

チーム紹介、目標、意気込み

tcdi 情報技術開発株式会社の
tadaima G3です。

新入社員4人が中心のチームです。

今年の目標は、
モデルの評価B+以上を獲得し、
チャンピオンシップ大会に出場することです！
基本走行も難所も完全攻略します！

どんな試練もチーム一丸となって乗り越え、最高の結果を掴み取ります！



モデルの概要

選択課題…**シーソーを通過する**

基本方針…**完全攻略 & 安全第一**

- ユースケースを実現するために必要な**挙動**は、**走行方法**と**終了判定**で構成されているものとした。そのうち**走行方法**について『**安全第一**』を妨げるリスクを分析した。その結果から『**完全攻略 & 安全第一**』を実現する**走行戦略**を定義した。
- 変更の影響範囲を最小限に抑えつつ、機能拡張が容易である構造モデルを目指し、**挙動**、**走行方法**、**終了判定**をそれぞれ別々のクラスとしてクラス図を作成した。
- 挙動**の実行を制御しているクラスに着目し、その振る舞いをステートマシン図とシーケンス図で表した。また、**挙動**のひとつを取り上げ、**走行方法**と**終了判定**の詳細な振る舞いをシーケンス図で示した。
- リスク回避機能の実装前後で効果を比較し、リスク回避に繋がったことを確認できた。

モデルの構成

タイトル	内容
1. 機能モデル	シーソーを『完全攻略』するための要求分析を行った。 ミスマスケース図で、ユースケースと脅威を抽出し、ユースケースを実現するために必要な挙動を洗い出した。 洗い出した挙動は、走行方法と終了判定で構成されている。そのうち走行方法について、『安全第一』を実現するために、発生しうるリスクを分析し、対策を考案した。 要求分析とリスク分析の結果を総合し、『 完全攻略 & 安全第一 』を実現する走行戦略の定義を行った。
2. 構造モデル	走行戦略を踏まえた構造モデルの設計を行った。 1つの挙動は走行方法と終了判定で構成されており、それぞれ別々のクラスとしてクラス図を作成した。 また、責務や役割毎に、6つのパッケージを定義した。 構造モデルは、変更の影響範囲を最小限に抑えつつ、機能拡張が容易であることを目指した。
3. 振る舞いモデル	クラス図で静的に表現した一連の挙動が、どのように行われているかを示した。 挙動の実行を制御しているシーソー攻略クラスに着目し、その振る舞いをステートマシン図とシーケンス図で表した。 各挙動の走行方法及び終了判定の組み合わせを整理し、その中から具体的な例として「後退する」という挙動について、詳細な振る舞いを示した。
4. 工夫点	機能モデルのリスク分析から導出されたリスク対策機能「ライン復帰」について、実現方法の詳細を示した。 「ライン復帰」機能を実装したことにより、昇段後のライントレースの成功率が向上し、リスク回避に繋がった。

1. 機能モデル

基本方針

完全攻略 & 安全第一

1.1 要求分析

競技規約をもとに、シーソーを『**完全攻略**』し、最大ボーナスタイムを獲得するユースケースを抽出した。同時に、『**安全第一**』を実現するにあたって妨げとなる脅威を抽出した。これらをミユースケース図（図1-1）及びユースケース記述（表1-1）で示す。

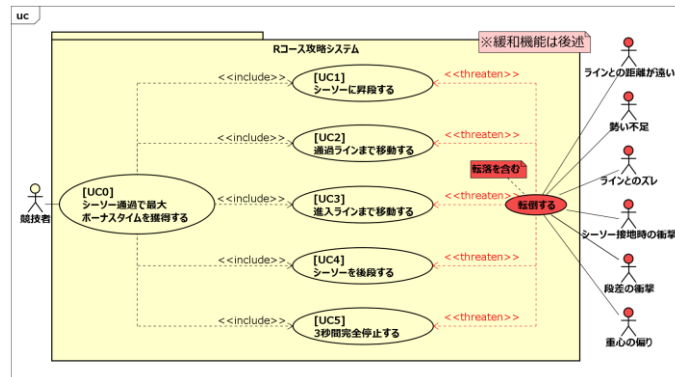


図1-1：「シーソーを通過する」を攻略するミユースケース図

表1-1：「シーソーを通過する」を攻略するユースケース記述

ユースケース名	シーソーにおいて最大ボーナスタイムを獲得する
概要	走行体がシーソーに進出し、通過ライン・進入ライン・通過ラインの順で接地させてから降段し、着地エリアで完全停止する
アクター	競技者
事前条件	走行体がシーソーの進入ラインに向かってライントレースしている
トリガー	走行体が灰色を検知する
基本フロー	UC1 シーソーに進入するまで前進する UC2 通過ラインが接地するまで前進する UC3 進入ラインが接地するまで後退する UC4 シーソーを通過するまで前進する UC5 着地エリアで3秒間完全停止する
代替フロー	Alt-1: UC5で、3秒間経過が検知できなかった時 1. システムは完全停止を継続する
例外フロー	Ex-1: 基本フローの途中で転倒した時 1. システムはこのユースケースを中止する
事後条件	最大ボーナスタイムを獲得している
備考	完全停止とは、走行体に接続されている全てのモータが回っていない状態

