

5. プロジェクト4（富山湾定置網情報収集）

5. 1 事業の背景と目的

本業務は、水橋漁港付近の定置網に各種センサー等スマート水産機器を設置して環境情報（深度別水温、深度別塩分、pH、ORP）を測定し、別途富山市事業において設置する高性能魚群探知機で取得する魚類・ホタルイカの入網量の情報と併せ、取得データの漁業経営の改善等への活用可能性を検討することを目的とした。将来的には、取得したデータを漁獲量予測や漁の行程検討等に活用することで、漁業者の経営の合理化に寄与し、持続可能な漁業経営を推進することを目指す。また、センサー等で取得したデータ（環境情報および魚・ホタルイカの入網量）については、漁業者がデータをリアルタイムで確認できるアプリケーションを開発し、タブレット等で陸にいながら漁場の状況を確認できるシステムを構築することで、漁業の効率化や漁業者の負担減につなげることを目指した。

富山湾は日本海側最大級の湾であり、大陸棚が狭く、沿岸から急傾斜しており、その最深部は水深1,250mと深い。表層は日本海を北上する対馬暖流が流れ、水深300m以深には水温1～2度の日本海固有水（深層水）が形成されていることから、暖流系と冷水系の魚類が500種以上確認されている。また、富山県の海岸線は約100kmと短く、立山連峰を始めとする多くの山々に囲まれており、富山湾内には、一級河川として5水系216河川、二級河川として30水系101河川および伏流水が流入するため、栄養の豊かな海である。

富山県沿岸の漁業は、生産量・生産額の8割以上を定置漁業が占め、ブリ、ホタルイカ、アジ類、サバ類、イワシ類をはじめとする回遊性魚類等を主に漁獲している。一方、定置漁業以外の漁船漁業としては、富山県が発祥の地とされるベニズワイガニを漁獲するかご漁業、シロエビやズワイガニ等を漁獲する小型機船底曳網漁業、その他に刺し網漁業やいか釣り漁業、一本釣り漁業、採貝採藻漁業などが営まれている。

現在、消費の拡大と漁協販売事業取扱金額の増加につなげるため、富山県は、県漁連や関係団体等との連携により、富山県を代表する魚として、春：ホタルイカ、夏：シロエビ、冬：ブリの3種を「富山県のさかな」に選定し、ブランド化に取り組んでいる。とやま市漁協ではシロエビとホタルイカを全国漁業協同組合連合会の推進するプライドフィッシュプロジェクトに基づきプライドフィッシュに選定し、シロエビに関しては平成25年に地域団体商標登録を取得した（富山県 浜の活力再生広域プラン https://www.jfa.maff.go.jp/j/bousai/hamaplan/attach/pdf/13.toyama_kouiki/ID2113001_toyama_koiki_toyamaken.pdf）。

富山県沿岸には、7市2町にわたって10の沿海漁協と7つの水産物地方卸売市場がある（図5-1）。富山市には、とやま市漁協があり、四方・岩瀬・水橋の3つの地先を拠点に漁

業生産が展開されている。

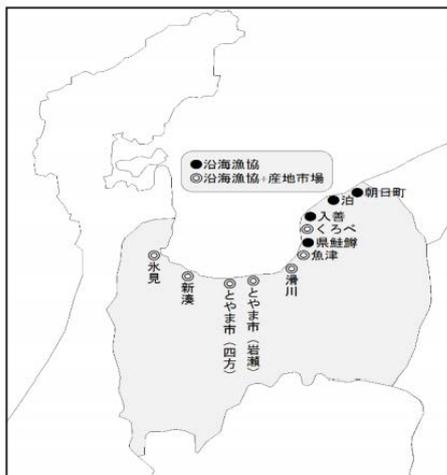


図 5-1 富山県の漁協

本事業では、水橋地域の漁業者団体である「水橋漁民合同組合」と連携し、富山市のホタルイカ定置網漁におけるスマート水産技術の実証を実施した。水橋漁民合同組合は、水産活動だけでなく、地引網体験等のイベントを開催するなど、地域活性化や漁業の魅力発信にも積極的に取り組んでいる。2021年10月には、漁港内にレストラン「水橋食堂 漁夫」をオープンし、水橋漁港に水揚げされた海産物を使った料理を提供している。

