

平成 27 年度補正予算 IoT サービス創出支援事業 成果報告書

代表団体名	一般社団法人東松島みらいとし機構
共同実施団体名	宮城県東松島市、大友水産（株）、大野電子開発（株）、東北大学、岩手県立大学、早稲田大学、（株）KDDI 総合研究所
実証事業名	海洋ビッグデータを活用したスマート漁業モデル事業
実証地域	宮城県東松島市（浜市沖）
対象分野	農業、小売
事業概要	定置網漁において海洋ビッグデータを活用した、新しい効率的漁業モデルを実証する。 ①漁獲モデル：データに裏付けされた効率的な出漁と、漁獲方法を実現する。 ②小売モデル：小規模飲食店が漁業者に直接、先行予約する新しい海産物産地直送モデルを構築する。
実施期間	平成 28 年 7 月～平成 29 年 2 月

はじめに

背景

東松島市の主力産業のひとつに漁業がある。漁業は、天候や漁獲量により収入が大きく左右される。一例である定置網漁の場合、漁に出て網を上げてみるまで成果が分からず、その日によって漁獲量が大きく異なることから、燃料費や人件費を使い、洋上での作業という危険を冒しながらも、収入面では不安定である。また、こういった収入面での不安定さは漁業の担い手不足の一因とも考えられている。

目的

本事業の目的は、IoT を活用した以下の二つのモデルを確立することで、天候や漁獲量により収入が大きく左右される漁業の効率的・高付加価値経営を実現することである。

①漁獲モデルの実証

②首都圏の個人飲食店を含む小規模飲食店が漁業者に直接、予約する新しい海産物産地直送モデルの実証

実証実験の方法

次の 3 つに分けて実証を行った。①実験系（スマートブイの開発、データ収集、アプリの開発）、②解析系（漁獲量推定システムの構築）、③ビジネスモデル系（直販における課題の整理）。

1. IoT サービスの創出・展開に当たって克服すべき具体的な課題

1.1 技術的課題

1.1.1 実験系

実験系において、以下の技術的課題があることが確認された。

- ・漁場に近い場所の気象データ、潮流データを収集するため、スマートブイを開発・導入してデータ収集することとなったが、商用電源が供給されない海上において、スマートブイを電池交換無しにどれくらいの期間運用しつづけられるかが課題であった。実測において、1本の電池の連続運用時間が13日であり、運用性を高めるには電池持ちの向上が必要であることが判明した。大容量電池への変更、RTC(Real Time Clock)による電源制御などの実現により連続運用時間を27日に向上できる見通しを得た。

- ・漁業者に、漁獲データを日々入力頂くため、スマートフォン・タブレットアプリとして、漁業者がデータ入力しやすいユーザインタフェースを提供するとともに、入力誤り・入力漏れが生じないようにする仕組みを設ける必要がある。開発したアプリを使った実験の結果、操作性を高めるために、更なる改善が必要であることが確認された。

- ・今回開発したスマートブイでは、開発期間や難易度の都合上、実現し得なかったが、スマートブイの運用保守性を高めるためには、センサ毎の故障発生を前提とし故障時の選択的交換が可能となるハードウェア設計が必要であることが確認された。また、I2C データバスの不具合によるデータ欠損が発生しており、電子回路内の設計に工夫の余地が存在することが判明した。

1.1.2 解析系

気象・海洋に係わる公開情報を用いて水揚量が前日から増えるか減るかを70%の確率で予測することに成功した。しかし、水揚量推定を応用するには更なる基本性能の向上が必要である。また、漁業従事者に対して水揚量に関する心づもりを与えるという意味では、水揚量の増減のみならず正しい水揚量からの誤差範囲（推定値の信頼性）を提示できる技術の開発も求められる。

本実証を通じ、突発的な大漁や不漁を事前に検知することで、網の交換時期の推定や価格の調整の可能性を見出せた。現状では、水揚量推定システムは水揚量推定値と正解水揚量の誤差を減らすように構築しているが、突発的な大漁や不漁を見逃さないことも考慮した評価関数の設計が必要である。

1.1.3 ビジネスモデル系

利用者となる漁業者および飲食店の仕入れ担当の両者の立場からも、水揚量の予測精度は高ければ高いほど良い。また、情報共有に用いられる「新しい海産物産地直送モデル」アプリケーションは簡易であればあるほど良い。

また、定置網にしかけるカメラの小型化、及び台数増加が必要。

1.2 制度的課題

1.2.1 実験系

スマートブイの設置位置には制限があり、漁業者が権利を持っている海域であれば漁業者個々の、県漁協の管理下であれば県の、といったようにそれぞれの許可が必要になる。

1.3 法的課題

特になし。

1.4 運用上の課題

1.4.1 実験系

今回の実験は、海上での作業を行う部隊と、リモート監視を行う部隊で分かれて作業を行ったが、商用サービス化を見据えると、海上での作業を行う部隊が、電池交換・センサ清掃などの運用タイミングの判断、故障の判断など、大部分の作業を単独で実施できる仕組みが必要である。なお、海上における LTE 通信に必要な良好な電波環境を提供することが必要であるが、今回の実験では、KDDI 仙台エンジニアリングセンターの協力により、事前調査および調整を実施することで実現している。

1.4.2 解析系

データの利活用という観点では、水揚量推定精度の向上には、網付近に設置したセンサにより、塩分濃度・波高など潮の流れに直接関係ある属性を取得することが重要であることが確認された。また、システムの効率的な運用という観点では、安価で大量に設置可能であるがそれだけでは水揚量推定精度は低いセンサ群と高価であるが高精度なソナーやカメラを統合することで、人手を掛けずに推定システムが自動で成長していく枠組みを構築することが望ましい。ここでは、ソナーやカメラといった高精度センサは水揚量のリファレンスを与える役割を果たし、安価なセンサ群だけで十分な性能を達成できるほどシステムの性能が向上すれば、他の網に移設することが可能になる。

1.4.3 ビジネスモデル系

「新しい海産物産地直送モデル」アプリケーション利用にあたり、事前にデータ入力の訓練機会・期間を十分に設ける必要がある。

産直販売の取引や商品発送のための手間がかかることは、家族単位など少人数で操業する漁業者にとって大きな負担となる。

また、全国から一定数の魚を集められるため消費地における流通量の調整機能も担える中央市場とは異なり、産地直送モデルにおいては、発注した魚が安定的に供給されるかどうかは課題と言える。

これらの課題を解決するために、漁協を介した「新しい海産物産地直送モデル」の実現を提案する (3.3)

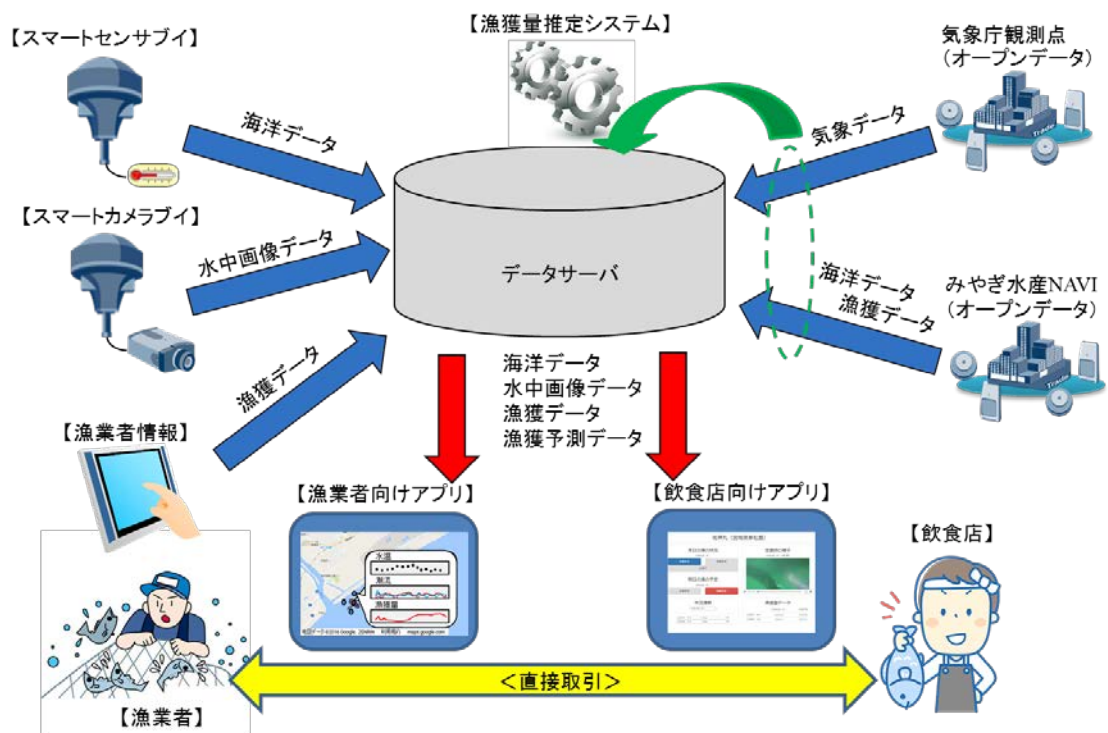
2. IoT サービスの創出・展開に当たって克服すべき具体的な課題の解決に資するリファレンス（参照）モデル

気象、潮流等の海洋ビッグデータを活用し、次のリファレンスモデルを構築した。

①効率的な出漁・漁獲

②飲食店が漁業者に直接注文（先行予約）する産地直送ビジネスを実現するモデル

リファレンスモデルのイメージを図 2.1 に示す。



（1）入力データ

- ・ 海洋データ：IoT データ。スマートセンサバイより。
- ・ 画像データ：IoT 水中画像データ。スマートカメラバイより。
- ・ 漁獲データ：日々の水揚げ、魚価データ。漁業者＝大友水産（株）より。
- ・ 気象データ：気象庁のオープンデータ。気象庁ホームページより。
- ・ 海洋データ、漁獲データ：県のオープンデータ。みやぎ水産 NAVI ホームページより。

（2）出力データ

- ・ 海洋データ：漁場を可視化。
- ・ 水中画像データ：定置網内の水中映像。

- ・漁獲データ：漁獲量の推移を可視化。
- ・漁獲予測データ：翌日の漁獲量を自動推定。漁獲量推定システムより。

課題とリファレンスモデルのサマリは次の通り。

当初設定した課題	今回構築したリファレンスモデル	事業成果 ⇒実証を通じて確認された課題
局所的海洋データの収集	スマートブイ開発	センサブイ 3 基、カメラブイ 1 基を開発。 ⇒センサごとの交換対応可能が望ましい。 ⇒回路内設計見直し要。
電池持ち	大容量化・電源制御	13 日から 27 日へ延長。
漁獲データ紙管理	入力、閲覧、産直アプリケーション開発 ※産直アプリはモック	漁獲情報のデータ化。 ⇒さらなるユーザインターフェ이스の簡便化。 ⇒不慣れな方への入力訓練。
ビッグデータとスマートブイのデータ活用	漁獲量推定システム	漁獲量推定の正答率 70%達成。 ⇒スマートブイ取得のデータは活用できず。 ⇒水揚量からの誤差範囲を提示できる技術が必要。 ⇒突発的な大漁・不漁を見逃さない評価関数の設計。 ⇒利用者にとって正答率は高ければ高いほど良い。
設置位置の制限	権利のある海域に設置	問題なく実証完了。 ⇒他地域では利権の整理が必要なケースも考えられる。
ブイの運用と遠隔監視	通信モジュールを活用した死活及び性能監視	漁業者が現場運用し、システム管理者が遠隔監視。 ⇒運用タイミングの判断、故障の判断など、大部分の作業を単独で実施できる仕組みが必要。
洋上での電波環境	通信キャリアによる電波環境調査及び調整	良好な電波環境を実現。
産直実現に向けた課題抽出	—	漁協を介した「新しい海産物産地直送モデル」提案。

○横展開可能な部分

- ・スマートブイ本体の導入。
- ・気象庁オープンデータの活用。
- ・入力、出力、産直アプリケーションの活用。
- ・漁獲量推定システムの活用。※ただし、必要なデータが揃っていることが前提。
- ・通信モジュールを活用した死活及び性能監視。
- ・通信キャリアによる電波環境調査及び調整。

○横展開に際しカスタマイズが必要な部分

- ・スマートブイの設置場所に関する事前協議。
- ・水産情報がオープンになっていない場合は情報開示協議。
- ・利用者の漁法にあわせたデータセットの設定。

2.1 実験系

漁獲モデルの実証においては、気象データ（温度、風向、風速、気圧）、潮流データ（水温、潮向、潮速、波高、塩分濃度、潮の上げ下げ）、海中撮影データ(画像または映像)を元に、数日先までの漁獲量の予測を行い、出漁時の安定した漁獲量の確保と合理的な漁業運営を実現することを目的としている。

本目的の実現のため、スマートセンサブイ、スマートカメラブイ、タブレットアプリ、オープンデータ、データ収集・蓄積サーバから構成されるリファレンスモデルを作成した。スマートセンサブイは、気象データ、潮流データの収集を目的としたものであり、気温、気圧、水温、水圧、潮流、塩分濃度の情報をセンサで収集し、LTE 経由でサーバに送信する。スマートカメラブイは、定置網内の魚の有無を確認するため、海中撮影データを収集し、LTE 経由でサーバに送信する。スマートセンサブイで収集できないセンサデータや、実験開始以前の過去数年分のデータについては、県や市町村が提供するオープンデータを用いる。オープンデータとしては、石巻湾近辺の水温・市場単位・魚種単位の漁獲データが得られるみやぎ水産 NAVI の情報を利用し、web サーバ上で公開・日々更新されている情報を、日々収集できるようにした。漁業者より漁獲量のデータを得るためにタブレットアプリを開発し、定置網の漁獲量を入力できるようにした。これらの情報は、データ解析しやすいように、一つのデータベース上に蓄積されるようにした。また、スマートフォン・タブレット端末で動作する漁獲データ閲覧アプリにて、グラフ表示できるようにした。

