

平成30年度スーパー・プロフェッショナル・ハイスクール研究実施報告（第3年次）（概要）

1 研究開発課題名

水産・海洋資源の持続的利用や六次産業化、グローバルな資源管理やローカルな里海の環境保全の取組等を通して、地域社会をリードし、海洋立国日本の将来を支えるグローバル人材を育成するための先進的かつ汎用的な研究

2 研究の概要

水産高校には、時代の変化や新たな価値を主導・創造し、水産及び海洋分野を牽引する、高度な専門的知識と実践力を兼ね備えたグローバル（グローバルな視点でローカルに活躍する）な人材の育成が求められている。そのため、専攻科を含めた水産教育の中で、現行の学習指導要領で改善された3つの観点(1)将来のスペシャリストの育成、(2)地域産業を担う人材の育成、(3)人間性豊かな職業人の育成 を踏まえた6つの先進的かつ汎用的な研究開発等に取り組むことで、地域社会をリードし、将来の海洋立国日本を支える人材の育成に取り組む。

(1) 将来のスペシャリストの育成

- ① 産学官連携によるクロアワビの完全閉鎖式陸上養殖技術の研究
- ② ラジコンマルチコプターによる水質リモートセンシングの研究
- ③ 海洋調査等における小型海洋調査用水中ロボットの活用に関する研究

(2) 地域産業を担う人材の育成

- ④ 研究機関や地域産業との協働による新商品開発と六次産業化の研究
- ⑤ 大学等の研究機関との連携によるウナギの資源保護と完全養殖化に向けた基礎研究

(3) 人間性豊かな人材の育成

- ⑥ グローバルな視点を身に付けた水産技術者の育成
 - ・ 連携企業における長期インターンシップ（日本版デュアルシステム）の取組
 - ・ 水産・海洋産業の国際化に対応できるグローバル人材の育成

3 平成30年度実施規模

- ① 海洋資源科及び部活動「増殖部」を対象として実施した。
- ② 情報通信科及び部活動「情報技術部」を対象として実施した。
- ③ 海洋科学科海洋工学コース及び部活動「海洋工学部」を対象に実施した。
- ④ 水産食品科及び部活動「製造部」を対象に実施した。
- ⑤ 海洋資源科及び部活動「増殖部」を対象に実施した。
- ⑥ 全学科及び全校生徒の中から英語に興味のある生徒や大学等への進学を希望する生徒と部活動「進学研究部」を対象に実施した。
- ⑦ 全学科の生徒を対象に社会科の授業において実施した。

4 研究内容

○研究計画

第1年次

- ① クロアワビの人工飼料に替わる飼料の研究を行う。
- ② マルチコプターの原理や設計について研究するとともに操縦技術を身に付ける。
- ③ 水中ロボットに関する知識や技術に関する基礎研究に取り組むとともに、大会用機体の設計、製作を行い、大会に出場する。
- ④ 地産地消を考慮した、新しい食材・商品開発の研究とイチビキ(株)との協働によるカガミガイを用いた「魚醬」の研究に取り組む。
- ⑤ 雌雄の判別及びホルモン注射による雌雄の生殖腺成熟に関する研究に取り組む。

