



Albero(アルベロ)

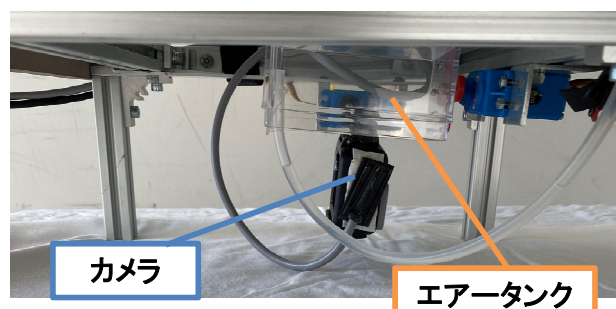
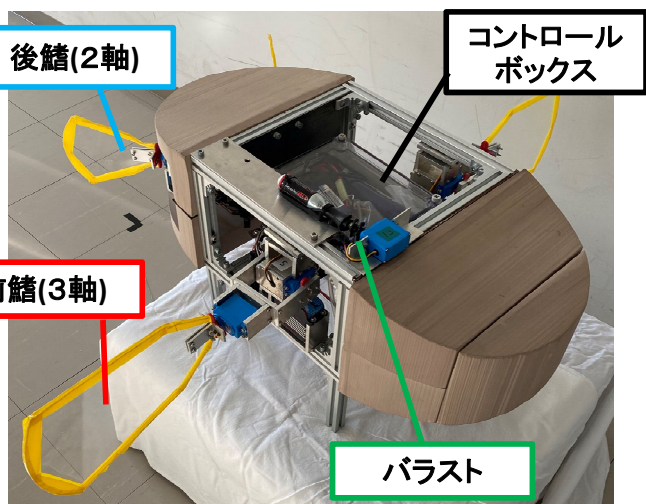
愛知工業大学 AIT海洋チャレンジ

目的

水中探査ロボットの開発

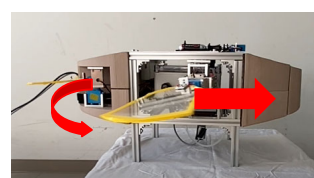
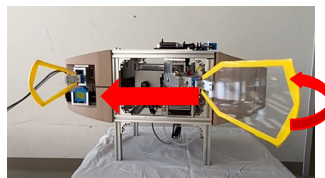
- 波と騒音の発生軽減により、生物に与えるストレスを減少
- 高速、低速、停止など状況に応じた推進
- 水中、海底面を観察するための機能
- メンテナンス性

Albero 概要



推進原理

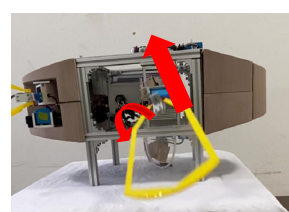
抗力型(高速推進)



① パワーストローク
水の抗力を大きくする
鰭で水を掻くことで反力を得る

② リカバリーストローク
水の抗力を小さくする
パワーストロークの開始位置まで鰭を移動させる

揚力型(低速推進)



鰭の角度を変えながら、8の字のように動かす
鰭から発生する上下方向の揚力を利用し、安定した速度で推進する

浮上・潜水(停止)

- チューブを通してエアータンクに空気を入れ、浮力を増加させ、浮上させる
- 空気を放出することで、増加分の浮力を排出させ、潜水させる

特徴

- 波と騒音の発生軽減により、生物に与えるストレスを減少させる鰭推進機構
- 3軸の前鰭と2軸の後鰭により、鰭を自由に動かすことが可能
- バラスト機能により、比重調整で浮上や潜水動作が容易化
- 機体底面に1軸のカメラを設置
- コントロールボックスの開閉がドライバー一本でできるため、メンテナンスが容易

機体スペック

全長×幅×高さ[m]	0.70×0.54×0.30	
重量[kg]	15.0	
モータ可動範囲[°]	ヨー軸	±40
	ロール軸	±30
	ピッチ軸	±40
推進速度[m/s]	0.29	
操縦デバイス	パソコン	
通信手段	有線	
カメラ	GoProHERO7	

イカ型ロボットの製作 (ISSHM)



チーム名 磯工チャレンジ：石川俊・鈴木一樹・鈴木拓郎・萩原大輝・松本陽裕
神奈川県立磯子工業高等学校 電気科 3年

イカ型ロボット製作の目的



今回の AI チャレンジ部門が『AI 一発芸!』なので、私達がつくった水中ロボットでみんなが楽しくなるような AI ロボットをつくりたいと思いました。また、『AI 一発芸!』⇒『愛一発芸!』と考え、今後このロボットが、本物のイカ達と一緒に行動し(出来ればロボットのイカと、本物のイカに愛が芽生えれば夢があるなど考えています。)、イカの生態等を調べられるような、ものづくりをしたいと思い今回その一歩として挑戦しました。私たちのつくったロボットを見て、海と水中ロボットに興味・関心を持っていただけたら嬉しいです。

イカ型ロボットの特徴



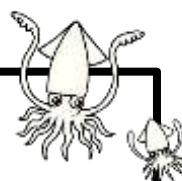
- ・「ヒレ」で推進
- ・「漏斗」から「墨出し」を再現
- ・イカに表情をつけてみました。
- ・水に入れると目が光ります。

※イカの好きな色に近い色で、光らせています。

- ・足が動きます。



動作について



- ①ヒレにより推進⇒前進
(ヒレの動きで進みます。)
- ②左右のモーター⇒左右に転進
(プロペラによって進みます。)
- ③「漏斗」モーター⇒潜水・浮上
(水を吸い込んで、水を出します。)



AI・センサーなどについて

- ・H8 マイコン⇒2 枚
- ・マイコンボード⇒1 枚
- ・光センサー⇒4 個
- ・音波センサー⇒1 個
- ・水感知センサー⇒2 個
- ・モーター⇒6 個



まとめ

今回の水中ロボットの製作が、いろいろな要因でなかなか思ったように進みませんでした。しかし、みんなで作る楽しさと、出来た時の嬉しさは格別でした。



Iwatobi

Ver.2021



特徴

- ◆ 水中でバッテリー交換ができる
- ◆ 目標物の検知と経路計画までを実装 (new!)



スペック

- ◆ ロボット名
Iwatobi
- ◆ サイズ
 $0.5 \times 0.3 \times 0.25$ [m]
- ◆ 重量
3.5 [kg]



ソフトウェア

- ◆ Iwatobi
- C/C++
- ◆ pc
- C/C++
- ros(melodic)



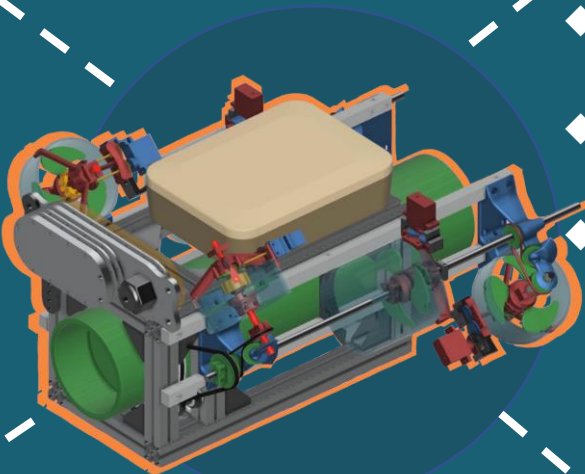
コンセプト

- ◆ Iwatobiプロジェクトでは、水中の基地を拠点にしたAUVの作成を目標とする



センサ

- ◆ realsense D435i
- ◆ IMU
- ◆ ping sonar



東京工業大学 ロボット技術研究会

アクア研 Iwatobiプロジェクト

Mark3 を直し動くようにする

長崎総合科学大学 チーム：夢っ子

三島瑠倭 河出天

～概要～

フリー初参加であり、自ら新規のロボを制作することが可能と思えなかったため前大会で使用した「Mark3」を再び修繕し陸上・水中で可動できるようにする。また、高校生の頃完成できなかったアルミ缶・海藻エリアの回収機構を作り取れるようにすることを目標としている。

