

# 市民プールの利活用に向けた水中ロボット教材の開発

九州職業能力開発大学校 **寺内 越三・牟田 浩樹・久場 政洋・永山 晋也** 特定非営利活動法人北九州スポーツクラブ ACE **多田 向陽** 北九州高速鉄道株式会社 **馬場 光人** 

### 1. はじめに

北九州市は産業発展に伴う水質汚染から環境再生を果たした「環境未来都市」<sup>(1)</sup> であり、また西日本最大級のフェリーターミナルを擁す「港湾都市」<sup>(2)</sup> である。さらに産業用ロボットのトップメーカーが事業を展開する「ロボット都市」<sup>(3)</sup> でもある。今回、この北九州市において水・船・ロボットをテーマに市民プールを利活用した水中ロボットイベントを企画・実施したので、ここに報告する。

志井ファミリープール(愛称:アドベンチャープール)(以下,「アドベンチャープール」と言う。)は,昭和61年7月5日に北九州市小倉南区志井公園に開設された市民プールで,施設は波のプール,流水プール,幼児プールなどから構成される。アドベンチャープールの概観を図1に示す。



図1 アドベンチャープールの概観

令和5年度からは、ACEスギナプラス共同事業体(代表団体:特定非営利活動法人北九州スポーツクラブACE)(以下、「ACE」と言う。)が指定管理者に指定された。令和5年度の指定管理期間の数値目標は、利用者数86,000人、営業日数55日である<sup>(4)</sup>。令和5年度、アドベンチャープールは7月8日から8月31日までの2か月間営業を実施したが、市の施設であることから年間を通じた施設の利活用が求められている。これまで年間を通じた利活用案として、キッチンカーイベントやグランピング、テントサウナなどが提案されたが、施設老朽化、コスト面、周辺地域対策等の兼ね合いにより、現在も調整中である。

今回、ACEと北九州モノレールを運営する北九州高速鉄道株式会社(以下、「北九州モノレール」と言う。)と意見交換する中で、アドベンチャープールの休園期間中に小中学生を対象とした水中ロボットイベントを開催することができれば、施設の利用率を向上させ、通年利用を促進できると考えた。しかし、小学生でも組み立てが可能で、複数同時に無線操縦が可能な水中ロボット教材は無く、またACEにロボット組み立ての技術指導をする経験やノウハウは無い。

そこでアドベンチャープールの利用率の向上,小 倉南区の活性化や地域貢献,九州能開大の広報を目 的に,水中ロボット教材を開発し,水中ロボットイ ベント「水中ロボット体験 in アドベンチャープー ル (プレ) | を実施することを目標とした。なお. 本開発は ACE との共同研究として実施している。

## 2. 水中ロボット体験イベントの企画・計画

イベントの企画に至るまでの経緯と, イベント内容と日程表の作成について説明する。

2023年8月4日、北九州モノレールの関係者が九 州職業能力開発大学校(以下,「九州能開大」と言 う。) に来校した際に、 当校が海中ロボットを開発 し出場する競技会では、 高校生向けに水中ロボット 工作教室が開催されていることが説明された。この 情報は、後日北九州モノレールから協力関係にある ACEへと提供され、10月12日、アドベンチャープ ールの利用率を向上させる新たなイベントを企画す るために、ACE、北九州モノレール、九州能開大 の3者が集った。意見交換の結果, 小中学生を対象 に水中ロボット (無線操縦ボート) の組み立てとボ ートレースを実施することを計画した。また同時期 に、 高校生向け水中ロボットの詳細を把握するため に、 牟田と共に松尾貴之 (北九州工業高等専門学校 教授)を訪問し、水中モーターを改造したスラスタ (推進装置) の製作や制御システムについてご教示 いただいた。アドバイスをもとに製作したスラスタ を図2に示す。

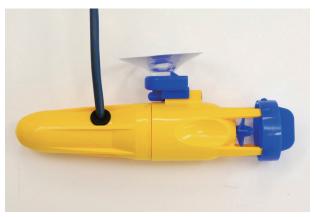


図2 製作したスラスタ

その後、イベント内容を計画するために10月末から水中ロボットの試作を進め、レース会場の選定や 危険予知活動のために11月末にアドベンチャープー ルにて視察と試験航行を行った。試験航行の様子を 図3に示す。



