

17水中ロボットコンベンション in JAMSTEC
 ~海と日本プロジェクト~
 参加チーム一覧

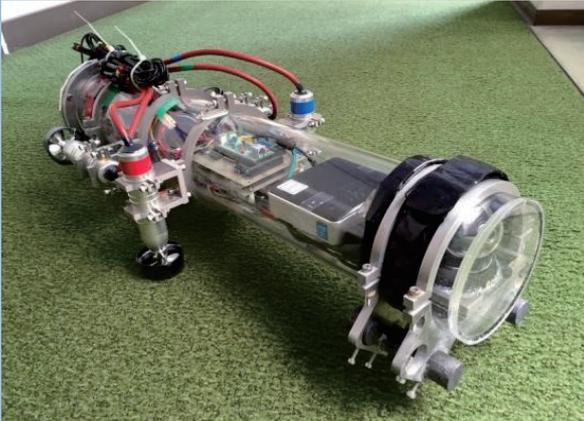


| | No. | チーム名 (所属) | ロボット名 (全長[m], 空中重量[kg]) | 備考 |
|--------|-------------|---|---|---------------------|
| AUV部門 | 1 | ネプチューン 7/5/5 (九州職業能力開発大学校) | Orca Mk. III (0.8m, 17kg) | p.1 |
| | 2 | Minty 17 (東京大学) | Minty Roll 17 (0.65m, 14kg) | 箱型ホバリングAUV p.2 |
| | 3 | 福井工業大学 水中ロボット研究会 | AquaRobo (0.3m, 3kg) | OpenROVをAUV化 p.3 |
| | 4 | 豊橋技科大コンピュータクラブ (豊橋技術科学大学) | TUT-UAV (0.55m, 5.5kg) | p.4 |
| | 5 | Kyutech Underwater Robotics (九州工業大学) | DaryaBird (0.8m, 37kg) | p.5 |
| | 6 | T.K.G. (沖縄職業能力開発大学校) | ちぶるまぎ一号 (0.49m, 16kg) | p.6 |
| フリー部門 | 1 | チームTOYAMA (富山県立滑川高等学校) | WATARU (0.4m, 3.0kg) | 藻場調査用 p.7 |
| | 2 | 海洋科学高等学校 (神奈川県立海洋科学高等学校) | KAIYO-KAGAKU-HIGH (0.1m, 0.6kg) | p.8 |
| | 3 | 近畿職業能力開発大学校 ROV開発チーム | OCT(Octagon) (0.486m 18kg) | p.9 |
| | 4 | 東京海洋大学清水研究室 (東京海洋大学) | MaNTA (0.5m, 8.5kg) | モジュール型 p.10 |
| | 5 | 東京海洋大学ロボット研究会 (東京海洋大学) | アーチャーフィッシュ (0.65m, 3.0kg) | テッポウウオ型 p.11 |
| | 6 | 慶應義塾湘南藤沢中高等部 電子工学研究会 | デンタンク (- m, - kg) | プールでの水分補給用 p.12 |
| デモ部門 | | ORE | VideoRay Pro/ BlueRov2 (0.38m, 6.5kg) | 市販ROV |
| ジュニア部門 | No. | 学校名 | チーム名 | |
| | 1 | 富山県立富山工業高校 | E32富工 | |
| | 2 | 愛知県立三谷水産高等学校 | 三谷水産高校 | |
| | 3 | 神奈川県立横須賀高等学校 | 横須賀高校 | |
| | 4 | 慶應義塾湘南藤沢中高等部 | エレキクラフト | |
| | 5 | 岡山商科大学附属高等学校 | キセキの言葉 | |
| | 6 | 長崎総合科学大学附属高等学校 | NiAScience (ニアサイエンス) | |
| 7 | 埼玉県越谷市立北中学校 | チーム北中 | | |

チーム:(高津 圭祐 有馬 龍二 武藤 啓介 浅田 翔太)