2.2 解析系

過去一週間の水揚量と気象・海洋情報を用いて、一日ごとの水揚量の推定を行う技術の開発を試みた。決定木に基づく水揚量推定システムを構築し、気象・海洋オープンデータを用いた実験を行ったところ、前日からの水揚量の増減を 70%を上回る確率で予測することに成功した。このとき、前日の水揚量からの増減の推定に気象情報が寄与することを明らかにした。また、一般的に水揚量は潮流の影響を受けると言われており、潮流は風によって生じる。実験を通じ、風に関する情報が水揚量の推定精度に関係することも確認した。

2.3 ビジネスモデル系

「新しい海産物産地直送モデル」アプリケーションを用いた、売り手（漁業者、漁協）と買い手（小売り、飲食店等）の直接取引の実現に向け、翌日の漁獲用予測を行うためのデータ収集や分析方法については、できる限り精度向上すべく引き続き検討する必要があることがわかった。

また飲食店の立場からも、翌日の漁獲量予測の精度が上がればその分魚を確実に入手でき

るという安心につながる。予測を完全に充てることができなくとも、「漁獲量は〇kg～〇kgの予測」等幅を持たせることができれば、最低量に合わせた発注をすることもできるだろう。

3. IoT サービスの創出・展開に当たって克服すべき具体的な課題の解決に必要と考えられるルール整備等

本実証事業のような海上をフィールドとした IoT サービスを創出・展開するためには次のようなガイドライン、ルール整備が必要と考えられる。

(1) 通信の安定運用

- ①計測環境の把握
⇒気候、動的 or 固定的、形状、許可、法律など
- ②電波環境の把握
⇒電波強度の事前計測、時間偏移の把握など
- ③データ取得への耐性
⇒ロス発生に対するメモリー内臓など
- ④機器特性に基づく運用配慮
⇒電池持ち、ロスト、雨風や漏水への対策、セキュリティ、環境配慮（自家発電、CO2 排出）など

(2) データ取得

- ①計測可能なデータの把握
⇒水温、水圧、潮位/潮流、風力、濃度（塩分）など
- ②データ取得にかかるコストの把握
⇒センサー能力と費用の関係など
- ③オープンデータの把握と活用
⇒自治体、海上保安庁、気象庁など
- ④データの取り扱い
⇒利用者、利用場所、クレジット、権利関連など

3.1 海上で運用するスマートブイで安定的な通信を実現するためのガイドライン

海上でのスマートブイの活用を広げていくために、今回の実証実験で得られたスマートブイの運用事例を元に、今後スマートブイの運用において必要となるガイドラインを下記に示す。

スマートブイの運用は、現場運用・リモート運用に分かれ、それぞれ別の組織が行う。例えば、現場運用は船を出港させることが可能な漁業者が行い、リモート運用はシステムに詳しいサービス提供者が行う。現場運用には、日々のブイの運用にあたる電池交換、センサの清掃、設置・移設・撤去(故障時含む)などが含まれる。リモート運用には、スマートブイのデータを収集・閲覧する仕組みの提供、スマートブイの通信回線の提供、スマートブイの故障時の修理対応などが含まれる。

現場運用の主体は、漁業者あるいは漁業組合である。現場運用の主体がスマートブイをサービス提供者から購入あるいはレンタルして、現場の運用を行う。リモート運用の主体は、通信事業者、IoT クラウドサービス事業者、あるいは、スマートブイを製造するベンダ等であり、一つの事業者が複数の役割をもってサービスを提供する場合もありうる。通信事業者は、スマートブイの導入が行われる海上での安定した通信を提供するために、海上での電波提供範囲を明確にすることが期待される。IoT クラウドサービス事業者は、スマートブイより得たセンサ・映像データの管理・運用に対する責務を持つ。スマートブイベンダは、スマートブイおよびその部品(センサ等)を安定的に提供し、故障時の修理などに対応できる体制を持つ必要がある。

また、スマートブイで得られたデータの権利は、現場運用の主体に帰属するのが望ましい。その理由としては、ブイの設置箇所は、現場運用者の漁場であることに起因するためである。

3.2 漁獲量予測に必要なデータに関するガイドライン

(1) スマートブイデータ

漁業者（あるいは漁業組合）がスマートブイ等の設備やデータ解析システムを購入あるいはレンタルする場合、得られた観測データや解析結果の所有権は漁業者にある。したがって、漁業者は、自身の漁場で観測したデータおよび解析結果等を他の漁業者と直接的に共有もしくは売買することが可能となる。この場合、プライベートなデータに関する所有権および利用権の整備が必要となる。

しかし、IoT データを権利でパーティショニングすると、ビッグデータとしての利用が困難となる。したがって、漁業ビッグデータを蓄積・解析するクラウドサービスを構築し、漁業者がデータを提供することで様々なデータ解析サービス（漁獲量予測、気象・海洋の異常予兆検知、等）の提供を受けられるようなモデルが、データの効率的な利用という観点では有用である。このとき、データを提供する際にアクセス権を設定可能にする（例えば、提供業者のみ閲覧・利用可、解析サービスはデータ利用可・他業者は閲覧不可、他業者による閲覧可、等）など、ルールと仕組み作りが必要となる。

(2) オープンデータ

オープンデータの活用にあたり、簡単に入手できる仕組みが必要である。例えば、REST API などで呼び出せるように整備することで、データの利用がさらに促進される。

(3) データの蓄積

漁業データの解析においては、長年のデータの蓄積により初めて抽出可能となる知見が多い（異常な気象・海洋情報の予兆検知など）。また、長期間のデータにより漁獲量の推定精度の向上が見込めるので、データの保存期間は長い程良い。したがって、計算機資源の許す限りデータは蓄積することが望ましい。

3.3 漁協をハブとした「新しい海産物産地直送モデル」の実現

漁協をハブとして大量の魚を売買できる既存流通と、高値での取引が期待できる産地直送モデルの2つの流通ルートを整備し、その2つの流通ルートの併用を前提に「新しい海産物産地直送モデル」を実現できれば、供給量を安定して確保することが可能になると思われる。

また、各漁業者や各地域の漁協が漁業者の窓口となり、小売りや飲食店との取引を一本化することができれば、産地直送モデルにかかるコストを各漁業者が負うことなく無駄がなくなる。

産地直送モデルと既存流通の併用を行う際、既存流通関係者との軋轢が生じる可能性がある。そのため、産地直送モデルにおける魚価は既存流通での取引における最高値を基準にする、また産地直送モデルにおける魚価の高い魚の取引上限を定める（全体の50%まで、等）などの条件を設けることで、既存流通関係者との共存の道を探る必要がある。

4. 実証項目ごとの詳細

4.1 実験系

4.1.1 要件定義の詳細

漁獲モデルの実証においては、気象データ（温度、風向、風速、気圧）、潮流データ（水温、潮向、潮速、波高、塩分濃度、潮の上げ下げ）、海中撮影データ（画像または映像）を元に、

数日先までの漁獲量の予測を行い、出漁時の安定した漁獲量の確保と合理的な漁業運営を実現することを目的としている。

これに対して、実験系では、取得するデータの種類と取得方法について、費用、期間等の制約において、実現可能性を踏まえて検討した。気象データ・潮流データの一部は、公開されているオープンデータも存在するため、オープンデータの活用を並行して検討することとした。漁場である石巻湾付近のオープンデータとしては、宮城県が提供する宮城水産 NAVI のデータが活用できることを確認した。しかしながら、宮城水産 NAVI のデータは、漁場から数 km 離れた地点のデータであるため、気象・潮流データが、漁場近くと異なる可能性がある。そこで、漁獲量予測に寄与できることを目的とし、漁場近くの気象・潮流データを収集するため、これらの情報を収集するためのセンサを具備したスマートブイ（スマートセンサブイ）を導入することとした。これらの情報を収集できるブイは、市場に存在しないため、本事業において開発することとした。同様に海中撮影データを取得するため、水中で利用可能なカメラを具備したスマートブイ（スマートカメラブイ）を導入することとした。水中で利用できるカメラは存在するものの、リモート環境で長期間運用可能なものは市場に存在しないため、本事業において開発することとした。

費用、期間等の制約を踏まえて、スマートブイの要求条件を以下のように設定した。

- ・ブイ筐体および電池については、海上での実運用において長年の実績がある大野電子開発製のセルコールブイの筐体と、本製品で使用されているアルカリ性電池を使用する。

- ・セルコールブイ筐体内部は、スマートセンサブイ、スマートカメラブイそれぞれに対して、センサ情報、カメラ映像を収集するための電子回路を搭載することとする。センサ情報、カメラ映像のデータは、遠隔から利用できるようにするため、サーバに送信する。このため、電子回路には、マイコンおよび LTE 通信モジュールを搭載する。

- ・センサ情報、カメラ映像は、定置網の魚が実際に回遊する水深数メートル(0~10 メートルの範囲)の場所で取得する必要があるため、ブイ筐体内部の電子回路と、ケーブルで接続した先に、海中用の基板を用意し、各種センサ、カメラを接続する構成とする。海中用の基板は、水中ケースで覆い、ケーブルと共に十分な防水対策を行う。

- ・一部のセンサ情報については、長期運用性と費用の関係上、オープンデータまたは類似情報で代用することとした。具体的には、風向・風速についてはオープンデータのみを使用することとした。潮流データのうち、潮向、潮速については、海上部および海中部の 9 軸センサで代用することとした。

- ・運用管理上の目的のため、GPS 情報、バッテリーレベルの監視を行い、これらの情報もサーバに送信することとした。

漁獲量の予測値を検証するには、実際の漁獲データが必要となる。市場毎の漁獲データは、魚種毎の情報とともに、宮城水産 NAVI にて提供されていることを確認した。実験対象の漁業者の漁獲データについては、市場より、魚種毎の情報とともに毎日 FAX にて送付されるため、漁業者にそのデータを入力頂くこととした。データ入力を効率的に行うため、スマートフォンまたはタブレット端末で動作する漁業データ入力アプリを開発することとした。また、漁業者にスマートフォンまたはタブレット端末の活用を促すため、日々の漁獲データ、

スマートブイで収集したセンサ情報、宮城水産 NAVI のオープンデータなどが閲覧可能な漁業データ閲覧アプリも合わせて提供することとした。

4.1.2 スマートブイの設計

スマートセンサブイおよびスマートカメラブイの構成の概要を図 4.1.1 に、スマートセンサブイのアンテナ・筐体・電池を除いた内部回路部分の写真を図 4.1.2 に示す。いずれも、海上収納部、海中収納部で構成され、これらはケーブル(スマートセンサブイは LAN ケーブル、スマートカメラブイは USB ケーブル)で接続されている。海上収納部には、スマートセンサブイ・スマートカメラブイ共通に、アンテナ、LTE モジュール、バッテリー、電源制御部が存在し、スマートセンサブイについては、海上でのセンサ情報収集のための気温・気圧・9 軸センサが存在する。スマートセンサブイの海中収納部には、海中用の基板と、水温・深度・9 軸・塩分濃度センサが存在する。スマートカメラブイの海中収納部には、Web カメラおよび LED ライトが存在する。スマートブイ筐体の概要と写真を図 4.1.3 に示す。ブイ筐体は、大野電子開発製セルコープブイ OV-205AL を使用しており、タンクは、ブイが海上に浮くために浮力を保つためのものである。電池は 32 本のアルカリ性単 1 乾電池を搭載している。

