

センシング技術・ICTによる漁獲物選別および加工の省力化・見える化技術の開発

—ICT を活用した漁獲物情報・品質情報の収集・見える化システムの開発—

Development of labor-saving and visualization technology for catch selection and processing by sensing technology and ICT

- Development of a system for collecting and visualizing catch information and quality information using ICT -

鈴木 翔一、木宮 隆*、木村 優輝**、深川 修一***

(*国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所（現同機構開発調査センター）、

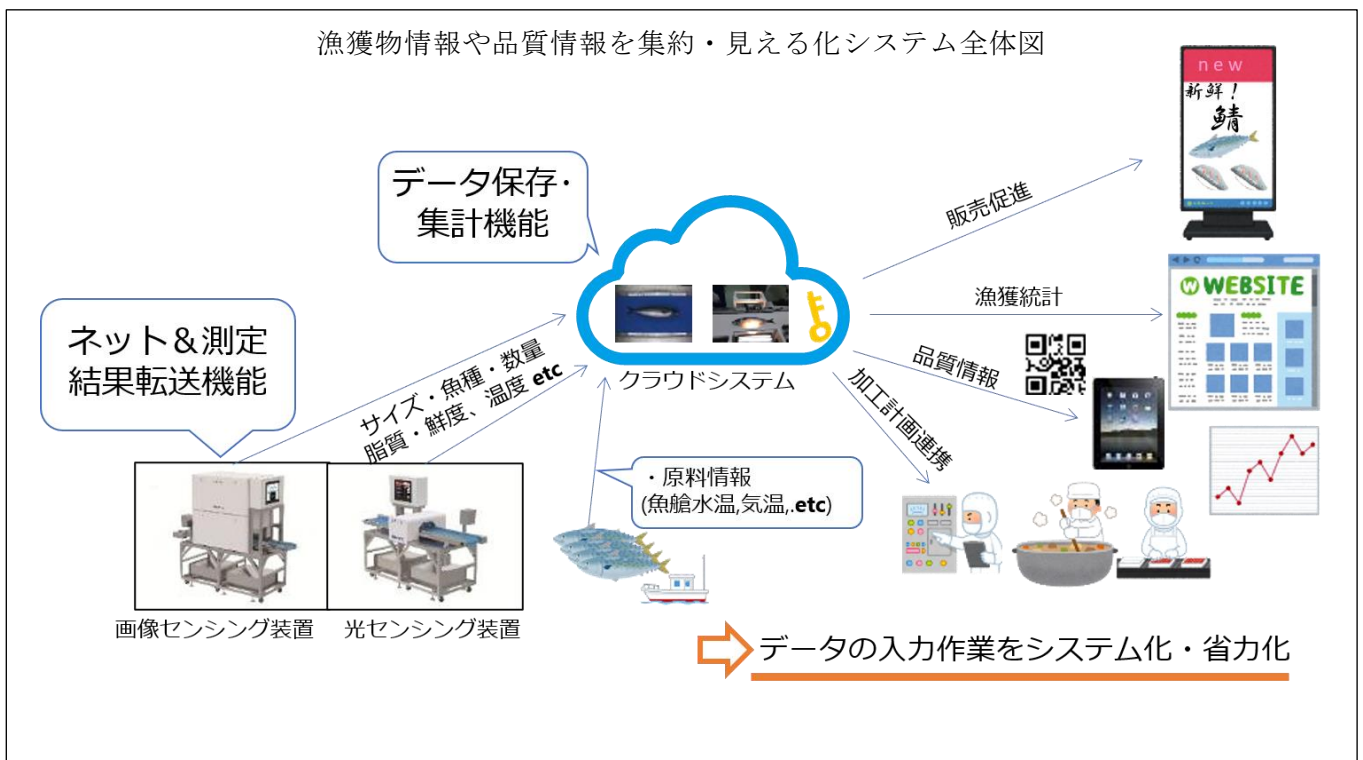
食品総合研究所、*株式会社深川商会)

水産業を支える産地は、担い手の不足・高齢化、不漁、産地価格の低迷といった様々な課題を抱えている。そこで、センシング技術（センサを使用して様々な情報を計測・数値化する技術）や ICT（情報通信技術）を活用し、水産業、特に漁獲物の水揚げ後の生産性向上につながるシステムの構築を目指すプロジェクトを実施した。

