

# 創造設計第二 「インテリジェントレール 2016」

佐藤

## □ 創造設計第二について

### 1 講義の目標

自律移動型ロボットの製作を通して、以下の点を学ぶ。

- ◇ 製作プロジェクトの立案・運営
- ◇ 目的達成のための機構・アルゴリズムの作成
- ◇ センサフィードバック（キャリブレーション含む）
- ◇ 他者に対する説明・アピール

### 2 課題概要

4 名ないし 5 名を 1 組としてチームを組み、条件を満たすマシンを製作、競技に参加する。

### 3 課題内容

課題は、第 1 試技、第 2 試技の 2 つからなる。各試技では、製作する自律マシンによって、設定された制約を満たしつつ、要求された作業を行う。第 1 試技、第 2 試技ともに対戦形式の競技を行う。第 1 試技では、評価項目に従って得点を計算し、総合得点の結果により第 2 試技のシード順を決定する。第 2 試技では、リーグ戦・決勝トーナメントを行う。第 2 試技で優勝したチームには、第 36 回寺野杯が授与される。

## □ 第 1 試技

### 1 概要

第 1 試技は、「チキンレース」を模擬した 2 チーム対戦形式の競技である。本来のチキンレースは、2 人の走者がそれぞれ同時に崖に向かって走り出し、崖から落ちることなく相手よりも後にブレーキをかけた方を勝者とするものである。第 1 試技では、この「崖」を制限時間、「ブレーキ」をゴールに見立てて、制限時間内に相手よりも後にゴールしたチームの勝利となる。相手よりも後に、かつ相手に近いタイムでゴールした方が高得点となる。各マシンに取り付けられたセンサ等により自身や相手の状況を把握しながら、戦略的に走行するマシンが求められる。

### 2 試合開始から勝敗決定までの流れ

#### 2.1 準備・試合開始

0. 直前の試合が行われている間に、審判によるマシンサイズ規定のチェックを行う。
1. 審判の指示で、両チームは試合の準備を最大 1 分間行うことができる
  - マシンを「スタンバイ状態」にする（スタンバイ状態についてはマシン規定を参照）。
  - 別紙競技場図のスタート位置にマシンの先端に取り付けられたマーカの中心位置を合わせるようにして配置する。
2. 両チームが試合開始の準備を完了したことを審判が確認した後、両チームの代表者はそれぞれの相手チームが走行するレールの電圧を 9 ~ 12V の範囲で任意に設定できる。
3. 電圧値の設定が終了したことを確認し、審判は適当なカウントダウンの後スタートの合図を行う。
4. 審判がスタートの合図を行うと同時に、試合の制限時間 3 分の計測が開始される。
5. スタートの合図と同時に、マシンに搭載されたスタートスイッチを押すこと。スタートが大きくずれたと審判が判断した場合は再スタートとする。

## 2.2 試合中

1. スタートスイッチを押した後は、それ以降試合中にマシンへ触れることはできない。
2. スタートスイッチを押されたマシンが、制限時間以内にコースを競技図中に示した進行方向に3周まわったとき、そのマシンは「ゴール判定」される。
  - 「コースを3周まわる」とは、マシンの先端部が、スタート・ゴール位置を進行方向に（スタートを含めず）3回横切ることを示す。ただし、スタート・ゴール位置を逆方向に横切った場合には、横切った回数を1回減らすこととする。
  - マシンがゴール判定されるタイミングは、マシン先端部が3回目にスタート・ゴール位置を進行方向に横切った瞬間である。このタイミングは、スタート・ゴール位置上空に取り付けられたカメラにより計測される。
  - ゴール判定されたマシンは、試合中のそれ以降に再びゴール判定されない。つまり、1回ゴールした後一度後進して、再びゴール位置を通過してもそれはゴール判定とはならない。
3. 試合が終了する条件は以下の通りである。
  - 両チームのマシンがともにゴール判定される。
  - いずれかのマシンが失格となる。
  - 試合の制限時間3分間が経過する。

## 2.3 試合の勝敗

- 両チームがともに制限時間内にゴール判定された場合には、ゴールタイムがより遅いチームの勝利となる。
- 両チームがともに制限時間内にゴール判定されなかった場合には、より周回距離の短いチームの勝利となる。
- 片方のチームが制限時間内にゴール判定され、もう一方のチームが制限時間内にゴール判定されなかった場合、ゴール判定されたチームの勝利となる。
- 片方のチームが失格した場合は、その時点でもう一方のチームの勝利となる。