富山県では、人口減少のほか、魚価の低迷、漁船の高船齢化や燃油・資材類のコスト増による経営の圧迫等の理由から、漁業就業者数は減少している。15～39歳の漁業就業者数は増加傾向にあるものの、40歳以上の減少はこれを大きく上回っており、就業者全体の人数は減少していることから就業者の更なる確保を推進する必要がある。そこで富山県は、定置漁業や小型機船底曳網漁業等の沿岸漁業を主に強化・改革を進めるべき漁業と位置づけ、将来にわたって生産の担い手となり地域活性化に積極的に貢献する漁業者の人材育成や、国等の事業を活用した生産力向上に取り組むことを方針に掲げている。また、富山市は「浜の活力再生プラン」の基本方針に「魅力ある漁業経営の推進」を掲げ、その手段として、経営合理化のための漁船装備の近代化（漁船新造、魚探・GPS・潮流計の高度化による燃料費削減等）に国等の事業を活用して取り組むことを明記している（富山市地区 浜の活力再生プラン：https://www.jfa.maff.go.jp/j/bousai/hamaplan/attach/pdf/13.toyama/ID1114002_toyama_toyama.pdf）。

ホタルイカは、他県では底曳網で漁獲されるが、富山県では定置網（マント網式）で漁獲されるため、傷が付きにくく、加えて漁場から漁港までが近いため、鮮度が高い。さらに、富山県のホタルイカ漁は産卵期（3～5月）に行われるため、魚体が大きいという特徴も持つ。ホタルイカは「富山県のさかな」として、富山県の主力商品であるだけでなく、海岸近くまでホタルイカが押し寄せる現象は世界的にも珍しく、「ホタルイカ群遊海面」として国の特別天然記念物に指定されている。ホタルイカが海岸に押し寄せる原因は、沿岸から急激に深くなる海底地形によるもので、通常水深200m前後に生息するが、産卵のために夜間に一斉に浮上する。

5. 2 事業の内容

水橋漁民合同組合が所管する定置網において、環境情報（水温、塩分、水質（pH、ORP））を測定するため、各種センサーを備えたICTブイを設置し、データをリアルタイ

ムで確認できるアプリケーションの開発を行った。また陸上には気温計および風向風速計を設置し、同様にデータ閲覧用のアプリケーションを開発した（表5-1）。

各種データの収集及び蓄積については、富山市が整備したセンサーネットワーク網（富山市独自のLPWA）を活用してクラウドシステムにデータを送信し、表やグラフで見える化するアプリケーションを開発した。なお、このセンサーネットワークは市全域におけるIoT化を推進するため平成30年度に整備され、市の居住人口の98%をカバーしており、民間企業等にも提供し地域産業の活性化を図っている。

表 5-1 導入機器と目的

導入機器		目的
陸上	気温計	・ 陸上で出漁の判断等が可能となり、漁の効率化、省力化を図る
	風向・風速計	・ 陸上で出漁の判断等が可能となり、漁の効率化、省力化を図る
海上 (ICT ブイ)	水温計	・ 深度別の水温分布を把握することで、ホタルイカの来遊状況等を予測し、漁獲の効率化を図る
	塩分計	・ 深度別の塩分を把握することで、ホタルイカの来遊状況等を予測し、漁獲の効率化を図る
	水質計 (pH・ORP)	・ 水質を把握することで、ホタルイカの来遊状況等を予測し、漁獲の効率化を図る

注) 上記の他、別途富山市事業を活用し、高性能魚群探知機を設置した。高性能魚群探知機では、定置網に入網した魚類およびホタルイカの推定量（以下、「入網量」という。）を測定する。現在設置が完了し、測定値の調整作業（測定値と実際の漁獲量を照合するパラメータ調整）を実施中である。高性能魚群探知機の導入は本事業の対象範囲外であるものの、ホタルイカ定置網漁のスマート化の重要な要素であることから以下において一部言及することとする。

5. 3 事業の成果（実施内容）

5. 3. 1 ICT ブイによる環境情報の収集

環境情報（水温、塩分、水質（pH、ORP））を測定するため、水橋漁民合同組合が所管する5統のうち3統の定置網に、各種センサーを備えたICTブイを設置した。設置図は図5-2～4のとおりであり、3統に水温計および塩分計、うち1統には水質計（pH、ORP）も設置した。なお、水温計および塩分計は、漁業者との協議の上、各網の深度に合わせた3つの深度に設置した（天念坊：水深5m、20m、40m、宮ノ下：水深5m、10m、20m、前網：水深5m、25m、50m）また、陸上には気温・風向・風速計を設置した。定置網のメンテナンスのため本事業の実施期間の大半は定置網が陸揚げされていたことから、3月1日のホタルイカ漁の開始に伴い、2022年3月末までにICTブイの設置が完了し、測定を開始する予