本プロジェクトで使用した、魚を選別するための装置である画像センシング装置と魚の脂肪量を近赤外分光により非破壊で推定する光センシング装置は、測定結果が CSV 形式で得られる。この情報を自動的に集計・可視化するためのシステムを開発した。

また、漁船の魚を溜めるタンクを魚艙と呼ぶが、魚艙の水温を自動的に記録・インターネットで転送し、漁獲後に水揚げされるまで魚が低温状態であり、高品質な状態が保たれていることや操業時の温湿度をリアルタイムに可視化可能な魚艙水温モニタリングシステムを開発した。

これらの開発により漁獲から水揚げまでの魚の温度が可視化可能となり、品質向上、魚価の向上に繋がること期待される。

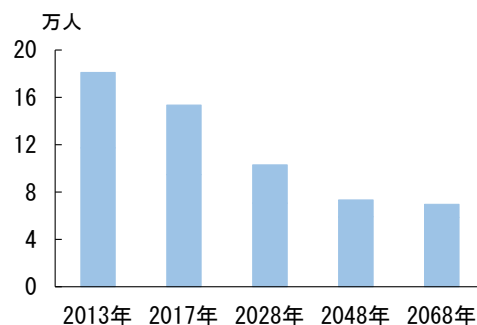


1. はじめに

水産業を支える産地は、担い手の不足・高齢化、不漁、産地価格の低迷といった様々な課題を抱えている。なかでも、担い手の不足と高齢化への対応は、地域や業種を問わず、日本の水産業に共通の課題となっている。したがって、日本の水産業の成長産業化に向けては、人手をかけずに高い価値を生み出すことができるよう生産性を高める必要がある。そこで、センシング技術（センサを使用して様々な情報を計測・数値化する技術）や ICT（情報通信技術）を活用し、水産業、特に漁獲物の水揚げ後の生産性向上につながるシステムの構築を目指すプロジェクトを実施した¹⁾。

プロジェクトの中心テーマの一つが、漁獲物選別の自動化である。日本の漁業では、就業者数が一貫して減少しており、約 30 年で半減する見通しが示されている（グラフ 1）²⁾。しかしながら、水揚げ後に魚市場などで行われる荷さばきは、いまだ人海戦術で行われている（写真 1）。また、その過程で、流通や加工に利用可能な漁獲物に関するデータは、重量以外ほとんど得られていない。近年、流通の合理化が加速するなか、このような供給体制は珍しく、生産性向上も見込めない。

これらの課題を解決して荷さばき工程の生産性を向上させるため、画像センシング技術（カメラで撮影した画像から様々な情報を取得）により漁獲物のデータを取得し、それをもとに選別の自動化（図 1）やデータの見える化を行うシステムを開発した。カメラで魚介類を撮影・計測する技術自体は必ずしも新しいものでないが、日本の水産業の現場での実用は進んでいない。現場での実証的取り組みが進んでいないことがその要因の一つと考え、青森県八戸市をフィールドとして、様々な魚介類が一度に漁獲される定置網漁業の漁獲物を対象に、その効果を現場実証試験により検証した。また、さば類の脂肪量を近赤外分光により非破壊で推定する光センシング装置を使用し、水産加工業者と共に、脂肪量割合に応じた高付加価値製品の試作を行った。本稿ではプロジェクトの実施項目のうち、ICT を活用した漁獲物情報・品質情報の収集・見える化システムの開発について報告する。