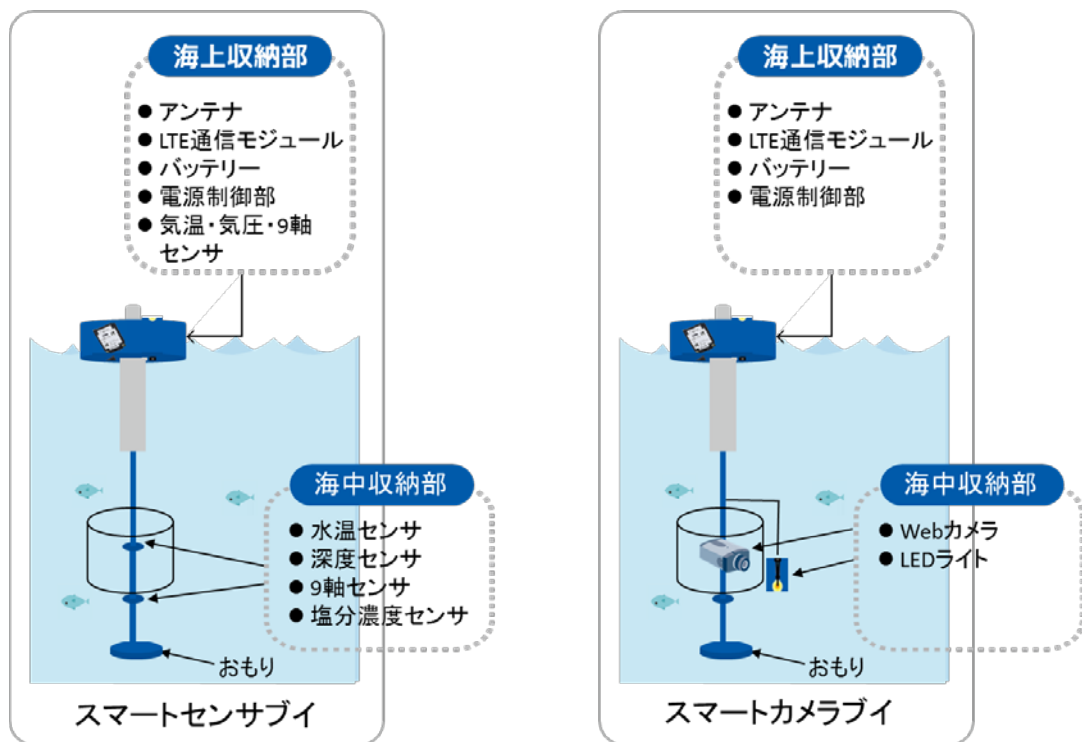


図 4.1.1 スマートブイの構成の概要

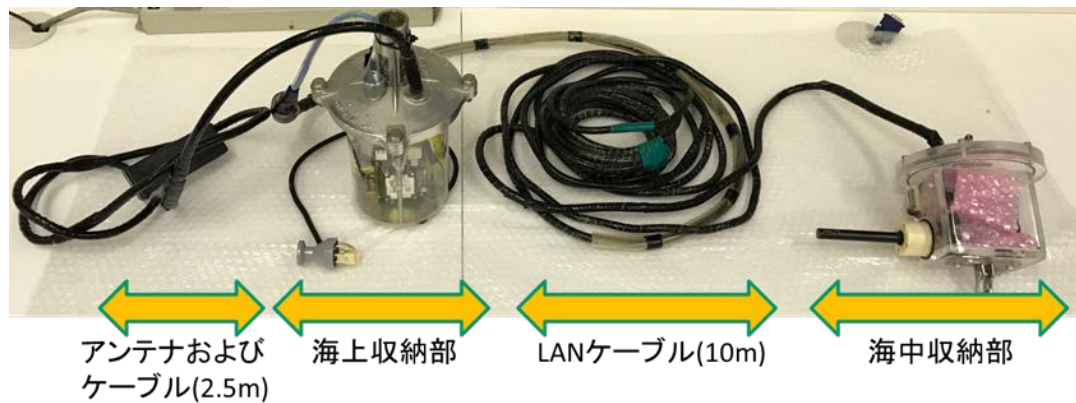


図 4.1.2 スマートブイの内部回路

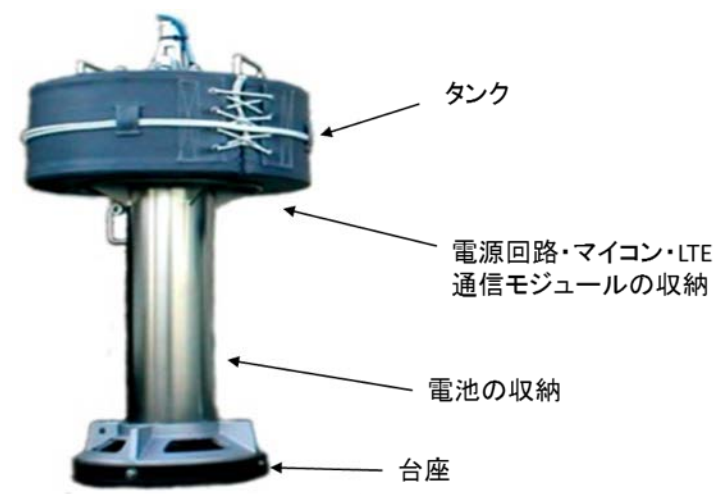


図 4.1.3 スマートブイ筐体の概要

4.1.3 漁業データ入力・閲覧アプリの設計

漁業データ入力・閲覧アプリは Android OS 対応とし、それぞれ独立なアプリケーションとして実装した。漁業データ入力アプリは、1 日に 1 回漁業者にデータ入力頂くことを前提に設計しており、出航有無、漁業者コメント、翌出航日の漁獲量予測、市場 FAX 伝票に基づく魚種毎の漁獲量、網毎の漁獲量を入力可能とする。入力忘れを防止するため、入力完了した日を一覧表示する機能や、入力誤りを防止するため、値の妥当性をチェックする機能を有する。また、漁業データ閲覧アプリは、漁場およびスマートブイ設置箇所の地図表示機能や、漁獲データやセンサ情報などをグラフ表示する機能、複数のデータを同じグラフに表示する機能などを有する。本アプリの画面例を図 4.1.4 に示す。

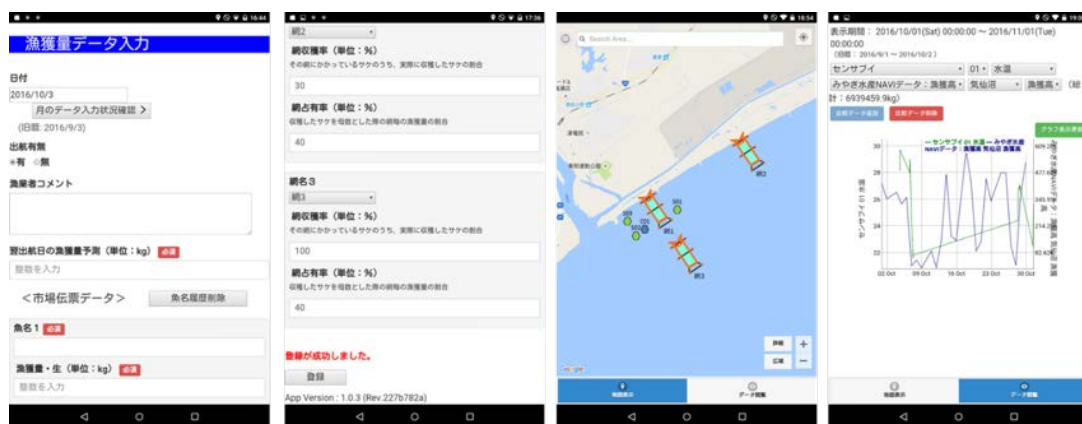


図 4.1.4 漁業データ入力・閲覧アプリの画面例

4.1.4 オープンデータ情報の収集

オープンデータとしては、みやぎ水産 NAVI(<http://www.miyagi-suisan-navi.jp/>)の水温データ(1日2回測定)、市場毎・魚種・漁法毎の漁獲量を Web 上から 1日に1回自動的に収集し、データベースへの蓄積を行っている。Web 上のデータの更新が遅れる場合も存在するため、所定日に目的とする日のデータが更新できなかった場合には、翌日に更新するような仕組みを導入している。なお、今回実験実施した漁場は、鳴瀬川河口付近であるが、みやぎ水産 NAVI の最寄の観測地点(桂島)は、漁場より 5km 程度離れており、異なる湾内に位置するため、気象・潮流の傾向が異なる可能性が高い。また、同じ湾内の佐須浜、田代島は漁場より 10km 程度離れている。

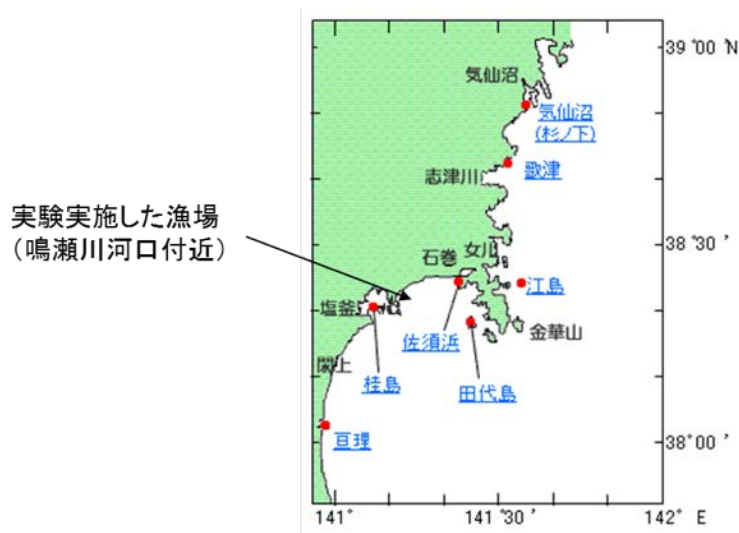


図 4.1.5 みやぎ水産 NAVI の観測点

4.1.5 スマート漁業実験

スマート漁業実験は、スマートブイの開発期間(約 2 ヶ月)、データ解析・報告書作成に要

する期間(約 2 ヶ月)を除いて、9～12 月の期間を対象とした。実験対象の漁業者は、9 月下旬～12 月上旬が鮭を中心とした定置漁のシーズンであったため、鮭の漁獲量予測を目的とした実験を行うこととした。

定置網の漁場は、3 区画存在し、各区画に 1 つずつ網を設置しているが、スマートブイは、ブイ開発費用や実験稼働上の制約のため、このうち一つの網のみを対象に、その近辺にスマートブイを設置した。設置箇所を図 4.1.6 に示す。鮭漁は、海岸より 500 メートル以内の浅瀬で行われており、水深 5 メートル程度の深さのため、スマートセンサブイのセンサ部分の設置深度は水深 4 メートルとした。また、2 台のスマートセンサブイを 250 メートルの距離を置いて、海岸から垂直方向に設置することとした。当初は、実験期間中にスマートセンサブイの位置や、センサ部分の設置深度を変更するような計画もあったが、短期間で場所を変更するとデータ解析に支障が出ることや、ブイの移動に漁業者の労力を要することなどから、ブイの場所の変更は行わないこととした。スマートカメラブイについては、当初定置網の中に設置する予定であったが、定置網漁のオペレーションに影響があることが判明したため、網の外側に設置することとした。

海上にスマートブイを安定して設置するため、図 4.1.7 のような設置構成をとっている。海中のセンサ類を収容する水中ケースが浮かび上がらないように錘をつけ、海上のブイ筐体の浮力とのバランスを取っている。ブイが潮流で流されないように、2 箇所でいかりを打ち固定している。

スマートブイの日常運用は、漁業者およびリモート監視者でそれぞれ分担して実施した。漁業者は、海上でのオペレーションとして、スマートブイの設置・回収、スマートブイの電池交換、塩分濃度センサの清掃を実施した。電池は実運用上 13 日間持つ状況であった。塩分濃度センサについては、清掃を行わないと海草の付着や泥による汚れ等が発生し、性能が低下することが確認された。リモート監視者は、サーバ上のデータを日々監視し、データ欠損が確認された際には、漁業者と連絡を取り、対処を依頼した。実験期間中にリモート監視により確認されたデータ欠損は、全て電池切れによるものであった。システム上は 1 時間に 1 回データを収集しているため、事象発生から 1 時間以内に問題に気づく構成になっている。



図 4.1.6 漁場ならびにスマートブイ設置箇所

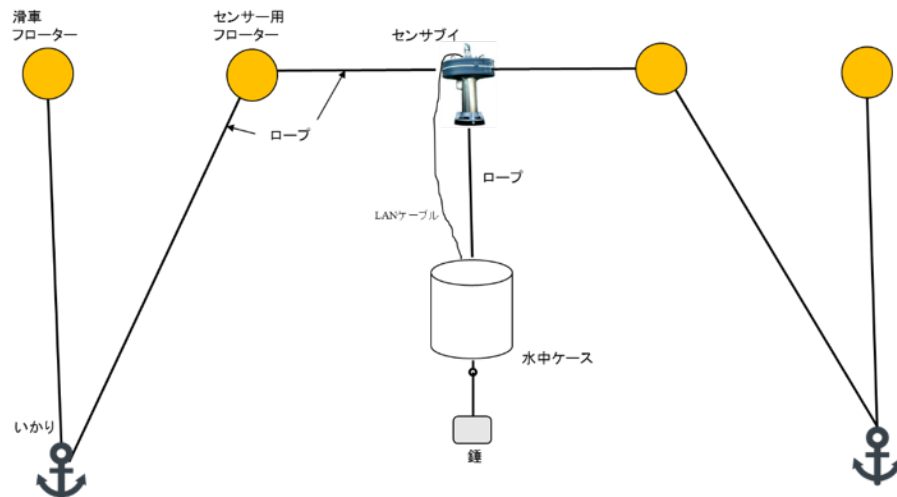


図 4.1.7 スマートブイ設置方法(センサブイの例)

4.1.6 取得したデータの概要

本スマート漁業実験における鮭漁に関するデータ収集は、10 月 11 日より開始し、12 月 22 日まで実施した。データ取得日数(複数のブイによる重複は除く)は、計 40 日であり、得られたデータの数約 5,500 万個、データの総量は約 11.4GB であった。

取得したデータの一覧を表 4.1.1 に示す。(表の説明を数行で書いてください。表は項目名、単位、収集頻度等を記載)

表 4.1.1 取得データの一覧

項目	単位	取得頻度 (毎時)
水温	℃	4 回
水圧	hPa	4 回
塩分濃度	PSU	4 回
バッテリー残量	0~4 の 5 段階	1 回
GPS (緯度・経度)		1 回
水上・水中 9 軸 (加速度)	m/s ²	1 分間×19 回
水上・水中 9 軸 (ジャイロ)	degree/s	
水上・水中 9 軸 (地磁気)	μT	
水上・水中 9 軸 (方向)	degree	

実験で得られたデータの一例を示す。図 4.1.8 は水温データに関するものである。水温センサは海中ケース表面に実装されており、所定時刻における海水温を測定する。同図は、測定期間中のある 1 日の日内変動を示したものである。