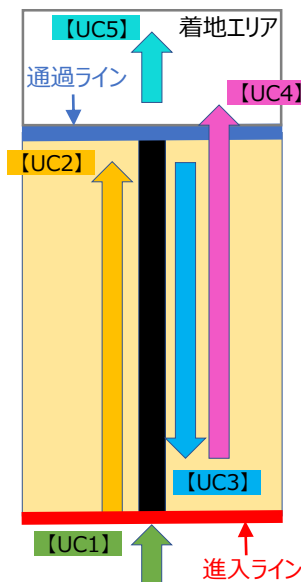


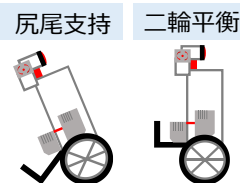
図1-2：基本フローの動作イメージ

基本フローを実現するために必要な挙動と、その際の走行方法及び走行姿勢について、下表1-2のとおり洗い出し、これを**走行戦略**とした。

表1-2：基本フローに基づく走行戦略

基本フロー	UC1	UC2	UC3	UC4	UC5
挙動	UC1-1.昇段する	UC2-1.前進する	UC3-1.後退する	UC4-1.降段する	UC5-1.停止する
説明図					
走行方法	ライントレース（シーソー左右両端から転落しないよう、シーソー中央を走行するため）				停止
走行姿勢	二輪平衡	尻尾支持	尻尾支持	二輪平衡	尻尾支持

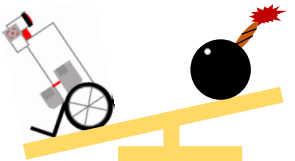
走行体の姿勢を**尻尾支持**と**二輪平衡**の2つに分けた。（右イラスト）倒立振り子では、姿勢安定のために行う前後動作を制御できない等の潜在的なリスクがあるため、シーソー上での姿勢については、**基本的に尻尾支持**とした。ただし、尻尾が段差に引っかかるリスクがあるため、**昇降段時は二輪平衡**とした。



tadaima G3

選択課題

シーソーを通過する



1.2 リスク分析

「シーソーを通過する」を攻略するために、走行戦略（表1-2）で示した挙動に求められる機能を定義した結果、各挙動は**走行方法**に加え、それをいつまで行うのかという**終了判定**の2つで構成されていることが分かった。その上で、基本方針である『**安全第一**』を実現するために、ミユースケース図（図1-1）で挙げた「**転倒する**」という脅威に着目したリスク分析と、その対策の検討を行った。（図1-3）※リスク対策は回避、軽減、受容、転嫁の観点から行ったが、今回は**回避**、**軽減**の二つが抽出された。

