

公立はこだて未来大学 2016 年度 システム情報科学実習
グループ報告書
Future University Hakodate 2016 System Information Science Practice
Group Report

プロジェクト名
新大型イカロボの作成と地域振興展開
Project Name
Making New Large IKABO and Regional Development Expansion

グループ名
制作班
Group Name
Production Group

プロジェクト番号/Project No.
10

プロジェクトリーダー/Project Leader
1014025 遠藤崇志 Takashi Endo

グループリーダ/Group Leader
1014070 佐藤飛翔 Tsubasa Sato

グループメンバ/Group Member
1014021 山中通 Toru Yamanaka
1014043 溝口直人 Naoto Mizoguchi
1014054 千葉達也 Tatsuya Chiba
1014145 宮野壮磨 Souma Miyano
1014156 紺野翼 Tsubasa Konno

指導教員
松原仁、鈴木恵二
Advisor
Hitoshi Matsubara, Suzuki Keiji

提出日
2017 年 1 月 18 日
Date of Submission
January 18, 2017

概要

このプロジェクトでは、函館市の抱える問題の 1 つである、観光客の減少に対する解決策として函館観光復興ロボット IKABO を制作してきた。IKABO とは、いか踊りをするロボットの名称である。本年度のプロジェクトにおいては、昨年度のプロジェクトで製作された IKABO11 号機を動かし、市民の方々に知ってもらい、知名度を上げ、函館に興味を持ってもらう人を増やすという目標に活動している。11 号機は、全長 3.84m、稼働する腕を 4 本、音を発するという機能を実装した IKABO である。11 号機は、昨年プロジェクトで設計されたばかりであり、本体は 4 月ごろ本学に届いた。おおまかな外装だけが完成されており、中身である装置はまだ完成されていない。私たち制作班は、主に 11 号機のプログラミング、外装を担当している。本年度の制作班の課題として、まだ動かすことができない 11 号機を動かすことである。また昨年度の制作班の方々から、IKABO1 号機の動かし方や 11 号機に使える部品等を引き継ぎ、自分たちで動かすことができるようになった。11 号機を動かすためのプログラミングを行うとともに、既に動かすことができる 1 号機を用いて、函館を盛り上げるためのイベントの参加等の活動も行う。

キーワード 函館観光復興ロボット IKABO, 11 号機, 1 号機

(※文責:佐藤 飛翔)

Abstract

This project made a IKABO robot for sightseeing reconstruction in Hakodate as one of the Hakodate problem that tourist decrease. IKABO is the robot making a move such as the cuttlefish. In the project of this year, we move IKABO 11 produced by a project of last year and are active with an aim to increase people having you be interested in Hakodate. It is the IKABO of eleven unit. Height of IKABO 11 is 3.84 meters, it can move 4 arms and can make sounds. IKABO 11 was just designed by a project of the last year. It reached the this school in about April. Only the rough decoration is finished, and the device which is the contents has not been yet finished. We production group make programming of IKABO 11, decoration mainly. A problem of the production group of this year is to move IKABO 11. In addition, the production group of the last year, we succeeded how to move IKABO 1. With production of IKABO 11, we perform the activity such as the participation of the event to heap up Hakodate using IKABO 1 which we can move.

Keyword IKABO robot for sightseeing reconstruction in Hakodate, IKABO 11, IKABO 1

(※文責:佐藤 飛翔)

目次

第 1 章 はじめに	1
1.1 背景	1
1.2 目的	1
1.3 前年度の成果	1
1.4 前年度の問題点	2
1.4.1 IKAB011 号機について	2
1.4.2 IKAB01 号機について	2
第 2 章 到達目標	3
2.1 本プロジェクトにおける目的	3
2.1.1 IKAB011 号機の課題	3
2.1.2 IKAB01 号機の課題	3
2.2 具体的な手順・課題設定	4
2.2.2 制御回n路の作成	4
2.2.3 ユーザーインターフェースとなる操作用プログラムの作成	4
2.2.4 シリンダー制御用プログラムの作成	4
2.2.5 外装について	4
2.2.6 IKAB011 号機の操作アプリケーションについて	5
2.2.7 IKAB01 号機の操作アプリケーションについて	5
2.2.8 IKAB01 号機の腕の修理について	5
2.3 到達目標	5
第 3 章 課題解決のプロセス(概要)	6
3.1 課題解決のプロセス	6
3.1.1 制御装置についての学習	6
3.1.2 制御装置のプログラミング	6
3.1.3 外装について	6
3.1.4 IKAB011 号機の操作アプリケーションについて	6
3.1.5 IKAB01 号機の腕の修理について	7
3.1.6 IKAB01 号機の操作アプリケーションについて	7
3.2 課題の割り当て	7
3.2.1 前期	7
3.2.2 後期	8
第 4 章 課題解決のプロセス(詳細)	9
4.1 IKABO 1 号機における課題解決のプロセス	9
4.2 IKABO 11 号機における課題解決のプロセス	9
4.2.1 回路チームの課題解決プロセス	9
4.2.2 外装チームの課題解決プロセス	11
4.2.3 UI(ユーザーインターフェース)チームの課題解決プロセス	12
第 5 章 中間・成果発表会	13
5.1 中間・成果発表会概要	13
5.1.1 中間発表会概要	13
5.1.2 成果発表会概要	13
5.2 中間発表会	13

5.2.1 指摘された点	13
5.2.2 反省・改善点	14
5.3 成果発表会	14
5.3.1 指摘された点	14
5.3.2 中間発表に比べて改善できた点、反省点	14
第 6 章 参加したイベント	15
6.1 七夕まつり	15
6.2 函館港まつり	15
6.3 オープンキャンパス	15
6.4 札幌企業説明会	16
6.5 札幌オープンキャンパス	16
6.6 はこだてみらい館	17
第 7 章 まとめ	19
7.1 プロジェクトの成果	19
7.1.1 11 号機の制御系の回路に関する成果	19
7.1.2 11 号機の操作用ソフトウェアに関する成果	19
7.1.3 11 号機の外装に関する成果	21
7.1.4 IKABO の音声に関する成果について	22
7.1.5 11 号機の動作認識機能に関する成果について	22
7.2 各自評価	22
7.2.1 佐藤 飛翔	22
7.2.2 山中通	23
7.2.3 紺野翼	23
7.2.4 宮野壮磨	24
7.2.5 溝口直人	25
7.2.6 千葉達也	26
第 8 章 今後の課題と展望	28
8.1 今後の課題	28
8.1.1 IKABO11 号機の制御プログラムの作成	28
8.1.2 IKABO11 号機のパーツ作成	28
8.1.3 IKABO11 号機用操作アプリケーションの作成	29
8.2 前期の反省点	29
8.3 後期の反省点	30
8.4 今後の展望	30
8.4.1 イベントへの出展	30
8.4.2 プログラムの知識	31
8.4.3 動作の実装	31
8.4.4 昨年度に引き継ぐ実装	31
付録 A 新規習得技術、活用した講義	32
参考文献	32

第 1 章 はじめに

1.1 背景

本プロジェクトは、函館市が捉える「観光客の減少」に対する問題を IKABO の制作を通じて解決することを目的として、市民有志らが 2005 年にいかロボット(通称:IKABO)の制作を本学に持ち込んだことから始まった。その後、IKABO の制作を目指す市民有志らによって「ロボットフェス・インはこだて市民の会」が発足した。IKABO の制作には本学をはじめ、函館工業高等専門学校や民間企業、前述したロボットフェス・インはこだて市民の会が参加し、函館の教育機関と企業の協力の下で行われた。IKABO の制作は「函館市の新たな観光シンボルを制作し、函館の活性化に繋げ、そして将来的には函館をロボット情報の集積・発信基地に育てる」という理念を掲げている。そのため、当初の計画目的は 30m 級の観光用巨大 IKABO の作成をすることであった。しかし、予算の問題からそのようなロボットを作ることは困難であった。そのため、巨大ロボットを製作する第一歩として、初めに小型のロボットを作成することになった。これが IKABO の制作の始まりである。そして、今年度は前年度から引き継いだ IKABO11 号機のプログラミングと外装を完成させ、函館で行なわれる様々なお祭りやイベント等で IKABO11 号機を動かす。このような活動を通して IKABO11 号機と IKABO1 号機を函館の観光シンボルとして積極的に有効活用し、函館市そのものを盛り上げることを目標として活動している。

(※文責:佐藤 飛翔)

1.2 目的

プロジェクト活動での制作班の目的は、IKABO1 号機をいつでも使用できるようにするためのメンテナンスを行い待機させておくこと、IKABO11 号機を動かせるようにするためのプログラミングを作成し、イベントごとに IKABO11 号機を設置して操作することである。今年度は制作班の中でも担当分けをして問題点を解決していき、11 号機の動作のプログラムや操作するためのインターフェース、不足している外装を完成させることが目的である。また、IKABO11 号機を親しみやすくするための拡張機能を随時追加していくというのも今年度の目的の 1 つである。

(※文責:佐藤 飛翔)