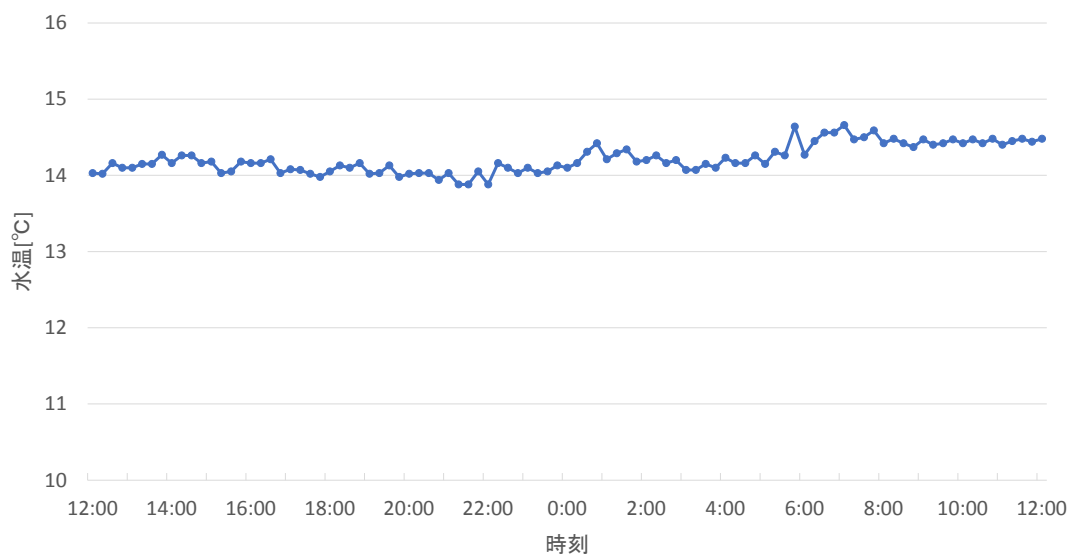


図 4.1.8 水温データの例

図 4.1.9 は 9 軸センサのデータに関するものである。同図は、ブイの方向（姿勢）に関する 3 次元の物理量を表しており、9 軸センサ内部の加速度、ジャイロ、地磁気センサの測定値をもとに計算されている。

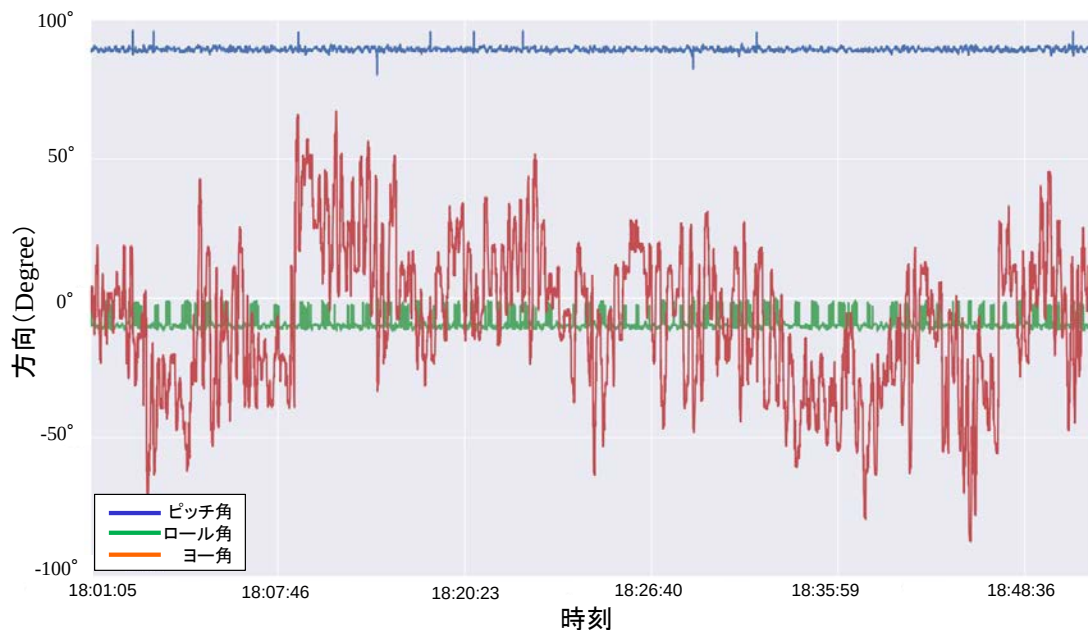


図 4.1.9 9 軸センサデータ（方向）の例

図 4.1.10 は塩分濃度センサのデータに関するものである。塩分濃度センサは海中ケースの外側に実装されており、所定時刻における海水の電気伝導度をもとに塩分濃度を測定する。測定値は実用塩分濃度 PSU（Practical Salinity Unit）を単位としている。同図は、測定期

間中のある 1 日の日内変動を示したものである。

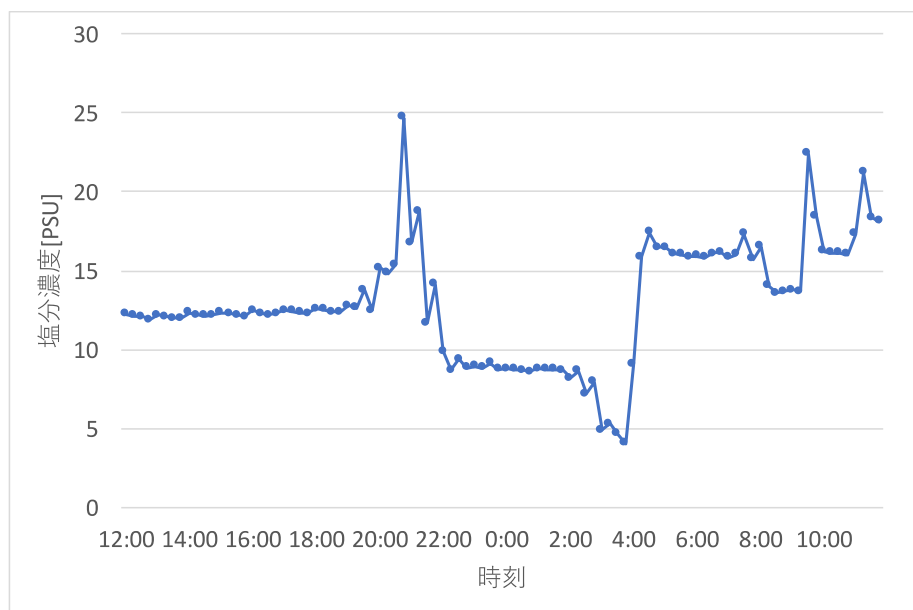


図 4.1.10 塩分濃度データの例

4.1.7 目標達成度の考察

実験系の目標として、サーバ上のデータ欠損率が 10%以下となることを掲げていたが、この目標の達成度について考察する。

データ欠損率は、全データ収集期間のうち、最終的にサーバに蓄積されたデータにおいてデータ欠損が生じている時間の割合で計算する。なお、スマートブイの故障による修理期間や、海上での運用が必要な状況であることが判明したものの、翌日が悪天候等の理由で漁業者の稼動が取れない期間は、全データ収集期間から削除することとした。

これをもとに計算したところ、全データ収集期間は 874 時間、このうちデータ収集が行われている期間は 801 時間となり、データ欠損率は 8.35%であり、設置した目標を達成できていることを確認した。

次にデータ欠損の要因を分析した。データ欠損は、スマートブイ電子回路内部の I2C データバスの不具合、スマートブイの電池切れによって発生しており、その中でも前者の占める割合が多かった。前者については、データ収集期間の終盤に確認されており、センサバスを高クロックで駆動させた場合にマイコンがすべてのデータを正確に読み取れないことが原因と推察される。それ以外の理由としては、電波の障害、データ収集システムのソフトウェア上の問題の可能性を検討していたが、今回の実験においては、これらの理由に基づくデータ欠損は発生しなかった。

今回の実験においては、故障時の修理期間や漁業者の稼動が取れない期間は、データ欠損率の計算から除外したが、実運用時には、これらの期間を削減する工夫が必要である。これらの期間は、電池交換に起因するが多かったため、スマートブイの電池もちを良くする

ことが期間削減に有用であると考えられる。

4.1.8 電池持ち向上に向けた取り組み

実験系で確認された課題のうち、電池持ちについて、その向上に向け、(1)大容量電池への変更、(2)RTC(Real Time Clock)による電源制御、の2つの観点から、電池交換サイクルの拡大可能性を検討した。その方法および結果を下記に示す。

(1)電池容量の検討

4.1.2 に記載の通り、スマートバイは32本の単1電池（1次電池）を使用している。これをより容量の大きい製品に変更することでどの程度の運用期間延長が可能であるかを検討した。ここでは、(A) 純正製品（大野電子開発にて選定）(B) 長寿命 1 次電池（メーカーが大容量モデルと位置付ける製品）(C) 2 次電池（ニッケル水素電池）の3種を図 4.1.12 に示す構成の回路に接続し、終止電圧 0.9V までの供給電力を測定した。この結果を表 4.1.2 に示す。同表より、電池(B)および(C)に交換した場合のゲインはそれぞれ 13.9%, 24.9%となる。これは従来のスマートバイの運用日数 13.5 日をそれぞれ 15.4 日、16.9 日に延ばす効果を示唆するものである。

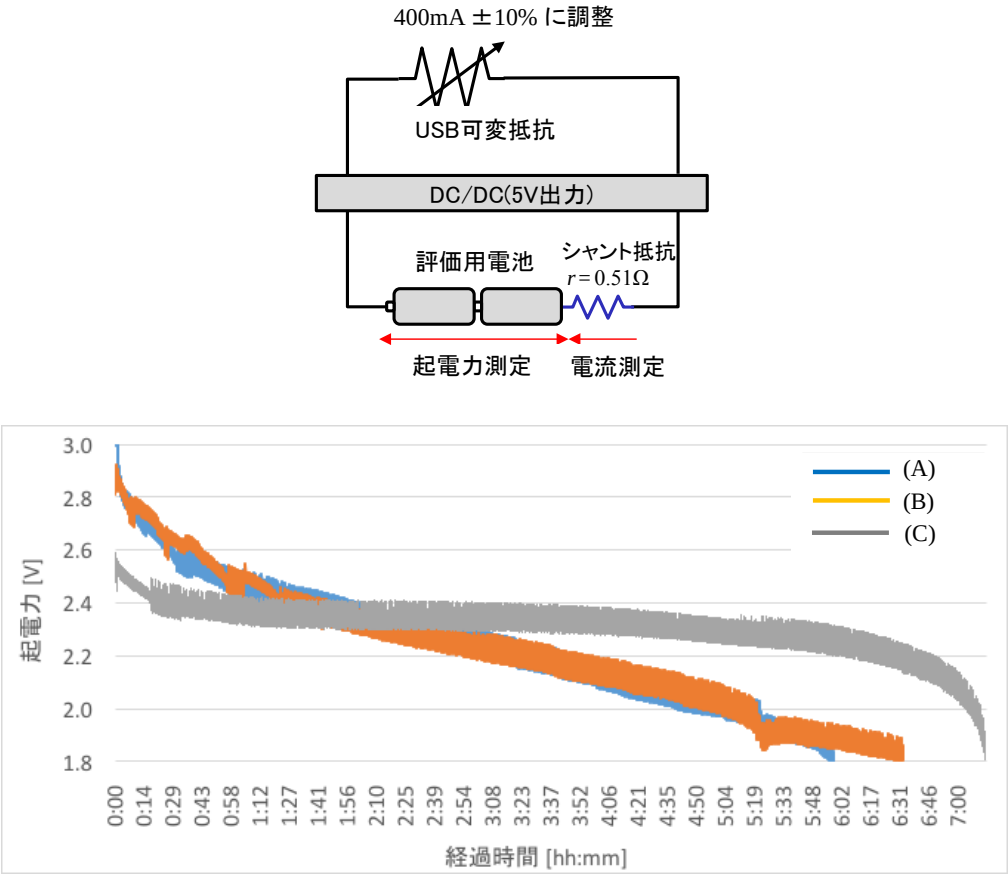


図 4.1.11 電池容量の測定回路と起電力の時間推移

表 4.1.2 電池交換による電池持ち向上

	終止電圧までの	(A)に対するゲイン
--	---------	------------

	供給電力 [mWh]	
(A) 1 次電池 (純正品)	2,762	--
(B) 1 次電池 (長寿命)	3,147	+13.9%
(C) 2 次電池 (NiMH)	3,451	+24.9%

(2) RTC による電源制御

スマートブイの運用日数長期化のためには、電池をより多く積み総容量を増やす必要があるが、ブイの物理的制約から搭載できる電池本数には制約がある。そこで、ブイシステムの電源管理（使わない間は電源を切る）により省電力化・運用期間延長を検討した。

RTC は電源 ON/OFF 時刻を 1 分単位で指定できる装置であり、センサデータ収集時およびデータ送信時以外は、マイコンをシャットダウンし、電源 OFF とすることで省電力を実現する。表 4.1.3 は、1 時間のうちセンサ取得を行わない 28 分間を電源 OFF とした場合の消費電流量の比較である。同表より、平均消費電流が 83.9mAh から 52.2mAh に抑制されることがわかる。これは、従来のスマートブイの運用日数 13.5 日を 21.7 日に延ばす効果を示唆するものである。

さらに、上述の(1)と(2)は併用が可能であり、この場合、最大の運用日数は 27 日にまで延長されることになる。

表 4.1.3 RTC 導入による消費電流量の抑制（電流量の単位：mAh）

処理状態	平均電流	ピーク電流量	処理時間[秒]	消費電流
RTC 導入前				
センサ情報取得（9 軸以外）	82.9	100.6	240.0	5.5
センサ情報取得（9 軸）	82.8	98.6	240.0	5.5
アイドル（待機状態）	82.4	100.6	2999.1	68.6
GPS 情報取得	125.8	240.4	20.0	0.7
データ送信	125.8	251.6	101.0	3.5
合計消費電流				83.9
RTC 導入後				
センサ情報取得（9 軸以外）	82.9	100.6	240.0	5.5
センサ情報取得（9 軸）	82.8	98.6	240.0	5.5
アイドル（待機状態）	82.4	100.6	982.2	22.5
GPS 情報取得	125.8	240.4	20.0	0.7
データ送信	125.8	251.6	101.0	3.5
マイコン起動処理	86.7	131.6	97.1	2.3
マイコン終了処理	83.3	131.6	15.8	0.4
終了処理後～電源 OFF	51.7	54.2	224.3	3.2
電源 OFF	18.2	56.2	1679.7	8.5
合計消費電流				52.2

