

地域から学び、デジタル機器を活用した地球に優しいものづくりへの挑戦

～環境・エネルギー学習や技能士の育成を通して～

香川県立志度高等学校

〒769-2101
香川県さぬき市志度366-5

<http://www.kagawa-edu.jp/shidoh01/>

1. はじめに

香川県立志度高等学校は、香川県の東側、さぬき市志度町（図1-1）にある県立の高等学校です。全国的にユニークな専門高校で、県内唯一の工業科と商業科が併設されています。

さて、最近、地球環境において、温暖化やエネルギー、水、食料など、さまざまな面で問題が起きています。この背景には、地球上の人口が増加し、活動量が飛躍的に増えたことが原因にあると思われます。人間の活動量が増えると地球上の二酸化炭素濃度は、どんどん増えて、地球が温暖化します。将来、地球の温度が4℃以上、上昇してしまうと、世界中の食料生産が壊滅的になるそうです。その他にも様々な環境問題が発生します。将来地球が、このようにならないようにするため、その第一歩として、生徒達に身の回りの「できること」から取り組ませることが大切です。生徒達がお互いにアイデアを出し合うことで、環境保全に対する意識向上を図り、さらに自由な発想で具体的な取り組みについて考えさせます。地球に対して優しくするためには、過去から現在まで続いている「物づくり」の技能・技術を、生徒自身が確実に身につけて、積極的に応用し、地球への負担を減らすことが大切であることを意識させます。

本研究の大きな目的は、電子機械科における機械と電気について、基礎・基本の技能・技術を定着させ、技能士や資格取得にチャレンジさせることにあります。生徒の興味・関心を引き出すために、物づくりを通して、現場・現実・現物やデジタル機器を利用した映像を見せ、体験させ、地球環境に優しくしようとする心を育成させます。地域に根ざした具体的な取り組みは、ドルフィンセンターで飼育されているハンドウイルカの生態や瀬戸内海で絶滅が危惧されているスナメリを取り巻く環境問題について学習させます。そして、スナメリの遊泳方法を真似た推進機構を有するハイブリッド型小型船を設計・製作し、実験を行います。また、実験に関連した地球環境とエネルギー問題に配慮した様々な器具を考案して製作を行っていきます。さらに、地域企業のスペシャリストから物づくりの技能を学ばせ、技能検定試験や様々な資格試験に挑戦させます。

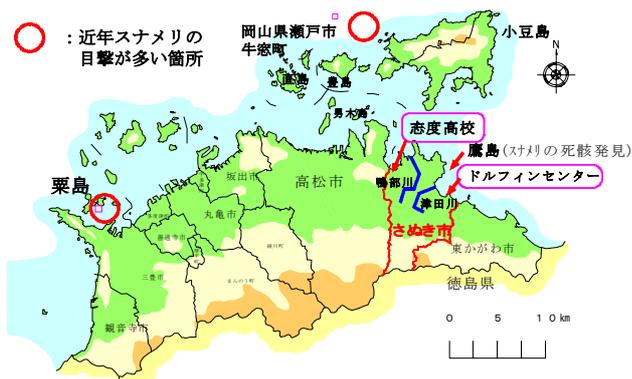


図1-1 志度高等学校の位置とスナメリ目撃箇所

2. ドルフィンセンターでスナメリの生態調査

クジラ類は、ほ乳類ですが、一生を水中で生活するので、遊泳生活に適応した魚型の体型⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾をしています。クジラ類の祖先は、約6500万年前にカバ科のほ乳類が海に適応して進化したそうです。前肢は鰭(ひれ)状で、後肢は退化しています。尾部後端は板状に水平に広がって尾鰭を形成しています。クジラ類はヒゲクジラ類とハクジラ類とに分類でき、ヒゲクジラ類は、顎(あご)に髭板(ひげ)があり、オキアミ等の餌をろ過します。ハクジラ類は、顎に歯を終生持っており、イルカは小型のハクジラ類の総称です。

私達ロボット研究部では、さぬき市にあるドルフィンセンターで、イルカやスナメリについて様々なことを学びました。写真2-1は、ドルフィンセンターで観察したスナメリのはく製です。写真2-2は、飼育されているハンドウイルカです。ハンドウイルカは、体が太く、体色は青灰色であるが、腹面がやや白い。体長は約1.9~3.9m、質量は約230~1300kgです。数頭~十数頭の群を形成しながら生活しているそうです。