定としている。

なお、上述のとおり、別途富山市事業により導入した高性能魚群探知機の設置も行った。設置した定置網は ICT ブイと同じ 3 統である。



漁港（陸上）

- ・ 気温
- ・ 風向・風速

ICTブイ

天念坊・前網・宮ノ下に設置
(水質計は前網のみ)

- ・ 深度別水温
- ・ 深度別塩分
- ・ 水質 (pH・ORP)

魚探

天念坊・前網・宮ノ下に設置
・ 入網量：時間別・深度別

図 5-2 導入機器設置図

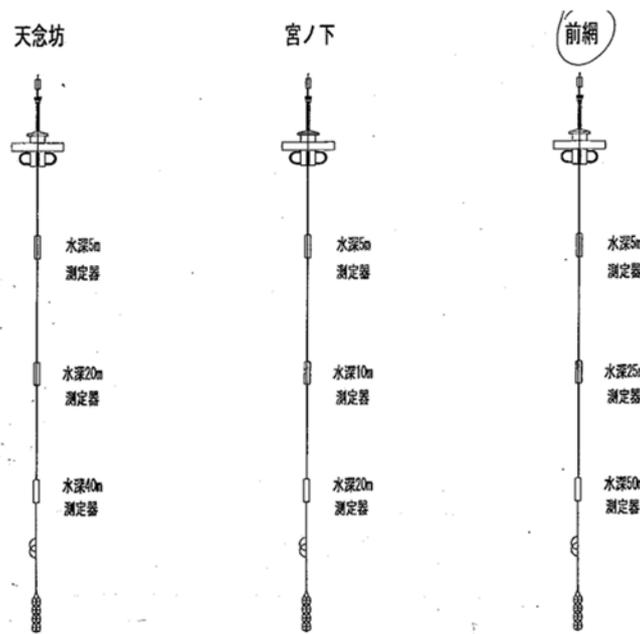


図 5-3 センサー設置深度



図 5-4 ICT ブイの様子

5. 3. 2 スマート水産用アプリケーションの開発・水温・塩分等データの収集

本業務では、水橋漁港に設置した気象計や漁港付近の定置網に設置した ICT ブイにより測定した環境情報（気温、風向、風速、水温、塩分、水質（pH、ORP））および富山市事業において別途導入した高性能魚群探知機を用いて推定した魚類・ホタルイカの入網量等を、アプリケーション上で可視化し、タブレット端末で確認できるシステムを構築した。アプリケーションは目的ごとに3つの大項目に分けて開発した。

【アプリケーションの大項目と目的】

リアルタイム値

：主に出漁前に確認し、当日の漁の計画に活用する。

ICT ブイデータ推移

：ICT ブイによる測定データの日変化を確認し、海況の変化を把握する。

漁獲情報管理

：漁獲量、魚価を電子データで管理し、省力化を図る。データ解析に供するデータを収集する。

アプリケーションの構成の詳細を表5-2に示す。本アプリケーションは、2022年3月より水橋漁民合同組合の漁業者に提供し、現在試行的に活用を開始している。今後は漁期（3月～5月頃）の間、ホタルイカ漁の操業に活用した後、アプリケーションに対する要望や活用状況について、漁業者にヒアリングを実施予定である（図5-5）。

表 5-2 開発したアプリケーションの構成

大項目	中項目	内容
リアルタイム値	気象情報	漁港（陸上）に設置した気象計（気温計、風向計、風速計）の直近24時間のデータを表形式で表示
	潮流	「富山県リアルタイム海況」 (http://toyama9.or.jp/buoy/mobile/) のウェブページへ接続
	波高	ナウファス「有義波実況」(https://nowphas.mlit.go.jp/) 伏木富山港富山 有義波実況 日表へ接続
	網の概況	閲覧時刻における全データ（高性能魚群探知機で検知した入網量、水温、塩分、水質（pH、ORP））のリアルタイム値を表示。また、各網の名称をタップすると、1時間毎の入網量の推移、深度別入網量、高性能魚群探知機から出力された最新の画像が表示される。日付を選択し、これらの過去データの確認も可能。
ICT ブイデータ 推移	水温	直近1週間の水温の推移を示すグラフを表示。グラフは、全ての網における水深5mの水温、各網の深度別水温（3網分）の計4種類をスクロール形式で表示。
	塩分	直近1週間の塩分の推移を表示。グラフは、全ての網における水深5mの塩分、各網の深度別塩分（3網分）の計4種類をスクロール形式で表示。
	水質	直近1週間の水質（pH、ORP）の推移を示すグラフを表示。
漁獲情報管理	新規登録	ホタルイカの漁獲情報の入力画面。入力項目は、「日付」、「ホタルイカの漁獲高（網ごと）」、「漁獲量のうちホタルイカの占める割合（少・中・多・全部）」、「高値（円/kg）」、「底値（円/kg）」、「メモ（自由記述）」。
	編集・削除	登録した漁獲情報を編集・削除する画面。
	一覧表示	登録した漁獲情報を閲覧する画面。
	メール送信	登録した漁獲情報をExcel形式で出力し、メール送信する画面。

