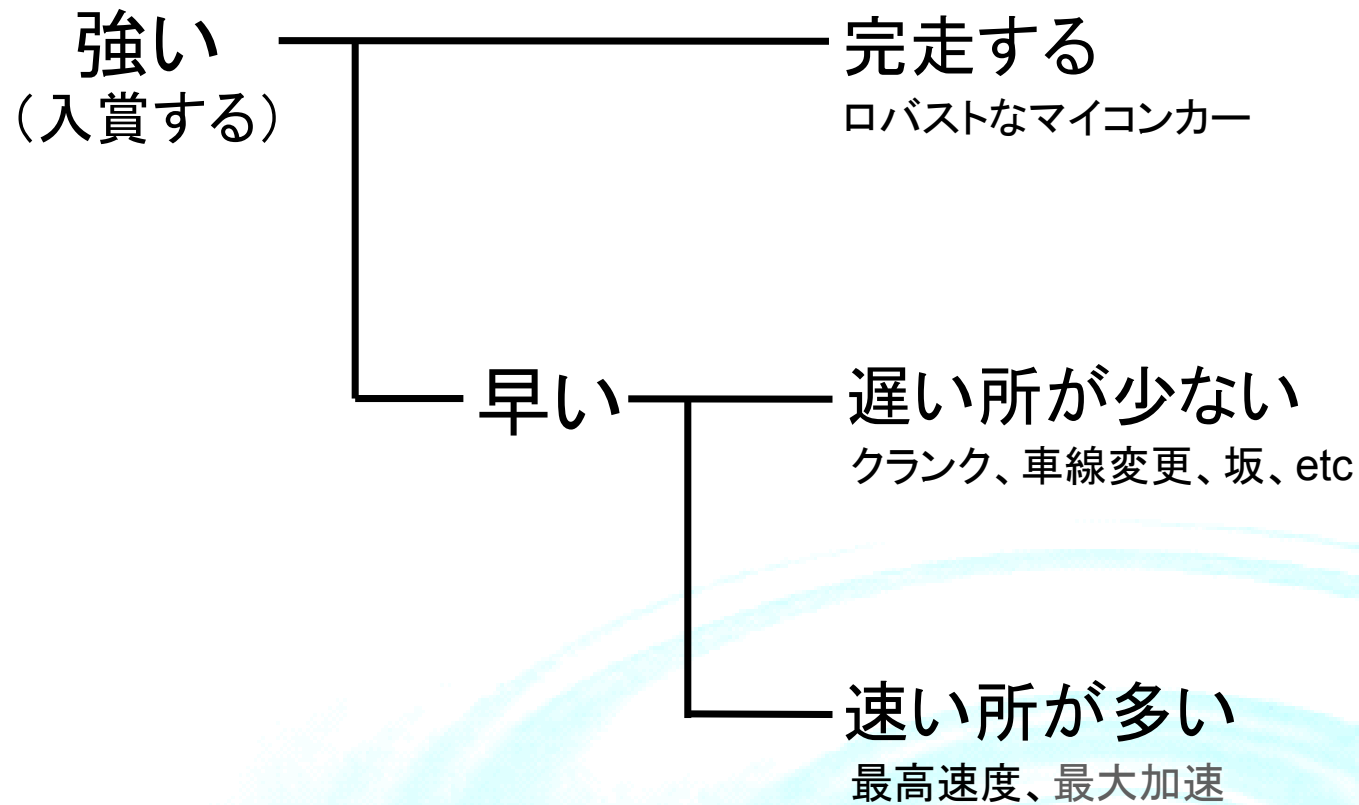


だいたい走るマイコンカーの制御方法

徳永 弦久

強いロボットとは何か



テーマ

だいたい走るマイコンカーの制御方法

早そうに見えなくても、そこそこのタイムを出す

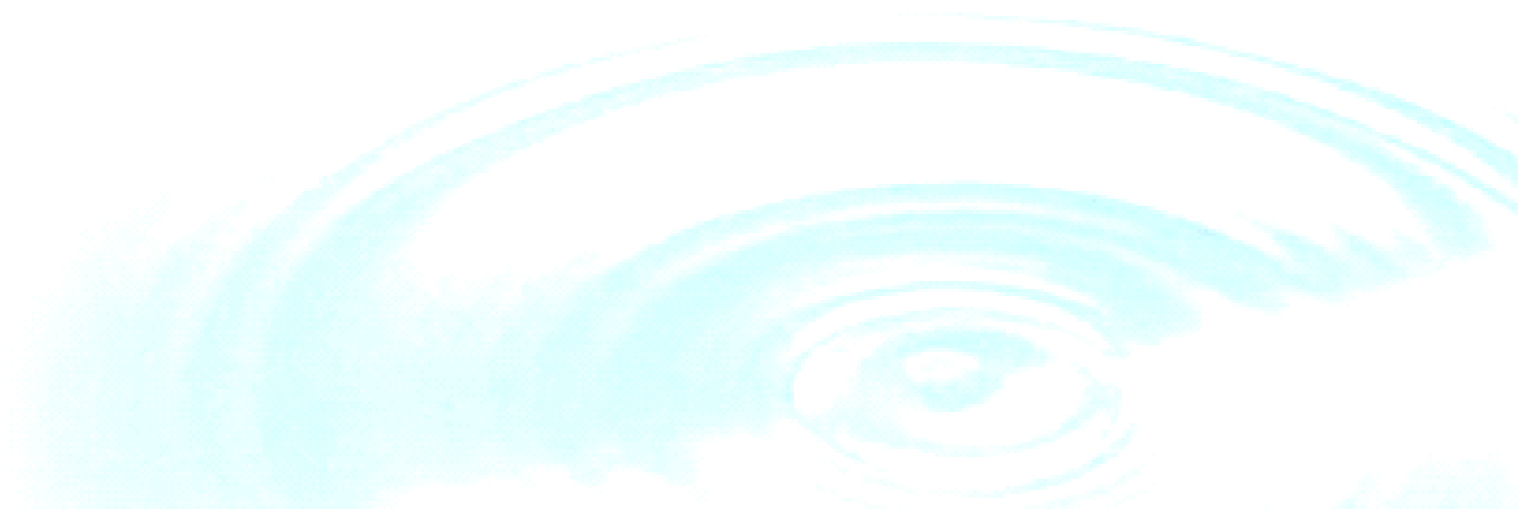
タイムロスの要因とその対処

- － クランク
- － セッションの繋ぎ
- － 坂道

タイムロスの減らし方

タイムロスの減らし方

- クランク
- セッションの繋ぎ
- 坂道

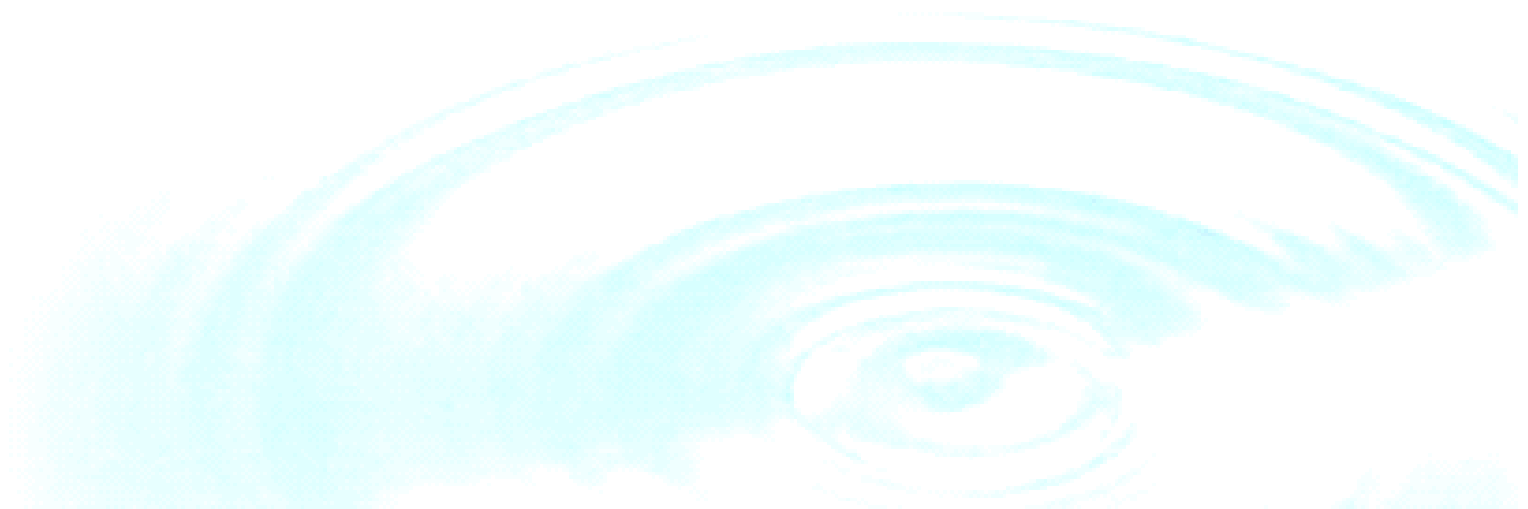


クランクの走り方

