

再生可能エネルギー由来の水中水素ドローンの開発

Development of Underwater Drones Powered by Renewable Hydrogen

福谷武司 高島主男* 森脇孝* 馬田秀文* 竹本利治*
逢坂和雄* 高田功二* 椎名恵* 相澤俊子*

Takeshi Fukutani, Kazuo Takashima, Takashi Moriwaki, Hidefumi Mada,
Toshiharu Takemoto, Kazuo Osaka, Koji Takada, Megumi Shiina and Toshiko Aizawa

機械素材研究所 システム制御グループ、*鳥取県西部企業活性化グループ大山会

市場拡大が見込まれる「水素関連のカーボンニュートラル製品」に着目し、従来の2次電池よりも性能・コストに優れた水素をエネルギー源とする持続可能な水中ドローンの開発を行った。燃料電池による発電機構を搭載した実機の各種性能の確認と課題解決に向けた指針を得た。

1. はじめに

近年、カーボンニュートラル（温室効果ガス排出実質ゼロ）の実現に向けた取り組みが進められている。国が主導する形で、従来の「バッテリーEV一辺倒」から「水素」や「合成燃料」など含めた「選択肢の多様化」が推進されており、ビジネスチャンスの到来が目前に控えている。高い成長が見込まれる水素関連市場で要求される高度な製品について、今回は水中ドローンの開発を行った。鳥取県の地域特性を鑑み、「海」に目を向けた水素ドローンの活用方法を提案する。

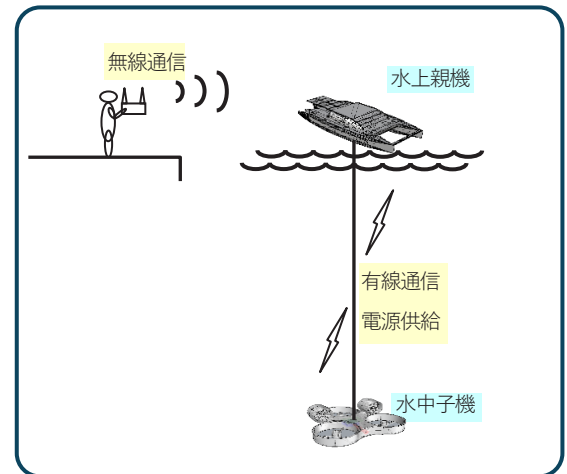


図1 基本概念図

2. 開発の構想と過程

2.1 構想概要

洋上風力発電のような海洋構造物の無人点検が可能な「水中ドローン」を試作開発した。親機が水面で待機、子機が海中に潜水して、画像データ等を収集するシステムを開発した。防水性を考慮した水素燃料電池を搭載可能な筐体設計や水中動作の安定性について調査する。さらに、水素の供給方法や親機と子機の通信方法についても検討を行う。また、フィールド試験を通じて問題点を明らかにし、対策を講じた。図1に基本構想図、図2に想定する用途の例を示す。

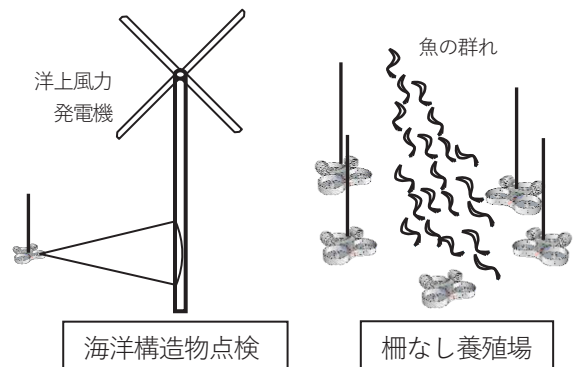


図2 想定する用途の例

2.2 開発過程

2.2.1 水中ドローンの基本モデル

今回の水中ドローンの参考として、既存の水中ドローンを一部流用できないか検討を行った。価格と機能の面から候補に次の3つを候補として挙げた。

ーンを一部流用できないか検討を行った。価格と機能の面から候補に次の3つを候補として挙げた。

- ・ C社 ケーブル長 15m 無線コントローラ機
- ・ P社 ケーブル長 30m 無線コントローラ機
- ・ Q社 ケーブル長 50m 有線コントローラ機

この中でQ社はコントローラから本体まで有線で接続する方式であるため候補から外れ、C社とP社は水上親機を経由する無線方式であり、図1の基本概念図の形に近い。C社とP社の違いは有線通信部分のケーブル長でP社の方が長いが、ケーブルの取り回しを考えた場合15m程度が適切であり、C社の製品を基本モデルとすることとした。(図3)