## 2.4 得点方式

- 相手チームがゴールした時間から5秒以内にゴールすれば100点を獲得する。以降、5秒経過するごとに獲得点数が25点ずつ減っていく。
- 相手チームが制限時間以内にゴール判定されなかった場合は、自チームのゴールタイムが制限時間3分から5秒以内であれば100点を獲得する。以降、制限時間から5秒離れるごとに獲得点数が25点ずつ減っていく。
- 試合の勝敗に関わらず、制限時間内にゴール判定されたチームは25点を獲得する。
- 競技の内容や制限時間に関わらず、ゴール判定された後、マシン全体が競技場図に示される所定の範囲内（設置されたビニールテープにかかってはならない）に完全に停止したとき25点を獲得する。

## 3 試技全体の流れ

第1試技全体は、大きく予選と決勝に分けられる。

### 3.1 予選

- 予選は3チームずつ4ブロックの総当たり方式で競技を行う。
- 予選の組み合わせ、コースの内外は事前抽選（10/31予定）にて決定する（組み合わせは図1参照）。
- 各予選ブロックにおいて、勝利数が最も多い1チームのみ決勝トーナメントへ進出できる。
- 各予選ブロックで、1勝1敗の三つ巴となった場合は、2試合の合計得点の多いチームが決勝へ進出する。合計得点も等しい場合は、抽選によって決勝へ進出するチームを決定する。

### 3.2 決勝

- 決勝は、各ブロックの決勝進出チームによる全4チームのトーナメント方式で競技を行う（組み合わせは図1参照）。
- 敗者復活戦・3位決定戦は行わない。

## 予選リーグ

### Aブロック

	班	班	班
班		①	⑤
班			⑨
班			

### Bブロック

	班	班	班
班		②	⑥
班			⑩
班			

### Cブロック

	班	班	班
班		③	⑦
班			⑪
班			

### Dブロック

	班	班	班
班		④	⑧
班			⑫
班			

## 決勝トーナメント(各ブロック1位のみ)

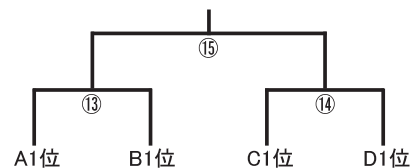


Fig. 1 第1 試技組み合わせ表 (丸数字は試合順)

### 3.3 第1 試技の最終順位および第2 試技の組み合わせ抽選

- 第1 試技では、すべての試合で獲得した点数の総合点で最終順位を決定する (必ずしも決勝トーナメントを勝ち上がったチームが1 位とは限らない)。
- 第1 試技の最終順位により、第2 試技の予選リーグに対して第1 シードグループ (1~4 位), 第2 シードグループ (5~8 位), 第3 シードグループ (9~12 位) を決定する。このとき、たとえば4 位タイが2 チームや7 位タイが3 チームとなるなど、順位によって一意にシードグループを決定できない場合は、抽選によりシードグループを決定する。
- 最後に、第3 シードグループから順に、各グループごとに上位から第2 試技のA~D ブロックを選択し、第2 試技の組み合わせを決定する。

## 4 競技場について

- 競技場の詳細図は別紙1 参照とする。
- 時間を調節するための目印として、ついたておよびマグネットを用意する。

## 5 マシン規定

- 台数
 

1 試合に用いて良いのは1 台までとし、分離は認めない。ただし、試合で走行するレールが内側であった場合と外側であった場合でマシンを使い分けるなどの目的で、2 台のマシンを準備しても良い。
- 構成
 

