズワイガニ等の底生生物の観測において成果をあげてきた。新造 AUV の設計では、ハンドリングとロバスト性を考慮したオープンフレーム構造を特徴とする基本仕様は踏襲することとし、これまでの運用において指摘されてきた弱点を改善、よりハードな実用に耐える仕様を検討した。考慮した点は次の通りである。

- 使用水深を最大 1,500m から最大 2,000m へ
- 重量部品保持のため塑性変形を起こしていた高密度ポリエチレン製部材を強化

- 吊り金具を強化
- 機器の出っ張りを極力無くす機器配置
- 垂直スラストの推力を増す
- 前方上向きのシートレーザを追加し障害物検知の死角を少なくする
- 下方にシートレーザを追加し、DVL で測距不能な海底付近で高度を計測できるようにする
- シートレーザとカメラを使った 3 次元計測システムを搭載する
- 商用利用を見据え、OS を VxWorks からより安価な Linux へ変更し、システム構成に合わせて制御プログラムの一部を再設計
- 蓋を開けずに撮影画像データの吸い出しおよび充電ができる配線設計
- リチウムイオン電池を搭載し、長時間使用できるようにする
- 洋上中継ブイ「ABA」との通信機能を有する
- 海底観測用スチルカメラをステレオ撮影・バックアップのため 2 台搭載する
- 長寿命・高輝度の LED フラッシュを搭載する
- 熱水鉱床探査に特化したセンサ類を搭載
- イリジウムビーコンを搭載し、浮上時にしばらく放置したままでも発見できるようにする
- 本体を吊り上げずにバラストを装着可能にする

3. Tuna-Sand 級ホバリング型 AUV 「ほばりん」の完成

2. の検討項目に基づき詳細設計および製作を行い、平成 26 年度末にハードウェア完成およびソフトウェア移植を完了させた。主要目を表 1 に示す。

新造ホバリング型 AUV の愛称は海技研一般公開およびウェブを通じた公募により決定し、Tuna-Sand 級ホバリング型 AUV 「ほばりん」となった。

現行の「Tuna-Sand」は度重なる改造を経て機器類や浮力材が筐体の外側に飛び出す部分があったが、「ほばりん」においては全長を 100mm、高さを 50 mm それぞれ延長することでフレームの内側へほとんどの機器を収めることができた。海底熱水鉱床探査のため、海水成分分析用センサ (CT センサ、pH センサ、濁度計) を搭載している。

機体の堅牢性を高めるため、主容器および電池を保持する部材を FRP 製とし、たわみが生じ易く吊り上げ

時の強度が懸念されていた吊り金具についても水平に支柱を追加し補強した。

既存の洋上中継ブイ「ABA」と通信可能な水中音響通信装置を搭載し、ホバリング型 AUV「ほぼりん」と洋上中継ブイ「ABA」のコンビネーション運用による調査手法の確立にも寄与するものと考えられる。また、今後開発する洋上中継器および航行型 AUV との通信・同時展開が可能になる。

図 1 に主要な機器の配置を示す。

表 1. 新造ホバリング型 AUV 主要目

| | |
|--------|--|
| 愛称 | ほぼりん (公募により決定) |
| 寸法 | 全長 1200×幅 700×高さ 760mm (突起部除く) |
| 空中重量 | 約 250kg |
| 使用深度 | 最大 2000m |
| 航行速度 | 最大 1.5knot |
| 推進装置 | 水平スラスタ×4 垂直スラスタ×2 |
| OS | Linux (VxWorks より移植) |
| 障害物検知 | シートレーザ×4 TVカメラ×2 (高度計測、地形計測を兼ねる) |
| 観測機器 | 海底観測用スチルカメラ×2 LEDフラッシュ×4 CTセンサ pHセンサ 濁度計 水中音響雑音測定装置 |
| 通信装置 | 無線LAN (船上) 水中音響通信装置 (海中) |
| 回収支援装置 | LEDフラッシュ イリジウムビーコン |
| 航続時間 | 10 時間以上 (汎用 18650 セル使用) |
| 構造部材 | 主容器・電池容器ベースを強化 (FRP 製) 吊り金具を強化 |

