

## チーム紹介、目標、意気込み

情報システム科システムエンジニアコースの生徒で構成されたチームです。

結成当初は自信がなく、あわよくば横浜の全国大会出場したいという意味をこめた。

「あわよくば横浜」というチーム名になりました。  
ですが、今年はコートを購入してもらうなどの学校側の手厚い支援もあり、学校関係者からの期待が高いと感じています。その期待に応えるため、そして来年の活動予算確保のためにも目標は「なんとしても横浜」で頑張ります！

## モデルの概要

【モデリング対象】スラロームを通過する

【走行目標】極力障害物を倒さず、正確にガレージカードの色を保持しつつスラロームを通過する

【基本戦略】自己位置推定を駆使しながら障害物を回避し、人による操作とセンサによる検知を併用して正確な情報を保持するよう努め信頼性を確保する。

上記走行目標を達成するため、戦略を設定し必要な機能を抽出した。当該機能におけるリスクを洗い出し人的な操作とセンサによる検知のダブルチェックをするという緩和策を設定した。

この緩和策は競技者の操作ミスを防ぐというフルプーフと外的要因によるセンサの誤検知によるご判断を防ぐことにより信頼性を向上するものである。

これにより、ガレージカードの色の正確性が**32%向上**し、障害物パターンの判定による障害物回避が**36%向上**した。

## モデルの構成

### 1. 機能モデル

- (1) ユースケース図でミスユースケースを洗い出し、以下の緩和策を策定した。また、代替処理を検討することにより可用性を向上させた。
  - スラローム板に垂直に進入するために、PID制御によりラインを滑らかにトレースする。
  - 走行体の推定位置のずれを最小にするためラインや障害物を検知することで推定位置を修正する。
  - 事前にガレージカードの色や障害物パターンを入力する。
  - カラーセンサの誤検知を防ぐため、ガレージカードの中心部を検知する。
  - 操作ミスによるご判断を防ぐため、センサでのダブルチェックを行う。
- (2) アクティビティ図で走行動作の流れを確認し、必要な部品、要素を洗い出した。

### 2. 構造モデル

- (1) 洗い出した要素をそれぞれの責務ごとに分け責務表に示した。
- (2) メインとなる2つの走行方法を主軸にし必要な機能を極力一般化した。これにより、無駄なクラスを作成し、システムが複雑化するのを防ぐようにした。

### 3. 振舞いモデル

- (1) 機能モデルで示した機能の流れをシーケンス図で示した。これにより、再度定義した要素に過不足がないか、関連は適切かを確認した。
- (2) 走行制御の切り替えをステートマシン図を用いて示した。各走行シーンの切り替え条件をイベントとした状態遷移を示している。自己位置推定のずれを極力減少させるための処理を詳細に記載した。

### 4. 工夫点

後に続くブロック&ガレージでも点数が稼げるように正確にガレージカードの色を保持することを目指した。また、スラローム後半の障害物パターンを正確に判断することにより障害物を極力回避できるよう目指した。これを実現するため以下の操作を実装した。