A 類で配布される動力車と貨車を連結したものをを用いること (図2 参照)。なお、動力による試合中のマシンの変形は認めない。
- 大きさ
 

長さは550mm, 横幅は線路を中心として100mm, 高さは200mm とする。
- 装飾
 

基本的に自由な装飾を施しても構わない。ただし、ミラーを設置する等、相手のセンシングを故意に妨害するような装飾は禁止とする。
- 電源
 

マシンの動力は線路からの給電によること。ただし、それ以外の機器については電池を用いても構わない。また、電力以外の動力を用いてはならない。
- 動力車
 

動力車は、Tutorial で行った以外の改造は禁止とする。ただし、テープ等の動力車を破壊しない方法により、センサ等を固定することは認める。

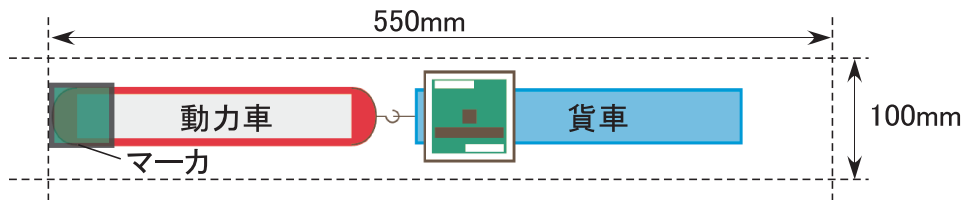


Fig. 2 動力車・貨車連結図（左：動力車，右：貨車）

- 貨車

A 類で配布される貨車のうち、台車部分以外は自由に改造しても良い。

- 動作仕様

マシンをスタンバイ状態からメインルーチンへ切り替えるためのスタートスイッチを有すること。ここで、スタンバイ状態とはそれ以降スタートスイッチを押すだけで競技が開始される状態のことをいう。制御ボード備え付けのスイッチを用いるか、新たにスイッチを増設するかは自由とする。

- その他

カメラによるゴールの計測のため、事前に配布する 30mm 四方の正方形マーカをマシンの先頭上部に設置すること（図 2 参照）。

## 6 試技中の失格について

### 6.1 失格行為

以下の行為があったチームは失格とする。

- マシン規定に違反するマシンの使用。
- 試合中、スタートスイッチが押されたマシンへの接触。
- 試合中、マシンの線路外への接触。
- 試合中における脱線・横転。
- 相手チームのマシンへの接触・破壊。
- 競技フィールドの破壊。
- 審判により、これ以上の試合の継続が不可能であると判断された場合。
- チームの代表者による試合中のリタイア宣言。

### 6.2 失格したチームの扱い

- 失格と判定された試合の獲得点は 0 点 となる。ただし、それまでの試合で獲得した点数には影響しない。
- 失格と判定されたチームは、失格と判定された試合より後の試合には他チームと同様に参加できる。

### 6.3 失格と判定された試合の扱い

勝利チームの獲得点数を決定するために、TA 機を導入して再試合を行う。TA 機の仕様は以下の通りである。

- マシンの構成は、Tutorial で改造を施した動力車 + 未改造の貨車とする。
- 制限時間 3 分以内に 3 周可能な速度で、一定速度で走行する。

## 7 注意事項

- 各試合によって、マシンの走行するレールが変わる。レールが内側か外側かで進行方向に対する目印や相手の位置が変わるため、どちらのレールを走行することになっていても良いように、センサ等の配置を工夫すること。各試合間で付け替えを行っても構わない。

## □ 第 2 試技

### 1 概要

第 2 試技は、相手との駆け引きによりいかに多くのピンポン球を獲得し、所定の「駅」へいかに早くピンポン球を輸送するかを競う 2 チーム対戦形式の競技である。使用するマシンは 2 台とし、相手との駆け引きによりピンポン球供給機を稼働させるマシンをマシン a、ピンポン球供給機からピンポン球を受け取るマシンをマシン b とする。マシン a、マシン b の連携により、先にピンポン球を 20 個駅へ輸送したチームの勝利となる。第 1 試技と同様に、各マシンに取り付けられたセンサ等により自身や相手の状況を把握しながら、戦略的に走行するマシンが求められる。

### 2 試合開始から勝敗決定までの流れ

#### 2.1 準備・試合開始

0. 直前の試合が行われている間に、審判によるマシンサイズ規定のチェックを行う。
1. 審判の指示で、両チームは試合の準備を最大 2 分間行うことができる。
  - マシンを「スタンバイ状態」にする。
  - 各マシンを所定の位置へ配置する。
  - 自チームが走行するレールの電圧を 0 ～ 12V の範囲で調節する。
2. 両チームが試合開始の準備を完了したことを確認した後、審判は適当なカウントダウンの後スタートの合図を行う。
3. 審判のスタートの合図と同時に、競技時間 3 分の計測が開始される。

