

# 遊魚の遊泳ベクトルに基づく魚病感染発生の早期検出

黒澤 慶太<sup>†</sup> 遠藤 慶一<sup>‡</sup>  
愛媛大学工学部情報工学科<sup>†</sup>

黒田 久泰<sup>‡</sup> 小林 真也<sup>‡</sup>  
愛媛大学大学院理工学研究科<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

近年、天然資源への影響が少なく、水産物を安定供給することができる養殖漁業の需要が高まっている。

しかし、養殖漁業の現場では養殖魚の死亡を引き起こす魚病の発生が課題としてある。魚病の感染が養殖生簀内で一匹でも発生すると、投薬等の対応が必要であり、対応が遅れると生簀全体に感染が拡大し、多くの魚が死んでしまう。魚病の発生は、養殖現場における安定的かつ持続的な供給の大きな妨げとなっている。従来の魚病発生に対する対応は、目視等で感染魚の存在を確認した後で検査や投薬を行うという流れで行われている。しかし、感染魚の存在を確認した時点で、既に生簀全体に感染が拡大しているという事態が多く発生している。そのため、魚病の早期発見が養殖漁業の従事者にとって重要な問題となっている。

養殖漁業の現場では、魚病感染魚は健全な魚と比較して遊泳に変化があることが経験的に知られている。遊泳に関しては、先行研究 [1] で遊魚の3次元位置座標を測定するシステムが開発され、3次元空間上での遊泳軌跡の測定が実現されている。

そこで本研究では、遊魚の3次元位置座標を測定するシステムを用いて、感染魚特有の遊泳ベクトルの変化を検知し魚病感染発生の早期検出を行うことを目的とする。

また、本研究では遊魚の3次元位置座標を測定するシステムを用いて、水槽内での健全な魚と感染魚の遊泳ベクトルを求めることで感染魚に現れる遊泳ベクトルの変化を検出することを目標とする。

## 2. 研究概要

### 2.1. 遊魚 3次元位置座標測定システム

本研究では遊魚の3次元位置座標を測定できるシステムを用いて遊泳ベクトルを求める。システムの処理について、以下に示す。

1. 複数台の水中カメラを固定した装置を用いて、水槽内を複数方向から撮影する
2. 1で撮影した映像をもとに各フレーム画像に対して魚影検出を行う
3. カメラの空間座標から、検出された魚影の座標に向かう視線ベクトルを算出する
4. 3で算出した各カメラにおける視線ベクトル間の交点を求める

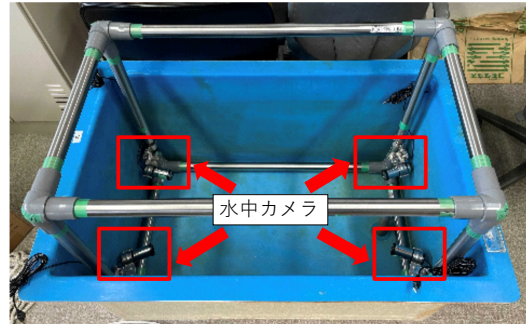


図 1: 3次元位置座標測定装置

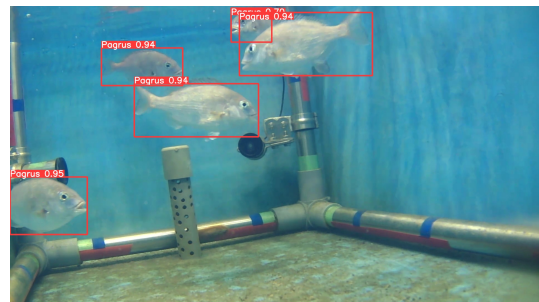


図 2: 撮影画像に対して魚影検出を行った結果

5. 4で求めた交点をフレーム毎に連結し、遊泳軌跡を生成する

本研究で用いている3次元位置座標測定装置 [2] について、図 1 に示す。図 1 にあるように、設置したカメラで4つの方向から水槽内を撮影し、その映像を用いて3次元位置座標を測定している。

遊魚 3次元位置座標測定システムにおいて、撮影映像内の各フレーム画像における魚影検出は CNN(畳み込みニューラルネットワーク)を用いた物体検出アルゴリズム YOLO(You Only Look Once)によって行っている。このアルゴリズムによって、検出した魚影を矩形で囲み、矩形の重心座標を魚影の画像内座標とする。撮影画像に対して魚影検出を行った結果を図 2 に示す。このような結果を用いて、カメラの空間座標から魚影の画像内座標に向かう視線ベクトルを算出し、各カメラにおける視線ベクトル間の交点を魚影の3次元位置座標とする。そして、求められた3次元位置座標を、連続するフレーム間で3次元位置座標距離が近い順に1対1に連結し、各魚影の遊泳ベクトルを測定する。測定した遊泳ベクトルについて、今回使用している水中カメラは 30fps で撮影されるため、フレーム間での経過時間は 0.033 秒とみなせる。これにより、遊泳ベクトルからフレーム間での移動距離や加速度を求められる。

Early detection of fish disease infection based on the swimming vector of fish

<sup>†</sup>K. Kurosawa  
Department of Computer Science, Faculty of Engineering, Ehime University

<sup>‡</sup>K. Endo, H. Kuroda, S. Kobayashi  
Graduate School of Science and Engineering, Ehime University

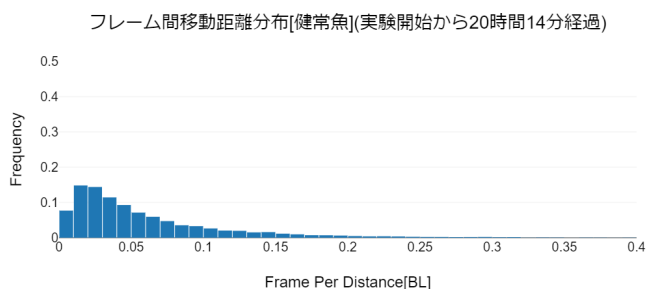


図 3: フレーム間移動距離 [健全魚]

