第６回
沖縄海洋ロボットコンペティション
ガイドブック ver.1

□実施要綱・・・・・・・・・・・１ｐ
□会場・・・・・・・・・・・・・３ｐ
□参加者一覧・・・・・・・・・・５ｐ
□ロボット概要・・・・・・・・・６ｐ
□スケジュール・競技ルール・２８ｐ
□テント配置図・・・・・・・・４６ｐ
□協賛企業一覧・・・・・・・・４８ｐ

日時：２０２０年１１月７日（土）８日（日）

場所：宜野湾マリン支援センター、宜野湾新漁港

主催：沖縄海洋ロボットコンペティション実行委員会

共催：沖縄職業能力開発大学校、沖縄工業高等専門学校、琉球大学工学部、
極東建設（株）

後援：宜野湾市、（国研）海洋研究開発機構（国際海洋環境情報センター）、
水中無線技術研究会（UWT）、（NPO）日本水中ロボネット

協賛：日本ファインテック（株）、（株）三ツ星、広和（株）
（株）スペースワン、（一社）日本水中ドローン協会

協力：（財）沖縄 IT イノベーション戦略センター、極東建設（株）

両面コピー用調整ページ

□「第６回　沖縄海洋ロボットコンペティション」実施要綱

１．趣旨

　我が国は広大な海域を有しており、多様な海洋資源を活用した新産業創出が進んでいる。沖縄近海においても海底熱水鉱床や潮力・波力等の多様な海洋資源が存在しており、沖縄県の「沖縄２１世紀ビジョン」では、次世代のリーディング産業の一つとして海洋産業を掲げている。

　このような背景より、海洋産業における海洋ロボットは有望分野であることから、このたび当該分野の研究・教育等の活性化を目指し「第６回 沖縄海洋ロボットコンペティション」（以下、海洋ロボコン）を開催する。

　本大会は高等教育機関や企業等の研究開発成果を発表する場となり、また県民や児童生徒・学生にとって沖縄の海洋資源関連産業や海洋ロボットの可能性について理解を深める場となる。

２．部門

１）ＡＵＶ
２）ＲＯＶ
３）フリースタイル（ビデオ審査）
４）知能・計測チャレンジ部門
　①AUV タスク
　②ROV タスク

※フリースタイル部門はビデオによる審査となります。

３．応募資格

海洋ロボットに興味がある個人またはグループ。

４．日時及び会場

１）令和２年１１月	７日（土）	開会式・プレゼンテーション	（宜野湾マリン支援センター）
		練習航行	（宜野湾新漁港）
	８日（日）	競技	（宜野湾新漁港）
		表彰式・閉会式	（宜野湾マリン支援センター）

５．応募方法

１）参加申込提出　　９月　１日（火）～　９月３０日（水）
２）ガイドブック用資料提出　１０月２６日（月）～１０月３０日（金）

※参加申込者が多数の場合は選考を行うこと。

※AUV 部門と ROV 部門に同一筐体でエントリーすることは原則禁止とする。ただし、AUV 部門と知能・計測チャレンジ部門（AUV タスク）、ROV 部門と知能・計測チャレンジ部門（ROV タスク）に同一筐体でエントリーすることは可能です。

６．評価基準

１）「プレゼンテーション（独創性・コンセプト等）」
２）「実機競技（運動性能・技術性等）」（フリースタイル部門のみビデオによる評価）
３）「技術解説書（機能実現等）」（知能・計測チャレンジ部門のみ）

７．審査方法

・審査はプレゼンテーション及び実機競技によって行う。ただし、知能・計測チャレンジ部門のみ、技術解説書の評価も行う。

・プレゼンテーション：実行委員により審査委員会を設置し審査する。

・実機競技：審判員を競技会場内に配置し審査する。

※フリースタイル部門は審査員によるビデオ審査とする。

・技術解説書：実行委員により審査委員会を設置し審査する。

８．表彰

１）賞

コンペティションの部門毎に以下の賞を授与する。

・最優秀賞　１件

・優秀賞　　１件

２）表彰式

審査の発表会終了後に実施

□会場

●場所

・競技会場

宜野湾新漁港

沖縄県宜野湾市大山７丁目

（那覇空港から約１６ｋｍ　※車で３５～５０分）

・ワークショップ会場

宜野湾マリン支援センター

住所：沖縄県宜野湾市大山７丁目１０-２７（漁港から徒歩１分）

電話：０９８－９４２－２２００

図１　会場の場所

●周辺施設

図２　漁港周辺（関係施設一覧）

図３　駐車スペース

図４　ぎのわんゆいマルシェ
（食堂、農産物直売所）

図６　トイレ

図５　宜野湾マリン支援センター
（会議室など）

図７　競技エリアの景観①

図８　競技エリアの景観②
（機体の入水場所）

□参加者一覧

ＲＯＶ部門

No	所属名	チーム名	ロボット名	代表者
1	福山職業能力開発短期大学校	ROSE	もみじ号	大元　勇也
2	福山職業能力開発短期大学校	もみじ饅頭大好き	hippy	増田　輝斗
3	沖縄職業能力開発大学校	OPC-β	あさせ 3.5	津嘉山　陸
4	愛知工業大学	Team Blue δ	AIT-STR Ⅳ	久野　雅之
5	愛知工業大学	AIT 海洋チャレンジ	albero(アルベロ)	菅原　陽
6	島根職業能力開発短期大学校	くにびき	SeaLine	山崎　守
7	島根職業能力開発短期大学校	くにびき	SeaSwallow	山崎　守

ＡＵＶ部門

No	所属名	チーム名	ロボット名	代表者
1	沖縄職業能力開発大学校	OPC-α	サータアダムスキー Ver2.0	西原　一希
2	九州工業大学	Kyutech Underwater Robotics	KYUBIC	田中　良樹
3	琉球大学	ボリドメ 2	ボリドメ 2	仲村　大成

フリースタイル部門

No	所属名	チーム名	ロボット名	代表者
1	東京工業大学	ロボット技術研究会アクア研	イワトビ（ビークル）	折金　悠生
2	長崎大学山本研究室	長崎大学 ROV	CAIBOTⅡ	中野　翼
3	長崎大学	長崎大学フリー	自律船型ドローンベースステーション	岡本　龍郎
4	愛知工業大学	Team Blue γ	AIT-FP Ⅱ	鈴木　舜也
5	愛知工業大学	Team Blue β	AIT-MR Ⅲ	浅田　拓未
6	愛知工業大学	Team Blue α	AIT-MR W1	宮本　樹
7	愛知工業大学	AIT 海洋チャレンジ	cakram(チャクラム)	山川卓也
8	九州職業能力開発大学校	海中作業用ロボットの開発 AUV チーム	トリトン	永吉　幸平
9	北九州工業高等専門学校	北九州高専	NAGARE	アキノトーレスルイス

知能・計測チャレンジ部門（ROV タスク）

No	所属名	チーム名	ロボット名	代表者
1	沖縄職業能力開発大学校	OPC-β	あさせ 3.5	津嘉山　陸

知能・計測チャレンジ部門（AUV タスク）

No	所属名	チーム名	ロボット名	代表者
1	沖縄職業能力開発大学校	OPC-α	サータアダムスキー Ver2.0	西原　一希
2	九州工業大学	Kyutech Underwater Robotics	KYUBIC	田中　良樹

～令和２年度総合制作課題～

海洋ロボットの設計・製作(ROSE)

１．　科　名：　生産技術科

２．　制作者：　岩崎翔大、大元勇也

３．　制作概要

第６回沖縄海洋ロボットコンペティション2020(ROV部門 陸上から遠隔操作)への参加に向けて、機体の設計・製作を行った。尾道市にあるマリンテクノさんから水深5mのプールを借りて試運転し、今後海での撮影に行く予定です。

機体名：
もみじ号

機体サイズ（mm）	全長×全幅×高さ 450×450×330
空中重量（kgf）	約 15
水中重量（kgf）	約 3.8
スラスタ、バッテリ	8基、LiPO 14.8V 18Ah
制御装置	FC×1、CC×1

～令和２年度総合制作課題～

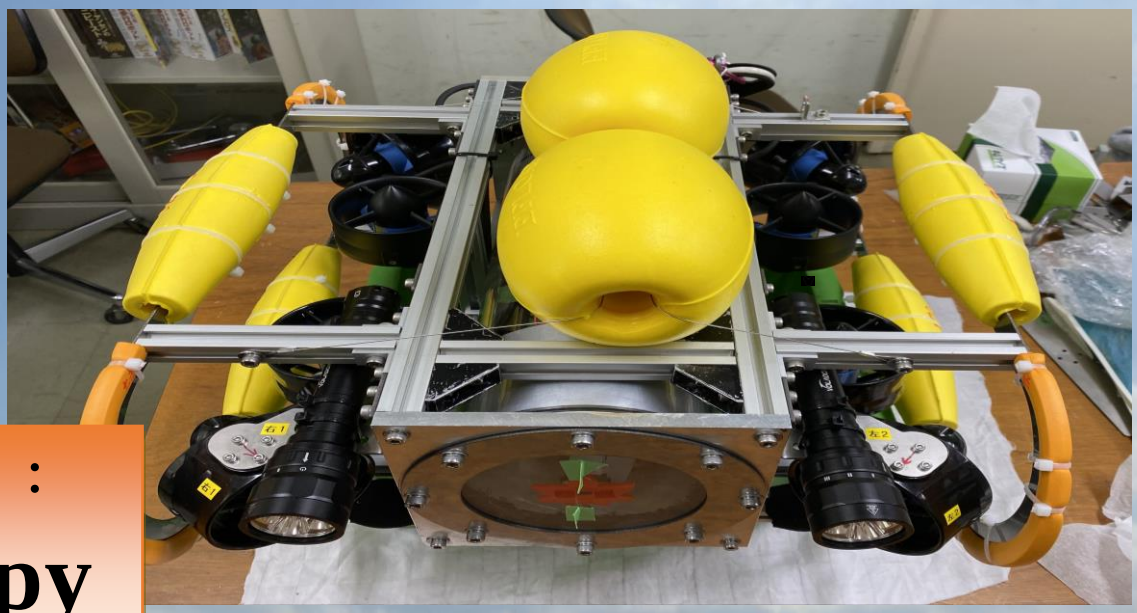
海洋ロボットの設計・製作(MMD)

１．　科　名：　生産技術科

２．　制作者：　荒川創太、増田輝斗

３．　制作概要

第６回沖縄海洋ロボットコンペティション2020(ROV部門 陸上から遠隔操作)への参加に向けて、機体の設計・製作を行った。尾道市にあるマリンテクノさんから水深5mのプールを借りて試運転し、実際の海中映像も確認できた。



機体名：

hippy

機体サイズ（mm）	全長×全幅×高さ 600×470×300
空中重量（kgf）	14.12
水中重量（kgf）	中性浮力(ややプラス)
スラスタ、バッテリ	8基、LiPO 14.8V 18Ah
制御装置	FC×1、CC×1

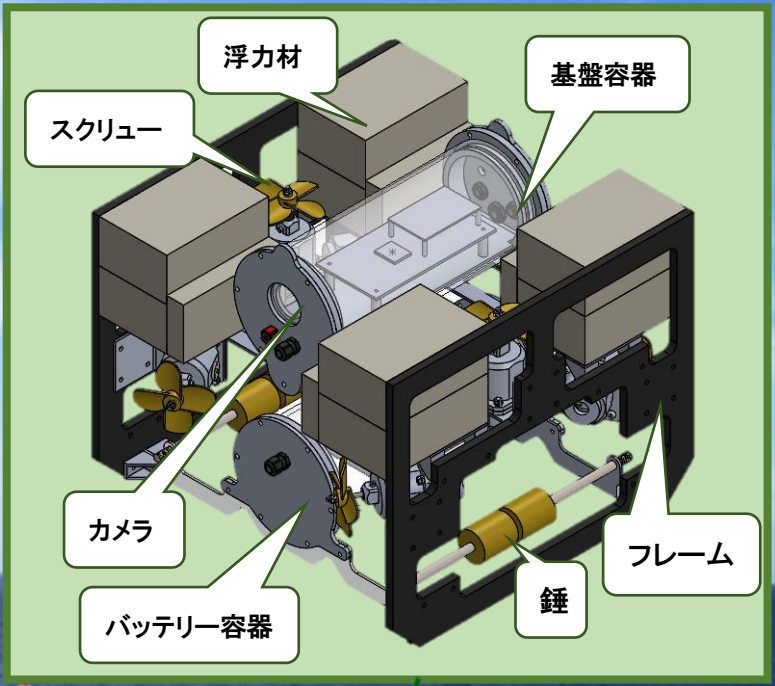
福山職業能力開発短期大学校

生産技術科

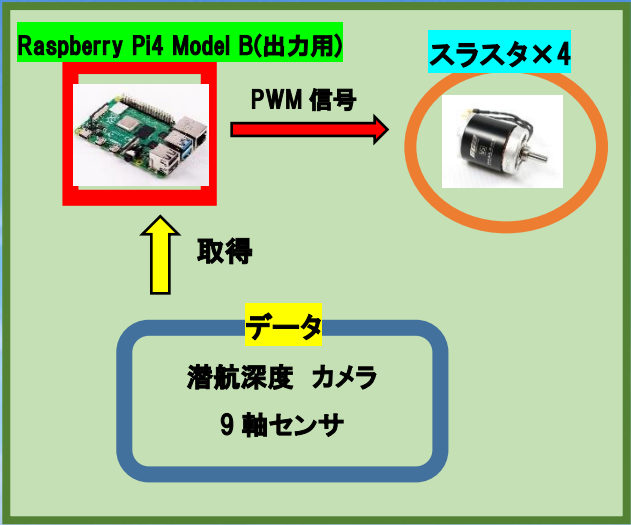
あさせ 3.5

Team　OPC-β

全体図

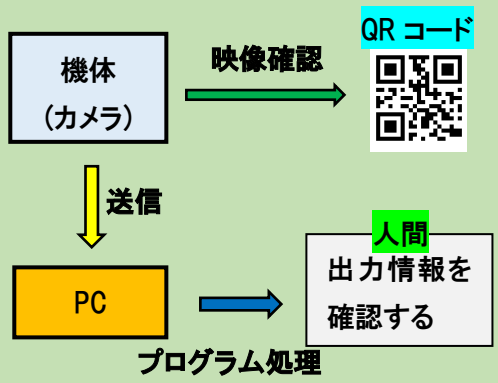


システム構成図



QR コード読取機能

・QR コード読取の仕組み



機体に取り付けられたカメラを起動し、
QR コードに近づき画像を読み取る
映像は PC へ送信され、プログラムで
コードの解析を行いモニタへ表示する。

仕様

筐体	寸法	幅 ：450/奥行き ：450/高さ ：397 [mm]
	質量	約 15 [kg]
	材種	アクリル・アルミ・ABS 樹脂
潜行深度		約 10 [m]
メインコントローラ		Raspberry Pi 4 Model B 4GB
プロペラ		4 枚　スクリュープロペラ
モータ		ブラシレスモータ 約 11000 [rpm]
ESC		センサレスブラシレスモータ対応
センサ	水深検出	深度センサ
	姿勢検出	9 軸センサ　(加速度/角速度/コンパス)
カメラ		Web カメラ 2 台(前方・下方)
非常停止		マグネットスイッチ
バッテリー	駆動用	リポバッテリー
		電圧：14.8[V]　容量：5000[mAh]×3
	制御用	10000[mAh]モバイルバッテリー ×1

NOKAIDAI 沖縄職業能力開発大学校

ウミガメ型ロボット(AIT STR-Ⅳ)の開発

Team Blue δ

久野 雅之, 市川龍之介, 古橋 秀夫 (愛知工業大学)

撮影：空 良太郎

海洋生物模倣型ロボット

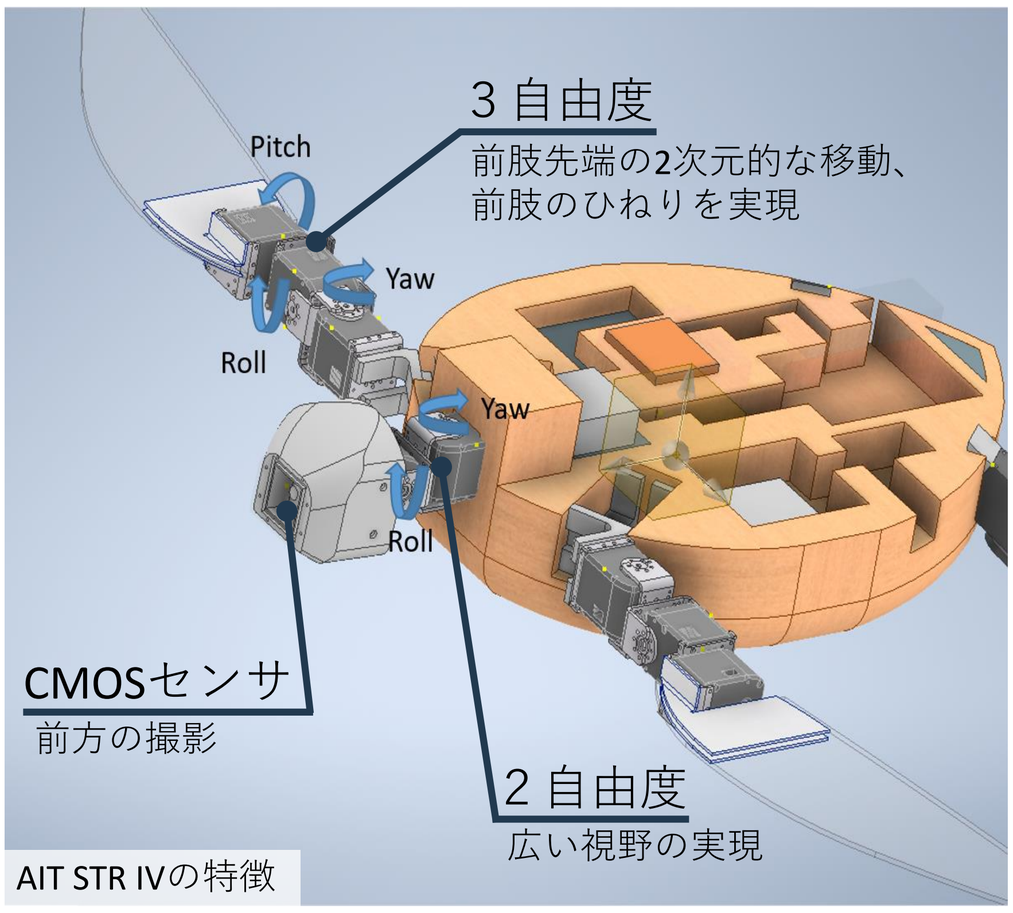
海洋生物の生態系や自然環境の調査、新モビリティの開発を目的とした海洋生物の**生体模倣ロボット**の開発が行われている。

本研究でもアオウミガメを模倣した**ウミガメ型ロボット**を製作している。

ウミガメ型の利点

- 大きな胴体
  →**検査機器等の設置が容易**
- 大きい前肢のゆっくりとした羽ばたき
  →**安定した航行**
- ２つの前肢による航行→**小さい旋回半径**

ウミガメ型ロボットAIT STR-IV



AIT STR IVの特徴

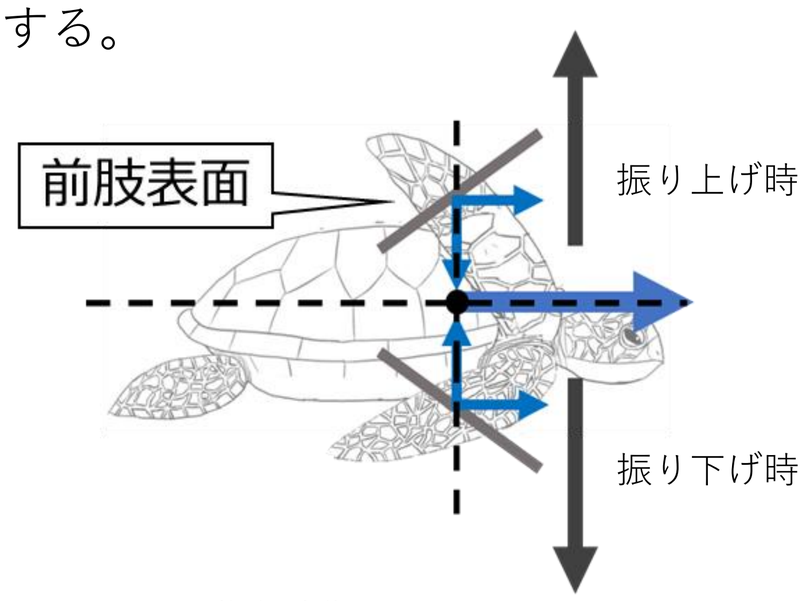
前肢部分は3自由度により、前肢の羽ばたき、前肢のひねりを再現することが可能である。また、6軸センサ（3軸ジャイロ、3軸加速度）を搭載し、機体の傾きを遊泳動作にフィードバックしている。

CMOSセンサ仕様	
撮影可能範囲	72.4°
静止画の解像度	2592×1944
動画解像度	39fps 1080p 60fps 720p

AIT STR IVの外装

遊泳動作

前肢を上下に羽ばたかせる動作に、前肢表面のひねりを加えることで前進する。



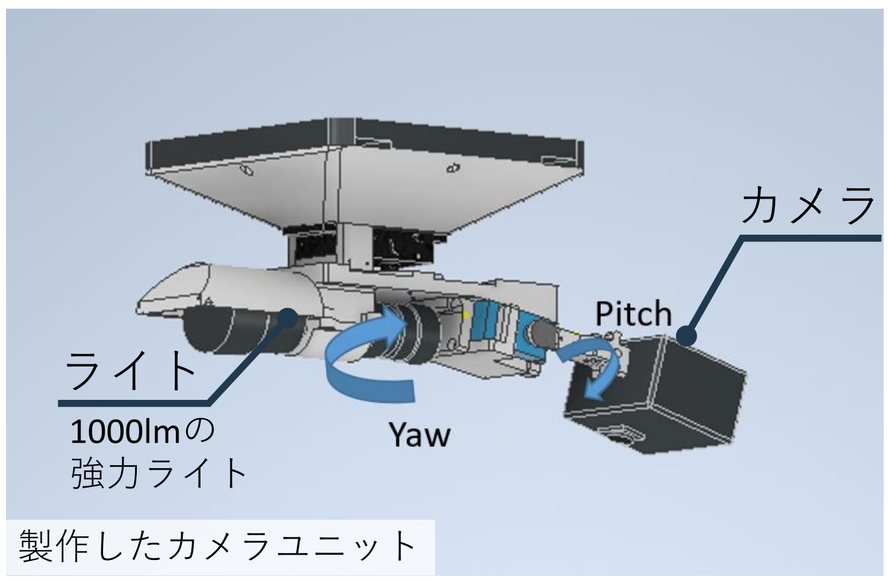
AIT STR IVの遊泳動作

振り上げ時: **前、下方向**に進行
振り下げ時: **前、上方向**に進行

この往復運動により上下方向への進行が相殺され、前進のみとなる。

QRコード読み取りへのアプローチ

ウミガメ型ロボットの特徴である大きな胴体部分にカメラユニットを取り付けることにより、より鮮明に広範囲の撮影が可能となった。



製作したカメラユニット

カメラユニットを取り付けて遊泳するAIT STR IV

２自由度のため、機体正面、左右、真下方向の撮影が可能。

強力なライトにより、対象を鮮明に捉えることが可能。

カメラ仕様	
品名	GoPro HERO6 Black
解像度	3,840×2,160
fps	60
水平画角	122.6
垂直画角	94.4
対角画角	149.2

albero(アルベロ)

