

## 水中ロボコン in JAMSTEC' 18～海と日本プロジェクト

### フリー部門 作品一覧

学校名・チーム名	ロボット名	備考	page
東京海洋大学ロボット研究会	<b>魚雷型水中カメラ</b> 長さ:80cm、重さ:13kg	生物の泳ぎを撮影するため、魚雷型とし、中間部をモジュール化している。	3
富山県立滑川高等学校 海洋科 チームTOYAMA	<b>水歩 Mk-II</b> 長さ:40cm、重さ:3kg	漁場調査(撮影)用 ROV。運動性能向上のためメタセンタを小さくする設計。	4
富山県立富山工業高校 チーム Δ-Y	<b>晋ちゃん</b> 長さ:90cm、重さ:5kg	Mark3 をベースに複数のヒレとスラスタで推進。漁業での利用を想定。	欠
明治学院大学 MARS	<b>MATUMOTTO</b> 長さ:18cm、重さ:1.0kg	市販のタッパ、4 本の水中モータ等を利用した ROV。	6
東京工業大学ロボット技術研究会 アクア研	<b>Gen.2</b> 長さ:66cm、重さ 3.5kg	スラスタにブラシレスモータを使用。加速度センサで自律的な姿勢制御。	7
神奈川県立海洋科学高等学校 海洋科学高校	<b>海洋科学高校</b> 長さ:20cm、重さ:0.5kg	市販の防水ボックス、水中モータ、USB 内視鏡カメラを利用した簡易 ROV	8
東京大学 よこ	<b>よこ 1号</b> 長さ:30cm、重さ:0.5kg	マブチの水中モータ6個を使用したドローン型 ROV。	9
小山工業高等専門学校 田中研	<b>アルキメデス水中電車</b> 長さ:27cm、重さ:1.65kg (1両当たり)	DC ブラシレスモータを使った左右のアルキメデス水車で水陸走行。3 両連結。	10
豊橋技術科学大学 豊橋技科大コンピュータクラブ	<b>TUT-UAV2</b> 長さ:100cm、重さ:1kg	空気中はクアッドコプタとして動作。水中での左右方向はスクリュウを使用。	欠
千葉工業大学 チームひとり	<b>名無し君 1号</b> 長さ:33cm、重さ:2kg	釣り場の水中探索用。ドローン用ブラシレスモータとブラシレスアンプを使用	12
東京工業大学附属科学技術高等学校 12期機械科 干潟ロボット製作チーム	<b>干潟試料採取ロボット</b> 長さ:56cm、重さ:6kg	4つの水車を使って干潟と水上を走行する。試料採取用にスクリュウコンベアを自作。	13
デジタルハリウッド大学院 コバンザメと私	<b>Remora</b> 長さ:80cm、重さ:1.2kg	マルチエージェントの強化学習等による親魚と小魚の共存関係を表現。	14

## デモ・体験操縦・水中撮影協力

O.R.E.	VideoRay Pro ほか 長さ 38cm、重さ: 6 kg	デモと体験操縦用
チーム浅野	BlueROV	360 度カメラで動画撮影。
アクアモデラーズミーティング	C-DOCK と RSX16	水中撮影及びレスキュー用。
杉浦機械設計事務所	ネプチューン	水中撮影用。

## ジュニア部門 参加チーム一覧

学校名	チーム名	備考
長崎総合科学大学附属高等学校	NiAScience	新規チーム
品川区立大崎中学校	サラマンダー0926	初参加
早稲田実業学校	早実科学部	初参加
富山県立富山工業高等学校	チーム ジャイアン	新規チーム
神奈川県立横須賀高等学校	県横 72 期	継続チーム
東京都立産業技術高等専門学校	MOSEY	初参加
	硫燃星	初参加
熊本県立水俣高等学校	水俣ウォーターボーイズ	初参加
愛知県立三谷水産高等学校	海洋工学部	継続チーム
芝浦工業大学附属高等学校	DGK@しんかい 4.8	初参加
世田谷区立砧南中学校	砧南ロボコンチーム	初参加
慶應義塾湘南藤沢中高等部	慶應 - A	継続チーム
	慶應 - B	継続チーム
平塚市立中原中学校	チームなかつぱ	初参加

