

島根県立しまね海洋館アクアス¹⁾との連携協定に係る取組み

－海洋生物を題材としたからくり箱の制作－

生産技術科 進 栄一郎・飯野 吉春

Initiatives Related to the Collaboration Agreement with Shimane Aquarium Aquas －Creation of Mechanical Puzzle Boxes featuring Marine Life－

Eiichiro SHIN and Yoshiharu IINO

概要 これまで島根県立しまね海洋館アクアス（以下、「アクアス」という。）とは地域活性化等を目的とした連携に係る取組みを行っており、令和6年度において電子情報技術科との共同により連携テーマについて取り組むこととなった。応用課程での開発課題のように学生自身が外部機関と直接やり取りを行うことでコミュニケーション能力の向上や責任感、企画立案、報告等の一般社会で必要となる資質を培う効果が期待できる。本報では、この取組みにおける製作物の概要及び制作を通じたアクアスとの取組み内容等について報告する。

1. はじめに

令和6年度総合制作実習の一つのテーマとして生産技術科及び電子情報技術科、並びにアクアスとの共同制作に取り組むこととなり、「お客様に見て触れて楽しんでもらえる物」をコンセプトにテーマ案を複数検討し、担当学生からアクアスへプレゼンを行い、協議を行った結果、「海洋生物を題材にしたからくり箱（以下、「からくり箱」という。）」の制作に取り組むこととなった。

プレゼン実施時の様子を図1に示す。



図1 担当学生によるテーマ案のプレゼン

2. 設計、仕様

2.1 仕様

製作したからくり箱は、主に筐体部、機構部、海洋生物のオブジェクト（以下、「オブジェクト」という。）、筐体装飾、足場の5つで構成する。

2.2 筐体

製作したからくり箱の全体図及び仕様を図2及び表1に示す。

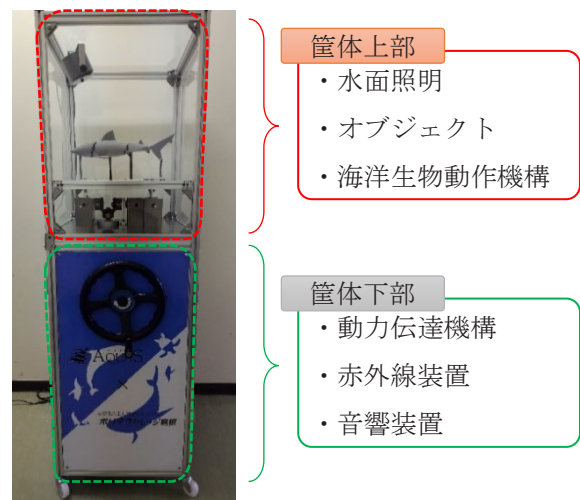


図2 筐体全体図

表1 筐体の仕様

サイズ(mm)	高さ 1500×幅 450×奥行 500
ハンドル(mm)	サイズ：直径 315 取付位置：高さ 700×横 500
筐体装飾	水面照明 音響装置（スピーカ）

筐体の上部と下部は分離ができるように設計し、上部はオブジェクトとその動作に係る機構部などを収め、下部はハンドルからの動力伝達に係る機構部やLED及びBGMを動作させるためのセンサ類を収めた。筐体の上部と下部を分離可能とすることで持ち運びが容易となり、上部を変更するだけで別のオブジェクトへ変更が可能となる。

他に、筐体の両側面には機構部等の保全や収納として内部を利用できるように扉を設置し、筐体の移動を考慮して脚部にキャスタを取り付けている。

2.3 オブジェクト

製作オブジェクトのモデルは協議の結果、アクアスにて展示されている海洋生物のうち、メジロザメ、キタイワトビペンギン、シロイルカの3種類とし、令和6年度に製作したオブジェクトの全体図及び仕様を図3及び表2に示す。

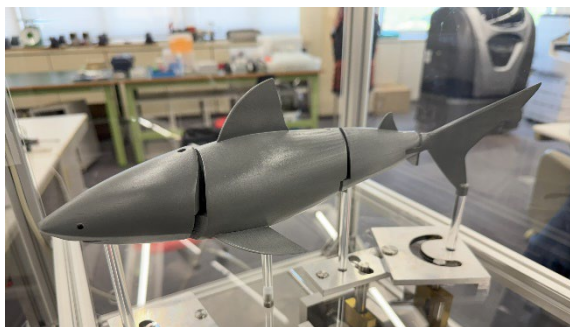


図3 サメのオブジェクトの全体図

表2 メジロザメの仕様

サイズ(mm)	全長 380×幅 110×高さ 450
---------	---------------------

オブジェクトは頭部、胸部、尾部の3か所が揺動

するように設計し、筐体上部の海洋生物動作機構と連動して泳ぎ方を再現するものである。オブジェクトのモデルデータをSOLIDWORKSで製作し、そのデータをもとに3Dプリンタにて製作を行った。