グラフ 1 将来の漁業就業者の見通し（平成 30 年度水産白書データより作成）¹⁾



写真 1 手作業による漁獲物の選別

自動選別イメージ

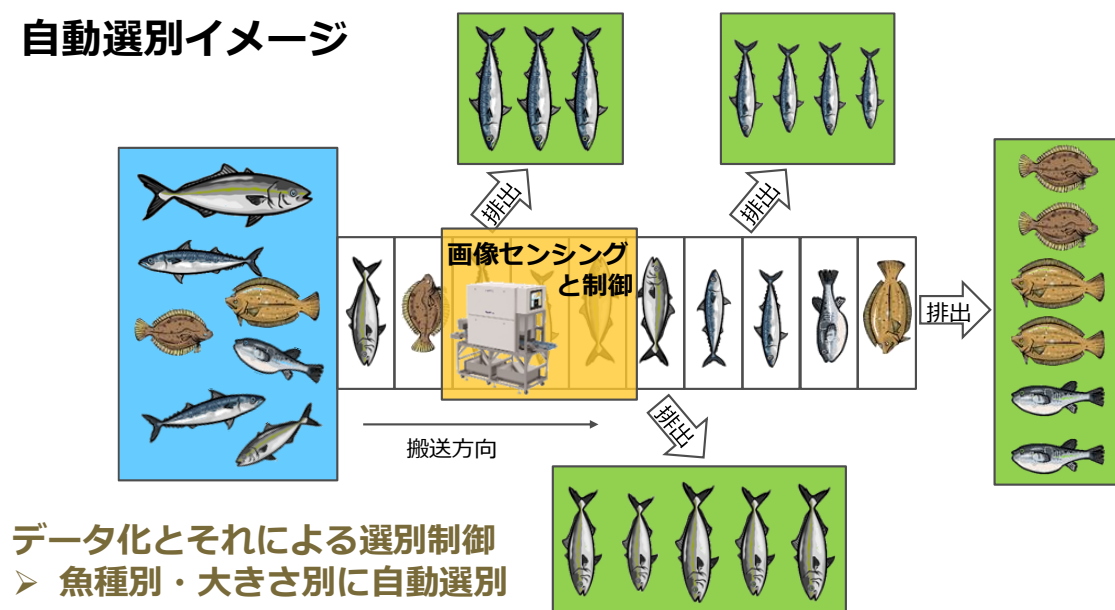


図1 漁獲物の自動選別イメージ

2. 研究の目的

本プロジェクトで使用した、漁獲物を選別するための装置である画像センシング装置と魚の脂肪量を近赤外分光により非破壊で推定する光センシング装置は、測定結果が CSV 形式で得られる。この情報を自動的に集計・可視化するためのシステムを開発した。

また漁場と水揚げする港は約1時間程度離れており、漁獲作業にも数時間の作業を要することから、漁獲物の鮮度を高品質に保つためには氷等で冷却する必要がある。漁船の漁獲物を溜めるタンク（以下、魚艙）内には温度センサが設置されていたが、記録機能はないため人手でノートに記録していた。これを自動的に記録・インターネットで転送し、漁獲後に水揚げされるまで魚が低温状態であり、高品質な状態が保たれていることをリアルタイムに可視化可能な魚艙水温モニタリングシステムを開発した。

3. 実験方法等

画像センシング装置と光センシング装置はそれぞれ WindowsPC によって制御されており、LTE モデムを使用してインターネットへと接続し、指定したフォルダに格納される測定結果を自動的に開発したクラウドシステムにアップロードするよう設定を行った。（図2）

クラウドシステムではアップロードされたデータを保存、集計し、日毎に集計結果を表示可能な可視化画面を Amazon QuickSight を用いて開発した。

魚艙の水温モニタリングシステムの構成を図3に示す。Twelite 無線モジュールを使用した電池駆動の水温センサと船上の温湿度を測定する温湿度センサ（写真2）、Twelite 無線を受信し、インターネット上のサーバーへと中継するための RaspberryPi を用いた中継機兼表示機（写真3）を試作した。中継機はデータのアップロードとセンサデータの表示のため Processing 開発環境にてプログラムを作成した。サーバーには WindowsPC を用いサーバーソフトとして Node-red、データベースには InfluxDB、データ可視化には Grafana を用いてリアルタイムにデータ可視化を行った。魚艙水温センサの設置状況を写真4示す。水温は深い場所と浅い場所の2箇所測定した。船上の温湿度センサの設置状況を写真5に示す。漁船の各種操作ボタン付近に設置した。センサ