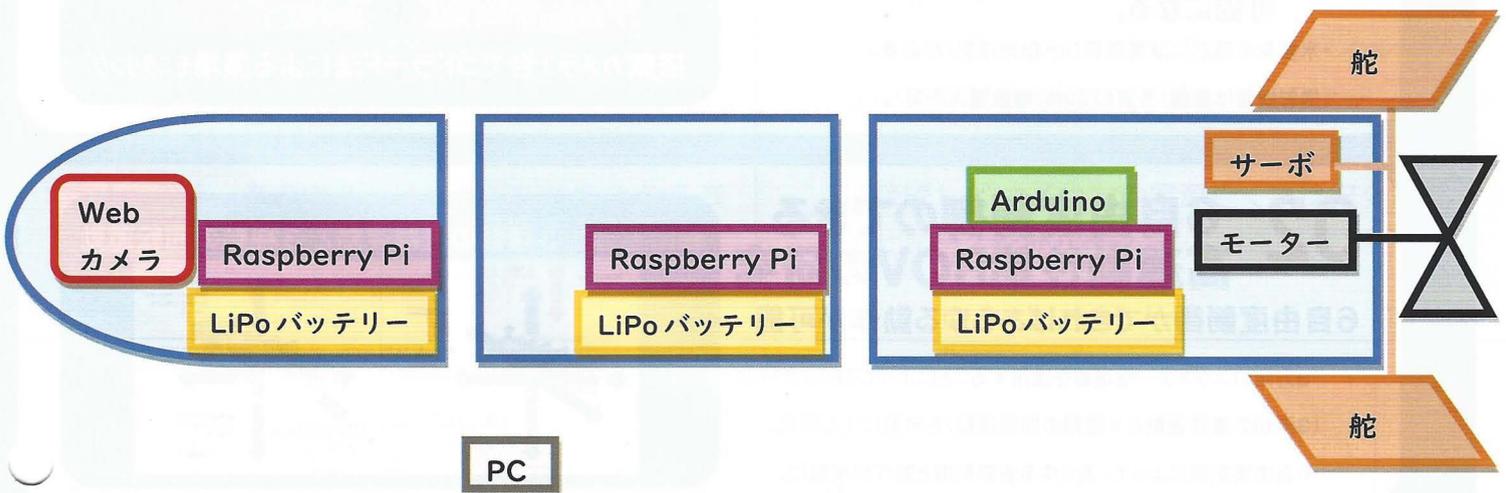
# 魚雷型水中カメラ



目的 水中の生物・構造物等を撮影する

## なぜ魚雷型であるのか？

撮影をするため先端をドームの形とすることと、メンテナンス性や機能拡張性が高まるよう機体を塩ビパイプで作成すること、という二つの要素を含めた上でイメージのしやすい形状が魚雷型であったため。



## 【特徴】

- ・機体がやや大きいため、操縦用 Web カメラとは別に撮影用カメラ等を搭載することが可能
- ・モジュールとして機体を先頭部と推進部、中間部に分割しており、ユニットの追加・メンテナンスが容易
- ・Web カメラの映像がリアルタイムで伝送され、ゲームパッドで操縦するので操縦性が高い

## 【諸元】

全長	:	0.8	[m]	空中重量	:	13	[kg]
全幅	:	0.45	[m]	電源	:	リチウムイオンバッテリー	
全高	:	0.45	[m]				

安全性、工作性、経済性を考慮した

# 高運動性能小型ROVの研究

～地域の水産業を回復するための地域創生プロジェクト～

富山県立滑川高等学校 海洋科 2年

研究者 山田拓海 東城成樹 田中駿成

指導者 澤田和之

## 00 プロジェクトのあらまし

### 滑川市および海洋科の水産業に活用

- ・ROVを滑川市高月海岸の藻場調査、岩ガキの養殖用の網・ロープの確認および生育の確認、ホタルイカ定置網の漁獲確認等(撮影)に使用し、磯焼けの回復、岩ガキの養殖に役立てる。



藻場の回復



岩ガキの養殖



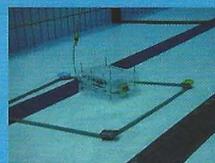
ホタルイカ定置網

## 01 撮影には、姿勢制御が必要

仮説:姿勢制御ができればあらゆる撮影が可能になる。

- ・水産業の撮影には高画質(4K動画撮影)が必要。
- ・撮影機器は高額(予算の50%:複数購入不可)。

藻場回復活動にはモニタリング(確認)が必要



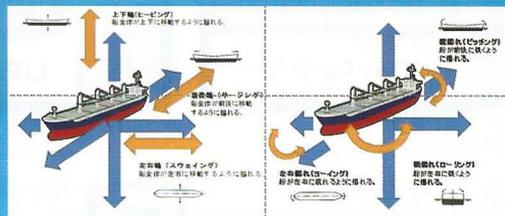
搭載カメラ1台でコドロード法による藻場モニタリング

## 02 6自由度制御のできる高運動性能ROVの研究

### 6自由度制御ができればあらゆる動作が可能

- ・8方向のスラスター推進器を使用することによって6自由度制御(3種類の直線運動と3種類の回転運動)を可能にする研究。
- ・6自由度制御によって、あらゆる姿勢制御と動作が可能に。

軸にそった3種類の直線運動と3種類の回転運動

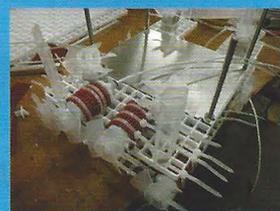


## 03 運動性能向上のための復元力設計

### メタセンタ(GM)を小さくする設計

- ・安定性(復元力)は運動性能を低下させる。
- ・工作性と経済性を考慮しながら、船の幅を狭く、浮力を下に、重心Gを上にしたメタセンタ位置(GM)を小さくする設計。

船の幅を狭く、浮力を下に、重心(G)を上



## 04 リスクアセスメントによる工学的安全対策

### ROVの電源と操縦系統の安全対策

- ・陸上からの電源供給および単1電池の選択。
- ・レバー操舵の他、ボタン式非常操舵装置を設定。

(非常操舵の訓練実施、ラズベリーパイによる制御可能な配線)

#### 電源のリスクアセスメント

危害の発生確率	危害のひどさ			
	致命的 catastrophic	深刻 serious	中程度 moderate	軽微 minor
確定的 very likely	高	中	低	中
起こり得る likely	高	高	中	低
起こりにくい unlikely	中	中	低	無視可能
起こり得ない remote	低	低	無視可能	無視可能

#### 非常操舵装置



## 一般競技部門

チーム名:MARS ロボット名:MATUMOTTO

### 1. ロボット概要

プラスチック容器に回路基板を入れ,そこにモータを接続し,ジョイスティックでモータを制御する. バッテリーは,コントローラ側に付けた.また,ロボット名は,尊敬する大学の教員の名前(松本直樹先生)から"MATUMOTTO"と命名した.

