

公立はこだて未来大学 2022 年度 システム情報科学実習 グループ報告書

Future University Hakodate 2022 Systems Information Science Practice

Group Report

プロジェクト名

Let's SDGs

Project Name

Let's SDGs

グループ名

グループ 1

Group Name

Group 1

プロジェクト番号/Project No.

15

プロジェクトリーダー/Project Leader

高橋和裕 Kazuhiro Takahashi

グループリーダー/Group Leader

高橋和裕 Kazuhiro Takahashi

グループメンバ/Group Member

久野隆之介 Ryuunosuke Kuno

藤澤大翔 Hiroto Fuzisawa

早川颯太 Souta Hayakawa

指導教員

長崎健, 和田雅昭

Advisor

Takeru Nagasaki Masaaki Wada

提出日

2023 年 1 月 18 日

Date of Submission

January 18, 2023

概要

現在、SDGs（持続可能な開発目標）が全世界で注目されており、日本も例外ではない。我々は、本学が函館市にあることから函館市で SDGs に関する取り組みを行いたい、もしくは SDGs 達成に貢献する提案を行いたいという考えより、今回のプロジェクトを開始した。函館市のスルメイカの漁獲量が減少している点に着目し、スルメイカの漁獲量や資源量を目指した取り組みを行うことにした。我々は、当初 SDGs に関する取り組みのうち、目標 2「飢餓をゼロに」と目標 14「海の豊かさを守ろう」について検討することにしてきた。しかし、目標 2「飢餓をゼロに」とプロジェクト目標との関連性が薄いとの指摘もあり、後期開始時に再度プロジェクト目標の検討を行った。それにより、目標 13「気候変動に具体的な対策を」と目標 14「海の豊かさを守ろう」の目標達成に繋がると判断した。目標 13「気候変動に具体的な対策を」では、気候変動の緩和、適応、影響軽減及び早期警戒に関する教育、啓発、人的能力及び制度機能を改善することや気候変動対策を政策、戦略及び計画に盛り込むことが記載されている。これは、スルメイカ漁での燃料削減により、二酸化炭素排出量と化石燃料の節約により貢献することができると考えた。また、目標 14「海の豊かさを守ろう」では、海洋及び沿岸の生態系に関して持続的な管理と保護を行い、健全で生産的な海洋の実現に向けての取り組みを行うことや漁獲を効果的に規制することで最大持続生産量のレベルまで回復させることが記載されている。これは、スルメイカの資源量を増加させることにより安定した漁獲量にも繋がるため貢献できると考えられた。スルメイカの漁獲量や資源量の増加に向けて、漁獲量予測モデルの構築を行うことで具体的な対策の検討を行った。

キーワード SDGs, スルメイカ, 漁獲量予測モデル

(※文責: 久野隆之介)



図1 イカ漁船

Abstract

Currently, SDGs (Sustainable Development Goals) are attracting attention all over the world, and Japan is no exception. We decided to start a project on SDGs in Hakodate City for two reasons. The first is that our university is located in Hakodate City. The second reason is that I want to make proposals that contribute to the achievement of the SDGs. Therefore, we focused on the decrease in the catch and resources of surume squid in Hakodate City, and decided to make efforts to improve them. At first, we decided to consider Goal 2 “Zero Hunger” and Goal 14 “Life below water” in the SDGs. However, it was pointed out that Goal 2 “Zero Hunger” had little relevance to the project purpose. As a result, we determined that this will lead to the achievement of Goal 13 “Climate action” and Goal 14 “Life below water.” Goal 13, “Climate action,” aims to improve education, awareness-raising, human capacity and institutional functions related to climate change mitigation, adaptation, impact reduction and early warning, stated to be included in the plan. We thought that this could contribute to saving carbon dioxide emissions and fossil fuels by reducing fuel consumption in surume squid fishing. In addition, Goal 14, “Life below water,” calls for sustainable management and protection of marine and coastal ecosystems, efforts to realize healthy and productive oceans, and fish catches. Effective regulation is described to restore levels of maximum sustainable yield. It was thought that this would contribute to increasing the amount of surume squid, which would lead to stable catches. In order to increase the catch and resources of surume squid, we examined specific measures by constructing a catch prediction model.

Keyword SDGs, surume squid, Catch prediction model

(※文責: 久野隆之介)

目次

第 1 章	背景	1
1.1	該当分野の現状	1
1.2	従来例	3
1.3	課題	3
第 2 章	到達目標	5
2.1	本プロジェクトにおける目的	5
2.1.1	通常の授業ではなく、プロジェクト学習で行う利点	5
2.1.2	地域との関連性	5
2.2	具体的な手順・課題設定	6
2.3	解決手法	6
2.4	技術の習得	7
2.4.1	Python	7
2.4.2	重回帰分析	7
2.4.3	決定木	7
2.4.4	ニューラルネットワーク	7
2.5	開発手法	8
第 3 章	前期活動内容	9
3.1	前期目標	9
3.2	活動内容	9
3.2.1	データ収集チーム	10
3.2.2	分析チーム	10
3.2.3	制作物について	11
3.3	前期の成果	11
3.3.1	データ収集チーム	11
3.3.2	分析チーム	11
3.4	中間発表まとめ	12
3.4.1	発表内容	12
3.4.2	いただいた意見、質問	12
3.5	後期に向けての課題	13
第 4 章	後期活動内容	14
4.1	後期目標	14
4.2	活動内容	14
4.2.1	データ収集	15
4.2.2	重回帰分析	15
4.2.3	ニューラルネットワーク	16

4.2.4	制作物	19
4.3	後期の成果・考察	19
4.3.1	データ収集	19
4.3.2	重回帰分析	20
4.3.3	ニューラルネットワーク	21
4.3.4	資源量・漁獲量の増加に向けての対策	22
4.4	成果発表まとめ	23
4.4.1	発表内容	23
4.4.2	いただいた意見、質問	24
4.5	後期の振り返りと新たな課題	24
第 5 章	まとめ	26
第 6 章	今後の課題と展望	27
6.1	データ収集	27
6.2	重回帰分析	27
6.3	ニューラルネットワーク	28
第 7 章	プログラムコード	29
7.1	重回帰分析	29
7.2	ニューラルネットワーク	29
参考文献		33

第1章 背景

1.1 該当分野の現状

SDGsとは持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals）の略である。2001年に規定されたミレニアム開発目標（MDGs）の後継である。2015年9月の国連サミットで加盟国の全会一致で採択された「持続可能な開発のための2030アジェンダ」に記載された、国連加盟193カ国が2016年から2030年までの15年間で持続可能でよりよい世界を目指す国際目標である[1]。17のゴール・169のターゲットから構成され、地球上の「だれ一人取り残さない（leave no one behind）」ことを誓っている。SDGsは開発途上国のみならず、先進国自身が取り組むユニバーサル（普遍的）なものであり、日本でも積極的に取り組んでいる。以下では、本プロジェクトに関わりが深いSDGs全17の目標のうち、目標2「飢餓をゼロに」と目標13「気候変動に具体的な対策を」と目標14「海の豊かさを守ろう」を取り上げて説明する。

SDGsの目標2「飢餓をゼロに」というものがある。これは文字の通り飢餓で苦しむ人をなくするのが目標であり、人々に食料を安定して供給できる世の中を目指している。世界では、2005年の飢餓人口（十分な食料が手に入らず、栄養不良になっている人々の数）が8億2560万人から、2014年には6億2890万人まで減少したが、その後はゆっくりと増加しており、2019年時点で6億8780万人となっている。現在の増加傾向がこのまま続くと、2030年の飢餓人口は8億4140万人になると予想されている[2]。また、新型コロナウイルスの世界的な流行の影響により、今後の経済の状況によっては、さらなる増加が予想されている。目標2の達成のために、「2030年までに、飢えをなくし、貧しい人も、幼い子どもも、だれもが一年中安全で栄養のある食料を、十分に手に入れられるようにする。」や「2030年までに、食料の生産性と生産量を増やし、同時に生態系を守り、気候変動や干ばつ、洪水などの災害にも強く、土壌を豊かにしていくような、持続可能な食料生産仕組みをつくり、何か起きてもすぐに回復できるような農業を行う。」などといった具体的なターゲットがある。また、実現方法を具体的に「国際的な約束にしたがって、世界の農産物の貿易で、制限をなくしたり、かたよった取引をなくしたりする。」や「食料の価格が極端に上がったたり下がったりしてしまわないように、市場（マーケット）がきちんと機能するようになり、今どれだけの食料の備えがあるのかという情報を、必要なときに見られるようにしたりする。」といったターゲットも設定されている。他にも、小規模の食料生産者の生産性と収入を倍にすることや世界中で食の不自由を感じさせないために、気候変動や現象への対応力、後発開発途上国における農業生産能力向上も求められる。

SDGsの目標13「気候変動に具体的な対策を」というものがある。これは、文字通りに気候変動という地球の環境問題に対して具体的な対策を検討し、実行することである。なぜこのような目標が設定されているのかというと、人間が生活することにより引き起こしている気候変動が深刻に地球の将来を脅かしているからである。IPCC（国連気候変動に関する政府間パネル）の報告書によると1880年から2012年において、世界平均地上気温は0.85℃上昇している。また、全国地球温暖化防止活動推進センターによると、1950年からの上昇温度は2025年から2030年で1.5℃を超え、2081年から2100年には最大4.8℃の温度上昇が予測されています。これらにより、海面上昇、高潮、洪水、豪雨、熱中症、水不足、生態系の損失などといった問題が引き起こされるリスクがあ

ります。そこで、SDGs 目標 13「気候変動に具体的な対策を」では、気候関連災害や自然災害に対する強靱性（レジリエンス）及び適応の能力を強化すること、気候変動対策を国別の政策、戦略及び計画に盛り込むことが目標とされている。他にも、気候変動の緩和、適応、影響軽減及び早期警戒に関する教育、啓発、人的能力及び制度機能を改善することなども盛り込まれている。

SDGs の目標 14「海の豊かさを守ろう」というものがある。これは、海洋・沿岸生態系の保全と水産資源の持続的な利用を推進し、海洋汚染の予防や、生態系の保護などを達成しようとしている。現在、ペットボトルやビニール袋などのプラスチックゴミが年間 800 万トンも海に流出し、海洋汚染が進行している。また、世界全体で、生物学的に「持続可能」な水準にある魚類資源の割合は 1974 年に 90 % だったのが、2015 年には 67 % へと減少してしまっている [3]。このような現状を改善するために、目標 14 では、「2025 年までに、海洋ごみや富栄養化など、特に陸上の人間の活動によるものをふくめ、あらゆる海の汚染をふせぎ、大きく減らす。」や「魚介類など水産資源を、種ごとの特徴を考えながら、少なくともその種の全体の数を減らさずに漁ができる最大のレベルにまで、できるだけ早く回復できるようにする。そのために、2020 年までに、魚をとる漁を効果的に制限し、魚をとりすぎ、法に反した漁業や破壊的な漁業などをなくし、科学的な管理計画を実施する。」といったターゲットを設定している。また、国連食糧農業機関（FAO）による発表では、同期間が監視する水産資源のほぼ 30 % が乱獲されているようで、魚の使用量の多い日本でも無視できない問題となっている。

