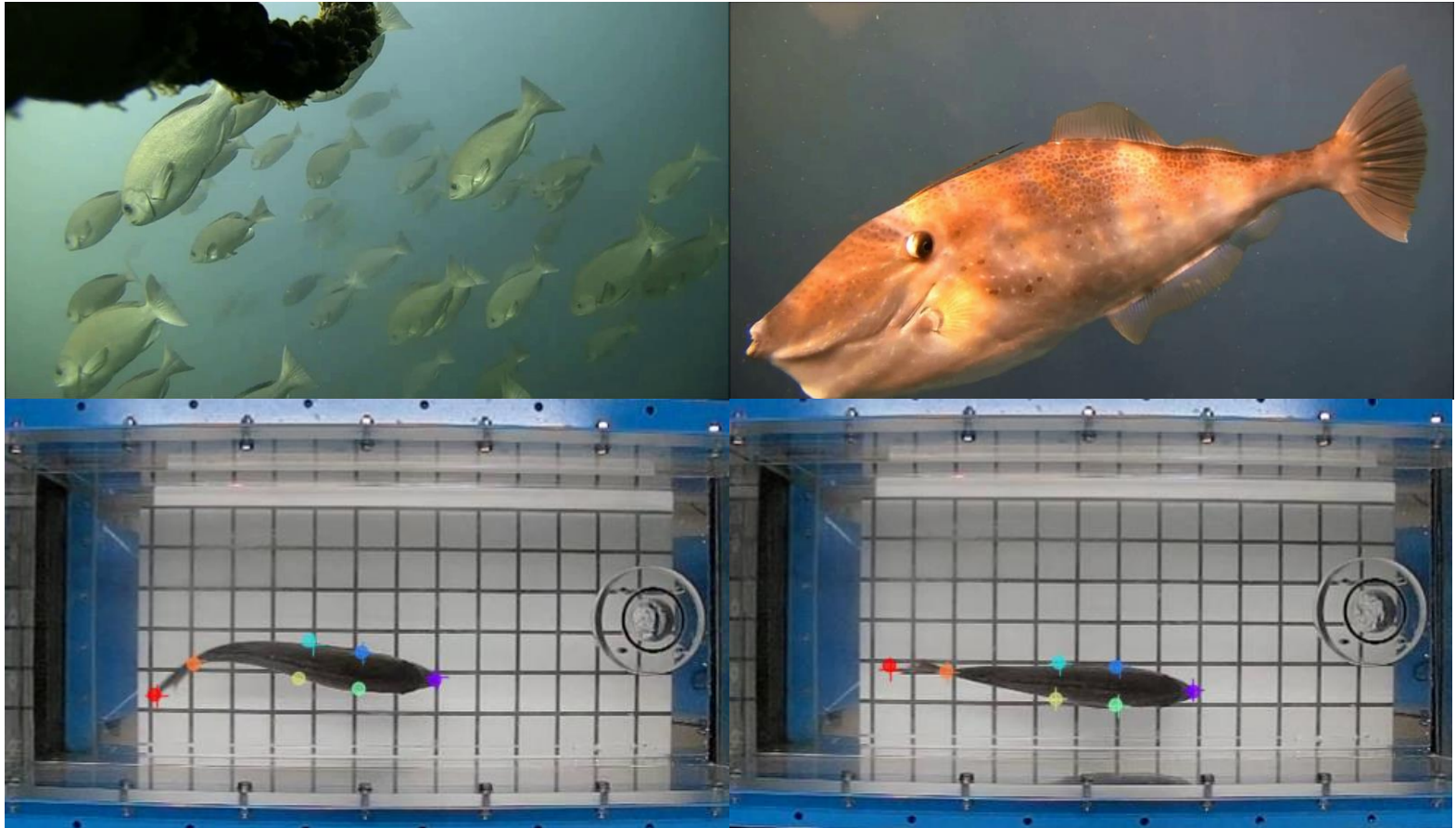


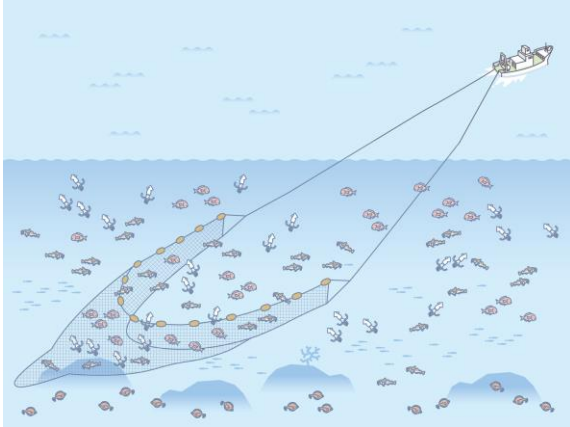
画像処理・AI技術を活用した 魚類遊泳行動の解析



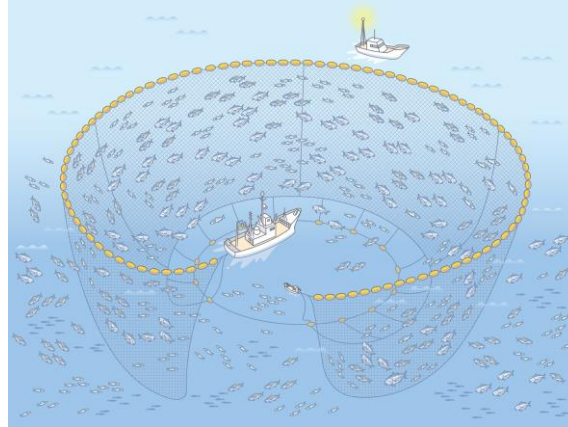
東京海洋大学 学術研究院 海洋生物資源学部門
助教 宮本 隆典

様々な漁法

曳網



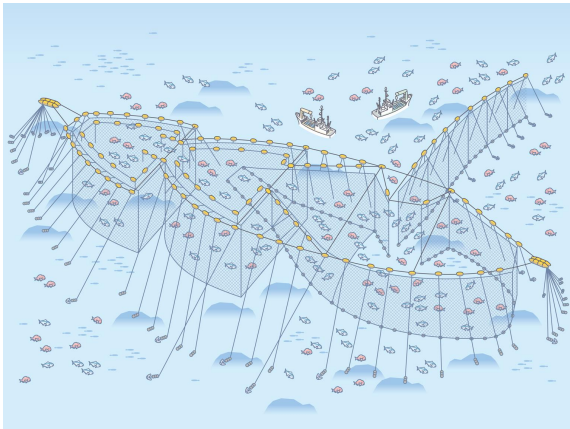
まき網



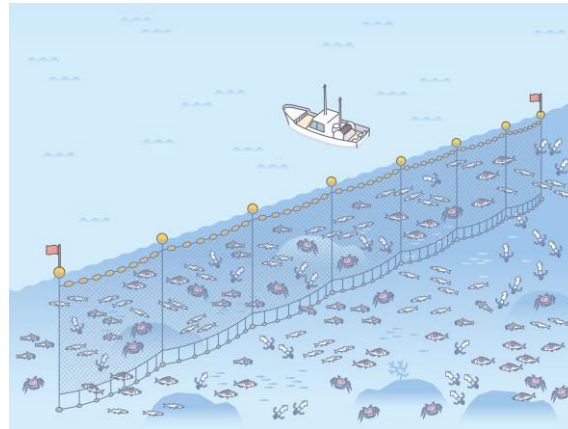
敷網



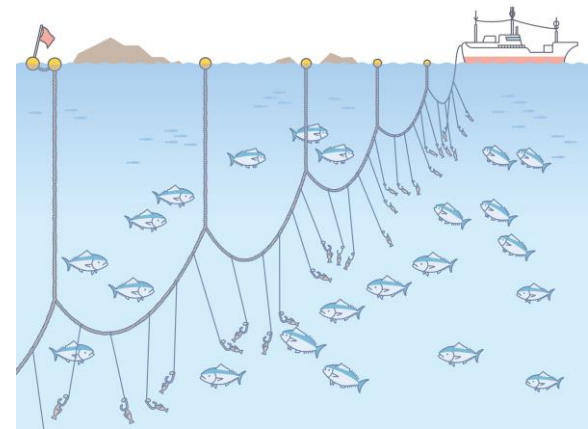
定置網



刺網



延縄



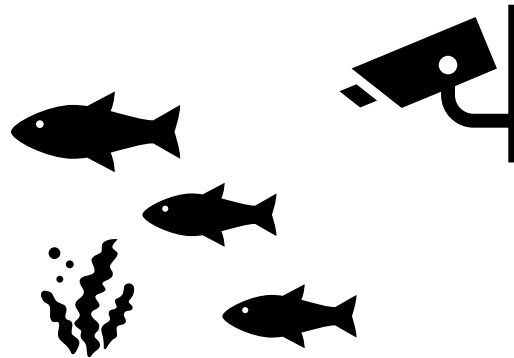
魚の遊泳行動特性を知ることで持続可能な漁業へ

魚の行動の計測方法

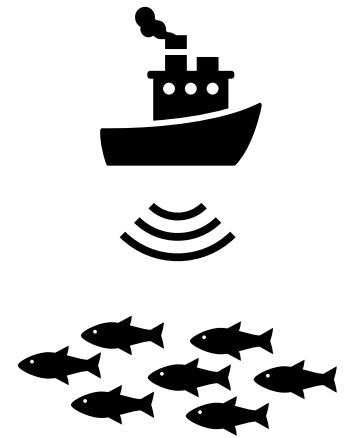
目視



カメラ



