

課題情報シート

テーマ名：	九州ポリテックビジョンにおける新ロボット競技の提案		
担当指導員名：	漆谷 嘉則	実施年度：	24 年度
施設名：	九州職業能力開発大学校		
課程名：	専門課程	訓練科名：	電子情報技術科
課題の区分：	総合制作実習課題	学生数：	11
		時間：	12 単位 (216h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

電子情報技術科で学ぶハードウェア技術、ソフトウェア技術、通信技術、3分野を盛り込んだロボット競技とすることがポイントでした。また、平成24年度現在、沖縄能開大、川内短大、熊本県立技術短期大学校、大分県立工科短期大学校の4校からもロボット競技大会に参加いただいているところから、新しいロボット競技に変更されてもできる限り参加しやすい形式とすることも大きなポイントでした。この2点を考慮し、CD搬送ロボット競技大会で使用するフィールドを基本としながら、パーソナルコンピュータとロボット間に通信要素を盛り込んだ競技を提案することとなりました。

平成24年度は平成25年度から新ロボット競技へ移行するために、デモンストレーションを行い、競技のイメージを参加校とともに共有することを目標に、11名の学生を4チームに振り分け、それぞれ機構の異なるロボットを製作してもらいました。

【学生数の内訳】1チーム3名を基本とし、ハードウェア担当、マイコン担当、アプリケーション担当として振り分けました。

1名だけ、アプリケーション担当を2チーム受け持ってもらいました。

【訓練（指導）のポイント】

進捗管理が特に重要でした。競技会が実施される日程は決定されているため、その日までどのような状態としておくべきなのかを明確にし、それまでに完成すべき状態を週単位で指導員側から提示することがポイントでした。

電子情報技術科の学生は、機構に関する知識がほとんどないため、ロボットを制御する段階で機構による不具合に対する解決に対しては、多くの助言を行いました。

また、ロボットへの通信端末として、タブレット PC を使用しロボット制御用 Android™ アプリケーションも開発し、学生に興味を持って取り組んでもらうことができました。

課題に関する問い合わせ先

施設名：九州職業能力開発大学校
 住所：〒802-0985 福岡県北九州市小倉南区志井 1665-1
 電話番号：093-963-0125（代表）
 施設 Web アドレス：<http://www3.jeed.or.jp/fukuoka/college/>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

九州ポリテックビジョンにおける新ロボット競技の提案

電子情報技術科

1. はじめに

本総合制作実習ではポリテックビジョンで開催する新競技として、ハードウェア技術、ソフトウェア技術、通信技術の三分野を盛り込んだ玉入れ競技を提案した。試合に勝利出来るようスピードにこだわったピンポン玉射出ロボットを製作した。製作したロボットを図1に示す。

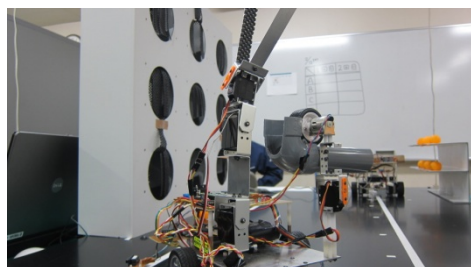


図1 ピンポン玉射出ロボット

2. 新競技の概要

本競技は図2に示すフィールドの定位置にセットされたピンポン玉支持台のピンポン玉をロボットが確保し、運営側サーバから配信された指定投入口に入れ、その得点と時間を競うものとする。運営側からの指示はタブレットPCおよびノートPCで受信することとし、ロボットに対して指示を送ることができることとする。

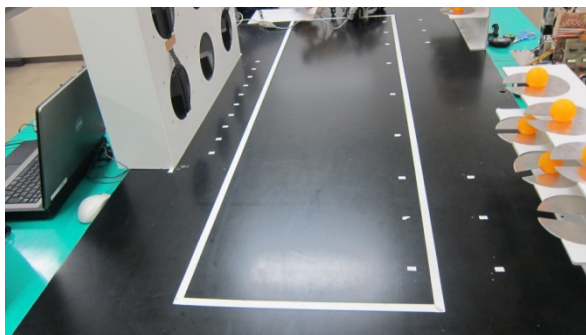


図2 競技フィールド

3. 製作内容

3.1 概要

今回製作したピンポン玉射出ロボットは大きく分けて制御部、センサ部、駆動部、通信部、射出部、アーム部の6つに分けられる。制御部には H8/3052F、センサ部にはフォトリフレクタ、駆動部には DC モータ、通信部には Bluetooth™、射出部には DC モータと角度調整に RC サーボモータ、アーム部には RC サーボモータを使用した。ロボットの構成図を図3に示す。

