

Title	【課題研究報告書】養殖業におけるナレッジマネジメントの提案 - IoT を利用した業務効率化・知識継承に向けて-
Author(s)	鴛淵, 隆斗
Citation	
Issue Date	2023-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/18256
Rights	
Description	Supervisor: 内平 直志, 先端科学技術研究科, 修士(知識科学)

課題研究報告書

養殖業におけるナレッジマネジメントの提案

-IoT を利用した業務効率化・知識継承に向けて-

2110041 鴛淵 隆斗

主指導教員 内平 直志

北陸先端科学技術大学院大学
先端科学技術研究科
(知識科学)

令和5年3月

Abstract

The number of aquaculture operators and workers in Japan has been consistently declining due to the aging of the workforce and lack of successors, and a labor shortage in aquaculture and related industries is becoming apparent.

In addition, the overall aquaculture industry is facing issues such as the high cost of feeding and the lack of a stable data collection method.

Therefore, the Fisheries Agency is developing technologies to automate and save labor in the fishing industry using the IoT, as well as to automate operations and add value to products.

The purpose of this study is to identify aquaculture issues and propose a new IoT-based knowledge management for aquaculture businesses, including aquaculture companies and family farms that use the IoT.

The introduction of knowledge management has several advantages.

Improvement of manpower shortages and lack of digitization in the aquaculture industry due to a decrease in the number of new workers and the aging of the workforce.

Creating an environment that facilitates the entry of new workers by utilizing the transfer of tacit knowledge and data management.

Using systems that allow existing operations to be labor-saving and more efficient will make it easier for smaller numbers of employees and the elderly to work.

The above three points are worth mentioning.

The research methodology will first survey previous studies on aquaculture IoT, smart aquaculture, and knowledge management to confirm what is currently known.

Next, the current status and issues of smart aquaculture and the current status and issues of aquaculture knowledge sharing and transfer will be organized based on literature review and interview surveys, and knowledge management in aquaculture will be proposed by utilizing knowledge management in industrial development and other previous studies.

Finally, the validity of the proposed knowledge management was confirmed through an interview survey.

As a result, we were able to find certain validity and future improvements of knowledge management and CVCA.

目次

第1章 序論.....	8
1.1 研究の背景	8
1.2 研究の目的	10
1.3 研究の方法	11
1.4 用語の定義	11
1.5 論文の構成	12
第2章 先行研究調査	14
2.1 養殖×IoT.....	14
2.2 ナレッジマネジメント.....	17
2.3 先行研究のまとめ	21
2.4 インタビュー調査概要.....	22
第3章 研究の方法	23
第4章 スマート養殖の現状と課題	27
4.1 スマート養殖の定義	27
4.2 スマート養殖の現状	29

4.2.1 インタビュー結果	30
4.2.2 先行事例調査.....	34
4.2.3 スマート養殖の課題.....	36
第5章 養殖知識の共有・継承・創造の現状と課題	41
5.1 養殖知識の共有・継承・創造の現状	41
5.1.1 インタビュー結果	41
5.1.2 先行事例調査.....	45
5.2 養殖ビジネス創造の共有・継承・創造.....	47
5.3 養殖知識の共有・継承・創造の課題	49
第6章 養殖ナレッジマネジメントの提案.....	51
6.1 養殖ナレッジマネジメントの提案	51
6.1.1 養殖オペレーションのナレッジマネジメント	51
6.1.2 養殖ビジネス創造のナレッジマネジメント.....	54
6.1.3 養殖業者の顧客価値連鎖分析.....	56
6.2 インタビュー調査	58
6.2.1 インタビュー調査目的.....	58
6.2.2 インタビュー調査結果.....	58
第7章 結論.....	61

7.1 本研究のまとめ	61
7.2 リサーチクエスチョンの回答.....	61
7.3 本研究の貢献	63
7.4 本研究の限界と今後の課題	64
参考文献.....	66
謝辞.....	69

目次

1.1：養殖業者数と労働者数の推移	8
1.2：Google Scholar での検索結果	8
2.1：塩分濃度センサ	16
2.2：水質改善システム	17
2.3：SECI モデル	18
2.4：シンプルな連携から共創的連携への進化のモデル図	19
2.5：知識スパイラル支援ツール体系	22
3.1：インタビュートピック一例	24
3.2：インタビュー先の分類(生産規模, 水温)	26
3.3：インタビュー先の分類(海上 or 陸上, ブランド性)	26
4.1：水産政策の改革を支えるスマート水産業の取り組み	28
4.2：養殖 IoT 事例と開発目的	39
5.1：知識管理システム	46
6.1：養殖オペレーションのナレッジマネジメント	54
6.2：養殖ビジネス創造のナレッジマネジメント	56
6.3：養殖業者の CVCA	57
7.1：養殖オペレーションのナレッジマネジメント(再掲)	63
7.2：養殖ビジネス創造のナレッジマネジメント(再掲)	63

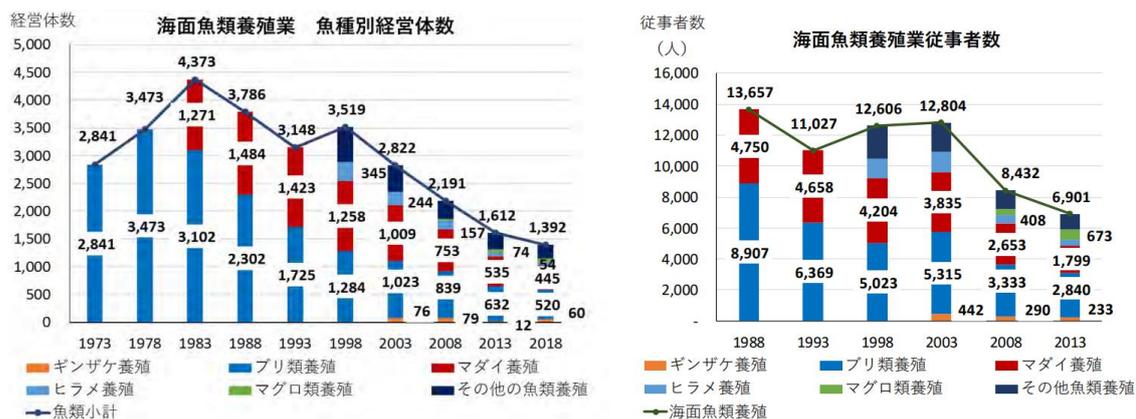
表目次

3.1: インタビュー先の養殖業者	24
3.2: 養殖業者以外のインタビュー先	24

第1章 序論

1.1 研究の背景

水産庁(2021)によると、日本国内の養殖業者数と労働者数は高齢化や後継者不足により一貫して減少傾向にあり、図 1.1 のように 1998 年と 2018 年では養殖業者数は 63%、労働者数は 49%減少している。特に養殖が主要地である漁村地域においては、人口減少は都市部以上に進行が顕著であり、養殖業やそれにかかわる産業の人手不足が顕在化している。



(水産庁(2021)『我が国の養殖業と成長産業化に向けた論点整理』より転載)

図 1.1 養殖業者数と労働者数の推移

次に、水産庁(2021)では、養殖業では勘と経験に基づく暗黙的な知識を使用した作業が問題視されている。具体的には、給餌量を調整する際の「魚の顔色を見ながら給餌する」などであり、「魚の顔色」とは毎日の業務で飼育魚と接している従業員が、魚の健康状態を表現したものである。農業とは異なり、飼料の高騰や、疾病の発生や赤潮被害の増大による生産効率の悪化といった、商品が生き物である難しさなどが課題として挙げられる。また、養殖業全体における課題として、給餌にコストがかかる点や、データ収集方法が安定しないなどが挙げられて

おり、第4章で詳しく説明する。

そこで水産庁(2021)から、IoTを使用した漁船漁業等の自動化・省力化等の技術開発や、作業の自動化、商品の高付加価値化の取り組みが行われようとしている。

日本での工場や農業に関するナレッジマネジメントに関しては多くの研究が行われているが、養殖業に関する研究はそれらに比べて少ない背景もある。(図1.2)

検索ワード	ヒット件数
ナレッジマネジメント 養殖	約 13 件
ナレッジマネジメント 農業	約 360 件
ナレッジマネジメント 工場	約 453 件
knowledge management aquaculture	約 6,420 件
knowledge management agriculture	約 73,700 件
knowledge management plant	約 57,900 件

図 1.2 Google Scholar での検索結果

「ナレッジマネジメント 養殖」でヒットした13件の研究内容でも、養殖業におけるナレッジマネジメントに関係している研究は少ない。具体的には、農林水産業とナレッジマネジメントといった、養殖業にフォーカスされていない研究や、自動観測を行うロボット船による養殖場観測のための航行経路探索システムのような、特定の業務にのみ関する研究がある。

他には、漁業の六次産業化と連携のビジネスモデルや、水産・海洋技術モバイル e ラーニングシステムに関する研究が行われている。沿岸資源などの情報が手作業で集計・整理されており迅速に集計できない点や、水温変化などの海洋環境と養殖品などの資源変動の関係が十分に解明されていないことがナレッジマネジメントの研究が少ない原因と考えられる。

1.2 研究の目的

今回の研究の目的は、IoT を利用する養殖企業や、家族経営などの養殖業者などに対して、養殖業の課題整理を行い、IoT を使用した新たなナレッジマネジメントを提案することである。

一般的にナレッジマネジメントを導入することによって、

- (1)新規就業者の減少や労働者の高齢化による人手不足や養殖業でのデジタル化が進んでいないことの改善.
 - (2)暗黙的な知識の継承やデータ管理を活用することで新規就業者が参入しやすい環境を作れる.
 - (3)既存の業務が省力化・効率化につながるようなシステムを使用することで、少人数の従業員や高齢者でも労働しやすい環境になる.
- などのメリットがある.

そこで、IoT を使用した新たなナレッジマネジメントを提案することで 1.1 の課題を解決できるのではないかと考えた。

本研究は、目的を明示するために、メジャーリサーチクエスション(major research question, MRQ)と 3 つのサブシディアリーリサーチクエスション(subsidiary research question, SRQ)を設定した。

MRQ:IoT による養殖業の業務効率化や知識継承, 商品の品質向上のためには, どのようなナレッジマネジメントが有効か?

SRQ1:現状の養殖業にはどのような種類や課題があるのか?

SRQ2:IoT を使用することでどのようなデータ管理や業務効率化, 知識継承, 品質向上につながるか?

SRQ3:養殖業のためのナレッジマネジメントとはどのようなものが有効か?

1.3 研究の方法

今回の研究の目的は、IoT を利用する養殖企業や、家族経営などの養殖業者などに対して、養殖業の課題整理を行い、IoT を使用した新たなナレッジマネジメントを提案することである。

はじめに、養殖 IoT やスマート養殖や、ナレッジマネジメントに関連する先行研究について調査し、現時点で明らかになっていることを確認する。また、スマート養殖の現状と課題についてと、養殖知識の共有・継承・創造の現状と課題についての、文献調査とインタビュー調査から再整理し、分析する。

次に、先行研究の産業開発などのナレッジマネジメントを活用して、養殖のナレッジマネジメントを提案する。

最後に、提案したナレッジマネジメントをインタビューすることによって、妥当性などを確認する。

SRQ1 に回答するために、インタビュー調査により養殖業の種類や現場における知識継承・省力化の現状と課題を調査する。また、先行研究から養殖業のデータや知識を利用している事例を調査する。SRQ2 に回答するために、IoT などを使用してナレッジマネジメントを用いている養殖企業の特徴について調査する。また、他の産業のナレッジマネジメントとの比較検討を行う。様々な養殖業者の養殖の種類や現状の課題についてインタビュー調査する。SRQ3 に回答するために、アンケート調査やインタビューデータを基に、新たなナレッジマネジメントを設計する。妥当性などを実際の養殖業者や水産センターへのインタビューで確認する。

1.4 用語の定義

本研究における用語の定義を示す。

・IoT

IoT(Internet of Things)とは、様々なモノとインターネットが接続され、相互に情報交換をする仕組みである。日本の法律では、「インターネット・オブ・シングスの実現」を「インターネットに多様かつ多数の物が接続され、及びそれら

の物から送信され、又はそれらの物に送信される大量の情報の円滑な流通が国民生活及び経済活動の基盤となる社会の実現」として定義された(特定通信・放送開発事業実施円滑化法, 2016).