クロスライン検出後、マイコンカーは減速走行をする

→クロスラインからクランクまでの距離が長いほどタイムロス

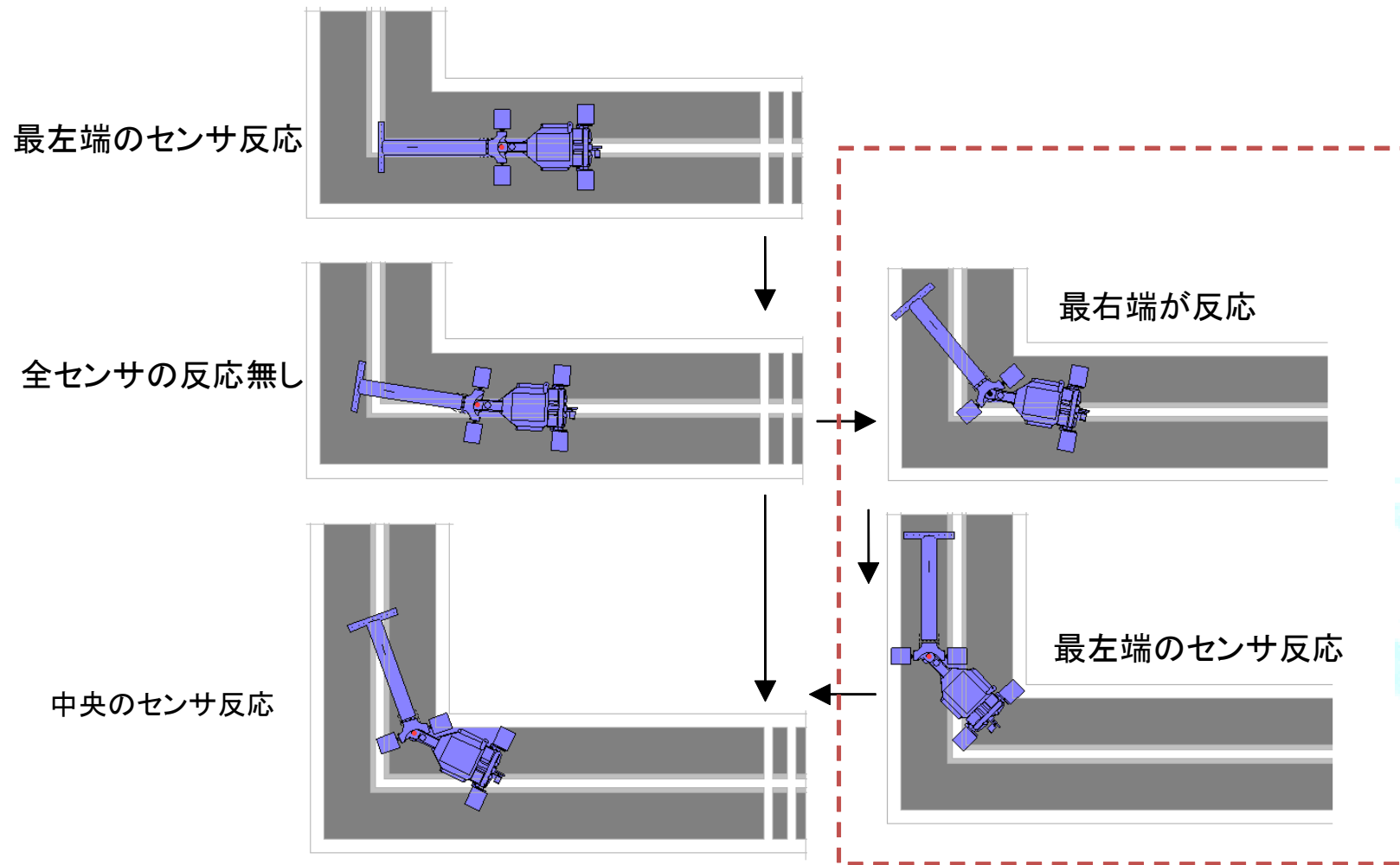
→進入速度は可能な限り早くしたい



クランクの走り方:ロジック

・クランク走行の流れ(1/2)

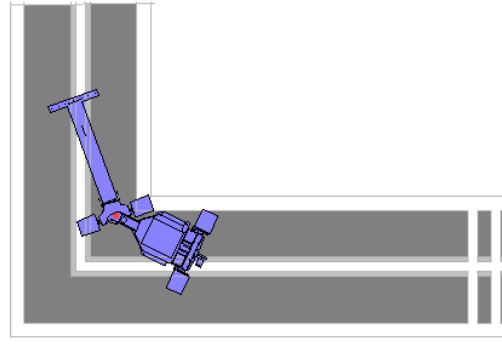
ロジックおさらい



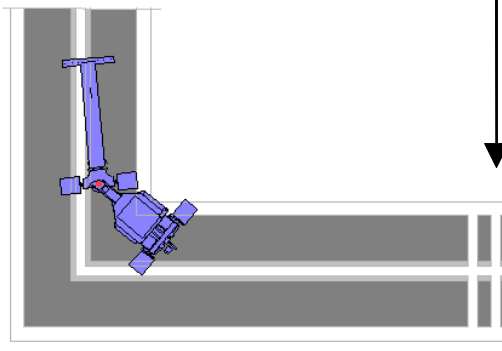
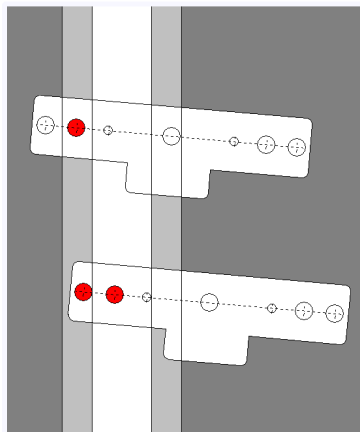
クランクの走り方:ロジック

・クランク走行の流れ(2/2)