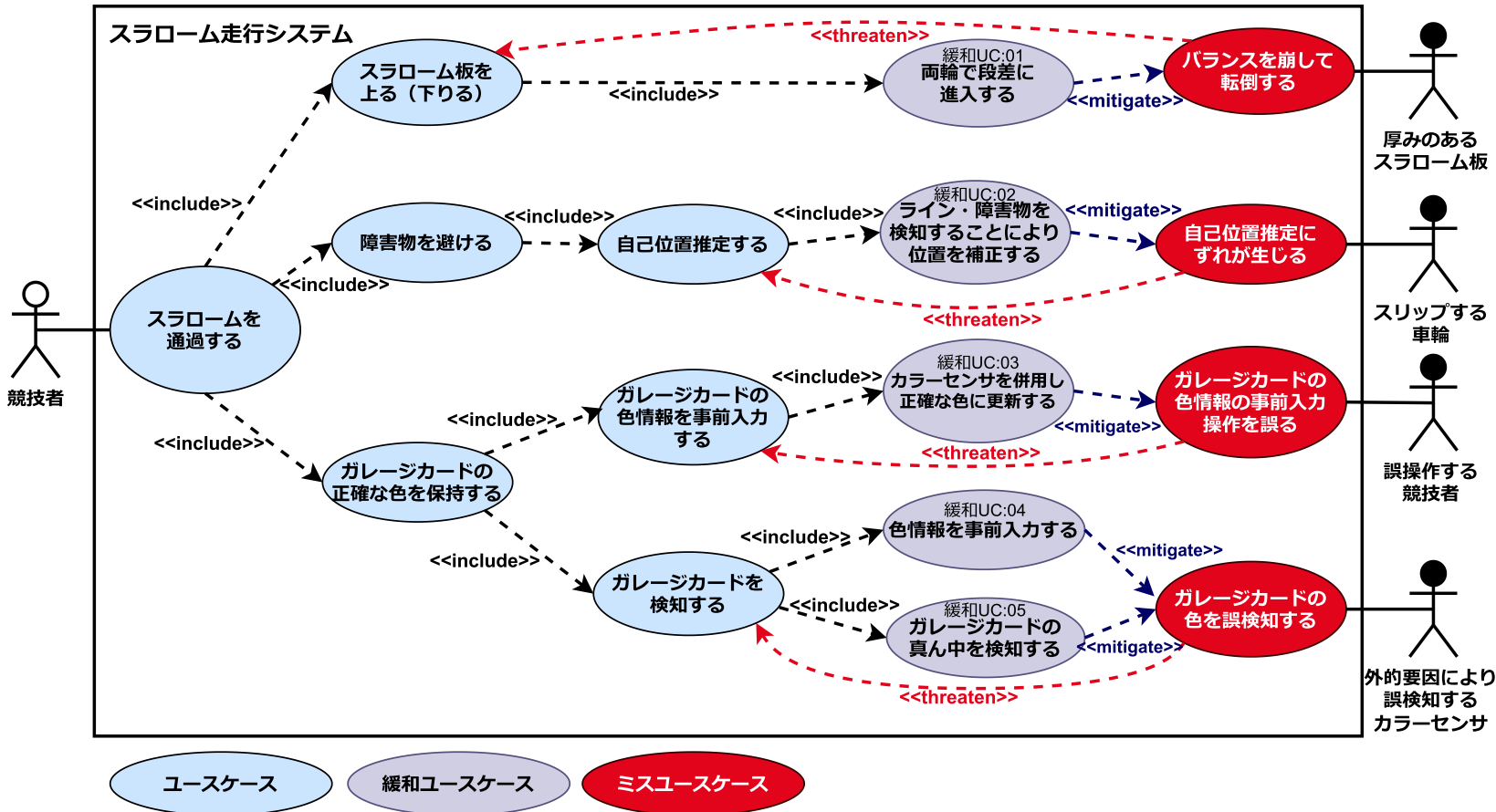
- スタート前に、競技者の目視によるガレージカードの色や障害物パターンをタッチセンサ、走行体のボタンを使用して入力する。
- 競技者の人的操作と各センサによる検知によるダブルチェックをする。

これにより、ガレージカードの色の正確性が**32%向上**し、障害物のパターン判定の正確性が**36%向上**した。よって信頼性が向上した。

1. 機能モデル

(1) ユースケース図

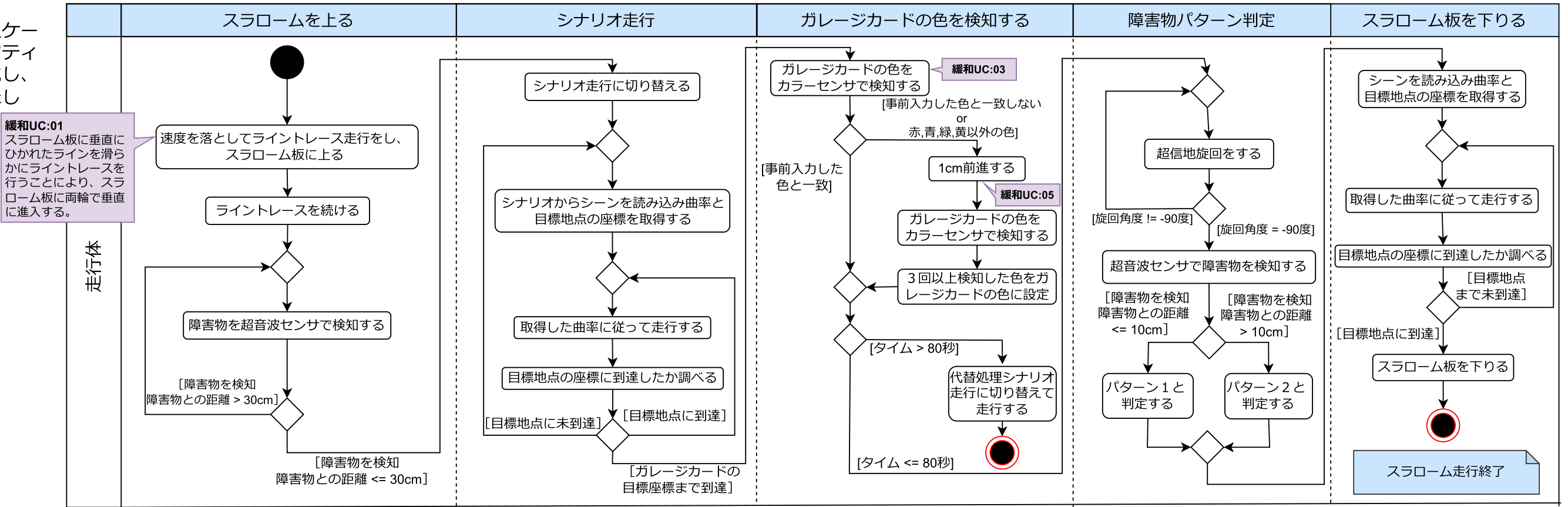
前述戦略を実施するために、必要な機能を抽出しユースケース図にした。また、当該戦略に対する脅威をミスユースケースとして洗い出し、その緩和策についても示した。