インターネットに接続されるモノとしては、エアコンや冷蔵庫、電気ポットといった家電や、自動車や工場のカメラやセンサーが用いられることがある。

・スマート水産業

水産庁(2022)では、スマート水産業とは、『ICT, IoT 等の先端技術の活用により、水産資源の持続的利用と水産業の産業としての持続的成長の両立を実現する次世代の水産業』としている。詳しくは3章で説明する。

・ナレッジマネジメント

Ruggles(1997)は知識を「コンテキストな情報、数値、経験、規則の混ざり合った流体(fluid mix)」と定義した上で、ナレッジマネジメントを「三つの知識活動: 創造(generation), コード化(codification), 移転(transfer)をカバーする」ものと定義している。

1.5 本論文の構成

本論文は本章を含めて全7章で構成される。各章の内容について以下に記載する。

第1章：序論

本研究の背景、目的、方法を明らかにする。また、本研究の基本となる用語を定義する。

第2章：先行研究レビュー

本研究に関わる先行研究についてレビューする。

第3章：研究の方法

本研究に関わるインタビュー先について整理する。

第4章：スマート養殖の現状と課題

スマート養殖について定義する。スマート養殖についての調査、インタビュー

を参考に、スマート養殖の現状と課題について分析する。

第5章：養殖知識の共有・継承・創造の現状と課題

養殖知識の共有・継承・創造について、業務やブランド化の側面からみでの調査、インタビューを参考に、養殖知識の共有・継承・創造の現状と課題について分析する。

第6章：養殖ナレッジマネジメントの提案

先行研究のスマート養殖とナレッジマネジメントを活用し、養殖知識の共有・継承のみにとどまらずに、販売までのナレッジマネジメントを提案する。また、提案手法の妥当性などを確認するためにインタビューを実施する。

第7章：結論

MRQ, SRQ1~3 に回答し、本研究の貢献や今後の課題についてまとめる。

第2章 先行研究調査

本章では、先行研究を整理する。本研究の内容が貢献する分野の先行研究として養殖×IoTの研究とナレッジマネジメントの研究についてまとめた先行研究について概観する。

2.1 養殖×IoT

養殖業では生き物を相手にするため多くの作業が行われているため、様々な情報の収集や、省力化が求められている。これらの課題を解決するために導入されているのがIoTである。本項では、養殖のために開発されたIoTやIoTで収集したデータの使用方法方法などの論文についていくつか整理する。

大塚(2017)は、水産資源の減少と世界的な水産資源の需要増加により、養殖業ではより安定した供給を実現する必要があると述べている。そこで、海水温の予測が重要となってくる。水温異常による全滅事例も多くあり、社会的問題になっており、さらに品質を安定させるためには、水温確認を行ったうえで、養殖場所や業務を変更することが重要である。そこで実際に得た水温データと気象データを組み合わせることで、養殖における海水温の予測を行うアルゴリズムを提案した。

ある地域では、すでに水温を計測する装置が2007年より存在しており、既存装置は水温のみではなく、溶存酸素、クロロフィル、塩分濃度、および濁度を測定している。しかし、装置の老朽化や水温以外の測定装置の問題が発見され、水温のみを測定する観測装置に変更された。最終的な予測結果としては、センサの水温と気象データから平均誤差1.1°C程度で予測できることが分かった。また、風速データを加えた予測モデルでは平均誤差がおおむね1°Cであることから、予測は可能であることが示された。

今回はセンサを使用した海水温を予測したが他のIoTを使用したものも研究されている。Chassignet(2006)は航空機に加え、人工衛星から送られるセンサ情

報を基にした海洋情報の把握と予測を行うために、衛星画像と地上・海上にある気象やセンシングブイによる海水温データを利用した海洋の環境予測に関する研究を行っている。Hodur(1997)は、比較的細かな範囲の大気と海洋の状態を予測する研究、細田(2013)は、人工衛星に搭載されたマイクロ波センサと赤外線センサを利用して、海表面温度のセンシング精度を向上させる研究、安藤(2002)は、海水温変化と漁業の関係を定量化する試みとして、漁獲量と海水温度の関係を調査した研究、灘岡(2004)は、サンゴ礁の生育状況を衛星画像で判断する研究をおこなっている。

以上のように、水温センサや人工衛星などでデータを収集することによって、海水温予測モデルのような様々なことに活かすことができると分かった。

他にもセンサ自体を改良している研究などもある。Parra(2017)は、塩分濃度センサを改良し、取得したデータを利用した水質改善を行うシステムについて研究している。センサ自体は次の条件を必要とすると述べている。小型で設置場所を選ばない事、低消費の電力で年単位のバッテリーを駆動させることが可能である事、ネットワークを構築する際に柔軟に構築できる事、ノイズに強いため安定した通信を行える事、通信内容を暗号化することができるのでセキュリティーを守れる事である。そこで、ワイヤレスセンサーネットワーク (WSN) を使用することにした。WSN とは、多くの無線センサを配置して、無線センサからの情報を収集するためのものである。無線を使用することにより、有線とことなり配線の手間、場所が無くなりや敷設のコストやケーブルを抑えることができるというメリットがある。また、従来は設置場所の条件やコストの問題で実現できていなかったセンサーネットワークを無線化することにより構築が可能となった。

Rubio(2005)は、塩分濃度により、卵、幼生、成魚にかかるストレスがわかることが述べている。養殖場には陸上で受精、孵化、稚魚の成長を行う施設と、海で稚魚の成長から商品サイズになるまでを行う施設の 2 つに大別されることが多いと述べている。また、Postolache (2012)によって、塩分濃度センサも実際に使われている。原理として、電気伝導式とモール法がある。電気伝導式とは、サ

サンプルに含まれる電解質の量を検出して塩分濃度に換算する方法、モール法とはサンプルに含まれている塩素の量を検出して塩分濃度に換算する方法である。Parra(2017)は、塩分濃度センサを防水のため塩化ビニルを、覆って使用することを提案した(図 2.1)。その結果誘導磁界が少し減少したが、この低減を関数として表現できることが分かった。



(Parra(2017) 『Design and deployment of a smart system for data gathering in aquaculture tanks using wireless sensor networks』 図 3 より転載)

図 2.1 塩分濃度センサ

この論文の目標は、海と海に近い水道管を使い、陸上の水槽内の塩分変化を監視できるシステムを実装することである。また、水槽群ごとに望ましい塩分濃度となるように、2本のパイプから水を選択して養殖施設に供給するための混合水を調製することができるようにした。さらに、距離センサも使用した。水槽の水位を距離センサで確認して、水槽内の水の塩分濃度が適正ではない時、または水位低下がみられた時に、ポンプで水をくみ上げる。そうすることによって、制御システムで適性の塩分濃度になるように調整する。塩分濃度が適正でない場合は同じプロセスが繰り返される(図 2.2)。データの収集と保存を目的として、ノードの情報を要求し、保存して処理と決定を行うソフトウェアを開発。センサ同士の通信では、Wi-Fi よりも消費電力が少ない Bluetooth

を使用した。このように、塩分濃度センサと距離センサを使用することによって、養殖の塩分濃度と水位のデータを収集することによって、水槽内を効率よく制御できることが分かった。また、センサの扱い方で携帯通信方法に限らず、ワイヤレスネットワークで実際に通信できることが証明された。

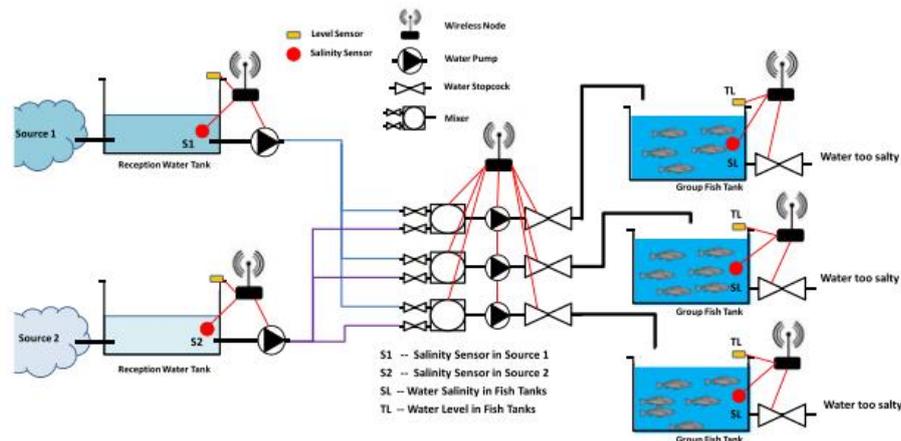


図 2.2 水質改善システム

以上のことよりデータを収集するためにセンサを開発していること、センサデータを使用することで養殖の生産に活かすことができると分かった。

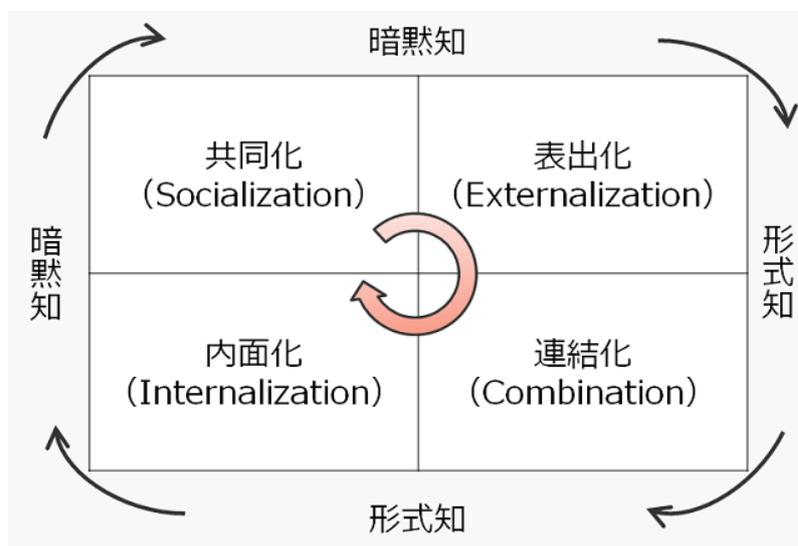
2.2 ナレッジマネジメント

野中(1996)は、ナレッジマネジメントとは、組織が IT を使用することで、企業価値を高めることができるナレッジを、創造・共有・再利用というプロセスで高速化、効率化するマネジメントの一種と述べている。また野中(1995)は、Micheal Polanyi (1980)が提唱した暗黙知についての理論に着目して、形式知と暗黙知における知識変換プロセスを4つのプロセスに分けた。それぞれを共同化、表出化、連結化、内面化というプロセスからなる SECI モデル(図 2.3)を用いることで、知識創造におけるプロセスを明らかにした。また、Davenport (1999)は、ナレッジマネジメントは一般的に「人、組織文化、プロセス、技術、知識」の5つの要素を用いて分析されると述べている。

さらに、Ruggles (2001)はナレッジマネジメントを一般には知識の創造・獲得・適用・アクセスを、より効果的に行えるようにして、プロセスやインフラストラ

クチャー、知的資本、内部構造を組み立てることと受け取られていると指摘している。その目的は修正・やりなおし、失敗を減らすこと、あるいはプロセスの改善を目的とすることとされているとしている。

次に梅本(2001)は企業経営の分野では、「知識」が重要なキーワードであると述べている。ナレッジマネジメントは、大企業だけに適用することができるというわけではなく、企業における経営の在り様を「知識」という観点から見なおして、新しい企業価値を創造し続けていくことにつなげていこうとするナレッジマネジメントの取り組みは、大企業、小企業のような規模の大小に関わらず適用することができる。そのため養殖の世界でも例外ではないといえる。



(株式会社 ITID(2020)『製造業向けコンサルティング』より転載)

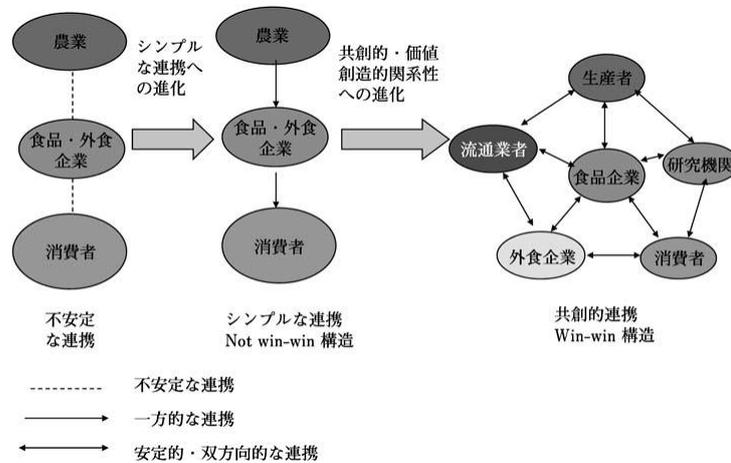
図 2.3 SECI モデル

現在の養殖業界を取り巻く環境は、漁業・養殖業従事者の減少・高齢化による「知識」の形式知化や、継承・共有ができていない点、養殖企業の所得が不安定な点、餌代単価の上昇、燃油価格の乱高下、赤潮や災害に対しての防除対策、などの様々な課題が存在する。本稿の目的は、養殖現場にナレッジマネジメントを提案することで、業務の改善や変革をサポートし、これらの諸課題に対応することができるのではないか。

次に養殖業と似ている第一次産業のナレッジマネジメントの先行研究について

て紹介する。

堀田(2010)は、農商工間の連携をナレッジマネジメントの視点から研究している。農商工間の連携には、原料供給の不安定性やコストが高くなる点、消費者の生鮮品に比べて加工食品に対する原料原産地に関する関心が低い点などの様々な要因があると述べている。そこで、農商工連携をとらえる視点として農商工連携の進化モデルを提案した(図 2.4)。農商工間の連携により、最終的に商品が付加価値を持ち、安定的に消費者や企業に認知され購入される商品になることは間違いないと示している。最初は不安定な連携による商品になることが予想される。



(堀田和彦(2010)『産業クラスター・ナレッジマネジメント的視点からの農商工連携の整理』より転載)

図 2.4 シンプルな連携から共創的連携への進化のモデル図

次の段階として、ひとまずという形で連携は形成されるが、課題を残したままのシンプルな連携が考えられる。

最終段階として、農業、食品・外食企業、消費者それぞれに内在するミスマッチを双方向で検討することによって共創的な商品開発、つまり Win-Win な状況になるのではないかと考えられる。

このような開発のプロセスの解明に有効なのがナレッジマネジメントであ

る。農商工間の連携によって生まれる新商品の開発工程では、農家、食品・外食企業、消費者それぞれにミスマッチが存在していると述べている。それらはそれぞれ別の分野から見れば形式知化されていない暗黙知の領域が多く存在していると考えられる。

そこで SECI モデルを使用して説明する。

まず、共同化では農商工連携でのマッチングにおいてお互いの暗黙知の共有がはかられることが考えられる。例えば消費者に対する、商品の加工品にはどのようなニーズがあるのか、どのような機会があれば実際に消費行動に移るのかといった点は、食品・外食企業サイドにとってはまさに数量化されていない暗黙知ということができると考えられる。また、生産者サイドの加工用の生産可能性についても、食品・外食企業サイドからは分からないという暗黙知の領域である。そのような所を共同化する必要がある。