スナメリ⁽⁴⁾は、漢字では「砂滑」と示されませんが、英名では *Finless porpoise* というように、背びれのないイルカという意味を示しています。体

型は細長く、英名のごとく背びれはありません。大人での体長は約1.2~1.9m、体重は約60~90kg、子供の体長は約0.6~0.9m、質量は約7kgです。

スナメリは、身近な浅瀬の海にいただけに、人間活動の影響をとっても受けやすい生き物です。そして、瀬戸内海では、実際に数の減少が心配されています。その直接の理由は分かりませんが、埋め立てや海砂の採取で生息場所がなくなったこと、刺網等の漁業による混獲、農薬やダイオキシンなどの有害化学物質による汚染等が考えられています。スナメリはエビなどの底生の甲殻類から、コノシロ、イカナゴ、カタクチイワシなどの群集性の魚、イカまでさまざまな餌を食べています。若いときは底生のものをよく食べ、大人になると泳ぎ回る魚を多く食べるようになるとも考えられています。このことから、私達が日常的に使うビニールのレジ袋は、風などで飛ばされて川に流れ海の底に貯まっているとすれば、若いスナメリが誤飲し、命を落とす危険性があります。また、スナメリがクジラ類の多くと大きく違う特徴は、バブルリングと呼ばれる口から水中へ空気を送る動作です。この性質は、スナメリが口から出す空気圧を利用して、底生の砂を掘り起こし、甲殻類を捕食しているのかもしれませんが。

スナメリが近年、香川県の近海(図1-1)で目撃されている場所は、栗島や小豆島北部にある岡山県瀬戸市牛窓町の前島周辺などが報告されています。また、四国新聞(2003年5月17日)では、さぬき市津田町の鷹島付近で死んでいるスナメリが発見されています。

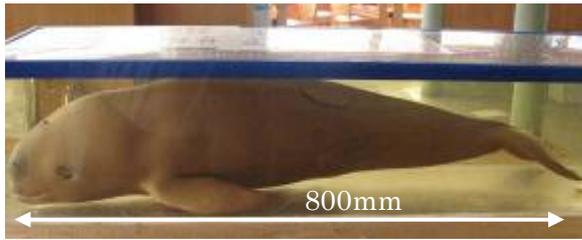


写真 2-1 スナメリの赤ちゃんのはく製



写真 2-2 ハンドウイルカの観察

3. スナメリの遊泳方法を模倣した水中推進機構の考案を行うための調査

3-1 スナメリのはく製の観察と聞き取り調査

本模型考案の目的は、瀬戸内海で絶滅が危惧されているスナメリの生態を香川県の人々や世界の人々に知ってもらうことを目的としているため、スナメリの外観にできるだけ近づけられるような観察を行いました。そのため、モデルとしたのは、写真 3-1 に示すように、ドルフィンセンターに展示しているスナメリの赤ちゃんのはく製を参考にして、各部の寸法を念入りに測定しました。本装置の考案では、推進機構を中心にして行うため、写真 3-2 のようなスナメリの尾鰭の特徴を、センターのトレーナーの方から様々なことを聞き、飼育されているハンドウイルカに実際にさわったりもしました。イルカの肌の表面は柔らかく、少しザラザラしています。皮膚のあかは、数日でポロポロと剥がれるそうです。また、尾鰭は、図の