3Dプリンタでの出力後、積層痕をやすりで下処理した後、ラッカー塗料により塗装を行うことでよりリアルな質感を表現している。

2.4 機構部

まずは図4のように、筐体下部のハンドルを回すことで平歯車及びかさば歯車を通じて動力を垂直方向に伝達し、筐体上部の海洋生物動作機構に動力を伝達する。

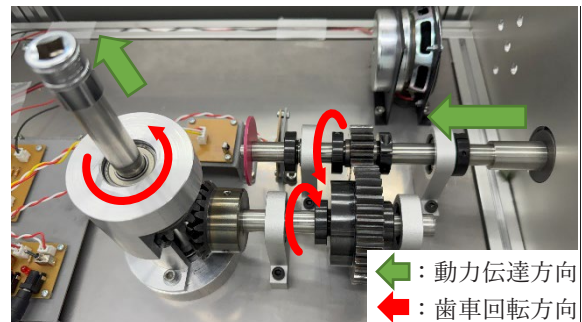


図4 動力伝達機構

次に図5のように、下部より伝達された動力をかさば歯車によって水平方向に変更し、スコッチヨーク機構によって回転運動を往復直線運動に変更する。更に往復直線運動によるピンの動作を図6のようにオブジェクトと連結されたプレートによって揺動運動に変更することで泳ぎ方を再現している。

海洋生物動作機構を図5及び図6に示す。

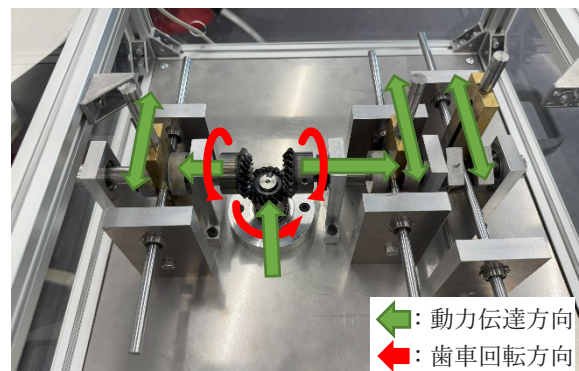


図5 海洋生物動作機構1

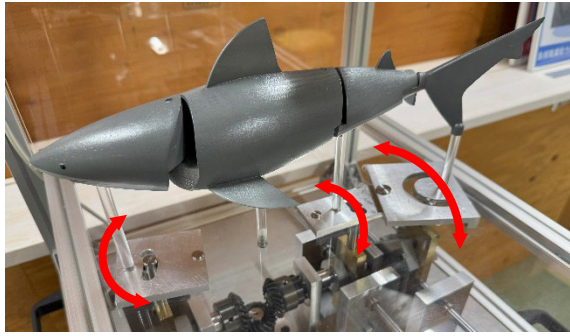


図6 海洋生物動作機構 2

スコッチヨーク機構とは、図7のように原動節の回転軸に偏心して取り付けられたピンが従動節のスロット穴を摺動することで従動節が回転運動から往復直線運動に変換される機構である。