函館市でも SDGs に対する取り組みを行っており、海に面した街である函館市は、水産業の保全に力を入れている。そんな函館市は漁業が盛んであり、特にイカ漁が有名である。函館市には「イカ踊り」というものがあり、毎年夏に開催される「函館港まつり」では、市民総出でイカ踊りを踊りながら市内を歩き回る。それほど函館市にとってイカは愛されてきた食材である。しかし、図 1.1 を見ると近年では、スルメイカの漁獲量は過去 10 年間で 20 分の 1 にまで減少している。また、イカ漁の漁業者の数も年々減少を続けている。

漁業が盛んであるはずの函館市で、漁業者の人数や特産品であるスルメイカの漁獲量の減少は大きな問題である。また、水産資源の保全も大切になっており、漁獲量の制限の検討なども必要かもしれない。そんな中で函館市では近年、スルメイカの漁獲量を上回ったブリに焦点を当てた、ブリの食文化を振興するイベントを企画するなど、新しいかじ取りを始めている。

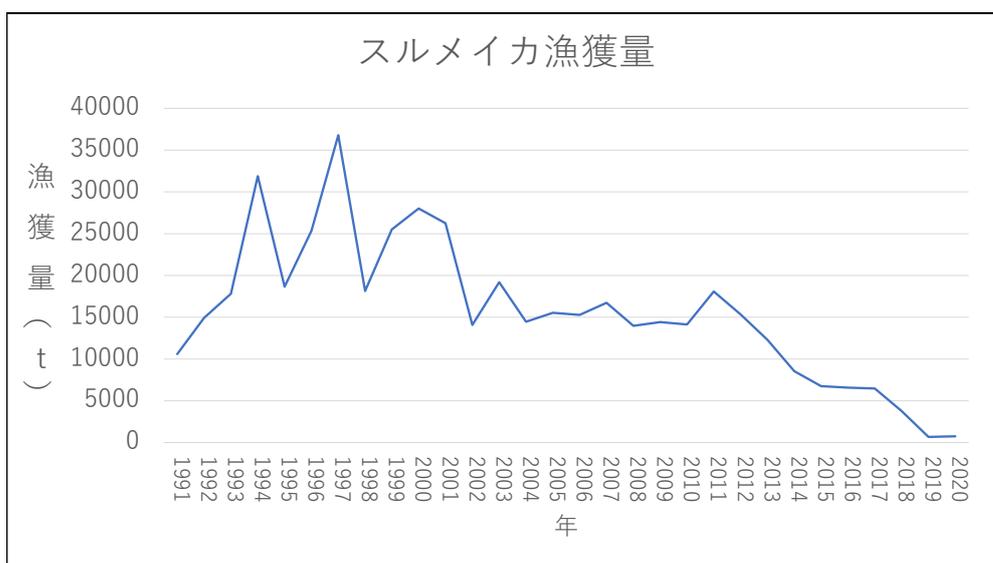


図 1.1 スルメイカ年別漁獲量

1.2 従来例

SDGs の目標を達成に向けた取り組みとして、以下に3つの例を示す。

1つ目は、回転寿司チェーン店である、くら寿司の取り組みである。くら寿司では、漁業者が安定した収入に繋がれば良いという目的で、定置網にかかった魚を年契約でまるごと買い取る、食べることの出来ない魚や骨などを養殖センターの餌として用いるといったことを行っている。取り組みで得た収益の一部を一般社団法人全国漁業就業者確保育成センターに寄付し、新たな漁業者確保のために還元したりなど、漁業者の助けになるような活動を行っている [4]。

2つ目は、第5回ジャパン SDGs アワード受賞団体の1つで本部長（内閣総理大臣）賞を受賞した、株式会社ユーグレナである。株式会社ユーグレナでは、バングラデシュの貧困農家に高品質な緑豆の栽培ノウハウを伝授し、収穫した緑豆を市場より高い価格で農家から購入することで雇用創出と所得増加に貢献した。また、購入した緑豆の半分は日本に輸出し、残り半分は現地の貧困層に原価で販売し、収益をベースにした継続的かつ自立的な支援体制を確立した [5]。

3つ目は、第5回ジャパン SDGs アワード受賞団体の1つで特別賞を受賞した、株式会社荏原製作所である。株式会社荏原製作所では、「6億人に水を届ける」ことを目標に、ドイツのスタートアップ企業と提携し、貧困層や経済・社会システムの脆弱な地域で「持続可能性に富む給水ビジネスモデル」を創出した。また、太陽光発電を用いて浄水装置を運転し、飲料水をつくり、販売する施設「WaterKiosk」を、ケニア・マチャコス障害を持つ子どもたちの学校の敷地内に開設した [6]。

これらのように、日本のたくさんの企業で SDGs に関する取り組みを行っている。また、日本という国としても、政府の全国務大臣を構成員とする団体が主催し、SDGs 達成に向けて優れた取り組みを行う、国内に拠点のある企業や団体に表彰するジャパン SDGs アワードなどの活動を行っている。

(※文責: 早川颯太)

1.3 課題

現在、日本は SDGs の達成度ランキングは 163 カ国中 19 位である。全 17 のゴールのうち、6 個が達成されているが、11 個はまだ達成されていない [7]。達成されている目標は、目標 1「貧困をなくそう」、目標 3「すべての人に健康と福祉を」、目標 4「質の高い教育をみんなに」、目標 8「働きがいも経済成長も」、目標 9「産業と技術革新の基盤を作ろう」、目標 16「平和と公正をすべての人に」である。達成されていない目標は、目標 2「飢餓をゼロに」、目標 5「ジェンダー平等を実現しよう」、目標 6「安全な水とトイレを世界中に」、目標 7「エネルギーをみんなにそしてクリーンに」、目標 10「人や国の不平等をなくそう」、目標 11「住み続けられるまちづくりを」、目標 12「つくる責任つかう責任」、目標 13「気候変動に具体的な対策を」、目標 14「海の豊かさを守ろう」、目標 15「陸の豊かさを守ろう」、目標 17「パートナーシップで目標を達成しよう」である。特に、目標 14「海の豊かさを守ろう」と目標 15「陸の豊かさを守ろう」では、目立った成果が出ておらず、問題となっている。このように、半分以上の目標はまだ達成することが出来ていない。

また、SDGs に関する全国アンケート結果によると、SDGs について知っている人（聞いたこと

Let's SDGs

はある人もあるという人も含む) は、全体の約 98 %にも上っており、関心がある人も約 90 %いる。しかし、SDGs 達成に向けて実際に取り組みを行っている自治体は、全体の 50 %を越えた程度である。[8] このように、SDGs を知っていて関心を持っている人がいても、実際に取り組みが行われている自治体が少ないのが現状であり、課題である。

(※文責: 久野隆之介)

第2章 到達目標

2.1 本プロジェクトにおける目的

本グループでは、SDGs 目標 13「気候変動に具体的な対策を」と目標 14「海の豊かさを守ろう」について検討することにした。目標 14 に関しては、函館市におけるスルメイカの漁獲量が減少していることに着目した。函館市のスルメイカの漁獲量をオープンデータから予測し、持続可能な漁獲量にするための対策を検討することを目標とした。また、安定した漁獲量になることで、漁場の持続的な管理や最大持続生産量の実現も可能になると考えられた。目標 13 に関しては、スルメイカ漁での燃料消費によって大量の二酸化炭素が排出されていることに着目した。狙いとしては、効率的な漁業を行うことによって燃料消費量、もとい温室効果ガスの排出を抑え、気候変動への影響を軽減しようというものである。この目標を達成するために、本グループでは次の問題を設定し、その解決を目指した。初めに、函館市のスルメイカの現状と生態を把握する。分析に必要なデータの収集・まとめを行う。分析方法の学習を行い、データの分析を行う。解析結果より安定した漁獲量にするための対策を検討をする。

(※文責: 高橋和裕)

2.1.1 通常の授業ではなく、プロジェクト学習で行う利点

本課題では、多様かつ大量のデータが必要であり、複数の人数で行うことにより 1 人でデータを収集するよりも短時間で集めることが出来る。また、さまざまな視点から必要なデータを検討することが可能であり、分析手法についてもいくつか試すことが可能になる。通常の授業では基本的に個人の知識・技術について講義・演習形式で行われるため、違う視点に立って考えるのが難しい。また、データを集めた上で分析を行い、対策を検討してまとめるにはたくさんの時間が必要であり、一人だと難しい。そのため、複数人で取り組むことの出来るプロジェクト学習で行うことに意義がある。

(※文責: 高橋和裕)

2.1.2 地域との関連性

現在、函館市のスルメイカの漁獲量が減少しており、今後どのように漁獲量が変わっていくのかわからない。また、漁業者だけでなく、消費者やスルメイカを提供する飲食店としても値段の高騰や特産品の今後についてどうなっていくのかわからないと不安に思っているのではないかと考えられる。そこで、漁獲量予測モデルの構築により、そのような不安を払拭するきっかけになるかもしれない。その他にも、近年漁獲量が向上しているブリ漁への転換など検討する良い機会になるのではないかと考える。

(※文責: 高橋和裕)

2.2 具体的な手順・課題設定

地域に寄り添った成果物を制作するために以下の手順で課題設定を行った。

1. 過去の函館の天候、海上の天候の情報収集
課題：函館や函館近海の天候について、過去の気温、気圧、湿度、風速、日照時間、降水量などのデータ収集を行う。
2. 魚の漁獲量の情報収集
課題：過去の函館のスルメイカの漁獲量のデータ収集を行う。
3. 使用するプログラミング言語の検討
課題：様々なプログラミング言語があるなか、どのプログラミング言語で分析していくのかを検討する。
4. 分析手法に対するプログラムの作成・実行
課題：分析手法に対するプログラムについて学習し、プログラムを作成した上で実行する。また、エラーが発生した場合は変更し、実行できるようにする。
5. 使用する分析手法の検討
課題：プログラムの実行結果から、どの分析手法がスルメイカの漁獲量や値段を分析していくのに適しているのかを検討する。
6. 使用するデータの検討
課題：データの分析を行った結果から、どのデータを使用してスルメイカの漁獲量の予測をしていくのかを検討する。
7. アプリケーション開発
課題：アプリケーションの作成に関する学習を行い、アプリケーションを作成する。
8. テスト
課題：実装したアプリケーションを体験してもらい、意見をもらうことでどのように修正していくか検討する。
9. 修正・完成
課題：いただいた意見を参考に、アプリケーションの修正を行い、完成させる。

(※文責: 藤澤大翔)

2.3 解決手法

スルメイカの漁獲量の予測モデルを作るために有用な分析手法を見極めるため、いくつかの先行研究を読み、どのような分析手法が漁獲量の予測モデルに適しているのかを絞り込んだ。