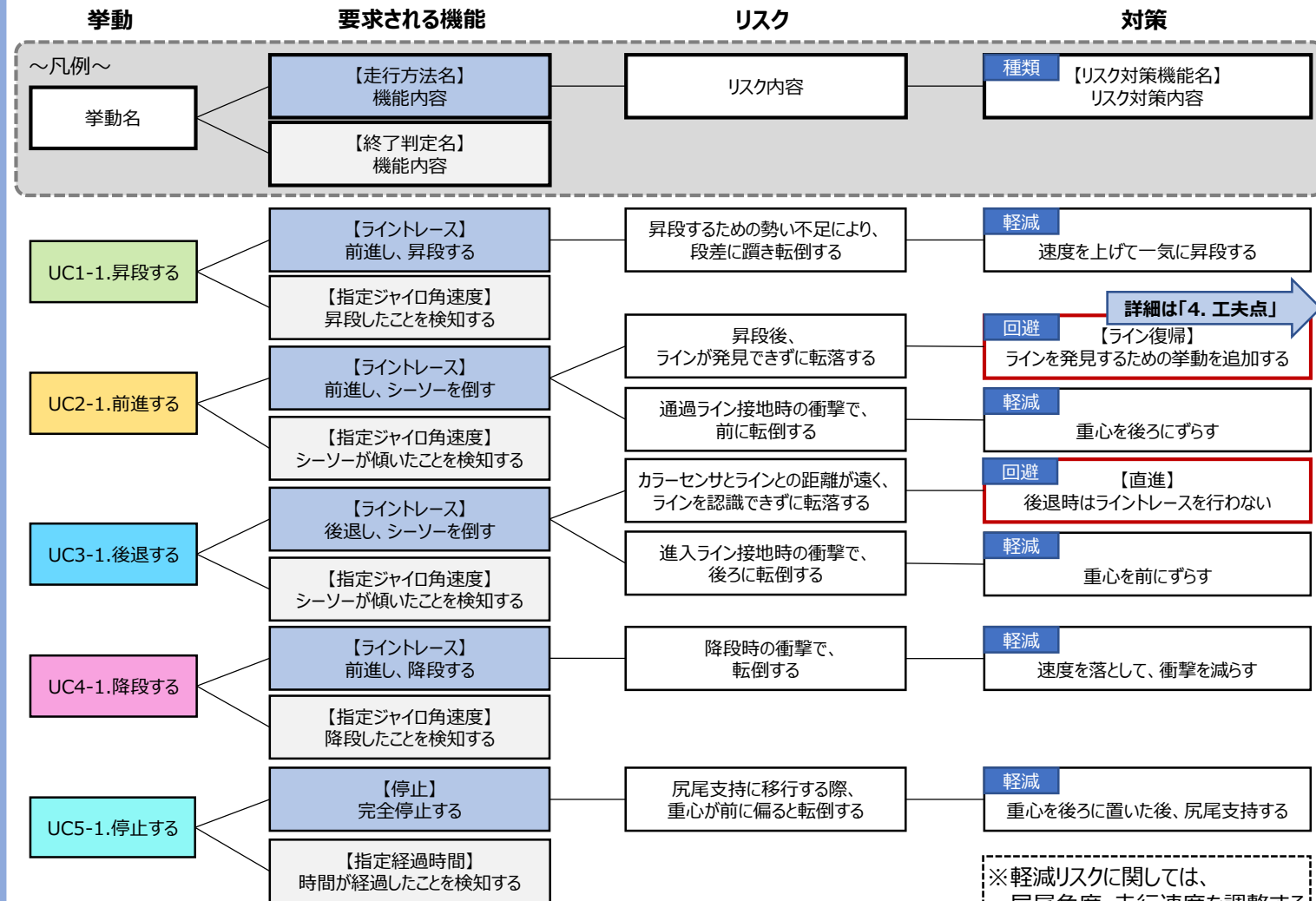


図1-3：リスク分析マップ

Point!!

リスク分析結果を踏まえ、『**安全第一**』を実現するために、「ライン復帰する」という挙動と、「直進」という走行方法を走行戦略（表1-2）に取り入れた。また、各挙動における走行方法及び終了判定も併せ、これを**新走行戦略**（表1-3）として再定義する。

「ライン復帰する」は実際には複数の挙動で構成されるので、詳細は「4. 工夫点」で示す。

表1-3：リスク分析に基づく新走行戦略

直前の挙動（UC3-1）で、ラインを見失う可能性があるため、ライン復帰する必要がある。

基本フロー	UC1	UC2		UC3	UC4		UC5
挙動	UC1-1.昇段する	UC2-1.ライン復帰する	UC2-2.前進する	UC3-1.後退する	UC4-1.ライン復帰する	UC4-2.降段する	UC5-1.停止する
説明図							
走行方法	ライントレース	ライン復帰	ライントレース	直進	ライン復帰	ライントレース	停止
終了判定	指定ジャイロ角速度	指定輝度値	指定ジャイロ角速度	指定ジャイロ角速度	指定輝度値	指定ジャイロ角速度	指定経過時間
走行姿勢	二輪平衡	尻尾支持	尻尾支持	尻尾支持	尻尾支持	二輪平衡	尻尾支持

New

New

2. 構造モデル

2.1 設計方針

「1. 機能モデル」で、要求分析とリスク分析を行った結果を用い、構造の検討を行った。

「1.2 リスク分析」で述べたように、1つの挙動は**走行方法**と**終了判定**で構成されており、それを実現する構成になっている。変更時の影響範囲を最小限に抑えつつ、機能の追加をしやすい設計を目指した。