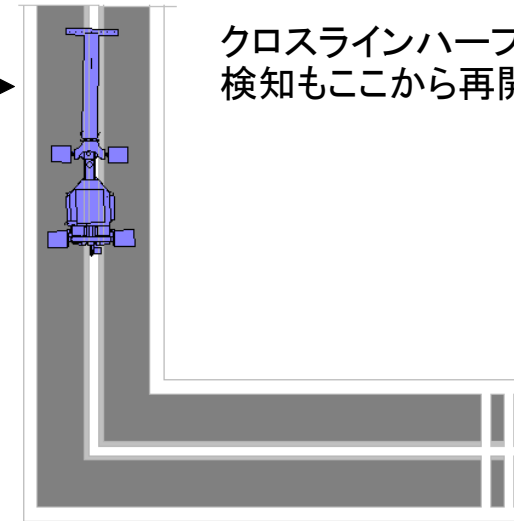
中央のセンサ反応



左側センサが反応したら、
トレース再開



クロスラインハーフライン
検知もここから再開

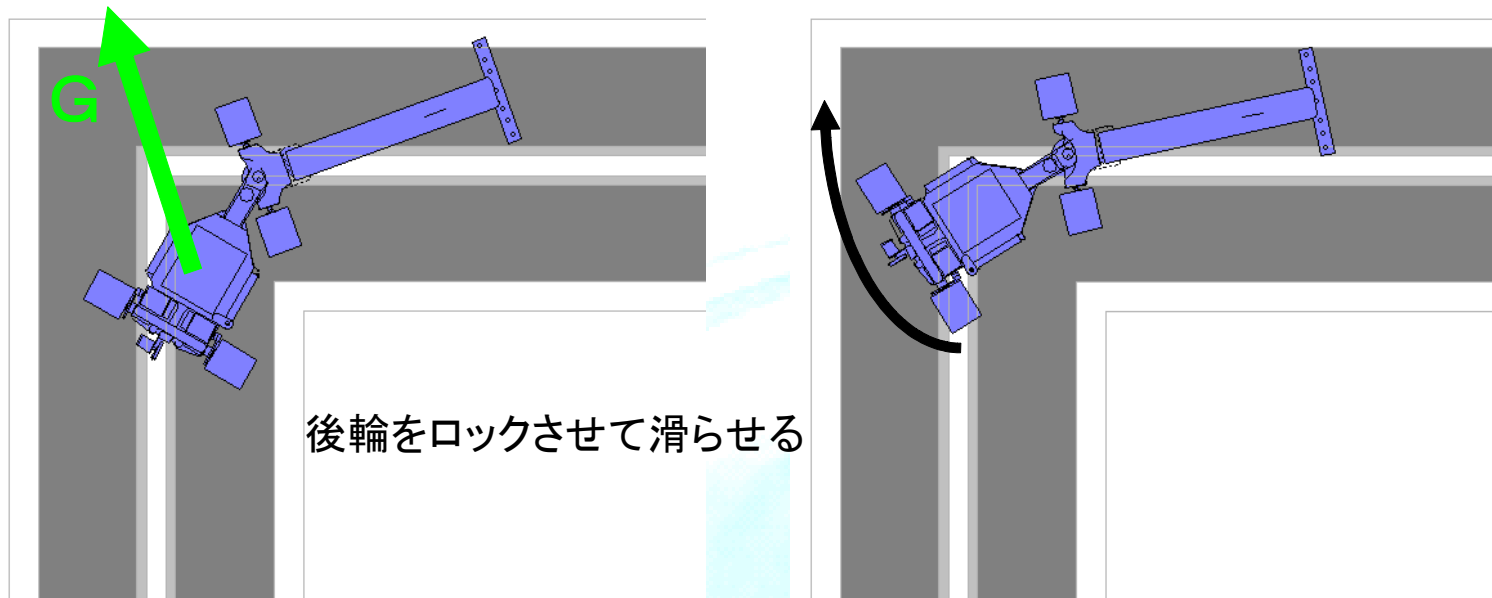


クランクの走り方

3.5m/sで突っ込むクランクの走り方

考え方は**サイドターン**

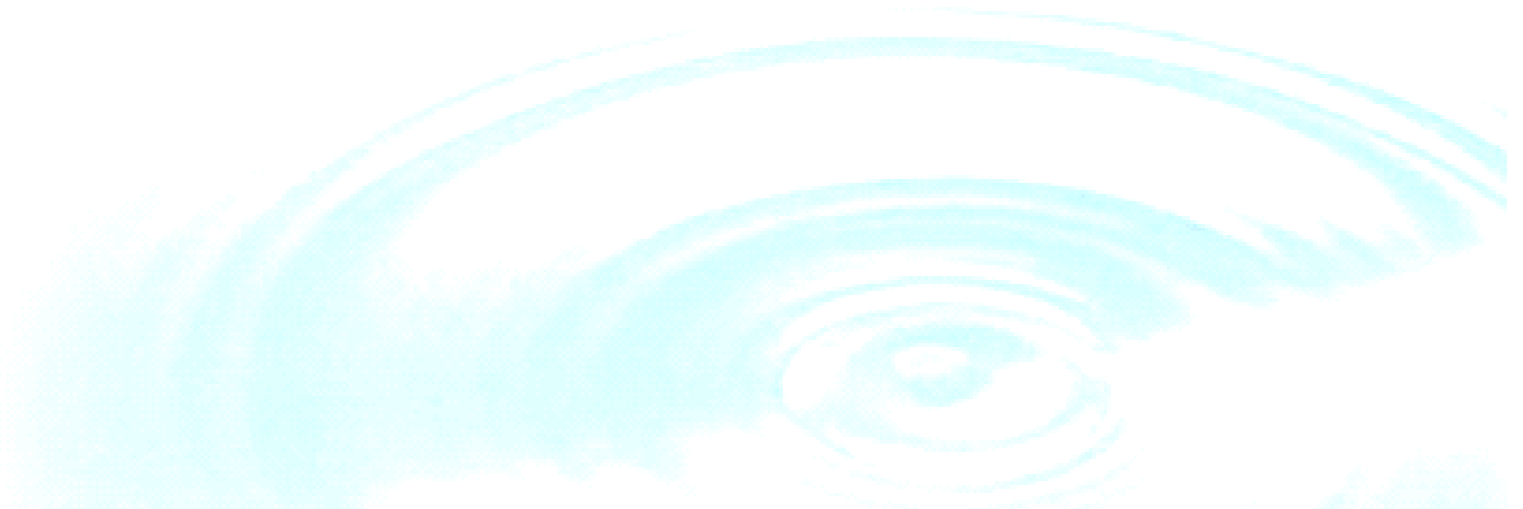
操舵をしながら後輪をロックすると、進行方向が変わる



クランクの走り方

サイドターンを参考としたクランクの走り方

- ①素早く操舵を切る
- ②後輪をロックさせて進行方向を変える
- ③後輪のグリップを回復させる



①素早く操舵を切る

操舵ギヤ比の設定例

RE16

$$\text{ギヤヘッド}19:1 + \text{外部変速}112:36 = 59:1$$

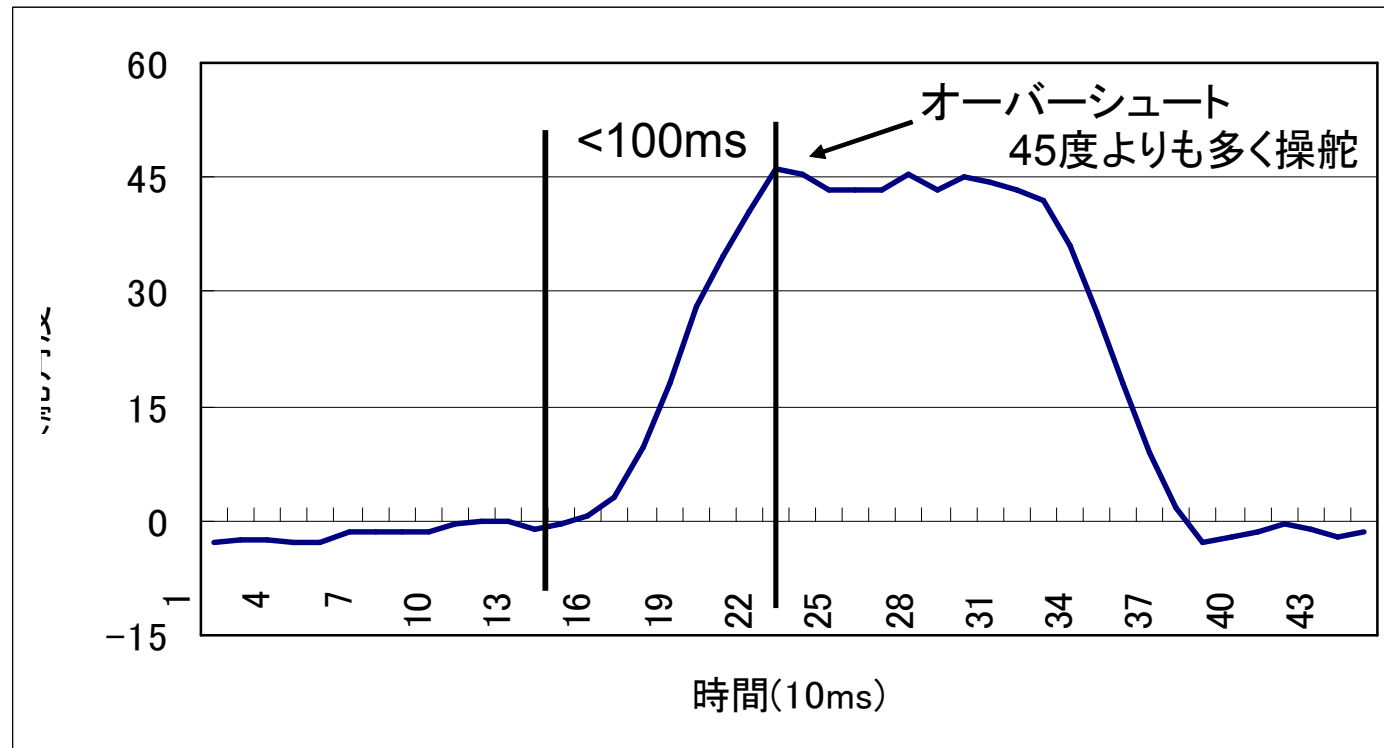
RE-max17