東京都水産試験場による、八丈島でのカツオの漁獲量予測手法の実用化に関する研究では、重回帰法とニューラルネットワーク法を用いて、漁獲量予測を行っていた。重回帰分析で用いられた変数は、カツオの漁獲量と水温、ニューラルネットワーク法では二つのモデルが用意され、第一モデルで用いられていた変数は重回帰分析と同様に漁獲量と水温で、第二モデルで用いられた変数は漁獲量、肥満度、平均水温などを含めた七項目十二変数だった。二つの手法、三つのモデルから得られた分析結果はどれも大きく外れているわけではなく、予測結果は実際の漁獲量の前後 50 キロ圏内に収まっていた。そのために、どちらの手法も有用であると判断できた [9]。

万田ら（2020）は、三重県のブリ類の漁獲量予測に関する実用的な統計モデルを構築した。1973年から2015年までの気象、海洋、他魚種の漁獲量などのデータを用いて分析を行っていた。分析の手法は、線形回帰、サポートベクター回帰、ランダムフォレスト、ニューラルネットワーク、ディープラーニングの5種類で、これらの中では線形回帰の結果が最も安定した予測結果を得られていた。[10]

上記の先行研究内容と結果を鑑みて、我々は、重回帰分析、決定木、ニューラルネットワークの三つの手法を使って以下の漁獲量の予測モデルを作成することにした。

（※文責：早川颯太）

2.4 技術の習得

漁獲量の分析をするにあたって、今のところ必要であると考えられる技術を、データを収集している間に習得することを目指した。技術は下記の4つである。

2.4.1 Python

必要なデータの分析や、漁獲量の予測を行う際に使用するプログラミング言語として、Pythonを採用した。理由としては、様々なプログラミング言語がある中で、機械学習に関して様々なライブラリが提供されており、重回帰分析、決定木、ニューラルネットワークの3つを扱うことができるためである。もうひとつの理由は、Pythonの実行環境であるGoogle Colabが、Googleドライブの中で共有でき、スムーズにPythonのコードや、データセットなどを共有することができるためである。

2.4.2 重回帰分析

重回帰分析とは、単回帰分析が1つの目的変数を1つの説明変数で予測するのに対し、1つの目的変数を複数の説明変数で予測しようという、多変量解析の一つである。適切な変数を複数選択することで、計算しやすく誤差の少ない予測式を作ることができる。分析を行っていく中で適切な説明変数を導きだし、目的変数である漁獲量の分析をし、予測を行うために採用した。

2.4.3 決定木

決定木とは、木構造でデータを分類していく手法である。木構造でデータを上から各クラスに分類されていて、各ノードに書かれた条件に従って分岐をたどっていき、末端に書かれた結論が得られるため、分析の結果の解釈が容易になる。重回帰分析とは異なる手法で分析を行うためや、データの分析結果や予測を見やすくするために採用した。

2.4.4 ニューラルネットワーク

ニューラルネットワークとは、人間の脳をモデルにしたパターンを認識するための一連のアルゴリズムである。入力データから一定の携行性を機械的に認識することによって解釈する。ディープラーニングや、画像処理などいろいろなところで利用され、先行研究でも使われており、データの分析や予測に役に立つと考え採用した。

2.5 開発手法

前期では、函館の天候や海上の天候の情報収集を行う、情報収集チームと、データの分析方法を調べ、プログラムを実行する、データ分析チームの二つのグループに分かれて開発を進めた。情報収集チームは、気象庁のデータから函館の天候（天気、温度、湿度など）や海上の天候（気圧、海流など）の情報収集や、漁業関係者に協力してもらい、日ごとのスルメイカの漁獲量や、年別月ごとのスルメイカの漁獲量などの情報収集を行った。一方、データ分析チームでは、まず情報収集チームが手に入れたデータを、どのような手法で分析していくのかを決めた。決めた分析手法に従い Python を用いてプログラムを実装し分析を行った。Google ドライブを用いてチーム内で共有しながら、協力しながらコードを書き作業を行っていった。チームメンバーごとに担当する分析方法を決め、プログラムを作成し、他のメンバーがそのコードの見直しなどを行うことで、一人で作成する際に起こりやすいミスを防ぐような形をとって、また一人一人が同時進行でコードを作成するため時間的にも効率的な方法をとることで、正確性も時間的なロスも少なくプログラムの作成ができた。

第3章 前期活動内容

3.1 前期目標

前期目標に関しては以下に示す。

- ・SDGs（持続可能な開発目標）に関する知識を身につける。

課題：SDGsに関する知識が少ないため、プロジェクト目標を立てるのが難しい。そのため、SDGsに関する知識を個々で身につけ、それぞれで行いたい具体的なプロジェクト目標の提案を可能にする。また、SDGsに関する先行研究についても調べる。

- ・分析技術の学習をする。

課題：分析技術に関する知識が講義で学習した知識しかない。そのため、プロジェクトを進めていく上で分析が困難になることが予想されるため、分析技術に関して学習する必要がある。

- ・プロジェクト目標の設定、方針を決定する。

課題：SDGsに関する知識を活かして、個々でプロジェクト目標の提案を行う。そこから、プロジェクトメンバー全員で話し合いを行い、プロジェクト目標を決定する。また、プロジェクト目標の決定後、プロジェクト進行の計画やToDoリストの作成などを行う。

- ・必要なデータを収集する。

課題：分析に必要な情報や年数をプロジェクトメンバーで話し合いを行った上で決定する。決定したデータに関して、収集し、Excelにまとめる。

- ・Pythonを使用して分析を行う。

課題：データ収集チームがExcelにまとめたデータを分析チームがPythonを利用して分析する。分析方法に関しては、先行研究より決定木、ニューラルネットワーク、重回帰分析を主に利用することにする。

(※文責: 久野隆之介)

3.2 活動内容

SDGsの内容を理解することを最初の活動として、中でもプロジェクト全体として課題と設定するものを決定するために各自でどのようなものが考えられるかを調べた。我々が調べたものとしては、地球温暖化と漁獲量の変化の相関関係、平均気温の変化によるマラリア感染症の媒介動物である蚊の生息域の変化 [11][12]、電力使用量の変化と現状の地球環境との相関関係、海水温の変化と魚介類の生息域の変化等が挙げられた。それに応じたデータの収集、簡易的な解析等も行った。これによって、各自の視点からSDGsにおける問題点の洗い出しや今まで行われた活動の調査などを行い、プロジェクトメンバー全体でSDGs、ひいてはSDGsにかかわる国、企業、団体にこだわらない様々な活動の概要を幅広く知ること、SDGsに関する知識を身につけた。その上で、今後の活動目標について意見を出し合い、活動内容の明確化を目指しさらなる議論を行った。議論では、SDGs目標14「海の豊かさを守ろう」を主軸に考え、函館市のスルメイカの漁獲量が減少している現状を打破し、持続可能な状態にしたいと考えた。この目標は、本学のある函館市とも深い関わりがあり、SDGsの目標としても十分であるため、プロジェクト目標として申し分ないと考えた。ま

た、SDGs 目標 2「飢餓をゼロに」についても関連させ、消費者に対して市場価格へのアクセスを可能にすることも目標とした。これらの目標から、プロジェクトとしては、最終的に漁業者に対しては、漁獲量予測モデルの構築により、スルメイカの取り過ぎを防止することや安定した漁獲量に繋がることから持続可能な水域となり、SDGs にも貢献することが可能になる。また、消費者に対しては、値段予測アプリケーションを開発することにより、スルメイカの値段を常時把握可能で、市場価格へのアクセスを可能にもしているため SDGs にも貢献することが可能となる。これらの目標を達成するために我々は、プロジェクトを情報収集チームと分析チームの二つに分けて活動することにした。それぞれの活動に関しては、以下にまとめた。

(※文責: 久野隆之介)

3.2.1 データ収集チーム

イカの生態調査

函館市のスルメイカは、秋季発生系群と冬季発生系群に分かれていて、秋季発生系群は9月から11月までの秋に山陰から東シナ海北部に誕生し、日本海側から北上し、6月から9月の間に函館に来遊する。その後、産卵場所に戻り、一生を終える。冬季発生系群は、12月から2月までの冬に東シナ海に誕生し、日本海側と太平洋側のどちらからも北上し、10月から12月までの間に函館に来遊する。推定資源量は、秋季発生系群が343.3t、冬季発生系群が70.7tである。このことから、冬季発生系群の推定資源量が、秋季発生系群の推定資源量と比べて低いことがわかる。

(※文責: 藤澤大翔)

データ収集

第1目標である漁獲量の予測に向けて手始めにイカ釣りの経営体数、スルメイカの漁獲量、海上の天候などの水産系データを集め、イカの漁獲量に関する予測モデルの作成を目指すことにした。また、イカ釣り漁船の2021年における航跡データ、漁獲データを取得し、航跡データからはイカ漁における週ごとの航行距離を割り出すなどし、漁獲データと合わせて漁獲量との相関関係を探した。また、解析の要素として使う天候データについては海洋気象観測船による海上気象データや表層海流データを取り扱いやすいようにPythonによってExcelで扱えるcsvファイルに変換しやすいようtxtファイルとして整理しまとめた。

(※文責: 久野隆之介)

3.2.2 分析チーム

また、漁獲量予測、市場価格予測に向けた解析方法についても学習を行い、重回帰分析、ニューラルネットワーク、決定木分析などについて調べて共有しあった。さらに、収集したデータを使い目的変数を漁獲量、説明変数を平均湿度、平均気温、降水量の合計、日照時間、平均風速、平均蒸気圧、数値化した天候、水温として重回帰分析による分析を行った。分析はGoogle Colabで行い、sklearnのlinear-modelライブラリを用いた。結果としては決定率が9%と、とても低く実用にはほど遠い結果となった。この原因としては、1日単位での分析を行う上で、1年分しかデータを集めることができなかつたため、データセットの規模が小さく、データの数不足していることがあ

げられた。解決策としては、1日単位であったデータを、10日ごとに平均を出し、データセットを作成し、10日単位での分析を行った。分析結果は、決定率が44%と1日単位で分析したときよりも約5倍にまで決定率が向上した。しかし、重回帰分析として利用するには、決定率が50%を超えることが最低限必要であり、理想的には80%を超える必要があるため、まだまだ分析精度の向上を目指していかなければならない。

(※文責: 藤澤大翔)

3.2.3 制作物について

本プロジェクトでは、発表時の制作物について、主にデータ収集チームが担当して製作した。製作したものとしては、ポスター、発表スライド、発表原稿の作成を行った。初めに、発表スライドの作成に取り組んだ。発表までに残されていた時間が短かったため、スライド自体の完成度が低く、一枚一枚のスライドに文字が多くなってしまった。また、文字ばかりになり、写真やグラフ、表と言った文字以外の部分が少なくなってしまった。発表原稿に関しては、スライドの完成後にスライドに合わせて作成した。ポスターに関しては、データ分析チームも作成に大きく関わり、人数が少ないこともあったため、プロジェクトメンバー全員で意見を出し合いながら、SDGsのロゴなどを入れるといったデザイン面での工夫などを凝らして作成した。

(※文責: 早川颯太)

3.3 前期の成果

3.3.1 データ収集チーム

前期成果に関しては以下に示す。

- ・スルメイカに関するデータ収集

→年ごとの漁獲量データ(1991~2021年)、一日ごとの漁獲量データ(2021年度)、航跡データ(2021年度)