4. まとめ

本稿では海上技術安全研究所が開発した海底熱水鉱床調査用ホバリング型 AUV「ほぼりん」の、設計の際に考慮した点および搭載機器構成について述べた。「ほぼりん」は「Tuna-Sand」において指摘されていた弱点を可能な限り改善しており、AUVの実海域運用手法や観測技術の高度化に関する研究開発に資する仕様の実用システムとなった。

現在「ほぼりん」はハードウェア及びソフトウェア移植が完了しており、今後は水槽試験等を通じ入念な調整を実施する予定である。海のジパング計画における海技研の研究開発の中で、本年度中に JAMSTEC および民間企業と共同して実海域展開および調査を実施し成果をあげることを目標としている。

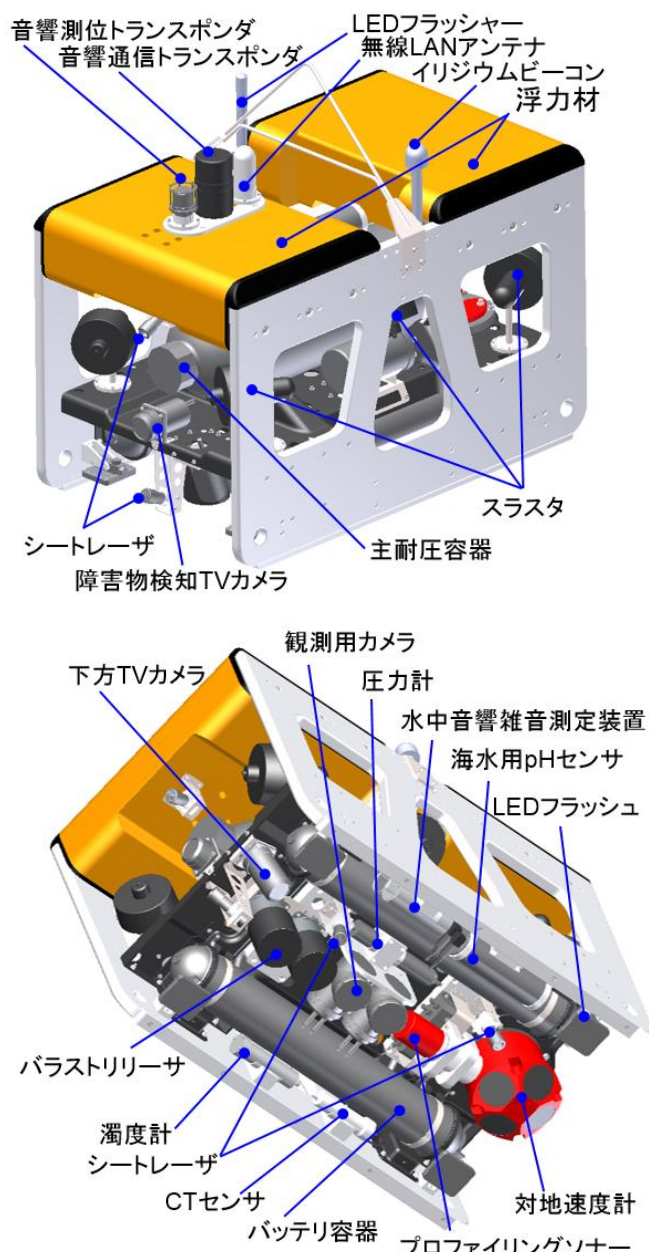


図 1. 機器配置図

謝辞

本研究開発は、「内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム 次世代海洋資源調査技術 2. 海洋資源探査技術の開発 ②AUV 複数運用手法等の研究開発」の一部として実施いたしました。関係各位に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 海洋研究開発機構, 地球深部探査船「ちきゅう」による「沖縄トラフ熱水性堆積物掘削」について http://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/2014_0726/
- 2) 中谷武志、浦環、坂巻隆, 自律型海中ロボット「TUNA-SAND」, Journal of the JIME Vol.43, No.4 pp69-72. 2008