

## 水域環境モニタリングに適した四胴船の開発と検証

|           |     |     |    |
|-----------|-----|-----|----|
| 日本海工（株）   | 正会員 | ○篠井 | 隆之 |
| 日本海工（株）   | 非会員 | 増田  | 憲和 |
| 大阪府立大学    | 非会員 | 二瓶  | 泰範 |
| （株）フラクタリー | 非会員 | 阪本  | 啓志 |

## 1. はじめに

近年の温暖化に起因する環境の変化により、海域内における群集構造の変化や、養殖魚種のへい死または生育不良等が顕在化している。海域内における環境変化の原因を究明するためには、水質情報を高頻度かつ高密度に収集する必要があるが、現在の水質情報の収集状況はこの限りでないのが実態である。土木事業においても環境保全を目的とした環境計測は必須であり、現状ではその計測に多くの時間と労力が必要とされている。

本報文ではこれらの要求を満たすべく水質情報を高頻度・高密度に、また多様な環境下において収集することを目的とした自律航行が可能な無人四胴船（以下、四胴船）の開発、および実海域における実証実験について報告する。



図-1 石川県七尾西湾



図-2 四胴船の移動形態



図-3 四胴船の定点保持形態

## 2. 計測対象海域および計測用船舶の概要

## (1) 計測対象海域

石川県七尾西湾の牡蠣養殖海域（図-1）において 2017 年～2019 年にわたり、年度ごとに計測海域を変更しながら無人航行による水温・溶存酸素量を計測する実証実験を行った。対象海域とした七尾西湾は能登半島東岸に位置し、牡蠣養殖生産量が日本海側第一位の穏やかな内湾であるが、近年は過密養殖による環境の変化が危惧され水質情報の収集が必要とされている。

## (2) 計測用船舶

開発した四胴船は各船体が船台（中央正方形部）の四隅に配置され、アングルの変更およびスラストの推力配分が独立して可能な船舶で、この機能により設定座標での定点保持能力を有する。移動時は図-2 の形態で潮流や波力、風力により計画航路を外れた場合においても各船体の推力調整とアングル変更によりほぼ直線的に航行することを可能とした。また、定点保持が必要な状況では図-3 の形態に変態し、各船体のスラストの推力調整により外力による漂流を抑止することで設定座標の半径 10m 以内での定点保持を可能とした。動力にはリチウムイオン電池を使用し、予備電源を含めて約 8 時間の航行、最大で 1.4m/s の移動が可能となる。

キーワード 環境モニタリング，水質調査，自律航行，四胴船

連絡先 〒143-0016 東京都大田区大森北 1 丁目 11-1 日本海工（株） 東京支店 技術部 TEL03-5762-8767

3. 実証実験の概要と結果

(1) 概要

実験は四胴船が予め設定した航路をプログラムどおり航行すること、また設定した調査点において計測作業を実施することを伝馬船で伴走することによる目視と、四胴船および計測器による各種計測値の解析により確認した。四胴船は船台中央に昇降装置を有しており、様々な計測装置の使用が可能で、今回の実験においては水深・水温・塩分濃度・溶存酸素を計測した（図-4）。

2019 年の調査経路は図-5 に示すとおりで、基地港を出港した四胴船は、船台内部の PC に入力した調査点座標（世界測地系）へ GPS を利用し、移動→定点保持→計測を繰り返し、設定した 80 点の調査完了後に基地港へ帰還する経路をとる。2019 年 9 月に実施した調査点・計測点などの一覧を表-1 に示す。なお、ここでの調査点とは平面上における座標点を言い、計測点とは調査点から水深方向における複数地点のことを言う。

(2) 結果

12 回の航行のうち、9 回の航行において予定通りの航行経路で基地港に帰還した。他の 3 回の航行では悪天候や機械トラブルなどにより航行中断を余儀なくされた。計測作業については予定通りに航行をした場合は 389 個のデータ、また航行中断となった場合でも中断となるまでの約半数のデータは計測できた。

現状では障害物回避などの経路変更や航行中断など、基本動作以外の機能が搭載されていないため、このような状況において人的な補助が必要となることが予測されており、実際にそのような状況が数回発生した。

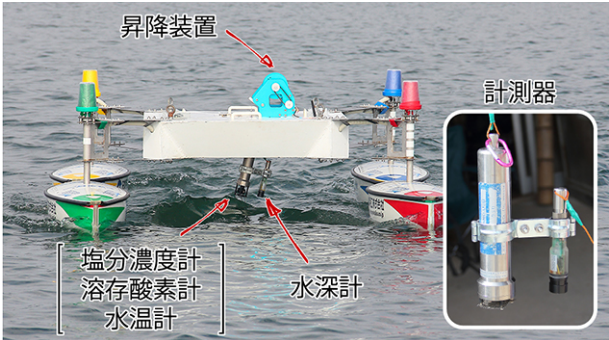


図-4 計測装置



図-5 計測経路概要（2019 年）

表-1 調査航行概要

|                       |      |               |
|-----------------------|------|---------------|
| 1<br>日<br>あ<br>た<br>り | 航行距離 | 10.8km        |
|                       | 調査点  | 80 点          |
|                       | 計測点  | 389 点         |
|                       | 計測深度 | WL-0.5m～-7.0m |
|                       | 調査時間 | 平均 7 時間       |
| 調査日数                  |      | 12 日          |

4. まとめ

定点保持機能を有する四胴船の開発により、広範囲な水域における高頻度かつ高密度な環境計測が可能となった。今後の課題としては様々な環境下でのモニタリングを可能とするため、障害物回避機能などセンシング技術による自律航行能力の向上や、動力や船体形状の見直しによる機動性能を向上させたいと考える。

5. 謝辞

本実海域実験に際して石川県水産総合センター、国立環境研究所、七尾湾瀬嵐地区の漁業者の方々をはじめ多くの方々にご尽力を頂きました。あらためて感謝申し上げます。

参考文献

1) 二瓶泰範他：無人四胴船とカキ養殖場への展開，第 61 回自動制御連合講演会(2018)  
2) 小溝誠他：四胴ロボット船における定点保持制御の基礎検討，平成 30 年電気学会電子・情報・システム部門大会，pp.1502-1504.(2018)