ユースケース	スラロームを通過する
概要	走行体は難所の入り口を検知後、スラロームを通過する。その際、スラローム板に上り、障害物を避けながら途中にあるガレージカードの色を検知し、スラローム板から下りるものである。
アクター	競技者
開始条件	走行体が難所の入り口を検知すること
事前条件	走行体が前半コースをゴールしていること
事後条件	走行体がスラローム板を下りていること
基本処理	1. 走行体は、難所の入り口を検知する。 2. 走行体は、速度を落としてライントレースを行う。 3. 走行体は、スラローム板に上る。 4. 走行体は、障害物を超音波センサで検知したらシナリオ走行に切り替える。 5. 走行体は、シーンを読み込む。 6. 走行体は、シーンから取得した曲率で目標地点まで走行する。 7. 走行体は、5及び6の操作を繰り返す。 8. 走行体は、ガレージカードの目標座標に到達した際、ガレージカードの色を検知する。 9. 走行体は、事前に入力したガレージカードの色と検知した色が異なる場合、1cm前進し5回ガレージカードの色をカラーセンサで検知する。 10. 走行体は、3回以上同じ色を判定した場合、ガレージカードの色を検知した色に更新する。 11. 走行体は、ジャイロセンサが-90度を検知するまで超信地旋回を行う。 12. 走行体は、超音波センサで障害物との距離を測定し、10cm未満の場合を障害物パターン1、10cm以上の場合障害物パターン2と判定する。 13. 走行体は、判定した障害物パターンのシナリオからシーンを読み込む。 14. 走行体は、再度5及び6の操作を繰り返す。 15. 走行体は、スラロームを下りる。
代替処理	ガレージカードの色を検知直後の時点で、スタートから80秒を経過していた場合障害物パターンの判定を行わず、代替処理シナリオを読み込み、シナリオ走行を行う。なお代替処理シナリオは、超信地旋回後そのまま直進するものである。これにより最短のルートで走行し、かつ走行ルートにある障害物は1本であることから、最小限の被害でスラロームを通過可能となる。

