

令和 5 年 6 月 27 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K15894

研究課題名（和文）日本の小規模漁業が実施するバランスト・ハーベストの実態解明と持続的水産業への応用

研究課題名（英文）Elucidation of the Actual Condition of Balanced Harvesting Performed by Small-scale Fisheries in Japan and its Application to Sustainable Fisheries

研究代表者

杉野 弘明 (Sugino, Hiroaki)

東京大学・大学院農学生命科学研究科（農学部）・助教

研究者番号：30751440

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、我が国における小規模漁業者が歴史的に有してきた暗黙知と海況や水産に関連する情報を組み合わせ、その持続的発展に寄与する知見を深めることを目指したものである。多分野融合的な視点から、全国的な水産業に関連するデータを集約したことで見えてきた各地域の特徴や、漁業者へのヒアリング調査によって抽出された漁業・養殖業における潜在的な知（勘や経験）、多魚種漁獲データから機械学習の技術を利用し抽出された漁獲パターン、SNSなどから得られる社会的価値づけの動向等を把握し、それらを組み合わせることで小規模漁業者への地域特性やニーズに即した情報提供を促すことができることが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、これまでその複雑性からあまり着目されてこなかった日本の小規模漁業におけるバランスト・ハーベストの実態と、それらの断片的情報として得ることができる多種の情報をいくつかの学問分野に跨った手法で収集および分析した点に意義がある。また、漁業者がアクセス可能な形で海況情報などを各日で伝達可能な電子システムを開発した。これにより、自然科学および社会科学が扱う別のデータについて、統合的に伝達することで日々の漁労活動の一助にすることが出来る可能性を提示することができた。本研究で得られた結果や観点は、今後も増え続けると予想されるネット上のデータを含め、統合的に分析され、応用されることが望まれる。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to enhance the sustainable development of small-scale fisheries in Japan by integrating their traditional tacit knowledge with information on sea conditions and various social data related to fisheries. Through a multidisciplinary approach, the research project examined regional characteristics by aggregating nationwide fishery-related data, extracting latent knowledge (intuition and experience) from interviews with fishers in the fishing and aquaculture industries, analyzing catch patterns from multispecies catch data using machine learning techniques, and identifying trends in social valuing from sources such as social media networks (SNS). It was found that providing a combination of the information that is tailored to their local characteristics and needs would encourage the provision of information to small-scale fishers.

研究分野：人間環境学

キーワード：小規模漁業 バランスト・ハーベスト 持続可能性 暗黙知 オープンデータ ビッグデータ

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

#### (1) 研究の背景

四方を海に囲まれた島国である日本にとって、水産業は重要な第一次産業である。また 2015 年 9 月の国連総会にて採択された「持続可能な開発目標」における目標 14 には「持続可能な開発のために海洋資源を保全し、持続的に利用する」ことが示される 1) など、水産業の持続的な発展の実現は、日本に限らず、全世界的な課題として浮上していると言える。しかし、その実現においては、食糧安全保障と海洋生態系保全を両立させる必要性があり、その難題に対して多くの研究が行われてきている(例えば、Heino(1998)2)。

既往の研究においては、複雑な生態系をコンピュータ上でモデル化し、シミュレーションを行うことでどのような漁業管理の方法が有効であるかの検討が行われており、その結果としては、選択的に一定の大きさの少ない魚種を対象とする漁業(選択的漁業)よりも、生態的における栄養段階の下位から上位までの生物をバランスよく利用する(バランスト・ハーベスト)漁業を行うことで、食糧安全保障と海洋生態系保全の両立を可能とする漁業管理が実現できることが示されている(Gracia et al.(2012)3)。これは日本においては、小規模漁業において多様な漁具を用いて様々な魚を獲り、様々な料理法で消費するといった形で古くから存在するものであり、その知見の集約は世界的にも求められている。

#### (2) 研究分野が抱える問題点など

しかし、このバランスト・ハーベストの実現に当たっては、1)漁業者の勘や経験に依存する部分が大きい、2)多魚種の漁獲データを包括的に分析する手法が確立されていない、また 3)アメダスなどの中～広範囲データの利活用が難しい、といった問題点が挙げられる。これらの問題点は一つの学術分野におけるアプローチでは解決が困難であり、学際的な手法の複合的利用が求められている。

