



第9回

沖縄海洋ロボットコンペティション

ガイドブック

<input type="checkbox"/> 実施要綱	1 p
<input type="checkbox"/> 会場	3 p
<input type="checkbox"/> 参加者一覧	5 p
<input type="checkbox"/> スケジュール・競技ルール	6 p
<input type="checkbox"/> テント配置図	27 p
<input type="checkbox"/> ロボット概要	30 p
<input type="checkbox"/> 協賛企業一覧	裏表紙

日時：2023年11月18日（土）、19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、琉球大学工学部、沖縄工業高等専門学校、
九州工業大学社会ロボット具現化センター、長崎大学、九州職業能力開発大学校、
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：産経新聞社(Offshore Tech Japan)、海洋エンジニアリング(株)、IEEE/OES Japan Chapter、
いであ(株)、(株)グローバルウェイ、ツネイシクラフト&ファシリティーズ(株)、
日本海洋事業(株)、(一社)日本水中ドローン協会、(株)FullDepth、
ヤンマーホールディングス株式会社
広和(株)、(株)スペースワン、(一社)センサイト協議会、バルテクネ(株)、ミサゴ(株)

■「第9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9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部門

- ①ノーマルタスク
- ②知能・計測チャレンジ

2) ROV部門

- ①ノーマルタスク
- ②知能・計測チャレンジ

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5年	11月	18日（土）	開会式	（宜野湾マリン支援センター）
			練習航行	（宜野湾新漁港）
		19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30日（土）17:00
- 2) ガイドブック用資料提出 ～ 11月 6日（月）17:00

※ 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です。ただし、ROV 部門 ノーマルタスクと知能・計測チャレンジ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) 「実機競技（運動性能・技術性等）」
- 2) 「技術解説書（機能実現等）」（知能・計測チャレンジのみ）

7. 審査方法

- ・ 審査は実機競技によって行う。ただし、知能・計測チャレンジのみ、技術解説書の評価も行う。
- ・ 実機競技：審判員を競技会場内に配置し審査する。
- ・ 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・タスク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する。

■会場

開会式

宜野湾マリンスポーツセンター

住所：沖縄県宜野湾市大山7丁目10-27

電話：098-942-2200

(那覇空港から約16km ※車で35～50分)

競技会場

宜野湾新漁港

沖縄県宜野湾市大山7丁目



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5 トイレ



図6 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	東海大学静岡キャンパス	海の技術を教え隊	CORE
AN2	九州工業大学	Kyutech Underwater Robotics	KYUBIC
AN3	九州職業能力開発大学校	KPC-AUV	Mt.Turtle
AN4	個人	次世代航空研究会	AU0

1-2. AUV部門 知能・計測チャレンジ

No	所属	チーム名	ロボット名
AC1	九州工業大学	Kyutech Underwater Robotics	KYUBIC
AC2	九州職業能力開発大学校	KPC-AUV	Mt.Turtle
AC3	愛知工業大学	Return ZERO	WLUFFIN

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	福山職業能力開発短期大学校	機関車 GO	Sea Train
RN2	愛知工業大学	TeamBlue	AIT-VTV
RN3	沖縄職業能力開発大学校	オキナワポリテク	GURUKUN
RN4	島根職業能力開発短期大学校	Mr.3 Shimane	まつぼっくり Thirteen
RN5	島根職業能力開発短期大学校	AGO	大蛇丸
RN6	愛知工業大学	チーム UCD 水中ラボ	深海のミサゴ
RN7	長崎大学	長崎大学	REMONA
RN8	広島工業大学	HIT-KMU	S.E.T.O. 2
RN9	国民大学校	KMU-HIT	Krover2
RN10	東京工業大学	東京工業大学ロボット技術研究会アクア研	Kurione3
RN11	愛知工業大学	AIT 海洋チャレンジ	Cerchio3
RN12	山口大学	WAVE	First Dive

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	沖縄職業能力開発大学校	オキナワポリテク	GURUKUN
RC2	長崎大学	長崎大学	REMONA

■スケジュール及び競技ルール

1. 大会スケジュール

11月18日(土)：開会式、練習航行

11月19日(日)：競技、表彰式・閉会式

1. 1 スケジュール詳細

●大会1日目：11月18日(土) スケジュール

受付・開会式・スポンサー企業プレゼン・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）

8：30 受付

10：00 開会式、オリエンテーション

10：15 スポンサー企業プレゼンテーション

いであ(株)、海洋エンジニアリング(株)、(株)グローバルウェイ

産経新聞社(Offshore Tech Japan)、ツネイシクラフト&ファシリティーズ(株)、日本海洋事業株式会社、

(一社)日本水中ドローン協会、(株)FullDepth、ヤンマーホールディングス株式会社

(株)スペースワン、(一社)センサイト協議会、ミサゴ(株)

12：15 出走順抽選

12：25 AUV 部門、ROV 部門 競技説明

13：00 筐体検査・練習航行開始

16：30 練習航行終了

18：30 機体整備会場閉館



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 19 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

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

※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）

9：40 ROV ノーマルタスク競技予選 1 回目開始（AUV 競技、知能競技と交互に進行）

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

9：45 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）

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

11：25 ROV 知能・計測チャレンジ競技 1 回目開始（ROV 競技と交互に進行）

〔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	10:30	10:40	10:45 - 10:50	10:55
チーム ROV 知能-2	10:40	10:50	10:55 - 11:00	11:05

11：25 AUV 知能・計測チャレンジ競技 1 回目開始（ROV 競技と交互に進行）

〔AUV 知能・計測〕 チーム名	点呼	準備	競技	撤収終了
チーム AUV 知能-1	10:50	11:00	11:05 - 11:10	11:15
チーム AUV 知能-2	11:00	11:10	11:15 - 11:20	11:25
チーム AUV 知能-3	11:10	11:20	11:25 - 11:30	11:35

11：40 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、知能競技と交互に進行)

[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

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 - 12:40	12:45
チーム AUV-2	12:30	12:40	12:45 - 12:50	12:55
チーム AUV-3	12:40	12:50	12:55 - 13:00	13:05
チーム AUV-4	12:50	13:00	13:05 - 13:10	13:15

13 : 35 ROV 知能・計測チャレンジ競技 2 回目開始 (ROV 競技と交互に進行)

[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	13:20	13:30	13:35 - 13:40	13:45
チーム ROV 知能-2	13:30	13:40	13:45 - 13:50	13:55

13 : 55 AUV 知能・計測チャレンジ競技 2 回目開始 (ROV 競技と交互に進行)

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

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	15:00	15:10	15:15 - 15:20	15:25

15 : 30 審査・集計、16 : 00 表彰式・閉会式

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) 知能・計測チャレンジの得点は、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 AUV 及び ROV 各部門の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 AUV 及び ROV 各部門の知能・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

2.1 ワークショップ点

ポスターセッション（ポスターと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。

※ 本年度はワークショップを開催しないため、全チームのワークショップ点を満点とします（ノーマルタスク：30点、知能・計測チャレンジ：20点）。

2.3 順位点 (AUV 及び ROV 部門のノーマルタスク) 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

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) 競技点 (AUV 及び ROV 部門の知能・計測チャレンジ)

知能・計測チャレンジは、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、「4.2.2 AUV 部門 知能・計測チャレンジ」及び「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

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 0 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。

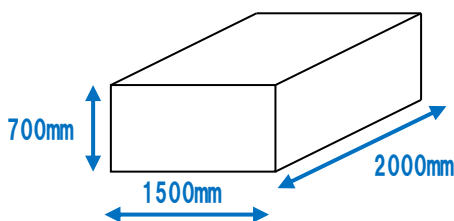


図 4-1-1 筐体許容寸法

[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、自律型洋上航走体等)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。筐体の基準位置としたい場所に貼り付けてください。

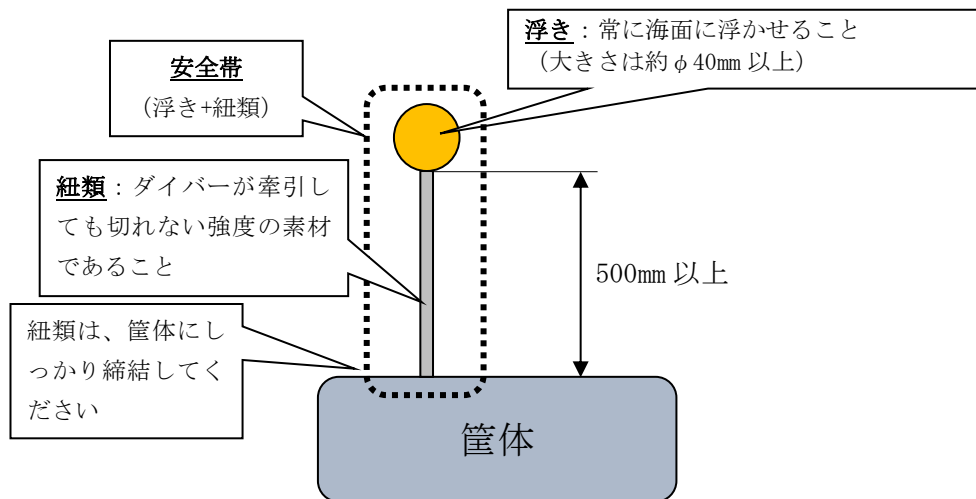


図 4-1-2 安全

- 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いただきます。
- 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、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、同一部門ノーマルタスクと知能・計測チャレンジ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。

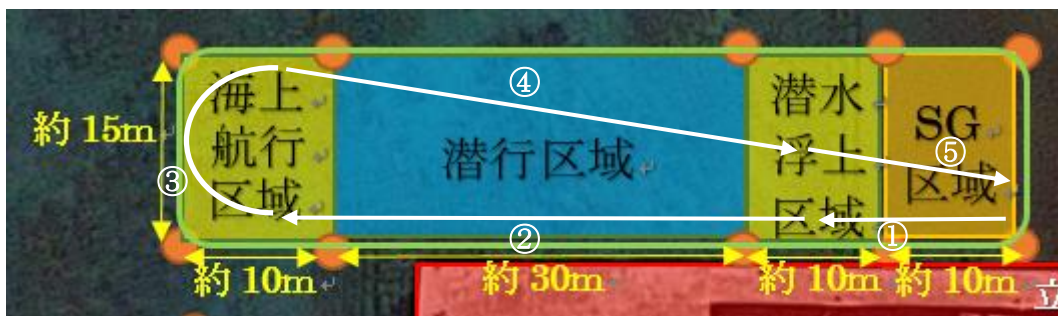


図 4-2-1 AUV 競技エリア及び競技コース

(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

(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。
- 3) 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。
- 4) 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。)
- 5) 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。
- 6) 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。
- 7) 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。)

4. 2. 2 AUV 部門 知能・計測チャレンジ

1) 主旨

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提案し、開発した装置を用いて競技を行っていただきます。

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。ランドマークは図 4-2-2 に示すように、色のついたブイ（色については当日に明らかにします）およびピンガーを設置します。ピンガーの発生周波数は 21kHz、発信波形数は 5 波、インターバルは 250ms とします。ランドマークの検出するために、ブイの色や形状、またはピンガーの音波を用いてください。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。

