

1. 学校名

愛知県立三谷水産高等学校

2. 活動テーマ名

実習船「愛知丸」による海洋漂流ごみに関する海洋環境調査・研究

3. 実践の概要・ねらい

海を漂流・漂着するプラスチックごみは、時間が経つにつれ劣化と破砕を重ねながら、次第にマイクロプラスチック(MP) (※1) と呼ばれる微細片となり、漂流の過程で誤食を介して海洋生物に取り込まれることが知られている。環境省環境研究総合推進費の助成を受けて、MPによる海洋汚染を調査している九州大学応用化学研究所の磯辺篤彦教授と東京海洋大学の東海正教授・内田圭一准教授、そして寒地土木研究所の岩崎慎介研究員らの研究グループは、南北太平洋で東京海洋大学/海鷹丸が2016年に観測したMP浮遊量や、既往研究が報告した浮遊量をコンピュータ・シミュレーションで再現し、さらに50年先までの太平洋全域における浮遊量を予測した。特に夏季の日本周辺や北太平洋中央部で浮遊量が多くなること、プラスチックごみの海洋流出がそのまま増え続けた場合、これらの海域では2030年までに海洋上層での重量濃度が現在の約2倍になること、さらに2060年までには約4倍となることが示され、海洋生物がMPによる環境リスクに直面する可能性のあることがわかってきた。ただし、これまでMPによる海洋生物への影響を指摘した室内実験のほとんどは、観測やシミュレーションの対象となったMP(>300 μ m)より一桁から四桁以上小さなMPを使用している。今後は、実験で用いているほどサイズの小さなMPを実海域でも監視し、浮遊量の将来を予測することが、海洋生物への影響を考える上で重要となる。

これらの取組みに本校実習船「愛知丸」で協力することを通して、課題を探究し解決する力や自ら考え行動する力を養うとともに、海洋調査に関わる専門的な知識・技術の深化を図る。

(※1) マイクロプラスチック：微細なプラスチックごみ(5mm以下)のこと。含有/吸着する化学物質が食物連鎖に取り込まれ、生態系に及ぼす影響が懸念されている。

4. 実践計画

①教育課程上の位置づけ

本研究に関する該当学科は本校海洋科学科および専攻科海洋技術科である。教科は、第2・3学年においては「総合実習」、専攻科においては「乗船実習」で海洋調査に関する知識、技術を学ぶ。また、調査結果やサンプル採集について、具体的事例を通して興味を深め、日本沿岸の海洋漂流ごみのための正確なデータ収集技術を習得する。

②実践の評価について

各取組について各基礎力の保有段階を明らかにし、向上のためのプロセスを可視化できるようにすることを実現するために、評価形式にはルーブリック評価を用い、効果を測定する。