(2) アクティビティ図

抽出したユースケースをもとにアクティビティ図を作成し、処理の流れを示した。





## 2. 構造モデル

### (1) クラス図

スラローム走行に必要な機能を保守性を高めるためクラスとした。それぞれのクラスに責務が集中しないよう配慮した。そしてこれらのクラスの責務を責務表に示した。

当チームでは、走行方法を中心にクラスを作成した。これにより各クラスの関係や役割を明確にできた。

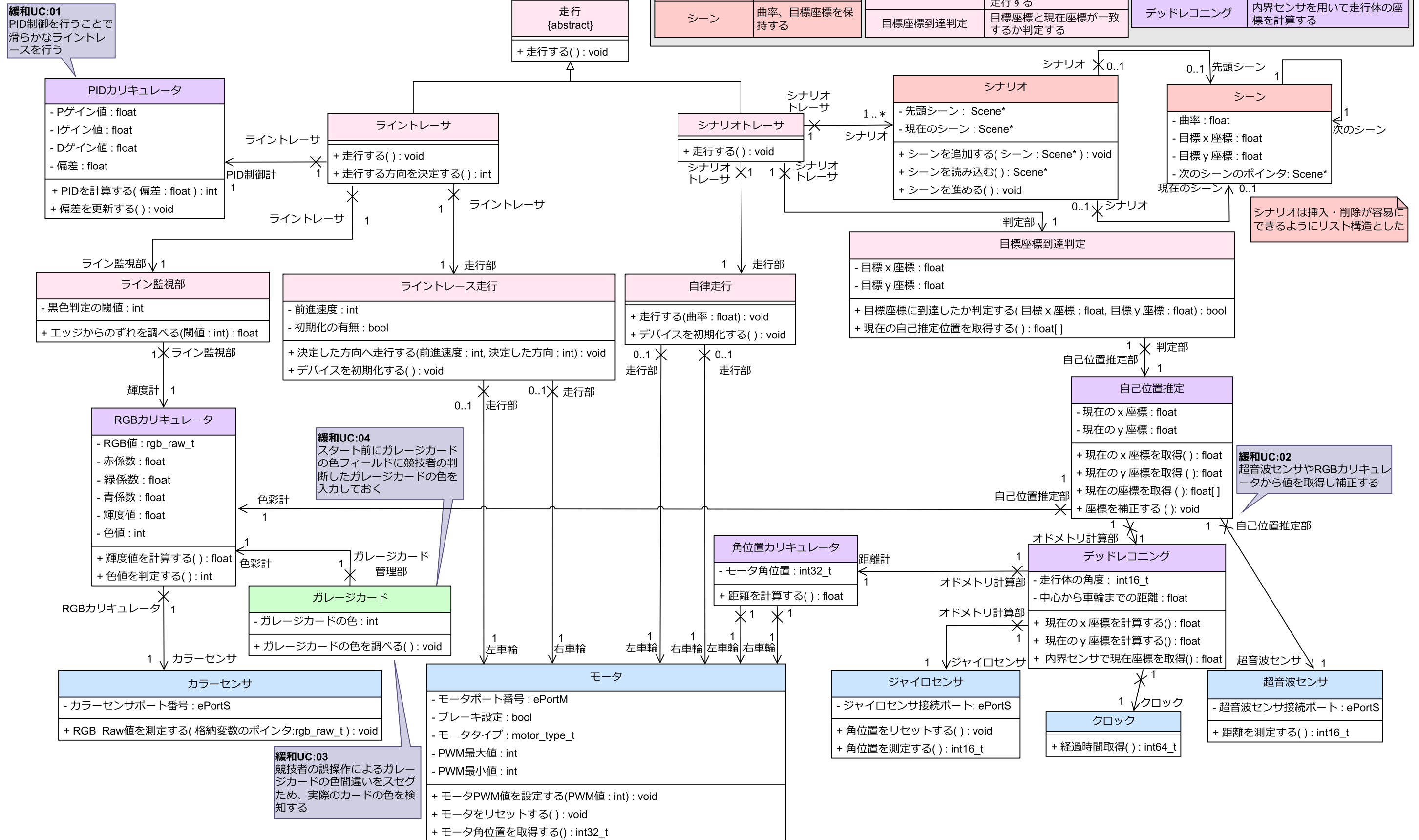
#### クラスの責務表

各クラスの責務についてここに示す。

クラス名	責務
ガレージカード	ガレージカードの色を管理する
シナリオ	シーンの管理をする
シーン	曲率、目標座標を保持する

クラス名	責務
ライントレーサ	走行する方向を決定する
ライン監視部	ライン上かどうか調べる
ライントレース走行	決定した方向へ走行する
シナリオトレース	読込んだシーンに合わせて走行する
自律走行	与えられた曲率に基づいて走行する
目標座標到達判定	目標座標と現在座標が一致するか判定する

