

2025 年度 前期 特別実験 A コース

「ロボット設計・制作」

■ 競技会ルールブック ■

2025 年度 競技課題

「協働ロボット制御による仕分けシステム」

～謝辞～

本実験実習は、NSK メカトロニクス技術高度化財団
2025 年度メカトロニクス技術高度化「教育助成」の支援
を受けて実施されています。ここに感謝の意を示します。

担当教員：松永、松田

初版(2024 年度版)作成

作成日：2024/06/19 作成者：松田 基

I. 概要

競技課題名

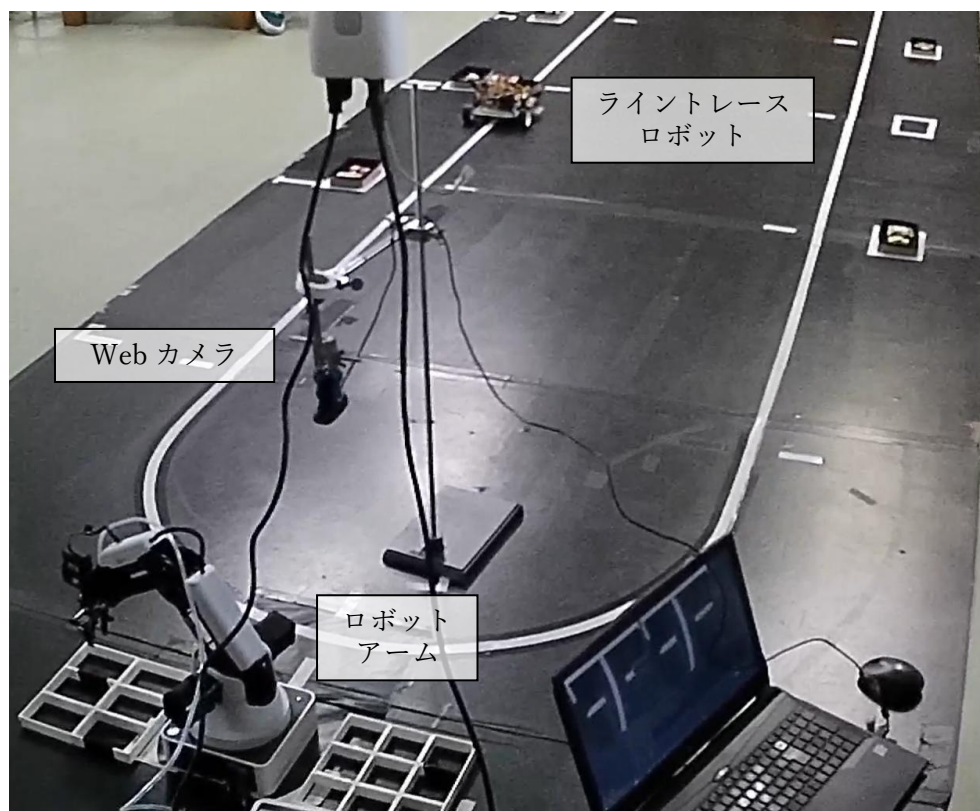
「協働ロボット制御による仕分けシステム」

概要

本競技では、コース外側に置かれた対象物（例えば駄菓子）の「運搬」、および、ロボットアームを使った対象物の「仕分け」を自動で行うシステムを製作し、その速さと正確さを競います。システムを構成するロボットは、仕分け対象物をラインレースロボットに供給する「ベルトコンベア」、仕分け対象物を運搬する「ラインレースロボット」、仕分けを行う「ロボットアーム」に分かれます。

ラインレースロボットは、ただコース（ライン）を追従して走行するだけでなく、ベルトコンベアから仕分け対象物がわたされる上、ロボットアームの近くまで運搬する必要があります。ベルトコンベアとラインレースロボットのタイミングも重要になります。ロボットアームは、運搬された仕分け対象物を Web カメラ等から取得した画像から種類を分類し、所定の枠内に仕分けします。