- ・スルメイカに関する収集したデータを編集

→一日ごとの漁獲量データと航跡データを10日ごとにまとめた。

- ・陸上気象データの収集

→気温、降水量、気圧、風速などの陸上気象データ(1991~2021年)

- ・海上気象データの収集

→海洋気象観測船による海上気圧、海上風速などの気象データや表層海流データ

3.3.2 分析チーム

- ・Pythonによる重回帰分析とニューラルネットワークのデータ解析に対する学習

- ・重回帰分析に使用するプログラムの作成

- ・重回帰分析による分析結果(1日ごと:決定率9%、10日ごと:決定率44%)

- ・ニューラルネットワークに使用するプログラムの作成(途中段階)

(※文責: 高橋和裕)

3.4 中間発表まとめ

3.4.1 発表内容

中間発表は7月8日金曜日の15:20から本学にて行われた。発表は前半3回と後半3回に分けられていて本プロジェクトは前半のみ発表を行った。1回につき発表10分と質疑応答5分の15分で発表が行われ、休憩や移動時間は5分となっていた。発表では、4Fのデルタビスタにて、事前に作成したポスターを設置し、モニターを用いてプレゼンテーションを表示し、それを用いてプロジェクトの課題、目的や手順に関してや、現在の進捗度、今後の課題について発表を行った。また、発表に関してのアンケートをGoogleフォームにて行ってもらい、発表技術と発表内容に関して評価を受けた。発表では時間内にしっかりと発表できるように調節し、質疑応答の時間を十分に確保した。発表の内容としては、SDGs自体の説明、これまでの国や企業の活動と現状の説明を行い、調査したスルメイカの現状、続いてプロジェクトの目標やプロジェクトの進行の手順の説明を行った。手法の説明について特に時間をかけ、プロジェクトの進行手順についての理解を深めてもらえるような発表内容にした。

(※文責: 藤澤大翔)



図 3.1 中間発表会の様子

3.4.2 いただいた意見、質問

- ・漁獲量予測と値段予測の2つのアプリケーションを作成するのか
- ・値段予測はどのようにして行うのかがわかりづらかった
- ・説明変数と目的変数は何を使っていて、データの数はどのくらいの量を使用しているのか
- ・最終成果物が値段予測アプリケーションとなっているが、それがSDGsとどのような関係があるのかがわからない
- ・最終成果物であるアプリケーションのイメージがつきづらく、実用性を感じなかった

・重回帰分析を行っているにもかかわらず説明変数と目的変数に対する説明がなかったためどのような分析をしているのかが分からなかった

(※文責: 高橋和裕)

3.5 後期に向けての課題

前期では重回帰分析やニューラルネットワーク、決定木分析などの解析方法について知見を深め、解析に使う漁獲データや気象データ、航跡データ等を取りそろえることを目指し行った。データの収集や分析手法の模索は当初の予定よりも進めることができた。しかし、試用での分析に使っているプログラムの内容理解について、主に、どのような仕組みで正誤を判定しているのか、正答率はどのように割り出しているのかという使用したプログラミングツールに対する理解が乏しいままだった。中間発表会でもその付近の発表内容の薄さ、プログラムの内容や分析についての質疑応答が拙いことを指摘する意見が多く散見された。ほかにも最終成果物としてアプリケーションの作成を銘打ってはいるが、アプリにてそれを行うことに SDGs においてどのような意味があるのか、リアルタイム解析をする等々の場合、入力の方法をどのようにするのか、リアルタイムの情報の収集をどうするか、などがプロジェクトチーム全体で曖昧な構想しかないことも指摘された。プロジェクトとしては、未だにアプリ開発に向けての言語学習にも手も付けられておらず、モデルの構想も明確ではない現状から、後期の目標としてそのままの状態では据えるには甚だ疑問が残るといった状況となっている。他にも、中間発表会では発表の技術、内容に関してたくさんのネガティブな意見をいただいた。多くが発表時の発声やプレゼンの仕方であったが、プロジェクトの内容自体に疑問を呈するものも見られ、さらに議論を深めてからプロジェクトを進めなくてはならないと思うような点がいくつか見つかった。中でもスライドの内容や発表自体にはまだまだ学習不足、準備不足が露呈していたと考えられる。分析に関する理解に関しては、現在使用しているプログラムや手法の理解、そして理解した内容を共有をすることによって分析をデータの種類によって意味を持ってしっかりと使い分けることを可能にしたい。アプリケーション作成の目標課題は、算出に必要な説明変数である水温や天候等々をいかにしてリアルタイムで取得し代入するかという点でもできていないが、そもそもアプリに乗せるためのモデルもできていない状況である。そのため、製作に着手する前に様々な目線からアプリの必要性やアプリの構成を話し合っ、そのうえで分担やスケジュールを綿密に決め、そこまで議論した上で可能と考えた場合に改めて後期の目標課題として定めたいと考えている。発表に関しては、プロジェクトとしては初めての発表であり、慣れない形式からかあまり芳しい成果を上げることはできなかった。それ故に、今回いただいた皆さんのアドバイスや意見をしっかりとお互いに問題点として共有し、それぞれが見てきた他のプロジェクトの中間発表から得た発表技術をしっかりと学習し、それを生かして最終成果発表会までにしっかりと準備を行っていききたい。後期では上記の前期の課題を踏まえつつ、より良い成果物を出せるように、しっかりとプロジェクト全体で技術的な進歩を目指していききたいと考えている。

(※文責: 高橋和裕)

第4章 後期活動内容

4.1 後期目標

後期目標に関しては以下に示す。

- ・プロジェクト目標に関して再度検討し、分析手法や使用するデータを見直す。
- ・必要なデータに関して収集する。

課題：前期に不透明だったプロジェクト目標に関して話し合いを行い、明確にする。また、プロジェクトメンバーが一人少なくなってしまったため、それを考慮したプロジェクト目標の再設定を行う必要がある。

- ・重回帰分析とニューラルネットワークに関する知識をさらに深める。

課題：重回帰分析に関しては、分析精度が前期では不十分であったため、プログラム面での精度向上が望めないか検討する。ニューラルネットワークに関しては、分析を始めることができていないため、収集したデータに関して分析が可能な状態にする。

- ・スルメイカの現状を前期よりも明確化する。

課題：スルメイカの生態に関しては、前期でも調べていたが資源量等に関しては調べていなかったため、資源量推定や生態に関する知識をさらに身につけて、発表できるようにする。

- ・分析結果よりスルメイカ漁の資源量・漁獲量増加に向けた具体的な対策を提示する。

課題：分析結果をもとに、SDGsの目標達成に向けた対策を検討する。検討する際に、SDGsだけでなく、漁業者や消費者といった面での対策も検討する。

(※文責: 高橋和裕)

4.2 活動内容

後期活動では前期での中間発表会において指摘された問題点やそれに伴う改善案をまず考えた。頂いた指摘点は大きく、

- 1, 本プロジェクトのSDGsとの関連性が不明瞭であること。
- 2, アプリケーション作成の必要性がわからない。

この2点であった。1つ目の指摘にはSDGsとの関連をしっかりと裏付けることを対策とし、2つ目の指摘には本プロジェクトの軌道修正をすることで対応することにした。軌道修正の内容は、アプリケーション作成を最終目標に据えるのではなく、予測モデルの完成を据えることで、アプリケーションの作成のための勉強に割く時間をすべて予測モデルの作成に使い精度向上を狙うこととした。イカ釣りの漁獲量のデータ収集を引き続き行い、グラフ化したところ漁獲量は年々減少し、特に11月、12月の漁獲量は全体からみて非常に少ないものであるとわかった。これより11月、12月を禁漁にして、漁獲量の安定化、燃料費の節約、二酸化炭素排出量の減少、ひいては来期以降の資源量増加を狙うことを本筋にプロジェクトを進めていくことに決めた。以降、後期では裏付けるためのデータ収集や解析を行うことを中心に活動した。

(※文責: 高橋和裕)

4.2.1 データ収集

データ収集においては、主に3つのデータを収集した。1つ目は、時事通信社提供の時事水産情報 Web サービスより、2006年から2022年までの1日ごとのスルメイカ漁獲量のデータを手作業で収集した [13]。この作業では、スルメイカの箱やストレッチールを kg オーダーに換算し、一から手打ちで csv ファイルに取りまとめた。その後、Excel にてデータの整理を行い、10日ごと、1カ月ごとにデータを取りまとめ、分析のソースファイルとした。2つ目は、水産庁によるスルメイカの資源評価である [15]。ここには、水産庁によって、スルメイカの資源評価がされている。資源評価をする上で、親魚量と限界管理基準値、目標管理基準値という単語が出てくる。親魚量とは、ある資源における成熟個体の総資源量のことである。限界管理基準値とは、この数値を下回るとその漁業は持続可能ではないという危険水準である。目標管理基準値とは、理想的な漁獲状態を定義するものである。水産庁では、全国のスルメイカに対して親魚量や限界管理基準値、目標管理基準値をそれぞれ求めている。本プロジェクトでは、函館市のスルメイカに限定しているため、上記の水産庁のデータと全国の漁獲量データ、函館市の漁獲量データを利用して、親魚量と限界管理基準値、目標管理基準値を試算した。また、冬季発生系群のスルメイカの漁獲量減少が顕著だったため、冬季発生系群のスルメイカに絞って、限界管理基準値と目標管理基準値に対して2026年と2030年までに親魚量が上回るのかを線形回帰により予測した。3つ目は、先行研究にて試算されたイカ釣り漁船の燃料消費量を論文中より収集した [14]。上の論文は各漁業で燃料消費量を調査している論文であり、その中にイカ釣り漁船の燃料消費量についての言及があった。イカ釣り漁船の中でも沿岸、近海、遠洋の3つに分けられており、隻数データと照合して1隻あたりのおおよその燃料消費量を出した。このデータは、1つ目のデータと前期で収集したデータを生かして昨今のイカ釣り漁船全体での燃料消費量を試算するのに使った。その他にも分析の際の説明変数として、函館のイカ釣り漁場付近の海水温を気象庁より、10日ごとのデータを収集した。これらのモデルと、調査した先行研究などから、もう一度スルメイカの漁獲量増加に向けた対策を考え、当初の目論見通りの対策で漁獲量の増加が狙えることが分かった。

(※文責: 高橋和裕)

4.2.2 重回帰分析

重回帰分析では、前期に1日ごとのデータを1年分しか集めることしかできず、データの整理もしっかりと行えていないことから、決定率が1日ごとで数%、10日ごとで約40%と低い数値になっていた。そこで、分析による決定率を上げるために、データ収集をするところからやり直した。データ収集の段階での改善点は、イカ釣り漁業者からいただいたデータの、漁獲量データだけを収集するだけではなく、隻数データも収集を行い、1隻あたりの漁獲量のデータを集めることができた。データの整理の段階での改善点は、漁獲量が0の日が多く、調べてみると日曜日に漁に出していないことがわかり、漁獲量が0の日を減らすために日曜日の欄をなくしたことである。分析は google colab の Python を用いて行った。まず、ターミナルから Statsmodels モジュールをインストールし最小二乗法によるモデリングを行い重回帰分析の結果を表示した。前期では自由度調整済みの決定係数を出すことができず、ただ説明変数を増やすだけで、決定係数を大きくすることができた。後期では最小二乗法によるモデリングにより、似たような説明変数を複数個用いても、自由度調整済みの決定係数は大きくなり、似たような説明変数を使わず、目的変数に影響度