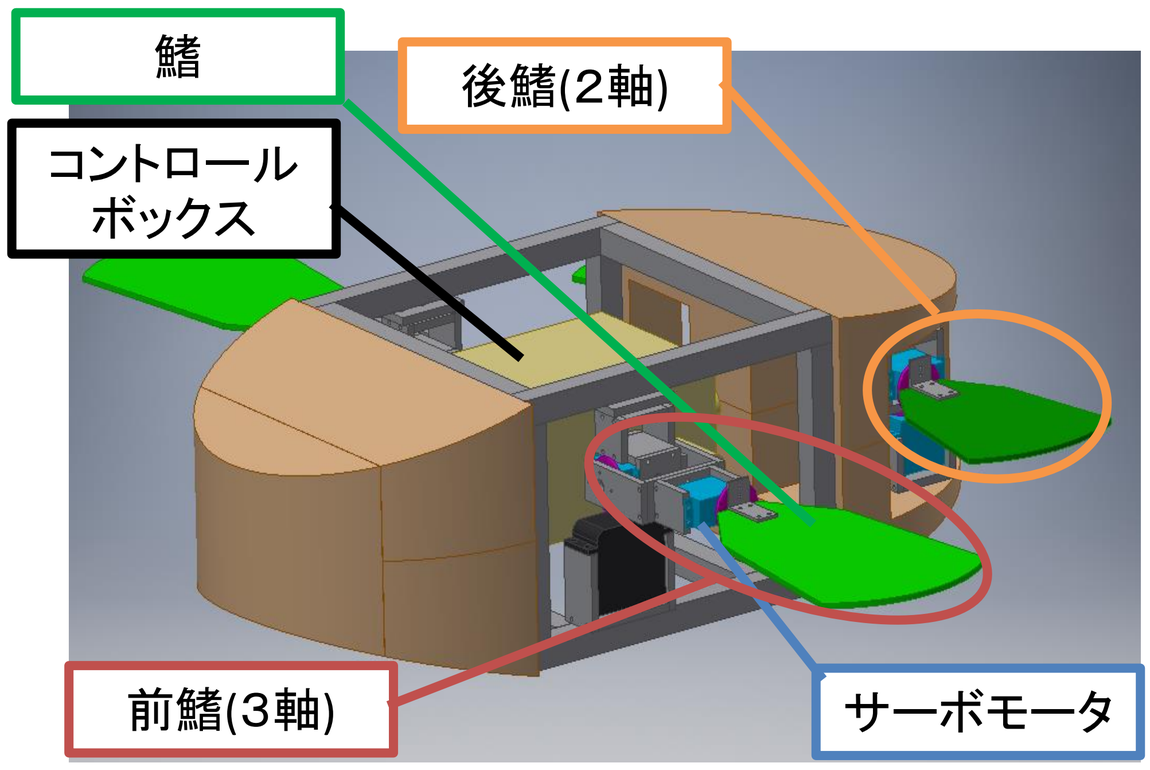
愛知工業大学　AIT海洋チャレンジ

目的

胸鰭推進機構を持つ水中ロボットを開発し、海や池や沼などの浮遊物が漂う環境下での水中探査

albero 概要

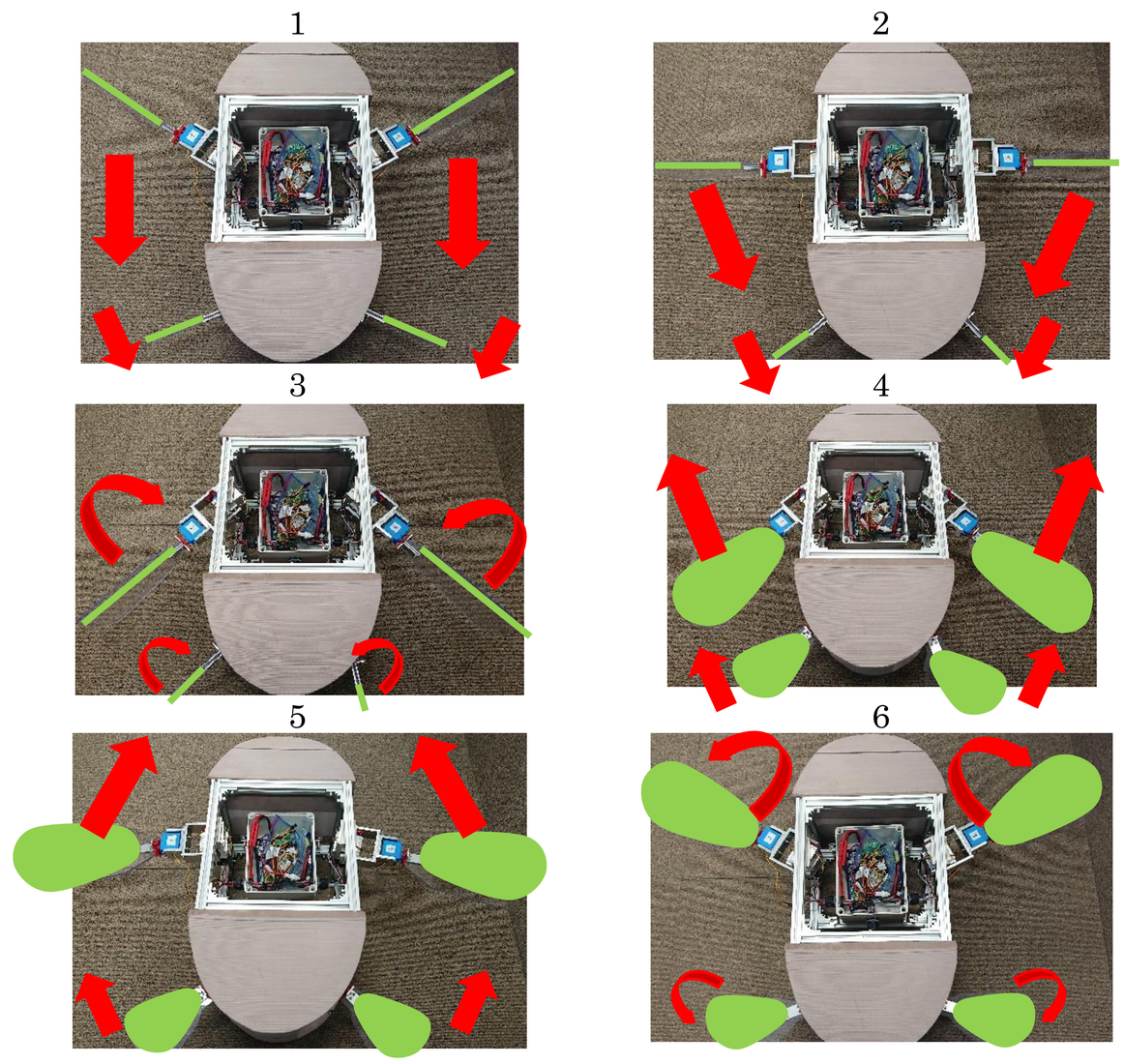
albero



3次元モデル

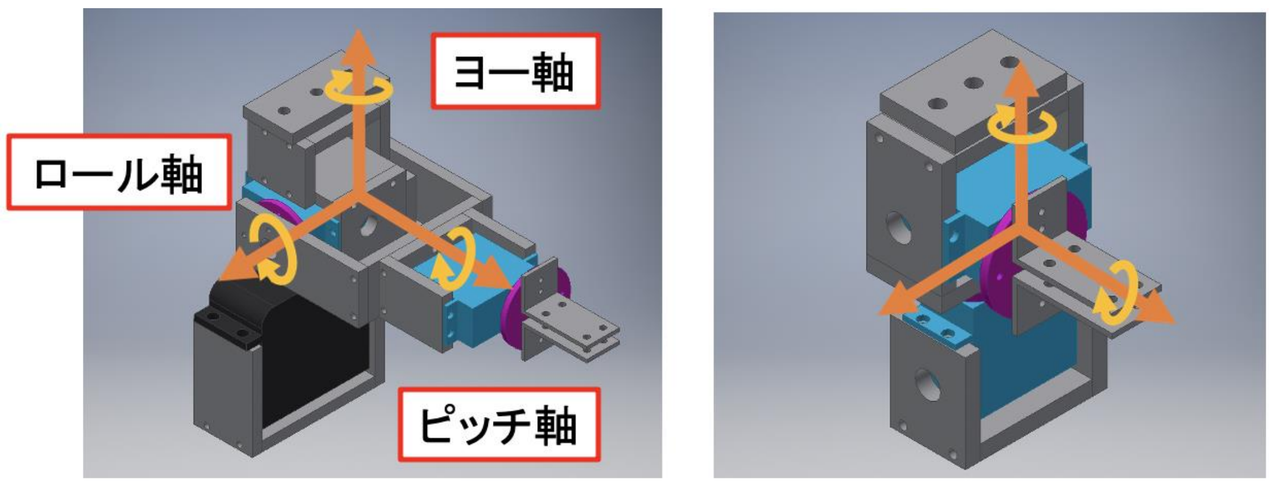
機体スペック		
全長[m]	0.68	
幅(胸鰭含め)[m]	1.04	
高さ[m]	0.21	
重量[kg]	14.8	
バッテリー	制御回路用：1800mAh, 7.4V 駆動用：5000mAh, 7.4V	
モータ可動範囲[°]	前鰭前後	±40
	前鰭上下	±30
	後鰭	±40
操縦デバイス	プロポ、パソコン	
通信手段	Bluetooth、有線	

推進原理



前鰭をメイン推進力、後鰭をサブ推進力及び舵取り用として役割を分け、推進方向を安定させる事が可能

特徴

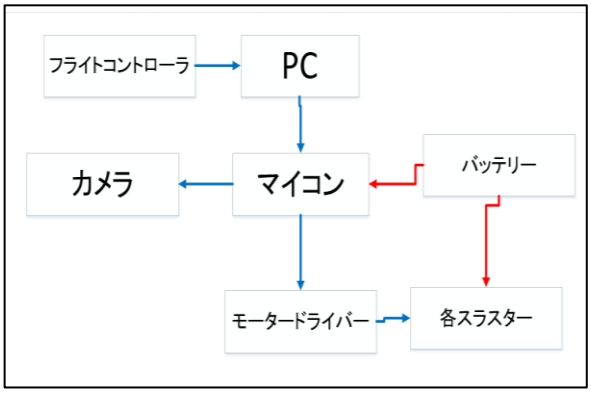


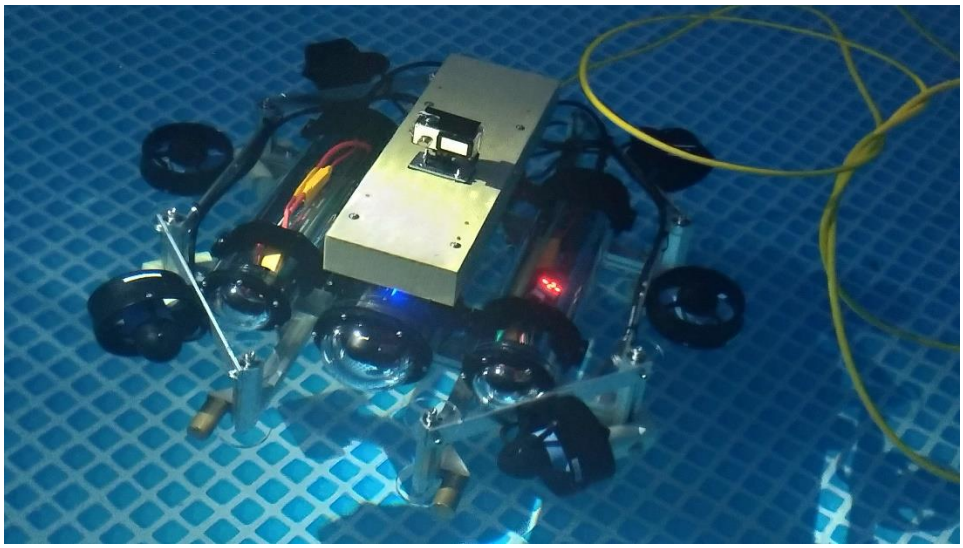
- 鰭により、波と騒音が発生しにくく，生物に与えるストレスを減少，巻き込むことを回避
- ３軸の前鰭と2軸の後鰭を有する
- コントロールボックスの開閉がドライバー一本でできるため、メンテナンスが容易

SEA LINE

チーム名：チームくにびき

本体	縦×横×高さ	610mm×630mm×250mm
	重量	13.5kg
	制御	マイコン(Raspberry Pi3)
	バッテリー	10000mAh 14.8V
	カメラ	USB カメラ
周辺	コントローラ	市販のフライトコントローラ
	時間	30 分



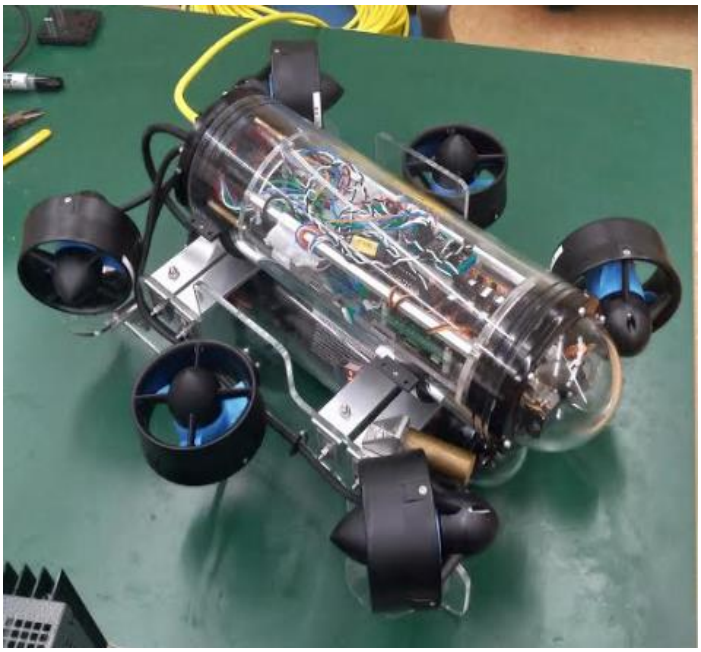


概要：昨年出場した機体の反省点を見直し、重心のバランスを意識したつくりを目指し、機体フレームも可能な限り軽量になるように努めました。
コンセプトは水中でのレスキュー用 ROV です。荒波でも問題なく動けるようにバッテリーを二つ搭載し、水平移動用のスラスターを同時に４つ動かすことで、パワフルで安定した動きができるように設計しました。

SEA SWALLOW

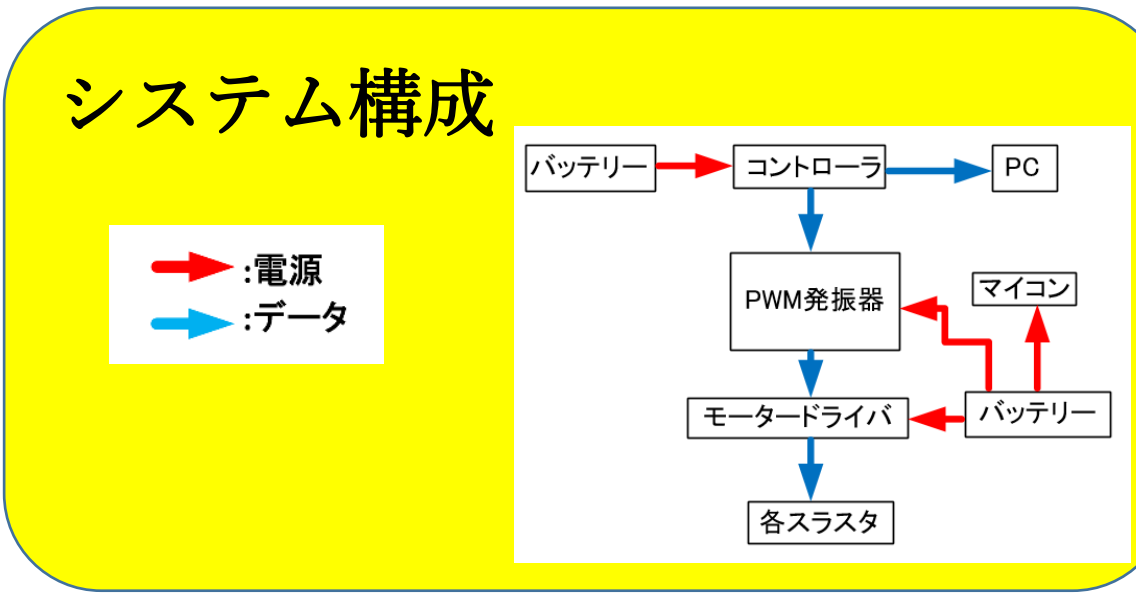
島根職業能力開発短期大学校　**チームくにびき**

SEA LINE と違う点としてフレームの材質をプラスチックにし、バッテリーを 1 つにすることで軽量化を図りました。
その結果、SEA LINE と 5kg 程度差を出すことができました。
これによりスムーズで軽快な立ち回りを可能にしました



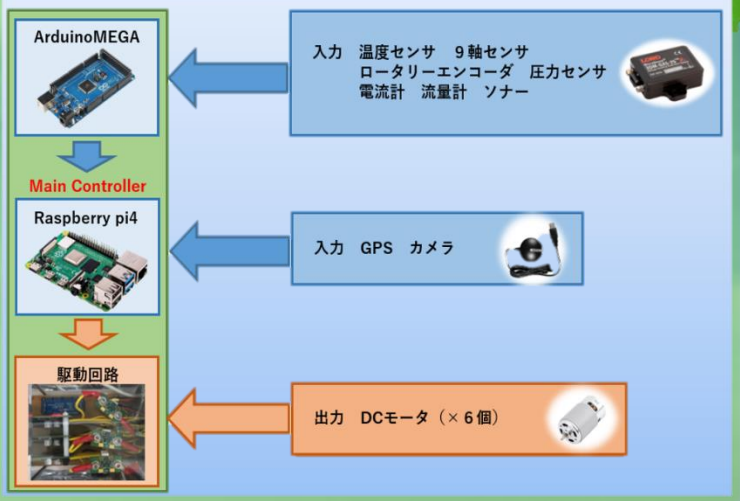
寸法	W420×D510×H300 mm
重量	8.4kg
制御	Raspberry Pi 3
バッテリー	10000mAh 14.8V
コントローラ	自作のものを使用
時間	フルパワーで 20 分程度
カメラ	USB カメラ

システム構成



TEAM　OPC-α
サーターアダムスキー

システム構成図

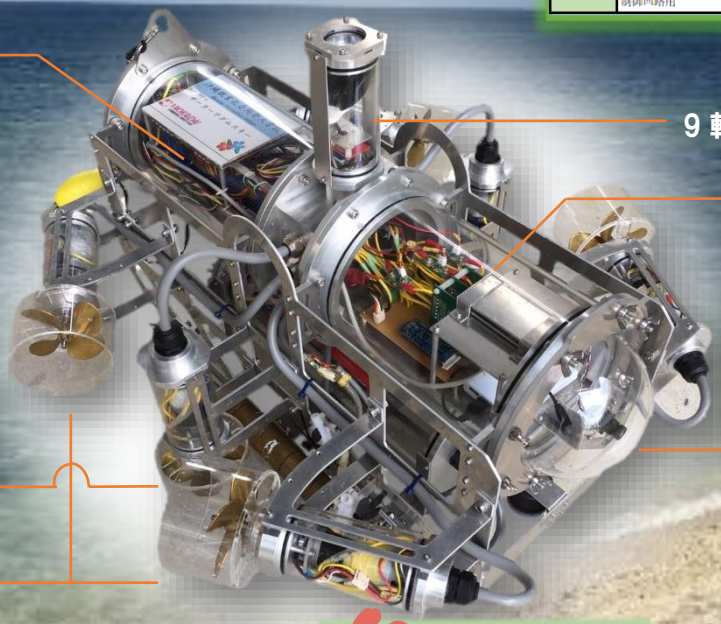


仕様

筐体	サイズ	全長734/全幅723/全高518[mm]
	質量	約31[kg]
	材種	アルミ/アクリル/真鍮/ステンレス
潜航深度		最大20[m]
航行速度		最大1[m/s]
連続航行時間		約15分
通信方式		Wi-Fi 2.4[GHz]/有線LAN(テザーケーブル)
メインコントローラ		Raspberry Pi4
サブコントローラ		Arduino MEGA 2560
モータ	全スラスタ	DCモータRS-550 7525(19300[rpm] 58.3[mNm]12[V])
		ギヤヘッド朱雀技研 IG36P-055[-L50](1/5)
		※ギヤヘッド装着後 3860[rpm] 233.2[mNm]
センサ	方向検出用	9軸センサ{方位/ジャイロ/加速度(分解能1°)}
	位置検出用	GPS{精度 2[m]}
	水深検出用	圧力センサ{分解能 2[mbar]}
	回転数検出用	ロータリエンコーダ{分解能 3[パルス]}
	流量検出用	流量計
	障害物検出用	ソナー/カメラ
	異常検出用	サーミスタ(モータ温度)/電流計(駆動回路)
Wi-Fiアンテナ		Wi-Fiアンテナ 2.4[GHz]
スマートフォン		中国製小型スマートフォン
非常停止スイッチ		超小型マグネットスイッチ
バッテリー	駆動回路/モータ用	LiPoバッテリー 11.1[V] 8000[mAh]×2個
	制御回路用	LiPoバッテリー 11.1[V] 4500[mAh]×1個

メイン制御部

- 制御回路
  Raspberry pi4
  Arduino MEGA
- センサ中継基盤
- 圧力センサ
- 非常停止用
  マグネットスイッチ



推進・潜水スラスタ

○磁気センサと水深センサを使用し,方位と水深を PID 制御する.

○推進・潜水用モータにロータリエンコーダを設置し,回転数を計測．その値を元に行動制御を行う.

制御方法

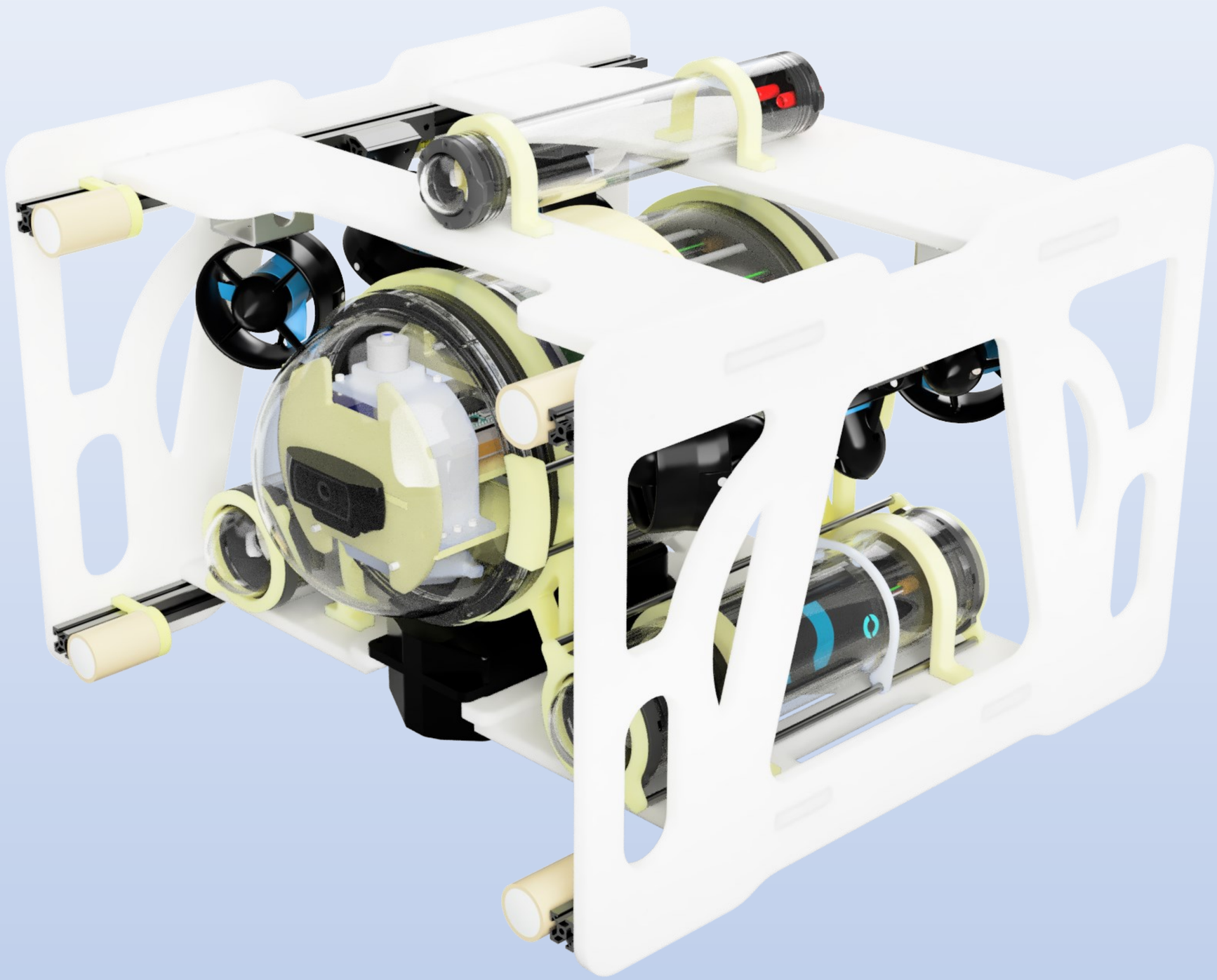
モータの回転数で現在の位置を把握している.各地点までまっすぐ進むように，スタート時にゴール地点の方位を記憶し，スタート後９軸センサから方位検出を行い，記憶した方位からずれるとモータの出力を変化させて元の方位に戻れるよう補正している.