次に表出化については、共同化を通すことによって暗黙知を形式知化するプロセスが行われる。マッチングを通すことによって新商品やサービスのアイデアが明確になること、原料供給や契約条件の具体化を行うことは、まさに暗黙知を形式知化することができるプロセスである。また、開発した商品やサービスに対する消費者の特定、販売・流通・宣伝方法の決定されることによって、より多くの原料確保、販売拡大のためのマニュアル化することができる。

そのようなマニュアル化することによって、他の農企業、消費者や他の流通業者にも拡張することができるようになり、形式知から形式知へのプロセスである連結化につなげることができる。

しかし、このようなプロセスが1度目で成功する可能性は低い。また新たな課題が見つかり、マニュアルの変更が求められる。そこで新たなプロセスを知ることによって、形式知から暗黙知に変化する内面化が行われる。

このように SECI モデルを通して、新商品や新技術の開発過程では暗黙知と形式知を繰り返し変換されることによって、よりよい商品や技術が生まれることが分かった。よってこのようなナレッジマネジメントに基づく分析視点で、農商工連携の進化を分析することができる。

アンケートを使用した分析の結果、農商工連携は産業クラスター、及びナレッジマネジメントに基づく、地域競争優位の条件、商品やサービスの開発プロセス、知識創造の促進要因等の様々な要因により、進化を遂げていることが明らかになった。

次に IT とナレッジマネジメントの関係について紹介する。

國藤(2001)は、知識に関係する組織論と IT を融合させることで、知識の共有・再利用・創造に関してくる IT 活用のあり方、技術継承・技術開発の方向性に新たな展開を発見でき、ナレッジマネジメントは進展すると述べている。さらに、知識技術が実装されることで、人間中心のユーザーインターフェースを備えているナレッジマネジメントが望まれており、各ツールを分類できる(図 2.5)。

また、國藤は事例からの教訓をいくつか挙げている。意思決定ではミドルアップダウンの意思決定(野中)が重要となっている。組織内部のシステムを再設計する際には、問題本質をつかみ問題解決に役立つようなナレッジを発見することが重要となっている。ノウハウはできる限りどのような形でもいいからテキスト化することによって、事例として残すことが重要となっている。以上のような教訓がナレッジマネジメントを設計する際に重要となってくることが分かった。

また、國藤(2001)はナレッジマネジメント設計の課題もいくつか挙げている。ハードに対しては資金を使用するが、ソフトやノウハウといったような、ナレッジにコストをかける意識が欠如している点、国の制度や規制により IT 時代に適していない点、プロジェクト会計制度など見直しに融通が利かない点などが挙げられていた。以上の課題も含みながらナレッジマネジメントの設計をする必要がある。

	暗黙知	形式知
暗黙知	社会化支援ツール <ul style="list-style-type: none"> ・超臨場感支援 ・タンジビリティ支援 ・ハイパーリアリティシステム 	表出化支援ツール <ul style="list-style-type: none"> ・発想支援ツール ・データマイニング ・テキストマイニング ・KDD
形式知	内面化支援ツール <ul style="list-style-type: none"> ・臨場感支援 ・アウェアネス支援 ・対面会議システム 	連結化支援ツール <ul style="list-style-type: none"> ・文書管理システム ・データベース管理システム ・グループウェア ・ワークフロー管理システム ・e-***

(國藤進(2001)『ナレッジマネジメントとIT』より転載)

図 2.5 知識スパイラル支援ツール体系

2.3 先行研究のまとめ

先行研究についていくつか紹介したが、養殖×IoTでは様々な分野に使われているセンサより収集したデータを養殖業に活かしている研究を見つけることができた。また、養殖業に導入するにあたって改良する必要が点なども調べることができた。ナレッジマネジメントについては、ナレッジマネジメントの定義から企業経営や農業におけるナレッジマネジメント、商工間のナレッジマネジメントについて調べることができた、これらのナレッジマネジメント研究を参考に、6章ではナレッジマネジメントを提案する。

第3章 研究の方法

研究の方法は文献とインタビューによる事例調査および事例調査(4章, 5章)に基づく手法の提案と評価(6章, 7章)である。

3.1 インタビュー調査対象

第2章の先行研究を踏まえて, 実際の養殖企業にインタビュー調査を行った。インタビュー方式は, 半構造化インタビューで行った。インタビュー先の企業は, 養殖業者と養殖業者以外の養殖関係企業, 合計13社インタビューした。以下にインタビュー企業名, 所在地, インタビュー方法, インタビュー時間, インタビュー日付, インタビュー相手をまとめた。(表3.1, 表3.2)

本インタビュー調査の目的は, 現在, 養殖業のIoTを導入しているか, スマート養殖に向けてどのような取り組みを行っているか明らかにすることで, スマート養殖の現状と課題について抽出することである。また, 知識継承に関する質問については, 4章で触れる。

インタビューを行った企業については以下の通りである。

養殖業者 双日・昌陽水産・雄昇水産・イワナの庵・射水サクラマスセンター・
田鳥水産株式会社・民宿 なかい 七尾湾の養殖業者
その他 水面水産センター・内水面水産センター・水産総合センター美川事業
所・長崎市水産センター・長崎市たちばな漁協・MizLinx

また, インタビュー調査は探索的に実施した。初めは, 全体的な養殖業に関することについてヒアリングしていった。件数を重ねる中で, それぞれの養殖業に関する具体的な課題や, 養殖規模, 養殖地域による課題についてインタビュー調査を行っていった。また, それぞれの考えや, 昔からの根付いた歴史などの, 業務や利益に関する事項や, 他の養殖業者に対する思惑・認識を明らかにする必要があるため柔軟的にインタビュー調査を実施した。以下に, インタビュートピックの一例を示す。(図3.1)

表 3.1 インタビュー先の養殖業者

企業名	所在地	インタビュー方法	インタ ビュー時間	インタ ビュー日 付	インタビュー相 手
双日ツナファーム鷹島	長崎県松浦市	Web会議システム	1 時間	2022/02/15	従業員
昌陽水産・雄昇水産	長崎県長崎市	対面	2 時間半	2022/08/19	代表取締役
イワナの庵	石川県白山市	対面	1 時間半	2021/11/16	代表取締役
射水サクラマス センター	富山県射水市	対面	2 時間半	2022/2/18	代表取締役
田鳥水産株式会社	福井県小浜市	対面	2 時間	2022/1/11	代表取締役
民宿 なかい	福井県敦賀市	対面	2 時間	2022/1/10	代表取締役
七尾湾トリガイ・ アカガイ養殖業	石川県七尾市	対面	2 時間	2022/8/30	代表取締役

表 3.2 養殖業者以外のインタビュー先

企業名	所在地	インタビュー方法	インタ ビュー時間	インタ ビュー日付	インタビュー相 手
石川県水産総合 センター	石川県鳳珠郡	Web会議システム	1 時間	2022/3/17	企画研究部部長
石川県内水面水産 センター	石川県加賀市	対面	1 時間半	2022/3/4	所長
石川県水産総合セン ター生産部美川事業所	石川県白山市	対面	1 時間半	2022/7/14	所長
長崎市水産センター	長崎県長崎市	Web会議システム	1 時間	2022/7/26	所長
長崎市たちばな漁協	長崎県長崎市	Web会議システム	1 時間	2022/7/26	顧問
株式会社MizLinx	東京都千代田区	Web会議システム	1 時間	2022/7/26	代表取締役

インタビュートピック

- 養殖の商品について
 - どのような経緯で取り組むことになったのか
 - 他の商品との違いはどのようなものがあるのか
- 養殖でのAI・IoTの活用状況
 - 使用している機械にはどのようなものがあるのか (IoTなど発達したものでなく、ポンプのような機械など)
- 業務の最適化に関する質問
 - 業務内容の中に暗黙知を必要とするような職人要素的なものはあるのか
 - 業務内容が確立するまでどのような流れがあったのか
- IoT以外の現場の記録の方法
 - 現場の記録、気づき、判断はどのように記録しているのか (紙? データ? それ以外?)
 - またそれらのデータの保存・共有方法について
 - 日報のような記録することを必須としているのか
- ベテランのノウハウを若手にどのように継承しているか
 - 今後若い人に続けてほしいか
 - もし職人氣質なものがあるとしたらどのように指導を行っているのか
- 養殖に関する他社等との情報交換は行われているのか
 - 他の養殖会社や水産センターとの情報交換は行われているか
 - 水産センターの方とはどのくらいの頻度で情報交換などするのか
- 最終目標及び達成するために必要な課題は何か
 - 今後どのような機械や情報があれば、業務が楽になるか
- 地域との関係にはどのようなものがあるか
 - 地域の人と協力している業務や販売などはあるのか
- 販売について
 - 商品の販売について工夫している点はなにかあるか

図 3.1 インタビュートピック一例

3.2 インタビュー先の分類

次にインタビュー先を分類した。分類法としては、生産規模、養殖の際の水温、海上養殖か陸上養殖か、商品にブランドがあるか、の4つで分類した(図3.3, 図3.4)。それぞれ分類した理由について説明する。

まず、生産規模についてだ。これは、生産規模によって従業員の人数や、業務内容などがかわってくるので分類した。また、基本的には生産規模が大きいほど、資金に余裕があることが多いので、機械を多く導入しているなどの気づきもある。

次に、養殖の際の水温についてである。これは、水温が高いと商品が成長しやすい環境、また成長させることを目的としていることが多い。反対に水温が低いと、冬場は基本的に餌を食べる量が少ないため成長することがあまりない点や、成長を目的とした養殖ではなく、脂を落とすような質を上げる事を目的としている養殖になることが多い。

そして、海上養殖か陸上養殖についてである。基本的に海上養殖では大規模な養殖を行うことができる特徴がある。また、扱うデータの水温などに対しては人が手を加えることができない点や、船で海上に行って作業を行わなければならない点などが挙げられる。陸上養殖では、飼育場の拡大にコストがかかるため生産規模は小さくなる点が挙げられる。そのため、稚魚を育てる事例が多く見受けられる。さらに、海上養殖と比べて、水温を一定に保つことができる点や、天候に左右されない点はスマート養殖に向いているということができる。

最後にブランドの有無についてである。商品にブランド性がある場合は、他の養殖業者と比べて特別な業務を追加することによって、差別化を図っている点が挙げられる。また、ブランドの確保のために水産センターと共同で研究、自社で何年もかけて実験を行うことで、新しいブランドを開発している点がある。ブランド性がない所では、大量生産を目的とした方針や、家族経営で自分の企業で消費する方針などが見受けられた。

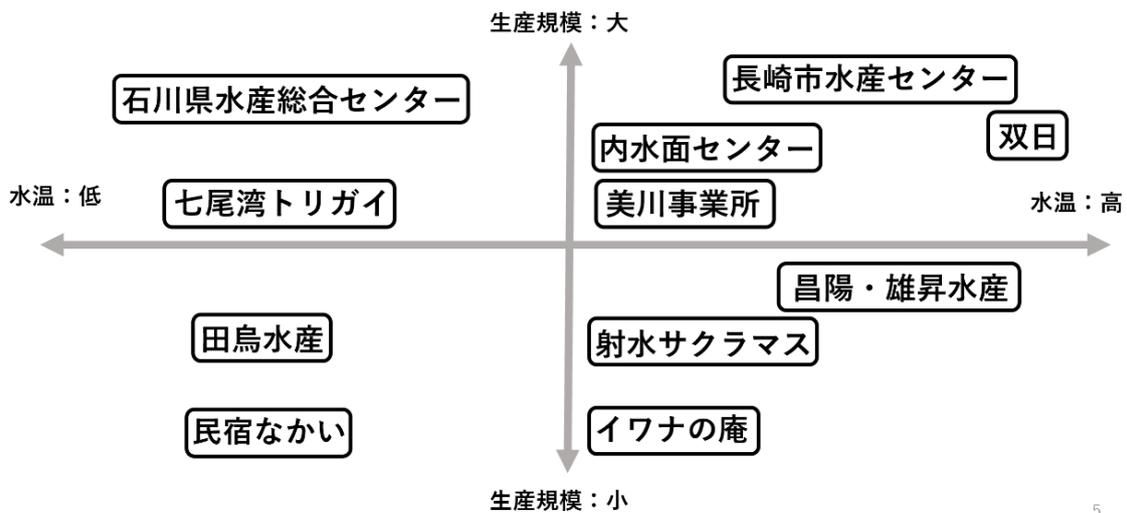


図 3.3 インタビュー先の分類(生産規模, 水温)

	ブランド：有	ブランド：無
海上	田烏水産 民宿なかい 七尾湾トリガイ 昌陽・雄昇水産	双日
陸上	射水サクラマス	長崎市水産センター 内水面センター 美川事業所 石川県水産総合センター イワナの庵

図 3.4 インタビュー先の分類(海上 or 陸上, ブランド性)

以上の分類から、大企業や中小企業の生産規模が異なる養殖場、水温の高低差がある養殖場の環境、ブランド有無による養殖の歴史、海上養殖・陸上養殖による設備や飼育方法について、様々な養殖業者にインタビューを行ったことから、インタビュー先は妥当といえるだろう。

第4章 スマート養殖の現状と課題

本章では、スマート養殖の現状と課題について整理する。まず、「スマート養殖」という言葉について定義する。その後、文献調査とインタビュー調査を通して、スマート養殖の現状について分析する。そして分析結果から、スマート養殖の課題についてまとめた後に、提案ナレッジマネジメントの参考にする。また、インタビュー調査した企業についても様々な分類を行う。

4.1 スマート養殖の定義

本研究では「スマート養殖」という言葉を使っているが、どのようなものかここで定義していく。

水産庁(2022)では、スマート水産業とは、『ICT、IoT等の先端技術の活用により、水産資源の持続的利用と水産業の産業としての持続的成長の両立を実現する次世代の水産業』としている。また、『水産資源の持続的な利用と水産業の成長産業化を両立させ、漁業者の所得向上と年齢のバランスとれた漁業就業構造を確立』を水産業の目指す将来像として挙げている。(図 4.1.)