2.2 パッケージ構成

責務や役割毎に6つのパッケージを定義した。

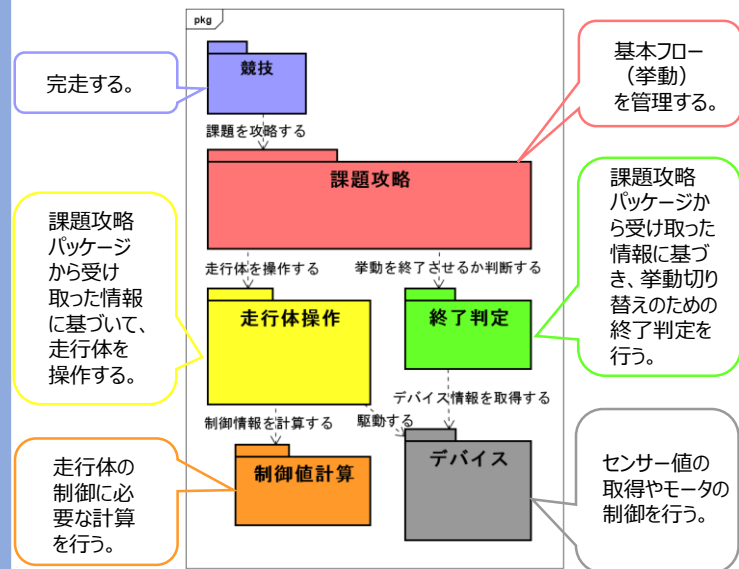


図2-1：「シーソーを通過する」におけるパッケージ図

2.4 インスタンス関係

挙動実行時のインスタンス関係を分かりやすく示すために
オブジェクト図を用いる。
例として、挙動「UC3-1. 後退する」を取り上げる。

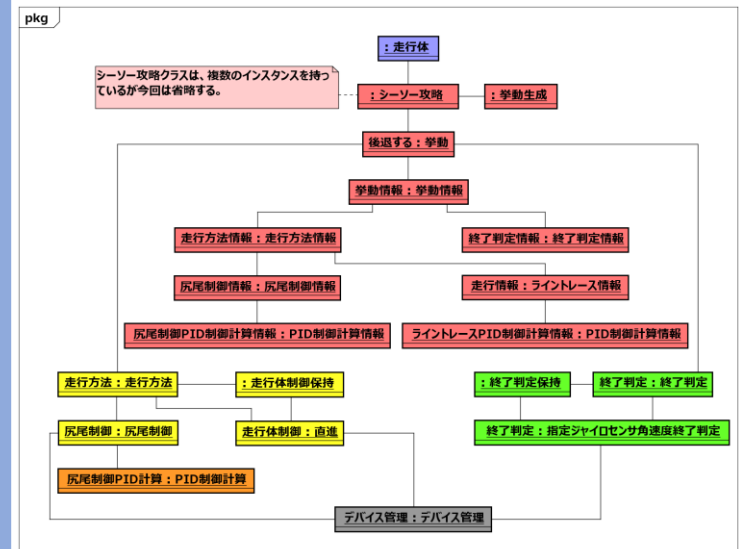


図2-3：「UC3-1. 後退する」実行時におけるオブジェクト図

tadaima G3

選擇課題

シーソーを通過する

2.3 クラス構造

基本方針である『**完全攻略&安全第一**』を実現するためのクラス構造をクラス図（図2-2）で示す。

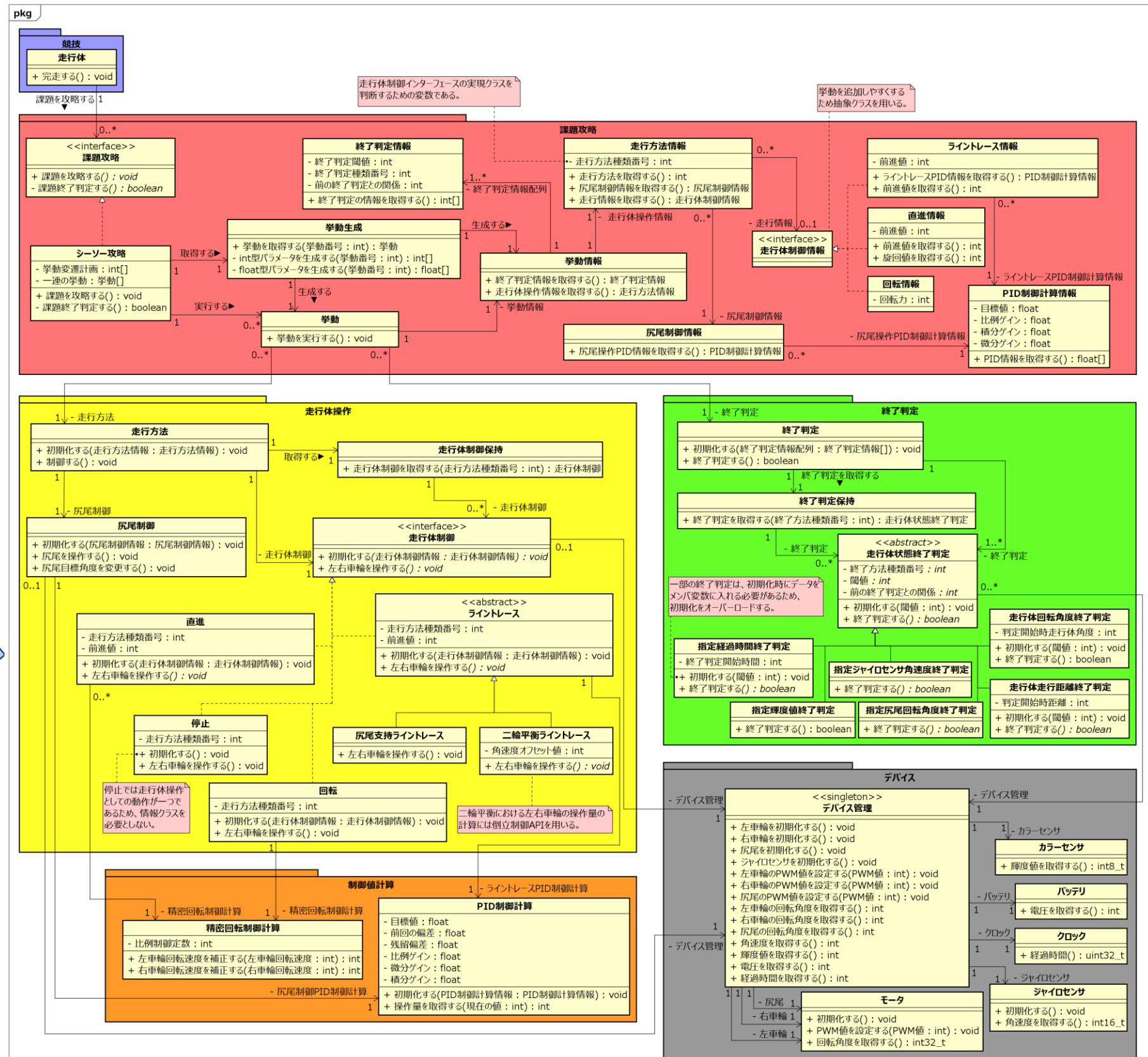


図2-2：「シーソーを通過する」におけるクラス図

3. 振る舞いモデル①

3.1 シーソー攻略クラスの振る舞い

「1. 機能モデル」で示した新走行戦略（表1-3）は、複数の挙動を順番に実行することによって実現する。
「2. 構造モデル」のクラス図（図2-2）において、挙動の実行を制御しているクラスはシーソー攻略クラスである。
シーソー攻略クラスの属性である挙動の振る舞いを、右記のステートマシン図（図3-1）に示す。
また、その挙動がどのように実行されているのかをシーケンス図（図3-2）に示す。

表1-3：リスク分析に基づく新走行戦略（再掲載）

基本フロー	UC1	UC2		UC3	UC4		UC5
挙動	UC1-1.昇段する	UC2-1.ライン復帰する	UC2-2.前進する	UC3-1.後退する	UC4-1.ライン復帰する	UC4-2.降段する	UC5-1.停止する
説明図							
走行方法	ライントレース	ライン復帰	ライントレース	直進	ライン復帰	ライントレース	停止
終了判定	指定ジャイロ角速度	指定輝度値	指定ジャイロ角速度	指定ジャイロ角速度	指定輝度値	指定ジャイロ角速度	指定経過時間
走行姿勢	二輪平衡	尻尾支持	尻尾支持	尻尾支持	尻尾支持	二輪平衡	尻尾支持