	⑥英語の授業において、マラソンテストや週末課題の内容を研究するなどして、生徒全体の基礎学力向上を図る。また上位者については、資格取得や更なる学力向上を図るための特別授業を実施する。また、海外の学校との交流を図るため、英語による学校紹介Webページの作成に取り組むとともに、人材交流を行うための学校の選定と計画を立案する。
第2年次	①クロアワビの種苗生産に関する餌料生物の培養に取り組む。(ワカメ等を含む) ②自動航行技術の研究及びカメラで撮影した画像の解析について研究する。 ③水中ロボット本体の設計・製作に取り組むとともに、各種大会へ出場する。 ④地域企業との連携により開発した「魚醬」を用いた新しい商品レシピの開発、提案と、地産地消を考慮した新しい食材・商品の研究開発及び試作品の製作を行う。 ⑤採卵からふ化に関する研究に取り組むとともに、シラスウナギの雌化を図る。 ⑥英語の基礎学力向上と、上位者をさらに伸ばすことができるよう特別授業等を実施する。また、社会科の授業を通して、交流先の学校や国の文化などを研究し理解するとともに、海外の学校との人材交流を実施する。
第3年次	①事業化へ向けての販路開拓と六次産業化の研究に取り組む。 ②三河湾の海洋調査を行い、水質測定・植生の活性度やリモートセンシング技術について研究する。 ③実際の海洋での実用性の検証と機体の改良に取り組むとともに、実際の調査に取り組み、データを収集する。 ④新商品の知的財産権及び商品化・六次産業化の研究に取り組み、研究成果の発表、報告する。 ⑤ふ化した幼生(ふ化仔魚=プレプトケファルス)をシラスウナギへと成長させる研究に取り組む。 ⑥社会科の授業における人材交流で知り得た自国文化との差異や問題点をまとめ報告する。また、基礎学力向上と上位者を対象にした特別授業に取り組むとともに、その効果を検証しまとめる。
第4年次	②マルチバンドカメラや赤外線カメラ等を用いて海洋調査のデータを分析する。 ③実際の海洋での調査を実施し、正確な調査が実施できる技術、技能を養うとともにデータを分析、考察する力を養う。 ※他の研究については継続して取組みを行う。
第5年次	②海洋調査のデータをまとめ、三河湾の生態系安定の解決策を探るとともに、研究成果の発表や提案を行う。 ③アマモ場の調査を継続して実施し、研究成果をまとめ、発表、報告する。 ※他の研究については継続して取組みを行う。

○本年度の教育課程の内容

- ①海洋資源科 2年次「資源増殖」、3年次「課題研究」で実施した。また、水産クラブ「増殖部」の中でも取り上げた。
- ②情報通信科 3年次「課題研究」で実施した。また、水産クラブ「情報技術部」の中でも取り上げた。
- ③海洋科学科海洋工学コース 3年次「課題研究」で実施した。また、水産クラブ「海洋工学部」の中でも取り上げた。
- ④水産食品科 1年次「水産海洋基礎」、2年次「家庭基礎」「食品製造」「食品管理」、3年次「課題研究」で実施した。また、水産クラブ「製造部」の中でも取り上げた。
- ⑤海洋資源科 2年次「資源増殖」、3年次「課題研究・総合実習」で実施した。また、水産クラ

ブ「増殖部」の中でも取り上げた。

- ⑥全学科「コミュニケーション英語Ⅰ」で実施した。また、水産クラブ「進学研究部」及び授業後の特別授業でも取り上げた。さらに全学科「地理A」で実施した。

○具体的な研究事項・活動内容

①産学官連携によるクロアワビの完全閉鎖式陸上養殖技術の研究

飼育しているアワビの一部を天然海水水槽で飼育し、人工海水飼育との生残率及び成長の比較を行った。成熟した雌雄を5個体ずつを選び、種苗生産（採卵・採精）を行った。受精卵及び孵化に成功した幼生は、あらかじめ用意した水槽内での育成、管理を行った。従来のアワビの管理方法の改善点を洗い出し、作業の効率化、経費削減を図り、今後の事業化に向けて研究を行った。

②ラジコンマルチコプターによる水質リモートセンシングの研究

全日本学生室内飛行ロボットコンテスト「マルチコプター部門」に参加した。重量制限のある機体を製作し、空撮、救援物資の投下、自動航行などあらかじめ決められた課題をクリアし、英語でのポスターセッションを行った。「独創性あるものづくりへの興味を抱き、自ら問題を発見・解決できる『ものづくり人財』を育成すること」を目的として開催されている、にししんハイスクールものづくりコンテスト2018に参加した。海洋調査用マルチコプターに、赤外線カメラを取付け三河湾近郊で海洋調査を行った。4月と10月にアマモ場の空撮を行い比較検討を行った。

