



自律活動可能な水中ロボット(サブマリンMITA)の開発

東勇仁、天田大地、大石琉惺

三田国際学園高等学校
MITAROBO

水中ロボットの種別

近年水中**ロボット**の開発が急速に**進展**しており、資源開発や学術探索など、その重要性が**世界中**で認識されるようになってきた。
日本では、オペレーターによって**遠隔操作**されるロボットである**ROV(Remotely Operated Vehicle)**についての開発が進められていたが、近年では**AUV(Autonomous Underwater Vehicle)**の**開発**も進められてきている。
水中**ロボット**の中でも我々は、搭載されている**コンピュータ**によって、自律して動くことができるロボットであるAUVについて注目し、この**開発**を行うことにした。

AUV

AUVは様々な用途に使用されており、**海洋学**、**海洋資源探査**、**海洋地形調査**、**環境モニタリング**など、多くの**任務**に活用されている。
AUVは自律して動くため操作する人が必要なく、コストを抑えることができる。
一方で、**水中での自律動作**のため水の流れ、環境の変化、水中の視界の悪さ、などに対応する**技術を開発**する必要がある。

AUVの研究開発ポイント

JAMSTEC 水 中 ロボットコンベンション(※1)の**AI競技**をテストケースとして**研究開発**を行おうと考えた。
AI競技では**水中での自律動作**で風船を割ることなどが求められる。
そこで、
・水圧に耐える**耐圧殻**の作成
・オリジナル設計の**ハードウェア開発**
・**画像認識技術**
この3つをメインに班員で分担して**AUVを開発**することにした。

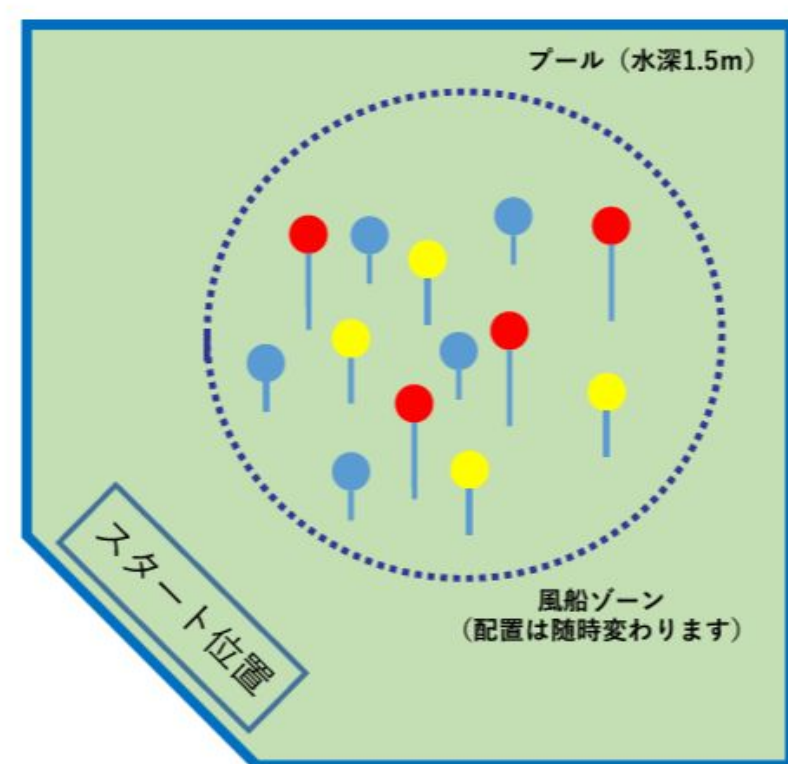


図1 JAMSTEC AIチャレンジ競技

使用した技術要素など

自作したところ

ブラシレスモーターを使ったスラスタ

ブラシレスモーター(図2)は、内部にある磁石と電磁石を使って回転するモーターで、ブラシを使わないため、**効率が良く**、**高速で静かに動作し**、**長持ち**するのが特徴。
ブラシレスモーターに自分たちで作成したハウジングや**プロペラ**などを取り付けけた。