からのデータを受信し、インターネットへと中継する中継機は漁船運転席に設置した（写真6）。

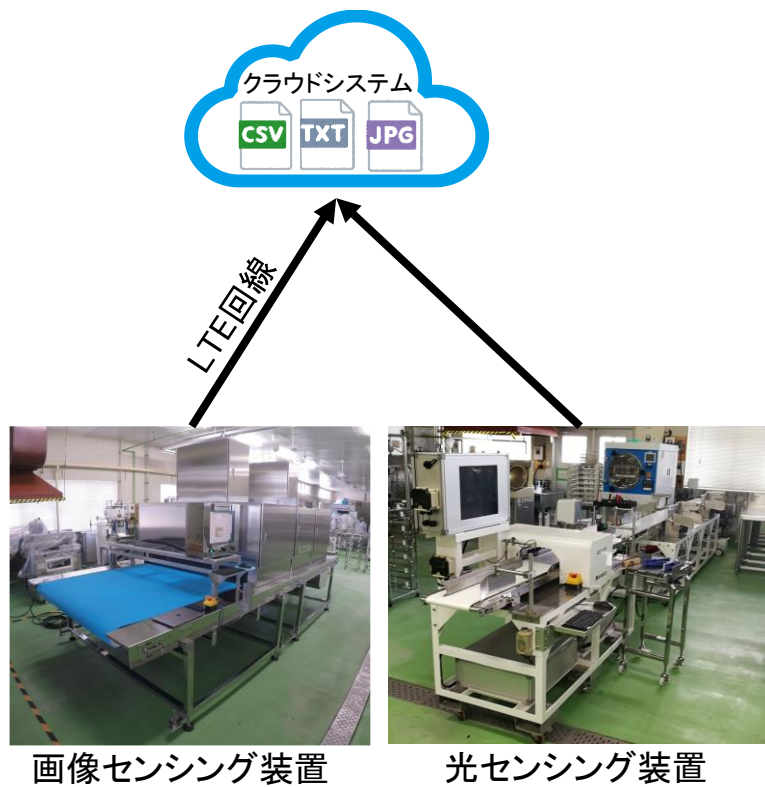


図2 センシングデータ収集システムの構成

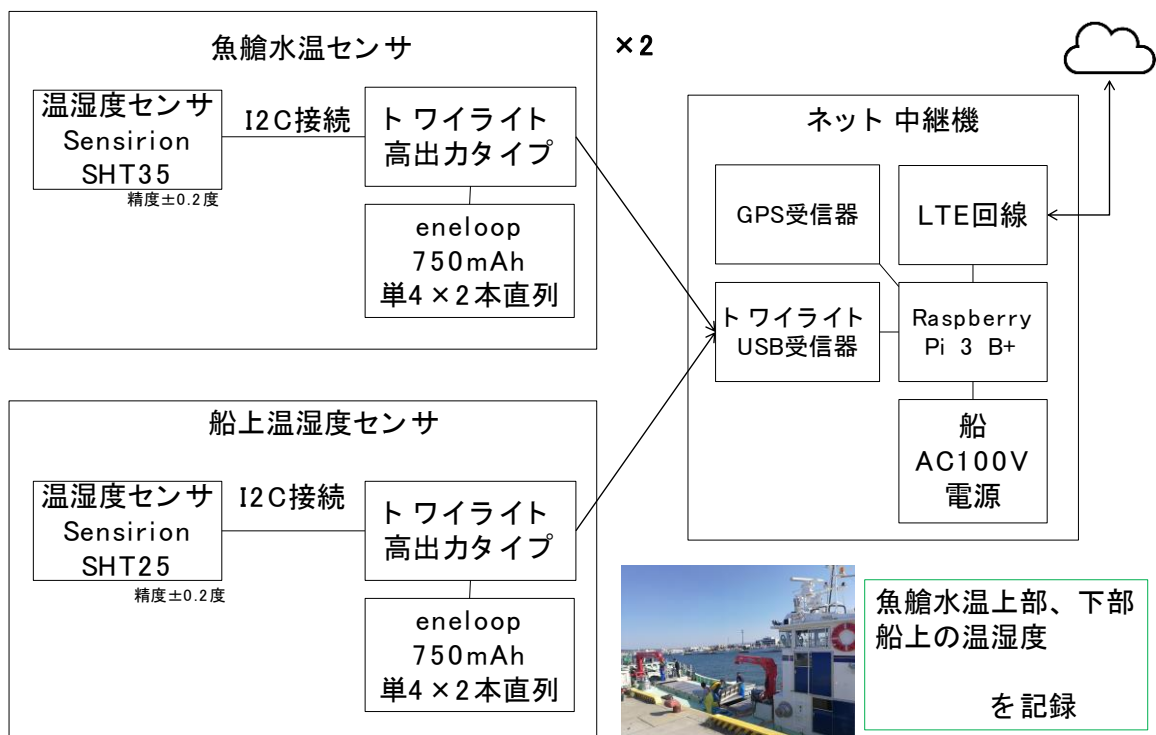


図3 魚倉水温モニタリングシステムの構成



写真2 水温センサ（左、中央）と船上温湿度センサ（右）



写真3 魚艙水温・船上温湿度センサデータのネット中継機