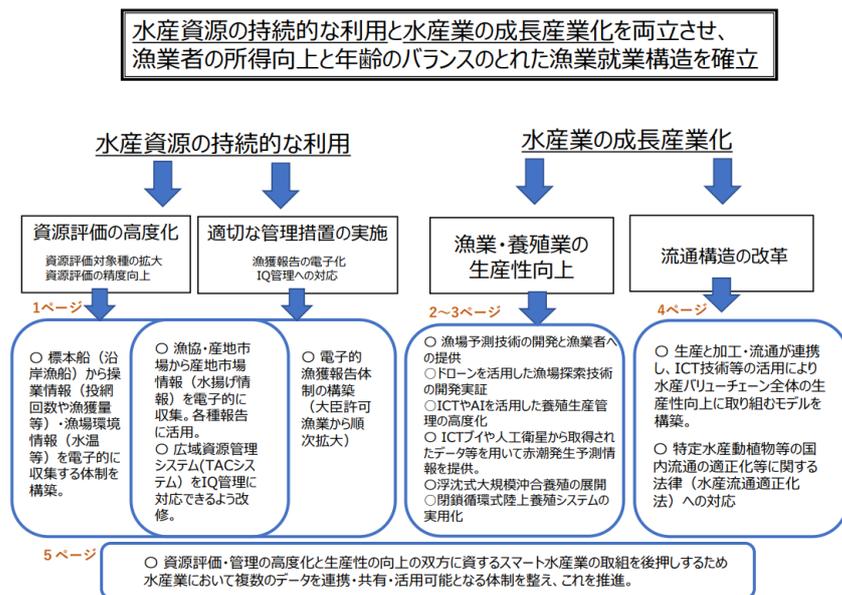
しかし、これでは「スマート養殖」が曖昧なためここで再定義する。

○ 水産改革の
目指す将来像

◆ 政策の方向性

◆ 取組の方向性

◆ 具体的な取組



（水産庁(2022)『スマート水産業の展開について』より転載）

図 4.1 水産政策の改革を支えるスマート水産業の取り組み

まず、スマート養殖の目的を整理してそこから定義する。

・適切な資源評価・管理を促進

養殖業では先行研究でも紹介した通り、様々なデータを活用することで様々なことに活用できることが分かった。そのようなデータを使用するには、データを収集する体制と、収集したデータを集約・蓄積することによって、資源評価や漁業管理などの複数の目的で活用できる環境を構築することが重要となってくる。そのために、センサなどのIoT導入が必要となってくる。ただし養殖業者は資源評価のためだけには、積極的に収集する動機がないことに加えて、データを収集・記録・共有するためにシステム導入や改修するためにコストがかかってしまう問題がある。

・生産性の向上

養殖業では、収入の安定や、企業成長のために商品の生産性の向上が求められている。その生産性の向上のためには、生産量に対する業務省力化・コスト削減

を目指す必要がある。そのためには、給餌システムの導入やプラントの大規模展開のような、養殖場の規模の拡大などがある。他にも、陸上養殖や給餌システム導入による養殖管理の高度化や、養殖経営体などに対する投資の加速、赤潮の予測や海洋ブイでの情報活用での生産性向上なども考えられる。

・担い手となる若者の確保

背景で述べたように、養殖業者の高齢化が進んでいる。さらに、新規就業者が入りやすい環境を作ることも必要となってくる。そこで、スマート養殖には次のような課題があると思われる。

- ・既存の養殖業者や新規の生産者がスマート養殖に取り組みたくなるような成功事例を作ること。

- ・スマート養殖を知ってもらうために、水産高校の学生や、今後養殖業に興味がある社会人に対する、有識者による出前授業や技術指導の実施。

- ・産学官などの行政による、養殖業者や試験機関に対するデータ標準化や、データポリシーの検討。

以上の項目をスマート養殖で解決することで、担い手となる若者の確保ができると考えられる。

これらがスマート養殖の目的になると考えられる。これらの目的を含めて本論文ではスマート養殖を次のように定義する。

『ICT, IoT等の活用により、養殖業の成長のために資源評価・管理、生産性の向上を実現させて、若者の参入により持続的成長を促進させる養殖業のこと』

4.2 スマート養殖の現状

本項ではスマート養殖の現状について、インタビュー調査と事例についての文献調査で整理する。具体的には、様々な種類の養殖業者のインタビューと企業のスマート養殖の導入事例の調査を通して明らかになった。スマート養殖にお

ける現状を特定する。

4.2.1 インタビュー結果

本節では、インタビュー調査のスマート養殖の現状について分析結果を整理する。まず、4.2.1にて、スマート養殖の取り組みについて幅広くヒアリングした結果の一部をまとめる。

スマート養殖について(養殖業者)

イワナの庵：給餌量、配達について、水温は日記につけている。五年間日記をつけており、後継者もないため設備を増やす予定はない。水温を測る際には、水銀温度計を使用している。薬はいっさい使わずに塩だけを使って皮膚の消毒をしている。魚の検査は水産センターが行ってくれる。

田鳥水産株式会社：情報通信企業のIoTセンサを使っていたが、役に立つとは限らない。クラウドでセンサデータを保存している。センサで水温を見て給餌量を変えている。水面から、50センチメートル、3メートル、5メートルのところの水温を計測している。3~4年分の気づきや経験を*iPad*で記録している。生産面だけではなく、物流面もDX化していきたい。

双日ツナファーム：業務効率化、在庫量・出荷量・売り上げ予測に活用、育成状況把握のために尾数カウントに取り組んでいる。給餌コストの削減、育成期間の短縮、危険予測・回避のために給餌の最適化に取り組んでいる。給餌の最適化、尾数カウントは他の研究者もしているが、成功はまだしていない。給餌では、バズカーを使って生け簀に餌を飛ばしている。

射水サクラマスセンター：日時、稚魚の産地、生け簀番号などのデータをもともと紙で記録していた。2017年～2019年のデータをパソコンにまとめている。現在は水温、DC、餌の種類・量、残存数、死亡数、不明魚の記録をしている。日報は作業後、事務所でパソコンに書いている。

七尾湾トリガイ・アカガイ養殖業：機械としては、洗浄機とコンベア、はかり、ポンプを使っている。一ヶ月に一回コンテナを高圧洗浄機で洗浄している。資金の問題で小さい船に変えているが、波があると作業が難しい。また、海で遊ぶ人が波を立てることもあるので、揺れないような設備があると嬉しい。洗車のように籠を流して洗ってくれるような機械があると助かる。フジツボがコンテナにくっついて、重い、餌をとられるなどがあるので、ヘラで掃除することもあり重労働なので対策をしたい。

昌陽水産・雄昇水産：自動給餌機を使用している。メモが必要な際には、海上で紙にメモをしている。生簀ごとに日誌的なものに記録をしている。エクセルに様式を準備しており、給餌量やセンサでの水温が自動的に記録されている。毎日の注文はその場で、電話で対応している。出荷作業などはグループLINEで管理している。現場の作業員では週2回の給餌機の掃除が重労働となっている。一次産業でもIoT、AIをどう活用するかが重要、流れについていけるように勉強したい。人間がいつも見る状況と同じような、海上からの視点カメラがあると嬉しい。AIが自動的に給餌量を判断して欲しい。音声システムでメモ行い、魚の出荷を管理できるアプリがあると嬉しい。

次に、水産センターや養殖機械の制作会社の、スマート養殖についてのヒア

リングの一例を紹介する。

スマート養殖について(養殖業者以外)

MizLinx : スマート養殖導入のために、固定型観測機器と移動型観測機器の開発に取り組んでいる。固定型観測機器は、海況データを陸上に飛ばすことで、養殖給餌の最適化でのコスト削減と、魚病・赤潮の検知で損害防止策の実施を可能にする。移動型観測機器は、海に行かなくても海の様子を広範囲で把握できるように開発している。実際に長崎県や宮城県で実験を行った事例がある。

内面水産センター：川の水を養殖場で使用するためにポンプを導入しており、水温より水流の方が飼育の際に重要である。ポンプに異常があれば、警報がなって知らせてくれる。日中の場合は職員が対応しており、夜は地元の方が泊まり込みで、簡単な対応をしてくださる。作業中のメモとして音声の需要はあるかもしれない。

水産総合センター美川事業所：池の掃除には塩ビ管にホースをつなぎサイフォンの原理を利用して池底にたまった汚れを吸い取っているが、先の魚の健康状態の観察と共に毎日のことであり手間や時間がかかる。機器を用いて水槽内の魚の動きで健康状態を判別している。また自動で水槽の掃除をできる機械があると業務が楽になる。

飼育水は地下水をポンプでくみ上げている。ポンプが停止したり、漏電があると警報が鳴る。ポンプは全部で4つあるので、すべてを使っている時期でなければ止まった場合でも残り3つで対応できる。停電に備えて予備の発電機を用意してあるが最近は停電が発生したことがない。

希望としては、水槽内の魚の動きで健康状態を判別できるようにした

い。また自動で水槽の掃除をできる機械があると業務が楽になる。

石川県水産総合センター：七尾湾で水温、海中クロロフィル、溶存酸素量を計測し、ホームページで公開している。貧酸素水塊の発生も伝えている。計測装置は3台あり、トリガイの養殖地で二点と養殖センターに一つある。民間で計測装置について研究して、残りは自分たちで組み立てた。今後の目標としては、IoTで加速していく水産業を継続的に続けていくことを目標としている。

以下にインタビュー調査からわかったことを整理する。養殖業者の現状としては、生産規模が小さい家族経営の養殖業者では、自動給餌機やセンサを使用したスマート養殖を取り組んでいるところは少なかった。また、反対にある程度の規模の養殖業者は自動給餌機を取り入れていたり、センサから自動的に収集していることが分かった。さらに、陸上養殖の場合は海上養殖に比べて、水を海や川から引いてくることがあるため、ポンプなどの特別な機械を導入することが必要だと分かった。そして、他の情報通信事業と連携してスマート養殖に取り組んでいる養殖業者がいることも分かった。

次に、養殖業者以外の企業についてだが、スマート養殖のためのスマートブリを開発しているベンチャー企業があることが分かった。これは、スマート養殖のための機器が完全には成長していないことが分かる要因になると考えられる。また、スマート養殖と呼ぶには遠いかもしれないが、異常が発生した時のために、警報が鳴ることや、予備の電源が用意されており、緊急時の対策を取っていることが分かった。さらに、県の取り組みで湾の水温などのデータを一般公開していることで、スマート養殖の促進につながる取り組みだと考えた。

どちらのインタビュー先にも共通していたことに、業務のデータ記録を紙に記入していることが分かった。取り出しやすいが、海上や水の近くでは、足場が不安定であったり、水にぬれる可能性があり、記録しにくいのではないかと思った。

4.2.2 先行事例調査

本節では、先行事例調査でスマート養殖の現状について分析結果を整理する。具体的には、スマート養殖の実例を行った地域、共同研究企業、具体的な IoT 活用内容で調べた範囲で紹介する。

福井県小浜市：

KDDI(<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/suishinkai-go2018/nourin/dai13/siryous3.pdf>)

「IoT センサ」を用いることで、水温、塩分濃度、酸素濃度などの海洋データ測定と、養殖業者の給餌量をタブレットなどの電子端末で管理・記録することによって、給餌量調整を最適化することができる PDCA サイクルを確立した。

長崎県五島市：KDDI

「採水用ドローン」と「空撮用ドローン」を使用し、海水データ、空撮データの収集とそれらのデータを応用活用して AI による分析を用いり、赤潮の発生を導入している養殖事業者に高速で通知することができるスマートデバイス向けの伝達システムを開発した。

愛媛県宇和島市：ウミトロン

(<https://www.kurasushi.co.jp/author/003038.html>)

給餌の自動化を行い、成育スピードを早めること、給餌ロスを減らすことに貢献した。スマートフォンなどの電子端末で、リアルタイムでの生け簀状況を確認でき、また遠隔で給餌も可能にしている。

また、KURA おさかなファームが、養殖事業者に、委託魚を全量買い取ることで、「高品質の商品の安定供給」と「養殖業者の方々のリスク軽減と収入の安定化」の併存にもつながっている。

北海道神恵内村：富士通

(<https://www.fujitsu.com/jp/solutions/industry/publicsector/fishtech/>)

ひとつの水槽の中で、ウニとナマコを同時に飼育する複合養殖に挑戦しており、村人が持っているノウハウや育成技術をマニュアル化し、最適な作業記録方法ができるようになった。作業実績をシェアできることで、属人的な作業を避け作業分担を可能にしており、村における雇用拡大にも貢献している。水産業のサプライチェーンの全体もサポートしている。

各企業がそれぞれの地域にあって機械を導入している。KDDIでは、新しい機械を導入するよりもデータを活用する事例が多い。海洋データでは、水温、酸素濃度、塩分濃度を使用しており、他にも、ドローンを養殖業に適用しており、海水の赤潮を持ってくるアイデアなどが見受けられた。

さらに、基本的には他の養殖業にも適用できるものの他に、特別な状態でのみのスマート養殖も見受けられた。ウニ・ナマコを同時育成するためのスマート養殖のように特別な事例も見受けられた。また、養殖・漁業のみにとどまらず、加工・流通、小売・外食という流れの水産業のサプライチェーンを支えており、環境にやさしい水産業に取り組んでいることを証明することもある。これからは、国際認証・トレーサビリティも重要となってくることが考えられる。