1.3 前年度の成果

前年度の成果物は、IKABO11 号機のハードウェアを制作するために資金を集め、企業への発注が遅れてしまったため到着は遅れてしまったものの、ハードウェアの大部分の作成に成功したということ。IKABO11 号機で利用するための回路の設計を行ったこと。IKABO11 号機を操作するためのインターフェースの基礎部分の設計を行ったということ。IKABO11 号機が動作を読みとるために Kinect のプログラムの基礎部分を作成したことの 4 点が昨年度の成果である。

(※文責:佐藤 飛翔)

1.4 前年度の問題点

1.4.1 IKAB011 号機について

IKAB011 号機は前年度のプロジェクト期間である 2015 年の 10 月ごろに資金が集まった。IKAB011 号機自体の設計図は完成していたが制作を請け負っていただいた企業への発注の時期が遅れてしまったためハードウェアそのものは 2016 年の 3 月に到着した。そのため、動作についてのプログラムや操作用のプログラムがないこと。制御装置がハードウェアに取り付けられていないこと。11 号機の動作が不明であったこと。回路の制作が行われていないこと。IKAB011 号機に目や腕の先端部分に取り付けられていなかったことの上記 5 点が IKAB011 号機の問題点である。

(※文責:佐藤 飛翔)

1.4.2 IKAB01 号機について

IKAB01 号機は元々使っていたタブレットの老朽化が原因で、タブレットの起動に成功するまでにとても時間がかかった。その代用品として昨年度から引き継いだタブレットでは1号機を操作することができていなかった。上記が IKAB01 号機の問題点である。

(※文責:佐藤 飛翔)

第 2 章 到達目標

2.1 本プロジェクトにおける目的

今年度の本プロジェクト活動における課題は、IKABO11 号機の完成と IKABO1 号機の問題解決である。

(※文責:溝口直人)

2.1.1 IKABO11 号機の課題

今年度のプロジェクト活動における IKABO11 号機の課題は、大きく 3 つある。1 つ目に 11 号機の電子回路の作成である。2 つ目に 11 号機をイカらしく見せるための腕の先端部分の作成。最後に 11 号機を制御するためのプログラムの作成である。最初に、電子回路の課題の解決にあたって、前年度から引き継がれた PLC(Programmable Logic Controller)という制御装置について学習する必要があった。11 号機を制御するために、この PLC と Arduino を用いて回路を作成する必要があった。次に 11 号機の腕の先端部分の作成では、1 号機の腕の先端部分を見習うことにした。材料はカラーコーンを使用し、それを切断し塗装した後 11 号機の腕の先端に付けるようにした。最後に 11 号機のプログラムの作成にあたって 2 種類のプログラムを作成する必要があった。1 つは 11 号機を操作するためのアプリケーションの作成。もう 1 つは 11 号機のシリンダーを制御するためのプログラムの 2 種類を作成する必要があった。11 号機の操作アプリケーションは Processing で作成し、操作用のタブレット PC でその操作をできるようにすること。またタブレットで 11 号機を操作する際に、11 号機が喋るようにするため音声も作成する必要がある。そして制御用のプログラムでは PLC でシリンダーを制御し、1 号機の従来と同じような動きができるように Arduino のプログラムを作成すること。以上、3 つのことを課題とする。

(※文責:溝口直人)

2.1.2 IKABO1 号機の課題

IKABO1 号の操作アプリケーションを現在使用しているタブレットから新しいタブレットに対応させる。理由として現在まで使用されていた古いタブレットを起動することが安定せず、起動→起動失敗→再起動の流れを繰り返すことが多かった。一方新しいタブレットは起動が容易であり、起動に失敗することがない。IKABO1 号機の操作アプリケーションを新タブレットに移し使用できる状態にすることを課題とする。さらに後期で、はこだてみらい館に 1 号機を貸出した時に 1 号機の腕が故障したため、その腕の修理が必要となった。

(※文責:溝口直人)

2.2 具体的な手順・課題設定

IKABO11 号機の課題解決のために以下の手順を設定した。

2.2.1 制御装置を使用するための回路やプログラミングについての学習

前期では制御装置の PLC や電子回路の知識が何もないところから回路作成と PLC のプログラミングをするため、IKABO1 号機の回路、参考書、インターネットサイトなどを参考に知識を増やす。後期にも、前期で PLC や電子回路の知識を学びきれなかったことから、引き続き PLC と電子回路についての学習を継続した。

(※文責:溝口直人)

2.2.2 制御回路の作成

前期では制御装置の PLC の仕様書を読みながら、いかに回路を作成するか検討し試行錯誤した。後期では、さらに Arduino を回路に組み込むため、引き続き仕様書を読み回路を試行錯誤した。

(※文責:溝口直人)

2.2.3 ユーザーインターフェースとなる操作用プログラムの作成

前期では昨年度、開発途中であった操作用のプログラムコードを引き継ぎ開発を進めた。後期では制御基盤の Arduino と操作用プログラムを連携させる。

(※文責:溝口直人)

2.2.4 シリンダー制御用プログラムの作成

前期では制御装置となる PLC について学習し使い方を学んだ。そして PLC のプログラムのみで 11 号機を動作させることに成功した。後期では、この PLC に Arduino から信号を送り制御するためのプログラムを作成する。

(※文責:溝口直人)

2.2.5 外装について

IKABO11 号機の腕の先端に付けるものを市販のカラーコーンを切断し、カラスプレーにより塗装し取り付ける。前期の課題は、IKABO1 号機には腕が付いていたため、また塗装するのは

IKABO11 号機の本体のカラーとカラーコーンの色が異なるので本体の色に合わせるため。後期の課題は、みなと祭りの際に、作成した IKABO11 号機の腕の先端部分が重く 11 号機の腕に大きな負担をかけ、腕のネジが外れるという事態が起こった。そのため後期では腕の先端部分の軽量化をする。

(※文責:溝口直人)

2.2.6 IKABO11 号機の操作アプリケーションについて

IKABO11 号機の操作アプリケーションを作成し、動きの設定や合わせた音声ソフトを用いて音声を作成し、音声を流せるようにする。前期の課題は、操作性の向上、操作のしやすさ、音声ガイドによる IKABO11 号機のコミュニケーション方法の作成をすることにより、地域での活動に用いるとき人との関わりをしやすくする。後期の課題は、各種イベントごとに IKABO の音声を作成する。

(※文責:溝口直人)

2.2.7 IKABO1 号機の操作アプリケーションについて

課題として、IKABO1 号機の操作アプリケーションを動作できるタブレットが古く、OS が Windows XP であり動作とセキュリティに不安があったため、新しいタブレット端末に移植する。

(※文責:溝口直人)

2.2.8 IKABO1 号機の腕の修理について

後期の課題は、IKABO1 号機の腕が故障したため、修理をメーカーに依頼した。

(※文責:溝口直人)

2.3 到達目標

現在の IKABO11 号機は、内部の電子回路や制御や操作のためのプログラムが完成しておらず、動かない状態である。まずは、この 11 号機を PLC のプログラムからの制御で動作させる。次に Arduino、操作アプリケーションの順番で制御できるようにしていく。最終的には 1 号機でも可能であった、いか踊りのどの動作を 11 号機でも実現させることが目標である。

(※文責:溝口直人)

第 3 章 課題解決のプロセス（概要）

3.1 問題解決のプロセス

第 2 章 2.2 で挙げた課題について、以下のプロセスで解決を試みた。

3.1.1 制御装置についての学習

前期では、昨年度から引き継いだ PLC(Programmable Logic Controller)を IKABO11 号機に実装するため、リレー回路やラダー図などの必要な知識を Omron の e-Learning で学習した。さらに、学内の情報ライブラリーからリレー回路に関連する文献をもとに学習した。後期では、使用する PLC の仕様書をもとに回路の作成に取り掛かった。

(※文責:溝口直人)

3.1.2 制御装置のプログラミング

前期では、PLC のプログラムを実装するにあたって、必要な開発環境が整っていなかったことから、「Panasonic Control FPWIN Pro 7」を購入した。このソフトウェアは 11 号機に使用する PLC をプログラミングするための専用のソフトウェアである。以上のプログラミングソフトを使い、リレー回路やラダー図といった知識をもとに 11 号機の簡単なプログラムを作成した。後期では、この PLC のプログラミングに加えて、Arduino のプログラミングも併せて作業を行う。さらに PLC と Arduino を連携させることも、後期の主な課題となった。

(※文責:溝口直人)

3.1.3 外装について

前期では IKABO11 号機の 4 本の腕にはどれも先端部分がついていなかったため、ホームセンターでカラーコーン 4 本とカラスプレーを購入した。さらに、学内の工房で適当な大きさに切断し、IKABO11 号機のカラーリングに合わせてシルバーに塗装した。後期では、みなと祭りの際に作成した腕の先端部分が重くアーム部分に負担がかかりすぎるという課題解決のため、先端部分の軽量化を図った。

(※文責:溝口直人)

3.1.4 IKABO11 号機の操作アプリケーションについて

IKABO11 号機の操作アプリケーションを開発するにあたって、Processing を使用し、UI を作成した。

(※文責:溝口直人)

