



第8回 沖縄海洋ロボットコンペティション ガイドブック ver.1.0

□実施要綱	1 p
□会場	3 p
□参加者一覧	5 p
□スケジュール・競技ルール	7 p
□テント配置図	24 p
□ロボット概要	27 p
□協賛企業一覧	裏表紙

日時：2022年11月19日（土）20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：日本海洋事業（株）、（一社）センサイト協議会

協力：（財）沖縄 IT イノベーション戦略センター

両面コピー用調整ページ

□「第8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8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

①ノーマルタスク

2) ROV

①ノーマルタスク

②知能・計測チャレンジ

3) フリースタイル（オンライン部門）

※フリースタイル部門はオンラインによるプレゼンテーション部門となります。

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

令和4年 11月	19日（土）	開会式・ワークショップ (宜野湾マリン支援センター)
		練習航行 (宜野湾新漁港)
		フリースタイル部門
	20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5日（月）～10月31日（月）

2) ガイドブック用資料提出 11月7日（月）～11月10日（木）12:00

※ 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、ROV 部門ノーマルタスクと知能・計測チャレンジにそれぞれ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オンラインによる評価）

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オンラインによるプレゼンテーション審査とする。
- ・ 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
- ・ 審査員特別賞 (審査委員会の判断による)

2) 表彰式

審査の発表後に実施

□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）



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

1. AUV部門

1-1. AUV部門 ノーマルタスク

No	所属	チーム名	ロボット名
AN1	九州工業大学	Kyutech Underwater Robotics	KYUBIC
AN2	西日本工業大学	西工大眞田研究室	幸村とライムラス
AN3	九州職業能力開発大学校	KPC-AUV	orca-peaceful2
AN4	琉球大学	琉球大学工学部	じんべえ号

2. ROV部門

2-1. ROV部門 ノーマルタスク

No	所属	チーム名	ロボット名
RN1	愛知工業大学	TeamWhite	AIT-MFR11
RN2	愛知工業大学	Team blue	AIT-MSV
RN3	愛知工業大学	AIT 海洋チャレンジ	Cerchio
RN4	福山職業能力開発短期大学校	O-Town20s	KIRYU
RN5	東京工業大学	ロボット技術研究会アクア研	Kurione2
RN6	九州職業能力開発大学校	KPC-ROV	セバスチャン・ミッシェル号
RN7	長崎大学	長崎大学 山本研究室	REMONA
RN8	沖縄職業能力開発大学校	OPC-β	OCTAGON
RN9	広島工業大学・国民大学	Team HIT-KMU	S.E.T.O
RN10	国民大学・広島工業大学	Team KMU-HIT	KROVER
RN11	島根職業能力開発短期大学校	RovStar(ロボスター)	そうりゅうII
RN12	長大とゆかいな大人たち(社会人サークル)	NU Outsiders	ROV☆STAR
RN13	福山職業能力開発短期大学校	ALL BULE	SKYPLANE

2-2. ROV部門 知能・計測チャレンジ

No	所属	チーム名	ロボット名
RC1	長崎大学	長崎大学 山本研究室 知能班	REMONA
RC2	沖縄職業能力開発大学校	OPC-β	OCTAGON
RC3	広島工業大学・国民大学	Team HIT-KMU	S.E.T.O

3. フリースタイル部門

No	所属	チーム名	ロボット名
F1	愛知工業大学	Team Black	AIT-BMR II
F2	愛知工業大学	Aqua Lab	AREMA C2
F3	広島工業大学	HIT-Robotics	J.E.N.O.S
F4	大阪工業大学	OIT-FRJ	pacua
F5		UMA	macaroni

□スケジュール及び競技ルール

11月17日（木）：沖縄海洋ロボコン・海のアバター リゾテック共同展示
（沖縄県宜野湾市真志喜 4-3-1 沖縄コンベンションセンター）
9:00 RESORTECH 出展（会場準備も含む）
13:00 RESORTECH 出展及びシンポジウム
17:00 終了

11月18日（金）：沖縄海洋ロボットコンペティション・シンポジウム
（沖縄県宜野湾市宇地泊 558-18 宜野湾ベイサイド情報センター）
「新しい海洋産業とそれを支える技術」
10:00 会場準備
13:00 開会式
17:00 閉会

1. 大会スケジュール

11月19日（土）：練習航行、ワークショップ
11月20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19日（土）スケジュール（予定）

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
10:00 開会式
10:15 スポンサー企業プレゼンテーション
10:40 出走順抽選
11:00 ワークショップ
12:10 AUV 部門競技説明
ROV 部門競技説明
知能・計測チャレンジタスク 競技説明
13:00 筐体検査・練習航行開始
13:30 フリースタイル部門開始
16:50 練習航行終了
18:30 筐体整備会場閉館

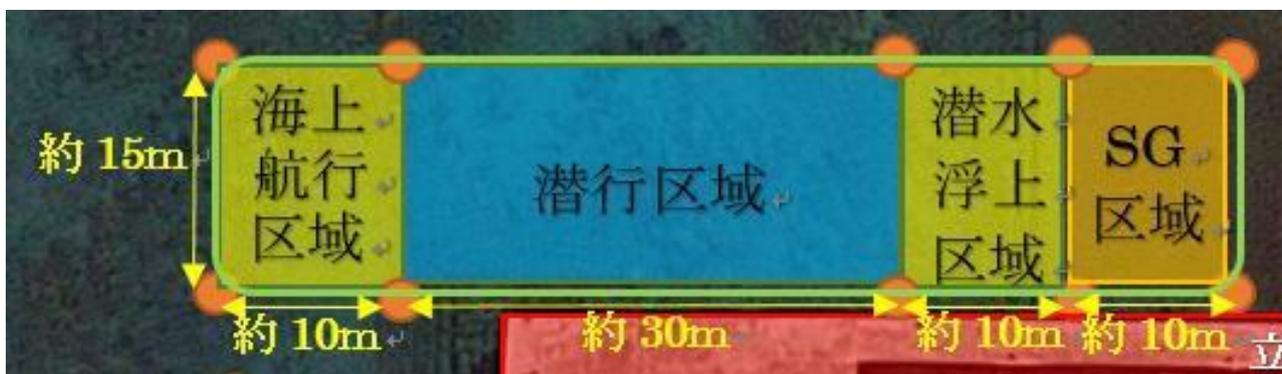


図 1-1-1 競技会場イメージ（宜野湾新漁港）

●大会 2 日目：11 月 20 日（日）スケジュール

競技会場：宜野湾新漁港
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）

10：00 ROV ノーマルタスク競技予選 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：13

[ROV ノーマル] チーム名	点呼	準備	競技	撤収終了
チーム ROV-1	9:45	9:55	10:00 - 10:05	10:10
チーム ROV-2	9:55	10:05	10:10 - 10:15	10:20
チーム ROV-3	10:05	10:15	10:20 - 10:25	10:30
チーム ROV-4	10:15	10:25	10:30 - 10:35	10:40
チーム ROV-5	10:25	10:35	10:40 - 10:45	10:50
チーム ROV-6	10:35	10:45	10:50 - 10:55	11:00
チーム ROV-7	10:45	10:55	11:00 - 11:05	11:10
チーム ROV-8	10:55	11:05	11:10 - 11:15	11:20
チーム ROV-9	11:05	11:15	11:20 - 11:25	11:30
チーム ROV-10	11:15	11:25	11:30 - 11:35	11:40
チーム ROV-11	11:25	11:35	11:40 - 11:45	11:50
チーム ROV-12	11:35	11:45	11:50 - 11:55	12:00
チーム ROV-13	11:45	11:55	12:00 - 12:05	12:10

10：05 AUV ノーマルタスク競技予選 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 10 分、撤収時間 5 分 ※予選/決勝とも同様

※参加チーム数：4

[AUV ノーマル] チーム名	点呼	準備	競技	撤収終了
チーム AUV-1	9:50	10:00	10:05 - 10:15	10:20
チーム AUV-2	10:10	10:20	10:25 - 10:35	10:40
チーム AUV-3	10:30	10:40	10:45 - 10:55	11:00
チーム AUV-4	10:50	11:00	11:05 - 11:15	11:20

11：25 ROV 知能・計測チャレンジ競技 1 回目開始

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 / 2 回目とも同様

※参加チーム数：3

[ROV 知能・計測] チーム名	点呼	準備	競技	撤収終了
チーム ROV 知能-1	11:10	11:20	11:25 - 11:30	11:35
チーム ROV 知能-2	11:20	11:30	11:35 - 11:40	11:45
チーム ROV 知能-3	11:30	11:40	11:45 - 11:50	11:55

12：10 昼休憩

12：30 昼休憩終了

12 : 30 ROV ノーマルタスク競技予選 2 回目開始 (AUV 競技と交互に進行)

[ROV ノーマル] チーム名	点呼	準備	競技	撤収終了
チーム ROV-1	12:15	12:25	12:30 - 12:35	12:40
チーム ROV-2	12:25	12:35	12:40 - 12:45	12:50
チーム ROV-3	12:35	12:45	12:50 - 12:55	13:00
チーム ROV-4	12:45	12:55	13:00 - 13:05	13:10
チーム ROV-5	12:55	13:05	13:10 - 13:15	13:20
チーム ROV-6	13:05	13:15	13:20 - 13:25	13:30
チーム ROV-7	13:15	13:25	13:30 - 13:35	13:40
チーム ROV-8	13:25	13:35	13:40 - 13:45	13:50
チーム ROV-9	13:35	13:45	13:50 - 13:55	14:00
チーム ROV-10	13:45	13:55	14:00 - 14:05	14:10
チーム ROV-11	13:55	14:05	14:10 - 14:15	14:20
チーム ROV-12	14:05	14:15	14:20 - 14:25	14:30
チーム ROV-13	14:15	14:25	14:30 - 14:35	14:40

12 : 35 AUV ノーマルタスク競技予選 2 回目開始 (ROV 競技と交互に進行)

[AUV ノーマル] チーム名	点呼	準備	競技	撤収終了
チーム AUV-1	12:20	12:30	12:35 - 12:45	12:50
チーム AUV-2	12:40	12:50	12:55 - 13:05	13:10
チーム AUV-3	13:00	13:10	13:15 - 13:25	13:30
チーム AUV-4	13:20	13:30	13:35 - 13:45	13:50

13 : 55 ROV 知能・計測チャレンジタスク競技 2 回目開始 (AUV タスクと交互に進行)

[ROV 知能・計測] チーム名	点呼	準備	演技	撤収終了
チーム ROV 知能-1	13:40	13:50	13:55 - 14:00	14:05
チーム ROV 知能-2	13:50	14:00	14:05 - 14:10	14:15
チーム ROV 知能-3	14:00	14:10	14:15 - 14:20	14:25

15 : 00 AUV ノーマルタスク競技決勝戦開始 (ROV 競技と交互に進行)

[AUV ノーマル] チーム名	点呼	準備	競技	撤収終了
予選 2 位	14:45	14:55	15:00 - 15:10	15:15
予選 1 位	15:00	15:10	15:15 - 15:25	15:30

15 : 05 ROV ノーマルタスク競技決勝戦開始 (AUV 競技と交互に進行)

[ROV ノーマル] チーム名	点呼	準備	競技	撤収終了
予選 2 位	14:50	15:00	15:05 - 15:10	15:15
予選 1 位	15:05	15:15	15:20 - 15:25	15:30

16 : 10 表彰式・閉会式

16 : 30 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 各部門のノーマルタスク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) 知能・計測チャレンジはワークショップ点、競技点、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 2-2)

表 2-1 ノーマルタスクの配点

部門	項目	ワーク ショップ点	順位点	合計
	ノーマルタスク	30	70	100

表 2-2 知能・計測チャレンジの配点

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

- 3) フリースタイル部門の得点は、プレゼンテーション点、実機動作点の2項目からなり、合計で100点満点です。(表 2-3) 実機動作については実用性、技術力、独創性、完成度を評価いたします。

表 2-3 フリースタイルの配点

部門	項目	プレゼン テーション点	実機動作点	合計
	フリースタイル	40	60	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。

2.2 プレゼンテーション点(フリースタイル部門)

プレゼンテーションでは、話し方、わかりやすさ、資料、質疑応答が評価対象です。

2.3 順位点(AUV 及び ROV 部門のノーマルタスク)、実機動作点(フリースタイル部門)及び競技点(AUV 及び ROV 部門の知能・計測チャレンジ)

- 1) 順位点(AUV 部門及び ROV 部門のノーマルタスク)

AUV 及び ROV 部門のノーマルタスクでは、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

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 部門ノーマルタスク (2) AUV 部門ノーマルタスク得点基準」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します。

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。

② ①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ォッチで計測した値) 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) 実機動作点 (フリースタイル部門)

実機動作点は、ビデオ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。ビデオは 5 分以内とし、プレゼンテーションに含めてください。

実用性：20 点 (実用性があるか)

技術力：20 点 (実装に高い技術力が要されるか)

独創性：10 点 (独創性や新規性があるか)

完成度：10 点 (要求通りに動作するか)

3) 競技点 (知能・計測チャレンジタスク)

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、「4.3.2 ROV 部門 知能・計測チャレンジ」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。

2.4 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 15mm 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: 1800mm×500mm)。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、大会公式サイトで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、ご注意ください。
- 10) **漏電対策**：筐体に漏電対策を施してください。

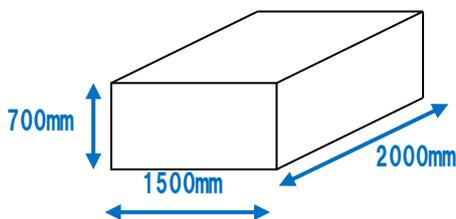


図 4-1-1 筐体許容寸法

[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。

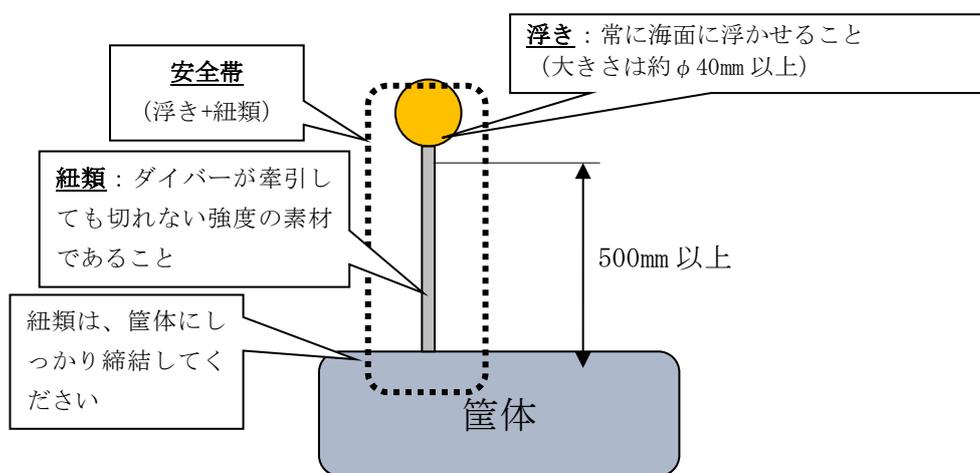


図 4-1-2 安全

- 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]