ルーブリック評価における評価指標、評価基準を検討し、ルーブリック評価基準表を作成する。

目 標	身に付けさせたい力		Level 0	Level 1	Level 2	Level 3
知識・技能	状況把握力	自分と周囲の人々や物事との関係性を理解する力	自分でやるべきことを把握できない	自分でやるべきことを把握できるが、関係性がイメージできない	自分でやるべきことを把握でき、関係性がイメージできる	現在の状況を把握でき、完成までのイメージが持てる
	知識力・技術力	既習の知識が定着し、またさらに知識を得ようと自発的に意欲的に学習する力	知識が不足し、学習意欲も感じられない	助言をもとに必要な最低限の知識を獲得している	助言をもとに必要な知識を意欲的に獲得している	既習内容が定着している。かつ自発的な学習を通して獲得した知識を活用している
	計画力	課題の解決に向けたプロセスを明らかにし準備する力	課題を設定できるが、準備できない	課題を設定でき、準備ができる	課題に応じた準備ができ、優先順位を付けることができる	課題に応じた準備ができ、優先順位を付け、チームに対して正確に伝えることができる
	実行力	目的を設定し確実に行動する力	課題と目的が見つけられず、行動できない	課題は見つけられるが、目的が見つからず意見を述べるが一人で行動できない	課題と解決方法が見つけられ、一人で行動できる	チームを積極的に活用して目的を達成する行動ができる
	情報活用能力	必要な情報を最適な方法で収集し、分析や判断に活かすことができる	助言があっても情報を収集することができず、指示された資料や内容のみまとめられる	助言をもとに、必要な情報を限られた手段で収集している	必要な情報を効率的に意図的に収集し、分析や判断に活用している	必要な情報を、情報の特性を理解した上で効果的・効率的に収集している。かつ情報内容を吟味し、取捨選択し、意図的な情報収集し、分析や判断に活用している
	情報分析力	多くの情報から必要なものを的確に利用する力	情報を読み取ることができず、客観的な理解ができない	情報を読み取ることができ、客観的な理解ができない	情報を読み取ることができ、客観的な理解と分析ができる	分析して相手に対して的確に伝えることができる
指導力・判断力・表現力等	忍耐力	必要な作業に継続して、行動する力	作業に対して継続できない	作業の内容で得意な部分を継続して行うことができる	作業の内容を把握し、必要な作業を継続して行うことができる	成功するまで努力を惜しまず、失敗しても繰り返し継続して作業することができる
	文献検索性	研究を通して感じた疑問から、課題を見出し、文献検討して、研究疑問を精錬することができる力	研究での経験に客観的な疑問を感じることがない	研究を通して感じた疑問はあるが、課題に関する情報の収集には至らない	研究を通して感じた疑問から、課題を見出し、先行研究を検索することができる	臨地実習を通して感じた疑問から、先行研究を検索し、研究につなげることができる
	創造力	現象を捉え、新しいことにチャレンジする力	現象を捉えられず課題に対する発想ができない	現象を捉えることができるが、課題に対する発想ができない	現象を捉えることができ、課題に対する発想ができる	現象を的確に捉えることができ、課題に対する複数の発想ができる
	思考・判断力	作業に必要なことを的確に理解する力	課題に対して自分の役割と必要な作業手順が理解できない	課題に対して自分の役割は理解できるが、必要な作業手順がわからない	課題に対して自分の役割と必要な作業手順が理解でき、周囲に伝えることができる	周囲の状況と正しい作業手順を判断し改善することができ、周囲に対して的確に提案できる
	コミュニケーション力	自分の考えや気持ちを相手と交換できる力	自分のことを伝えようとする意欲がない	自分のことを伝える意欲はあるが表現が乏しく、相手の気持ちも理解することができない	自分のことをある程度伝えられ、かつ、相手の事情を理解しようとする態度はみられる	自分の考えを具体的かつ論理的にわかりやすく伝えられる。同時に、自分の意見を持ちながら、相手の背景や事情を考慮して共感をもって受け入れられる
	プレゼンテーション力	自分の伝えたいことを表現し、相手を納得させることができる力	相手を動かす意欲がない	自分の伝えたいことを表現し、相手を動かそうとするが、手段が未熟で伝わらない	効果的に相手に働きかけ、相手の同意を得ることができる	効果的な手段を活用することで、相手を納得させる、周囲の人を動かす行動が促される力がある
学びに向かう力・人間性等	課題発見力	現状と目標を把握し、その間にあるギャップの中から、解決すべき課題を見つけ出す力	与えられた課題を正しく理解できない	与えられた課題を正しく理解できている	現状と目標を把握し、その間にあるギャップの中に問題を見つけている	現状と目標を把握し、その間にあるギャップの中から、解決すべき課題を見つけ出している
	課題解決力	目の前の状況を見て自分の問題を発見し、知恵を出して解決・実行できる力	課題を解決する意欲がなく困難な状況に立ち向かう気持ちがない	課題を解決する意欲はあるが、行動に移せない	目標達成に向けて、不測の事態が起きた場合にも、取り組み続けることができる	目標達成に向けて粘り強く困難な状況から逃げずに挑戦できる。更にその計画を俯瞰し、進捗状況や不測の事態に合わせて柔軟に行動を修正できる。
	自己理解力	粘り強くあきらめずに取り組むことができる力	自分の思いと異なる事象に対して向き合わず、あきらめてしまい、感情のコントロールができない	自分の思いと異なる事象に向き合おうとし、感情のコントロールができない	自分の思いと異なる事象が発生した際に、それを解決するための方策を考えることができる	自分の思いと異なる事象が発生した際に、それを解決するための方策を考え、実践することができる
	協調性	場の状況をよみ自分の役割を理解し、その役割を果たすことができる	他のメンバーへの配慮がなく場に合わせた「ほうれんそう」がなくカンファレンスでの発言も少ない	他のメンバーへの配慮が少なく、場に合わせた行動も乏しい	研究チームの中でメンバーシップを果たすことができ、場に合わせた行動ができる	研究チームの中で、リーダーシップを発揮することができ、場に合わせた「ほうれんそう」やカンファレンスでの積極的な発言ができる