### 2. 機構

プラスチック容器に回路基板を入れ,そこにパネル取り付け用の DC ジャックを取り付け,そこから各モータを接続した.機体には,上下左右にそれぞれ1個ずつ,計4つのモータを取り付けた.また,バッテリーは,コントローラ側に付けた.さらに,各モータの制御は,有線接続でジョイスティックを使用し,任意の方向に入力することで各モータを動作させる.4つのモータの内,2つは垂直方向スラストで,残りの2つは水平方向スラストである.浮沈時は垂直方向スラストを使用し,前進後退時は水平方向スラ

スタを使用する.ジョイスティックで各モータを制御するという簡易な機構により,機体の製作期間を短縮でき,デバッグもしやすくなる.さらに,水が入らないようにプラスチック容器をグルーガンで固定する.

### 3. 回路・制御

図1に回路図を示す.4つのモータを動作させるには,マイコンのPWMピンが8つ必要であるが,今回使用するマイコンはPWMピンが足りない.そこで,シフトレジスタを使用して,4つのモータを動作させた.モータドライバの電源はモバイルバッテリーから供給し,モータの電源は,モバイルバッテリーを降圧して1.5Vにした.ジョイスティックからアナログ信号を入力できるようにアナログピンに接続した.マイコンの電源近くには安全対策のためヒューズを取り付けた.

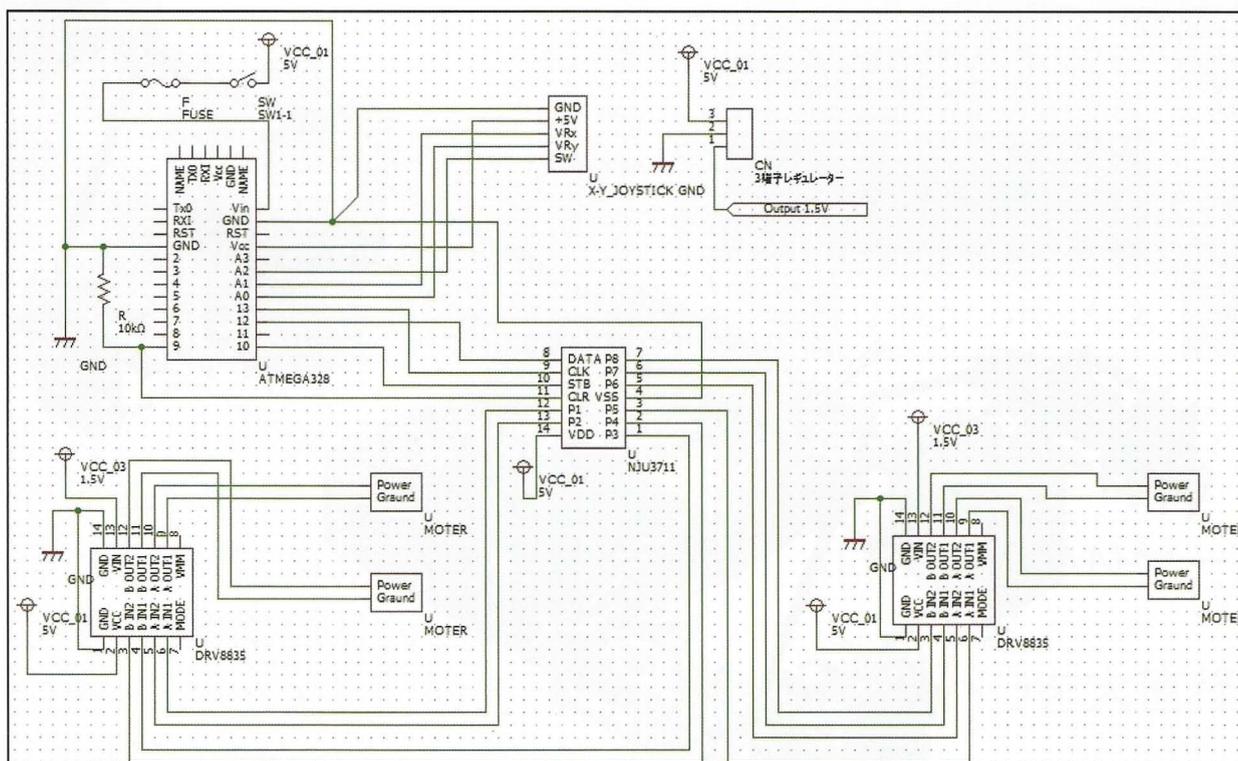


図1 回路図

1.防水処理

- Power Line Keeperの使用  
Rapsberry pi,Battery等の重要部分を内部に入れ防水する
- PROTの使用  
基板の一部をPROTで防水し、水中に固定する。