$$60:8 + 90:10 = 67.5:1$$

①素早く操舵を切る

- 操舵ゲイン

例：目標値との偏差が10度以上の場合は最大出力



操舵角度－時間関係図

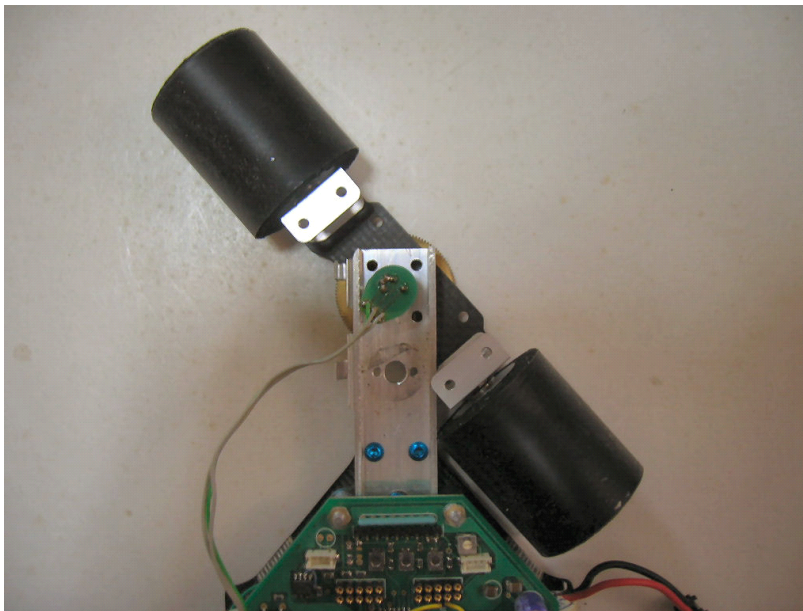
①素早く操舵を切る

- 操舵角度の機械的限界

操舵ゲインを上げると、目標値以上に操舵する

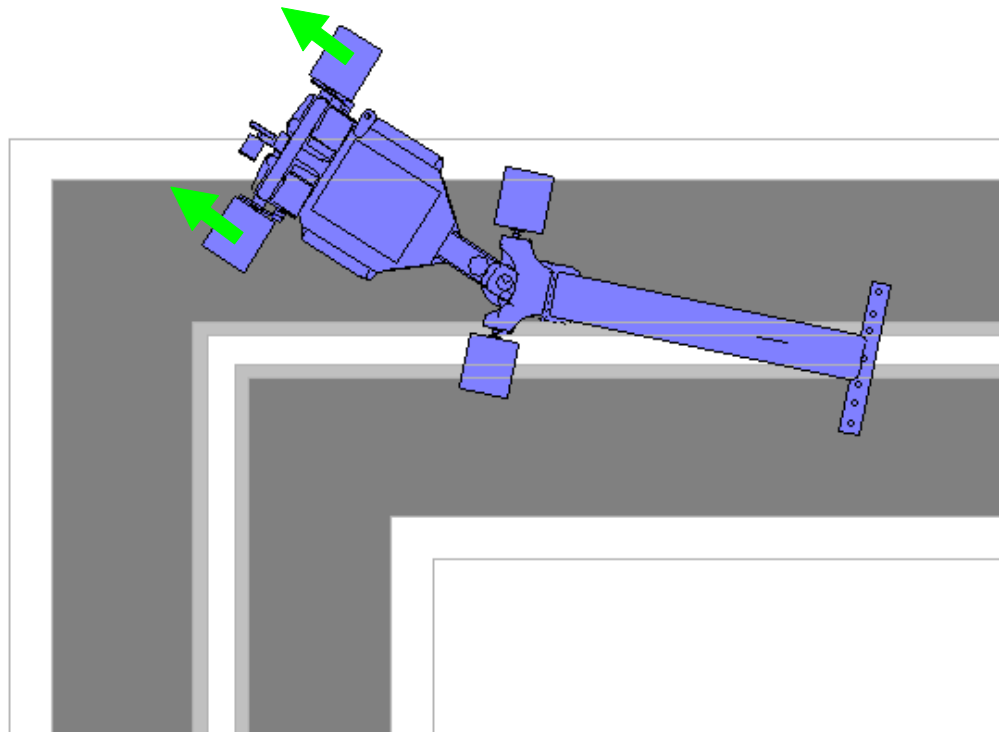
→ 操舵機構の破壊に繋がる

操舵の機械的限界は制御目標値よりも大きくする



②後輪をロックさせて進行方向を変える

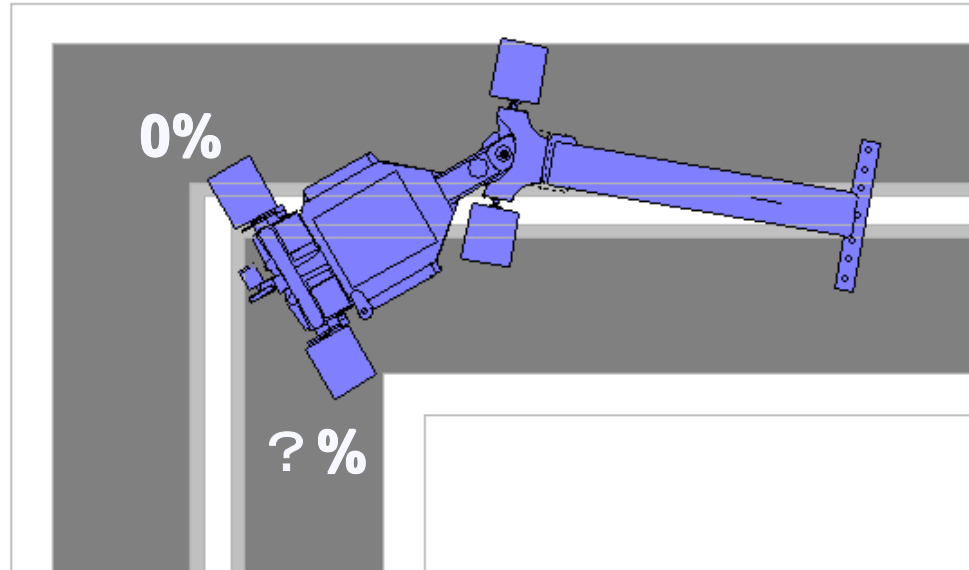
クランク進入後の後輪の駆動力-90%程度に固定
クランクへの進入速度を決定



→トレース失敗や前輪がコース外にあれば、進入速度が早すぎる

③後輪のグリップを回復させる

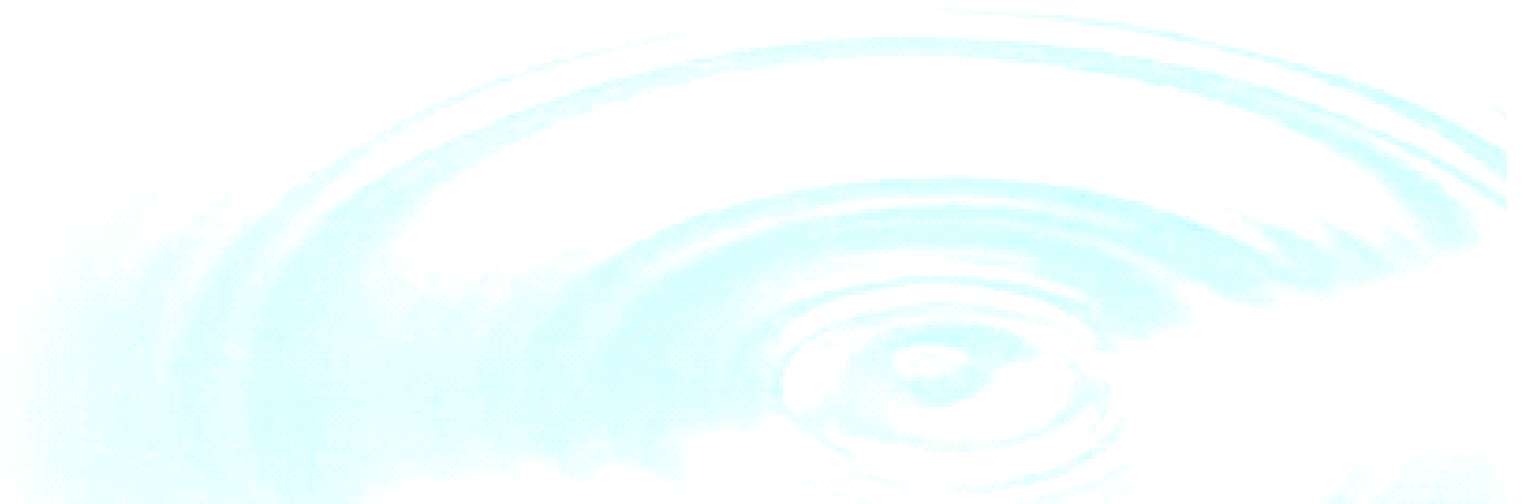
- 一定速度以下では外輪駆動力を0%にする
後輪の横滑りを確認しながら速度を決定