～作業工程とできた作業～

【予定作業】

- 1.Mark3 の修理
- 2.陸上・水中での可動確認
- 3.水中での可動調整(上下左右前後)
- 4.スチール缶回収機構
- 5.アルミ缶回収機構
- 6.カメラ・ライトの取り付け



【締め切り前作業可否】

1,2,3 は完璧ではないが可動・浸水・漏電確認、割れているスラスタやヒレの修理はできた。4 は高校のものがあ、5 は考えだけでできています。6 はできませんでした。

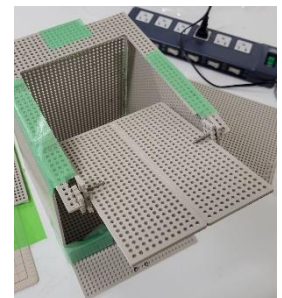
～問題点～

- ・弱くなっている、不動、停止するモーターがあった→乾燥させ、グリスの塗り替えを行った
- ・基盤が錆びていた→可動可能な基盤を使用（初号機 2018 と二号機 2019 の基盤を混合で使用）
- ・作業期間の計画不備→来年も続ける場合、計画や人数・道具・技術・知識を事前に備える

～スチール缶回収機構～

1.回転式箱型回収機構

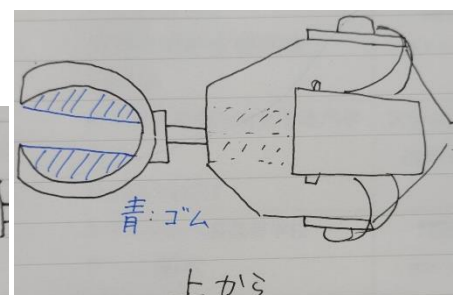
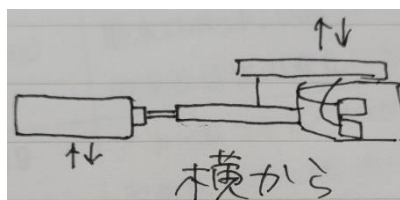
高校生の時に他の高校が作っていたものでこの回収機構を使うことでアルミ缶・スチール缶の両方を取ることが出来ます。また、写真では手で回していますがここを電動式に少しずつ回すことで返しとなり缶が出ていかなくなります。ただ、缶を視認しながら取ることになるのでカメラをつけなければなりません。



2.ゴムアーム

アームの間にゴムを付けます。ゴムは伸縮性、耐水性、変形、滑りにくい等性能が様々ありアームの輪（掴むところ）を缶の大きさに合わせ押し込むことで缶がゴムに押し当てられ返しとなり抜けにくくなるのではと考えました。

しかし、アームの数が少なく非常に缶を狙いにくいのではと考えました。また、機体自体を上下させるのか、回収機構を上下させるのかも検討中です。



クランカーフィッシュ2021の開発

小山高専水中ロボット製作チーム2021

はじめに

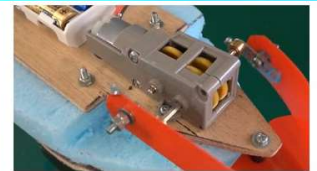
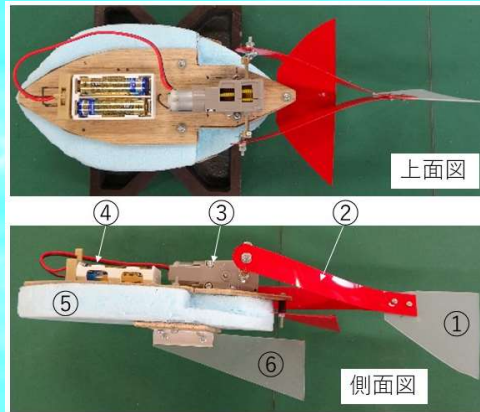
湖沼等の水中調査のために魚の尾ヒレの動きを模倣した魚ロボットの研究が数多く行われています。尾ヒレの動きを再現する方法としては、リンク機構やRCサーボモータ等が利用されています。これらの機構を用いる場合、機械加工や制御プログラムの専門的な技術や知識が必要になります。

そこで、本チームでは尾ヒレの動きをより簡単な手法(小型、軽量、製作が容易等)で実現する方法として、2020年にクランクアームと弾性板を組み合わせる機構を提案し、水中推進が可能であることを確認しました。

クランクアームと弾性板のヒレ揺動運動機構

短冊状の2枚の弾性板を数cm程度離して向い合せます。一方の端を接着してVの字を作り、接着部分に尾ヒレを取り付けます。弾性板のもう一方の端を交互にスライドさせることによって尾ヒレが左右に振れます。クランクアームは弾性板をスライドさせるために使用します。

私たちは、この方法にクランクアームが使われていることから「**クランカーフィッシュ**」と呼ぶことにしました。



クランクアーム拡大図

- ①尾ヒレ
- ②弾性板
- ③クランクギヤボックス
- ④電池ボックス
- ⑤フロート材
- ⑥前ヒレ (舵用)

1号機(標準タイプ)

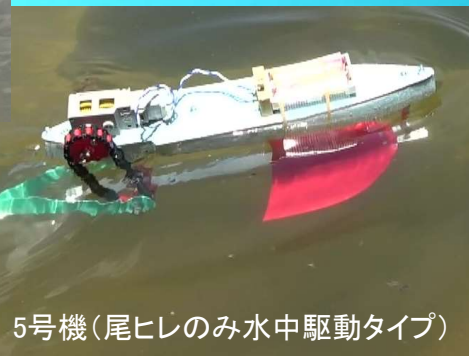
アピールポイント

安い市販品(モーター、ギヤボックス等)とホームセンターで入手可能な材料(木材、発砲スチロール等)で簡単に製作できることから、2021年は色々なクランカーフィッシュ(1~7号機)を開発しました。1~5号機までは、太陽電池駆動、ラジコン操作等による水上推進タイプ、6号機は水中遊泳を実現したものです。7号機からは、独創的なアイデアを重視した創作タイプで「**ありえない魚?**」シリーズを開発継続中です。

3号機(ラジコンタイプ)