コンセプト

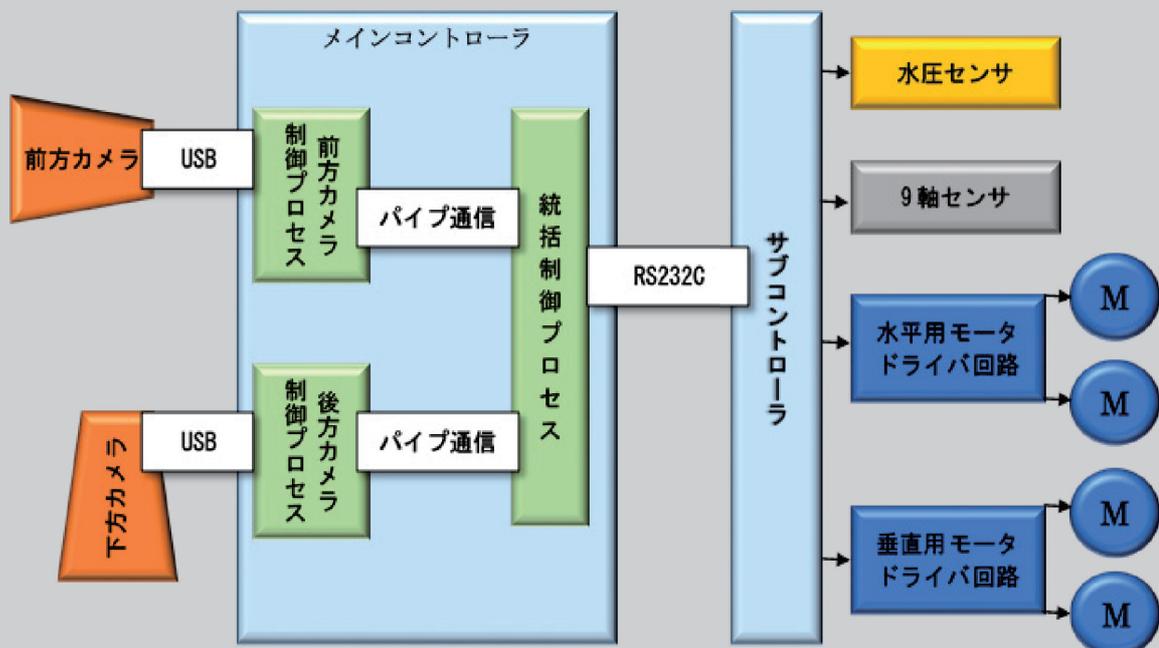
安価・小型で、だれでも自由に活用できるプラットフォームの開発



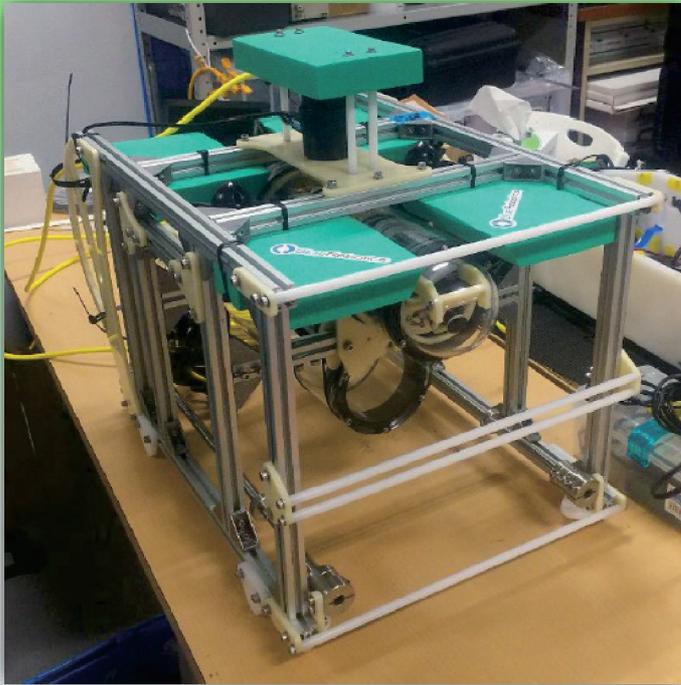
本体仕様(空中質量:15kg)

| | |
|---------------|---|
| 筐体 | 直径:0.2m 長さ:0.8m (アルミ金属、一部アクリル) |
| スラスタ (推進器) | 24Vブラシ付きDCモータ(水平用×2垂直用×2) モータドライバ: MD03A |
| センサ | 9軸センサ(LSM9DS0) 圧力センサ(PSE563-01) カメラ(前方: ELP5MP広角HDミニUSBカメラ × 2 下方: Logicool HD Webcam C615) |
| メイン コントローラ | NUC Kit D54250WYK(メモリ:8GB OS: Windows10) |
| サブ コントローラ | Arduino Due(OS: ARMATSAM3X8E) |
| 電源 | リチウムポリマ電池 3S: 2.5Ah×1 4.0Ah×2 5.0Ah×2 |

システム構成



～運用性・モジュール性を重視した箱型ホバリングAUV～



| 機体仕様 | |
|------|--|
| 機体寸法 | H480 × W740 × L650 [mm] |
| 空中重量 | 14 [kg] |
| スラスタ | ブラシレスモータ × 4 |
| センサ | 9軸センサ USBカメラ Depthセンサ スキャニングソーナー 無線LANアンテナ |
| PC | Intel Compute Stick |
| マイコン | Teensy 3.2 × 2 |
| OS | Ubuntu 16.04 |
| 電源 | LiPo(3S 8000mAh) × 2 |