5. 今年度の実践

①調査内容

環境省では、平成 26 年度以降、日本の沖合海域における漂流・海底ごみ（マイクロプラスチックを含む）について調査を実施している。本調査は、日本列島周辺の沖合海域を対象として、東京海洋大学及び九州大学のほか、北海道大学、長崎大学及び鹿児島大学も加え計 5 大学の協力を得て調査を実施している。したがって本校では、東京海洋大学と連携して、

実習船「愛知丸」による乗船実習において、本校独自の海洋ごみにおける実態解明に取り組んだ。実施した調査内容は以下の（１）～（３）である。

（１）漂流ごみの目視観測調査

練習船「愛知丸」による対象海域航行中において、目視観測により漂流ごみの量や種類等について調査を行った。

表 1 目視観測結果記録用紙

目視観測用 記録用紙							
日付 2018 年 11 月 21 日 船名： 愛知丸							
観測時間帯 09 時から 16 時							
時間	種類	サイズ(cm)	距離(m)	数	色	緯度	経度
09:16	スチロール	30	5	1	白	33° -18.'3N	135° -00.'8E
09:20	ペットボトル	500ml	10	2	透明	33° -18.'2N	134° -59.'9E
13:16	缶	10	10	1	白・茶	33° -09.'2N	134° -05.'5E

（２）海表面を浮遊するマイクロプラスチックの調査

上記（１）の目視観測調査と併せて、航行中に、ニューストーンネット（表層を浮遊するプランクトン等の採取に用いるネット）を用いて表層で曳網し、表層に浮遊するマイクロプラスチックを採取し、数量等の調査を行った。

（３）海底ごみの回収調査

各大学の練習船による対象海域航行中において、トロール網（底びき網）を用いて海底ごみを回収し、その量や種類等の調査を行った。

漂流ごみの目視観測調査及びマイクロプラスチック調査で得られたデータ等を解析することにより、沖合海域における漂流ごみやマイクロプラスチックの海域別の分布量等が把握できる。また、海底ごみの回収調査で得られたデータ等を解析することにより、沖合海域における海底ごみの海域別の分布量等も把握できる。

上記（３）の海底ごみの回収調査は、本校実習船の性能上困難であるため、今回は行うことが出来なかった。



写真 1 ニューストーンネット投入時



写真 2 ニューストーンネット曳航中



写真 3 ニューストーンネット引上げ後
サンプルの採取中

②実践の成果

実習船「愛知丸」での日本沿岸航海実習中に、年間合計で10日程度、北は三陸沖から南は南西諸島沖での調査を行うことができた。東京海洋大学との連携では、ハイレベルな知識や技術に触れることで、生徒は大きな刺激を受けることができた。一方で本研究の課題として挙げられるのは、①海上の目視観測は、気象・海象等の影響が大きく影響し、特に雨・霧や陽光、及び波浪等によるごみの発見の容易・困難の差が大きく、データの信用性にも大きな影響を与えることが分かった。②本校実習船「愛知丸」の性能により、風や波浪等があるとニューストネットを曳くのが危険なことが多く、調査の時期・海域に大きな制約があることが分かった。

なお、本研究成果は「Abundance of non-conservative conservative microplastics in the upper ocean from 1957 to 2066」として Nature Communications 誌(DOI: 10.1038/s41467-019-08316-9)にて 2019 年 1 月 24 日 19:00 (日本時間) にオンライン掲載されました。MP 浮遊量の将来予測は本研究が世界で初めてである。

③生徒の意識変化等

東京海洋大学の内田圭一准教授や大学院生の皆さまのアドバイス等を戴くことで、大学のハイレベルな知識や技術に直接触れることができ、生徒たちの技術向上や意識改革にも繋がった。また、ニューストネットを利用してマイクロプラスチックごみの採取を行うことで、生徒は違った視点で観察や考察ができるようになった。ニューストネットを研究目的で利用できたことから、その意義を生徒が理解し、積極的に実習に参加するなど授業に取り組む姿勢にも変化が見られた。