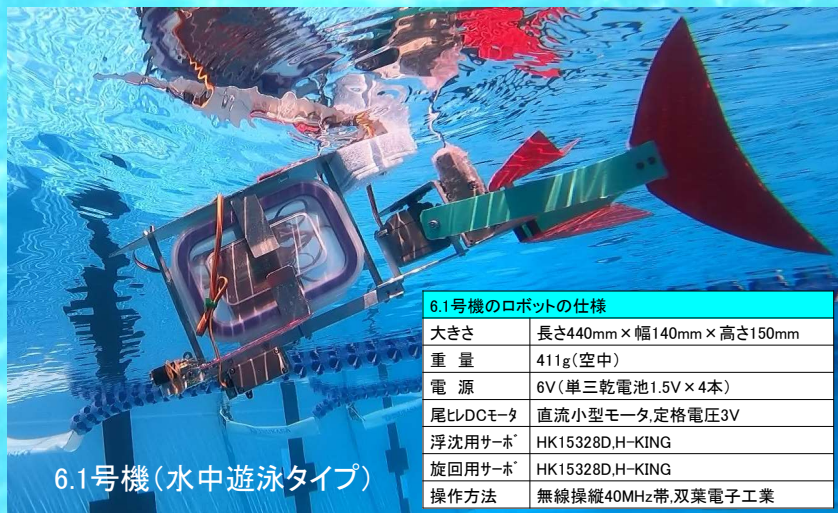


4号機(太陽電池駆動タイプ)



5号機(尾ヒレのみ水中駆動タイプ)

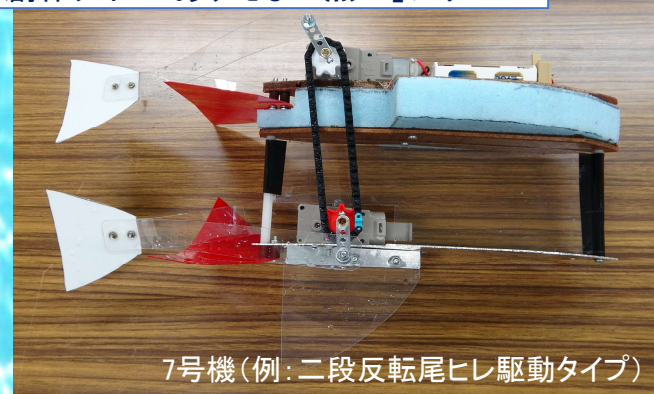
面白いクランカーフィッシュを色々紹介します！



6.1号機(水中遊泳タイプ)

6.1号機のロボットの仕様	
大きさ	長さ440mm×幅140mm×高さ150mm
重量	411g(空中)
電源	6V(単三乾電池1.5V×4本)
尾ヒレDCモータ	直流小型モータ、定格電圧3V
浮沈用サーボ	HK15328D,H-KING
旋回用サーボ	HK15328D,H-KING
操作方法	無線操縦40MHz帯,双葉電子工業

創作タイプ「ありえない魚?」シリーズ



7号機(例:二段反転尾ヒレ駆動タイプ)

水中蛇型ロボットに脚をつけたら蛇足か ～テトラポドフィスの真実を求めて～

東京工業大学附属科学技術高等学校
佐藤諒弥 池田ころろ 雄川綾太 人見あかり 山口海音

概要

化石は古生物学の観点から復元されるが、工学の視点で考えることもできる。その例としてロボ化石というものがある。化石の手足のサイズ比やヒレの形をロボットで再現して泳がすと予想とは異なる結果が得られることがよくある。私たちは蛇に脚がついた不思議な化石であるテトラポドフィスの脚の有用性を確かめるためにロボ化石を作り検証した。

目的

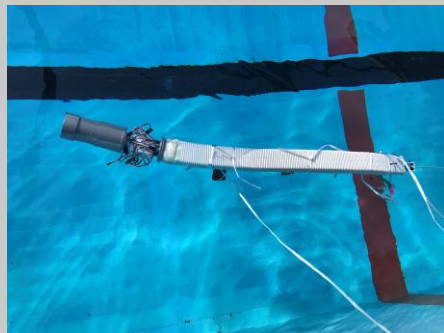
テトラポドフィスの脚の有用性を検討し、テトラポドフィスの従来の再現図が正しいかを検証する。また、水中ロボットの新たな動作機構を見つける。

モデル テトラポドフィス



- 1億3000万年前に生息
- 全長20cm で手足は約1.5cm
- 歯が蛇のよう
- 腹にうろこの跡がある
- 手足の用途は不明

ロボット



ロボットの概要

- ・ Arduinoによる制御
- ・ マイコンの塩ビパイプによる水密
- ・ 12個のサーボモータによる胴体
- ・ 柔軟性を持った水密のためエアコンのダクトを使用
- ・ 水中サーボで脚を再現

昨年のロボットからの進化

- ・ 上下左右への移動が可能に
- ・ 蛇行運動の精度が多くのサーボを使うことにより向上
- ・ 速度の向上

発生した問題点と改善

- | | |
|---------------------|----------------------------|
| ・ 頭を塩ビパイプとしていたがバック | → 塩ビパイプを尾とし、一番モーメントの大きい場所へ |
| ・ 導線への過電流により被覆が溶け発煙 | → 太い導線に交換&回路の見直し&ヒューズの取り付け |
| ・ サーボへの過負荷により発煙 | → 水中サーボへの換装により水冷を期待 |

今後の課題

水中サーボに換装することで水密を行う必要がなくなったため重くするための工夫から浮力を上げるための工夫が必要になる。

参考文献

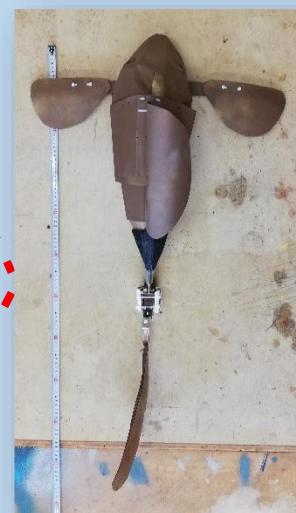
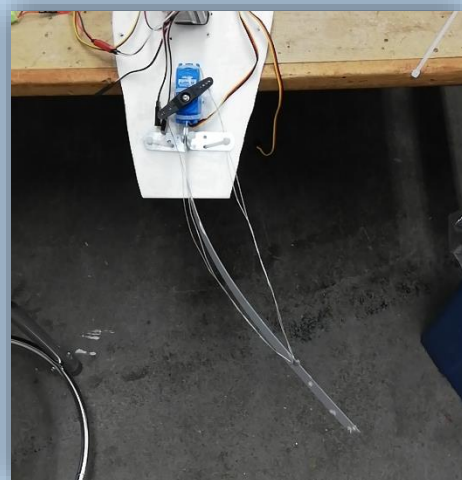
- ITmediaNEWS. "「4本脚のヘビ」の化石が見つかる". (2015-7-24) <https://www.itmedia.co.jp/news/articles/1507/24/news145.html>, (参照 2020-8-16).
- Rina Fukazu. "古代のヘビには4本足があった。ただし、陸地を歩くためじゃありません". GIZMODO. 2016-6-30. https://www.gizmodo.jp/2016/06/post_664759.html, (参照 2020-6-5).
- Lee, M.S.Y., Palci, A., Jones, M.E.H., Caldwell, M.W., Holmes, J.D., Reisz, R.R., Aquatic adaptations in the four limbs of the snake-like reptile Tetrapodophis from the Lower Cretaceous of Brazil, Cretaceous Research (2016), doi: 10.1016/j.cretres.2016.06.004. (参照 2021-5-12)

プレコロボット

1m!!