今回 RC サーボモータや DC モータを使用する際に、電流量の関係から電源をそれぞれ 3 つに分けている。電源構成を表1に示す。

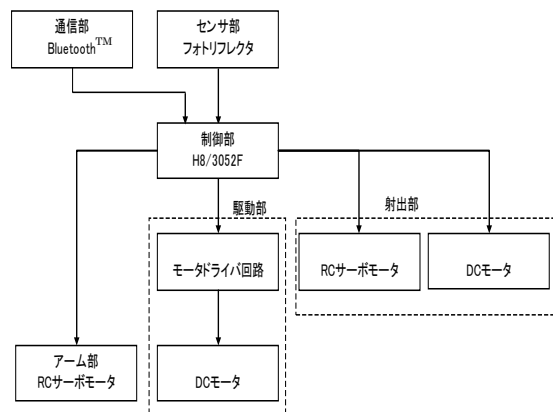


図3 構成図

表1 電源構成

電源電圧	主な使用箇所	電池種類
7.2V	制御部、駆動部	Li-Po電池
4.8V	RCサーボモータ	NiMH充電電池
3.0V	射出用DCモータ	乾電池

3.2 制御部

ロボット全体を制御するために H8/3052F を使用した。ラインやポイントマーカをセンサで感知するとマイコンで処理し、DC モータや RC サーボモータに信号を出力するプログラムを搭載した。

3.3 センサ部

前後にライントレースができるようにセンサ基板を進行方向に対して、タイヤの前方と後方に搭載している。そのために両方向のライントレースをすることができ、時間短縮に役立っている。

搭載しているセンサ基板を図4に示す。センサはフォトリフレクタ LBR-127HLD を使用している。①の2つのセンサはピンポン玉支持台のポイントマーカ一用として、②の6つのセンサは両方向のライントレース用として、③の2つのセンサは射出用のポイントマーカ一用として使用した。一方向のセンサの反応パターンによるモータ制御状態を表2に示す。

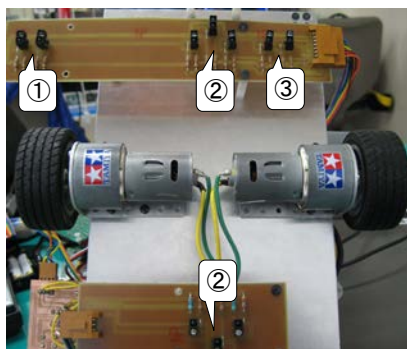


図4 センサ基板

表2 センサ反応パターンによるモータ制御

センサ反応パターン (黒が反応時)	左モータ	右モータ
○●○	正転	正転
●○○	正転(遅)	正転
○○●	正転	正転(遅)
○○○	逆転	正転

3.4 駆動部

駆動部のモータには DC モータを使用し、ドライバに BD6231HFP を使用した。ドライバ IC の外形を図5に示す。H8 マイコンから FIN、RIN に H レベルと L レベルの信号を送ることで DC モータの回転方向の制御を行っている。表3に動作表^[1]を示す。

このドライバ IC の速度制御方式は PWM 制御と VREF 制御の2種類があり、今回は VREF 制御を使用した。このドライバ IC には VREF-デューティ変換回路が内蔵されているので、VREF 端子電圧と電源電圧

に応じたデューティ比を有した PWM 出力を得ることができる (式1) ^[1]。

$$\text{デューティ比} = \text{VREF}[\text{V}] / \text{VCC}[\text{V}] \cdots (\text{式} 1)$$

VREF 端子への入力 は H8/3052F の機能である D/A コンバータを利用している。

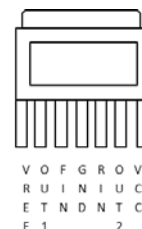


図5 BD6231HFP

表3 動作表

入力		出力		モード
FIN	RIN	OUT1	OUT2	
0	0	ハイインピーダンス		空転
1	0	H	L	正転
0	1	L	H	逆転
1	1	L	L	ブレーキ

3.5 通信部

今回は RBT-001 という Bluetooth™モジュールを使用して、タブレット PC との通信を行った。H8/3052F から RBT-001 への通信はシリアル通信で行っている。H8/3052F 側は AKI-H8 に搭載されているレベルコンバータ、RBT-001 側には ADM3202 というレベルコンバータを使って通信レベルを合わせている。また、H8/3052F のシリアルポートチャンネルは1番を使用した。図6にロボット側に搭載した Bluetooth™通信基板を示す。