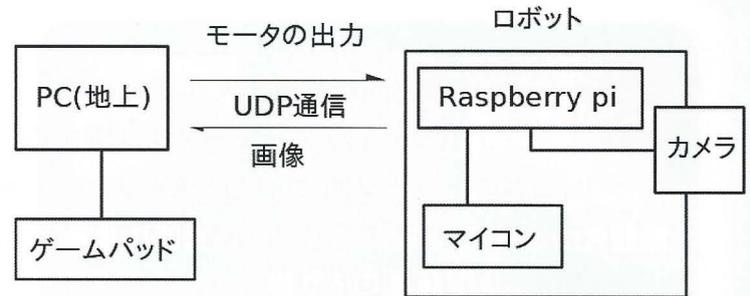
Power Line Keeper:岩崎工業  
PROT:ハギテック

2.重心調整

フレーム材はステンレス中空円柱  
クロスランパを用いて固定する

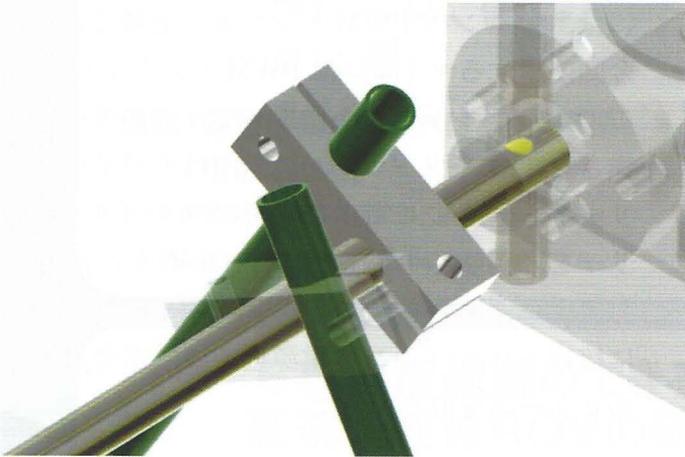
3.画像処理

OpenCVを利用する。  
水底のラインを判別する。  
処理にはRapsberry piを用いる。

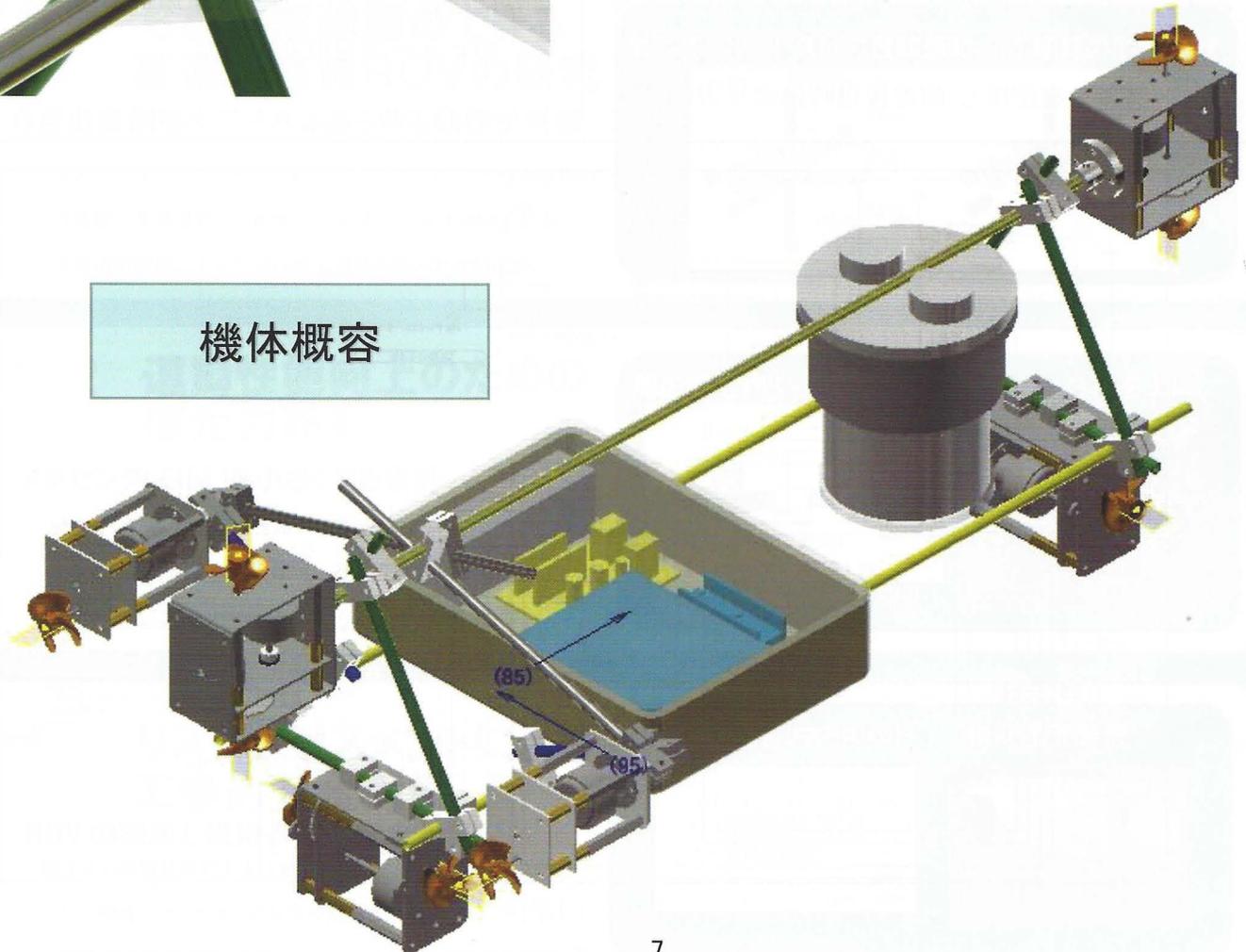


4.姿勢制御

- 単方向スクリュー  
スラスタ:二基
- 双方向スクリュー  
上下方向用:二基  
左右方向用:二基



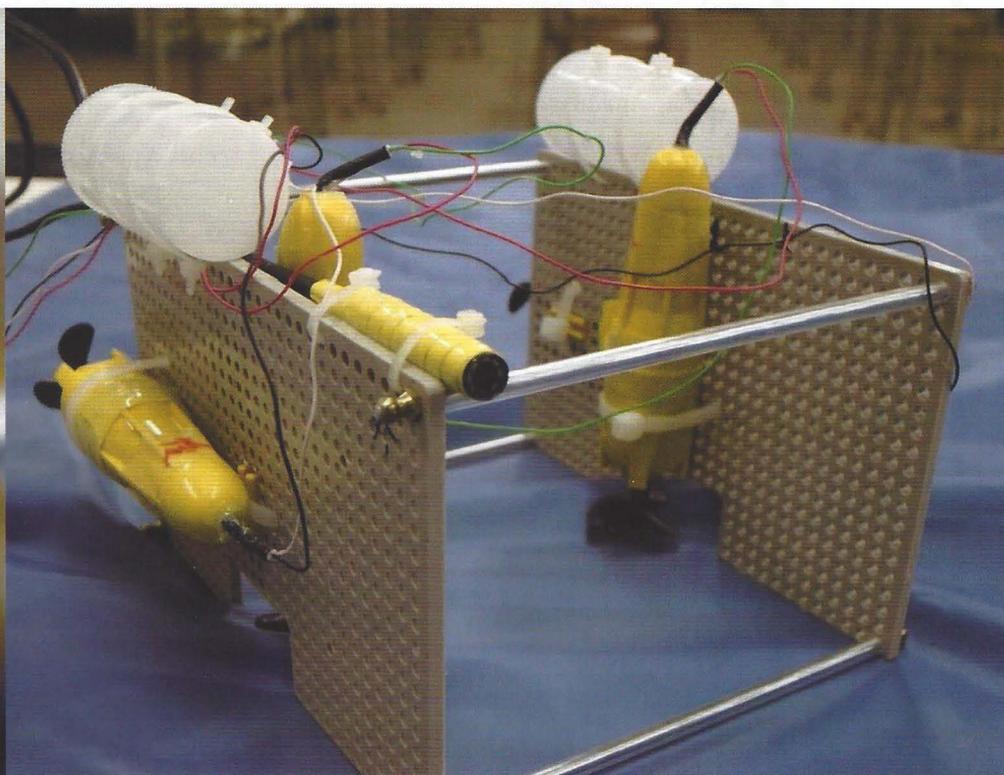
機体概要



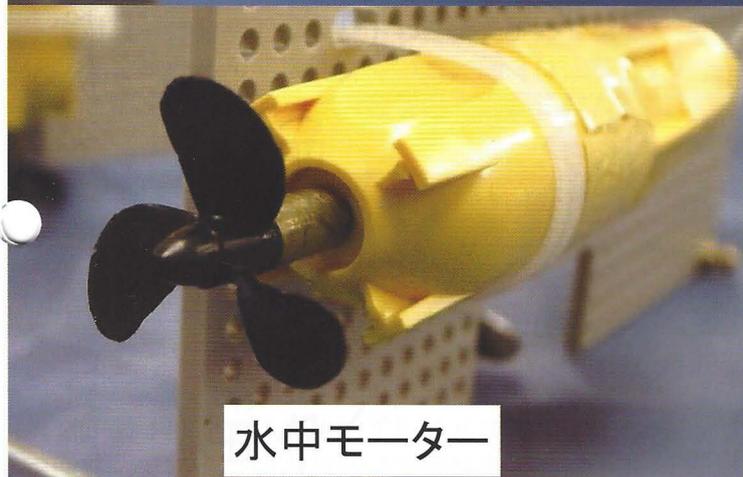
# 神奈川県立海洋科学高等学校



内視鏡カメラ



浮力を小さくするためのスケルトン構造



水中モーター



リモコンボックス