ラインレースロボットとロボットアームをうまく協働させて、より正確に、より早く対象物の仕分けを行いましょう。



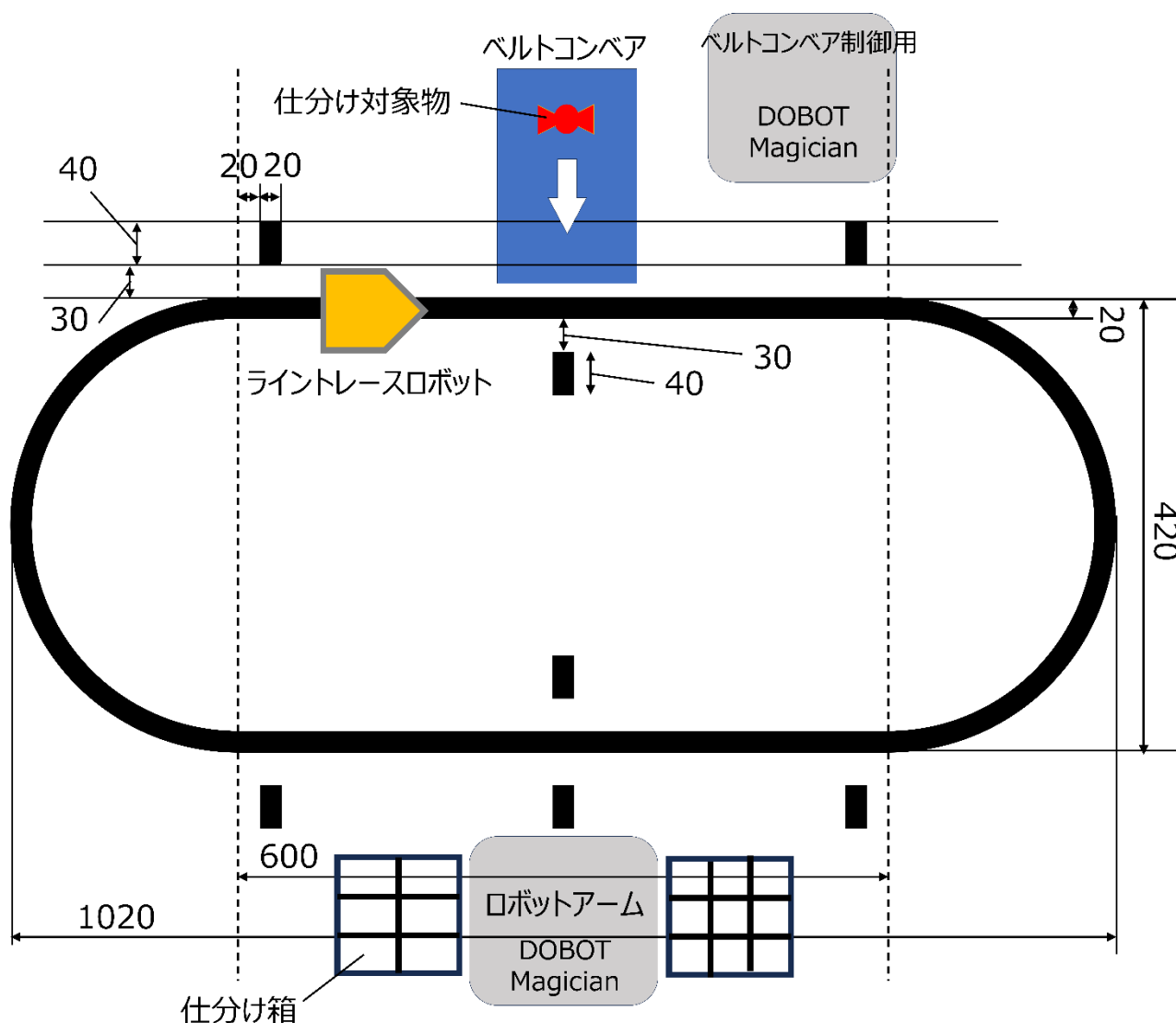
フィールドのイメージ図（2024 年度の競技より）

Ⅱ．競技環境

① 競技コース

競技コースは全チーム共通です。図Ⅱ-1にコースの概略図を示します。コースはレーストラック形状で、ライントレースロボットが追従するコースと周辺の日印のラインの太さはすべて2 cm です。目印ラインの長さは4 cm で、コースまでの距離(目印の中心からではなく端からの距離)は3 cm です。レーストラックの直線部は約60 cm、カーブ部の曲率半径は約21 cm (直径42 cm の半円) です。A0 の一般紙 (ポスター) に印刷したものをコースとして使います。