アルミフレームを用いた箱型構造

アルミフレームで機体を囲うことで、頑丈さ・運用性・拡張性を確保

機能を分けた2つのハル

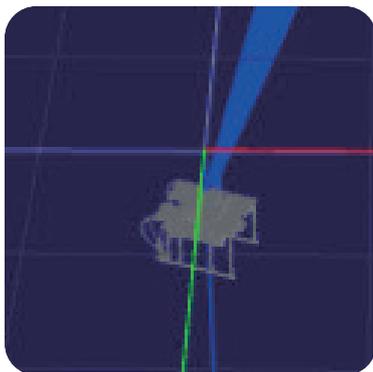
電池用ハルと電子機器用ハルを設け、機器に影響を与えずに電池交換可能

可動バラスト

圧力容器を開けずに、重心位置を変えられる。水中ロボットで大切な重心・浮心調整を容易に

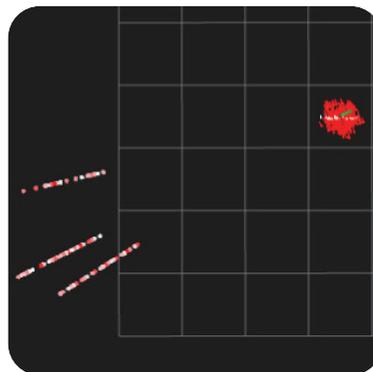
ROS

ロボットミドルウェア ROS を利用したソフトウェアを構築。研究室の他のAUVとソフトウェアを共通化。実験の前にはGazeboを用いたシミュレーションで事前デバッグが可能



スキャニングソーナー

全方位スキャン可能なソーナーを用いてプールの壁を認識。パーティクルフィルタを用いて確率的自己位置推定を行う



カメラ

機体前方には視野角の広い魚眼カメラを取り付けている。そこから得られた画像を処理してブイとゲートを認識し、課題を達成する



福井工業大学 水中ロボット研究会

AquaRobo

指導研究員：藤原明広、山西輝也 メンバー：志茂英泉、高橋颯太、阿部昇太

(福井工業大学 工学部 経営情報学科、千葉工業大学 工学部 情報システム通信工学科)

概要：オープンかつ低コストに自作可能な ROV として知られる OpenROV (バージョン 2.8) [1] を改造し、AUV を作成する。搭載されている Web カメラから水中画像を取得し、BeagleBone Black (BBB) 上の OS で画像処理を行う。コントロールボードで三個のスラスタを制御し、自律走行させる。

表 1. AquaRobo のスペック



図 1. AquaRobo の本体 (現時点)

| | |
|-------|---|
| 重量 | 3 kg |
| サイズ | 0.3m × 0.3m × 0.3m (長さ×幅×高さ) |
| センサ類 | Web カメラ (1080 p FullHD)、 LED、レーザ、深度センサ、ジ ャイロセンサ |
| スラスタ | 水平 × 2、垂直 × 1 |
| バッテリー | TrusuFire (3.7V × 5000mAh × 6) |
| OS | Ubuntu (for BeagleBone Black) |

システム構成

Web カメラから取り込んだ画像を BeagleBone Black (BBB) 内で処理。処理したデータから条件に合ったプログラムを実行させ、コントロールボード (Arduino Mega) からスラスタの制御を行う。

また、深度センサやジャイロセンサから得たデータを用いて、さらに細かい調整を行う。

改造内容：OpenROV のスラスタの状態は Node.js の Socket.io を、カメラ画像は mjpg_streamer+OpenCV を用いて、それぞれソフトウェアから取得する [2, 3]。BBB 上の OS で、これらの情報を組み合わせた制御プログラムを作動させる。元々 OpenROV はテザーで接続された PC からブラウザを介して遠隔制御するようになっている為、テザーを外して OS からローカルに制御することで、自律走行を可能にする。

参考文献

[1] OpenROV | Underwater Exploration Robots <http://www.openrov.com/>

[2] Socket.io, <http://forum.openrov.com/t/how-to-remotelly-control-the-motors-using-c-code/2563>

[3] Webcam streaming, <http://forum.openrov.com/t/openrov-webcam-capture-imaged/4331>

製作の背景と設計方針

コンピュータクラブでは2年前にドローン(クアッドコプタ)を製作しています。ドローンで空は制覇しているので、次は海を制覇しようということで水中ロボットを作り始めました。さらに、豊橋技術科学大学のすぐ南には太平洋が広がっています。近くにある海の様子を撮影できるように海水でも使えるように機体設計をしています。さらに、自律制御の勉強のために、自律プログラムの製作もおこなっています。

本機の特徴

- ・海水を想定したスラストの設計
- ・自律/手動操作の両方に対応
- ・リアルタイムに動画を視聴可能(有線LANによる手動操作時)
- ・拡張が容易なアルミフレーム(LEDライトを設置予定)
- ・既存のソフトウェア資源を利用(ROS)
- ・市販の部品を用いて製作