の高い説明変数を使うことで、決定係数の値を大きくすることができる。最小二乗法によるモデリングを行った場合、各説明変数ごとに t 値と p 値が表示される。t 値は、絶対値が大きければ大きいほど、目的変数に与える影響が大きいという指標になり、p 値はゼロに近いほど統計的な意味があり、0.05 よりも大きい値であればたまたまである可能性が高い。このことから、説明変数を決めるときに、何度も分析を行い、説明変数ごとの t 値と p 値を確認し、t 値の絶対値が大きく、p 値が 0 に近い数値になっている説明変数を採択した。採択した結果、目的変数を漁獲量、説明変数を隻数、平均気温、平均湿度、平均蒸気圧、降水量合計、海水温として分析を行った。集めたデータから、2006 年から 2021 年までの 6 月から 12 月までのデータを使い、1 日ごと、10 日ごと、1 ヶ月ごとのデータセットを作成した。1 日ごとのデータセットは、集めたそれぞれのデータをそのまま 2006 年から 2021 年まで並べて作成した。10 日ごとのデータセットは、集めたデータを 10 日ごとに平均を出して、2006 年から 2021 年まで並べて作成した。1 ヶ月ごとのデータセットは、1 ヶ月ごとの合計を出し、2006 年から 2021 年まで並べて作成した。それぞれ訓練データを 2006 年から 2020 年までのデータ、テストデータを 2021 年のデータとして分析を行った。重回帰分析の結果から、切片と、説明変数ごとの係数を使い 2021 年の漁獲量と、2030 年の漁獲量の予測を行った。2021 年の実際の 1 ヶ月ごとの漁獲量と、2021 年の漁獲量の 1 ヶ月ごとの予測値、2030 年の漁獲量の 1 ヶ月ごとの予測値を行った。

(※文責: 藤澤大翔)

4.2.3 ニューラルネットワーク

前期時点では、コードを書いている段階で、まだ実用化に至っていなかったため、後期からも Google Colab を用いてニューラルネットワークのコーディングに取り掛かった。初めに完成したコードは、読み込んだデータから自分で説明変数と目的変数を指定し、それらのデータもモデル作成用データとテストデータに分け、その後ニューラルネットワークのパラメータを設定し、モデル作成用データを訓練するものであった。この方法でも予測モデルを作ることはできたが、うまくいかなかったときに説明変数の変更、パラメータの変更をすべて自分の手作業で行っていた。この方法では、説明変数の組み合わせの数や、パラメータの変更箇所が多く、またモデル作成用データの訓練にもかなりの時間がかかってしまうため、より効率的に様々なパターンを試せるようにコードの改良に着手した。

ニューラルネットワークのパラメータで変更できる個所は、隠れ層の数、隠れ層ごとのノードの個数、活性化関数と最適化手法、訓練する際にグループを分けるミニバッチのサイズと、訓練の回数を示すエポックサイズである。これらのパラメータの中で最適なパラメータを少ない試行回数で選択するためにグリッドサーチという手法を選択した。グリッドサーチとは指定されたパラメータを網羅的に検索して最もいい結果の出たパラメータの組み合わせを示してくれる手法である。この手法を使うことで、毎回毎回ニューラルネットワークを回すことなく、自分の選択したパラメータの中から最もいい結果の期待できるものを選択できた。ニューラルネットワークのパラメータは自由度が高く、特に隠れ層やノードの数、バッチ数とエポック数のような数値的なパラメータは、時間と精密さのバランスを少しずつ合わせていく必要があり、途方もない作業時間がかかっていた。そのため、グリッドサーチを採用することで、ニューラルネットワークの訓練回数が減り、大幅な時間の削減を期待できた。

グリッドサーチでのパラメータの組み合わせは、隠れ層は 2 つで固定し、隠れ層のノード数を

(隠れ層 1, 隠れ層 2) で表すと、(24, 12), (64, 32), (128, 64) の 3 通りのパターンで、それぞれにグリッドサーチを行った。バッチサイズは大体データ数の 1/3, 1/6, 1/12 の 3 通り、エポック数は 5000, 10000, 25000, 50000, 75000, 100000, 200000 の 7 通りとした。活性化関数は relu, sigmoid, linear の 3 種類、最適化手法は adam, adagrad, SGD, RMSprop の 4 種類を採用した。総数の違いから 3 通りの最適なパラメータのパターンが出るため、3 種類のモデルを構築し平均二乗誤差でどのパターンが最も優秀なモデルかを評価した。

本プロジェクトでは、スルメイカの漁獲量の予測モデルを 1 月毎、10 日毎の平均、1 日毎の 3 種類作成した。層数と合わせて全部で 9 種類である。共通して、使用したデータは 2006 年から 2021 年のスルメイカの漁獲に関するデータと函館市の気象データであり、2006 年から 2020 年までを訓練データ、2021 年のデータをテストデータとして分割した。選択した説明変数はスルメイカの生態と、目的変数である漁獲量データとの相関関係から考え、漁に出ている船の隻数、平均湿度、平均気温、平均蒸気圧、平均風速、海水温の 6 種類となった。またニューラルネットワークの分析では重回帰分析と違い、平均二乗誤差を予測モデルの評価尺度として用いた。また負の数値が予測された場合は 0kg の予測となったこととした。

1 月毎の予測モデルの作成では、モデル作成用データが 105 個、テストデータが 6 個に分割されていて、グリッドサーチの結果からそれぞれのパラメータは図 4.1 のようになった。ノード数が (128, 64) のとき、バッチサイズは 13、エポック数は 50000、活性化関数は linear、最適化手法は adam となった。平均二乗誤差は 8.5 トンほどで、一月ごとで見ると 7 月、9 月の予測が特に大きく外れていた。ノード数が (64, 32) のとき、バッチサイズは 13、エポック数は 10000、活性化関数は linear、最適化手法は adam となった。平均二乗誤差は 9.4 トンほどで、一月ごとで見ると 9 月、11 月の予測が特に大きく外れていた。ノード数が (24, 12) のとき、バッチサイズは 13、エポック数は 100000、活性化関数は linear、最適化手法は adam となった。平均二乗誤差は 7 トンほどで、一月ごとで見ると 7 月、9 月の予測が特に大きく外れていた。

結果から、層数が (24, 12) での組み合わせが最も誤差が小さかった。パラメータの違いは層のノード数以外に、エポック数で違いがみられた。

表 4.1 ニューラルネットワークパラメータ (1 月ごと)

パラメータ名	(128.64)	(64.32)	(24.12)
隠れ層 1	128	64	24
隠れ層 2	64	32	12
バッチサイズ	13	13	13
エポック数	50000	10000	100000
活性化関数	linear	linear	linear
活性化関数	linear	linear	linear
活性化関数	linear	linear	linear
最適化手法	adam	adam	adam
平均二乗誤差 (トン)	8.5	9.4	7.0

10 日毎の平均の予測モデルの作成では、モデル作成用データが 315 個、テストデータが 21 個に分割されていて、グリッドサーチの結果からそれぞれのパラメータは図 4.2 のようになった。ノード数が (128,64) のとき、バッチサイズは 32、エポック数は 100000、活性化関数は linear、最適化手法は adam となった。平均二乗誤差は 464kg ほどであった。データ一つずつで見ると最も大

大きく外れていた数値は 982kg で、最も誤差の小さかったのは 16kg であった。ノード数が (64,32) のとき、バッチサイズは 32、エポック数は 75000、活性化関数は linear、最適化手法は adam となった。平均二乗誤差は 541kg ほどであった。データ一つずつで見ると最も大きく外れていた数値は 1653kg で、最も誤差の小さかったのは 7kg であった。ノード数が (24,12) のとき、バッチサイズは 32、エポック数は 50000、活性化関数は linear と relu、最適化手法は RMSprop となった。平均二乗誤差は 343kg ほどであった。データ一つずつで見ると最も大きく外れていた数値は 774kg で、最も誤差の小さかったのは 7kg であった。

結果から、層数が (24,12) での組み合わせが最も誤差が小さかった。パラメータの違いは層のノード数以外に、エポック数、活性化関数、最適化手法で違いがみられた。

表 4.2 ニューラルネットワークパラメータ (10 日ごと)

パラメータ名	(128.64)	(64.32)	(24.12)
隠れ層 1	128	64	24
隠れ層 2	64	32	12
バッチサイズ	32	32	32
エポック数	100000	750000	50000
活性化関数	linear	linear	linear
活性化関数	linear	linear	relu
活性化関数	linear	linear	linear
最適化手法	adam	adam	RMSprop
平均二乗誤差 (kg)	464	541	343

1 日毎の予測モデルの作成では、モデル作成用データが 2751 個、テストデータが 184 個に分割されていて、グリッドサーチの結果からそれぞれのパラメータは図 4.3 のようになった。ノード数が (128,64) のとき、バッチサイズは 128、エポック数は 50000、活性化関数は linear、最適化手法は adam となった。平均二乗誤差は 1408kg ほどで、データ一つずつで見ると最も大きく外れていた数値は 5158kg で、最も誤差の小さかったのは 14kg であった。ノード数が (64,32) のとき、バッチサイズは 128、エポック数は 10000、活性化関数は linear、最適化手法は adam となった。平均二乗誤差は 1391kg ほどで、データ一つずつで見ると最も大きく外れていた数値は 5102kg で、最も誤差の小さかったのは 19kg であった。ノード数が (24, 12) のとき、バッチサイズは 128、エポック数は 25000、活性化関数は linear、最適化手法は adam となった。平均二乗誤差は 1399kg ほどで、データ一つずつで見ると最も大きく外れていた数値は 5091kg で、最も誤差の小さかったのは 13kg であった。

結果から、層数が (64,32) の時の組み合わせが最も誤差が小さかった。パラメータの違いは層のノード数以外に、エポック数で違いがみられた。また 3 種類の予測すべてで誤差が最大の日と、最小の日が同じであった。

表 4.3 ニューラルネットワークパラメータ (1月ごと)

パラメータ名	(128.64)	(64.32)	(24.12)
隠れ層 1	128	64	24
隠れ層 2	64	32	12
バッチサイズ	128	128	128
エポック数	50000	10000	25000
活性化関数	linear	linear	linear
活性化関数	linear	linear	linear
活性化関数	linear	linear	linear
最適化手法	adam	adam	adam
平均二乗誤差 (kg)	1408	1391	1399

(※文責: 早川颯太)