ように水を包み込むような形になっていて、尾鰭先端は柔らかく、付け根部分は堅いそうです。



写真 3-1 各部のスケッチと寸法測定

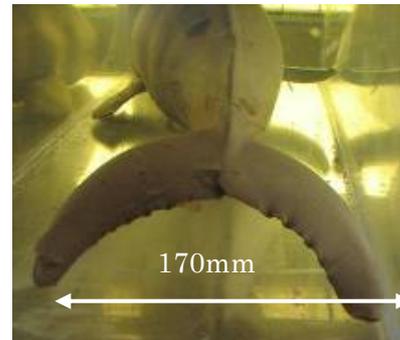


写真 3-2 尾鰭の後方

3-2 スナメリの赤ちゃんはく製の図面作成

前節のように、スナメリの赤ちゃんの各部のスケッチと寸法を測定し、図面にすると図 3-1 のようになりました。また、ドルフィンセンターでは、スナメリと思われる骨格模型も展示していたため、これらも含めて観察を行いました。これらの観察結果から分かることは、胴体の断面図より、胸鰭がある付近では、横に広がって楕円に近くなり、尾鰭を上下に振る付近では、断面形状が縦に長い楕円となっています。さらに、インターネットなどによるスナメリの遊泳方法の動画⁽⁷⁾から、子供は尾鰭を上下に振る振幅が大きく、大人だとその振幅が小さいように思われます。

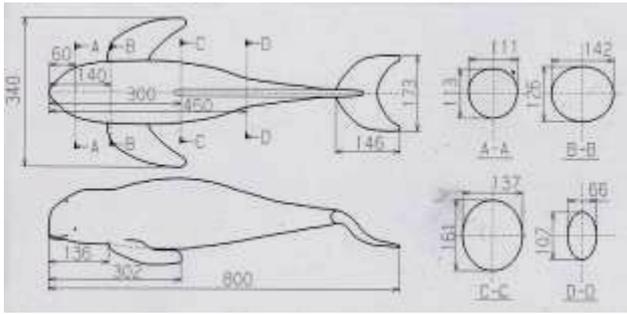


図 3-1 スナメリ赤ちゃんはく製のスケッチ図

4. スナメリ型の遊泳機構の考案と製作

4-1 胴体や胸鰭および尾鰭部分の製作

スナメリの尾鰭⁽⁴⁾は、写真3-2のように尾鰭と直角方向に天地向きの水切り隆起があり、後半身の背・尻両側に鋭利な三角峰になっています。この水切り三角峰は、水流が直角に当たるようにするための浮き沈みブレを防止する役割があるそうです。

まず、紙とセロテープで、スナメリの赤ちゃんの鋳造原型を作成しました。そして、頭部、ひれと尾部は紙粘土製の原型にワックスと離型剤を塗布し、石膏で鋳型（写真4-1、写真4-2）を作成し、シリコンゴムを流し込んで製作しました。胴体フレームは、原型の上にFRPを塗布して製作しました。



写真 4-1 胸鰭造形 写真 4-2 頭部造形

4-2 尾鰭を揺動スライダ・クランク機構で製作

スナメリの遊泳方法の動画⁽⁶⁾から、赤ちゃんは尾鰭を上下に振る振幅が大きく、振り下ろすスピードが速く、上に戻す時は遅いように感じられました。赤ちゃんのスナメリは、振り下ろす時に

推進力を発生させ、振り上げる時は、推進力がほとんどなくなっているのかもしれませんが。そこで、スナメリの赤ちゃんの尾鰭の動きは、揺動スライダ・クランク機構⁽⁵⁾を利用して写真4-3のように製作した。写真4-5は実験用水槽で、水中実験を行っている様子です。



写真 4-3 頭部と胸鰭、尾鰭の駆動機構を搭載



写真 4-4 実験用水槽



写真 4-5 水中での実験風景

5. エコ太陽炉の製作

本校では、ロボットや作品の製作、授業などでアルミを工作機械で削ったり、切ったりします。その時、沢山のきりくずが排出されます。これをリサイクルする場合、電気や灯油・ガスバーナーで温度を約 800℃以上にしなければなりません。これらの全てのエネルギーを化石燃料から発生させる電気や灯油などで全て利用するのは、もったいないと思いました。そこで、溶融する金属を、本装置で得られる太陽光の熱で常温から約 200℃まで余熱できれば良いなあと思い考案しました。

5-1 エネルギー利用技術作品コンテストへの 応募

製作した装置は、太陽光をアルミ缶で製作した放物面の焦点に集めることができます。この焦点位置にるつぼを設置し、温度を上昇させることができます。参考にしたアイデアは、上記の特許情報やパラボラアンテナです。アルミニウムは、反射率が良いのですが、アルミニウムを購入して製作するのではなく、アルミ缶をリサイクルして利用しました。