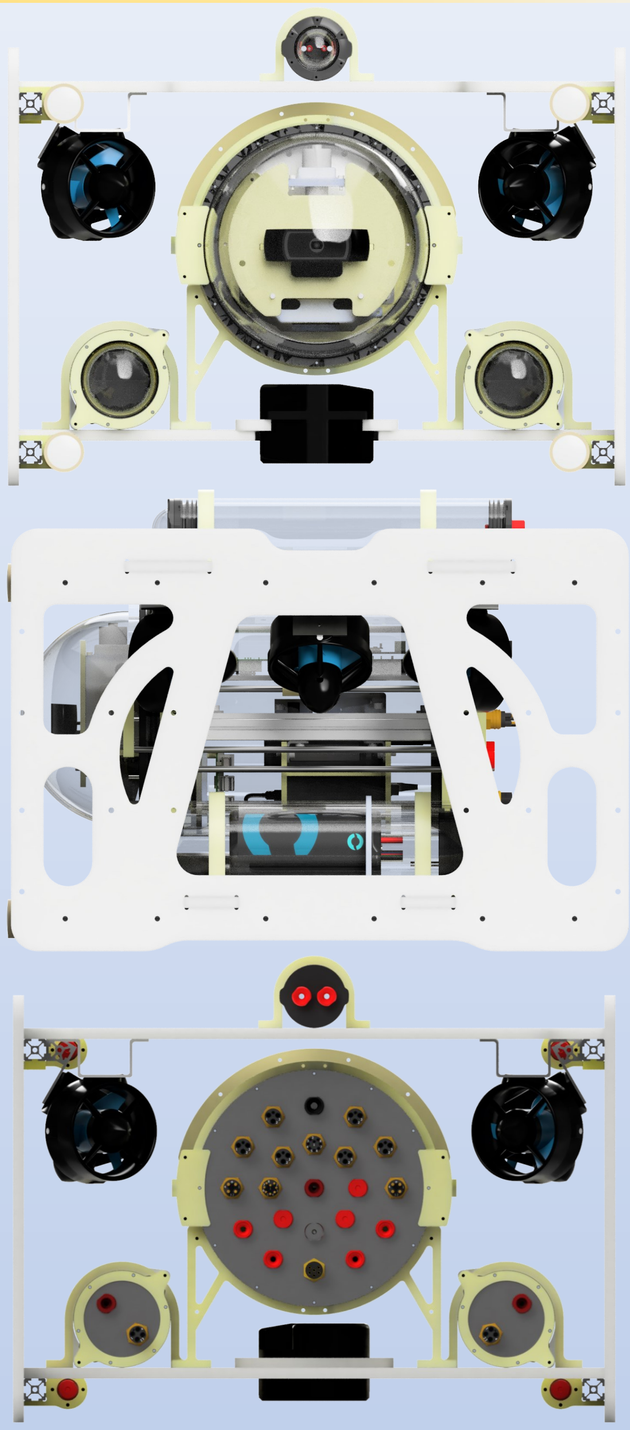
KYUBIC

KYUTECH UNDERWATER ROBOTICS

国立大学法人 九州工業大学

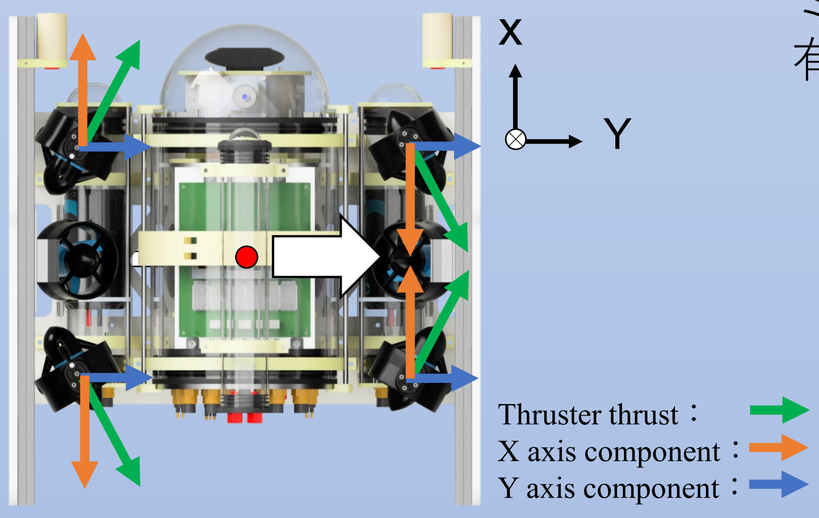
OVERVIEW & FEATURE





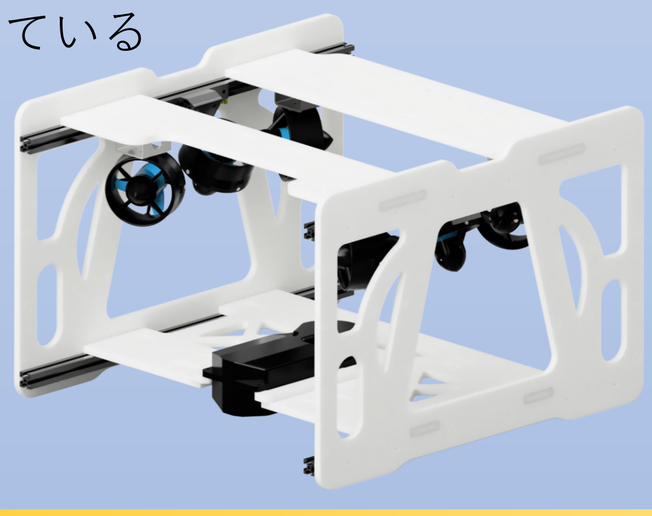
スラスタ配置

6基のスラスタを配置
前後・左右・上下移動が可能



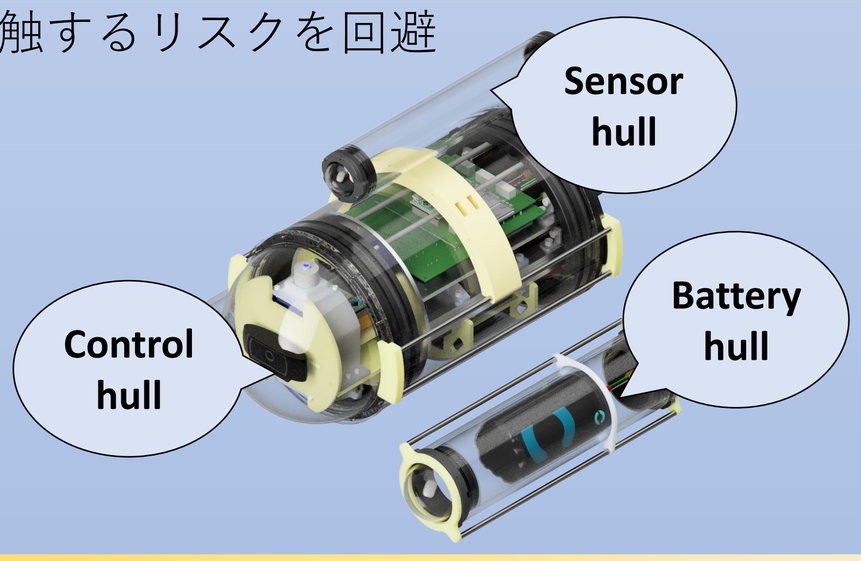
箱型構造

スラスタの保護が可能で
メンテナンス性が向上
ミッションに応じた拡張性も
有している



モジュール化

機能別に耐圧容器をモジュール化
バッテリ交換時に不必要に回路や配線に
接触するリスクを回避



SPECIFICATON & SOFTWARE

Structures	1 x Control hull 2 x Battery hull 1 x Sensor hull (15[m]depth pressure resistant)
Dimensions	H400×W550×L570 [mm]
Weight	32.0 [kg]
Thrusters	6 x Blue Robotics (T200)
Batteries	2 x Li-ion 18 [Ah]

Controller PC	PC:NUC8I7BEH CPU:Intel Core i7-8559U RAM:32GB SSD:2TB
Communication	Ethernet , Wireless LAN Optical LAN
Sensors	2 x USB Camera IMU (CSM-MG100) Depth Sensor (Bar30) DVL (Pathfinder) 4 x Hydrophone (SPUHR5H-SB)

Software

MATLAB & SIMULINK

ROS

海洋ロボット「ボリドメ2」(AUV)

チームボリドメ２(琉球大学工学部機械システム工学科金城研究室)

開発背景

海洋ロボットは出回っている数が少なく、既存の製品は価格が高価であるため、一般の人々は入手が困難なっている。そこで身の回りにある身近な材料から製作できる安価な機体を製作することを目的とした。

製作

試作と機体の修正を行いやすくするため、ホームセンター等で入手できる材料を用いている。本体のフレームは塩ビパイプで構成した。モーターはビルジポンプを加工しており、防水加工を省いている。またモーターマウントとフレームの接続に3Dプリンタの出力部品を用いた。

改良点(始動方法)

光センサ1に光を当て、待機状態(LED点灯)

↓

待機状態から、再度光を当てるとSTART

↓

光センサ2に光を当てるとSTOP

機体

筐体	質量	約 8 [kg]
	サイズ	(全長) 440×(全幅) 380×(全高) 210[mm]
コントローラ		Arduino Uno
モータ		DCモータ 定格24[V]
センサ		光センサ
潜水深度		~5[m]

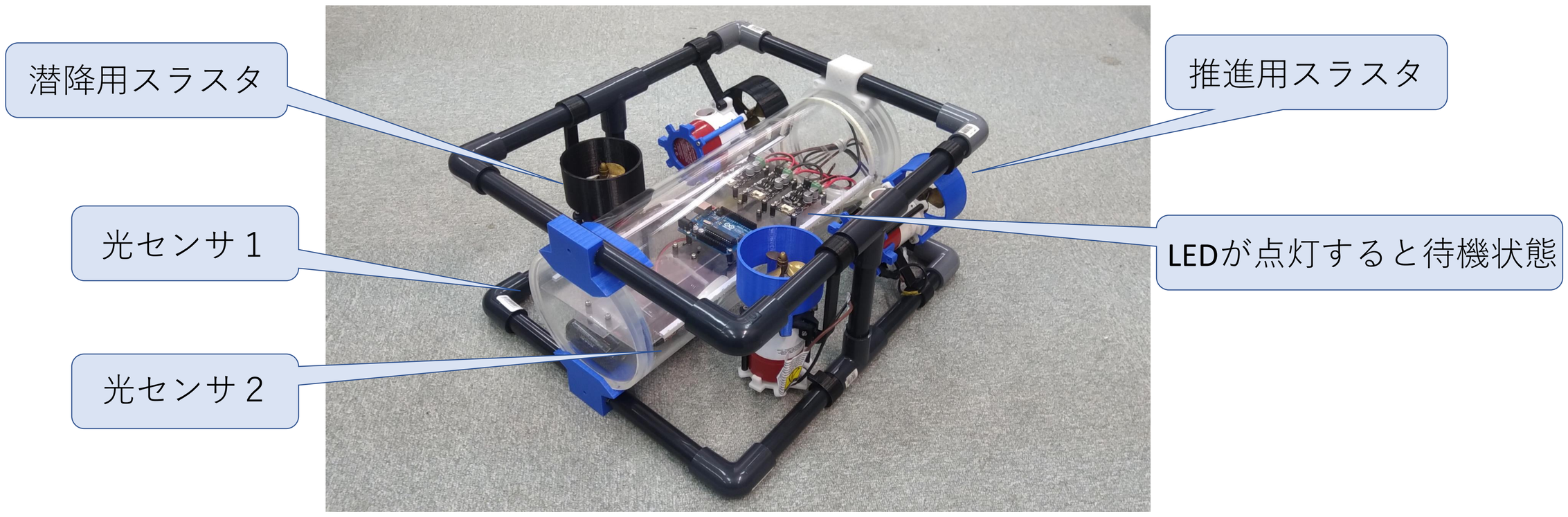
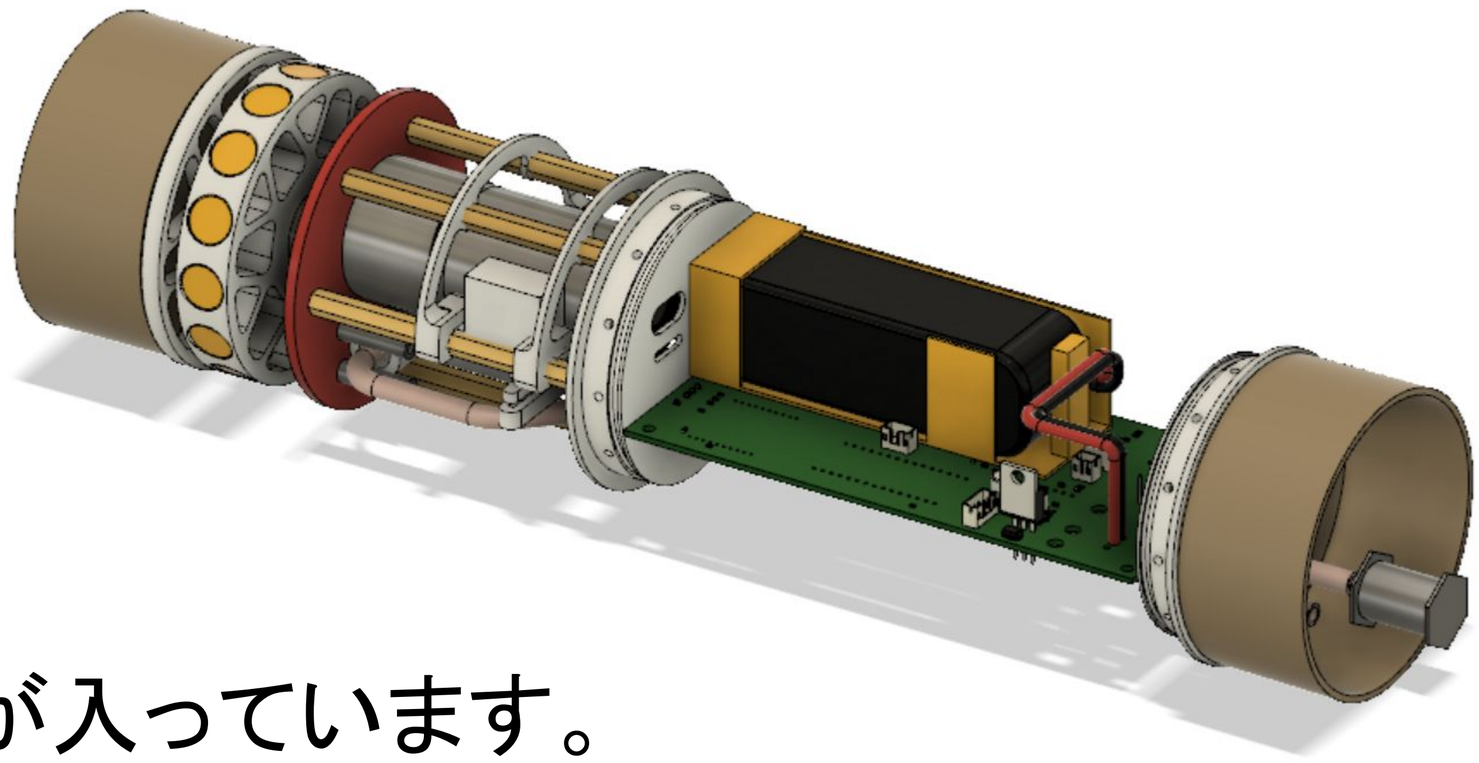


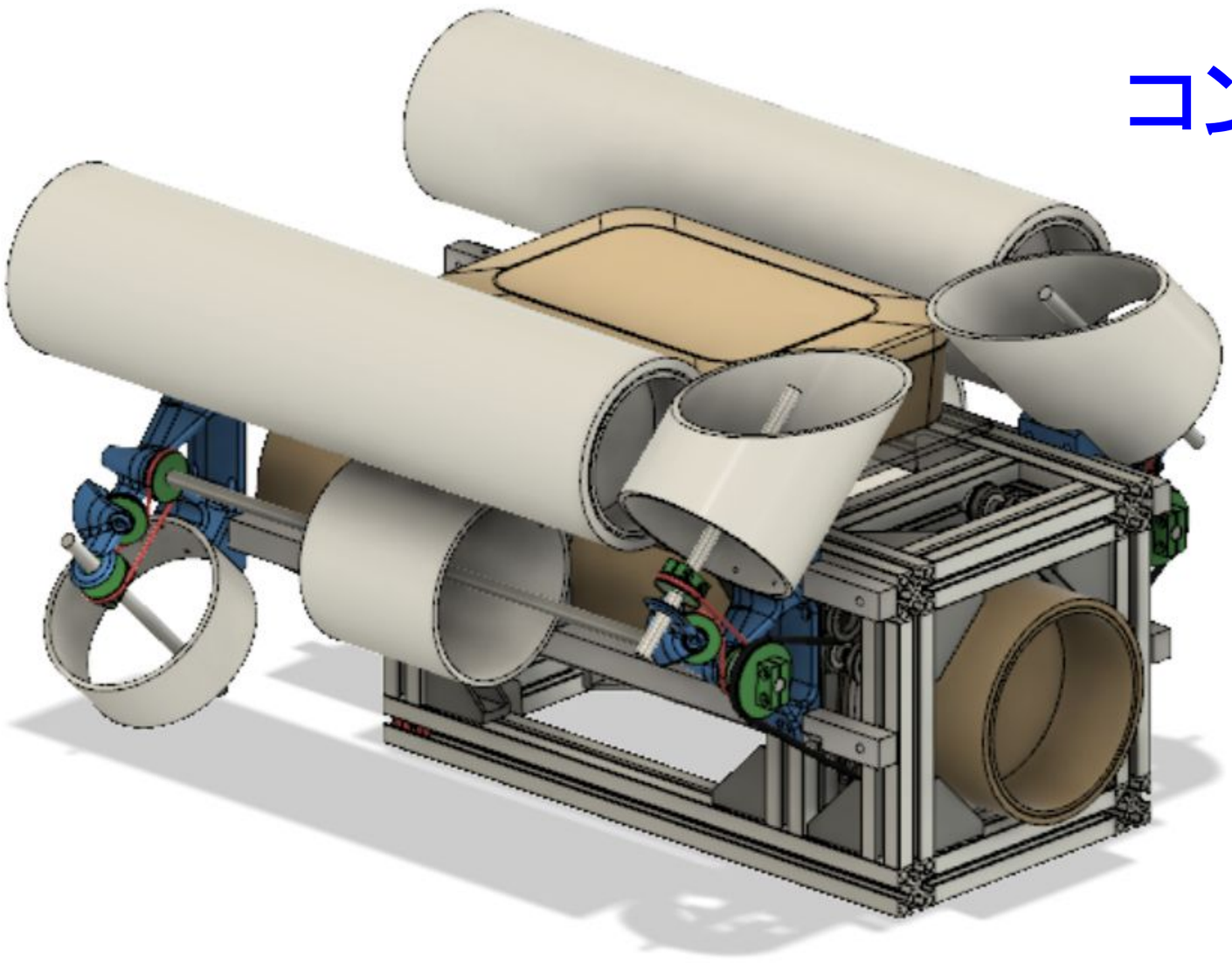
Fig.1 AUV機体の外観

水中でバッテリーを交換！
したくありませんか？

コンセプト
　水中での電気配線の繋ぎ変えは危険ですが、運動エネルギーに変換してしまえば安全に交換可能です！



パワーモジュール
バッテリーとモーターが入っています。
　これを本体に取り付けるだけで、回転エネルギーはマグネットカップリング、プーリーを介して、全スラスターに配分されます。



コントロールモジュール
　全スラスターは可変ピッチになっています。
　制御側はスラスターピッチを変更するだけで、非常に少ないエネルギーで機体をコントロールできます。

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

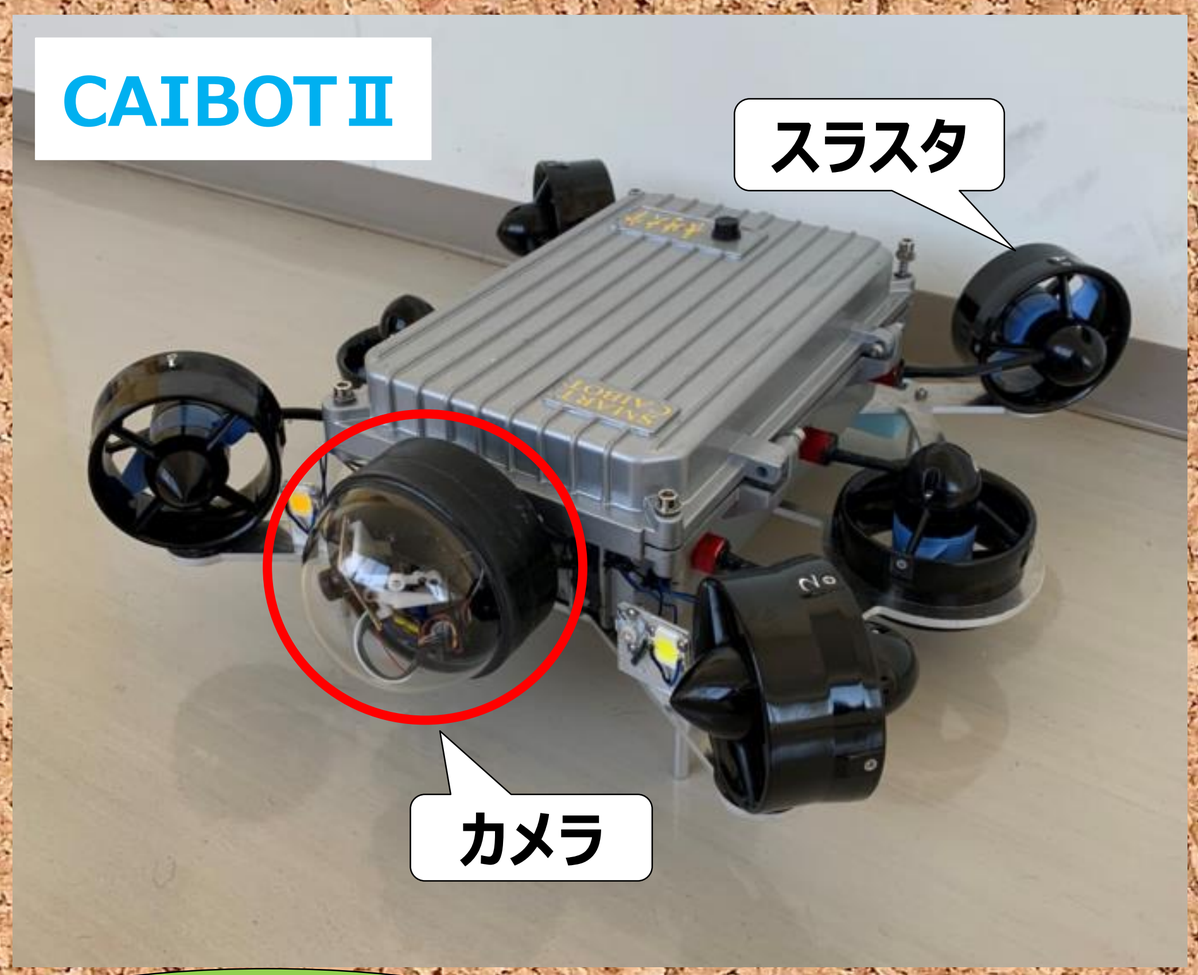
KENBOTⅡ &CAIBOTⅡ

長崎大学大学院 工学研究科修士　M2 甲斐　祐翔　定野　滉大　増崎　能
長崎大学工学部 工学科機械工学ｺｰｽ　　M1 中野　翼　　B4 加藤　祐也
指導教員； 山本郁夫（長崎大学）

本体仕様

KENBOTⅡ			単位
本体サイズ 重量	縦	1500	mm
	横	1500	mm
	高さ	680	mm
	重量	30	kg
移動速度	1.5m/sec		
連続稼働時間		6	時間

CAIBOTⅡ			単位
本体サイズ 重量	縦	490	mm
	横	420	mm
	高さ	160	mm
	重量	6.9	kg
ケーブル	ケーブル長	50	m
移動速度	1.5m/sec		
連続稼働時間		3	時間