3.1.5 IKABO1 号機の腕の修理について

はこだてみらい館に IKABO1 号機を貸し出す際に、IKABO1 号機の腕が故障していることが判明したため、修理をメーカーに依頼した。

(※文責:溝口直人)

3.1.6 IKABO1 号機の操作アプリケーションについて

IKABO1 号機の操作アプリケーションを動作できるタブレットが古く、OS が Windows XP であったこと、タブレット端末起動時の動作とセキュリティに不安があったため、昨年度から引き継いだ新しいタブレット端末に移植した。

(※文責:溝口直人)

3.2 課題の割り当て

3.2.1 前期

前期は、前年度のプロジェクトメンバーからのアドバイスをもとに回路班と外装班、UI 班の三つに分かれた。回路班では、前年度から引き継いだ制御装置の PLC について勉強し、回路とプログラムを作成した。次に外装班では、IKABO1 号機の腕の先端部分を参考に IKABO11 号機の腕の先端部分を作成した。最後に UI 班は、前年度から引き継いだ操作アプリケーションのプログラムの改良と、音声制作ソフトを使い IKABO の音声を制作した。以下は各メンバーの班の割り当てと課題である。

佐藤飛翔:11 号機の腕の先端部分などの外装の作成(外装班)

山中通 :11 号機の回路と制御プログラムの作成(回路班)

溝口直人:11 号機の回路と制御プログラムの作成(回路班)

千葉達也:11 号機の腕の先端部分のなどの外装の作成(外装班)

宮野壮磨:11 号機の回路と制御プログラムの作成(回路班)

紺野翼 :11 号機の操作アプリケーションと音声の作成(UI 班)

(※文責:溝口直人)

3.2.2 後期

後期は、班の編成や役割を変えず作業を行った。回路班では、プログラミング作業を Arduino と PLC に分かれて行った。次に外装班では、みなと祭りの際に作成した 11 号機の腕の先端部分が重くアーム部分に負担がかかりすぎるという問題があった。そのため改良作業を行った。最後に、UI 班は後期に行われるイベント毎の音声の作成を行った。以下は各メンバーの班の割り当てと課題である。

佐藤飛翔:11 号機の腕の先端部分などの外装の作成、改良(外装班)

山中通 :11 号機の回路と Arduino のプログラムの作成(回路班)

溝口直人:11 号機の回路と Arduino のプログラムの作成(回路班)

千葉達也:11 号機の腕の先端部分などの外装の作成、改良(外装班)

宮野壮磨:11 号機の回路と PLC のプログラムの作成(回路班)

紺野翼 :11 号機の操作アプリケーションとイベント毎の音声の作成(UI 班)

(※文責:溝口直人)

第 4 章 課題解決のプロセス（詳細）

4.1 IKABO 1 号機における問題解決のプロセス

IKABO1 号機を五稜郭タワーで行われた七夕のイベントに参加させ、動作させるにあたり、昨年度まで IKABO1 号機を操作するのに使用していたタブレット端末の OS が Windows XP でセキュリティに問題があること、端末の電源を入れる際に高確率でエラーが起きることから、昨年度のプロジェクから引き継いだ新しいタブレット端末に操作に用いるアプリケーションを移動することにした。新しいタブレット端末の OS は Windows 10 である。アプリケーションを移動した際に構成がうまくいかず、アプリケーションが動作しなかったため、新しいタブレット端末に Microsoft Visual Studio C++ 2005 Redistribute を導入した。また、いくつかの dll ファイルが不足していたため、ダウンロードした。結果、新しいタブレット端末でアプリケーションを動作させることに成功した。

今年度の 10 月にキラリス函館で行われた、はこだて未来館のオープニングイベントにおいて、1 号機を出展し、操作タブレットを用いて未来館の利用者に実際に 1 号機を操作してもらうという活動を行った。その後、数か月にわたり、展示物として未来館に 1 号機を貸し出した。その際、1 号機の頭部が外れたりし、いくつかのシリンダーが動作しないといった不具合が発生したため、コムテック社に依頼して修理を行ってもらった。頭部については本体に固定している金具が長時間連続で動作させたことにより疲労破壊したことが原因であったため、金具を交換してもらうことにした。シリンダーについてはエアバルブの調整により、正常な動作が可能になった。

（※文責：山中通）

4.2 IKABO 11 号機における問題解決のプロセス

前期に引き続き、後期も 3 つのチームに分かれて活動を行った。チームはそれぞれ、11 号機の 4 つの腕の先端などの外装を作成する外装チーム、11 号機を動かすために PLC と Arduino のプログラムや 11 号機内の回路の作成を行う回路チーム、今年度から導入したタブレットで 11 号機を動かせるようにするための操作アプリケーションや、イベントの際に使用する音声を作成する UI(ユーザーインターフェース)チームである。それぞれのチームは前期で挙げられた問題を以下のプロセスで解決を試みた。

（※文責：山中通）

4.2.1 回路チームの問題解決プロセス

今年度、11 号機を制御するために PLC という機器を導入したが、PLC に関する知識が全くない状態で活動を開始した。そのため、前期では書籍や Web ページ上の e ラーニングで PLC に

についての学習に活動時間の大半を費やした。前期での学習の結果、ラダー図やリレー回路といった知識を取得した。また、PLC をプログラミングするためのソフトや PLC の電源ユニットなど、不足している周辺機器が前年度で購入されていなかったため、購入した。実際に PLC をプログラミングを行い、11 号機の腕のシリンダの 1 つを制御することに成功した。前期での課題として、11 号機の腕のすべてのシリンダーを制御するためには PLC の知識がまだ不足していること、回路の設計が不十分であること、PLC と Arduino の接続が実装できていないことなどがあげられた。

PLC の知識が不足している問題の解決のため、PLC の取扱説明書や PLC のプログラミングソフトである「Control FFWIN Pro 7」のマニュアルに目を通した(図 4.1)。取扱説明書を精読することによって、PLC とシリンダーの回路を構築する知識を得ることができた。これにより、回路を整理し、PLC ですべてのシリンダーを制御できる環境を整えることができた。また、FPWIN のマニュアルではプログラミングのライブラリの説明もされており、PLC のラダー図を描くうえで重要な情報源となった。さらにラダー図の学習において、リレー回路についての知識を得たことにより、11 号機のすべてのシリンダーの制御が可能になった。

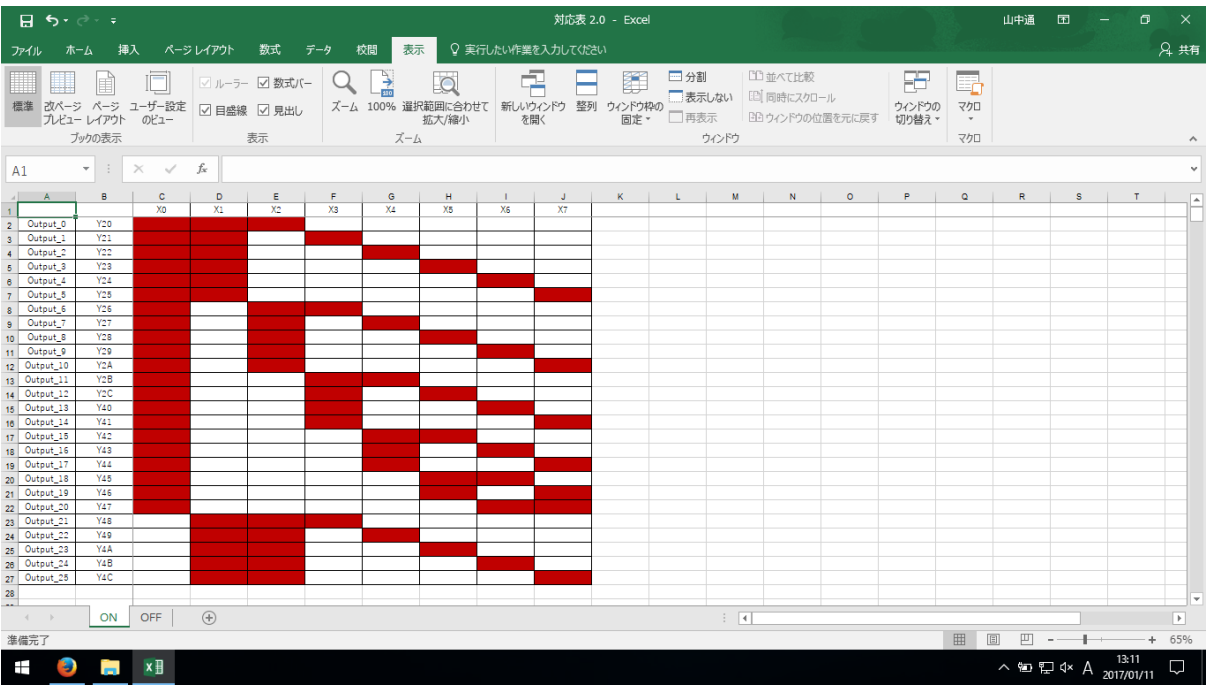
次に、回路の設計が不十分なことについてである。前期では、PLC の出力数を増やすため、出力増設ユニットを使用した。PLC に関する知識が不十分であったため、うまく増設することができなかった。上記のように、PLC の取扱説明書などで学習した結果、増設ユニットの使用を理解することができ、出力数の増設に成功した。また、電源ユニットを PLC のコントロールユニット用、出力増設ユニット用の 2 つの計 3 つに増やし、電圧を安定させたことにより 11 号機の動作も安定し、さらに安全装置もつけた。