また、直接「愛知丸」まで訪問していただき、ニューストネットの使用方法や、マイクロプラスチックごみの採取や保存方法、そして目視観測データのタブレット内ソフトへの入力方法など、様々なアドバイスを頂くことができ、生徒にとっては多くの刺激を受けた。本研究は継続研究であり、今後も企業や大学レベルの技術を学ぶことで益々自発的な活動が増え、生徒自ら研究に取り組むようになることが期待できる。

④次年度への課題

今年度の研究により、ごみの目視観測やニューストネットによるマイクロプラスチックごみの採取にはいくつかの条件をクリアする必要があることが分かった。また今年度は、様々な制約から10日間程度、しかも離岸距離10海里内の沿岸海域での調査しか行えなかったもので、航海計画の中身を再度吟味するなどして更に遠方の海域調査にも取り組んでいきたい。

海洋科学科では航海士・機関士を養成するための教育課程が組まれており、それぞれ操船や内燃機関の取扱い等を中心とした知識と技術を習得している。本研究はそれらとも関連し、広く地球規模の環境問題を解決するための新しい分野であり、科目「総合実習」や科目「乗船実習」で生徒が学んだ事を実践して生かせる場でもある。本研究で課題が多く見付き、それらを生徒自身が考え解決していくことによって、思考力・判断力の育成につながると同時に、自発的な探究心や深い学びにもつながっていると考えられる。外部機関との連携は、高度な研究をしているという生徒の自信にもつながり、学びに向かう力や人間性の発展にも役立っているため、本研究は今後も継続的に進めていきたい。

6. 主な連携機関及び内容

- ・東京海洋大学：研究協力・技術協力
- ・九州大学：研究協力・技術協力

実習船「愛知丸」による海洋漂流ごみに関する海洋環境調査・研究

【研究の目的】

平成21年7月15日に「海岸漂着物処理推進法」が公布・施行され、海岸漂着物対策を総合的かつ効果的に推進するための基本的な方針が閣議決定されたことで、近年、海の汚染について大いに叫ばれてきている。これにより、平成24年から東京海洋大学において、環境省の委託で海岸漂着物や沿岸域での漂流・漂着ごみの実態調査が行われてきた。しかし、大学の練習船だけでは、調査する範囲は限られてくるため、詳細に我が国のゴミの問題を捉えていくには、民間船や水産高校実習船との連携が不可欠である。そこで本校においても、東京海洋大学と連携して、本校実習船「愛知丸」による実習航海の一部を活用して、その実態解明に取り組む。