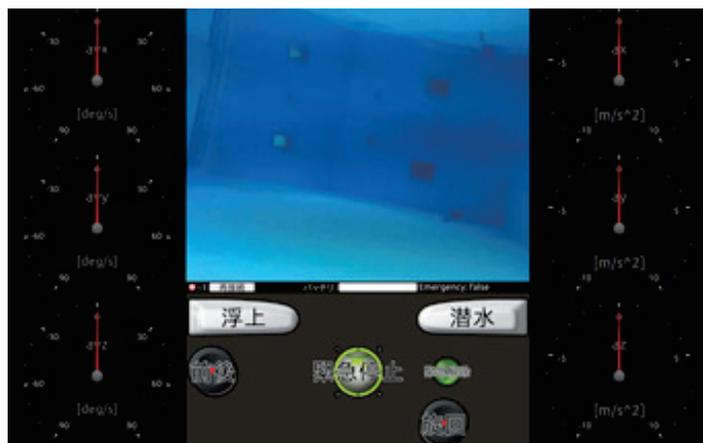


図2: 水中ロボット操作画面

表1: 水中ロボットの仕様

| | |
|------------------|-------------------------------------|
| 機体サイズ (W×D×H) | 0.55 × 0.40 × 0.25 m |
| 重さ | 5.5 kg |
| 電源 | リチウムイオンポリマー 3セル(11.1 V) 3300 mAh |
| モータ | ブラシレスモータ 1000 KV × 4 |
| 制御系 | Raspberry Pi 3, Arduino Uno |
| 制御方法 | 自律制御, 手動操作両対応 |
| 使用範囲 | 淡水, 海水両対応 |
| センサ | カメラ×2(前面・底面), IMU |



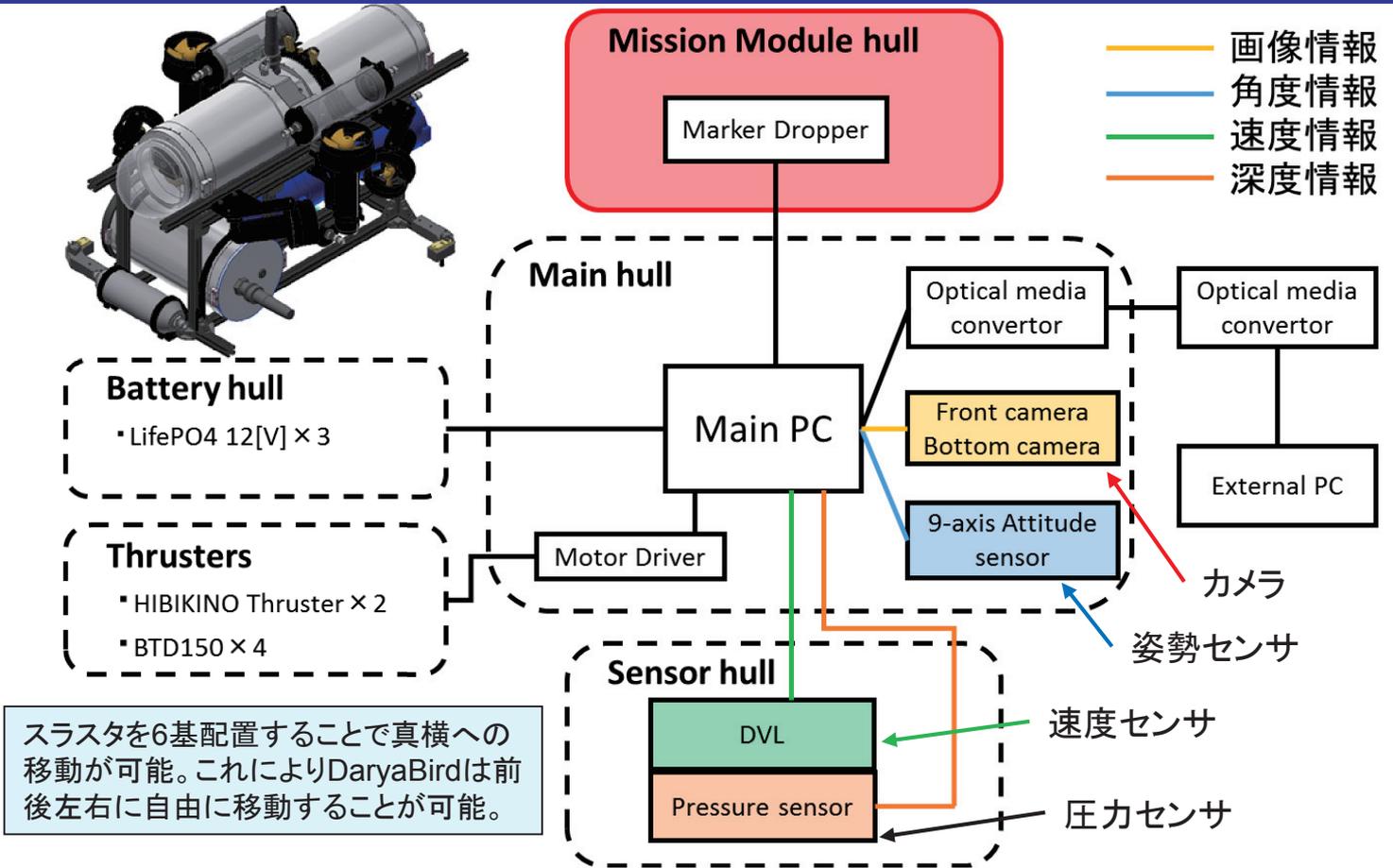
図1: 水中ロボットの全体図と各部の機能

UNDERWATER ROBOTICS

指導教員: 石井和男, 園田隆, 西田祐也
 メンバー: 片岡慎太郎, 中村佳祐, 進木智也, 仙名昭夫

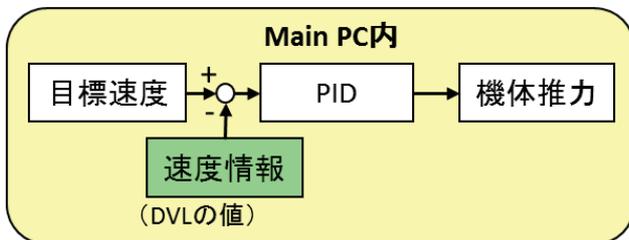


HardWare:



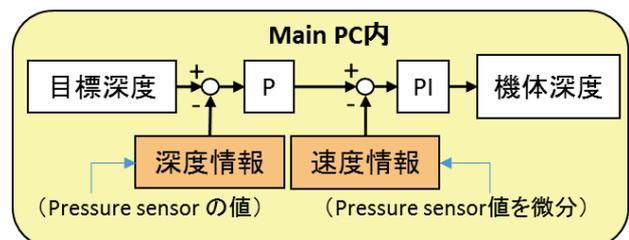
SoftWare:

○Sarge,Sway方向の速度制御



DVLによって得られる情報から目標速度に対する現在の速度をフィードバックし各スラスタの出力を調整している。また制御方式としてPID制御が用いられている。

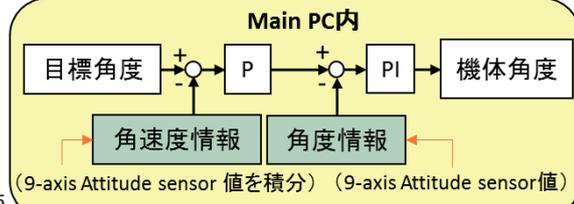
○Heave方向の制御

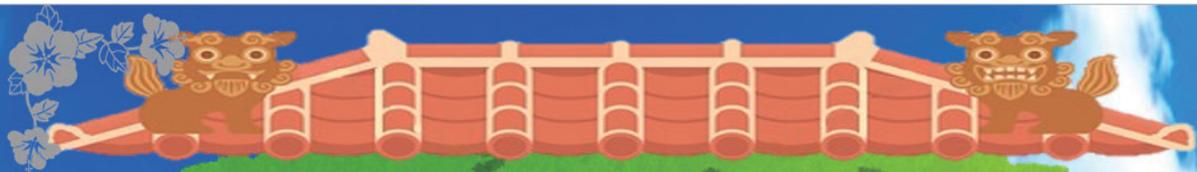


Pressure sensorによって得られる情報から目標深度に対する現在の深度をフィードバックしている。また制御方式としてP-PI制御が用いられている。

○Yaw方向の制御

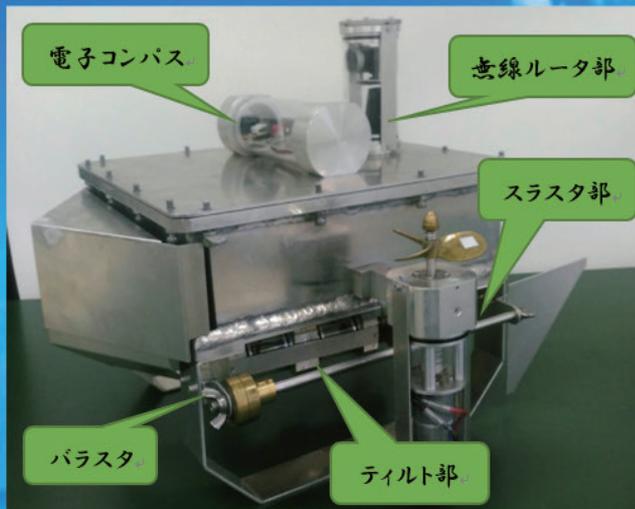
9-axis Attitude sensorによって得られる情報から目標角度に対する現在の角度をフィードバックしている。また制御方式としてP-PI制御が用いられている。