アルミのフレーム

ロボットのフレーム(図3)には、**軽量で耐久性に優れたアルミ**を使用した。アルミフレームは、**ロボット全体の構造**を支える重要な役割を果たしており、水中での圧力に耐えつつ、**軽量化によって機動性を向上**させることができる。今回はスラスタなどの取り付けなどに使った。

既存の物を使ったところ

ラズベリーパイ

Raspberry Pi(図4)は、人間で言う**脳**のような働きを行うように使用した。**USBカメラ**を通し、**風船の場所、色**を認識しどういった動きをするべきかを**出力**するのに使用した。

arduino

Arduino(図5)は、人間で言う**小脳**のような働きを行うように使用した。ラズパイから受け取った信号を、処理して**ESC**に**信号**を送りモーターを動かすのかなどの出力に使用した。

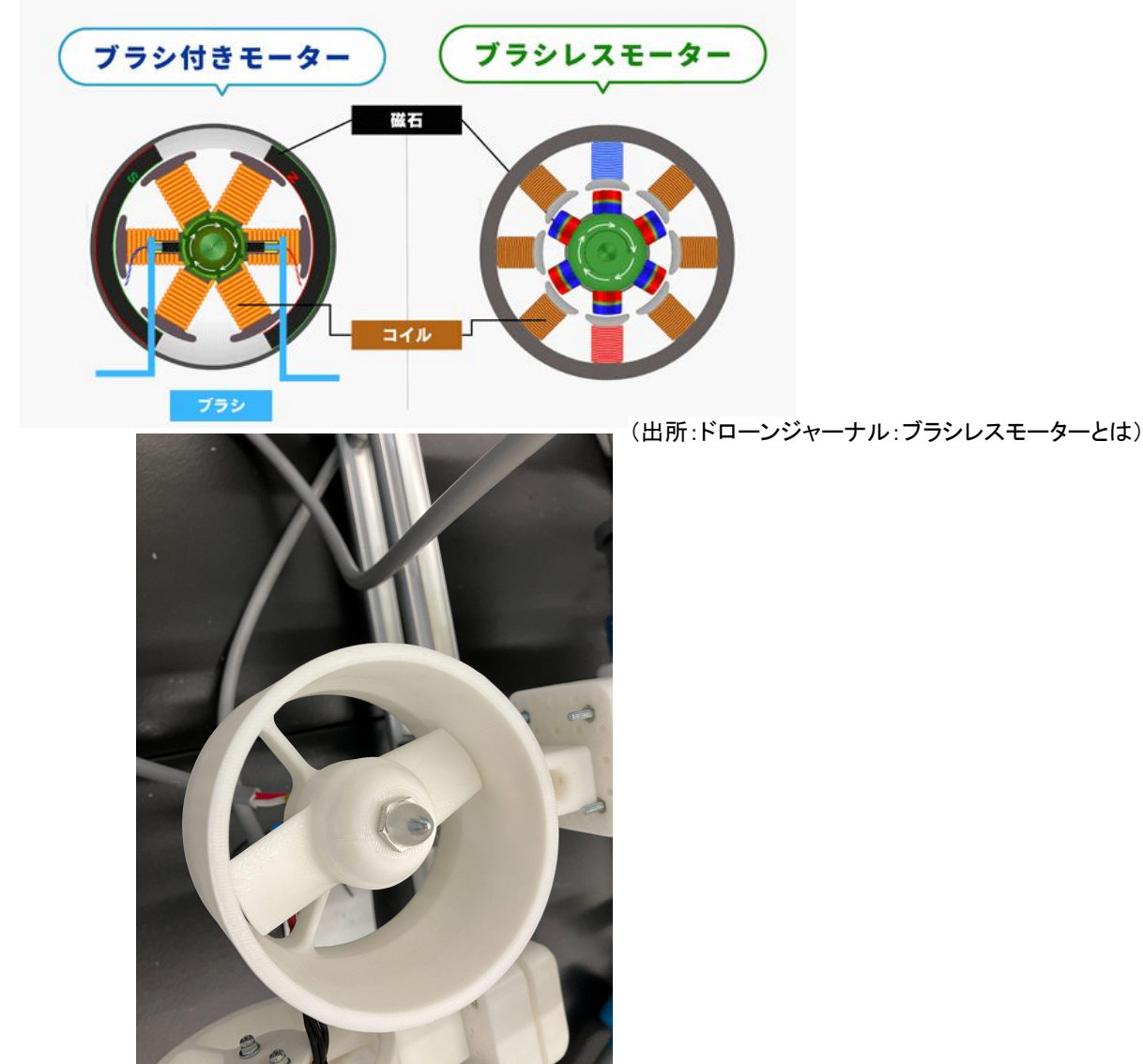


図2 自作したスラスタ

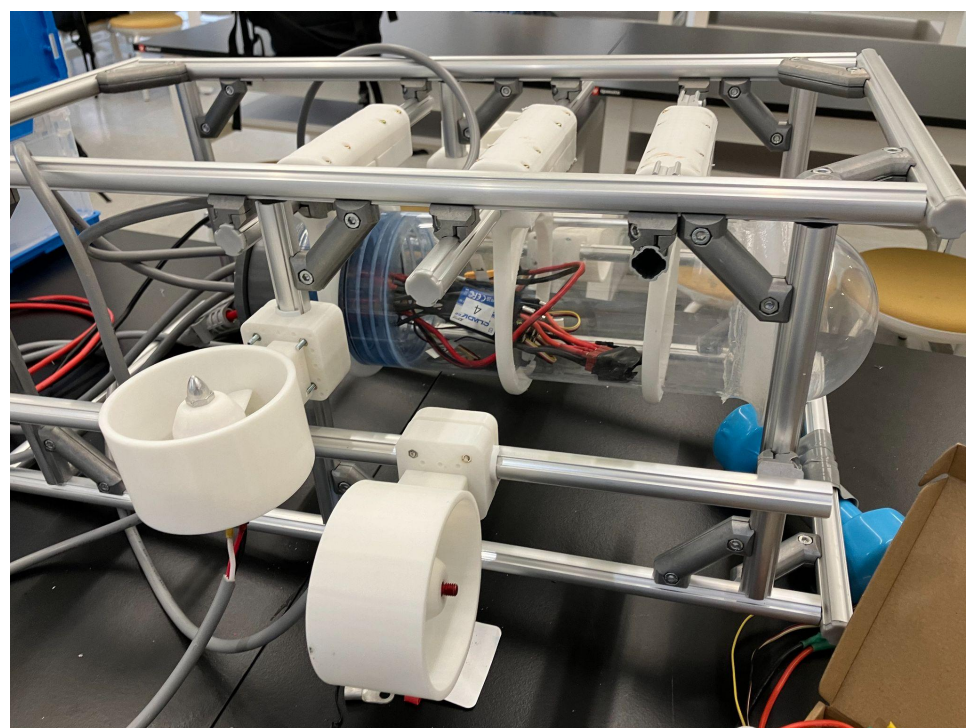


図3 作成したフレーム

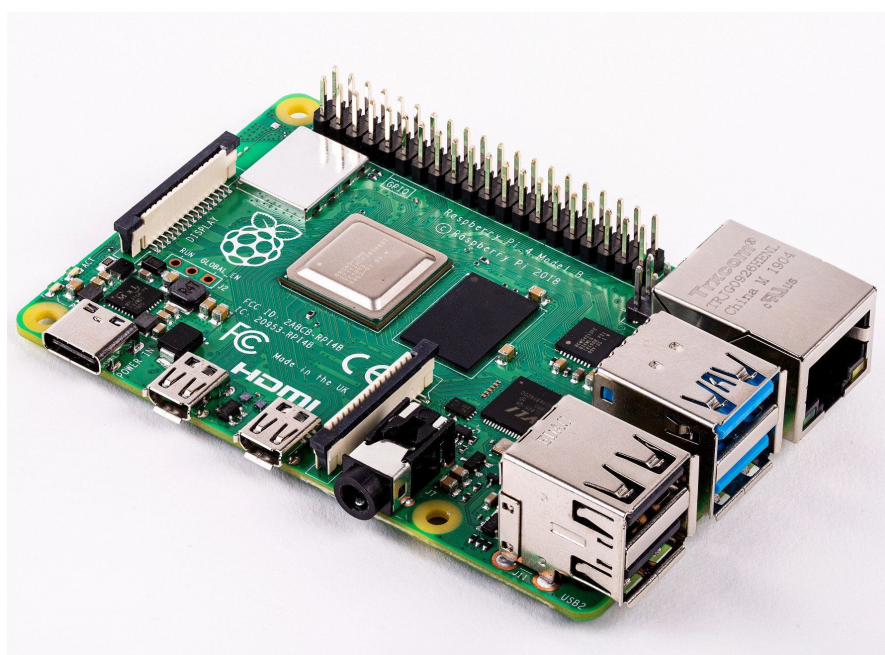


図4 ラズベリーパイ