次に、スマート養殖を導入するために開発されたIoTについて整理する。こちらも、どのような仕組みのIoTか、どこの企業が開発しているか紹介していく。

エネルギーハーベスト型スマートブイ：京セラ

(https://www.kyocera.co.jp/ceatec/energy_harvesting_smart_buoy/)

小型で容易に取り付けできる特徴と、天候に左右されないというメリットがある潮流発電システムを搭載しており、海上でも安定的に電力供給が可能な特

徴を持っている。用途としては、海水温や海流と海洋環境の変化、ビーニルゴミなど、海洋問題に関係するデータの収集を行うことができる。

産業用水中ドローン：JOHNAN([https://www.johnan.com/rovmogool/rov-products/rov fishery/](https://www.johnan.com/rovmogool/rov-products/rov-fishery/))

水深 30m 以上の危険な場所でも使用できる水中ドローンである。漂流物や高波により養殖施設同士の衝突後などに、設置しているカメラで、すばやく状態を把握することが可能になっている。また、アンカーや養殖網をリアルタイムで点検することも可能で、商品の育成状況の観察でも活躍することができる。

シングルシード養殖：Re:Blue inc.(<https://rebluek.com/#concept/>)

日本の牡蠣養殖では垂下式が導入されているが、オーストラリアで主流とされているシングルシード方式で養殖できることを証明した。その結果、海洋環境データと成育データを蓄積・分析することで、養殖技術 IoT システムの構築に取り組んでいる。

開発された IoT はスマートブイや水中ドローンを開発したのが見受けられた。企業がもともと持っている先端技術を活用する点が見られ、電池や GPS システムを導入している。さらに水中ドローンの機能を拡張して、ただの水中だけではなく、どんな天候にも適した動きをできるようになっていた。

4.2.3 スマート養殖の課題

前節のスマート養殖の現状についての分析結果から、スマート養殖の課題を整理する。IoT を使用した用途や、インタビュー内容での発言を参考に、具体的に整理する。ここで発見したスマート養殖の課題を参考に 6 章でシステムを提案する。

初めに、インタビュー内容から、スマート養殖の課題の一例を紹介する。

七尾湾トリガイ・アカガイ養殖業：他の家族経営の養殖業でも養殖1本ではやっているところは少ない。トリガイの養殖のみならず、牡蠣の養殖や船を出してサヨリやスズキを釣っている企業や農業をやっているところもある。経営規模を大きくするには、資金が足りないので後継者を探すことは難しい面がある。また、若い人にとっては他の仕事の方が儲かるので、ここも後継者不足の課題になっている。

射水サクラマスセンター：寄り波で定置網が上げられることもあり、廃業してきた企業もいたことが課題になっている。魚の状況がよく分かるカメラで、レンズの部分を自動で掃除できるようなものがあればうれしい。底の汚れを自動的に吸い込むような機械があると嬉しい。

水産総合センター美川事業所：水槽内の魚を、カメラで動きを確認することで健康状態を判別できるようにしたい。また自動で水槽の掃除をできる機械があると業務が効率化される。

昌陽水産・雄昇水産：一次産業でもIoT、AIをどう活用するかが重要になってくるので、流れについていかなければならない。人間がいつも見る状況と同じ海上からの視点カメラがあると嬉しい。AIが自動的に給餌量を判断してくれるシステムを導入したい。音声システムでメモ行い、魚の出荷を管理できるアプリを導入したい。

民宿なかい：餌代の高騰で、給餌のコストがかかっている。記録でノートを取っていたが、途中で諦めた経験がある。

次に、4.2.2で紹介した事例の開発経緯について整理する。この開発経緯を整理することで、スマート養殖を導入していない企業の課題が浮き彫りになると考

えた。

福井県小浜市：KDDI

課題…生産コストのうち約6割以上が餌の費用になっていた。この原因として、エサの過剰供給が考えられた。そこで適切なエサの供給を行うことを目指す必要がある。

長崎県五島市：KDDI

課題…突然発生する赤潮の影響で、養殖魚が大量死してしまうリスクがあった。つまり、赤潮の早期検知・予測できることで、赤潮の被害を防ぐことを目指すことが課題になる。

愛媛県宇和島市：ウミトロン

課題…こちらも給餌にかかるコストと手間が課題になっていた。給餌を完全に陸上でやれるようになれば、さらなる効果が得られるのでは感じた。

北海道神恵内村：富士通

課題…跡継ぎ不足や漁獲量の低下により養殖業の衰退をやむない状況になっている。天然の漁獲のみで販売していたウニ・ナマコに、養殖業という選択肢が増えることで、通年における出荷を可能にすることができ、原料の安定した供給をはかることができるのではないかと考えた。

ここで、先行研究や先行事例で開発されたIoTを研究者・企業名、開発IoT・方式、開発経緯でまとめる（図4.2）。この図に示す通り、調査した範囲ではIoTはほとんど業務省力化や効率化に使われていることが分かり、知識共有・継承のために開発されているIoTが少ないことが分かった。このことにより、5章でも触れるが知識共有・継承のためにはどのようにIoTを導入するかが重要となってくる。

研究者・企業名	開発IoT・方式	開発目的
Lorena Parra, Postolache O	塩分濃度センサ	業務省力化
京セラ	エナジーハーベスト型スマートブイ	業務省力化
JOHNAN	産業用水中ドローン	センサの強度化
Re:Blue inc.	シングルシード養殖	成育データ蓄積・分析
KDDI	空撮・採水用ドローン	リスク軽減
ウミトロン	自動給餌機	業務効率化
富士通	複合養殖	生産量向上

図 4.2 養殖 IoT 事例

これらのスマート養殖の現状と課題から、多く見受けられたいくつかの課題を整理する。

課題 1-1, 給餌にコストがかかる

給餌には、労力のコストと金銭的なコストがかかることが課題だと、調査結果から一番多く見受けられた。ここでの労力のコストとは、海上養殖で給餌の際に生け簀まで船を出すことや、餌を生け簀にばら撒くといった行動が従業員のコストになることが分かった。また、自動給餌機を導入していない場合は、天候や高波に影響されて船が出せない問題が、給餌機を使用している場合は給餌機の掃除が問題になっている。金銭的なコストでは餌の高騰が問題となっていた。しかし、餌の高騰自体はこちらで対処することは難しい。そこで、過剰な給餌量を適当な量まで減らすことでコストを削減できることが考えられる。そのためには、AI による給餌量の最適化や、水中カメラなどにより魚の状態を確認しながら給餌することで、餌の量つまり金銭的なコストを抑えることができると考えた。

課題 1-2, データの記録方法が安定しない

スマート養殖の現状から、データ記録のデジタル化が進んでいないことが分

かった。デジタル化を進めるメリットとしては、タブレットやスマホで記録する場合は、紙と異なり防水を行うことができる点や、海上のような不安定な足場でも記録することができるようになる。他にもデータ活用する時に、デジタルでデータを扱うため収集・管理しやすい点がある。さらに、音声でメモができるようにしたいという意見も見受けられた。

課題 1-3, データの活用方法が分からない

自動給餌機やセンサを導入している企業もあったが、スマート養殖と呼ぶにはまだ遠く、データの活用方法が分からない点や、データ量が圧倒的に少ないことが問題として分かった。養殖の種類によってデータの活用方法が異なるので、それぞれの養殖の種類に合ったデータ活用、またはそれぞれの地域にあってデータ活用ができる環境が必要だと感じた。また、データ収集・管理のためには、事例であった通り地域全体でデータを共有していくことも考えられる。

以上がスマート養殖の課題になると考えられる。これらの課題をカバーできるような養殖ナレッジマネジメントを6章で提案する。

第5章 養殖知識の共有・継承・創造の現状と

課題

本章では、養殖業における知識の共有・継承・創造の現状と課題について整理する。ここで養殖知識という言葉について説明する。養殖知識は養殖業に使われるいくつかの知識のこととする。例えば、2章で説明した魚の状態を見て給餌量を調整することや、魚の健康状態を水上からみて判断する事などが挙げられる。このような飼育の知識もあるが、2章の農業の先行研究でも説明した開発の知識や販売の知識なども養殖知識の1種として考える。そこで本章では、インタビュー調査、事例調査から、養殖知識の共有・継承・創造の現状と課題について分析する。そして分析結果から、養殖知識の共有・継承・創造の課題についてまとめた後に、提案ナレッジマネジメントの参考にする。

5.1 養殖知識の共有・継承・創造の現状

本項では養殖知識の共有・継承・創造の現状について、インタビュー調査と事例についての文献調査で整理する。具体的には様々な種類の養殖業者のインタビューと企業の養殖知識の共有・継承・創造の導入事例の調査を通して明らかになった。養殖知識の共有・継承・創造における現状を特定する。

5.1.1 インタビュー結果

本節では、インタビュー調査の養殖知識の共有・継承・創造の現状について分析結果を整理する。まず、5.1.1にて、養殖知識の共有・継承・創造の取り組みについて幅広くヒアリングした結果の一部をまとめる。また、養殖業にとって、売り上げに直接関係し、知識が必要となってくる、販売についても説明す

る。

イワナの庵：65年前から養殖をしており、その時は完全養殖だったが、10年前から稚魚を買ってきて養殖を行っている。たまに記録しているデータは、給餌量、配達、水温、生簀の掃除について記録している。石川で最初の養殖場で開業して試行錯誤しながら進めていた。今のところ後継者はいないが、手伝ってくれる方はいる。業務などの知識継承は実際に働きながら教えており、その時は日記を参考にしている。魚の状態を見て、色が黒くなることで判断できるが、触って気づくこともある。販売面では、旅館関係や近江町市場の人が買いに来てくれるが、対応はすべて電話で行っている。また、自分で飲食店を持っておりそこでも消費している。

田鳥水産株式会社：水温を見て給餌量を変えている。3-4年分の気づきや経験をiPadで記録している。お客さんとは直接交流をしている。サバ養殖の交流会を開催して、情報交換を行うこともあった。特にその情報交換会では自分たちのきつい所を話し合った。クラウドでセンサデータを保存している。センサで水温を見て給餌量を変えている。3~4年分の気づきや経験をiPadで記録している。ビジネスモデルとして他のブランド商品と一緒に売っている。

双日ツナファーム：知見の共有はすすめられていない。日誌で記録せずにアプリで記録している。生産のための知識継承はうまくできていない。おいしさをAIで自動判別できるようにした。

射水サクラマスセンター：県の水産研究所からアドバイスがあったりする。業務内容をマニュアル化できるようにしている。道の駅や飲食店で取り扱ってもらっている。加工の際には、寿司職人に教わってい

る。

七尾湾トリガイ・アカガイ養殖業：他のトリガイ養殖場へ視察に行くこともあり、水産総合センターでマニュアルを作っていた。産者に労力をどれだけかけれるか模索しながら、協力しながらやってきた。平成16年から水産総合センターでアカガイ・トリガイの話などを他の地域から聞いてきたりしていた。最初からうまくいったのではなく、徐々にうまくできるようになった。育て方の違いは経験の差がでいると考えられている。海自体が1年ずつ水温や海流、水位が変わっているので経験の差が出やすいと考えられている。毎月会合が行われており、そこでは他のトリガイ・アカガイ養殖業者と貝の状態や悩み事を話している。漁協を通して、豊洲市場や金沢の市場に出荷している。少量だけ、高級飲食店に直接提供する場合もある。ホテルでマスコミ、流通関係者を集めて料理人に食べてもらう広報を行った。ミシュランのシェフに能登とり貝のレシピ集を作ってもらった。そこで一つ下のランクのシェフに参考にしてもらっていたりする。今年はどのような品質なものがいいのかなどの、首都圏の方に実際に現場まできてもらって、話す機会を設けた。・そこから他の料理人に能登トリガイが伝わっていくということもあった。

昌陽水産・雄昇水産：餌にゆうこうをいれて給餌をしているが、ここまで実験を約3~4年間かかっている。仕事内容は1年間隔で同じで、魚種が違って作業は同じである。作業は実際にやることで、体で覚えていくスタイルで教えている。魚の状態を見ながらどのようにすればよいか見せることで、熟練者と同じ目を持てるようにしている。ゆうこうしまあじを始めようとした要因は、トラフグが痩せ病になった代わりにフルーツ魚を参考に始めた。ゆうこうしまあじは、知り合ったゆうこう農家の人からゆうこうのしぼりカスをもって挑戦した。

生産者だけではなく市役所の方などでも広報していて、まず地元で広めていって全国に向けて広めていくという流れで頑張っている。実際に働いて覚えるという風潮だが、社員が自然と挑戦しやすい環境を作っている。水産センターの協力で、県内のスーパーに卸せるようになった。量販店への出荷がほとんどを占めている。最初は飲食店などには1匹単位で配達していたが、1年後には50匹単位で注文となった。基本的には社長が電話対応、事務作業をしている。他の都道府県の養殖水産業者から、教えてもらうだけではなく、教えたりしている。

内面水産センター：新人は前任者の記録を見ながら、自分で考え作業を行っている。分からないことがあれば逐一相談する。一方的に教えるより、自分で考えてから先輩に聞くほうが良い。日誌や事業報告書、引継ぎ書等で去年の作業（スケジュール等）の確認を行い、一年後見直して作業内容の確認をする。定期的に報告書を水産総合センターに残さなければならない。県内の養殖場では、ほぼ家族経営で後継者を雇う余裕がないため知識継承を行うところは少ない。他県の水産センターとの交流はある。業者間の情報交換は有効である。