図6 Bluetooth™通信基板

3.6 アーム部

図 7 左側にアーム部の構成を示す。アーム部にはサーボモータを 3 つ使用した。①の RC サーボモータはピンポン玉を掴むために、開閉の動作を行う。②、③の RC サーボモータはピンポン玉支持台の上段、下段の高さの角度調整をするためのものである。

RC サーボモータは方形波の H レベル間隔が回転角に対応しているため、角度制御は、PWM により行う。PWM 制御とは、方形波の周期を一定にして H レベルの間隔を変える制御である。図 7 に示す波形は実際に①の RC サーボモータの開閉動作を行った時の図である。

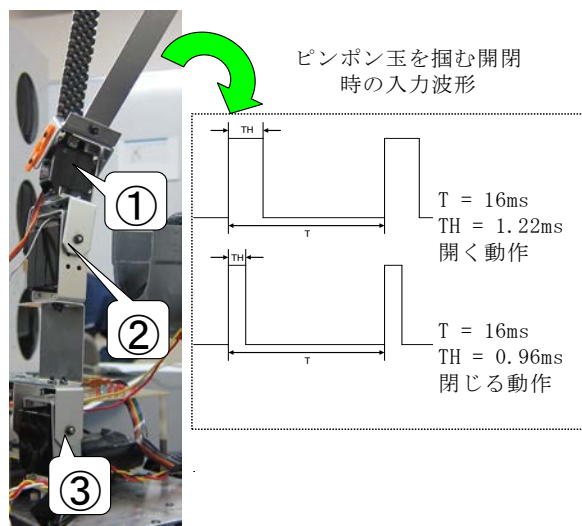


図 7 アーム部の構成と制御例

3.7 射出部

射出部はピッチングマシンを参考に製作した。アームから図 8 のように格納されたピンポン玉を DC モータの回転力を利用して巻き込み、非常に強い勢いで指定投入口に飛ばしている。指定投入口の場所によりサーボモータを使用して、上段、中段、下段の角度調整を行っている。

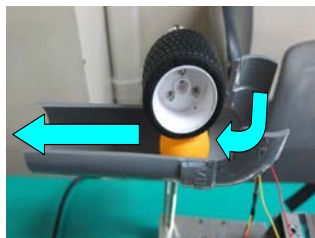


図 8 射出部

4. 制御プログラム

4.1 動作概要

競技がスタートすると、ロボットはピンポン玉支持台のポイントマーカを検出するまでライントレースを続ける。その際ロボットがラインからずれたときは、表 2 のように DC モータの状態を変化させた。ピンポン玉支持台のポイントマーカを検出すると停止し、タブレット PC から指定投入口の情報を得るとピンポン玉を射出しに行く。その際のフローチャートを図 9 に示す。

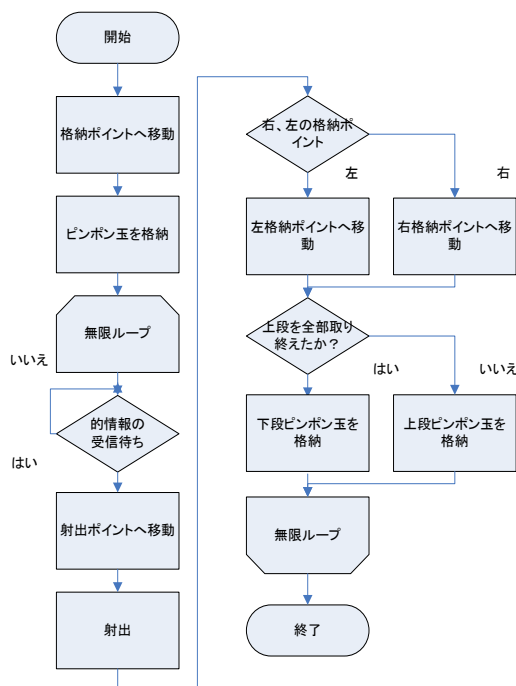


図 9 動作フローチャート

4.2 速度制御

速度制御のプログラムにはドライバ IC の VREF 制御を行うため、H8/3052F 内蔵の D/A コンバータを利用している。D/A コンバータとはディジタル信号をアナログ信号に変換して出力する機能である。今回使用した D/A コンバータは 8 ビット分解能 2 チャンネル出力で、最大 255 を 5[V] として出力できる。このディジタル値に比例したアナログ電圧をドライバ IC の VREF 端子に出力することで速度を制御している。