4.2.4 制作物

本プロジェクトでは、成果発表時の制作物について、前期で行われた中間発表と同様に、主にデータ収集チームが担当して製作した。製作したものとしては、ポスター、発表スライド、発表原稿の作成を行った。前期の中間発表では、発表準備の時間が短く満足に作成することができなかったため、後期の成果発表では十分な時間を確保して準備に取りかかった。初めに、発表スライドの作成に取り組んだ。前期での反省を活かして、発表スライドの一枚ごとの文字数を少なくして、スライドの枚数を増やした。また、プロジェクト目標と SDGs との関わりがわかりにくいとの意見があったため、SDGs の目標とどのような関係があるのかまとめたスライドも追加した。その他にもグラフや表、写真を増やすことで、スライド自体をわかりやすくして、聞いている人の理解を促す工夫を行った。発表原稿に関しては、作成はしたものの、発表スライドを見ることで発表が可能になるようスライドの作成の方で工夫していたため、必要にならなかった。ポスターに関しては、データ分析チームも作成に大きく関わり、人数が少ないこともあったため、プロジェクトメンバー全員で意見を出し合いながら、前期よりも文字数を少なくしてさらに見やすくするといった工夫を行った。また、活動している写真なども盛り込むことで見やすさやわかりやすさを向上させることにした。

(※文責: 藤澤大翔)

4.3 後期の成果・考察

4.3.1 データ収集

時事水産情報より、2006 年から 2022 年までの一日ごとの函館市のスルメイカの漁獲量データ、水産庁のデータと函館市の漁獲量データを利用して算出した 2026 年と 2030 年のスルメイカ資源

量予測データ、2021年の航跡データや先行研究より試算したイカ釣り漁船の燃料消費量のデータを収集した。

1つ目のスルメイカの漁獲量に関するデータからは以下のことがわかった。データの収集後に年別や月別、一隻当たりの漁獲量に対して表を作成した。そこから、年々スルメイカの漁獲量が減少していること明確になった。また、月ごとに見ても減少しており、夏の漁獲量に比べて冬の漁獲量、すなわち冬季発生系群のスルメイカの漁獲量が極端に減少しているということがわかった。また、一隻当たりの漁獲量も確実に減少していた。この点から、スルメイカの経営数の減少（後継者不足）だけの問題ではないということが考えられた。

2つ目のスルメイカ資源量予測データからは以下のことがわかった。秋季発生系群のスルメイカに比べて冬季発生系群のスルメイカの資源量が約5分の一と少なくなっている。限界管理基準値に対して親魚漁が上回る可能性は、このままスルメイカ漁を続けると2026年までに27%、2030年までに51%とかなり難しい状況となっている。しかし、もし冬季発生系群のスルメイカに対して禁漁すると、2026年までに78%（信頼上限：82%、信頼下限：73%）、2030年までに97%（信頼上限：99%、信頼下限：95%）とほぼ確実に、SDGsの目標となっている2030年までには上回ることが期待できる。目標管理基準値に関しては、親魚量が上回る可能性は、このままスルメイカ漁を続けると2026年までに12%、2030年までに25%とかなり低い確率で厳しい状況である。しかし、禁漁することで2026年までに43%（信頼上限：45%、信頼下限：40%）、2030年までに81%（信頼上限：82%、信頼下限：80%）と上回る可能性が高い。このような現状から、このままスルメイカ漁を続けても資源量の回復は厳しく、禁漁という手を打つことによりSDGsの目標となっている2030年までに資源回復が望めるのではないかと考えられる。

3つ目のイカ釣り漁船の燃料消費量のデータからは以下のことがわかった。イカ釣り漁船は5トン以下の小型船舶が大半を占めており、使用油種はA重油、軽油であり、一隻当たりの燃油使用量は16.5kLにもなる。二酸化炭素排出量に関しては、二酸化炭素排出係数はA重油、軽油ともに2.7tCO₂/kLである。これをスルメイカの漁獲量データを集める際に同時に集めていた出港隻数を利用して、2021年の二酸化炭素排出量を計算した結果は、62479tもの二酸化炭素を排出しているのがわかった。これは自家用車だと約30000台にもなる。

（※文責：久野隆之介）

4.3.2 重回帰分析

2006年から2020年までの6月から12月のデータを訓練データ、2021年の6月から12月のデータをテストデータとして作成したデータセットを使い、重回帰分析を行った。分析結果である決定率は、1日ごとでは54.0%、10日ごとでは68.8%、1ヶ月ごとでは74.2%となり、1ヶ月ごとの成果が1番高かった。1日ごと、10日ごと、1ヶ月ごとの決定率は、3つとも前期で行った1日ごとの分析による結果、40%よりも精度を上げることができた。3つとも分析の精度を上げることができたのは、説明変数に隻数を追加したからである。実際に説明変数に隻数を入れた場合と説明変数に隻数を入れなかった場合の1日ごとの分析を確かめると、隻数を入れた場合だと決定率が1.1%、隻数を入れた場合だと決定率が54.0%となり、隻数を入れないだけで大きく数字が変わってしまう。分析結果から、切片と、説明変数ごとの係数を使い、2021年の実際の漁獲量と、2021年の漁獲量の予測値を出した。予測した結果をグラフにまとめた結果は図4.4の通りになった。2021年の9月と10月の予測値は実際の漁獲量の値と比べるとかなり低くなっていたが、

6月、7月、8月、11月、12月の予測値は、実際の漁獲量の値と近い予測になった。2030年の予測値は、2021年の実際の漁獲量と比べると、約3分の1ほどに減少する予測となった。

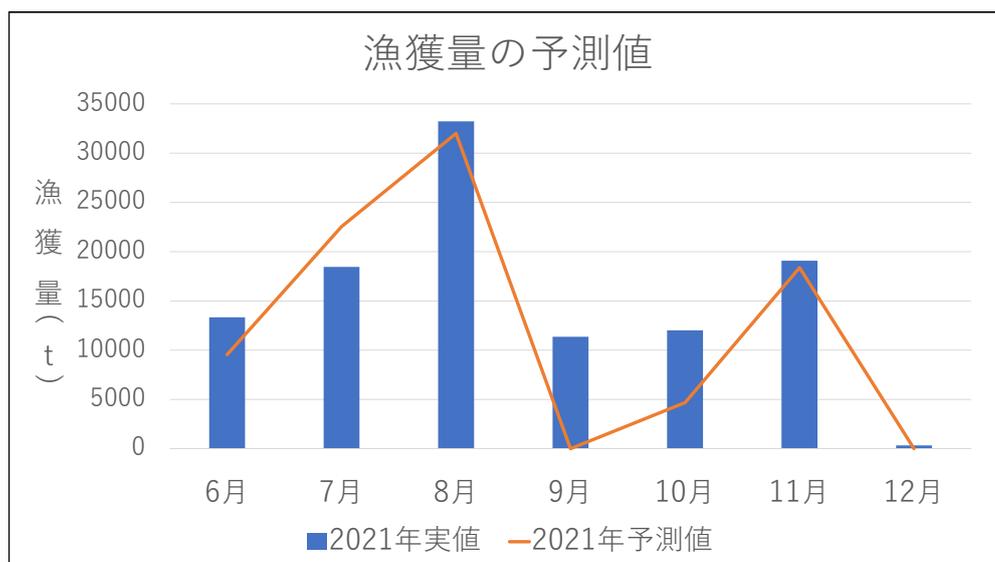


図 4.1 重回帰分析予測結果

(※文責: 藤澤大翔)

4.3.3 ニューラルネットワーク

今回、予測モデルとして、一月毎、十日毎の平均、一日毎の3種類を層数別に3つずつの合計9種類を作成した。それぞれを比較していくと、一月毎、十日毎の平均の予測では層数(24, 12)、一日毎では層数(64, 32)での予測が最も誤差が小さかった。また、パラメータの差が、一月毎、一日毎ではエポック数による違い、十日毎の平均ではエポック数、活性化関数、最適化手法に違いがあった。結果から、予測のパラメータの違いは層数とエポック数の違いであり、それ以外のパラメータではあまり変化が見られず、活性化関数はlinear、最適化手法はadamでバッチサイズも層数の変化による違いは見られなかった。十日毎の平均による予測でだけ、活性化関数にrelu、最適化手法にRMSpropが採用された。

パラメータの変化による予測の誤差に関しては、一月毎では1トン以上、十日毎の平均では100kg以上の差が予測毎みられたが、一日毎では10kgごとの差しかなく、パラメータの変化による予測精度に差がみられなかった。一月毎、十日毎の平均での予測に比べて、一日毎の予測においてパラメータによる差がみられなかったのは、データの数が多く、どの層数でも近い精度での予測が行えたからだと思う。しかし、一日毎の誤差の平均が140kgもあるようでは実用的な予測モデルとは言えなかった。時間の都合上、限られたパターンのグリッドサーチになってしまったため、パラメータの変更による予測モデルの良化が考えられる。

予測から見られた傾向としては図4.5を見ると、8月～9月にかけては予測した漁獲量が実際の漁獲データに対して小さく出ることが多く、10月～12月にかけての予測した漁獲量が実際の漁獲データに対して大きく出ている。考えられる理由は、秋季発生系群のスルメイカに対して、冬季初生系群のスルメイカの漁獲量が大きく減少していること、説明変数として扱っているデータが気象

データであるためスルメイカの生息域、漁場だけを対象にしたものでないことである。そのため、より精度の高い予測を行うためには、より精度の高いデータセットが必要である。また、今回は説明変数として扱っているデータが気象庁から得られる函館市の気象データと海水の表面温度などのデータの使用にとどまっているため、スルメイカの回遊地域や、生息域の海水温などのデータが必要であると感じた。

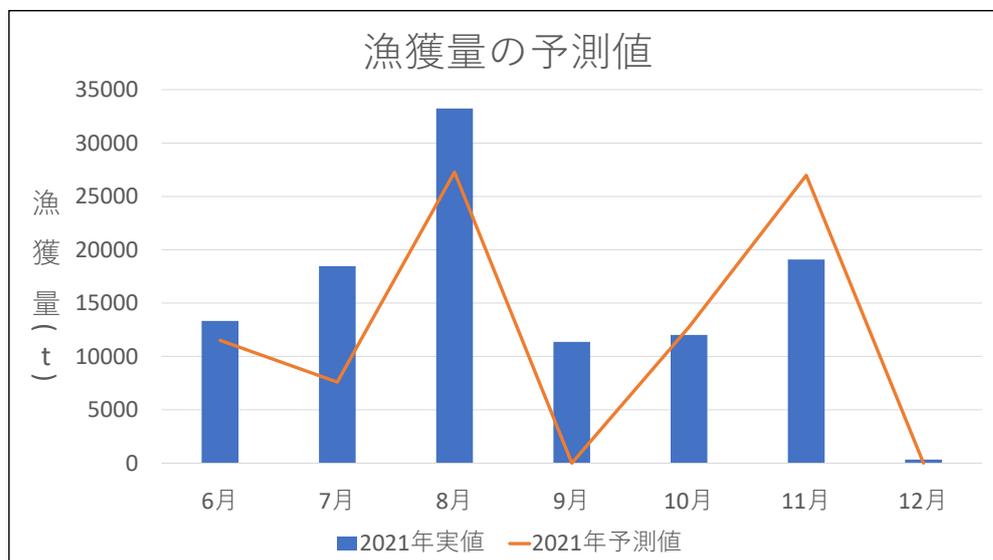


図 4.2 ニューラルネットワーク漁獲量予測結果

(※文責: 早川颯太)