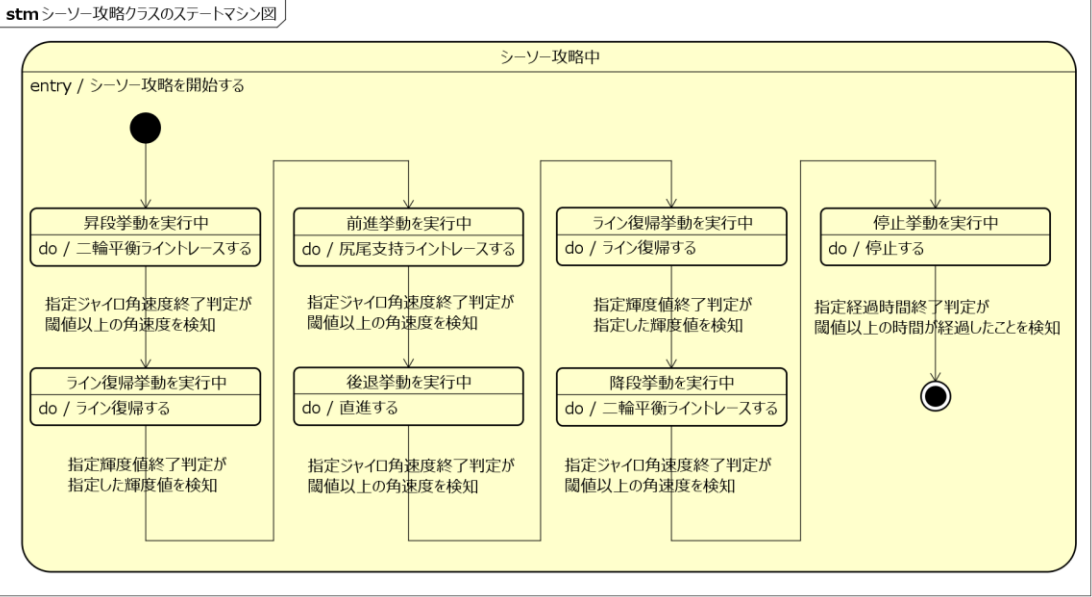


図3-1：シーソー攻略クラスのステートマシン図

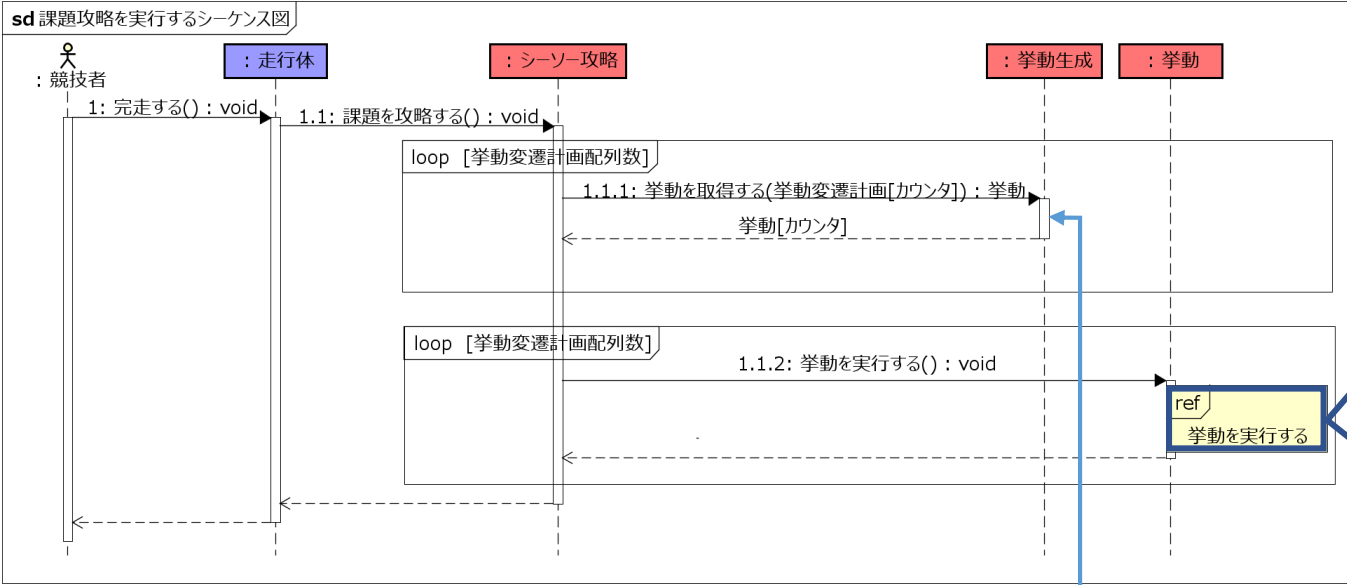


図3-2：課題攻略を実行するシーケンス図

各挙動で実行する走行方法及び終了判定は、それぞれ走行方法種類番号と終了判定種類番号で管理している。
挙動と種類番号の対応を表3-1に示す。
※ライン復帰に関しては「4. 工夫点」で触れるため省略する。

引数で取得した挙動番号と合致する挙動情報を生成し、それをういて挙動を生成し、返却する。

「3. 振る舞いモデル②」では、UC3-1に着目する

表3-1：挙動と種類番号の組み合わせ

	種類番号	機能名	UC1-1	UC2-2	UC3-1	UC4-2	UC5-1
走行方法	1	二輪平衡ライントレース	○			○	
	2	尻尾支持ライントレース		○	○		
	3	停止					○
終了判定	1	指定ジャイロ角速度	○	○	○	○	
	2	指定経過時間					○

受け取った走行方法情報をもとに、走行方法を初期化する。
走行方法情報に含まれている各情報を必要なクラスに引き渡し、実際に動かす準備をする。

受け取った終了判定情報をもとに、終了判定を初期化する。
終了判定情報に含まれている終了判定種類番号をもとに適切な終了判定を準備し、1つ以上の終了判定を行うための準備をする。