音波



解析技術

- ① 漁業現場（定置網）
- ② 実験室水槽

計測技術

定置網漁業：「待ち」の漁法



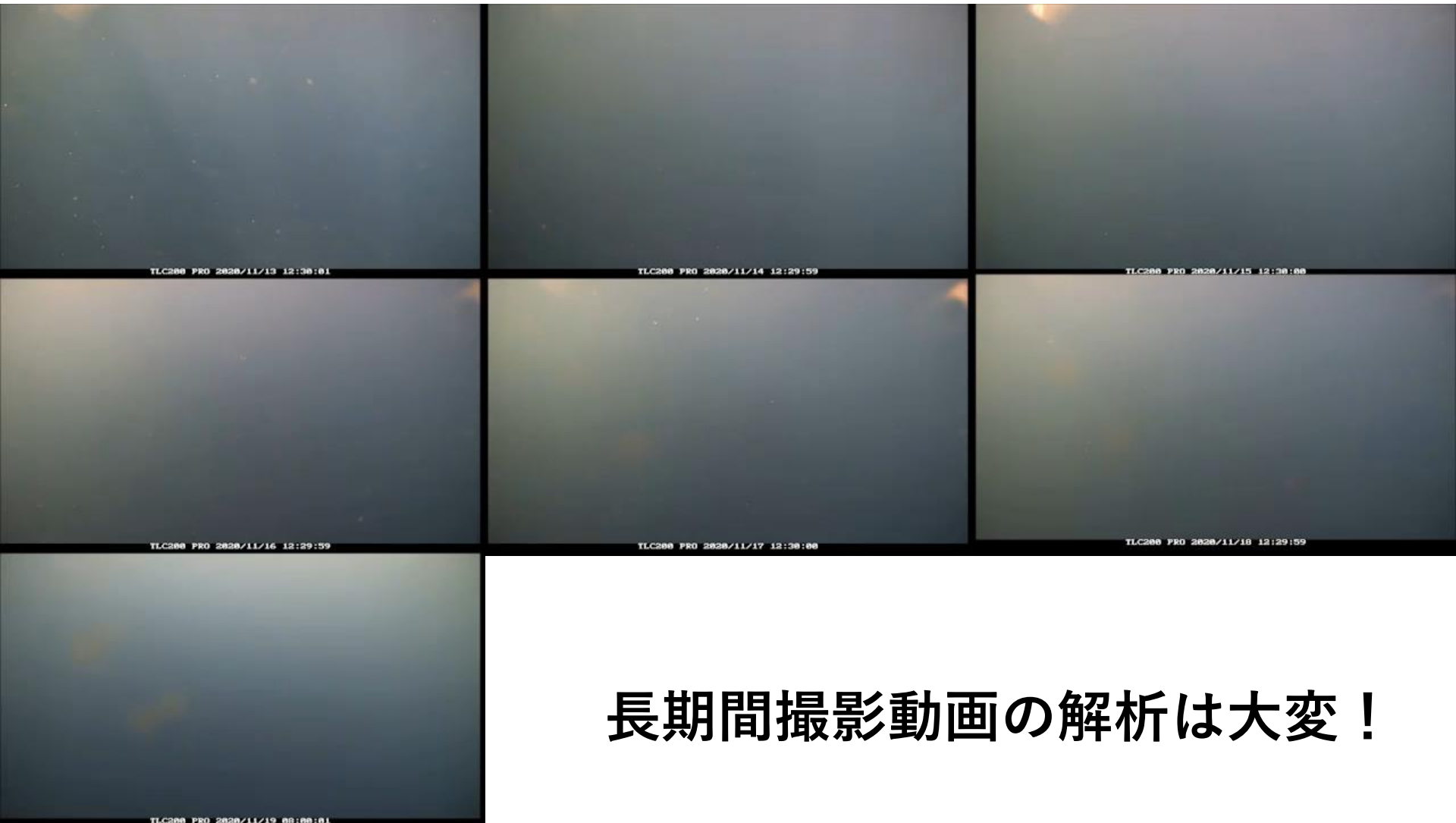
日本の沿岸漁業における漁獲量の約4割を占める
箱網を揚げるまでどの魚種が
どの程度漁獲できるかわからない
いつどの魚種がどのように入網する？

定置網内で撮影したタイムラプス動画



TLC200 PRO 2020/11/13 12:30:01

1週間分の撮影データ



長期間撮影動画の解析は大変！

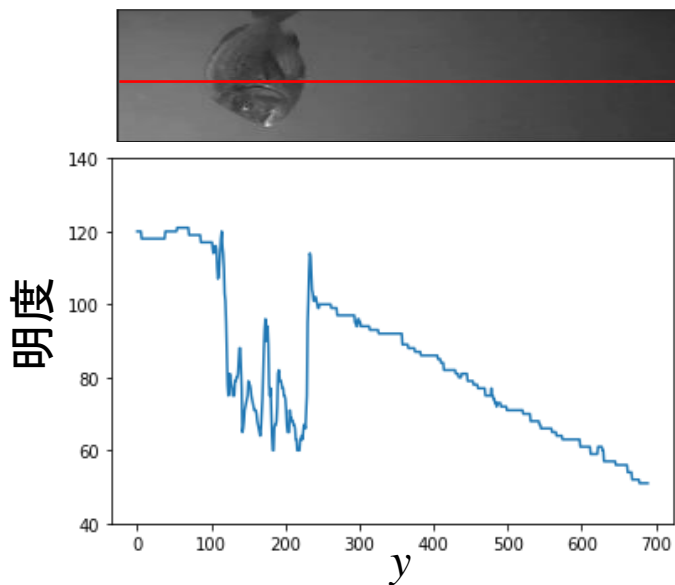
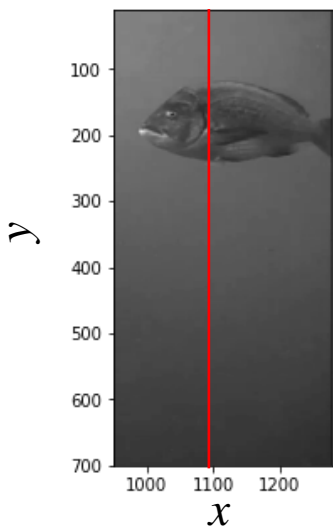
複数計測点での撮影データ



長期間 + 複数だと
もっと大変！
⇒解析の効率化

画像処理による魚類出現検知

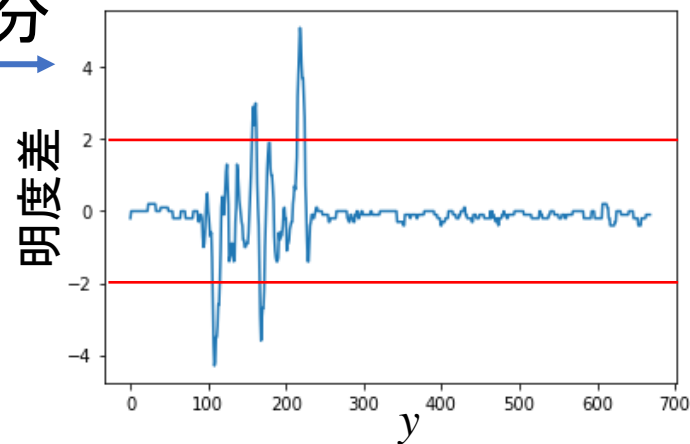
機械学習を行うためにはラベル付けが必要...
画像処理技術で魚の存在が検知できれば解析効率が向上！