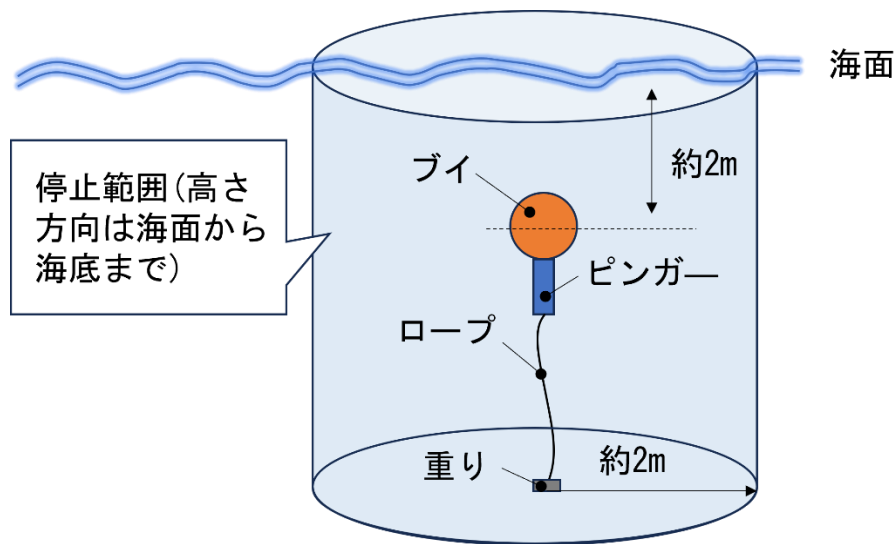


図 4-2-2 設置するランドマークおよび停止する地点

3) 得点基準

課題クリアにより、表 4-2-2 の得点となります。

表 4-2-2 課題クリアによる得点（競技点）

課題番号	課題内容	得点
1	ランドマークへ到達	10 点
2	ランドマークで 5 秒以上停止	20 点
3	SG 区域で停止	10 点

※課題番号 3 については、課題番号 1 をクリアしていることが前提です。

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

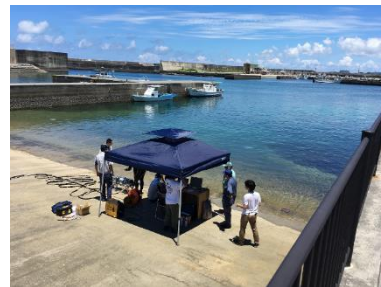


図4-3-2 ROV 競技エリア及び競技

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

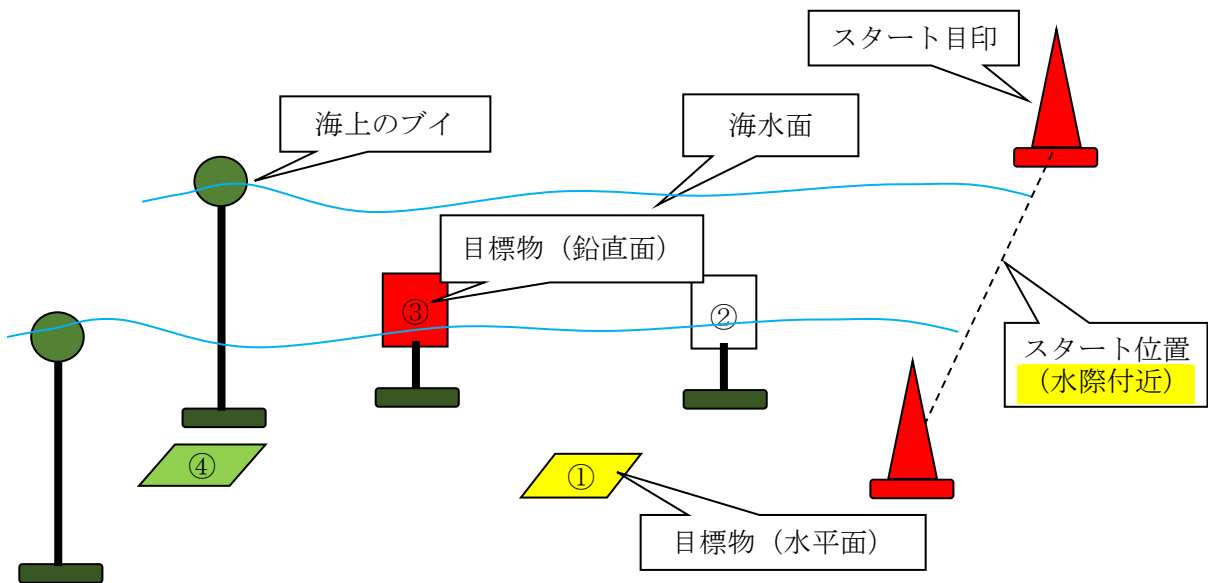


図 4-3-3 目標物配置イメージ

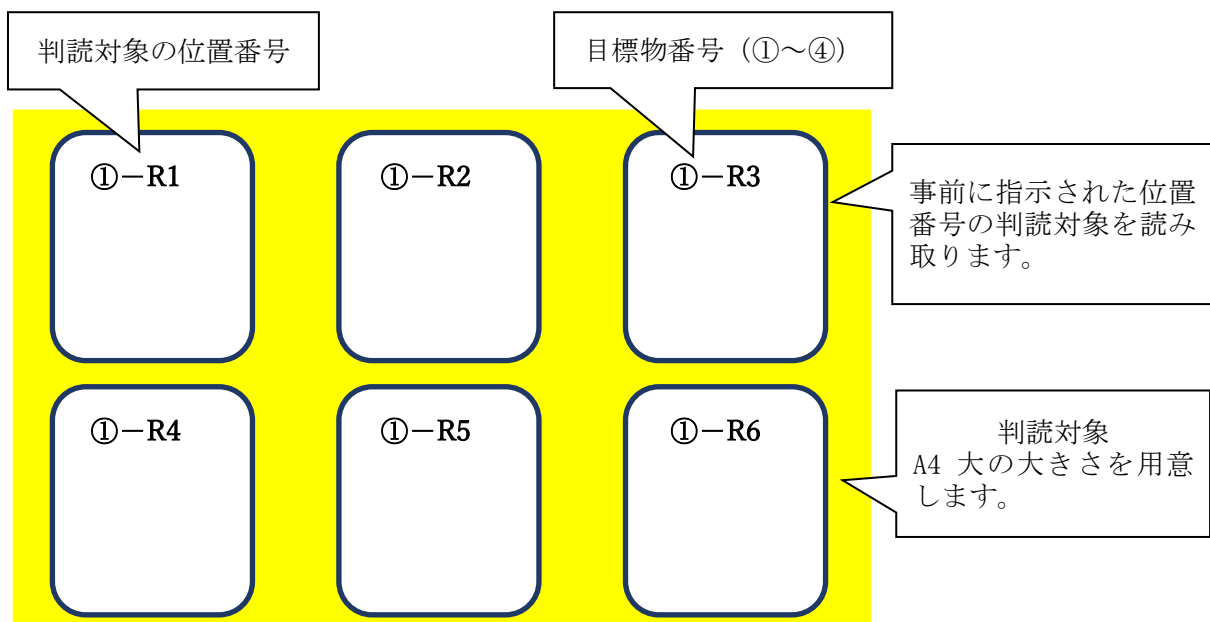


図 4-3-4a 目標物イメージ



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

現在、洋上風力発電設備の構造物や海底ケーブルの点検保守作業に、ROV の活用が検討されています。しかし、実用上の問題として、波や潮流といった外乱がある環境下では、観測対象を安定して見続けられないことがあげられます。そこで、このタスクではハードウェア技術（例えば、スラスト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

競技フィールドの中央には小型の「洋上風力発電設備」が設置されており、発電設備の直下には「傷」イラストが設置されています。また、海岸から発電設備の間の海底にはケーブルが設置されています。

はじめに、ロボットを海岸から発電設備まで接近させます。この際に、ロボットに海底ケーブルの撮影機能がある場合は、遠隔操作または自律航行にてケーブルに沿って航行させてください。発電設備までは海上または海中を航行して構いません。

次に、カメラで「傷」を捉えたら自律運動制御による観測を開始します。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 秒間の制御停止期間をおいた後、再び自律制御による観測を行います。この動作を 3 回繰り返します。



「×」印の地点に洋上風力発電設備を設置します。

発電設備の直下、深度 0.2～1.0 m 地点に「傷」イラストを設置します。

海岸から「傷」までの距離は 20m 程度、ケーブルは青色、太さ 20 mm を想定しています。

図 「傷」イラストの設置場所と海底ケーブルの設置イメージ

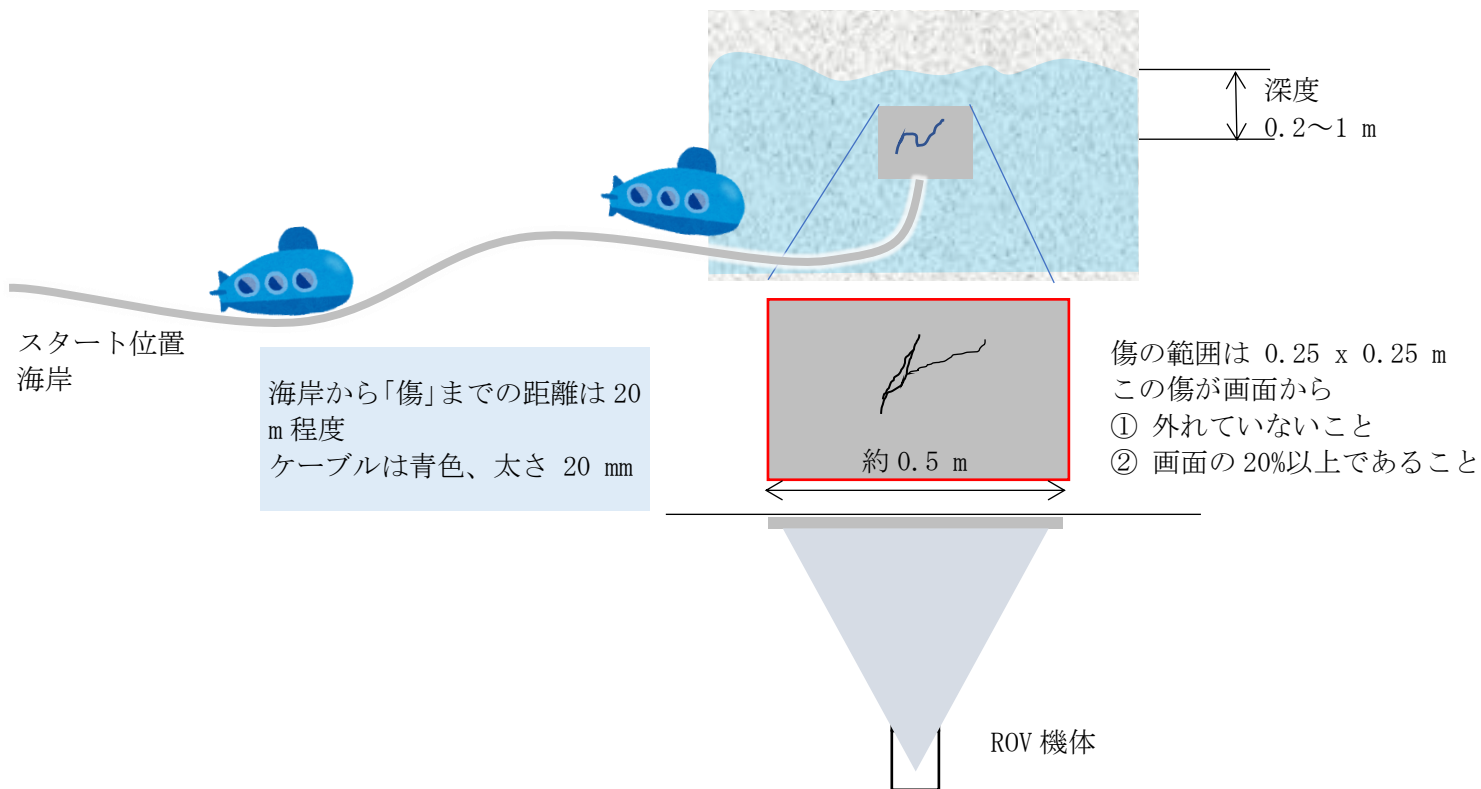


図 4-3-6 「(疑似傷)」の撮影イメージ

3) 得点基準

課題クリアにより、表 4-4-3 の得点となります。撮影した海底ケーブルや「傷」の映像を審査用モニタ (HDMI 端子 (タイプ A、メス) または VGA 端子 (D-Sub15 ピン、メス)) に表示するとともに、録画してください。審査員がモニタ画面を見て、ケーブルに沿った航行、「傷」の撮影範囲や大きさ、安定観測時間を判断します。

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	ケーブルに沿った航行	20 点
2	30 秒間捕捉 1 回目	20 点
3	30 秒間捕捉 2 回目と 3 回目	各 10 点

※ 課題番号 1 については、遠隔操作でも自律航行でも得点は同じとします。また、海岸から発電設備まで航行する中で、常にモニタ画面にケーブルが表示されたことで点数を得られます。

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 :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。