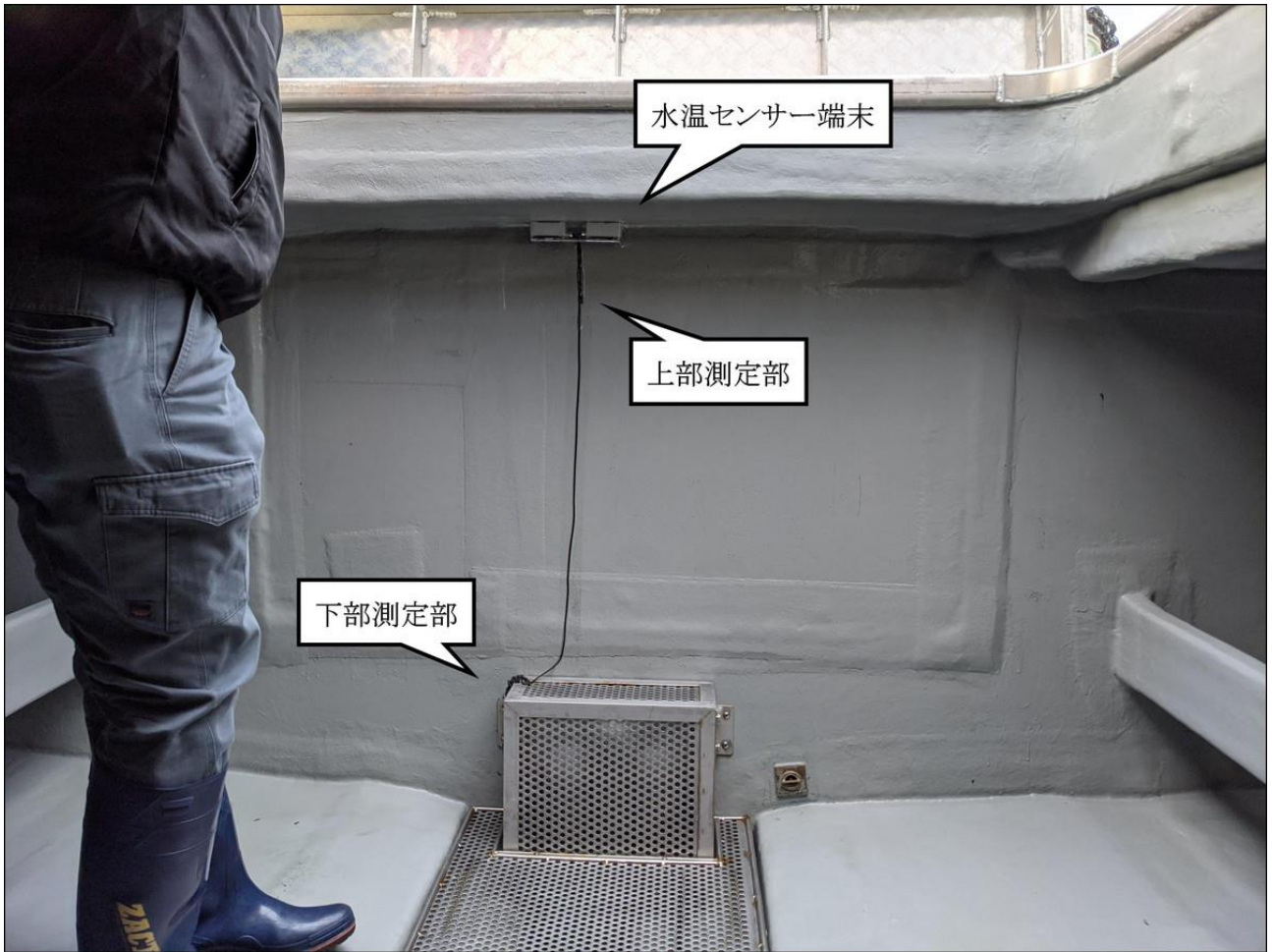


写真4 魚艙水温センサの設置状況

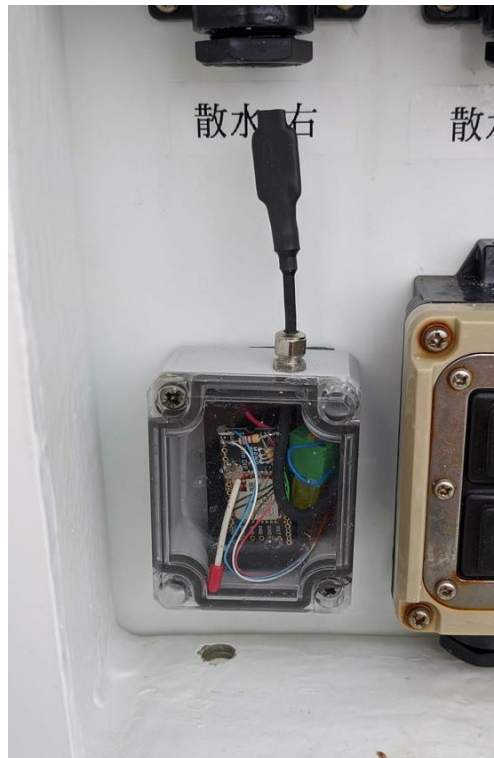


写真5 船上の温湿度測定用センサ



写真6 運転席に設置した中継機の設置状況

3. 結果等

画像センシング装置で得られた魚種およびサイズ判定結果をクラウドシステムで可視化した画面を図4に示す。選別作業終了後に瞬時に集計結果を確認でき、CSVデータを編集し、グラフ化する手間を削減できた。また、インターネット経由で集計結果を確認できるため、離れた場所でも確認することができた。

光センシング装置で得られた脂肪量推定結果をクラウドシステムで可視化した画面を図5に示す。こちらも魚の脂肪量測定終了後に瞬時に分布等のグラフを確認でき、その日の原料品質を確認可能であった。

魚艙の水温モニタリングシステムで、センサから収集した魚艙水温、船上温湿度をGrafanaで可視化した結果を図6に示す。この結果もインターネット経由で確認可能であり、離れた場所からも確認できた。