最後に、PLC と Arduino の接続の実装についてである。もともとの計画では、PLC のプログラム上でタイマー制御を行うことによって 11 号機を操作し、Arduino ではどの動きをさせるかや Processing で作成したユーザーインターフェースとの連動を行う予定であった。しかし、PLC のタイマー制御を試行錯誤した結果、今年度内での実装が非常に困難であることから、タイマー制御も Arduino で行うことにした。Arduino でタイマー制御する際、11 号機のすべてのシリンダーを制御するためには前年度から引き継いだ PLC では入力数が足りないことが判明したため、前年度の PLC より入力数が 2 つ多い 8 個の入力端子を持つ PLC を購入し、使用した。また、これら 8 個の入力によって 26 個のシリンダーを制御するため、8 つの入力のうち、いずれか 4 つの入力を ON にすると特定のシリンダーを動作させる、という手法を用いた。この際、対応表を用いて入力の組み合わせを整理した(図 4.2)。この結果、同時に複数のシリンダーを制御することに成功した。しかし、Arduino のプログラム内で出力の干渉を防ぐため、delay を使用した結果、複数のシリンダーを動作させるときにおよそ 0.1 秒のタイムラグができるという課題が残った。今年度では、以上が 11 号機における回路チームの問題解決のプロセスである。

図 4.1



図 4.2 対応表



(※文責:山中通)

4.2.2 外装チームの問題解決プロセス

前期、外装チームでは 1 号機を参考にし、11 号機の腕の先端部分をカラーコーンを素材として作成を行った。カラーコーンの先端部分を切り抜き、シルバーに塗装することで完成した。シル

IKABO Project

バーの塗装は 11 号機の機体の色に合わせて決定したものであった。実際に 11 号機につけて様々な動作を行った結果、先端部分の重量が大きすぎることから、特に下部の腕のエアシリンダーに大きな負担がかかり、損傷につながる事が判明した。実際、港まつりにおいて長時間 11 号機を動作させたところ、下部の腕左右とも、腕の先端部分を固定しているねじが外れるといった問題が発生した。そのため、後期では腕の先端部分の軽量化を行うことにした。軽量化を行うため、さらにコーンを短くすることにし、切断面が 11 号機のアームにぎりぎり固定できるほどの最小直径になるまで短く切断した。結果、動作させる際のアームへの負担は軽減したが、十分ではないので素材の変更が必要かもしれないと結論付けた。

(※文責:山中通)

4.2.3 UI (ユーザーインターフェース) チームの問題解決プロセス

前期、UI(ユーザーインターフェース)チームは昨年の未完成であるプログラムを引き継ぎ、操作アプリケーションの完成を目指した。また、操作アプリケーションの開発言語は **processing** を使用した。さらに 11 号機の音声を作成するために、Cevio Creative Studio という人工音声ソフトを使用した。

後期では、操作アプリケーションの完成を目標としたが、11 号機の回路などが未実装であったため、着手することができなかった。しかし、後期ではこだて未来館のオープニングイベントで使用する音声の作成など、来年度もイベントなどで使える音声を多く残せた。

(※文責:山中通)

第 5 章 中間・成果発表会

5.1 中間・成果発表会概要

5.1.1 中間発表会概要

中間発表会は前期に行われた各プロジェクトの発表会である。目的としては各プロジェクトの目標や問題点、進捗などを報告し合いまた評価をしてもらう等、プロジェクト間の交流を目的としたものである。他のプロジェクトの状況を知ることによって後期に自分らのプロジェクトの目標設定や問題解決に役立てることもできる。また教授や他のプロジェクトの学生に評価をしてもらうための評価シートを記入評価をしていただき集計を取った。

(※文責:紺野翼)

5.1.2 成果発表会概要

成果発表会は後期に行われたプロジェクト学習の最終発表会である。成果発表会の目標は一年を通じた成果の発表と、1, 2 年生へ紹介をすることの二つである。成果の発表は、これまでの学習結果や中間発表からの進捗点を教授や他のプロジェクトの学生、また外部の方々に評価をしてもらうことでその結果を最終報告書や来年への活動に活かしてもらう。また下級生にも分かりやすいように発表をし、また次年度の自分のプロジェクト決定に活かしてもらうことができる。また最終発表でも学生や教授らに評価シートを記入して頂き、集計を行った。

(※文責:紺野翼)

5.2 中間発表会

5.2.1 指摘された点

制作班に向けて指摘された点は、難しい単語の説明不足や、何故 PLC を活用しなければいけないのかなど内容についての指摘や、台本を見ながら話している、説明不足な点が多い、論理的な説明ではないなど発表の仕方についての指摘も多く頂いた。

(※文責:紺野翼)

5.2.2 反省・改善点

制作班として、イカボ11号機を動かす大変さや、何故 PLC を利用する必要があったのかなどを説明不足によりうまく伝えることができなかった。スライドも不足している部分や過剰部分などが多く、バランスがとれていなかった。それらを最終発表では簡潔にわかりやすく、また伝えるべき必要な点は説明を深く多くすることによって説明をしたいと思う。

(※文責:紺野翼)

5.3 成果発表会

5.3.1 指摘された点

中間発表に引き続き、専門用語がわかりづらい、説明不足、声が小さいなどの指摘が多かったが、目標の達成度や新たに後期で活動した内容などが伝わっていたようだった。また中間発表のときはイカボ11号機を動かす時のエアコンプレッサの音がうるさいなどの指摘があったために11号機を動かしていなかったが、今回では逆に動かしてほしかったとの声が多かった。

(※文責:紺野翼)

5.3.2 中間発表に比べて改善できた点、反省点

専門用語についての説明が足りていないことや、台本を見ながら読んでいる、目標や内容がイマイチ伝わってこないなどの指摘を頂いたため、今回は重要なポイントのみをピックアップしてそれについての付加情報を補足する形の説明にすることで説明不足を改善することができた。だがシンプルな内容にし過ぎたために専門用語自体が結局どのようなものであったかの説明が足りていず、改善しきれてはいなかったと思う。
最終発表ギリギリでイカボ11号機の制御に成功したため、もともと動かす予定はなかったのだが、指摘をいただいた通り制御が完成したということで動いているところを見てもらえればまた違う感想や評価を貰えていたのではないのかと思う。

(※文責:紺野翼)

第 6 章 参加したイベント

6.1 セタまつり

2016 年 7 月 7 日にセタイイベントを実施した。五稜郭タワーの内部の敷地をお借りさせていただき、1 号機を展示し、函館市民と交流を深めつつ、11 号機の宣伝を行う目的とし、イベントを開いた。函館のセタは、子供たちがお菓子を求めて歌を歌いながら、函館の街を歩く。イベント当日は、たくさんの子供たちがお菓子を求め、やってきた。そのときに、1 号機を初めてみて驚く子ども達、おびえて泣いてしまう子供たちであったが、音声を通じて心を開いてくれた。お菓子と一緒に、11 号機のチラシを配り、11 号機の宣伝することに成功した。問題点としては、1 号機の腕の動きは、なかなか危なく、子供たちが近くに寄って来れないように、柵で囲んだり、近くに来ないように、と呼びかけたりと、細心の注意を払いながらイベントを行った。

(※文責:宮野 壮磨)

6.2 函館港まつり

函館港まつりは、今年は 2016 年 8 月 1 日から 5 日まで行われた函館市で開催されるお祭りの中でも特に大きいイベントである。私たちはこのお祭りの 3 日目の 8 月 3 日に行われた、いか踊りパレードに参加した。このイベントが 11 号機が初めて参加したイベントとなる。前期のプロジェクトで既に 11 号機の腕の一部の制御に成功していたため、同じ動きをループしているだけではあったが 11 号機を動かしながらパレードに参加することができた。しかしながら、イベント参加が初めての 11 号機に 2 つの課題が見つかった。1 つは腕の先端が重いため、腕を振り下ろした際の負荷が大きく腕を損傷する恐れがあること、もう 1 つは 11 号機用のコンプレッサーが熱により動作が不安定になることである。これらの課題は後期に解決することとした。

(※文責:佐藤 飛翔)

6.3 オープンキャンパス

2016 年 8 月に公立はこだて未来大学で行われたオープンキャンパスへの参加をした。主な目的は、IKABO や未来大学の宣伝活動である。IKABO の宣伝という目的達成のため、IKABO1 号機の操作体験コーナーの設置や IKABO11 号機に関する説明、映像の展示を行った。特に力を入れた活動として IKABO11 号機の説明が挙げられる。中間発表会で IKABO11 号機についての説明は行ったが、未来大学の関係者以外の人たちに IKABO11 号機の説明を行うのは初めてなので、わかりやすく説明できるように注意して説明を行っていた。IKABO1 号機の操作体験コーナーでは様々な人たちに操作を体験してもらえると考えていたが、オープンキャンパスが始まってすぐにエアバルブが故障してしまったため動かすことを断念した。