クランクの走り方まとめ

- ①素早く操舵を切る
- ②後輪をロックさせて進行方向を変える

AWDの場合は4輪独立制御(TypeS基板等)が必要



タイムロスの減らし方

タイムロスの減らし方

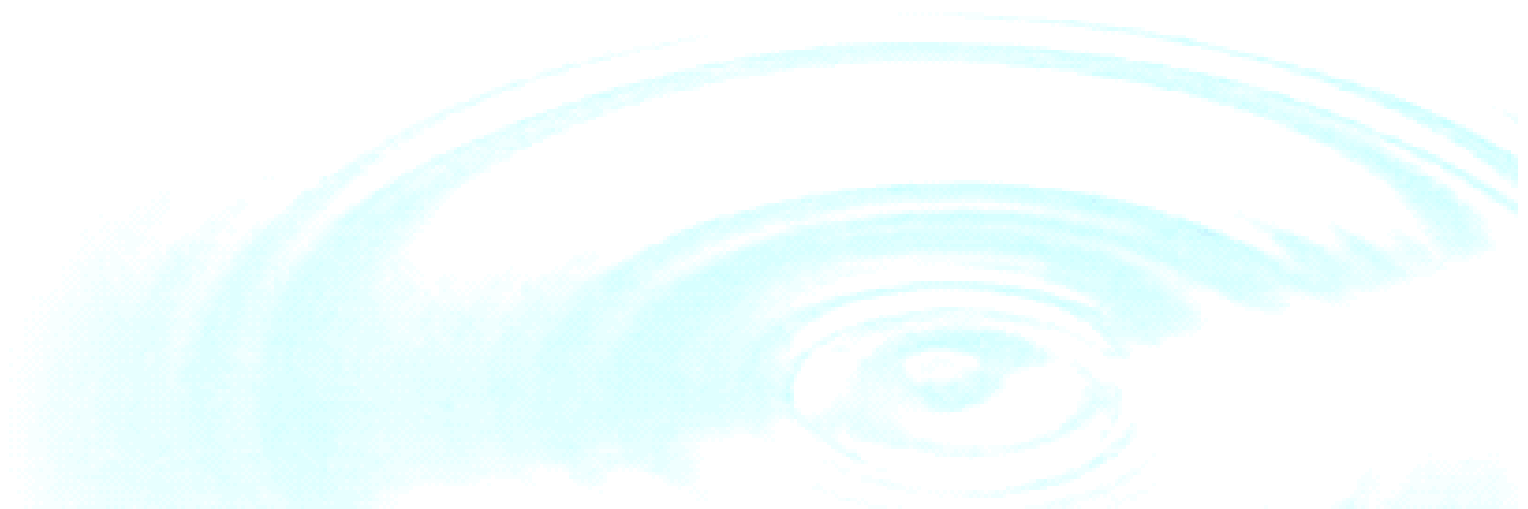
- クランク
- セッションの繋ぎ
- 坂道



セッションの繋ぎ

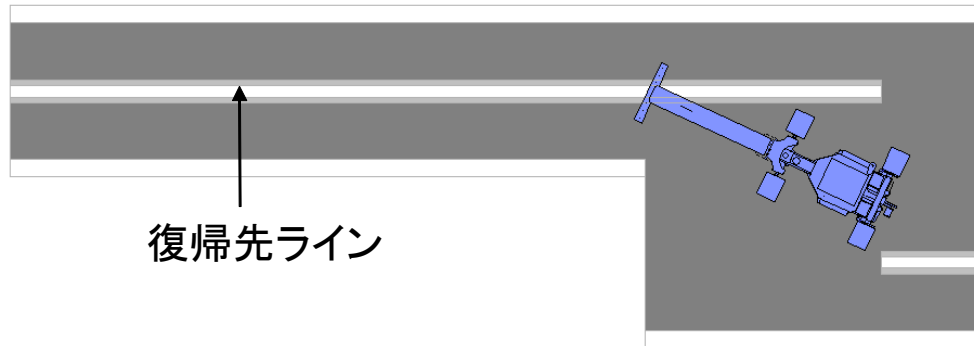
不要な動作を減らす

- 1.車線変更からの立ち上がりでの減速
- 2.クラंकからの立ち上がりでの減速
- 3.S字コーナでの切り返しでの加減速

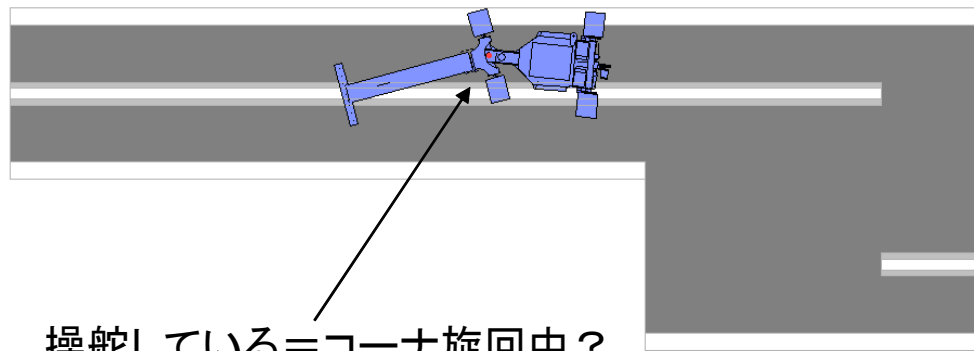


セッションの繋ぎ：車線変更1

Befor



復帰先ラインを見つけて
すぐに通常走行に戻ると

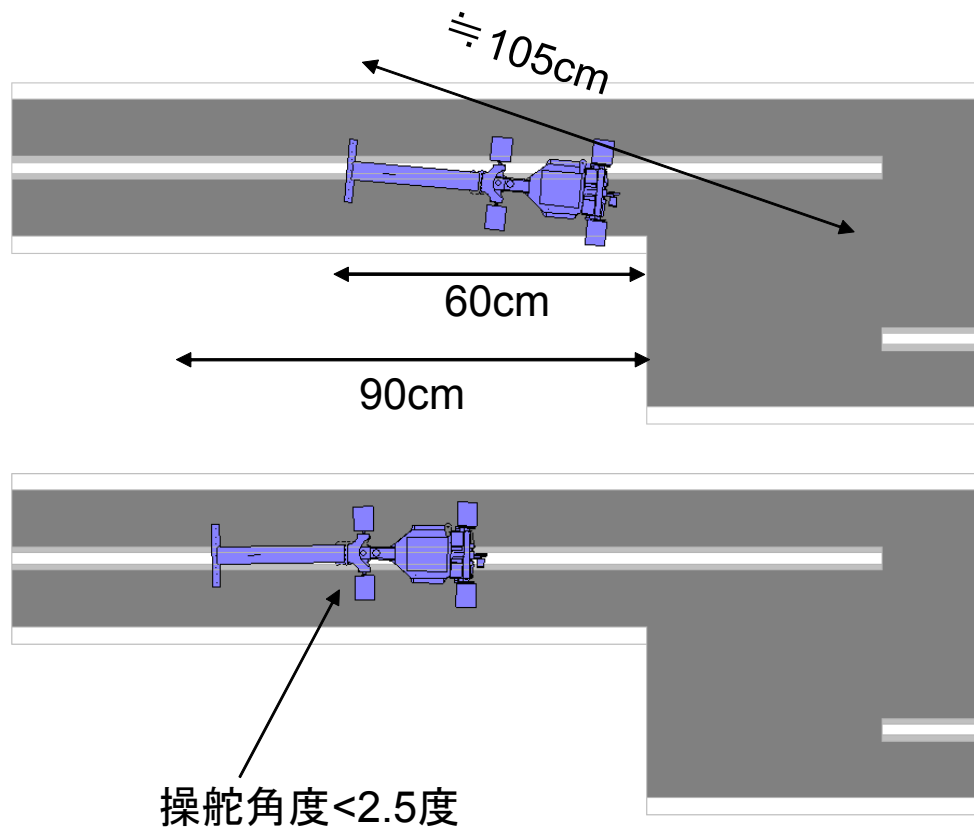


その後の操舵でコーナと認識
→減速走行に入る

セッションの繋ぎ：車線変更2

After

IF(車線変更コース後60cm走行 && 操舵角度小さい){通常走行に戻る}