ベルトコンベアは直線部の中心の外側に配置されます。もう一方の直線部の外側にはロボットアームが配置されます。ただし Web カメラおよびカメラスタンドの使用数、種類および位置は任意です。仕分け棚はロボットアーム本体の中心(半円の真ん中かつ外側に25 cm)からコースに重ならない向きで両側に12 cm の位置に設置します。仕分け箱の大きさは18 cm×18 cm です (仕分け箱の詳細は後述)。



図Ⅱ-1. 競技コース

② ライントレースロボットのスタート位置および方向

ベルトコンベアを設置した側の直線部の両端の目印にかかるか接する位置とします。方向はどちらでもかまいません。

③ ベルトコンベア

使用するものは DOBOT Magician コンベアベルトキット (Dobot-opt-01) です。なお、ベルトコンベアの制御のために仕分け工程を行うロボットアームとは別で DOBOT Magician 本体を用意します。ベルトコンベアはコース直線部の中心からの法線に必ずかかるようにすれば任意の位置に調整してよいとします。また、治具等を用いてベルトコンベアの高さや傾きを自由に変更してよいとします。

④ 仕分け箱

2 種類の仕分け箱があります。6×6 cm の区画と 6×9 cm の区画があり、それぞれの対象物のサイズに合わせて種類ごとに仕分け先の区画を設定しています。図 I -3 中に記載した座標はロボットアームの中心からの距離(mm)を示しています。