市販の防水ボックスと水中モーター、4チャンネルリモコンボックスで作製した簡易ROV。

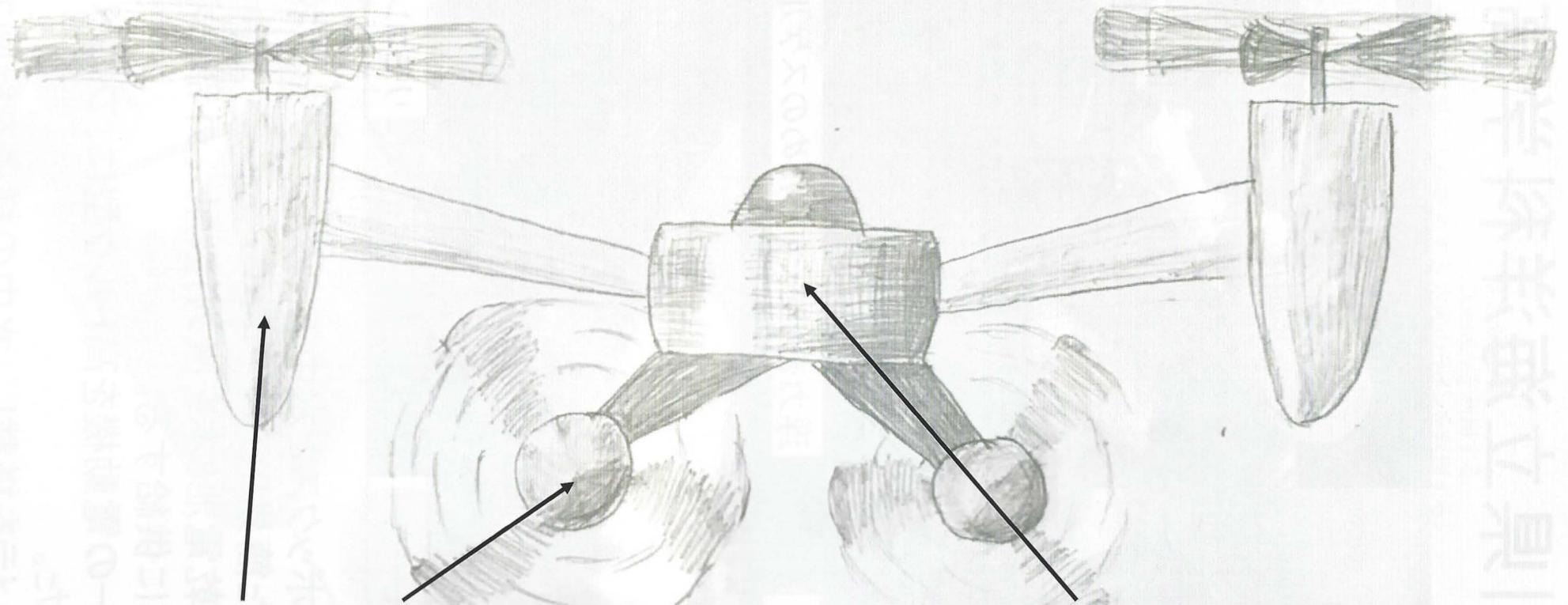
電源は単一乾電池8本を直列接続し、外部からLANケーブルで電力を機体に供給する。

水中モーターの電動機を高トルク型に、プロペラを大直径(30ミリ)に換装した。

USB内視鏡カメラを搭載し、水中の様子を録画できる。

# これがよこ1号だ！！

よこ:東京大学 理科一類一年 横畑 大樹



マブチの**水中モーター**(6個使用)  
リモコン操作で水中を上下・前後  
・旋回が可能

**中央防水容器**(モータードライバ・  
マイコン(Arduino Nano)・圧力セン  
ンサ・ジャイロセンサを内蔵)

注:写真は製作前のイメージです。実際のロボットとは外見が異なる場合がございます。

## 1. 開発コンセプト

本水中のロボットは、水中を走行できる未来の電車 をイメージしている。電車のスラスターにはアルキメデス水車を用いて 水陸とも走行可能にする。