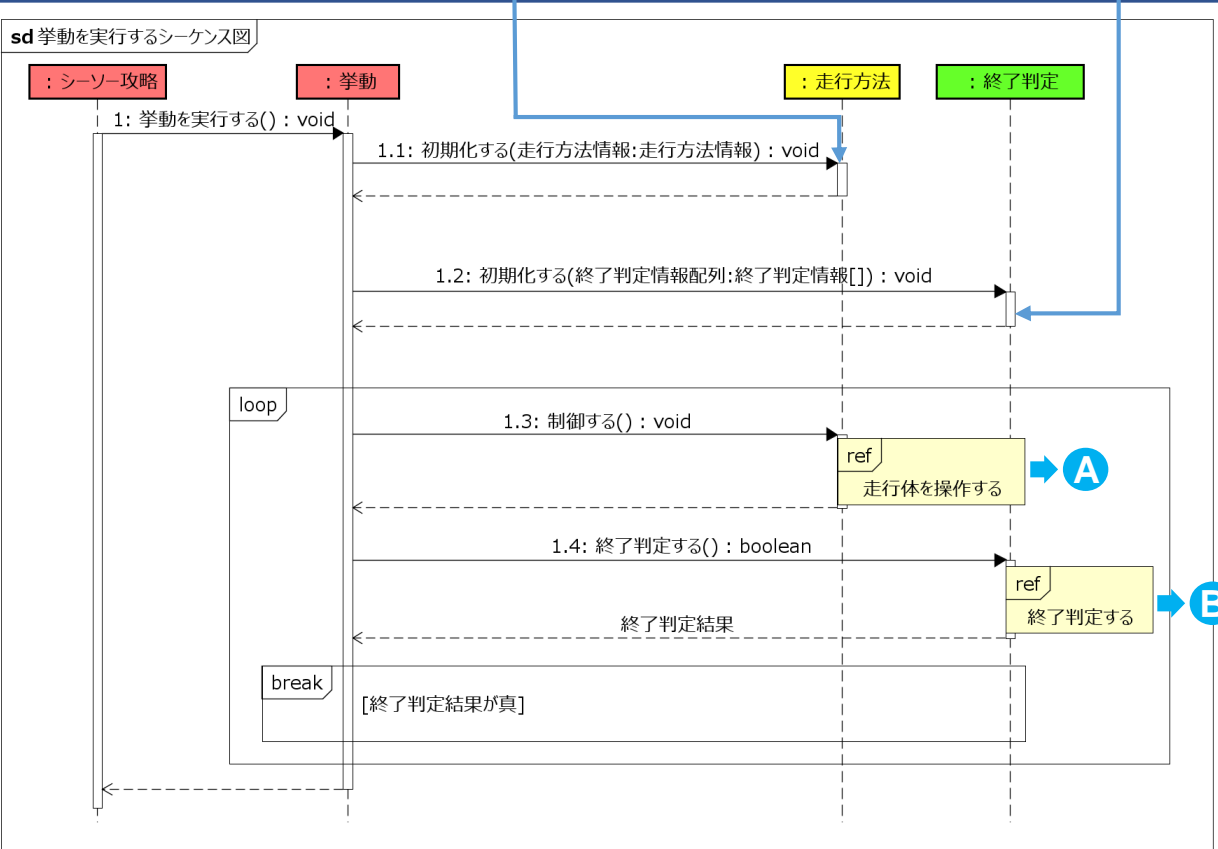


図3-3：挙動を実行するシーケンス図

4.1 ラインを見つけるには ←「1. 機能モデル」より

走行中、シーソーの左右両端から転落するというリスクを軽減するためにラインレースを行っているが、ラインレースを行うためには、シーソー上で**確実にラインを見つける必要がある**。
ラインを見つけるために必要となる一連の動きを「**ライン復帰**」と定義し、ライン復帰における挙動を下表4-1に示す。

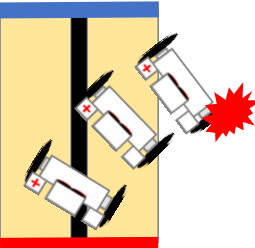


図4-1：左右両端からの転落図

表4-1：ライン復帰における挙動と機能

挙動	1.左回転する	2.前進する	3.後退する	4.右回転する	5.前進する	6.後退する
説明図						
走行方法						
終了判定1	回転角度	走行距離	走行距離	回転角度	走行距離	走行距離
終了判定2	指定輝度値					
走行姿勢	尻尾支持					
備考	ライン復帰は、挙動1から6を2セット繋げたもので構成されている。2セット目は1セット目より搜索範囲を広げるため、前進・後退する距離を延ばす。終了判定1と2の関係はORであるため、指定輝度値終了判定が真だった場合、ライン復帰の挙動すべての終了判定も真となるため、ライン復帰の動きが終了する。					