4.1.9 残された課題

スマートブイを用いたスマート漁業実験として、限られた本事業の期間中に解決できなかった課題であり、今後スマート漁業を進めていく上で達成すべき課題を下記に示す。

- ・場所によるセンサ情報の違いを把握し、漁獲量予測などのデータ解析を行う上で、どれくらいの間隔でセンサを設置するのが有用かを評価する必要がある。
- ・リファレンスとなるセンサや情報との比較により、センサ値の正当性を検証する必要がある。
- ・センサ単体の故障時などにおいて、センサ交換などのスマートブイの運用を漁業者自身

で対応できる仕組みが必要である。

- ・ I2C データバス不具合時にデータ欠損する事象に対しては、I2C クロックのボーレート
を十分低く設定して事象の発生を抑止する、欠損が生じないように別のマイコンを使用
するなどの対策が必要である。
- ・ 漁業者が日々の業務の空き時間でデータ入力を行えるように、漁業者にとって操作しや
すいアプリに仕立てていく必要がある。

4.2 解析系

解析系では、従来漁師の経験や勘に頼っていた漁獲量を気象・海洋データを用いて自動で推定する技術について検討を行った。到達目標を「ある日の漁獲量が前日のものから増えるか減るかを 70%以上の確率で予測すること」と定め、気象・海洋に係わる公開情報を用いてそれを達成した。

4.2.1 はじめに

定置網漁は漁に出て網を上げて初めて漁獲量が判明するため、休漁の判断や漁の準備など漁業における活動の多くが漁師の経験や勘に依存している。したがって、水揚量を事前に予測できれば、氷の準備、休漁の決定、定置網の交換時期の決定等、漁師の行動決定の助けとなることが期待される。さらには、魚の取引価格の安定化につながる可能性もある。

本研究では、毎年 9 月～12 月に掛けて宮城県東松島市で行われているシロサケの定置網漁に焦点を当て、日ごとの水揚量の推定を行った。センシングデバイスを浮かべ定置網付近のデータを収集する試みが始まっているものの、機械学習の技術を用いるには十分なデータ量が揃っているとは言えない。そこで解析系では、気象庁やみやぎ水産 NAVI 等で公開されている気象・海洋情報に着目し、それらオープンデータを用いて水揚量の自動推定を試みた。

魚の水揚量予測に関する研究として、ニューラルネットワークによるマイワシの未成年漁獲量の予測[1]、ランダムフォレストを用いたサンマ来遊量の予測[2]などがある。文献[1]では、1979 年から 1989 年までのデータを用いて冬季の常磐から房総海域におけるマイワシの漁獲量をニューラルネットワークを用いて推定している。入力として、マイワシの漁獲量と相関があると言われている他の魚の漁獲量や潮の影響など 14 種類の情報を用いている。また、ニューラルネットワークの重みパラメータを分析することで水揚量と相関の高い情報を割り出し、従来からの定説と合致していることを明らかにしている。文献[2]では、1972 年から 2011 年までのデータを用いて年間のサンマの来遊量（高位・中位・低位の 3 クラス）の分類をランダムフォレストを用いて行っている。公開されている気象・海洋情報など計 186 種類の入力に対しランダムフォレストの重要度を用いて特徴選択を行い、最終的に 4 種類の特徴で従来よりも高精度な推定（62%の的中率）に成功している。他にもニューラルネットワークを用いたカツオの漁獲量推定[3]に関する研究などがあるものの、機械学習の技

術を用いた水揚量推定に関する研究は少なく、またそのほとんどが年間での来遊量に焦点を当てており、一日ごとの水揚量の推定は依然としてチャレンジングな課題である。

それに対して本研究では、過去一週間の水揚量と気象・海洋情報を用いて、一日ごとの水揚量の推定を行う技術の開発を試みた。決定木に基づく水揚量推定システムを構築し、気象・海洋オープンデータを用いた実験を行ったところ、前日からの水揚量の増減を 70%を上回る確率で予測することに成功した。このとき、前日の水揚量からの増減の推定に気象情報が寄与することを明らかにした。また、一般的に水揚量は潮流の影響を受けると言われており、潮流は風によって生じる。実験を通じ、風に関する情報が水揚量の推定精度に関係することも確認した。

4.2.2 気象・海洋オープンデータ

本研究で使用した気象・海洋データを表 4.2.1 に示す。

表 4.2.1：取得した気象・海洋情報

データ種別		入手先	年月	場所	備考
気象データ	気圧	気象庁	2000 ～ 2015	石巻	現地平均, 海面平均
	降水量				合計, 1時間の最大, 10分間の最大
	気温				平均気温, 最高気温, 最低気温
	湿度				平均湿度, 最低湿度
	風速 風向				平均風速, 最大風速, 瞬間最大風速, 1時間ごとの最大風速と風向
	日照時間				
海洋データ	水揚日報	大友水産	2011 ～ 2015	東松島	2013年はなし オス・メス別
		みやぎ水産 NAVI	2000 ～ 2015	石巻	オス・メス区別なし
	水温			田代島	1日2回 (10:00, 15:00)

気象データは気象庁ホームページ (<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>) より、日本全国の気象台など観測所ごとのデータが取得可能である。一日ごと、一時間ごと、10 分ごとの 3 種類の区分がある。本研究では、取得可能なデータの種類および量を鑑みて、東松島ではなく石巻で観測されたデータを用いた。東松島にも観測点が存在するものの、長期間取得可能なデータの種類の種類が降水量, 気温, 風速, 風向のみ(降水量については 2011 年 6 月 14 日, 気温, 風速, 風向は 2011 年 9 月 26 日以降のデータのみ取得可能) と少ないため、本実験においては使用しなかった。

海洋データはみやぎ水産 NAVI (<http://www.miyagi-suisan-navi.jp/>) から取得した。水温については、気仙沼, 歌津, 江島, 田代島, 佐須浜, 桂島, 亘理, 水揚量については(株)

塩釜，機船漁協，気仙沼，石巻，女川，南三陸，閑上，亶理，牡鹿，七ヶ浜，のデータが存在する．本研究では，水揚量については石巻，水温について田代島のデータを用いた．水温は10時，15時の一泊二種類のデータがあり，水揚量は一泊の総量である．

気象・海洋データともに欠損値が存在する場合は直近のデータで置き換えた．

4.2.3 オープンデータを用いた水揚量の推定

ある日の水揚量を推定するに際し，その前日までの水揚量は重要な情報である．ここでは，前日からの水揚量の増減が気象や海洋情報に起因して決まると仮定し，その影響について調査を行った．本報告では，以下の3点について述べる．

- ① 気象・海洋情報の水揚量推定への寄与度：水揚量推定において重要な気象・海洋情報を明らかにする．
- ② 水揚量推定精度：前日までの気象・海洋情報から当日の水揚量を推定する．気象・海洋情報と水揚量推定精度の関係を調査する．水揚量推定値と正解水揚量の平均二乗誤差により評価を行う．
- ③ 水揚量増減識別精度：前日までの気象・海洋情報から前日より水揚量が増えるか減るかを識別する．増減の識別率により評価を行う．

(a) 水揚量推定システム

予測日の前7日分の気象・海洋情報を用いて前日との水揚げ量の差を推定する(図4.2.1)．得られた推定結果を既にわかっている前日の水揚量に加えることで，予測日の水揚量の推定値が得られる．このように，前日との差を推定する方が，予測日の水揚量を直接推定するよりも安定して高い精度が得られることを，予備実験において確認している．



図 4.2.1：水揚量推定システム評価に用いるデータ

なお，一日分の入力属性は表 4.2.2 に示す通りである．

表 4.2.2：1 日分の入力属性

		属性群	次数	属性詳細
1	気象	気象 16 種	16	気圧(陸上平均・海面平均)・降水量(合計・1時間最大・10分間最大)・気温(平均・最大・最低)・湿度(平均・最低)・風速(平均・最大・瞬間最大)・風向(最大時・瞬間最大時)・日照時間
2		風(詳細)	48	1時間ごとの風向・風速
3	海洋	水揚量	2	水揚量・前日との差分
4		海水温	2	
5	その他	前日の漁の有無	1	
6		曜日	1	
7		日付	1	

気象庁から得た気象オープンデータとして、気圧、気温など一日ごとのデータ 16 種、潮流に関係していることが知られている風情報のみ毎時のデータを用いた。みやぎ水産 NAVI から得た田代島の水温データは各日 10 時・15 時の 2 点を用いた。以上に加えて、曜日（月曜を 0，火曜を 1，・・・，日曜を 6 とした），日付（9/1 を 0，9/2 日を 1，・・・，12/31 を 121 とした），前日の漁の有無（前日休漁したら 0，そうでなければ 1 とした）を入力として用いた。水揚量については、みやぎ水産 NAVI から得た石巻の水揚量および大友水産の水揚量（水揚量実値・前日との差分の 2 種類）を用いた。

推定器として Gradient Boosting Decision Trees (GBDT) を用いた。GBDT は決定木を用いた高精度な分類手法であり，入力属性（気象・海洋情報）の水揚量推定性能に対する寄与度が算出可能である。

(b) 水揚量推定実験

(b-1) 気象・海洋情報の水揚量推定への寄与度

GBDT の性質を利用し，水揚量推定において有効な入力属性を明らかにすることを試みた。水揚量推定システムとして，水揚量データ（石巻）の 16 年分（2000 年～2015 年）を用いて GBDT を構築した。

GBDT を用いた水揚量推定における気象・海洋情報の寄与度（%）を図 4.2.2 に示す。この寄与度について，水揚量を除き気象情報のみをクローズアップしたものを図 4.2.3 に示す。

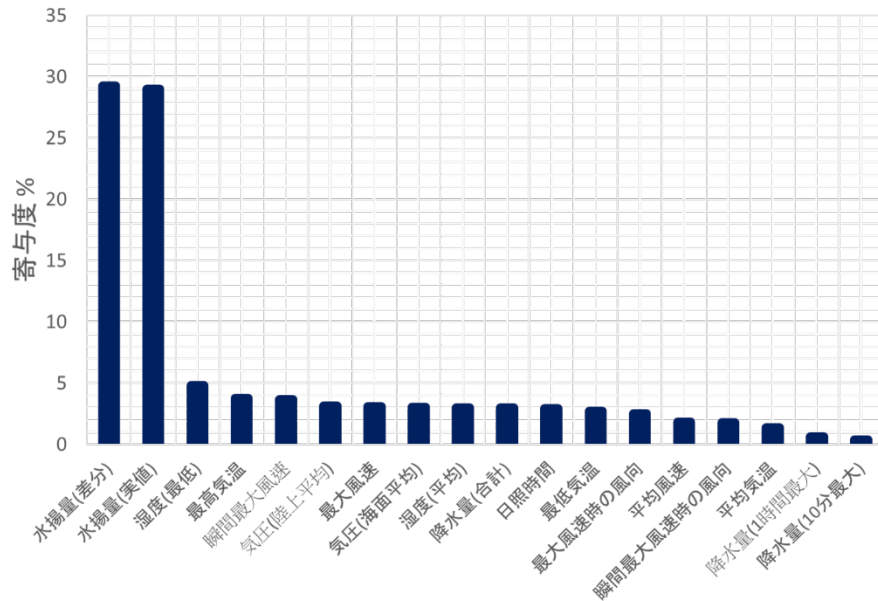


図 4.2.2 : 水揚量推定に対する寄与度 (水揚量・気象・海洋情報)

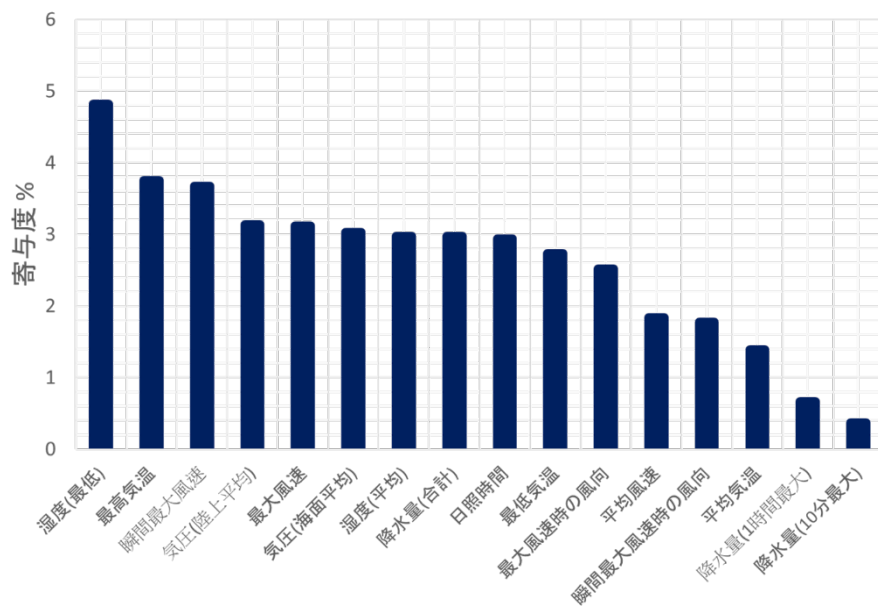


図 4.2.3 : 水揚量推定に対する寄与度 (気象・海洋情報のみ)