このような電車が実現すれば、簡単に電車による海底の旅できる。また、貨物列車とすれば海底工事において資材を運搬することができる。さらに、アルキメデス水車は砕氷船の移動機構として利用されており、電車の防寒対策を施すことによって、一般人も簡単に 南極旅行へ行くことができる だろう。

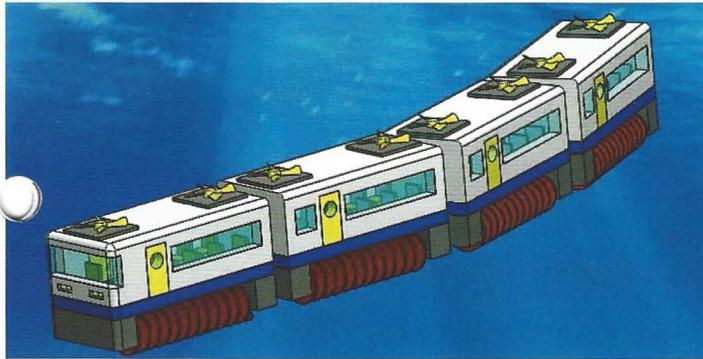


図1 アルキメデス水中電車完成イメージ

## 2. 製作

(1) ボディ、アルキメデス水車の製作には3Dプリンタを利用した。水車は図2に示すように軸方向に対して二分割でプリントした後、アルミ製のシャフトを挟み込んで接着している。図3は完成した水車を示す。左右の水車は螺旋の方向が逆になっている。



図2 プリント中の水車

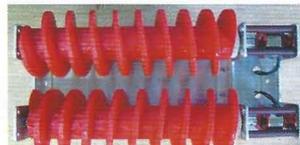


図3 完成した水車

(2) 図4は、回路を格納する防水容器①および制御回路②である。防水容器は安価な市販のボトル容器を用いた。制御回路は、ブラシレスモーター駆動用のアンプ2個と受信機から構成されている。