基本性能

概要	KENBOTⅡ(浮体式の機体)にCAIBOTⅡ(ROV)を搭載し、遠隔操作で水中撮影が可能
用途	水面付近及び水中構造物の点検を行う
カメラ	360°カメラ、水中映像リアルタイムモニタリング
操作方法	操縦用コントローラ プロポによる手動操縦
操縦方向(KENBOTⅡ)	前進後進、左右旋回、水平移動
操縦方向(CAIBOTⅡ)	前進後進、左右旋回、浮上潜航、水平移動
セットアップ	現場到着から本体水中投下までの所要時間 5分以内
	運用開始まで2分以内

特徴

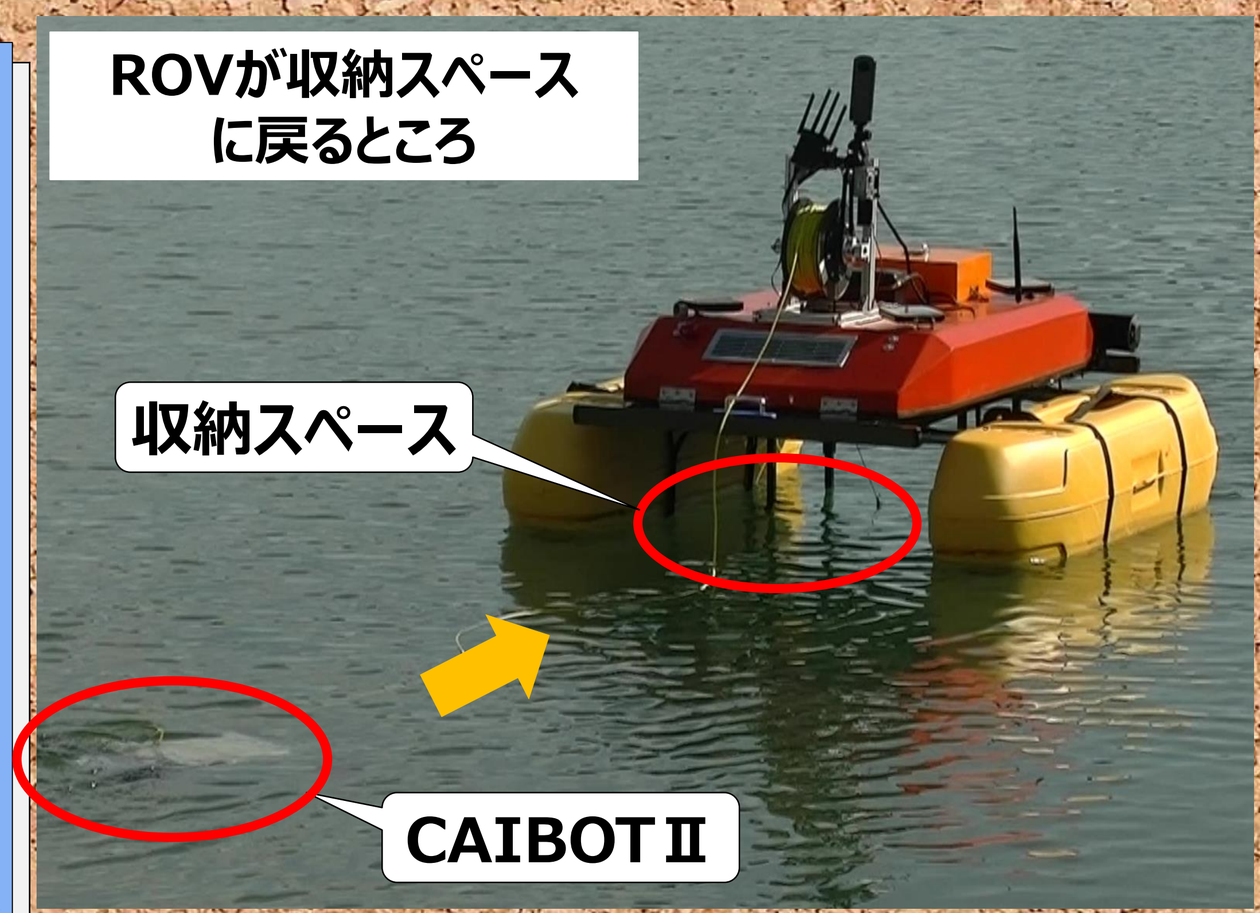
KENBOTⅡ

- WiFiルータを搭載→ケーブルを介さずROVを操縦可能
- 陸から沖合でのROV操作が可能
- ケーブルの巻取や収納スペースの上下をプロポで操作可能
- ROVが遭難した際に、ケーブルを巻き取ることで強制回収可能

CAIBOTⅡ

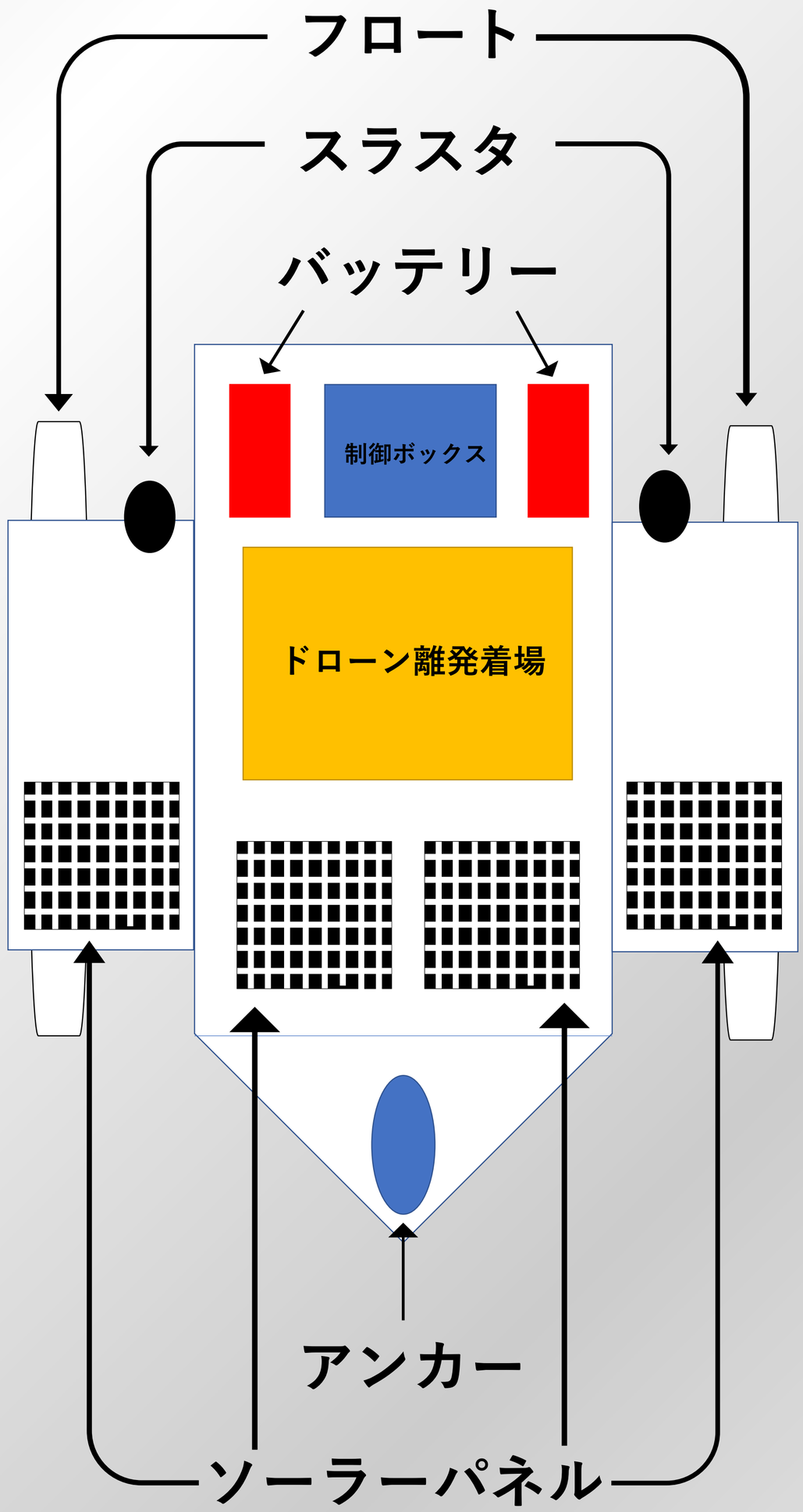
- スラスタのひし形配置→旋回性能の向上
- デプスホールドモード搭載
- スタビライズモード搭載

} 安定した航行が可能



自律船ドローンベースステーション

長崎大学大学院　工学研究科
M1　岡本　龍郎　　田島滉大
B4　荒木　太我
指導教員　長崎大学大学院　工学研究科
山本　郁夫　　盛永　明啓



概要

車や人間が立ち入ることができない海岸をこの自律船で進み、アンカーで定点保持をした後、搭載していたドローンを離陸させ海周辺の様子を動画撮影する。

機能

- ■前進、後進、旋回が可能
- ■RCプロポでの容易な操作
- ■海での高い安定性
- ■ソーラーパネル搭載のため、長時間の運航が可能
- ■アンカーで定点保持することでバッテリーの節約が可能
- ■ドローン離発着場でドローンの収納が可能

スナメリ型ロボット：AIT - FP Ⅱ

鈴木 舜也，岩崎 優，古橋 秀夫（愛知工業大学）

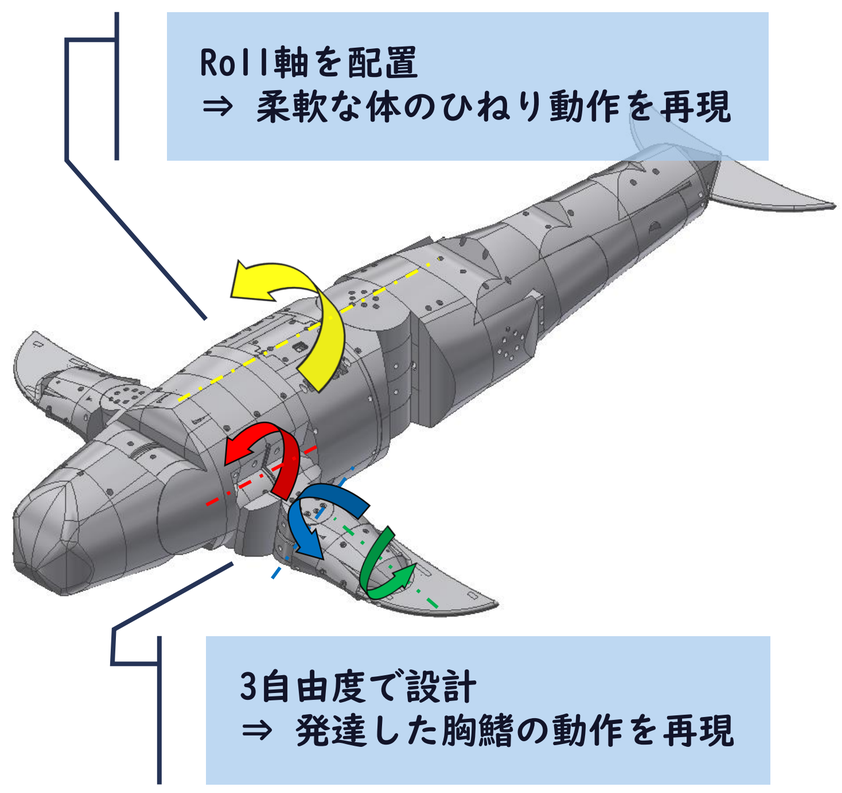
水中生物模倣型ロボット

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，尾を上下にしなら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

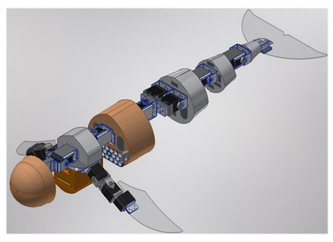


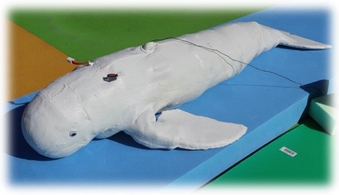
AIT-FP Ⅰ：内骨格型ロボット

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

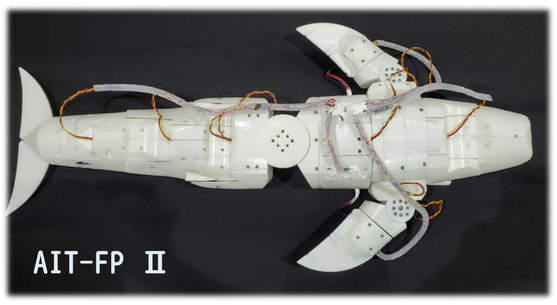
⇒ ・**重量バランスが一定**

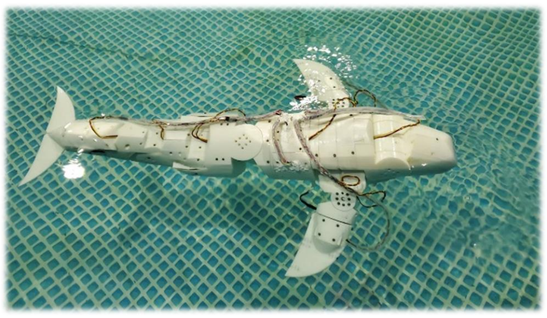
・設計通りの**可動域を確保**できる

AIT-FP Ⅱ　スペック表

全長	925 [mm]
全幅	620 [mm]
全高	150 [mm]
重量	10.8 [kg]

自由度	全12自由度	
	尾部	4自由度
	胸鰭	各3自由度
	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

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

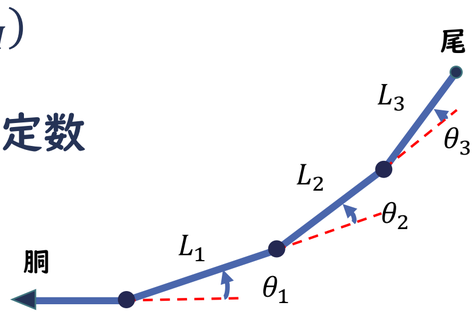
$$k_3\Delta\theta_3 = d_3 L_{33M}\frac{d}{dt}(L_{13M}\theta_{3M})$$

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



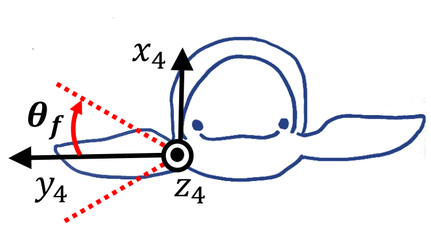
遊泳動作：胸鰭

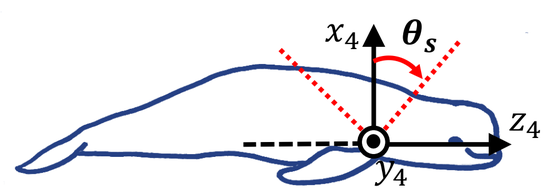
胸鰭の動作は運動学により再現する

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





マンタ型ロボット（AIT-MR-Ⅲ）

Team Blue β：浅田 拓未、服部 敦大、古橋 秀夫(愛知工業大学)

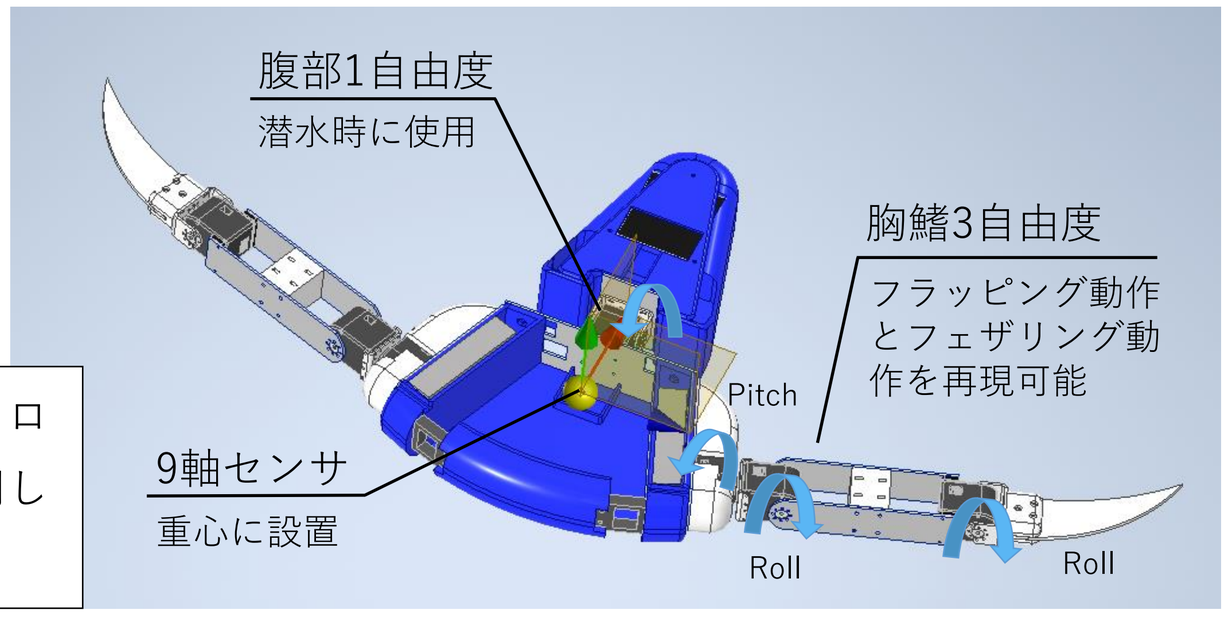
海洋生物模倣型ロボット

スクリュ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。本研究でも、実物のマンタに近いマンタ型ロボットを制作している。

マンタ型ロボット AIT-MR-Ⅲ

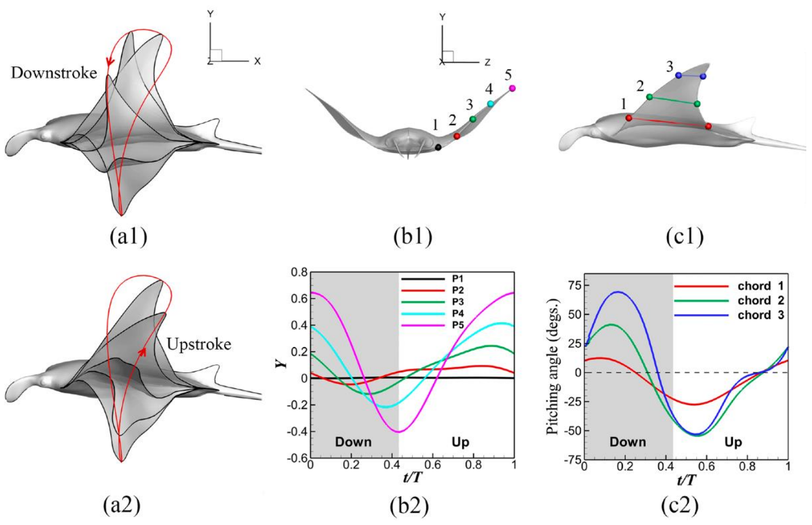
マンタ型は広い翼により小動作で**大揚力**を得れる。

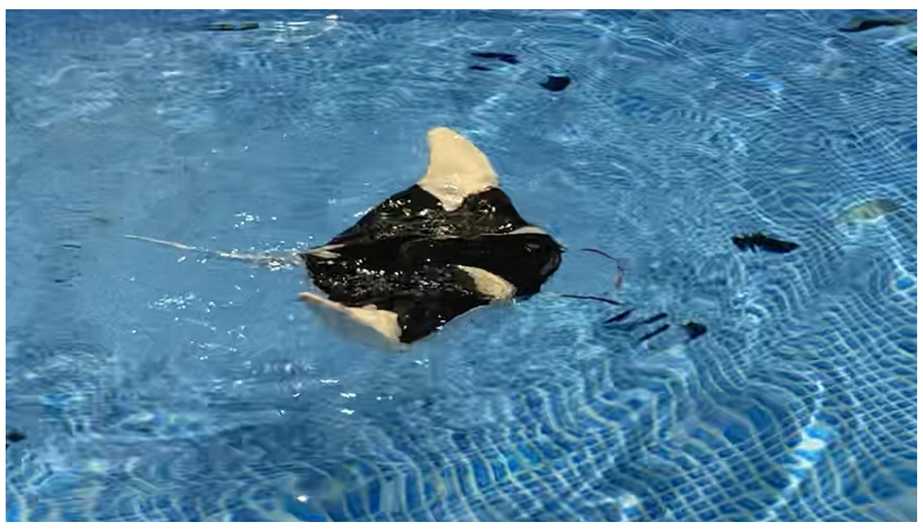
内骨格型ではクロロプレンゴムを使用し**しなり**を再現。



前進時の動作

Frank E.Fishらの論文でシミュレーション解析された軌跡を前進動作に適用させた。その結果、**50m**の遊泳に成功した。

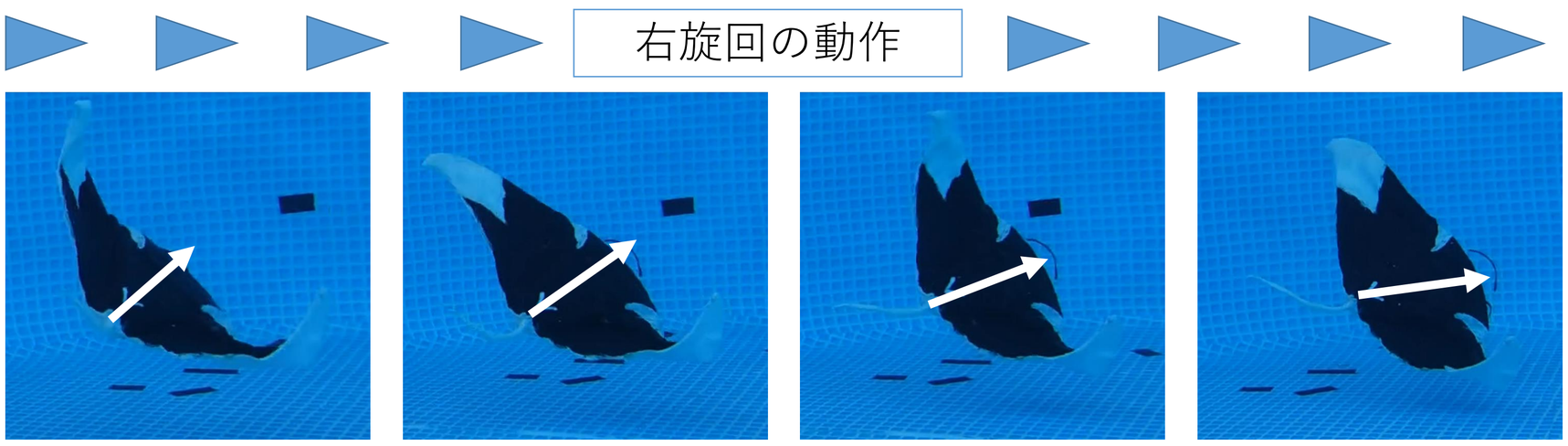




旋回時の動作

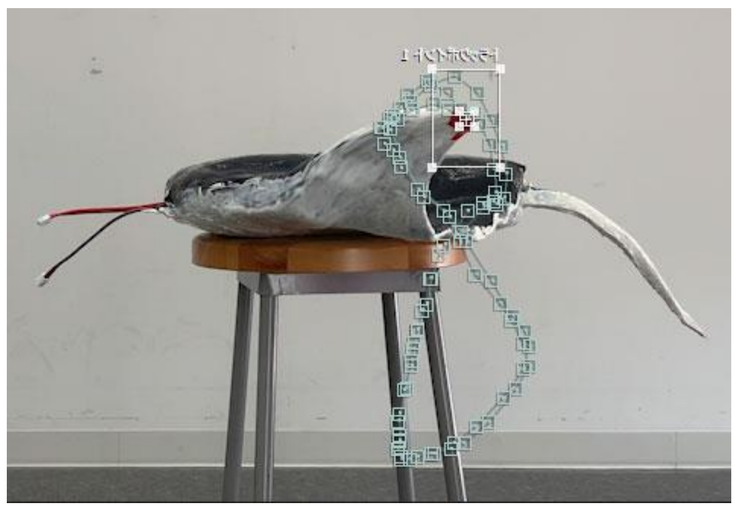
MR-Ⅱは旋回動作が2種類であったが、MR-Ⅲでは様々な旋回半径に応じた**5種類**の旋回動作が可能。右図は右胸鰭を固定し旋回する一例である。

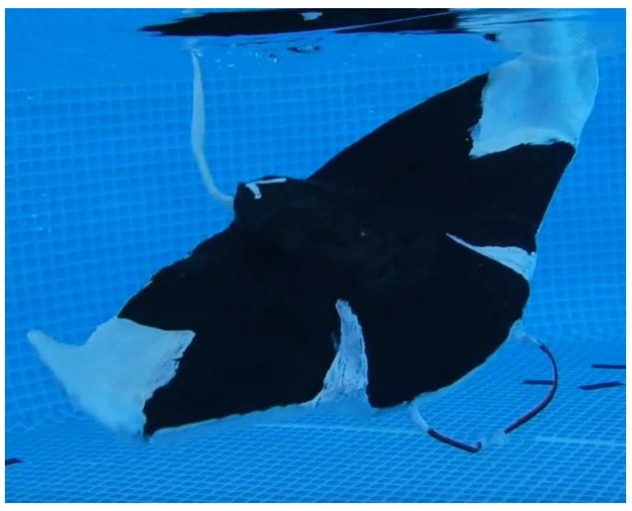
右旋回の動作



潜水時の動作

運動学を用いて作成した軌跡を潜水動作として適用させ、腹部のモータを45°傾けることで潜水する。潜水時はセンサフィードバックを用いた制御を行う。計測した結果、平均4.5秒で**0.58m**潜水することができる。





外骨格マンタ型ロボット (AIT MR-W1)

Team Blue α : 宮本 樹，瀬田 真之介，古橋 秀夫 (愛知工業大学)

海洋生物模倣型ロボット

海洋生物の生態系や海中環境の調査および新モビリティの開発を目的として，海中を効率よく移動する海洋生物を模した，生物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．

内骨格型から外骨格型への変更

内骨格型

- 骨格に剛体,外装や翼に弾性体を使用.
- 弾性体の変質により，形状や重量バランスが**不安定になりやすい**.
- 弾性体によって，**翼の弾性が不変**.