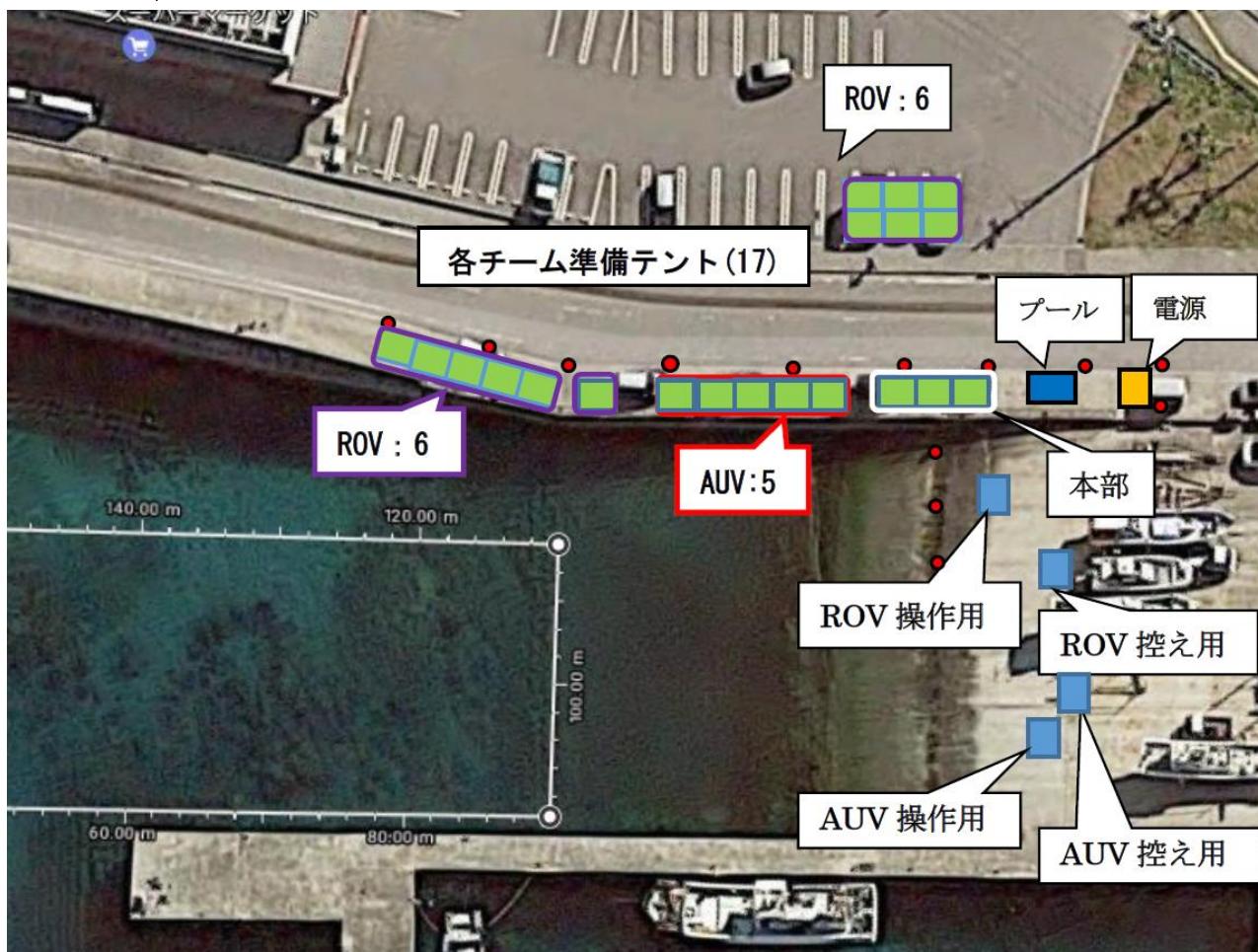
Q11 :大会事務局より貸与いただける機材として、どのようなものがございますか。

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、ロボットの搬送等が必要なチームは事務局にお申し出ください

Q12 :知能・計測チャレンジ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10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

- ・ 競技日 (11/19) に配布するテントは「2.5m×2.5m」の簡易テントです。机と椅子も配布します。
- ・ 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。
- ・ 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。
- ・ 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)
- ・ 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。

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、琉球大学工学部、沖縄工業高等専門学校、九州工業大学 社会ロボット具現化センター、長崎大学、九州職業能力開発大学校、極東建設（株）
- 3) 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
- 4) 協賛：産経新聞社(Offshore Tech Japan)、海洋エンジニアリング(株)、IEEE/OES Japan Chapter、いであ(株)、(株)グローバルウェイ、ツネイシクラフト&ファシリティーズ(株)、日本海洋事業(株)、(一社)日本水中ドローン協会、(株)FullDepth、ヤンマーホールディングス株式会社
広和(株)、(株)スペースワン、(一社)センサイト協議会、ベルテクネ(株)、ミサゴ(株)

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
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 能開教授
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 能開教授
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 能開教授
吉田 弘	国研) 海洋研究開発機構技術開発部 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 能開教授
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 能開教授
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
佐藤 寛晃	中国職業能力開発大学校 生産電気システム技術科 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
森田 孝明	長崎大学 研究開発推進機構 機構長特別補佐
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
吉田 弘	国研) 海洋研究開発機構技術開発部 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
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 能開教授
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

サンゴ礁調査用AUV CORE(CORAL REEF EXPLORE)



外形寸法[mm] W × D × H	600 × 590 × 415
重量[kg]	15
コンピュータ	RaspberryPi3 Arduino MEGA
センサ	USBカメラ、DVL、 GNSS、超音波センサ
スラスタ	BlueRoboticsT200 × 6
バッテリー	Li-ion 14.8V/15.6Ah/230 Wh

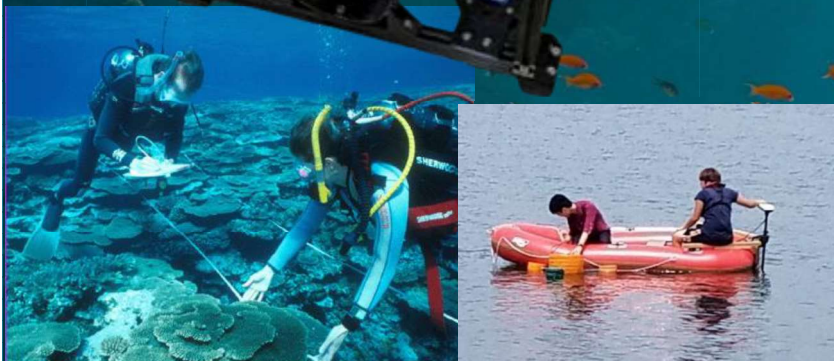


図1 従来のサンゴ礁調査の様子

現在のサンゴ礁調査には人工衛星やダイバー、水中ロボットを用いた観測が行われている。しかし、人工衛星では水中が観測できず、ダイバーは時間的、空間的制約を受け、水中ロボットは船が必要であるため港がないと使えないといった課題がある。

Sky to Water Monitoring System(SWMS)はドローン、USV、ROVから構成される。これにより船が必要なくなり岸から展開でき波打ち際を越えることが出来る。そして空中から海中まで同時にデータを取得可能であり、また多数ばらまくことで全世界的に同時観測が可能となる。これによりサンゴ礁調査における課題を解決することが出来る。

我々はマイクロプラスチックの影響を含むサンゴ礁調査を自動化し、全世界で情報ネットワークを構築するため、SWMSの開発を目指している。

COREは、ROV/AUVハイブリッド型として開発中である。RaspberryPiをメインコンピュータとして、ハードウェア入出力はArduinoMEGAで行っている。

本専攻は研究費が非常に少ないため、低コストで開発することに全力を注いでいる。

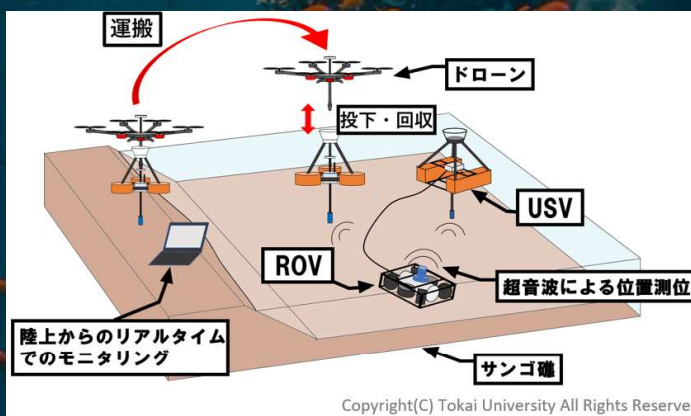


図2 SWMSの構想図



図3 全世界同時観測の図

ホバリング型 AUV “KYUBIC”



Kyutech Underwater Robotics

国立大学法人

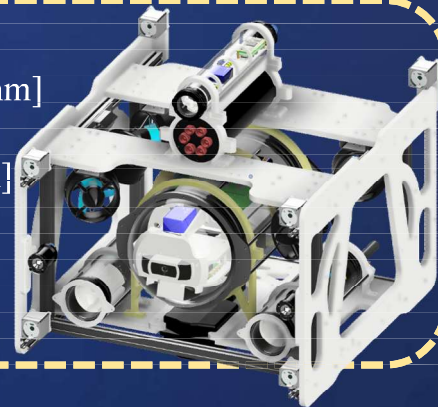
九州工業大学

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

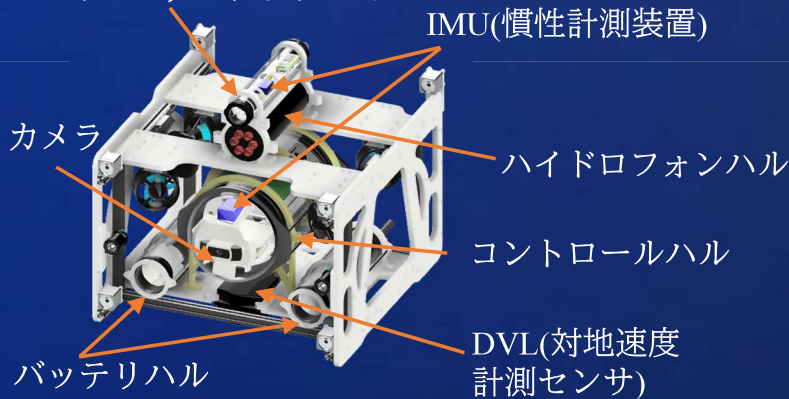
形状: : H518×W550×L570[mm]
 重量: : 34.0 [kg]
 バッテリー: : 2×Li-ion 18 [Ah]
 PC: : GMKtec NucBox M2
 最大深度: : 約15 [m]



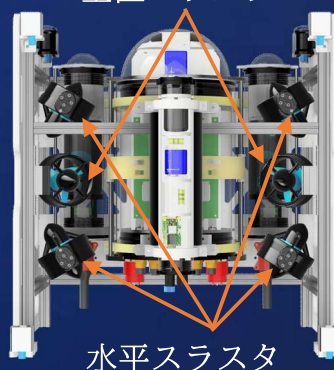
KYUBICのシステム

センサ・ペイロード位置

コミュニケーションハル

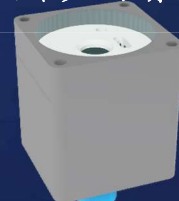


垂直スラスタ



ハイドロフォン

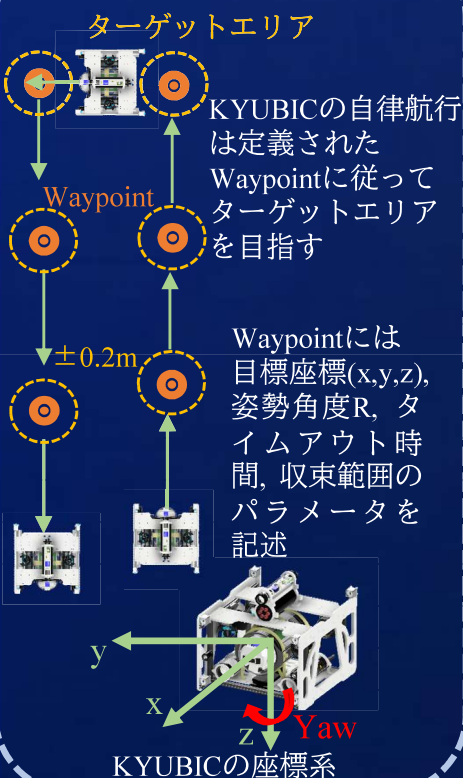
水中の音を聞くための
マイクロフォン



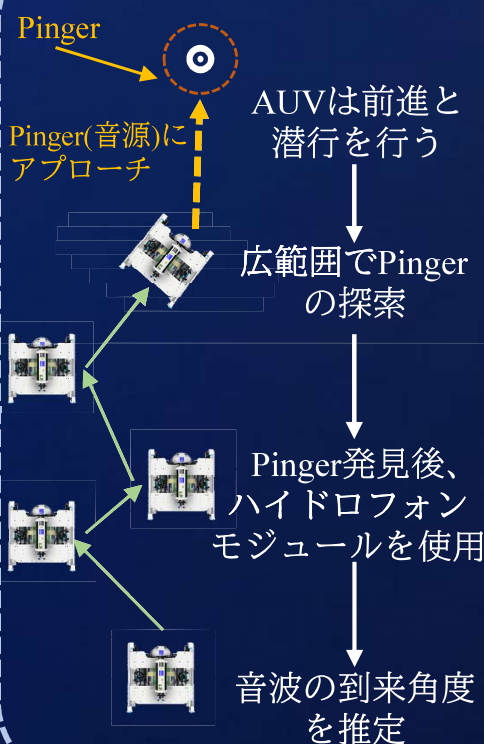
自作することにより低
コスト化を実現
対応周波数:
100 [Hz] ~ 80 [kHz]
チャンネル数: 6

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
- 形状: : H518×W550×L570 [mm]
- 重量: : 34.0 [kg]
- コントロールハル ×1
- バッテリーハル ×2
- センサーハル ×1
- ・ メインPC
- PC: GMKtec NucBox M2
- CPU: AMD Ryzen 4800U
- RAM: 32 [GB]
- SSD: 1 [TB]
- OS: Ubuntu 20.04 LTS
- ・ サブPC
- 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