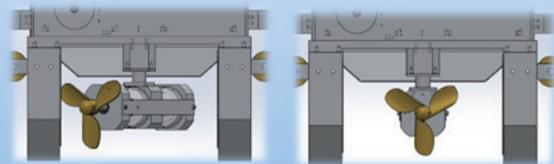
「T.K.G.」 ちぶるまぎ〜号

筐体の全体図



ティルトロータ部

進行用のスラスタをティルトロータ式にすることにより筐体のコントロールを向上させ、同時に回転方向を水平方向のみにし、浮力のバランスが崩れにくいようにした。

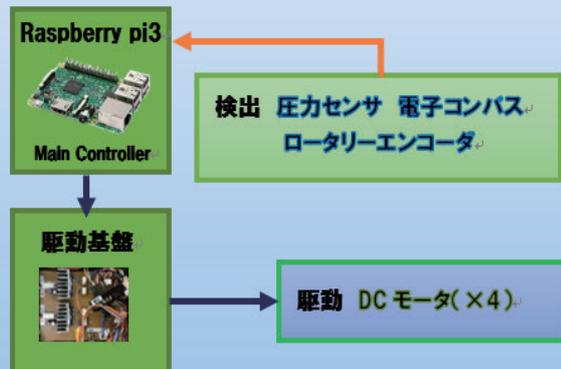


回転時

直進時

システム構成図

一度人間が操作を行い、そのときの操作履歴及び各センサの値を取得する。このデータを目標値として制御を行い、コース上を航行する。



昇降用スラスタには水深を一定に制御するために、目標の圧力値に機体を近づけるように PI 制御をプログラムで行っている。

仕様

| | | |
|-----------|----------|--|
| 筐体 | 素材 | アルミ、アクリル |
| | サイズ | 全長490×全幅540×全高285[mm] |
| | 重量 | 約16[kg] |
| 潜航深度 | | 最大5[m] |
| 航行速度 | | 最大2[km] |
| 連続航行時間 | | 30分 |
| メインコントローラ | | Raspberry pi 3 |
| 子機 | | Φ20[mm] 全長50[mm] |
| モータ | 推進用スラスタ部 | DCギアモータ 12[V]、458[mN・m]、5320[rpm] |
| | 昇降用スラスタ部 | DCギアモータ 12[V]、167[mN・m]、998[rpm] |
| | ティルトロータ部 | DCギアモータ 12[V]、28.5[mN・m]、11700[rpm] |
| センサ | 方向検出用 | 電子コンパス |
| | 水深検出用 | 圧力センサ |
| | 漏水検出用 | 漏水センサ |



滑川高校沖の藻場調査を目的とした
地域での整備および運用性を高めたROVデザイン
～地域の水産業を回復するための地域創生プロジェクト～

富山県立滑川高等学校 海洋科3年 チームTOYAMA

研究者 日野航 関口東治 高場大樹 花木康大 濱田航平

指導者 澤田和之

00 プロジェクトのあらまし

プロジェクト概要

- ・ROVを藻場調査(撮影)に使用し高画質でデジタル化し、市民と共有することや、小学校出前授業の教材とする。
- ・藻場調査を安全に行い、磯焼けの回復に役立てる。



01 ROVによるモニタリングの必要性

磯焼けによる藻場の減少と潜水の危険

- ・磯焼けによる藻場減少は水産業へ影響
- ・スクーバ潜水を行うことによる、低水温による害、危険生物、潜水病(窒素による)の危険の軽減。



02 ROVによる高画質撮影のために

アクションカメラの採用とROV本体の安定化

- ・教材や大画面で使用のため高画質デジタル化、オプションで4K画質の撮影が可能。
- ・ROVのメタセンタ位置を離すことにより安定性を向上。



03 ROVの低コスト化とローメンテナンス

ROV パーツの地元調達と既成品の多用

- ・既成品を使用することで多様な調達先を確保
- ・ROVパーツを地元ホームセンター等で調達することでメンテナンスを簡単に実施。



04 小型ROVの今後の展開

小型 ROV の水産業への活用と ROV のPR

- ・小型ROVで定置網を操業前に撮影することで漁業の省力化を図る。(今後の多様な活用につながる。)
- ・ROVの活用と運用(教育を含む)を水産界にPR。



神奈川県立海洋科学高等学校 *Marine Science High*



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

電源は単一乾電池8本を直並列接続し、外部からLANケーブルで電力を機体に供給する。水中モーターの電動機を高トルク型に、プロペラを大直径(30ミリ)に換装した。車載カメラを搭載し、水中の様子をモニターすることができる。

東京海洋大学の後藤慎平先生のご提案・ご協力を得て作製した。

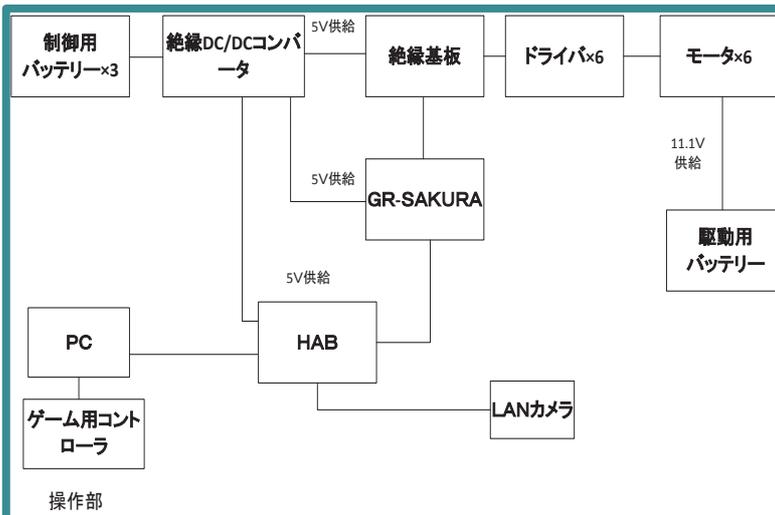
OCT(Octagon)

近畿職業能力開発大学校ROV開発チーム

コンセプト

- ・**機動性**: モータの設置位置を工夫することにより本体を軸に回転するといった動作が可能
- ・**俊敏性**: モータを6つ搭載することにより水中での高い俊敏性を確保