- 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 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、10 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、同一部門とノーマルタスクと知能・計測チャレンジ部門に同一筐体でエントリーすることは可能です。

4. 2. 1 AUV 部門ノーマルタスク

(1) AUV 部門 ノーマルタスク競技概要

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。

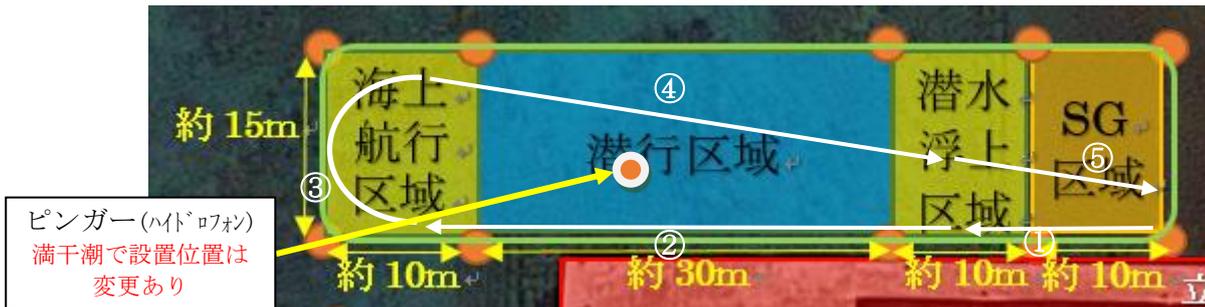


図 4-2-1 AUV 競技エリア及び競技コース

(2) AUV 部門 ノーマルタスク得点基準

- 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
6	独自開発した測位装置や音波受信機等を搭載 ※搭載していることが分かる測定データ等事前提出	10 点
7	ピンガー(ハイドロフォン)の 2m 以内に到達後一時停止	25 点

(3) AUV 部門 ノーマルタスク競技条件

- 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禁止です。ただし、ノーマルミッション終了後に、ピンガー (ハイドロフォン) 探索する場合はこの旨ではありません。
- 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、「2.3 順位点及び演技点 1) AUV 部門及び ROV 部門のノーマルタスク」を参照してください。)
- 10) SG 区域に音波発生器としてピンガー (ハイドロフォン) (発生周波数 : 21kHz、発信波形数 : 5 波、インターバル : 250ms) を設置します。
- 11) 市販のナビゲーション (IMU, DVL, SSBL, LBL) は使用可能とします。
- 12) 独自開発した測位装置や音波受信機等を搭載した機体には加点されます。
- 13) 表 4-2-1 の 7 は、ノーマルミッション途中またはノーマルミッション終了後、再スタートしチャレンジしても良いです。また、一時停止したことはダイバーによる目視にて確認します。
- 14) 今大会は、AUV 部門 知能・計測チャレンジは行いません。

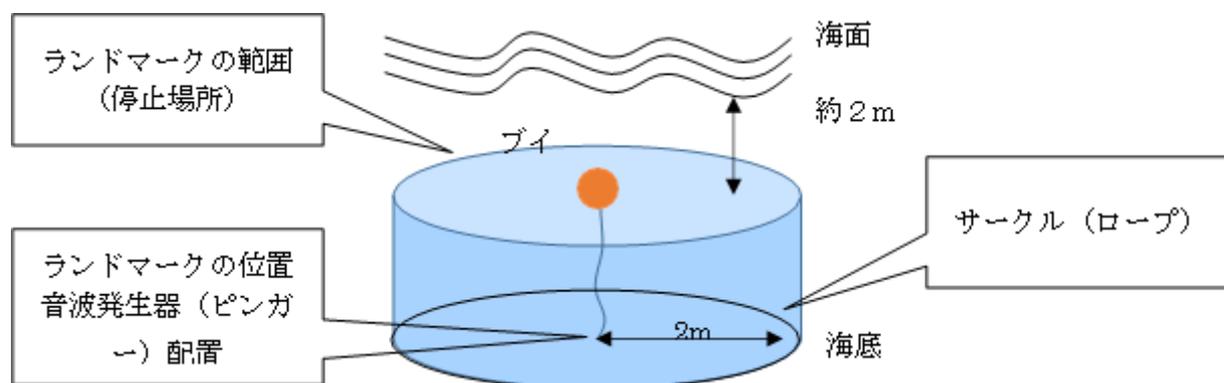


図 4-2-2 「ランドマーク」の範囲について

4. 3 ROV 部門競技ルール

4. 3. 1 ROV 部門 ノーマルタスク

(1) ROV 部門 ノーマルタスク競技概要

区域内に設置された4つの目標物(図4-3-4a, 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4-3-2)とし、ROVコース内に図4-3-3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4-3-1)
 - 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4-3-5)
- 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4-3-3)(図4-3-4a, 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4-3-5)
- 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4-3-1 操作者用テントイメージ



図4-3-2 ROV 競技エリア及び競技

表4-3-1 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

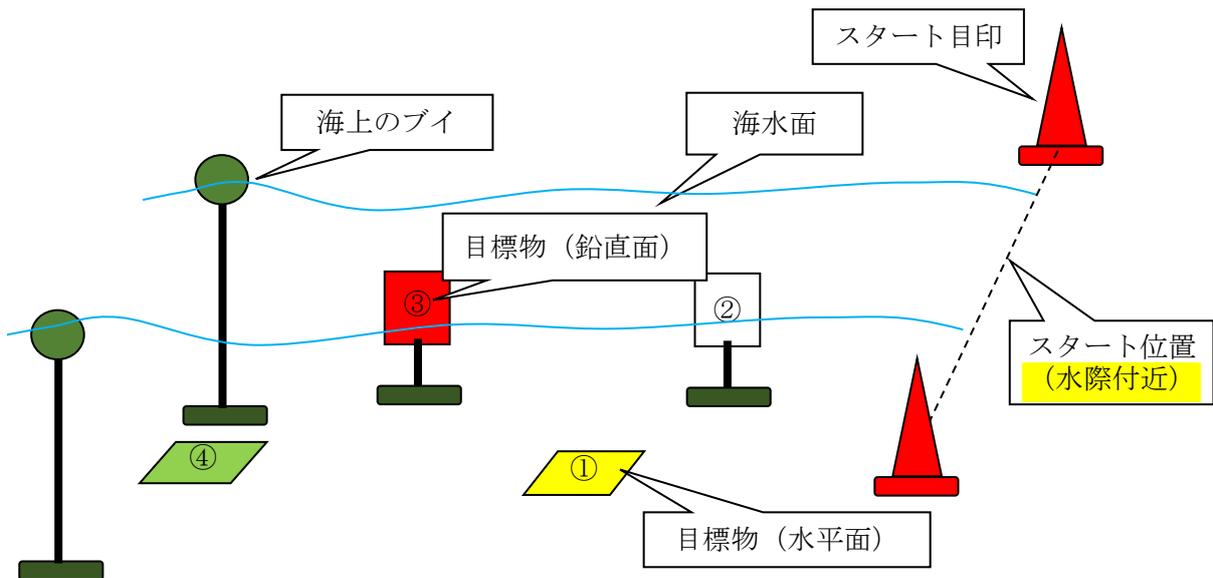


図 4-3-3 目標物配置イメージ

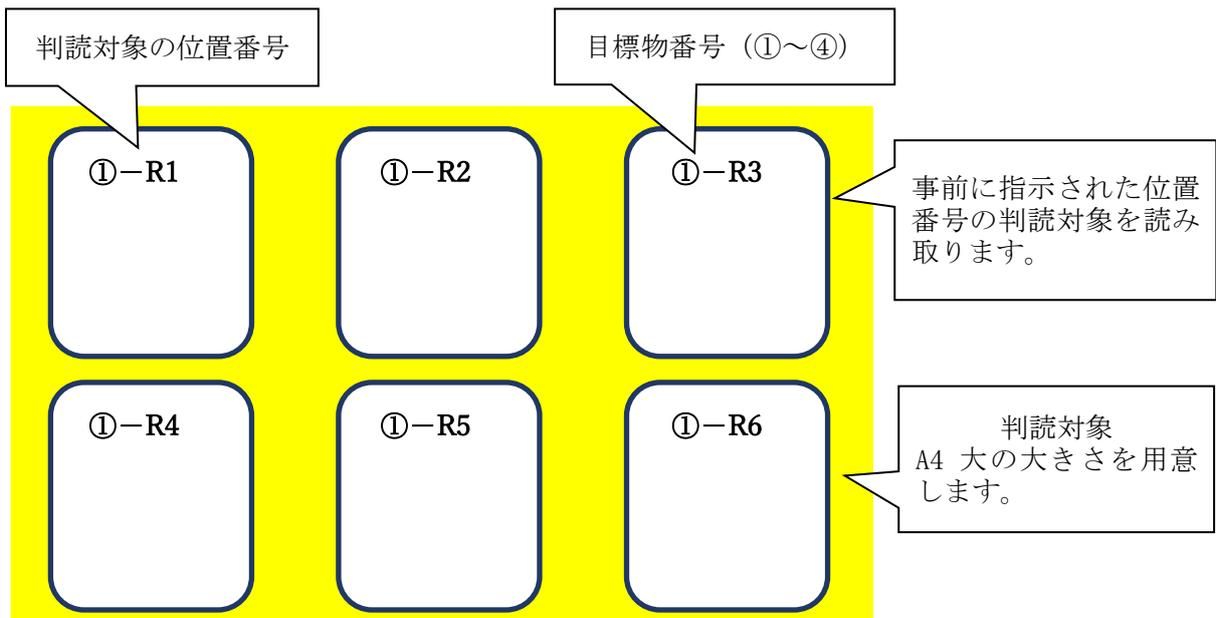


図 4-3-4a 目標物イメージ



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 4-3-4b 目標物イメージ



図 4-3-5 QR コード読み取りイメージ

(2) ROV 部門 ノーマルタスク得点基準

得点は、判読対象を認識すると加算されます。(表 4-3-2)

表 4-3-2 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 ノーマルタスク競技条件

- 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 4-3-2)
- 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 4-3-1)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 4-3-5)

【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

4.3.2 ROV 部門 知能・計測チャレンジ

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 やロボスタ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。

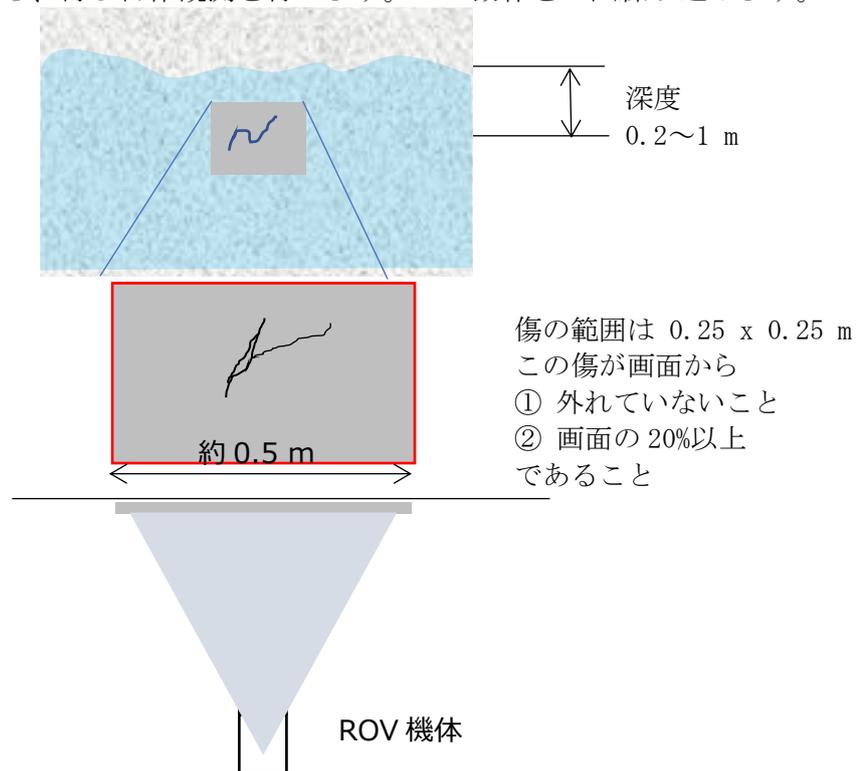


図 4-3-6 「(疑似傷)」の撮影イメージ

3) 得点基準

課題クリアにより、表 4-3-3 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ー（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 4-3-3 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

4. 4 フリースタイル部門実機動作

フリースタイル部門では、プレゼンテーション（10分）のうち、5分以内でビデオを制作し、実機動作を提示していただきます。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) プレゼンテーション時間10分のうち、ビデオの時間は5分以内としてください。

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のでしょうか？

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 : ROV 部門知能・計測チャレンジで認識する（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。

Q7 : 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. 2 AUV 部門 知能・計測チャレンジの2) 競技概要をご覧ください。

Q8 : ノーマルタスクと知能・計測チャレンジで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となりますのでご注意ください。

Q9 :ROV 部門における操作卓のサイズを教えてください。

1800 mm×600 mm を予定しております。

Q10 :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。

Q11 :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够了。

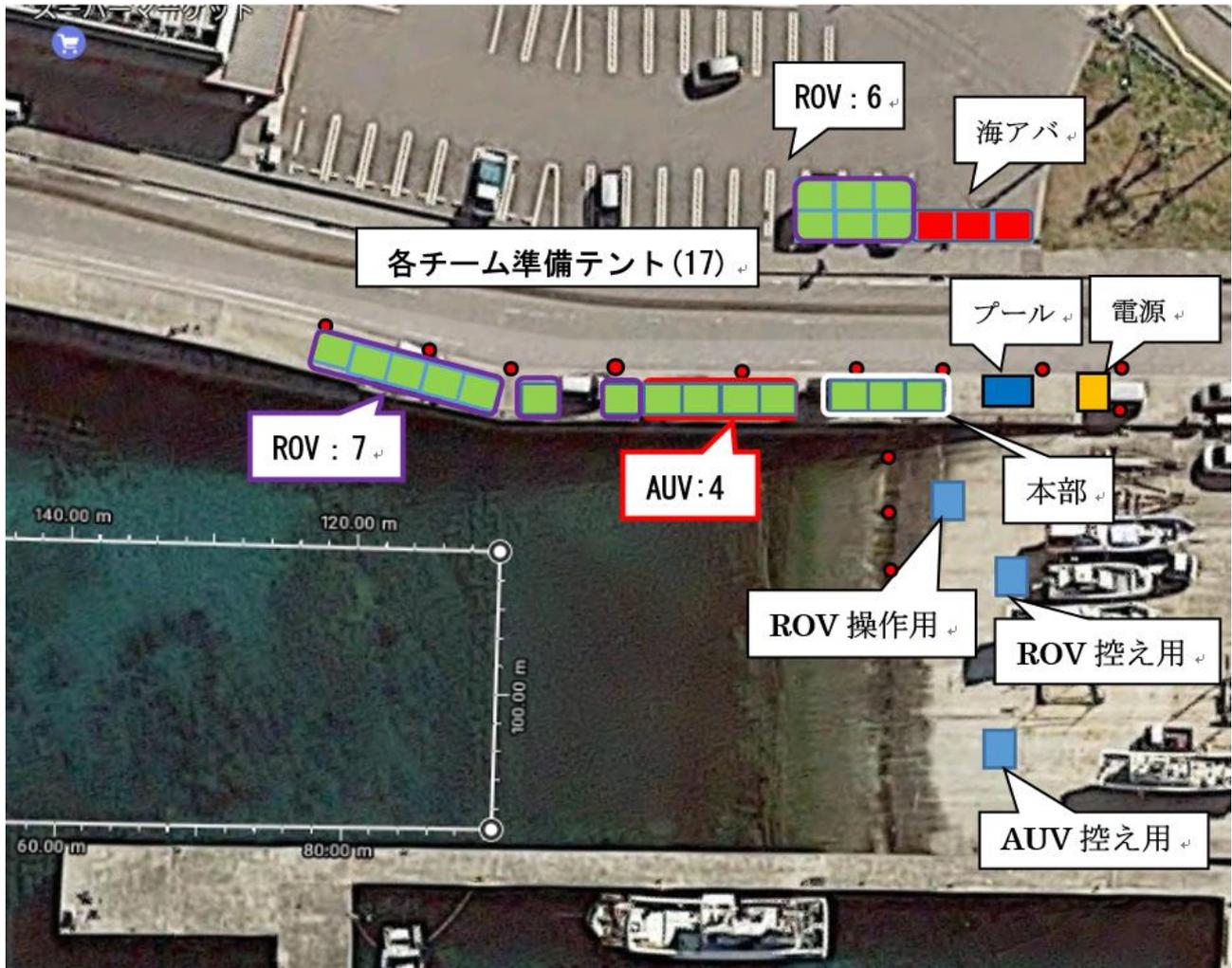
Q12 :大会事務局より貸与いただける機材として、どのようなものがございますか。