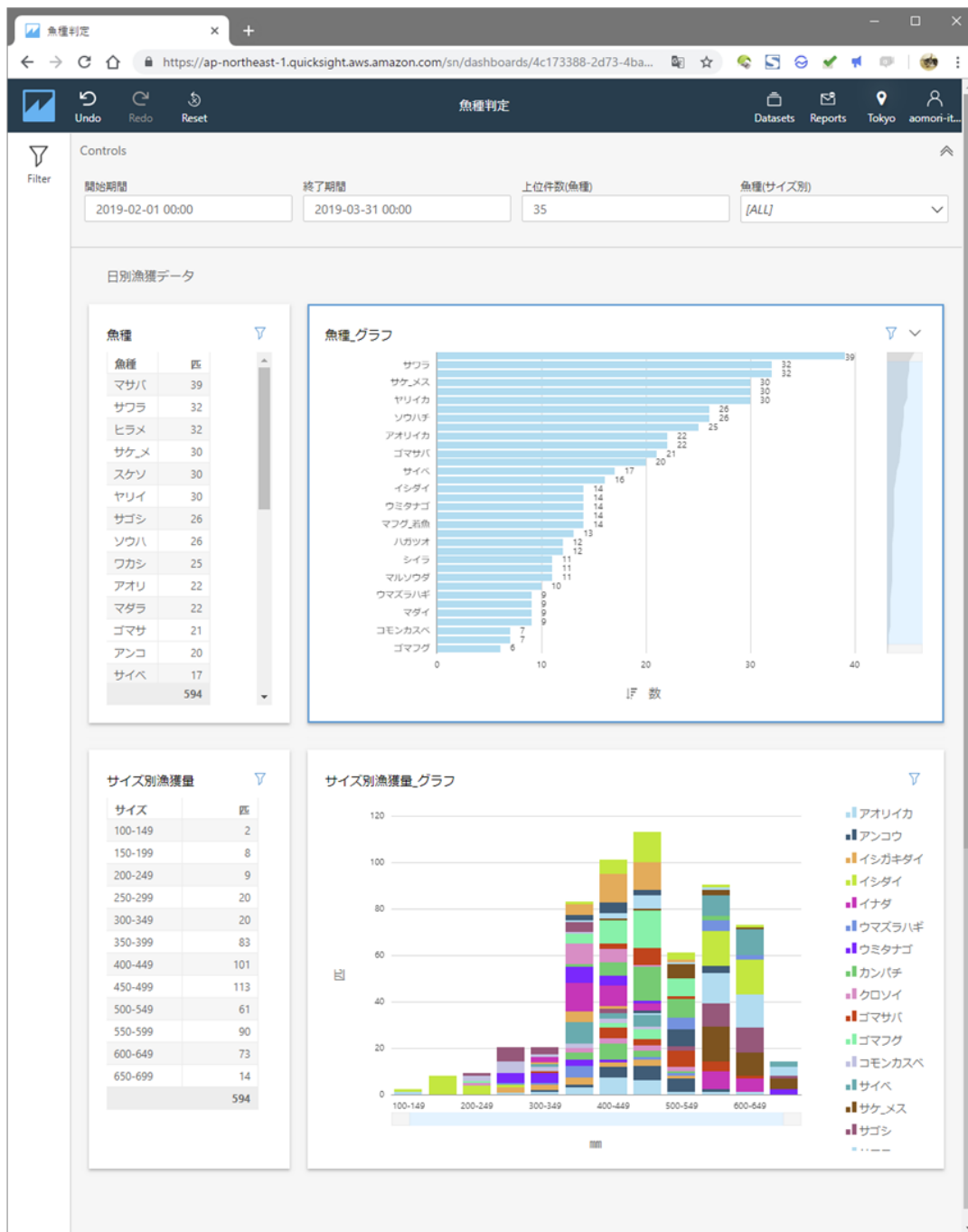


図4 クラウドシステムによる魚種およびサイズ判定結果の可視化

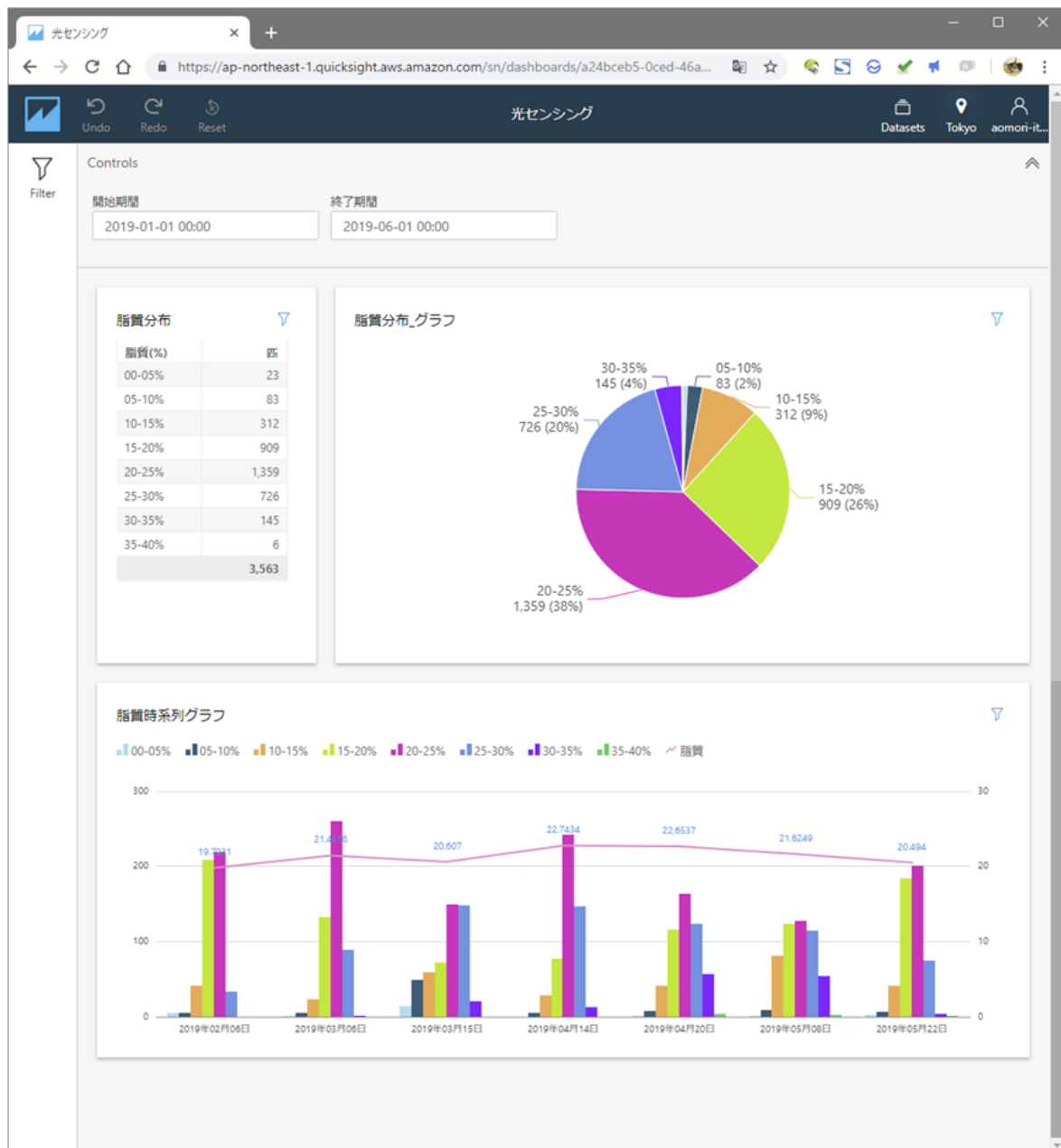


図5 クラウドシステムによる脂肪量推定結果の可視化



図6 Grafanaによる魚船水温および船上温湿度結果の可視化

4. 考察

漁獲物選別に使用する画像センシング装置付属のPCは、選別時や装置洗浄のためステンレス製の防水仕様の箱を用いており、インターネット接続用のLTE ドングルを装置のPCに接続し、通信テストした際に、インターネットに接続できなかった、そのため、USB 接続部を延長し、プラスチック製の防水ケース内に格納することでインターネット接続が可能となった。データ収集、アップロード、可視化については実証試験時も問題なく動作した。画像センシング装置の判別精度により、誤って判定された魚介類も存在するため、可視化されたデータを読み解く際は注意が必要であり、改善方法も今後検討する必要がある。

さば類の脂肪量を測定する光センシング装置付属のPCも、ステンレス製の防水仕様であるため、画像センシング装置と同様の方法でLTE ドングルを設置し、インターネットに接続することが可能となった。データ収集、アップロード、可視化については実証試験時も問題なく動作した。

魚船水温モニタリングシステムでは魚船水温センサの図6のデータについて約3:00～約3:40で欠損が発生した。無線にてデータ転送しているため通信が不安定になったと考えられるが原因が不明である。魚介類の取込作業は4:20頃に行われ、その後、港に戻り、7:00頃に水揚げされるまで低温状態が保たれていることが記録できた。なお、上部水温については、漁獲量により、魚船内水位がセンサ測定位置まで達せず、水温を測定できていない場合があったが漁獲