③海洋調査等における小型海洋調査用水中ロボットの開発

水中ロボコン in JAMSTEC'18 実行委員会主催「水中ロボコン in JAMSTEC18」に出場した。実行委員会より貸し出された機体を大会までに調整し、プールに投下された缶を時間内に多く回収する競技を行った。伊勢・三河湾に生息するイカナゴは夏眠する魚でありその生態は詳しく分かっていない。事前に愛知県水産試験場からイカナゴの夏眠場が伊良湖沖の砂の中にあるとの情報を得たため、伊良湖沖に赴き水中ロボットを用いて調査を行った。機体の設計・製作では、昨年度風呂用ポンプを用いた機体を製作したが、今年度はオリジナルの機体製作を目指して取組んだ。

④研究機関や地域産業との協働による新商品開発と六次産業化の研究

西浦漁港で水揚げされる人絹えびの魚醤「絹醸 けんじょう」を製作した。原料の人絹えびは、蒲郡漁業協同組合西浦支所にて200kg仕入れていただき、殻のまま仕込む方法をとった。本年度も未利用資源の活用という開発コンセプトに沿って、イチビキ株式会社との協働により開発を進め、仕込みの指導を行っていただきながら7月3日～10月16日までの112日間発酵を行った。また、正月のおせち料理で使用されることの多い「だて巻き」を使ったスイーツ「ちーだ〜タルト」を開発した。原材料にはヤマサちくわ株式会社の伊達巻きを使い、フィリング部分にはクリームチーズを使用した。魚の風味を活かしつつ多くの人々に提供できる商品を目指し開発を行った。これらすべての開発商品について、Plan(計画)→Do(実行)→Check(評価)→Action(改善)のPDCAの4段階を繰り返し、水産高校らしさをイメージしながらブランディングを進めてきた。

さらに、7月30日に本校校舎、実習船「愛知丸」、足助高校、福江高校を通信回線で繋ぎICT機器を使った観光資源活用についての意見交換会を行った。本校の開発商品である「愛知丸ごはん」を始め、カガミガイの魚醤「里海の貝革」やメヒカリの魚醤「深輝」について観光資源として活かす方法を3校の代表生徒で意見交換会を行った。

⑤大学等の研究機関との連携によるウナギの資源保護と完全養殖化に向けた基礎研究

海洋資源科実習棟で2～3年飼育したウナギを解剖し、内臓に付属している生殖腺を肉眼的に調べて雌雄を確認した。ニホンウナギの人工催熟方法として、雄親魚には市販の動物用絨毛性生殖腺刺激ホルモン、雌親魚にはサケ脳下垂体抽出液を使用した。一般に養殖した親ウナギを使用して、養殖研究所方式を採用して雄親魚には精子形成を図るため、毎週絨毛性生殖腺刺激ホルモン液を体重1g当たり1国際単位(IU)の投与を8～12週間繰り返した。雌親魚の体重増加と採

取した卵の卵径及び油球の大きさと数による卵の成熟状況を確認し、規定量のサケ脳下垂体抽出液と DHP の投与を行った。ウナギの試験研究用目的で、愛知県知事からシラスウナギの特別採捕許可を取り、本校近郊の河川でシラスウナギを採捕した。ふ化初期の餌について研究した。海産仔稚魚の初期餌料に多く使用されているシオミズツボワムシはウナギの仔魚には不適なようなので、条件を満たす餌の発見・開発が急務である。