### 2. 研究の目的

そこで本研究では、上記 3 点の問題点解決を小課題と据え、心理学、工学、農学の知見と手法を学際的に利用し、1)バランスト・ハーベストが実現している日本漁業の特徴についてマクロからローカルレベルのデータを用いていくつかのスケールによる分類を行い、その特徴を明らかにすること、2)機械学習を利用し、多魚種の漁獲データや SNS 上に保存されている非構造化データにおける潜在的パターン抽出を行い、また 3)局所モニタリングデータ取得と、漁業従事者の方にそれらの情報を伝えるためのシステム開発を行うことを目的とする。具体的には、(1)水産業に関わる生産と消費データの分析、(2)オープンビッグデータの一つとしての SNS 利活用、(3)ローカルな海況データの取得と情報共有インターフェースの開発、(4)多魚種水揚げ情報の包括的分析手法の開発研究を行い、日本の小規模漁業におけるバランスト・ハーベストの実態を客観的データから明らかにし、また研究対象地に留まらない応用可能性を持つ一般化された知見へとまとめることで、我が国、ひいては全世界における水産業の持続可能な発展に寄与することを目的とした。

### 3. 研究の方法

主に以下のような調査を実施し、分析を行った。

#### (1) 水産業に関わる生産と消費データの分析

多様な日本における都道府県レベルの水産業に関わる生産と消費の様態と、各地域の背景にある生活環境などの要素を加味した水産資源フードシステムの総体的構造を明らかにすることを目的に、内陸県を除いた 39 沿岸都道府県を対象とし、漁業に関する生産・消費のマクロデータとして海岸線延長等の地理学的データ、人口等の社会的データ、漁獲量等といった水産データ等を用い、主成分分析による次元縮約を行った上でクラスター分析による各都道府県の類型化とその特徴の分析を行った。

#### (2) オープンビッグデータの一つとしての SNS 利活用

近年、漁業者や釣り愛好家、また漁業地域の情報発信の方法として着目されている SNS の中でも、写真やテキストなどの複合的なビッグデータを有している SNS に着目し、漁業地域の水産資源および観光資源を含めた情報の体系化と活用戦略に資する情報集約・提供を目的に、Instagram に蓄積された非構造化データの分析手法の開発とその実証を試みた。漁業地域に関連したキーワードから得られたデータ(画像、テキスト、ハッシュタグ)をハッシュ化することにより 1 つの構造化データセットに変換した後、機械学習により投稿に含まれる情報のパターンを可視化した。

#### (3) ローカルな海況データの取得と情報共有インターフェースの開発

農林水産業分野において、これまで紙媒体により記録されてきた各種データを、インターネットを通じて集約していく動きに連動して、ローカルな海況データや天候データについてデータが蓄積されているプラットフォームと利用者間における情報コミュニケーションをより円滑にし、データを人間がより効果的に利活用するためのインターフェース開発を行った。具体的には

ローカルな気象データを取得できる装置を漁港に設置し、得られたデータについて漁業従事者などが定期的な情報を得られ、また該当するデータにキーワードを入力することでアクセスすることが可能なシステムを開発した。情報提供インターフェースとしては、チャット対話により探索的に情報に辿りつくことを可能にする「チャットボット」を作成した。

#### (4) 多魚種水揚げ情報の包括的分析手法の開発研究

漁港における多魚種の水揚げパターンの時系列的変遷や魚種同士の影響の在り方などを解析するため、インターネット上に存在する水揚げ情報のスクレイピングや、現地調査によって水揚げ情報を取得および整理し、時系列データ解析やベイジアンネットワーク解析などを用いて分析をおこなった。また、現地におけるローカルな流通情報についてヒアリング調査を行うことで、水揚げ以降のサプライチェーンについても情報を整理し、多魚種水揚げを行っている漁港における海から流通に至るまでのネットワークの可視化した。

### 4. 研究成果

主な成果の一部を以下にまとめる。

#### (1) 水産業に関わる生産と消費データの分析

人口密度や人口当たりの漁獲量など 14 変数について県毎のデータをまとめ、主成分分析をかけることで「水産業基盤の強度」、「漁業生産の効率」、「社会経済の発達度」、そして「住民健康基盤の強度」という 4 指標が抽出された(累積寄与率 85%)。各主成分に対する得点を地図上に視覚化したところ、太平洋側における「水産業基盤の強度」の高さ(図 1)や、日本海側における「住民健康基盤の強度」の高さが明らかとなった。またクラスター分析により日本の沿岸都道府県は 6 つに類型化され(図 2)、多くが 4 主成分のバランスの良さを示す中、例えば高い「水産業基盤の強度」がある一方でその消費を支える「社会経済の発達度」が低い宮崎等といったアンバランスな県が存在することも明らかとなり、それらの特徴と多様性を利用した戦略の可能性が示された。