石川県水産総合センター：新人は、現場で働く方もいれば市役所で行政を担当している方もいる。適性をみて配属していき、勉強時間があるわけではなく、最初から一人の職員として働いている。作業の記録はほとんどしていない。作業を録画して終わっている感じで、継承の活用をしているということではない。日報を書いて提出などはしていない。水産総合センターでは二枚貝研究会で情報交換が行われる。漁業者同士の交流では広島などに行ったり、水産総合センターが仲立ちしたりする。県内の養殖場では、ほぼ家族経営で後継者を雇う余裕がないため知識継承を行うところは少ない。

水産総合センター美川事業所：美川事業所のサケ増殖事業については1978年の開所以来、アユについても1998年以來の飼育実績があり、それらを経験のない担当者にも理解できるマニュアル作成を進めている。当事業所の作業は全員が協力して行うため、現在のスタッフは飼育魚や施設の基本的な知識を共有している。日報は正規職員のみ所内LANで確認できる状態であり、ミーティングや引継ぎ文により夜間勤務職員を含む全員が共有している。サケの採捕数や採卵数については事務所のホワイトボードに記載しているため全員が共有している。正規職員として赴任する者は殆どが水産学部系出身者であるため、魚類飼育についてはある程度の知識を持っている。

インタビュー調査から分かったことを整理した。養殖業者では、後継者がいないため知識継承を目的にコストをかけないようにしていることが分かった。また、後継者がいる場合でも、見て覚えるといった暗黙知での継承が多いことが発見された。反対に水産センターでは、他の水産センターと意見交換を行うこともあり、また地元の養殖業者の話し合いを設ける水産センターがあることも分かった。

生産以外での養殖知識では、開発の面では3～4年かけて水産センターと共同で研究することでブランドを確立させた事例が見受けられた。他にも、販売の面では、水産センターが協力することで販売経路の拡大や、市のPRによって認知してもらう取り組みがあることも分かった。

5.1.2 先行事例調査

本節では、先行事例調査で養殖知識の共有・継承・創造の現状について分析結果を整理する。具体的には養殖知識の共有・継承・創造の実例を行った企業、具体的な内容について紹介する。

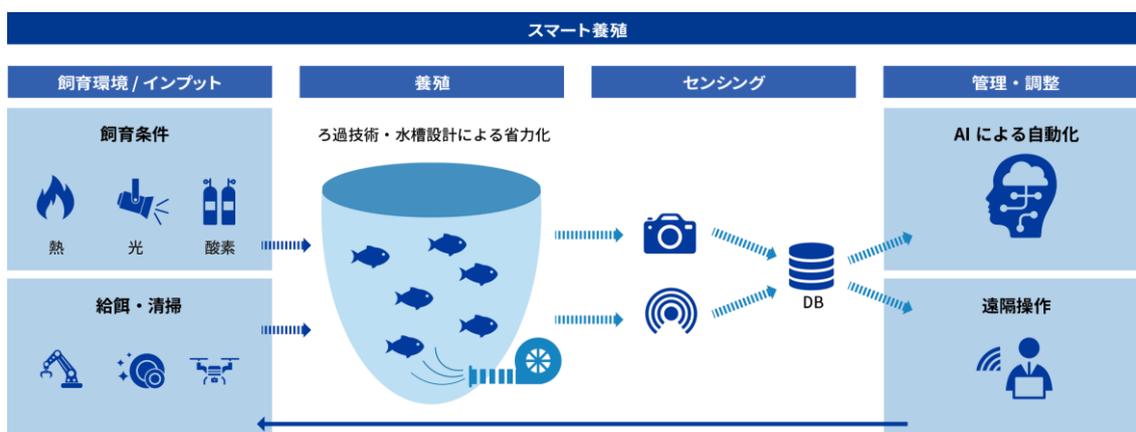
KURA おさかなファーム株式会社

(<https://kyodonewsprwire.jp/release/202203038197/>)

養殖業で魚の安定供給を目指して、くら寿司の子会社として KURA おさかなファーム株式会社が設立された。グループ内で生産から販売まで行うため、安定した供給先を確保することによって、高品質で安価な商品の提供を目指している。

ウミトロン

養殖業者と連携することで、AI/IoT によって魚の健康状態や水温等海洋データの変化を読み取り、自動または遠隔操作で生産の最適化、給餌・清掃を行えるシステムを開発した(図 5.1)。そのうえ、水槽設計やろ過技術によって、生産環境を自律的に維持できるようになり、コスト削減を目指している。



(リージョナルフィッシュ株式会社(2022)『リージョナルフィッシュ株式会社 HP』より転載)

図 5.1 知識管理システム

富士通

村が持っているノウハウや育成技術をマニュアル化し、低コストで作業を記録できるようになった。作業実績を共有することで、作業分担を可能にすることができるようになった。また、ブランド価値向上のために、養殖物のライブ映

像や、水質の状態、在庫、日々の業務内容を、スマートフォン・タブレットを使い、生産者自身で魅力を伝えることができるようになった。

今回記述した企業は、販売の知識を共有・継承・創造するシステムや、生産のノウハウをマニュアル化する事例を発見することができた。養殖業者よりも規模が大きい企業の取り組みによってだが、養殖知識の共有・継承・創造がAI・IoTによって可能、または手助けすることができることも分かった。

5.2 養殖ビジネス創造の知識共有・継承・創造

養殖業において他の商品と差別化することは、売り上げや知名度の向上には必要不可欠であると言っても過言ではない。そこで、差別化の方法としては、フルーツ魚という商品の養殖方法が存在する。この、フルーツ魚は給餌方法を変えることで、商品自体が変化するような養殖ビジネスの創造、つまり新しい養殖知識を創造していることといえる。そこで、本節では養殖知識の創造のひとつである、フルーツ魚の歴史や事例について調査する。これにより、養殖ビジネスの創造における流れについて整理する。

まず、フルーツ魚について説明する。フルーツ魚とは、日本において、養殖している魚の臭みを消すことを目的に、餌に柑橘類などの果物を混ぜて育てた養殖魚のことである。2007年に販売された高知大学が開発した鹿児島県で生産された柚子鱒王が火付け役である(深田, 2017)。同様の養殖魚に対して、『水産白書』では「柑橘系養殖魚」の呼称が用いられている(水産庁, 2020)。深田(2015)は柚子鱒王を、鹿児島県の漁協にて生産・販売されたフルーツ魚の元祖であり、ユズ果汁とユズ果皮を餌に加えることで、柑橘香の付与と鮮度の維持に成功し、世界で初めての「香る魚」として販売されたと述べている。

次に開発経緯について説明する。深田は、高知大学の「土佐の魚づくり」という取り組みで、ブランド魚を開発するように指示を受けた。そこでブランド魚を餌に工夫することで新しいブランド魚の開発を目的とすることにした。ブリは、

血合い肉の褐変などが課題になっていることを知り、それを抗酸化物質で抑制できることを知った。そこで、四国もしくは高知らしい原料かつ抗酸化効果が期待されるものを探した結果、高知の柚子に着目して研究を始めた。2006年に研究室の水槽試験で、柚子の果汁以外での原料の検討・添加量の検討を行い、その後、東町漁協で、生産試験を行ったが、養殖魚に香りがあまりのらずに、添加時期と飼料成分を再考することになった。2007年に、研究室で添加時期も含めた検討を行い、その結果をもって現場での試験を行った。香り成分の検出をしたところ、ブリの身へ香気成分が移行していることを確認した。その後生産を行っていったが、他の養殖生産グループが新しい柑橘魚を開発していき、他のフルーツ魚と比べ柚子鰯王の売り上げは悪かった。これは香川や愛媛では県の広報がうまく、マスコミの報道が多数あったことが考えられる。

この事例からいくつかのことが分かった、まず、試験から販売までの流れとしては、水槽試験、現場試験と行い、約4～5年ほどかかることである。これは、昌陽水産・雄昇水産の事例でもあったように新商品のための新しい養殖知識には長い年月がかかってしまうことが分かった。次に、フルーツ魚の開発経緯には、水産センターの働きかけや、研究者の力が必要ではないかと感じた。養殖業者だけでは、新商品を自分たちだけで開発するためにはコストと時間がかかりすぎるということが考えられるため、よほど大きな規模の企業ではない限り挑戦できないことと感じた。最後に、開発の知識だけではなく販売の知識が必要になっていたことだ。これも、先ほどのフルーツ魚の開発や昌陽水産・雄昇水産でも販売経路の確保と、広報活動が重要で、広報活動ではほとんど市が関わっていることが明らかとなった。

さらにもう一つの養殖知識の創造として養殖のオペレーションが挙げられる。これは、出荷までの業務から、1年間の業務、1日の業務などを、センサのデータや過去の業務データを参考に、業務のオペレーションを確立させることができると考えられる。この業務オペレーションを確立することによって、新規従業員が詳細に業務に取り組むことができるので、参入の壁を低くすることができる点、他の養殖業者意見交換などの協力をするすることで業務の最適化・省力化につ

なげることができるとも考えられる。

以上の気づきを活かして課題を整理する必要がある。

5.3 養殖知識の共有・継承・創造の課題

前節の養殖知識の共有・継承・創造の現状を分析した結果、課題を以下の項目で整理することができると考えられる。

課題 2-1, 知識の共有・継承に対して意識が低い

多くの養殖業者では知識の共有・継承に対しては意識が低いと感じた。理由は、後継者不足のために知識を共有・継承のために時間を使う必要がない点、昔からの見て覚えるという指導方法から変わらないため、暗黙知での局所的な共有や継承になってしまう点、知識を共有・継承するためのデータを収集していない点などが考えられる。そのため、知識の共有・継承をすることでメリットになる、または知識の共有・継承がしやすい環境を作ることが重要であると感じた。

課題 2-2, 生産以外の分野での知識共有・継承ができない

養殖業者にとって売り上げは重要となっているが、生産における知識の共有・継承・創造だけでは、企業として成功することが難しいと感じた。事例でもあったように新商品を開発するだけでは、他の商品に負ける可能性があることや、生産から販売までの知識があれば安定して、高品質で低価格な生産ができることもわかった。以上の分析より、生産以外の開発や販売などサプライチェーンがしっかりとしているシステムを提案する必要があると感じた。

課題 2-3, 養殖業者だけでは養殖知識の創造が難しい

いくつかの調査より、ほとんどの養殖業者が水産センター、または大学と共同で研究していることがわかった。これは先ほども述べた通り、養殖業者だけ

では、新商品開発・試験を自分たちだけでやるためにはコストと時間がかかりすぎることを考えられる。また、広報活動は市役所や水産センターのような、もともと広報の知識を持っている公の職員の手助けがあれば、なお養殖業者の成長につながると考えられるので、市と養殖業者が手を合わせたシステムを提案する必要があると感じた。

以上が養殖知識の共有・継承・創造の課題になると考えられる。これらの課題をカバーできるような養殖ナレッジマネジメントを5章で提案する。

第6章 養殖ナレッジマネジメントの提案

6.1 養殖ナレッジマネジメントの提案

本研究は、様々な規模の養殖業者を支援できるように、スマート養殖と養殖知識の共有・継承・創造について現状・課題について整理した。本章では、それらの課題を、いくつか紹介したIoT事例集、他の第一次産業のナレッジマネジメント、他産業における知識の共有・継承・創造の先行研究を参考に、様々な規模の養殖業者に適応した養殖オペレーションと養殖ビジネス創造それぞれのナレッジマネジメントを提案する。そして、最終的な養殖業における顧客価値連鎖分析も提案する。

6.1.1 養殖オペレーションのナレッジマネジメント

本節では、オペレーションにおけるナレッジマネジメントを提案する(図6.1)。

共同化：職人による給餌量の調整や、魚の健康状態の確認などを暗黙知として動画や画像を記録する。中小企業などは、タブレットやビデオカメラといった低コストの設備で記録する。記録内容としてはインタビュー事例を参考に、実際の業務姿を録画することや、魚の泳いでる姿の録画、疫病などが発症した魚の撮影などが挙げられる。大企業のようなコストに余裕がある企業は、水上カメラや水中ドローンを導入することも可能である。こちらもインタビュー事例を参考に、水中カメラ・ドローンでは、水中での作業の録画、水中での魚の泳ぎを撮影・録画することが挙げられる。水上カメラでも同じく、魚の泳いでる姿、健康状況を撮影・録画が有効だと考えられる。

さらに、どちらの企業にも共通して、後継者がいない高齢者の養殖業者や、すでに辞められた熟練者の業務のヒアリングをすることも例に挙げられる。

このような体制で、課題 1-2, 1-3, 2-1 をカバーできると考えている。

導入 IoT：タブレット・ビデオカメラ・水中カメラ・ドローン・水上カメラ

表出化：共同化で収集した画像やデータ，環境・業務内容の記録のような暗黙知で判断している部分を，数値・図・写真・動画・表に表出する。

ここでの記録内容は，インタビュー調査を行った中小企業の養殖業者を参考に
にする。

海水温推移表：市の農林水産総合技術センターなどから公開された，海水温を記録する。陸上養殖・海上養殖に限らず，使用する水深ごとに記録することによって，餌の食いつき具合などを予測することに繋がる。昨年との温度差が大きい場合には自分たちでメモを付け加える。

給餌量表：各月の水温・給餌量・残存数を計測している。実際の給餌量と理想の給餌量をグラフで可視化し，比較する。陸上養殖・海上養殖それぞれで比較しており，データからみでの気づきを書くようにする。例えば，入荷時（稚魚）が昨年より小さく，稚魚時の給餌方法が適正に行われていないため，早急な改善が必要などとメモをする。

給餌・出荷表：毎日の水温・給餌量・理論体重・残存数を記録する。出荷の種類（鮮魚・冷凍・フィレ加工など）ごとに，水揚/尾を記録する。給餌・出荷・水揚げの際の気づきをメモする。さらに，餌の食べ具合や飼育環境（天気・風速・波高さ・浮遊ゴミ・生け簀網状況）を記録することによって，飼育に活用できるようにする。