ELSE IF(車線変更コース後60cm走行){通常走行に戻る}

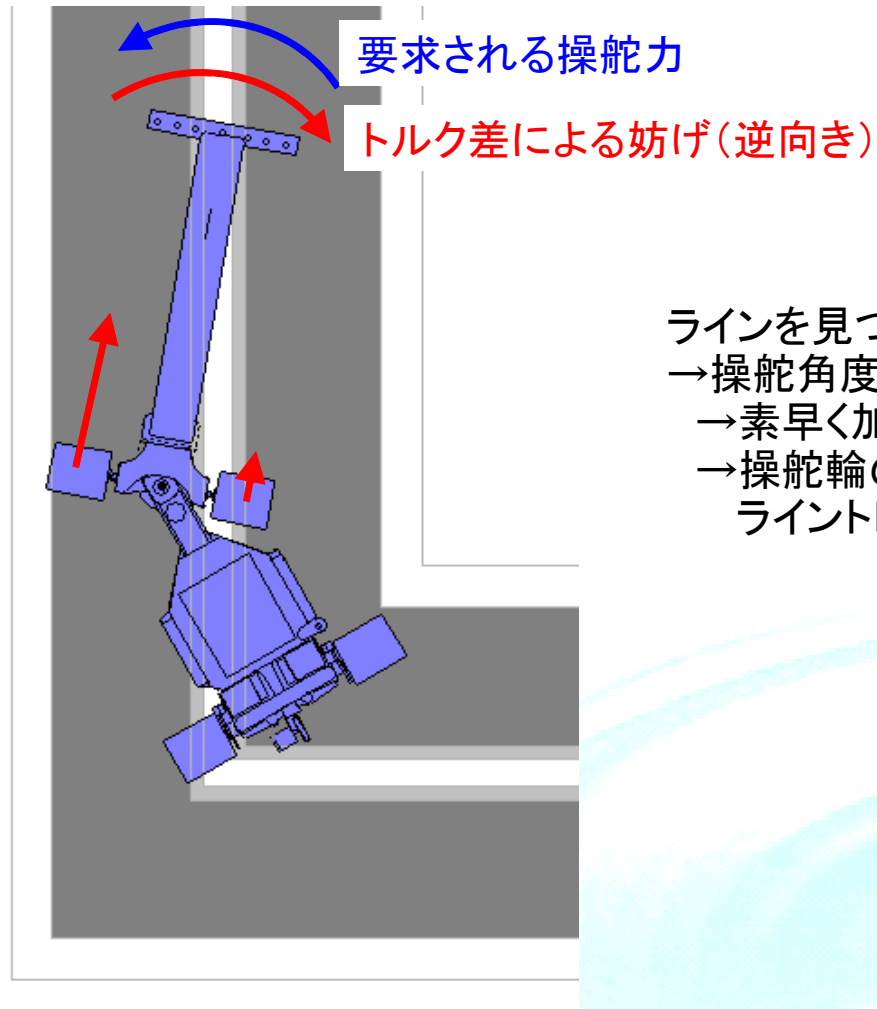


車線変更セッション後60cm以上で
操舵角度が小さくなったら
→通常走行に戻る

車線変更セッション後90cm以上なら
→通常走行に戻る

セッションの繋ぎ: クランク1

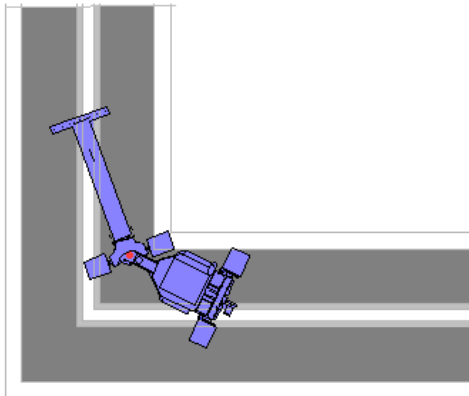
Befor



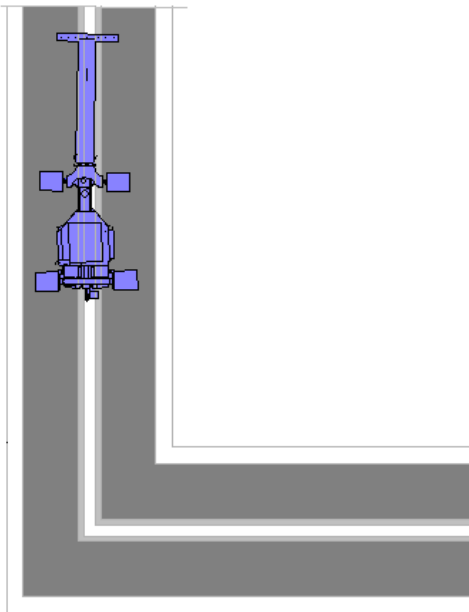
ラインを見つけてすぐに通常走行に戻ると
→操舵角度によりコーナと判断
→素早く加速できない
→操舵輪の左右トルク差により
ライントレースが困難になる

セッションの繋ぎ: クランク2

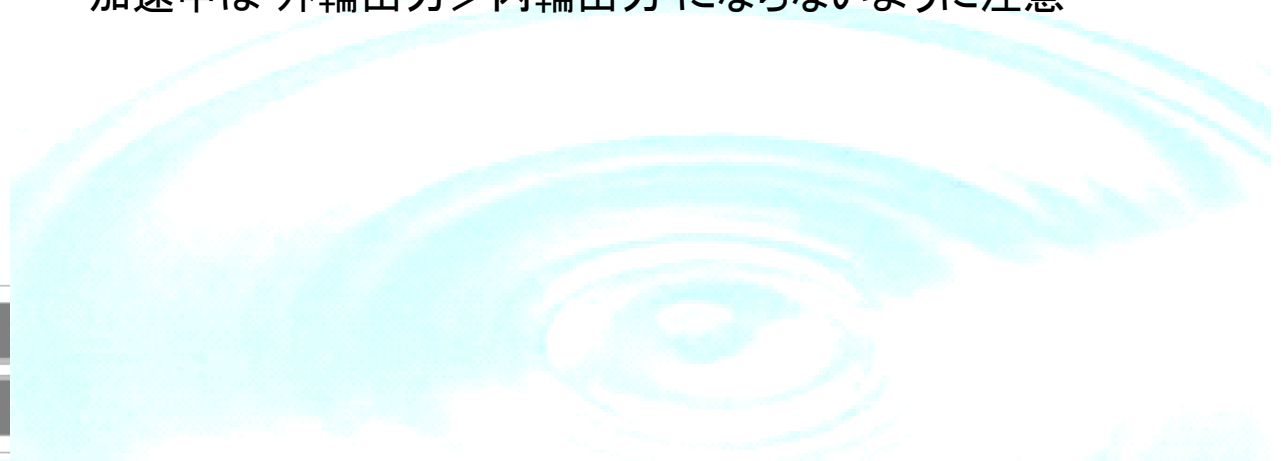
After



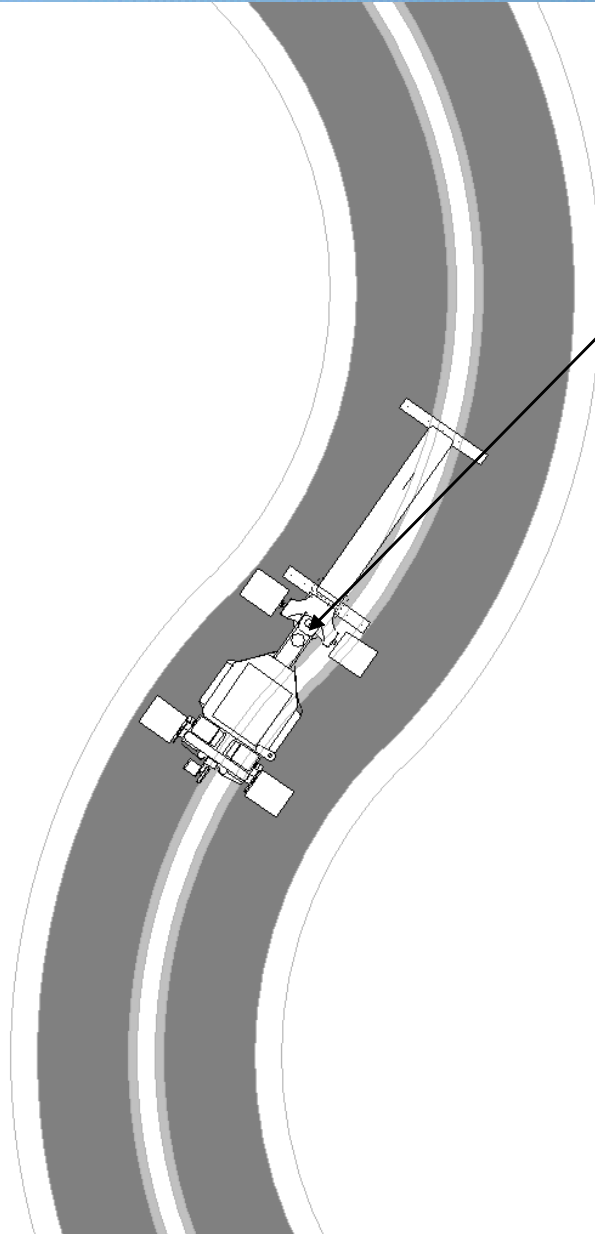
```
IF(ラインを見つけて100ms以上経過 && 操舵角度が小さい){  
    通常走行に戻る  
}ELSE IF(160ms以上経過){  
    通常走行に戻る  
}
```



