FINAL FANTASY XVにおける
キャラクターナビゲーションパイプライン
～パス検索とステアリングとアニメーションの連携～

株式会社スクウェア・エニックス
Gravot Fabien
下川 和也

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

本講演の概要

- FF XVにおけるキャラクターの移動制御
- HL（Human Like）
  - これまでロボティクス分野でのみ使われていたステアリングアルゴリズムをFF XVに適用した事例
- ステアリングの改善
  - 環境認識を利用した事例
  - アニメーションの制約条件を利用した事例

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

受講対象者 / スキル

- AIやアニメーションに興味がある方全般
- ステアリングの品質改善手法とその運用法に興味のある方
- AI開発経験のある方をお勧めしますが、詳しくない方でも理解できるよう説明します

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

登壇者紹介

Gravot Fabien

テクノロジー推進部
シニアAIリサーチャー
主な担当
・ナビゲーション
・ステアリング

ADVANCED TECHNOLOGY DIVISION

下川 和也

第２ビジネス・ディビジョン
プログラマー
主な担当
・ AI Graph Editor
・キャラクターAI
・ナビゲーション

Business Division
2

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

目次

① キャラクターナビゲーションパイプライン
② ステアリングアルゴリズムの概要
③ 環境認識を利用したステアリングの改善
④ 一般的なステアリングの問題
⑤ モーションモデル

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

キャラクターナビゲーションパイプライン

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

キャラクターナビゲーションパイプラインとは？

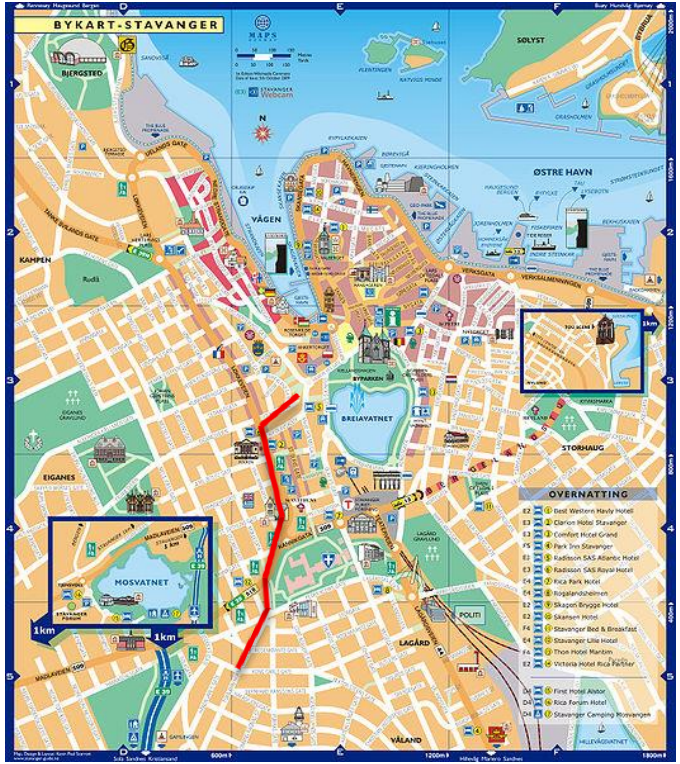
- キャラクターの移動制御の一連の処理

- 私たちは実際どのように移動しているのか？

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

どうやって移動するか？: ドライブ

1. 目的地までの経路を決める:
   - 地図を入手する
   - 最短経路を探す (カーナビ)



Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Stavanger_city_map_cut.jpg

SQUARE ENIX
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

どうやって移動するか？:ドライブ

1. 目的地までの経路を決める:
   - 地図を入手する
   - 最短経路を探す（カーナビ）
2. 車で目的地に向かう:
   - 交通ルールに従う
   - 他の車を避ける

Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Traffic#/media/File:NonUK_Roundabout_8_Cars.gif

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

どうやって移動するか？: ドライブ

1. 目的地までの経路を決める:
   - 地図を入手する
   - 最短経路を探す（カーナビ）
2. 車で目的地に向かう:
   - 交通ルールに従う
   - 他の車を避ける
3. 車を動かす:
   - アクセルとハンドルを使って車を運転する
     ※車種によっては操縦の仕方が異なる

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

どうやって移動するか？: ドライブ

1. 目的地までの経路を決める:
   - 地図を入手する
   - 最短経路を探す (カーナビ)
2. 車で目的地に向かう:
   - 交通ルールに従う
   - 他の車を避ける
3. 車を動かす:
   - アクセルとハンドルを使って車を運転する

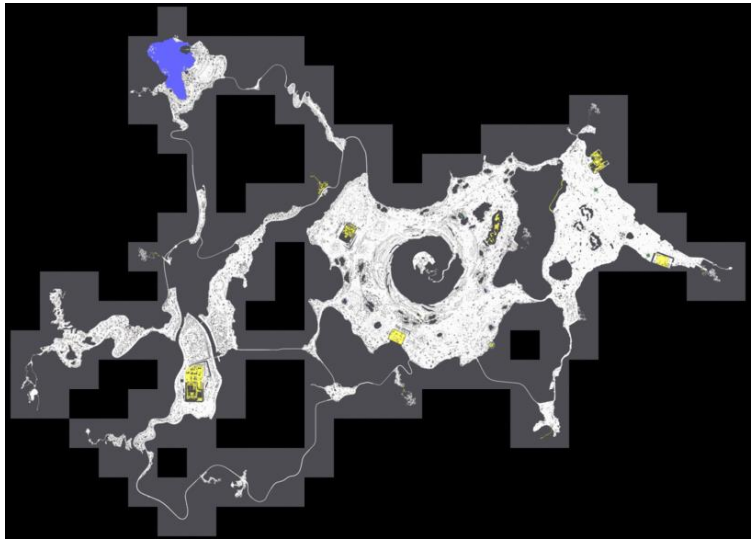
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

どうやって移動するか？：FF XV

1. 目的地までの経路を決める:
   - 地図を入手する
   - 最短経路を探す (カーナビ)

ナビゲーションデータ → パス検索

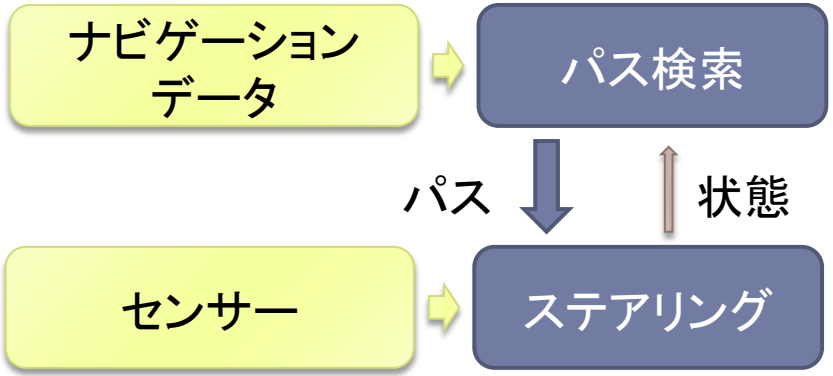
2. 車で目的地に向かう:
   - 交通ルールに従う
   - 他の車を避ける
3. 車を動かす:
   - アクセルとハンドルを使って車を運転する



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

どうやって移動するか？：FF XV

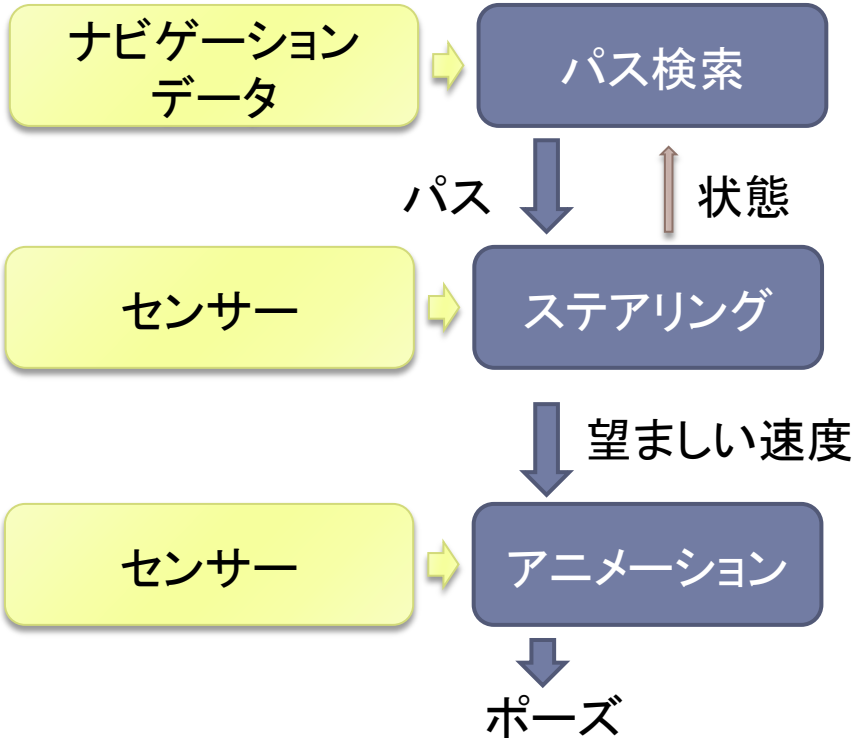
1. 目的地までの経路を決める:
   - 地図を入手する
   - 最短経路を探す (カーナビ)
2. 車で目的地に向かう:
   - 交通ルールに従う
   - 他の車を避ける
3. 車を動かす:
   - アクセルとハンドルを使って車を運転する



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

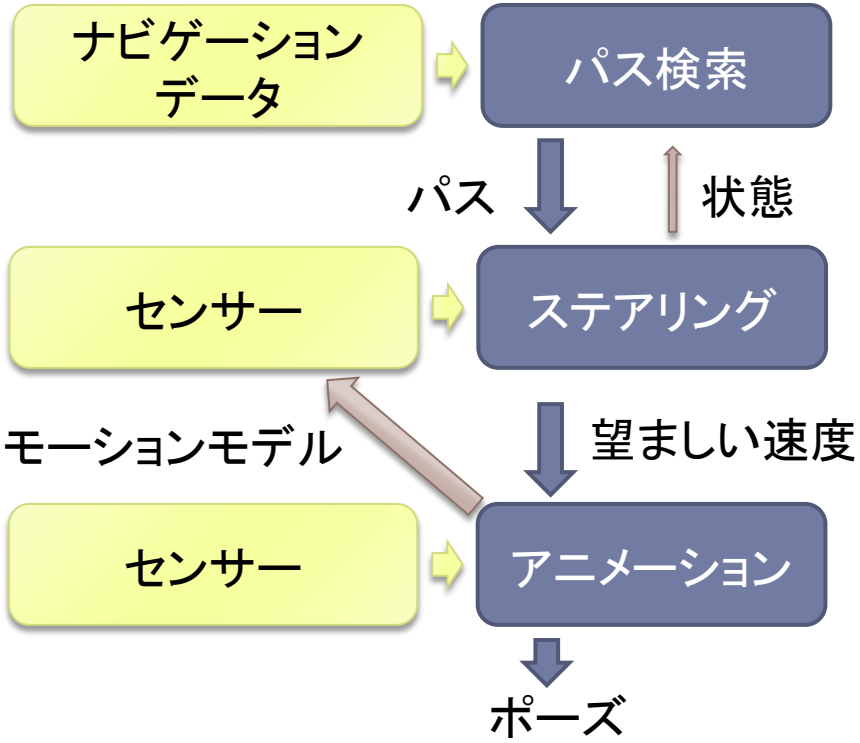
どうやって移動するか？：FF XV

1. 目的地までの経路を決める:
   - 地図を入手する
   - 最短経路を探す（カーナビ）
2. 車で目的地に向かう:
   - 交通ルールに従う
   - 他の車を避ける
3. 車を動かす:
   - アクセルとハンドルを使って車を運転する



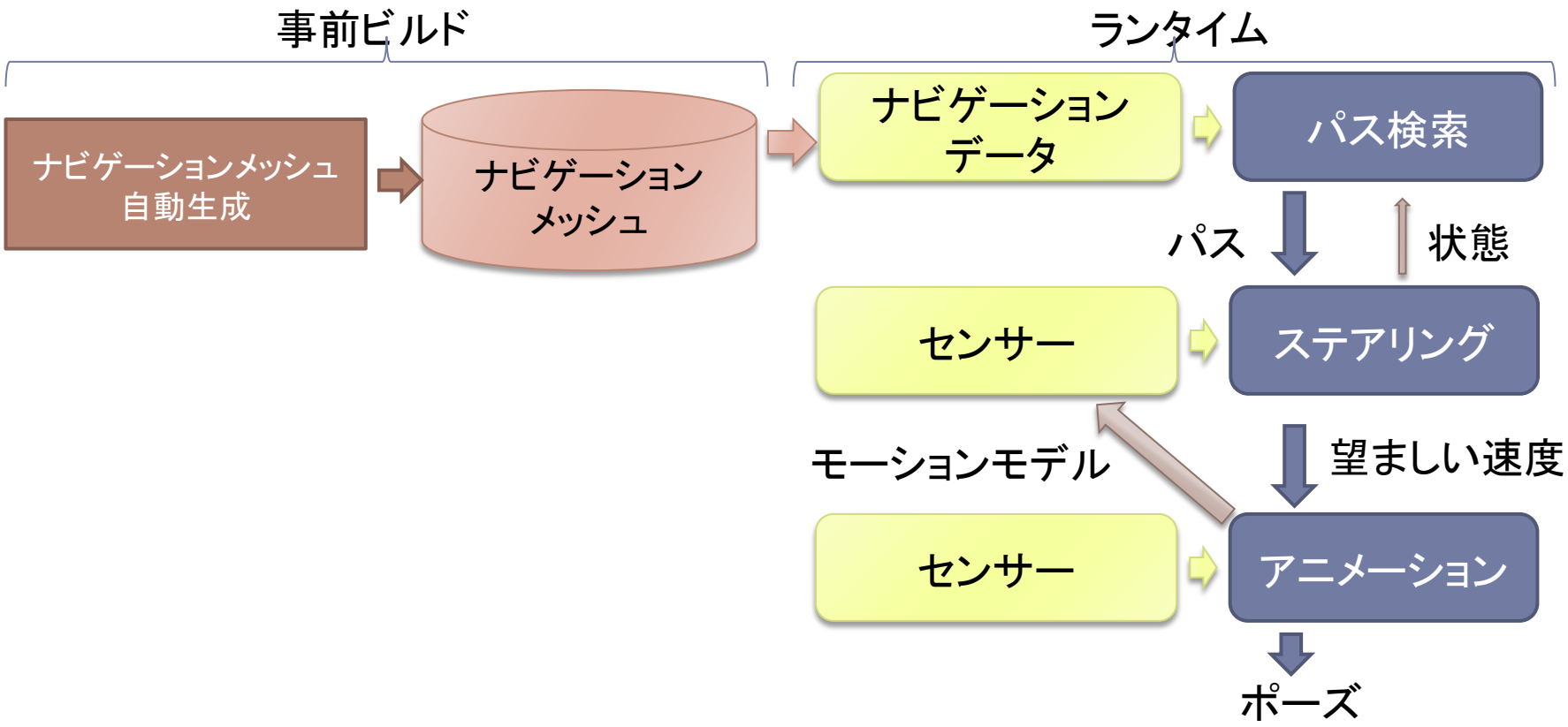
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

どうやって移動するか？：FF XV



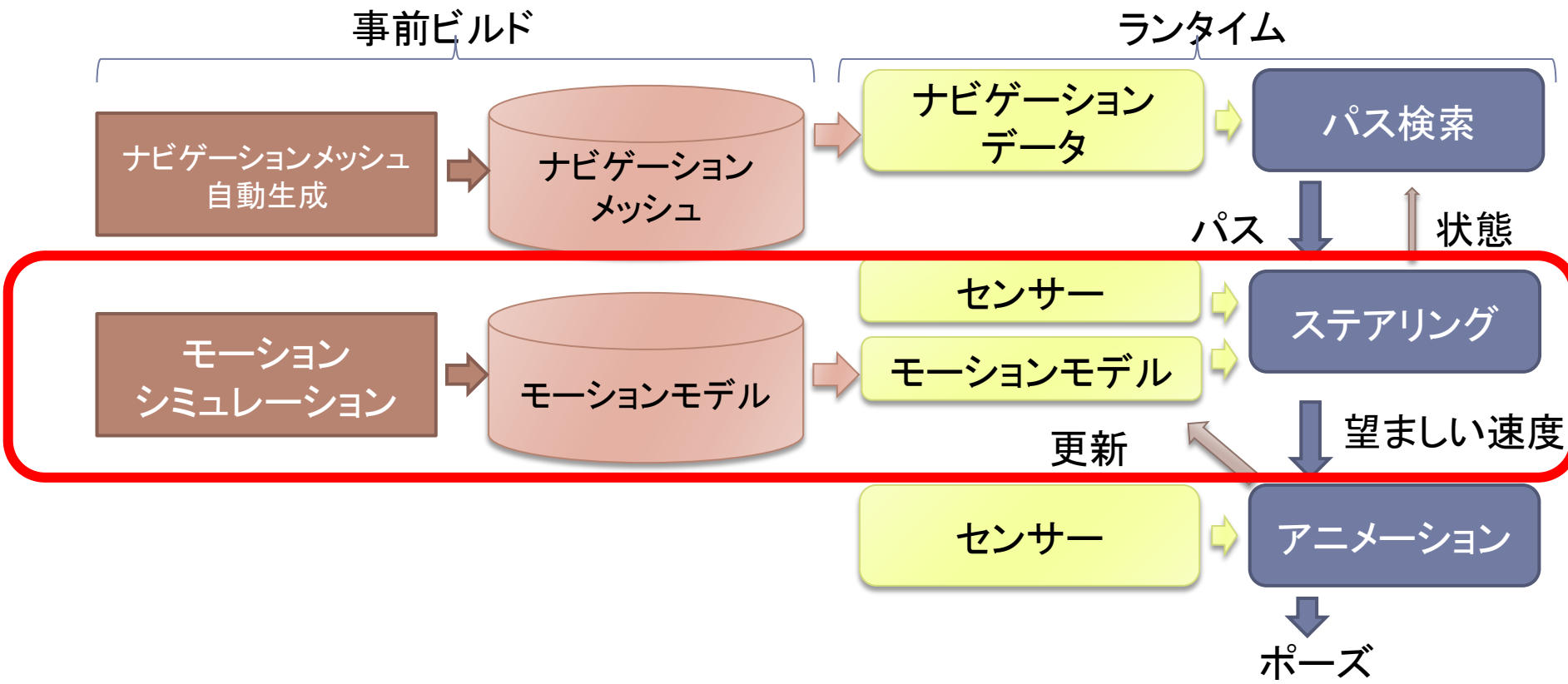
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

どうやって移動するか？：FF XV



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

どうやって移動するか？：FF XV



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

キャラクターナビゲーションパイプライン

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

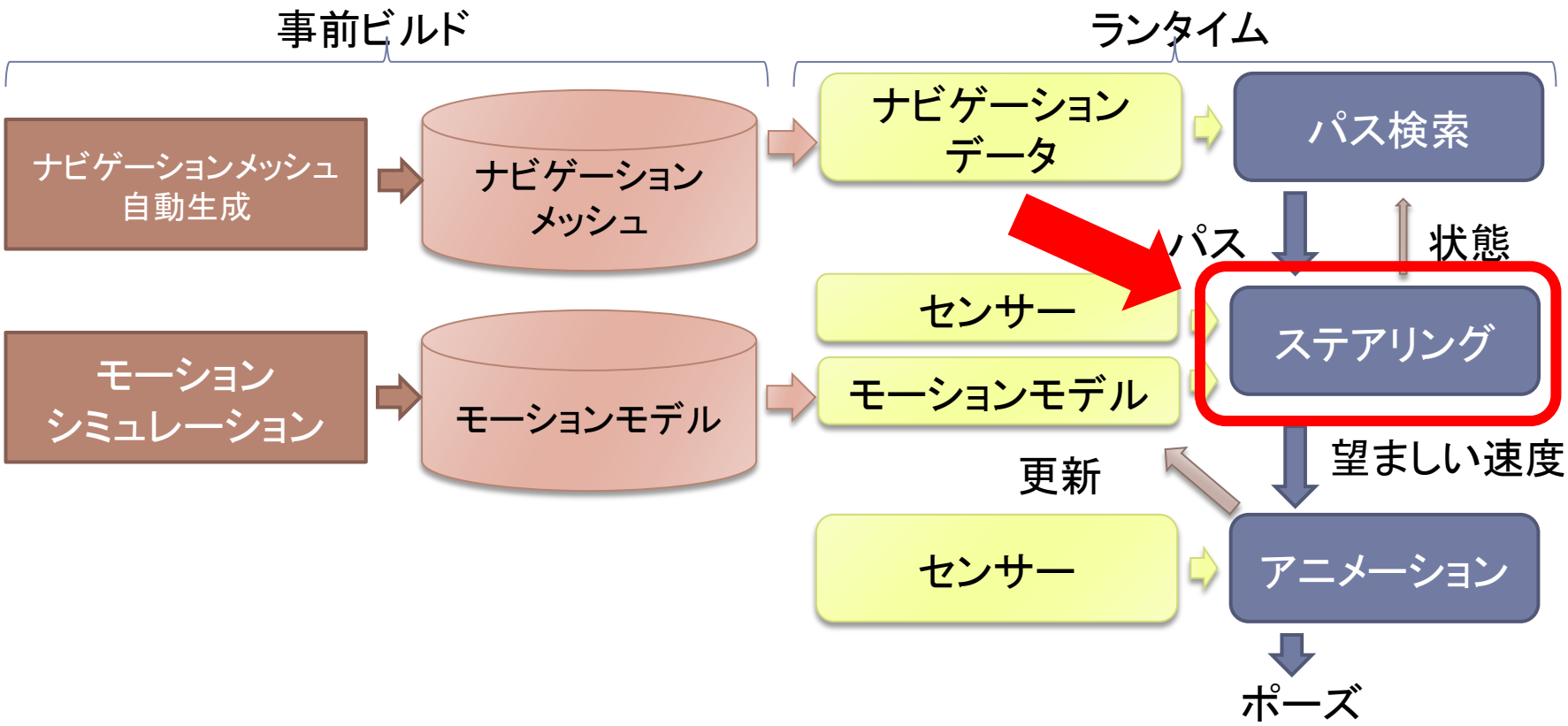
キャラクターナビゲーションパイプライン

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

ステアリングアルゴリズムの概要

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

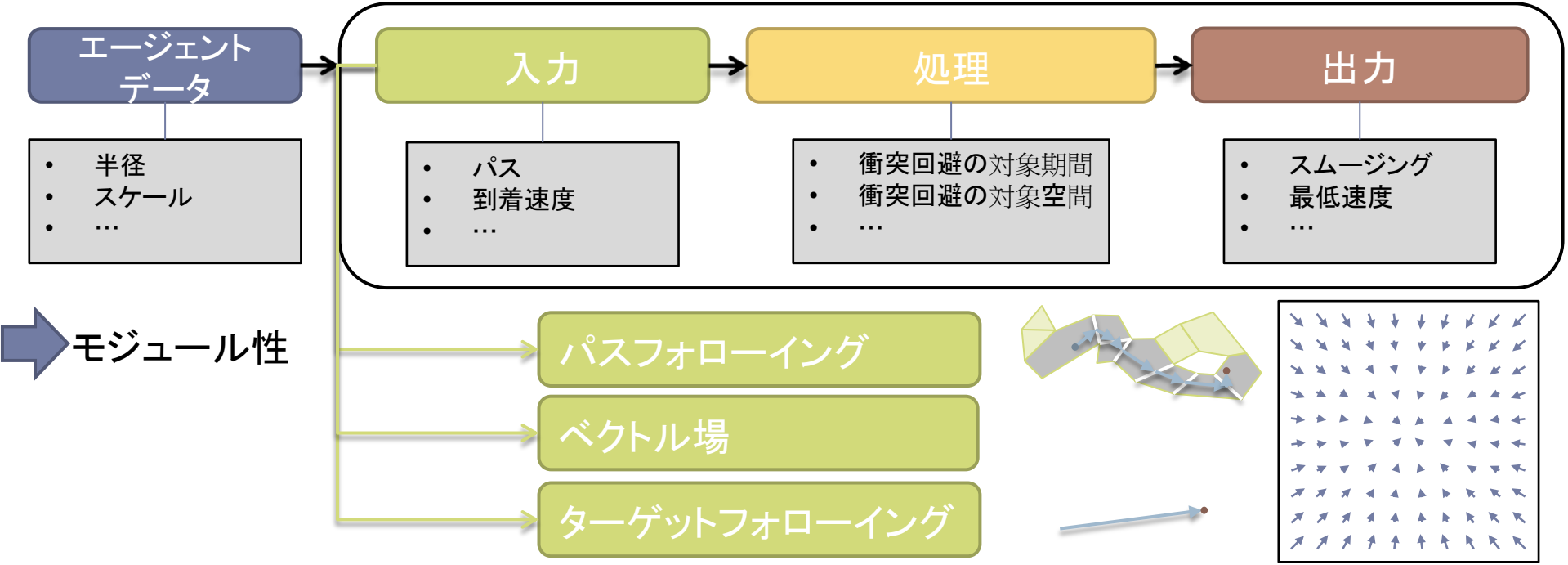
キャラクターナビゲーションパイプライン



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

FF XVのステアリング

- 3つのステップに分けられる:



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

ステアリングとは？

衝突回避

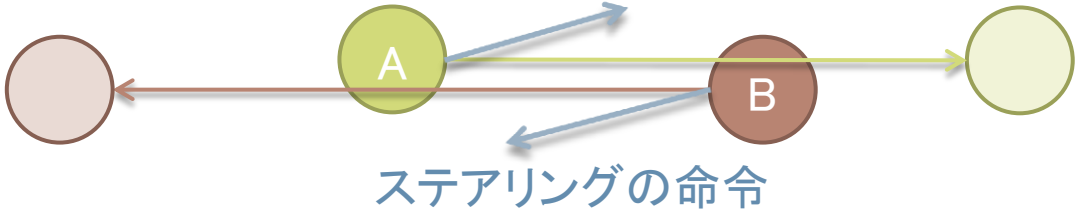
- 動的な回避を行いながら目的地まで辿り着く

SQUARE ENIX
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

ステアリングとは？

衝突回避

- 動的な回避を行いながら目的地まで辿り着く



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

ステアリングアルゴリズム

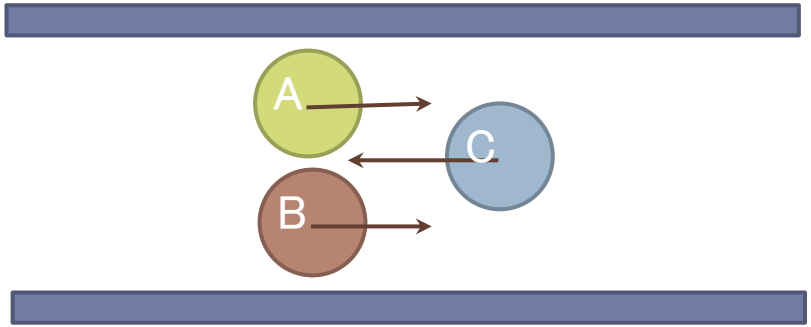
- 参考文献:
  - Reciprocal Velocity Obstacles (RVO) (2008)
    https://www.cs.unc.edu/~geom/RVO/icra2008.pdf
  - Optimal Reciprocal Collision Avoidance (ORCA) (2010)
    http://gamma.cs.unc.edu/ORCA/
  - Human Like (HL) (2013)
    "Human-friendly Robot Navigation in Dynamic Environments", ICRA 2013

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

ステアリングアルゴリズム

ロボットに適用するために開発された:

- 安全であること
- 数学的証明
- ぎりぎりで避けることがある（不自然）
- 局所解にはまることがある



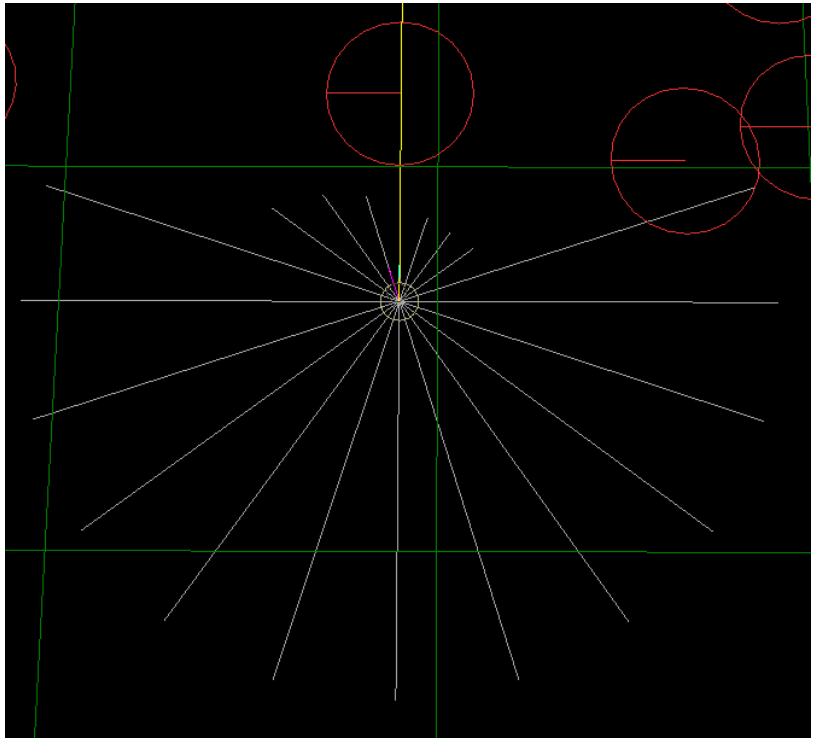
SQUARE ENIX
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

ステアリング: ORCAの例（正面グループ）

SQUARE ENIX
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

ステアリング: HL (Human Like)

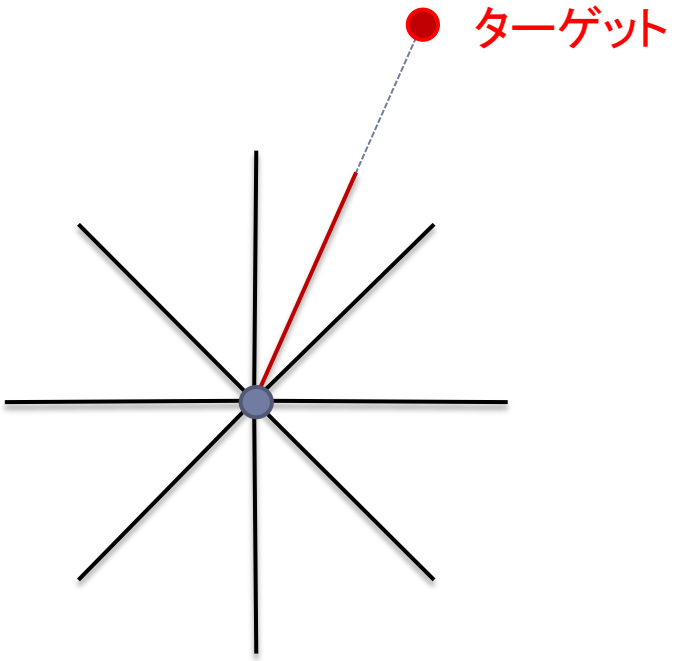
- 目標: より人間らしい避け方をする
- 方法:
  - 所定の方向に対して、衝突する距離を計算する
  - ターゲットに最も近い衝突となる方向を選択する



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

ステアリング: HL (Human Like)

- 目標: より人間らしい避け方をする
- 方法:
  - 所定の方向に対して、衝突する距離を計算する
  - ターゲットに最も近い衝突となる方向を選択する

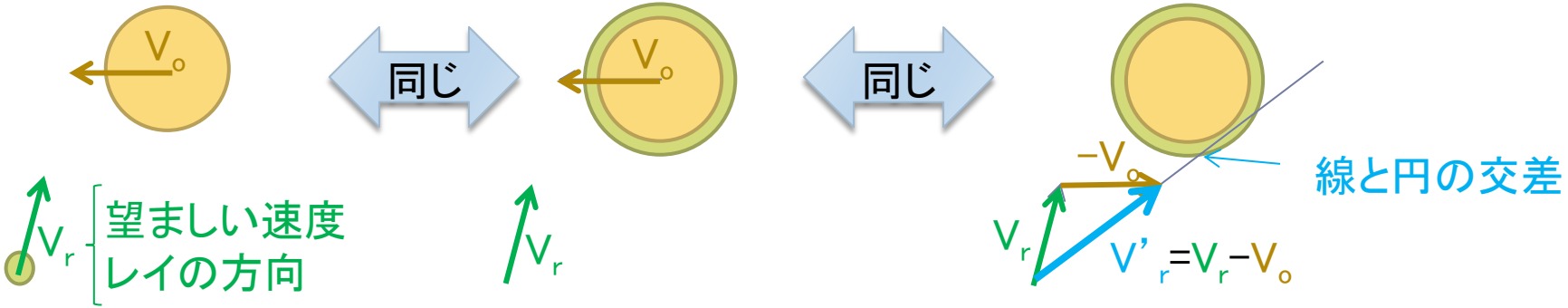


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

ステアリング: HL (Human Like)

- 目標: より人間らしい避け方をする
- 方法:
  - 所定の方向に対して、衝突する距離を計算する

計算方法：

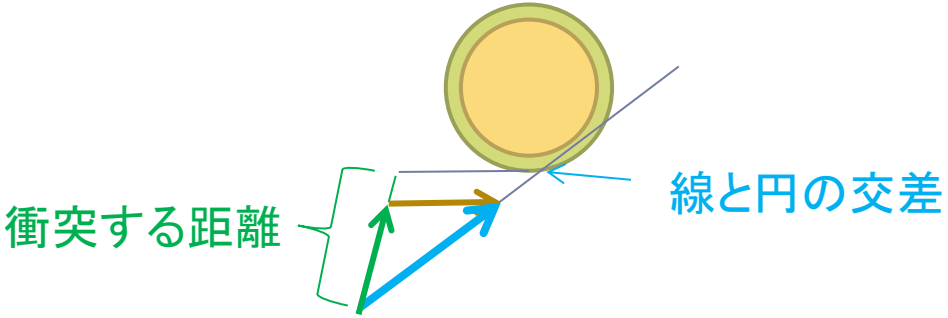


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

ステアリング: HL (Human Like)

- 目標: より人間らしい避け方をする
- 方法:
  - 所定の方向に対して、衝突する距離を計算する

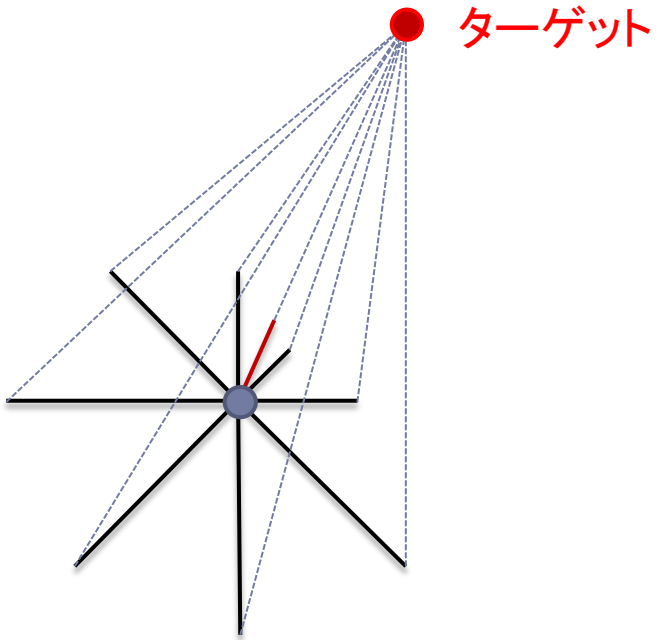
計算方法：



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

ステアリング: HL (Human Like)

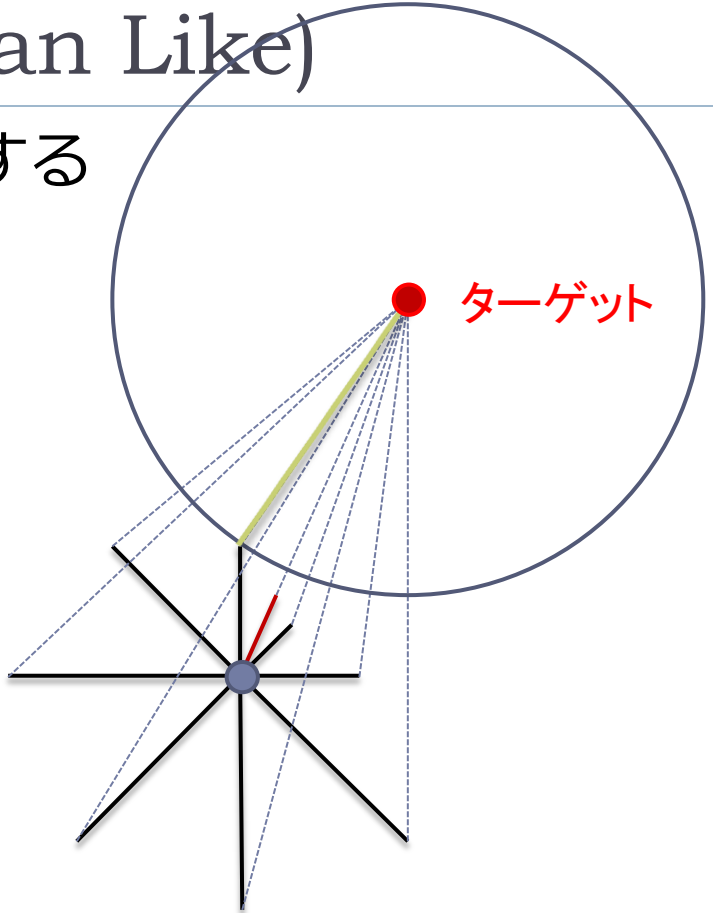
- 目標: より人間らしい避け方をする
- 方法:
  - 所定の方向に対して、衝突する距離を計算する
  - ターゲットに最も近い衝突となる方向を選択する



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

ステアリング: HL (Human Like)

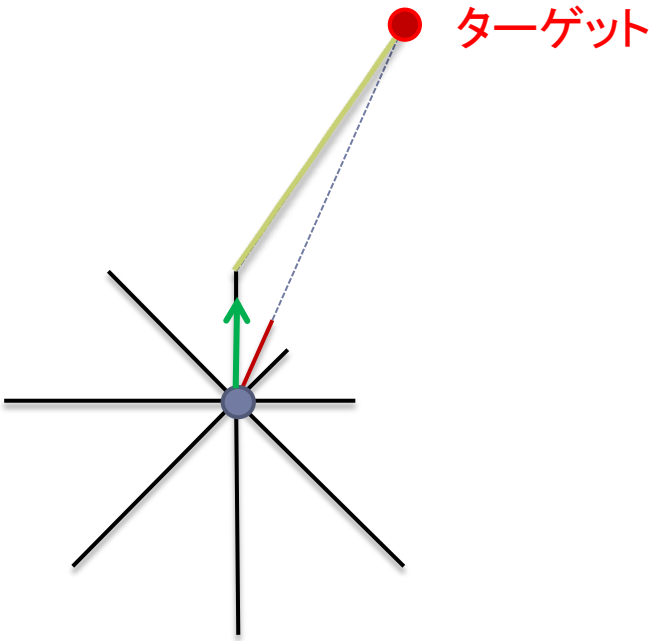
- 目標: より人間らしい避け方をする
- 方法:
  - 所定の方向に対して、衝突する距離を計算する
  - ターゲットに最も近い衝突となる方向を選択する



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

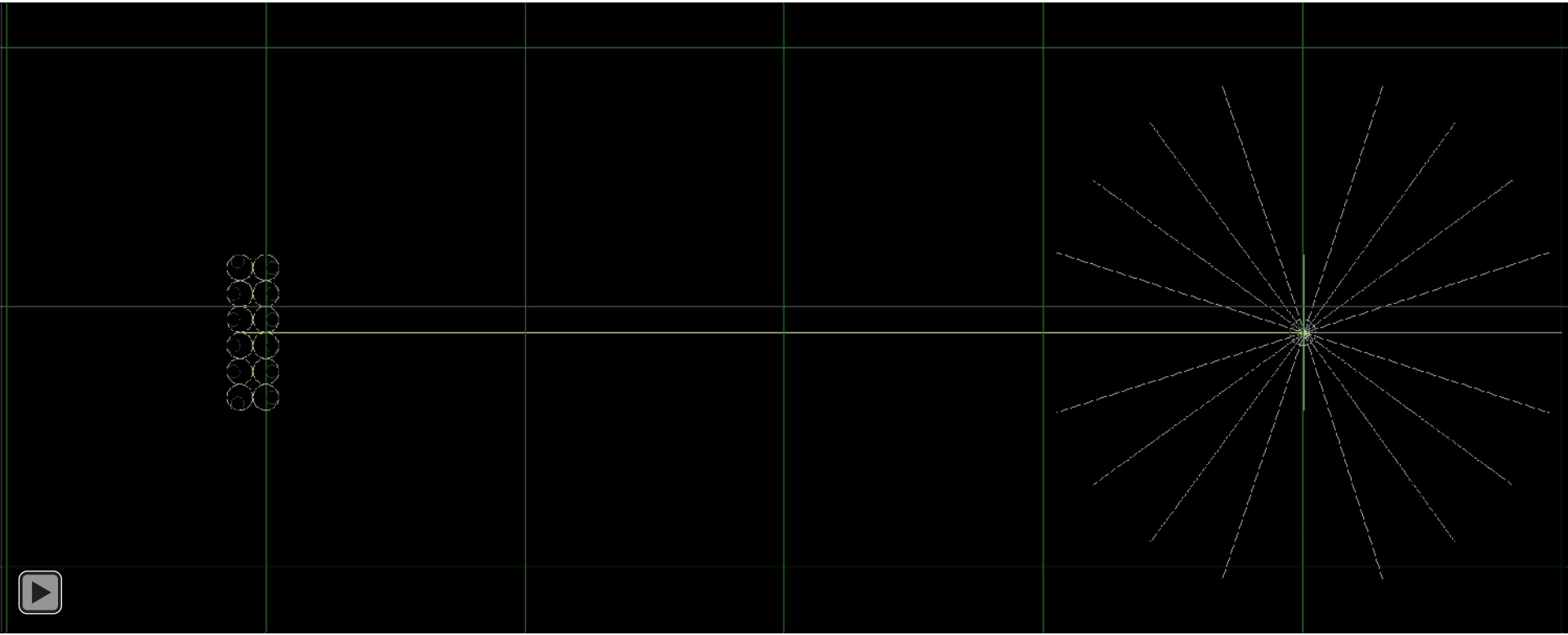
ステアリング: HL (Human Like)

- 目標: より人間らしい避け方をする
- 方法:
  - 所定の方向に対して、衝突する距離を計算する
  - ターゲットに最も近い衝突となる方向を選択する



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

ステアリング: HLの例（正面グループ）



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

ステアリング: HL (Human Like)