大手企業では，記録した動画・写真に評価やコメントを付け加えること，魚の状態によって目視で判別またはAIで判別することが表出化につながる。インタビュー事例を参考にすると，作業を動画・画像でまとめて業務内容と紐づけることで新規就業者への教材に，魚の健康状態を健康か否か判別して，それを判断教材にすることができる。

これらから，暗黙知を形式知に変える表出化を行うことができる。そしてそこから業務のマニュアル化につながると考えられる。

このような体制で，課題 1.1-2，1-3，2-1 をカバーできると考えている。

導入 IoT：スマートフォン・タブレット・水中ドローン・水上カメラ・水温センサー

連結化：他の同じ種類の生産を行っている養殖業者や、水産センターとの情報を共有する。表出化の時に制作した、業務のマニュアルや、記録したデータを共有する環境を整備する。インタビュー事例を参考にすると、月1で養殖業者・水産センターによる定例会を開くことによって、マニュアルや収集したデータの共有ができると考えられる。大企業では、自社内と協力養殖業者で共有することで、新入社員がすぐに業務に取り組むことができ、魚の健康状態について経験を積まずに判断できるようになる。IT企業と連携している企業などでは、AIで自動的に判断できるIoTを導入することも考えられる。また、水産センターからも、水温・溶存酸素量・クロロフィル量を共有できるような、スマート共有ブイを設置することにより、オンラインでブイ情報を共有することができる。

このような体制で、課題 1.1-3, 2-1 をカバーできると考えている。

導入 IoT：スマートフォン・タブレット・スマート共有ブイ・AI

内面化：他の養殖業者・水産センターから共有された業務マニュアルやデータを参考に飼育することで、新たな発見が生まれると考えられる。水温や稚魚によって、成育結果が変わると考えられるので、内面化することができると思われる。具体的には、中小企業では先ほど紹介した定例会で気づきや、改良した点を共有することで新たな知識を発見することができる。大企業では、マニュアル導入後の生産量や、AIでの正答率からフィードバックを得て、共同化につながると思われる。違う地域の同じ魚種で知識共有する場合には、オンラインで対応できるように対面会議システムを用意する必要がある。

このような体制で、課題 1-1, 2-1 をカバーできると考えている。

導入 IoT：対面会議システム

	暗黙知	形式知
暗黙知	<p>共同化</p> <p>職人による給餌量の調整や、魚の健康状態の確認などを暗黙知として動画や画像を記録する。後継者がいない高齢者の養殖業社や、すでに辞められた熟練者の業務のヒアリングを行う。</p>	<p>表出化</p> <p>共同化で収集した画像やデータ、環境・業務内容の記録のような暗黙知で判断している部分を、数値・図・写真・動画・表に表出する。中小企業では、海水温推移表などに、大手企業では、AIに出力することができる。</p>
形式知	<p>内面化</p> <p>他の養殖業者・水産センターから共有された業務マニュアルを参考に飼育することで、違う結果ができた時に新たな暗黙知が生まれる。違う地域で同じ魚種の知識共有する場合には、対面会議システムが有効である。</p>	<p>連結化</p> <p>他の養殖業者や、水産センターとの情報を共有する。月1の定例会や、AI導入による自動的な判断が挙げられる。水産センターではスマート共有ブイでデータを共有できる環境を作る。</p>

図 6.1 養殖オペレーションのナレッジマネジメント

6.1.2 養殖ビジネス創造のナレッジマネジメント

本節では養殖ビジネス創造におけるナレッジマネジメントを提案する。その際に使用される IoT も一例で提案する。(図 6.2)

共同化：どのような種類のブランド化に挑戦するか考える。このステップでは養殖業者のみで考える。現在の養殖をどのように改良するか、また、小売り業者や消費者のニーズを参考にできるような、養殖業者でフォームを作っておくこと、日頃から業者と話したことを収集して、日報をパソコンで記録できるような、記録しやすい体制を整えることで、共同化につながるようにする。

インタビュー事例から大企業の場合では、回転ずしのような飲食店と連携している場合もある。その際には供給先は決まっているので大量の生産ができるようなブランドに取り組むことができる。

このような、体制を作ることで、課題 1-2, 2-1, 2-2 をカバーできると考えた。

導入 IoT：養殖業者…意見フォーム・日報記録フォーム

表出化：このステップでは養殖業者のみで考えるのではなく、大学や水産センターと協力して考える。大学では、5章で紹介した事例のような、大学発の研究を開始すること、養殖業者の方がこれから大学と意見を交換できるようなイベントを開催することで共同化につながる事が考えられる。そこでは、ブランド化のために地元の特産品を組み合わせるアイデアや、その地域でしかできない特徴を収集することが重要になる。また水産センターでは、今までブランド化された商品にどのような特徴があるのか、開発のためにどのような実験を行ったのか、どのようなデータになったのかを事例ごとに分類しておくことで、ブランド創造までの開発期間などを予測できる。インタビュー事例を参考に、大企業ではこのような協力のもと、養殖業者で表出化する。

このような体制で、課題 1-3, 2-2, 2-3 をカバーできると考えている。

導入 IoT：水産センター…事例データベース

連結化：実際に大学や水産センターと共同でブランド化のための研究を行うことで、生産のためや成長過程の注意点などから飼育方法を検討する。大企業ではそこで、妥当性があるかどうか、商品にどのような特徴があるのかなどを説明やシミュレーションから確認する。

このような体制で、課題 2-2, 2-3 をカバーできると考えている。

内面化：連結化で検討した商品に養殖業者で実際に挑戦してみる。中小企業では、そこで収集した気づきやデータは各養殖業者で日報などにまとめる。そこで実際に生産・販売することで、暗黙知を得ることができ、そこからビジネスの知識について蓄積もすることができる。ここで蓄積した知識は、協力してもらった水産センターや大学と共有することで養殖業全体の進展につながるの

はないかと考えた。

また大企業ではブランド商品の販売で飲食店と連携している場合には、その飲食店での販売実績やお客様のニーズから新たなブランド化の知識に変えていくことができる。さらにブランド化では、生産におけるブランド化だけではなく、生産から販売までの経路をすべて追跡することによってその情報をブランド化している事例や、生産した商品を自社システムで判断することで価値をつけるような事例のように、様々なブランド化を探索していくことができる。

このような体制で、課題 1-3, 2-1, 2-2, 2-3 をカバーできると考えている。

	暗黙知	形式知
暗黙知	<p>共同化 どのような種類のブランド化に挑戦するか考える。現在の養殖をどのように改良するか、また、小売り業者や消費者のニーズを参考にできるような、記録しやすい体制を整える。</p>	<p>表出化 大学発の研究や、養殖業者が大学と意見を交換できるようなイベントを用意する。特産品との組み合わせや、その地域のみの特徴を活かすアイデアを収集する。</p>
形式知	<p>内面化 連結化で検討した商品を実際に挑戦することで、暗黙知を得ることができる。また、生産のみにおけるブランド化にとどめず、商品を自社システムで判断することで価値をつけるように、様々なブランド化を探索していく。</p>	<p>連結化 水産センターや大学の研究で新たに発見されたデータから、ブランド魚の飼育方法を検討する。妥当性があるかどうか、商品にどのような特徴があるのかなどを確認する。</p>

図 6.2 養殖ビジネス創造のナレッジマネジメント

6.1.3 養殖業者の顧客連鎖分析

本節では、養殖業者の顧客価値連鎖分析を提案する。

まず、石井(2008)によると顧客価値連鎖分析(CVCA : Customer Value Chain

Analysis)は、製品や工程の開発において、決定権者や中間業者をはっきりさせ、誰が購入を決定するのか、複雑な市場の構造と各業者との関係を明確にするという効用があると述べている。そこで、提案ナレッジマネジメントによる養殖業者の CVCA について紹介する(図 6.3)。ナレッジマネジメントの提案では、養殖業者が様々な業者と関連している。「ブランドの創造」の段階では、水産センター、大学、市役所と協力する。そこで養殖業者は、図の通りに、物理データやアドバイス、ビジネス提案で関連しており、新しいブランドの実証データや検証場所の提供、開発されたブランド商品を市役所が市の名産品として PR 活動などとして関連している。さらに、「ブランドの創造」の時に、販売元の小売業や消費者からニーズを集めることで関連している。「生産」の段階では、生産の効率化や安定のためにアドバイスを聞くこともある。「販売」の段階では、小売業に卸しているが販売経路の拡大のために、市の発展のために地元の小売行に商品を売り込むこと、市の特産品としての PR することが挙げられるので、市役所と小売業が関連していることも挙げられる。最終的には、養殖業者も安定した生産・販売をすることができ、市役所も特産品などが増えて Win-Win の関係を築くことができると考えている。

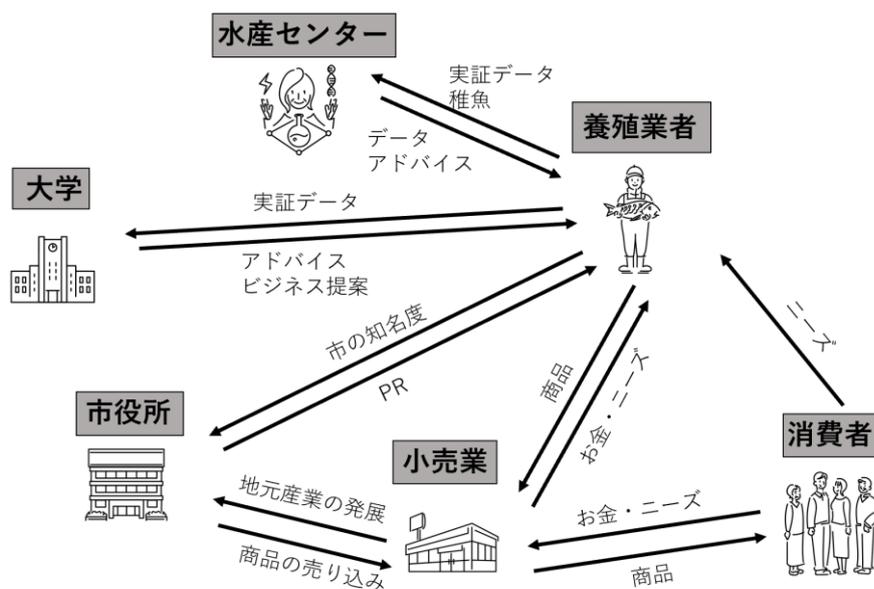


図 6.3 養殖業者の CVCA

6.2 インタビュー調査

本研究で提案した、ナレッジマネジメントと CVCA における妥当性の確認と改善点などのフィードバックをするために実際に養殖のナレッジマネジメントを進めており、養殖ブランド創造に取り組んでいる養殖業者にインタビュー調査を行った。インタビュー調査は 2023 年 1 月 20 日に、提案ナレッジマネジメントと CVCA を説明しながら、1 時間半程度で行った。

6.2.1 インタビュー調査目的

養殖業者の業務管理者を対象として、インタビューを行うことで、本研究に提出したナレッジマネジメントの妥当性を明らかにする。ユーザーの立場から、提案手法の良い点と改善点を確認する。

6.2.2 インタビュー調査結果

提案ナレッジマネジメントと CVCA の良かった点と課題・改善点を具体的にインタビューした。以下にインタビューの要約を記す。

良い点：

- ・水温を水産センターや大学から共有されると、水温度差が重要となる陸上養殖においては非常に有効である。
- ・水温や給餌量の増減、商品の体重を表やグラフで見える化することは、知識共有するだけではなく、従業員の業務のマンネリ化を防ぐことができる。さらに、具体的に数値化できるため目標を立てやすく、従業員のモチベーションを維持できる。
- ・実際の業務を録画して見せることは、新人にとって興味を持って見ることができ、業務内容と紐づけやすい。
- ・養殖オペレーションの内面化では毎年海洋環境は変化していくので、毎年新

しい暗黙知が生まれることはある。

- ・養殖ブランドの創造では、市がはじめることもあり、大学からそのためのアドバイスを受けることもあるので妥当性もある。
- ・CVCA の通り、実際にブランドの露出や浸透していくためには市役所や水産センターの協力が必要である。
- ・養殖オペレーションのナレッジマネジメントは毎年まわすことができ、ブランドの創造では5、6年単位でまわすことになりそう。

改善点：

- ・従業員が気づきなどをなかなか自主的には言ってくれないので、そこをどのように発言してもらえるように工夫する必要がある。
- ・海上養殖での給餌ロスがわかりづらいこと、生きている状態においての身の色づきや脂肪量を計測すること、これらをIoTで解決する策が欲しい。
- ・大企業ではノウハウやデータなどの共有には、組織のルールで難しいところもある。
- ・養殖オペレーションのナレッジマネジメントでは、従業員が業務を学んでも応用的なことに活かせるか分からない。
- ・実際には消費者からニーズを直接聞くことがないので、妥当性は分からない。
- ・CVCAでは他にも全漁連からの販売経路開拓もあり、他にも認知度を上げるために地元の学校と関連することもあるので、もう少し関連業者が増えると思う。

以上のインタビューより良い点と改善点をまとめる。良い点ではある程度の妥当性を確認できたことである。例えば、養殖場の水温では水深によって水温が異なるためその需要があることやデータ共有をしている事例があることはこのナレッジマネジメントは妥当であるといえる。他にも業務風景を録画して教材にすることは、新規就業者に分かりやすいだけでなく、モチベーションを高める役割もできると現場で働いている方のコメントからも、想像以上に効果を