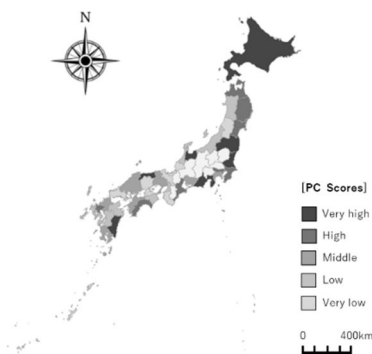


図 1. 「水産業基盤の強度」のコロプレス図

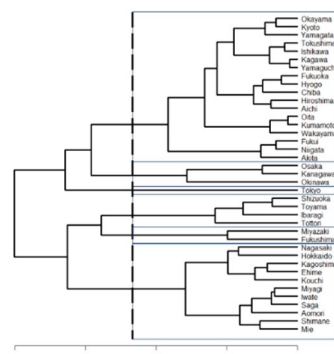


図 2. 沿岸都道府県のクラスター分析結果

#### (2) オープンビッグデータの一つとしての SNS 利活用

近年一般市民に利用されている SNS のデータは技術的な発展の後押しもあり文章だけではなく写真や検索用のハッシュタグなどの複合的で多様な非構造的なデータである(図 3)。それらをハッシュ化&構造化した上で、機械学習による低次元投影技術(UMAP)と外れ値に対して強みのあるクラスタリング手法(DBSCAN)を用いた分類を行い、ネット上にある煩雑なデータに対して高精度な構造分析を行った。その結果、データの多様性は認められたものの、UMAP 技術により様々な種類のデータの組み合わせがいくつかの大きなパターンに分類可能なことが分かった(図 4)。情報のクラスターによっては写真優位のものや、逆にテキストのみのもの、また写真の情報に補足情報としてテキストやハッシュタグが用いられているものなどがあることが明らかとなった(図 5)。これらの結果は、今後こういった非構造化データの活用を考える際には、ある特定のデータ種類だけに着目するのではなく、3 種類のデータを組み合わせる検討することの重要性を示唆された。