図3 試験航行の様子

ロボットの試作と試験航行により検証した結果から、3者でイベントの内容や所要時間、会場や準備物を確認するために日程表を作成した。本年度は試験的にプレイベントとして実施し、小学5年生8名を対象とした。イベント内容は、座学、水中ロボット組み立て、ロボットレースおよびアンケート実施で構成した。はじめに、北九州モノレール企救丘総合基地内の会場で北九州の船と水中ロボット技術をテーマに座学を30分間実施し、次に、水中ロボット組み立てを60分間実施する。その後、徒歩で5分の距離にあるアドベンチャープールに移動し、ボートレースを60分間実施し、最後に基地に戻り、イベント改善のために、アンケートを実施する。また、各イベントで必要な工具、材料をリストアップし、日程表に記載した。

# 3. 水中ロボット教材の開発

開発した教材は、水中ロボットと座学資料および 組立説明書から構成される。

#### 3.1 水中ロボット

水中ロボット (無線操縦ボート) は、船体と制御 システムおよびスラスタ 2 機から構成され、スマー トフォンからの Wi-Fi 接続による無線操縦で前進と 左右旋回ができる。水中ロボットの外観を図 4 に示 す。

船体には厚さ20mm の発泡スチロールを用い、制御システムはタッパーに収め、両面テープを用いて



図4 水中ロボットの外観

船体の上部に固定した。また、スラスタは吸盤を用いて船体の下部に固定した。

制御システムのシステム構成図を図 5 に示す。システムはスマートフォン、Wi-Fi マイコン(ESP32-DevKitC-32E、Espressif Systems)、モータードライバおよびスラスタ 2 機で構成され、マイコン用電源に単三乾電池 4 本を、スラスタ用電源に単三乾電池 2 本を使用する。

マイコン制御回路を図6に示す。マイコンでは Webサーバが動作しており、スマートフォンのブ

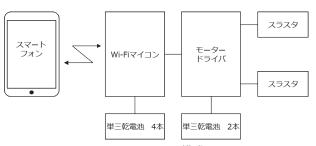


図5 システム構成図

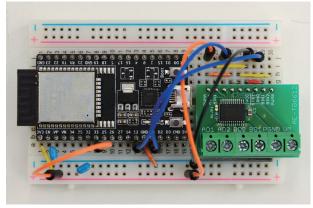


図6 マイコン制御回路



図7 操作画面

ラウザから操作画面の Web ページを開く。操作画面を図7に示す。画面を指でドラッグすると、タッチ座標を JavaScript で取得し、 非同期通信にて Web サーバに送信する。タッチ座標を受信したマイコンはその値に従いスラスタ2機の回転数を制御する。

#### 3.2 座学資料

北九州の船や船の大きさや速度,水中ロボットの 防水技術やシステム構成ついて理解してもらうため に座学資料を作成した。

資料の詳細を説明する。はじめに、北九州で活躍する競艇用モーターボートや旅客フェリーなどについて紹介し、次に、世界最大級のコンテナ船や大型客船などの全長や速度について紹介する。その後、水中ロボットの防水技術と浮力や重心について説明し、最後にスマートフォンと制御システムの無線通信手順について説明する。防水技術の説明を図8に、無線通信手順の説明を図9に示す。資料の中では、後の組み立て作業を意識して、実際の水中ロボ



図8 防水技術の説明

-15- 実践報告

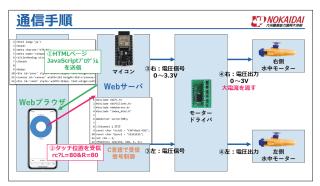


図9 無線通信手順の説明

ットで用いている防水技術や部品構成が, 教材でも 活かされていることを説明した。

#### 3.3 組立説明書

水中ロボットの組み立てポイントと Wi-Fi 接続手順を説明するために、組立説明書を作成した。

組み立て手順を説明する。はじめに、スチロールカッターを用いて発泡スチロールを型紙に沿って切り抜き船体を作成する。次に、ブレッドボードを用いてマイコン制御回路と電池ボックスを接続し、タッパーに収める。その後、船体にタッパーとスラスタを固定し、ワイヤーストリッパーを用いてケーブル被覆をむいたスラスタを、マイコン制御回路にネジ止めする。最後に、スマートフォンからWi-Fiマイコンに接続し、操作画面からスラスタの動作を確認し組み立て完成となる。ケーブル加工手順の説明を図10に示す。ワイヤーストリッパーを用いたケーブル加工作業は子供たちには難易度が高いと想定し、組み立て前に参加者と合同練習を行うようにした。