⑥グローバルな視点を身に付けた水産技術者の育成

発信することを重点に、日本の伝統文化をワイヘキ高校の生徒に紹介する3回目のスカイプ交流を行った。日本の伝統文化を実際に見せ英語で紹介することで、自国文化についての理解を深め、相手にいかに伝えるかを学んだ。国際社会で活躍できる人材を育成するために、英語の授業で生徒の「聞く」力を養うことが必要であるため、2年次までに全生徒に実用英語技能検定3級程度の英語力を身につけさせ、英語選択者には準2級程度の英語力を身につけさせる取組みを行った。地元蒲郡市の英語版プロモーションDVDを作成した。ワイヘキ高校に本校のことを知ってもらうために、蒲郡市の観光案内DVDを作成した。進学研究部の補習を通して、将来水産業に携わり日本だけでなくグローバルに活躍できる人材になるための意識付けを行った。水産業に貢献する人材として高度な専門知識や技術を身に付けていくために国公立大学の進学を目指した。人材交流の対象であるベトナムとニュージーランドについて、それぞれの国の文化を学ぶ上で基礎基本となる両国の特徴を日本と比較しながら学ぶ取組みを行った。

5 研究の成果と課題

①産学官連携によるクロアワビの完全閉鎖式陸上養殖技術の研究

平均殻長及び平均体重は前年度同様、人工海水で飼育したアワビの方が増加傾向にあることが分かった。平均肥満度は、人工・天然海水ともに減少傾向だが、天然海水飼育はやや増加していることが分かった。生残率は人工海水飼育は100%、天然海水飼育は96%とほぼ変わらない結果となった。人工海水での飼育はアワビの成長に必要な条件を満たしていることが分かったが、その要因が何かを今後の研究で明らかにしていきたいと考える。紫外線照射した海水に成熟した個体を投入したところ、約7万個の受精卵を確認できたため、受精卵を別水槽に移し孵化の準備を行った。翌日に孵化に成功した個体を確認できたため選別し水槽の洗浄と水の入替えを行った。現在も継続して、幼生の育成管理を行っている。管理に要する時間は、従来約60分掛かっていたものが、省力化後は実験水槽管理日の場合は約40分、生産水槽管理日の場合は約30分と大幅な時間短縮に成功した。残餌量は月平均211.3gだったものが63.9gに、生産水槽で月平均60.6gだったものが33.5gになり前年同時期よりも低減することができた。その他にも、水道代および人工海水代の節約、水質測定に用いる薬品代を半減させることができた。管理に要する時間や費用を低減させることは事業化にとって最も必要なことであるため、引き続き研究を進めていきたい。

科目「資源増殖」では、人工養殖の技術を確立し、如何に効率的に養殖を行っていくかが重要なポイントとなる。アワビの完全閉鎖式陸上養殖という全国初の試みにおいて、生徒自身が結果を求めて試行錯誤することが、個別の知識・技能の習得だけでなく自発的な探究心や深い学びにつながっていると考えられる。また科目「課題研究」と連携することによって、単一の教科に留まらず教科横断的な幅広い視点で問題解決に取り組むことが可能となり、その成果を発表していくことで、思考力・判断力・表現力の育成にもつながっていると考えられる。SPHとしての研究は本年度で3年目となり一つの区切りを迎えるが、引き続き事業化も視野に入れて取組みを続けていきたい。

②ラジコンマルチコプターによる水質リモートセンシングの研究

コンテストでは14チームがエントリーした中11チームが予選出場した。本校は、飛行直後に機体が転倒してしまい本年度は9位という結果で予選敗退となってしまった。原因は、新たに操縦を担当した生徒に操縦方法がうまく伝わっていなかった単純ミスであったため今後はしっかりと生徒間での引き継ぎを行っていく必要がある。にしんハイスクールものづくりコンテストで

は、新たな問題解決手段として、①マルチコプターにアームを取付け、人では届かない海や高いところに落ちた物を拾うことを可能にさせた。②海に不時着しても沈まないように、フロートになるスポンジを取付けた。③拾う対象物が遠くでも確認できるように Wi-fi 電波を飛ばし、映像を確認できるカメラを取付けた。などの工夫を行い課題解決を図った。三河湾近郊の海洋調査では、画像解析の結果から面積の取得に成功したが、昨年度と今年度の場所からアマモ場の比較を行ったところ、昨年度あったアマモが今年の4月には全く無くなっていた。原因については海洋資源科と協力して今後調査を行っていく予定である。