プレコは最大1m以上！
古生代の底魚と収斂進化で共通点の多い熱帯魚！
リアルにするためにしなりのある曲がり方
本物のプレコから型取り
動きを忠実に再現！



外骨格マンタ型ロボット (AIT-MR-W1)

Team White α : 浅田 拓未, 久野 雅之, 金原 充季, 古橋 秀夫(愛知工業大学)

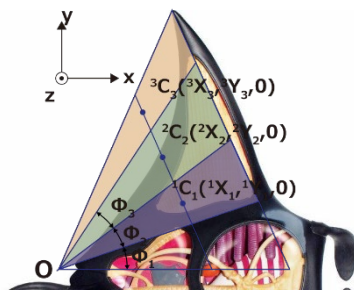


海洋生物模倣型ロボット

スクリープロペラを用いない推進機構による水中ロボットとして、**生態模倣型ロボット**の開発が行われている。本研究は、オニイトマキエイ（通称：マンタ）を模倣した外骨格型ロボットを製作している。

マンタ型ロボット AIT-MR-W1

完全剛体の外装のため、翼のしなりをプログラムで制御可能であり、素材による**形状変質が起こりにくい**利点がある。ねじれを表現するため、翼を同一原点を持つ三角形で3分割し、3つの関節で動作する構造で設計した。外装は全てABS樹脂の3Dプリンタで作製した。



遊泳動作

マンタが遊泳を行うために翼を運動する際、水圧がかかり“しなり”が発生する。このしなりをバネ・ダンパ系でモデル化した運動方程式から、各関節の制御を行う。翼の根元から順に、関節1, 2, 3とし、関節1は目標角に追従すると仮定し、関節2, 3にしなりを加える角度を与える。関節角度は 40° , 40° , 10° と周期的に動作させる。

運動方程式

$$\cdot k_2 \Delta \theta_2 + \tau_2 = 0$$

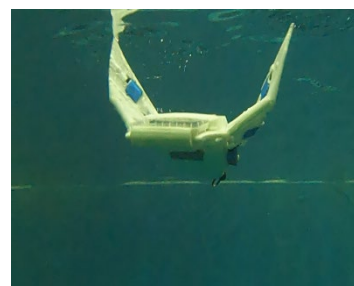
$$\cdot k_3 \Delta \theta_3 + \tau_3 = 0$$

各関節の目標角

$$\cdot \theta_{1target} = \theta_{1max} \sin \omega t$$

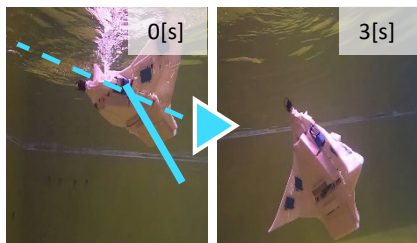
$$\cdot \theta_{2target} = \theta_{2max} \sin \omega t$$

$$\cdot \theta_{3target} = \theta_{3max} \sin \omega t$$



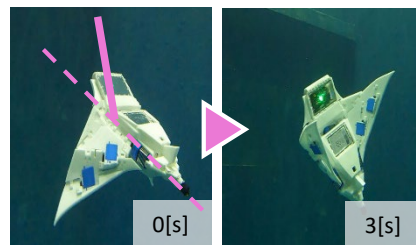
潜水動作

頭部pitch軸を下方向へ動かすことで潜水を行い、**20秒**で**4.5m**の潜水が可能である。



浮上動作

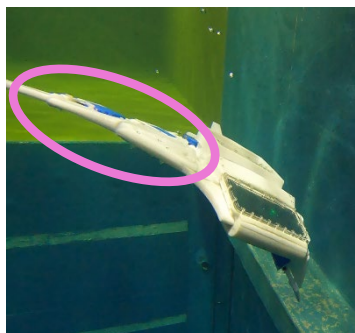
頭部pitch軸を上方向へ動かすことで浮上を行い、**28秒**で**4.5m**からの浮上が可能である。



旋回動作

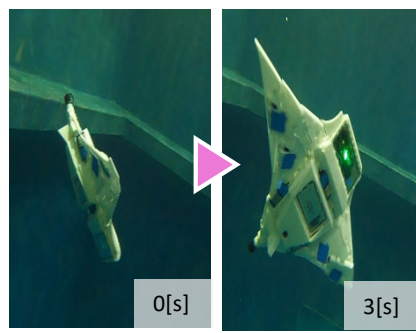
・超信地旋回

片翼を胴体と水平に固定することで、機体のバランスを保ちつつ推進力を偏らせる。そのため、**5秒**で**半周**することができる。



前転運動

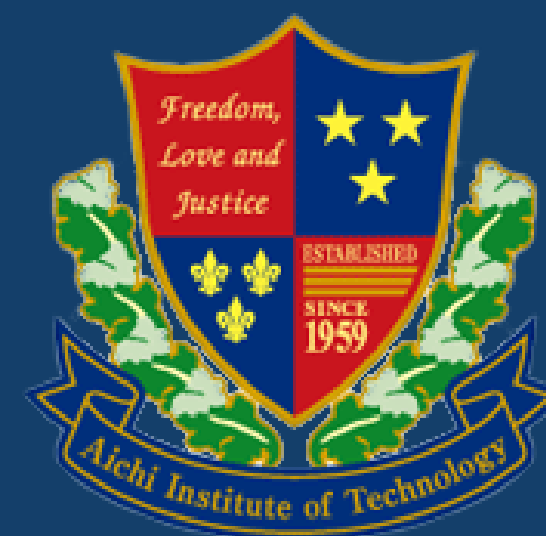
潜水・前進動作を組み合わせ、機体のバランスを制御することで、前転運動が可能となる。前転は**14秒**で**1回**転する。