微分



エッジ検出

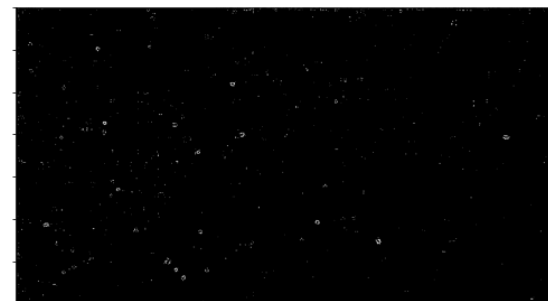


画像処理の流れ

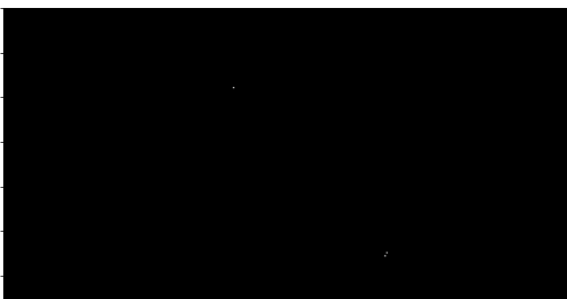
元画像



ラプラシアン
フィルタ
+
しきい値処理



オープニング
処理
(細かいノイズを除去)



エッジ量

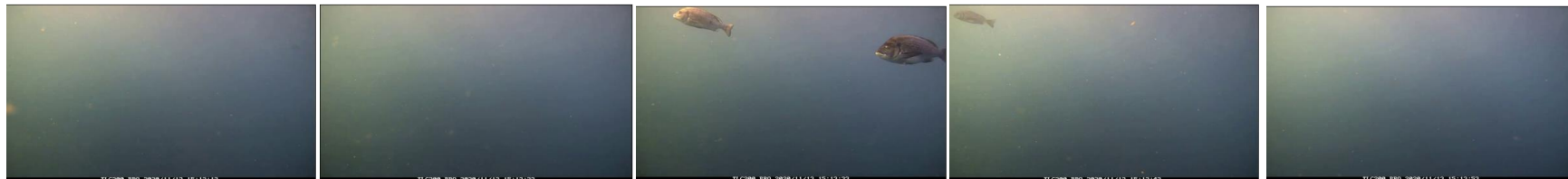
4070

大きい値なら
魚が存在!?

27

画像処理の流れ

時間



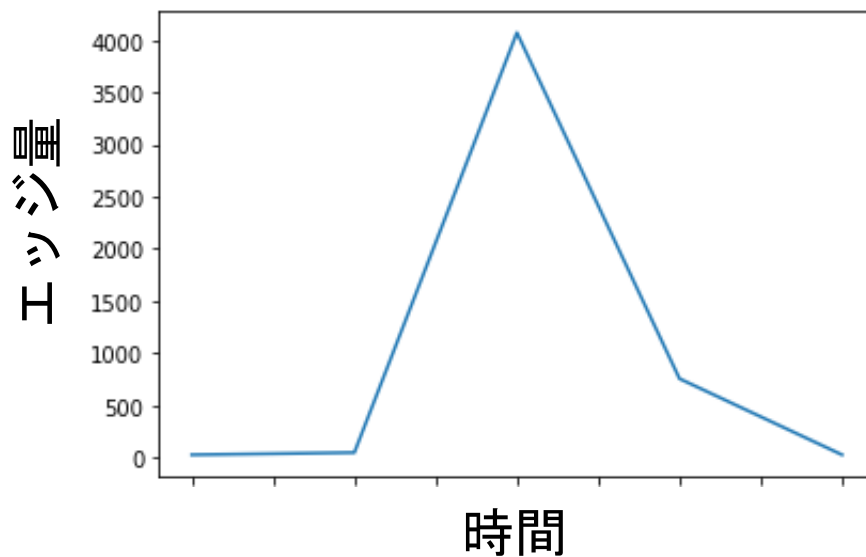
エッジ量: 27

48

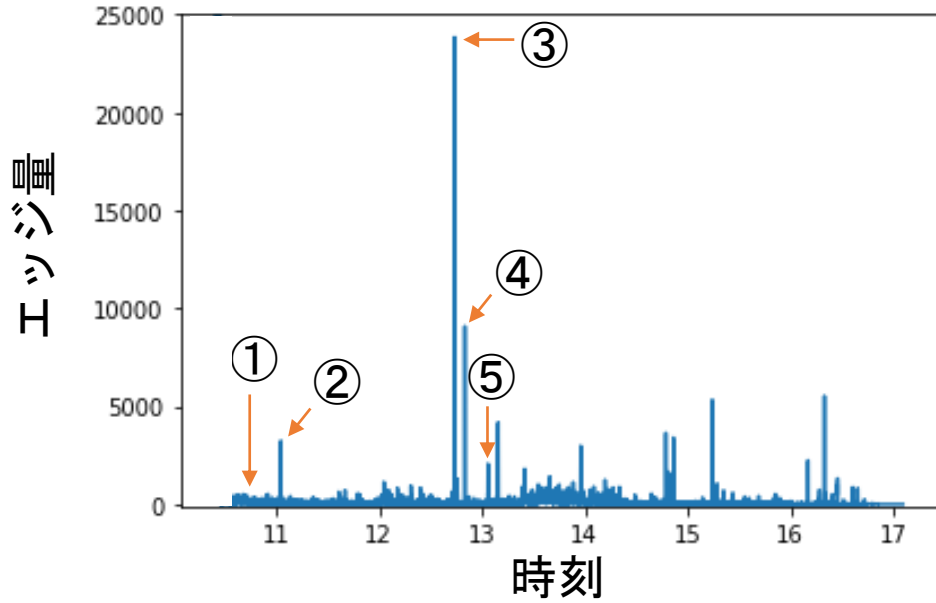
4070

725

27



画像処理による魚類検出結果



①



②



③



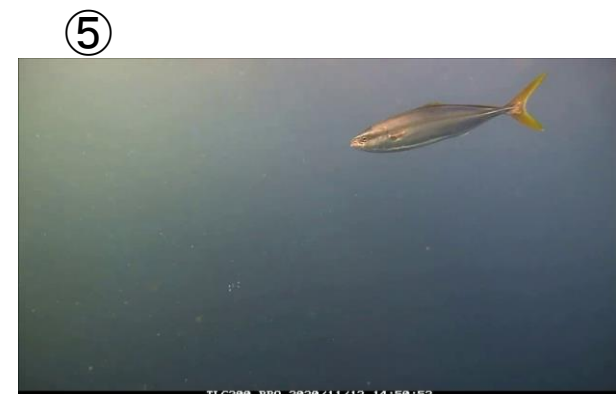
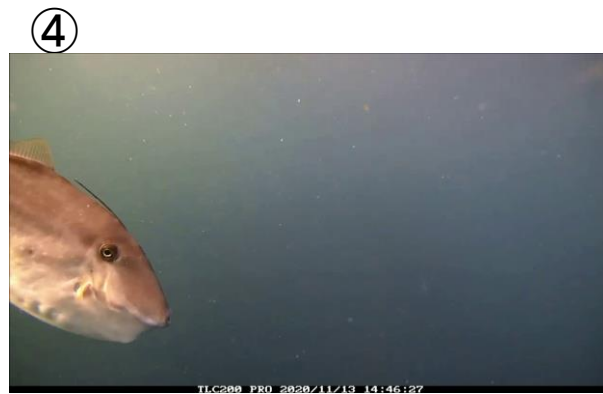
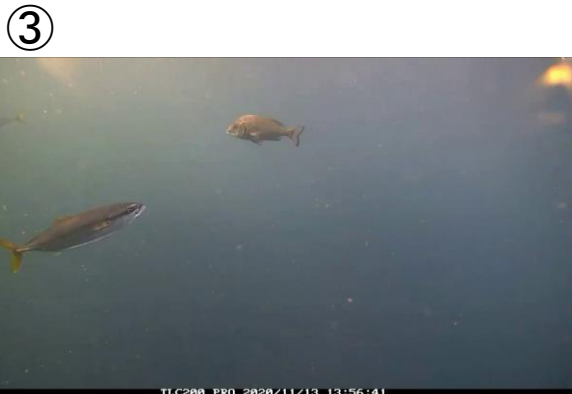
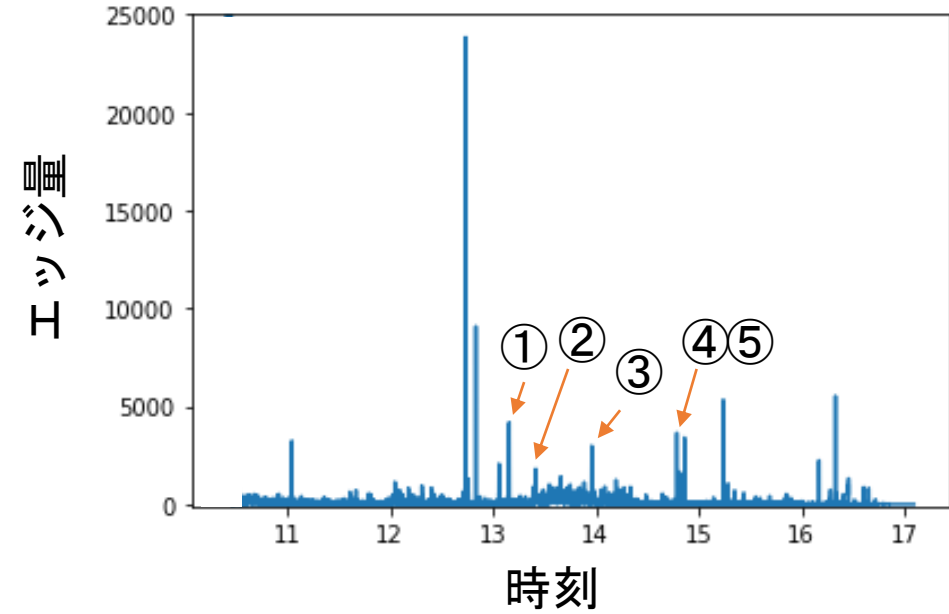
④