4.3 ピンポン玉の格納と射出動作

ピンポン玉支持台にピンポン玉がセットされており、RC サーボモータを使用したアームで掴むようにしている。その後タブレット PC から指示を受信するまで待機し、指定投入口の情報を受信すると指定投入口の位置までライントレースする。その後射出して、またピンポン玉を格納しに行く。図 10 に一連の動作を示す。

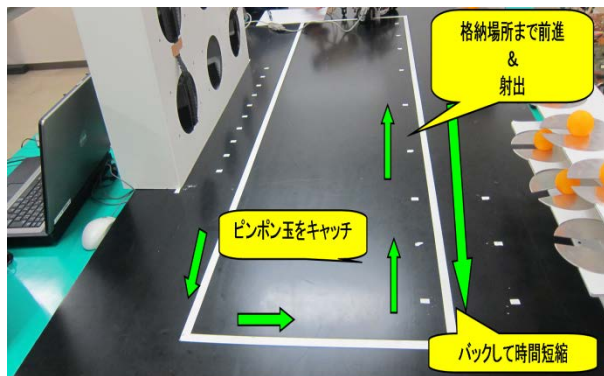


図 10 一連の動作

5. 通信

通信部分はサーバ・タブレット PC 間とタブレット PC・ロボット間の 2 つに分けることができる。まず、サーバ・タブレット PC 間では無線 LAN を使って UDP で通信を行った。サーバからは A○B○ (○は指定投入口の数字) という 4 バイトのデータがパケットとしてブロードキャストアドレスに連続して送られている。図 11 にサーバ・タブレット PC 間の通信の様子を示す。

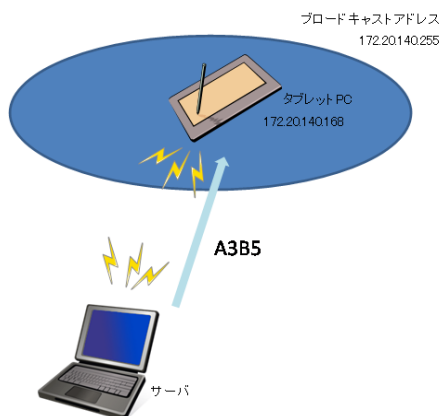


図 11 サーバ・タブレット PC 間の通信

図 11 の場合、サーバから A3B5 というデータがブロードキャストアドレスに送信されている。タブレット PC の IP アドレスは送信されているアドレスの範囲名内に割り当てているので、サーバから送信された UDP パケットを受信することができる。

2 チームで競技を行うため、フィールドは 2 つある。そのフィールドを A、B と割り当てて競技を行う。A3B5 というのは、A フィールドのロボットは 3 の指定投入口を、B フィールドのロボットは 5 の指定投入口を狙ってくださいという指示である。データの抽出は、A の場合は 2 バイト目のデータを、B の場合は 4 バイト目のデータを取得するようなプログラムを制作した。図 12 に A の場合のデータ抽出状態を示す。

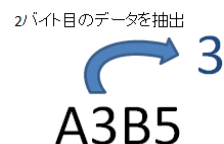


図 12 A の場合のデータ抽出

次に、タブレット PC・ロボット間の通信では、Bluetooth™を使用し、通信を行った。Bluetooth™での通信ではあらかじめタブレット PC に搭載されている Bluetooth™とロボットに載せている Bluetooth™モジュールでペアリングをとっており、通信を行いたい時にすぐ接続できるようになっている。図 13 にタブレット PC・ロボット間の通信の様子を示す。

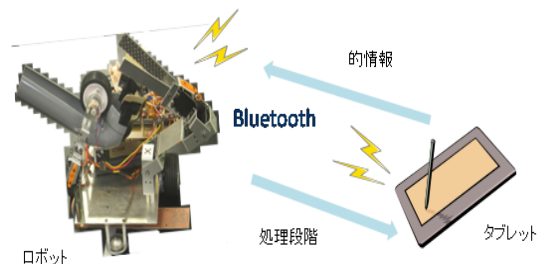


図 13 タブレット PC・ロボット間の通信

タブレット PC で処理されたデータはアスキーコードでロボット側に送られてくる。このデータが '0' ~ '9' である場合、数値範囲は 0x30~0x39 で送ら