洋上風力発電 海底調査ロボットの開発

1. 開発概要

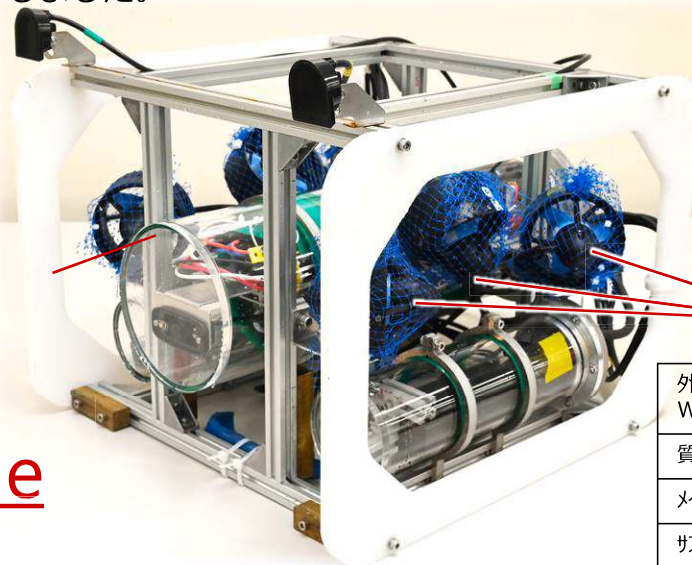


魚群探知機用振動子

現在、洋上風力発電設備の海底調査には海中ロボットの活躍が期待されています。

海中ロボットの測位には、ピンガーからハイドロフォンに到達する超音波の時差から方位を求めるSSBLが用いられますが、高価です。

そこで私達は、ピンガーからの超音波を魚群探知機用振動子で取得し、ピンガーに対する角度を求める測位システムを備えた海中ロボットを開発しました。

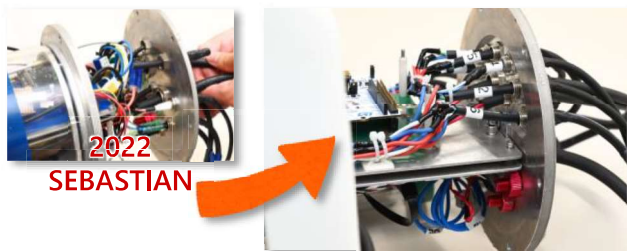


スラスタ

Mt.Turtle

外形寸法 W×D×H	440×480×350 mm
質量	約16 kg
メインCPU	LattePanda 3 Delta
サブCPU	ESP32-DevKitC

2. 海中ロボットの設計・製作 (生産機械システム技術科)



昨年度は、分離したシャーシと蓋の間の配線をコネクタで接続していたため、導通不良が発生していました。

そこで、**シャーシと蓋を一体化**することでコネクタ接続点を減らし、**導通不良の改善**と整備性の向上を図りました。

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)

海中ロボットに必要な①測位、②方位、③深度の3要素の取得を目指しました。

<① 測位>

超音波の取得には魚群探知機用振動子を使用しています。

2つの振動子を用いて超音波を取得し、**相互相関関数を用いて時差を求め**、その時差からピンガーに対する角度を出すことができました。

<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

AU0

Control surface
Gravity
Thrust propulsion

Autonomous Underwater Vehicle type 0



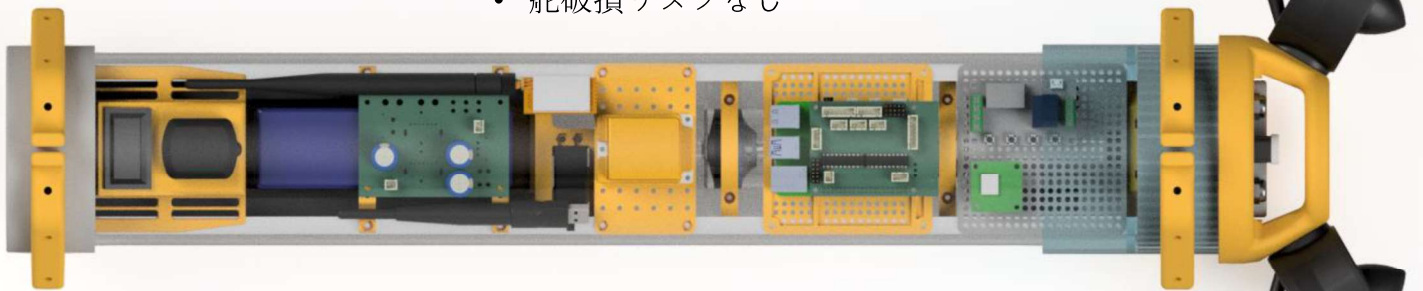
寸法 [mm]	全長 830	全幅 294	全高 169
空中重量 [kgf]	5.2		
材料	塩ビパイプ, アルミ角パイプ, PLA樹脂		
スラスタ数	2		
制御装置 ソフトウェア	Raspberry Pi 4 ROS2 Humble		

巡航型AUVの運用課題を舵レスデザインで解決！

- ✓ 輸送/運用時の舵破損・再調整リスク
- ✓ 低速航行時の深度維持に一定のピッチ角が必要
- ✓ 潜航時にエネルギーを消費

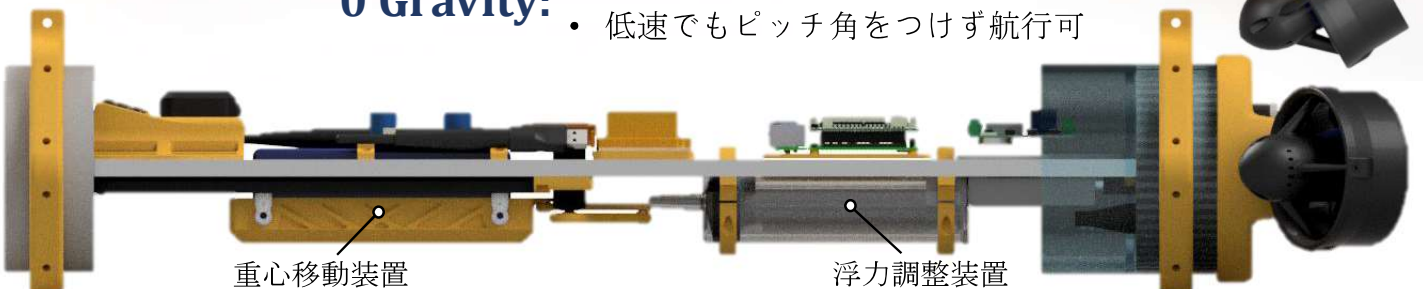
0 Control surface:

- 左右モーターの推力差と重心移動で機動
- 舵破損リスクなし



0 Gravity:

- 浮力調整装置で浮量0
- 低速でもピッチ角をつけず航行可



0 Thrust propulsion:

- 浮力調整装置 + 重心移動装置で水中グライダー化
- 潜航時のエネルギー消費低

バラスト制御型4スクリューAUV(wluffin)

Return Zero: 大木貴生 恒川昂汰



コンセプト

競技フィールド内のピンガーの検知に向けて、距離と方位を測定できるパッシブソナーシステムを開発。これにより、水中の音響信号を検出し、自己位置が相対的に推定できる。さらに水中ブイを検知するために、深度カメラを導入。行動計画のためにはROS2とBehavior Treeを統合。ロボットは状況に応じて、任務を自動的に実行するための柔軟な計画を立てられる。これらの取り組みにより、競技フィールド内での水中ブイとピンガーの検出、および自律航行が実現できる。

機体の構成



- 4スクリュー搭載
- 機体上部に可変バラスト搭載
- 機体前方に深度カメラを搭載
- 内部にminiPC搭載
- miniPCの排熱のためのヒートシンク状の蓋を搭載
- 機体前方に自作パッシブソナーを搭載
- ROS2・micro-ros・Arduinoを用いて制御

全長	45cm
全幅	49cm
全高	46cm
重量	35kg

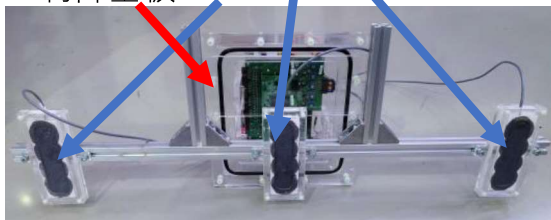
自作パッシブソナー

パッシブソナーによる海中測位

複数のハイドロフォンへの音波到達時間差から、超音波送信地点までの距離・方位を求める。このセンサは以下のような特徴を持つ。

- 画角：横180° 縦50°
- 測距距離：< 30m(条件による)
- 帯域：21kHz ± 4kHz
- SAD法による位相の精密測定（分解能1μs）
- FPGAによる高速信号処理
- 反射波誤検出の抑制のための工夫
異方指向性ハイドロフォン etc.

制御基板 ハイドロフォン

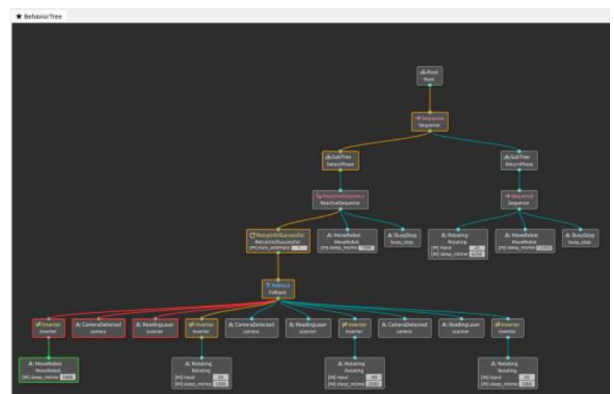


フェーズドアレイ型パッシブソナー

Behavior Treeによる行動計画

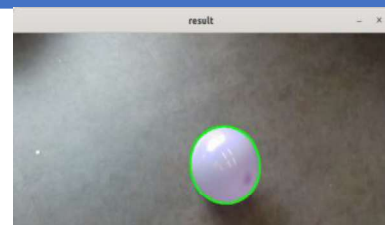
自立移動の行動計画はBehavior treeを用いた。Behavior treeはROS2に組み込んでいる。

今大会で用いる行動ツリーを下記に示す。最初に、音波を探知できるまで探索動作を行う。探知後、目標位置まで移動し制動。制動はブイ検知のためのカメラも使用する。指定時間の制動後スタート地点まで戻るものとなっている。



海中深度カメラによるターゲット検出

近距離でのターゲットの検出のために、ステレオカメラ方式の深度カメラRealsenseを使用。空気と海水の屈折率の違いのため、海中ではRealsenseの測定結果は正確な値が出ない。そこで、屈折率を考慮した補正式を光学的計算により導出した。

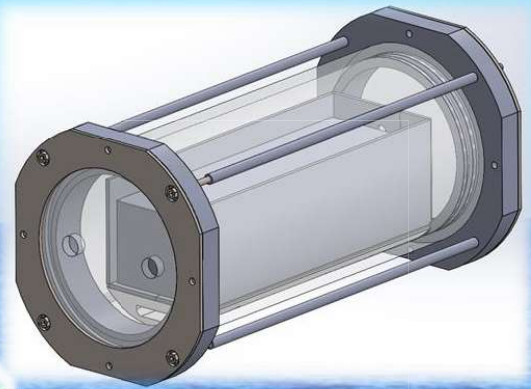
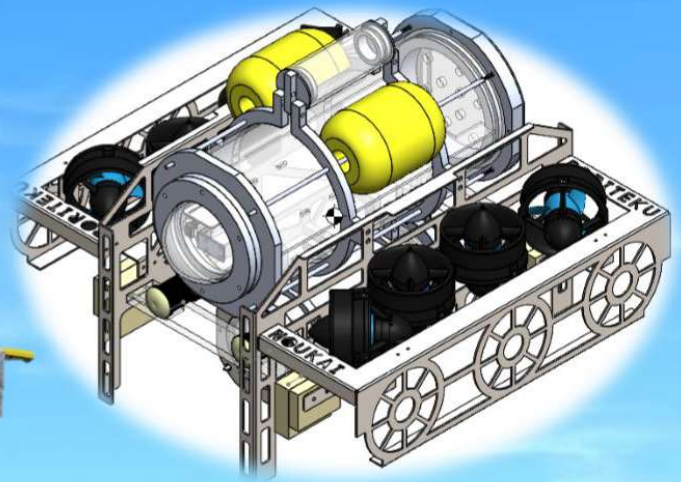


輪郭検出をしている様子

SEA TRAIN

チーム名：機関車Go!