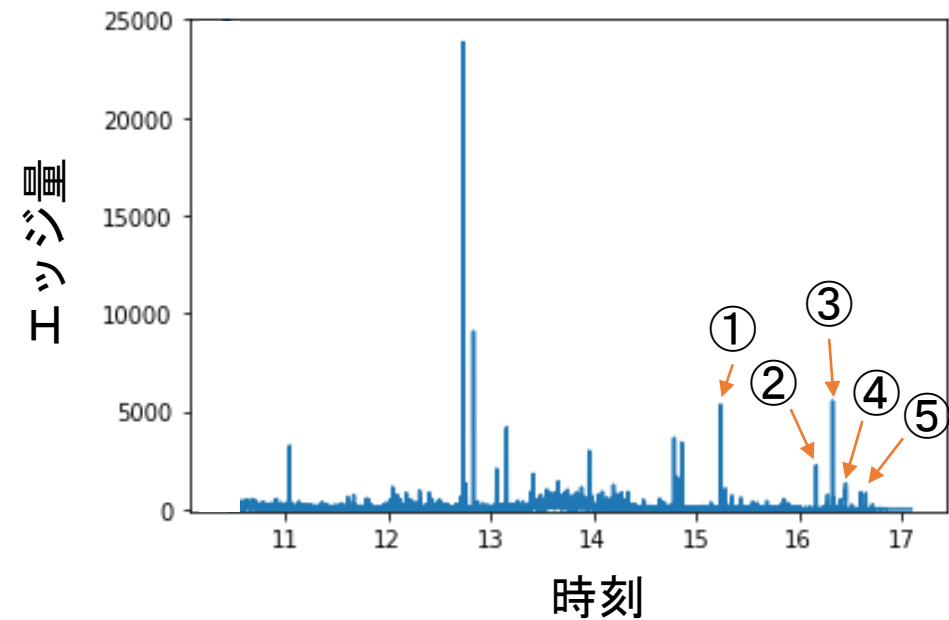
⑤



画像処理による魚類検出結果



画像処理による魚類検出結果



①



②



③



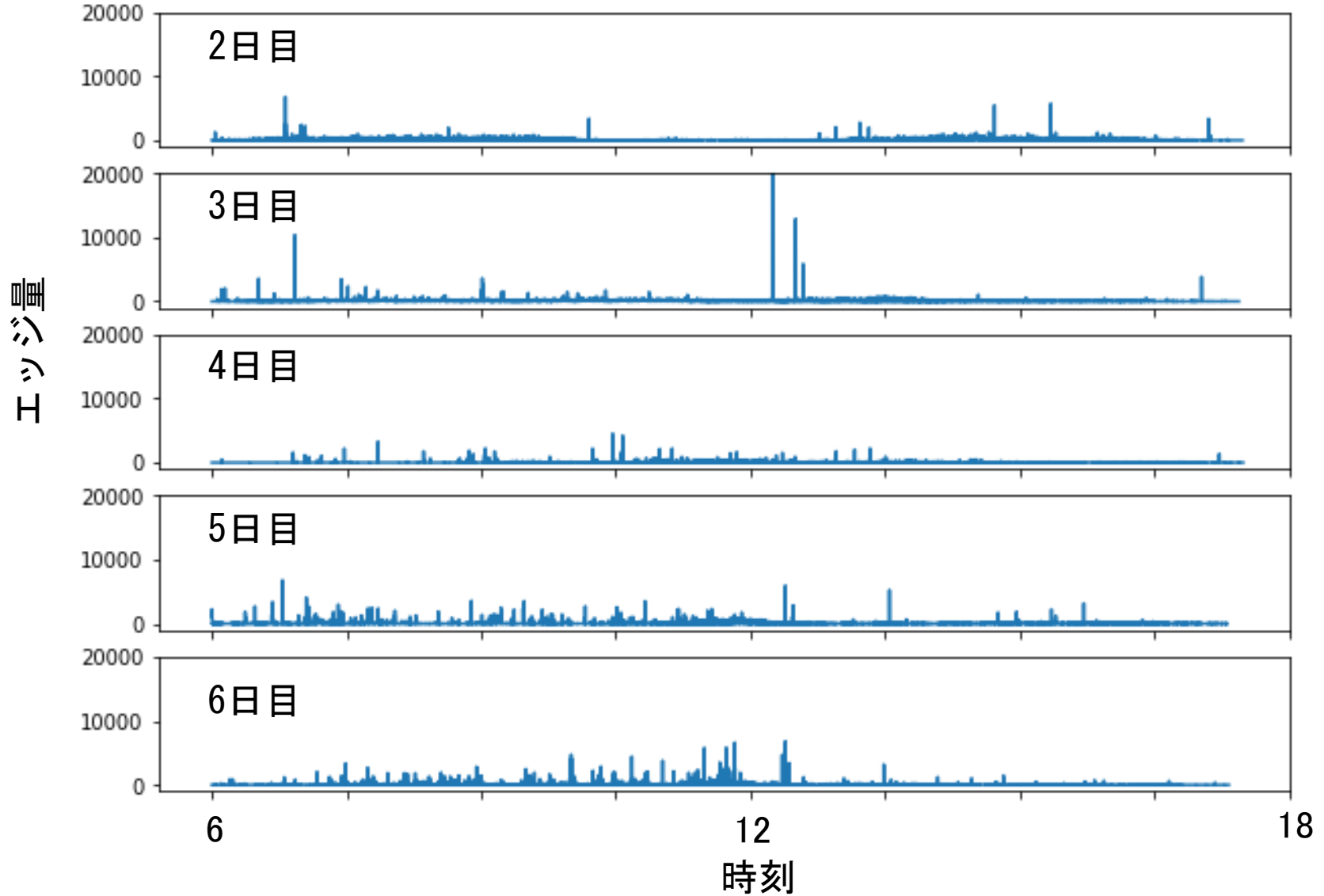
④



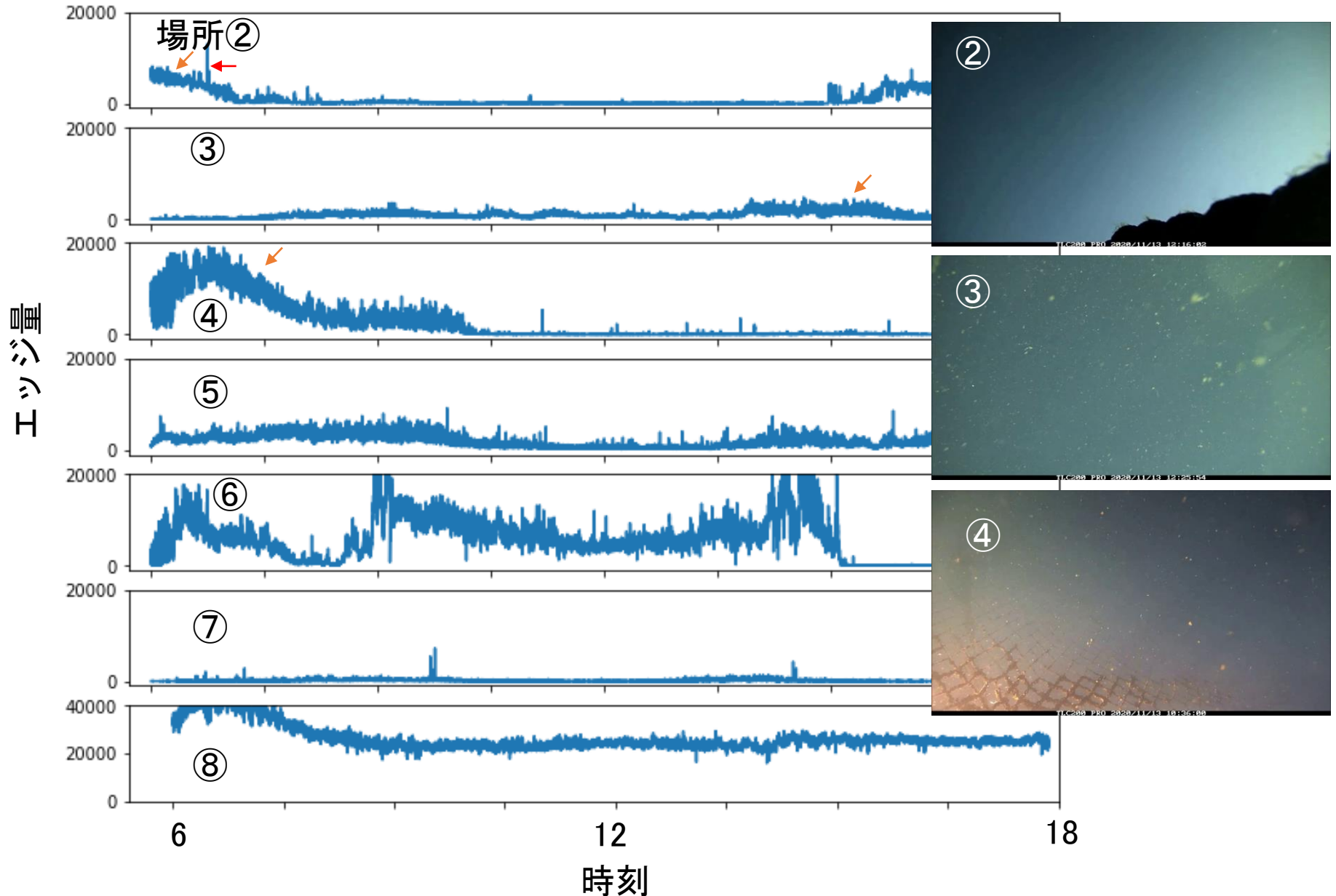
⑤



1週間分の動画解析結果



複数場所計測動画の解析結果



カメラ設置深さの影響

5 m



10 m

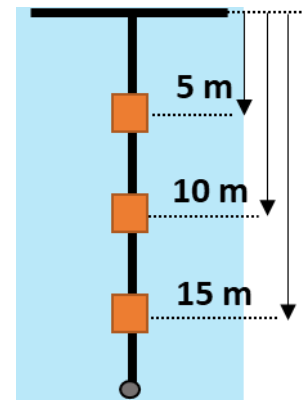


TLC200 PRO 2022/01/04 10:56:42

15 m



TLC200 PRO 2022/01/04 10:56:43



(定置網漁業等における数量管理のための技術開発事業)

画像処理

まとめ

画像処理による定置網内 撮影動画中の魚群自動検知

・実施事項

画像処理技術（エッジ検出）
を用いた魚群検知の有効性を検討

・結果