スナメリ型ロボット：AIT - FP II

Team White β

久野雅之，浅田拓未，金原充季，古橋秀夫（愛知工業大学）



水中生物模倣型ロボット

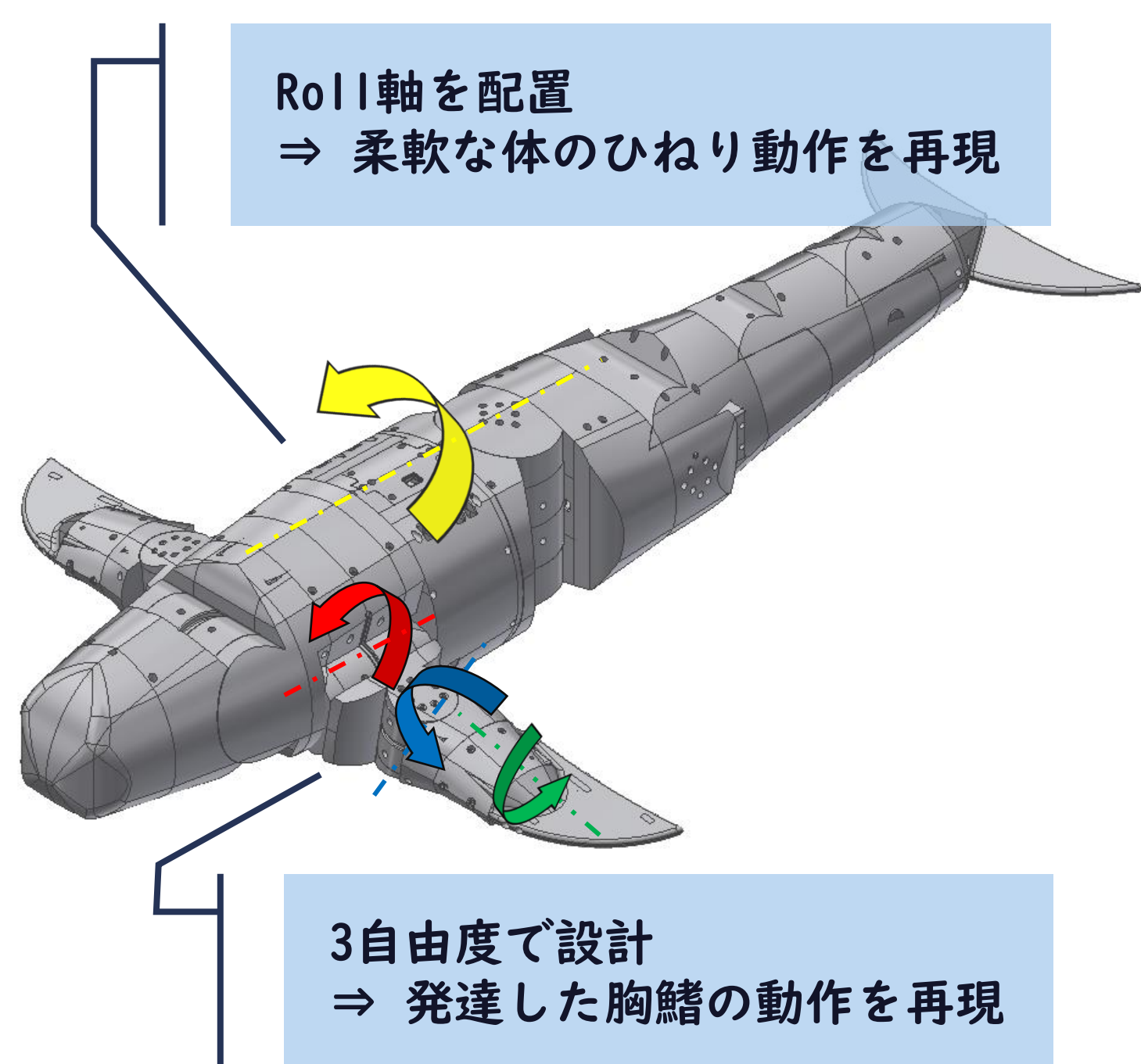
生物は長い年月を経て，体構造を変化させたり，動作を効率化させたりすることで，生息環境に最も適した進化を遂げてきた。そんな生物を模倣する技術（**バイオミメティクス**）を利用することで，スクリュープロペラを用いない推進が可能な**生物模倣型ロボット**の研究・開発が行われている。

模倣モデル：スナメリ

一般的なイルカと同様に，尾を上下にさせるドルフィンキックにより推進を行うため**垂直方向への移動を得意**としている。また，複雑な沿岸海域に適応しており，**胸鰭が発達**している。これにより一般的なイルカと比較すると，**旋回能力が高い**という特徴がある。



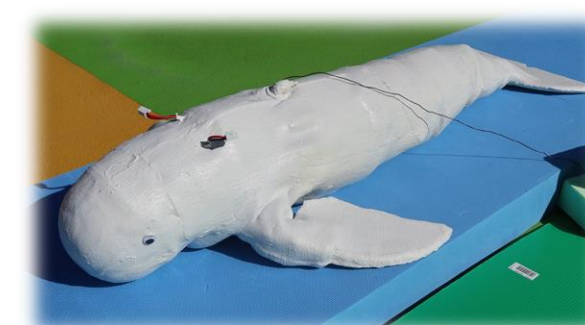
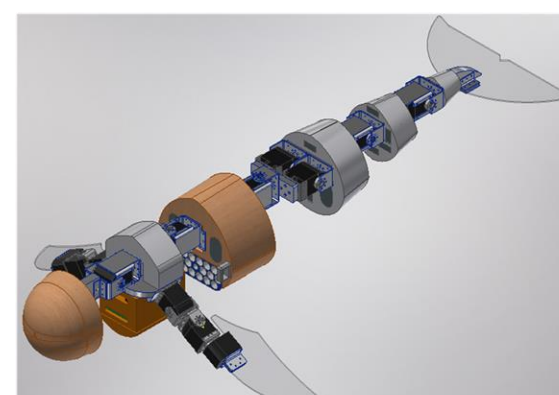
スナメリ型ロボット



AIT-FP I：内骨格型ロボット

骨格にアルミなどの剛体，装にゴムを用いた構造

- ⇒ 空気による**体積変化が大きく**，重量バランスの**再現性が低い**
- ⇒ 外装により，**可動域が制限され**，**動作が安定しない**

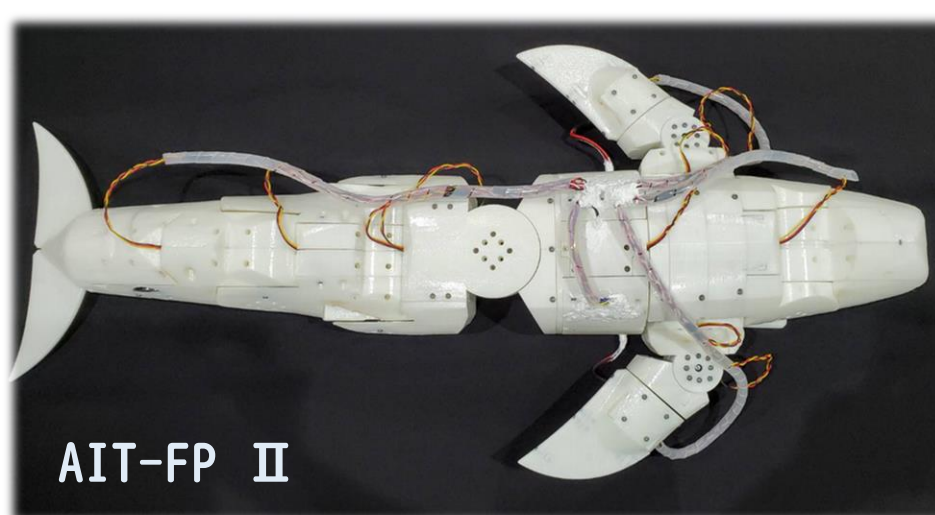


AIT-FP I

AIT-FP II：外骨格型ロボット

機体全体を剛体で製作

- ⇒ **重量バランスが一定**
- ⇒ 設計通りの**可動域を確保**できる



AIT-FP II



AIT-FP II スペック表

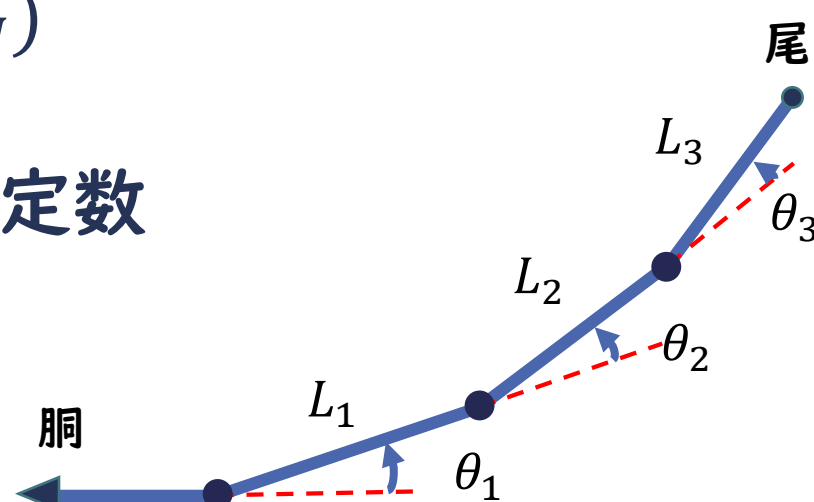
全長	925 [mm]	自由度	全12自由度	
全幅	620 [mm]		尾部	4自由度
全高	150 [mm]		胸鰭	各3自由度
重量	10.8 [kg]		その他	2自由度