機関車をモデルにしたデザイン



実際のROV

サフパイプを
コンパクトに

寸法 (mm)	全長 484	全幅 540	全高 400
重量 (Kgf)	15.1		
水中重量 (Kgf)	中性浮力 (やや+)		
材料	アクリル	ステンレス (SUS316L)	アルミ (A5052)
スラスタ数	8個		
カメラ・制御装置	Raspberry Pi カメラ×1 ・ FC×1, CC×1		

推力偏向機構を搭載した4スクリーューROV(AIT-VTV)

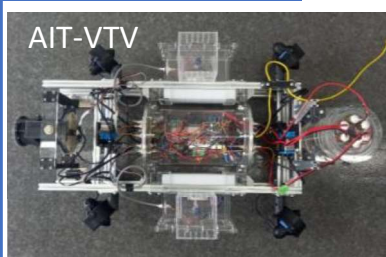
Team Blue : 辻本竜也, 古橋秀夫(愛知工業大学)



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、バラストを使用して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
- ・左右に可変バラストを搭載
- ・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
- ・広角レンズ・低照度カメラ搭載
- ・HMDとジンバルの連動
- ・ROS2を用いて制御



HMDと連携した縦横が可能

バラストによる深度自動調整機能

操縦者の負担を軽減するため、深度の自動調整機構を搭載した。

水風船を用いたバラストは、深度センサーからのフィードフォワードによって浮力を調整し深度を保つことができる。

深度センサーからの値から、速度、加速度を求めることによって現在の浮力を求める。この浮力をもとに、次の深度を予測する。予測深度に応じて、バラストの制御量を決定する。

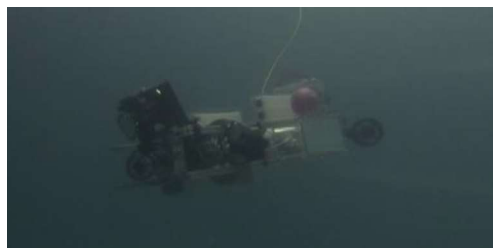
これにより、水中の深度を自動で調整することが可能であり、ホバリングもできる。

浮力計算式

$$F = -k_v \frac{dh}{dt} - k_a \frac{d^2h}{dt^2}$$

深度予測式

$$h(t_d) = h_0 - \frac{k_a}{k_v} (k_t + \dot{h}_0) \left(1 - e^{-\frac{k_v F_0}{k_a k_F}} \right) + \frac{k_t F_0}{k_F} - \frac{F_0^2}{2k_v k_F}$$

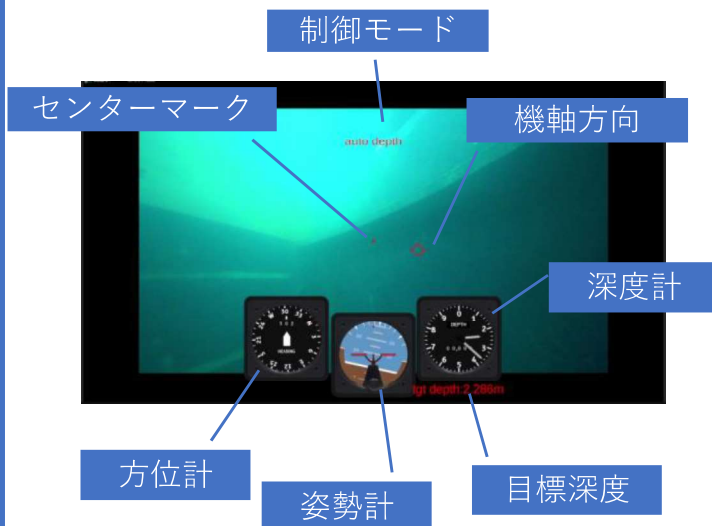


HMDによる映像表示とカメラ制御

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。



操縦画面には、カメラ映像以外に航空機のPFDのような計器表示などがあり、機体の姿勢、方向、深度、制御モード、カメラジンバルの向きなどがわかるようになっている。





GURUKUN

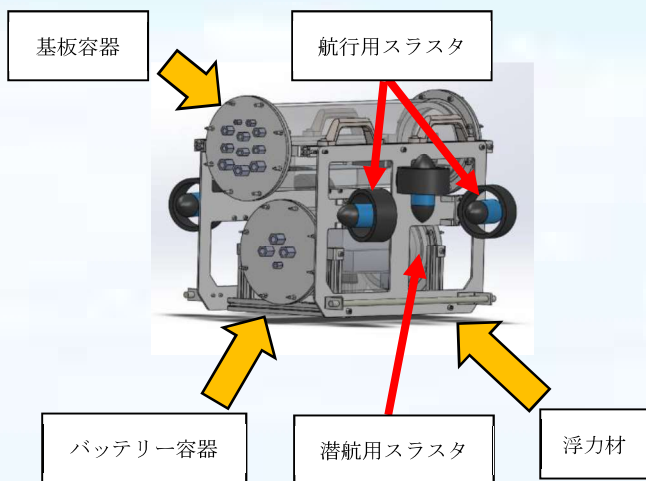
チーム名：オキナワポリテク

1. はじめに

ROV ノーマルタスクでは、ターゲットを素早く探索するために、ロボットには、高い機動力と容易な操縦性が要求される。

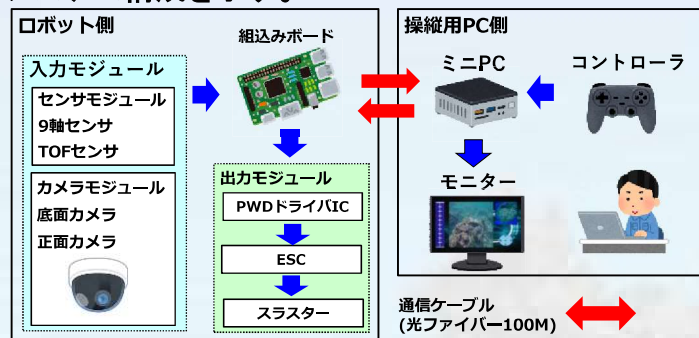
2. ロボット外観

高い機動力のために、航行用スラスタ×4と潜航用スラスタ×2を配置している。



3. システム構成

システム構成を示す。



ロボット側の入出力モジュール

各種センサ・カメラ

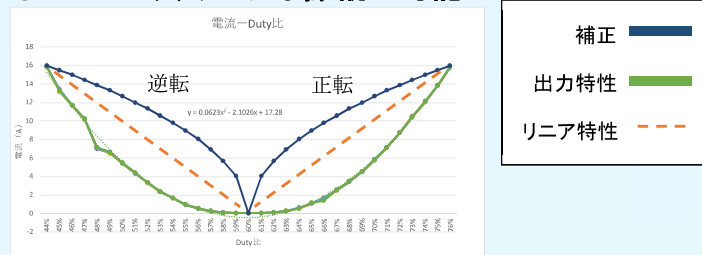
- ・9軸センサ(方位計測)
- ・TOFセンサ(対象物までの距離計測)
- ・カメラ(正面用、底面用)

スラスタ

- ・航行用×4、潜航用×2

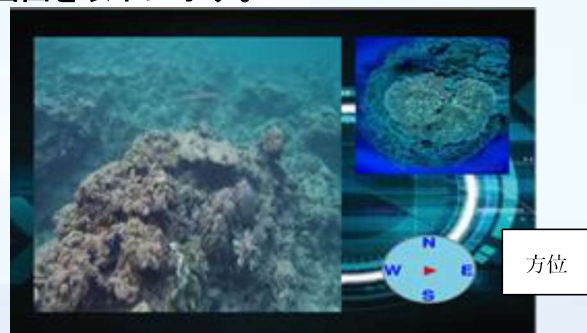
4. スラスタ出力制御

スラスタの出力特性を調べた結果、2次曲線で近似できることがわかったので、逆関数で補正をかけることにより、リニアな操縦が可能になった。



5. 操縦画面

操縦画面を以下に示す。



(1) カメラ映像表示

正面カメラと底面カメラ映像を1つのモニタ表示することにより(表示切替可)、ターゲットを探索しやすいようにしている。

(2) ロボットの姿勢情報

9軸センサで方位を、TOFセンサでターゲットとの位置関係の表示ができるようにしている。

(3) QRコード自動認識

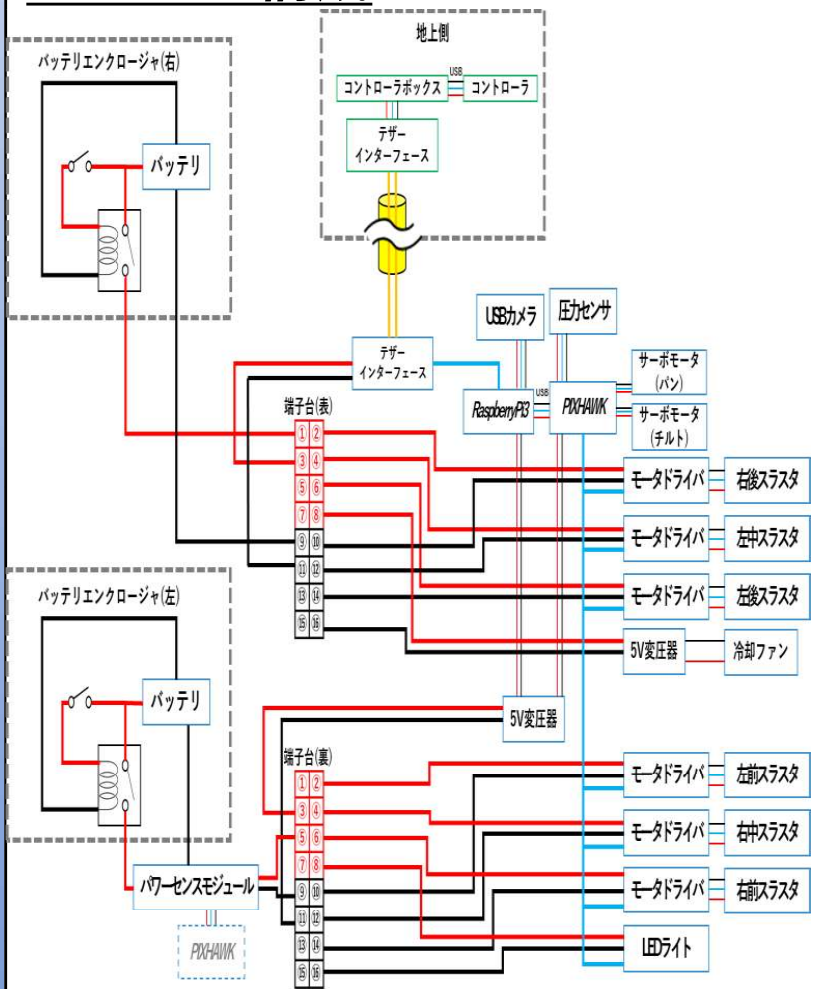
複数のQRコードの自動認識機能を有する。同時に認識した場合、それらを区別して表示できるようにしている。



まつぼっくり thirteen



システム構成



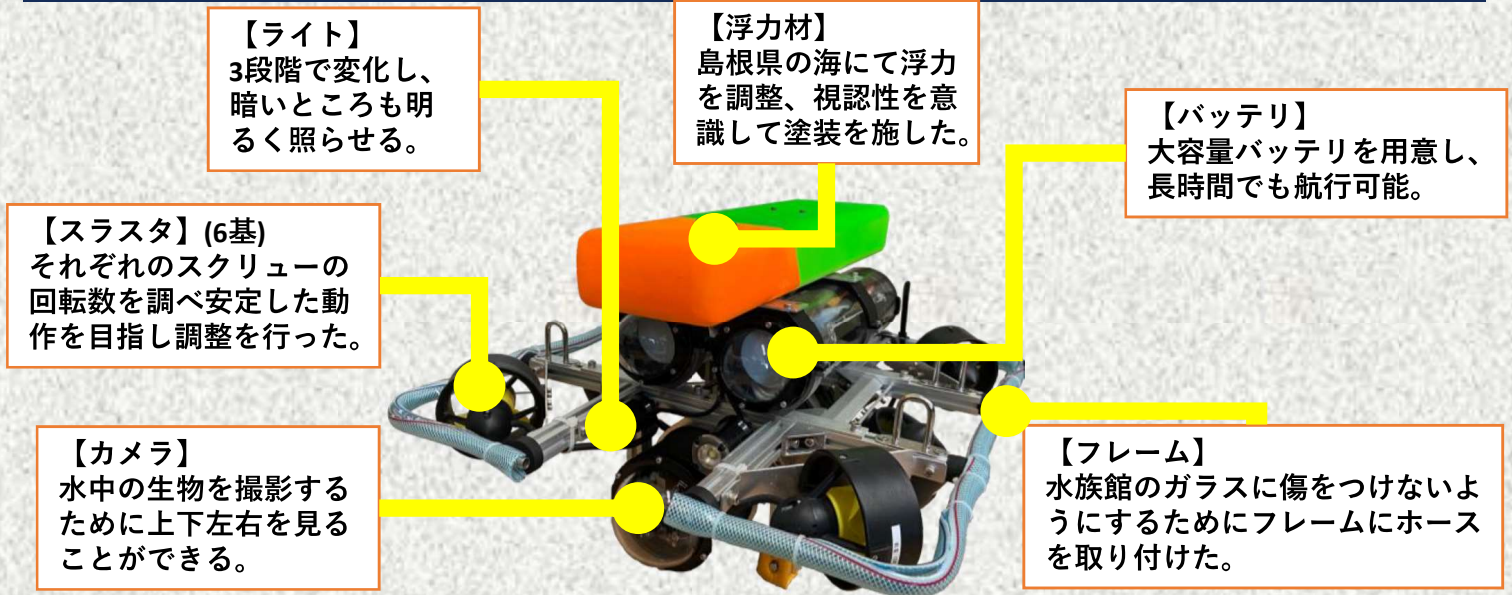
基本仕様

サイズ	(W)468 × (D)415 × (H)244[mm]
質量	8.8[kg]
スラスト	T200 × 6個 (ベクトル...4個、垂直...2個)
バッテリー	6000[mAh] 88.8[Wh] 14.8[V]
最大定格深さ	10[m]
最大前進速度	1.5[m/s]
カメラ	低照度 HD USB カメラ 1080p,110度 (水平) 0.01ルクス
カメラの傾き	±90度(合計範囲180度)
センサ	6-DOF IMU,デュアル 3-DOF 磁力計 内部気圧計、統合リークセンサ