れてくる。数値の 0~9 に一致させるには 0x0f と論理積をとり、数値データに一致させている。

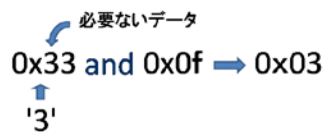


図 14 データ変換例

図 14 は、数値データを変換する例である、' 3 ' というアスキーコードは、16 進数で表すと 0x33 になる。0x0f と論理積をとることによって、上位 4 ビットを 0 にすることができ、0x03 になり数値データの 3 として扱うことができるようになる。

6. タブレット PC

競技用通信端末としてタブレット PC を使用した。タブレット PC を使用した理由として、競技用通信端末は Android™ を搭載したタブレット PC もしくは Windows® を搭載したノート PC を用いることが規定されているので、競技中に競技者が移動しながらデータ送信が行えるタブレット PC を選んだ。

今回は Android™ 2.1 を使ってアプリケーションの開発を行った。Bluetooth™ 通信のプログラムは BluetoothChat というサンプルプログラムをベースにフォームや処理を改良した。

図 15 に今回使用したタブレット PC の操作画面を示す。



図 15 タブレット PC の操作画面

タブレット PC の機能としては、受信ボタンを押すと UDP 通信で指定投入口の情報を受信し、受信したデータから必要なデータだけ抽出し、受信側のリス

トボックスに表示する。送信ボタンを押すと、受信した文字データをロボット側に送信し、送信側のリストボックスに表示する。1~9 の数字のボタンは数字をロボット側に送信することができる。

送信ボタンと 1~9 の数字のボタンの違いは、送信ボタンの場合、競技者は何も考えることなく送信ボタンを押すだけで、現在の指定投入口情報をロボットに送ることができるので、操作の時間が短縮される。しかし、ロボットが格納ポイントのマーカを読み飛ばしてしまったとき、データをそのまま送信すると、違う指定投入口を狙ってしまうため、その対策として受信データに関係なく 1~9 のデータが送信できるボタンを作成した。

A と B のラジオボタンは A フィールドと B フィールドのどちら側で競技するかを選択し、そのフィールドにより、A のデータを抽出するか、B のデータを抽出するかを決める。

また、受信側のリストボックスには、ロボット側からの送信も表示し、ロボットの現在の動作情報などをリアルタイムでモニタリングできるようにした。

7. 問題点と対策

7.1 ポイントマーカの検出ミス

センサがピンポン玉支持台や射出用ポイントマーカから外れてしまい、検出できないことがあった。

原因は DC モータの特性で左右のモータの速度が異なり、蛇行してしまったからだだった。プログラム上で右のモータ速度を調整することで解決しようとしたが、改善が見られなかった。そのため、フォトリフレクタを 1 つから 2 つに増やし、センサの検出範囲を広げることにした。基板の変更状態を図 16 に示す。

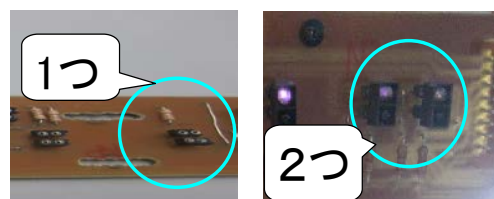


図 16 センサ基板の変更状態

7.2 両方向へのライントレース機能の実現

当初ピンポン玉を射出した後に格納しに行くと、射出するまでにもう一周フィールドをライントレースしなければいけなかった。このことが時間のロスに繋がった。

進行方向に対して、タイヤの前方と後方にセンサを搭載し、両方向へのライントレースを可能としたことで移動距離を短縮できた。

7.3 停止時のポイントマーカとのずれ

ポイントマーカで停止しても惰性で大きくずれてしまう。この状態では格納、射出に影響があるため、ずれて停止した位置からもう一度ポイントマーカに反応するまでバックさせ、所定位置で停止させるようにした。しかし、車体が斜めに停止し、格納や射出が失敗する問題があった。

この解決法として前方、後方の2つのセンサ及びポイントマーカのセンサ全てが反応したときに停止する条件とすることで対策を行った。

7.4 D/A コンバータ機能の利用

H8/3052FにはPWM出力機能を持つ端子が5チャンネルある。ロボットには駆動部にDCモータを2つ、アーム部や射出部にRCサーボモータを4つ搭載している。当初全てのモータをPWMで制御しようとしたが、H8/3052Fのみでは制御できなくなってしまった。