③海洋調査等における小型海洋調査用水中ロボットの開発

大会参加校は14チームで、結果は初戦敗退となってしまった。大会主催者から現在使用している機体は3年前のものであり、そろそろ寿命なのかもしれないとのアドバイスを頂いた。今後は、機体の改造や新しい機体の申請を含めて検討が必要だと感じた。今年度は参加生徒が少数名であったため、機体の調整が間に合わず、しっかりとした準備ができなまでの大会出場となってしまった。本年度の失敗を経験して来年度の大会に向けていきたい。イカナゴの調査では、まだイカナゴが夏眠から目覚めるには高い温度であったため、魚影を撮影するには至らなかった。今回の調査で水中ロボットの活用についての様々な問題点を発見することができたので、来年度以降の課題としたい。船上から水中ロボットを操縦するのは今回が初めてであったため、陸上での練習だけでは思うように操縦することができなかった。しかし、進んで砂を採取しようと挑戦する場面もあり、生徒なりに興味を持ったようであった。機体の設計・製作では海洋工学部で製作した機体の安定感は良かったが、有線式であるため3m程進むとポンプからの出力が負けてしまい進まなくなってしまう。実際に海でも試してみたが、ある程度の海流や風に負けてしまう結果となってしまった。また、課題研究で製作した機体では、コードを延長するために電話線を使い軽量化を目指したが、蛸をイメージした形で作ったためバランスが非常に悪い結果になってしまった。

④研究機関や地域産業との協働による新商品開発と六次産業化の研究

100タンクで23個の人絹えびの魚醬「絹醸 けんじょう」を製造する事ができた。今回製作した魚醬はエビの風味が強く、エビ出汁としての用途の他に、様々な料理の原料とする事を想定している。イチビキ株式会社にて新商品を開発したことにより、生徒たちにとってはインターシップと同じような活動を行う事ができた。企業との協働開発によって生徒たちが進路を考える機会にもなり、将来について考える良い機会となった。新たに開発したスイーツは、水高祭にて販売を行い約200個が2時間で完売するほどの盛況であった。今後もヤマサちくわ株式会社との協働で、魚肉ねり製品など新しい商品を開発していきたいと考えている。本校では、様々な商品を開発してきたが、現段階では一高校の開発商品でしかない。今後はいかに地域に根付かせることができるか、また観光資源として活躍できるかを考えていく必要がある。現在、「愛知丸ごはん」は株式会社平松食品の協力を得て販売店舗の拡大に繋がっているが、さらに販路を充実させていくために、研究活動を続けていきたい。生徒一人一人が問題点を考え、疑問に思ったことを積極的に質問し自分の考えを発表することで、今後の活動意識の向上に繋がり地域に根付いた商品開発に対する意識の向上に繋がると考える。

新商品開発に関する研究では、科目「水産海洋基礎」で学んだ水産関連知識を基礎に、共通科目「家庭基礎」や専門科目「食品製造」「食品管理」で学んだ知識と技術を活用して研究を進めている。従来は教科個別の学びが中心であったが、研究を通して教科横断的に課題解決にあたる事が可能となった。専門的に学んでいることが企業との協働により商品化されていくことは、水産食品科の教育内容を実践的に学ぶ機会となっており、関連企業への就職も含めて専門性を生かした進路実現に大きく貢献している。