物を大量に漁獲した時に正しく測定できていることを確認した。魚船水温センサは魚船内上部にセンサを設置したが、暴れまわる魚がぶつかることや、漁船の揺れで海水がかかることがあるため、防水対策の不備により故障が発生し、交換した。また、センサケーブルを FRP 製の魚船に這わせて固定する際に表面の汚れや海水塩等を拭き取った後、耐水強力テープ（商品名：ゴリラテープ）で貼り付けを行ったが、設置後数ヶ月でテープの剥がれが生じ、再度貼り付けを行った。長期間安定して使うには、センサ本体を薄く板状にし、魚がぶつかりにくくし、センサケーブルはフラットケーブルを使用して凹凸を少なくするなど、センサとセンサケーブルの設置方法について工夫が必要である。システム構築に使用した Node-red、Influxdb、Grafana は実証試験中も問題なく動作した。インターネット接続にはピクセラ社の USB-LTE モデム端末 PIX-MT100 を使用し、FujiWiFi や mineo（Docomo 回線）等の MVNO 回線を使用した。今回使用した八戸市魚市場や食品総合研究所（八戸市）付近では通信状況が悪くダウンロード 1.5～3Mbps、アップロード 0.36～1.8Mbps の速度であった。センサデータの収集には問題なかったが、遠隔でのリモートメンテナンス作業時などに支障があると考えられるため、事前に LTE モデム端末の対応周波数や通信会社のサービスエリアの確認が必要である。

5. 謝辞

本プロジェクトは、生研支援センター「生産性革命に向けた革新的技術開発事業」の支援を受けて実施しました。データ取得や実証試験、普及活動などに協力いただいた協力機関の皆様に厚く御礼申し上げます。

6. 参考文献

- 1) 生研支援センター
http://www.naro.affrc.go.jp/brain/productivity/subject4_01_2020.pdf
- 2) 平成 30 年度水産白書