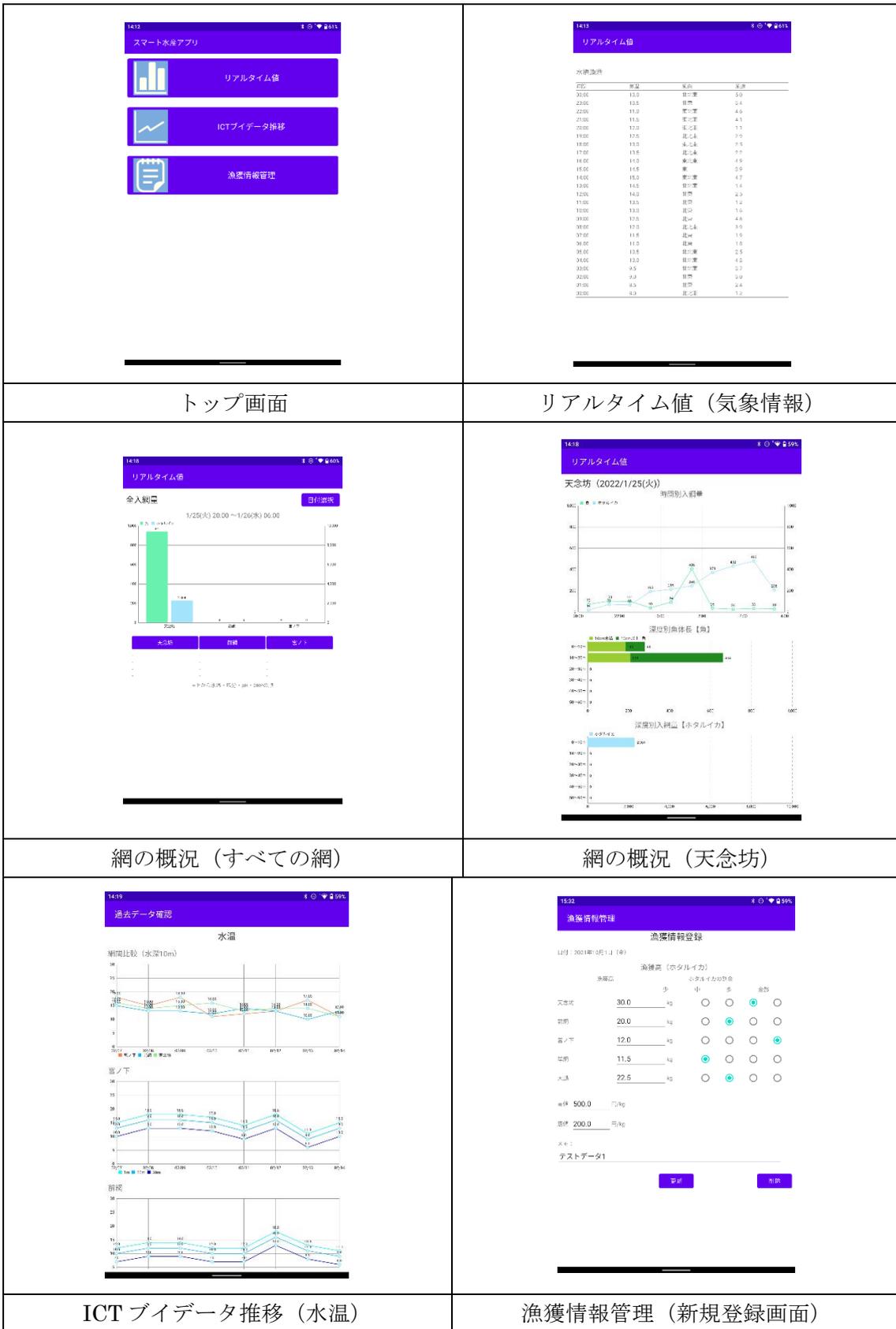


図 5-5 アプリケーション画面表示 (一部抜粋)