システム構成図

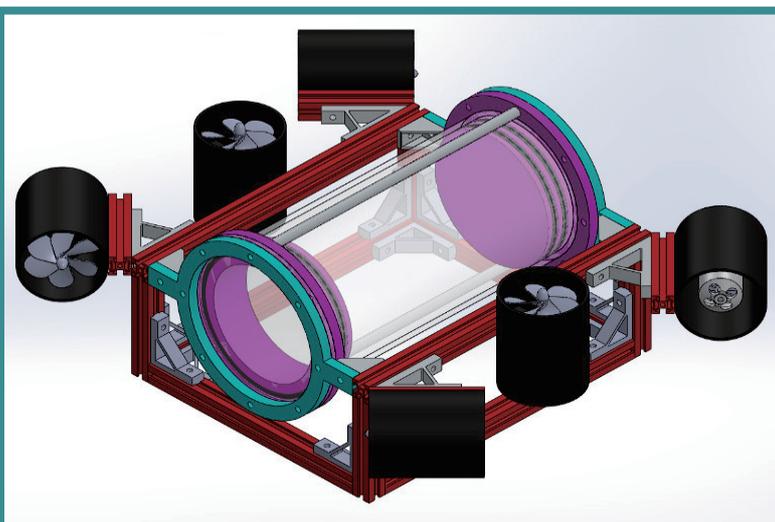


アピールポイント！

- ・オペレータが直感的な操作が行えるよう、コントローラにゲーム用コントローラを使用
- ・オペレータが水中の様子がモニターを見ながらでも平衡感覚を失わずに操作が出来るように、カメラを設置
- ・通信線にLANケーブルを使用することにより、水中内の本体との通信をLANケーブル1本で行っている

本体仕様

| 内容 | 値 |
|-------------|---------------|
| 全長 | 486mm |
| 全幅 | 573mm |
| 全高 | 210mm |
| 空中重量 | 18kg |
| 浮上・潜水用スラスタ | 2個 |
| 前後進・旋回用スラスタ | 4個 |
| コントローラ | ゲーム用コントローラ |
| 電源 | Li-Poバッテリー 3C |



本体イメージ図

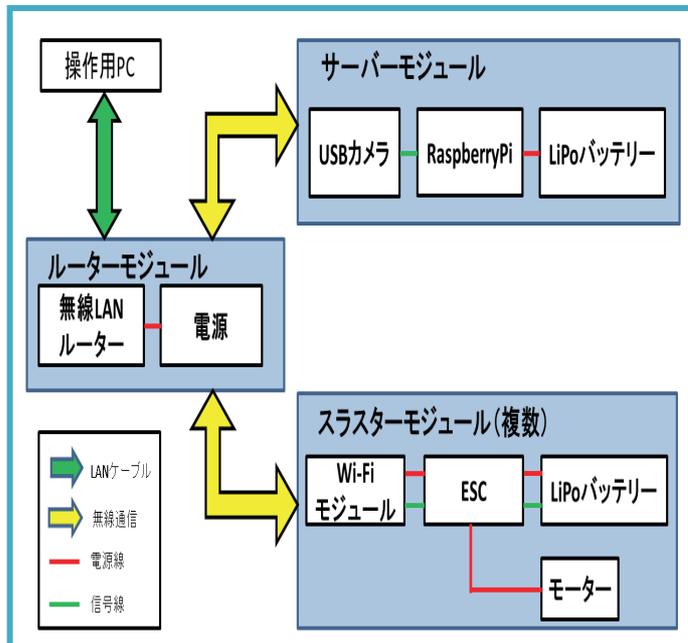
モジュール型水中ロボット 「MaNTA」 (Module-Composite and Non-Wired Transformable AUV)

東京海洋大学 清水研究室 水木啓陽 小澤正宜 吉澤凱己



本研究室では水中無線通信を利用したモジュール型水中ロボット「MaNTA」を開発している。サーバーモジュールのRaspberryPiによってMaNTAは制御されており、各種センサーのデータの受信、またモータの回転数などの指令値の送信をスラスタモジュールとの間で行なう。