#### 2.2 試合中

1. 試合中は「ピンポン球供給権」が存在し、所定の条件を満たすことでいずれかのチームへ与えられる。
  - 試合開始時は、ピンポン球供給権はどちらのチームにも与えられていない。
  - マシン a が「供給機切替エリア」に 1 秒間入り続けたとき、以降その状態を維持している間はそのチームにピンポン球供給権が与えられる（少しでもその状態が破られると供給権を失う）。
  - ピンポン球供給権は最大 1 つとする。つまり、自チームが供給権を有している状態で相手チームが供給権を得るとき、供給権を失う。
  - 一度ピンポン球供給権を失うと、再び供給権を得るためには、供給機切替エリアを一度出て入り直す必要がある。
2. 以下の 2 つの条件をともに満たしている間、ピンポン球供給機からピンポン球が供給される。
  - チームがピンポン球供給権を有している。
  - マシン b がピンポン球供給機の供給口の真下に位置する。
3. 供給されたピンポン球を自チームの駅へと輸送する。
4. 試合が終了する条件は以下の通りである。
  - 競技時間 3 分間が経過する。
  - いずれかのマシンが失格となる。

すなわち、いずれかのチームがピンポン球を 20 個輸送し終えても、競技時間内であれば試合を続行する。

#### 2.3 試合の勝敗

- 先に駅へ 20 個輸送したチームの勝利とする。なお、20 個輸送した時点で勝利は確定するが、決勝トーナメント進出への基準のために競技時間内で輸送したピンポン球の個数を記録しておく。
- 競技時間内における駅への輸送個数が 20 個に満たなかった場合は、駅へ輸送したピンポン球の数が多きチームの勝利とする。なお、このときの輸送個数が等しい場合は、抽選によって勝利チームを決定する。

### 3 試技全体の流れ

第 2 試技全体は、大きく予選リーグと決勝トーナメントに分けられる。

## 予選リーグ

### Aブロック

	第3シード	第2シード	第1シード
第3シード		①	⑤
第2シード			⑨
第1シード			

### Bブロック

	第3シード	第2シード	第1シード
第3シード		②	⑥
第2シード			⑩
第1シード			

### Cブロック

	第3シード	第2シード	第1シード
第3シード		③	⑦
第2シード			⑪
第1シード			

### Dブロック

	第3シード	第2シード	第1シード
第3シード		④	⑧
第2シード			⑫
第1シード			

## 決勝トーナメント(各ブロック1位のみ)

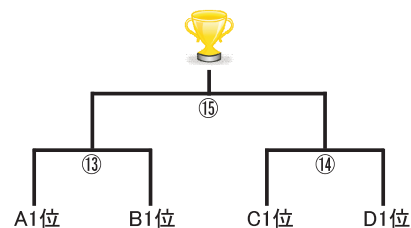


Fig. 3 第2 試技組み合わせ表 (シード順は第1 試技に基づく)

## 3.1 予選リーグ

- 予選は3 チームずつ4 ブロックの総当たり方式で競技を行う。
- 予選の組み合わせは第1 試技の結果に基づき、図3 で与えられる。
- 各予選ブロックにおいて、勝利数が最も多い1 チームのみ決勝トーナメントへ進出できる。
- 各予選ブロックで、1 勝1 敗の三つ巴となった場合は、以下の基準で決勝トーナメントに進出するチームを決定する。
  - － 3 試合すべてで失格がなかった場合は、輸送したピンポン球の総数が最も多いチーム。
  - － 1 試合で失格があった場合は、失格したチームを除いた直接対決における勝利チーム。
  - － 2 試合で失格があった場合は、失格していないチーム。
  - － 3 試合すべてで失格があった場合は、抽選によって決勝トーナメントに進出するチームを決定する。

## 3.2 決勝トーナメント

- 決勝は、各ブロックの決勝進出チームによる全4 チームのトーナメント方式で競技を行う (組み合わせは図3 参照)。
- 敗者復活戦・3 位決定戦は行わない。
- 決勝トーナメントを勝ち上がったチームを優勝とする。

## 4 競技場について

### 4.1 競技場の詳細図について

- 詳細図は別紙2 参照とする。
- ピンポン球落下等による相手の妨害の判断基準として、2 つのコースの中間にピンポン球およびマシンが超えてはならない境界線c を設ける。
- 位置の目印として、ついたておよびマグネットを用意する。

### 4.2 マシンのスタート位置・移動可能範囲について

- 試合開始前は、マシンa は別紙2 のスタート位置よりも駅側に配置し、かつマシンa の端をスタート位置に合わせる。
- 試合開始前は、マシンb は境界線b よりも供給機側であれば任意の位置に配置して良い。
- マシンa の移動可能範囲は、境界線a よりも駅側とし、マシンa の端が境界線a と重なってはならない。
- マシンb の移動可能範囲は、境界線b よりも供給機側とし、マシンb の端が境界線b と重なってはならない。