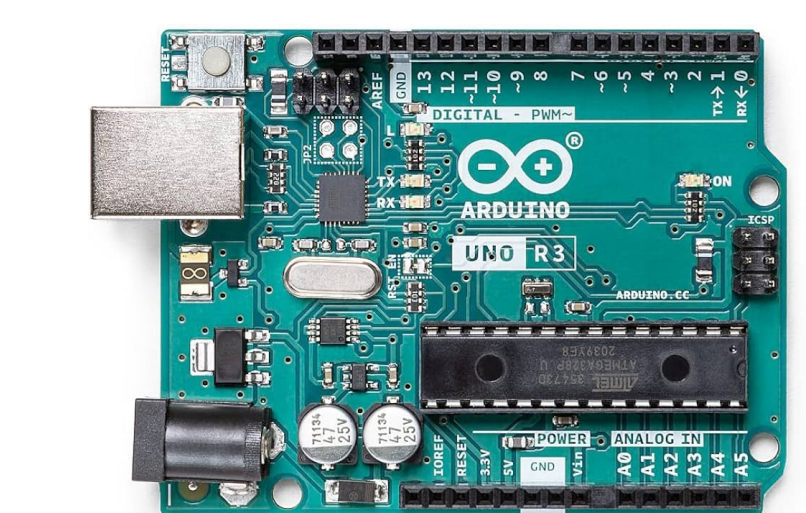


図5 Arduino

画像認識と自律動作を含んだシステム

システムでは、**Raspberry Pi**を用いて、**カメラ**で取得した画像内の**赤色と黄色**の風船を認識する。**openCV**を用いて、各風船の位置と面積を計算し、その中で一番面積が大きい風船を特定する。

次に、**ラズパイ**はその風船が存在する方向に基づいた**コマンド**を生成し、指定された方向に進むように**Arduino**に制御信号を送る。この制御信号に従って**モーター**に電気を流し、**ロボット**が風船に向けて進む。