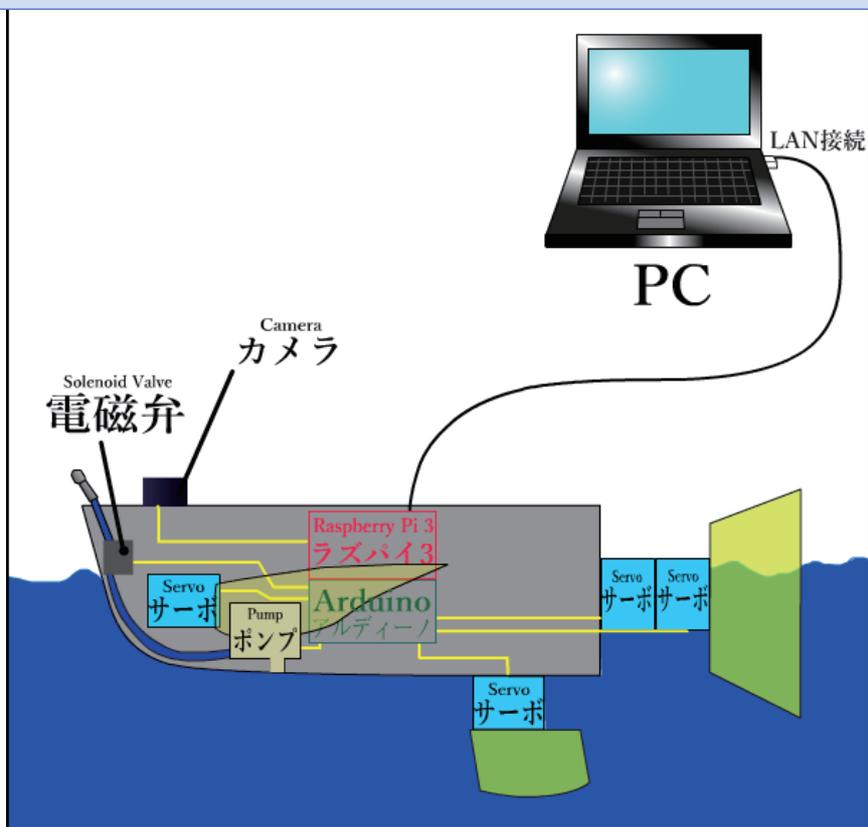
各モジュールはWi-Fiを利用して通信を行なっているため、ケーブルグランドや防水コネクタの使用を低減させており、地上との通信ではルーターモジュールに取り付けたLANケーブルを用いている。



テッポウオ型ロボット

東京海洋大学ロボット研究会 内田暢宙、近藤駿一、松原翔吾、水戸崇允、佐々木ひなの

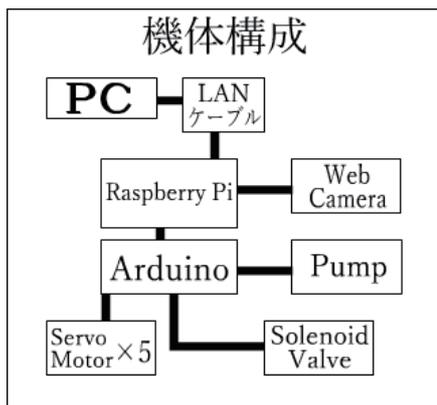
テッポウオは水を発射し水面上に止まっている獲物を撃ち落として捕食します。これをモチーフに、スクリューを用いずに推進し水を射出する機構を持つロボットを製作しました。



【特徴】

- Raspberry Pi と Arduino を併用し、通信・制御を行う Raspberry Pi の負担を軽減。
- 推進機構である尾ひれにはサーボを 2 つ使用することで柔軟な挙動を目指した。
- 水射出機構はポンプと電磁弁によって行い、作動にはリレー回路を使用。
- カメラを搭載し、PC からモニタリングが可能。

機体構成



諸元

| | | |
|------|-----|--------|
| 全長 | ... | 0.65m |
| 全幅 | ... | 0.18m |
| 全高 | ... | 0.28m |
| 乾燥質量 | ... | -.--kg |

デンタンク (デン工が作った水中タンク！)

～プールに入りながら水が飲める！～

概要

プールで泳ぐ人にとって、水分補給をする為にはプールサイドに出なくてはならず、面倒であると感じた。又、本校の水泳部員に聞いてみたところ、同じ声が聞かれた。そのような方々の為に、プールの中でも水分補給が出来るようなものを作ろうと考えた。その為に、

- ① 水底を移動出来るようにする
 - ② 動く本体の上にタンクを配置する
 - ③ タンクへの給水をプール内で行えるようにする
- を達成する機体を製作する事にした。

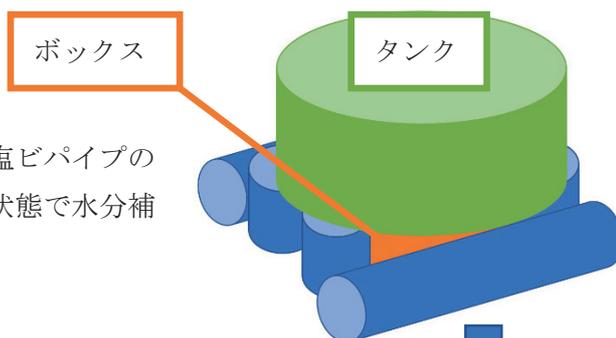


① 水底を移動出来るようにする

プールでの運用を考え、泳いでいる人の邪魔にならないように水底を移動出来るようにする事を考えた。その結果、塩ビパイプの下に台車の車輪を配置する事にした。それにより、左右方向へのスクリュウを作らず前後上下のみとする事に成功した。

② 動く本体の上にタンクを配置する

制御基盤を入れたボックスとスクリュウを入れた塩ビパイプの上にタンクを配置する事で、泳いでいる人が立った状態で水分補給が出来るようにした。



③ タンクへの給水をプール内で行えるようにする

タンクへの給水を考えた時、空になった時点で機体がプールサイドへ戻りタンクを満水にする、という作業を繰り返す事が予想された。そこで、プール内で給水するという結論に至った。その為には、タンクに給水出来る環境を製作する必要があると感じた。その環境をステーションと呼び、機体とは別に製作した。そこでの給水を可能とする事で、人がタンクへ給水する手間を解消した。