- 魚群の存在しない画像ではエッジが少なく、
魚群が存在する画像ではエッジが多い傾向がみられた
- 魚群以外にも散乱光や底網からもエッジが検出された
→ 魚群が存在する候補の絞り込みには有効

・今後の展望

- 検知基準の検討及び検知率の定量的評価
- エッジ以外の特徴量を用いた魚群検知・種分類

本研究は「定置網漁業等における数量管理のための技術開発事業」（水産庁）
を活用して実施した。

実験室での遊泳行動計測

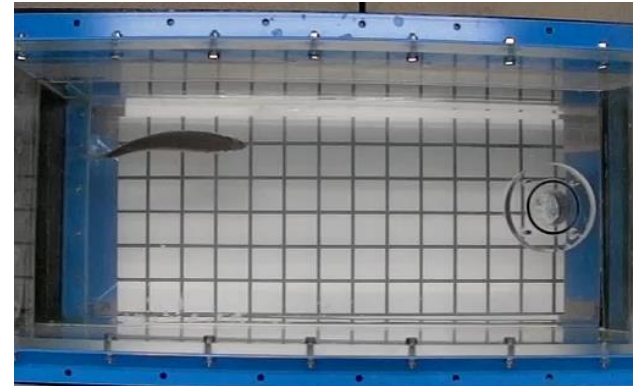
利点: 安定した環境
環境の制御が可能

回流水槽におけるマアジの遊泳行動

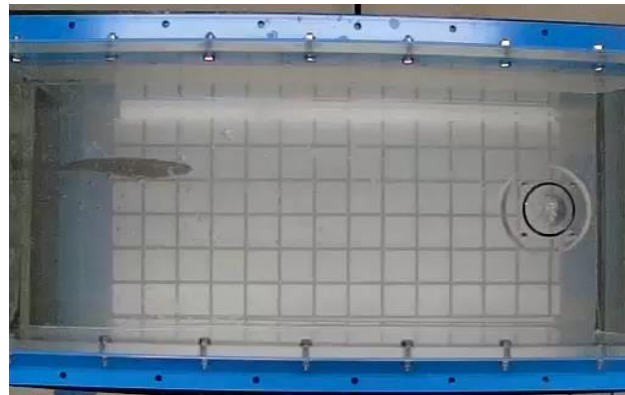
流速 30 cm/s



90 cm/s



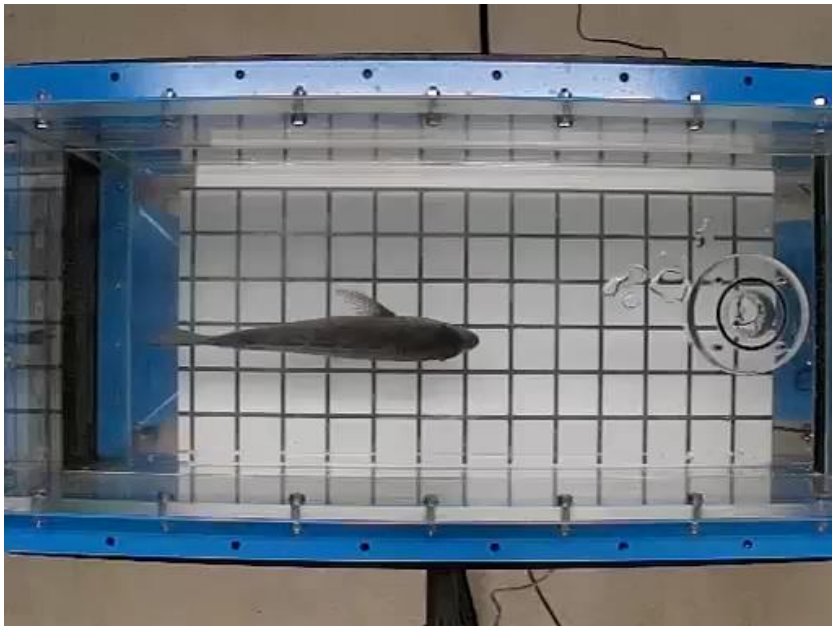
150 cm/s



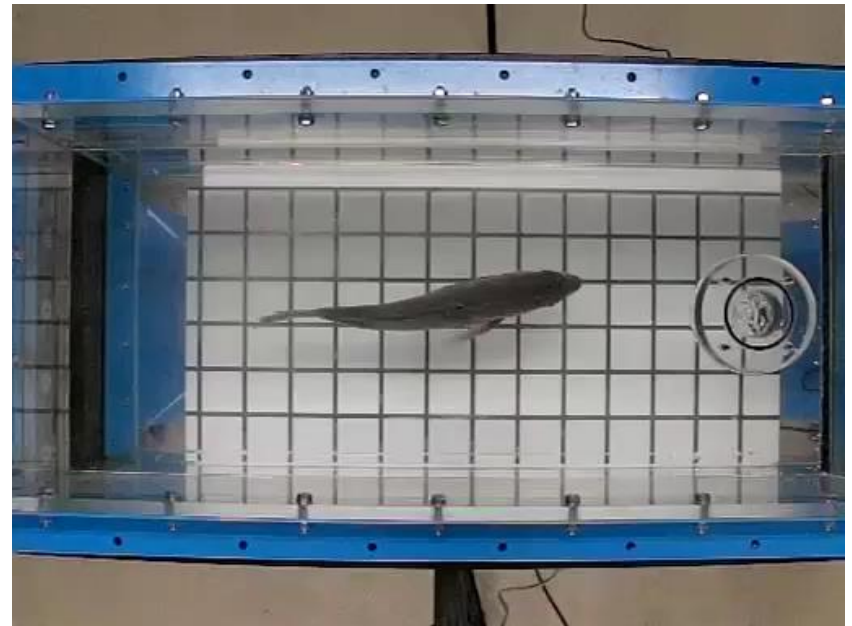
実験室での遊泳行動計測

回流水槽におけるマダイの遊泳行動 (スロー再生)