一般的に、潮の流れは定置網漁の漁獲量に影響を与えている。潮が速くなれば魚が動き網に入り易くなる、という原理である。ある日の水揚量の推定に最も寄与するのは前日までの水揚量であったが、気象情報では風速、風向、湿度、気圧の寄与が高かった。風速、風向は潮の流れに直結し、湿度は風の変わり目（山もしくは海から）に関係すると言われている。また、気圧は風向・風速（上昇・下降気流）に関係する。このように、気象情報として重要なものは、潮の流れに関係するものが多いことが見て取れる。天気の変わり目という観点では、湿度変化の利用も有望であろう。また、気圧分布（田代島だけではなく周辺の分布）を見ることで、より風（潮の流れ）に直結する情報が得られる可能性もある。

(b-2) 水揚量推定実験

水揚量（石巻）データ 16 年分（2000 年～2015 年）のうち 15 年分を用いて水揚量推定システムを構築し、残り 1 年分の水揚量を推定した。これを 15 年分繰り返しその平均により評価を行った。また、水揚量（大友水産）については、4 年分（2011 年，2012 年，2014 年，2015 年）のうち 3 年分で推定システムを構築し、残り 1 年分の水揚量を推定した。これを 4 年分繰り返しその平均により評価を行った。ここで構築する水揚量推定システムは、気象・海洋情報を入力として前日との水揚量の差分を推定（回帰）する。

表 4.2.3 に水揚量（石巻）データに対する水揚量推定値と正解水揚量の二乗誤差を示す。また、図 4.2.4 と図 4.2.5 に水揚量推定結果と正解水揚量（共に前日との差分値）の時系列の例を示す。

表 4.2.3：水揚量推定値と正解水揚量の二乗誤差（石巻） $\times 10^6 \text{kg}^2$

	入力属性		次数	誤差
1	水揚量		2	213.0
2	水揚量	湿度(最低)	3	213.4
3	水揚量	湿度(最低) + 気温(最高)	4	197.8
4	水揚量	湿度(最低) + 気温(最高) + 風速(瞬間最大)	5	194.5
5	水揚量	湿度(最低) + 気温(最高) + 風速(瞬間最大) + 気圧(陸上平均)	6	191.1
6	水揚量	湿度(最低) + 気温(最高) + 風速(瞬間最大) + 気圧(陸上平均) + 風速(最大)	7	194.5
7	水揚量	湿度(最低) + 気温(最高) + 風速(瞬間最大) + 気圧(陸上平均) + 風速(最大) + 気圧(海面平均)	8	198.1
		⋮		
70	水揚量	湿度(最低) + 気温(最高) + 風速(瞬間最大) + 気圧(陸上平均) + 風速(最大) + 気圧(海面平均) + ⋯ (全ての情報全69種)	71	194.7

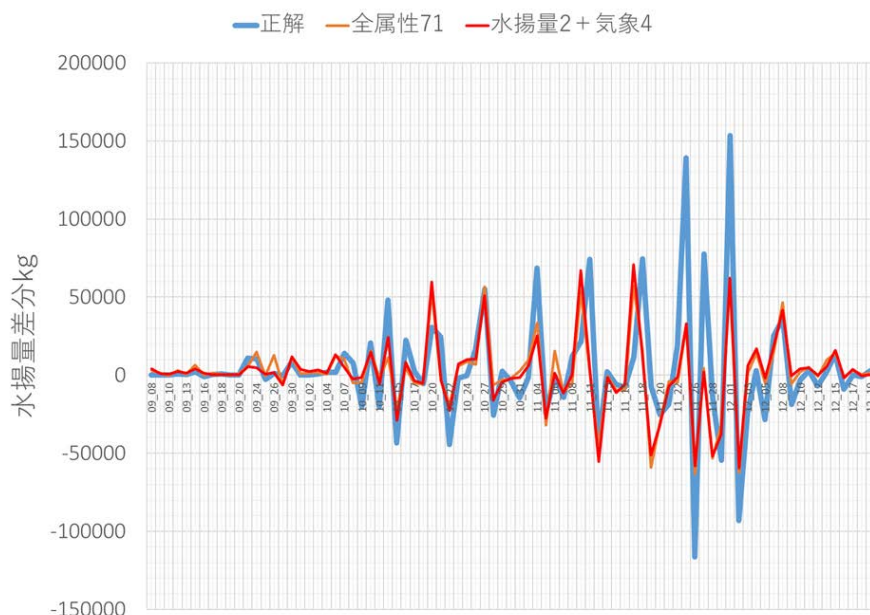


図 4.2.4：水揚量推定結果（石巻・2008 年）. 正解水揚量（正解），全属性 71 次元を入力として推定した水揚量（全属性 71），水揚量の情報に加え寄与度が高い 4 種類の気象情報を入力として推定した水揚量（水揚量 2+気象 4）について示す.

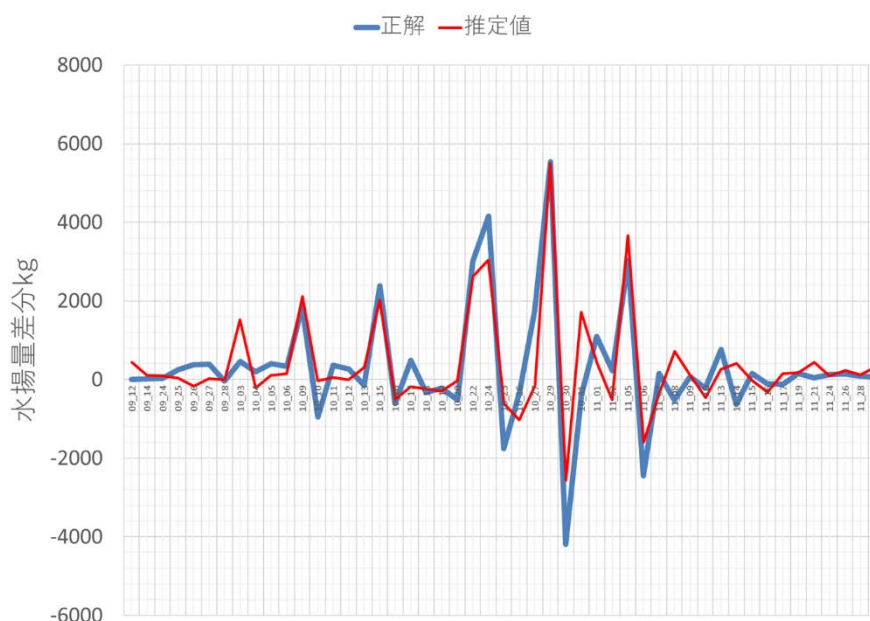


図 4.2.5：水揚量推定結果（大友水産・2012 年）. 正解水揚量（正解），全属性 71 次元を入力として推定した水揚量（推定値）について示す.

表 4.2.3 より，前日までの水揚量の情報のみでは，推定結果の二乗誤差は $213 \times 10^6 \text{kg}^2$ となった．水揚量の情報に加え，利用可能な全ての気象・海洋情報を入力として用いた場合， $194.7 \times 10^6 \text{kg}^2$ まで二乗誤差が減少した．このとき，寄与度が高い 4 種類の気象情報のみを

用いた際に二乗誤差が $191.1 \times 10^6 \text{kg}^2$ となり、最良の性能が得られた。以上より、前日までの水揚量の情報に加え気象情報を追加することで、誤差が削減できることが見て取れる。このとき、詳細な風情報の寄与度が高いにも関わらず、実際の推定精度の改善は大きくない。つまり、風に関する特徴表現を工夫する必要があると考えられる。データの蓄積が進めば、このような特徴抽出は深層学習に頼ることもできる。それに対しては、早稲田大学で開発した比較的小規模データでも頑健に高い性能を与えるマルチスケール RNN[4]などの利用を予定している。また、図 4.2.4、図 4.2.5 より、概ね増減の傾向は正解しているが、突発的な増加、減少には追従できていないことが見て取れる。さらなる高精度化のためには、定置網から遠い観測点でのオープンデータのみでは限界があり、網付近のデータの観測が重要であることを示唆している。

(b-3) 水揚量の増減識別実験

水揚量（石巻）データ 16 年分（2000～2015 年）のうち 15 年分を用いて前日からの水揚量の増減（2 クラス）を識別するシステムを構築し、残り一年分のデータに対し水揚量の増減を識別した。これを 15 年分繰り返しその平均により評価を行った。

表 4.2.4 に水揚量の増減識別率を示す。これより、オープンデータのみ用いた場合であっても、15 年分の平均で増減識別率 70%を上回り、本研究における数値目標を達成した。定置網付近の観測データを用いることで更なる性能の改善が期待できる。

表 4.2.4：水揚量の増減識別率（石巻）

入力属性		回数	平均 %	最高 %	最低 %
水揚量		2	70.2	75.6	61.9
	・				
水揚量	+湿度(最低)+気温(最高)+風速(瞬間最大) +気圧(陸上平均)	6	73.1	83.3	67.9
	・				
水揚量	+湿度(最低)+気温(最高)+風速(瞬間最大) +気圧(陸上平均)+風速(最大) +気圧(海面平均)+… (全属性69種類)	71	71.7	82.6	63.5

4.2.4 結論と課題

(a) 結論

解析系における目標は、気象・海洋情報を用いて水揚量が前日から増えるか減るかを推定し、70%以上の識別率を達成することであった。オープンデータを用いた実験の結果、15

年分の平均で 73.1%の識別精度が得られ、目標を達成した。これは、一日ごとの水揚量推定の実現可能性とオープンデータの限界を示せた点で価値のある結果と言える。

本報告では、オープンデータを用いて漁獲量予測を行ったが、今後はスマートブイのデータも併せて活用することによって、さらなる予測精度の向上を目指す。しかし、ブイの設置環境や配置個数などの条件、およびオープンデータとのデータ統合の手法など、検討すべき課題が残っており、現段階ではスマートブイのデータも併せて活用することによる漁獲量予測性能の改善幅を定量的に述べることは困難である。

(b) 議論と今後の展望

本プロジェクト遂行の過程における早稲田大学と大友水産間での議論を通じ、水揚量推定が生み出す価値について明らかになった。ここでは、そのうち、①効果的な網の交換、②取引価格の制御、③異常予兆検知、について述べる。

- ① 効果的な網の交換：網に海藻が絡まったり破れたりするためシーズン中に交換の必要がある。大友水産では、鮭のシーズンだけで二回網の交換を行っている。網は二つなので計四回の交換を行う。交換時期の目安は一カ月に一度程度である。「前日より水揚量が増加する傾向がある日は網をいじらない」、「水揚量の山が下がっているときに交換を行いたい」という要望がある。したがって、漁が活性化している時期に水揚量が減少する日を正確に予測できることは重要である。
- ② 取引価格の制御：水揚量が増加すれば当然値段は下がる（「大漁貧乏」と呼ばれる）。大漁の場合二度漁に出ることもあるが、二度目の水揚げは時間が遅くなっていることもあり買い取り価格が低下する。したがって、突発的な大漁が事前にわかれば、漁の開始時間を早めるなどの対応が可能となる。そもそも、突然の大量に購入側が対応できないため、購入側が水揚量の情報を事前に把握することで、買う準備ができる可能性もある。逆に、購入側に都合の良いように価格を制御される恐れもある。
- ③ 異常予兆検知：2016 年の年末から 2017 年の年始にかけての海洋・気象条件は例年と大きくことなり水揚量が著しく減少した。この条件は 1998 年～1999 年のときと似通っていた。したがって、海洋・気象および水揚量に関する「異常状態」の予兆を検知する技術、過去の海洋・気象条件との類似性を推定する技術があれば対応できる可能性がある。

(c) 今後の課題

以上の議論より、網を効果的に交換するためには、漁の活性時期に水揚量が低下することを正確に予測できること、および「大漁貧乏」を回避するために、突然の大漁を見逃さないことが重要であることがわかった。そこで、評価基準の見直しを行う。単に水揚量推定値の正解水揚量に対する誤差を減らすだけではなく、上記のような尺度もシステム構築のための目的関数に追加することを検討する。

また、70%の水揚量増減識別精度は水揚量推定を上記で述べた効用にまで押し上げるには十分とは言えず、基本性能の更なる高精度化は不可欠である。また、漁師に水揚量に関する心づもりを与えるという意味では、水揚量の増減のみならず正しい水揚量からの誤差範囲を提示できるような方式の検討も必要である。

水揚量推定精度の向上には、網付近に設置したセンサにより、塩分濃度・波高など潮の流れに直接関係ある属性を取得することが重要であることが確認された。安価で大量に設置可能であるがそれだけでは水揚量推定精度は低いセンサ群と高価であるが高精度なソナーやカメラを統合することで、人手を掛けずに推定システムが自動で成長していく枠組みを構築することを検討する。ここでは、ソナーやカメラといった高精度センサは水揚量のリファレンスを与える役割を果たし、安価なセンサ群だけで十分な性能を達成できるほどシステムの性能が向上すれば、他の網に移設することが可能になる。このような枠組みについては、早稲田大学において研究を進めている IoT 技術と機械学習技術を統合運用するためのフレームワーク[5]を基礎として開発を行う。

漁獲量予測を行うためには過去数年分の収集データが必要となるため、本事業では、スマートバイデータを用いて予測を行うのではなく、スマートバイデータと対応する漁獲量および各種オープンデータとの相関についての分析を試みた。しかし、本事業期間を通じて収集されたスマートバイデータが少量であったことから、オープンデータとスマートバイデータを併用することによりどれほどの予測精度向上が期待できるのかを判断するには至らなかった。今後、スマートバイによる観測を継続し、予測精度の向上を検証できるまではスマートバイデータの収集が必要である。

また、上述の通り、漁獲量の推定には潮流に係わる情報が寄与することが知られている。そこで、スマートバイで得られる「データ」から潮流に直結する「情報」の抽出方法、ならびにこれを実現するスマートバイの設計方法について検討が必要である。

4.2.5 参考文献

1. 青木一郎, 小松輝久, ``ニューラルネットによるマイワシ未成魚漁獲量の予測, " 水産海洋研究, vol.56, no.2, pp.113-120, 1992.
2. 馬場真哉, 松石隆, ``ランダムフォレストを用いたサンマ来遊量の予測, " 日本水産学会誌, vol.81, no.1, pp.2-9, 2015.
3. 為石日出生, 小松輝久, 青木一郎, 杉本隆成, ``ニューラルネットワークを利用した東北海域のカツオ漁獲量予測水産海洋研究, " vol.62, no.4, pp.327-333, 1998.
4. Tsuyoshi Morioka, Tomoharu Iwata, Takaaki Hori and Tetsunori Kobayashi, ``Multiscale recurrent neural network based language model," Proc. INTERSPEECH2015, pp.2366-2370, Sept. 2015.
5. Susumu Saito, Teppei Nakano, Tetsunori Kobayashi, ``Evaluation for collaborative video surveillance platform using prototype system of abandoned object detection," Proc. ICDSC2016, pp.172-177, Sept. 2016.