(※文責:千葉 達也)

6.4 札幌企業説明会

2016 年 9 月 2 日にプロジェクト学習の一環として札幌で行われる合同企業説明会に参加した。主な目的は、企業の方々への IKABO の説明と企業の方々との交流である。IKABO の説明という目的の達成のため二つのことを行った。一つ目として、IKABO11 号機制作にあたって関わった教授のインタビュー動画を流した。二つ目として、IKABO1 号機と中間発表で使った IKABO11 号機のパネルを展示し、それを利用しながら企業の方々への説明を行った。問題点として、オープンキャンパスの際に破損したエアバルブが修理されたにもかかわらずホースが付かず、IKABO1 号機の設置に時間がかかった。問題の解決のためにエアバルブの確認を行ったところ、ちぎれたホースのかけらがエアバルブに詰まっているのが原因だということが判明し、ホースのかけらを取り除くことで問題の解決をすることができた。

(※文責:千葉達也)

6.5 札幌オープンキャンパス

2016 年 9 月 3 日にプロジェクト学習の一環として札幌で行われるオープンキャンパスへの参加をした。主な目的は、IKABO や未来大学の宣伝活動である。新型 IKABO の宣伝という目的の達成のために IKABO1 号機の操作体験コーナーの設置や、公立はこだて未来大学でのプロジェクト中間発表などでも行ったように IKABO11 号機の説明をした。IKABO の操作体験コーナーでは未来大学への受験を目指している高校生だけでなくその保護者の方や受験生でない一般の方々にも IKABO の操作を体験してもらった。また、主な目的以外の活動も行った。具体的には、未来大学への進学を希望している高校生へむけて、未来大学のオープンキャンパスで行ったような未来大学での生活、学べる分野やどのような勉強をしたらよいかなどの説明を行った。それらの成果として、短い時間の中 32 人の高校生やその保護者の方々へ IKABO の説明や、未来大学での学生生活の説明を行うことができた。特に、受験や慣れない土地での生活に不安を抱えている高校生の不安を解消することができたということが成果として挙げられる。問題点として、IKABO1 号機の土台部分が不安定であるということが明確になり、台座のネジを確認するなどの対処を行ったが、問題の解決には至らなかった。

(※文責:千葉達也)

6.6 はこだてみらい館

はこだてみらい館は 2016 年 10 月 15 日にオープンした科学をベースとした先端コンテンツや多彩なワークショップの体験を通して驚く力を育み、街を元気にする活動を生み出すことを目的にしている施設である[1]。私たちは、はこだてみらい館のオープニングイベントに IKABO1 号機を持ち込んだ。本来ならば IKABO11 号機を持ち込みたかったのだが、11 号機が大きすぎるため施設内への運搬は不可能と判断し 1 号機を持ち込んだ。持ち込んだ 1 号機は様々な人に操作してもらおうと考え、操作用タブレットを誰でも操作できるように設置した。特に小さな子どもから人気で、興味津々にタブレットを操作している子どもが多く見られた。結果として、様々な人たちに操作してもらおうという私たちの目的は達成されたと言える。

(文責:佐藤 飛翔)

図 6.1 七夕まつり



図 6.2 函館みなと祭り



図 6.3 はこだてみらい館



第 7 章 まとめ

7.1 プロジェクトの成果

今年度のプロジェクト活動では、IKABO11 号機の完成と IKABO1 号機のメンテナンスを目的として活動を行った。11 号機は最終的には 1 号機のようにいか踊りを踊らせることができるようになることや、操作アプリケーションでの操作を目指していたが、今年度の段階ではそこまでの完成には至らなかった。また、11 号機の外装の完成していない部分を完成させるということも今年度の課題の 1 つである。

(※文責:千葉達也)

7.1.1 11 号機の制御系の回路に関する成果

11 号機内部に組み込む制御系の回路に関して、前年度から引き継いだ PLC という機器を導入して Arduino を利用することで 11 号機のシリンダーを複数制御を行うことに成功した。

前期の成果としては二つのことが上げられる。1 つ目は、PLC の知識を学習し、11 号機を動かすための知識を得られたということである。プロジェクト学習が始まった当初は、PLC についての知識がなかったため勉強が必要であるという判断をした。書籍や web サイトを利用し様々な 11 号機を動かすための知識を収集した。2 つ目は 11 号機のシリンダーを 1 つ制御することができたということである。PLC の学習で得られた知識を利用し、11 号機のシリンダーを 1 つ制御することが可能になった。

後期の成果としては 11 号機のシリンダーを複数制御できるようになったということが挙げられる。PLC と Arduino を使用し、PLC ではなく Arduino のほうでタイマー制御を行うことで 11 号機の腕のシリンダーを同時に複数制御することができるようになった。

(※文責:千葉達也)

7.1.2 11 号機の操作用ソフトウェアに関する成果

11 号機の操作用ソフトウェアの開発に関しては、ソフトウェアの外側の制作が成果物として挙げられる。前年度から引き継いだ Processing のソースコードを変更してボタンの位置の不具合や画面の幅にあっていないという不具合を修正した。タブレット端末で操作することを前提に作成した。メイン画面ではキネクトモード、おしゃべりモード、観光案内モードの 3 つのボタンがあり、それぞれの項目を押すことによりページ移動をする(図 7.1)。

図 7.1 イカボ 11 号機 ユーザーインターフェースのメイン画面



キネクトモードは今年度では未実装となった。おしゃべりモードであいさつ、あいさつ 2、バンザイ、さようなら、さようなら 2、うれしい、怒る、悲しい、いか踊りの 9 個のボタンがある(図 7.2)。

図 7.2 イカボ 11 号機 おしゃべりモードの画面



そのボタンを押すことによりイカボ 11 号機が連動した動きをし、音声を発するようにした。またいか踊りボタンは、音声の代わりにいか踊りの音楽が流れ、連動してイカボ11号機も踊るという設定である。しかし、イカボ 11 号機の制御に成功した時期が遅く、ユーザーインタフェースとイカボ 11 号機を動かすプログラムと連動をさせることはできなかった。観光案内モードは、観光客向けに観光案内ボイスを用意し、函館の名所を音声で紹介することもできるようにした。今年度で用

意したのは五稜郭、函館駅、函館山、新函館北斗駅の4箇所をについて案内をするようにした(図 7.3)。

図 7.3 イカボ 11 号機インターフェース 観光案内モードの画面



それぞれ地図上のシンボルを押すことによりそれに応じた音声流れるようになっている。イカボ11号機を展示するときなどに子供向けに操作の体験をしてもらう際にわかりづらいものではなく、直感的な操作でわかりやすい操作ができるようなインターフェース作りを心がけた。

(※文責:紺野翼,千葉達也)

7.1.3 11号機の外装に関する成果

11号機の外装に関する成果として、11号機の腕の先端部分を制作したということが挙げられる。11号機の腕の素材を検討しカラーコーンを切断して腕を制作することになり、切断したカラーコーンを銀色のカラスプレーで塗装し11号機に取り付けたということが今年度の成果である。

(※文責:千葉達也)

7.1.4 IKABO の音声に関する成果について

今年度は IKABO を親しみやすくするという目標があったため、イベントに参加する場合にお客さんたちと会話ができるように音声制作了。これらの音声は季節のイベントごとに制作したため、来年度もイベントごとに使うことができるようになった。

(※文責:千葉達也)

7.1.5 11 号機の動作認識機能に関する成果について

11 号機の動作認識機能に関する成果として、前年度から引き継いだ Kinect のプログラムのソースコードがあったが、今年度は Kinect には手を出さずに動作を制作することになったため前年度から進んだところはなかった。

(※文責:千葉達也)

7.2 各自評価

7.2.1 佐藤 飛翔

私は制作班のグループリーダーという立場から、活動の進行役、メンバーへの指示、スケジュール管理、他の班との連絡に携わった。また、11 号機に関しては不足している外装の制作を行った。今年度は IKABO11 号機を動かすことに尽力することが決定し、プロジェクト活動を開始してすぐに行われた前年度の先輩方との引き継ぎの際に、不明な点や昨年度購入していた物品の引き継ぎ等を行った。また、今年度開始時点で唯一稼働できた IKABO1 号機に関して、先輩方から操作方法やメンテナンス方法を教わった。前期では、11 号機を動かすためには何が必要なのかの情報をグループメンバーみんなで情報を集めることにしたが、とても時間がかかってしまった。外装班としての活動は、11 号機の腕先を作るために、カラーコーンを切断し塗装を行った。しかし、基本的に私は他のグループメンバーの意見のまとめ役や、メンバーのスケジュール管理、話し合いの進行役に徹していたため、自分の作業があまりできていなかった。後期では、前期に引き続きグループリーダーとしての仕事を行った。11 号機制作に関しては、前期で浮かび上がった問題点を解決すべく、腕の先端の軽量化を行った。外装に関しての作業量が少なかったため、グループリーダーとしての仕事を優先することが多くなったのが反省点であると考えられる。今後の活動としては、回路班やインターフェース班と協力し、11 号機に動きのパターンを入力して、インタフェースと 11 号機のプログラミングを統合させることが目標であると考ええる。