遊泳動作：尾のしなり

しなり動作はバネ・ダンパによりモデル化

$$k_2 \Delta \theta_2 = d_2 L_{22M} \frac{d}{dt} (L_{12M} \theta_{2M}) + d_3 L_{23M} \frac{d}{dt} (L_{13M} \theta_{3M})$$
$$k_3 \Delta \theta_3 = d_3 L_{33M} \frac{d}{dt} (L_{13M} \theta_{3M})$$

k, d : 各バネ・ダンパの比例定数
 θ : 各角度
 L : 各関節間距離
 $\Delta \theta$: 目標角との差



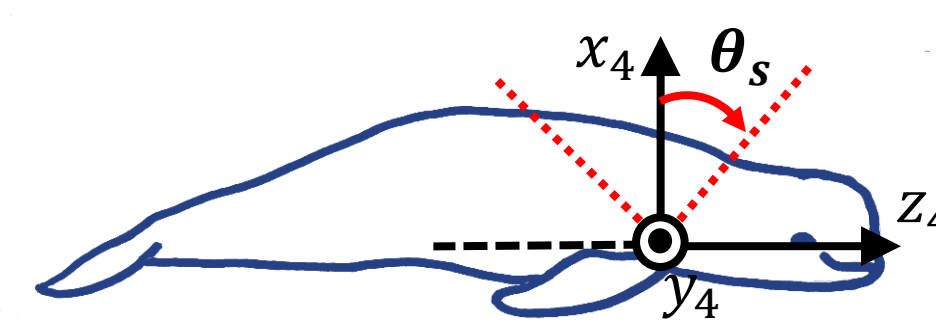
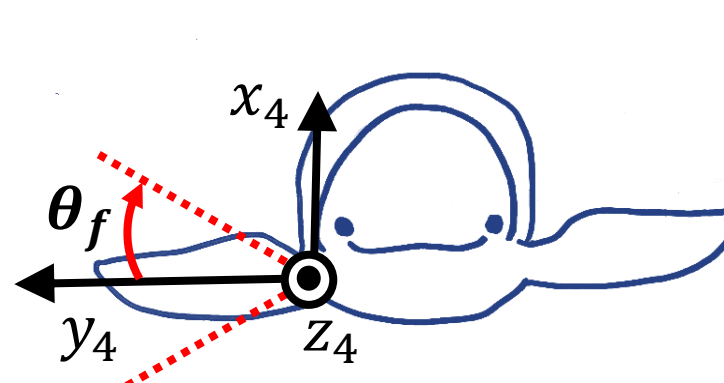
遊泳動作：胸鰭

胸鰭の動作は運動学により再現する

正面から見た角度： θ_f

側面から見た角度： θ_s

※ これらを変化させ，胸鰭を動かす



AWACS

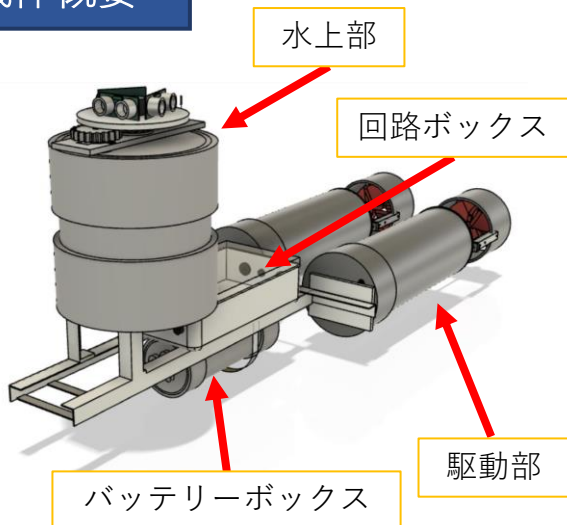
Aqua Warning and Control System

東京工業大学 ロボット技術研究会
アクア研 AWACSプロジェクト

コンセプト

- 目的地を指示するとそこへ自動で行ける機体を作るべく、まずは障害物を回避できる機体を製作する
- 防水技術の獲得のため、距離センサのある水上部を除きすべて水面下に置く

機体概要

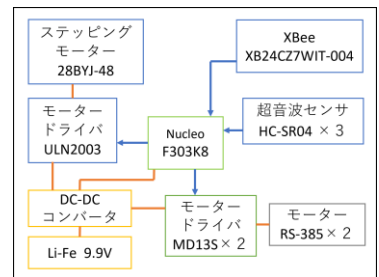


制御・回路

凡例

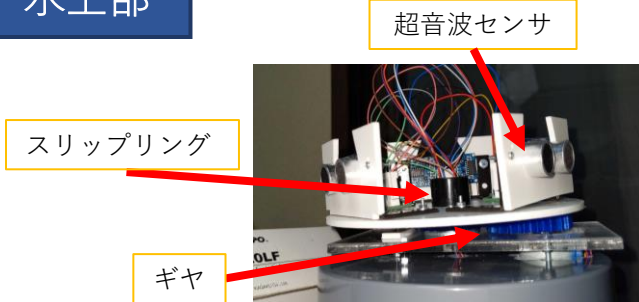
黄四角：バッテリーボックス
緑四角：回路ボックス
青四角：水上部
橙線：電源線（一部省略）
青矢印：通信線

回路図



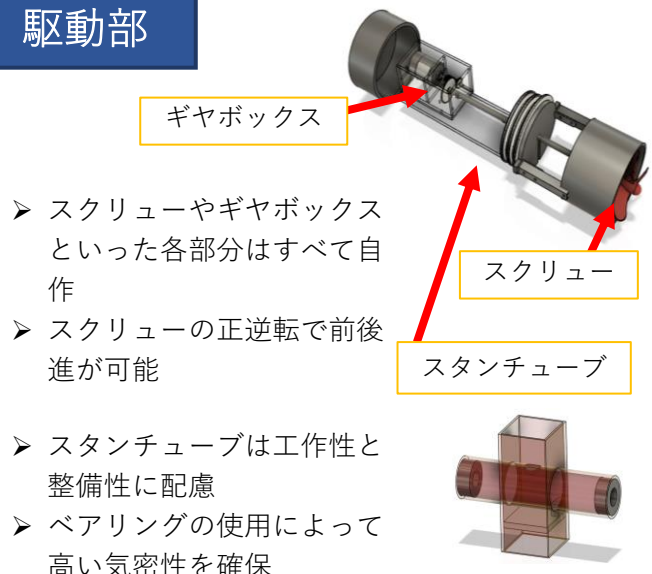
- 手動モードと自動モードを搭載。自動モードでは、各障害物の距離ベクトルを計算しその和の逆ベクトルの方向に進む
- 正確な回転のためにステッピングモーターを使用