図 3. 非構造化データのハッシュ化と次元縮約までのプロセス略図

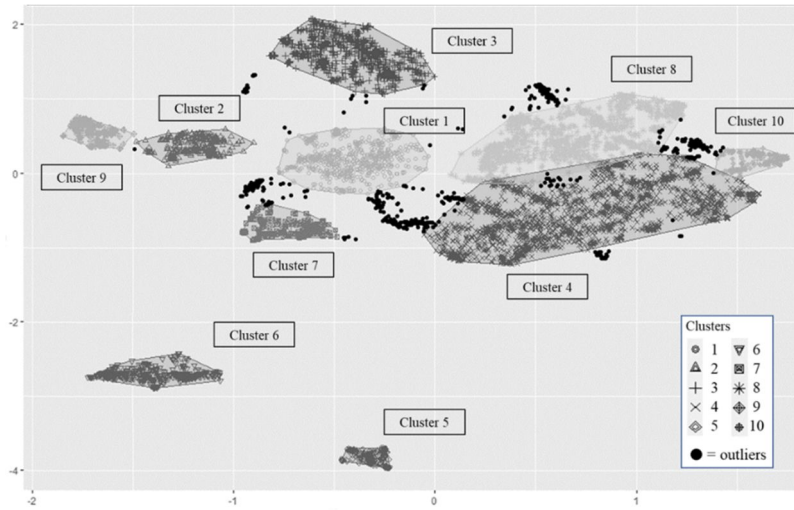


図4. 投稿データのUMAPによる2次元投影とDBSCANによるクラスタリング結果

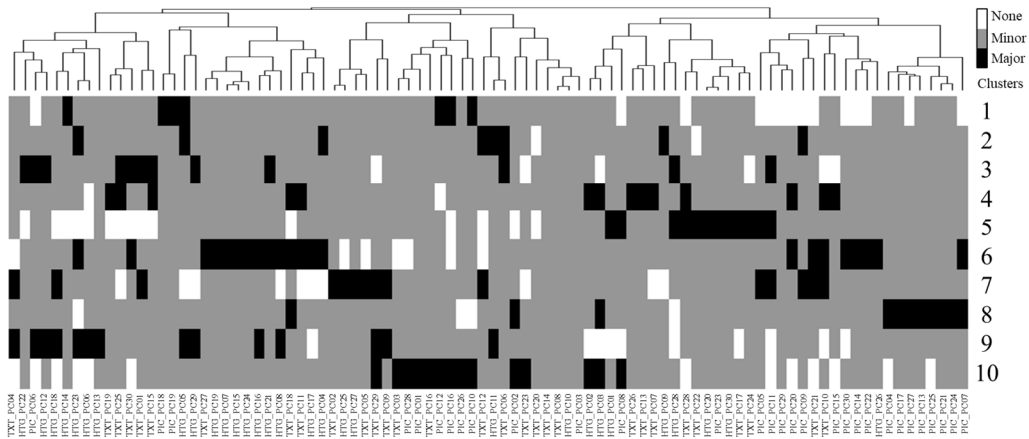


図5. 各クラスタの構成要素を示す2次元ヒートマップ

### (3) ローカルな海況データの取得と情報共有インターフェースの開発

METER JAPAN社の複合型気象計測ユニットATMOS41や水深・温度センサーHYDROS-21を利用し、漁港における局所海況・気象データの取得を行った(図6)。取得したデータはGoogleDriveに保存されるように設定し、毎日のデータの平均値や最大値の抽出と加工、保存が一定の時間に行われるようにGoogle App Scriptによるプログラミングを行った。また、それらのデータを漁業従事者の方が利用するLINEアプリに自動転送されるようにLINE Messaging APIと連動させ、データをチャットボットに登録している人に毎日定められた時間に送信されるようにシステムの設定を行った。またチャットボット上から保存されたデータ(Google Spreadsheet)にアクセスできるように設計を行った(図7&8)。

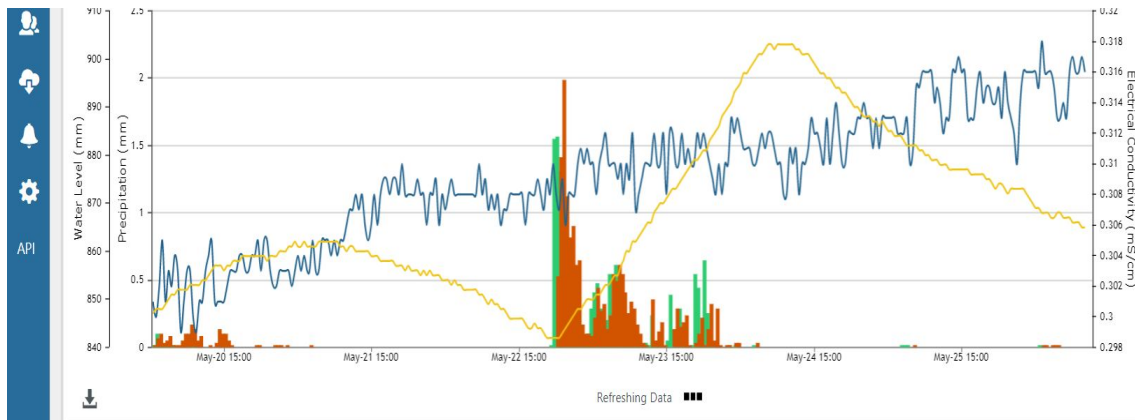


図6. データモニタリングシステムで得られた水深や雨量などの統合データUI

Date	Location	Solar Radiation	Precipitation	Lightning	Wind Speed	Wind Direction	Wind Gust	Air Temperature	Vapor Pressure	Humidity	Sea Level
2022-12-01 00:00	...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.18	1.05	101.20	87.80
2022-12-01 06:00	...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.00	1.05	101.15	87.80
2022-12-01 12:00	...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.00	1.05	101.15	87.80
2022-12-01 18:00	...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.00	1.05	101.15	87.80