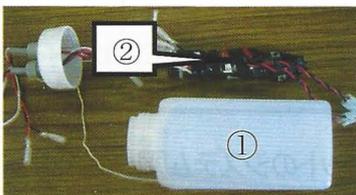


図4 回路格納容器



図5 完成電車

(3) 図5は完成した水中電車である水面下を進むよう車体下部に金属の重りを取り付け浮力を調整している。

## 3. 水中電車の仕様および移動機構

表1は水中電車の主な仕様を示す。

表1 ロボットの主な仕様

サイズ	全長 270×全幅 130×全高 163[mm] 重量 1.65kg (1両あたり)
材料	樹脂(PLA)、アルミ板
動力	ブラシレス DC モーター E-MAX CF2822
電源	リチウムイオン電池 タミヤ LF1100-6.6V
操作方法	無線操作 (27MHz, 40MHz)

【移動方法】図6に示すようにボディ下部に2つのアルキメデス水車を搭載し、ブラシレスモーターで水車を回転させることで推進力を得る。進行方向は、同図より二つの水車の回転方向によって前進、後進、左右旋回を可能にする。さらに実際の列車同様、複数の車両を連結することが可能である。1両ごとにアルキメデス水車による動力部分、通信機器が搭載されているため単独でも使用することが可能である。

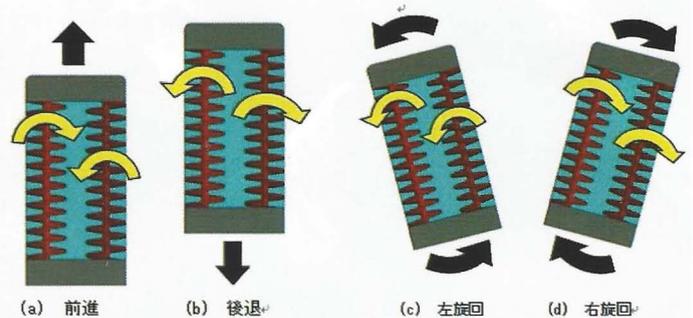


図6 水車の回転と移動方向の関係

## 4. 今後の計画

現状では目視による無線操作としている。車両にカメラを搭載し、パソコン画面からの遠隔操作を実現する。各車両を1人が操作しているため、陸上と同じように水中での連結動作(マグネット連結)を実現する。ロボットが見えない離れた場所から操作を行っても位置が特定できるようにGPS等を搭載した特殊車両などを増やしていくことが目標である。

## 5. 我々の夢

水中電車型のロボットが実現することで、従来の電車に乗るような手軽さで海中の旅行を楽しむことが可能となる。また、泥地や沼地など通常の車両の走行が困難な環境でも走行が可能であるため水害、土砂災害などの災害現場での救助作業に役立つと考えられる。他にも砂浜などに上陸できるため船と違い港が必要ない、海底トンネルの工事を必要としないなど多くの利用価値が見込める乗り物となる。

# 名無し君1号

チームひとり  
米田 渉

## ・コンセプト

釣り場の調査やマリナクティビティなどで水中を気軽に散策を行うことを目的に制作した。  
ゲーム・ラジコン感覚で操縦できるようにPlayStation2のコントローラ「DUALSHOCK2」を用いて操縦を行うようにし、持ち運びしやすいようにできるだけ小型にできるようにした。