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

Q13 :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【11月11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



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（11/7）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（11/7）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）

6. 主催等

- 1) 主催：沖縄海洋ロボットコンペティション実行委員会
- 2) 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）
- 3) 後援（予定）：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、
- 4) 水中無線技術研究会（UWT）、（NPO）日本水中ロボネット
- 5) 協賛：日本海洋事業（株）、（一社）センサイト協議会
- 6) 協力：（財）沖縄ITイノベーション戦略センター

7. 実行委員

氏名	所属・職名（所属名五十音順）
武村 史朗	沖縄工業高等専門学校 機械システム工学科 教授
高良 富夫	沖縄職業能力開発大学校 校長
石川 功	沖縄職業能力開発大学校 電子情報技術科 特任教授
勝島 潔	沖縄職業能力開発大学校 生産機械システム技術科 教授
大藪 宏幸	沖縄職業能力開発大学校 生産電気システム技術科 教授
佐藤 寛晃	沖縄職業能力開発大学校 生産電気システム技術科 准教授
森川 敏幸	沖縄職業能力開発大学校 生産電子情報システム技術科 教授
吉田 弘	国研) 海洋研究開発機構 研究プラットフォーム運用開発部門技術開発部 次長 (兼) 地球環境部門北極環境変動総合研究センター 北極観測技術開発グループ グループリーダー
石井 和男	九州工業大学 大学院生命体工学研究科人間知能システム工学専攻教授 (兼) 社会ロボット具現化センター長補佐
西田 祐也	九州工業大学 大学院生命体工学研究科 准教授
岡田 正之	九州職業能力開発大学校 生産電子情報システム技術科 特任教授
近藤 悟	九州職業能力開発大学校 生産電子情報システム技術科 教授
寺内 越三	九州職業能力開発大学校 生産電子情報システム技術科 教授
上山 淳	極東建設株式会社 マリン開発部長
上田 潤一	島根職業能力開発短期大学校 生産技術科 准教授
山本 郁夫	長崎大学副学長・海洋未来イノベーション機構 教授
金城 寛	琉球大学 工学部工学科機械工学コース 教授
大城 尚紀	琉球大学 工学部工学科エネルギー環境工学コース 准教授
中園 邦彦	琉球大学 工学部工学科機械工学コース 准教授

8. 事務局

氏名	所属・職名（所属名五十音順）
武村 史朗	沖縄工業高等専門学校 機械システム工学科 教授
石川 功	沖縄職業能力開発大学校 電子情報技術科 特任教授
吉田 弘	国研) 海洋研究開発機構 研究プラットフォーム運用開発部門技術開発部 次長 (兼) 地球環境部門北極環境変動総合研究センター 北極観測技術開発グループ グループリーダー
岡田 正之	九州職業能力開発大学校 生産電子情報システム技術科 特任教授
大城 尚紀	琉球大学 工学部工学科エネルギー環境工学コース 准教授

ホバリング型 AUV “KYUBIC”



Kyutech Underwater Robotics

国立大学法人

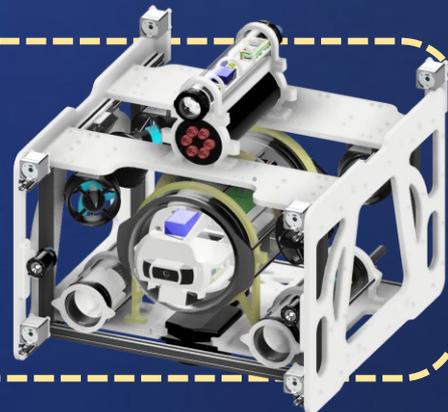
九州工業大学

KYUBICとは

■水中用・自律型ロボット

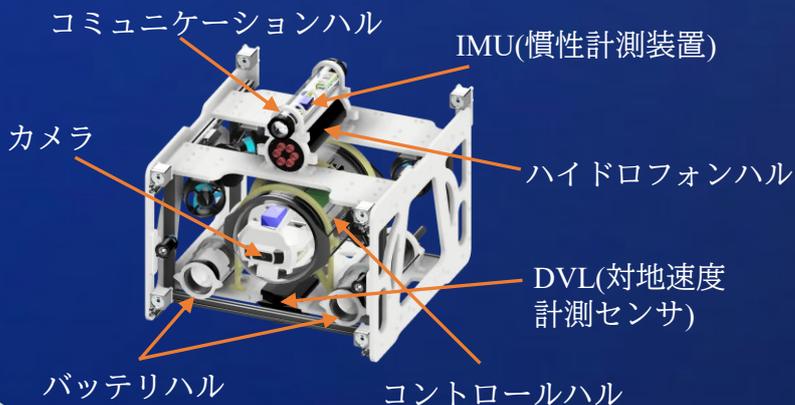
- ・小型システムで運搬が容易
- ・AUV / ROVを変更可能で、幅広いミッションに対応可能
- ・約3時間の連続運用が可能

形状: : H518×W550×L570[mm]
 重量: 34.4 [kg]
 バッテリ: 2×Li-ion 18 [Ah]
 最大深度: 約15 [m]

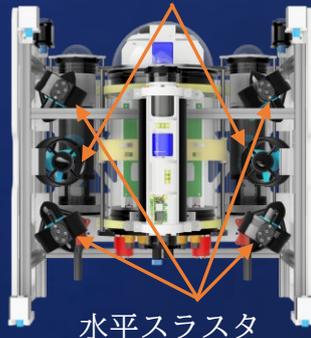


KYUBICのシステム

センサ・ペイロード位置



垂直スラスタ



ハイドロフォン

水中の音を聞くためのマイクロフォン

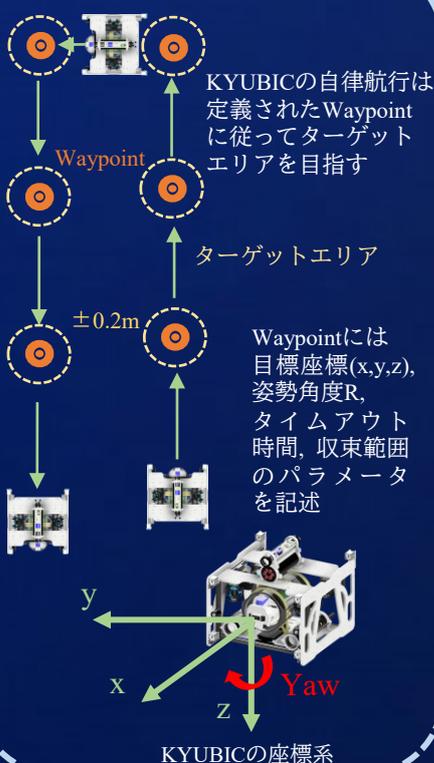


自作することにより低コスト化を実現

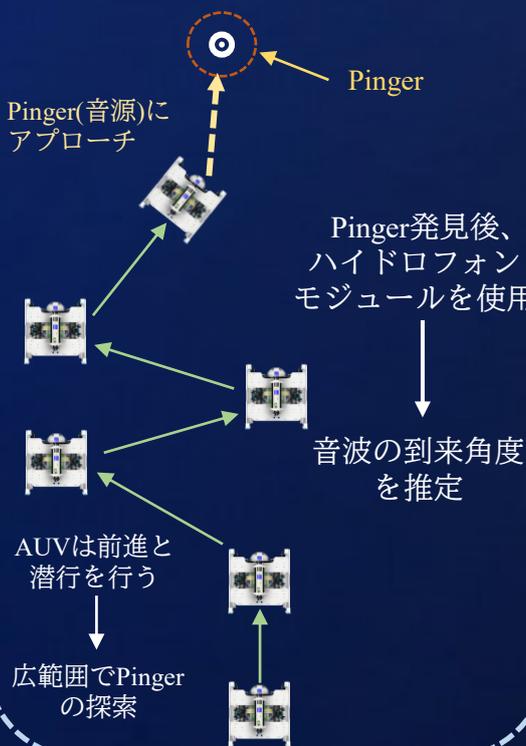
対応周波数: 100 [Hz] - 80 [kHz]
 チャンネル数: 6

KYUBICの行動戦略

Waypoint航行



ハイドロフォンモジュールを使用した海中音響測位



スペック

構成
 コントロールハル×1
 バッテリハル×2
 センサーハル×1

寸法
 H518×W550×L570 [mm]

重量
 34.4 [kg]

メインコンピュータ
 PC: 4X4 BOX-4800U
 CPU: AMD Ryzen 4800U
 RAM: 32 [GB]
 SSD: 1 [TB]
 OS: Ubuntu 20.04 LTS

サブコンピュータ
 Jetson nano 4GB
 Raspberry Pi 4B 8GB
 Raspberry Pi Zero 2 W

・センサ
 USBカメラ×2
 IMU (CSM-MG200)
 深度センサー (Bar30)
 DVL (Pathfinder)
 ハイドロフォン×6 (SPU0410LR5H-QB)

・通信
 イーサネット
 ワイヤレスLAN
 オプティカルLAN

・スラスタ
 Blue Robotics T200×6

・バッテリー
 Li-ion 18 [Ah]×2

・ソフトウェア



幸村とライムラス

～低予算で水中ロボットを作りたい！！～

設計コンセプト

- ・安価で製作すること
- ・一人での持ち運びを可能にすること
- ・多様な用途によって、センサやカメラを容易に変更できるようにすること

工夫点

- ・スラストと流速・流向計を自作した点
- ・センサなどを必要最小限のもので構成した点

制御方法

海上航行

- ・GPSにより潜行区域まで進行する

潜行航行

- ・方位センサから進行方向を決定
- ・モータの回転数から進んだ距離を推定
- ・一度浮上した際に、推定した位置とGPSで取得した測位データを元に現在地を補正
- ・流速流向計で潮流における影響を補正

仕様

寸法(mm)	L52×W45×H23
重量(kg)	11.9
スラスト	4基
センサ	9軸センサ GPS 気圧センサ エンコーダ 流速・流向計

コスト比較

DVL：数十万～数百万円

自作流速流向計：4751円

スラスト(1個)：数万円

自作スラスト(1個)：5010円



購入するより数万円安価にすることができた

安い!



西日本工業大学

M2：若山 優樹
B4：宮本 直樹 瀬々 龍椰 小田崎 壱成
指導教員：眞田 篤

速度推定装置及び実験用ロボットの開発

1. 開発概要

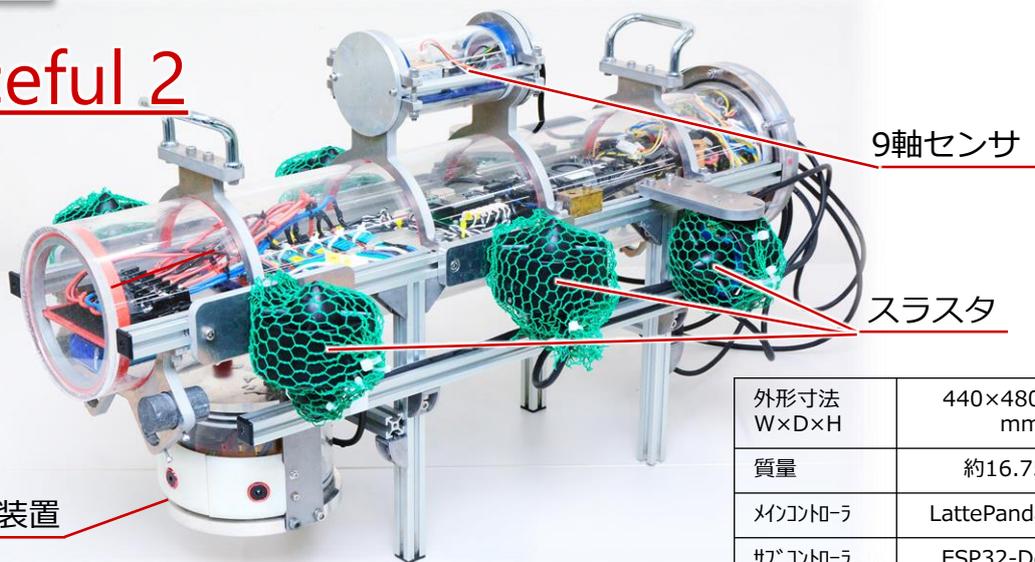


速度推定装置

海中ロボットの航行速度の測定には超音波のドップラー効果を応用したDVL (Doppler Velocity Log) が用いられますが、高価です。

そこで私達は、航空機の世界に用いられる「ピトー管」の原理を応用して、安価な圧力センサで航行時の前方と左右の水圧変化を測定し、その圧力差から航行速度を推定する「速度推定装置」の開発に取り組んでいます。

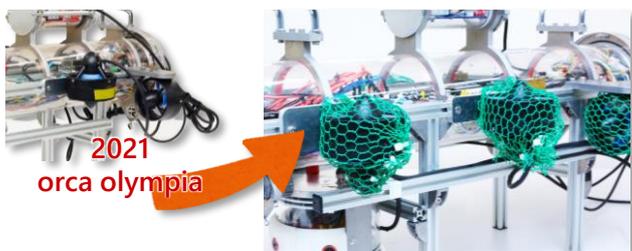
orca peaceful 2



速度推定装置

外形寸法 W×D×H	440×480×350 mm
質量	約16.75 kg
メインボード	LattePanda Alpha
サブボード	ESP32-DevKitC

2. 実験用ロボットの設計・製作 (生産機械システム技術科)



競技会は実海域で実施されるため、波風や潮の流れなどの外乱の影響があります。

そこで、ヒープスラスタを2基から4基に変更することで、深度維持を安定させることができました。

3. 自律航行システムの開発 (生産電気・生産電子情報システム技術科)