▶

外骨格型

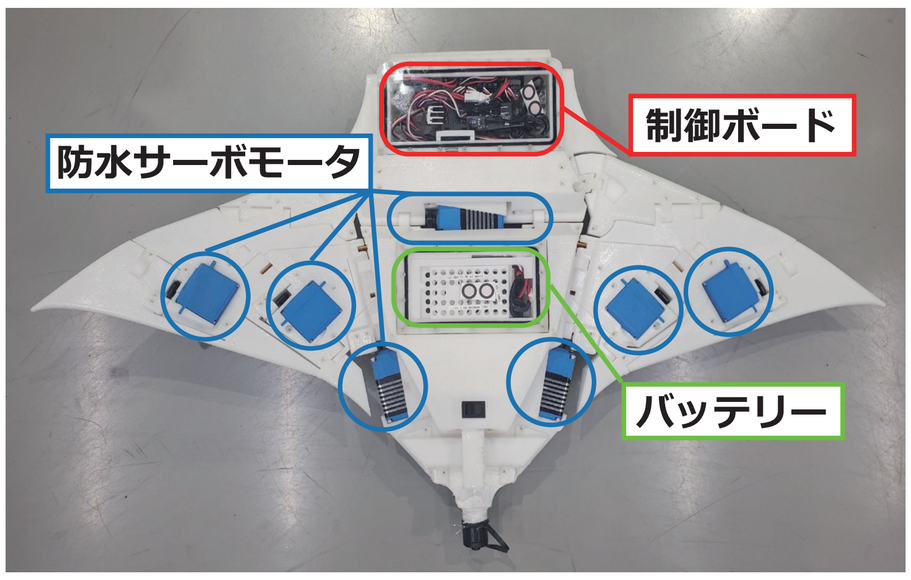
- 完全な剛体による外装を作成.
- 翼のしなりを**プログラムで制御**.
- 素材による形状変質が起こりにくく，つねに**同状態で動作が可能**.

マンタ型の特徴

幅広い翼により，小さな動作で大きな推進力や高い旋回性能を実現できる.

ロボットの特徴

機体スペック



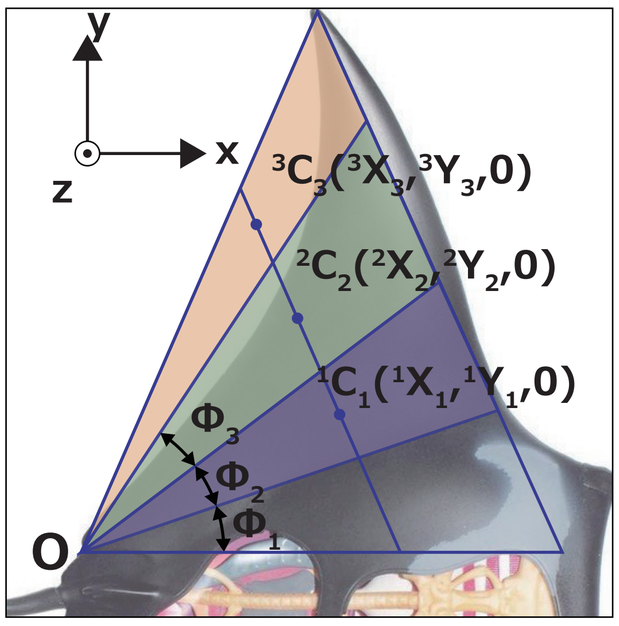
全長 , 全幅 , 全高 [cm]	45,80,10
重量 [kg]	3.9
自由度（計 7DoF）	片翼 × 3 頭部ピッチ × 1
制御ボード	Raspberry Pi4
バッテリー	LiPo 7.4V-4.6Ah
コントローラ	RC プロポ

剛体翼によるねじれ・しなりの表現

マンタの遊泳において翼のねじれが重要な役割を持つ．翼がねじれることにより，水を後方へ押し出し，推進力を得ている.

本機体は剛体翼であるため，ねじれを実現するために翼を分割する必要がある．マンタの片翼を 1 つの三角形として考え，この三角形を同一原点をもつ 3 つの三角形で分割し，図形間の辺が翼の関節として動作する．各関節を個々で制御することで，翼のねじれを表現できる.

また，翼は運動するときに水圧がかかり，しなりが生じる．このしなりをバネ - ダンパ系でモデル化し，各関節を制御する．翼の根本から順に関節 1，2，3 とし，関節 1 は目標角度に正確に追従すると仮定し，関節 2，3 にしなりを考慮した角度を与える.



O : 原点

Φ_1 : x 軸 - 関節 1 間の角度　$\Phi_1 = 15°$

Φ_2 : 関節 1 - 関節 2 間の角度　$\Phi_2 = 30°$

Φ_3 : 関節 2 - 関節 3 間の角度　$\Phi_3 = 15°$

$^1C_1, ^2C_2, ^3C_3$: 各三角形の重心位置

$^1C_1$ [mm] = (162, 44, 0)

$^2C_2$ [mm] = (187, 26, 0)

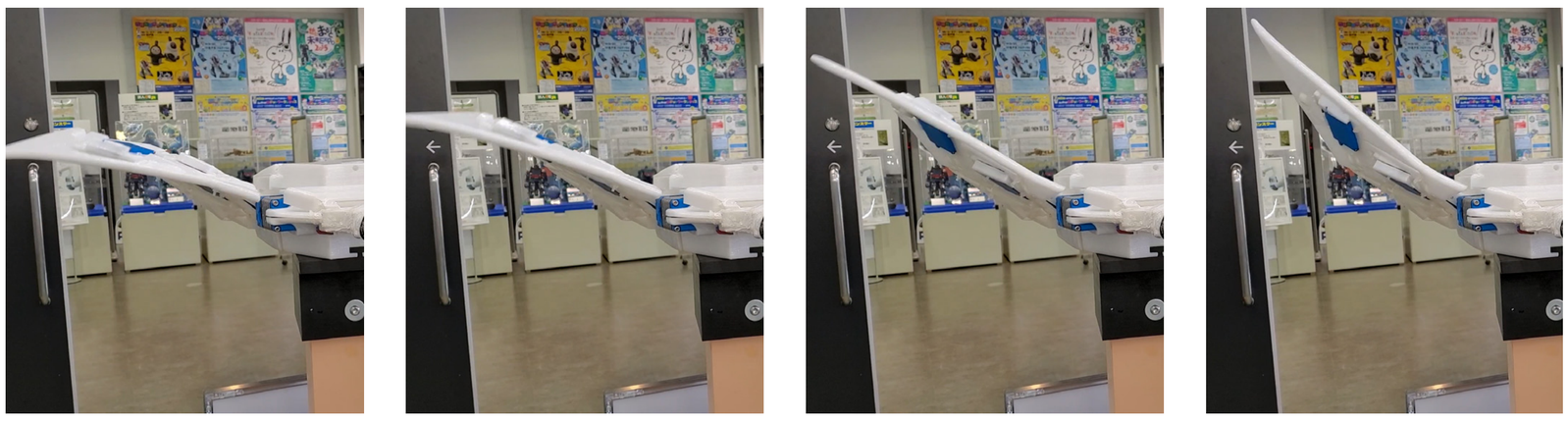
$^3C_3$ [mm] = (218, 20, 0)

遊泳動作

各関節に時間的変化を持った角度を与え，遊泳を行う．各関節の最大角度は根元から順に 40°，40°，10°である.

また，頭部ピッチを用いて機体前部を上下することにより、潜水・浮上を可能としている.

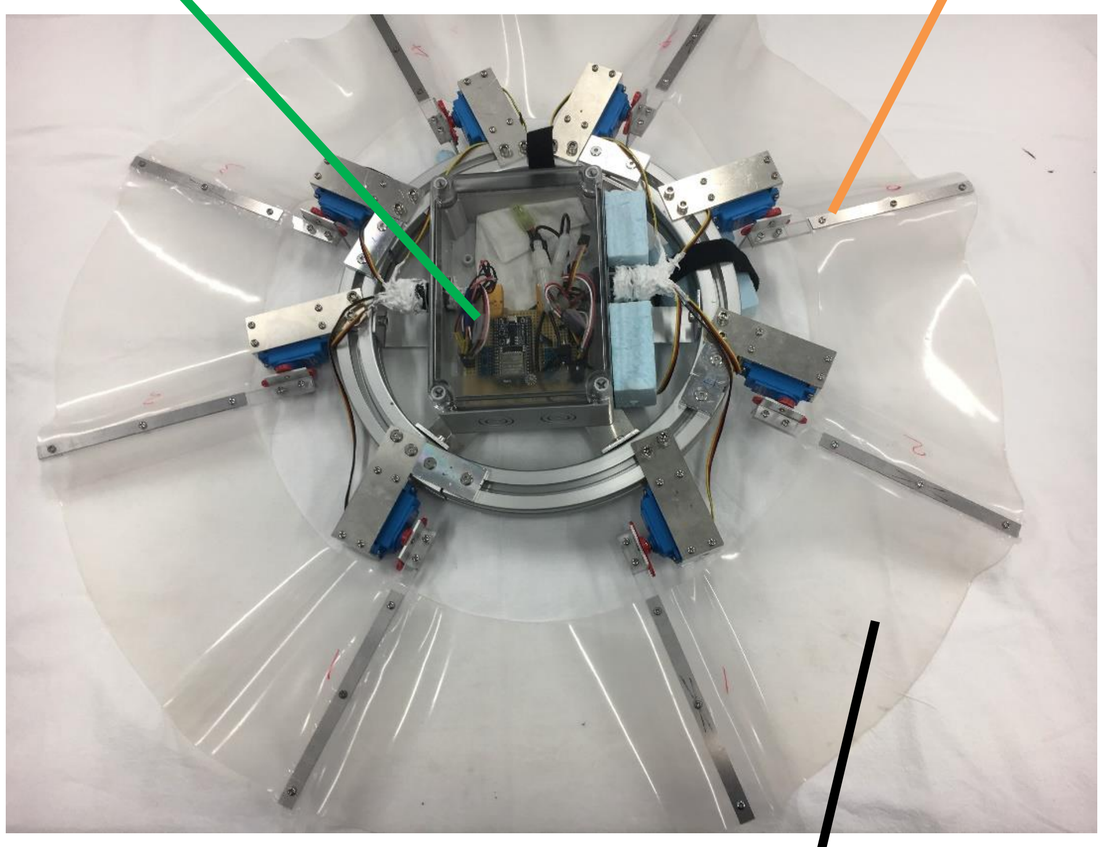
振り上げ動作

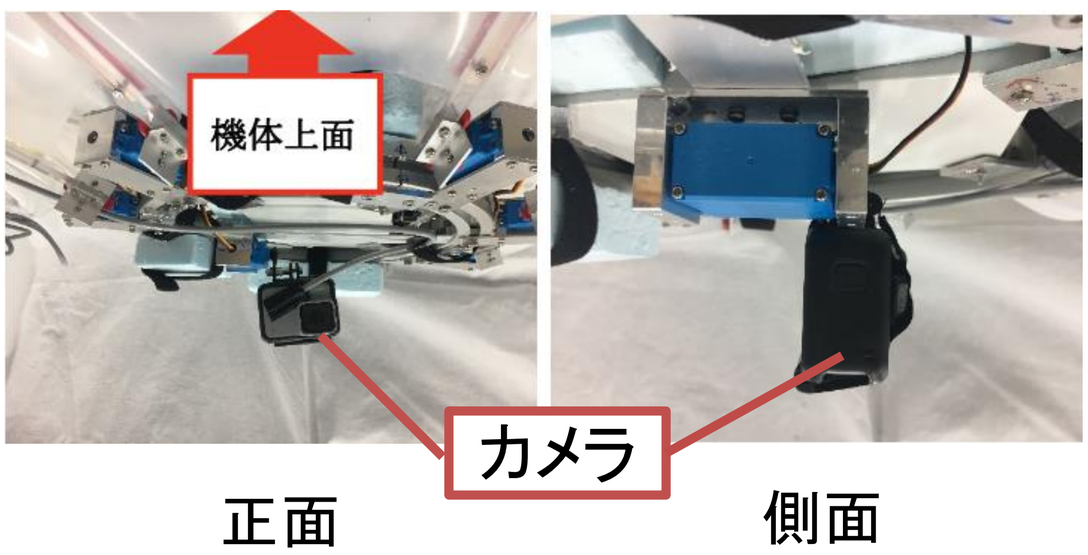


Cakram(チャクラム)

Team AIT海洋チャレンジ
愛知工業大学

機体概要

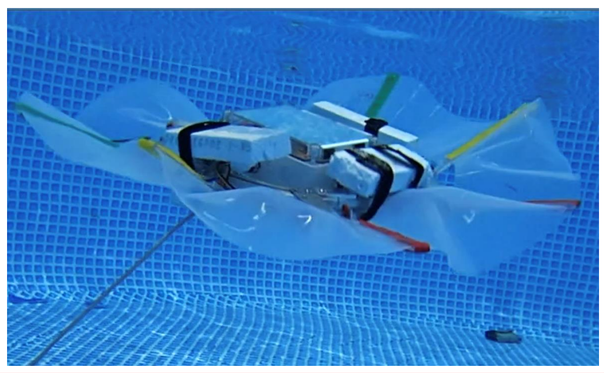




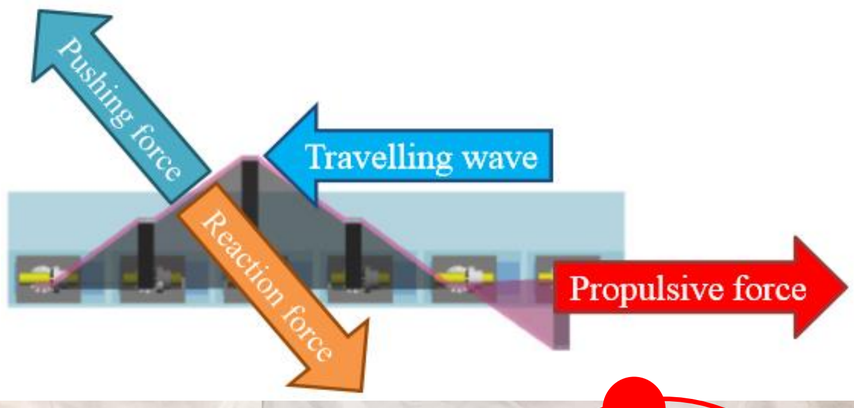
機体スペック	
全長[mm]	760
幅[mm]	55
きじょう長さ[mm]	200
重量[kg]	3.9
モータ数[個]	9
モータ可動範囲[°]	±45
操縦デバイス	スマホアプリ Blynk
通信手段	Bluetooth（ローカル通信、無線） Wi-Fi（インターネット通信、有線）
カメラ	GoProHERO7
推進方法	鰭による進行波

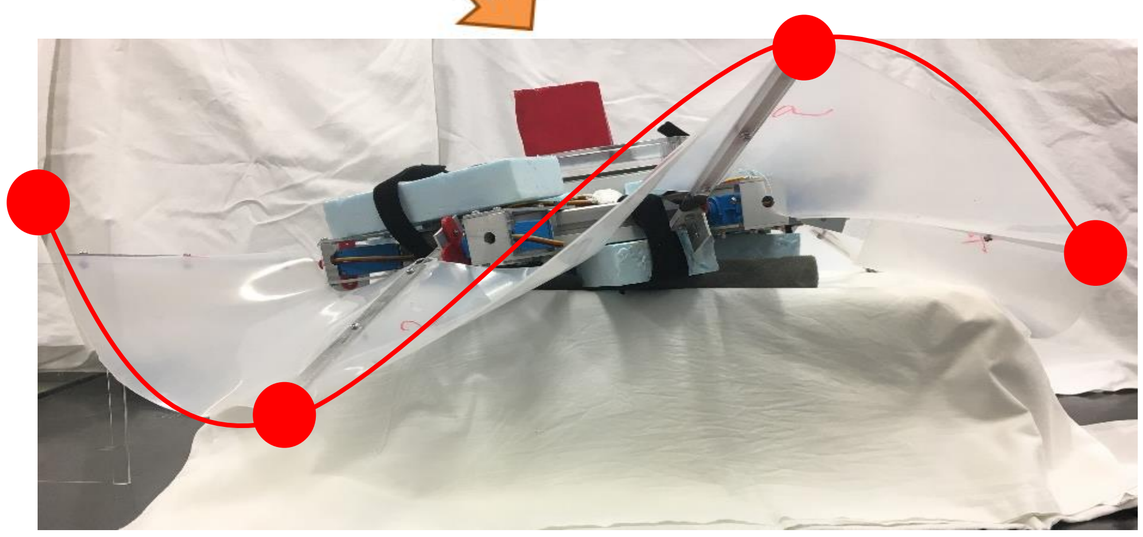
特徴

- 鰭により、波と騒音が発生しにくく,
  生物に与えるストレスを減少,
  巻き込みを回避
- 円形の鰭により全方向への推進
  またはその場旋回が可能
- 機体底面にあるカメラは上下に動き、
  水中の撮影が可能
- 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



動作・推進原理





進行波状に動く鰭によって水を押す
↓
進行波の進行方向と反対向きの反力を受ける
↓
その反力を推進力として利用

となり合うきじょうに位相差を持たせ、
動作させることで、進行波を生成する

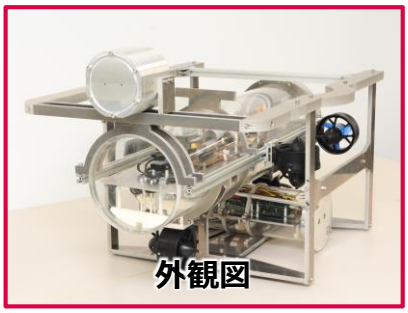
養殖場点検ロボットの開発

1 開発概要

現在、養殖生簀の点検は、ダイバーが目視で行っています。そのため、人手不足や人件費の高騰など、多くの問題が生じているのが現状です。私たちは、海洋に設置された生簀の点検を自動で行うロボットの開発を行っています。

2 筐体の開発

① 生簀網に引っ掛かることがないデザイン
② 速度推定装置の容器を削り出し
③ ヒーブスラスタを考慮したフレームデザイン

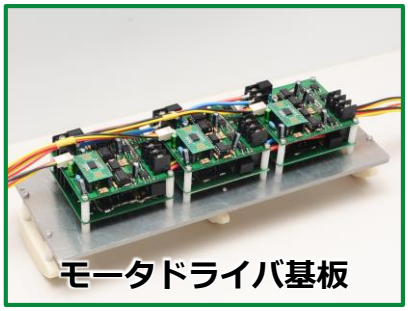

外観図

主な仕様

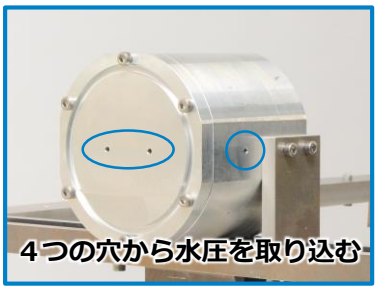
- サイズ(mm)
  590(W)×790(D)×560(H)
- 耐圧深度　10m
- 航行方向
  サージ、スウェイ、ヒーブ

3 ブラシレスDCモータドライバの開発

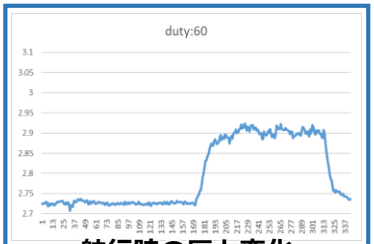
① センサレスブラシレスDCモータドライバを開発
② 電圧指令値に比例した速度制御が可能
③ 耐圧容器に収めるため、表面実装部品を用いるなど小型に設計・実装


モータドライバ基板

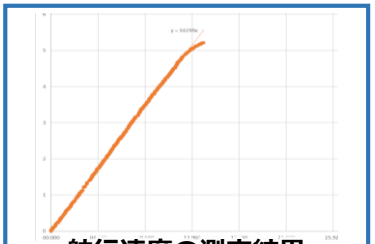
4 速度推定装置、速度測定システムの開発


4つの穴から水圧を取り込む

上空から航行を撮影



航行時の圧力変化

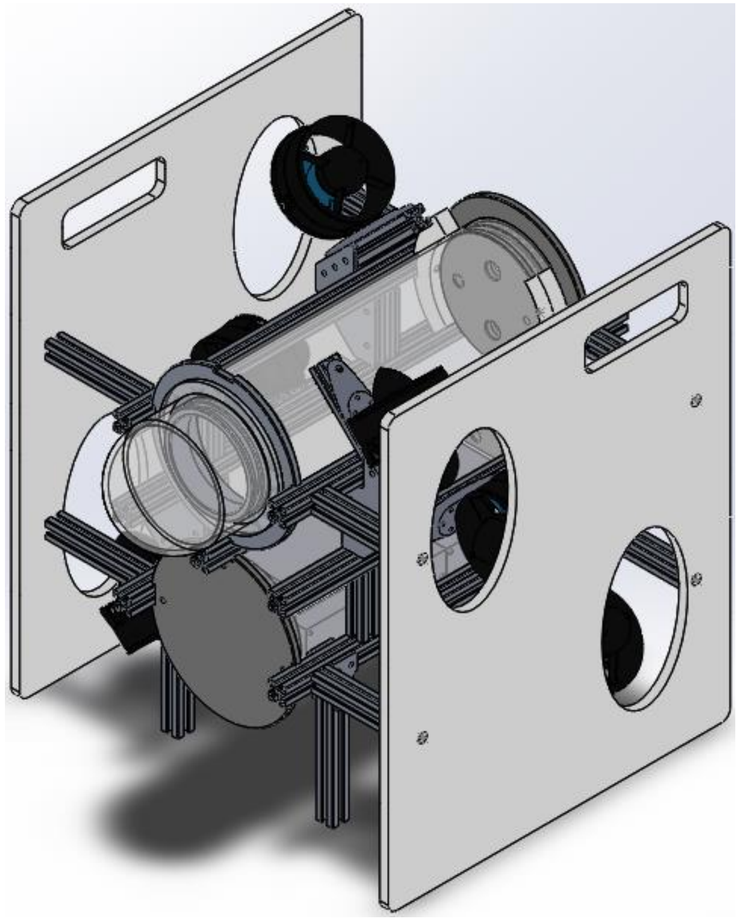

航行速度の測定結果

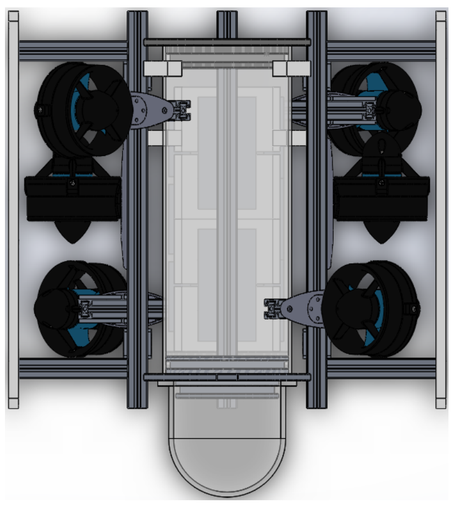
海中ロボットの潜航距離を推定するために、圧力を利用した「速度推定装置」と、画像処理による「速度測定システム」の開発を行っています。