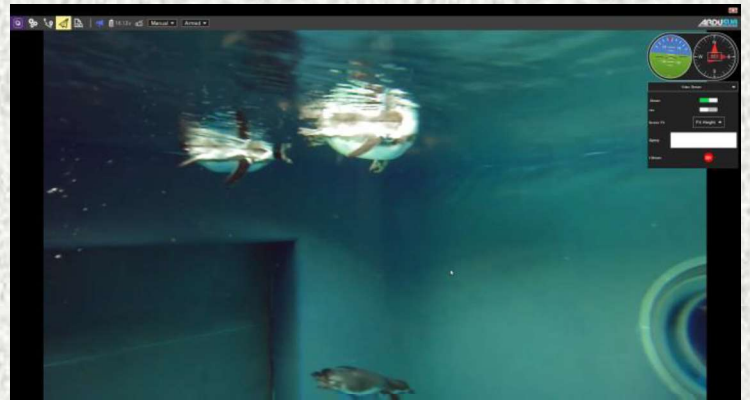
大蛇丸

チーム
「AGO」

機体全体像



開発背景



水族館アクアスと共同で子供たちに水槽内の様子をリアルタイムで楽しんでもらうことを重点に開発。
操作性も程よく誰でも直感的に操作できるような仕様をしている。
安定した動きで水槽内の生物にも配慮できる。

テザーケーブルを機体本体と接続

パソコン起動

コントローラ接続

操作可能！！



機体仕様

項目	仕様
サイズ[mm]	D528×W510×H338
重量[kg]	14.5
光量[lm]	1500×2
速度[knot]	2(max)
稼働時間[H]	2
テザーケーブル[m]	50
潜水深度[m]	100
スラスト数	6
使用センサ	水圧、ジャイロ、コンパス
使用バッテリー	リポバッテリー10A/14.8V×2
使用カメラ	USB1080p(チルトパン)



水中ロボット: 深海のミサゴ

UCD水中ラボ 新海正人、丸山裕介、内田敬久

愛知工業大学 機械学科 内田敬久研究室

目的

三次元的を少ないスラスト数実現するチルトスラストを用いてROVを開発する

ロボット概要



深海のミサゴ(正面)

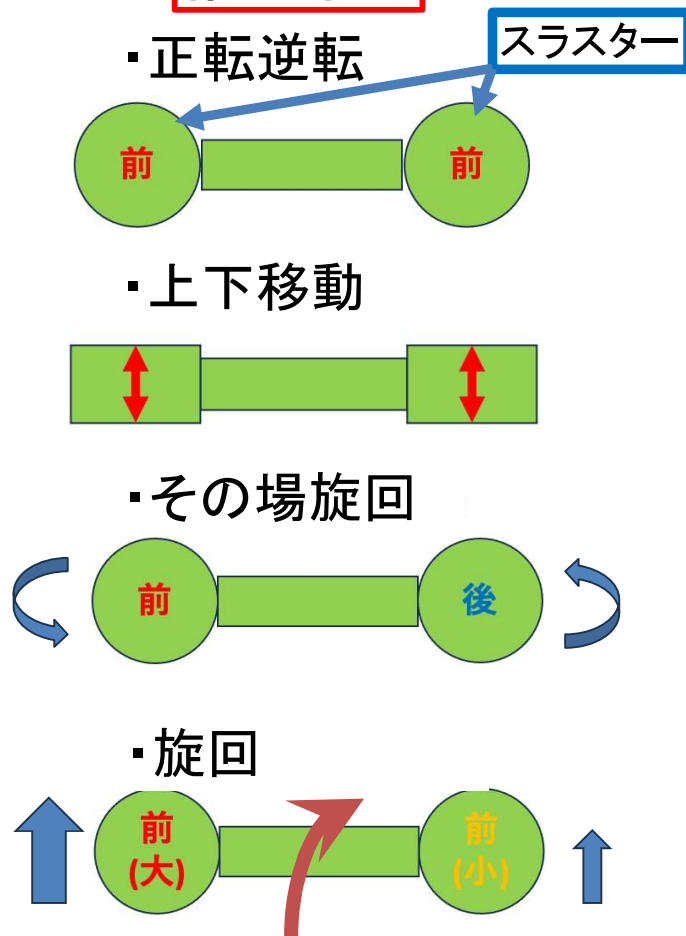


機体動力部

機体スペック

全長[m]	0.45
幅(胸鰭含め)[m]	0.6
高さ[m]	0.15
重量[kg]	5Kg
モータ可動範囲[°]	90° (上)
操縦デバイス	キーボード
通信手段	有線
カメラ	USBカメラ(1920*1080)

推進原理(正面図)



☆回転数の差・方向で制御する

特徴

☆中枢部品が胴体部分に集中
→投影面積が小さい為推進時の抵抗削減できる

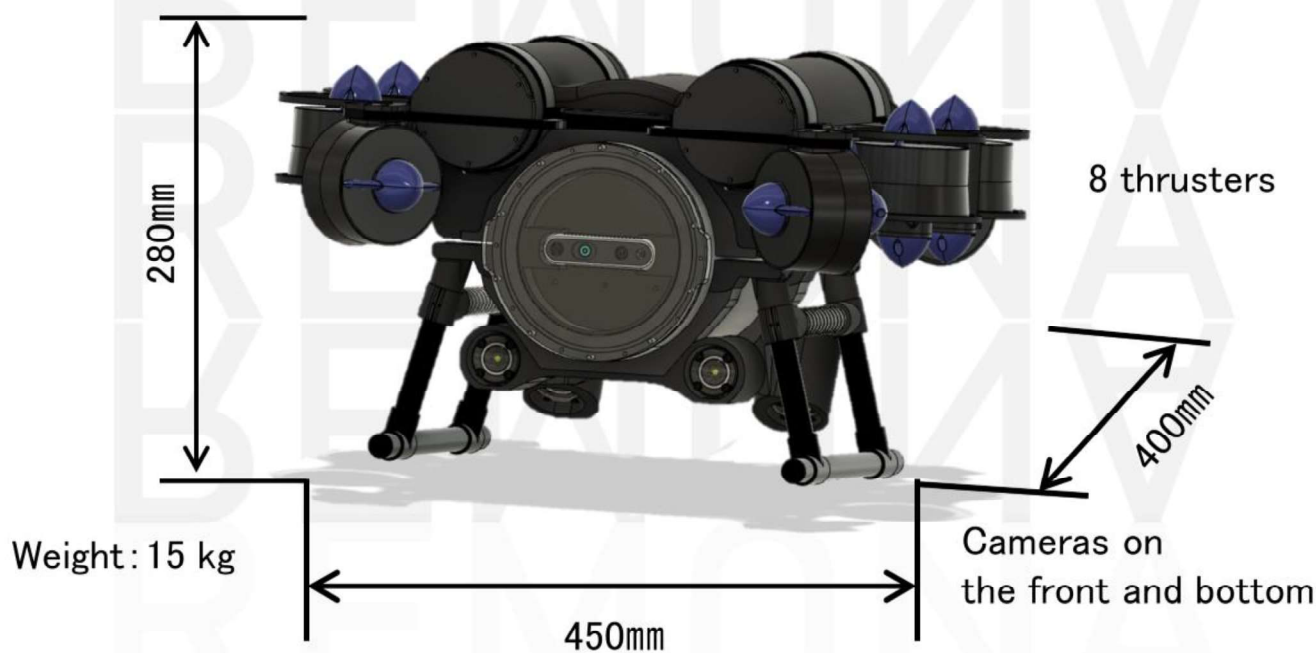
☆チルトスラストの採用
→少ないスラストの構成で3次的に移動をすることができる

☆スラスト配置の工夫
→翼端に配置することによって回転数の差による旋回制御をしやすくする

☆効果

・中枢部品集中、チルトスラスト、翼端配置により、小抵抗・3次的な水中探索ロボットを実現

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。前部と下部のカメラの映像からオプティカルフローを行い、さらなる高精度な自律制御を実現。

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, ZEDmini(カメラ)
- ・Jetson Nano(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)



Realsense d435



ZED MINI

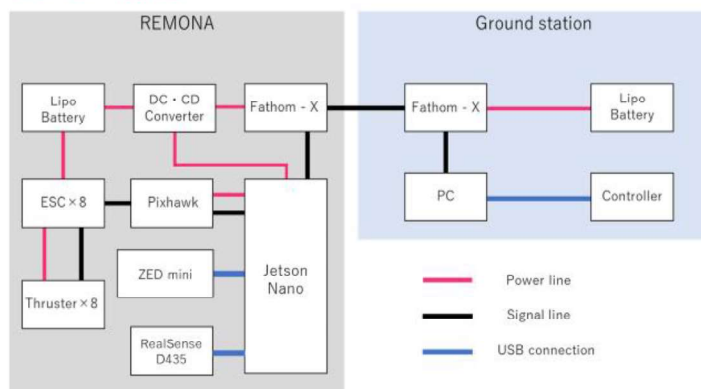


Jetson Nano



Pixhawk Cube Orange

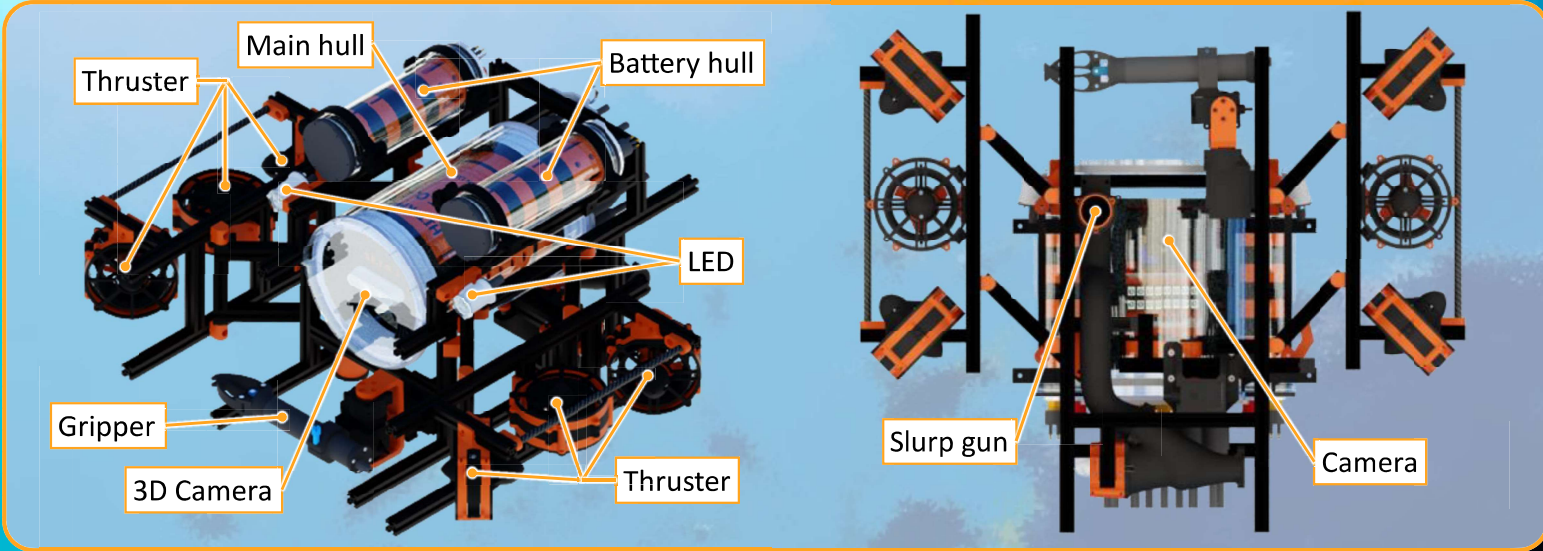
⑦システム構成図



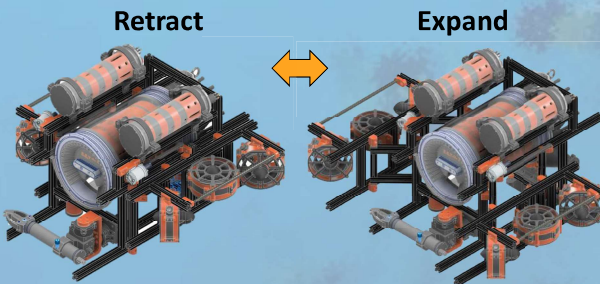
Objective

Marine exploration is a challenge in the fields of marine biology, seafloor resources, earthquake disaster prevention, etc.