それを補うためにPIC®16F648Aを使用し、駆動部をPWM制御しようと考えた。しかし、プログラムを制作する際PIC®とH8の双方のプログラムを同時に変更すると動作不良の原因追及が非常に難しかった。

そのためPIC®を使用することを止め、DCモータをPWM制御せずにD/Aコンバータを使用したVREF制御をすることで、H8マイコンで全体の制御を行うことにした。

7.5 射出部の素材

当初筒型の厚紙を使用して射出部を構成していたが、射出にぶれが大きく精度が悪かった。

ぶれの原因は厚紙の強度不足であったため、塩化ビニルパイプに素材を変えた。その結果十分な強度が得られ、ぶれることも無くなった。

8. デモンストレーション結果とその考察

九州ポリテックビジョン2013において、新競技のデモンストレーションを実施した。デモンストレーションではピンポン玉が一つも指定投入口に入らず、負けてしまった。その敗因として、車体の完成が遅れ、プログラムの制作が不完全となったことが挙げられる。更にデモンストレーションにて使用したフィールドでは、ライントレースの際にタイヤが滑ってしまい、格納、射出に影響が出てしまったことも原因と言える。

また製作過程では114秒で5つの指定投入口への投入に成功したが、射出部にピンポン玉が入っても射出されない問題があり不安定だった。原因は塩化ビニルパイプの構造にピンポン玉がはまってしまう隙間があったからである。デモンストレーション後に射出部の改善を行い、安定性が増した。

9. おわりに

ハードウェア、ソフトウェア、通信の三分野を組み合わせて作るのは初めてだったので、意見の交換や、実験の段階で時間がかかってしまった。一番苦労したところは、電子情報技術科ということもあり、ロボットの車体や射出台の製作が難しく大変だった。しかし、実際に実験しながら新しいものを形作っていくことで、ものづくりの大変さや楽しさを学ぶことができた。

またポリテックビジョンでの展示会では来てくださった方々に、タブレットPCで操作してもらうことで喜んでもらうことができ、非常に嬉しかった。

参考文献

[1] DCブラシモータドライバ データシート

「<http://www.alldatasheet.jp/datasheet-pdf/pdf/336923/ROHM/BD6231.html>」(最終閲覧2013年2月20日10時52分)

課題実習「テーマ設定シート」

科名：電子情報技術科

教科の科目	実習テーマ名	
総合制作実習	九州ポリテックビジョンにおける新ロボット競技の提案	
担当教員	担当学生	
○電子情報技術科 漆谷 嘉則		
電子情報技術科 中村 圭孝		
課題実習の技能・技術習得目標		
ロボット製作はこれまで学習してきた内容の総括的な内容であるため、よりいっそうの技能・技術の習得と同時に、これまでにない競技用ロボットを製作するため、企画・開発力も合わせて身につけることを目標とする。		
実習テーマの設定背景・取組目標		
実習テーマの設定背景		
平成 21 年に電子情報技術科が新設されたことをきっかけとして、従来競技に加えて、電子情報技術科の特色の一つである情報・通信要素を盛り込んだ新しいロボット競技を試作・提案する。		
実習テーマの特徴・概要		
製作を進めるにあたり、1) 競技の企画・提案、2) 競技用ロボットの製作、3) ロボット操作アプリケーションの製作、4) 運営側サーバ、提示画面の製作の 4 つの作業を行う。 1) の競技を企画・提案において、わかりやすい競技か、複数年実施するうえでの拡張性は高いかなどを考えさせる。 2) の競技用ロボットは従来競技の仕様を参考にしながら、無線関連機能を追加する。 3) のロボット操作アプリケーションの製作においては、パソコン上のみならず、タブレット PC などのアプリケーションも開発する 4) の運営側サーバ、提示画面の製作では運営する側の採点システムや効果的な観客への提示方法など考えさせる。		
No	取組目標	
①	競技の提案を行い、競技規則を作成します。	
②	競技を実施するためのロボットを製作します。	
③	ロボット操作するためのアプリケーションを製作します。	
④	競技を円滑に進めるため採点システムなどの仕組み作りを行います。	
⑤	想定した動作が行われなかった場合には、問題を分析し、その問題の解決に取り組みます。	
⑥	5 S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。	
⑦	報告書の作成、製作品の展示及び発表会を行います。	
⑧	実習の進捗状況や、発生した問題等については、担当教員へ報告します。	