流速 30 cm/s

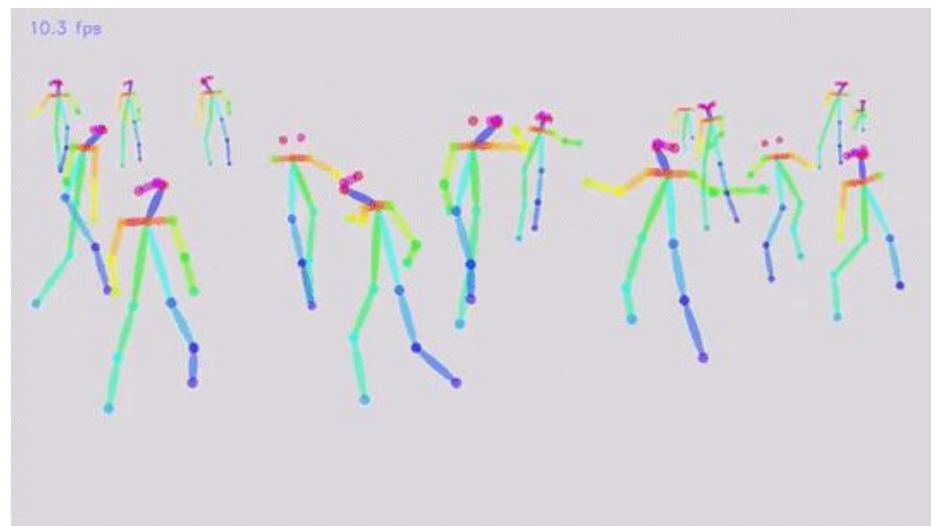


90 cm/s



機械学習を用いたトラッキング技術

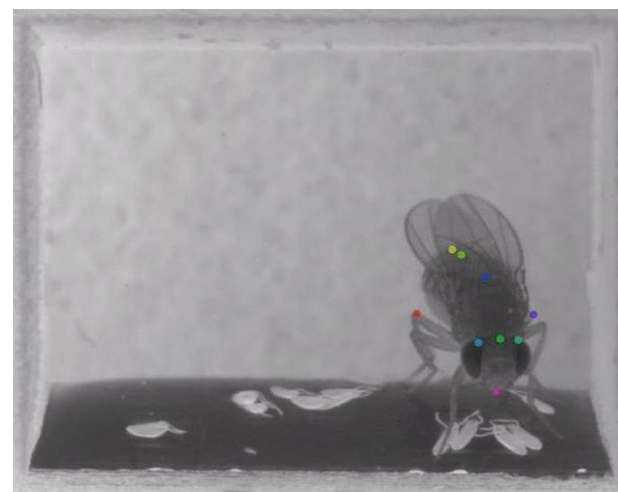
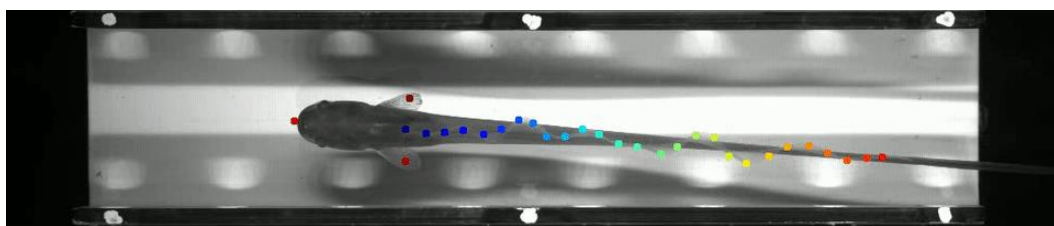
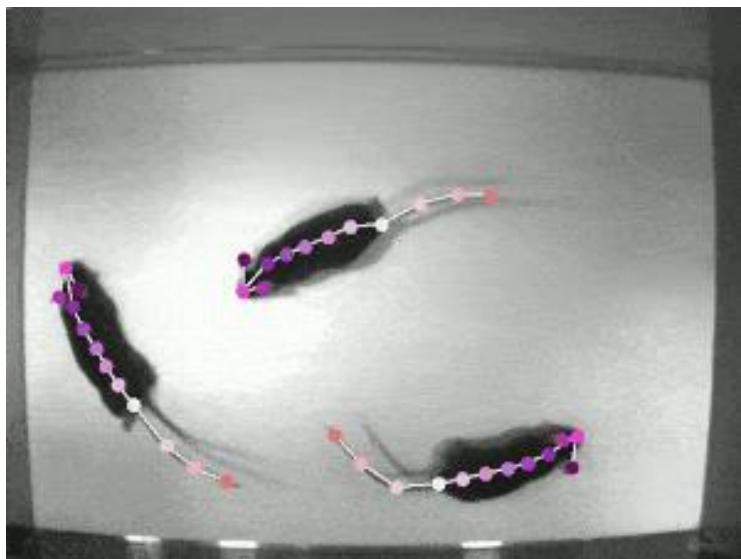
人や物のトラッキング (OpenPose)



GitHub - CMU-Perceptual-Computing-Lab/openpose: OpenPose: Real-time multi-person keypoint detection library for body, face, hands, and foot estimation

機械学習を用いたトラッキング技術

動物のトラッキング(DeepLabCut)



DeepLabCut — The Mathis Lab of Adaptive Motor Control (mackenziemathislab.org)

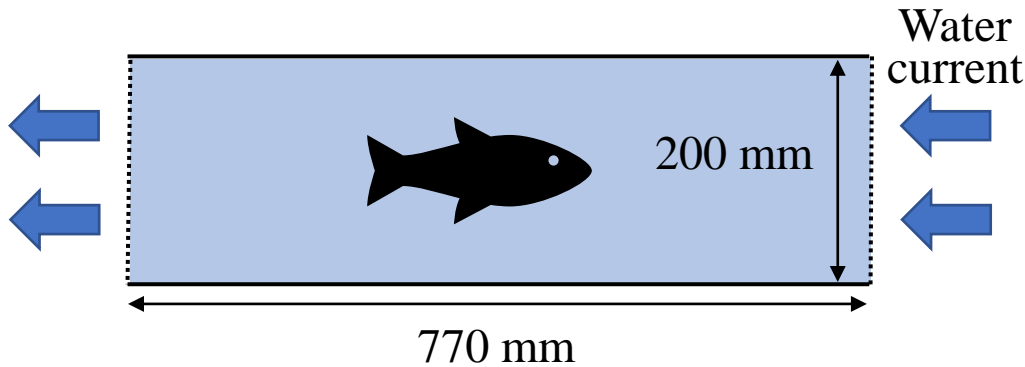
**実施事項: DeepLabCutを用いた回流水槽内マダイ遊泳
における尾鰭・吻端・胸鰭の動態解析**

材料と方法(遊泳行動の撮影)

Side view



Camera



マダイ: 1個体 尾叉長 30.8 cm

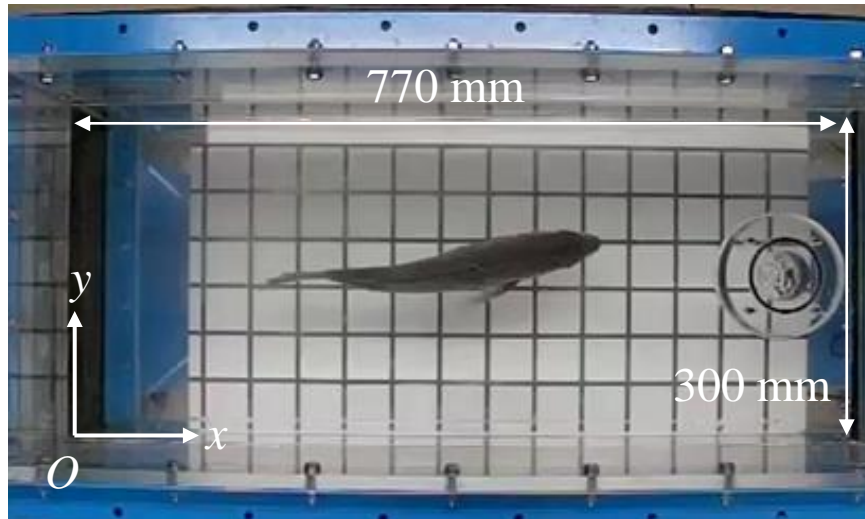
小型回流水槽:
西日本流体技研 PT-70(改)