海中ロボットの自己位置推定に必要となる ①距離、②方位、③深度の3要素の取得を目指しました。

<① 距離>

距離データの取得には開発した速度推定装置を使用しています。

3つの絶対圧センサの差圧から速度と航行距離を推定し、速度は誤差+5%以内で、航行距離は誤差±10%以内で推定することができました。

<② 方位>

方位データの取得には9軸センサを使用しています。

9軸センサで測定したヨー角によりサージスラスタを制御することで、180°旋回や直進時の外乱による航行方位のずれを補正することができました。

<③ 深度>

深度データの取得には絶対圧センサを使用しています。

絶対圧センサで測定した深度によりヒープスラスタを制御し、深度を維持することができました。



9軸センサ



絶対圧センサ

海洋ロボット「じんべえ号」 (AUV)

琉球大学工学部機械工学コース

開発背景

海洋国家である日本は比較的大きな面積のEEZ(排他的経済水域)を有し、その中にはメタンガスなどの豊富な海底資源が存在していると考えられている。

そこで本研究では、自立型無人潜水ロボット(Autonomous Underwater Vehicle、以下AUV)を小型かつ低コストで開発し、海底資源の調査への有効利用を検討する。

製作

Arduino、Raspberry Piの2つのマイコン搭載している。モーターの電源をバッテリーに変更し、モーターの出力を安定させた。また、ジャイロセンサを搭載し、ロボットが常に正面を向けるようになった。

プログラム

まず初めに、RFIDセンサーにカードをかざして、Arduinoのプログラムを実行させる。ジャイロセンサーから求めたヨー角を用いて、ロボットがコースアウトせずに、ゴールまで前進するためのプログラムを作成した。

寸法 : (縦)440mm × (横)380mm × (高さ)210mm

重量 : 10kg

CPU : Raspberry Pi 3 Model B+/Arduino Uno

モーター : Rule社製 Bilge Pump用モーター
24V-2.5AMP × 4基, プロペラφ60mm

モーター : Cytron社製 MD13 SDブラシモータードライバ
イバ 30V 13A PWM信号入力制御 × 3基

電源 : 【モータ用】ニッケル水素電池 単三系 / 【CPU用】モバイルバッテリー、
BK-3HCD, 1.2V × 24本=28.8V, 2500mAh / 10000mAh, 5V, 3A

本体材料 : アクリル筒φ150mm, アクリル蓋部 × 2個, アクリル板
(縦) 320mm × (横) 140mm, Oリング × 2個

フレーム材料 : Φ20mm塩化ビニル管300mm × 4本, 160mm × 8本,
130mm × 2本, Lジョイント × 8個, Tジョイント × 4個





マルチフィン水中ロボット

AIT-MFR II

TeamWhite @愛知工業大学

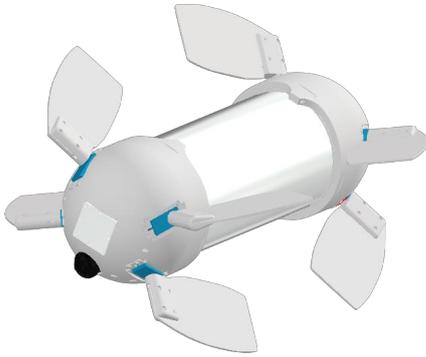
久野 雅之, 古橋 秀夫



ヒレ推進ロボット

スクリープロペラを用いた従来型的水中ロボットとは異なり、水中生物のようにヒレを用いて推進するロボットには、魚網や海藻の巻き込み事故がない、水中生物を傷つけないという利点があり、水中調査の分野での活躍が期待できる。

機体



AIT-MFR II

ヒレ推進を採用した水中ロボットには、遊泳時にヒレを羽ばたかせることで、機体が揺さぶられてしまい、不安定であるという点や、ヒレのみでは垂直浮上、潜水といった動作に制限ができ、6自由度を下回ってしまうという短所がある。

本機体では、8つのヒレを軸をずらして設置している。この構造を採用することで、従来のような少数のヒレを持つロボットと比較して、**遊泳時の姿勢安定性が向上している、移動方向・姿勢変化において6自由度を得ることができるといえる点で優れている。**また、生物模倣型ロボットでありながら、**単純な構造であることが利点として挙げられる。**

ヒレ部分に厚さ1mmのPOMを用いることで、水中でヒレがしなり水を後ろに押し出す力がより大きくなる。機体は**9軸センサを搭載しており、フィードバック制御が可能である。**制御には**ROS2**を利用している。

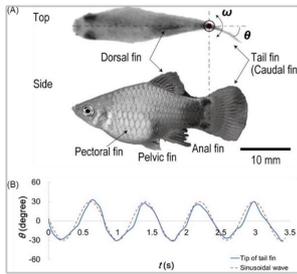
昨年度の競技中では、波の影響により、横移動が困難であった。今年度の機体はヒレの形状を見直した。横方向へのより大きい推進力を得ることができる。また、制御理論に示す制御方法を採用し、斜め移動といった動作も可能となっている。

全長	0.57[m]
全高	0.39[m]
全幅	0.24[m]
重量	9.4[kg]
自由度	全8自由度

羽ばたき動作

ヒレ単体の動作

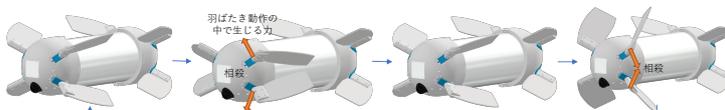
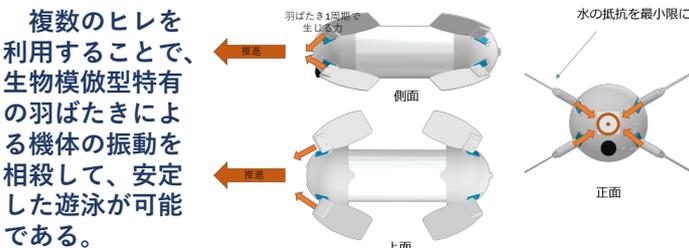
各ヒレは1自由度という単純な構造をしている。ヒレの羽ばたき動作は実際の魚の動作と近似することができる、正弦波を採用した。



Morphological Considerations of Fish Fin Shape on Thrust Generation (Kenji Kikuchi, 2014)

ヒレによる推進

本機体は、複数のヒレを羽ばたかせて、動作する。羽ばたかせるヒレを変化させることにより、多様な動作が可能である。



上図のように羽ばたかせることで、羽ばたきによる振動を相殺している

推進の例(前進動作)

各ヒレの推力ベクトル、振動の原因となる力のベクトル、それらの力により生じるモーメントを計算し、6自由度の動作を作成した。

各ヒレの動作は単純であるために、スクリーを用いた水中ドローンのような自由度の高い制御の確立が比較的容易である。

制御理論

x軸、y軸、z軸方向に機体に働く力の大きさをそれぞれ F_x 、 F_y 、 F_z とし、機体に働くモーメントの大きさを τ_x 、 τ_y 、 τ_z とする。x軸、y軸、z軸方向に大きさ1の力を発生させるとき、各ヒレが発生させる力のベクトルは S_x 、 S_y 、 S_z となる。各軸に対して、大きさ1のモーメントを発生させるとき、各ヒレが発生させるモーメントのベクトルは $S_{\tau,x}$ 、 $S_{\tau,y}$ 、 $S_{\tau,z}$ となる。

各ヒレに働く力と、機体に働く力の間には線形の関係であるため、機体の動作に対して、各ヒレに発生させる力 $F_1 \sim F_8$ は次式で決定することができる。

$$\begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ \vdots \\ F_8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{x,1} & S_{y,1} & S_{z,1} & S_{\tau,x,1} & S_{\tau,y,1} & S_{\tau,z,1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{x,8} & S_{y,8} & S_{z,8} & S_{\tau,x,8} & S_{\tau,y,8} & S_{\tau,z,8} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \\ \tau_x \\ \tau_y \\ \tau_z \end{bmatrix}$$

X型舵としてのヒレの利用

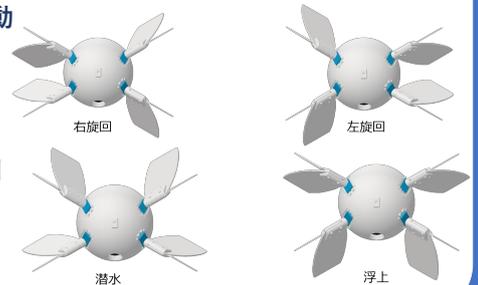
X型舵を利用しているものとして海上自衛隊の潜水艦「そうりゅう」が挙げられる。X型舵を用いることで、高い旋回性能を実現している。また、舵3つでも操縦が可能である・座礁リスクが低減するといった利点もあげられる。

羽ばたきによる姿勢の制御とは異なり、制御に水流が必要ではあるが、より細かい制御が可能である、応答性が羽ばたき周期に依存しないといった利点がある。

羽ばたき推進の前進動作

作では、前方4つのヒレを羽ばたかせることで、推進力をえる。この時、動作していない後方4つのヒレをX型舵として利用することができる。

より細かい3自由度の姿勢変化が可能である。



X型舵の制御例

推力偏向機構を搭載した4スクリーューROV(AIT-MSV)

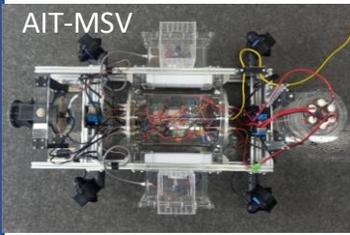
Team-Blue : 辻本竜也, 古橋秀夫(愛知工業大学)



コンセプト

消費電力の低下と低コスト化のために、4つのスクリーューと2自由度の推力偏向機構を使用して6自由度の動きを実現。視認性と操作性を重視し大型のカメラジンバルとVRゴーグルにより水上と水中を広い範囲で観測できるシステムを構築している。

機体の構成

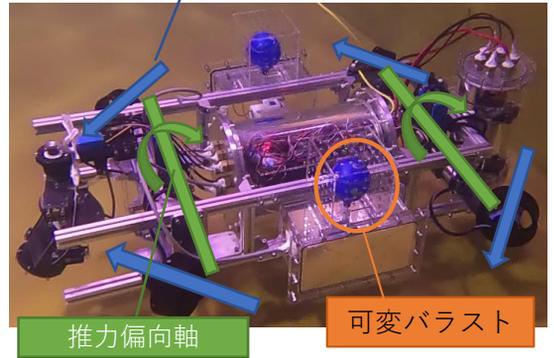


全長	99cm
全幅	61cm
全高	34cm
重量	25.5kg

- ・スクリーューを4つ搭載
- ・推力偏向機構を2つ搭載
- ・左右に変変バラストを搭載
- ・スクリーュー、推力偏向機構、バラストの計8自由度
- ・機体前方に大型のカメラジンバルを搭載
- ・ROS2を用いて制御

スクリーューと推力偏向機構の角度をモードによって変えることで6自由度の動きをする

スクリーュー推力



推力偏向軸

可変バラスト

移動

モード名	スクリーュー動作	バラスト動作
水平姿勢モード	Surge, Sway, Yaw	Heave, Roll
姿勢制御モード	Heave, Pitch, Roll, Yaw	Heave, Roll
前進制御モード	Surge, Pitch, Yaw	Heave, Roll
水上観測モード	Surge, Pitch, Yaw	Heave, Roll

例) 水平姿勢モードの制御式

$$F_1 = \frac{1}{4} \left(\frac{F_x}{\cos\varphi} + \frac{F_y}{\sin\varphi} + \frac{\tau_z}{a\sin\varphi + b\cos\varphi} \right)$$

$$F_2 = \frac{1}{4} \left(\frac{F_x}{\cos\varphi} - \frac{F_y}{\sin\varphi} - \frac{\tau_z}{a\sin\varphi + b\cos\varphi} \right)$$

$$F_3 = \frac{1}{4} \left(\frac{F_x}{\cos\varphi} + \frac{F_y}{\sin\varphi} - \frac{\tau_z}{a\sin\varphi + b\cos\varphi} \right)$$

$$F_4 = \frac{1}{4} \left(\frac{F_x}{\cos\varphi} - \frac{F_y}{\sin\varphi} + \frac{\tau_z}{a\sin\varphi + b\cos\varphi} \right)$$

$$\theta_{front} = \theta_{rear} = \text{水平}$$

- F_1, F_2, F_3, F_4 : スクリュー推力
- F_x, F_y : surge, sway方向の力
- τ_z : yaw軸回りのトルク
- $\theta_{front}, \theta_{rear}$: 推力の角度

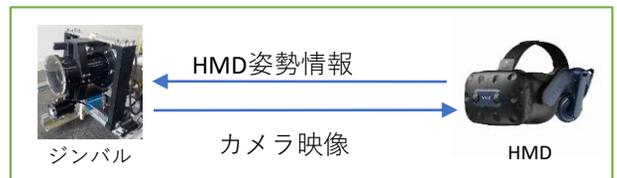
カメラとVR



前方に搭載されているカメラジンバルは、yaw方向±40度、上方向に30度、下方向に90度の可動範囲を持っている。カメラのマウントとpitchの軸を大きくずらすことによって、カメラが水面より上を見ることが可能である。そのため、1つのカメラで水中と水上の両方を探索することが可能である。スクリーューの制御によって機体を押し上げることでカメラをさらに高い位置に持ち上げることができる。

搭載されているカメラは、低照度カメラを搭載している。このカメラは、1920x1080pixelなのである程度離れた位置から、QRコードを読み取ることができる。

このカメラの映像は、地上のPCにつながっているVRゴーグルに映し出される。さらにVRゴーグルの角度情報と、ジンバルの向きが連動して動くようになっているため、直感的にカメラの向きを変えることができる。カメラの操作を行いやすくすることで操縦者の負担を軽減することができる。





Cerchio (チェッキオ)

愛知工業大学 AIT海洋チャレンジ

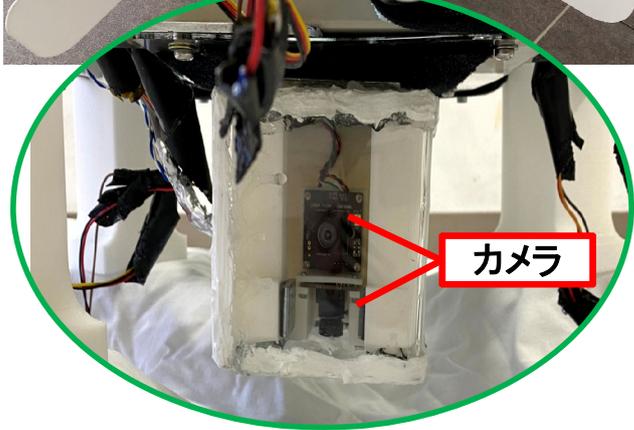
目的

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
- 観察対象を追従するための全方向へ推進
- 水中、海底面を観察するための機能

Cerchio 概要

サーボモータ (2軸)