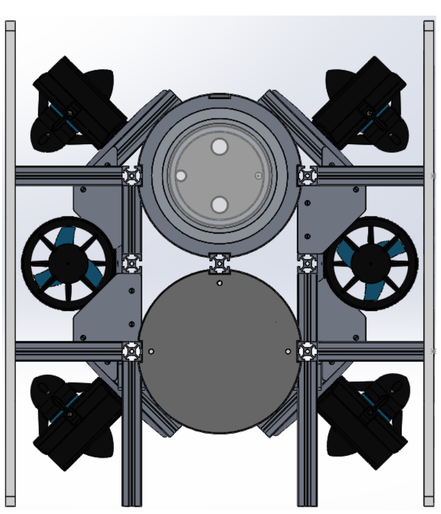
① 潜航中、推定装置の前方と左右の穴にそれぞれ加わる圧力を測定
② 上空から航行を撮影し移動距離から速度を測定
③ 上記二つの値から、圧力から速度を推定する法則性を導く

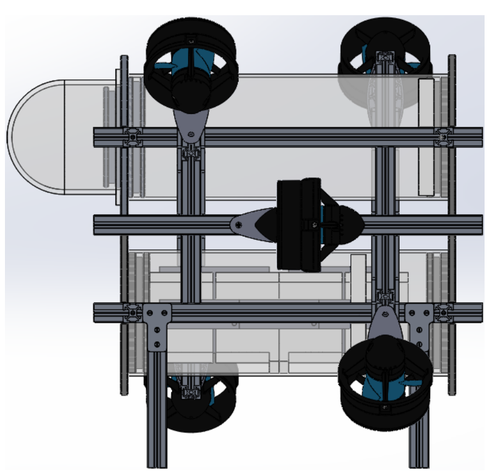
NAGARE

Team　北九州高専









仕様	
サイズ	長さ500×幅450×高さ500[mm]
重量	17[kg]
潜航深度	最大20[m]
連続運転	30[min]
使用素材	アルミ、アクリル、POM、ABS
スラスタ	T200-Thruster(12[V], 204[W])×6
バッテリ	LiFePO4(12[V], 9[Ah])×2
センサ	Logicool Carl Zeiss Tessar HD 1080p (カメラ)
	BAR30-SENSOR-R1-RP (圧力センサ)
	9DoF Razor IMU M0(MPU9250) (9軸センサ)
操縦方法	コントローラ(DUALSHOCK4)

開発背景

Team KUROSHIO をきっかけに水中ロボットに興味をもった

↓

水中ロボットに関わる研究がしたいと思った

↓

一人でも運用できる機体が必要になった

↓

姿勢制御・深度制御などの研究がしたかったため、運動自由度の高い筐体を開発することとした

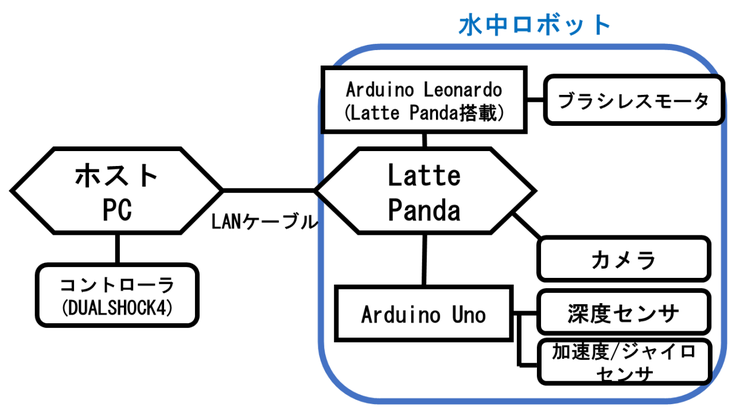
↓

機体の性能を試し、よりよい機体に改良していくために水中ロボコンに参加

機体の特徴

- X フレームを骨組みに用いることで、後から必要な機能を追加できる
- 機体の両サイドにカバーをつけることで、スラスタを保護しつつ、持ち運びも容易に
- バッテリを機体中央下部に配置することで、機体の重心を低くし安定性を確保
- 実験で用いる機体のため、さまざまな方向に移動できるように６基のスラスタを配置

システム構成



- ロボットの制御には ROS を使用
→ロボットの拡張性が向上
- ３軸加速度３軸ジャイロ３軸地磁気センサを用いて姿勢制御
- コントローラによって直感的な操作が可能

独立行政法人　国立高等専門学校機構　北九州工業高等専門学校　〒802-0985　北九州市小倉南区志井5丁目20番1号

MATSUO-LAB ROBOT DEVELOPMENT

知能・計測チャレンジ(ROV)部門

あさせ 3,5

Team OPC-β

概要

画像処理や深度センサなどを用いて，波や潮流といった外乱の環境下において機体の位置や姿勢を維持する海中静止技術の開発を行った．

想像図

機体の動作イメージを図 1 に示す．

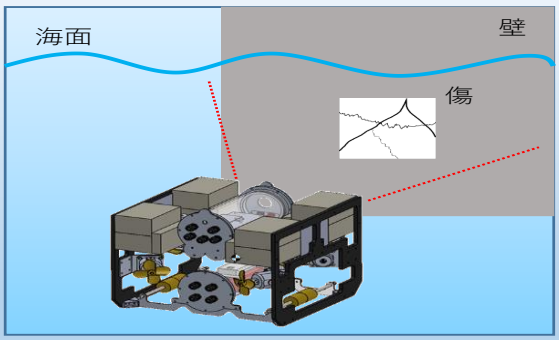


図 1　海中での動作風景

機体制御方向

機体の制御方向を図 2 に示す．

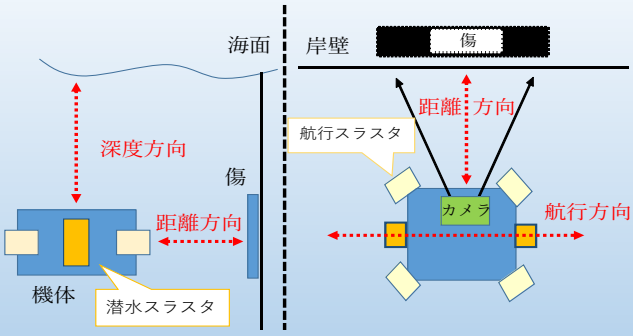


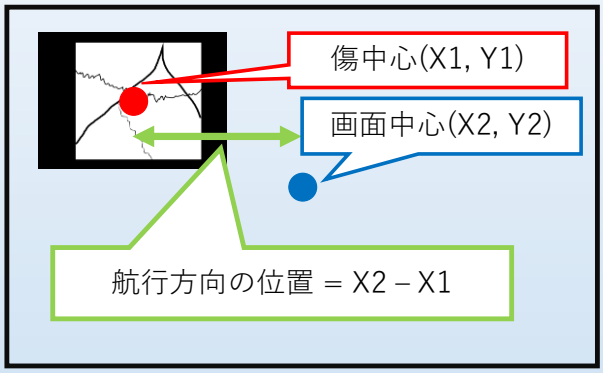
図 2　機体制御を行う方向

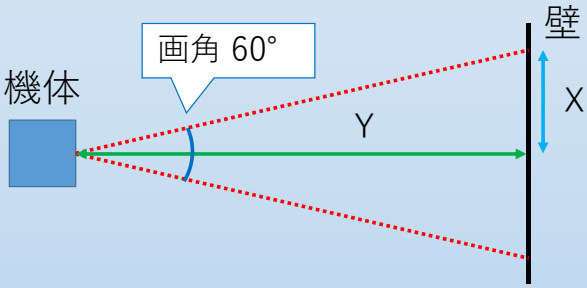
距離・航行方向は画像処理を用いて，深度方向は深度センサにて機体の位置取得を行う．

海中静止制御

・画像処理

カメラ画像を 2 値化やエッジ検出などの加工処理を施し，「傷」を識別する．「傷」画像の中心と画像全体の中心からのずれで航行方向の位置を取得する．また，三角比を利用して距離方向の位置を求める（図 3）．





$$Y(\text{距離方向}) = \frac{X}{\tan 30^\circ} = \sqrt{3}X$$

図 3　航行・距離方向の距離の算出

・潜水スラスタ制御

深度センサより，今現在の深さを測定し，自律モード切替時点の深さと比較を行うことで深度方向の PID 制御を行う。

・航行スラスタ制御

画像処理で求めた機体の距離方向・航行方向の位置から PID 制御を行い，航行スラスタの制御を行う．

NOKAIDAI 沖縄職業能力開発大学校

知能計測チャレンジ（AUV タスク）

TEAM　OPC-a

サーターアダムスキー

1. 概要

ジャイロセンサを使用して機体の姿勢を推定し,その姿勢における加速度の積分により,自己位置測位を行う.

2. 想像図

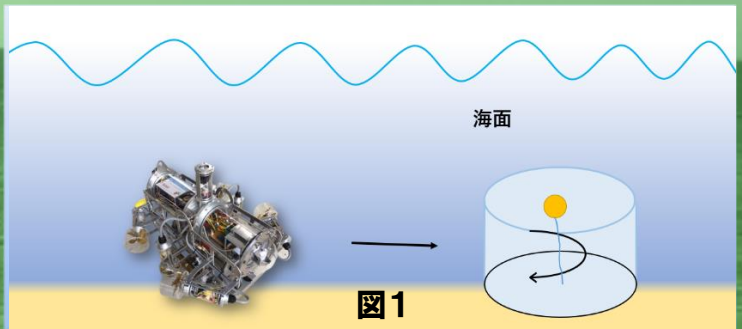


図1

3. 海中測位技術

目的地の深度制御は水圧センサによる PID 制御を使用するので,ここでは問題の単純化のために,目的地までの2次元平面上での位置測位とする（図2）.

(1) 船体の初期姿勢

船体(センサ)は,バランスの関係で静止状態でも傾いていることが想定されるので,その初期姿勢を求める.

(2) 航行中の船体の姿勢の推定

航行中は,ジャイロセンサの計測値を積分して姿勢の推定を行う.但し,ジャイロセンサの値は,ワールド座標系の軸周りへ変換する必要がある.

(3) ワールド座標系の加速度

ワールド座標系の加速度は,X 軸周り,Y 軸周りの回転を表す回転行列を使って求める.変換値である X 軸,Y 軸の成分を積分することにより速度が求まり,さらに積分することにより, X軸, Y 軸上の位置が求まる.

4. 制御法

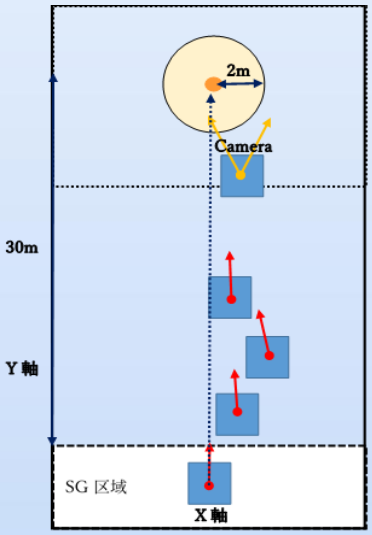


図2

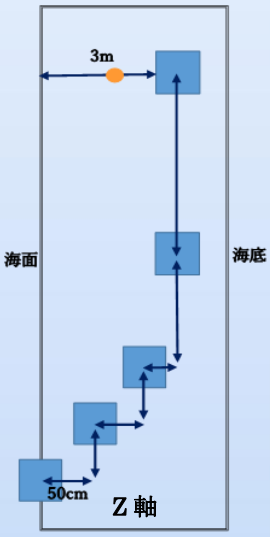


図3

(1) 潜航スラスタの制御

Z 軸方向の制御は水圧センサによる水深 z を

$$z = y * \tan(\tan^{-1}(\frac{3}{30}))$$

の値とした PID 制御で行う.

(2) 行きの航行スラスタの制御

方向制御には最初に取得した地磁気センサの方位を基準とし,PID 制御を行う.
位置測位で X 軸の値が|1.2|以上になった場合は以下の式で方向修正を行う.

$$\text{初期方位角} = \text{初期方位角} - \tan^{-1}(\frac{x}{30-y})$$

(3) 回転と一時停止制御

Y>=30 になったら方位を使用して PID 制御を行いながら 180 度回転する.

(4) 帰りの航行スラスタ制御

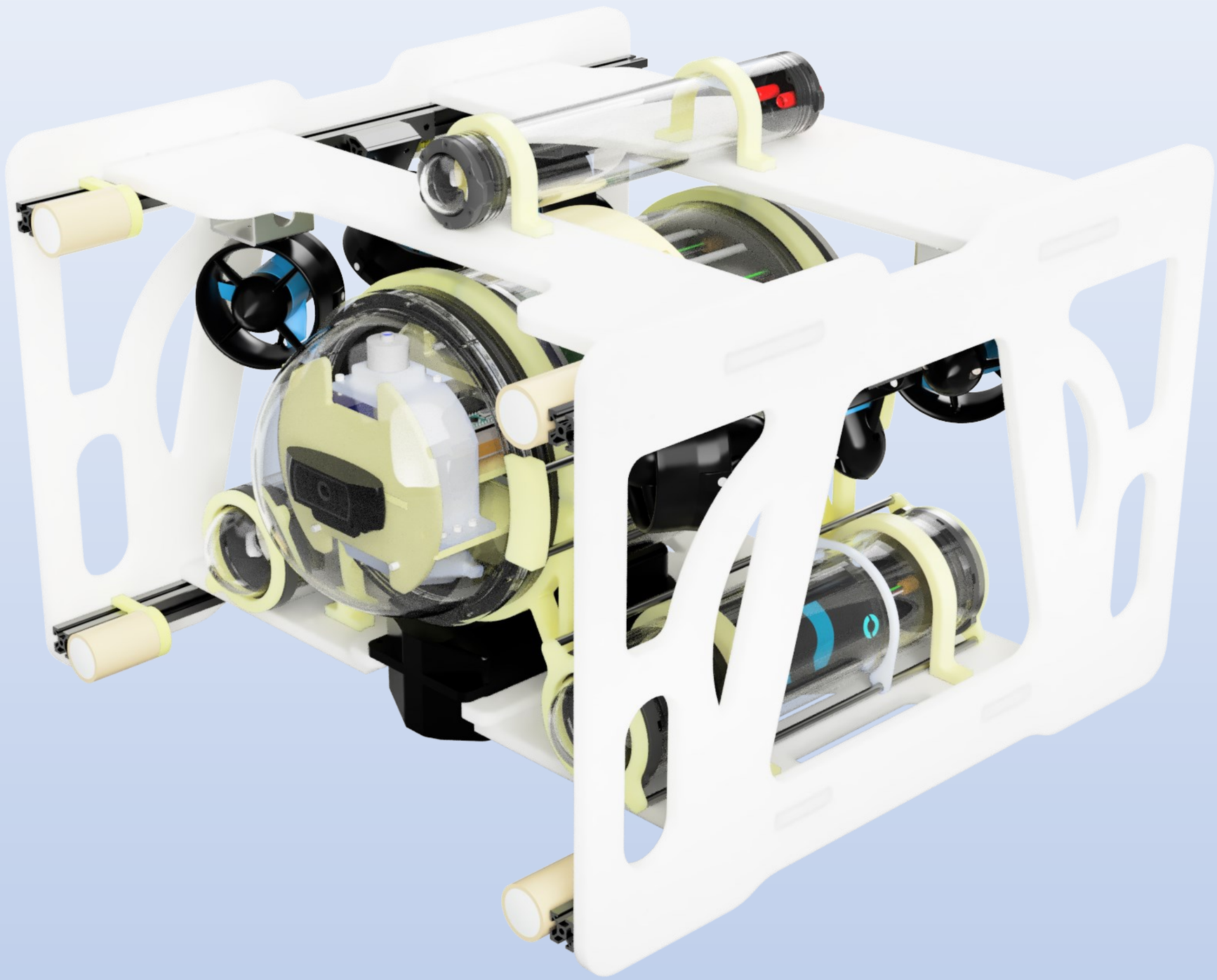
行きのスラスタのロータリエンコーダの総量から,帰りのスラスタの制御量(ロータリエンコーダの総量)を決定し,SG エリアに戻る.

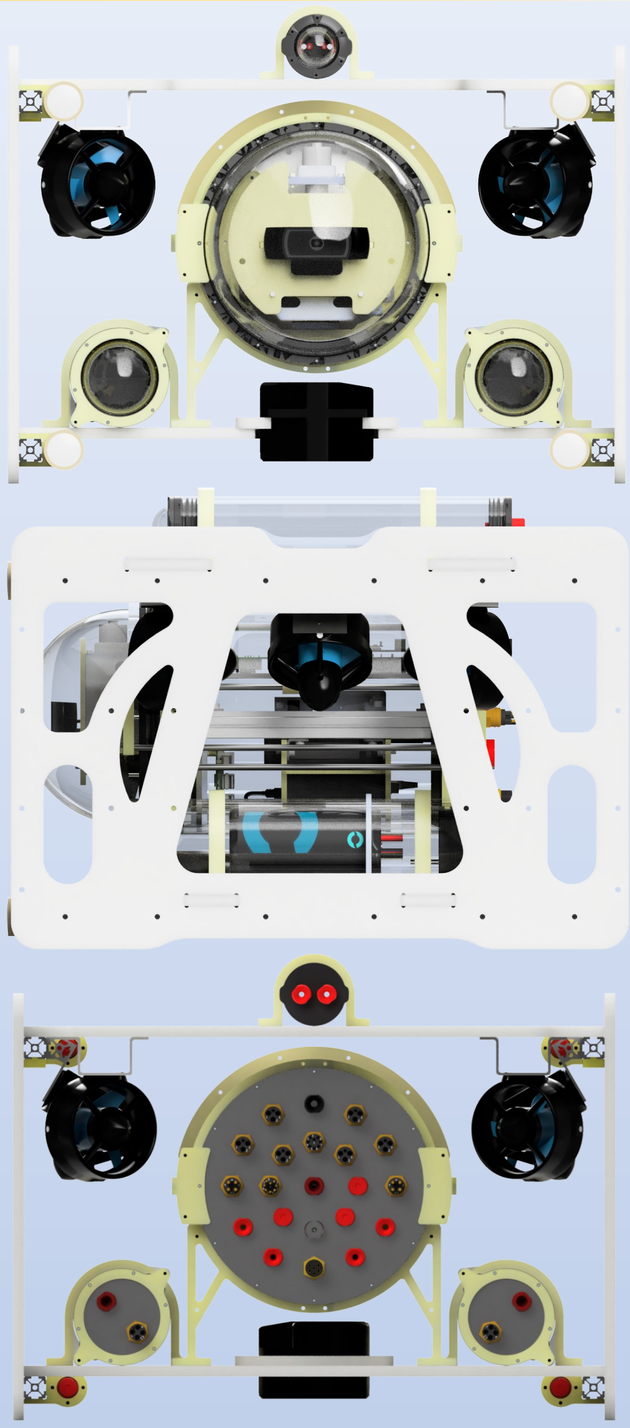
KYUBIC

KYUTECH UNDERWATER ROBOTICS

国立大学法人 九州工業大学

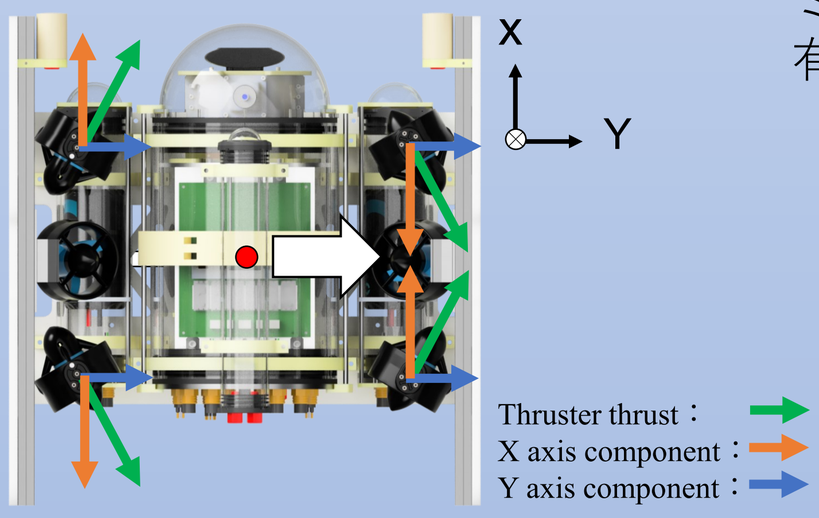
OVERVIEW & FEATURE





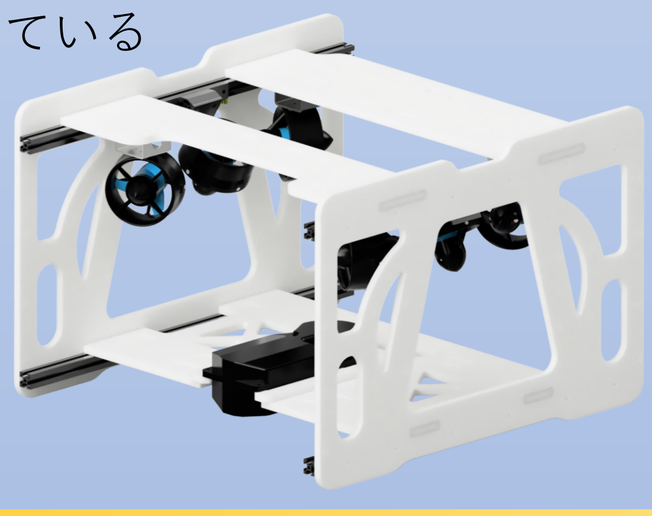
スラスタ配置

6基のスラスタを配置
前後・左右・上下移動が可能



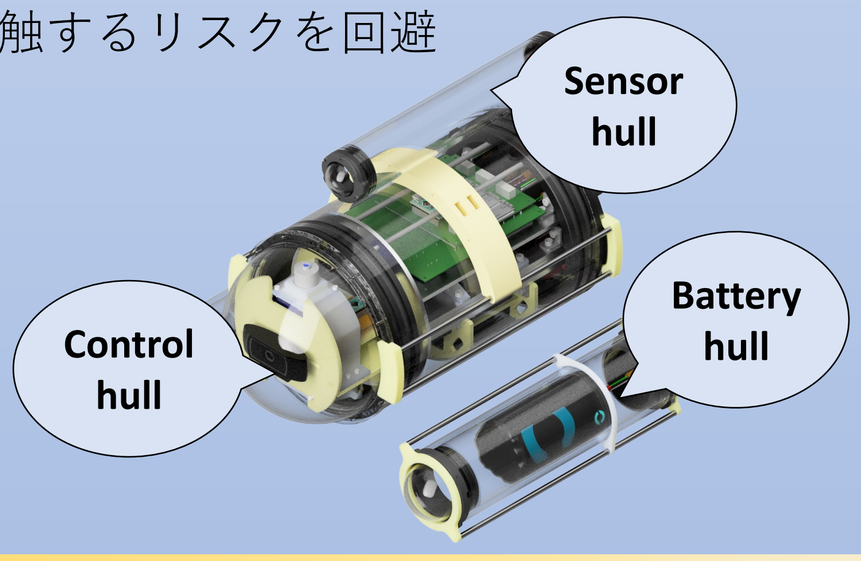
箱型構造

スラスタの保護が可能で
メンテナンス性が向上
ミッションに応じた拡張性も
有している



モジュール化

機能別に耐圧容器をモジュール化
バッテリ交換時に不必要に回路や配線に
接触するリスクを回避



SPECIFICATON & SOFTWARE

Structures	1 x Control hull 2 x Battery hull 1 x Sensor hull (15[m]depth pressure resistant)
Dimensions	H400×W550×L570 [mm]
Weight	32.0 [kg]
Thrusters	6 x Blue Robotics (T200)
Batteries	2 x Li-ion 18 [Ah]

Controller PC	PC:NUC8I7BEH CPU:Intel Core i7-8559U RAM:32GB SSD:2TB
Communication	Ethernet , Wireless LAN Optical LAN
Sensors	2 x USB Camera IMU (CSM-MG100) Depth Sensor (Bar30) DVL (Pathfinder) 4 x Hydrophone (SPUHR5H-SB)