流速: 15, 30, 45, 60, 75, 90,
105, 120 cm/s の8段階

水温: 20.5 °C

デジタルカメラ:
CASIO EX-F1 300 fps

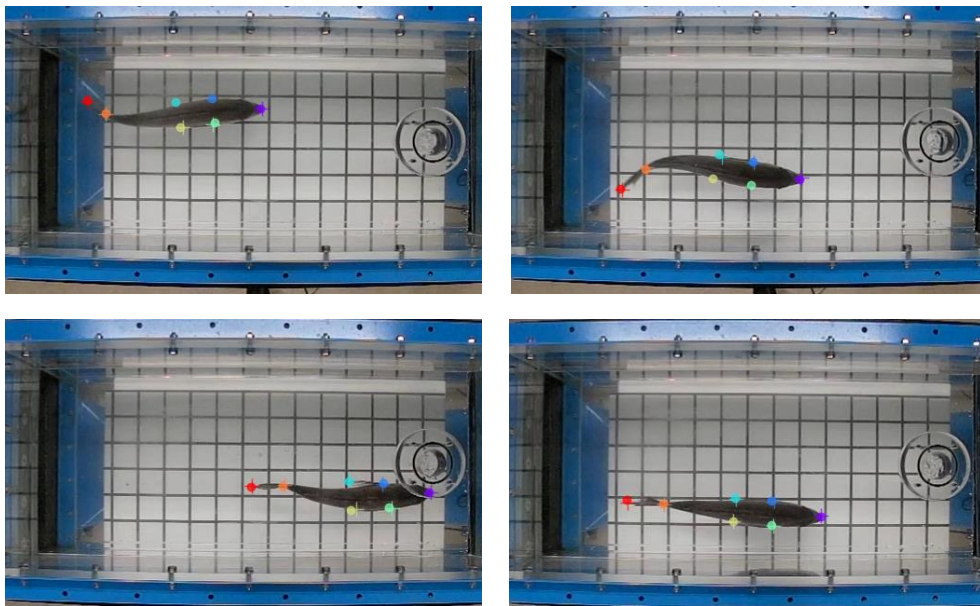
Top view



各流速においてマダイの遊泳行動を上方から3分間撮影した

材料と方法（遊泳行動のトラッキング）

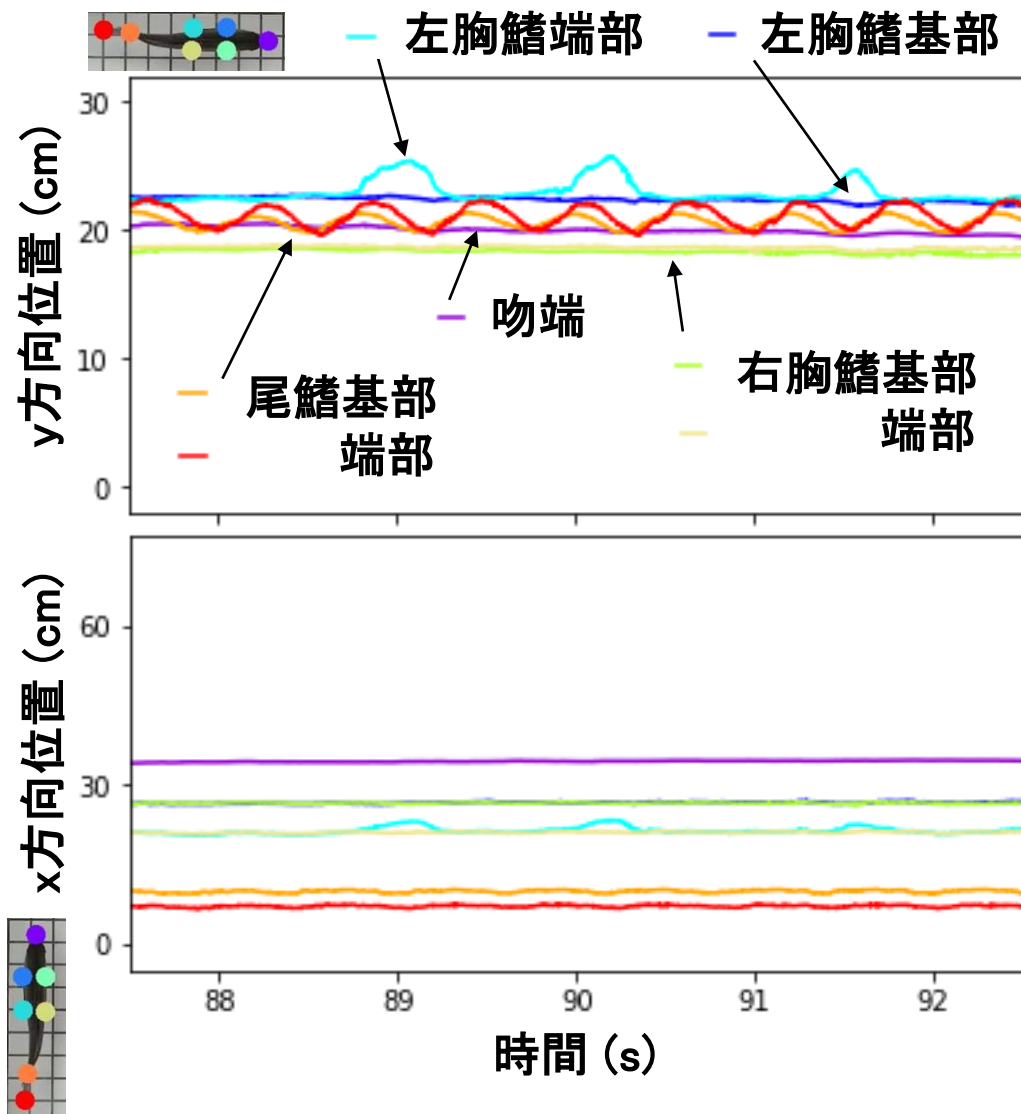
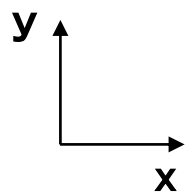
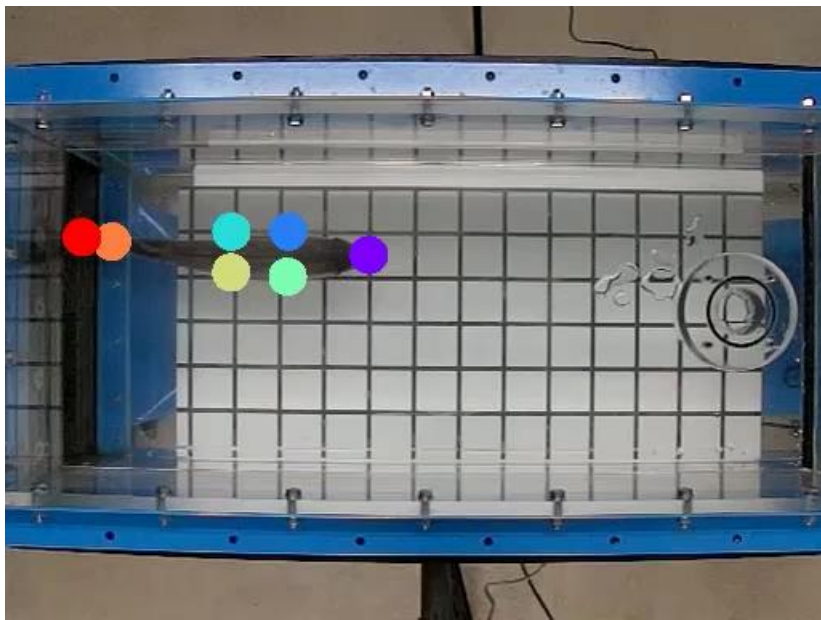
吻端、胸鰭および尾鰭の基部と端部の軌跡抽出をDeepLabCut (DLC)を用いて行ったラベル付け