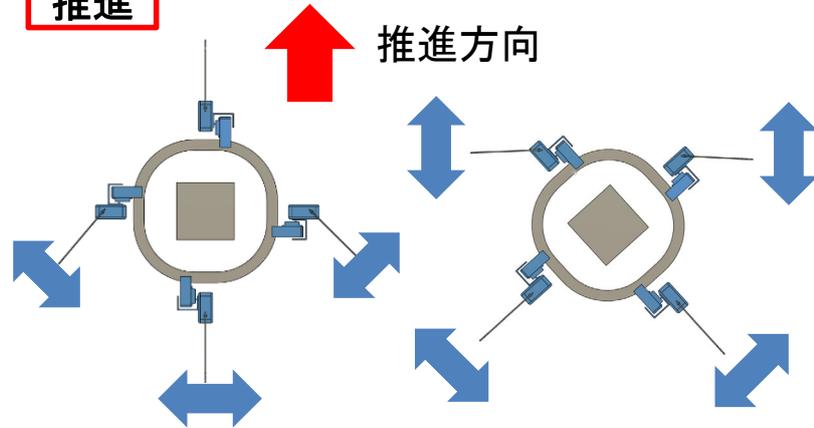
機体底面

機体スペック

全長×幅×高さ[m]	0.93×0.93×0.27	
重量[kg]	7.5	
モータ可動範囲 [°]	Yaw	±40
	Pitch	±40
推進速度[m/s]	0.13	
操縦デバイス	コントローラ	
通信手段	有線	
カメラ	USBカメラ×2 1920(H) x 1080(V)	

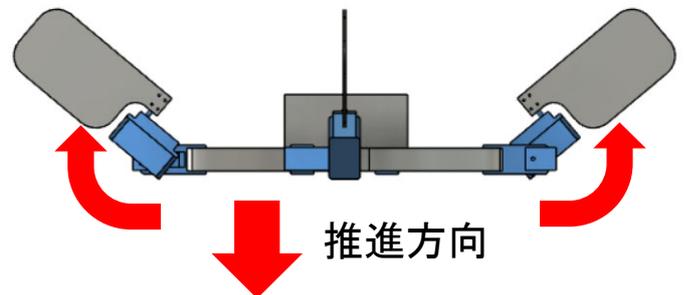
推進原理

推進



Yaw軸のサーボモータより、鰭を動作させ推進
鰭の動作方法を変えることで、全方向推進が可能

浮上・潜水



Pitch軸のサーボモータより、鰭の角度を変更することで、その場浮上潜水が可能

戦略

海底・壁面にある目標物をそれぞれ、下・横方向の2つのカメラで捉える

→ケーブルを通じてPCへ映像を送信し、読み取る

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**
- 鰭の動作方法を変えることで、**全方向推進が可能**
- Pitch軸のサーボモータより、鰭の角度を変更することで、**その場浮上潜水が可能**

KIRYU

Team "O-Town 208"



亀のように頑丈で龍のように躍動感あるデザイン



スラスタをフレームで囲み保護する

実際のROV

はりでフレームの強化
(アクリルで軽量)

スラスタと浮心の高さを揃えて
安定した動きが可能

表. ROVの仕様

寸法 (mm)	全長 547	全幅 543	全高 333
重量 (Kgf)	13.4		
材料	アクリル	ステンレス (SUS316L)	アルミ (A6063)
スラスタ数	8個		
カメラ・制御装置	Raspberry Pi カメラ×1 ・ FC×1, CC×1		

機体デザイン

- 水の抵抗を軽減するためのカバーを取付
- カバーを黄色とし、スコール等の悪天候時でも機体の視認性を確保
- 上面左右にフルカラーLEDを搭載
 - 機体の姿勢を視認しやすくする
 - 異常などの状態を視覚的に通知



水深2m程度での視認性



異常時のLED

防水・放熱

- 防水区画はアルミパイプをろう付けして製作

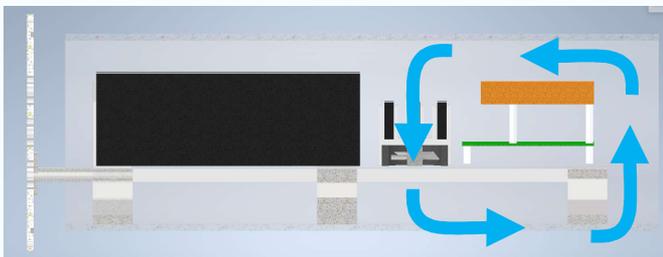


アルミパイプの容器



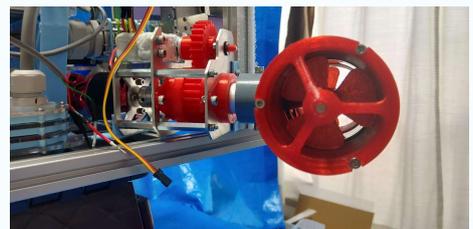
ろうづけの様子

- 空気を循環させるためファンの設置 + 容器内のレイアウトを設計



機構

- BLDCモータとサーボモータを組み合わせ、耐久性を向上した改良型のアジマススラストを自作



アジマススラスト



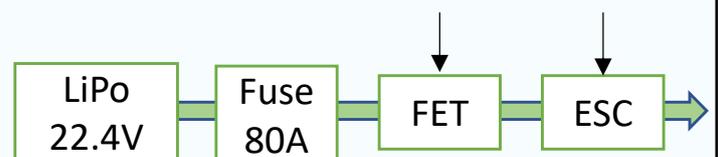
水平方向に推力を発生



深さ方向に推力を発生

安全性

- 非常時には地上からバッテリー供給を遮断可能な電源構成



- 絶縁素子を用いて駆動回路からのノイズ伝播を防ぎ、制御回路の故障や誤作動を抑制

船底点検ロボットの開発

1. 開発概要



新門司マリーナではヨットやボートの保管・修理を行っています。係留時に船底に貝類が付着すると、航行スピードの低下に繋がり、航行時には、船底が流木で損傷したり、プロペラにロープなどが巻き込み破損したりします。

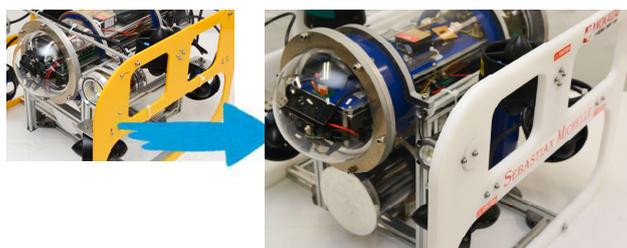
船底の点検にはクレーンによる上架やダイバーによる潜水が必要ですが、費用が掛かる上、即座に対応できない場合もあります。

そこで、ボートトラブルに初期対応するために、海上からの遠隔操作により船底を撮影・配信するROV「船底点検ロボット」を開発しました。

2022年 新規開発機

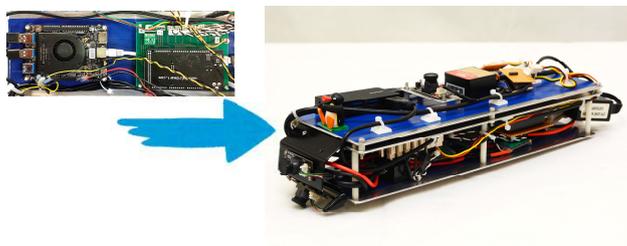


2. 筐体の軽量化、剛性と運搬性の向上 (生産機械システム技術科)



新たに筐体設計を行い、昨年度の機体から約**20%の軽量化**に成功しました。また、アクリル (5 mm) 板材のサイドガードから高密度ポリエチレン (10 mm) の板材を新たに採用することで、**筐体の剛性と運搬性を向上**させました。

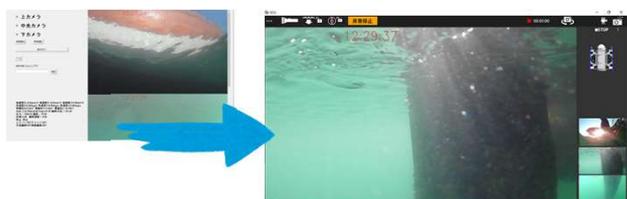
3. 配線本数・距離の削減とシャーシの一体化 (生産電気システム技術科)



昨年はシャーシが分かれており配線が乱雑なため、容器への出し入れが容易にできませんでした。

そこで、装置間の**配線本数と配線距離の削減**を意識して回路設計・配線をし、**一体型のシャーシにまとめる**ことで、メンテナンス性を向上させました。

4. C#とOpenCV#を用いたGUIの作成 (生産電子情報システム技術科)



昨年はアプリ開発にPythonを使用していたため、画面作成がし難く、起動にも時間が掛かりました。

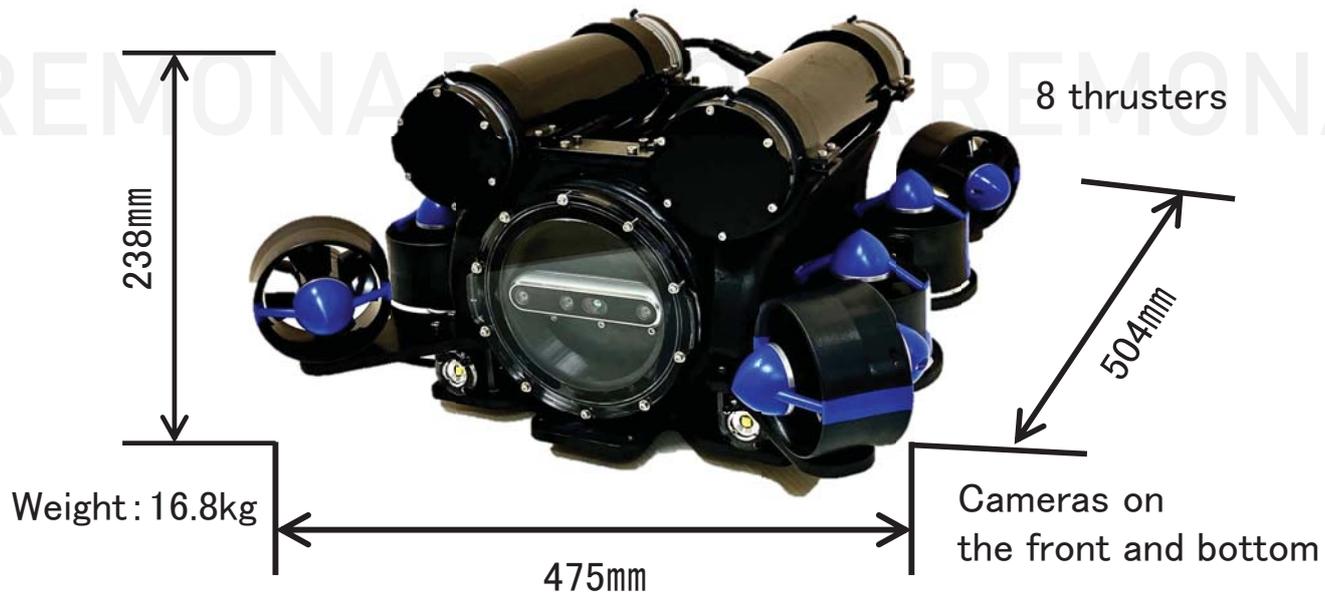
Visual C#とOpenCV#を使用することで**見た目の良いGUI**を作成することができ、**起動時間も短縮**することができました。

REMONA REMONA REMONA

REMONA REMONA REMONA

REMONA REMONA REMONA

REMONA REMONA REMONA



①目的

沿岸域における未踏領域の藻場生態系調査を可能にし、ブルーカーボンの定量化を実現する。

②コンセプト

・上下左右前後の操縦アシスト ・高い機動性 ・幅広い情報の取得 ・柔軟で容易な運用(ユーティリティ性) ・シンプルかつ洗練されたデザイン

③カメラ

操作しながら下方向の観測がしたいという要望を受け、カメラを前部と下部に搭載。前部が複眼のステレオカメラ、下部は魚眼カメラ。ステレオカメラによるテンプレートマッチングと、魚眼カメラによるオプティカルフローを行い、さらなる高精度な定点保持を実現。

④外部バッテリー

充電の簡易化と、長時間の稼働を可能にするため、バッテリーの数を増やし、バラスタの役割も果たせるように筐体の外側へ設置。

⑤スラスタ配置

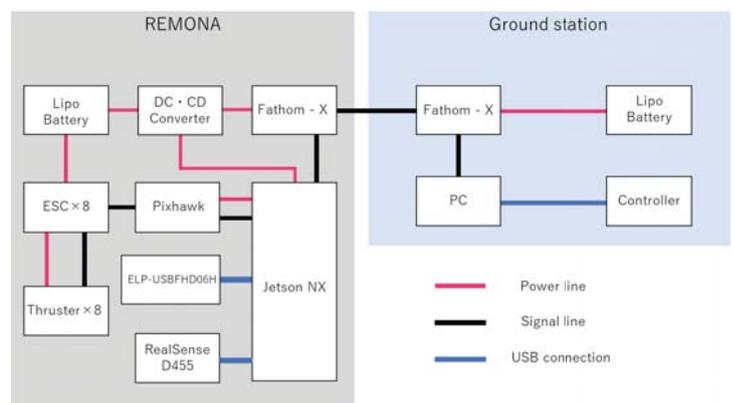
8つのスラスタを搭載し、全方向における自由度の高い動きを実現。昨年度より全てのスラスタを強化することで、機動性の向上を図る。

⑥主要構成部品

- ・RealSenseD455, ELP-USBFHD06H(カメラ)
- ・Jetson NX(高性能GPUコンピュータ)
- ・Lipo 24V 6000mA × 2(バッテリー)
- ・Pixhawk Cube Orange(フライトコントローラ)
- ・HYDROCEAN(スラスタ)