- 良い点：
  - より自然な動作になる
  - 機能の追加が容易
  - 処理負荷が調整可能

- 悪い点：
  - ライブラリがないので自ら実装する必要がある

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

環境認識を利用したステアリングの改善

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

環境認識を使ったステアリングの改善例

1. パスエッジを使って自由度を高める

   パスフォローイング

2. ナビゲーションメッシュを使って動作を制限する

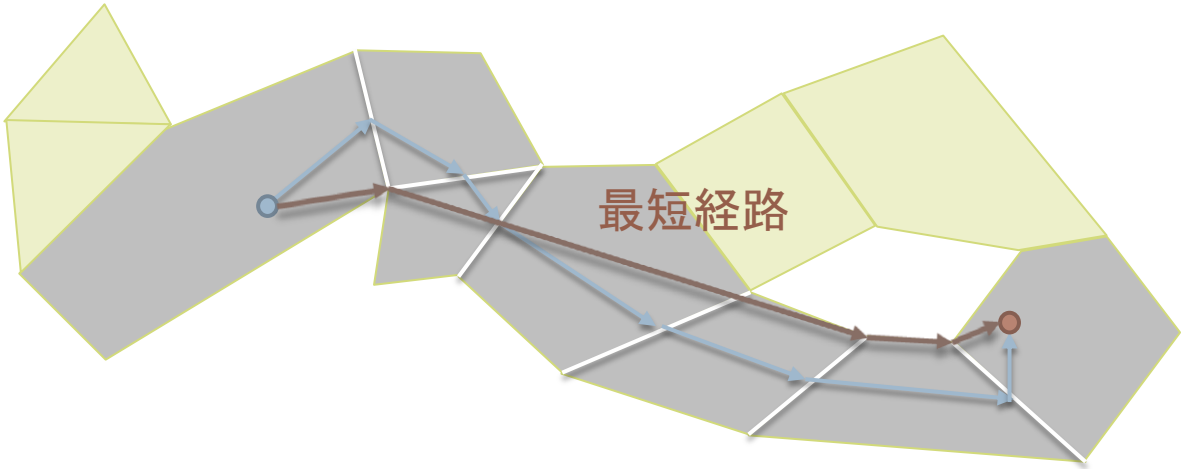
   衝突回避

3. ジャンプなどの特殊動作に対応

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その1: パスエッジを使って自由度を高める

- パス検索によりゴールまでの最短経路が得られる

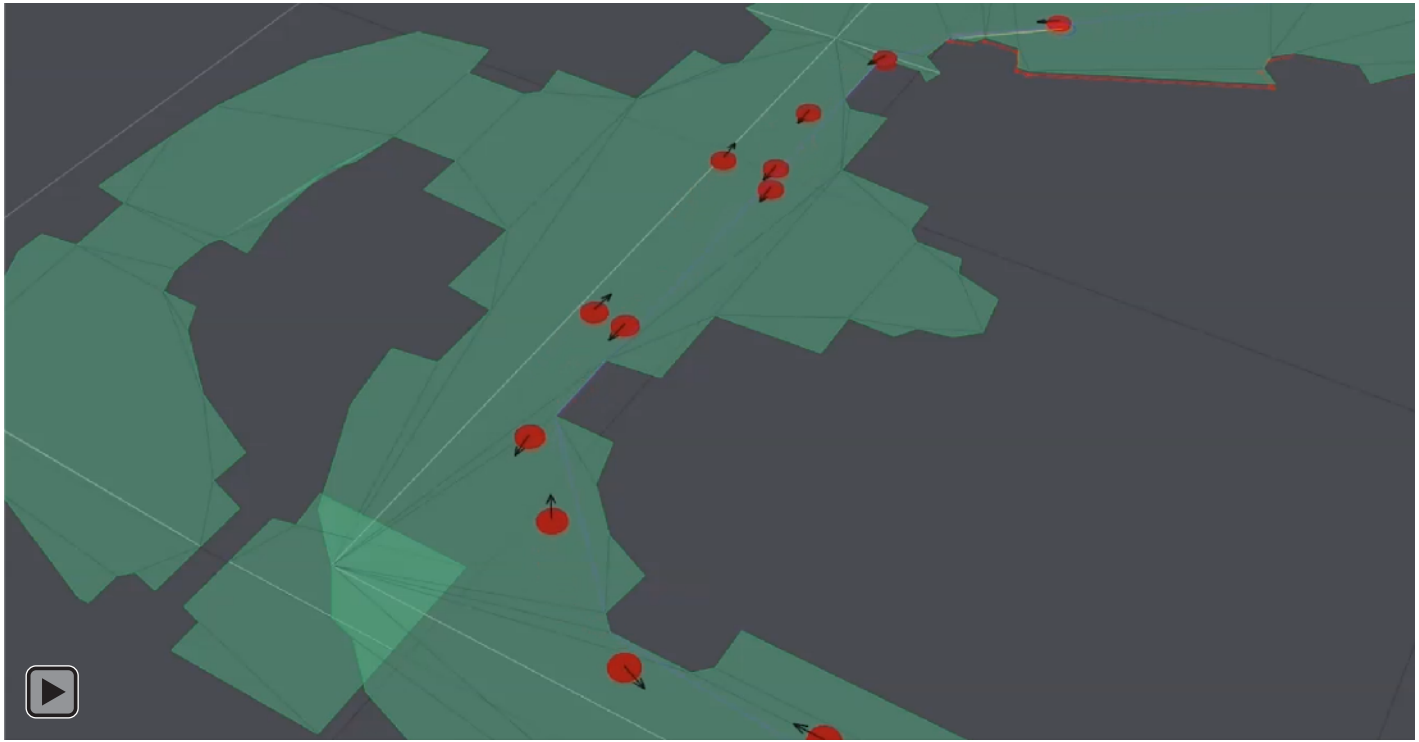


- だれもが最短経路に従うと渋滞が起きてしまう

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その1: パスエッジを使って自由度を高める

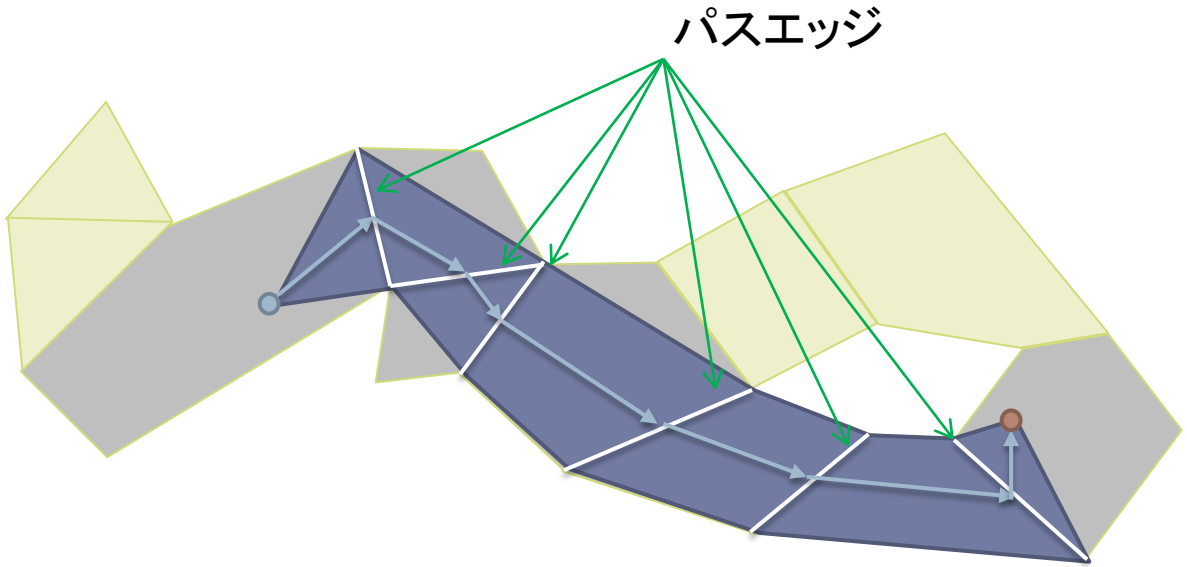
- 最短経路では渋滞を引き起こす



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その1：パスエッジを使って自由度を高める

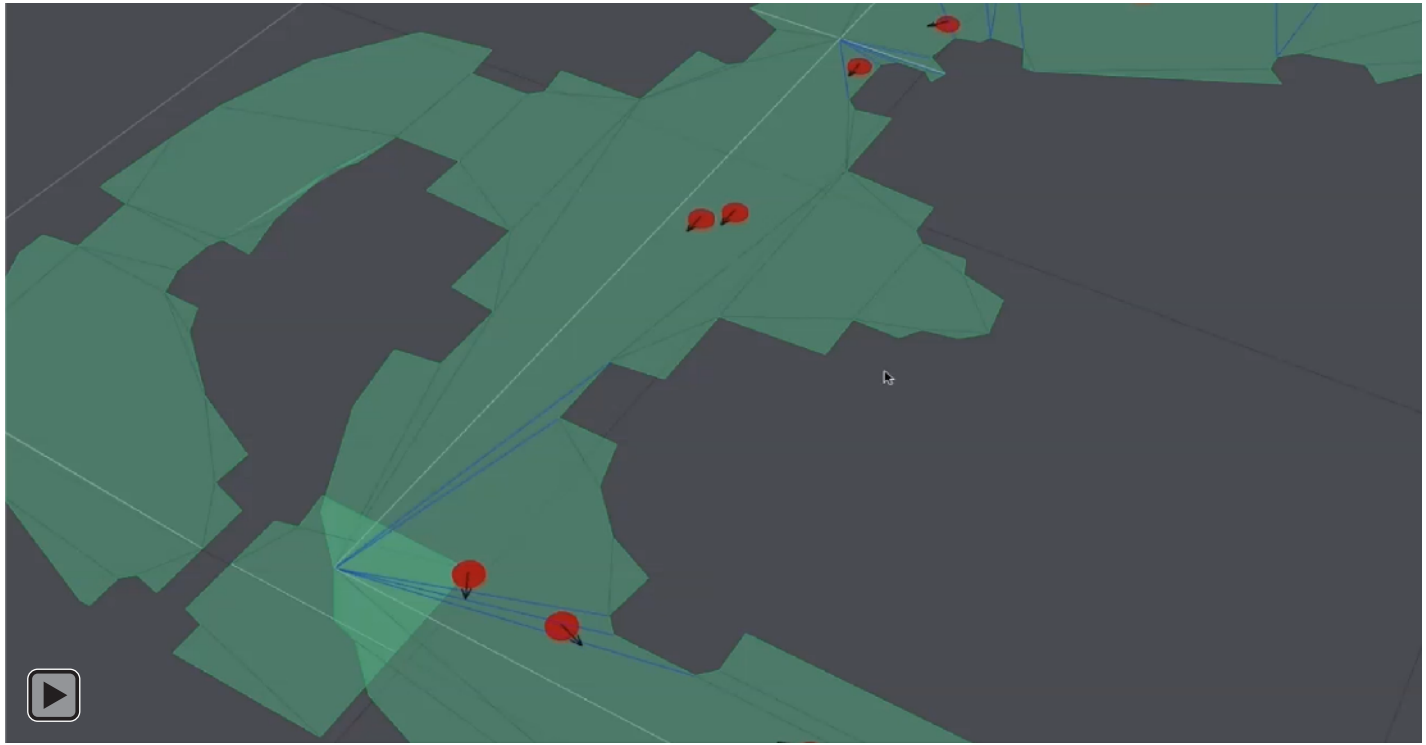
- パス検索によりパスエッジも得られる
  - ➡ 自由に動けるスペースがある



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その1: パスエッジを使って自由度を高める

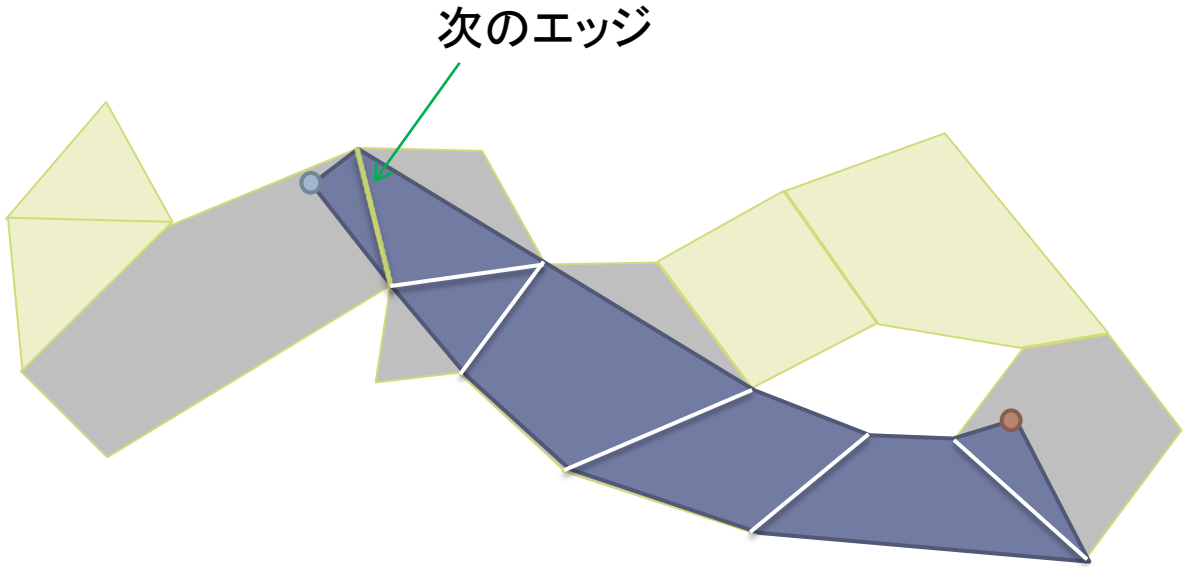
- パスエッジを使用した群衆コントロール



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その1: パスエッジを使って自由度を高める

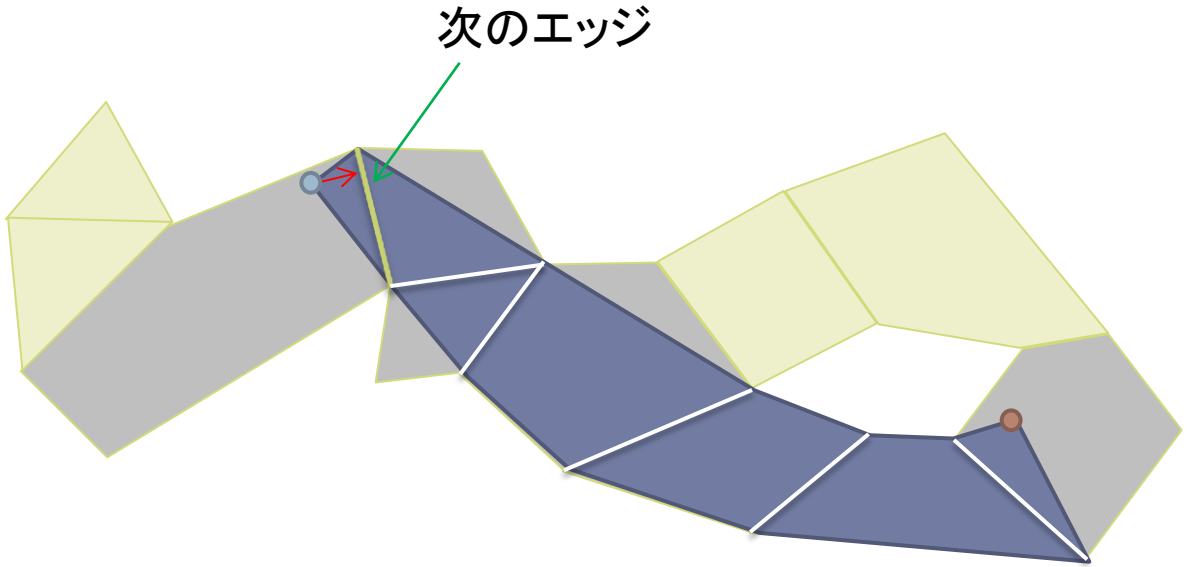
① 次のエッジを見つける (まだ交差していないエッジ)



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その1：パスエッジを使って自由度を高める

② 次のエッジが到達可能かチェックする
（ナビメッシュレイキャスト）

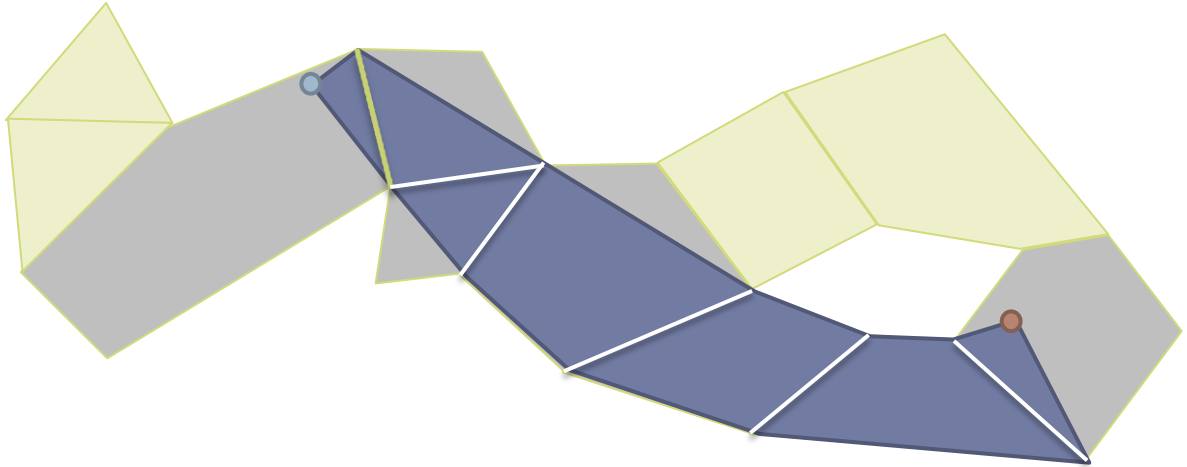


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その1: パスエッジを使って自由度を高める

③ ターゲットを見つける:

1. 前方のエッジから候補を選択

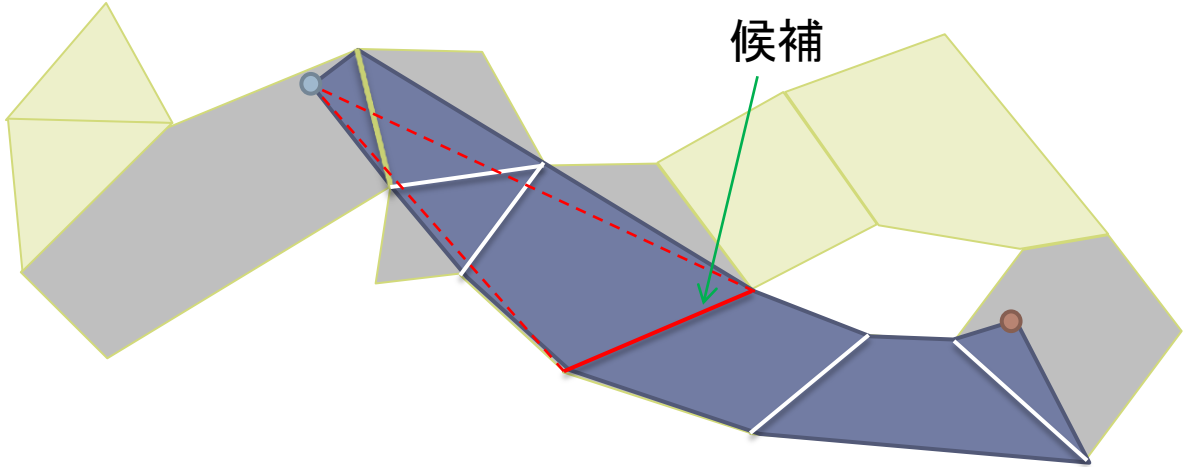


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その1: パスエッジを使って自由度を高める

③ ターゲットを見つける:

1. 前方のエッジから候補を選択

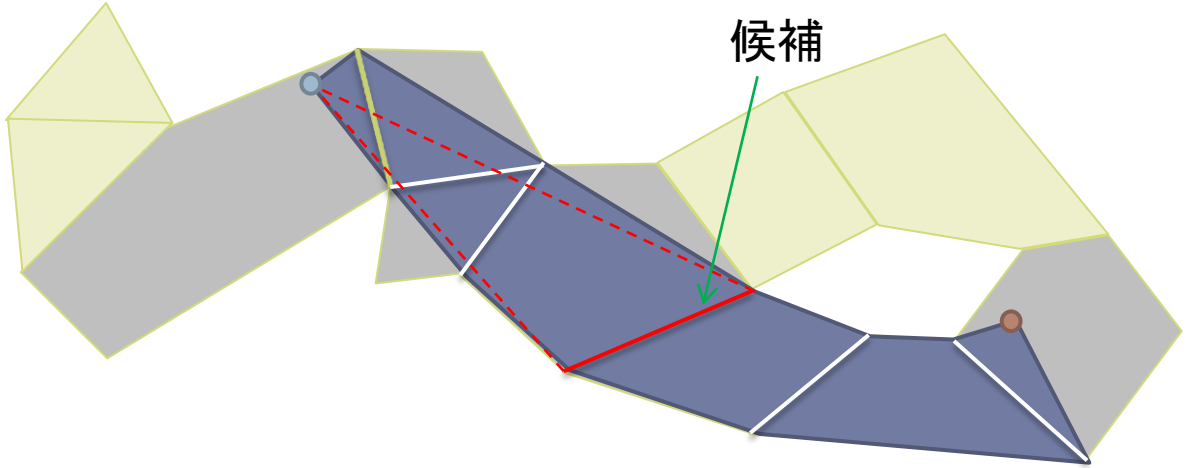


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その1: パスエッジを使って自由度を高める

③ ターゲットを見つける:

1. 前方のエッジから候補を選択
2. より高い制約条件でエッジを評価

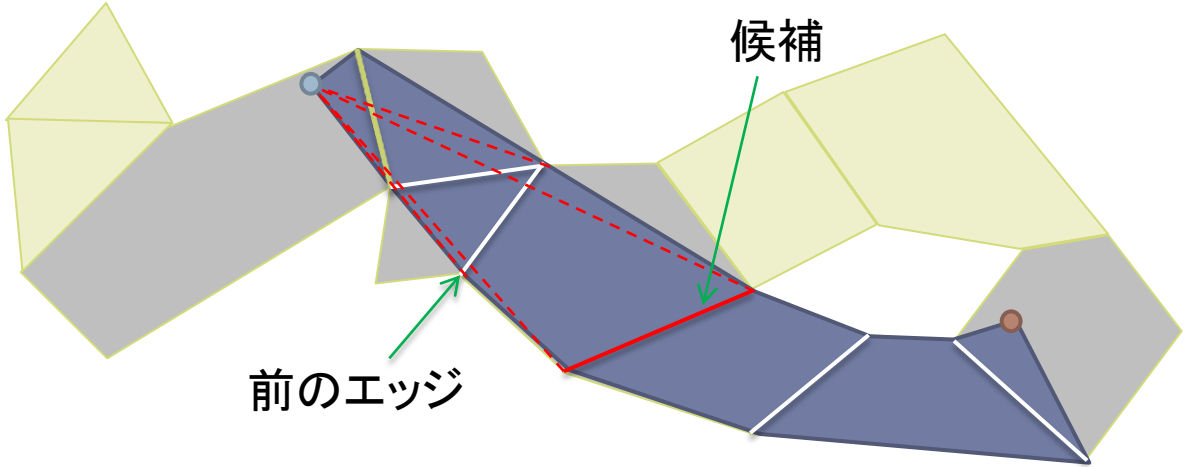


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その1: パスエッジを使って自由度を高める

③ ターゲットを見つける:

1. 前方のエッジから候補を選択
2. より高い制約条件でエッジを評価:
   ⇒前のエッジを含むコーン内に入っている

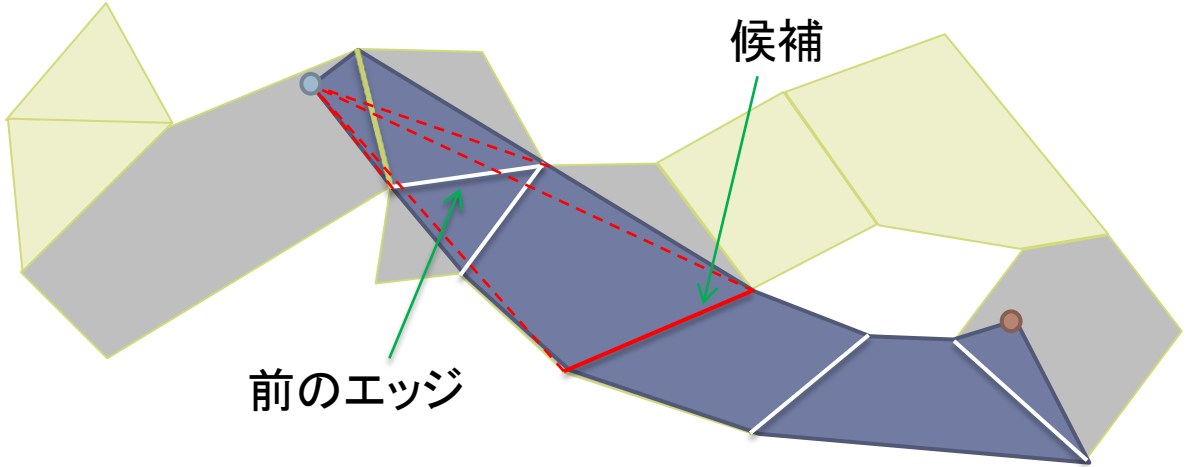


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その1: パスエッジを使って自由度を高める

③ ターゲットを見つける:

1. 前方のエッジから候補を選択
2. より高い制約条件でエッジを評価:
   ⇒前のエッジを含むコーン内に入っている

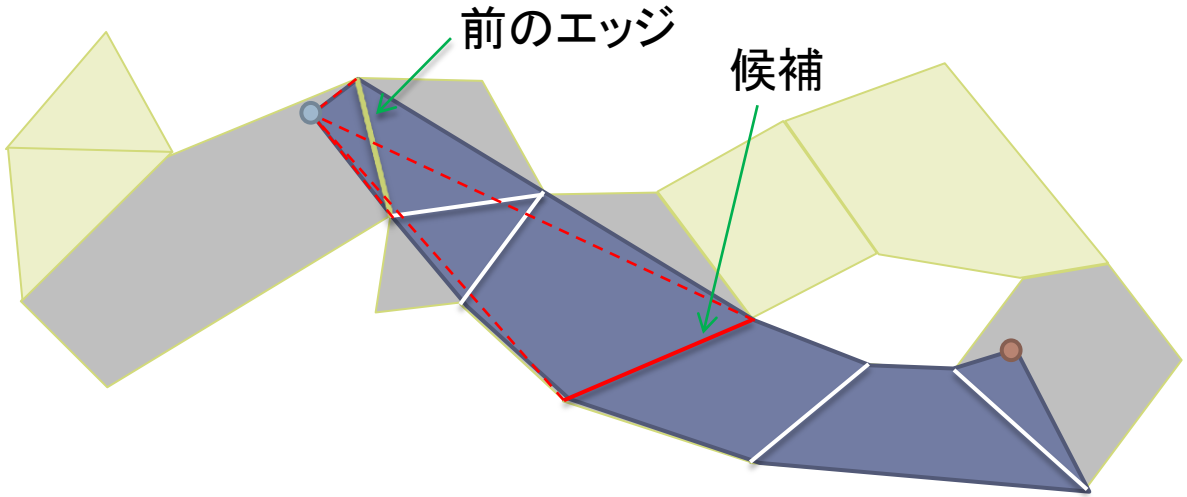


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その1: パスエッジを使って自由度を高める

③ ターゲットを見つける:

1. 前方のエッジから候補を選択
2. より高い制約条件でエッジを評価:
   ⇒前のエッジを含むコーン内に入っている



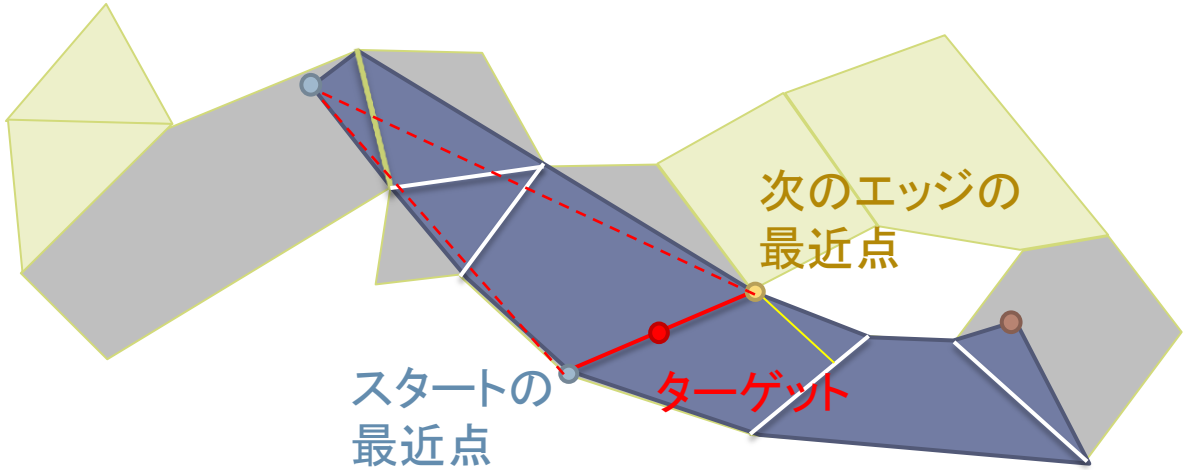
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その1: パスエッジを使って自由度を高める

③ ターゲットを見つける:

1. 前方のエッジから候補を選択
2. より高い制約条件でエッジを評価
3. 次のエッジの制約条件をもとにターゲットを決定:

⇒コーンが交差しなかった：次のエッジの最近点とスタートの最近点の中間

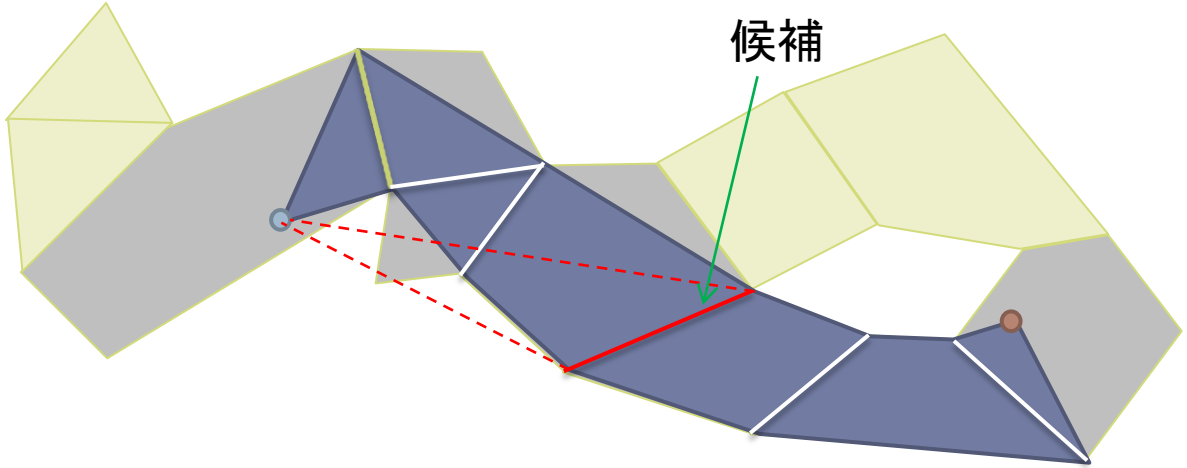


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その1: パスエッジを使って自由度を高める

③ ターゲットを見つける:

1. 前方のエッジから候補を選択
2. より高い制約条件でエッジを評価
3. 次のエッジの制約条件をもとにターゲットを決定

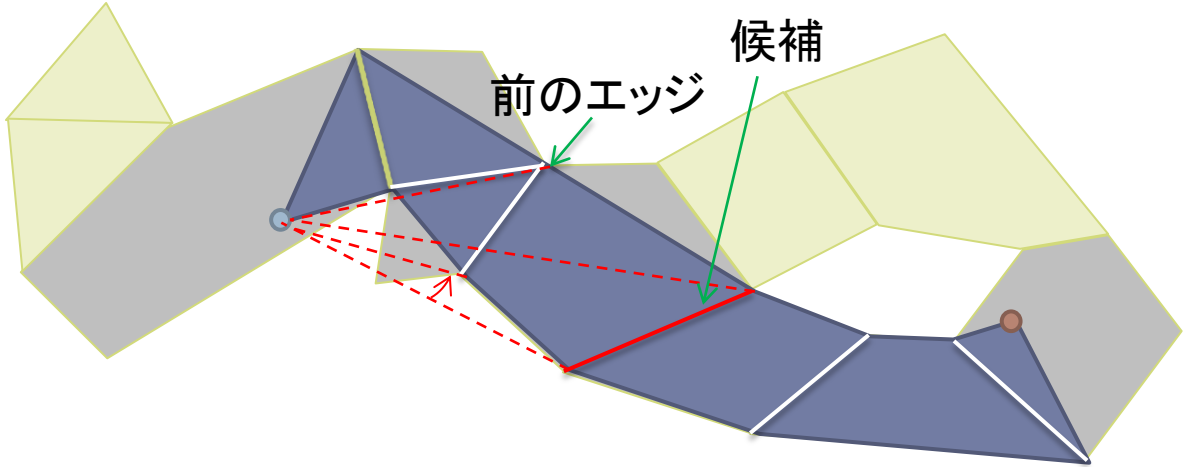


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その1: パスエッジを使って自由度を高める

③ ターゲットを見つける:

1. 前方のエッジから候補を選択
2. より高い制約条件でエッジを評価:
   ⇒前のエッジを含むコーン内に入っていない
3. 次のエッジの制約条件をもとにターゲットを決定

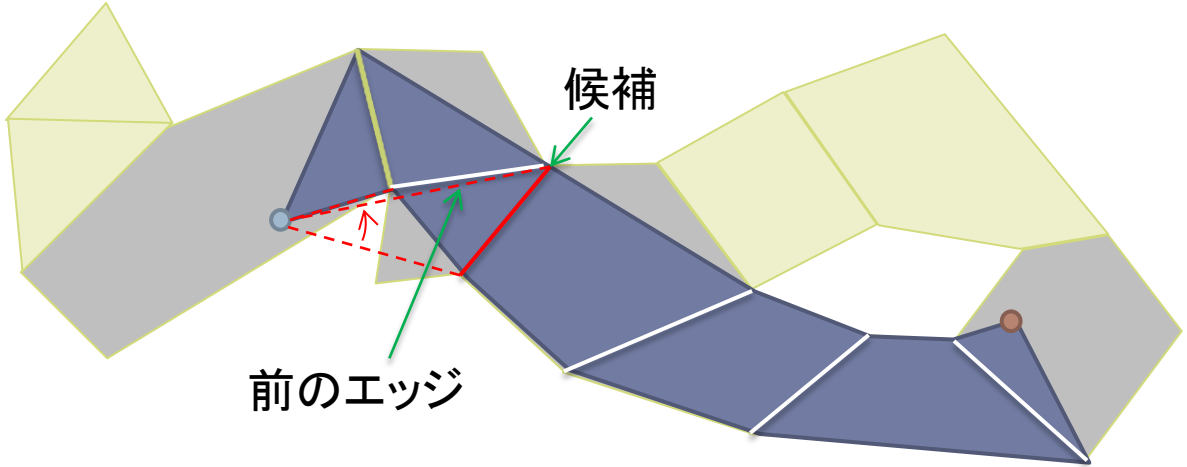


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その1: パスエッジを使って自由度を高める

③ ターゲットを見つける:

1. 前方のエッジから候補を選択
2. より高い制約条件でエッジを評価:
   ⇒前のエッジを含むコーン内に入っていない
3. 次のエッジの制約条件をもとにターゲットを決定

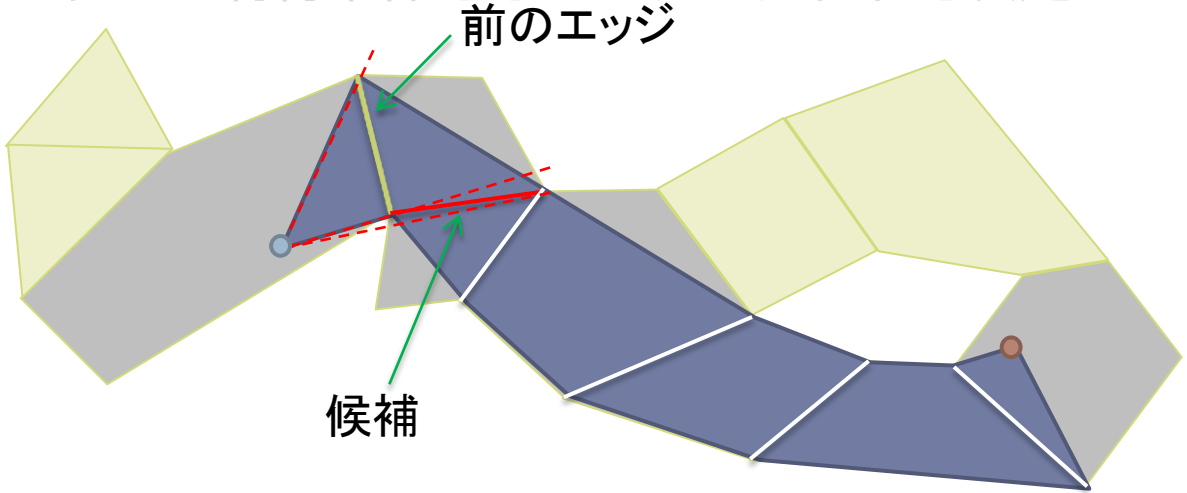


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その1: パスエッジを使って自由度を高める

③ ターゲットを見つける:

1. 前方のエッジから候補を選択
2. より高い制約条件でエッジを評価:
   ⇒反転したエッジ
3. 次のエッジの制約条件をもとにターゲットを決定

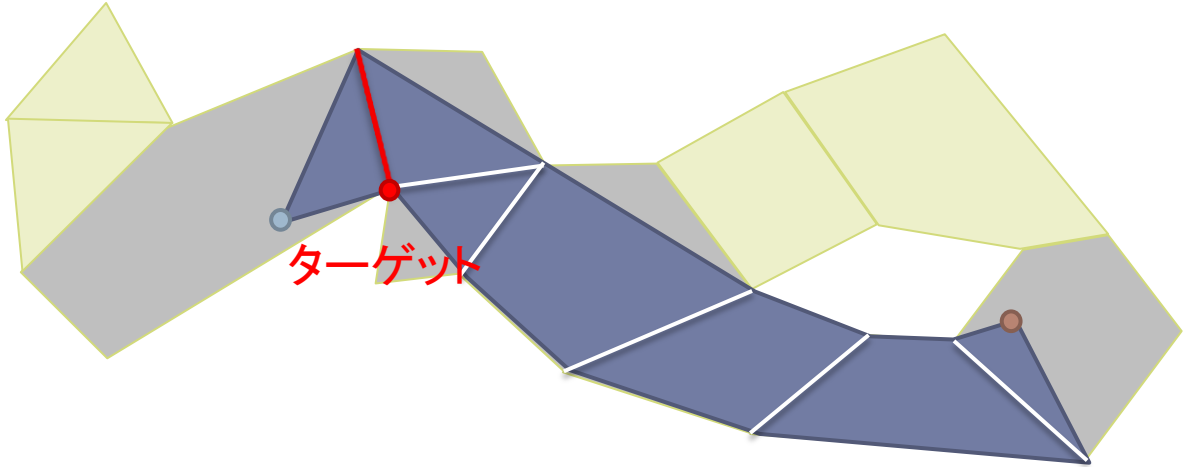


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その１: パスエッジを使って自由度を高める

③ ターゲットを見つける:

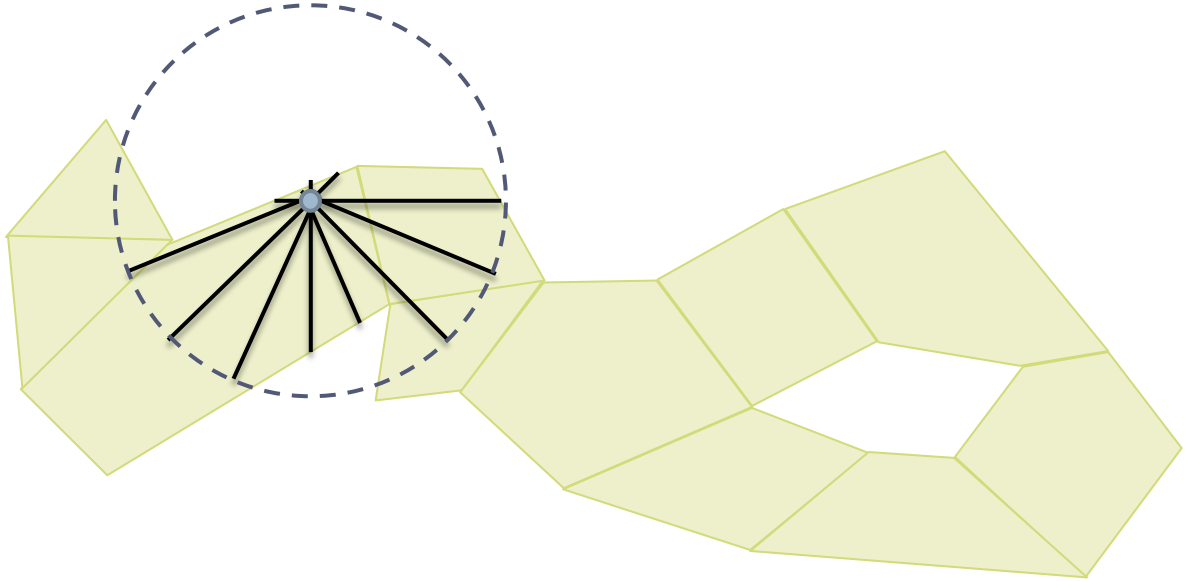
1. 前方のエッジから候補を選択
2. より高い制約条件でエッジを評価
3. 次のエッジの制約条件をもとにターゲットを決定:
   ⇒コーンが交差した：右旋回



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その2：ナビメッシュによる動作制限

- HLの衝突予測にナビメッシュのレイキャストを利用
  - ナビメッシュの外に行かないようにする



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その2：ナビメッシュによる動作制限

- HLの衝突予測にナビメッシュのレイキャストを利用

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

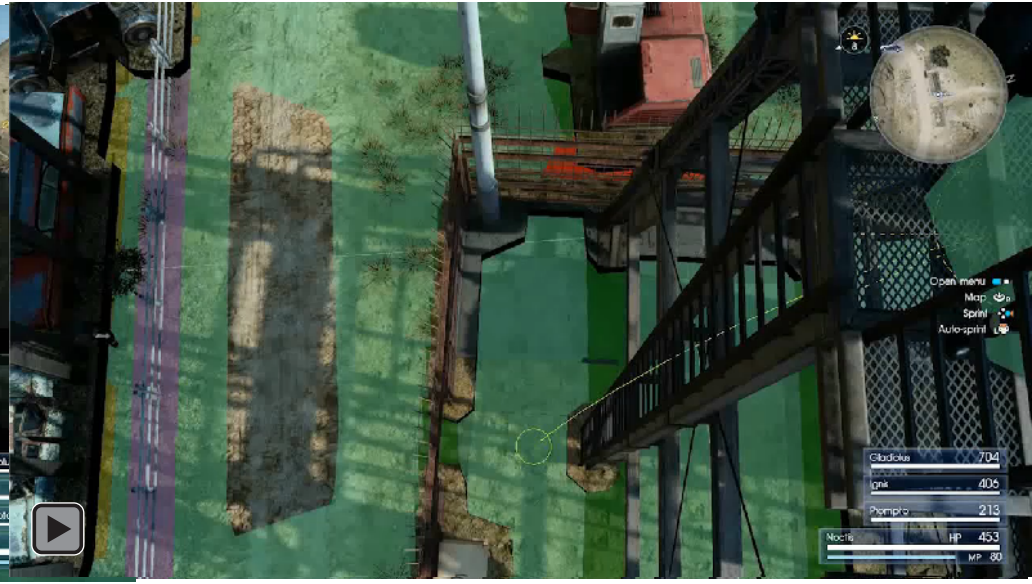
改善 その2：ナビメッシュによる動作制限

- HLの衝突予測にナビメッシュのレイキャストを利用

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その3：ジャンプなどの特殊動作

- 多目的オフメッシュリンク：ポイントとポイントの接続



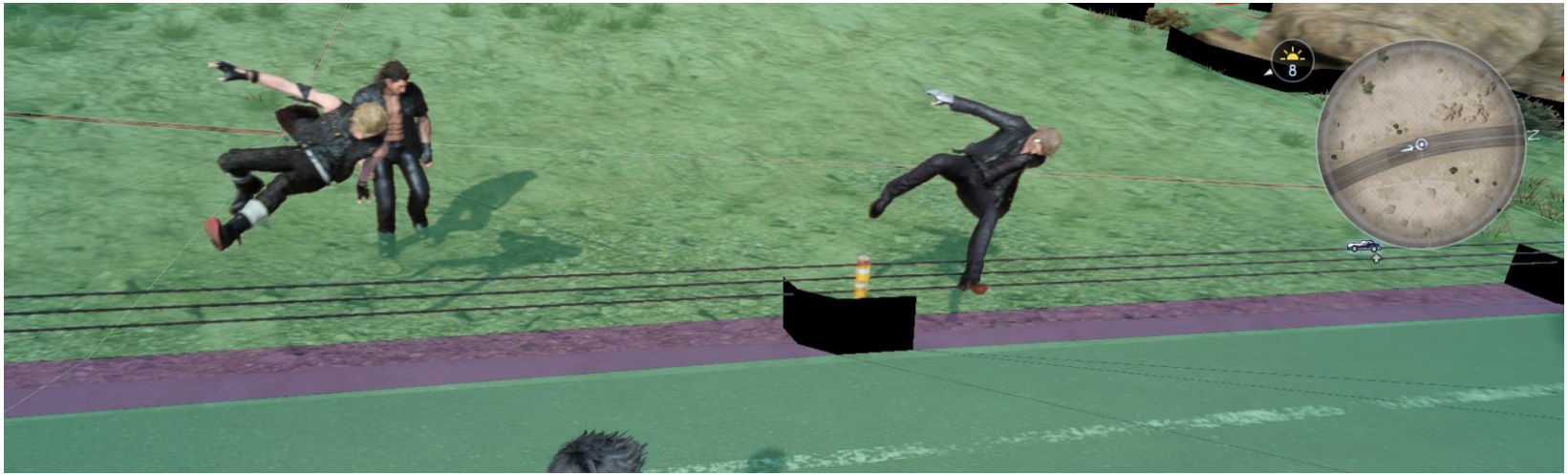
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

改善 その3：ジャンプなどの特殊動作

- ガードレールとフェンス：ナビメッシュマテリアル

ナビメッシュ

フェンス
マテリアル



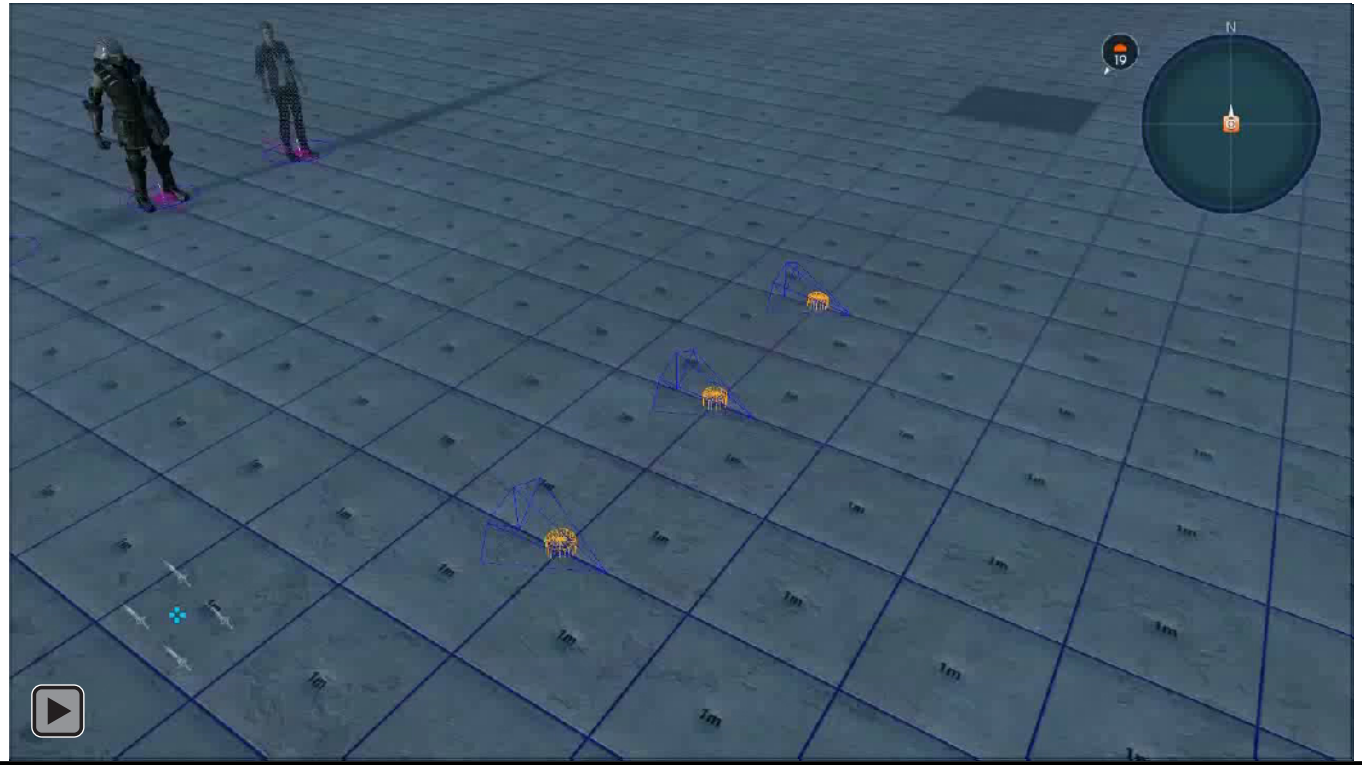
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