図3 水中ドローンの 基本モデル

2.2.2 外観設計

具体的な形状に起こし、搭載すべき部品をイメージした外観設計を3DCADにより行った。これを図4に示す。

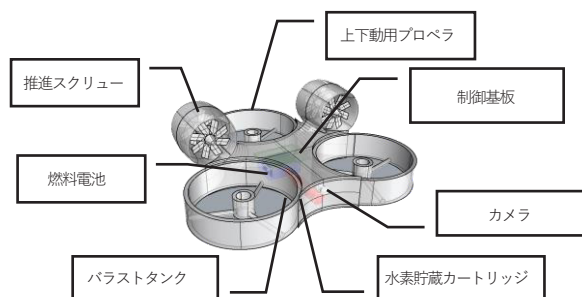


図4 水中ドローンの外観設計

作成したモデルのサイズは縦262×横240×高さ90(単位:mm)である。

2.2.3 機能検証

水中ドローンとしての機能検証を行った。最初に水中に沈むための水素燃料電池を用いた水中ドローンの試作にあたり、浮力の制御、生成電力に対するモーターの回転、浸水防御性検証など基礎的な実験を行うための検証用機体を活用し各種検証を行った。(図5)

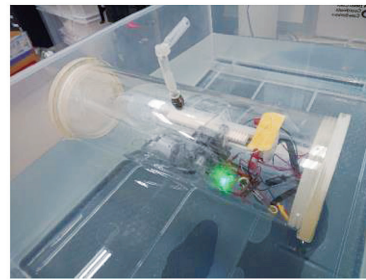


図5 機能検証モデル

図6のような燃料電池のセルスタックを使って電池性能の検証も行った。基本の1セルで0.5~1Vを発生させる、モーターの駆動電圧3~5Vを供給できるように10セルのスタック品を使うこととした。



図6 燃料電池10セルスタック

2.2.4 水中ドローンの製作

水中ドローンの造形は、高精度型3Dプリンタ(型番:Keyence Agilista 3100)を利用した。試作1号機を図7に示す。



図7 ドローン試作1号機

試作1号機では、外観設計の3DCAD図を元にし、燃料電池搭載を想定してモデル化した。実際に試作することで次のような課題に直面した。

- ・プロペラのサイズが大きいため、水の抵抗を受けてモーターが停止する
- ・燃料電池を搭載する空間を確保するとドローンの内部空間の生み出す浮力が大きくなり潜水しない
これを改善するべく、試作2号機を製作した。(図8)



図8 ドローン試作2号機

試作2号機では、1号機の問題点をクリアすべく、形状をスリム化したほか、推進・後退用プロペラもコンパクトなものにした。左右の方向転換は尾部の十文字状の部品で水流をスロットから噴き出す仕組みにより実現した。水中ドローンを製作後フィールドテストとして図10のように水槽内にて潜水実験を行った。

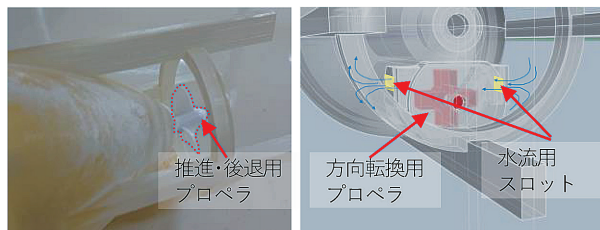


図9 小型化したプロペラの配置



図10 潜水実験の様子

3. 結果と考察

水中ドローンの基本的な動きは可能となったが、実用化に向けた課題もあった。

3.1 燃料電池の出力強化

今回、水中ドローンのプロペラを燃料電池によって駆動することが可能となったが、水の抵抗が

大きく、出力の大きな燃料電池が必要となる。

3.2 水素の供給制御

燃料電池から大きな出力を引き出すには、水素の供給量を上げることが必要であるが、反対に水素の供給量が多すぎる場合においても発電が止まる現象が起きた。水素供給量制御システムの検討が必要である。

3.3 通信方法の検討

水中ドローンは空中と違い、通信電波の減衰が大きい。現在様々な研究において、光波、音波を含めた様々な通信方法の実験が試行されているところである。今後、水中トランシーバー等の通信技術を活用することにより、水中通信距離の延伸につながる可能性がある。

4. おわりに

今回は市販の燃料電池を使うことで研究を遂行したが、原理や高分子電解質膜の性質から、燃料電池の小型化、高出力化に向けての課題等、実験を通して様々な知見を得ることができた。持続可能エネルギーの中でも有力視されつつも、課題も多い水素エネルギー活用分野は、今後の技術の進展と共にさらに身近なものとなっていくと期待され、より高性能の製品もリリースされ続けていることから、その動きを注視し、県内企業に役立つ技術として展開させ普及を図りたいと考えている。

謝 辞

本研究は「鳥取県水素関連技術開発支援補助事業」の補助を受け、鳥取県西部地区企業活性化推進グループ 大山会（(株) 日本マイクロシステム、(株) 菊水フォーミング、鳥取県熱処理協業組合、(株) カノン、誠和精機（有）、(株) 鶴見製作所、マルコウ運輸（株）、（有）DS・コミュニケーションクラブ・山陰）と研究を行いました。

文 献

- 1) 小林 康宏、海の産業革命 水中ドローンビジネス
の教科書、スペースワン
- 2) 日本水中ドローン協会ホームページ
<https://japan-underwaterdrone.com>