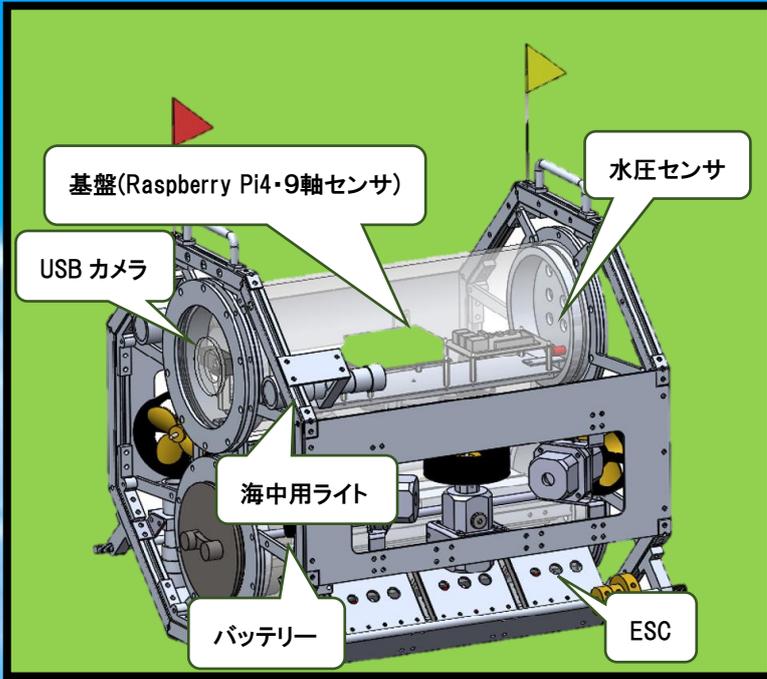


⑦システム構成図



Team OPC-β OCTAGON

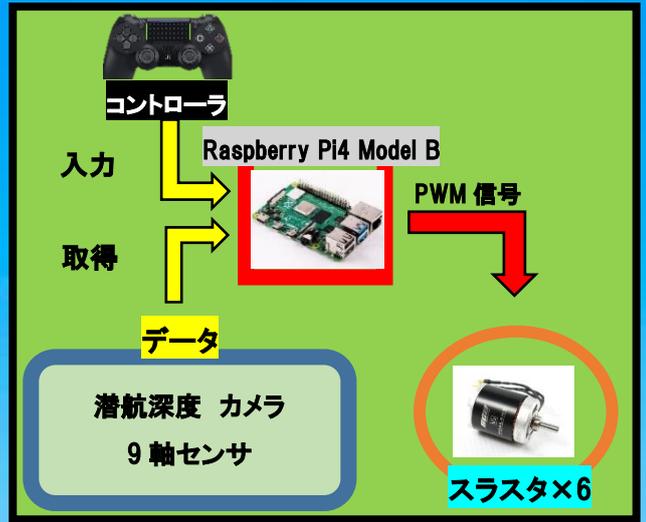
1 全体図



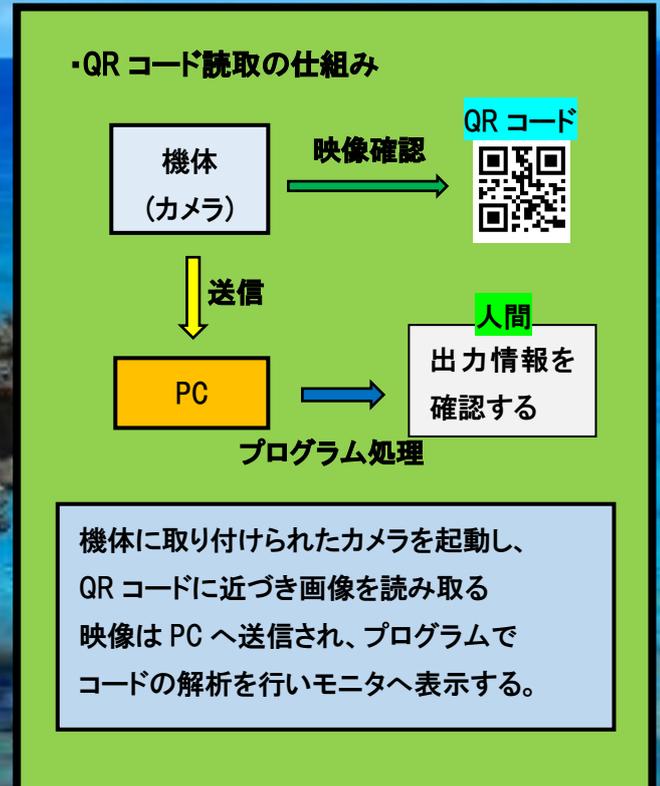
2 仕様

筐体	寸法	幅：450/奥行き：450/高さ：397 [mm]
	質量	約26[kg]
深行深度		約10[m]
制御コンピューター		Raspberry Pi 4 Model B 4GB
モータ		センサブラシレスモータ約1100[rpm]
ESC		センサブラシレスモータ対応
センサ	水深検出	圧力センサ
	姿勢検出	9軸センサ(加速度/ジャイロ/磁気)
カメラ		USBカメラ(前方・下方)
ライト		海中用ライト 最大2000[lm]
非常用停止		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：500[mAh]×4
	制御用	モバイルバッテリー 10000[mAh]
通信媒体		光ファイバー150[m]
PC		ノートパソコン
コントローラ		DUAL SHOCK4

3 システム構成図



4 QRコード読取機能



S.E.T.O

Team: HIT-KMU
所属: 広島工業大学・国民大学

Science Explorer for Twilight-zone of Ocean

研究背景

海洋生物分野・海底資源分野・地震防災分野などの**海洋探査**が課題となっている
⇒過酷な環境での探査に、HOV、ROV、AUVの開発が求められる

設計コンセプト

- ・少人数の運用を可能とすること
- ・保守性と管理性を高めること
- ・姿勢の安定性を高めること
- ・カメラで周辺の状況を認識すること

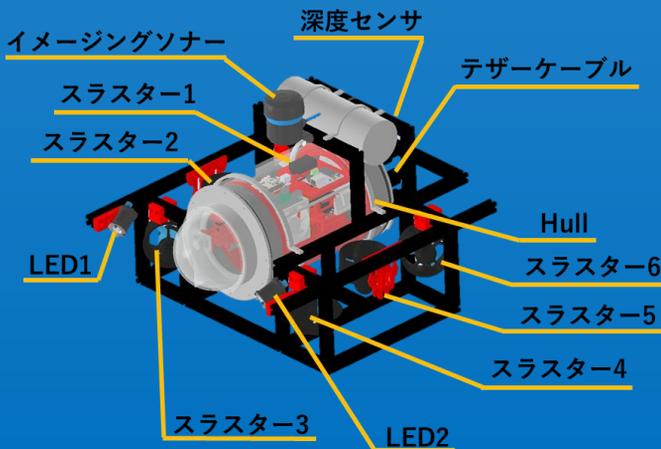


図1. S.E.T.Oの全体図

制御方法

- ・地上のコンピュータからLANケーブルを介し、各センサやArduinoと通信
- ・スラスターやLED ⇒ Arduinoで制御される

表1. S.E.T.Oの仕様

寸法	600 x 520 x 390 [mm] (L x W x H)
乾燥重量	17[kg]
最大深度	10[m]
アクチュエータ	スラスター x6, マイクロサーボモータ x2
バッテリー	リチウムイオンバッテリー x1
センサ	USB カメラ x1
	IMU x1
	深度センサ
	イメージングソナーセンサ
ケーブル	長さ100m,直径7.6 mm
装置	LED

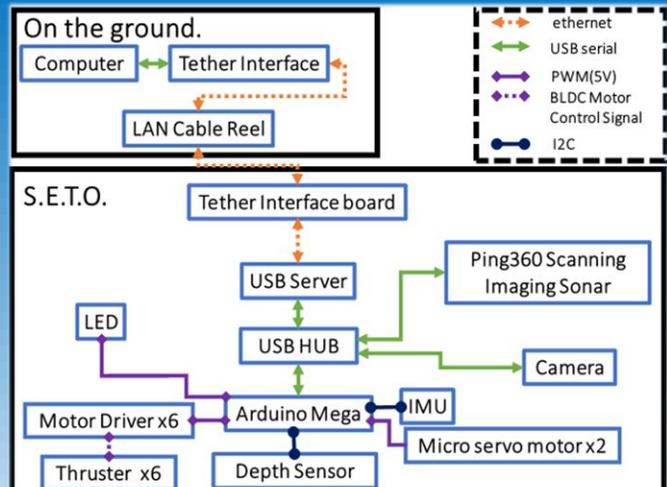


図2. システムマップ

Krover

underwater solutions

Mission : A Small ROV for a Vast Sea
Kookmin University / Seoul, Republic of Korea

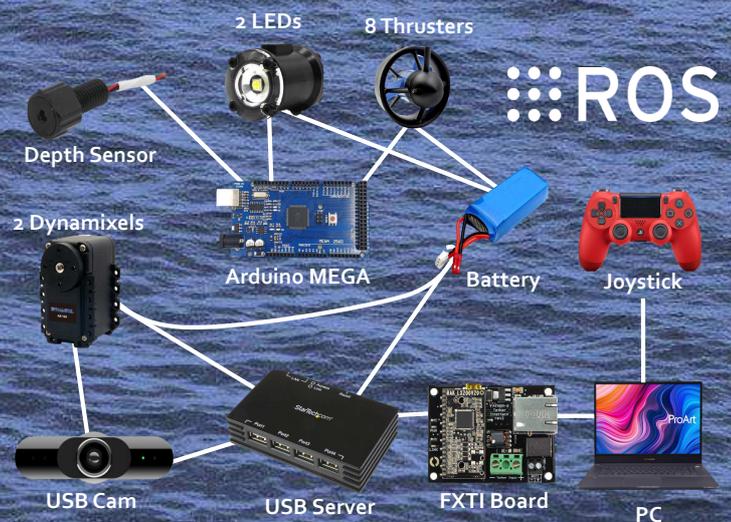
ROV Description

最近、気候変動に備える重要性が増加するにつれ、ROVのような探査装備の重要性も増大している。したがって、我々は遠隔調整が可能な探査ROVを作った。設計コンセプトは1. 小人数の運用が可能であること、2. 高い保守性と管理性を持つこと、3. 姿勢の安定性を高めること、4. 1つのカメラで幅広い視野を確保することだ。

名前の「KROVER」は「Kookmin」+「ROV」+「Mover」の合成語である。また、幸運を象徴するCloverと似た発音を持つ。

Size	520*560*470, 19.8Kg
Sensor	Baro2 Ultra High Resolution 10m Depth/Pressure Sensor
Battery	2 Lithium ion batteries 2 x (11.1V, 5500mAh)
Camera	Logitech hd pro webcam c920

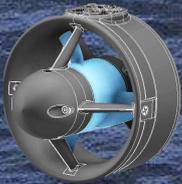
Control System



SMART-Tech Tools

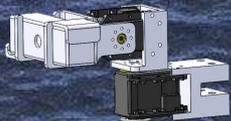
Specialized Mission Assist ROV Tool Technology

スラスター



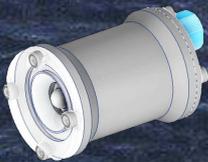
8つのスラスターが45度の角度で設置されている。スラスターはROVが6つの方式で効率的に動かせるようにする。(前進、後進、上昇、下降、左折、右折)。そしてそれぞれの動きはPCやジョイスティックで駆動できる。さらに、スラスター1個あたり16Vから5.25kgfの推力を出す。

動くカメラ



カメラの角度を遠隔で調整できる。我々はパソコンのマウスやジョイスティックでカメラを左右(ファン)、上下(チルト)に動かすことができる。したがって、希望する目標を本体の動きなしに自由に見られる利便性を持つ。

LED



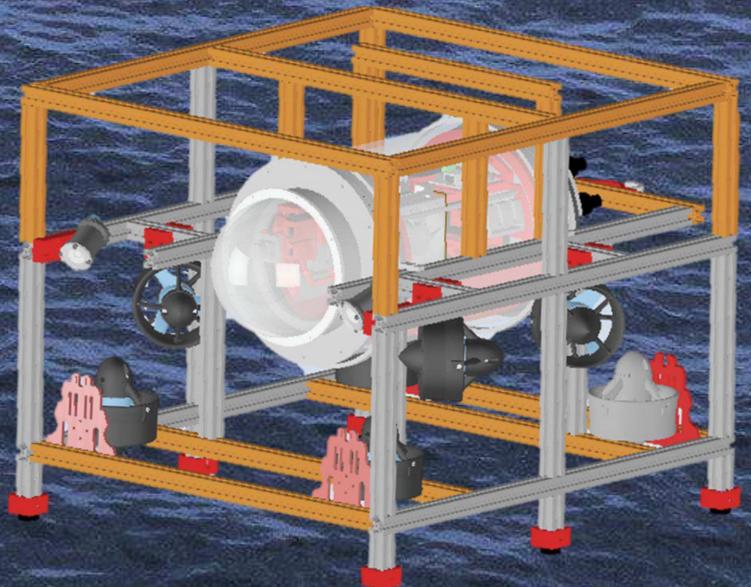
2つのLEDが設置されており、これはアドゥイノメガを通じて遠隔で制御される。これもまた、ジョイスティックで調整でき、暗い海中を探索し、希望するターゲットを見やすくする。1つのLED当たり最大1500Lumensの光を放つ。

Joystick Control



我々はPCのマウスを利用したコントロールだけでなく、ロボット駆動の正確性を高めるためにジョイスティックを利用した制御システムを具現した。ジョイスティックの便利さと迅速性で効率性もまた高めた。

(SONY - Playstation Dual shock4)



ROVの全SolidWorksモデル

そうりゅうII

ROV : Remotely operated vehicle

島根職業能力開発短期大学校

機体紹介

バッテリーは大容量のものを二個搭載

スラスタは6基つ、その場旋回も可能

カメラは角度を上、下、左、右に調整可能
また、録画や撮影も可能



浮力材の前後の色を分けることで地上から機体の向きがわかりやすい

ライトは二個装備

衝突時にスラスタの破損を防ぐため、ステンレスフレームを装着

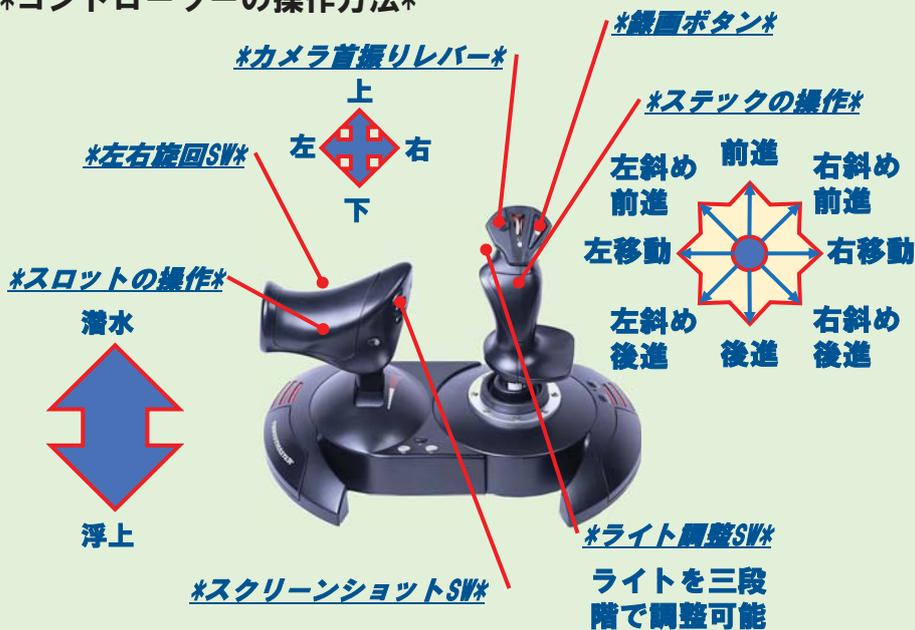
概要

今年度機体「そうりゅうII」は昨年度機体の「そうりゅう」の問題点だったカメラの放熱対策や浮力材への加色を行いました。また、昨年より大会だけでなく漁場調査への利用について、漁業組合の方々との共同研究も進めている。

特徴

- ・直感的な操作が可能にするためフライトコントローラーを採用した
- ・地上から機体の方向をわかりやすくするため、浮力材の色を前後で分けた
- ・機体の操作性を向上させるため、前後進や旋回だけでなく左右移動をできるようにした
- ・スラスタの破損を防ぐため、保護フレームを装着した
- ・カメラの安定性を高めるため、カメラの角度を前後左右に動かせるようにした