Software

MATLAB & SIMULINK

ROS

□スケジュール及び競技ルール

１．大会スケジュール

11 月 7 日（土）：練習航行、ワークショップ
11 月 8 日（日）：競技会、表彰式

１．１スケジュール詳細

●大会１日目：11 月 7 日（土）スケジュール

受付・開会式・ワークショップ・筐体整備　：宜野湾マリン支援センター（漁港隣接）
試走会場　：宜野湾新漁港（※図 1-1-1）

スケジュール

8：30	受付
9：00	AUV 部門競技説明
	ROV 部門競技説明
	知能・計測チャレンジ部門競技説明
9：30	フリースタイル部門（ビデオ審査）
10：00	筐体検査・練習航行開始
14：30	練習航行終了
15：00	開会式
15：20	スポンサー企業プレゼンテーション
15：50	出走順抽選
16：00	ワークショップ
20：00	筐体整備会場閉館

図 1-1-1　競技会場イメージ（宜野湾新漁港）

●大会２日目：11 月８日（日）スケジュール

競技会場　　：宜野湾新漁港
集合場所・表彰式会場：宜野湾マリン支援センター

※以下のスケジュールは、参加チーム数により変更する場合があります。

9：00　各競技部門で集合（チーム代表者と審判員）

9：45　ROV 競技予選１回目開始（AUV 競技と交互に進行）

チーム点呼 15 分前、入替え時間５分、競技時間５分、撤収時間５分　※予選/決勝とも同様

※参加チーム数：7

〔ROV〕チーム名	点呼	準備	競技	撤収終了
チーム A	9:30	9:40	9:45 － 9:50	9:55
チーム B	9:40	9:50	9:55 － 10:00	10:05
チーム C	9:50	10:00	10:05 － 10:10	10:15
チーム D	10:00	10:10	10:15 － 10:20	10:25
チーム E	10:10	10:20	10:25 － 10:30	10:35
チーム F	10:20	10:30	10:35 － 10:40	10:45
チーム G	10:30	10:40	10:45 － 10:50	10:55

9：50　AUV 競技予選１回目開始（ROV 競技と交互に進行）

チーム点呼 15 分前、入替え時間５分、競技時間５分、撤収時間５分　※予選/決勝とも同様

※参加チーム数：3

〔AUV〕チーム名	点呼	準備	競技	撤収終了
チーム A	9:35	9:45	9:50 － 9:55	10:00
チーム B	9:45	9:55	10:00 － 10:05	10:10
チーム C	9:55	10:05	10:10 － 10:15	10:20

11：00　知能・計測チャレンジ（AUV タスク）競技１回目開始（ROV タスクと交互に進行）

チーム点呼 15 分前、入替え時間５分、競技時間５分、撤収時間５分　※1 回目/2 回目とも同様

※参加チーム数：2

〔知能・計測〕チーム名	点呼	準備	競技	撤収終了
チーム A(AUV タスク)	10:40	10:50	10:55 － 11:00	11:05
チーム B(AUV タスク)	10:50	11:00	11:05 － 11:10	11:15

11：00　知能・計測チャレンジ（ROV タスク）競技１回目開始（AUV タスクと交互に進行）

チーム点呼 15 分前、入替え時間５分、競技時間５分、撤収時間５分　※1 回目/2 回目とも同様

※参加チーム数：1

〔知能・計測〕チーム名	点呼	準備	競技	撤収終了
チーム A(ROV タスク)	10:45	10:55	11:00 － 11:05	11:10

11：15　昼休憩

11：50　昼休憩終了

11：50　ROV 競技予選 2 回目開始（AUV 競技と交互に進行）

〔ROV〕チーム名	点呼	準備	競技	撤収終了
チーム A	11:35	11:45	11:50 - 11:55	12:00
チーム B	11:45	11:55	12:00 - 12:05	12:10
チーム C	11:55	12:05	12:10 - 12:15	12:20
チーム D	12:05	12:15	12:20 - 12:25	12:30
チーム E	12:15	12:25	12:30 - 12:35	12:40
チーム F	12:25	12:35	12:40 - 12:45	12:50
チーム G	12:35	12:45	12:50 - 12:55	13:00

11：55　AUV 競技予選 2 回目開始（ROV 競技と交互に進行）

〔AUV〕チーム名	点呼	準備	競技	撤収終了
チーム A	11:40	11:50	11:55 - 12:00	12:05
チーム B	11:50	12:00	12:05 - 12:10	12:15
チーム C	12:00	12:10	12:15 - 12:20	12:25

13：00　知能・計測チャレンジ（AUV タスク）競技 2 回目開始（ROV タスクと交互に進行）

〔知能・計測〕チーム名	点呼	準備	競技	撤収終了
チーム A(AUV タスク)	12:45	12:55	13:00 - 13:05	13:10
チーム B(AUV タスク)	12:55	13:05	13:10 - 13:15	13:20

13：05　知能・計測チャレンジ（ROV タスク）競技 2 回目開始（AUV タスクと交互に進行）

〔FREE〕チーム名	点呼	準備	演技	撤収終了
チーム A(ROV タスク)	12:50	13:00	13:05 - 13:10	13:15

13：20　AUV 競技決勝戦開始（ROV 競技と交互に進行）

〔AUV〕チーム名	点呼	準備	競技	撤収終了
予選 2 位	13:05	13:15	13:20 - 13:25	13:30
予選 1 位	13:15	13:25	13:30 - 13:35	13:40

13：25　ROV 競技決勝戦開始（AUV 競技と交互に進行）

〔ROV〕チーム名	点呼	準備	競技	撤収終了
予選 2 位	13:10	13:20	13:25 - 13:30	13:35
予選 1 位	13:20	13:30	13:35 - 13:40	13:45

14：50　閉会式

15：20　閉会式終了

２．採点方法

1) 部門ごとに各評価項目の合計得点によって順位付けし、上位チームを最優秀賞、優秀賞として表彰します。

2) AUV 及び ROV 各部門の、得点はワークショップ点、順位点の 2 項目からなり、合計で 100 点満点です。(表 2-1)

表 2-1　AUV 及び ROV の配点

部門＼項目	ワークショップ点	順位点	合計
AUV・ROV	30	70	100

3) フリースタイル部門の得点は、ワークショップ点、ビデオ審査点の 2 項目からなり、合計で 100 点満点です。(表 2-2)

表 2-2　フリースタイルの配点

部門＼項目	ワークショップ点	ビデオ審査点	合計
フリースタイル	50	50	100

4) 知能・計測チャレンジ部門は、ワークショップ点、競技点及び技術解説書の評価点の 3 項目からなり、合計で 100 点 です。(表 2-3)

表 2-3　知能・計測チャレンジ部門の配点

部門＼項目	ワークショップ点	競技点	技術解説書の評価点	合計
知能・計測チャレンジ	20	40	40	100

2.1　ワークショップ点

ポスターセッション（ポスターとともにロボット本体をブースに置くこと）によって採点します。ポスターの構成、話し方、わかりやすさ、質疑応答、技術内容等が評価対象です。

ワークショップに参加できない場合は、オンラインによるプレゼンテーションで代替可能とします。

2.2　順位点（AUV 及び ROV 部門）、演技点（フリースタイル部門）及び競技点（知能・計測チャレンジ部門）

1)　順位点（AUV 部門及び ROV 部門）

AUV 及び ROV 部門では、予選の 1 回目及び 2 回目の獲得点数平均を表 2-4 に基づき順位付けし、上位 2 チームで決勝戦を行います（3 位以下のチームについては予選の結果、2 位以上のチームについては決勝戦の結果により順位点が決まります。)。すべてのチームが 0 点の場合は、決勝戦は行いません。決勝戦を行わない場合、最優秀賞、優秀賞の対象外となります。

また、AUV 部門では、表 4-2-1 の課題番号 2 もしくは 4 の課題をクリアしなければ決勝戦には進出できません。(AUV の特性上、潜行航行を必ず行ってください。)

決勝戦は、原則、予選結果を考慮せず決勝戦の得点のみで順位付けを行います。

ルールに違反した場合は、失格を含めて審判員で判断します。

表 2-4　順位点の決定方法

競技の順位	順位点
1 位	70 点
2 位	50 点
3 位	40 点
4 位	35 点
5 位以下	30 点
課題を全くクリアできなかった場合	0 点

※同点時の取り扱いについて

AUV 部門

・予選

同点の場合、「4.2.1AUV 部門競技（2）AUV 部門得点基準（p.11）」表 4-2-1 課題番号 2 もしくは 4 において、最短時間で課題をクリアしたチームを上位とします。

・決勝

同点の場合、予選と同様の評価基準で順位付けをします。それでも同点の場合は予選の順位が高いチームが上位とする。

ROV 部門

・予選

①予選 1 回の試技で得点が多いチームを上位とします。

②①で同点の場合、予選において得点の多い試技における 1 個目の判読対象を読み取り、報告用紙へ記入した時間が早い方を上位とします。時間が等しい場合には、同様に 2 個目、3 個目、4 個目の時間を比較します。（時間は審判員のストップウオッチで計測した値）なお、順位が決まらない場合は低得点の試技について同様に比較します。

※②の際、予選の 2 回の試技が満点のチーム同士については、2 回の試技において、すべての判読が終了（課題クリア）した時間の合計を比較し、短いチームを上位とします。

・決勝

①決勝の競技内容を予選と同様の評価基準で順位付けをします。

②決勝で２チームとも無得点の場合、予選の順位が高いチームを上位とします。

2)　ビデオ審査点（フリースタイル部門）

フリースタイル部門は、ビデオ審査により採点を行います。採点内容は、以下に示すとおりです。

技術力：20 点（コンセプトに沿った筐体になっているか）

実現力：30 点（コンセプトに沿った動作を実現できたか）

3)　競技点（知能・計測チャレンジ部門）

知能・計測チャレンジ部門は、1 回目及び 2 回目の競技に対して採点を行い、その平均点を競技点とします。採点内容は、「4.2.4　知能・計測チャレンジ部門」を参照してください。

なお、競技点が 0 点の場合は、最優秀賞、優秀賞の対象外となります。

2.3　技術解説書の評価点

知能・計測チャレンジ部門では、ロボットの海中静止または位置計測技術のどちらかについて、機能実現のために用いた技術をレポートにまとめ提出していただきます。(A4 レポート用紙 5 ページ以内で、フォントサイズを 10.5 ポイント以上、上下左右の余白を 15㎜ 以上相当にしてください。)

なお、以下の項目を必ず記載してください。

①タイトル
②チーム名とメンバー氏名
③実装した技術（海中静止技術または海中測位技術）
④技術の説明
⑤技術の実装方法（ハード、ソフト）
⑥技術の事前試験方法
⑦完成度を高めるために施した工夫
⑧競技で注目してほしい点

表 2-5　技術解説書の評価点

評価項目	評価点
技術の理解度	10 点
技術のレベル	10 点
オリジナリティ	10 点
レポートの出来	10 点

３．ワークショップ（各部門共通）

ワークショップは、ポスターセッション形式とします。ポスターセッションでは、ポスターとともにロボット本体をブースに置いてください（机：1800㎜×500㎜)。採点者が各ブースを回ります。採点者に各チームより説明を行っていただきます。評価内容は、ポスターの構成、話し方、わかりやすさ、質疑応答、技術内容等です。

1)　A1 縦一枚（片面）のポスターにて出場ロボットの技術内容やオリジナリティをアピールしてください。ポスターの作成にあたっては、大会公式サイトの作成例を参考にしてください。
2)　ブースに電源を一口用意します。パソコンを併用したプレゼンテーションも可能です。

４．競技部門

４．１　ロボットの仕様

〔共通〕

1)　**形式**：完成された市販品以外のものとします。（ただし、知能・計測チャレンジ部門は除く）

2)　**制御方式**：AUV 競技は自律制御方式のみとします。ただし、スタート位置までの移動に無線による遠隔制御を用いることは可能です。ROV 競技は遠隔操作方式とします。

3)　**無線**：市販のラジコン用プロポを使用する場合は、ホビー用ラジコン（模型ボート、ラジコンカー等）に割り当てられた周波数に限るものとし、産業用ラジコンの周波数は使用しないで下さい。周波数関連は、大会公式サイトを参照してください。

4)　**質量**：45kg 未満で製作してください。

5)　**サイズ**：図 4-1-1 の寸法以下で製作してください。

6)　**電池**:2 次電池を利用する際は、短絡時の安全対策(ヒューズ･ブレーカ等)を必ず施してください。リチウムイオン電池を使用しているチームは、動作しなくなった海洋ロボットを引き上げて耐圧容器を開放する際には十分な注意を払い、万一異臭がする場合は開放を中止し、消火方法について事務局の指示を仰いでください。

7)　**電池の充電**：密閉状態で 2 次電池を充電しないでください。特にリチウム系電池は危険性が高いので、十分注意してください。

8)　**汚染対策**：油漏れがある等、海を汚す恐れのあるロボットは競技に出場できません。通常の O リングであれば問題ありませんが、疑義があるようならば事前にご相談ください。ロボットにシリコンオイル等を使用する場合，入水時に極力油分を取り除いてください。

9)　**搬入出**：クレーンを使わずに、ダイバーによって海への展開・揚収ができる筐体としてください。危険が及ぶ恐れがある場合、当日のルール担当者の判断により搬入を認めない場合もありますので、疑義があるようならば事前にご相談ください。なお、ダイバーを含む運営スタッフはウェットスーツ（黒色）を着用しますので、ご留意ください。

10)　**漏電対策**：筐体に漏電対策を施してください。

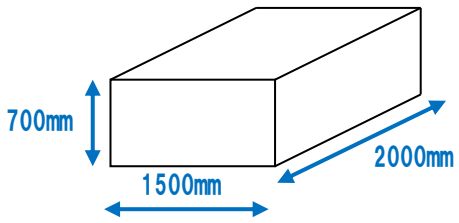


図 4-1-1　筐体許容寸法

〔AUV 部門〕

1)　**安全帯の設置**：競技区域付近で漁船の往来が予想されるため、事故防止の観点から、海面上で筐体の位置が把握でき、コースアウトした際にはダイバーが安全に筐体を捕まえられるように安全帯を設置してください。（図 4-1-2）

※安全帯は、「浮き」と「紐類」で構成され、「浮き」の大きさは約φ40mm 以上とし、「紐類」は、ダイバーが掴んでも切れない強度を持つ素材で、筐体と浮きの距離を 500mm 以上とする長さとします。

2)**GPS,Wi-Fi の設置**：GPS,Wi-Fi を搭載する場合は、筐体潜行時に筐体と一緒に沈む箇所に設置してください。GPS,Wi-Fi を設置した「浮き」を常に海上に浮かせる方法は認められません。ただし、ASV(洋上自律中継器、洋上自律探索器、自立型洋上航走体等)による筐体への指示は可能です。

3) **筐体確認用目印の貼付**：筐体検査完了時に黄色のテープを渡しますので、筐体の基準位置としたい場所に貼り付けてください。

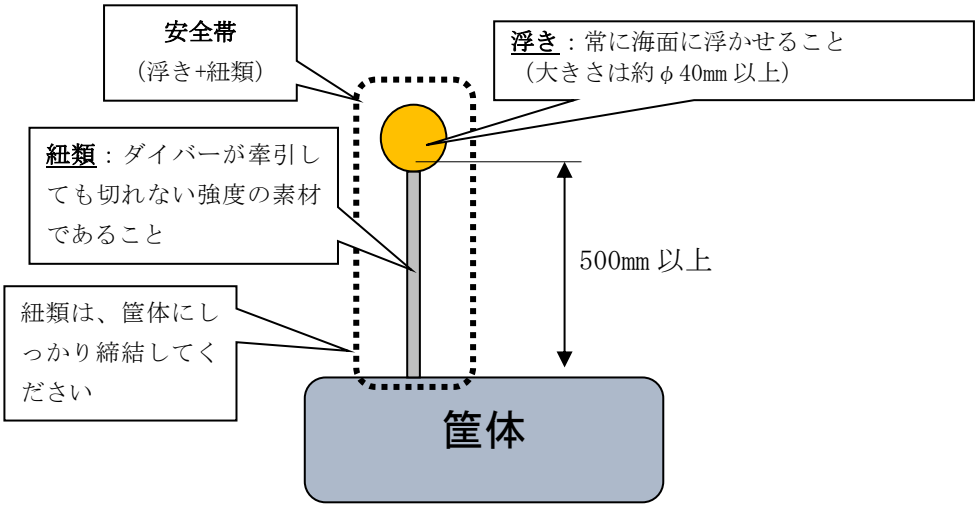


図 4-1-2　安全帯

4) スラスタの回転部が露出している場合は、必ずカバー等で覆ってください。

〔ROV 部門〕

1) **電力供給**：テザーケーブルで電力を供給する場合は、申込時に最大電力量を申請してください。（発電機にて AC100V 電源を用意します。）
2) **テザーケーブル：**競技内容に合わせて準備してください。（ケーブル推奨 40m 以上）

〔知能・計測チャレンジ部門〕

1) 形式：筐体として完成された市販品を利用しても構いません。ただし、知能に関わるソフトウェアはオリジナルでなければなりません。
2) ROV タスクは HDMI 端子（タイプ A（メス））または VGA 端子（D-Sub15 ピン（メス））から映像を出力できる仕様にしてください。

４．２　AUV 及び ROV 部門競技、フリースタイル部門演技及び知能・計測チャレンジ部門競技ルール

〔共通〕

1)　各チームは開始予定時刻までにスタート準備を完了していてください。

2)　ロボットトラブル等による演技直前の順番入れ替えは認められません。

3)　競技時間は、各部門とも５分です。

4)　不具合により競技（演技）の継続が難しくなった場合には、ダイバーヘルプ（ダイバーによる支援）によって復帰することが可能ですが、スタート地点からの再スタートとなります。

〔共通注意事項〕

5)　筐体検査を、大会１日目の練習航行前に行います。「4.1 ロボットの仕様」に基づいた筐体検査に合格しない場合、航行は認められません。

6)　海底までの深さ（水深）は、最大 3.5m程度あります。

7)　コースを動かしてしまった場合、ルール担当者の判断でダイバーにより強制的に筐体をスタート地点に戻した後に、再スタートとなることがあります。
(ブイやゲートを揺らしても構いませんが、アンカーを動かしてはいけません。)

8)　競技コースは、自然環境（波、風等）の影響で随時条件が変化します。

9)　図 4-2-1 及び図 4-2-2 は、あくまでもイメージです。正確な配置は当日の会場で確認してください。

10)　ルールに違反した場合は、ルール担当者が失格を含めて処遇を判断します。

11)　雨天時に備えて雨からパソコンを保護する対策を施してください。

12)　競技進行上の都合により、AUV 部門と ROV 部門に同一筐体でエントリーすることは原則禁止とします。ただし、AUV 部門と知能・計測チャレンジ部門（AUV タスク）、ROV 部門と知能・計測チャレンジ部門（ROV タスク）に同一筐体でエントリーすることは可能です。

４．２．１　AUV 部門競技

(1)　AUV 部門　競技概要

①スタート・ゴール区域（以下、SG 区域とします）の中央付近からスタートし、潜水浮上区域で潜水します。②潜行区域では、潜行したまま海上航行区域まで到達したら一旦浮上します。そして、③再度潜水し、④潜行区域では、潜行したまま潜水浮上区域まで進みます。⑤潜水浮上区域では、浮上し SG 区域へ海上航行して戻って来てください。各課題クリアによる獲得点数を競います。

1)　競技は、全チームが対象となる予選と、予選上位２チームによる決勝で構成されます。

2)　予選は各チームが同一コースを１回ずつ（計２回）競技し、決勝は予選と同じコースを１回のみ競技します。

3)　競技は、１チームずつ順番に行います。

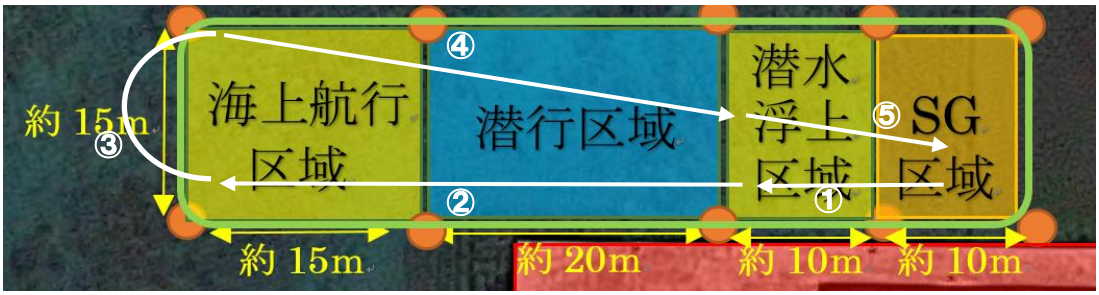


図 4-2-1　AUV 競技エリア及び競技コース航行例

(2)　AUV 部門　得点基準

1)　課題クリアは、表 4-2-1 の内容により得点が加算されます。

※1　課題番号 2 の「潜航航行」の定義は、海面から海中へ移動し筐体最上面が海面上に現れないことです。

※2　課題番号 3 の「浮上」の定義は、海中から海面へ移動し筐体最上面が海面上に現れることです。

2) ゴールライン等の通過を判断する際は筐体検査時に申告された目印を基準にします。

表 4-2-1　課題クリアによる得点

課題番号	課題内容	得点
1	①で SG 区域から潜水浮上区域へ海上航行	15 点
2	②潜航航行（潜航時間計測）	25 点
3	③海上航行区域内で浮上	20 点
4	④潜航航行（潜航時間計測）	25 点
5	⑤で潜水浮上区域から SG 区域へ海上航行	15 点

(3)　AUV 部門　競技条件

1)　課題クリアの条件は、スタート地点から自律制御が継続していることです。

2)　スタート地点までは、各チーム自律航行もしくは地上からの無線による遠隔操縦で進んでください。

3)　スタートは、SG 区域の中央付近からになります。潜航区域に入るときには、潜水していなければなりません。

4)　潜航区域であっても安全帯の浮きは海上に浮遊させてください。

5)　SG 区域、潜水浮上区域及び海上航行区域では、海上航行してください。(その他の区域では潜行航行してください。)

6)　海上航行区域から潜行区域に入るときには、潜水していなければなりません。

7)　潜行区域内での浮上は、1 回のみ認めます。ただし、その際に海上航行は行わないでください。2 回以上の浮上及び海上航行を行った場合、その課題の得点は得られませんので注意してください。

8)　コースアウト(コース外へ侵入)した場合、ルール担当者の判断でダイバーにより筐体を強制的にスタート位置に戻します。ただし、それまでの得点は保持されます。

9)　表 4-2-1 の課題番号 2 及び 4 において時間計測を行います。(同点時の順位付けに使用します。同点時の取り扱いについては、「2.2　順位点及び演技点 1) AUV 部門、ROV 部門 (p.5)」を参照してください。)

４．２．２　ROV 部門競技

(1)　ROV 部門　競技概要

区域内に設置された４つの目標物(図 4-2-5a, b)の判読対象の読み取り数を競います。

1)　競技は、全チームが対象となる予選と、予選上位 2 チームによる決勝で構成されます。

2)　予選は各チームが同一コースを 1 回ずつ（計 2 回）競技し、決勝は予選と同じコースを 1 回のみ競技します。

3)　競技は、1 チームずつ順番に行います。

4)　スタート地点は水際付近に指定された位置とします。スタート地点までは、各チーム自らの操縦により海上航行で移動して下さい。

5) ブイの間隔は、約 5m×約 20m（図 4-2-3）とし、ROV コース内に図 4-2-5 の目標物が４つ設置されているので、各目標物の判読対象を読み取ることで得点が入ります。
潮位に応じて長手方向の距離が数 m 変化します。

6) 判読対象は次の２つから構成されます。
① 番号表　　指定された位置の数字を読み取ります。（例 C-3 → 16）
表の大きさは 15cm 角程度（表 4-2-2）
② QR コード　　QR コードに隠されたことばを読み取ります。（図 4-2-5）

7) 予選・決勝では、競技開始時点で各チームに目標物（例：目標物①、②、③、④）と判読対象の位置番号（例：R１、R２、R３、R４）と番号表の読み取り位置を指示します。（図 4-2-4）（図 4-2-5a, b）
※例えば、「目標物①の R１」、「目標物③の R4 の C-3」等の指示とします。
指示された判読対象を読み取ってください。（図 4-2-6）

8) 判読対象から読み取った情報は、報告専用用紙に記入してください。１つ判読対象を読み取るごとに、記入が終了した時点の経過時間を審判員が記録します。競技時間終了後、テント内の審判員に報告専用用紙を提出してください。