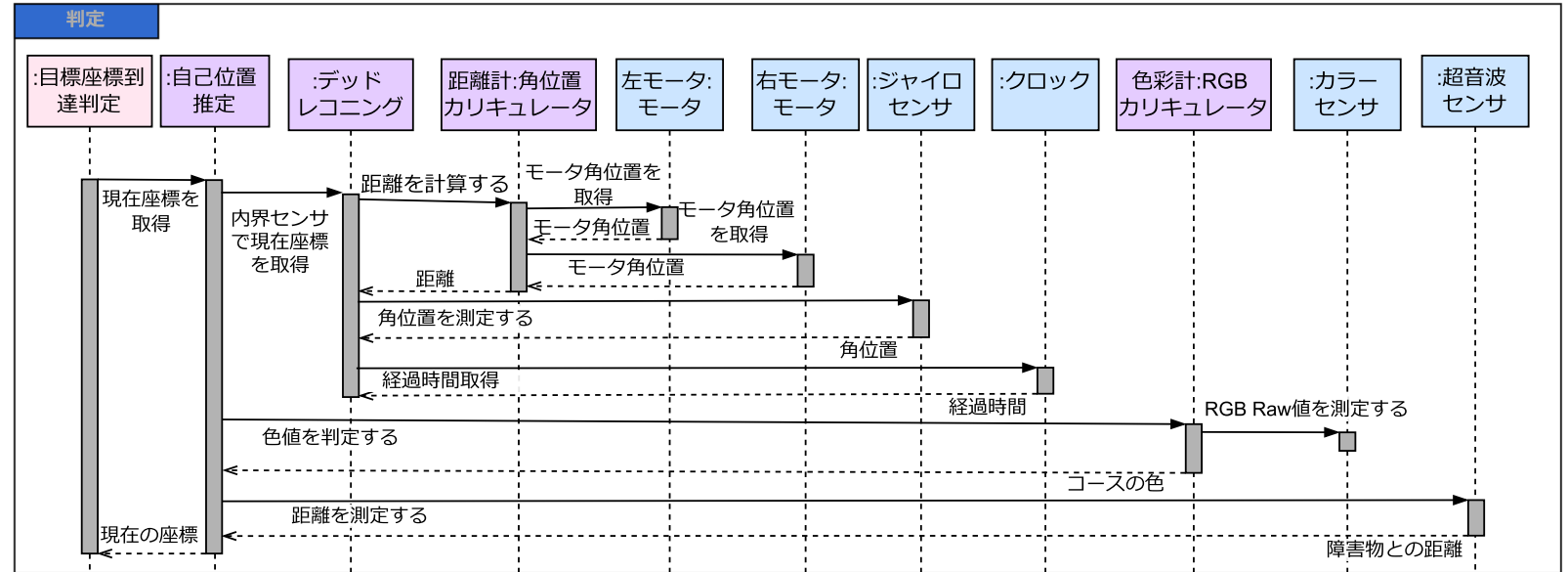
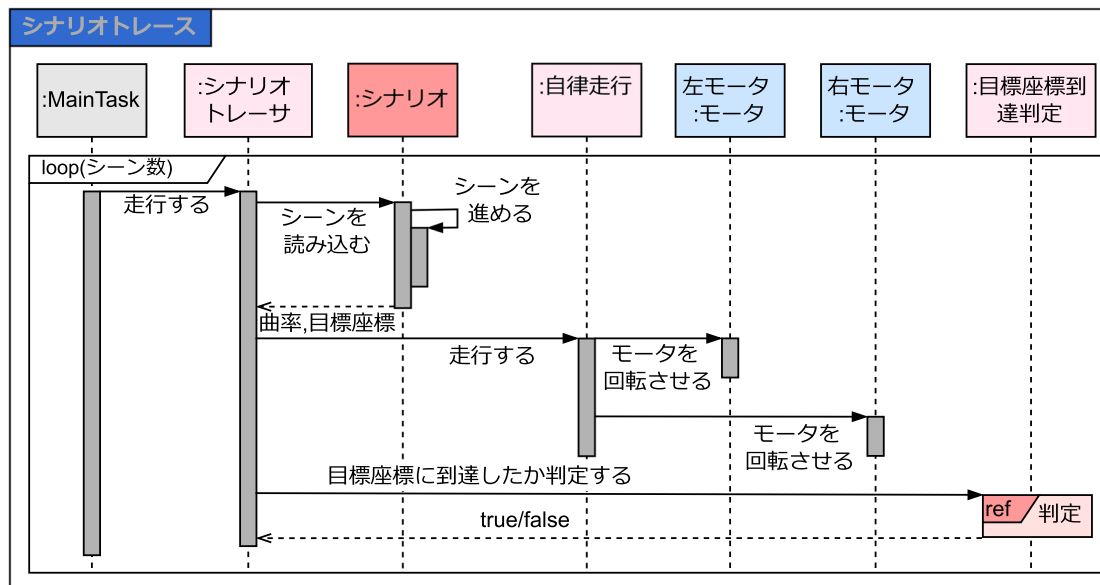
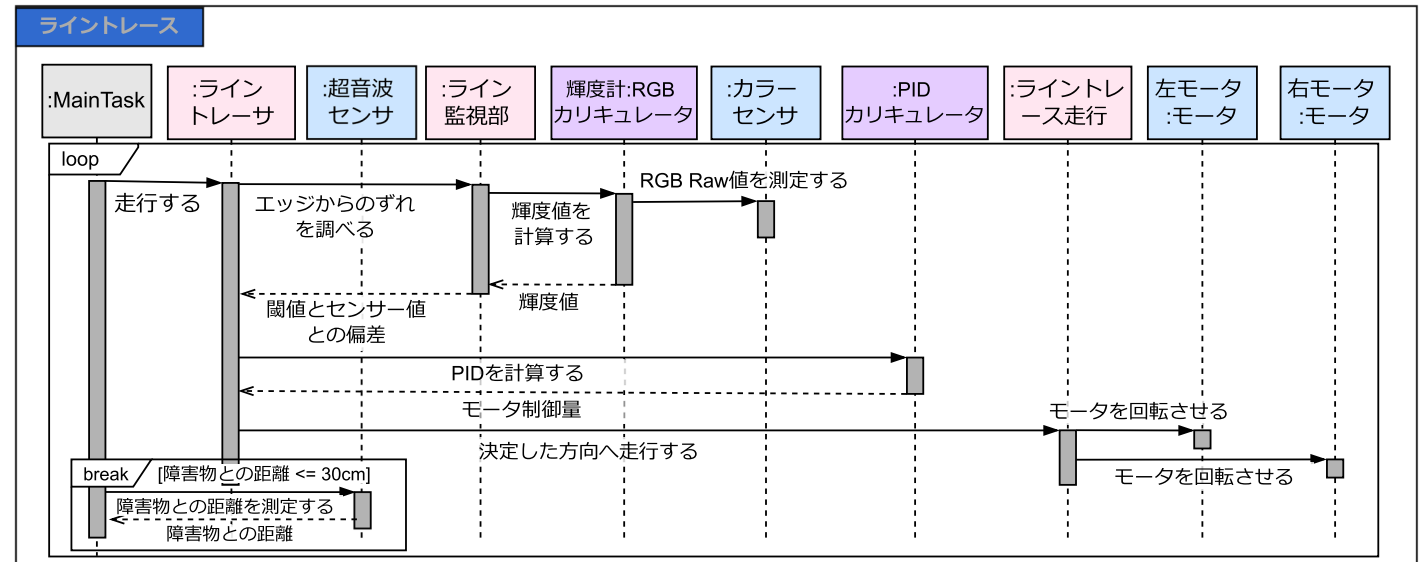
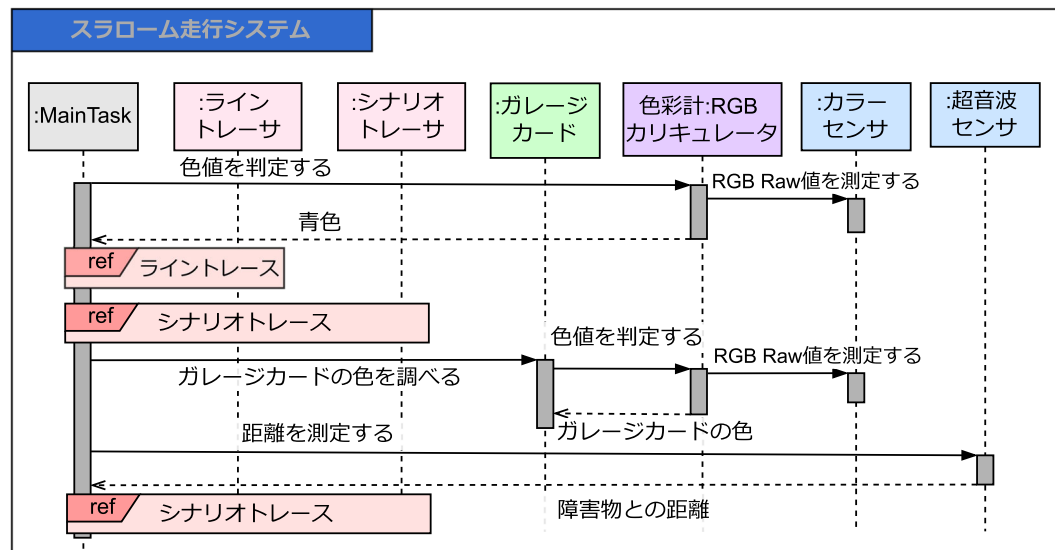
クラス名	責務
PIDカリキュレータ	適切なモータ制御量を計算する
RGBカリキュレータ	カラーセンサから受け取ったRGB Raw値を管理する
角位置カリキュレータ	モータから受け取ったモータ角位置から距離を計算する
自己位置推定	デッドレコニングによって得た座標と外界センサ値を用いて現在の座標を管理する
デッドレコニング	内界センサを用いて走行体の座標を計算する