水上部



- 超音波センサ3基を回転台に搭載することで、全方位を検知可能。形状と性質がAWACSのレドームに似たことが命名理由
- 回転時に配線がねじ切れることを防ぐため、スリップリングを搭載

駆動部



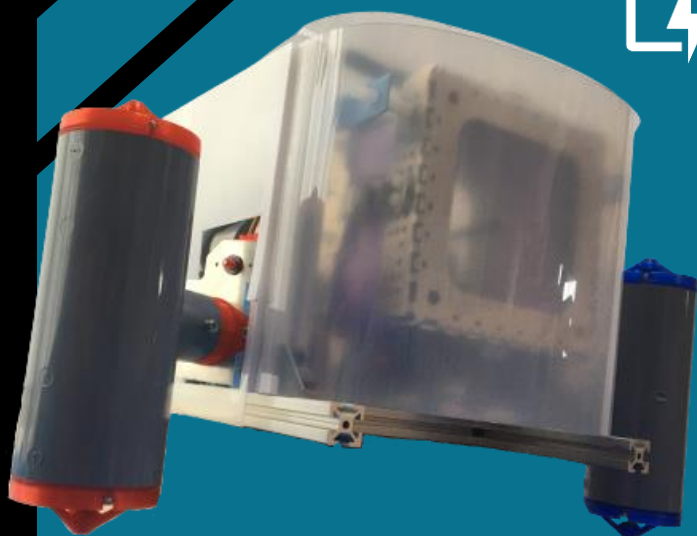
- スクリューやギヤボックスといった各部分はすべて自作
- スクリューの正逆転で前後進が可能
- スタンチューブは工作性と整備性に配慮
- ベ어링の使用によって高い気密性を確保



Kurione Project

変形するパワフルROV !!

Drone Mode



総出力

1500W

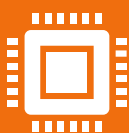
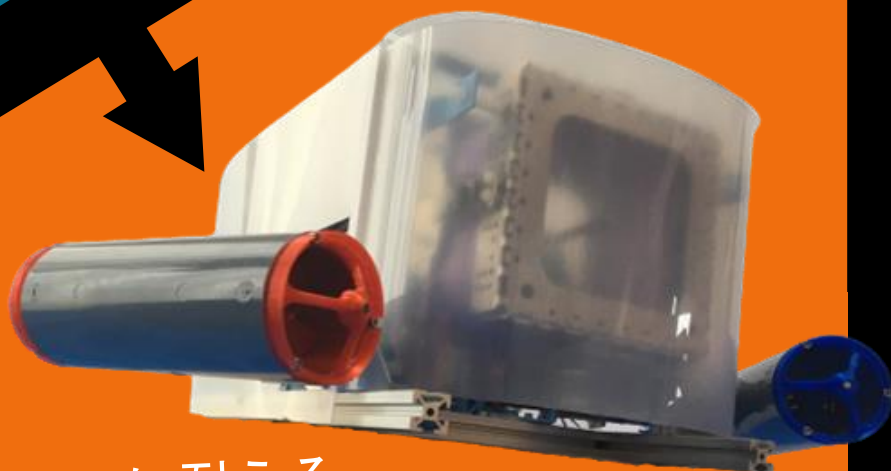
バッテリー容量

100Wh

上下方向移動に優れた
「ドローンモード」



水平方向移動に優れた
「オムニモード」



24V 100Aに耐える
安全な回路

Omni Mode



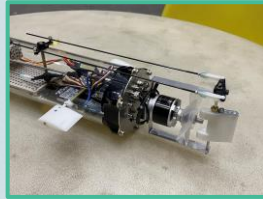
放熱性能の高い
アルミ製の防水容器

水中ロボット よこ2号

チーム名 : よこ2

機体概要

- ・小型、魚雷型AUV
- ・可動部
 - ・スラスタ1機
 - ・方向舵、昇降舵
- ・センサ
 - ・9軸慣性計測装置



展望

- ・カメラ搭載→水中撮影
- ・音響通信の実現

機体の想定動作

- ・IMU情報を元に昇降舵で修正
 - ・一定の水深を保つ
- ・方向舵で方向転換
 - ・簡単な経路に追従して航行

スラスタ



ブラシレスDCモータ
970KVを使用



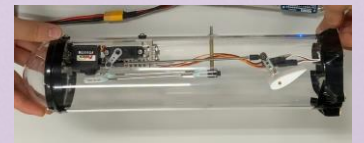
水中での動作を確認

方向舵



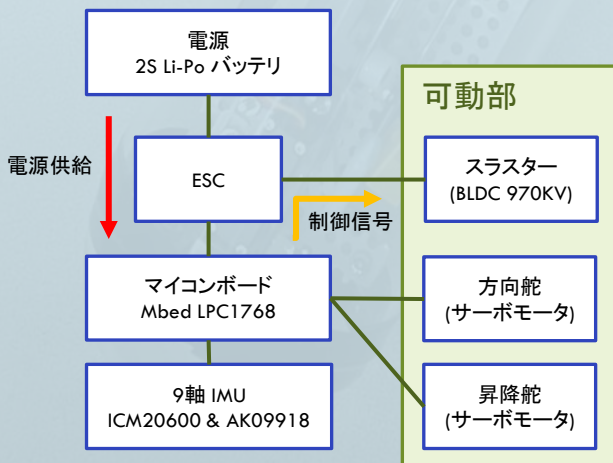
スラスタの真後ろに配置
サーボモータで駆動
左右方向の操作を行う

昇降舵



上下方向操作
方向舵同様サーボからのリンクで駆動

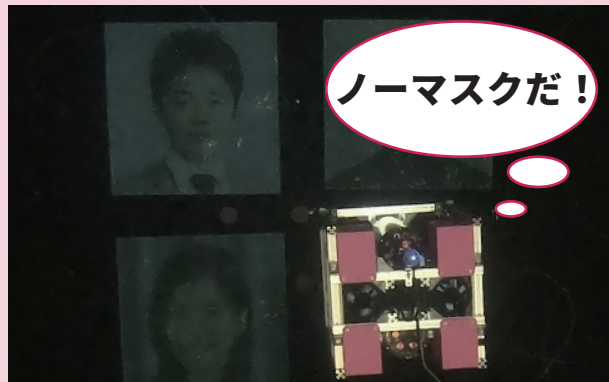
ハードウェア構成



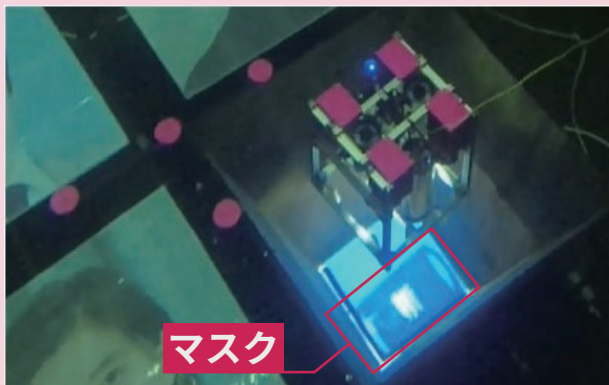
製作の歩み

7月 申し込み・構想・部品集め
8月前半 機体製作
8月後半 機体完成、回路と制御
8/20現在 IMU等のデバッグ

AI ミッション



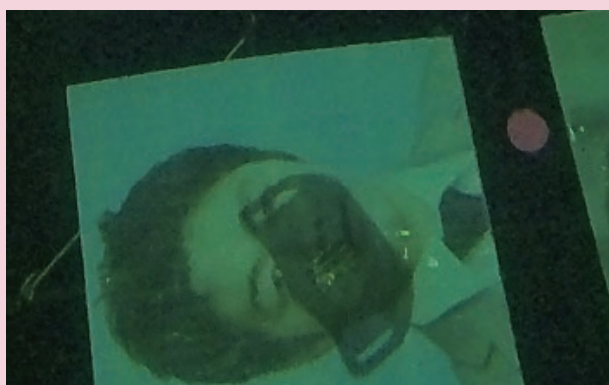
1. プール底に設置した顔写真の中について、マスク着用の有無を AI で識別します。