## 5 ピンポン球の供給について

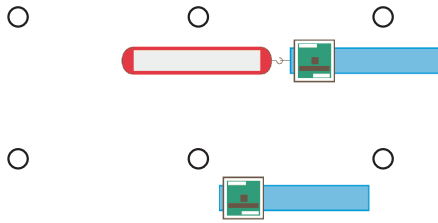
### 5.1 供給機切替エリア

- 供給機切替エリアの位置および範囲は別紙2 を参照とする。マシンがエリア内にいるかどうかの検知は、エリアの外側に設置された3 つの超音波センサを用いて行う。
- 3 つの超音波センサのうち、中央の超音波センサが機体を検知し、なおかつ両端の2 つの超音波センサが機体を検知していない状態を「マシンが供給機切替エリアに入っている」という (図4 参照)。

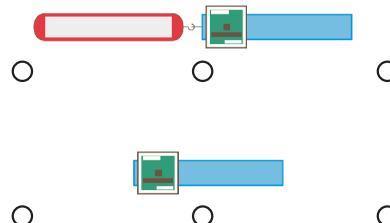
### 供給機切替判定条件

「マシンが供給機切替エリアに入っている」とは、両端のマグネットの間かつ中央のマグネットの横にマシンが存在している状況をいう。

NG



OK



「供給機切替エリアを出ている」とは、下図のように中央のマグネットの横にいないかつ両端のマグネットの少なくとも1つの横にマシンが存在している状況をいう。

OK



OK



Fig. 4 ピンポン球供給機の切り替えについて

- マシンが供給機切替エリアに入った後、中央の超音波センサが機体を検知しなくなり、なおかつ両端の2つの超音波センサのうち少なくとも1つが機体を検知している状態に遷移した場合、「マシンが供給機切替エリアから出た」という(図4参照)。マシンが供給機切替エリアから出た後は、再び供給機切替エリアに入るまでずっと供給機切替エリアから出ている状態として扱う。
- 片方のチームが、ピンポン球供給権を有している状態から供給権を自ら失い再び獲得する行為を5回連続して行った場合、ペナルティとして供給権を有していてもピンポン球の供給を10秒間停止する。なお、ペナルティ期間が終了した瞬間、この連続回数のカウントを0にリセットする。

## 5.2 ピンポン球供給機

- 各チームのコースに1台ずつ存在する。
- 2.2-2の条件を満たした瞬間にピンポン球を1個供給する。以降、条件が満たされ続けている間は以下の速度でピンポン球を供給する。
  - 競技開始後0~60秒: 1個/2秒
  - 60~120秒: 1個/1.5秒
  - 120~180秒: 1個/1秒
- マシンbが供給口真下に位置しているかどうかは、超音波センサにより検知する。

## 6 マシン規定

- 台数  
前述したマシンa・bの2台とし、それぞれ分離しても良い。ただし、スタートの時点ではマシンa・bともにそれぞれ連結して(接触して)1台となっていること。
- 役割  
マシンaは駅へピンポン球を輸送する役割、マシンbは供給機からピンポン球を受け取る役割に大別される。必ずしもこの役割を担わなくても良いが、マシンa・bでスタート位置や移動できる範囲が違うため、必ずマシンa・bを定めること。
- 構成

マシン a・b はそれぞれ A 類で配布された動力車を 1 台ずつ使用すること。それ以上の動力車の使用は認めない。貨車の使用は任意とするが、使用する場合は A 類で配布されたものを用いること。

- 大きさ

横幅は、マシン a・b とともに線路を中心として 120mm とする。長さについては、マシン b は 550mm、マシン a は、(i) 動力車と貨車を使用する場合は 550mm、(ii) 貨車を用いない場合は 300mm とする。高さについては、マシン a・b とともに制限を設けない。また、試合開始後は制限を超えても良いが、境界線 c を超えると失格となることに注意すること。