### 3. 振舞いモデル

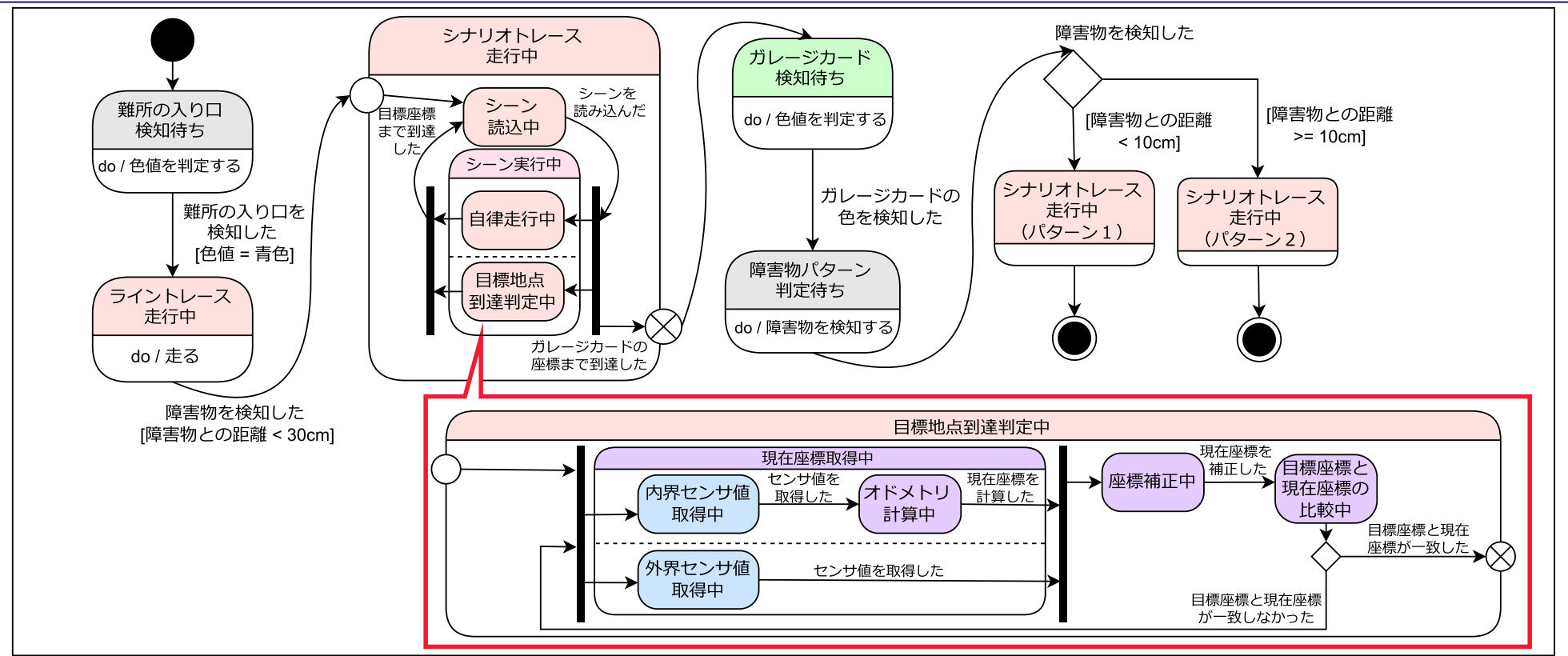
### (1) シーケンス図

スラローム走行の振り  
いをシーケンス図で示  
した。  
なお、代替処理は割愛  
する。



## (2) ステートマシン図

スラローム走行の状態遷移を状態マシン図で示した。

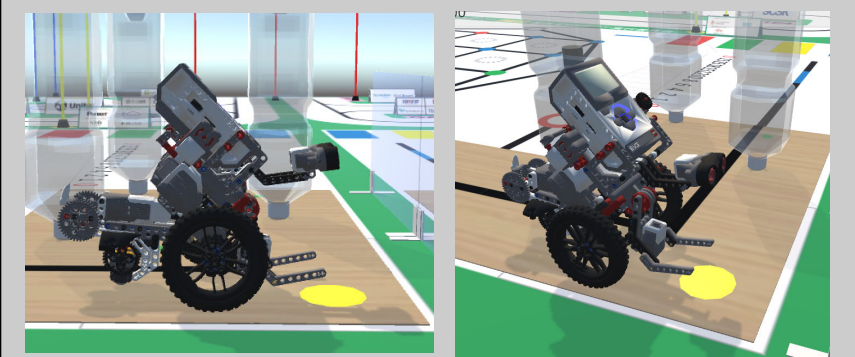


4. 工夫点

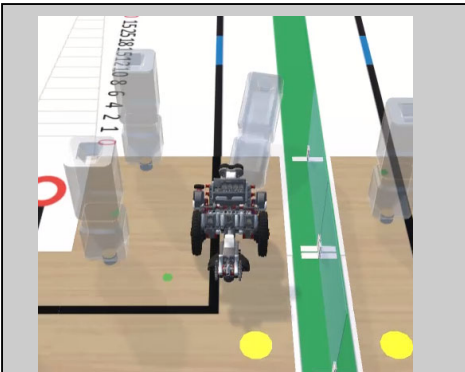
(1) 課題の設定

当チームは、自己位置推定の誤差が生じる結果ガレージカードの色を検知できない位置でガレージカードの色を検知したり、障害物検知の際に超音波が障害物に当たらない位置で検知を始めることに気づいた。自己位置推定を補正するためのセンサの数が少なく、また補正するセンサ事態にも外的要因による誤検知があることから補正にも限界がある。