- ・各動画20枚 計160枚の画像に人手でラベル付け
- ・ラベル付きデータを用いてDLCモデルを学習
- ・学習済モデルに動画の全フレーム画像を入力し各流速における3分間の各部位x,y位置を取得

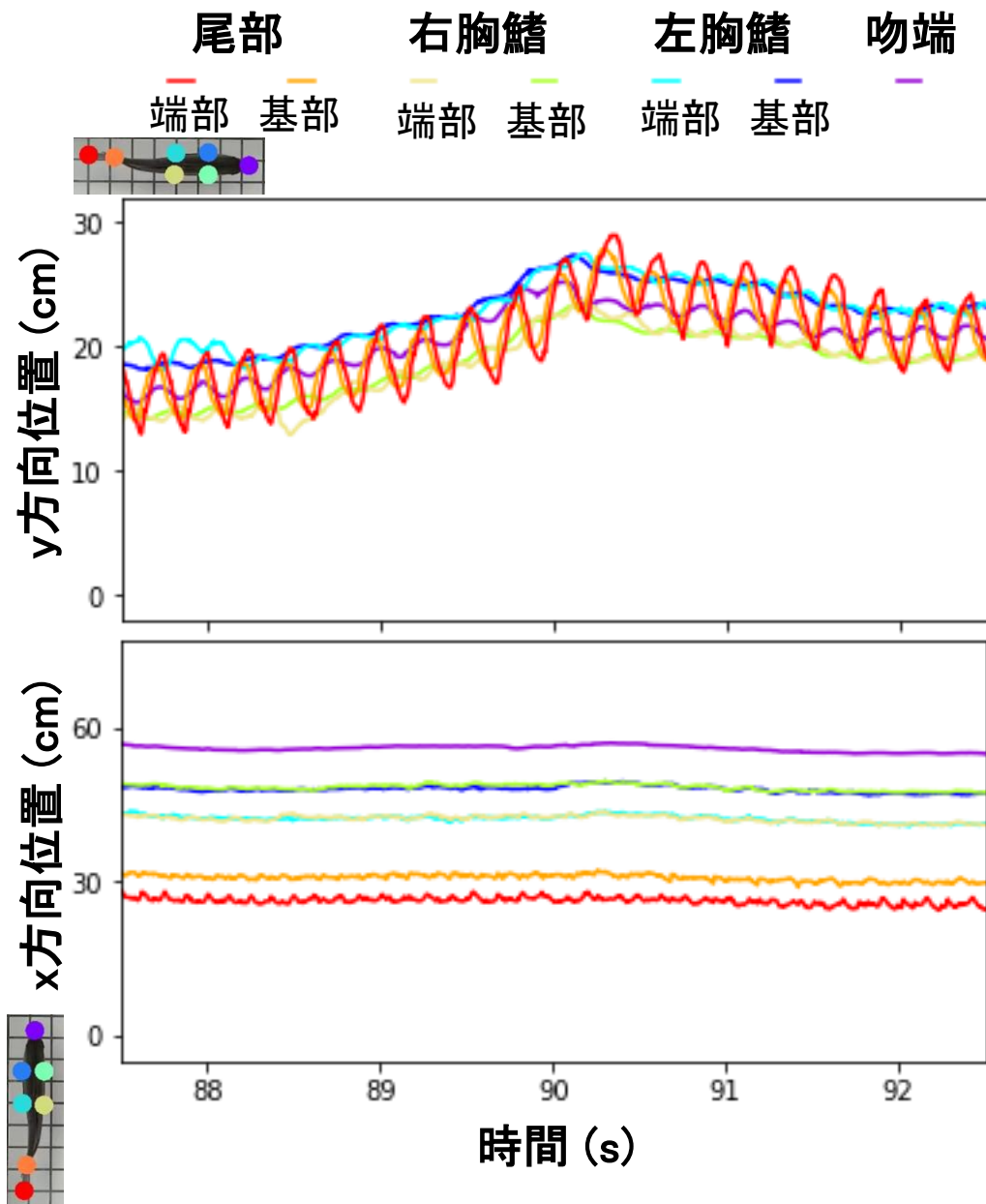
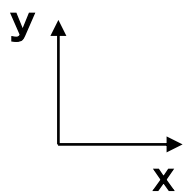
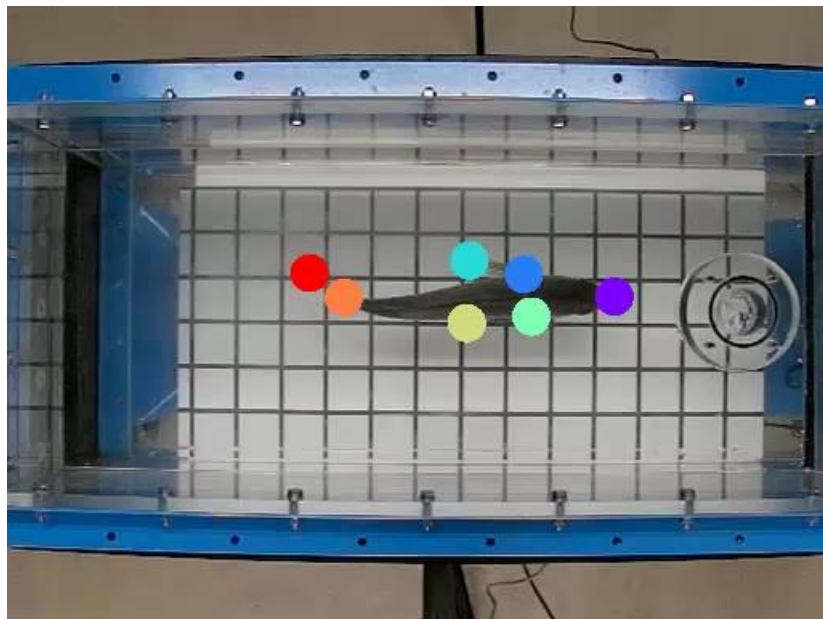
マダイ遊泳のトラッキング結果

流速 15 cm/s



マダイ遊泳のトラッキング結果

流速 75 cm/s



AI解析 まとめ

機械学習を用いた回流水槽内 マダイ遊泳行動の解析

・実施事項

DeepLabCutを用いた回流水槽内のマダイ遊泳行動における尾鰭・吻端・胸鰭の振動軌跡の解析

・結果

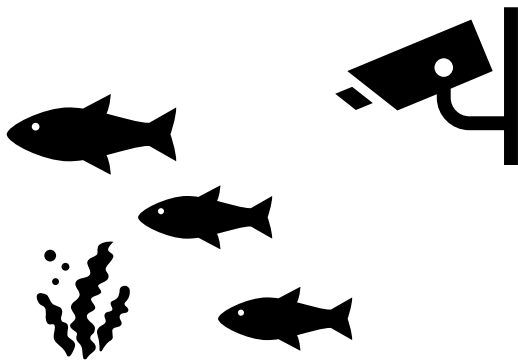
- DeepLabCutによりマダイの尾鰭・吻端・胸鰭の振動軌跡の取得が可能
- 160枚のラベル付画像から432,000枚の各部位軌跡を抽出
→ 機械学習の利用により遊泳行動解析の効率化が可能に

・今後の展望

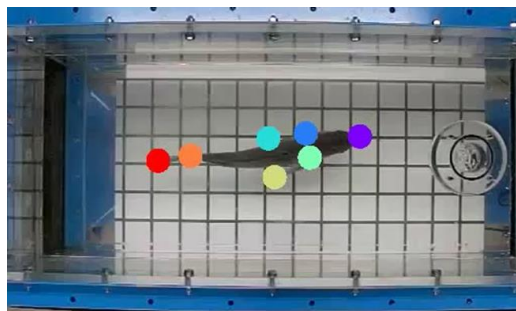
- 各部位振動軌跡データからの定量的指標の算出
- 他個体および他種個体を用いた遊泳行動計測・解析

まとめ: 魚類遊泳行動の解析

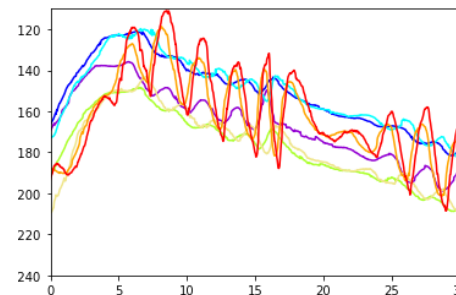
画像処理技術



動画解析



AI技術



計測・解析技術の開発 → 技術を用いた行動解明

持続可能な漁業へ