一般的なステアリングの問題

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

一般的なステアリングの問題

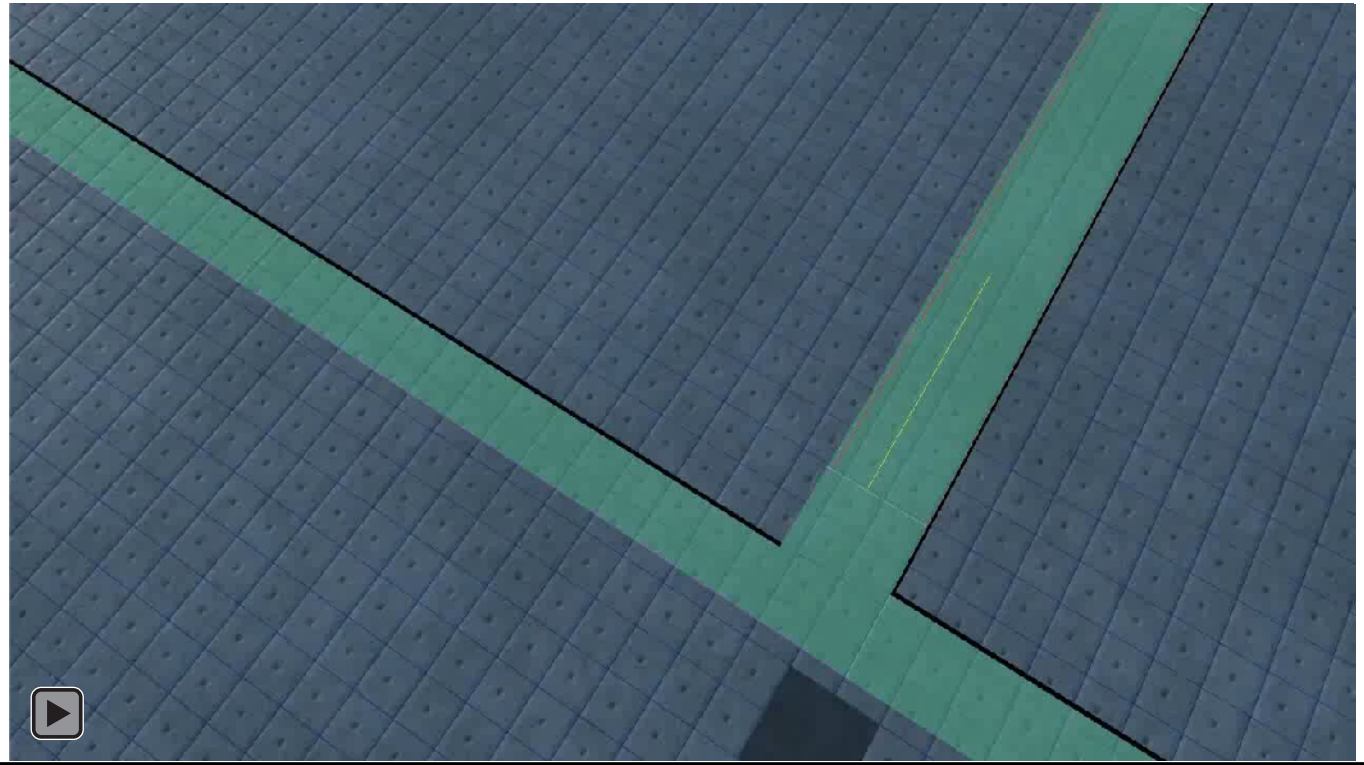
問題①　正確に止まれない



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

一般的なステアリングの問題

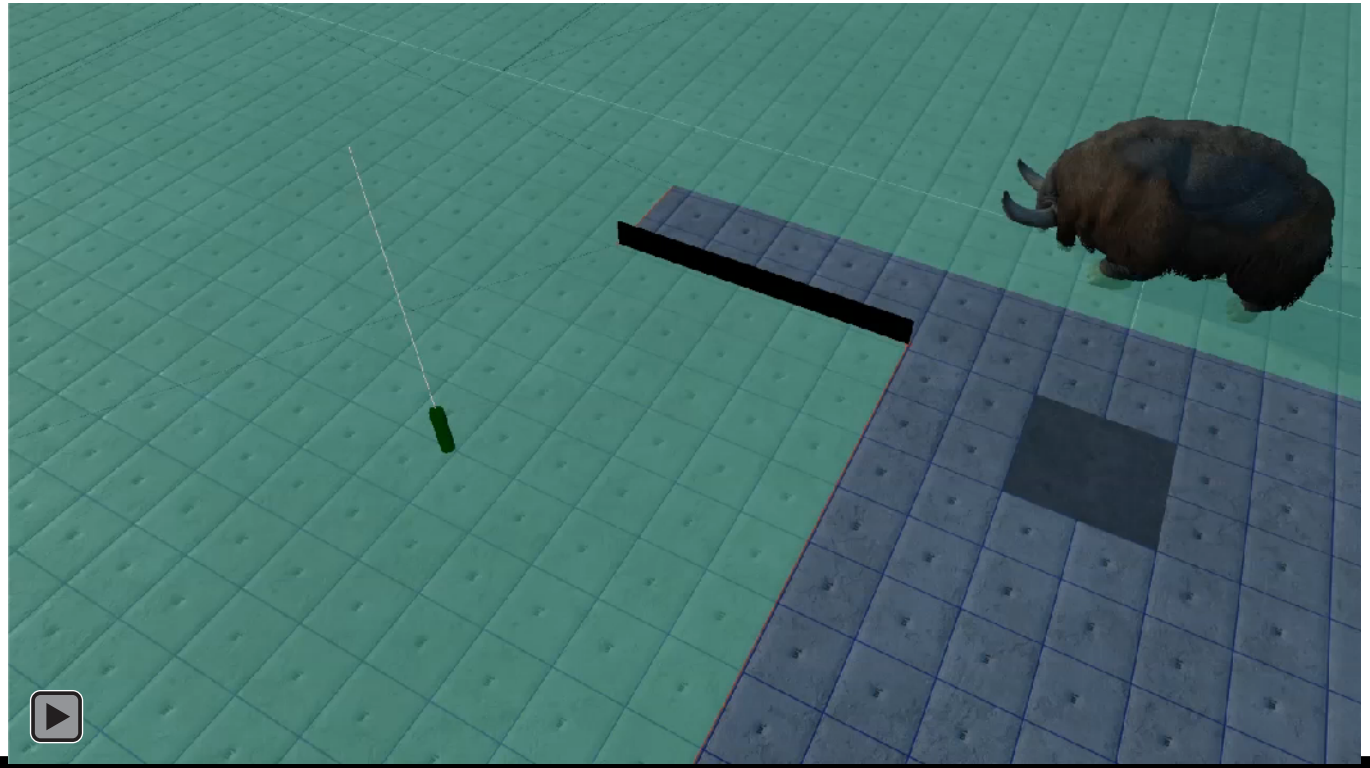
問題②　正確に旋回できない



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

一般的なステアリングの問題

問題③　ターゲットの周りを旋回してしまう



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

一般的なステアリングの問題

解決方法：モーションモデル

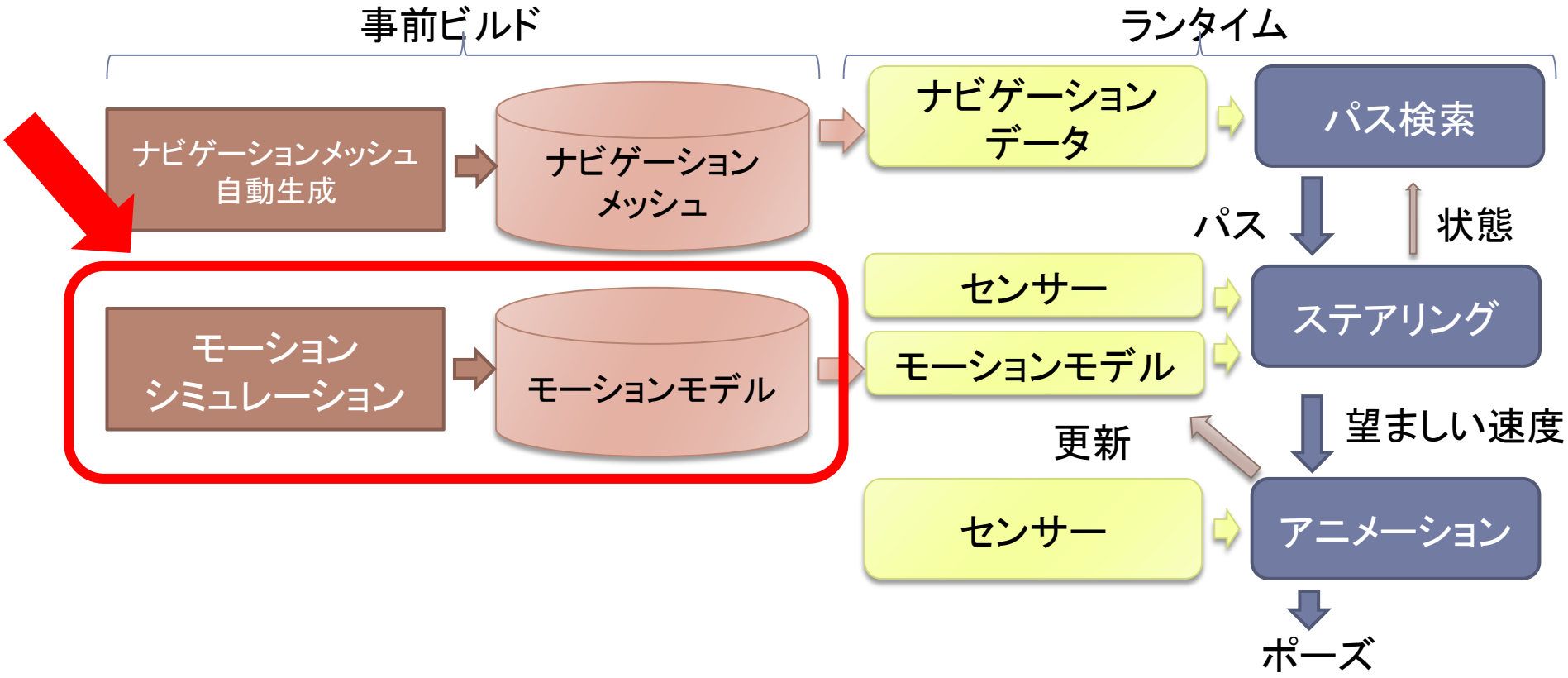
- アニメーションの制約条件を分析
  例：最低旋回半径、最高の減速度など
- アニメーションの整合性をチェック
  自動QA

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

モーションモデル

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

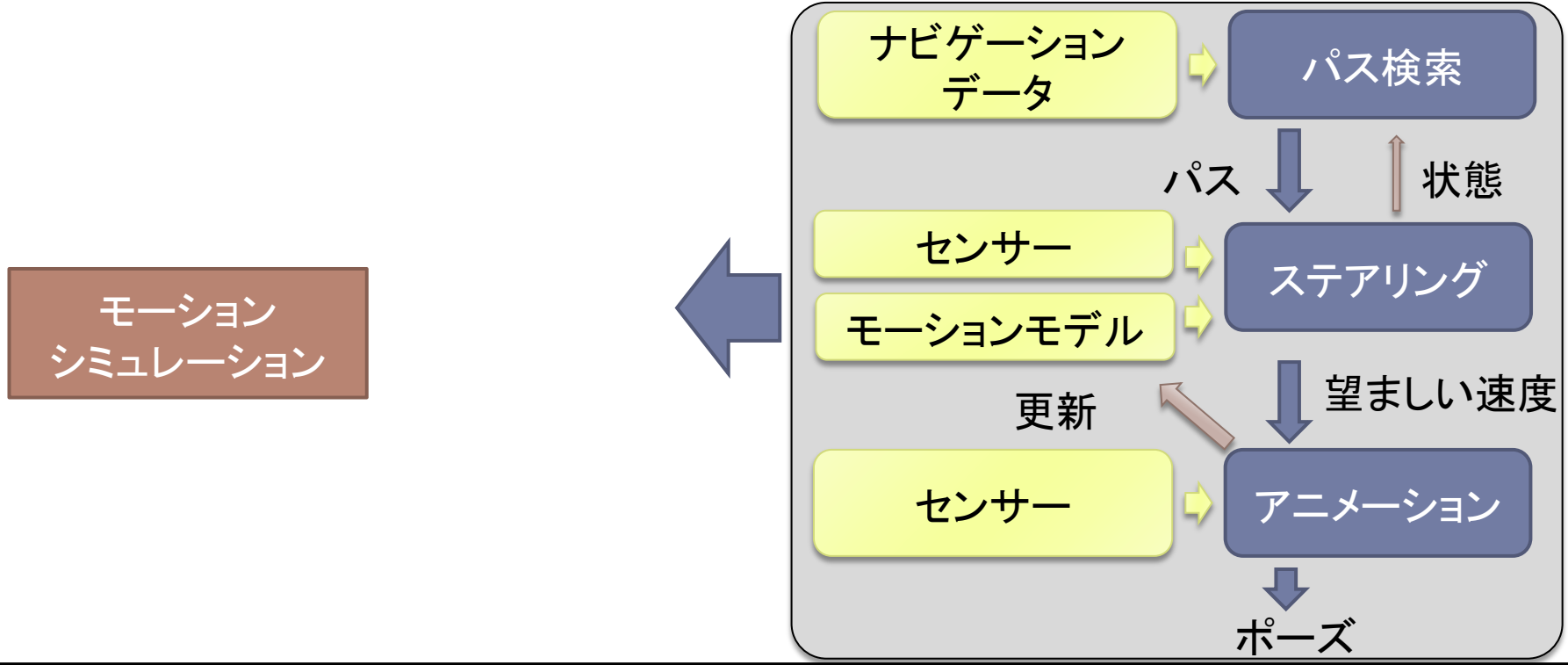
キャラクターナビゲーションパイプライン



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

モーションモデルの生成プロセス

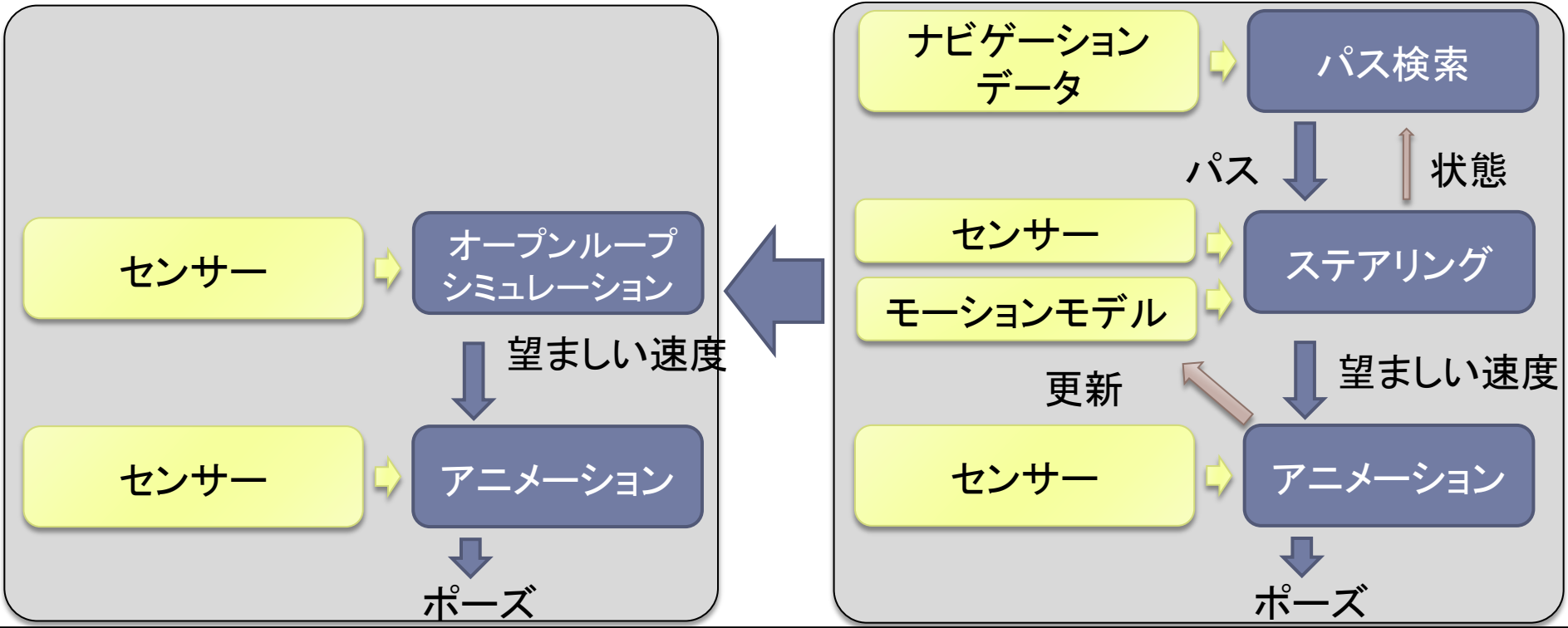
- テスト環境でゲームを実行してデータを記録する



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

モーションモデルの生成プロセス

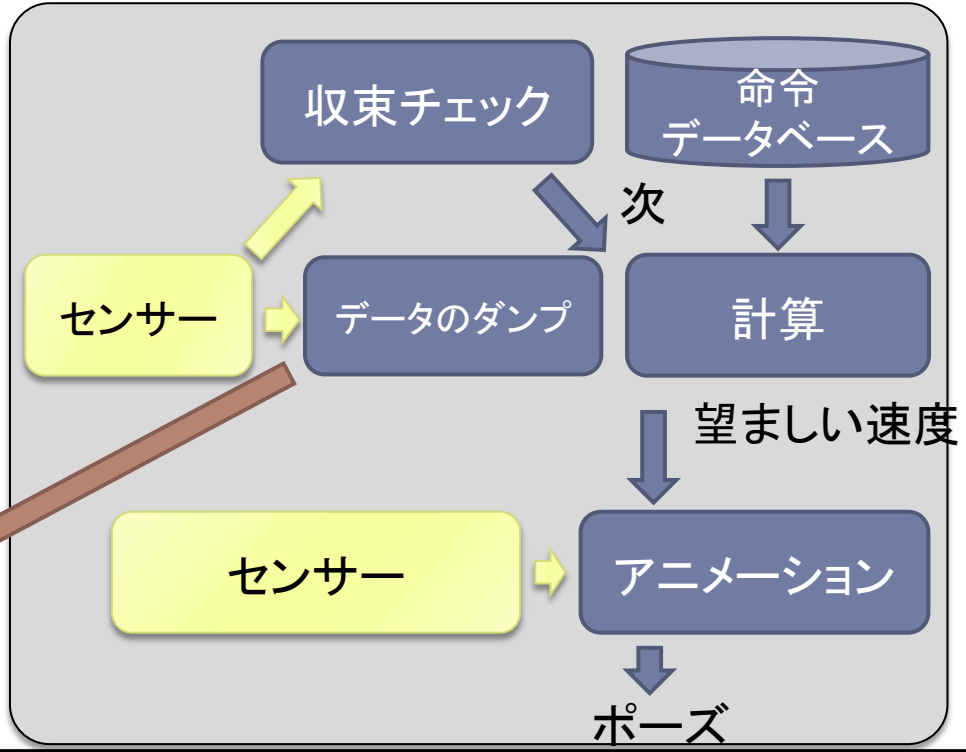
- テスト環境でゲームを実行してデータを記録する

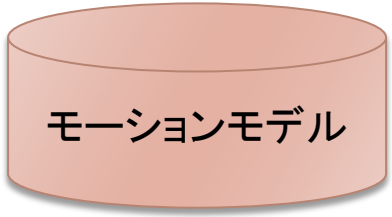


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

モーションモデルの生成プロセス

- テスト環境でゲームを実行してデータを記録する
  1. 命令データベースを使用
  2. 収束チェック
     - 安定した速度/旋回速度
  3. データのダンプ
     - 位置、速度、旋回速度など
  4. データ分析





データ分析

エラーを警告

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

モーションモデルの使用例

整合性をチェックする：

① 最低/最高速度を測る

問題を解決する:

② 正確に止まる

③ 正確に旋回する

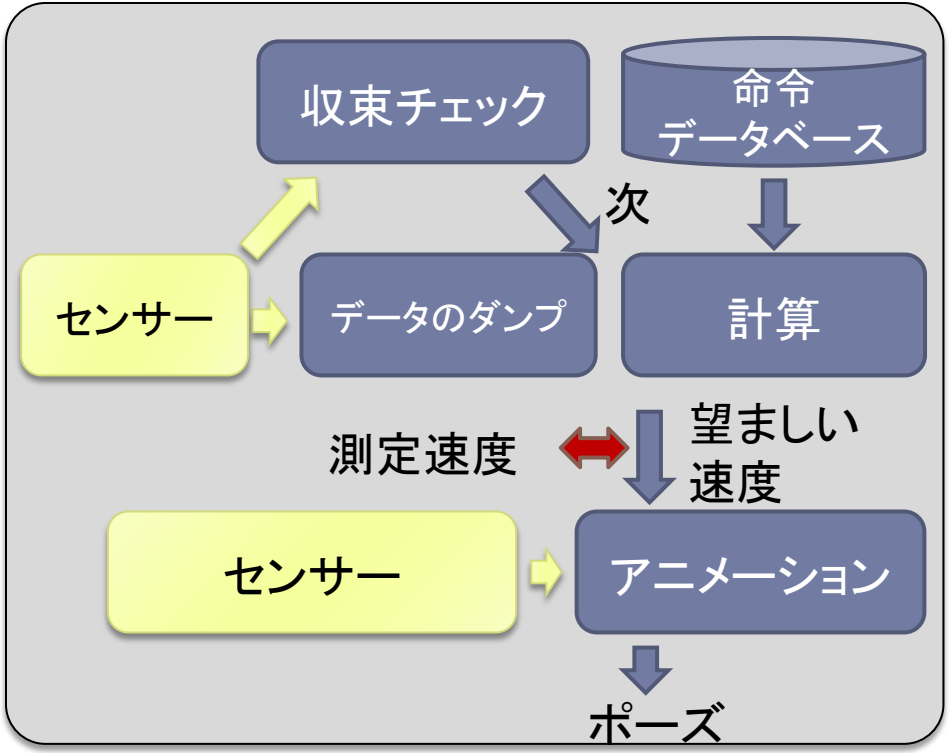
④ ターゲットの周りを旋回しない

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

①　最低/最高速度を測る

アニメーションの整合性をチェックするデータ：

- 速度を比較する
  1. 一定速度の命令を出す
  2. 安定させるためにアニメーションを待つ

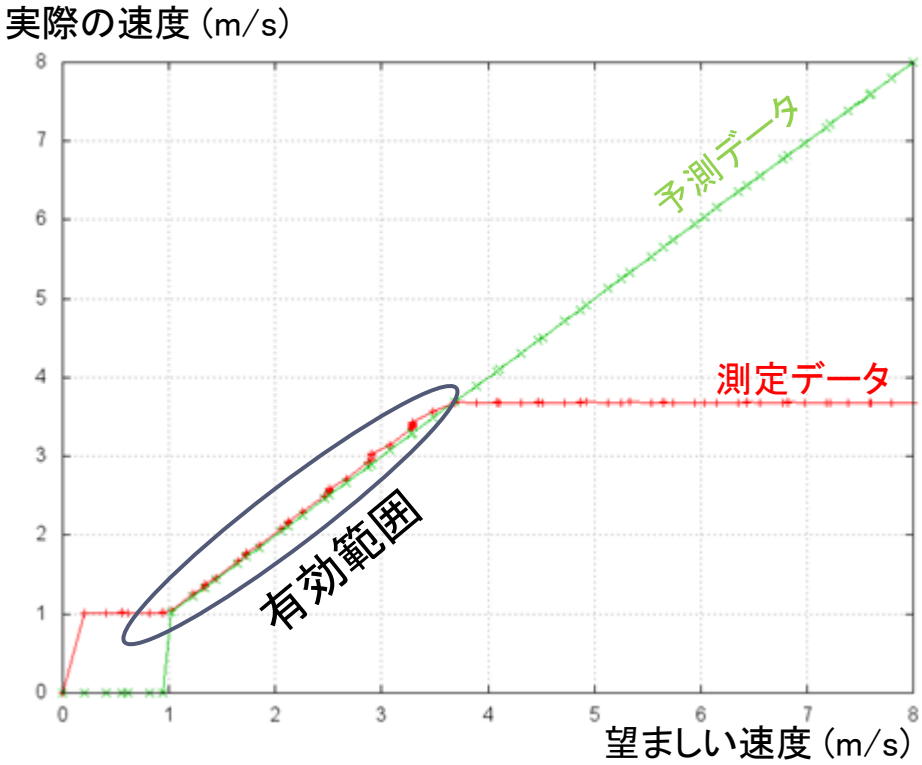


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

①　最低/最高速度を測る

アニメーションの整合性をチェックするデータ：

- 速度を比較する
  1. 一定速度の命令を出す
  2. 安定させるためにアニメーションを待つ



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

①　最低/最高速度を測る

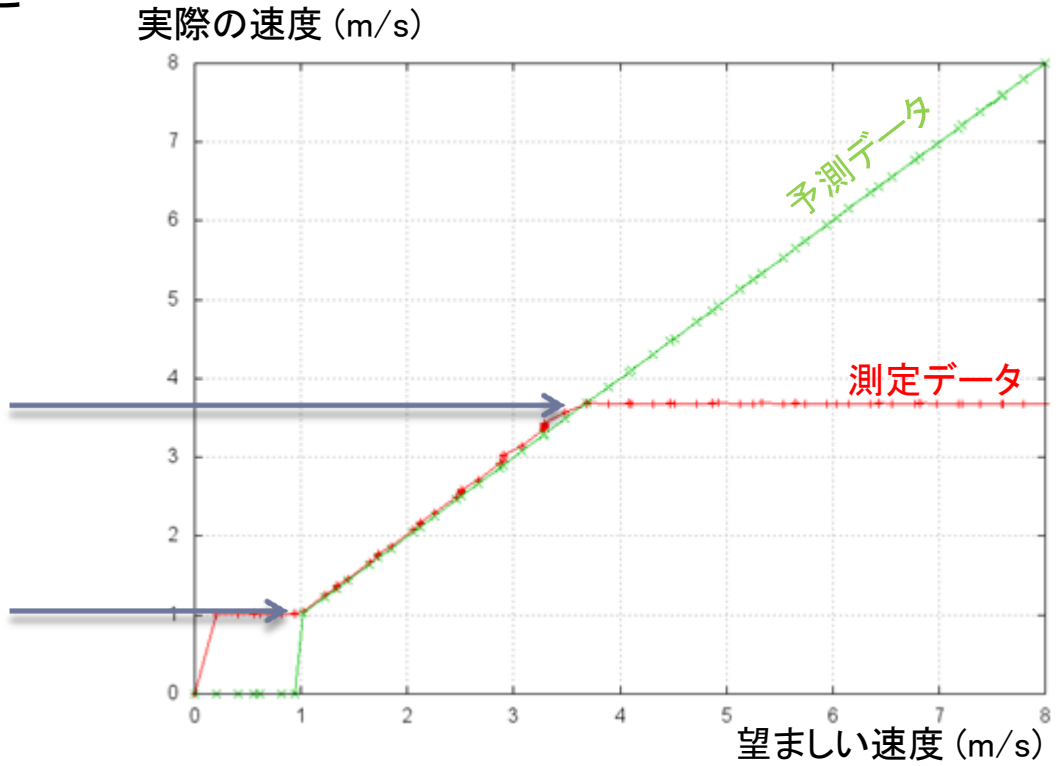
アニメーションの整合性を
チェックするデータ：

速度範囲を求める:

有効な速度範囲

最高速度

最低速度



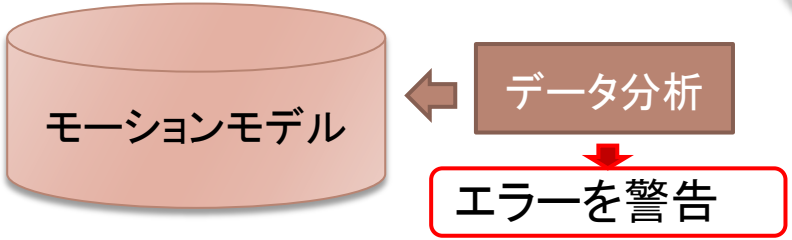
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