4.3 ビジネスモデル系

4.3.1 調査要件

4.3.1.1 調査の目的

「平成二十七年度水産白書」によれば、国内の漁村に居住する人口は年々減少し、平成 27 年には 200 万人を切り 199 万人となっている。この漁業従事者の減少と軌を一にして、日本国内の漁獲量及び漁業の売上も減少の一途をたどっている。

こうした状況に鑑みて、日本の漁業を復活させるためには、漁業従事者の多数を占める零細の漁業経営者の経営安定を図ることが喫緊の課題となっている。

そのためには、次の三つの少なくともいずれかを実現することが必要となる。

- ① 漁獲量の増加
- ② 魚価の適正化
- ③ 漁業支出の削減

本「海洋ビッグデータを活用したスマート漁業モデル事業」におけるスマートブイを用いた「漁獲モデルの実証」は、上記①、③の実現を目的としたものと言える。

私どもの取り組み「首都圏の個人飲食店を含む小規模飲食店が漁業者に直接、予約する新しい海産物産地直送モデルの実証」（以下、「新しい海産物産地直送モデルの実証」）は、上記②の「魚価の適正化」を目的として実施するものである。

4.3.1.2 具体的な調査の進め方および調査方法

本調査は、「新しい海産物産地直送モデル」の当事者である出荷元となる漁業関係者と、小売元となる飲食店の大きく 2 つに分けて実施した。

(1) 調査対象

① 出荷元： 漁業関係者、有識者

- 1) 大友水産 専務取締役・漁労長 大友 康広 氏
- 2) 東北大学大学院 農学研究科 水産資源生態学分野 教授 片山 知史 氏
- 3) 公立はこだて未来大学 システム情報科学部 教授 和田 雅昭 氏

② 小売元： 飲食店、有識者

- 1) 株式会社エー・ピーカンパニー 渉外本部 商品管理部 マネージャー 高畑 勝仁 氏
- 2) CSN 地方創生ネットワーク株式会社 代表取締役 野本 良平 氏
- 3) 岩手県立大学 名誉教授 柴田 義孝 氏

(2) 調査方法

- ① 調査対象者へのインタビュー調査
- ② 文献調査

(3) 調査時期：平成 28 年 10 月～平成 29 年 1 月

4.3.2 産地直送モデルのメリットと課題

4.3.2.1 産地直送モデルにおける漁業者側から見たメリット、および課題

産地と消費地の卸売や仲買人を通して売買する存の海産物流通における課題（「参考 国内漁業の現状・課題の整理」参照）の解決方法の一案として、卸売業者や仲買人らの中間業者を介さず、直接、漁師と小売業者が魚介類の売買を行う「産地直送モデル」が広がりを見せている。この「産地直送モデル」を実際に利用している、大友水産 専務取締役・漁労長 大友康広氏に話を伺い、漁業者の立場から見たメリット、および課題について整理を行った。

(1)産地直送モデルのメリット

大友氏によると、産地直送モデルにおける漁業者のメリットは最大のメリットは、既存流通と比較し、魚をより高値で売ることができることだ。

魚を高く売ることができる理由は二つ。一点目は、卸売や仲買人らを介さないため、彼らの取り分を削減できることだ。そのため既存流通に比べ、漁業者側の取り分が多くなるケースが多い。

二点目は、漁業者の工夫により、魚や漁業者自身のブランド価値を高めることができることだ。通常の流通ルートにおいては、どの漁業者が獲ったものか区別されず、同じ商品として相対取引されるケースも多い。しかしながら本来魚の価値は、漁の手法や、獲った後の処理により、品質に大きな差が出る。活魚の場合、漁や運搬において魚がなるべく傷つかない工夫をすればその分魚は良い状態で消費者の元に運ばれる。またベテ出荷する場合も、血抜きや神経ベといった魚の後処理を行うことで、魚の鮮度や旨みが損なわれにくくなる。

このような工夫や技術には手間がかかるが、手間をかけた魚はそうでない魚と比較し鮮度や旨みに差が出る。このような差を付加価値として理解できる買い手に売ることができれば、どの漁業者の魚も横並びの評価となる相対取引と比べ、魚を高く売ることができる。また漁業者の評判・信用にもつながり、継続的な取引が期待できる。

(2)産地直送モデルの課題

漁業者が小さな飲食店や小売と個別に契約した場合、買い手毎に注文を受け、海産物の梱包、発送することには人手も時間もかかる。漁業者は、個人や家族のような少人数で操業しているケースが多いため、通常の漁を行うために必要なコストに加え、産直販売のためのコストが上乗せされることは、漁業者にとって大きな負担となる。

4.3.2.2 産地直送モデルにおける買い手側から見たメリット、および課題

産地直送モデルについて、買い手の立場から見たメリット、および課題についても整理を行いたい。大友氏の「産地直送モデル」の買い手である、株式会社エー・ピーカンパニー 流通本部 商品管理部 高畑勝仁氏に話を伺った。

エー・ピーカンパニーは、居酒屋形式の飲食店である「塚田農場」「四十八漁場」等、ライセンス含め全国に 270 の飲食店を展開する。店舗で提供する食材は全て自社（または契約農家・漁師等）で直接育てたり、獲ったりしたものであることが特徴で、四十八魚場では、

大友氏の獲ったサケやシラウオなどが提供されている。

(1)産地直送モデルのメリット

最大のメリットは、既存流通と比較し、鮮度のよい魚を仕入れることができることだ。

既存流通においては、海産物は複数の卸売市場を経由するため、水揚げから飲食店や小売りに魚が届くまで数日かかる場合が多い。また市場は日曜・祝日や年末年始は休みであり、その間の流通は滞る。

産直モデルにおいては、市場を経由せず魚が直接届けられるため、早ければ水揚げの当日に消費者の元に魚が届く。鮮度の良い魚はそうでないものと比較し商品価値は高い。

四十八漁場では、「今朝獲れ」と呼ばれる、当日の朝水揚げされた新鮮な魚を提供している。鮮度が高いため、通常はなかなか生で食べられないような魚も刺身で提供される。

また、輸送手段が限られる漁港の魚は水揚げの翌日に到着する場合もあるが、それらの魚も血抜きや神経〆をしているため、鮮度は保たれた状態で提供される。

血抜きや神経〆は漁業者にとって手間となるが、その分のコストは買い取り価格に反映しているという。「よい魚は高く取引されるべきだ」というのが高畑氏の持論だ。

(2)産地直送モデルの課題

高畑氏によると、漁業者との直接取引における一番の課題は安定供給とのこと。

エー・ピーカンパニーでは契約している全国の漁業者の漁の前日に魚を発注することが基本だ。しかしながら魚が発注量通りに獲れるかどうかは賭けのような面があるという。急な天候不良や海の状態の変化により、漁に出られなかったり、漁に出られた場合でも魚が思うように獲れなかったりする事があるからだ。

一晩のうちに店舗で提供する魚の必要量は決まっているため、取引先のある漁業者が不漁ということになると、他の漁業者からその分の魚を仕入れなければいけない。全国から一定数の魚を集められるため消費地における流通量の調整機能も担える中央市場とは異なり、産地直送モデルにおいては、発注した魚が安定的に供給されるかどうかは大きな課題と言える。

4.3.2.3 産地直送モデル課題解決に関する考察

「4.3.2.1 産地直送モデルにおける漁業者側から見たメリット、および課題」において、漁業者が飲食店や小売と個別に契約した場合、販売のための人手や時間的コストがかかることが漁業者の負担になると述べた。また、「4.3.2.2 産地直送モデルにおける買い手側から見たメリット、および課題」において、買い手側から見た産地直送モデルの課題は安定供給であると述べた。

この点に関し、CSN 地方創生ネットワークの野本氏のインタビューより得られた気づきである、漁業協同組合（以下、漁協）が介在することにより解消される可能性を提案したい。

漁協は地元の卸売市場とは異なる組織で、文字通り漁業者の組合であり、漁業者は各地の漁協に所属している。産地直送モデルにおいて、各地域の漁協が漁業者の窓口となり、小売りや飲食店との取引を一本化することができれば、産地直送モデルにかかるコストを各漁業

者が負うことなく無駄がなくなる。大友氏によれば、コストの増加を懸念し産地直送モデルによる取引を増やせなかったそうだが、問題が解消されれば買い手もより多く募ることができ、漁協単位の売り上げ（魚価の適正化）にも繋がると考えられる。

また、漁協単位で産地直送ルートを持つことは、安定供給の実現にもつながる。特定の漁業者が何らかの理由で不漁になった場合も、同じ漁協内の他の漁業者の漁獲分で補てんできる可能性があるからだ。

漁協をハブとして、大量の魚を売買できる既存流通と、高値での取引が期待できる産地直送モデルの2つの流通ルートを併存することが、魚価の適正化のために望ましいと考えられる。

4.3.3 「新しい海産物産地直送モデル」実証について

前述の従来の「産地直送モデル」を参考に、更に漁業者と買い手である小売業者の利便性向上と魚価の適正化を図るべく、「新しい海産物産地直送モデル」を構想し、当該実証を行うこととした。

4.3.3.1 「新しい海産物産地直送モデル」の特徴

既存の産地直送モデルと比較した際の、「新しい海産物産地直送モデル」の特徴は以下の通り。

- (1) センサを使って、翌日獲れる魚の量の予測ができるため買い手が安心して魚を注文することができる
- (2) 漁業者は、翌日の発注量を事前に把握した上で出漁できるため、魚を獲りすぎることがなく資源を無駄にしない漁業が実現できる。また漁獲量予測が少ない際には、漁に出ないという判断ができるため、出漁してみたものの不漁だったという空振りがなくなる。

「新しい海産物産地直送モデルの実証」のため、漁業者と買い手が取引に使うための専用アプリケーションの仕様を作成し、高畑氏にご提案した。その際に頂いたコメントを踏まえた上で、アプリケーション（モックアップ）を完成させた。

4.3.3.2 「新しい海産物産地直送モデル」アプリケーション

「新しい海産物産地直送モデルの実証」アプリケーションについて、同じく高畑氏からのコメントを踏まえ以下の通り作成した。（図 4.3.1）

(1) 翌日の漁獲量情報

ある魚種の漁獲量予測を「漁獲量データ」欄に示すことで、事前にどれ位の量の注文が可能かが分かり、注文の際に参考にすることができる。

(2) 翌日の出漁有無の明示

翌日の漁獲予測量によっては、漁業者が出漁をしないという判断をすることもある。出漁する・しない、すなわち、翌日の魚の入手可否について、「明日の漁の予定」欄に明示する。こうすることで、買い手側が都度漁業者へ明日の出漁について問い合わせをせずとも、買い手側が他のアクション（他の漁業者への発注を検討する等）を迅速に取ることができる。

(3) 取引価格と近年の相場との比較

買い手としては、よいものを適正価格で仕入れたいと考える。そのため、魚の取引価格が相場と比べて高いのか・安いのかを取引の際に比較できると、納得して注文することができる。

「新しい海産物産地直送モデル」においては魚の取引価格は漁業者側が決定することを想定しているが、買い手側が参考とするため、「市況情報」欄に、前日に同じ魚種が市場に卸された際最も高値がついた価格を示すこととした。

祐神丸（宮城県東松島）

本日の漁の状況

02月22日（水）

出漁予定
休漁予定

出漁中

明日の漁の予定

02月23日（木）

出漁予定
休漁予定

市況情報

（ 02月22日（水） ）

シロサケ オス	1234	円
シロサケ メス	1234	円

定置網の様子

02月22日（水） 13時 更新



0:00 / 0:10

漁獲量データ

（ 02月22日（水） ） （次回予測）

シロサケ オス	〇〇 k g	〇〇 k g
シロサケ メス	〇〇 k g	〇〇 k g

図 4.3.1 アプリケーション画面

4.3.4 「新しい海産物産地直送モデル」社会実装において残された課題と解決の方向性

当該アプリケーションを用いた「新しい海産物産地直送モデル」の社会実装に関し、いくつか課題が想定された。これらの課題を整理し、解決の方向性について以下の通り検討した。

(1)漁を記録するためのアプリケーションの操作

大友氏には、数日分の漁のデータを専用アプリケーション（図 4.3.1）に実際に入力いただいたが、入力操作に慣れず苦労されたとのこと。

アプリケーションの利用者には事前にデータ入力の訓練機会・期間を十分に設けたり、より操作性のよい UI に関して検討したりする必要があることがわかった。

(2)カメラ映像について

カメラの映像を見て定置網の中の状態を確認し、何等かの判断を行うには、カメラの台数やライト（夜間に使用）が不足している。また、現在は魚にカメラの存在が魚へのプレッシャーになる懸念があるため、カメラを仕掛ける場所が限られているが、カメラがより小型化されより適切な場所に仕掛けることができれば、網の中の様子がさらに分かりやすくなる。