2. ノーマスクの人がいれば、ARIEL は右下のステーションからマスクを取りに行きます。

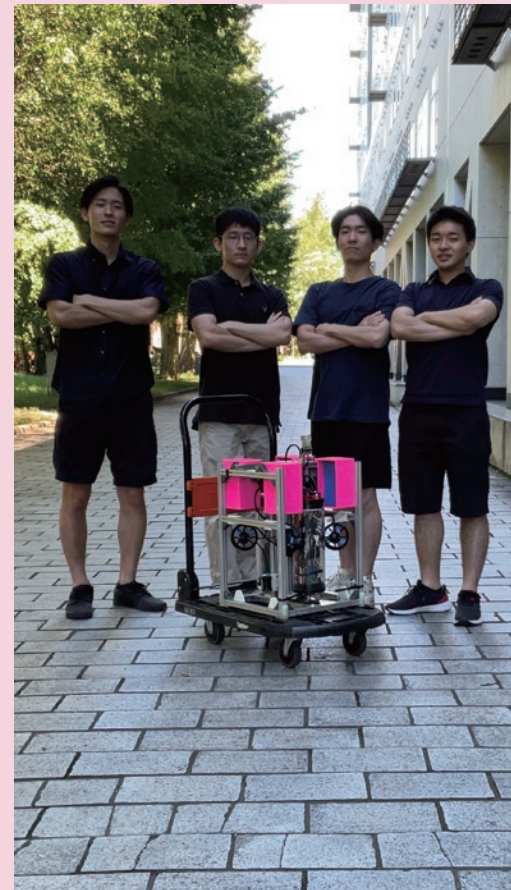


3. マスクを電磁石で持ち上げて、ノーマスクの顔の上まで持ち運びます。マスクを電磁石から切り離して、顔写真にかけます。



4. コロナ対策は水中でも例外ではありません。これで安心ですね。

機体紹介



構成

制御 ラズパイ 4 + Teensy3.2
電池 Li-ion (14.8 V, 18 Ah)
スラスタ T200 (Blue Robotics)
電磁石 TMEH-A4 (TRUSCO)
センサ 深度計, カメラ

特徴

ARIEL は水中ロボコン AI チャレンジ用に開発されたホバリング型 AUV である。ソフトウェアは ROS で実装されて、自己位置推定には深度計とプール底に設置した 4 点のマーカを使用している。TensorFlow を用いた AI によって顔写真とマスク着用の有無を判定する。

地域の海中林を撮影できる 水中ロボット開発

函館水産高等学校
機関工学科3年 小野叶夢 古田蒼馬 山田翼
指導者 澤田和之

① 水揚げ量減少の理由

海水温度の上昇
藻場の減少

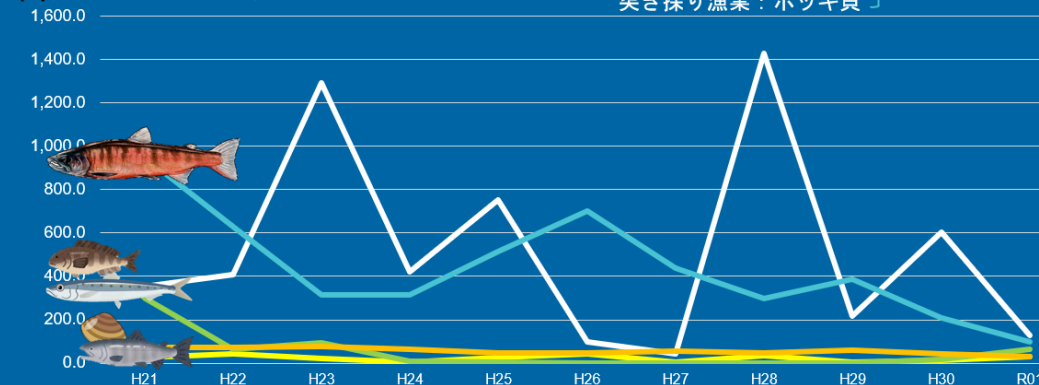
七重浜海岸では とくに

アマモ場

広域な海面の調査が必要だが
フェリー航路で交通が激しいため
ROVがのぞましい。

単位：トン 北斗市上磯漁協の水揚げ量

定置網：サケ・イワシ
突き採り漁業：ホッキ貝 } 地先の魚



この状況を見ると

地域の水産業は深刻！

概念設計 機能・仕様

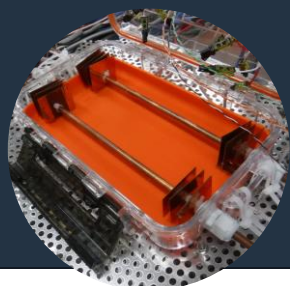
① 広い海域を調査するため

巡航性能に優れること

② 高い実用性を持つこと

高い実用性を持つ機能

この制御にメカニカルリレーの採用
電子機器の発熱を抑える。(MOSFETと比較)
コントロールBOXの冷却の採用
電子機器の発熱により50℃を超える。
船用機関と船用冷凍機を参考にした冷却システム
ダメージコントロール制御の採用
バッテリーや制御を複数に分けて配置
汎用部品の採用
入手しやすい特別でない部品の組み合わせ
50mアンビリカプルケーブルの装備
実用的な広い行動半径の確保と
抵抗になるケーブルの両立



基本設計 構造・形状

巡行性能と操縦性能の両立



詳細設計 寸法・材質

詳細設計 寸法・材質

2020年開発・製作のクルーズ型ROV
魚雷型船体 1軸右回り大直径プロペラ
V型配置スラスタ



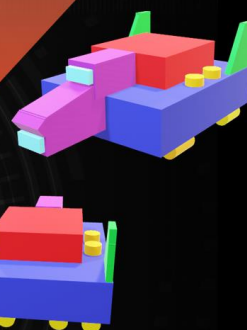
マリンゼロ・プロジェクト

説明：昨年度の
反省点から

1 操縦性の改善
1 軸右回り推進器
V型配置スラスタ
左右8軸推進器の採用

2 機体の小型化
100cm×80cm×60cm
海岸での使用難
80%サイズに小型化

3 塩化ビニール管
圧力による変形 加工難
アルミ素材の採用



昨年のチームの反省
から導いた ROV の
イメージモデル