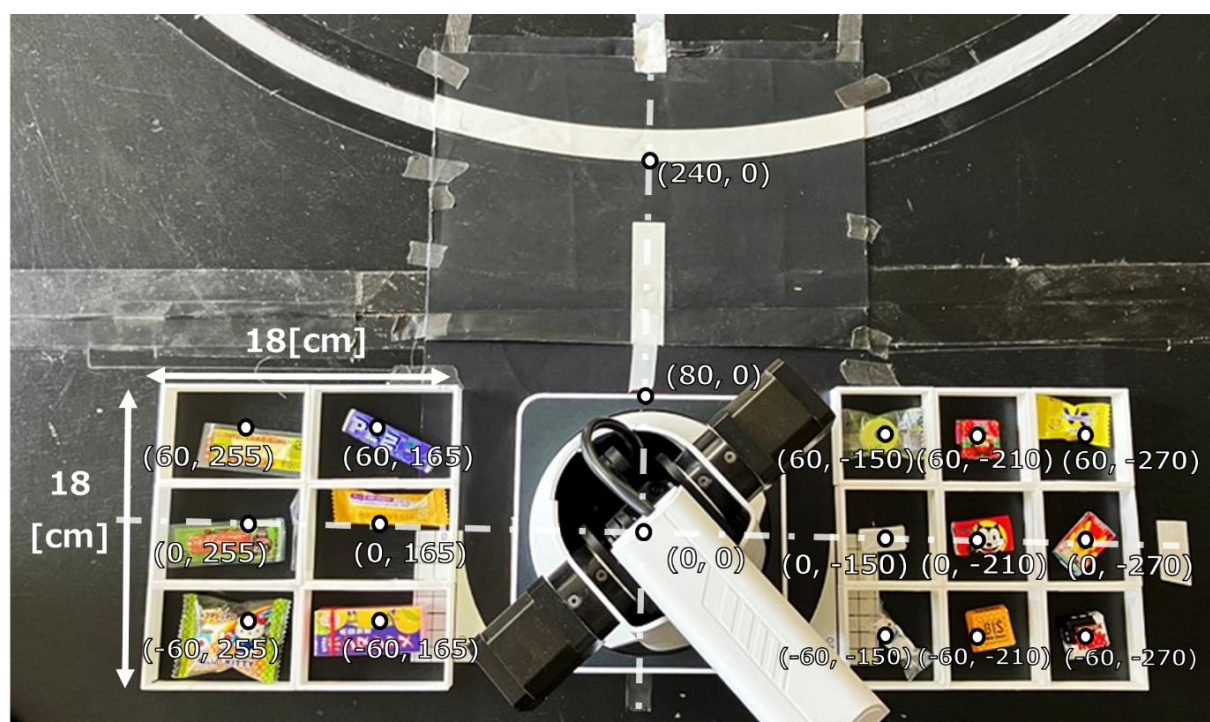


図 II -3. ロボットアームおよび仕分け箱の位置関係の参考画像 (2024 年度のもの※)

※ 2025 年度はロボットアームの設置個所は直線部であることに注意。

④ 仕分け対象物

仕分け対象物は 15 種類とします。仕分け先の区画の割り振りについては、別紙にて通知します。参考として、2024 年度の仕分け条件を図 I -4 に示します。



図 II -4. 2024 年度競技会における仕分け対象物の種類と仕分け箱の座標（参考）

Ⅲ. 競技の内容

Ⅲ-1 競技の進行

各チームの持ち時間は原則として 30 分間とし、時間内で正しい位置（仕分け区画）に仕分けることができた対象物の数を競います。持ち時間でセッティングから競技終了まで行うものとします。ただし、競技のスタートは持ち時間内に開始しなければいけません。持ち時間終了時に競技がスタートしていれば、ライントレースロボットが走行不能になるか、持ち時間終了時から 10 分が経過するまで競技終了を延長することができます。

仕分け対象物（15 種類）は、持ち時間内であれば、ベルトコンベアのコースとは遠方側の端から 5 cm 以内の位置に、ベルトコンベアが非定常的に停止している間だけ、任意のタイミングで置いてよいとします。仕分け対象物は事前に各チームに配布します。

①セッティング

ベルトコンベアの位置調整、ライントレースロボットのスタート位置への設置、および、画像認識に使用する Web カメラとロボットアームのセッティングを行います。

②競技のスタート

ロボットアーム起動時に初期位置のオフセットを行うが、その終了時にピープ音が 1 回鳴ります。これと同時に競技時間の計測を開始します。ピープ音が鳴りはじめた瞬間より、ライントレースロボットを起動、もしくは起動させたロボットをコースに置くことができます。ライントレースロボットのスタート位置は、走行せずにベルトコンベアから仕分け対象物を受け取れる位置でない限り、任意でかまいません。

また競技がスタートした時点から競技の終了まで、ライントレースロボットおよびロボットアームを PC やコントローラを介して操作してはいけません。ただし、競技続行が困難な場合は、ペナルティを受けたうえで修正することができます。ペナルティについては **Ⅲ-2 得点** に詳述します。

③ライントレースロボットが対象物の入った箱を運搬する

ライントレースロボットをコースに沿って走行させ、コース外側にある対象物の入った箱を回収する。回収した箱を、ロボットアームが仕分け操作できる位置まで運搬する。ライントレースロボットがコースから外れ復帰不能となったり、停止し競技続行不能となったりした場合は、ペナルティを受けて再起動や調整ができる。

④箱に入った対象物をロボットアームで仕分ける

ライントレースロボットが運搬してきた箱に入った対象物を、Web カメラ画像を入力とした画像認識から対象物の種類を識別し、仕分け棚の決められた区画に入れる。競技開始後、外部入力（キーボード操作など）は認めないため、動作を自動化する必要がある。ロボットアームが停止し競技続行不能となったりした場合は、ペナルティを受けて再起動や調整ができる。