(文責:佐藤 飛翔)

7.2.2 山中通

私は前期・後期通して制作班回路チームとして活動した。前期では、IKABO についてまったく知識がない状態からスタートしたため、前年度から引き継いだ PLC (Programable Logic Controller) という制御機器に関する学習から始めた。しかし、前年度から引き継いだものは PLC 本体のみで電源ユニットも PC と接続する USB ケーブルもない状態から始まったため、初めは右往左往するばかりであった。大学のライブラリーや、ウェブサイト上の e ラーニングなどで学習しながら周辺機器や開発に必要なアプリケーションなどを購入するなど、スタートラインに立つまでに前期の多くの時間を費やしてしまった印象がある。開発環境をそろえた後も、実際に 11 号機と接続する方法や、講義などで取り扱ったことのないラダー図でのプログラミングなど、PLC に関する知識が不足していることが作業の効率を下げているように感じた。必要最低限の知識を得て、PLC で簡単なプログラムを組めるようになったが、PLC のコントロールユニットの増設に関する知識がまだ足りていなかったため、複雑な動きを実装することができなかった。また、港まつりで 11 号機を動かす際には Arduino でタイマー制御を行っていた。後期では、11 号機のすべてのシリンダーを制御することを目標として活動していた。前期に引き続き、PLC に関する学習や、増設ユニットの使い方などを調べることに時間を費やした。PLC のプログラムがある程度できるようになり、増設ユニットや電源ユニットなど、11 号機と PLC を接続する作業もある程度済んだため、試行を重ねながら、11 号機の動作制御に移っていった。前期段階では Arduino でタイマー制御を行い、PLC ではエアシリンダーのオンとオフを制御するのみであったので PLC 内でタイマー制御を行えるよう開発を進めた。しかし、PLC 内でタイマー制御を行うために必要な知識が依然として足りなかったため、PLC のマニュアルで学習、試行を行った。しかし、タイマー制御の難易度が非常に高かったこと、今年度内の実装が困難であることから、引き続き Arduino でタイマー制御を行うことにした。PLC の限られた入力数で 11 号機の 26 個のエアシリンダーを制御するために入力の組み合わせでエアシリンダーを制御するなど工夫したが、Arduino の出力の干渉などの影響で、若干のタイムラグが生じてしまう結果となった。来年度に向けて、しっかり引き継ぎや周辺環境を整えて、来年度では PLC 内でタイマー制御を行い、操作アプリケーションの完成を目指してもらいたい。今年度スタート時に設定していた目標には届かなかったものの、計画を立て、制作班のメンバーで協力し順調に課題解決のプロセスをこなせていたと思う。

(※文責:山中 通)

7.2.3 紺野翼

自分は制作班のユーザーインターフェース班として活動していた。前年度の作成途中であったユーザーインターフェースを引き継ぎ今年度で完成を目指すようにと引き継がれた。画面サイズがユーザーインターフェースを利用するタブレット端末の画面サイズにあっていない、それに合わせてボタンの判定もあっていない、音声足りていなく新たに作成する必要があるといった課題があった。まず自分はアプリケーションをどの端末で起動しても正しく画面が表示されるようにする、また合わせてボタンも反応するようにすることを目指した。使用言語は Processing であったが、一年生の頃に Processing の学習していたためにプログラミングをすることは難しくなった。アプリケーションの大本ができたあたりで音声ソフトが到着したために音声の制作を始めた。音声

作成することはやってみたいと思いつつも実際触れる機会はなかったため新たに知識と技術を学習するところから始めた。実際に操作していて困ったことはネットで調べることにより早急に解決することもでき、順調に進めることができた。ここで使用した音声ソフトは今後のイカボプロジェクトのイベントの際に使用していくこととなった。だれでも扱いやすいユーザーインターフェースを作ること、またそれに関するプログラミング、音声を作成しどのように活用するか、どうすれば観光客や子供などに喜ばれるかを考えながら今年度プロジェクト活動をすることができた。自分としての目標を達成することはできたが、制作班としての目標到達には届かなかったが目標に近い位置までたどり着くことができたと思う。

(※文責:紺野翼)

7.2.4 宮野壮磨

自分は制作班の中で、回路班を担当していた。自分が主にやっていたことは、PLC のプログラミングを制作した。PLC を見るのは初めてであり、使い方ももちろん知らなかった。そんななにもわからないところから始まり、今年度の活動で 11 号機を動かせるところまで完成させることができるのだろうかと不安だった。まず、PLC を扱うために、PLC の基本的な知識を得る必要があった。そのため、PLC の勉強をするために、e-ラーニングを通して、回路の原理、自己保持回路、ラダー図、等の専門的な知識を、前期の活動期間の大半を使用して、身につけることができた。前期の最後では、初の 11 号機を使用したイベントの函館みなと祭りが開催された。その時に、自分が作ったプログラムで動いた 11 号機を見て、とても感動した。もしかすると、プログラミングが間に合わなくて、イベントで動かすことができなくなってしまう可能性もあったので、函館のなかでも特に大きなイベントである、この函館みなと祭りで動かすことができ、本当にうれしかった。このイベントで、エアコンプレッサーの不調や、下の腕の先っぽの負担などさまざまなアクシデントも起きてしまったが、これは反省し後期の目標として、今後に生かすことにした。このイベントは、自分の作ったものが、大勢の観客の前で披露され、喜んでもらえるのは、うれしいものなのだなと改めて実感することができた瞬間だった。後期では、前期に身につけた知識を使用して、本格的に 11 号機を動かすための回路、プログラム制作に取り掛かった。まず必要になってくるものは、Arduino のプログラム制作、PLC のプログラム制作、そして、それらを 11 号機に接続するための回路の制作が必要になっていた。自分は、PLC のプログラム制作を担当した。PLC にはラダー言語という独特な言語を使用する。知識は前期である程度身につけたが、実際にプログラミングをし始めると、思ったようにうまくいかなかった。なんとかしてプログラムを完成させ、11 号機に接続を試みようとしたが、うまくいかなかった。結果としてこれは電圧が足りないことが原因だった。度重なる失敗の中で、さらに何が原因かわからない状況で、自分たちはどうすればいいかわからなくなってしまっていた。このような状況から抜け出すために解決策として、担当の教授に案をもらう、すべての問題の解決を考えるのではなく、一つ一つ問題を解決していくことにした。そうすることで、なにもできない状況から打開することができた。最終的には、11 号機を動かすという目標を達成することができた。自分の反省点としては、いままで PLC の勉強を多くの時間をかけ、動かせるように、プログラミングをしてきたが、必要最低限の知識の中、まだまだ PLC の利点を最大限に発揮できていないと感じた。もっと時間があれば、もう少しうまく PLC のプログラムを作ることができたのではないかと感じた。

7.2.5 溝口直人

私は制作班として主に 11 号機の回路作成を担当した。最初に前年度のプロジェクトメンバーから引き継いだ、制御装置の PLC (プログラマブルロジックコントローラ) について学ぶことが前期の大きな課題となった。プロジェクト活動開始時には、この PLC についての知識がなく、さらに PLC についての情報収集も困難なものであった。PLC について調べていくうちに、リレー回路やラダー図といった知識が PLC を利用するために必要であることが判明した。そのため、これらの知識を学習するためにオムロンの e ラーニングを利用した。さらに、引き継いだ PLC について調べていくうちに、PLC をプログラミングするための専用のソフトウェアが必要であると判明した。そのため、専用のプログラミングソフトについて理解する必要があることがあった。そして、PLC の仕様書を読みながら 11 号機で PLC を使用するための回路を作成していった。前期の活動は、これらの PLC の理解を深める作業に時間を費やした。その前期の活動の成果として PLC を動作させ、簡単なプログラムではあるが 11 号機を PLC のみで制御することに成功した。これによって港まつりで 11 号機を動かすことに成功した。後期では前期に引き続き PLC や電子回路について学んでいくとともに、実際に 11 号機の回路を作成していく作業に取り掛かった。前期では PLC のみで回路を作成していたが、後期では Arduino も組み込んでの回路作成に取り組んだ。また、前期では PLC の増設をしておらず、増設の仕方についても学ぶ必要があった。これらの回路作成の作業と並行して、PLC で本格的に 11 号機の各シリンダーを制御するプログラムの作成を行った。このプログラミングを行う際に前述したラダー図やリレー回路の知識が必要であり、使ったことのない開発環境であったため作業が難航した。また PLC のプログラムのみではなく、Arduino のプログラムも作成する必要があることがあった。後期で私はこの Arduino のプログラミングを主に担当した。ここで私たちはプログラミングを進める際に、PLC ではシリンダーの ON・OFF の簡単な制御だけをさせ、Arduino でいか踊りなどの動作の制御をプログラムするように試みた。しかし Arduino と PLC を連携させる点が難しく、この部分に大きく時間がかかってしまった。後期では、これらの作業により 11 号機の各シリンダーを独立して制御することに成功した。しかし、任意のシリンダーを同時に制御することには成功しておらず、いか踊りなどの動作をさせる時に同時制御が必要になるので改善しなければならない。前期後期の活動を通しての反省は、時間配分と情報収集をうまく出来なかった点である。時間配分に関しては、どの作業を何時までに終わらせるかをはっきりさせるべきだった。この部分が不十分であったため、作業の進捗が図れなかった。また PLC について情報を集める際にインターネットサイトを頼りにしていた部分が大きく、PLC 本来の仕様書を読むことをおざなりにしてしまっていた。そのため PLC の理解が遅れ作業が滞ってしまった。プロジェクト活動の成果としては目標である、いか踊りを 11 号機に踊らせることができずに終わってしまった。この結果は残念であるが、プロジェクト活動での反省をこれからに活かしていきたい。