図7 スコッチヨーク機構

2.5 筐体足場

からくり箱の利用者の多くが小学生となることを想定し、小学生の平均身長を参考に設計したが、小さな子どもも利用しやすいように筐体の転倒防止を兼ねた足場を製作した。

足場の全体図及び仕様を図8及び表3に示す。

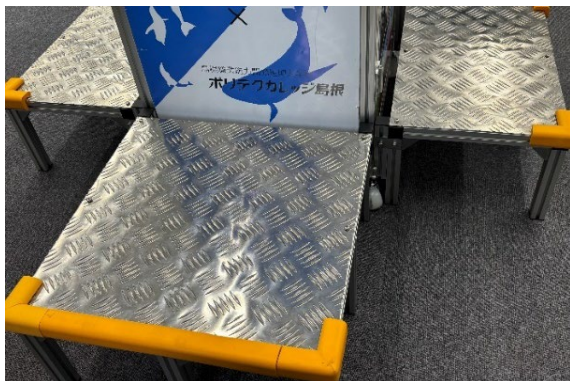


図8 足場の全体図

表3 足場の仕様

正面足場(mm)	高さ 200×幅 450×奥行 450
側面足場(mm)	高さ 200×幅 500×奥行 300

足場の固定方法として、アルミフレームの溝部分に穴を設け、足場に取り付けたボルトの頭をアルミフレームの溝にスライドして固定する形とした。

足場の固定方法を図9に示す。

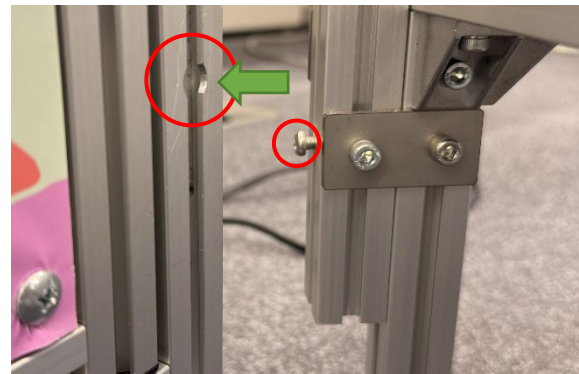


図9 足場の固定方法

2.6 筐体装飾

筐体の装飾として、電子情報技術科主体のもと、水面の揺らぎを表現する水面照明、海洋環境の音声が流れる音響装置及びハンドルの動きと装飾機器の動作を同期させるための赤外線装置を設置した。

2.6.1 水面照明

水の揺らぎを照明で表現するため、LEDの光を凹凸に加工されたシートに通して屈折させるとともにこのシートをモータによって回転させることで水の揺らぎを表現している。

水面照明の構造を図10に示す。

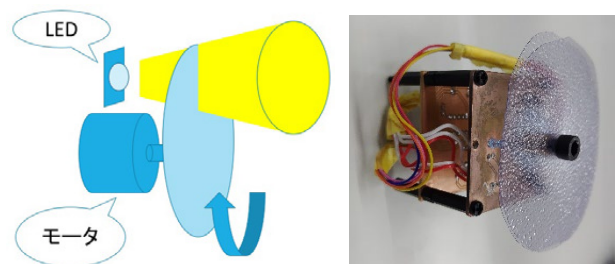


図10 水面照明の構造

2.6.2 赤外線装置

各装飾機器をハンドルの回転に合わせて稼働させるために動力伝達機構に赤外線装置を設置した。

製作した赤外線装置を図 11 に示す。

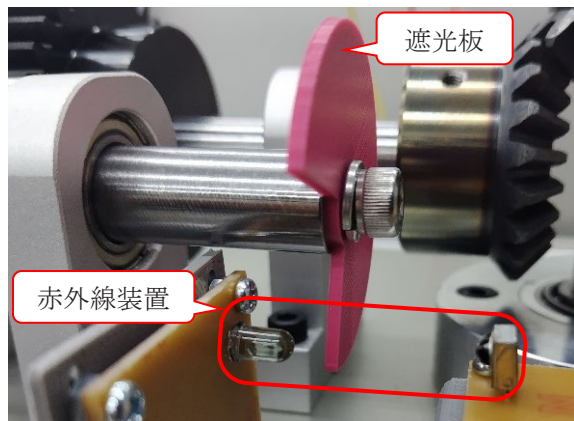


図 11 赤外線装置

ハンドルが回転することで回転軸に取り付けられた遮光板が回転し、図 12 のように赤外線を受光していない状態から受光している状態、もしくは受光している状態から受光していない状態に遷移し続けることで赤外線装置と同期した装飾機器が稼働し、ハンドルの回転が止まると装飾機器も自動で止まる。

状態遷移し続けることで動作開始

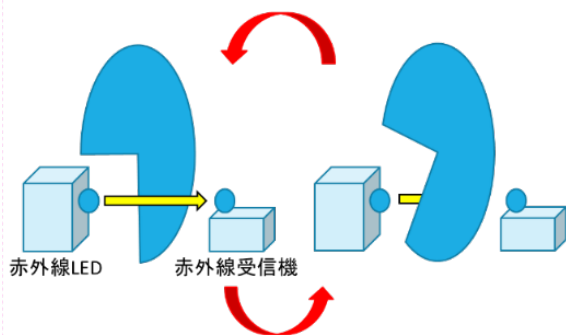


図 12 赤外線装置の構造

3. 筐体仮設置

令和 7 年 1 月 23 日に執り行われたアクアスとポリテクカレッジ島根との連携協定締結式のプレスリリースに併せてメディア向けにからくり箱の発表を行い、1 月 23 日から 1 月 29 日の期間、筐体の仮設置を行った。