⇒ Development of ROVs capable of exploration and sampling in harsh environments

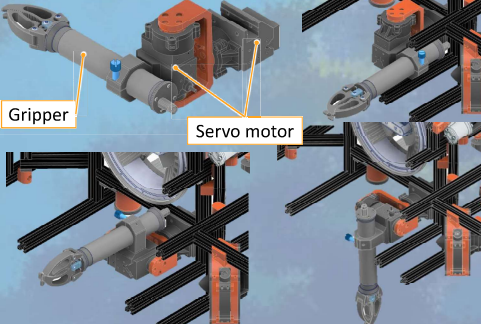


Deployment and storage



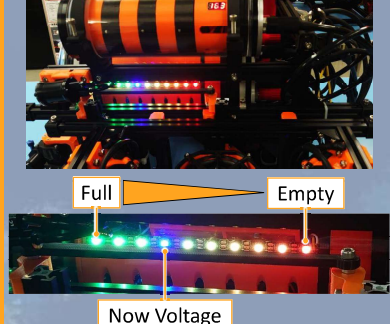
During long distance travel, the thruster section is retracted to reduce fluid resistance and battery consumption. Deployed when stability is required, such as for exploration or collection.

Gripper



Equipped with a 2-DOF Gripper that can move forward vertically and horizontally and downward.

Voltage indication LED

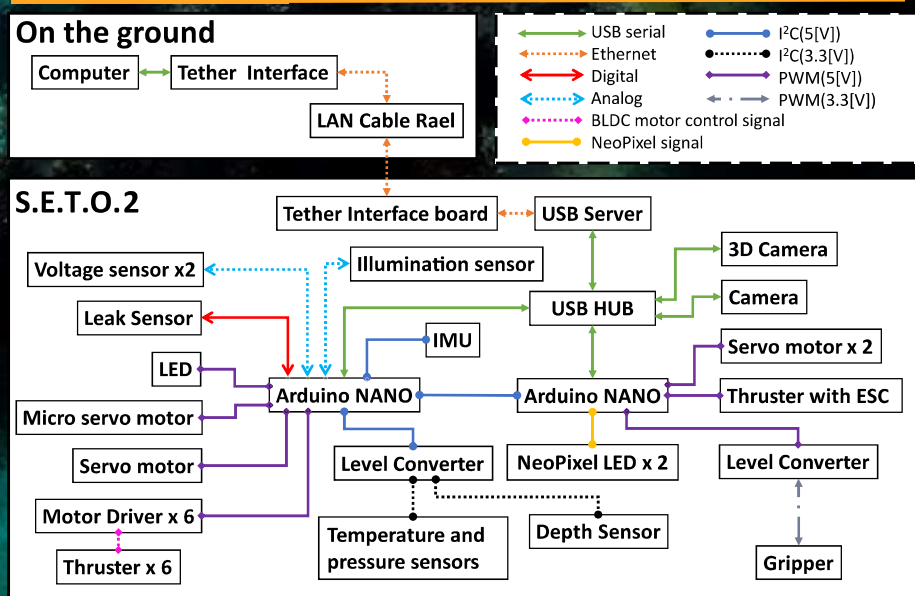


Voltmeter and LED indicator for improved visibility of remaining battery power.

Robot details

Dimensions (Retract)	0.65 x 0.64 x 0.40 [m] (L×W×H)	
Dimension (Expand)	0.70 x 0.81 x 0.40 [m] (L×W×H)	
Dry weight	27.0 [kg]	
Maximum depth	10 [m]	
Actuator	Thruster x 6	
	Servo motor x 3	
	Gripper x 1	
	Thruster with ESC x 1	
	Micro servo motor x 1	
Battery	Lithium-polymer Battery x 2	
Sensor	USB camera	3D camera
	IMU	Depth
	Voltage	Leak
	Illumination	
	Temperature and pressure	
	cable	
	Equipment	LED x 2

Systems map

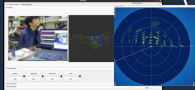


Krover 2

Krover : Kookmin university Remotely Operated Vehicle

Krover2

Krover2, driven by a joystick, performs missions using SONAR sensors and cameras. A variety of tasks can be performed with a robotic arm.



GUI

Camera and SONAR data can be checked through the operator's PC screen



Operating

It maintains altitude and level automatically based on IMU data. Altitude is maintained based on depth sensor



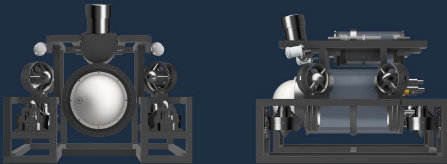
Detection

It detects nearby obstacles using SONAR and camera.



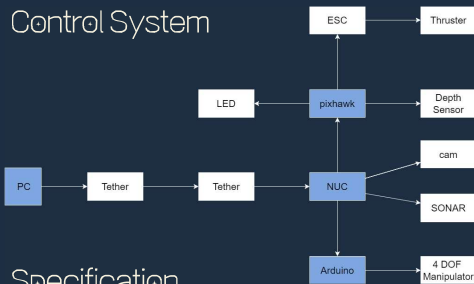
Mission

It recognizes QR codes with the camera and can perform various other tasks with its robotic arm.



8-thruster configurations (4 vertical / 4 horizontal) make Krover2 move up, down, left and right. Krover2 sails while maintaining its posture using the imu sensor and depth sensor.

Control System



Specification

Weight	20 kg
Size	560 x 540 x 450 mm
Battery	2 Lithium-Ion batteries 14.8 V, 5000 mAh & 22.2V 5000 mAh
Rated Depth	100 m
Tether Length	200 m
Sensors	IMU / SONAR / Depth&Pressure



Pixhawk

Pixhawk 2.4.8
MAVROS



SONAR

Ping360 SONAR
Navigation under-water
acoustic imaging.



Thruster

T-200 Thruster
5.25 / 4.1 kg f (16V)



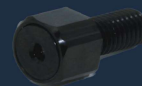
LED

A 1500 lumen subsea LED
light with servo signal
control



Cam Module

HU-205



Depth Sensor

Bar30
measure up to 30 Bar with
a depth resolution of 2mm



Robotic Arm

4 DOF
Performing simple
maintenance & operation

KMU-HIT TEAM

Advisor : Baek-kyu Cho
Team Leader : Seunghoon Lee
Taemin Kim / Yujin kwon / Hyunseok Hwang / Dongheon Lee / Jihan Ahn

Kookmin University / Seoul, Republic of Korea

ICEP

The International Capstone Exchange Program (ICEP), based on the robotics field, started in 2019. ICEP aims to extract variety of student abilities by addressing given tasks within a limited period.





ヒレ推進型水中調査ロボット Cerchio3

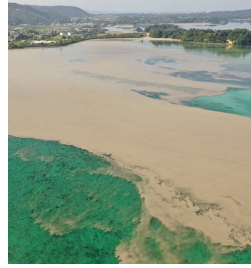


愛知工業大学 内田敬久研究室 AIT海洋チャレンジ 志水晴彦 小野朔也 内田敬久

はじめに

浮遊物の多い環境下での航行
生態系への配慮をテーマに

- 機体コンセプトとして
- ・ヒレ推進機構の活用
 - ・全方向の推進機構
 - ・水中環境の調査



機体仕様

- ・PC
機体の操作
カメラ映像の表示



直径：1m
高さ：0.25m
重さ：7.2kg

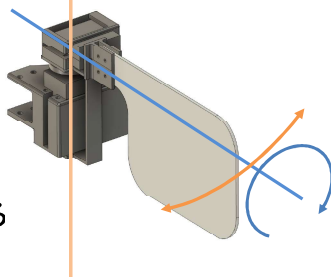
- ・テザーケーブル
遠隔通信
カメラ映像の受信



- ・深度センサ
機体の水深を計測

- ・カメラモジュール
機体下部に搭載、正面用と下面用の
2つのカメラがついている
1自由度の回転が可能

- ・バラスト
モータを回転させピストンを動かすことで
水を吸い上げて潜水する
最大で100ml吸入可能

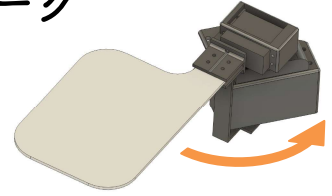


- ・ヒレ
90度間隔で4つ配置
各ヒレに2つのモータ
Yaw,rollの2自由度を有する

動作原理

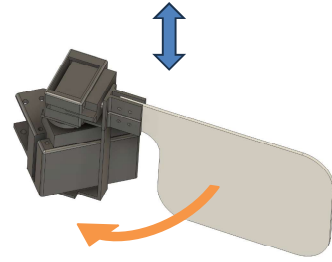
リカバリーストローク

ひれの面を進行方向
に対して水平に
無駄な抵抗を低減

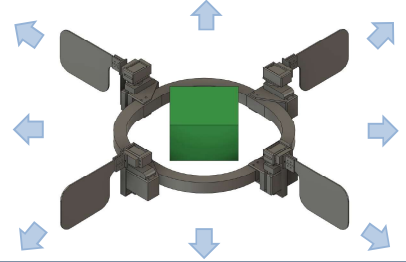


パワーストローク

ひれの面を進行方向
に対して垂直に
推進力を生み出す



旋回を行わず
全方向に移動
可能



バラスト機構



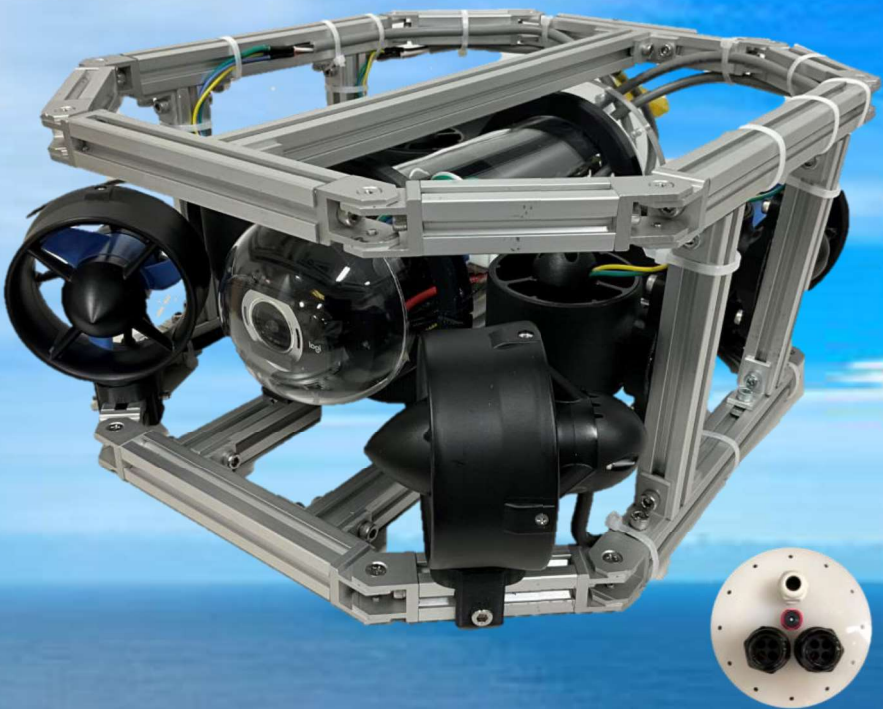
カメラモジュール外観



デプスカメラ

低照度カメラ

First Dive Team:WAVE



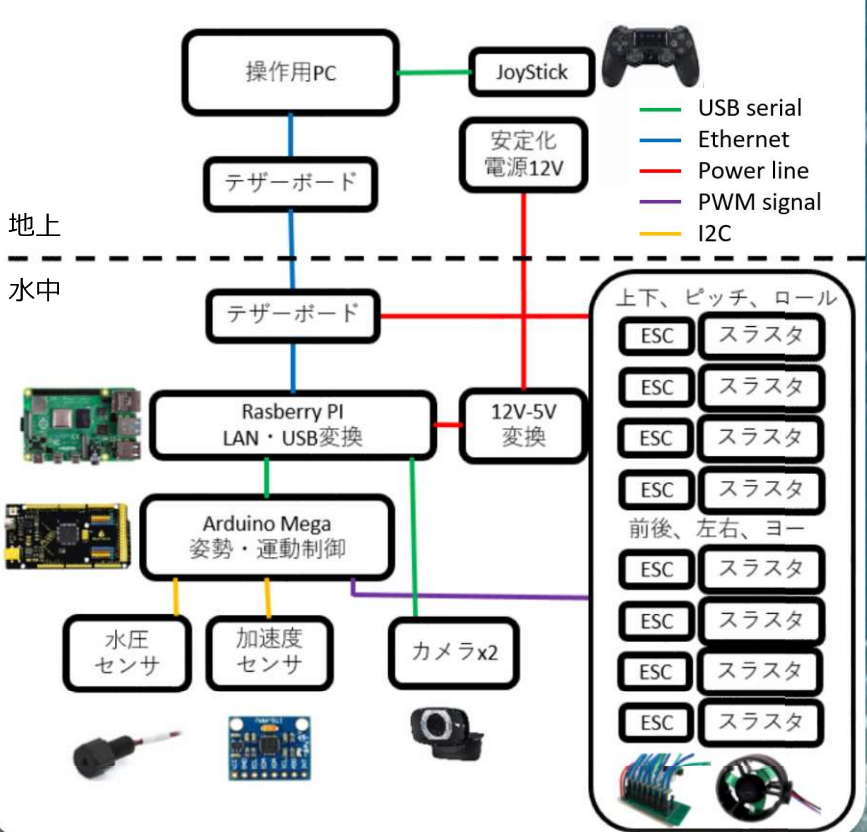
耐圧殻背面

仕様と構成	
サイズ	390 x 345 x 185 [mm]
重量	7 [kg]
制御装置	Arduino Mega
動力	ブラシレスモータスラスタ x 8
	ESC x 8
センサ	USBカメラ x 2
	6軸加速度計
	水圧センサ
通信装置	Raspberry Pi 3B+
	テザーインターフェイスボード
通信ケーブル	4芯キャブタイヤケーブル