4.3.4 資源量・漁獲量の増加に向けての対策

プロジェクト目標としているスルメイカの資源量や漁獲量の増加に向けての対策を検討した。上記より、資源量の推定より、秋季発生系群と比べて冬季発生系群の資源量が約 5 分の一と少ない。近年、11 月と 12 月といった冬の漁獲量が夏に比べて特に減少している。漁獲量が少ないにも関わらず、出航しているため利益があまり生まれていない上に、環境への影響が大きい。単回帰分析で禁漁しなかった場合の親魚量を分析した結果、限界管理基準値と目標管理基準値について上回る可能性が低く、現在の親魚量も少なく厳しい状況にある。重回帰分析やニューラルネットワークにより、将来のスルメイカの漁獲量を予測した数値が 2021 年度の約 3 分の一にまで減少してしまっている。これらの理由から我々のプロジェクトでは、最終的にスルメイカ漁について、2030 年まで冬季発生系群のスルメイカに限定して禁漁をすべきだという対策を行うことを考えた。これにより、2030 年にはスルメイカの資源量が増加する予想であり、限界管理基準値に関してはほぼ確実に上回ることが可能で、目標管理基準値についても上回る可能性がだいぶ高くなっている。この禁漁をしている間の漁業者の生活に関しては、出稼ぎやイカの釣り船として収入を得る。その他にも、近年漁獲量が増加しているブリなどの他の魚の漁獲などに携わることが考えられた。

(※文責: 高橋和裕)

4.4 成果発表まとめ

4.4.1 発表内容

中間発表は12月9日金曜日の15:20から本学にて行われた。発表は前半3回と後半3回に分けられていて本プロジェクトは前半のみ発表を行った。1回につき発表10分と質疑応答5分の15分で発表が行われ、休憩や移動時間は5分となっていた。発表では、4Fのデルタビスタにて、事前に作成したポスターを設置し、モニターを用いてプレゼンテーションを表示し、それを用いてプロジェクトの課題、目的や手順に関してや、現在の進捗度、今後の課題について発表を行った。また、発表に関してのアンケートをGoogleフォームにて行ってもらい、発表技術と発表内容に関して評価を受けた。発表では時間内にしっかりと発表できるように調節し、質疑応答の時間を十分に確保した。発表の内容としては、前期と同じように前提知識の説明をしながら結果と使用した手法についての説明を行った。前期と違うところは、質問が来そうな理解難易度の高い専門用語などはあらかじめ説明を入れてからそのトピックについての説明を行ったところが一番大きな点である。他にも、スライドの構成を変え、説明する側が載せたい情報を載せているだけだったスライドから、後期では理解してもらうためのスライドを作れるように作成時は努力をした。実際前回よりも用語についての質問は格段に少なくなった。他にも、原稿を読むような形の発表形式からスライドと知識による発表にすることによって聴衆へ向きやすいよう工夫を行った。



図 4.3 成果発表会の様子

(※文責: 早川颯太)

4.4.2 いただいた意見、質問

いただいた意見、質問に関しては以下にまとめる。

- ・スライドは情報量がちょうどよく、スタイルも考えられていて見やすかった。
- ・分析内容がとても興味深かった。人数の少なさに比べて高い成果を出している。
- ・分析結果自体はいいものだと思うが、エコな船舶に切り替えるなどの他の思索も考えるとさらに良いと感じた。
- ・この結果が函館のみならず、ほかの漁港でも同じことが言えるのならば説得力がさらに増して良いと思う。
- ・発表の音が環境音に負けており、聞き取りづらかった。
- ・聴衆よりもスライドの方を見ていることが多く、こちら側に話しかけている感じがしなかった。
- ・スライドの図表がわかりづらく、説明の手助けにはあまりなっていなかった。
- ・説明されてない用語があり、発表の内容を理解するのが大変だった。
- ・分析結果は理解できたが、応用先などが不透明でわからなかった。
- ・分析結果とプロジェクトの目的との関係性がわからなかった。

(※文責: 高橋和裕)

4.5 後期の振り返りと新たなる課題

後期では前期で見つけた問題点や改善点を基に作業を進めた。前期で上げられた点はしっかりと満たせたと考えられるが、それでもまだ分析内容から SDGs へのつながりは薄く、間接的なものになってしまったと感じている。だが、分析内容に関して、精度は依然と比べ上々であると感じられ、胸を張って成果物であると出せるような仕上がりとなった。後期に入り、プロジェクトの人数変更がありながらも仕事の分担などをしっかりと行い、人数以上の成果を出せたと考えられる。成果発表会では、分析結果をしっかりと生かした発表ができたと考えられるが、声の大きさや用語の説明などの発表技術に関しては未だ問題点が残る形となった。しかし、前期の中間発表会と違い質疑応答ではスムーズな対応ができていたと感じる。これは、プロジェクト全体で分析手法や分析結果の問題点、データの収集手法などの情報を互いに共有し合っていたことに起因すると考えられ、前期と比べてプロジェクトとして成長した点である。分析に関しては、後期に入りデータの収集を新たに行ったうえで改善をしての分析であったため、常に時間に追われての作業となった。分析班の精力的なコーディング作業によって精度が向上し、今回の成果を上げた。他にも、データの収集に関しては、作業範囲を分担をすることで迅速に終わらせ、ほかの観点から SDGs との関連を考えることも行い、それによって燃料消費量と CO2 排出から見たイカ漁船の現状を理解することができた。これらより、後期の活動としては十分に充実したものであった。成果発表会等を通して得られた新たなる課題は、今回の資源量増加の施策が他漁場でも適用できるかについてまだまだ議論の余地があり、データを収集することができればそれを試行することも可能であるので挑戦したい。さらには、当初掲げていたようなリアルタイムでの漁場予測や漁獲量予測をするために今回の説明変数で使った海水温や船舶の緯度経度などをセンサーにて収集し、船上コンピューターにて予測を行うということを現実的に実現できるのかどうかも考えていきたい。そして、今回は漁獲量以外の視点として燃料消費量やそれに伴う二酸化炭素排出量を調査したが、それ以外の観点からもイカ釣り漁業を調査するとまた違った結果や考えが得られるかもしれないので幅広い視野でイカ釣り漁業

Let's SDGs

を見つめなおしたい。他にも、施策として禁漁といった形を上げて試算したが、これが現実的に可能であるか、不可能なのであれば他の漁業との組み合わせで禁漁を行う、もしくは禁漁とまではいかないまでも効果的な減漁の目安の模索などを行い、研究としての意義をさらに向上させたい。

(※文責: 早川颯太)

第5章 まとめ

本プロジェクトでは、全世界で注目が集まってきている SDGs（持続可能な開発目標）について、SDGs 達成に貢献する提案を行うことを目的とした。本学が函館市にあることを踏まえ、函館市に関連するスルメイカの漁獲量減少に着目した。スルメイカの漁獲量が増加する取り組みを提案することにより、SDGs の目標 2「飢餓をゼロに」、目標 13「気候変動に具体的な対策を」、目標 14「海の豊かさを守ろう」に関連し、目標達成に貢献できると考えた。前期では、データ収集チームと分析チームの二つに分かれ、漁獲量予測モデルと構築を行い、最終的に値段予測アプリケーションの作成を行うことを目的に作業を進めた。データ収集チームでは、スルメイカの生態調査をはじめ、分析チームで使用する陸上気象データや海上気象データ、漁獲量データ、航跡データなどを収集し、Excel にまとめた。分析チームでは、先行研究より、重回帰分析やニューラルネットワーク、決定木により分析を行うことを目的としていたため、重回帰分析や、ニューラルネットワーク、決定木に関する知識を学習し、プログラムの構築を行い、分析を始めることを目標とした。前期の終了段階では、データ収集チームに関しては、一通りのデータ収集を行うことはできたが、分析をする上で精度向上には、漁獲量に関するデータが乏しいのが現実となった。分析チームでは、重回帰分析に関しては、分析を始めることができていたが精度が低く、実用にはほど遠い結果となっていた。ニューラルネットワークに関しては、学習をしつつ、プログラム作成を行っている段階で、分析を始めることができていなかった。また、決定木に関しては、重回帰分析やニューラルネットワークで手一杯になっており、学習がほとんど進んでいなかった。これらを踏まえ、後期のプロジェクトを開始したが、メンバーが一人脱退したのもあり、後期の初めにプロジェクト方針の変更について話し合いを行った。それにより、プロジェクトの最終的な目標をスルメイカの漁獲量予測モデルの構築を行い、スルメイカの漁獲量増加に向けての具体的な対策の提案を行うことにした。後期でも、データ収集チームと分析チームに分担し、プロジェクトを進めた。データ収集チームでは、前期で漁獲量データが不足していると分析段階で実感したため、漁獲量に関するデータの収集をメインに行った。他には、スルメイカ漁を違った観点から見て、スルメイカ漁に使用する燃料や、限界管理基準値や目標管理基準値といった指標からデータを収集した。限界管理基準値と目標管理基準値に関しては、2030 年までに上回る可能性を線形回帰により求めた結果は、このままの漁業を続けていくと上回る可能性が限界管理基準値だと 51 %、目標管理基準値だと 25 %とかなり厳しい状況であった。しかし、もし禁漁すると限界管理基準値だと 97 %、目標管理基準値だと 81 %にまで向上し、SDGs の目標でもある 2030 年までに上回る可能性が十分にある。分析チームでは、分析手法を重回帰分析とニューラルネットワークに絞って分析を行うことにした。重回帰分析に関しては、漁獲量データの精度向上やプログラム変更により、前期よりも精度が向上し、最終的には一日ごとでは、54.0 %、10 日ごとだと 68.8 %、1 ヶ月ごとでは 74.2 %となった。ニューラルネットワークに関しては、平均二乗誤差が一日ごとだと 1408kg、10 日ごとだと 464kg、1 ヶ月ごとだと 9400kg という結果となった。また、重回帰分析予測モデルから 2030 年の予測を行った結果、2021 年度の漁獲量よりも約 3 分の一の予測結果となった。これらの理由などから、本プロジェクトでは函館市のスルメイカに関して 2030 年まで冬季発生系群のスルメイカ、すなわち 10 月～12 月のスルメイカ漁を禁止にすることを提案しました。

(※文責: 高橋和裕)

第6章 今後の課題と展望

6.1 データ収集

データ収集では、陸上気象データや海上気象データ、漁獲量データ、航跡データ、資源量予測データなどを集めた。陸上気象データと漁獲量データに関しては、すでに函館市のデータを利用しているためさらなるデータ精度の向上は難しいと考えられる。海上気象データに関しては、スルメイカ漁を行っている場所をピンポイントでデータ収集を行うことができていないため、漁船に取り付けて海水温や海流などのデータを集めることで分析時のさらなる精度向上が望めるのではないかと考える。航跡データに関しては、一隻の航跡データしかなかったため、多数の漁船の航跡データを集めることで精度向上が望める。資源量予測に関しては、全国の水産庁のデータから函館市のデータを算出したため、精度が高いと言いがたい。そこで、函館市のスルメイカの違ったアプローチで資源量の推定を行いたい、先行研究などで行われている資源量推定に関しては、スルメイカが一年と短命なため使用できないため、難しくなっている。これら上記から、海上気象データや航跡データに関しては、漁業者の協力を得て、精度の向上を図る。資源量予測データに関しては、短命でも利用できる予測モデルの構築から行い、スルメイカに適用するといったことが考えられる。

