

# 水中ドローンを活用した環境状態センシングシステムの検討

岩城 謙伸<sup>†</sup> 山本 寛<sup>†</sup>  
<sup>†</sup> 立命館大学 情報理工学部

## 1. はじめに

古くから、琵琶湖の南湖は水生生物の産卵や育成に欠かせない豊かな生態系を形成している。しかし近年、琵琶湖の水中では夏季における貧酸素状態が続いており、湖底に生息する水生生物にとって、生息が困難な環境が生じている。この原因は湖底の地形がににおける激しく凹凸していることや、琵琶湖の表面のみが温まることにより層が形成され、下層に生息する生物が溶存酸素を消費し続け、酸素の低い下層のエリアが生じる。そのようなエリアは上層と下層が循環することで解消されるが、近年の温暖化により、上層が十分に冷やされず循環が生じない状況も確認されている。このような水中の環境状態を観測するために、溶存酸素の計測機能を備えたブイなどの計測装置が提案されている[1]。しかし、観測範囲がブイを設置した地点の周辺に限られ、網羅的に観測できないという問題点がある。

そこで本研究では、さまざまな計測装置を備えた小型の水中ドローンを用いて、水中の環境状態を網羅的かつリアルタイムに観測するセンシングシステムを研究開発する。特に、水中ドローンが LoRa 通信により地上のゲートウェイへセンサデータを送信する機能を備えており、サーバはリアルタイムに観測結果を地図上に可視化できる。

## 2. 水中ドローンを活用したセンシングシステム

提案システムの全体像を図 1 に、GPS・溶存酸素センサを備えた水中ドローンによる湖底の観測状態を観測する流れを図 2 に示す。図 1 のように、提案システムを構成する水中ドローンが備える水中ノードは、湖底までの距離を計測するソナー(Ping1DSonar)、水中の溶存酸素量を計測する溶存酸素センサ、現在位置を取得する GPS(BU-353S4)、地上ノードへセンサデータを送信する LoRa 通信モジュール(SLR-429M)、および小型コンピュータ(Raspberry Pi 4B)で構成されている。水中ノードはソナーにより計測した湖底までの距離の平均値を算出し、溶存酸素量および現在位置と一緒に地上のゲートウェイへ送信する。ゲートウェイは、水中ノードから受信したセンサデータを、携帯通信を用いて管理サーバへ送信する。管理サーバは、ゲートウェイから受信したデータを蓄積して地図上に可視化する。特に、湖底の地形の三次元可視化や、溶存酸素量のヒートマップ表示を行う。

## 3. 実証実験・実験結果

研究開発したシステムの有効性を検証するために、滋賀

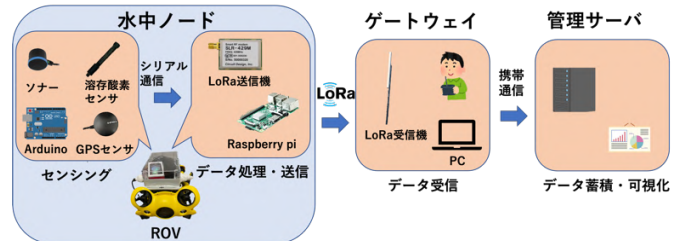


図 1. 水中ドローンを活用したシステムの全体像

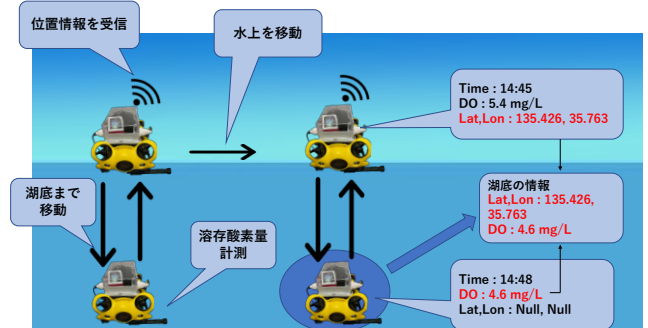


図 2. 水中ドローンによる湖底観測の流れ



図 3. 観測結果の可視化

県草津市の湖岸沿いにて実証実験を実施している。湖底の地形を 3 次元可視化した結果を図 3(a)、溶存酸素量をヒートマップ表示した結果を図 3(b)、深さ方向のヒートマップ表示を図 3(c)に示す。これらの図から、湖底から湖底までの距離は場所により差があり、湖底の地形に凹凸が存在していることがわかる。また、溶存酸素には平面的に大きな偏りが存在せず、湖面に比べて湖底の溶存酸素量が低いことが確認でき、全層循環が起こっていない可能性が示唆されている。

## 4. まとめと今後の予定

本研究では、様々な計測装置を備えた水中ドローンにより、水中の環境状態を網羅的に観測するシステムを提案し、実装した。今後は水中ドローンの自動走行や、水中ドローンが相互にデータを共有してゲートウェイまでデータを届ける遅延耐性ネットワークの検討を行う。

## 参考文献

- [1] 南 雄也, 他, “IoT技術を用いたスマート漁業実現への取り組み” 一般社団法人システム制御情報学会, vol.65, no.1, pp.7-12, 2021.