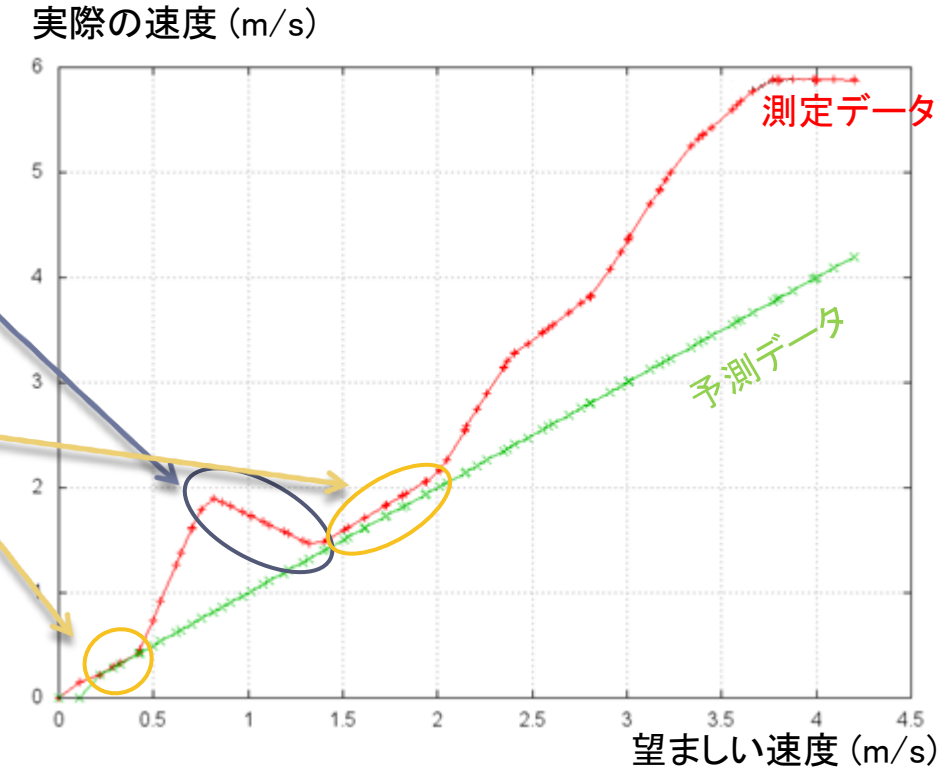
①　最低/最高速度を測る

アニメーションの整合性を
チェックするデータ：

問題のチェック(QA):

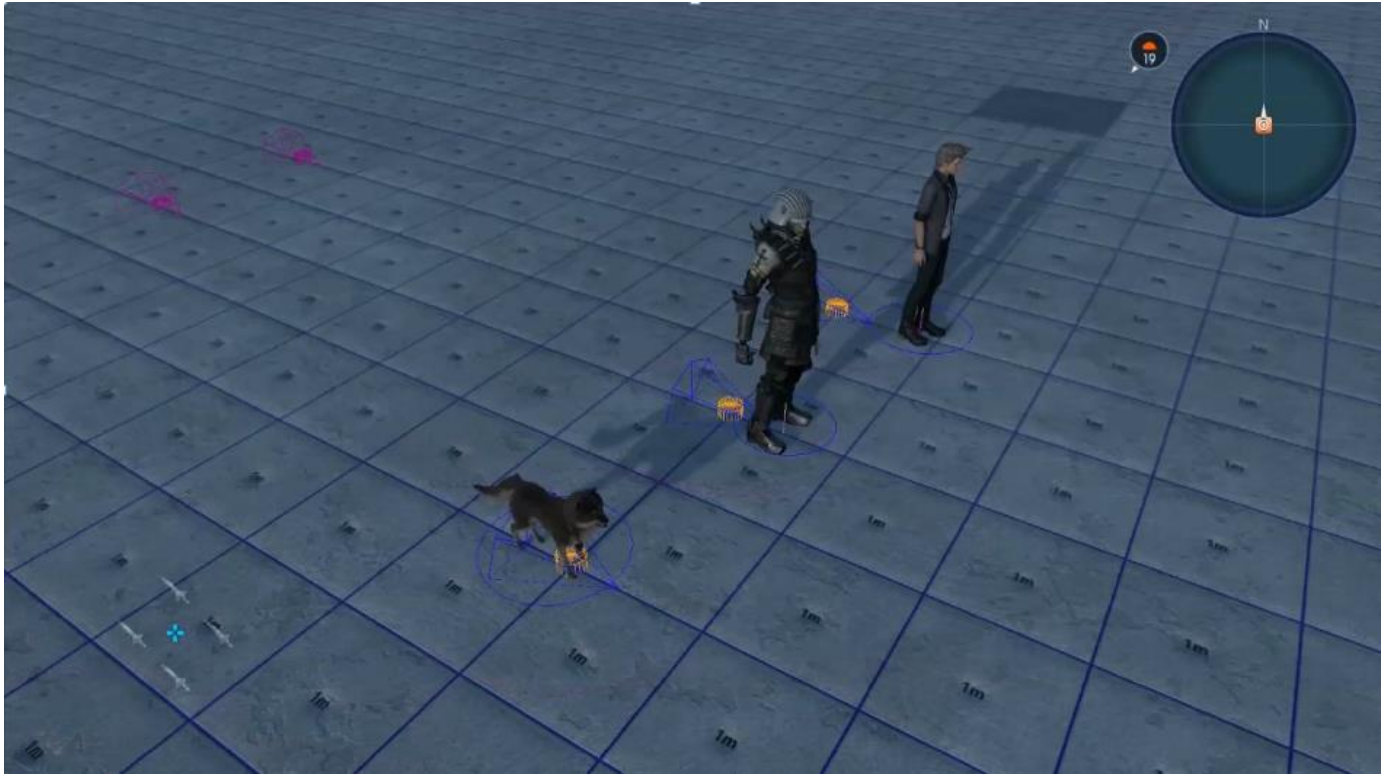
- 減速命令に対して加速してしまう
- ２つの有効範囲が選択可能





©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

②　正確に止まる



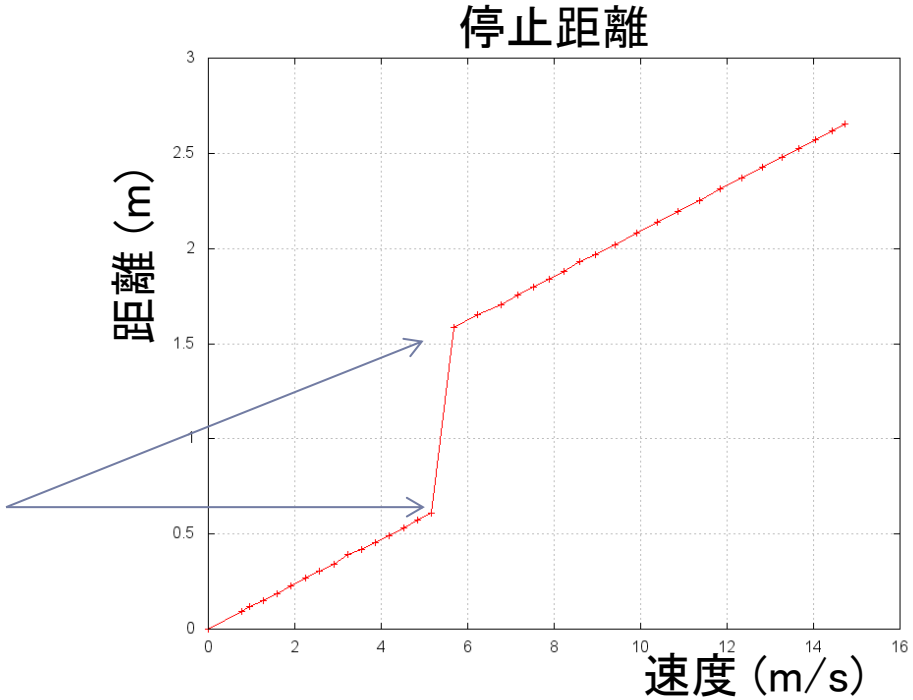
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

② 正確に止まる

モーションモデルを作成する:

命令リスト:

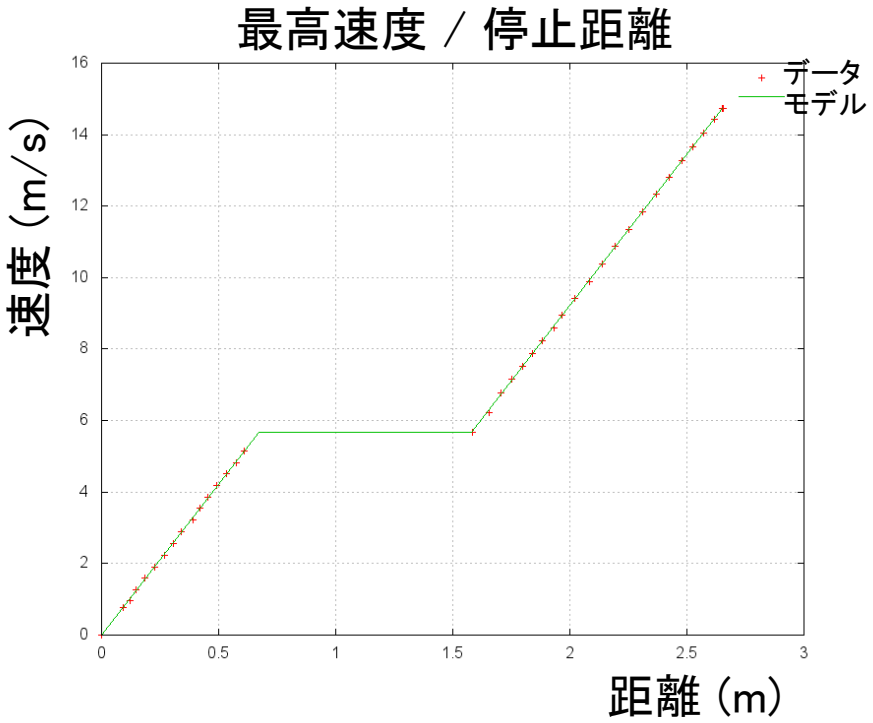
1. 一定速度にする
2. 停止する
3. 距離を評価する

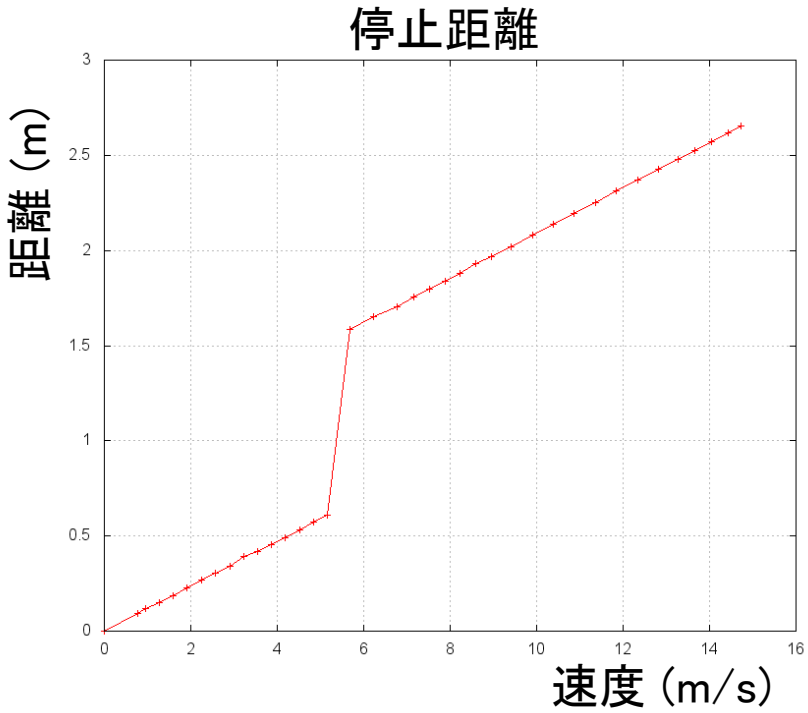


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

② 正確に止まる

モーションモデルを作成する: 距離⇒最高速度

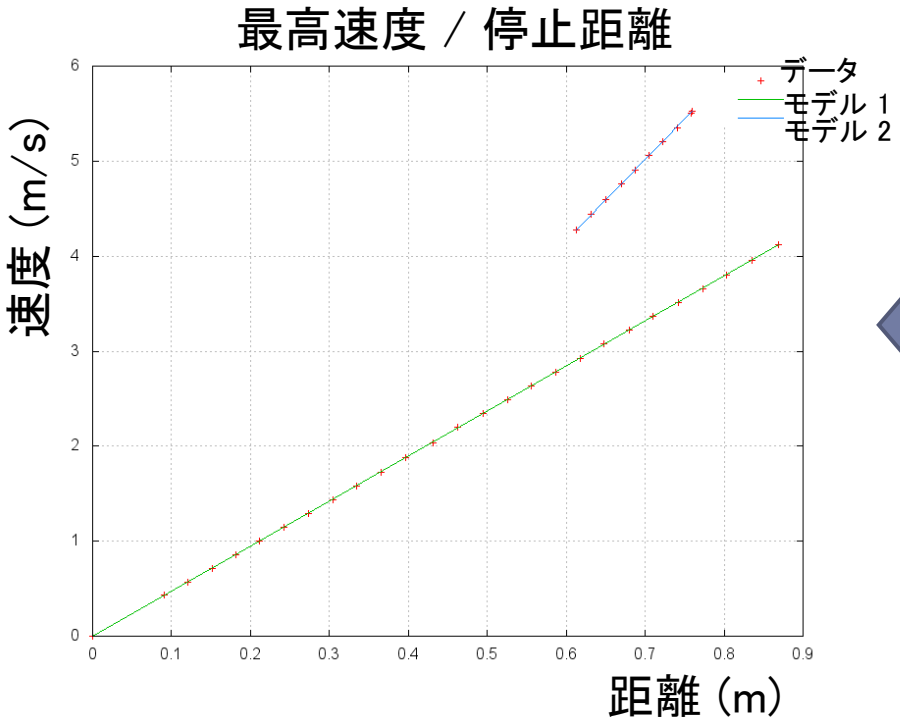


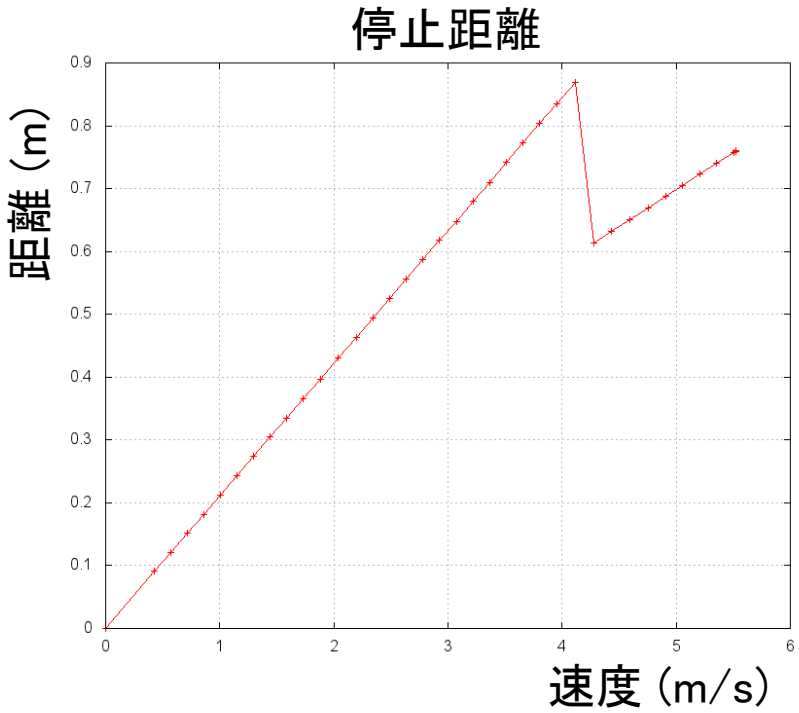


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

② 正確に止まる

モーションモデルを作成する: 距離⇒最高速度



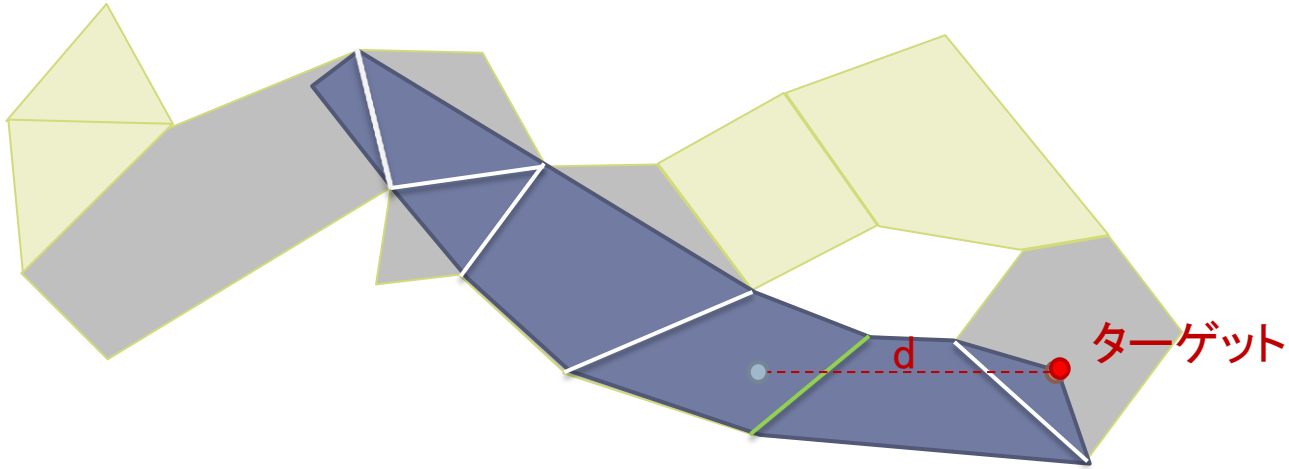


SQUARE ENIX
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

②　正確に止まる

モーションモデルを使用する:

- 距離 d で停止する
  - 最終的なターゲット　パスフォローイング



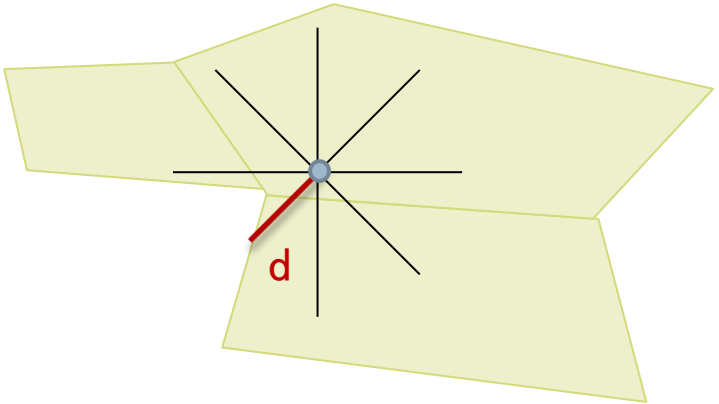
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

②　正確に止まる

モーションモデルを使用する:

- 距離 d で停止する
  - 最終的なターゲット
  - ナビメッシュレイキャスト

衝突回避



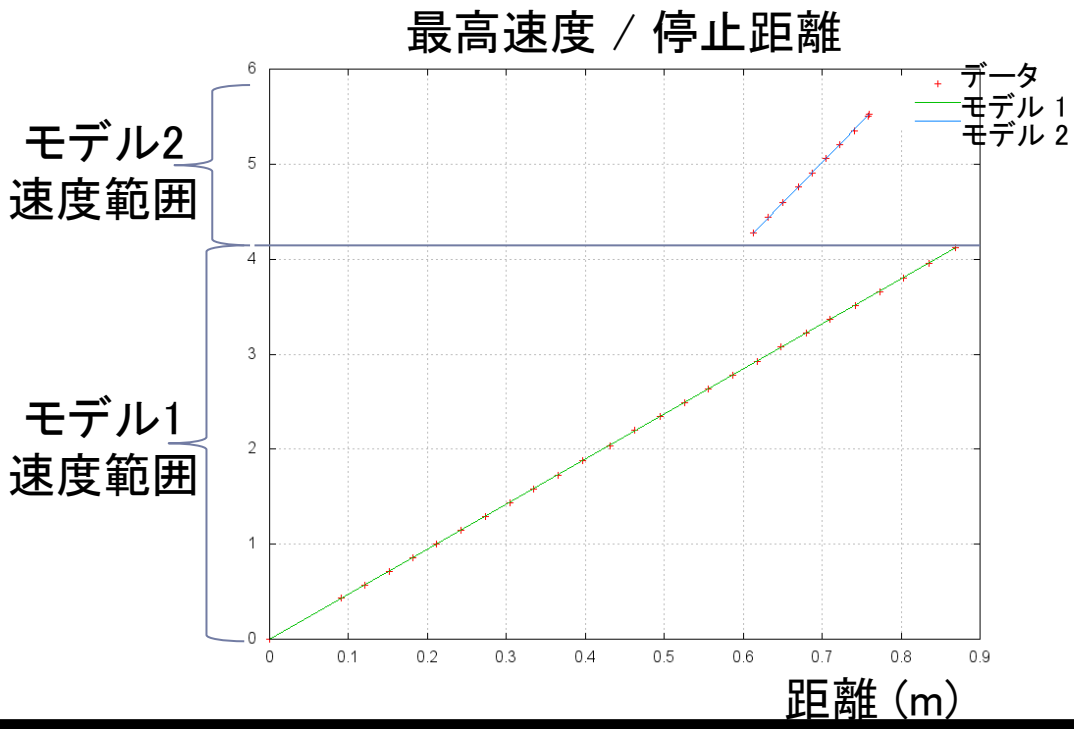
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

②　正確に止まる

モーションモデルを使用する:

- 距離 d で停止する:

1. 現在の速度から、モデルを選択



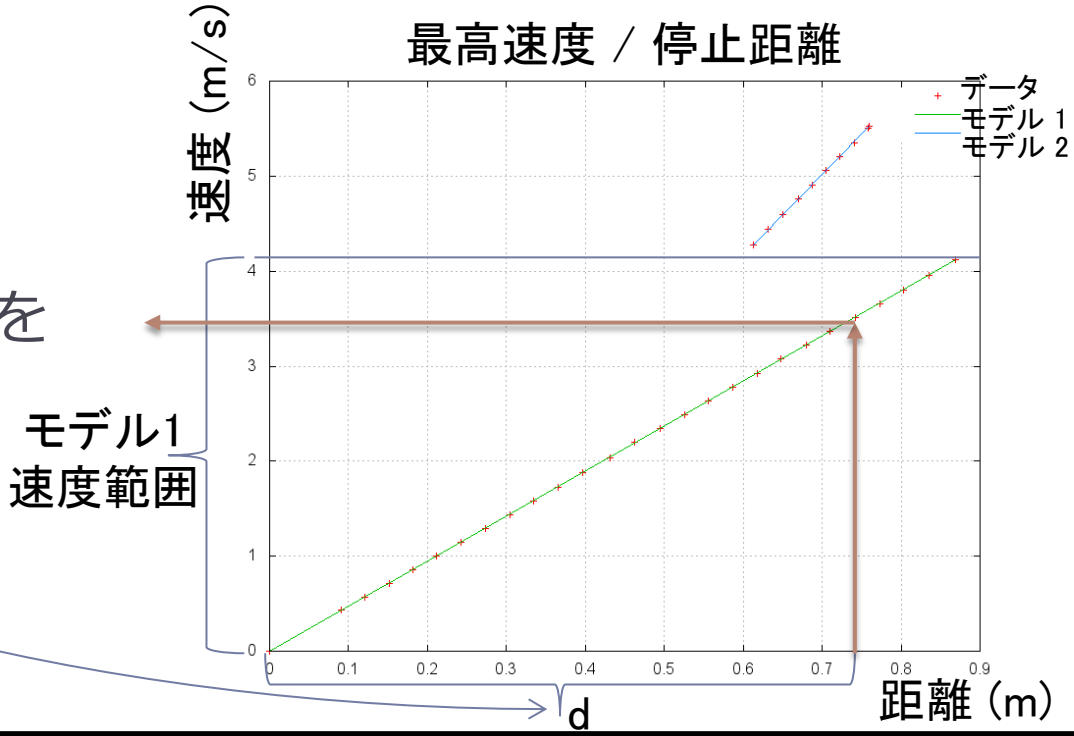
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

②　正確に止まる

モーションモデルを使用する:

- 距離 d で停止する:

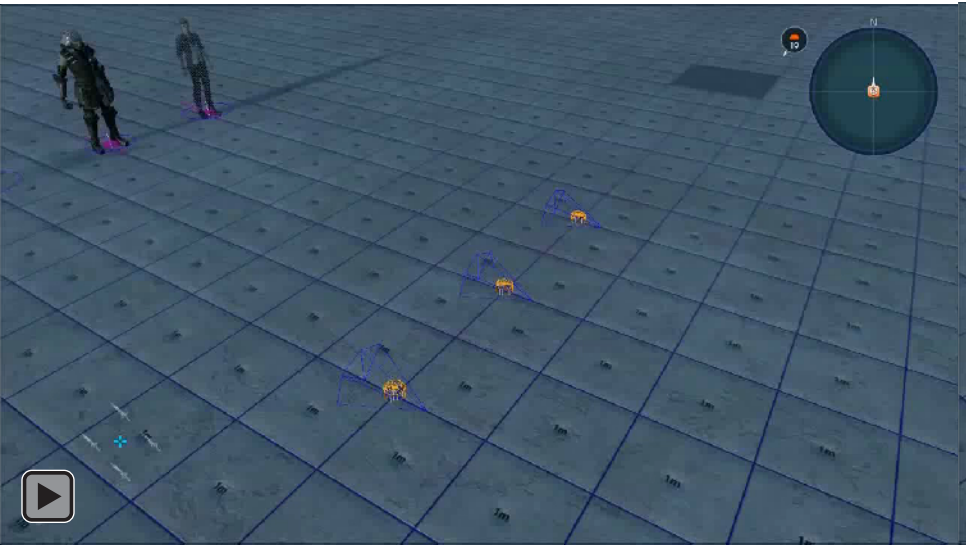
1. 現在の速度から、モデルを選択
2. 距離 d から最高速度を見つける



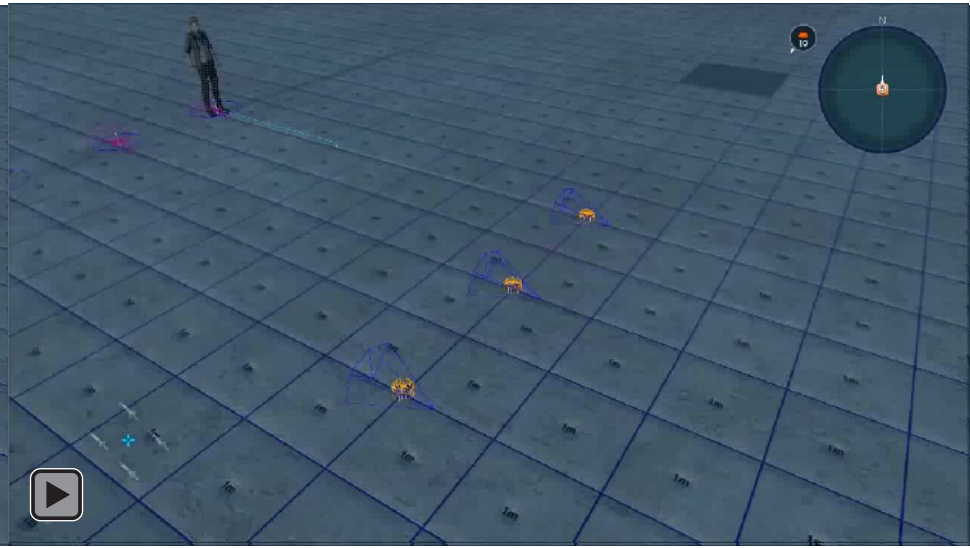
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

② 正確に止まる: 結果

適用前



適用後



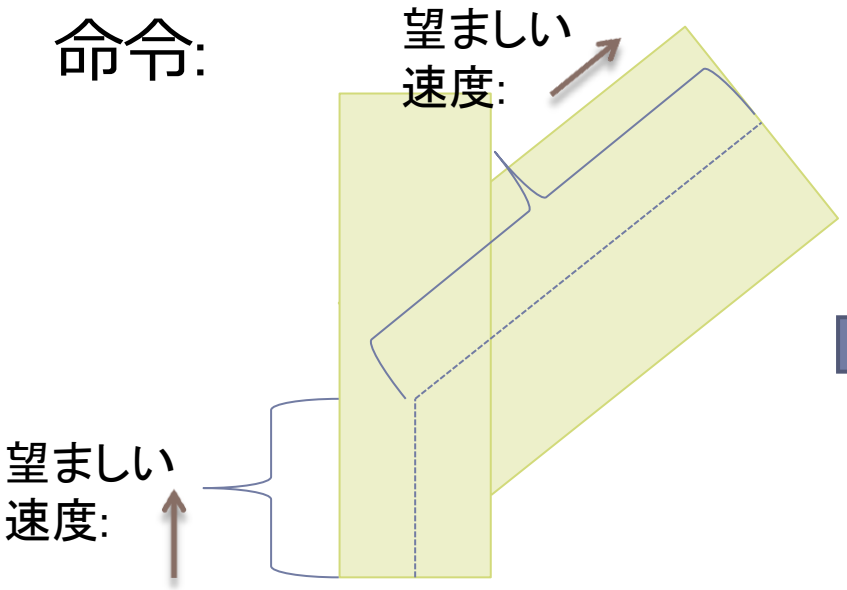
※ 同様の方法で一定速度への減速にも使える

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

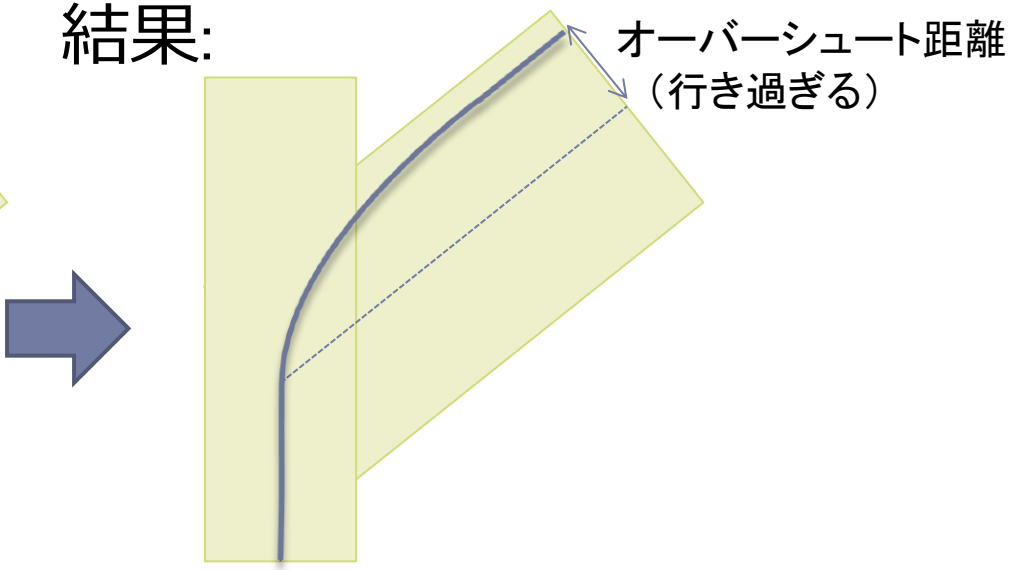
③　正確に旋回する

何が問題か？: 旋回に時間とスペースを取る

命令:



結果:

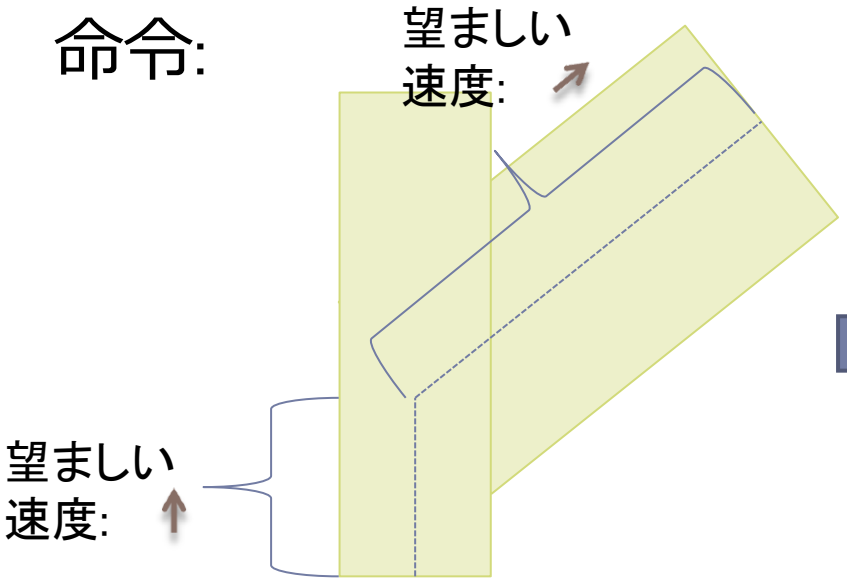


SQUARE ENIX
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

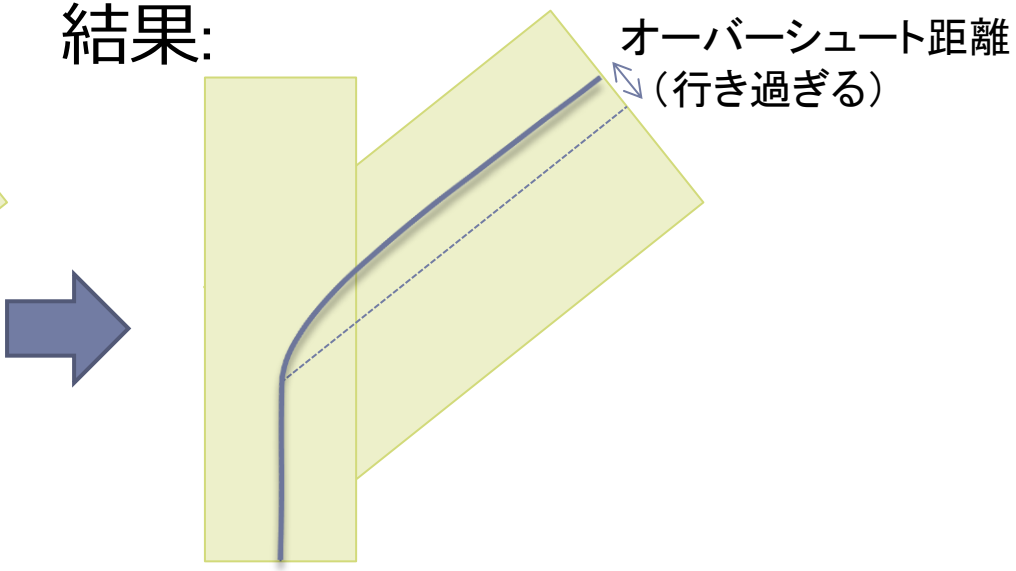
③　正確に旋回する

何が問題か？: 旋回に時間とスペースを取る

命令:



結果:



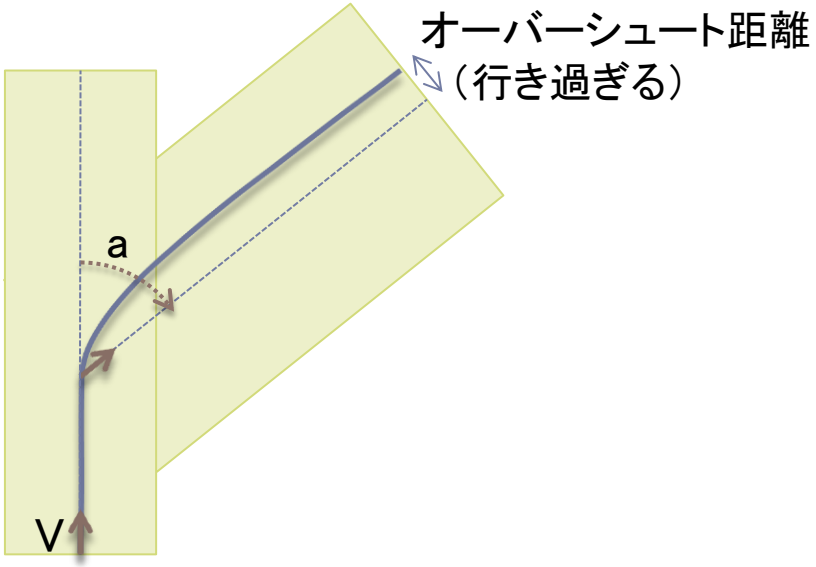
SQUARE ENIX
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

③　正確に旋回する

モーションモデルを作成する:

命令リスト:

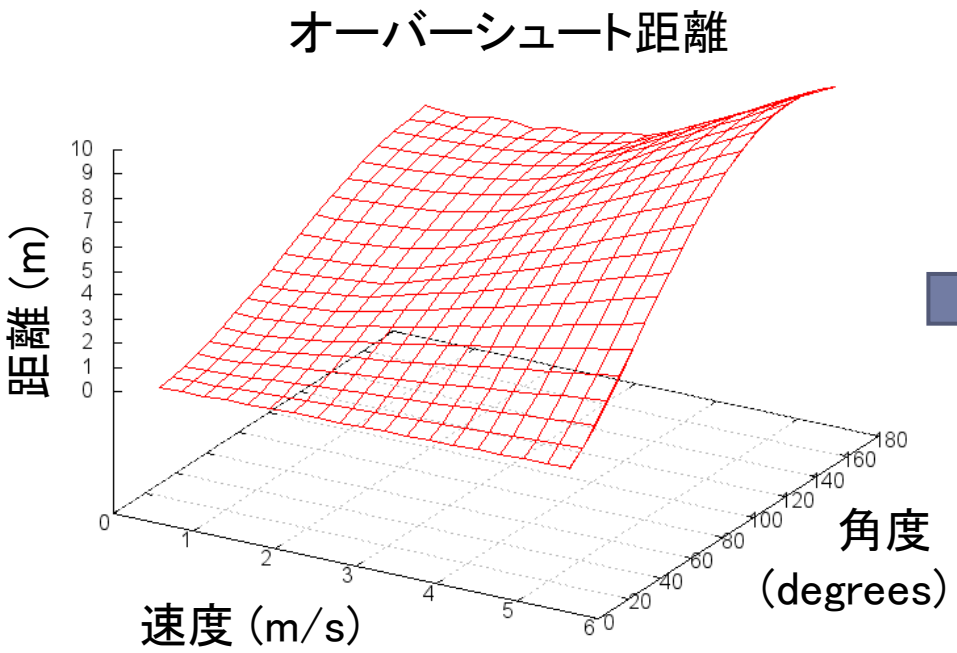
1. 一定の速度 Vにする
2. 速度 Vで角度 a回転する
3. オーバーシュートを評価する

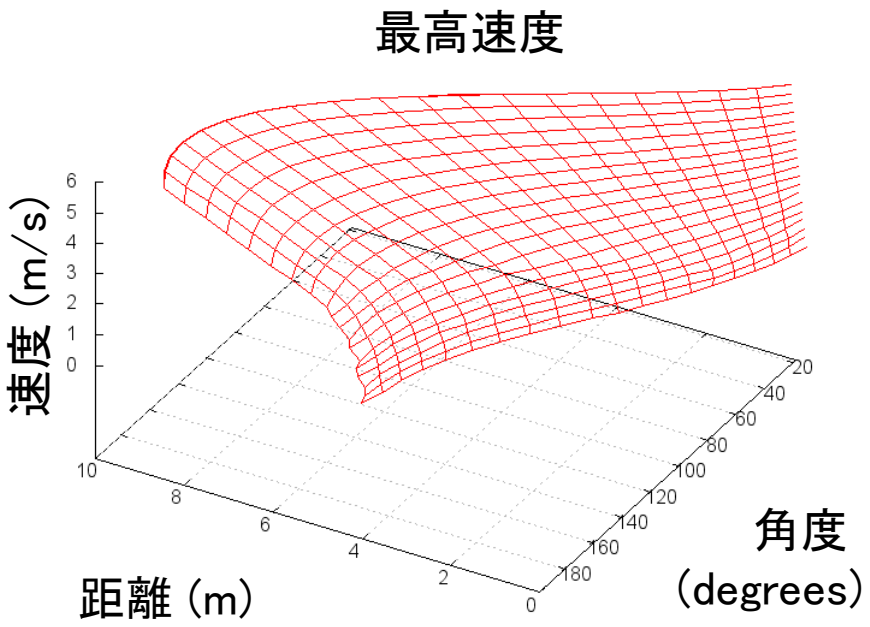


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

③　正確に旋回する

モーションモデルを作成する: 距離, 角度⇒最高速度



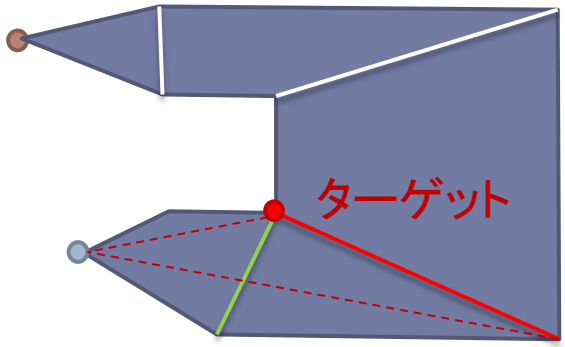


SQUARE ENIX
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

③　正確に旋回する

モーションモデルを使用する：鋭角な旋回　パスフォローイング

1. ターゲットを見つける

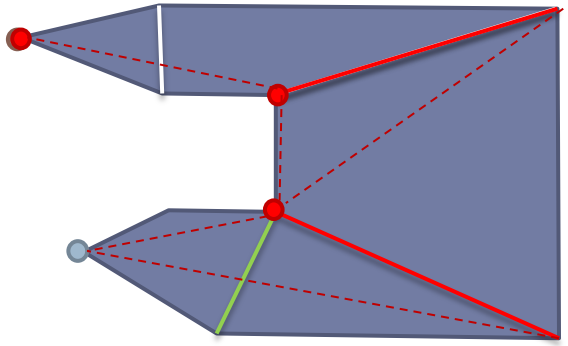


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

③　正確に旋回する

モーションモデルを使用する：鋭角な旋回　パスフォローイング

1. ターゲットを見つける
2. 再帰的にターゲットを見つける

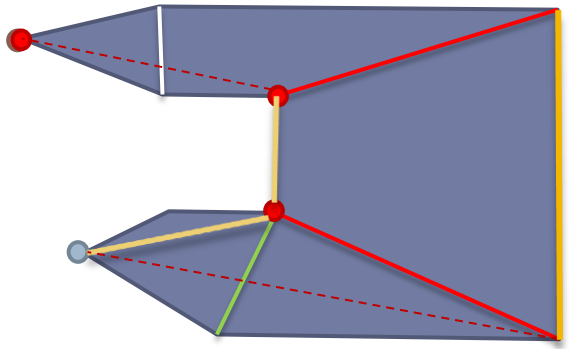


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

③　正確に旋回する

モーションモデルを使用する：鋭角な旋回　パスフォローイング

1. ターゲットを見つける
2. 再帰的にターゲットを見つける
3. 反対側の境界を見つける



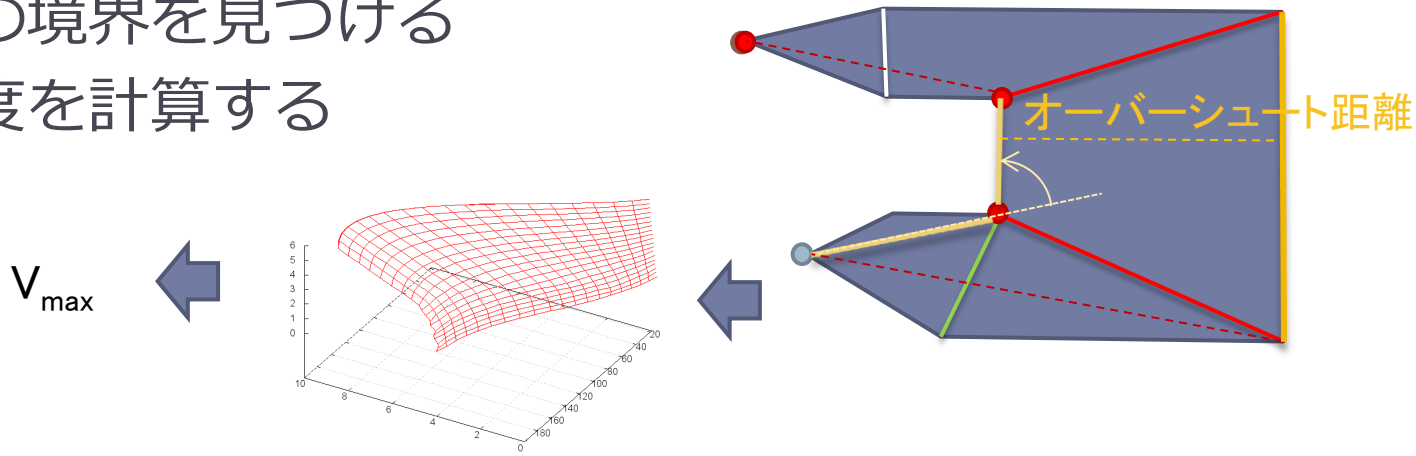
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

③　正確に旋回する

モーションモデルを使用する：鋭角な旋回

パスフォローイング

1. ターゲットを見つける
2. 再帰的にターゲットを見つける
3. 反対側の境界を見つける
4. 最高速度を計算する



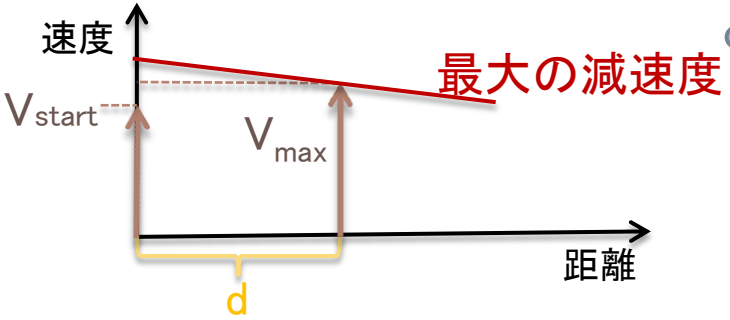
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

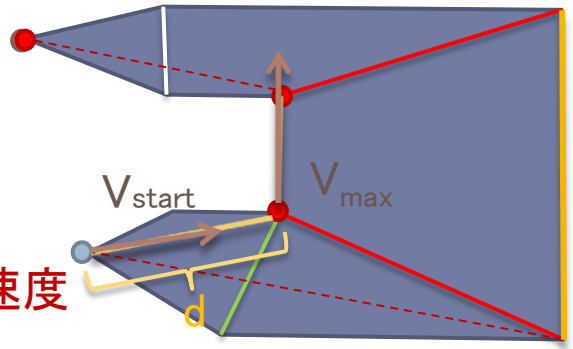
③　正確に旋回する

モーションモデルを使用する：鋭角な旋回

パスフォローイング

1. ターゲットを見つける
2. 再帰的にターゲットを見つける
3. 反対側の境界を見つける
4. 最高速度を計算する
5. 減速する



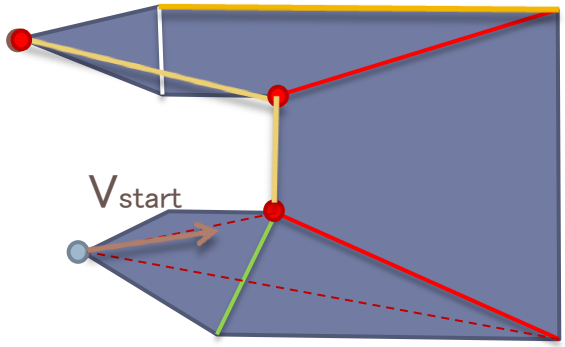


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

③　正確に旋回する

モーションモデルを使用する：鋭角な旋回　パスフォローイング

1. ターゲットを見つける
2. 再帰的にターゲットを見つける
3. 反対側の境界を見つける
4. 最高速度を計算する
5. 減速する



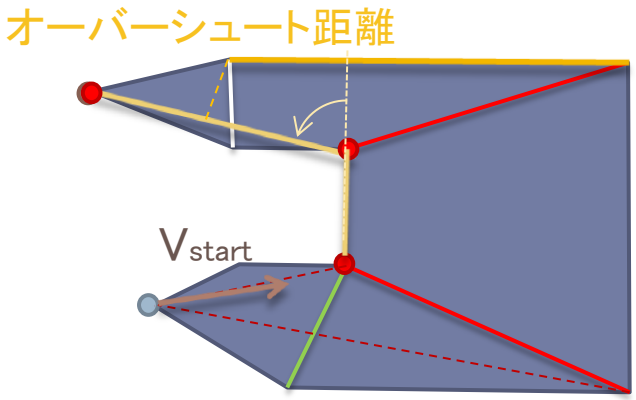
SQUARE ENIX　©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