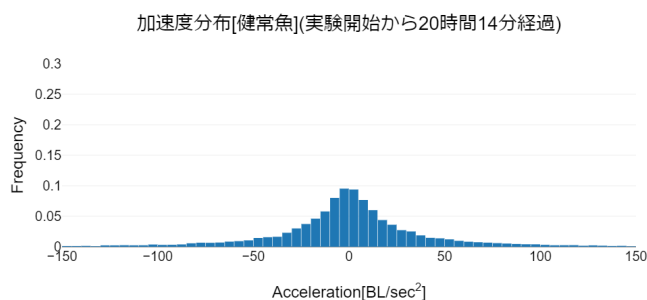


図 5: フレーム間加速度 [健全魚]

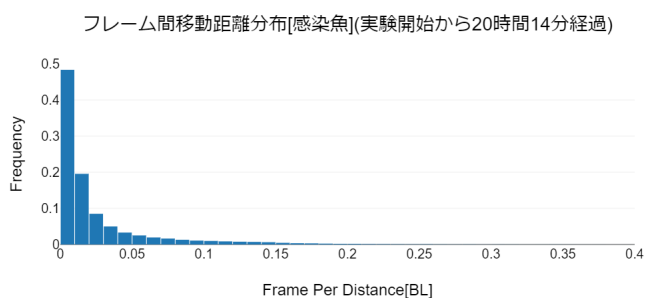


図 4: フレーム間移動距離 [感染魚]

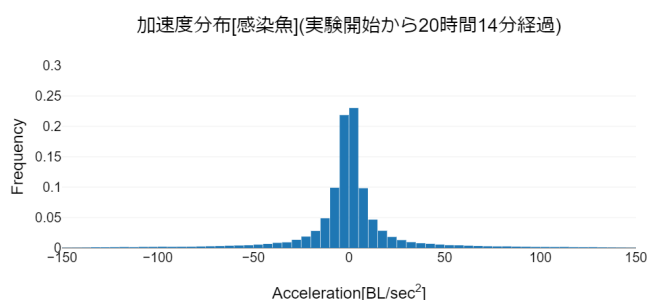


図 6: フレーム間加速度 [感染魚]

## 2.2. 感染魚と健全魚の遊泳ベクトル測定

本研究では、遊魚 3 次元位置座標測定装置を感染魚と健全魚が入った水槽内に設置し、1~2 週間程度撮影することで、感染魚と健全魚それぞれの遊泳ベクトルを測定した。水槽内には 10 匹程度のマダイの稚魚を入れ、感染魚は人為的にエドワジエラ症と呼ばれる魚病に感染させたものを用いている。

## 3. 遊泳ベクトル測定結果

感染魚のみが入った水槽と健全魚のみが入った水槽において遊泳ベクトルを測定し、フレーム間での移動距離、加速度の分布について求めた。図 3, 図 4, 図 5, 図 6 は同時帯における 30 分間の測定データ内でのフレーム間移動距離及び加速度の分布について、ヒストグラムを正規化したものである。

図 4, 図 6 からわかるように、感染魚は健全魚と比較すると、フレーム間移動距離において  $0 \sim 0.02BL^*$ 、加速度において  $\pm 5BL/sec^2$  の割合が高くなっている。また、分布の形状としても感染魚は全体的に散らばりが少なくなっている。

以上の結果より、感染魚は健全魚と比較して、全体的に動きが少なく、緩やかな動きをしていることがいえる。

## 4. おわりに

本研究では、遊魚 3 次元位置座標測定装置を用いて、感染魚と健全魚の遊泳ベクトルを測定し、感染魚に現

れる遊泳ベクトルの変化の検出を行った。測定した結果から、感染魚に現れる遊泳ベクトルの変化として移動距離と加速度に大きな変化があり、健全魚と比較すると、緩やかな動きをしていることが測定できたと考える。また、分布の散らばり具合も変化しているため、分布の分散値の変化も感染魚が発生した場合の特徴として利用できると考えられる。

今後は、得られた感染魚における遊泳ベクトルの変化のデータを用いて感染魚の発生を早期に検出するシステムの開発を行い、システムの正答率や検出速度といった評価を行う。

## 謝辞

この研究の一部は、令和 3 年度科学技術振興機構「研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP) トライアウトタイプ」『遊魚水中三次元位置測定装置で得られる遊泳ベクトルに基づく自動魚病 感染検出の実用化』として実施されました。愛媛県農林水産研究所水産研究センターの川上秀昌様、原川翔悟様、愛媛大学南予水産研究センターの清水園子先生、竹内久登先生にご協力頂きました。

## 参考文献

- [1] 山磨 虎多郎, 遠藤 慶一, 黒田 久泰, 小林 真也, “遊魚 3 次元位置測定装置による遊泳軌跡測定”, 情報処理学会第 83 回全国大会講演論文集 (4), pp.651-652, 2021.
- [2] 小林 真也, “個体検出システム, 撮影ユニット, 個体検出方法, およびコンピュータプログラム”, 特開 2021-152782 号, 2021-09-30.

\*BL(Body Length) とは、生簀内にいる養殖魚の平均的な体長を指す単位である。同じ生簀内の養殖魚の体長はある程度同じ大きさとなるため、水産分野では生簀内の魚の体長に対して、それを平均化した単位である BL で表している。今回の実験では、水槽内の魚の平均体長が 10cm から、 $1BL = 10cm$  としている。