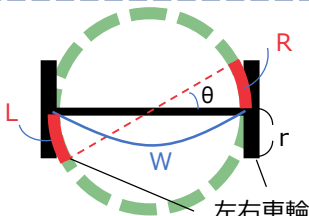
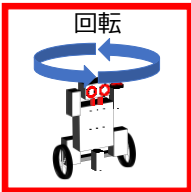


図4-2：参考図

走行方法



右車輪の走行距離 R[mm]
左車輪の走行距離 L[mm]
車輪間の距離 W[mm]
車輪の半径 r[mm]

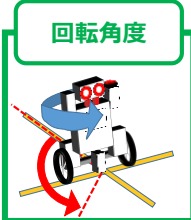
挙動1及び4の左右回転に関して、回転角度を大きくすぎると、シーソーから転落してしまうリスクがある。走行体が回転した**角度θ**を算出するための計算式は、

回転角度 $\theta_{rad} = \frac{R-L}{W}$

回転角度を指定する際、radよりもdegの方が競技者にとって明瞭なため、単位変換する。 $2\pi r = 360^\circ$ より

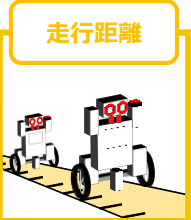
回転角度 $\theta_{deg} = \frac{180}{\pi} \times \theta_{rad} = r \times \frac{R-L}{W}$

終了判定



回転角度

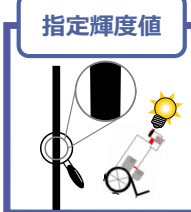
指定した**回転角度**と、モータ角位置を基に導き出した**回転角度**が一致したことを判定する。



走行距離

指定した**走行距離**と、モータ角位置を基に導き出した**走行距離**が一致したことを判定する。

モータの個体差等により、導き出した値と実際の値の間には誤差が生じる



指定輝度値

指定した**目標輝度値**と、カラーセンサが取得した値が一致したかどうかを判定する。指定する**目標輝度値**に関しては、黒色ライン中央の値とする。

4.2 効果測定

ライン復帰の導入前後で、UC2の成功率の変化を測定し、結果を右図（図4-3）にまとめた。テスト環境は、以下のとおりである。

テスト環境

- 2018年度レプリカコース
- 室内でスタイロフォームを敷いて行う
- 電圧：7900~8300[mV]
- 実験回数：20回
- 時間帯：09:00~11:00
- 外乱光：蛍光灯、外からの光

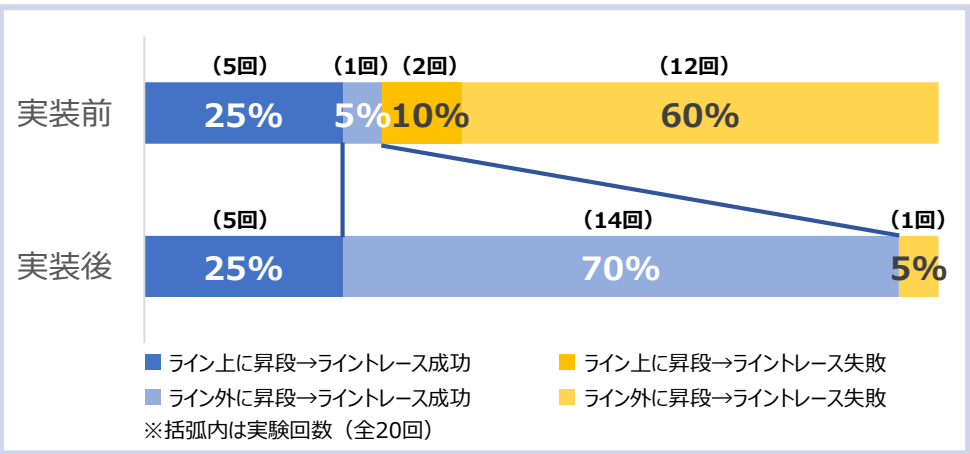


図4-3：ライン復帰導入前後におけるUC2の成功率の比較

～結論～

実験結果より、ライン復帰の導入前後で、ラインレース**成功率が30%から95%へ向上した**ことが分かる。昇段後のライン復帰を導入することによって、**走行体はほぼ確実にラインレースを行うようになった**。失敗した1回については、回転角度・走行距離の誤差によるものが原因と想定しており、この問題は補正を行うことによって、精度を高めることができる。従って、走行中にシーソーの左右両端から転落するという**リスクを回避することができた**。