図10 ケーブル加工手順の説明

# 4. 水中ロボット体験イベントの実施

教材の開発後、イベントの準備を行い実施した。 2024年1月に部品発注を行い、2月下旬から3月 下旬に掛けて部品加工、電子回路組み立て、マイコ ンへのプログラム書き込みを行った。特にスラスタ は加工個数と加工手順が多いため2名で作業した。 作業は訓練課程や系を越えた指導員の交流の機会と なる様に、応用課程電気・電子系の久場と専門課程 電子・情報系の永山にお願いし、共同で行われた。 また同時期に、ACEの申請により北九州市の協賛 が承諾され、イベントはACE、北九州モノレール、 九州能開大の共催として実施することとなった。

3月31日,日曜日,13時半から17時まで,5歳の 幼児から小学6年生までの8人とその保護者4人が 参加し「水中ロボット体験 in アドベンチャープール (プレ)」を実施した。

はじめの座学では、 開発課題実習で製作した ROV (遠隔操作型海中ロボット)「船底点検ロボッ ト」を展示し、子供たちに水密容器やスラスタの配 置、制御システムについて説明し、観察してもらっ た。ロボット組み立てでは、多くの子供がスチロー ルカッターを用いて発泡スチロールを垂直に切り抜 くことに苦労していた。その他の作業でも、ワイヤ ーストリッパー. ラジオペンチ. ドライバーなどの 工具を初めて使う子供が多く見られた。ボートレー スでは、コースの片側にブイを浮かべ往復40mの U ターンコースを設置し、往復航行させた。スマー トフォンと Wi-Fi マイコンの無線接続を 3 チャンネ ルに制限しているため、レース中に他の参加者とチ ャンネルが競合し、無線通信が途切れることもあっ たが、最後は全員が試験航行を体験することができ た。座学の様子を図11に、ロボット組み立ての様子 を図12に、ボートレースの様子を図13に示す。この 日の様子は NHK 北九州により取材撮影され、当日 の「ニュース645福岡」で北九州地区に向けて放送 された。

反省として,子供たちは,ハサミで切り抜いたり,ペンで絵を描いたりといった過去に経験のある作業

は楽しく取り組んでいたが、初めて行う多くの作業 は終始緊張していた。改めて、「やってみせ」の4 段階法により作業者の不安と緊張を取り除く必要が あると考えた。



図11 座学の様子

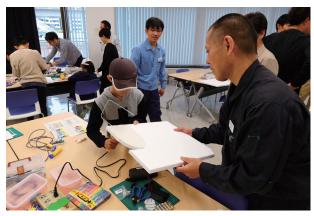


図12 ロボット組み立ての様子



図13 ボートレースの様子

# 5. おわりに

アドベンチャープールの利用率の向上を目的に, 水中ロボット教材を開発し,水中ロボットイベント を実施した。当校の施設見学を切っ掛けにイベント を企画し、水中ロボットの試作と試験航行を行いながらイベントを計画した。船の特徴や水中ロボット技術を理解する教材と、電子工作技術を体験する教材を開発し、実施したイベントでは、参加者全員がロボットを操縦することができ、アンケートを取得することができた。本取り組みにより、指定管理者に対して施設の通年利用の促進に向けた新たな利活用案を提案し、検証することができた。また、「ロボット都市・北九州」において、水中ロボットを通じて小学生にものづくりの楽しさを伝えることができた。

今後は、アンケートの分析結果を反映して教材の 改善を行い、水中ロボットイベントを拡大し発展的 に開催していきたい。

#### 〈参考文献〉

- (1) 北九州市環境局環境国際部環境国際戦略課: ばい煙の空, 死の海から奇跡の復活 (https://www.city.kitakyushu.lg.jp/ kankyou/file\_0264.html)
- (2) 北九州市産業経済局物流拠点推進室:北九州市の物流インフラ (https://www.city.kitakyushu.lg.jp/san-kei/341\_00008.html)
- (3) 北九州ロボットフォーラム:「ロボット都市・北九州」の将来 ビ ジョン (https://www.ksrp.or.jp/fais/robot/forum/kitaq.html)
- (4) 北九州市財政・変革局市政変革推進室:指定管理者を選定した施設・選定結果(令和4年度)(https://www.city.kitakyushu.lg.jp/contents/09201353.html)

本文中で使用した会社名,製品・サービス名は,各社の商標または登録商標である。