- 装飾

基本的に自由な装飾を施しても構わない。ただし、ミラーを設置する等、相手のセンシングを故意に妨害するような装飾は禁止とする。

- 電源

動力は電力によること。電力以外の動力（空圧・油圧等）を用いてはならない。

- 動力車

動力車は、Tutorial で行った以外の改造は禁止とする。ただし、テープ等の動力車を破壊しない方法によりセンサ等を固定することは認める。

- 貨車

A 類で配布される貨車のうち、台車部分以外は自由に改造しても良い。

- 動作仕様

第 1 試技と異なり、スタンバイ状態からメインルーチンへ切り替えるためのスタートスイッチの用意は任意とするが、スタートの合図と同時にメインルーチンへ切り替えられるようにすること。ここで、スタンバイ状態とはそれ以降スタートスイッチを押す、線路の給電を開始するなどの動作をするだけで競技が開始される状態のことをいう。

- マイコン

マイコンは 2 台までとする。なお、通信機器やセンサに付属されているものは認めるが、その用途以外の目的で使用しないこと。

- 通信

2 台のマシン間に限り、通信を行っても良い。通信方式は問わないが、他チームが通信を行うことを見越して故意にそれを妨害する行為は認めない。

## 7 競技中の失格について

### 7.1 失格行為

以下の行為があったチームは失格とする。

- マシン規定に違反するマシンの使用。
- マシン a (b) の境界線 a (b) への侵入
- マシンおよびピンポン球の境界線 c への侵入
- 試合中、スタートスイッチが押されたマシンへの接触。
- 試合中、マシンの線路外への接触（ただし、供給機および駅への接触、自チームのマシン同士の接触は認める）。
- 試合中における脱線・横転。
- 相手チームのマシンへの接触・破壊・進行妨害。
- 競技フィールドの破壊。
- 審判により、これ以上の試合の継続が不可能であると判断された場合。
- チームの代表者による試合中のリタイア宣言。

### 7.2 失格したチームの扱い

- 失格と判定された試合では、輸送したピンポン球の個数は記録しない。



- 失格と判定されたチームは、失格と判定された試合より後の試合には他チームと同様に参加できる。

### 7.3 失格と判定された試合の扱い

再試合は行わない。

## 8 注意事項

- 第 36 回 寺野杯が授与されるのは第 2 試技で優勝したチームである。
- 境界線 a～c を越えたかどうか、どちらのチームが先に 20 個のピンポン球を輸送したか、制限時間終了時のピンポン球の輸送個数は審判の目視による判定となる。