この作業を繰り返すことで、**システム**は**リアルタイム**で風船の位置に応じた動作を行い、**ロボット**を目的の方向へと進めることが可能である。

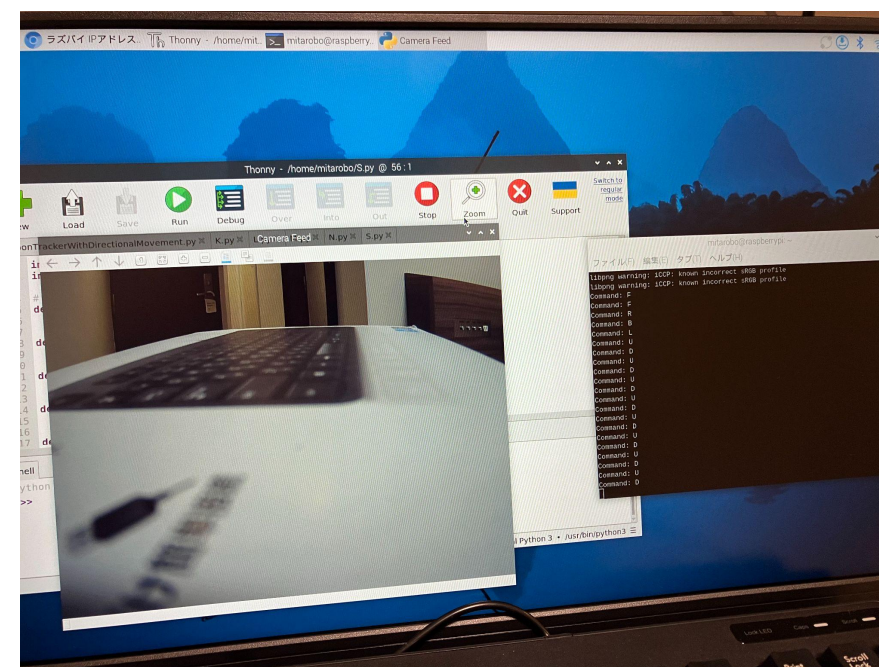


図6 信号出力の様子

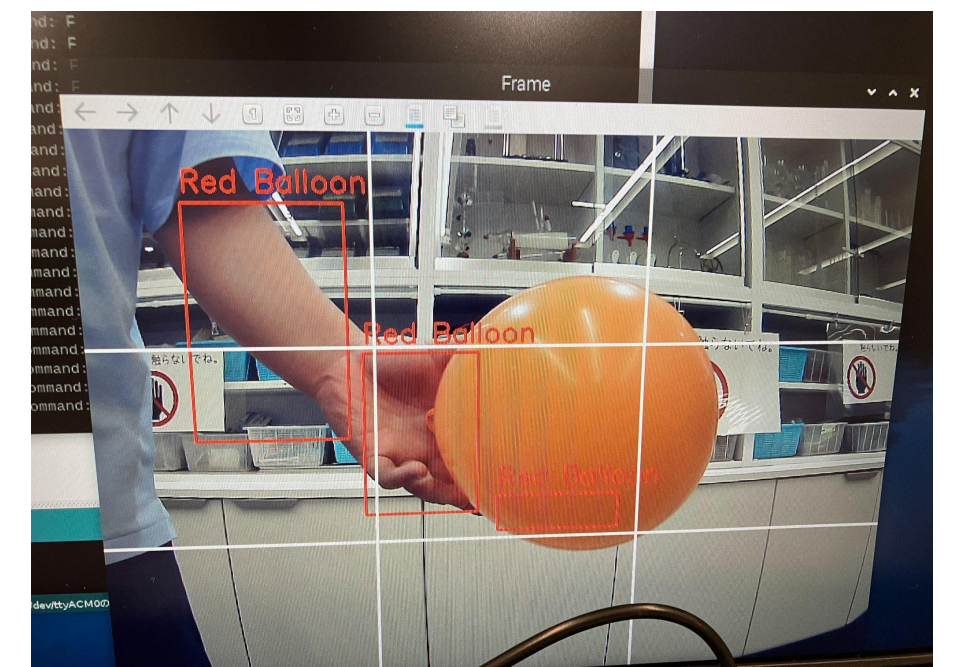


図7 画像認識の様子

作成したパーツなど

今回AUVを作成するにあたり、アクリル円柱を使用して、**耐圧殻**を作成した。
後ろ側の蓋の部分には水道管の**塩ビ管**に穴を開け、**電源、信号**などを出力できるようにした。
また、**ロボット**を作成するにあたり、必要な部品などを**3Dプリンター**を使用し、作成した。