5. 3. 3 取得したデータの活用可能性の検討

富山県水産試験場による調査では、ホタルイカの定置網への入網時間は午後 8 時頃から翌日の午前 4 時頃であり、主群は午後 8 時頃から午前 0 時に入網するとされているものの、それ以上のことは明らかとなっていない。漁業者はこのような既存の報告を参考にしつつ、経験をもとに戦略的な計画を立てて、漁を実施している。例えば、より高値でより多くのホタルイカを売るために、競りの時刻とその時に競りにかけるホタルイカの量を調整しており、その日の状況に合わせて入網量が多いまたは少ないと予想される網から水揚げする、など、漁業者は複数の情報を総合的に判断し、戦略的に漁を実施している。この判断材料として、ICT ブイで取得した環境情報や高性能魚群探知機で取得した入網量等のデータを活用することで、より正確かつ客観的に入網量を判断できる可能性がある。また、ホタルイカの挙動は環境の変化に影響を受けると考えられるが、その実態は明らかでない。例えば、漁業者によると、水橋漁港付近におけるホタルイカ漁では、河口に流れ込む川の水質が漁獲量に影響すると考えられている一方で、その関係性は不明である。

そこで、本業務では、センサーで取得した水温・塩分・水質等の環境情報と漁獲量や高性能魚群探知機により推定したホタルイカの入網量を解析することで関係性を見出し、より効率的な漁業経営や漁業者の省力化に活用することを目指している。

上述のとおり、ホタルイカ漁が開始した 2022 年 3 月頃にセンサー類の設置・測定が完了したことから、現時点では解析に十分なデータが収集できていない。したがって、本年度は、導入した機器の測定データを漁獲量予測や出漁判断等に利用する可能性について検討した。まず、環境情報（水温、塩分、水質）と漁獲量の関係性を解析し、環境の変化からホタルイカの漁獲量の傾向（多い／少ない）を予想できる可能性がある。特にホタルイカの漁獲量は水温に大きな影響を受けると考えられており、富山県農林水産部農林水産総合技術センター水産研究所が毎年 3 月に発表している漁況予報でも、富山湾へのホタルイカの来遊状況と漁期中の水温環境によって県内総漁獲量を予想している。令和 4 年度の漁況予報によると、富山湾でホタルイカの漁獲が最も多くなる時期の漁場水温は 11～13℃とされており、春季の気温が高く、水温の上昇が速い年は漁期が短くなる。本事業で導入した機器およびアプリケーションにより、各定置網における環境情報（水温、塩分、水質）と漁獲量の情報を毎日収集できることから、このデータを解析することで、より精度の高い漁況予報を実施できる可能性があり、これは漁業者の操業判断にも資すると考えられる。なお、このような分析は数年をかけてデータを蓄積し、データ解析をすることで、より精度の高い結果が得られると考えられる。

一方、短期的に効果が期待できるデータとしては、別途富山市事業にて導入した高性能魚群探知機のデータがある。出漁前に各定置網におけるホタルイカの入網量をアプリケーションで確認し、網を揚げる順番や、帰港のタイミングなど、データに基づいた計画を立てることで、より効果的かつ効率的な操業につなげることができる。また、漁の最盛期には一度

帰港した後に再度出漁し、2回目の網揚げを実施する場合が多い。現状、2回目の出漁時ほどの定置網を揚げるかは漁業者の感覚・経験に基づいて判断されているため、2回目の網揚げを実施したものの十分量のホタルイカが漁獲できなかつたり、実際は1回目の網揚げ以降にホタルイカが入網していたにも関わらず漁獲しそこねたりしている可能性も考えられる。高性能魚群探知機によって1時間毎の推定入網量を確認できることから、1回目に網を揚げた以降の推定入網量をもとに2回目の網揚げを実施するかを判断することができ、不要な網揚げをなくすことによる省力化や漁獲量の向上に資する可能性がある。

5. 4 事業の波及効果と今後の取組

上述のとおり、2022年3月に各種機器の設置が完了したところであり、今後5月頃の漁期終了までの間、データ収集を実施する。その後は、アプリケーションの活用状況等に関する漁業者へのヒアリングを実施した上で、アプリケーションを改善する他、データ解析を実施し、漁業者の経営改善のためのデータ活用方法を検討する。なお、上述のとおり漁業者は複数の情報を総合的に判断し、漁の計画を立てていることから、漁業者の経営改善のためのデータ活用方法の検討においては、漁業者の判断材料やその方法を綿密にヒアリングする必要がある。

また、漁獲情報管理システムについても、改良を図る。今回開発した漁獲情報管理システムはホタルイカのみを対象としているが、今後は魚種を拡大する等、漁獲情報の電子化による漁業者の省力化を目指し、アプリケーションを開発することを検討している。