図 4-2-2　操作者用テントイメージ

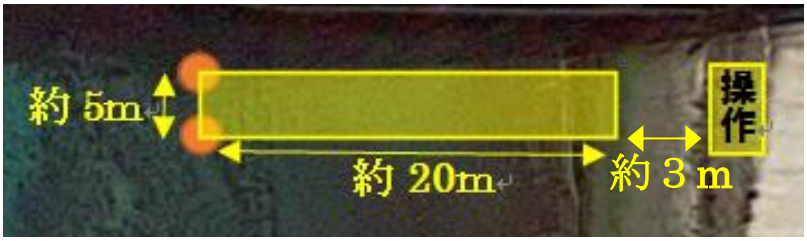


図 4-2-3　ROV 競技エリア及び競技区域

表 4-2-2　番号表例

	A	B	C	D	E
1	97	73	95	16	62
2	18	23	82	75	78
3	45	85	16	41	22
4	81	78	12	45	12
5	28	25	56	16	78

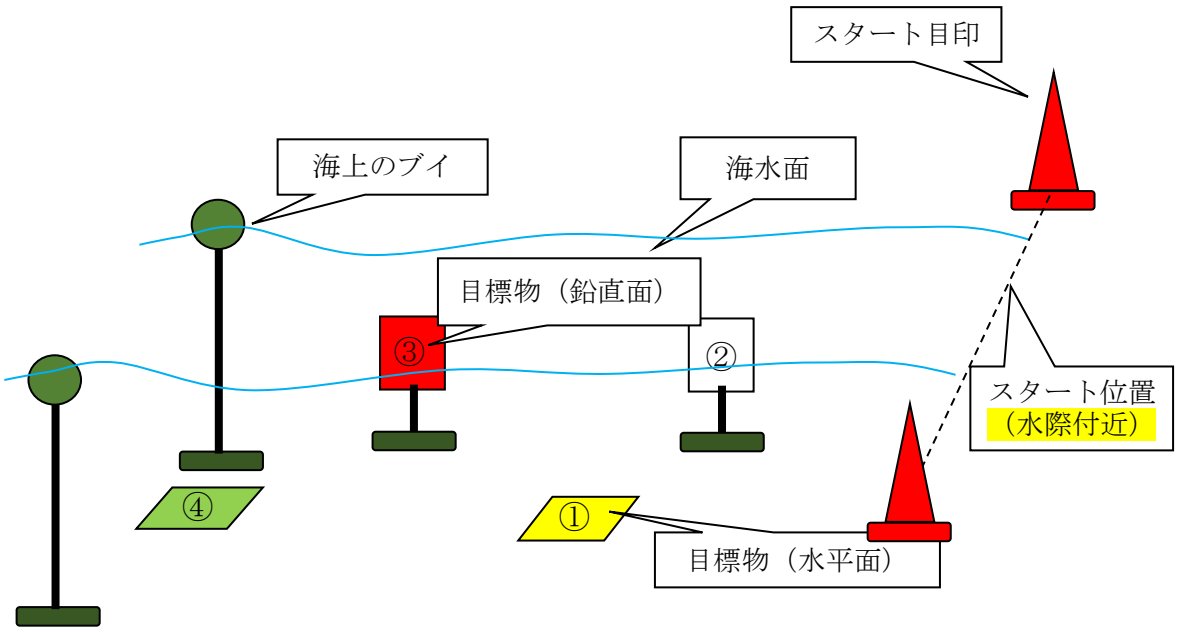


図 4-2-4　目標物配置イメージ

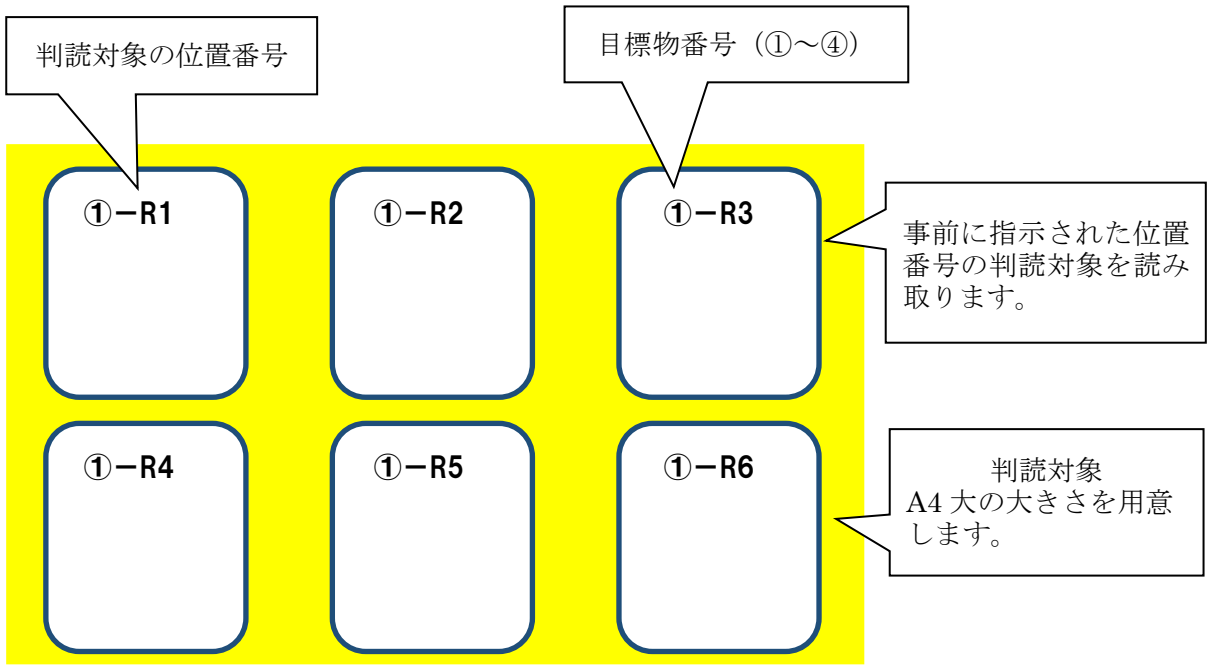


図 4-2-5a　目標物イメージ 1

目標物　背景板の色

目標物①　黄色
目標物②　白色
目標物③　赤色
目標物④　緑色

図 4-2-5b　目標物イメージ 2

図 4-2-6　QR コード読み取りイメージ

(2)　ROV 部門　得点基準

得点は、判読対象を認識すると加算されます。(表 4-2-3)

表 4-2-3　課題クリアによる得点

目標物番号	得点
①	25 点
②	25 点
③	25 点
④	25 点

(3)　ROV 部門　競技条件

1)　スタート地点までは、各チーム地上からの操縦で進んでください。ただし、スタート地点は水際に設置するパイロン位置です。(図 4-2-4)

2)　課題は、目標物番号①→②→③→④の順番でクリアして下さい。

3)　ロボットが競技コースを外れ、AUV 競技に影響があると認められた場合、審判員の判断でダイバーにより筐体を強制的にスタート位置に戻します。

4)　操作用テントに入られるのは 3 人までとし、1 競技中の交替は認められません。

5)　ケーブル調整者は、1 人までとします。ケーブル調整者は、競技中は操作用テントに入ることはできません。

6)　操作者は、操作画面及び海を目視して筐体の操縦を行ってください。(図 4-2-3)
　ただし、ケーブル調整者のみ操作者にヒントを与えることは可とします。

7)　判読対象の読み取りは次に示す方法のいずれかで行ってください。

イ　ロボットに読み取り機能を実装する。

ロ　【判読に使用できる画面】上に映し出された映像から読み取る。
　QR コードを各チームで用意するカメラ付きタブレット PC またはスマートフォン等で画面越しに撮影して認識させてください。(図 4-2-6)

【判読に使用できる画面】

・ロボットのコントローラ上の画面
・審判用 21.5 型ワイドディスプレイ（画面解像度 1920×1080、HDMI 端子（タイプ A（メス））または VGA 端子（D-Sub15 ピン（メス)))
・各チームの持ち込んだディスプレイ

４．２．３　フリースタイル部門演技

フリースタイル部門　ビデオ制作概要

フリースタイル部門では、ビデオを制作し、提出していただきます。ビデオの制作にあたっては以下を参考としてください。

1) ロボットの実機による実演の様子を撮影してください。
2) 実機による実演の様子について、コンセプトおよび機能に基づき説明をしてください。
3) ビデオの時間は５分以内としてください。

４．２．４　知能・計測チャレンジ部門競技

知能計測チャレンジ部門　競技概要

知能・計測チャレンジ部門は、(1)AUV タスク、(2)ROV タスクの２つの競技から構成されます。

1)　演技は、指定された AUV・ROV 競技エリア内で行い、水際から演技を開始します。
2)　操作は審判員が指定するエリアで行ってください。
3)　１チームずつ順番に、所定の時間内で競技を行ってください。

(1) AUV タスク

1) 趣旨

AUV オペレーションで最も問題になるのが、海中位置計測（測位）です。特に浅海用の廉価 AUV にフィットする測位ツールは確立されていません。そこで、このタスクでは新しい海中測位手段を発案し、開発した装置を用いて競技を行っていただきます。

市販のナビゲーション（IMU,DVL,SSBL,LBL）を利用してはなりません。

2) 競技概要

スタートエリアから 30m 離れて設置されたランドマークまで往復するミッションを行います。AUV 部門との差異は、常に AUV は海中を航行することです。その海中航行の深度は、ロボットが突起物も含め完全に水没する深度以深で動かしてください。

なお、ランドマークについては、スタートエリアとランドマーク位置を基準に、半径 2m のサークルの内側が誤差を加味したそのポイントとなります。深度はランドマーク位置の上方で海面から２m 付近に、橙色のブイを設置しますので、そのブイの深度以下とします。なおランドマーク検出のためにブイを使用しても構いません。

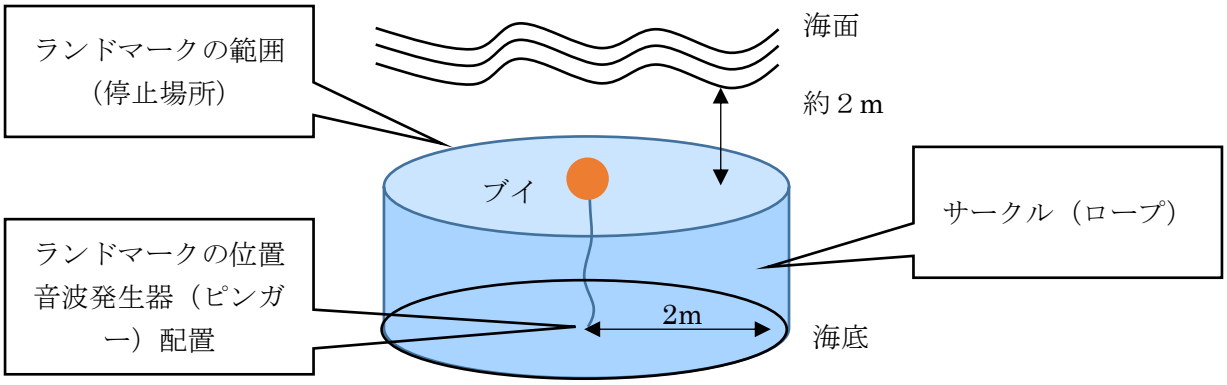


図 4-2-8　「ランドマーク」の範囲について

ランドマークの位置付近に音波発生器（ピンガー）を設置します。発生周波数は、27.211kHz または 21.164kHz とします。ピンガーを使用する場合は使用しない場合と比較して得点が低くなります（詳細は表 4-2-3)。ピンガーの使用・不使用の確認に関しては自己申告とします。

SG 区域の中央付近から出発させた後は、ランドマークで 5 秒以上停止（または着底）し、スタートエリアに向けて戻り、SG 区域で停止（または浮上）します。これを競技時間内に実行します。時間内であれば複数回のトライを認めますが、技術解説書に記載した以外の手法を用いてはなりません。

※停止とは、ポジション保持の制御を行うことではなく、サークル内に入ったことを示すために、AUV が制動をかける等のサークル内に停まる行動を行うことを指します。

3) 得点基準

課題クリアにより、表 4-2-3 の内容により得点が加算されます。

なお、エリア到達判断は、海中設置カメラ映像とダイバーの目視情報に基づく審査員判断とします。

表 4-2-3　課題クリアによる得点（競技点）

課題番号	課題内容	得点（ピンガー使用）	得点（ピンガー不使用）
1	ランドマークに到達した	10 点	20 点
2	ランドマークの範囲に 5 秒以上静止	5 点	10 点
3	AUV 部門の課題 1 および 2 の達成後、SG 区域に戻り、浮上停止	5 点	10 点

(2) ROV タスク

1) 趣旨

ROV の実用で問題になるひとつが、波や潮流という外乱がある環境下において、観測対象を安定して見続けられないことです。そこで、このタスクではハードウェア（例えば、スラスタ配置とベクトル方向）とソフトウェア技術（PID やロバスト制御等の組み合わせ）を駆使して、より高度な自律的運動制御手法を開発してもらいます。

なお、位置と姿勢の保持のために利用する情報に制限はありません。

2) 競技概要

指定された海中の壁面に設置された「(疑似) 傷」まで遠隔操縦で接近し、カメラで「傷」を捉えたら自律運動制御を開始します。30 秒間安定した観測を行った後、自律制御を解除します。10 秒間のオフ期間を置いたのち、再び自律観測を行います。この動作を 3 回繰り返します。

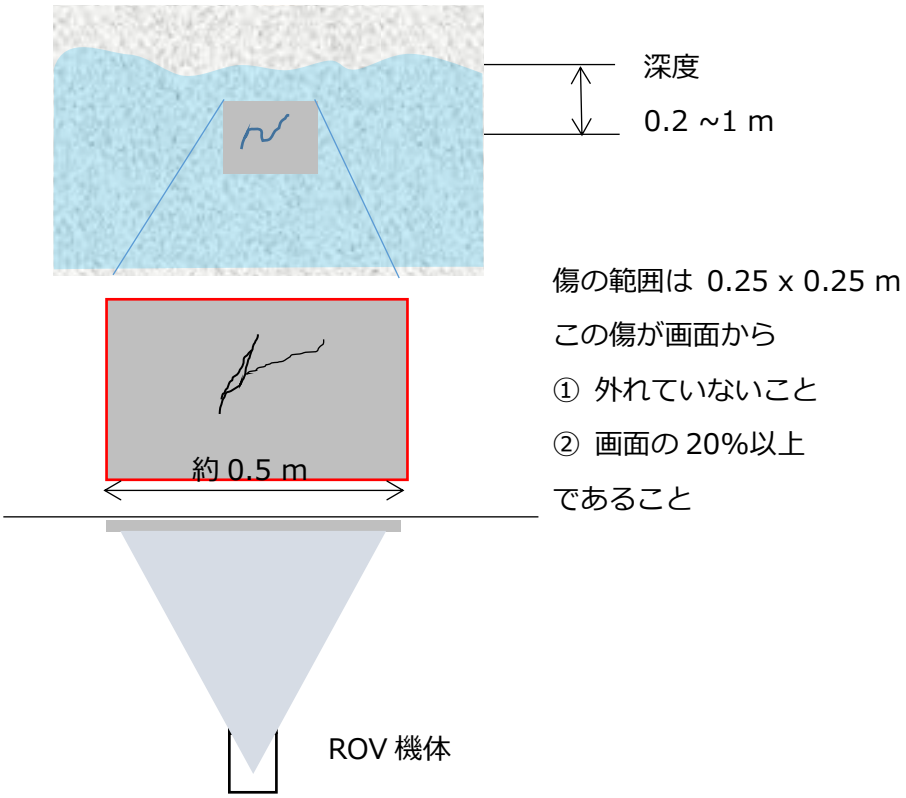


図 4-2-7 「(疑似傷)」の撮影イメージ

3) 得点基準

課題クリアにより、表 4-2-4 のとおり得点となります。傷を映している画面を審査用モニタ（HDMI 端子（タイプ A（メス））または VGA 端子（D-Sub15 ピン（メス）））に出力するとともに、映像を録画してください。審査員が画面を見て、範囲、大きさ、時間を判断します。

表 4-2-4 課題クリアによる得点（競技点）

課題番号	課題内容	得点
1	30 秒間補足 1 回目	20 点
2	30 秒間補足 2 回目と 3 回目	各 10 点

５．FAQ

Q1 ：会場のテントは、大会側で用意してもらえると理解していいですか？

運営側にて、競技チーム分用意します。

Q2 ：会場でトランシーバを使用した相互連絡は可能でしょうか？

ROV 部門については、海底探査作業をイメージしており、操作者が機体に装備したカメラやセンサ等からの情報を基に対象物を探すことを前提にしています。状況を高い位置から俯瞰する者が位置情報を与える状況は、海底探査作業の趣旨を逸脱するため望ましくないとの判断から、競技中のトランシーバ等の使用を不可としています。

しかしながら、競技が難し過ぎることを考慮し、操作テント前にいるケーブル調整者が自らの視覚で得た情報をもとに操作者に助言することは許可しています。

Q3 ：ドローンを製作しており競技の際、飛行を考えていますが、飛行可能でしょうか？

ドローンの飛行は、宜野湾新漁港が人口集中地区となっており国土交通省の許可が必要です。ただし、申請はこちらでなく各競技者側で申請する必要があります。国土交通省のサイトをご参照して、申請してください。

なお、ドローンのアプリケーションによっては飛行範囲が独自に設定されていることがありますので、ご注意ください。

Q4 ：AUV 部門のコースの領域枠に沿って設置しているブイの位置は GPS などで運営側からのデータ提供はありますか？

コース領域枠はあくまでも目安となります。そのためブイの位置は GPS 等による測量は行いません。競技前日の練習航行の際に設置されているものをご確認ください。

Q5 ：AUV 部門の安全帯は、大会側が用意していただけるでしょうか？

安全帯は、各チームにてルールに範囲内で用意してください。

Q6 ：知能・計測チャレンジ部門について、AUV タスクと ROV タスクの両方に参加する必要があるのでしょうか。両方に参加する必要がある場合、異なる筐体で参加することは可能でしょうか。

知能・計測チャレンジ部門は、どちらかのタスクを選択いただき参加する部門となりますので、両方のタスクに参加する必要はございません。異なる筐体でそれぞれのタスクに参加（別チームとして参加）することは可能です。

Q7 ：ROV タスクで認識する（疑似）傷のサンプル画像についてですが、事前提供の予定はございますか。

web ページにて公開します。

Q8 ：AUV タスクのランドマークについてはどのようなものになりますか。

ランドマークとして、ロープでサークルを作り、土嚢袋で押さえて海底に固定する予定です。詳細は４．２．４の(1) AUV タスクの２）競技概要をご覧ください。

Q9 :知能・計測チャレンジ部門と他部門を同一の筐体で参加予定です。出走順については配慮いただけるのでしょうか。

出走順は公平を期すため抽選どおりとなります。抽選結果によっては、連続して競技を行うことになりますのでご留意ください。

Q10 :ROV 部門における操作卓のサイズを教えてください。

1800㎜×600㎜を予定しております。

Q11 :一般の方も見学は可能でしょうか。

今年度は新型コロナウイルス感染症拡大防止の観点から、一般の方の見学はご遠慮いただくよう、お願いいたします。

Q12 :ROV 部門の操作ケーブルはどの程度の長さを想定すればよろしいでしょうか。

50ｍ程度の長さであれば足ります。

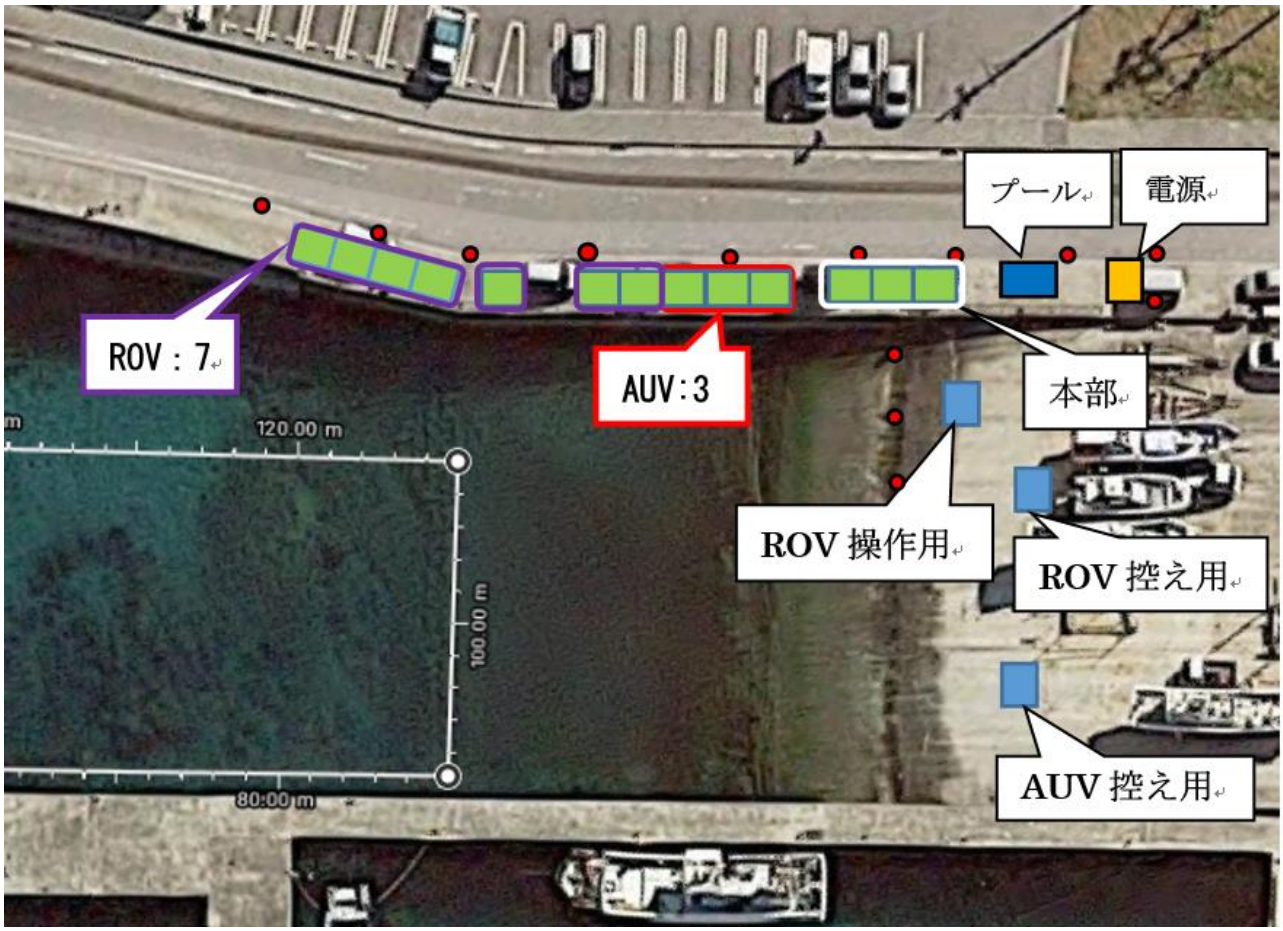
Q13 :大会事務局より貸与いただける機材として、どのようなものがございますか。

簡易テント（2.5ｍ×2.5ｍ）１張、長机（1800×600ｍｍサイズ）１台、椅子２脚を各チームにお貸しいたします。テント下での作業用として、ブルーシート１枚（1.8m×1.8m 程度）を各チームで準備することをお勧めします。（昨年度までは無償供与しておりましたが、今年度からは必要な場合、各チームでご準備ください。）そのほか、台車を用意いたしますので、ロボットの搬送等で必要なチームは事務局にお申し出ください

Q14 :知能・計測チャレンジ部門の技術レポートは大会当日に持参すればよいのでしょうか。

技術レポートの提出は【10 月 30 日（金）17 時】までに、大会事務局あてに提出をお願いいたします。提出先については、追ってご連絡いたします。

□テント配置図



1. 全チーム共通

・出場チーム用のテント、椅子、机の設営作業は、各チームで行ってください。
・競技日（11/8）に配布するテントは「2.5m×2.5m」の簡易テントです。
・テントが風で飛ばされないように、錘や荷物等で固定して下さい。
・常時、車の出入りがあるため、周囲に注意を払って、往来してください。
・競技日（11/8）は、机や椅子も配布します。
・使用器具は、レンタル品です。損傷しないよう丁寧に扱ってください。
・テントを歩道に沿って設営するため、テントが道路をはみ出ないように設置してください。
（歩道幅2.7mに対してテント幅2.5m）

両面コピー用調整ページ

― 協賛企業一覧 ―

次の企業様より多くの協賛金をいただきました。心より感謝申し上げます。

プラチナスポンサー

J-FiT

MITSUBOSHI

ゴールドスポンサー

広和株式会社
MARINE SYSTEM
KOWA MARINE

シルバースポンサー

日本水中ドローン協会
Japan Underwater Drone Association

space one

協力企業

極東建設株式会社