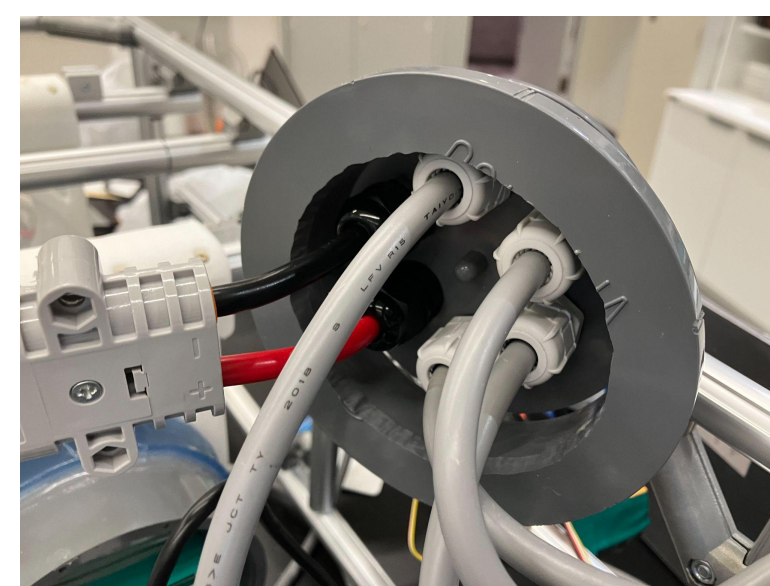


図8 耐圧殻に通した配線

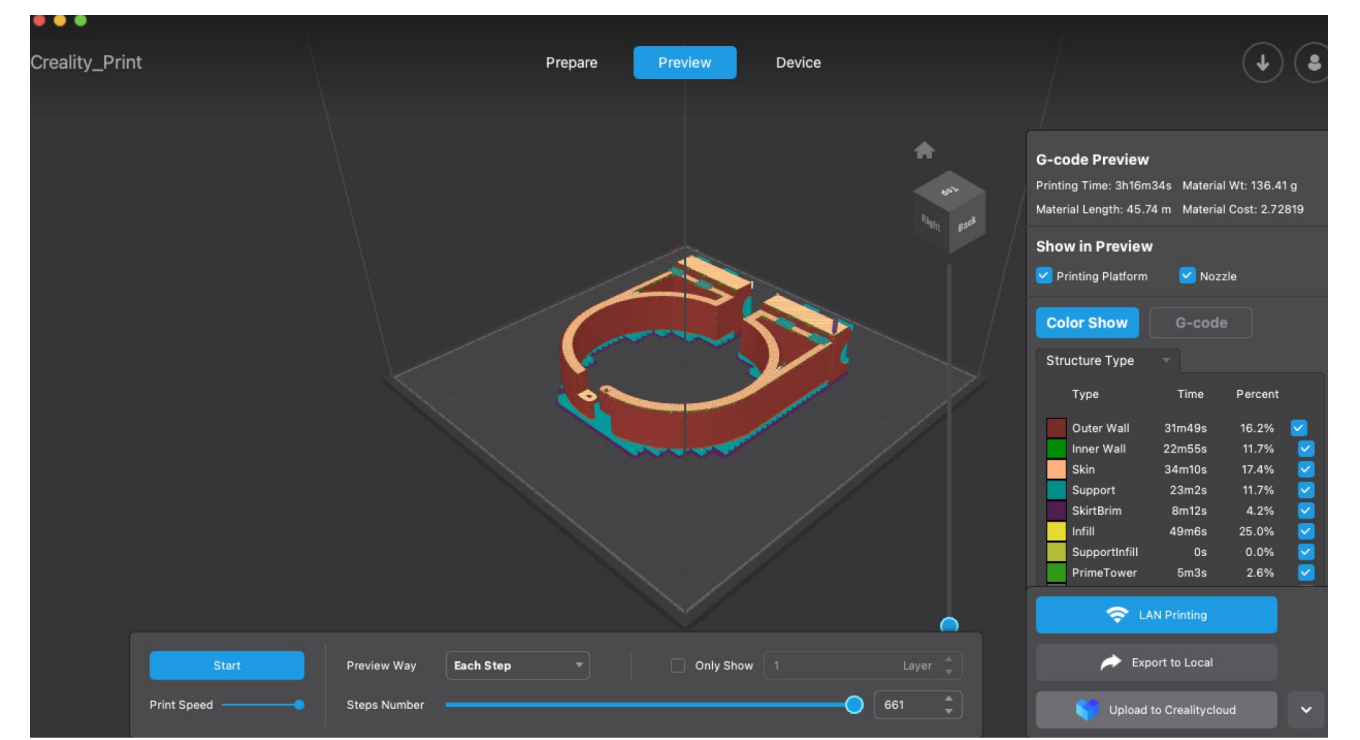


図9 3Dプリンターで作成してる様子

大会までのロボットの作成

大会に向けた開発は約**1ヶ月**前から**本格的**に開始され、**短期間**で多くの課題を達成した。特に福島ロボットテストフィールドでは、開発したロボットの**水密試験**と**調整**を行った。