そこで、確実にガレージカードの色や障害物のパターンを保持するためにはどうすればいいのか考えた。



自己推定位置がずれてガレージカードの色の検知に失敗した走行体



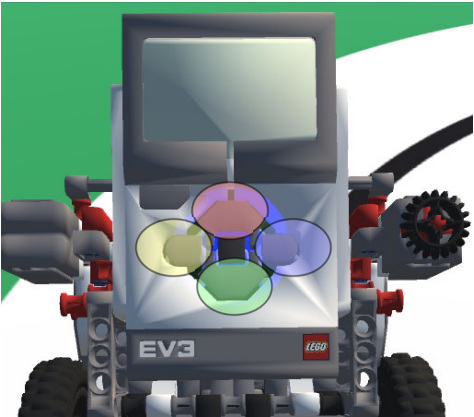
障害物パターンの検知に失敗した走行体

(2) 対策の検討

対策として、考えたのはスタート前にガレージカードの色や障害物パターンを走行体に送ることである。しかし、今大会ではキャリブレーションの後、無線通信デバイスの操作・接触が禁止されているため、リモートスタート時にBluetooth経由でデータを送ることができない。そこで、タッチセンサ及び走行体のボタンを使用することで情報を走行体に保持させる方法考えた。ガレージカードの色4色と障害物パターン2パターンの組み合わせは、4×2の8通りである。タッチセンサを1回ないし4回押すことの4パターンと走行体ボタン上下左右のいずれかを押すことの（以下「事前情報入力操作」という。）4パターンで振り分けることにした。そして、スタート前に該当パターンの事前情報入力操作を行うことにより、あらかじめ走行体にガレージカードの色と障害物パターンの情報を保持させるものである。しかし、人的操作も操作ミスが生じることがある。特に本対策では、タッチセンサを1回ないし4回押すことが想定されており、タッチセンサを押す回数を誤る可能性が高い。そこで、走行中にガレージカードの色や障害物との距離を検知し、事前情報と比較し、検知の状況によってどちらの判断を優先するかを設定することによって信頼性を高めることにした。

事前情報入力操作とガレージカードの色、障害物パターンの組み合わせ表

事前情報入力操作	ガレージカードの色	障害物パターン
タッチセンサを1回押す	赤	1
タッチセンサを2回押す	青	1
タッチセンサを3回押す	緑	1
タッチセンサを4回押す	黄	1
走行体の上ボタンを押す	赤	2
走行体の右ボタンを押す	青	2
走行体の下ボタンを押す	緑	2
走行体の左ボタンを押す	黄	2

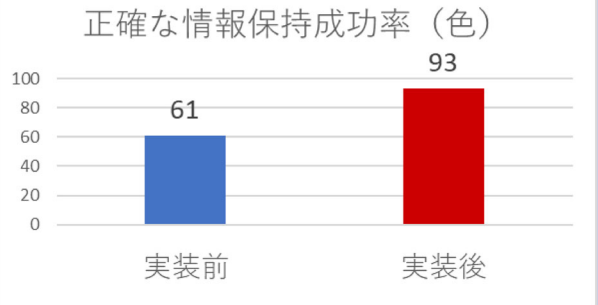


(3) 検証結果

検証の結果以下の通りになった。

ガレージカードの色

100回検証したところ、事前情報入力操作を実装する前は正確な情報の保持率は61%にとどまったのに対し、実装後は93%にまで向上した。よって、事前情報入力操作の実装により信頼性は向上したといえる。

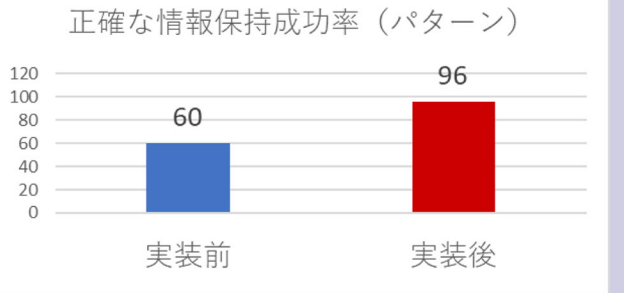


ガレージカードの色	検知した色
黄	茶
緑	緑
黄	黄
赤	赤
緑	茶
黄	黄
赤	茶
緑	緑
緑	青
青	青
：	：

ガレージカードの色	検知した色	事前入力した色
黄	茶	黄
緑	緑	緑
黄	黄	黄
赤	赤	青
緑	茶	黄
黄	黄	黄
赤	茶	赤
緑	緑	緑
緑	青	緑
青	青	青
：	：	：

障害物パターン

100回検証したところ、事前情報入力操作を実装する前は正確な情報の保持率は60%にとどまったのに対し、実装後は96%にまで向上した。よって、事前情報入力操作の実装により信頼性は向上したといえる。



障害物パターン	検知したパターン
1	2
1	1
2	2
1	1
1	2
1	2
1	2
2	2
2	2
2	2
2	2
1	2
1	2
：	：

障害物パターン	検知したパターン	事前入力したパターン
1	2	1
2	2	2
1	1	1
1	1	2
1	2	1
2	2	2
1	2	1
2	2	2
1	2	1
1	1	1
：	：	：