(※文責: 久野隆之介)

6.2 重回帰分析

重回帰分析による1ヶ月ごとの決定率が74.2%で、10日ごとでは68.8%と二つとも70%近くであり、それなりに高かったが、1日ごとの決定率は54.0%とまだまだ精度の向上が必要である。1ヶ月ごとの予測では、9月と10月の予測値と実際の漁獲量の差が大きいことから、1ヶ月ごとの分析精度の向上も必要である。分析で使っていた平均気温や平均湿度などの気象データは、漁を行っている海上のデータではなく、函館の気象データを扱っている。そのため、実際に漁を行っている場所の気象データを使用することができれば、分析の精度を上げることができると考えた。さらに、最小二乗法によるモデリングを行った重回帰分析では、説明変数ごとに、t値やp値といった値を出し、評価を行うことができる。そのため、海上の気象データだけでなく、海流のデータ、海中の10mごとの海水温など、大量のデータを説明変数として用いることで、いろいろなデータを分析して、目的変数である漁獲量を予測するために最適なデータを求めることができる。これを行うことにより、1日ごと、10日ごと、1ヶ月ごとの分析の精度を向上させることができる。

集めた大量のデータはイカの漁獲量の分析精度の向上に役立つだけでなく、いろいろな魚の漁獲量を使って分析を行い、それぞれの魚の漁獲量に関係するデータも分析することができる。分析を行うことで、それぞれの魚が気象データや海流データなど、どのようなデータに影響されているのかを調べることができるため、漁獲量分析以外の研究を行う際にも役に立つと考えた。

(※文責: 藤澤大翔)

6.3 ニューラルネットワーク

結果から、予測精度の低さが課題であり、そのためにプログラムのコードと説明変数として使われた気象データの改善がすることで解決に近づくと考えられた。本プロジェクトでのニューラルネットワークを用いたスルメイカの漁獲量予測では、プロジェクトの期間の短さと試行時間の長さから、限られたパターンによるグリッドサーチになってしまった。試行時間を短くするために、実行環境の変化とコードの改良をする必要がある。試行時間が短くなることでより細かくパラメータを設定し、より精度の高いモデルを作ることができる。

説明変数の改善をするには、スルメイカの回遊地域や生息域の海水温などのデータが必要である。スルメイカは単年生の生き物で、1年かけて、生まれて成長し卵を産むという周期があり、このサイクルが変わることはない。そのため、スルメイカが卵を産む地域、成長しながら北上していくときに通る地域、成熟した時に通る地域がある。これらの地域ごとの海水温の変化、気象データの変化を取り入れることで、より精度の高い予測モデルができる。これらのデータを取り入れることは、日本周辺のスルメイカの生息域に関するデータを扱うため、同じ説明変数で日本全体での漁獲量や、中国など日本周辺の他の国の漁獲量予測も可能になる。

以上から、ニューラルネットワークにおけるスルメイカの漁獲量予測精度の低さを改善するには、予測モデル作成の試行時間短縮と説明変数のデータの改善が必要であり、今後の課題を解決していくことで、予測精度の改善だけでなく、より広い範囲での応用も可能になると考えられる。

(※文責: 早川颯太)

第7章 プログラムコード

7.1 重回帰分析

```
import cv2
import pandas as pd
import statsmodels.api as sm
import statsmodels.formula.api as smf
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')
df = pd.read_csv('/content/drive/Shared drives/SDGs / s / ika.csv')
print(df)
x = pd.get_dummies(df[['隻数', '降水量の合計', '平均気温', '平均蒸気圧 (hPa)', '平均湿度', '海水温']]) ←増減可能
y = df['漁獲量 (kg)']
定数項 (y 切片) を必要とする線形回帰のモデル式ならば必須
X = sm.add_constant(x)
最小二乗法によるモデリング
model = sm.OLS(y, X)
result = model.fit()
重回帰分析の結果を表示
result.summary()
```

(※文責: 藤澤大翔)

7.2 ニューラルネットワーク

```
!pip install keras
import pandas as pd
import numpy as np
import seaborn as sns
import matplotlib.pyplot as plt
import pathlib
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras import layers
from sklearn import datasets, preprocessing
from sklearn.model_selection import GridSearchCV
from keras.models import Sequential as kSe
from keras.layers.core import Activation
```

Let's SDGs

```
from keras.layers.core import Dense as kDe
from keras.utils import np_utils
from keras import backend as K
from keras.wrappers.scikitlearn import KerasRegressor

from google.colab import drive
drive.mount("/content/drive")

data = pd.read_csv('/content/drive/Shared drives/SDGs /s/ika.csv')
print(data)

ddata = pd.DataFrame(data)
ddata.dropna(inplace=True)
print(ddata)

y = ddata.loc[:, ['漁獲量 (kg)']].values
x = ddata.loc[:, ['隻数', '平均湿度', '平均気温', '平均蒸気圧 (hPa)', '平均風速 (m/s)', '海水温']].values
```

```
x_train = x[0 : 2751]
x_test = x[2751 :]
y_train = y[0 : 2751]
y_test = y[2751 :]
```

```
print(x_train.shape)
print(x_test.shape)
print(y_train)
print(y_test)
```

```
def build_model(activation1, activation2, activation3, optimizer) :
    model = keras.Sequential([
        layers.Dense(6, activation=activation1, input_shape=(6,)),
        layers.Dense(64, activation=activation2),
        layers.Dense(32, activation=activation3),
        layers.Dense(1)
    ])
    optimizer = tf.keras.optimizers.RMSprop(0.0008)
    model.compile(loss='mean_squared_error', optimizer=optimizer, metrics=['mean_absolute_error', 'mean_squared_error'])
    return model
```

グリッドサーチ対象のハイパーパラメーターを準備

```
activation1 = ["relu", "sigmoid", "linear"]
activation2 = ["relu", "sigmoid", "linear"]
activation3 = ["relu", "sigmoid", "linear"]
optimizer = ["adam", "adagrad", "SGD", "RMSprop"]
nb_epochs = [5000, 10000, 25000, 50000, 100000, 200000]
```

Let's SDGs

```
batch_size = [128, 256, 512]
```

グリッドサーチ対象のハイパーパラメーターを辞書型にまとめる

```
param_grid = dict(activation1 = activation1, activation2 = activation2, activation3 =  
activation3, optimizer = optimizer, nb_epoch = nb_epoch, batch_size = batch_size)
```

モデルを作成

```
model = KerasRegressor(build_fn = build_model, verbose = 0)
```

グリッドサーチの実行

```
grid = GridSearchCV(estimator=model, param_grid = param_grid) grid_result =  
grid.fit(x_train, y_train)
```

```
print (grid_result.best_params)
```

```
'activation': 'relu', 'batch_size': 5, 'nb_epoch': 25, 'optimizer': 'adam'
```

```
nn1 = 64
```

```
nn2 = 32
```

```
model = kSe()
```

```
model.add(kDe(nn1, activation='linear', input_dim = 6))
```

```
model.add(kDe(nn2, activation='linear'))
```

```
model.add(kDe(1, activation='linear'))
```

```
model.compile(optimizer='adam',
```

```
loss='mean_squared_error',
```

```
metrics=['accuracy'])
```

```
train_history = model.fit(x_train, y_train, batch_size = 128, epochs = 10000, verbose = 1)
```

```
train_history.history.keys()
```

```
len(train_history.history['loss'])
```

```
fig, ax = plt.subplots(1, 1, figsize=(6, 4))
```

```
ax.plot(train_history.history['loss'])
```

```
ax.set_xlabel('Epoch')
```

```
ax.set_ylabel('loss')
```

```
plt.show()
```

```
y_pred = model.predict(x_test)
```

```
print(y_pred)
```

```
df1=pd.DataFrame(y_test)
```

Let's SDGs

```
df2=pd.DataFrame(ypred)

import openpyxl
print(openpyxl.ersion,
with pd.ExcelWriter('Book2.xlsx') as writer:
df1.to_excel(writer, sheet_name = 'gyokakuryou')
df2.to_excel(writer, startcol = 2, sheet_name = 'gyokakuryou')

a=0
while a<184:
print(ytest[a], ypred[a][0])
a=a+1

fig, ax = plt.subplots(1, 1, figsize=(6, 4))
ax.scatter(ytest, ypred, alpha = 0.5)
ax.set_xlabel('ytest')
ax.set_ylabel('ypred')
ax.set_xlim(0, 12000)
ax.set_ylim(0, 12000)

plt.show()
```

(※文責: 早川颯太)

参考文献

- [1] SDGs とは？, 閲覧日 2022-7-13 <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/about/index.html>
- [2] 2. 飢餓をゼロに, 閲覧日 2022-7-13 <https://www.unicef.or.jp/kodomo/sdgs/17goals/2-hunger/>
- [3] 14. 海の豊かさを守ろう, 閲覧日 2022-7-13 <https://www.unicef.or.jp/kodomo/sdgs/17goals/14-sea/>
- [4] SDGs サステナビリティへの取り組み - くら寿司, 閲覧日 2022-7-13 <https://www.kurasushi.co.jp/mirai/sdgs.html>
- [5] SDGs 推進本部長（内閣総理大臣）賞 株式会社ユーグレナ, 閲覧日 2022-7-13 https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/pdf/award5_01_euglena.pdf
- [6] ジャパン SDGs アワード - Ministry of Foreign Affairs of Japan, 閲覧日 2022-7-13 <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/award/index.html>
- [7] Sustainable Development Report, 閲覧日 2022-7-13 <https://dashboards.sdgindex.org/profiles/japan>
- [8] SDGs に関する全国アンケート調査, 閲覧日 2022-7-13 https://www.chisou.go.jp/tiiki/kankyo/kaigi/sdgs_enquete_chousa.html
- [9] 東京と水産試験場. カツオ漁獲量予測手法の実用化. 閲覧日 2022-7-13 <http://nrifs.affrc.go.jp/seika/h08/nrifs96102.html>
- [10] 万田敦昌, 小川翔大, 久野正博, 藤田弘一, 武田保幸, 御所豊穂, 海野幸雄, 山田二久次. 機械学習を用いた三重県におけるブリ類漁獲量の実用的予測モデルの構築. 国際漁業研究.2020,no.18, 閲覧日 2022-7-13 <http://www.jifrs.info/Journal/18Manda.pdf>
- [11] GlobalNote, 世界のマラリア発症件数 国別ランキング・推移, 閲覧日 2022-7-13 <https://www.globalnote.jp/post-3944.html>
- [12] 国土交通省, 世界の気候表, 閲覧日 2022-7-13 <https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/monitor/mainstn/obslist.php>
- [13] 時事通信社, 時事水産情報, 閲覧日 2023-1-11 <http://suisan.jiji.com/apps/do/datekiji>
- [14] 長谷川勝男, わが国における漁船の燃油使用量と CO2 排出量の試算, 閲覧日 2022-12-21 <https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2030792523.pdf>
- [15] スルメイカ(冬季発生系群)1. 閲覧日 2023-1-11 <https://www.jfa.maff.go.jp/j/press/sigen/attach/pdf/201204-2.pdf>