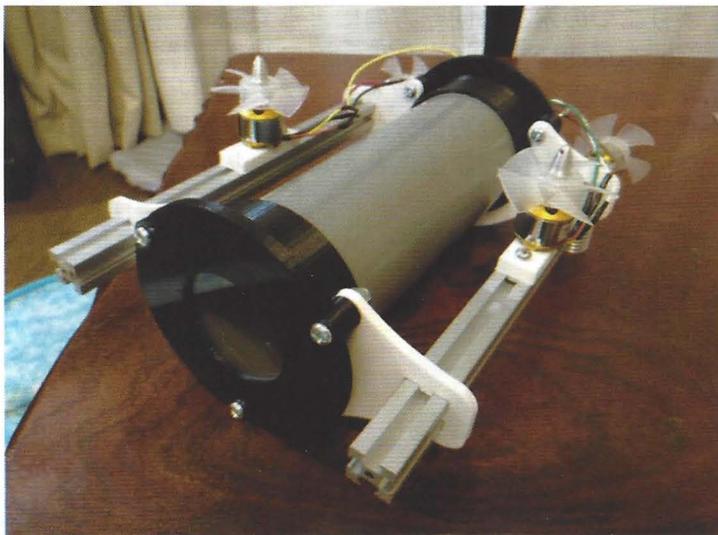


写真1 ロボットの写真

## ・技術的特徴

極力高価な専用パーツを用いず、入手しやすいドローンパーツや3Dプリントパーツを用いてなるべく安価（5万円ぐらい）で仕上げた。

- ・水密キャップを3Dプリンタを用いて制作した。
- ・将来的に遠距離での調査もできるように、RS485やAHDなど遠距離送信に耐える通信規格を用いた。

## ・システム

コントローラとロボットにArduinoを搭載し、コントローラからロボットへのシリアル信号をRS485に変換して水中のロボットまで信号を転送している。

ロボット側で受信した信号をブラシレスアンプで用いるPWM信号に変換してブラシレスモーターを駆動する。

ロボットに搭載したカメラの映像は、防犯カメラで用いられるAHD信号で地上に送信し、RCA信号へ変換を行いPCまたはモニタに映像を転送する。

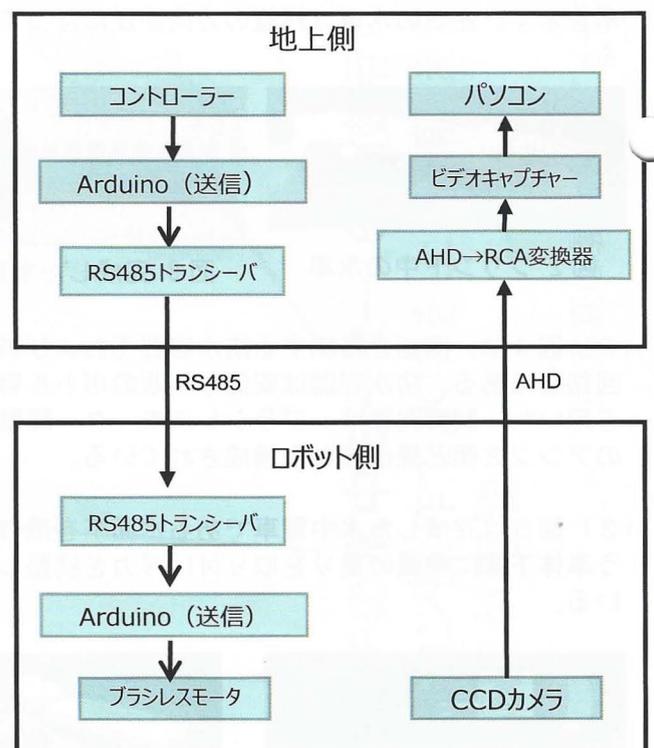


図1 ロボットのシステム図

## フリー部門 干潟号

東工大附属12期機械科干潟ロボット製作チーム



### ➤ 背景・説明

- ・私たちは、東工大附属科技高校 機械システム分野 3年生の4人からなるチームです。課題研究の一環として干潟ロボットを製作しています。
- ・干潟は高度経済成長期の開発によって約4割が急激に減少しました。しかし、現在では干潟の持つ多様な生物相や水質浄化作用、災害の軽減等の機能が見直され、日本各地で保護を求める機運が高まっています。そこで、人の手に頼らない正確で簡単な干潟調査に貢献する、動画ストリーミングと水上航行を可能とした干潟試料採取ロボットを製作し、干潟の調査の自動化を提案します。

### ➤ 機体本体について

- ・材質はアクリル板
- ・2DCAD・レーザー加工機を用いた加工  
3Dプリンターを用いた部品の出力
- ・水上航行・動画ストリーミング  
ラックアンドピニオンを用いた試料採取機構
- ・浮力材としては500mlPETボトルを使用

### ➤ 制御・基板

- ・自作したArduino基板
- ・PCに情報をまとめて遠隔で操縦できる  
コマンド化された操作のため誰でも簡単に扱える

### ➤ 通信

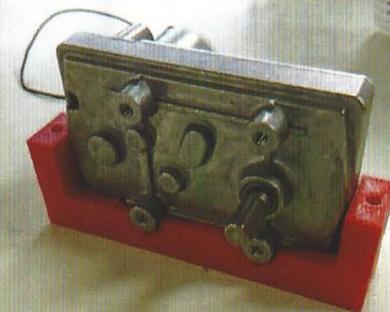
- ・ウェブカメラをのせるためマイコンを2種類搭載
- ・受信機の性能によって2km離れた遠隔操作が可能  
Raspberry-pi \* PC : Wi-Fi  
Arduino MEGA \* PC : Zigbee

### ➤ 電源

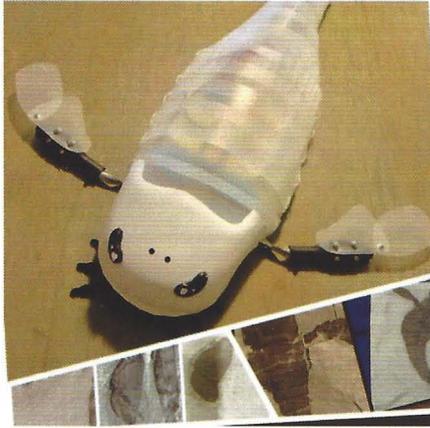
- モバイルバッテリー (Raspberry-pi)  
Li-Poバッテリー (モーター、Arduino)

### ➤ 防水

- 両面接触ゴムシール付きのベアリング



# 水中ロボットにおける自立的集団行動



ウミサソリロボット

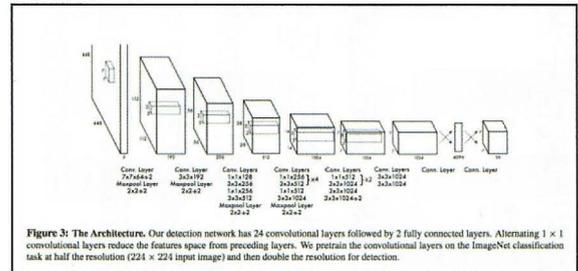


AFK研究所(同) 近藤敏康様より技術提供

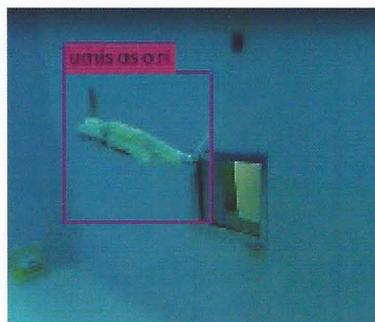
## 自立行動のアルゴリズム



input image  
(raspberrypiで撮影)



Tiny YOLO  
(Deep Learning)



Prediction