操舵輪の駆動力
加速中は 外輪出力 > 内輪出力 にならないように注意



セッションの繋ぎ:S字コーナ

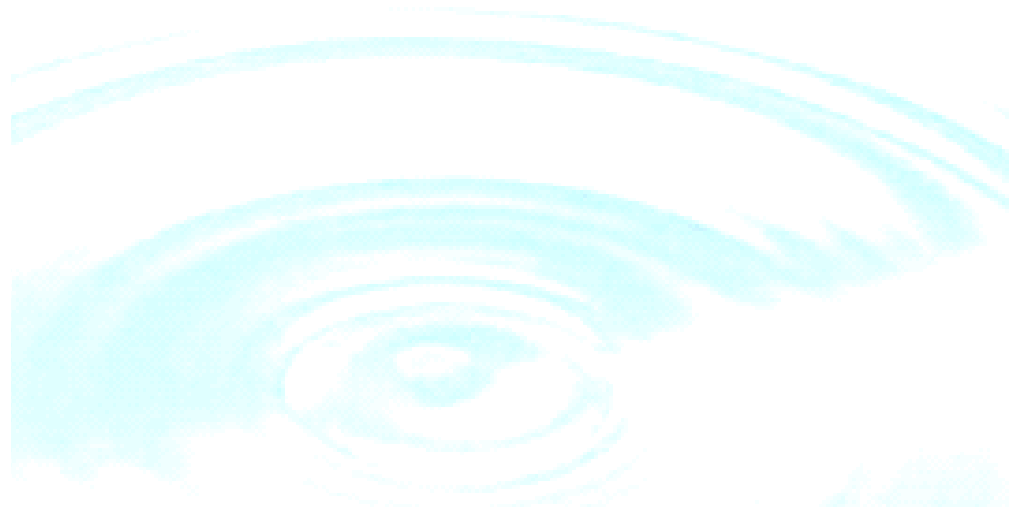


操舵角度0度

直線として加速すると
次の瞬間には急コーナ

- S文字コーナの要求
- 操舵速度→トレース失敗
- 車体の自転方向切り替え→アンダーステア

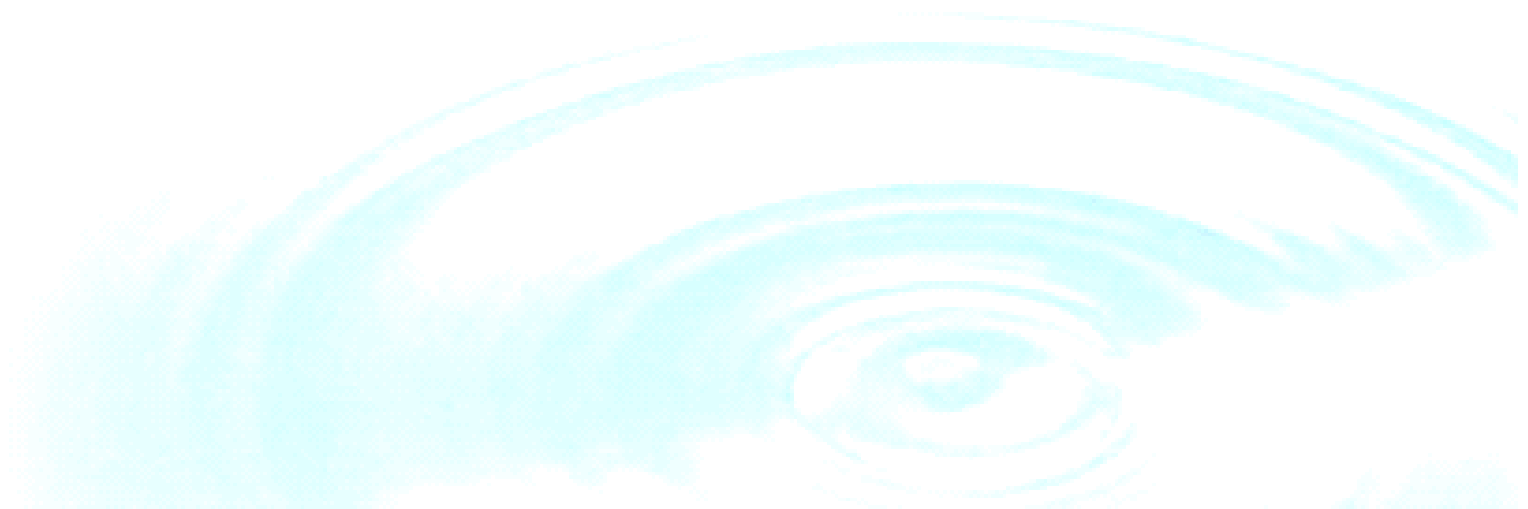
S字コーナの最中は加速しない



タイムロスの減らし方

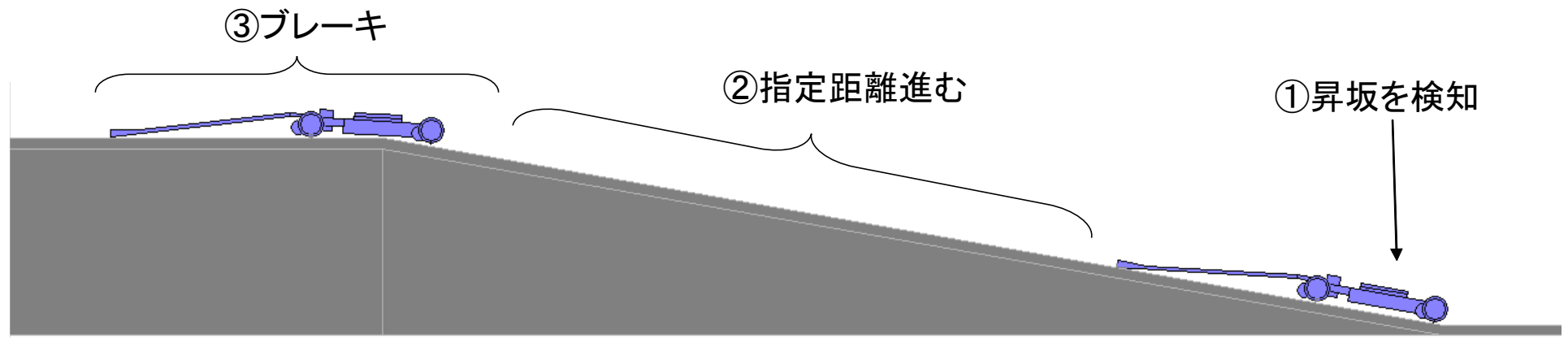
タイムロスの減らし方

- クランク
- セッションの繋ぎ
- 坂道



坂道の走り方

坂道検知方法：上り坂初めを検知して一定距離走行後ブレーキ



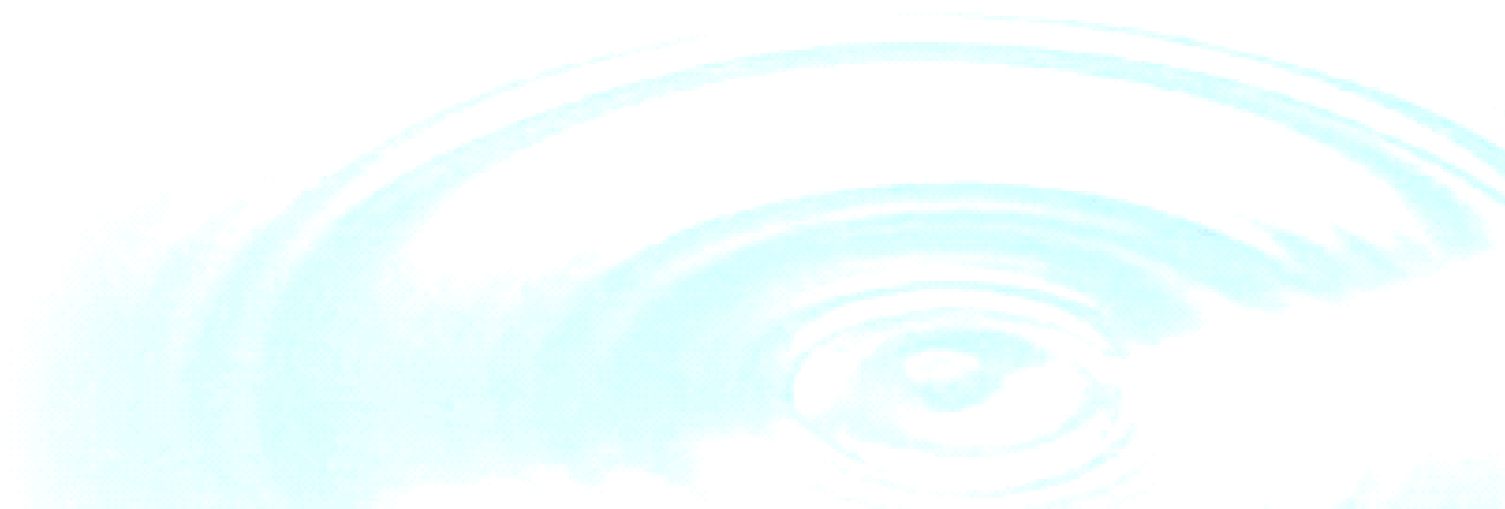
坂の長さへの依存が大きい

- ・正確な坂の長さを知らなければブレーキ区間③が増える
坂の長さは150cm？、10度坂は？

坂道の走り方

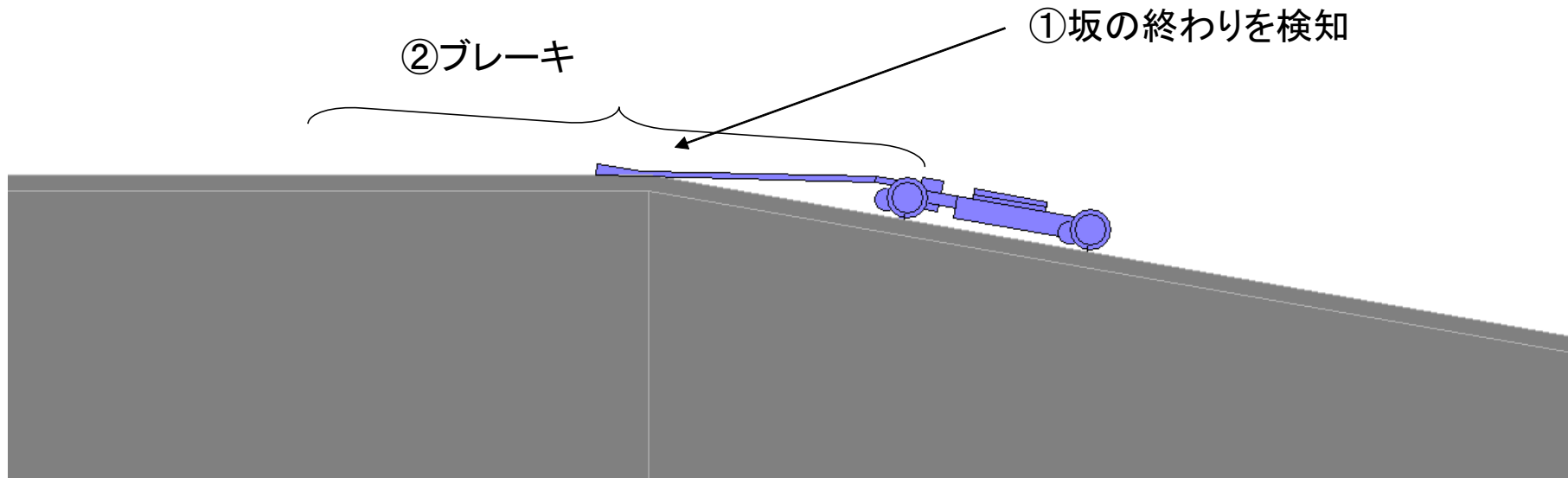
坂の長さへの依存が少ない最小限の減速で走る

- ①上り坂の終わりを検知してブレーキする
- ②坂の頂上付近で予備減速する
- ③坂道の上のコーナは別設定で走る



坂道の走り方: 坂の終わり検知

山の頂上を検知してブレーキを掛ける

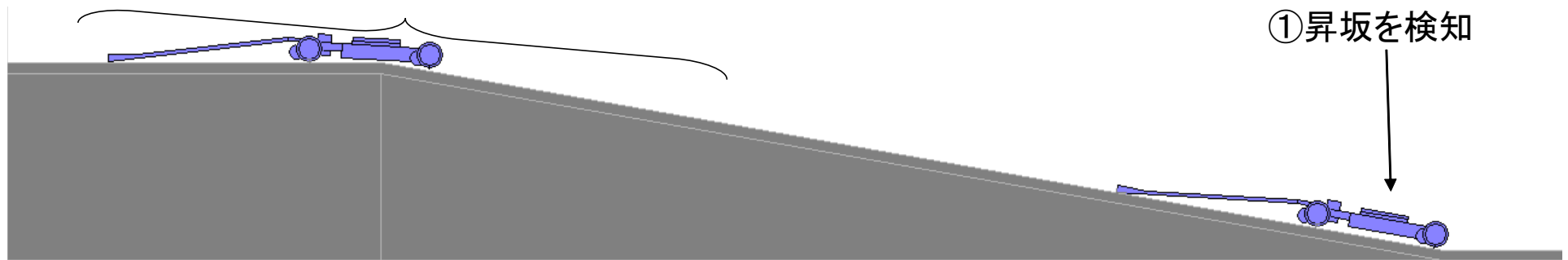