(※文責:溝口直人)

7.2.6 千葉達也

私は今年度のプロジェクト学習で主に IKABO の外装の制作という役割を果たした。それ以外の役割として、必要な物品があった場合の連絡係も行った。今年度は IKABO1 号機をいつでも使用できるようにするためのメンテナンスを行い待機させておくこと、IKABO11 号機を動かせるようにするためのプログラミングを作成し、イベントごとに IKABO11 号機を設置して操作することを課題として行ってきた。IKABO11 号機を動かすために使う機器として PLC と Arduino が前年度からの引継ぎで渡されたため、それらを利用して動かすことになった。他にも前年度からの引継ぎとして IKABO1 号機の動かし方やメンテナンスの方法を教えてもらった。プロジェクト学習が始まったばかりのころは PLC についての知識が全くなかったため、全員で資料を探るところから始めた。公立はこだて未来大学の情報ライブラリーやインターネットの知識を中心に PLC に関係する情報を集めた。ある程度の情報が集まった後、本来の私自身の課題である IKABO11 号機の腕の制作に取り掛かった。まず最初に素材の検討を行った。IKABO11 号機の腕にどのような素材を利用すればよいかの調査のため 1 号機の腕の確認を行った。その結果、1 号機の腕にはカラーコーンが利用されているということがわかったため、11 号機の腕の試作にはカラーコーンを利用するという結論に達した。その後、カラーコーン以外にも必要なものがないかの話し合いを運営班と合同で行った。その話し合いで 11 号機の本体の銀色に合わせるためのカラースプレーの購入とカラーコーンを切断するためののこぎりの購入が必要だと分かった。また、制作班の回路班との話し合いで電源タップなどの IKABO11 号機に必要な物品もあったためそれらをまとめてホームックに購入しに行った。物品の購入後すぐさま作業に移った。カラーコーンの切断を行う前に腕をどれくらいの大きさにすればよいのか IKABO1 号機を参考にした。IKABO1 号機の腕は 20cm 程であったためカラーコーンに線を引きのこぎりで切断しカラーコーンの下部にボルトが抜けない大きさの穴をあけた。その際に工房を利用し、切断する時にどのようにするのが良いのか先生にアドバイスをいただいた。しかし、カラーコーンを切断する際に線からはみ出してしまうという失敗をした。予定よりも短く切断してしまったため新しいカラーコーンを購入しに行くか検討したが、短く切断してしまった部分を下に向ければよいという結論に至ったため新しいカラーコーンの購入は行わなかった。次にカラーコーンの塗装を行った。カラーコーンの塗装に銀色のカラースプレーを使用することになっていたが、学内でカラースプレーなどを勝手に使用するのは危険と判断し、事務室や工房でカラースプレーを使用している場所があるのかの確認を行った。事務室では大学敷地内のアスファルトの上でやらなければ良いということを教えていただいたため、工房の先生に相談しに行ったところ、塗装用の木の箱を貸していただけたので、それを利用し工房の外で塗装を行った。塗装の際には佐藤飛翔がカラースプレーの使用になれていたため、塗装を任せて私はそれを見守っていた。カラースプレーが乾くまで待った後に IKABO11 号機に取り付けて腕の試作品が完成した。IKABO11 号機の腕を取り付けてから今年度初めての大きなイベントである港まつりに参加した。港まつりでは長時間 IKABO11 号機を動かすため、腕が長時間の動作に耐えうるか判断するための良い機会になった。港まつりの最中は様々な問題が起こった。1 つ目はフレキシブルアームの破損である。IKABO11 号機には上に 2 つ、下に 2 つの合計 4 つのフレキシブルアームがあるが、下にあるフレキシブルアームが長時間の動作とカラーコーンの重さに耐えきれず破損してしまった。何度も下のフレキシブルアームの動きを止め修理を行ったが、フレキシブルアームに使われていたワッシャーを紛失してしまいどうにもならない状況であった。このことから後期には腕の軽量化を行う必要があるという課題が生まれた。2 つめはエアーコンプレッサーの不調である。先ほど述べたように港まつりは長時間 IKABO11 号機を動かすことになるイベントである。そのため、エアーコンプレッサーを動かし続ける必要があり、結果としてエ

IKABO Project

アーコンプレッサーが熱を持ち動作しなくなってしまった。それでもイベントの始めのほうはブレーカーボタンというエアークンプレッサーを再動作させるボタンを押すことで動いていたのだが、イベントが中盤あたりに差し掛かってくるとそのボタンを押しても再動作しなくなってしまった。イベント中に動かなくなってしまうのはいけないのでなんとか動かす方法はないか考えた。その結果、うちわで煽ぎ熱を冷ますことで動くようになったのでイベントが終わるまでエアークンプレッサーを一人でうちわで煽ぎ続けなんとか無事にイベントを終了させることができた。しかし、同じようなことが起きることが来年も予想されるため対処法を考える必要があるという結論に至った。これらが私の前期の活動である。後期の活動では IKABO11 号機の腕の調整を行った。港まつりの結果から腕を小さくする必要があるということがわかったため、大きさをボルトで止められるギリギリの大きさまで小さくした。しかし、その後長時間 IKABO11 号機を動かすことがなかったため小さくした腕が長時間の動作に耐えうるかわからないということが不安材料として残った。次に IKABO11 号機目の目についての検討を行った。IKABO1 号機目はうきを再利用して作られているため 11 号機についてもそのようにするかどうかなど話し合いを行ったが、穴をあけてしまうと取り返しがつかないため制作には踏み切れなかった。次に目を外に取り付ける方針で話し合いをした。丸型の発泡スチロールを使用するという案が出たが、発泡スチロールだとカラースプレーでの塗装の際に溶けてしまうことがわかっていたため、発泡スチロールを使用する案は廃案になった。IKABO11 号機目の目についてはどのような素材が良いか後期が終わるまで案は出なかった。こちらは来年度にいい案が出ることを期待することにした。これらが私の後期の活動である。これらの活動以外にも札幌のオープンキャンパスや企業説明会などで IKABO のメンテナンスを行ったり、中間発表での発表も行った。今年度を通して私の課題であった IKABO11 号機の外装の完成については 7 割は達成したと考えられる。さらに多数のイベントの参加や必要なものの調査など外装以外の面でもかなり貢献したとを感じる。しかし、先ほど述べたように IKABO11 号機目の目についての問題に関しては実質一切の成果がなかったということが失敗である。これらが私のプロジェクト学習のすべてである。今年度の制作班の目標であった IKABO11 号機にいか踊りを踊らせるということも IKABO11 号機の外装を完成させるということも目標として完全には達成できなかった。それでもこのプロジェクト学習で学べたことはたくさんある。グループ学習における意思疎通の難しさや、自分たちのことだけでない地域の人たちとのかかわりの大切さ、限られた予算の中でのやりくりなどである。それらを今後の大学生活や就職活動で活かすことでさらなる成長ができると考える。

(※文責:千葉達也)

第 8 章 今後の課題と展望

8.1 今後の課題

今後の課題としてあげられるものは、「手を振る」「踊る」等の動作ができるようにするための 11 号機の制御プログラムの作成、11 号機のパーツ作成、11 号機を遠隔操作できるようにするための操作用アプリケーションの作成の 3 つである。今年度は、11 号機の実物が完成した初年度だったため、まずは、動かすことを目標に活動してきた。このことから、今年度は 11 号機の回路作成に大きく時間をかけたため、操作用アプリケーションと 11 号機の連動を全く試すことが出来なかった。そのため、昨年度のプロジェクト活動で主に開発していた Kinect を用いた操作用アプリケーションの開発に手を付けられなかった。来年度のプロジェクト活動では、Kinect を取り入れ、イベント参加者の身体的動作を用いた動かし方も実装させていきたいと考えている。次に 11 号機には、1 号機や他の IKABO には存在した、目が付いていない状態である。よって来年度こそは 11 号機に目を装着し、より親しみやすいロボットにしていきたい。最後に今年度のプロジェクト活動では、11 号機の動作開発に着手することが出来なかったため、来年度には 1 号機の動作を参考にして開発を進めていく。以下で今後の 3 つの課題を詳細に説明していく。

(※文責:宮野壮磨)