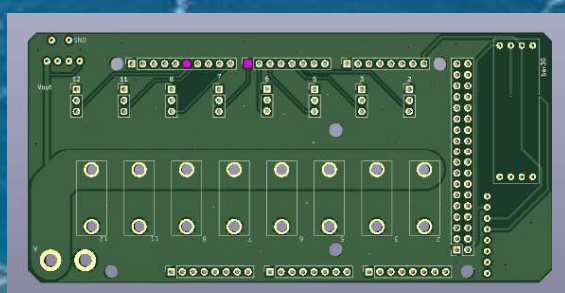
特徴

- 自由な動きを可能にするため、8つのスラスタ搭載
- 前後左右の移動を高速化するために水平方向のスラスタを高出力化
- フレームで困うことにより、衝突時の破損を回避
- 地上から電力を送ることで長時間潜航を可能に

システム概要図



配線や部品を省スペースにするため ArduinoMega用の シールド基盤を設計

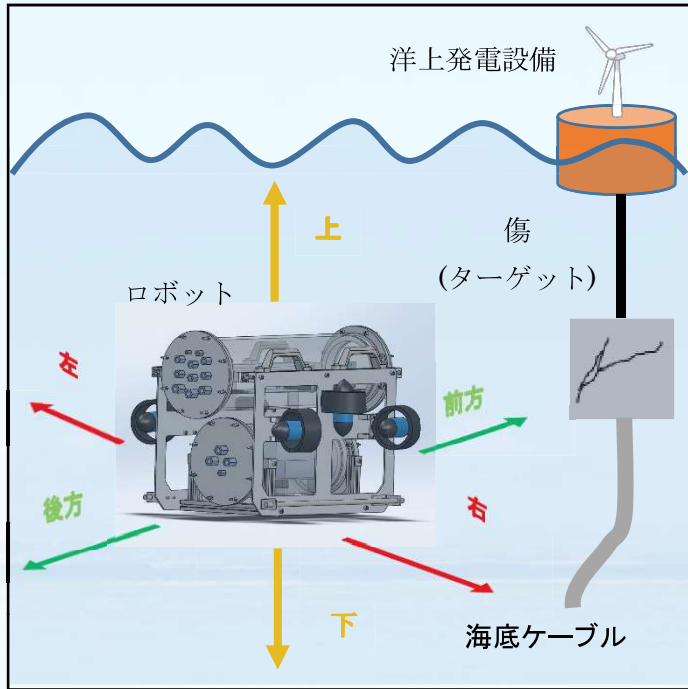




チーム名：オキナワポリテク

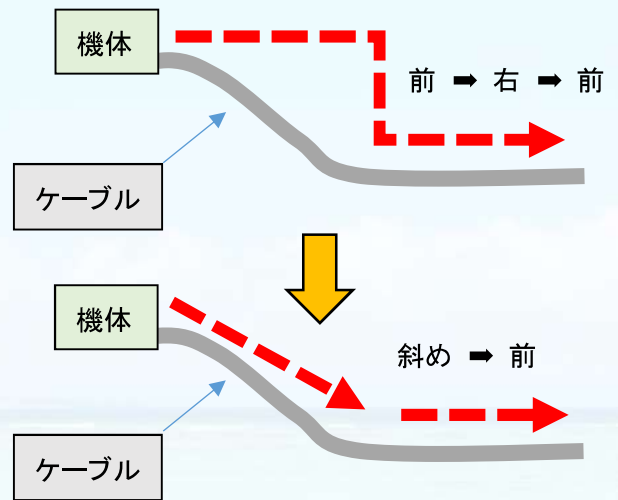
1. はじめに

ROV 知能・計測チャレンジでは、ターゲットをカメラで捉え続けるために、ロボットにはその場保持制御が要求される。



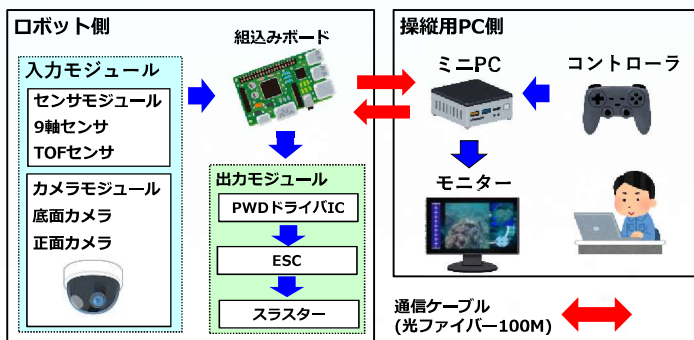
3. スラスト制御

その場保持制御を行うために、航行用スラスタ×4で、前進・後進・横移動を実装すると共に海底ケーブルに沿って航行させるために、ロボットが滑らかに前進するために斜め方向に前進する機能を追加している。



2. システム構成

システム構成を示す。



ロボット側の入出力モジュール

(1)各種センサ・カメラ

- ・9 軸センサ(方位計測)
- ・TOF センサ(対象物までの距離計測)
- ・カメラ(正面用、底面用)

(2)スラスタ

- ・航行用×4、潜航用×2

4. ホバリング機能

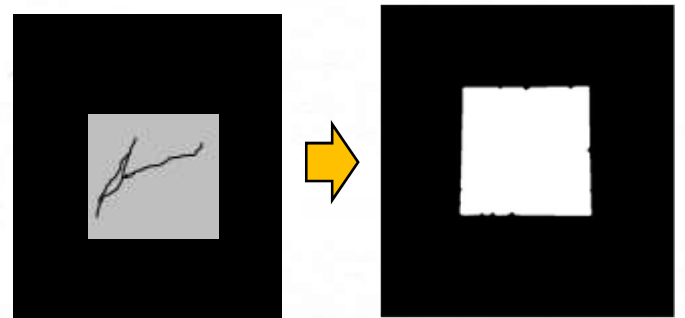
ホバリングは、各種センサ情報からスラスタ出力によるPID制御を用いて行う。

(1)TOF PID

TOF センサを使用し、目標との距離を維持する。

(2)カメラ特徴点 PID

カメラ画像からの画像処理で、特徴点(傷)の座標を検出して、深度と横方向の位置を維持する。特徴点を抽出した画像を以下に示す。



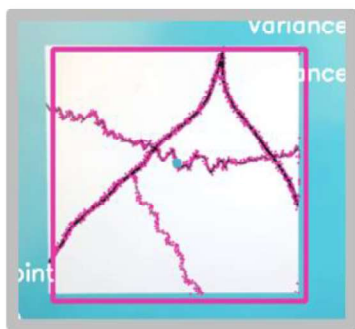
REMONA SYSTEM

長崎大学 山本研究室

Nagasaki University Yamamoto Lab.

学生:大篠 泰志、鐘ヶ江 晃希、里園拓斗

木本大晟、臺航太郎、西村怜、橋本美空



< オプティカルフローの様子 (前カメラ視点) >

REMONAの定点保持機能では、前部と下部に搭載されたカメラから動画像を取得し、オプティカルフローの画像処理をかけることで、観測対象を見失わない制御を可能にしている。オプティカルフローを採用した理由としては、海洋インフラ等の保守点検の他に、藻場などの海洋生態系の調査にも活躍できるROVを開発するべく、幅広い観測対象に対して定点保持/追従観測が可能な制御を実現するためであり、特に本機体の目的である藻場観測では、特徴の少ない観測対象を捉え、藻場との距離を一定に保つことなどを解決するため、カメラから取得する動画像が鮮明になるよう水中ライトの配置と角度を調整し、特徴点の情報から3次元PID制御を可能にしている。



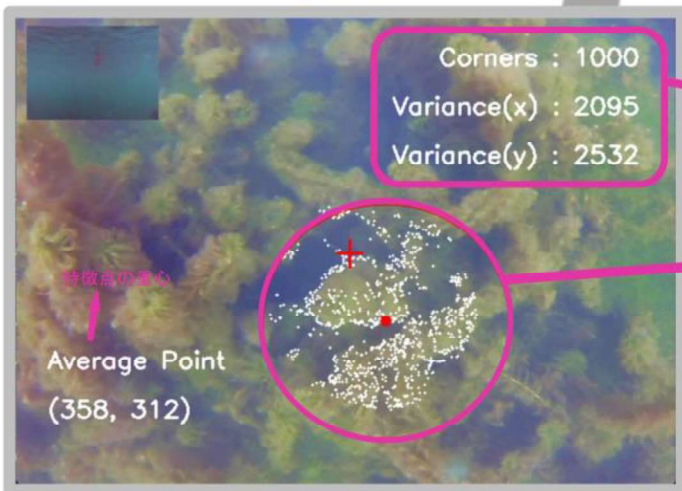
RealSense D435
 (前部搭載カメラ)



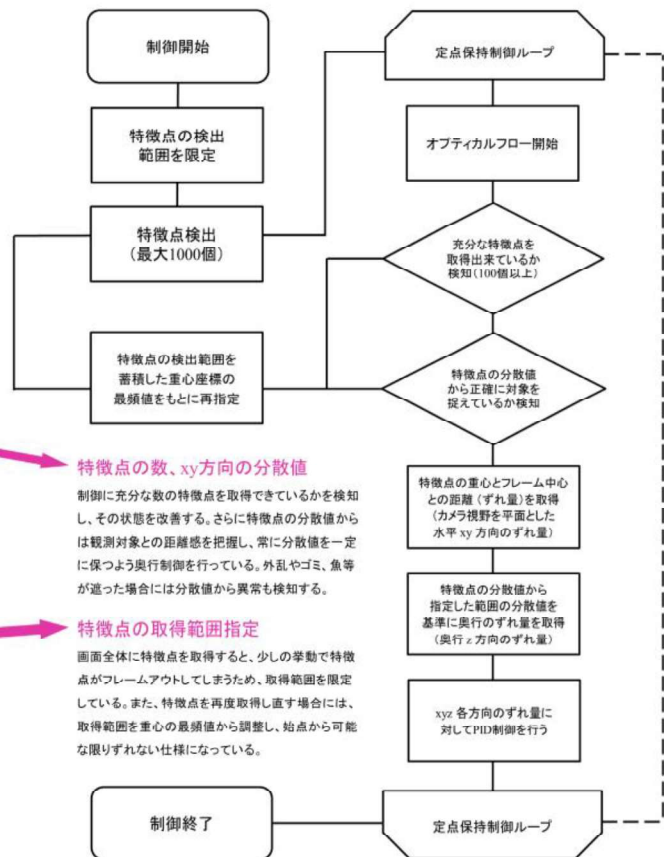
Lumen Subsea Light
 (前部/下部搭載水中ライト)



ZED mini
 (下部搭載ステレオカメラ)



< オプティカルフローの様子 (下カメラ視点) >



< 定点保持制御フローチャート >

－ 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



Offshore Tech
Japan 海洋産業技術展
2024



海洋エンジニアリング株式会社

IEEE / OES
Japan Chapter



いであ株式会社

 Globalway



TSUNEISHI



日本海洋事業
NIPPON MARINE ENTERPRISES



**日本
水中ドローン
協会**
Japan
Underwater Drone
Association



full depth



YANMAR

ゴールドスポンサー

広和株式会社

MARINE SYSTEM



**KOWA
MARINE**



**space
one**



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



belltechn
バルテクネ 株式会社



5th Anniversary
MISAGO