Ⅲ-2 得点

「①競技時間」+「②競技終了時得点」+「③競技中ペナルティ」+「④その他ペナルティ」を「クリアタイム」とし、「クリアタイム」の短さを競います。

「①競技時間」

「ロボットアーム起動時に行う初期位置オフセットの終了時になるピープ音」から「チームリーダーが終了を宣言する」まで。ただし、機能不全（続行不能）により終了を宣言した場合は、40分とします。

「②競技終了時得点」

- 正しい区画にある仕分け対象物： 1個につき -2 min
- 別の区画にある仕分け対象物： 1個につき -1 min

「③競技中ペナルティ」

システムの一部が停止するなど競技が続行不能となった場合、n回目の修理にはn [min]（修理1回目：+1 min、2回目：+ 2 min...）のペナルティを加算します。

修理の開始と終了は、チームリーダーが宣言することができます。ライントレースロボットまたはロボットアーム、それ以外などで不具合を切り分けることが難しい状況が想定されるため、競技続行不能の原因を複合的に解決してかまいません。ただし、競技続行不能の原因でない部分を修正してはいけません（ライントレースロボットをコースに戻している間に回収済みの箱の位置をコース外に移動させる、ロボットアームを再起動している間にライントレースロボットのバッテリーを交換する、など）。

また修理中も「競技時間」として計測されます。バッテリーの交換を行ってもかまいませんが、これも修理1回分とし他の修理と別にカウントします（例：コースから外れたライントレースロボットをコースに戻す際に、バッテリー交換も行った場合、修理2回分とする）。

「④その他ペナルティ」

競技前、競技中、競技後に「仕分け対象物」「仕分け棚」に正当な理由なく触れた場合、1回につき+ 5 min のペナルティを追加する。

「クリアタイム」が早い順に、成績評価の競技点(10点満点)として「1位：10点」「2位：7点」「3位：5点」を与えます(本年度は全3チーム)。ただし順位に関わらず、対象物を1つ以上回収できない場合は0点とします。

Ⅲ-3 競技の終了

チームリーダーが終了を宣言した時点で競技を終了し、時間の計測を止める。ただし終了の宣言時にロボットアームが把持している対象物は「別の区画にある仕分け対象物」とします。

再起動や調整を行っても競技の完遂が不可能と判断した場合、競技を終了しその時点での競技時間に、ペナルティを加えたものを「クリアタイム」とする。

Ⅳ. ロボット

予算

特別な理由がない限り、物品の購入は担当教員に依頼し担当教員を通して調達してください。予算外の物品を調達する場合も、事前に指導教員に相談してください。

ライントレースロボット

「電子制御工学科計測実験室」内にあるモータ、ギアボックス、基盤、ユニバーサルプレートなどを使用し、ライントレースロボットの設計から制作まで実施します。予算から新たに物品を購入してもかまいません。また、**3D プリンターの積極的な利用を推奨**します。

競技中、ライントレースロボットを手動で操作してはいけません（無線等も含む）。

捨てづらい、保管が難しいバッテリーは使用しないでください。

サイズ・重量に制限はありません。

ロボットアーム

ロボットアームは Dobot Magician (<https://robot.afrel.co.jp/dobot/magician/>)を使用します。また Web カメラ「C270N」(<https://www.monotaro.com/p/4689/7559/>)を提供しますが、予算から別の Web カメラを購入してもかまいません。画像認識とロボットアーム操作は 教材「DOBOT AI×画像認識×ロボットアーム制御」(<https://afrel.co.jp/product/dobot-magician/ai-sorting/>)内のコードをアレンジしたものを提供します。ただし競技用のプログラムではないためコードを改良する必要があります。

画像処理は部屋の明るさに影響を受ける場合があるため、部屋の蛍光灯は自由に消灯、点灯してかまいませんが、競技が始まってから蛍光灯を操作してはいけないこととします。

ベルトコンベア

DOBOT Magician コンベアベルトキット (Dobot-opt-01) です。なお、ベルトコンベアの制御のために仕分け工程を行うロボットアームとは別で DOBOT Magician 本体を、上記とは別でもう一体用意します。