本装置は、金属を常温から約200℃までに予熱することを目的としています。その後、電気や灯油・ガスバーナーで温度を約800℃以上にします。しかし、太陽の位置は季節や時間によって方向と高さが変わります。これらの問題を解決するために、香川県の6月、7月、8月、9月の太陽の方向と位置を計算し、平均しました。このデータを基にして、太陽の方向は遊星歯車を利用し、太陽の高さはカムを利用し、ウォーム歯車を介して手動のハンドルで動かすことができます。



写真5-1 「エコ太陽炉」

第14回エネルギー利用技術作品コンテスト

日本産業技術教育学会会長賞を受賞

<http://www.et.asa.hokkyodai.ac.jp/enecon14/>

6. 技能検定や溶接検定への挑戦

長い間、この日本で培われた「ものづくり」の伝統や技能・技術を生徒自身に確実に身につけさせ、それを積極的に応用させることを目標にして技能検定や溶接検定へ挑戦させました。この時、地球環境への負担を減らすことが、大切であることを前述のように、「スナメリ型ハイブリッド船」や「エコ太陽炉」の製作を通じて、意識させることができました。また、地域企業のスペシャリストから基本を学び、2級、3級(旋盤・マシニングセンタ・検査・保全)の技能検定やJIS溶接検定に挑戦させることができました。写真6-1、写真6-2、写真6-3は、技能検定やJIS溶接検定の実技を地域のスペシャリストから学んで、実践している様子です。写真6-4はJIS溶接検定用曲げ試験機とその装置で実験した曲げ試験片です。このように、各種検定を受検する際に、生徒の理解を深めるために、自作教材を積極的に製作し、より深い指導をすることを心がけました。



写真6-1 旋盤検定の練習と講習会の様子



写真6-2 技能検定旋盤2級、3級の課題



写真6-3 JIS溶接検定の講習会と課題



写真6-4 JIS溶接検定用曲げ試験機と曲げ試験片

7. 本校生徒や地域社会への情報発信活動

本研究での成果は、校内の課題研究発表会において「溶接検定用治具の製作」や課題研究で取り上げたテーマについて生徒が発表しました。生徒の感想として、溶接検定の練習の仕方や準備する方法などが、パワーポイントの写真や図、ビデオ映像などによって、具体的によく分かった。僕も溶接を練習して、上手になりたいと思った。などの感想を得ることができた。

また、(公財)日本海事広報協会主催ジュニアマリン賞では、(<http://www.kaijipr.or.jp/>)論文「スナメリ型ハイブリッド船の製作」を応募し、佳作に入賞しました。また、公益社団法人日本河川協会主催日本水大賞に論文テーマ：大切にしたい！瀬戸内海の水環境を、副題：スナメリの生態についての調査や模型製作を通じて (<http://www.japanriver.or.jp/>)として体験した内容を発表しました。

これらの成果発表を通して、瀬戸内海の水環境

の大切さや、エネルギーに配慮した、これからの「ものづくり」の方法や考え方について、多くの人達に呼びかけることができました。



写真7-1 課題研究発表会 写真7-2 ジュニアマリン賞

8. 活動の今後の計画

- (1) 風車やスターリングエンジンの製作を完成させる。
- (2) 四国地区溶接コンクールに参加する。
- (3) 地域の児童・生徒と共にエネルギー・環境問題に配慮した「ものづくり」について学ぶ。

9. おわりに

助成研究に取り組むことに際して、お世話になった志度高校の先生方や地域企業のスペシャリストの先生方に、この場を借りて、お礼を申し上げます。

参考文献

- (1) 永井實, イルカに学ぶ流体力学, 株式会社オーム社, (2005-4).
- (2) 高木力・佐藤克文・伊藤慎一郎他, エアロ・アクアバイオメカニクス, 森北出版株式会社, (2010-8).
- (3) 村山司・笠松不二男, ここまでわかったイルカとクジラ, 株式会社講談社, (1996-2).
- (4) 加藤秀弘・大隅清次, 鯨類生態学読本, 株式会社生物研究社, (2006-10).
- (5) 平田宏一他, 魚ロボットに関する基礎的研究, 海上技術安全研究所報告第2巻, (2002-5).
- (6) <http://www.aquarium.co.jp/>, 鳥羽水族館ホームページ