⑤大学等の研究機関との連携によるウナギの資源保護と完全養殖化に向けた基礎研究

本校養殖ウナギの雌雄割合は4か年の生殖腺の肉眼的調査から雄の割合が圧倒的に多いもの

の、雌の割合が少なかった結果は他の研究結果とほぼ同じ傾向がみられた。稚魚期のウナギを解剖しても肉眼的に雌雄を区別することは難しく、顕微鏡下で生殖腺の違いを確認したが、小さい個体は判別ができなかった。雄親魚から精子を採取し海水を接触させて活性化を図り、顕微鏡下で精子の運動性を観察した。個体により運動性に差異が見られた。良質な受精卵を得るためには、卵の成熟状態が最良のタイミングで排卵誘発処理を行う必要があり、ステージ 6 で排卵誘発処理を行うと良質卵が得られる可能性が最も高い。成熟した雌親魚からカニューレーションなどによって採取した卵巣卵を、卵径の大きさや油球の大きさ・数などから推察して、卵成熟の各ステージを判断した。今まで観察した卵は未熟であったり、過熟であったりで、排卵間近で受精可能なステージの卵を確認することができなかったが、今年度 11 月 25 日に良質な卵を得られたので人工授精し、11 月 27 日にふ化仔魚が本校で初めて誕生した。このことから、良質な親魚作りが良質の卵作りにつながるということが分かった。本校海洋資源科教員によるシラスウナギの特別採捕結果から、日平均採捕尾数 50 尾の採捕ができた。予想に反して、多数のシラスウナギが学校近郊の河川域にも来遊していた。西田川河口域にも、成魚や稚魚のウナギが生息していることを確認できた。イチビキ株式会社の協力により、水質が悪化しにくい浮遊性微粒子配合飼料を試作した。しかしながら、ウナギ仔魚がふ化したものの摂餌を始める時期までに全て死亡したため、本試作飼料を試すことができなかった。

本研究も、科目「資源増殖」の中で取り組んでおり、人工養殖技術と効率的な養殖方法の確立が目標となっている。新しい研究に従事し生徒自らが答えを見つけていくことで自発的な探究心や深い学びにつながっていると考えられる。また科目「課題研究」との連携により、教科横断的な幅広い視点で問題解決にあたることが可能となっている。展示会への出展や研究発表を通じて成果を報告する取組に、生徒が自ら携わることで表現力の育成にもつながっている。今後も外部機関との連携を積極的に取り入れ、学びに向かう力や人間性の発展にも役立てていきたいと考える。

⑥グローバルな視点を身に付けた水産技術者の育成

ワイヘキ高校との交流は、当初ほとんど知識がなかった生徒たちが徐々に興味を持ち始め、交流することを楽しみにし始めた。今回は日本の文化を発信し伝えることを目標としたため、生徒たちの取組みもより一層前向きであった。パフォーマンスを通してお互いが笑顔になり、言葉を通じてだけでなく心の交流をも図ることができた。平成 31 年 1 月末現在、実用英語技能検定 2 級の受験者 3 名、準 2 級受験者 5 名（合格者 1 名）、3 級受験者 11 名である。今年度は実力をつけてから試験に臨みたいと考える生徒が多く、第 3 回目の平成 31 年 1 月の受験者数が 19 名と過去最大となった。合格することで、やればできるのだという意識が芽生え、授業内の言語活動も目標が明確となり積極的になった。英語力に自信がつけば、外国語によるコミュニケーション能力が高められると考えている。生徒に英語で表現させる前に、教員自身が自分の考えをしっかりと持つことが大切であり、模範を示すことが必要であると感じている。観光案内 DVD の作成では、撮影及び編集に 3 名の生徒関わったが、互いが役割分担を決めて限られた時間内に効率よく作業しようとする工夫が見られた。英語のナレーションは特に難しかったが、生徒の「自分の英語を通じさせたい」という強い思いのおかげで、DVD に英語の音声を入れることができた。進学研究部の部員は各学科のトップ層の生徒が集まっており、将来に対する目標は高く、水産業に携わりたい気持ちがとても強い。本年度は三重大学、鹿児島大学、宮崎大学に合格することができた。大学入学後も努力の継続が必要で、さらに水産業へ貢献できる人材になるためには使命感を持って取組み続けるという事が必要である。異文化を学ぶ授業では、事前にベトナムとニュージーランドに対してどのような感想を思っているのかを確認したが、両国に対する生徒たちのイメージはかなりバラつきがあった。国の基礎基本を確認した上で両国それぞれの文化の特徴や長所・問題点について扱ったことで、より深い学びを実現することができた。外国の文化を学ぶ際には、こうした授業プランを作成してその国の基礎基本を確かめさせることが有用であることを再確認した。