プレスリリース時の様子を図 13 に示す。



図 13 からくり箱の発表

この仮設置期間中、使用感等について回答任意でのアンケートを実施した。アンケート結果から、利用者の年齢層は 6～12 歳と小学校低学年から小学校高学年が大半を占めており、筐体全体の使用感に関しても 6～7 割方満足いただける結果であった。その他、意見としては設置場所が暗い、などの意見があった。また、仮設置期間を通じ、下記の問題が確認できた。

- ・設置場所が想定より暗かったことから、現場での保守点検作業がやりづらい、筐体自体が目立ちにくく、回転方向の指示表示や筐体に取り付けた POP などが目立たなかった。
- ・組立誤差が大きいことで機構部全体が歪み、部品同士の過干渉により振動が激しいこと。これにより動作が非常に不安定となり、またこの振動によりねじ類のゆるみが多発したこと。
- ・分離させた筐体上部が持ち運びにくい。

4. フィードバック及び問題の改善

仮設置時に確認した問題点について、安定した動作に影響のある一番の要因は、「組立誤差の累積による機構部のゆがみ及び過干渉による振動」であると結論付けた。

各種構成部品のはめあいについては、すきまばめとして設計したが、このクリアランスによる組立誤

差が累積したことで、特にスコッチヨーク機構の摺動部で構成部品同士ががたつきによってねじれ、構成部品同士の過干渉が発生した。また、スコッチヨーク機構の思案点である 90° 及び 270° の位置はこのねじれの影響が顕著であったことが確認できた。

同様に加工精度が大きく影響したものとしてスコッチヨーク機構から往復直線運動を揺動運動に変換するプレート部が挙げられる。

図 14 のように、このプレートはオブジェクトと機構部を隔てるアクリル板にピンで固定した後、プレートに設けたスロット穴とスコッチヨーク機構と連動するピンが摺動することで往復直線運動を揺動運動に変換するものである。



図 14 揺動運動に変換するプレート

図 15 のように、プレートの固定ピン及びスロット穴間の距離に対して、スコッチヨーク機構のピンの位置が組立誤差の累積によってずれてしまった結果、干渉してしまい動作不良を起こすことを確認した。

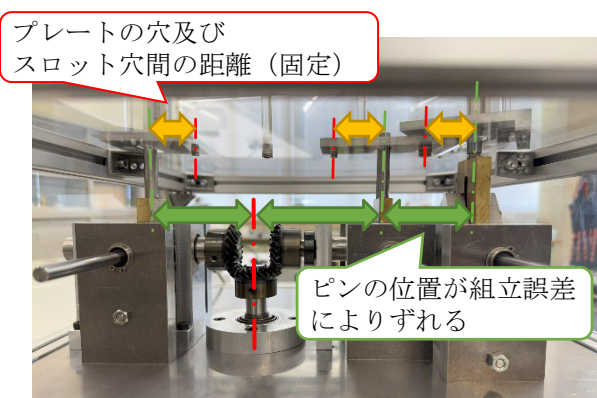


図 15 海洋生物動作機構における組立誤差

以上のこと踏まえ、各種構成部品のクリアランスの見直しを中心に、動作の振動軽減を考慮した構成部品（購入部品）を再検討し、組立誤差を可能な限り小さくすること、更にスコッチヨーク機構は部品材質の見直しや再設計を行った。併せて各摺動部にはグリスを塗布することで摩擦低減を図り、以前と比べて動作が安定し、想定した運動を再現することができた。

5. 総括

からくり箱を改修した後、令和 7 年 3 月 14 日から 4 月 16 日までの期間、再度アクアスにて設置をし、本制作は完了とした。設置期間中は動作不良や振動による部品の脱落などが発生したため都度修繕が必要となったが、以前のものと比べて軽微な不具合であり、一定の完成度を達成できたと考える。

本取組の総括として、この取組は、総合制作実習としての効果に加え、企業側との打ち合わせ、企画立案及び報告等といった外部機関とのやり取りを学生自身が行うことでコミュニケーション能力の向上や責任感、一般社会で必要となる資質を培う効果がより期待できる。何より、地元企業との事業連携は、地域活性化及び当校の広報効果として高い効果を期待できるものであった。

最後に、本テーマの取組にあたり、ご指導及び御協力をいただきました湊館長様、山口係長様はじめ、アクアスの従業員の皆様へこの場を借りて感謝申し上げます。

引用

1) 島根県立しまね海洋館（愛称：アクアス）

<https://aquas.or.jp/>

<https://aquas.or.jp/guide/about/>

著者 E-mail Shin.Eiichiro@jeed.go.jp