コントローラーの操作方法



仕様

寸法 [mm]	450W×490D×338H
重量 [kg]	14
制御	Raspberry Pi 3 Model B®
カメラ	1080p (チルト・パン機能付)
ライト照度	1500Lm × 2個
バッテリー	10000mAh / 14.8V × 2個
航行速度 [ノット]	2 (最大)
動作時間 [分]	60
最大深度 [m]	100

ROV★STAR

第8回沖縄海洋ロボットコンペティション
ROVノーマルタスク

Team
NU OUTSIDERS

夢想科学, 長崎大学合同チーム

CONCEPT ①

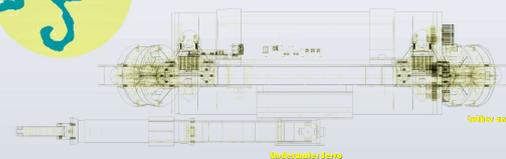
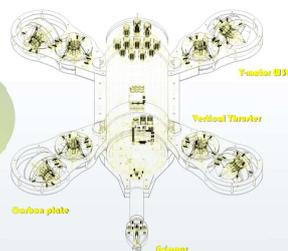
他にはない形状を目指して
マルチコプターのような
スラスト配置に

CONCEPT ②

水中グリッパを搭載し
下向きカメラ・照明で
海底からモノを掴んで回収

CONCEPT ③

どうしてもプロポを使いたい!
操縦者の要望に応えました



Specifications

薄型かつスラストを外側に配置することで機動力を高めた設計
コントローラは慣れ親しんだプロポを使用するためにArduinoで無線化

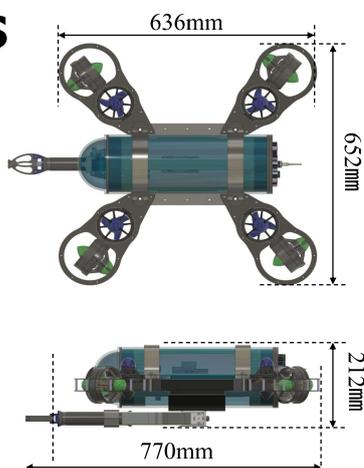
水平スラスト:
480W×4基



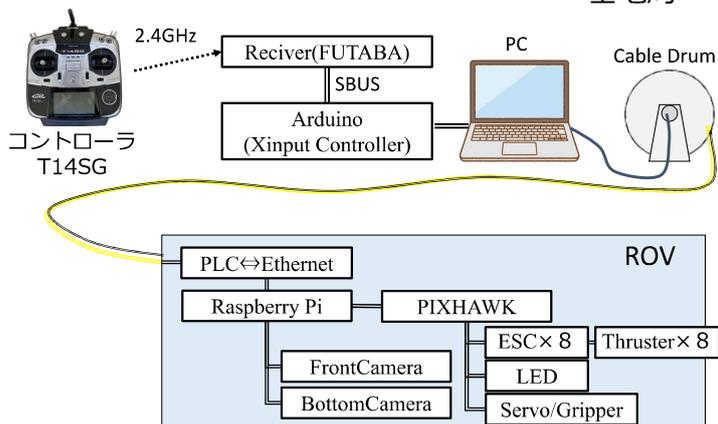
垂直スラスト:
580W×4基



バッテリー:
6セル 12000mAh

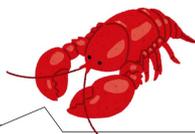


システム構成



Gripper

水中グリッパとサーボモータを
組み合わせ海底ゴミなどの回収
を可能に



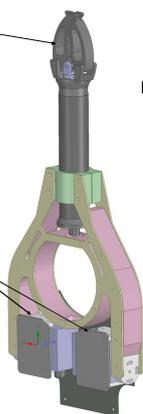
ちゃんとつかめるかは
まだわからない!

水中グリッパ

ROVMAKER社
重量: 740g
定格電圧: 24V
ピーク電流: 0.4A
締め付け力: 90-150N
耐水圧: 300m

サーボモータ

ROVMAKER社
重量: 360g
定格電圧: 12V
ピーク電流: 4.3A
動作トルク: 1.5Nm



探索モード



移動モード

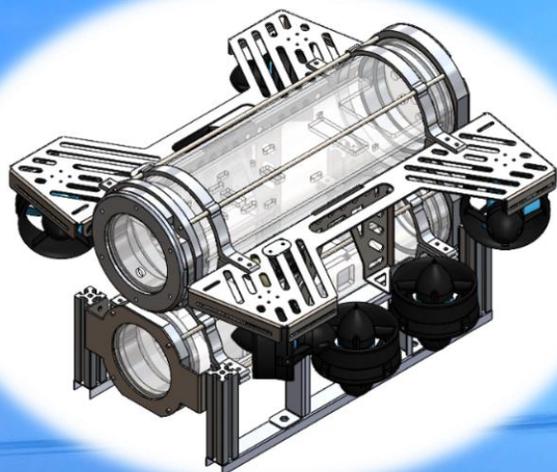


回収モード



サーボモータでグリッパの
角度を変えることで移動時
に抵抗とならない

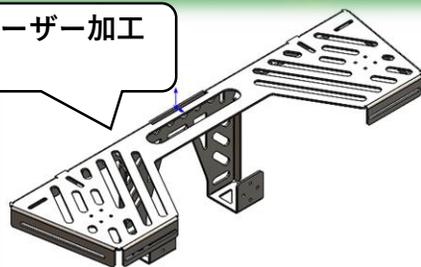
飛行機のような疾走感のあるデザイン SKY PLANE



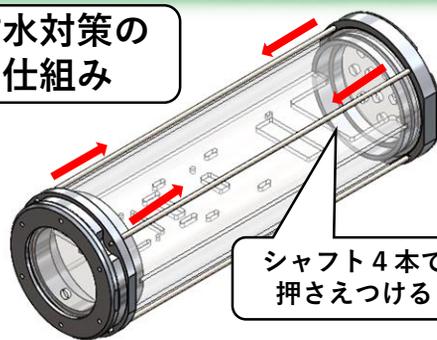
特徴

- 板金、レーザ加工機、汎用フライス盤等様々な工作機械を多用し、軽量かつ強度のある機体を製作。
- 蓋部品にOリングとパッキンを装着し、4本のシャフトで前後の蓋同士を押さえつけることで防水対策を徹底。
- メインパイプに制御部、サブパイプにバッテリーを組み込むことによって取り出し、据え付け及びスペースの確保。

板金、レーザ加工
で製作



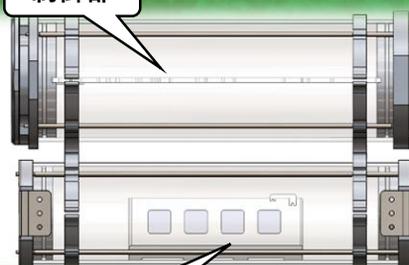
防水対策の
仕組み



シャフト4本で
押さえつける

全長×全幅×全高 (mm)	600×470×300
使用材料	A6063,SUS316Lなど
空中重量(kgf)	12.56
水中重量(kgf)	中性浮力(やや+)
スラスト及びバッテリー	8基 LiPO 14.8V10Ah
制御装置など	FC×1, CC×1
カメラなど	Raspberry Pi 3 Model B、カメラ×1

制御部



バッテリー

REMONA

REmote MObility NAgasaki
REcovery MOBa NAgasaki

長崎大学大学院 工学研究科修士 M2 加藤祐也
長崎大学大学院 工学研究科修士 M1 錦ヶ江晃希 大塚泰志 乾雄吉 里園拓斗
長崎大学工学部工学科機械工学コース B4 室航太郎 木本大晟
指導教員 山本郁夫 (長崎大学) 島永明啓 (長崎大学)

長崎大学山本研究室 知能班



傷の自動検知、さらにステレオカメラが傷までの距離と特徴を捉えて定点保持を可能に
“洗練された定点保持へ”

前年の手法にさらにオプティカルフローを加えたことでより安定した定点保持が可能となった

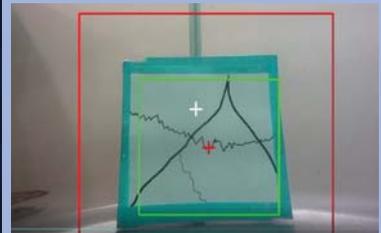
下部に魚眼カメラを設置したことで
下方の情報取得が容易に

傷自動検知



画像処理より傷検知・ターゲット選定

テンプレートマッチング



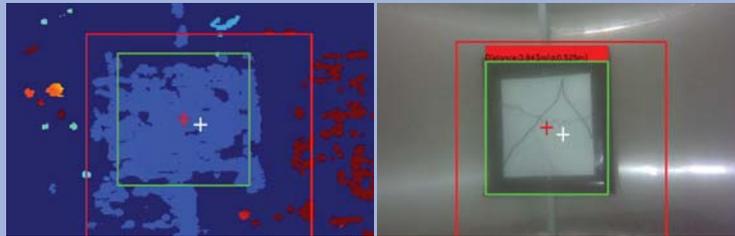
画面上のターゲット探索・追跡
画像の類似度を測定し、
水平・鉛直方向のズレを算出

オプティカルフロー



物体の移動ベクトルを算出し、定点保持をアシスト

奥行の測定 & 制御

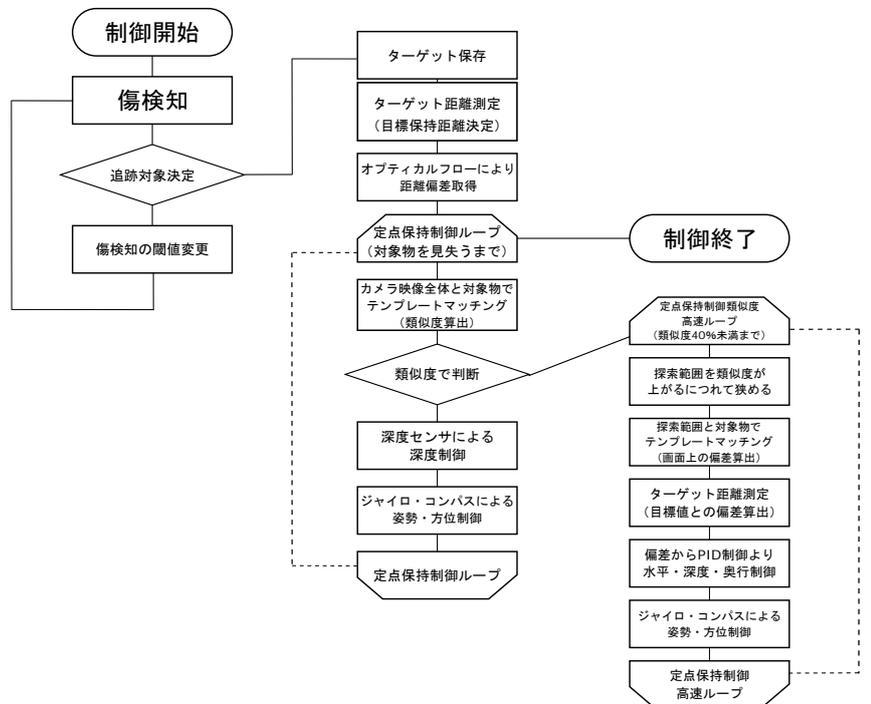


左右のカメラの情報をもとにターゲットまでの奥行情報を取得し、制御する

性能・特徴

カメラ	前方	ステレオカメラ	左右カメラ視差により物体までの距離情報取得
	下方	魚眼カメラ	機体を通常姿勢のまま広い視野で下方の確認が可能に
操作性	スラスタ8個搭載		水平・鉛直・奥行 ロール・ピッチ・ヨー 6自由度の操作が可能
画像処理	Jetson Xavier 搭載		高性能GPUコンピュータ
	傷検知と テンプレートマッチング		設定した閾値を元に映像内の傷を検知 検知した傷画像を類似度を元に検出
	オプティカルフロー		映像から物体の移動ベクトルを算出 定点保持をサポート
制御	3次元PID制御		傷撮影時の位置と現在の位置を算出しその距離に応じて制御

定点保持フローチャート



知能・計測チャレンジ(ROV) 部門



OCTAGON



Team OPC-β

1. 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。

2. 想像図

機体の動作イメージを図1に示す。

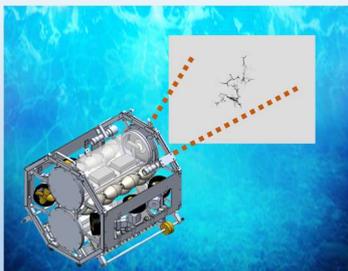


図1 海中での動作風景

3. 潜水スラスタ制御

機体に搭載された圧力センサを用いて、今現在の水圧を測定し自律モード切り替え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。

水深のイメージを図2に示す。

水面からの距離

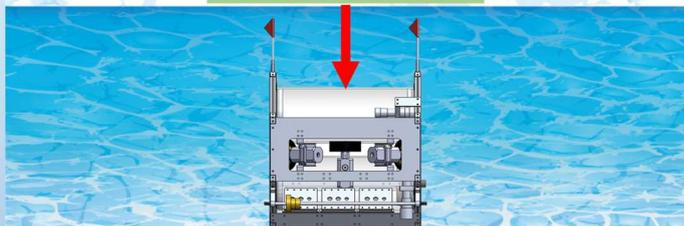


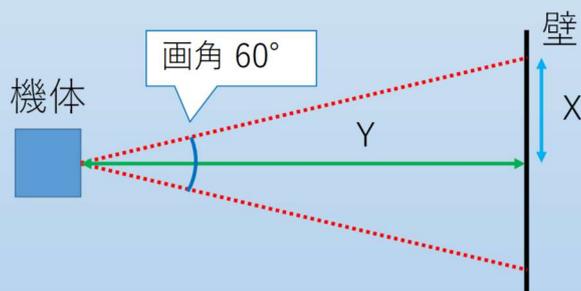
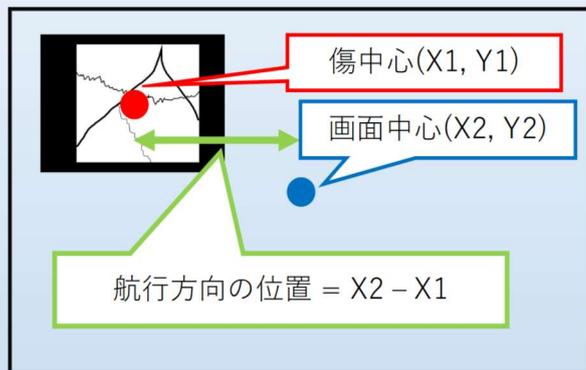
図2 水深のイメージ

PIDの各パラメータの値は、プールや海での実験を通して、値の調整を行い決定している。

4. 航行スラスタ制御

・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

・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。

外骨格マンタ型ロボット：AIT-BMR-II

Team Black

浅田 拓未, 古橋 秀夫(愛知工業大学)



バイオミメティクスの利点

各生物の持つ**特徴的な動き**や**能力**を適用できる。マンタを模倣することで、マンタ特有の大きな胸鰭と”しなり”を活かした**高い推進効率・操縦性**をロボットに活用できる。