### □ マシン製作費用に関する注意

マシンは以下の部品・材料のみで構成されなければならない（詳細は授業 HP を参照）。なお、製作にかかる金銭は、すべて「税込」にて計算すること。

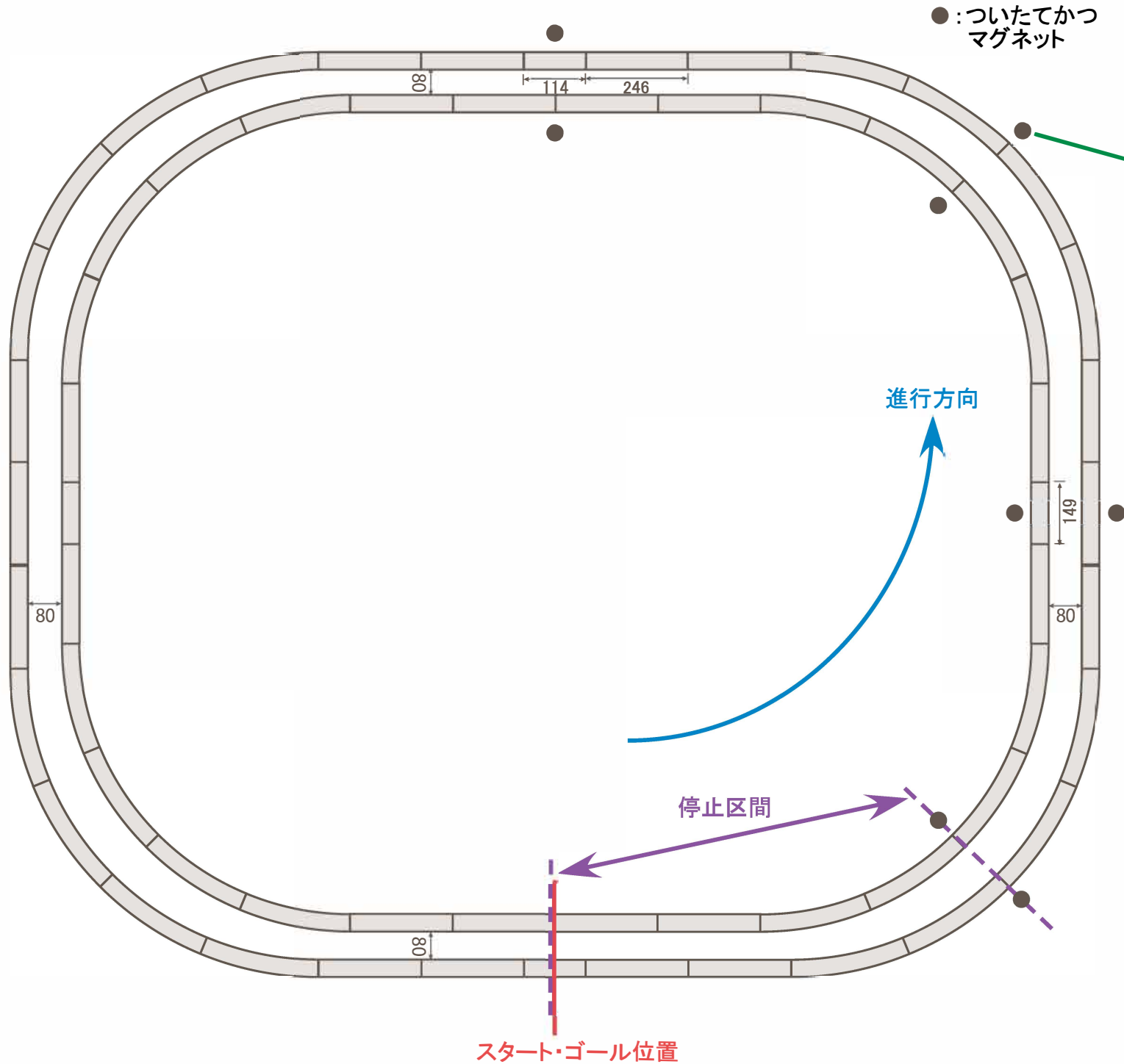
- A 類：チームごとに決められた数・量だけ貸与され、授業終了後指示された期間内に返却しなければならないもの。加工は認められない。
- B 類：各チームあたり税込総額 15,000 円以内の範囲で、スタッフに発注できるもの。
  - － 発注の際は、専用のフォームを HP からダウンロードし（.xls 形式）、必要事項を記入した上で資材担当者に電子メールにて送付する。
- C 類：各チームあたり税込総額 15,000 円以内の範囲で、メンバーの自己負担によって購入して用いて良いもの。
  - － 一般的に部品と認められ、ルール上の制約を満たすものであれば、種類・形式を問わない。
  - － 最終的に競技へ参加したマシンに使用された物品の金額のみを計上する。
  - － 使用金額を証明するため、レシート等は必ず保管すること。最終レポートにて添付（コピー・スキャン等）が求められる。
  - － 例外規定：Vstone のマイコンボード（ボードに半田付けする同社製オプションを含む）を自費購入した場合は、C 類に計上しなくて良い。

供与部品：チームごとに決められた数・量だけ供与され、返却の必要がないもの。自由に加工して良い。

### □ その他の注意事項

- 競技場のコースなど、試合環境の数値は目安であり、また練習環境と本番の環境との間に多少の誤差が生じる可能性がある。これらはすべて現場優先とするため、多少の誤差を許容して動作するようなマシンの製作を推奨する。ただし、本番当日には本番と同じ環境での動作確認の機会が与えられるため、細かな動作の確認はそこで行うことができる。
- 本規則で不明な点や不測の事態については、全面的に審判（教員）の判断により解釈・裁定を行う。
- 本規則は、運営上の都合に基づいた告知によって、変更される場合がある。

# 2016 創造設計第二 第1試技 競技場図(別紙1)



### ついたてかつマグネットの概形

約100

100

マグネット

- ・線路に直角に配置
- ・マグネットは磁気センサ用
- ・ついたて部はPSDセンサ用

Detailed description: This inset shows a 3D perspective of the flush-mount magnet. It is a rectangular component with a red top surface and a grey base. A dimension of '約100' (approximately 100) is shown for the height of the red part. A dimension of '100' is shown for the width of the base. A red circle highlights a small circular feature on the base, labeled 'マグネット' (magnet). Below the image, three bullet points describe its configuration: it is placed perpendicular to the track, the magnet part is for a magnetic sensor, and the flush-mount part is for a PSD sensor.

# 2016 創造設計第二 第2試技 競技場図(別紙2)