図 7. Google Drive に保存されたデータ

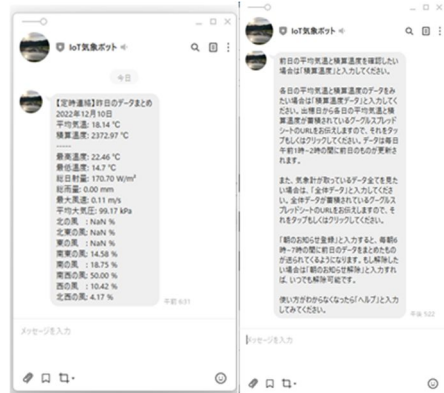


図 8. LINE チャットボット UI

(4) 多魚種水揚げ情報の包括的分析手法の開発研究

日本の多くの漁港では水揚げ情報については管轄漁業組合などが紙媒体などで管理を行っており、またある程度集約したデータについては管轄自治体に取りまとめを行い、中央官庁に報告を行うなど、現在のシステムではインターネット上にデータが即日集約されるシステムを有しているところは多くない。そんな中、岩手県は先進的な取り組みとして「岩手県水産情報配信システム：いわて大漁ナビ」(<https://www.suigi.pref.iwate.jp/>)を作成し、市況日報だけでなく、衛星画像や定置水温情報など、漁業者や水産関連事業者が閲覧可能なオープンデータベースを作成している。当該ウェブサイトにおける市況日報の主な役割は当日ないしは近日以内の水揚げ量とそれに伴う魚価の動向を追うためのものであるが、1994年ほどからデータを蓄積し続けており大変充実したデータベースとなっている。ウェブサイトに掲載のある13市場の日報について、1994年から現在に至るまでのデータを対象に、プログラミング言語であるRを用いてウェブスクレイピングを行い、データの取得と整理を行い、特に定置網により取られた魚種に絞ると、時系列データのパターンとしてスルメイカとブリに共通する増減パターンがあることや(図9)インパルス応答分析の結果、カタクチイワシの増減変化が秋サケおよびマサバなどに大きく影響があることが分かった(図10)。

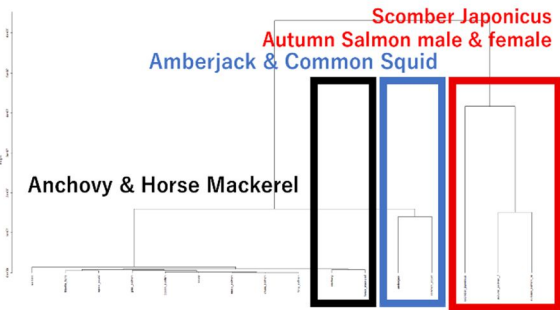


図 9. 時系列クラスター分析の結果

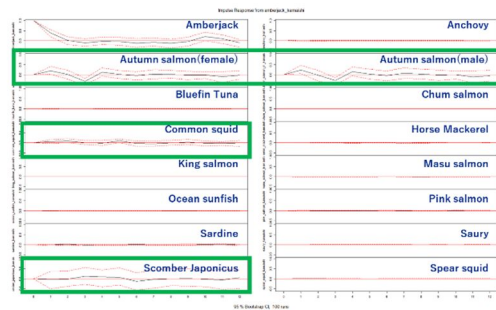


図 10. インパルス応答分析の結果

< 引用文献 >

- 1)The United Nations. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. 70/1. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015.
- 2)Heino, M. (1998). "Management of evolving fish stocks". Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 55: 1971-1982.
- 3)Garcia SM, Kolding J, Rice J, Rochet M-J, Zhou S, Arimoto T, Beyer JE, Borges L, et al.(2012). Reconsidering the consequences of selective fisheries. Science 335 (6072): 1045-1047.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Hiroaki Sugino, Taro Oishi	4. 巻 12
2. 論文標題 Aggregate structure of coastal prefectures from a bird's eye view of production and consumption macro data related to fisheries in Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 海洋政策学会誌	6. 最初と最後の頁 32-53
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Hiroaki Sugino, Taro Oishi and Nobuyuki Yagi	4. 巻 8(1)
2. 論文標題 Using Instagram data for tourism promotion of fishery villages: An integrated analysis of images, hashtags and texts	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Global Tourism Research	6. 最初と最後の頁 22-32
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Hiroaki Sugino, Tatsuya Sekiguchi, Yuuki Terada and Naoki Hayashi	4. 巻 15
2. 論文標題 “Future Compass,” a Tool that Allows Us to See the Right Horizon - Integration of Topic Modeling and Multiple Factor Analysis	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件/うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Hiroaki Sugino, Nobuyuki Yagi
2. 発表標題 Technology with the crisp salt smell of the sea; Toward data-driven fishery industry
3. 学会等名 MSEAS 2020 Marine Socio-Ecological Systems Symposium（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hiroaki Sugino, Nobuyuki Yagi
2. 発表標題 Infrastructuring big data of multi-species fishery catch for agile-up fishery strategy
3. 学会等名 PICES Annual Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroaki Sugino, Nobuyuki Yagi
2. 発表標題 Learning from the NOW, Planning the Future with Agile-up Strategy
3. 学会等名 MARE People and the Sea Conference X 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉野弘明, 溝口勝
2. 発表標題 チャットボットを活用した対話型農学情報探索インターフェースの開発
3. 学会等名 農業情報学会2019年度年次大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------