- ・坂の長さが変化しても不要な減速をしなくて済む
- 問題: ブレーキは間に合うのか (4.3m/s付近から厳しくなる)
- 減速を間に合わせる
 - 減速を少なくする

坂道の走り方：予備減速

坂の頂上を検知してからだと減速が間に合わない
→あらかじめ坂の頂上**付近**では速度を下げしておく

坂の終わり検知で間に合うギリギリの速度で走行



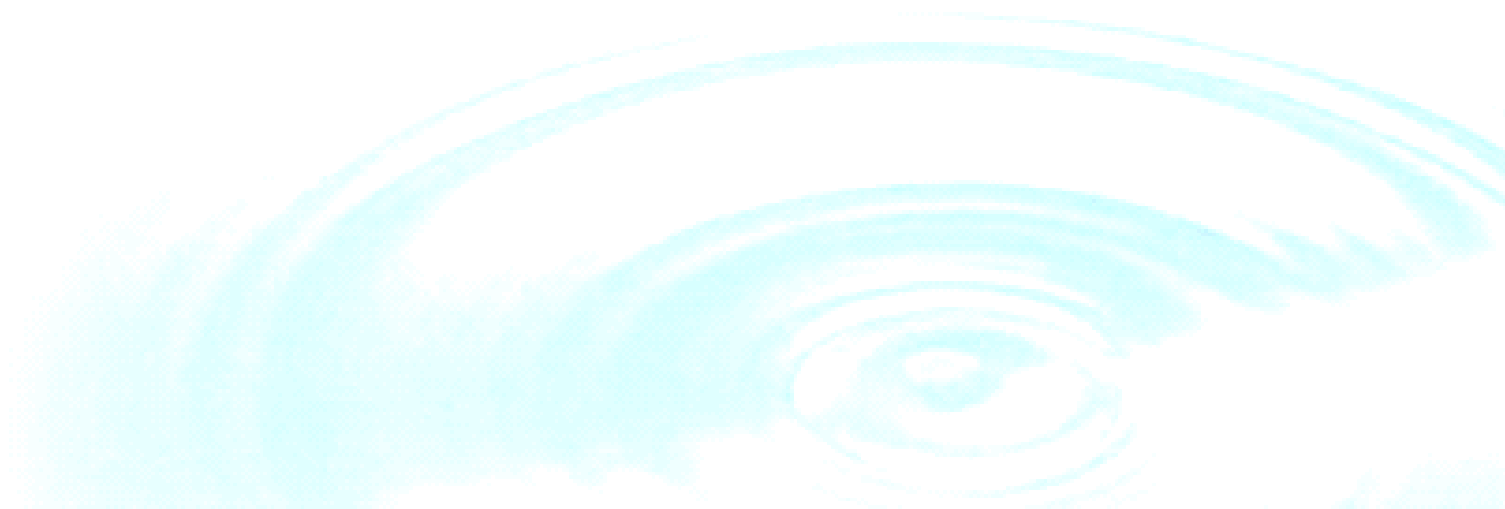
- ・最低限の減速にすることでタイムロスを抑える
- ・正確な坂の長さはいらない

坂道の走り方：坂専用コーナ設定

坂頂上のコーナ専用の処理を作って進入速度の限界を上げる

昇坂終了後60cm以内にコーナがある場合に適用

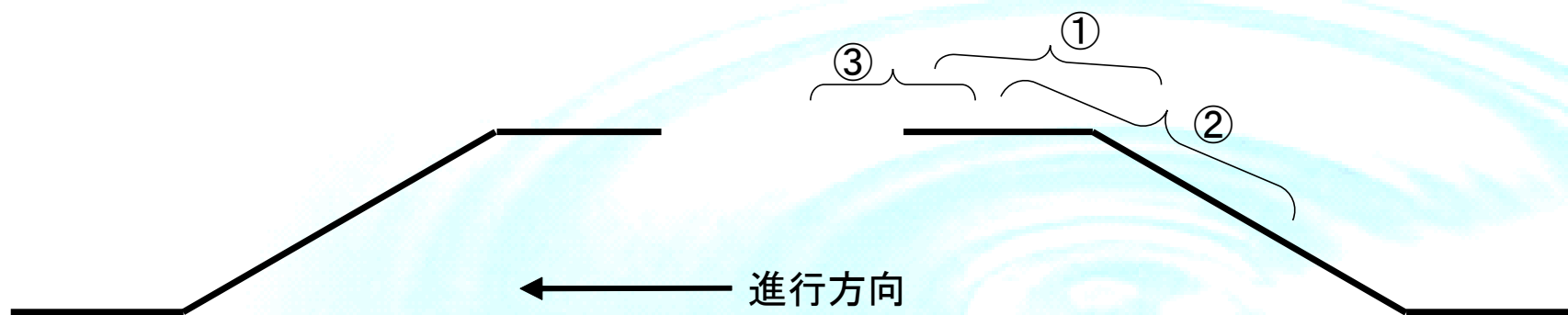
- 駆動力の最大値を下げる



坂道の走り方まとめ

坂の長さへの依存を減らす走り方

- ① 下り坂を検知したら60cm間は3.7m/sで走行
- ② 上り坂検知後90cm～180cmは4.4m/sで走行
- ③ 下り坂検知後60cm以内のコーナは駆動出力抑える



まとめ

だいたい走るマイコンカーの制御方法

早そうに見えなくても、そこそこのタイムを出す

タイムを出すためにロスを削る

- － クランク 進入速度を上げる
- － セッションの繋ぎ 無駄な加減速を無くす
- － 坂道 最小限の減速に抑える

ありがとうございました