8.1.1 IKABO11 号機の制御プログラムの作成

現時点で、11 号機の腕についている 26 個すべてのエアシリンダーの制御に成功している。しかし、主に Arduino のプログラムで制御しており、PLC のプログラムでは複雑な制御をできていないのが現状である。そのため、現段階のプログラムでは 11 号機のエアシリンダーを一つずつ制御することしかできない。つまり「踊る」などの動作を試みた際に、同時に複数のシリンダーを制御できないため 1 号機のような動作が不可能である。これは大きな問題であるため、次年度では必ず修正しなければならない課題である。この課題の解決には PLC について、より理解することが非常に重要な点となる。今年度は制御の大部分を Arduino で行ったため、エアシリンダーの同時処理が実現出来なかったと考えられる。よって PLC のプログラム内でタイマ制御を実装し、「踊る」などの動作を PLC のプログラムで実装していく必要があると思われる。その実現のため次年度のプロジェクトメンバーに対して我々が得た PLC の知識を、わかりやすく引き継いでいく必要がある。また次年度以降は PLC という専門的な知識をわかりやすくマニュアル化することができれば、今後 11 号機を開発していく際に大きな助けとなる。以上より、今後の課題は PLC のプログラミングと PLC の知識をわかりやすくマニュアル化することである。

(※文責:宮野壮磨)

8.1.2 IKABO11 号機のパーツ作成

11 号機設計時点で実装が想定されていた目の作成に取り掛かる。目を作成するにあたってどのような素材を用いるか、位置取りをどうするかなどを話し合い作成させることが目標である。しか

し 11 号機の目を取り付ける際に、どのような方法で取り付けるかが大きな問題として挙げられる。11 号機本体に傷を付けずに接着する場合は、接着力の点をよく考慮しなければならない。他にも、どのような目を取り付ければ、より親しんでもらえるかを考えなければならない。今年度は前述した理由もあり、目の作成に対して好ましい進捗が生まれなかったと推測される。このことを全てふまえて引き継ぎを行うこととする。その他にも、11 号機の体部分に取り付けられている新幹線カラーの部分の色のバリエーションを増やす、等を実装させることが目標である。

(※文責:宮野壮磨)

8.1.3 IKABO11 号機用操作アプリケーションの作成

11 号機の操作をタブレットで遠隔操作するためのアプリケーションの作成を Processing と Arduino を用いて作成させることが目標である。現時点では 11 号機を Processing で作成したアプリケーションで操作する実証すら行えていない状況である。このことから、次年度ではアプリケーションを介して Arduino に指示を送れることを確認する必要がある。さらに、現時点でマイコンの Arduino が PC と有線接続であるため、接続コードの物理的な制約を受けることとなる。この問題点はインタラクション型のイベントにおいて、PC との距離に制約があり参加者が 11 号機を操作する際に、機体との距離が近くなり危険があるという点である。よって、遠隔操作を可能にし距離とコードの物理的な問題を解消することが重要である。その他にも、11 号機の音声进行操作する機能をアプリケーション操作で行えることを可能にすることが目標である。さらに、Kinect での身体動作による 11 号機の操作もアプリケーションの機能の中に含めることが実現できれば、質の高い操作アプリケーションとなる。

(※文責:宮野壮磨)

8.2 前期の反省点

前期の反省点としては、PLC についての調べ方をもっと工夫すればよかった点が挙げられる。前期の初め、PLC にはどういう利点があるか、どのようなことができるかが全く分からなかった。PLC に関係があるウェブサイトや、書籍を調べたが、あまり良い情報が得られなかった。よい情報を得られたときには前期の半分ほどの日数を費やしてしまった。PLC について、ある程度の知識が必要であることは当前だが、調べて勉強する時間がとても多くなってしまい、作業に充てる時間が不十分になってしまった。何事にも効率のいい調べ方をして、調べる時間を短縮する必要がある。そしてもっと早く 11 号機のプログラミングに時間を費やす必要がある。来年度には、このようなことがないように、今年度に学んだ知識をしっかりと引き継ぎをしていく。さらに、私たちが経験した、作業の進捗管理の重要性についても次年度に引き継いでいく。

(※文責:宮野壮磨)

8.3 後期の反省点

後期の反省点としては、班員全員がもう少し冷静な考えで物事を考えるべきだった点が挙げられる。後期に入り、本格的に 11 号機のプログラミング制作を始めたが、思うようにうまくいかなかった。11 号機に PLC の信号がうまく伝えられない、電圧の不足、回路の組み方、等の問題が発生した。このような問題を解決していくために、班員全員で話し合いをして解決策を導いた。その際、さまざまなイベントに 11 号機を出展するために、11 号機の完成を間に合わせなければいけなかった。冷静に考えれば、解決することができた問題も、班員が焦っていたため、解決に時間がかかってしまった。その結果、新函館北斗駅のイベントで想定していた動作をすることができないという状況になってしまった。このイベントは、雨天により中止になってしまったが、これからのイベントにはこのようなことがないように、現段階の状況を確認して、時間を大切に、何事にも焦らないように物事を考えていく。そのためには、常に作業の進捗状況を把握しすることが重要である。さらに、一つ一つの作業の目標を明確にすることも重要であると、一年の活動を通してわかった。これらの反省を次年度のプロジェクトメンバーに教訓として引き継いでいく。

(※文責:宮野壮磨)

8.4 今後の展望

今後の展望は、11 号機をもっと函館市民の方に認知してもらうためにさまざまなイベントへの出展、PLC や Arduino を使用する上での、さらなる制御プログラムの知識、1 号機と同等の動きをできるようにするための動作の実装、今年度で取り組むことができなかった昨年度の引き継ぎの実装の 4 つである。

8.4.1 イベントへの出展

函館市を活性化させるための函館市 PR のイベントに向けて、11 号機をもっと市民の方に認知していただけるように、たくさんのイベントに出展していきたいと考えている。特に 11 号機は函館新幹線開通記念に作られたので、今年度は中止になってしまった新函館北斗駅のイベントには、これからも積極的に出展していきたいと考えている。また、11 号機のイベント時に、1 号機も出展させ、1 号機と 11 号機の共演もさせていきたいと考えている。この際に、1 号機と 11 号機がやり取りをしているように見せるなど、イベントの演出に沿った IKABO のプログラミングが必要である。

(※文責:宮野壮磨)

8.4.2 プログラムの知識

11号機を動かす際に、ArduinoとPLCの知識が必要であった。特に、PLCのプログラミングに関しては知識が不足している状態であるため、さらに知識を増やしていく必要がある。方法として、omuronのeラーニングや、使用するPLCのプログラミングソフトに収録されていたマニュアルをもとに勉強していく。それらの勉強した知識を応用し、PLCの利点を最大限に生かすことができる方法を探しだし、さらに発展したプログラミング技術を身につける必要がある。また、PLCのプログラミングを行う際に、PLC本体が一つしかないため、実際に手を動かして勉強する際には効率の点で問題がある。そのため、PLCを担当するメンバーを少数にするなど作業の分担を工夫する必要がある。次年度のプロジェクトメンバーに我々がもつ知識と経験を引き継ぐ。

(※文責:宮野壮磨)

8.4.3 動作の実装

11号機を、1号機と同じレベルまで動かせるように動作のバリエーションを増やす。1号機は、現段階で、「バイバイ」、「握手」等の9つの動作が実装されている。そしてこの9つの動作を使い、いか踊りをすることが可能になっている。まずは11号機にこの9つの動作の実装を試みている。しかし1号機の動きを制御しているプログラムの所在が不明である。そのためには、1号機の動作を各シリンダーごとに正確に記録し、11号機にその動作を実装する必要がある。また、11号機には1号機よりも8つ多くエアシリンダーが存在している。それらのシリンダーを使った、11号機ならではの新たな動作の作成も必要である。このように、11号機にあるシリンダーを全て駆使し9つだけでなく新たな動作の実装も考えている。

(※文責:宮野壮磨)

8.4.4 昨年度に引き継ぐ実装

今年度は、上記で述べたように、11号機を動かすことを目標にしていたので、昨年度に実装しなかったことを実装していきたいと考えている。昨年度から引き継がれたことは、主に2つある。11号機にKinectを使用して、人の動作に対してIKABOが反応を返すといったプログラムの実装、観光案内モードの実装を来年度のメンバーに引き継ぎを行ってほしいと考えている。

(※文責:宮野壮磨)

付録 A 新規習得技術、活用した講義

- ・習得技術: Programmable Logic Controller (以下 PLC)

PLC とはリレー回路の代替装置として開発された制御装置である。本プロジェクトでは IKABO11 号機の腕のエアシリンダーの制御をするために、PLC の技術を習得した。

(※文責: 千葉達也)

- ・活用した講義: 情報処理演習 I

プロジェクト開始時に IKABO11 号機を制御するために Arduino についての情報、またはマイコンの基礎を学ぶために講義内容を確認した。後に Arduino のみでは制御できないことがわかったが、Arduino がどのようなマイコンかの理解を深め、活用方法を見出した。

(※文責: 千葉達也)

参考文献

[1] はこだてみらいプロジェクト - はこだてみらい館, [Online] <http://hakodate-miraiproject.jp/FCH/>, accessed 2017/01/11

(※文責: 千葉達也)