期待できる点なども含めてある程度の妥当性が保証されるのではないかと感じた。

改善点では、実際に実演しないと分からない点がいくつかあることである。気づきを記録・共有する体制については提案できたものの、実際に従業員が気づきを自主的に発言してくれるかは分からない点、インタビューも大企業での知識継承・共有・創造についてはある程度しか分からない点があることなどが挙げられる。これらの改善点を修正するためには、実際に提案ナレッジマネジメントを実証して課題を再確認する必要、この提案について大企業にインタビューを行うことなどが考えられる。

第7章 結論

7.1 本研究のまとめ

本研究は、IoT を利用する養殖企業や、家族経営などの養殖業者などに対して、養殖業の課題を様々な視点から抽出した。さらに、IoT を使用した新たなナレッジマネジメントと新たなナレッジマネジメントを実現するためのエコシステムの提案を行った。最後に、実際の養殖業の社長にインタビューを行い評価した。

7.2 リサーチクエスチョンの回答

本節では提出したリサーチクエスチョンにそれぞれ回答していく。回答は以下の通りである。

- ・SRQ1：現状の養殖業にはどのような種類や課題があるのか？

養殖業者、養殖関連企業、事例調査をもとに、現状の養殖業における課題について整理することができた。養殖業の種類においては大きく分けて、家族経営などの中小企業と、IT 企業と連携している大企業の2種類に分けることができ、それぞれの現状をまとめることができた。また課題としては、給餌にコストがかかる点、データの記録・活用方法が安定しない点、知識の共有・継承に対して意識が低い点、養殖業者だけでは養殖知識の創造が難しい点などが分かった。

- ・SRQ2：IoT を使用することでどのようなデータ管理や業務効率化、知識継承、品質向上につながるか？

養殖業でIoT を使用することで、水温・給餌量などの数値データ、魚の健康状態などの画像、魚の遊泳姿や実際の業務内容を撮影した動画などを管理する

ことができると分かった。それらのデータを使用することで、新規就業者への教育が簡単になり業務効率化、給餌量調整などの知識継承、生簀内の尾数把握による品質向上につながる事が分かった。

・SRQ3：養殖業のためのナレッジマネジメントとはどのようなものが有効か？

ナレッジマネジメントを提案するにあたって、養殖オペレーションと養殖ビジネス創造の2つのナレッジマネジメントについて提案した(図7.1,7.2)。

養殖オペレーションのナレッジマネジメントでは、まず養殖業者の暗黙知をIoTによって記録する。その際には大企業、中小企業ごとで記録方法が異なる。その暗黙知をデータに変換するように形式知に表出化する。その後、形式知を他の養殖業者、水産センター、大学などと共有して連結化を行う。そして、実際に形式知を活用することで新たな暗黙知を発見してナレッジマネジメントを回すことができる。

養殖ビジネス創造のナレッジマネジメントでは、まずどのような種類のブランド化に挑戦するか考える。その後大学や水産センターと協力して目指すブランドを考慮しながらアイデアを収集する。研究で発見されたデータからブランド化する魚や飼育方法を模索していく。そして、実際に挑戦することで暗黙知を得ることができ、そこからまたナレッジマネジメントをまわすことができる。

	暗黙知	形式知
暗黙知	<p>共同化 職人による給餌量の調整や、魚の健康状態の確認などを暗黙知として動画や画像を記録する。後継者がいない高齢者の養殖業社や、すでに辞められた熟練者の業務のヒアリングを行う。</p>	<p>表出化 共同化で収集した画像やデータ、環境・業務内容の記録のような暗黙知で判断している部分を、数値・図・写真・動画・表に表出する。中小企業では、海水温推移表などに、大手企業では、AIに出力することができる。</p>
形式知	<p>内面化 他の養殖業者・水産センターから共有された業務マニュアルを参考に飼育することで、違う結果ができた時に新たな暗黙知が生まれる。違う地域で同じ魚種の知識共有する場合には、対面会議システムが有効である。</p>	<p>連結化 他の養殖業者や、水産センターとの情報を共有する。月1の定例会や、AI導入による自動的な判断が挙げられる。水産センターではスマート共有パイでデータを共有できる環境を作る。</p>

図 7.1 養殖オペレーションのナレッジマネジメント(再掲)

	暗黙知	形式知
暗黙知	<p>共同化 職人による給餌量の調整や、魚の健康状態の確認などを暗黙知として動画や画像を記録する。後継者がいない高齢者の養殖業社や、すでに辞められた熟練者の業務のヒアリングを行う。</p>	<p>表出化 共同化で収集した画像やデータ、環境・業務内容の記録のような暗黙知で判断している部分を、数値・図・写真・動画・表に表出する。中小企業では、海水温推移表などに、大手企業では、AIに出力することができる。</p>
形式知	<p>内面化 他の養殖業者・水産センターから共有された業務マニュアルを参考に飼育することで、違う結果ができた時に新たな暗黙知が生まれる。違う地域で同じ魚種の知識共有する場合には、対面会議システムが有効である。</p>	<p>連結化 他の養殖業者や、水産センターとの情報を共有する。月1の定例会や、AI導入による自動的な判断が挙げられる。水産センターではスマート共有パイでデータを共有できる環境を作る。</p>

図 7.2 養殖ビジネス創造のナレッジマネジメント(再掲)

7.3 本研究の貢献

本研究を進めるうえでのリサーチギャップとしては、工場や農業におけるナ

ナレッジマネジメントについての先行研究はいくつかあるが、養殖業におけるナレッジマネジメントを活用している事例が少ない点が挙げられる。このようなリサーチギャップに対して、本研究ではアプローチを試みた。まず、インタビュー調査と先行事例調査、考察を通して養殖業の課題を特定することができた。それらの課題から実際の業務においてどのような知識やデータを収集することで業務効率化、品質向上につながるか明らかにした。さらに、養殖オペレーションのナレッジマネジメントにとどまらずに養殖ビジネス創造のナレッジマネジメントまで提案し評価した。このように養殖業におけるナレッジマネジメントの土台といえるものを提案したことが本研究の貢献である。

7.4 本研究の限界と今後の課題

本研究の限界点については2点考えられる。1点目は、提案したナレッジマネジメントのインタビューに偏りがでた点である。今回スマート養殖の現状や知識継承についてインタビューを行ったがほとんど企業のトップがインタビューだった。そのため、企業におけるトップの意識や意見を多く認識した部分が考えられる。実際に業務を行っているトップもいるためギャップが少なかった可能性もある。2点目は提案手法の養殖ブランド創造の有効性検証実験が難しいという点である。有効性がでるまで検証した場合、実務における想定活用場面で提案手法が効果を発揮しているか確認しづらい点がある。また、養殖ブランド創造の有効性がでるまで5年ほどの長い年月がかかること、もう一度同じ企業が新しいブランドを創造することができるのか分からない点がある。

さらに今後の課題は、2点考えられる。1点目は、養殖オペレーションにおける気づきの抽出の際に、多くの気づきを抽出できるかという点である。実際に業務内容に慣れてしまい新しい気づきがなかなかでない場合、従業員がもともと気づきを見つける意欲がない場合が存在すると思われる。これらの解決策として、気づきが発見しやすい環境や、モチベーションを維持して気づきを自主的に見つけることができるようになる環境を用意することなどが考えられ

る。2点目は、養殖ブランド創造の記録・共有体制が確立されていない点である。提案ナレッジマネジメントでは養殖ブランド創造のために様々な協力企業とアイデアを出していくが、養殖業者が関係していない所でもおそらくアイデアが出ていると思われる。その知識を記録・共有できるようにすればさらによりナレッジマネジメントになると考えられる。

参考文献

- Chassignet, E.P. et al.: Ocean prediction with the hybrid coordinate ocean model (HYCOM), Ocean weather forecasting, pp.413–426, Springer Netherlands (2006).
- Diamond Harvard Business: 「特集」ナレッジ・マネジメント, 1999年9月号.
- DXで進化する水産業 | FUJITSU Fishtech®<https://www.fujitsu.com/jp/solutions/industry/public-sector/fishtech/>
- Hodur, R.M.: The Naval Research Laboratory's coupled ocean/atmosphere mesoscale prediction system (COAMPS), Monthly Weather Review, Vol.125, No.7, pp.1414–1430 (1997).
- I. Nonaka and H. Takeuchi: The Knowledge-Creating Company, Oxford University Press, 1995.
- KDDIが取り組むスマート漁業～ワクワクを地方へ～ | KDDI <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/suishinkaigo2018/nourin/dai13/siryoku3.pdf>
- Lorena Parra, Sandra Sendra, Jaime Lloret, Joel J.P.C.Rodrigues: Design and deployment of a smart system for data gathering in aquaculture tanks using wireless sensor networks, International Journal of Communication Systems, Vol.30, No.16, (2017).
- Micheal Polanyi 著, 佐藤敬戸訳: 暗黙知の次元—言語から非言語へ, 紀伊国屋書店, (1980).
- Postolache O, Girão PS, Pereira JMD. Water quality monitoring and associated distributed measurement systems: an overview. Water Qual Monit Assess, 25 - 65, (2012).
- ROV (産業用水中ドローン) 「MOGOOL シリーズ」 | JOHNNAN <https://www.johnan.com/rov-mogool/rov-products/rov-fishery/>
- Rubio VC, Sánchez - Vázquez FJ, Madrid JA. Effects of salinity on food intake

- and macronutrient selection in European sea bass. *Physiol Behav*, 85(3):333 - 339,(2005).
- Ruggles,R.,Knowledge Management Tools. Routledge, London.
[https://doi.org/10.4324/9780080509846\(1996\)](https://doi.org/10.4324/9780080509846(1996)).
 - 英虞湾・的矢湾・五ヶ所湾環境モニタリングシステム，志摩市政策推進部里海推進室，入手先 〈<http://www.satoumishima.jp/data/monitoring/>〉（参照 2022-12-20）.
 - 安藤朗彦：衛星リモートセンシング技術を用いた筑前海 春季水温分布の変動といか釣り漁業との関連，福岡県水産海洋技術センター研究報告，Vol.12, pp.45-50 (2002).
 - 石井浩介，飯野謙次，価値づくり設計，養賢堂，p.20~25(2008).
 - ウミトロン <https://www.kurasushi.co.jp/author/003038.html>
 - 梅本勝博，妹尾大:酒造りとナレッジ・マネジメント，日本醸造協会誌，第96巻，第8号，p.500-505，(2001).
 - エナジーハーベスト型スマートブイ | 京セラ
https://www.kyocera.co.jp/ceatec/energy_harvesting_smart_buoy/
 - 大塚 孝信,北澤 裕司,伊藤 孝行；持続可能な海産養殖のための海水温予測アルゴリズムの提案，情報処理学会論文誌，Vol.59，No.2，442-449,(2018).
 - 國藤進，山口高平:ナレッジマネジメントと IT，人工知能学会誌，16 巻 1 号，p.42-48，(2001).
 - 国立研究開発法人情報通信研究機構法及び特定通信・放送開発事業実施円滑化法の一部を改正する等の法律（平成 28 年法律第 32 号）
 - シングルシード養殖|IoT スマート養殖技術|Re:Blue inc.
<https://reblue-k.com/#concept/>
 - 水産庁：スマート水産業の社会実装に向けた取り組みについて
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/suishinkaigo2018/nourin/dai13/siryous.pdf> (2021).
 - 水産庁：令和 2 年度水産白書
https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/r02_h/trend/1/t1_f2_2.html(20

- 20).
- ・水産庁：我が国の養殖業と成長産業化に向けた論点整理
https://www.jfa.maff.go.jp/j/saibai/yousyoku/attach/pdf/seityou_19-5.pdf
(2021).
 - ・灘岡和夫, Paringit, E.C., 山野博哉：サンゴ礁のリモートセンシング, 環境省・日本サンゴ礁学会編 日本のサンゴ礁, 環境省, 東京, pp.95-106 (2004).
 - ・野中郁次郎, 竹内弘高, 梅本勝博: 知識創造企業, 東洋経済新報社, (1996).
 - ・野中郁次郎：知識創造の経営, 日本経済新聞社, (1990).
 - ・深田陽久, 柑橘類を用いた新しい養殖ブリ(香るブリ)の開発, 日本水産学会誌, Vol. 81, No.5, p.796~798 (2015) .
 - ・深田陽久, フルーツ魚の開発について, 日本調理科学会誌, Vol. 50, No.3, p.124~126 (2017) .
 - ・プレリリース配信サービス | 共同通信
<https://kyodonewsprwire.jp/release/202203038197/>
 - ・細田皇太郎：2. 衛星リモートセンシングによる海面水温観測, 写真測量とリモートセンシング, Vol.52, No.5, pp.234-238 (2013).
 - ・堀田和彦：産業クラスター・ナレッジマネジメント的視点からの農商工連携の整理, 食料・農業・農村経済学会, 110号, p.1-12, (2010).

謝辞

本研究の遂行にあたり、指導教官として終始丁寧にご指導を賜った北陸先端科学技術大学院大学 内平直志教授に深謝の意を表します。研究計画や研究内容の変更、手法検討といった多くの要件の中で数々の助言を頂き無事に本研究を完成させることができました。また、副テーマ研究を通してインタビューの基礎などを学ばせていただいた北陸先端科学技術大学院大学 伊藤泰信教授、共に副テーマ研究を遂行したグループメンバーに感謝の意を表します。さらに本研究遂行に際してアドバイスを頂いた内平研究室の先輩方、同期、後輩達の方々に感謝の意を示します。そして、インタビューに協力していただいた養殖業関係の企業様、また3回もインタビューを受けてくださった堀岡養殖協同組合 坂東正一氏に感謝の意を示します。最後となりましたが、本研究の遂行のみならず大学院生活は多大な支えがあつてこそでした。北陸先端科学技術大学院大学の関係者の皆様並びに、二年間共にした共に感謝の意を示し、謝辞とさせていただきます。