(3)取得したデータ精度・分析について

翌日の漁獲予測を行うためのデータ収集や分析方法については、できる限り精度向上すべく引き続き検討する必要があることがわかった。

また飲食店の立場からも、翌日の漁獲量予測の精度が上がればその分魚を確実に入手できるという安心につながる。予測を完全に充てることができなくとも、「漁獲量は〇kg～〇kgの予測」等幅を持たせることができれば、最低量に合わせた発注をすることもできるだろう。

更に、「4.3.2.3 産地直送モデル課題解決に関する考察」で述べた通り、漁協をハブとして大量の魚を売買できる既存流通と、高値での取引が期待できる産地直送モデルの 2 つの流通ルートを整備し、その 2 つの流通ルートの併用を前提に「新しい海産物産地直送モデル」を実現できれば、供給量を安定して確保することが可能になると思われる。

4.4 マスメディアへの掲載実績

4.4.1 新聞媒体

番号	年月日	メディア
1	平成 28 年 7 月 30 日	日経新聞 夕刊
2	平成 28 年 9 月 29 日	読売新聞
3	平成 28 年 10 月 19 日	日刊工業新聞
4	平成 28 年 10 月 19 日	日経産業新聞
5	平成 28 年 10 月 21 日	石巻かほく新聞
6	平成 28 年 1 月 18 日	日本テレビ ニュースエブリーサタデー
7	平成 29 年 2 月 22 日	日本テレビ ニュースエブリーサタデー

4.4.2 Web 媒体

- ・ KDDI 総合研究所、東松島みらいとし機構とスマートブイを用いたスマート漁業実証実験を開

始（掲載：日経電子版）

- ・サケ定置網内の映像を LTE 送信する“スマート漁業”、KDDI 総研らが実験（掲載：ケータイ Watch）
- ・「スマートブイ」で定置網のセンサーや映像を送信、KDDI 総研と HOPE が実証実験（掲載：INTERNET Watch）
- ・KDDI 総研、“スマート漁業”実現に向けて「スマートブイ」の実証実験（掲載：CNET Japan）
- ・漁場にセンサー付き「スマートブイ」 定置網漁を効率化 KDDI が実証実験★（掲載：ITmedia ニュース）
- ・KDDI ら、宮城県石巻湾漁場スマートブイを用いたスマート漁業実証実験を開始★（掲載：マイナビニュース）
- ・KDDI 総研、「スマート漁業」実証－漁獲量予測で効率化★（掲載：日刊工業新聞電子版）
- ・漁業が変わる？東松島みらいとし機構と KDDI 総研、LTE モジュール付きスマートブイを用いた実証実験を開始！宮城県石巻港の漁場を見学してきた（s-max 再掲）

4.4.3 社会的効果や経済波及効果

○社会的効果

大友水産（株）を例にコストへの影響を試算したところ、人件費・燃料費ともに 25%程度の削減効果が見込まれた。これは年間で人件費 100 万、燃料費 30 万の削減の見込みとなる。それ以外に、(数値化は難しいが) 漁獲量・魚の卸価格の安定化が見込まれる。

<計算根拠>

●人件費

- ・漁獲量予測が出来ることで、週 3 回の出航を週 2 回に削減可能
- ・鮭漁を除く全ての漁でこれが出来たと仮定して、8 ヶ月×月 4 回＝年 32 回の出航を回避
- ・1 回あたり最低 3 名乗船するため、32×3＝延べ 96 名
- ・1 人 1 日 1 万円と仮定して、約 100 万円

●燃料費

- ・1 回 1 万と仮定して年 32 回なので、約 30 万円

これまでの漁業運営：8 ヶ月×4 週×週 3 回出漁＋2 ヶ月×4 週×週 3 回出漁＝120 回出漁

スマート漁業変革後：8 ヶ月×4 週×週 2 回出漁＋2 ヶ月×4 週×週 3 回出漁＝88 回出漁

※鮭漁以外 8 ヶ月、鮭漁 2 ヶ月と仮定。

$(120-88)/120 \times 100 = 26.7\%$

○経済波及効果

平成 27 年度水産白書（水産庁）によれば、平成 25 年の漁業経営体数は 94,507 であり、うち、海面漁業経営体数は 79,563 である。所得の内訳では沿岸漁船漁家の漁労所得は 1,

990千円、漁労収入は6,426千円、漁労支出は4,436千円である。さらに漁労支出の内訳をみると、雇用労賃は562千円、油費は867千円である。

仮に、沿岸漁船漁家の雇用労賃・油費ともに25%の削減が見込めるとすれば、1経営体当たり約357千円の経費削減することが可能となり、削減した経費は漁労所得の押し上げに直結し、漁労所得は2,347千円と18%の増益効果を見込むことが可能となる。これは日本全体でみると約284億円の経費削減といえ、言い換えれば284億円の増益ともいうことができる。

1経営体当たりの経費削減効果： $(562 \text{ 千円} + 867 \text{ 千円}) \times 25\% = 357.25 \text{ 千円}$

漁労所得の変化： $1,990 \text{ 千円} + 357 \text{ 千円} = 2,347 \text{ 千円}$ （+17.9%）

日本全体への波及影響： $79,563 \text{ 経営体} \times 357 \text{ 千円} = 28,403,991 \text{ 千円}$

5. 実施スケジュール

実証項目	平成 28 年						平成 29 年	
	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月
ア) 漁獲モデルの実証								
1. 要件定義	→							
2. 開発・制作・システム構築		→						
3. データ取得				→	→	→	→	→
4. 実証（評価）				→	→	→	→	→
5. 報告作成								→
イ) 気象と漁獲データ、潮流と漁獲データを解析								
1. 手法定義・モデル化		→	→	→	→	→		
2. データ定義		→	→	→				
3. データ解析・知見抽出					→	→	→	
4. 報告作成								→
ウ) 小売モデルの実証								
1. 海の産直トライアル			→	→	→	→	→	
2. 報告作成								→
エ) 運営委員会の開催								
1. 全体会議	★			★				★
2. ボードメンバー会議	第 1 回		★ 第 2 回	第 3 回	★ 第 4 回	★ 第 5 回	★ 第 6 回	第 7 回
オ) 成果報告書のとりまとめ								
1. 成果報告書のとりまとめ								→

6. 実証終了後の計画等

(1) 実証終了後の IoT サービス

実証期間が短く引き続き実証が必要な状態であるため、直近でのサービス化は難しいとの認識であるが、今後目指す IoT サービス実運用の方向性について記載する。

1) 事業内容

- ① IoT サービスの詳細：スマートブイからの各種 IoT データ、気象庁等の持つオープンデータ、漁業者の入力する漁獲データから、数日先の漁獲量を推定するシステムを構築する。
- ② 対象とするサービス提供先：個人の漁業者、漁業運営会社、漁協および飲食店。
- ③ 収益モデル：スマートブイを販売する。あわせて、障害検知等の運用管理、通信サービス利用料、漁獲量推定システム利用料として料金を徴収する。

2) 運営体制：(株) KDDI 総合研究所、大野電子開発 (株)

3) スケジュール：2017 年 2 月～3 月 スマートブイの追加開発

2017 年 3 月～ スマートブイを活用した局所的海洋データ取得

2017 年 4 月～ つば網漁での実証実験

2017 年 7 月～ 延縄漁での実証実験

2017 年 10 月～ サケ定置網漁での実証実験

2018 年 2 月～ シラウオ漁での実証実験

2018 年 3 月 事業評価・サービス化検討

4) 資金計画：別途策定

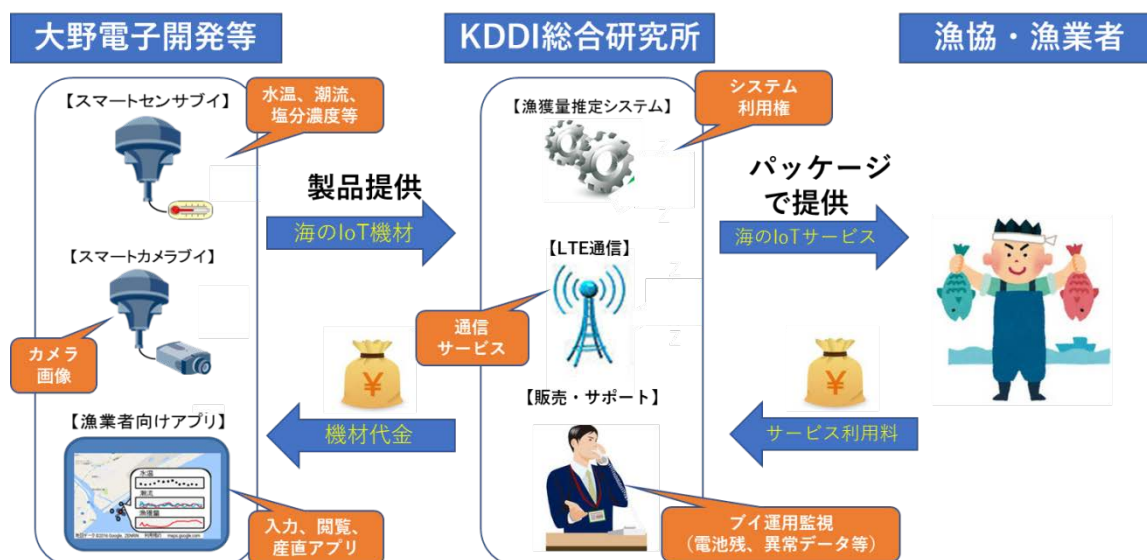


図 6.1 ビジネスモデルイメージ図

(2) 普及展開等

上述の通り、引き続き実証が必要な状態であるが、現在の取組状況について記載する。今後も、

これまで同様に積極的に露出を増やすことでIoTによる社会の課題解決に寄与する。

- 1) 自治体を通じた普及展開：東松島市による市内外での講演において、当事業の概要説明を実施している。今後も、宮城県、県の出先機関および他自治体への普及を行う。
- 2) 大学を通じた普及展開：岩手県立大学は岩手県宮古市、田老町へ当事業の概要説明を実施しており、同市町の持つ課題解決への応用について検討を開始している。
- 3) 企業を通じた普及展開：(一社) 東松島みらいとし機構および(株) KDDI 総合研究所にて当事業の開始に関する記者会見を行ったことを契機に、報道番組、新聞、雑誌から問い合わせが来ており、都度対応している。また、(株) KDDI 総合研究所は3月にドイツで開催される世界の見本市、展示会である CeBIT2017 への出展を予定している。なお、大野電子開発(株)には取引先からブイの販売について問い合わせが入っている。

(参考) 国内漁業の現状・課題の整理

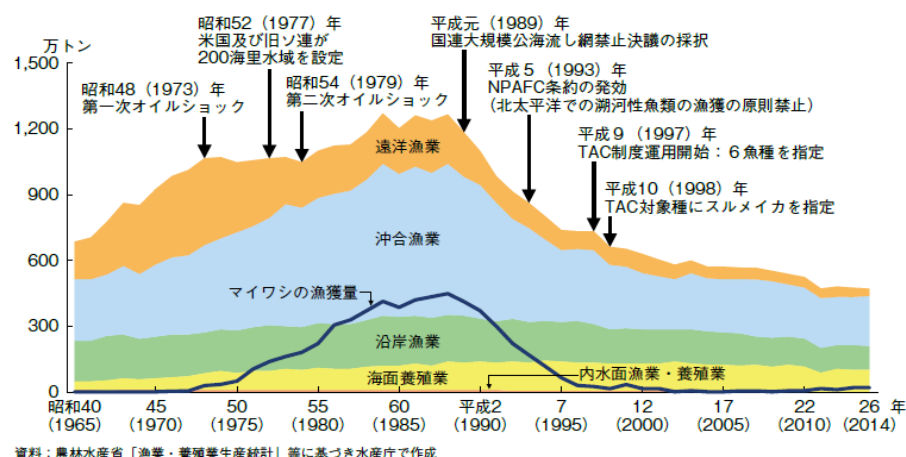
日本国内の漁業全般における現状・課題に精通している、東北大学大学院農学研究科 教授 片山知史氏にインタビューを行った。その結果、以下の現状と課題を確認した。

1. 国内漁業・養殖業生産量について

「平成 26 年の日本国内の漁業・養殖業生産量は前年と同水準の 477 トンであった。また、同生産額は前年比 5% 増の 1 兆 5 千億円であった。

日本国内の漁業は、図 1 を見ると、減少傾向であり斜陽産業と捉えられがちであるが、必ずしもそのように言い切れない。遠洋漁業と沖合漁業の生産量は減少している。他方、沿岸漁業や養殖業の生産量は、ほぼ横ばいで推移している。

【図 1】 部門別漁業生産量の推移と漁業を取り巻く状況の変化



出典：『平成 27 年度水産白書』

2. 国内漁業者の生産性について

平成 26 年の日本国内の沿岸漁業者の平均漁労所得は、前年から 10 万円増加し 199 万円となった。漁業者 1 人当たりの漁業生産量が増加している理由は、漁業の生産性が向上したためではなく、漁業就労者が減少した結果、1 人当たりの生産量が増えていることに起因している。

また、日本国内の 1 日 1 人あたりの魚介類摂取量が減少し、魚価が低迷しているため、漁業者 1 人あたりの収入が増加し生産性が向上しているわけではない。

魚価が低迷している理由は、「魚介類の輸入増加」と「魚介類の流通に対する商社の介在」に起因するものと捉えている。魚介類の輸入が増加することにより、競争上、日本国内の漁港で水揚げされた魚介類の魚価も廉価にせざるを得ない。商社が大量に買い付けた魚介類を、大手スーパー等の小売店が販売することにより、消費者に対する最終価格の相場が廉価に固定され値上げできない流通構造になっている。