

青木 啓高



Abstract

In recent years, unmanned vehicles such as multicopters have been utilized in a wide range of industries. Yamaha Motor Co., Ltd. ranks amongst companies active in developing an unmanned vehicle business, focusing primarily on industrial-use unmanned helicopters for crop dusting. As a part of efforts in this field, Yamaha Motor has developed the OT91 unmanned electric boat, a compact craft optimized for remote or automated navigation on calm waters. This unmanned boat will be utilized primarily for monitoring and observation/surveying as a means of verifying operations for new business creation. In addition, it also serves as a platform for research and development of vessel control. This report gives an outline of the OT91 unmanned electric boat and introduces examples of its use.

1 はじめに

近年、マルチコプタをはじめ、無人機が様々な業種で活用されている。ヤマハ発動機（以下、当社）でも、農業散布の産業用無人ヘリコプタを中心に無人機による事業を展開している。その中で、OT91 電動無人小型艇は平水面の環境下で、遠隔操縦および自動航行が可能な小型艇として開発された。その主な用途は、無人艇による監視や観測・測量等、新規事業を創出するための運用検証である。加えて、船舶制御の研究開発用プラットフォームも兼ねている。

本稿では、OT91 電動無人小型艇の概要とその活用事例を紹介する。

2 開発のねらい

運用時の省力化を基本として開発されており、必須人員は周辺の安全監視者と装置取扱者の2名としている。重点項目

として、「運用検証時の利便性向上」と「制御開発の効率化」をキーワードに開発を行った。詳細は次節を参照のこと。

3 システム概要と主な特徴

システム構成は、主にOT91電動無人小型艇本体と自律航行の経路設定等を行う地上局、遠隔で操船するための送信機で構成されている。現在、地上局と船体の通信には無線LANを中心に使用している。また、様々な運用検証への対応を考慮して、船体内の制御にCAN通信(Control Area Network)を採用することで、装置の変更や追加に柔軟性を持たせた。OT91電動無人小型艇の主要諸元を表1に、配置図を図1に示す。

システム概略図は、後述の深淺測量で使用する装置も含め、参考資料[1]に記載されており、本稿では割愛する。

表1 主要諸元

全長	2.85 m (防舷材を含まず)
全幅	0.98 m
主機	モータ：200 W×2
バウスラスト	モータ：80 W
減速比	3.5
バッテリー	リチウムイオン×4
軽荷排水量	170 kg ※
巡航速度	約1.03 m/s (2 knot) ※
航続時間	約3時間 ※
航続距離	約20000m ※

※搭載する装置によって変動する。

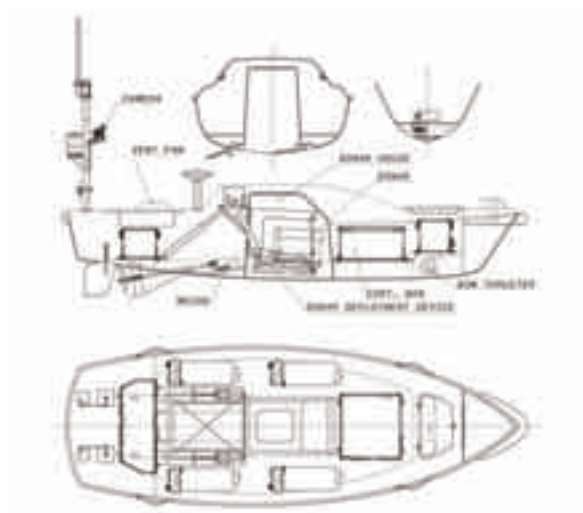


図1 OT91 電動無人小型艇の配置図

3-1. 多目的な観測機材への対応

船内は、カメラや観測機材の設置空間を最大限に確保した(図2)。機種は限定されるが、測量に用いられるナローマルチビーム(以下、NMB)を船体中央部に搭載可能とした。また、計測装置の操作をPCで行う場合、無線LANの通信範囲内であれば、船体に搭載したPCを地上から操作することも可能である。(ただし、搭載するPCの設定変更が必要)



図2 船内レイアウト

3-2. 遠隔操船機能

遠地での送信機による操作は、非常に視認性が悪くなるが、通信範囲内であれば、地上局に送信されるマストカメラの画像を、遠隔操作のサポートに活用できる(図3)。ただし、通信遅れの発生や前方視界も限定されるので、十分な注意が必要である。



図3 無線LAN通信によるマストカメラ画像

3-3. 運搬性の向上

船体のサイズは、ワゴン車で運搬できる大きさに設計した。これは運送者の負荷低減や検証現場での駐車場の確保等に寄与しており、運用の利便性を向上している(図4、図5)。



図4 車両搭載前



図5 車両搭載後

3-4. 制御設計の効率化

OT91 電動無人小型艇のコントローラは、設計後に運動モデルを用いたリアルタイムシミュレートにより机上で動作確認が可能である。このリアルタイムシミュレーションは、船体の運動制御を行うための情報が全て CAN 通信で出力されており、船体に搭載する ECU 等を接続することで動作確認やデバッグ作業を行える。これにより、実機試験前に確認ができるため、作業効率を大幅に向上することができた。

3-5. 制御の実機確認

ECU 開発用ラピッドプロトタイピングの採用により、短期間での実機検証を実現させた。また、無線 LAN の通信範囲内であれば、遠隔操作により船を水上に浮かべた状態で制御プログラムの変更が可能である。これは複数の試験を行う場合、船体を係留、もしくは陸に揚げることなく制御プログラムの変更が行えるため、試験時間の短縮が図れた。ただし、制御プログラムを変更している間は、安全上、遠隔操縦で小型艇を操船する必要がある。

4 深浅測量における検証事例の紹介

OT91 電動無人小型艇の活用事例として、深浅測量の運用検証を紹介する。

堆砂調査が行われている静岡県の太田川ダムにおいて、無人小型艇の有効性を検証するため、2014年1月29日～30日、および、5月29日～30日に NMB による深浅測量を実施した（図6、図7）。活用のメリットとして、「測深装置の事前艀装」や「地上での計測作業」を可能としたことにより、作業の効率化や厳しい作業環境の改善等を確認できた。また、過去に計測した場所を再測量する際には、保存した設定経路を活用することで作業効率の向上が期待できる。検証結果の課題として、航続時間や環境条件による無線 LAN 通信の遮断等があがっている^[1]。



図6 深浅測量の運用検証①



図7 深浅測量の運用検証②

5 おわりに

本稿では、OT91 無人電動小型艇の特徴と深浅測量による運用検証について紹介した。紹介した事例以外に、役務運用や貸与等でも運用検証を行っている。

このように、用途の模索、拡大を行うことで事業化の可能性を探る必要がある。今後は獲得した技術や知見を当社の既存事業にも展開すべきと考えている。

■謝辞

深浅測量の運用検証において、中日本航空株式会社、および、株式会社フジヤマ、株式会社ジェノバの皆様にご協力いただきました。この場を借りて御礼申し上げます。

■参考文献

[1] 神谷光顕, 城下奨, 今井浩久, 鶴飼尚弘, 自動マルチビーム測深システムによる水中3次元データの取得, 第36回測量調査技術発表会要旨集, (2014)

■著者

青木 啓高

Hiroataka Aoki

事業開発本部

UMS事業推進部

開発部