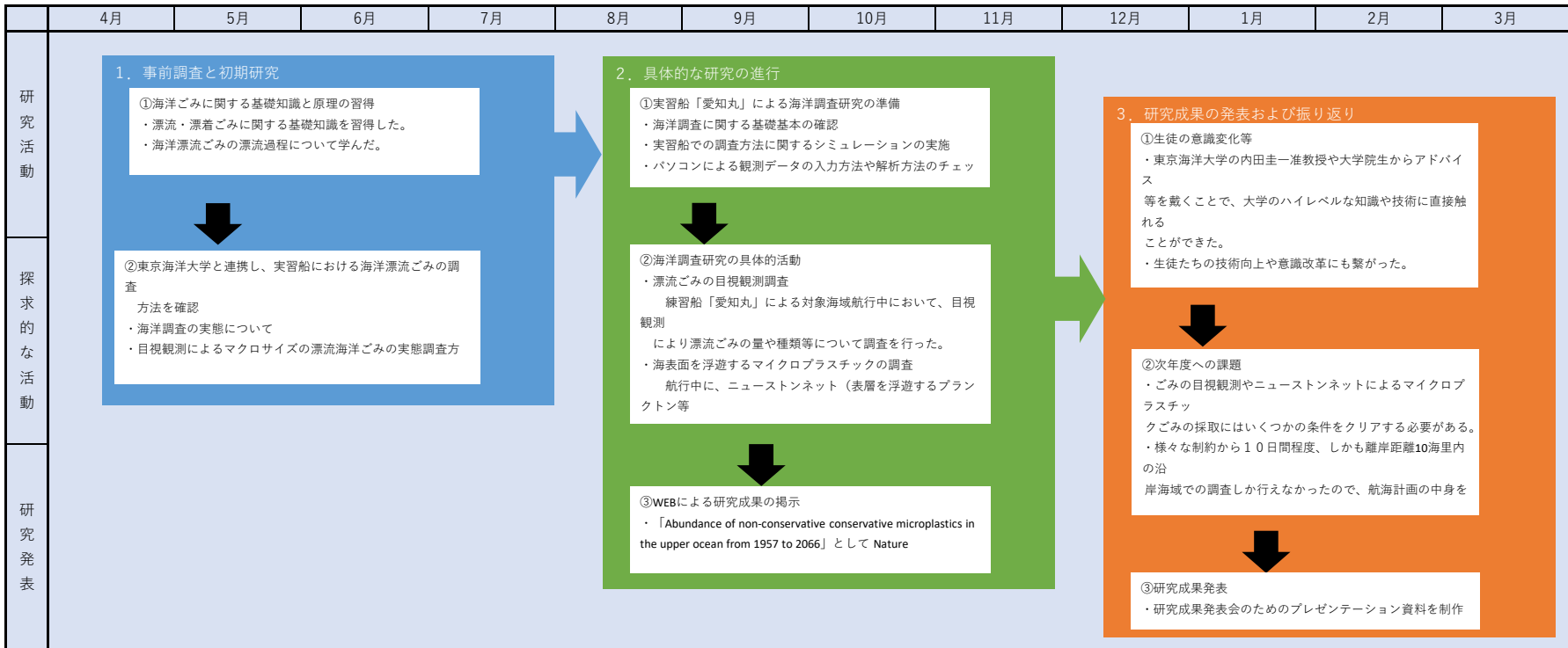
【主な連携機関と内容】
 ・東京海洋大学：研究協力・技術協力
 ・九州大学：研究協力・技術協力

○時数 4月～3月 総合実習（乗船実習9単位）

○関連 水産海洋基礎、漁業

○目標

- (1) 海洋科学の生徒を中心に、海洋漂流ごみに関する基礎的知識を身につける。
- (2) 目視観測によるマクロサイズの漂流海洋ごみに関する実態調査の知識、技術を習得する。
- (3) ニューストネットによる表層の目に見えないサイズのプラスチック等のごみの回収・分析方法について、調査研究を進める。
- (4) 生徒が海洋調査に取り組む姿勢の変容や課題研究等に活用する方策について考察する。
- (5) 本研究を通して、課題を探究し解決する力や自ら考え行動する力を養うとともに、海洋調査に関わる専門的な知識・技術の深化を図る。



「ウナギの資源保護と完全養殖化に向けた基礎研究」

【研究の目的】

海洋資源科の生徒を中心に、日本大学ウナギ学研究室等の研究機関との連携により、ニホンウナギの生態系に関する研究を深め、絶滅が危惧されるニホンウナギの保護・管理に関する研究を行う。また、愛知県水産試験場との連携を通して完全養殖化に向けた基礎研究を行い、天然のシラスウナギに依存する養殖形態からの脱却を図る可能性を探る。さらに、これらの研究を通して、グローバルな資源管理について学ぶとともに、大学や他の関連機関等と研究活動を進める中で、生徒のコミュニケーション能力や社会に適應する能力を育成する。加えて、東亜細亜鯉学会に参加するなどの活動を通して、ニホンウナギの資源保護等に関する情報を積極的に収集する。

○時数 4月～3月 70時間（課題研究70）

○関連 水産海洋基礎、資源増殖、海洋生物

○目標

- (1) 海洋資源科の生徒を中心に、ニホンウナギの生態と産卵に関する知見を深める。
- (2) 絶滅が危惧されるニホンウナギの資源保護・管理に関する研究事例を調査する。
- (3) ニホンウナギの完全養殖化に向けた基礎研究を行い、天然シラスウナギ依存型の養殖形態からの脱却を図る可能性を探る。
- (4) 養殖業者等と連携してウナギの地域ブランド化に向けた取組みを進める。
- (5) ウナギの研究機関等と研究活動を進める中で、生徒のコミュニケーション能力や社会に適應する能力を育成する。

【主な連携機関と内容】

- ・日本大学：研究協力・助言
- ・愛知県水産試験場：指導・助言
- ・三谷漁業協同組合：指導・助言
- ・竹島水族館：指導・助言