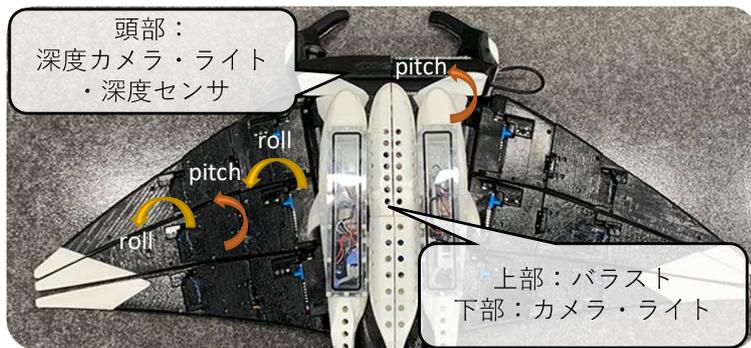
他種ロボットとの差別化

- ・ スクリュー型では困難な細かな位置決め、姿勢安定性を改善できる。
- ・ 鰭推進ロボットと比較し、歩行能力を併せ持つことで安定した海底探査を実現できる。

外骨格型マンタロボット：AIT-BMR-II

マンタ特有の”しなり”を再現するため、**左右の翼を6分割**しロボットを開発した。これにより、マンタのもつ**多様な遊泳能力**を実現した。さらにバイオミメティクスの応用とし、6つの翼を6足と見なし、ワニやカメが持つ**歩行能力**を新たに取り入れることで、インフラ設備点検などの海底探査ができるという、複合能力を併せ持つ点が特徴である。

全長/全幅は実際のマンタの1/3スケールで作製し、マンタの**サイズ・外観デザイン**を再現。マンタの併泳魚である”コバンザメ”を模倣した**取り外し可能なバラストユニット**を搭載することで海底に接地でき、潜水浮上する。



全長・全幅・全高	重量	自由度(計 19DoF)
0.43×1 ×0.17[m]	13.6[kg]	各翼3自由度 ×6 頭部1自由度

遊泳動作

遊泳動作は、F.fishらがシミュレーション解析したマンタの動作軌跡を制御方程式で定義し実装。6つの翼を多様に変化させ、前進・後進・左右移動、旋回半径の異なる3種類の旋回が可能で、マンタの多様な**遊泳能力**を実現した。

前進、後進動作：surge

前方または後方6つの翼を”しなる”ように制御し前進・後進する。



左右移動：sway

胸鰭を羽ばたかせるフラッピング動作により左右へ移動する。



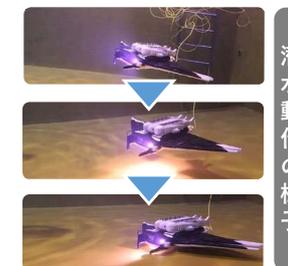
旋回動作：yaw

片翼を降り下げ弧を描いて旋回する緩旋回など3種類の旋回が可能。



潜水・浮上動作

バラストユニットにより潜水・浮上 (heave運動) を行い、深度4.5[m]での探査も可能。バラストを搭載することで、歩行する際、確実に足で海底を蹴って歩行できる。



潜水動作の様子

インフラ設備点検・海底探査

歩行機能により、海流下での**正確な位置決め、姿勢安定性**を活かした探査が可能。

インフラ設備点検

海洋インフラの設備点検としてコンクリート等の**ひび割れ検出、海底ケーブルの保守点検**をCanny法によるエッジ検出で点検できる。また、機械学習を用いた**ボトル検出**により、ペットボトルごみによる海洋汚染を調査できる。



ひび割れ検出



海底ケーブル保守点検



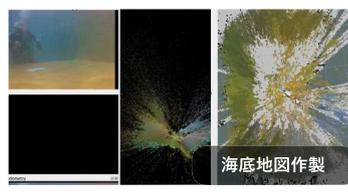
ボトル検出

海底調査

目標物の距離測定や**QR情報の取得**によりデータ収集可。詳細な地質や堆積物の様子、海底の生態系把握のため、VSLAMによる自己位置推定と**海底地図の作成**ができる。



QR情報の取得



海底地図作成

養殖支援ロボット：AREMA C2

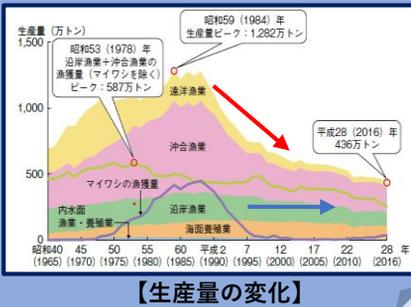
【チーム名：Aqua Lab】

松下真悟, 志水晴彦, 内田敬久 (愛知工業大学)



養殖業の現状

引用元：水産庁HP



漁業 → 低下
養殖業 → 安定

↓

養殖業の割合
増加

開発目標

注目した仕事：養殖魚の確認作業

【現状】

作業者が養殖魚の数や健康状態を確認するため季節を問わず定期的に水中へ潜る必要がある

→ 作業者への負担が大きく、多くの時間が取られる

【提案】

水中ロボットに養殖魚の確認作業を行わせることで作業者への負担を減らし、効率よく作業することができる

機体概要

全長×全幅×全高 (cm) 46×59×18
重量 (kg) 4.8

カメラ & 距離センサ

距離センサ

USBカメラ

2軸胸鳍推進機構

鳍推進のメリット

海藻&養殖魚
巻き込む恐れがない

水平方向の揺れ軽減

養殖魚への
ストレス軽減



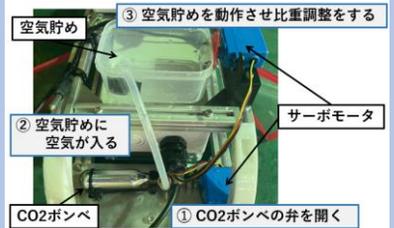
2軸でなめらかな
鳍の動きを実現

コントロールボックス(CB)
(電流センサ・9軸センサ)

バラスト機構

その場で潜水・浮上が可能

→ 最短距離で接近可能



温度センサ

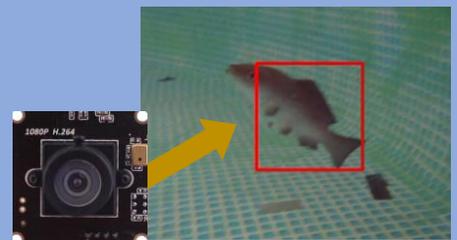


魚の認識機能

機体前面に 低照度環境用カメラを搭載

リアルタイムに機体前面の映像を撮影可能

→ 生育状況把握の為、映像に魚が映るとバウンドボックスが表示される
現状は魚の識別のみの実装
今後はこの機能を活かして魚の速度計測による健康チェック
死んでしまった魚の回収による生簀の清掃を行いたい



衝突防止機能

機体前面にToF式距離センサを2つ搭載

100mm以下になると操縦者に危険信号を発信し、機体の動きが自動で停止する

→ 養殖網&障害物への衝突を防ぎ故障することを未然に防止する



温度測定機能

機体底面に温度センサを搭載

リアルタイムに温度測定が可能

→ 海水温度の変化を発見し養殖魚への影響を防ぐ

姿勢測定機能

CB内に9軸センサを搭載

リアルタイムで機体及びカメラの姿勢測定が可能

→ 波の影響や障害物による機体の姿勢異常を感知し機体の操縦やカメラでの撮影を助ける

研究背景

- ・クラゲの大量発生 ⇒ 漁業や観光業で被害！！
- ・現在の駆除方法 ⇒ 多人数でコストがかかる(図1)
- ・少人数でコスト削減可能なJ.E.N.O.S.の開発



図1. 従来のクラゲ駆除の様子

設計コンセプト

- ・少人数の運用を可能とすること
- ・保守性と管理性を高めること
- ・姿勢の安定性を高めること
- ・クラゲを吸引して粉碎すること
- ・クラゲの多い水面へのアプローチ

表1. J.E.N.O.S.の仕様

寸法	0.65 x 0.52 x 0.47 [m] (L x W x H)
乾燥重量	17[kg]
最大深度	10[m]
アクチュエータ	スラスタ x8, マイクロサーボモータ x2
バッテリー	リチウムイオンバッテリー x1
センサ	USB カメラ x1
	IMU x1
	深度センサ
ケーブル	長さ100m, 直径7.6 mm
装置	LED, クラゲ駆除装置

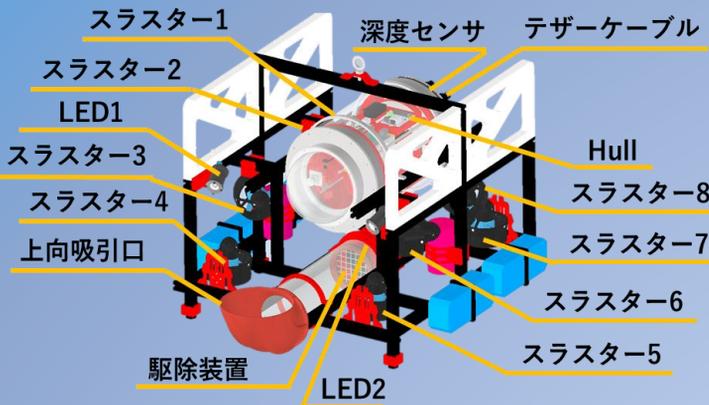


図2. J.E.N.O.S.の全体図

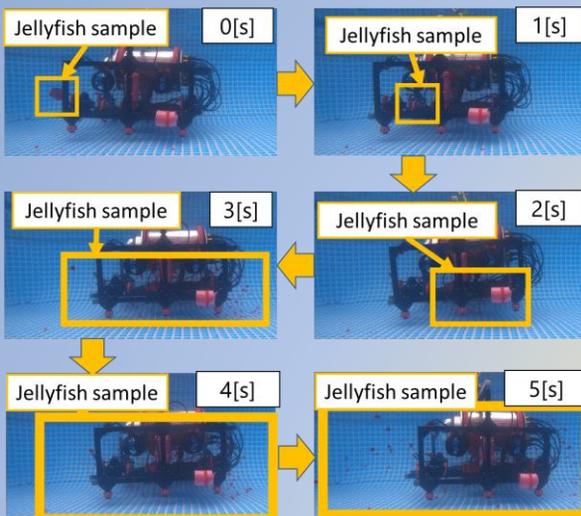


図3. 駆除装置のみの動作時と制御した時の比較



図4. クラゲ粉碎の様子

結論

- ・実際のクラゲを吸引して粉碎可能(図4)
- ・粉碎した物は海洋生物の餌となり、有機物として残る
- ・水面のクラゲにフォーカスを当てた ⇒ 駆除数UP

タコクラゲソフトロボット Pacua

宮下 瑛伍 (大阪工業大学), 上田 哲平 (大阪工業大学), 谷口 浩成 (大阪工業大学)

はじめに

本研究では、水族館の水槽内のゴミ回収を目的としたタコクラゲソフトロボットPacua (パキュア)を開発している。水槽内で発生するゴミには、生物の餌・排泄物・羽毛によるマッドボールなどがある。これらを放置すると、水質が悪化し濾過機や生物に悪影響を及ぼす。そこで、**タコクラゲ**を模したロボットで**ゴミ回収**を行うことで水槽内の景観に溶け込みながら濾過機の**補助**を行う。今回は、タコクラゲソフトロボットの構想と動作について報告する。

タコクラゲソフトロボット Pacua



駆動制御回路
バッテリー-BOX

シリコンゴム製の傘

SMAアクチュエータ

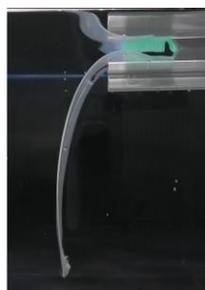
重量: 約1500 g
高さ: 270 mm
直径: 最大260 mm

フィルタ

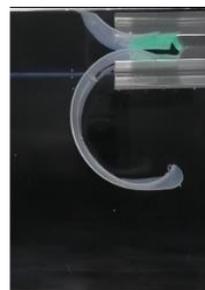
- SMAアクチュエータによる傘の屈曲
- Bluetoothによる無線駆動
- タコクラゲの口腕部分にフィルタを設置

傘の駆動

SMAアクチュエータ 形状記憶合金ワイヤ: BMF150



加熱

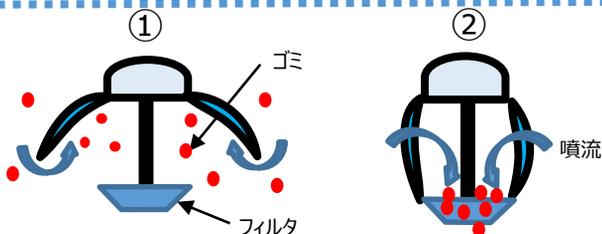


冷却



- 通電による加熱でSMAアクチュエータが屈曲
- シリコンゴムを用いることで**フレキシブル**な動作を実現

ゴミ回収の原理



- ① 傘が開くことで、流れとともにゴミを内側に取り込む
 - ② 傘を閉じることで、発生する噴流でゴミをフィルタで絡めとる
- ➡ 傘の開閉で発生する**噴流**を利用してゴミを回収

疑似ゴミとフルオレセインを用いた水流調査実験

疑似ゴミ: 約5ミリのメラミンスポンジ



停止時



駆動時



停止時



フルオレセイン

駆動時

- 目的: Pacuaの傘の開閉運動で発生する水流の確認
- 方法: PacuaとPCをBluetoothで接続し、5秒駆動&3秒停止を10回繰り返す
- 結果: **水中での駆動は成功**。傘付近での水流は確認できたが○で示した中央部からの噴流は発生していない
- 考察: 傘の開閉比が小さい、開閉スピードが遅い、傘同士の干渉などが影響している

まとめ

- タコクラゲソフトロボットの実装
- 水中での無線動作の確認
- 傘の開閉運動で発生する水流の確認

今後の課題

- 傘形状、傘先端部の検討
- 噴流を発生させる方法 (開閉スピードの変化など) の検討

Structures

PLA housing / frame
Acrylic pressure hull

20[m]depth pressure resistant
2[h]

H90xW90xL900[mm]
2.3[kg]

6x1[N] 6[W]

6xESC LittleBee 20A

Li-Po 11.1[V] 2200[mA]

Li-Po 7.4[V] 2200[mA]

Raspberry Pi 4 4GB
4xArduino

Wireless LAN 2.4/5[GHz]
Optic LAN 100[Mbps]

Operating time

Dimensions

Weight

Thrusters

Motor Drivers

Batteries

Controller

Communication

Sensors

Front Camera IMX322

Bottom Camera IMX219

DVL DVL A50

DepthSensor MS5837-30BA

IMU Yost Labs TSS-NANO

IMU TR-IMU16475-2

IMU BNO055

2xVoltmeter

SPECIFICATION & FEATURE

自由度の高いカメラ配置

3Dプリンタ製の筐体
2+3+1の小型軽量の筐体

拡張が容易に可能

バック1つで運用
ノートPC1台で運用



Vehicle

Underwater

Autonomous

MACARONI



両面コピー用調整ページ

両面コピー用調整ページ

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



日本海洋事業

NIPPON MARINE ENTERPRISES

ゴールドスポンサー



一般社団法人 **センサイト協議会**
SENSAIT Council (SAIC) 海洋産業部会