ロボットのハードウェア面では、**防水対策**と**耐圧殻**の設計が最も重要な課題だった。**防水性**を確保するために、**電子機器**や**接続部**が収まる**耐圧殻**の隙間に**シリコン接着剤**を使用し、**長時間の水中作業**でも**水の侵入**を防ぐことを目指した。また、**必要な部品**は**3Dプリンター**を活用して**自作**し、**部品の形状やサイズ**を設計に**最適な形**に自由に調整できた。これにより、ロボットが**水中で安定して動作**するようなパーツを正確に製作することができた。

フィールドテストでは、**実際にロボットを水中**で動かしながら、**水漏れの確認**などを行った。**福島ロボットテストフィールド**での活動は、**開発しているロボットの技術**を高め、大会に向けた準備を進めるための重要な時間となった。

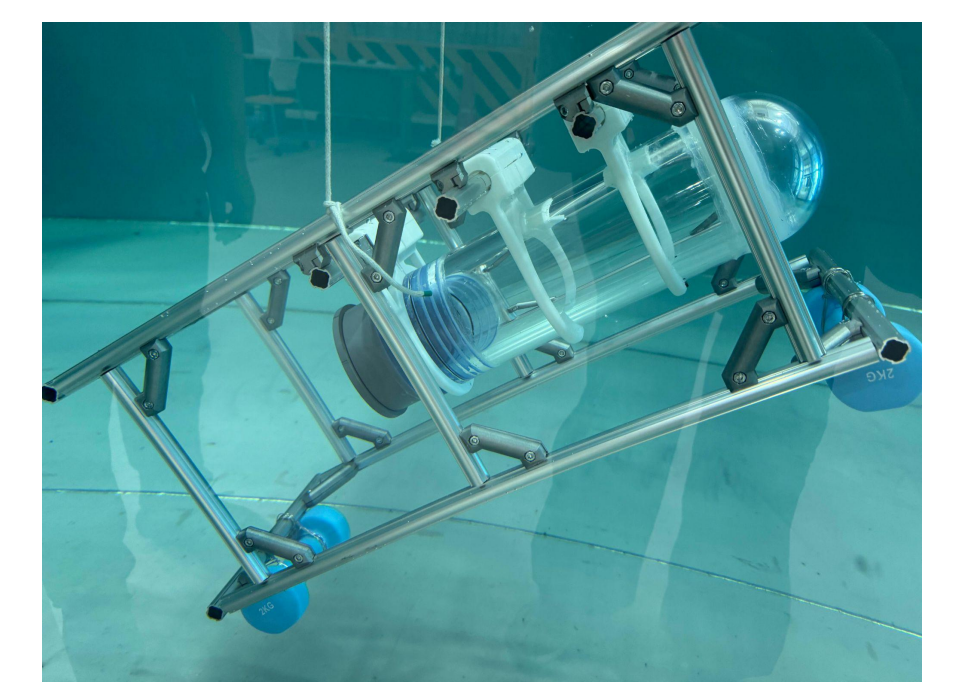


図10 福島ロボットテストフィールドの様子

参考文献

※1.水中ロボコンHP
<http://jam24.underwaterrobotnet.org/>

※2.Wikipedia (Arduinoとは)
<https://ja.wikipedia.org/wiki/Arduino>
(2024年8月21日)確認

※3『水中調査自動化のための画像処理技術に関する研究』安 鍾賢 九州工業大学学術情報リポジトリ
平成29年3月24日

※5 ソフトロボット学入門, 鈴森 康一, 中嶋 浩平,他, オーム社, 2023,p115-157