③　正確に旋回する

モーションモデルを使用する：鋭角な旋回

パスフォローイング

1. ターゲットを見つける
2. 再帰的にターゲットを見つける
3. 反対側の境界を見つける
4. 最高速度を計算する
5. 減速する



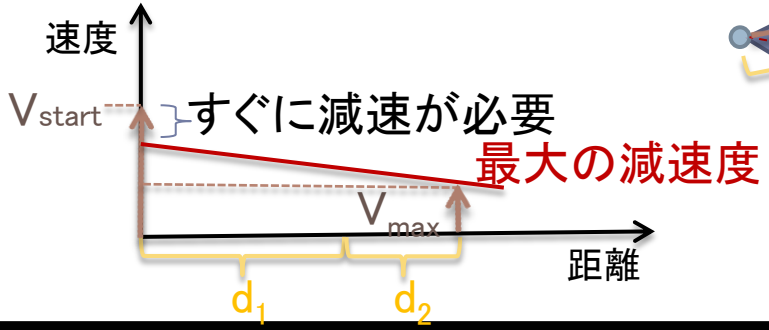
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

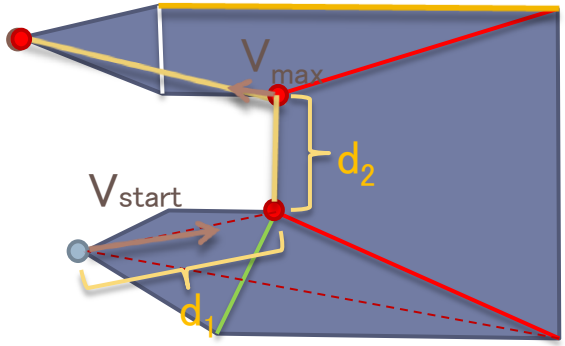
③　正確に旋回する

モーションモデルを使用する：鋭角な旋回

パスフォローイング

1. ターゲットを見つける
2. 再帰的にターゲットを見つける
3. 反対側の境界を見つける
4. 最高速度を計算する
5. 減速する





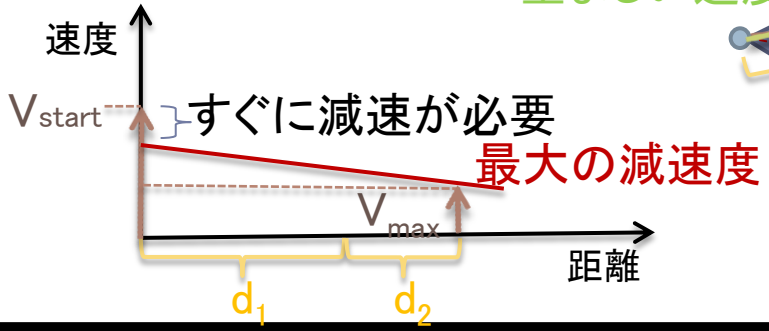
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

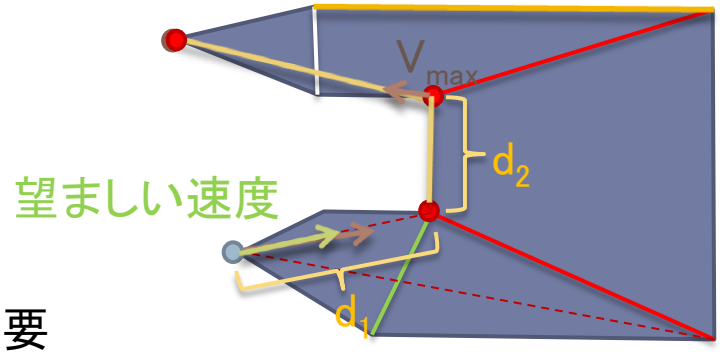
③　正確に旋回する

モーションモデルを使用する：鋭角な旋回

パスフォローイング

1. ターゲットを見つける
2. 再帰的にターゲットを見つける
3. 反対側の境界を見つける
4. 最高速度を計算する
5. 減速する



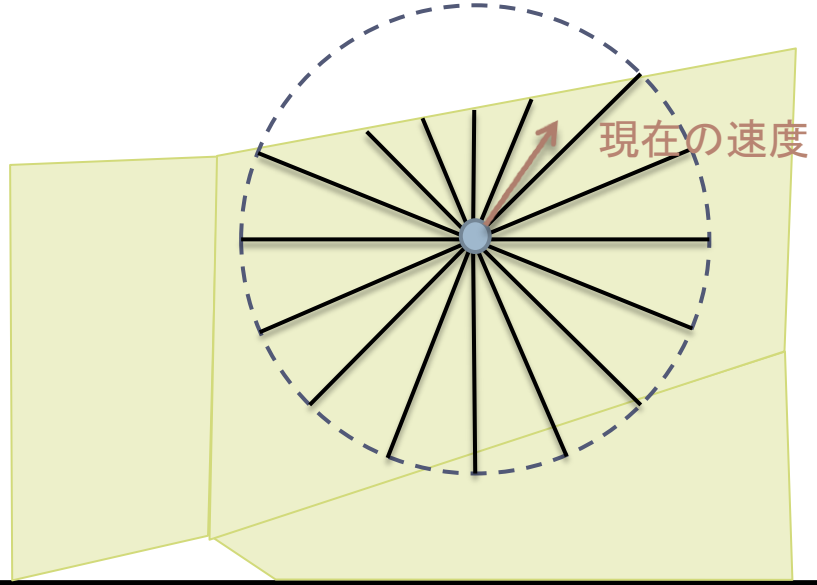


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

③　正確に旋回する

モーションモデルを使用する：旋回スペース　衝突回避

各レイ:



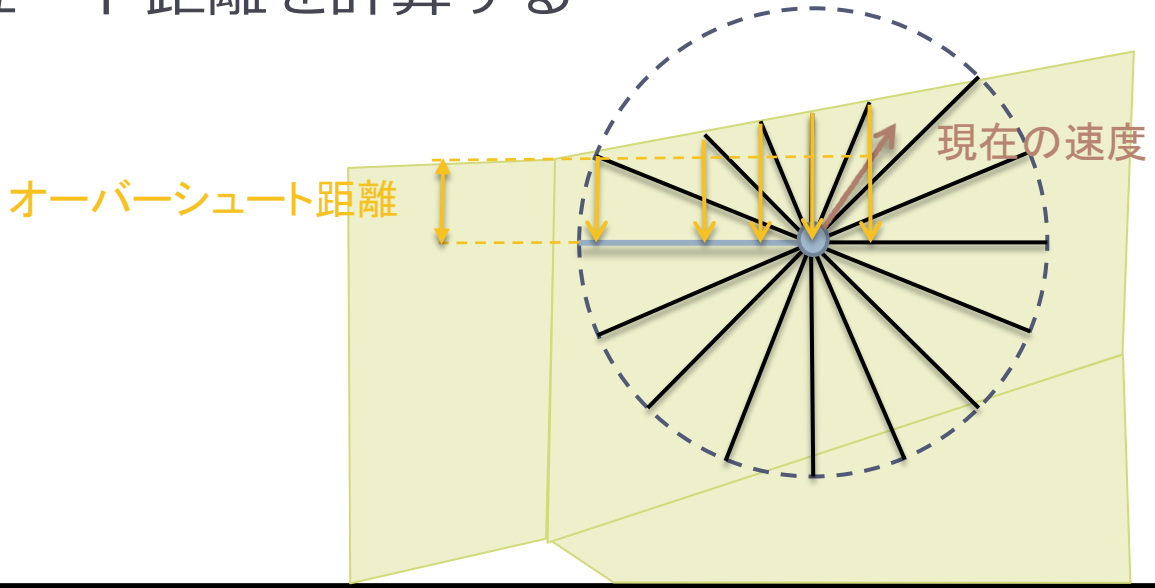
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

③　正確に旋回する

モーションモデルを使用する：旋回スペース　衝突回避

各レイ:

1. オーバーシュート距離を計算する



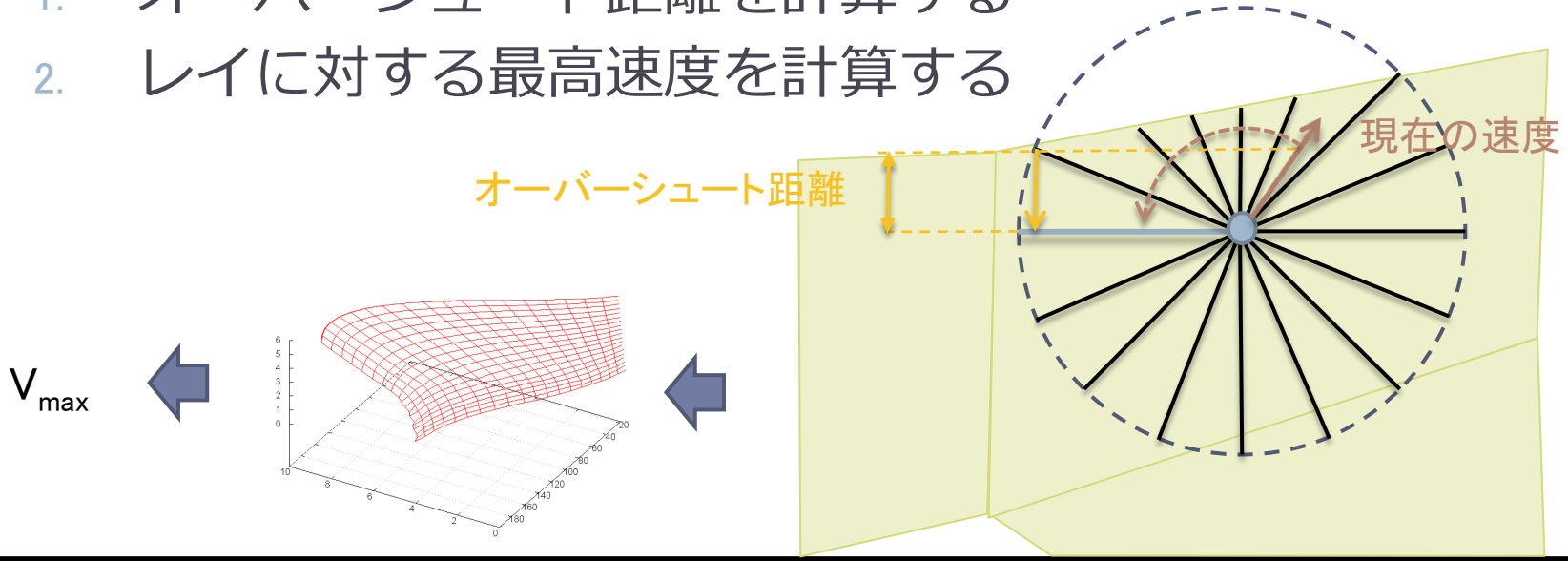
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

③　正確に旋回する

モーションモデルを使用する：旋回スペース　衝突回避

各レイ:

1. オーバーシュート距離を計算する
2. レイに対する最高速度を計算する



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

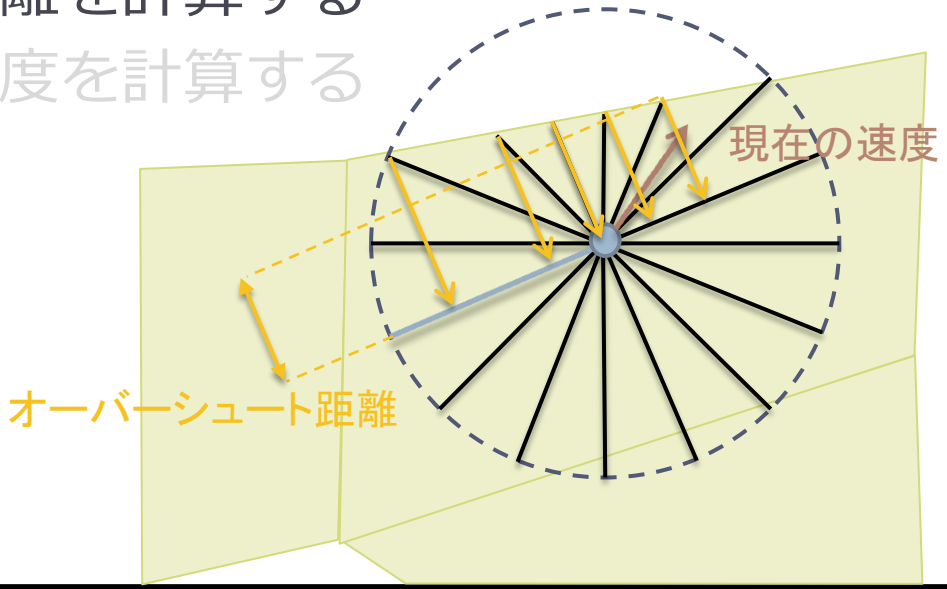
③　正確に旋回する

モーションモデルを使用する：旋回スペース

衝突回避

各レイ:

1. オーバーシュート距離を計算する
2. レイに対する最高速度を計算する



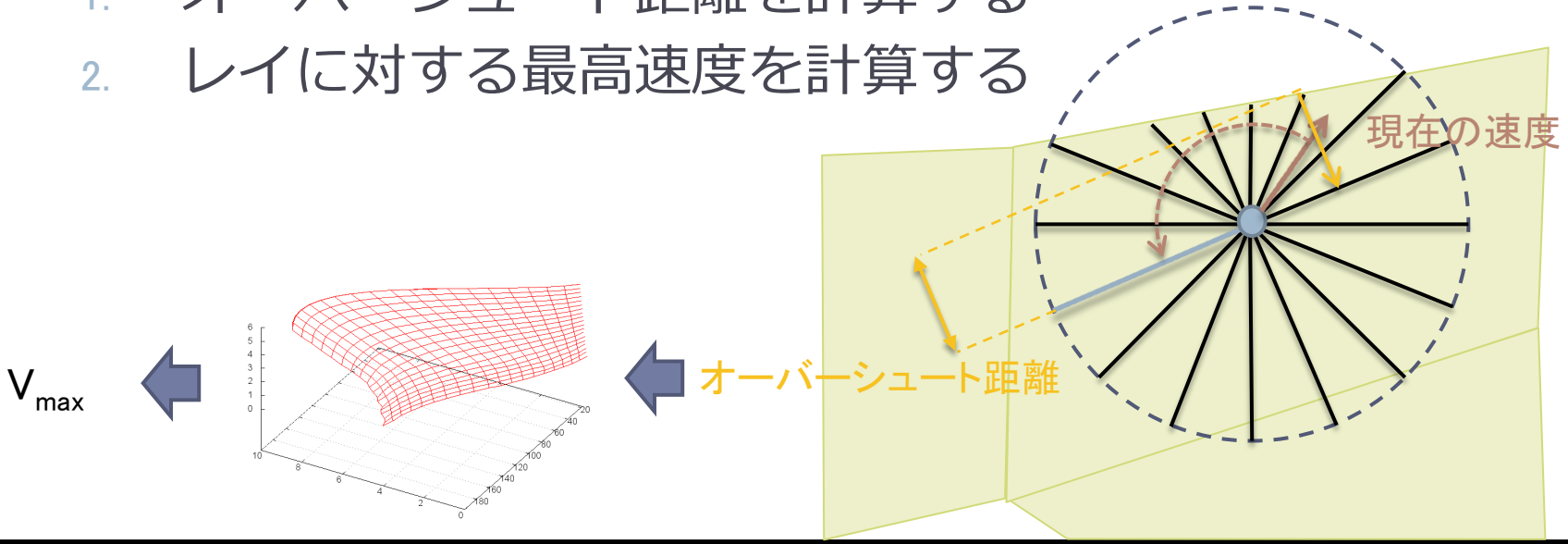
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

③　正確に旋回する

モーションモデルを使用する：旋回スペース　衝突回避

各レイ:

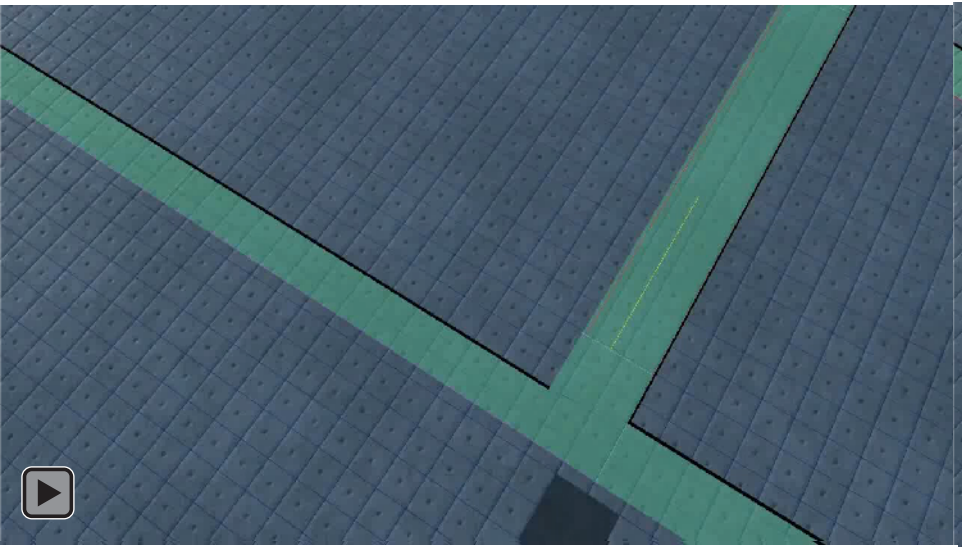
1. オーバーシュート距離を計算する
2. レイに対する最高速度を計算する



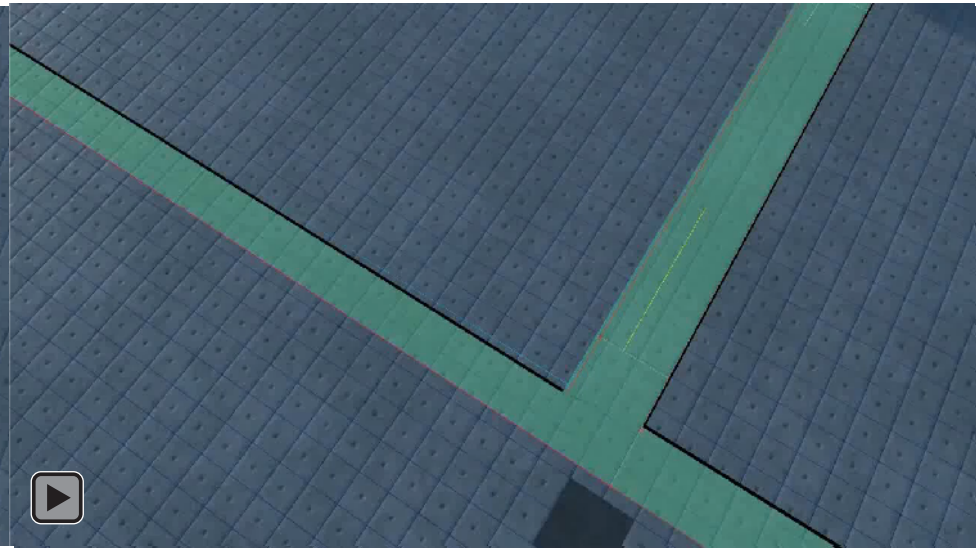
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

③　正確に旋回する: 結果

適用前



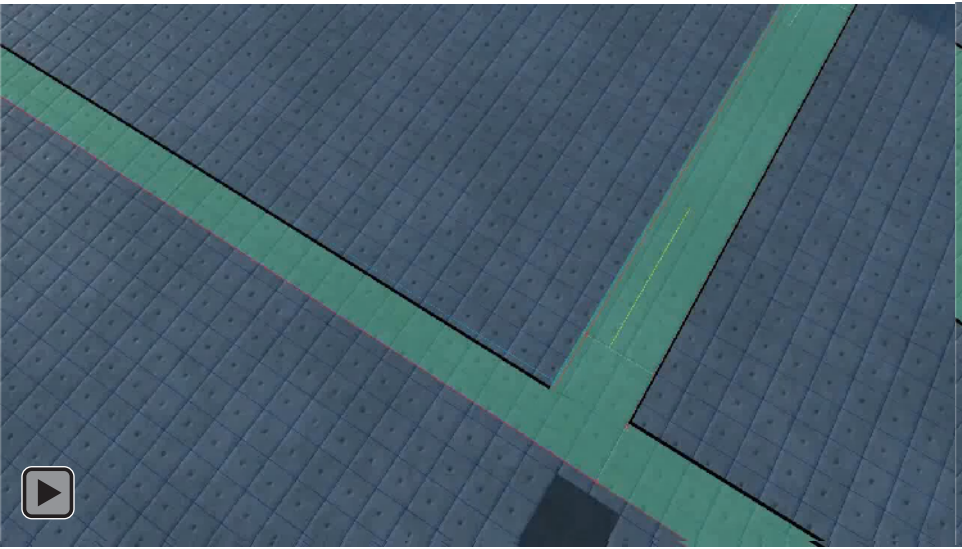
適用後



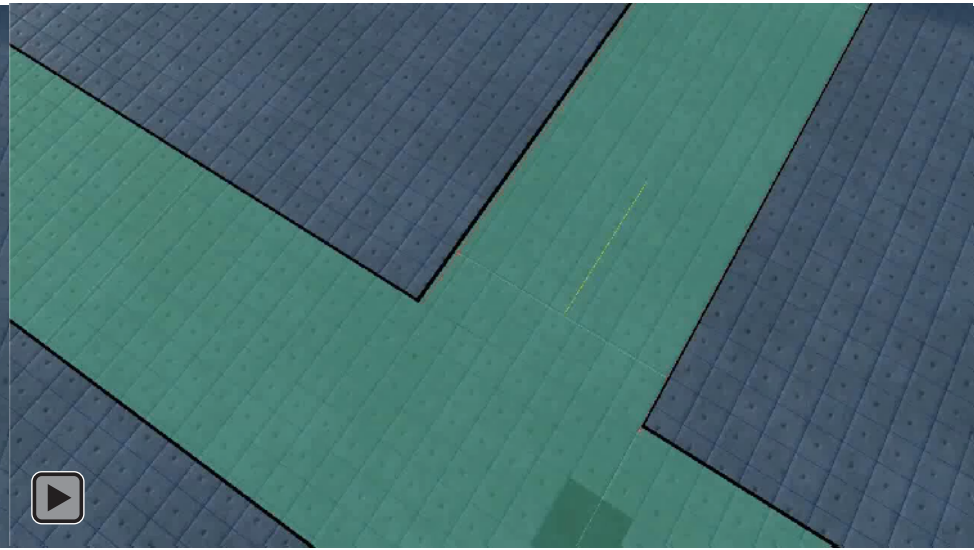
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

③　正確に旋回する: 結果

適用後:狭い



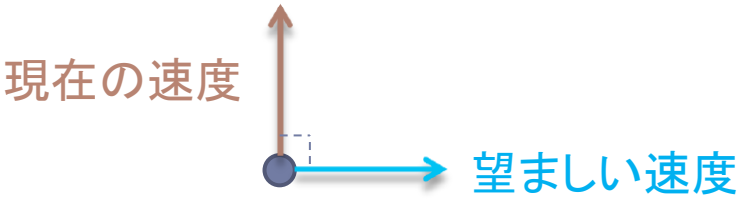
適用後



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

④　ターゲットの周りを旋回しない

何が問題か？：

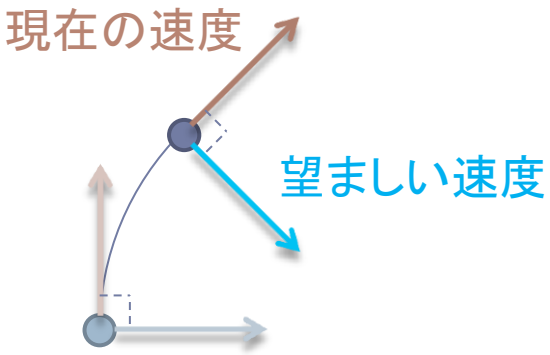


命令が現在の速度から90度方向

SQUARE ENIX
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

④　ターゲットの周りを旋回しない

何が問題か？：

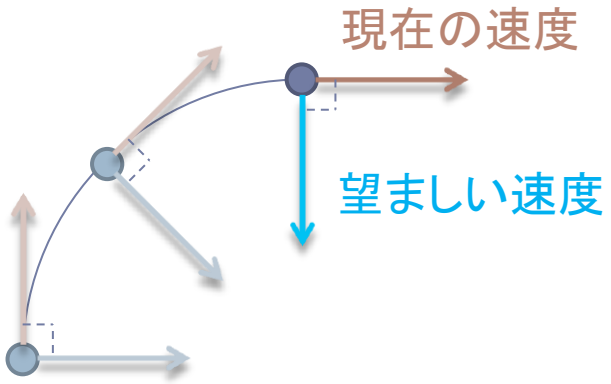


命令が現在の速度から90度方向

SQUARE ENIX
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

④　ターゲットの周りを旋回しない

何が問題か？：

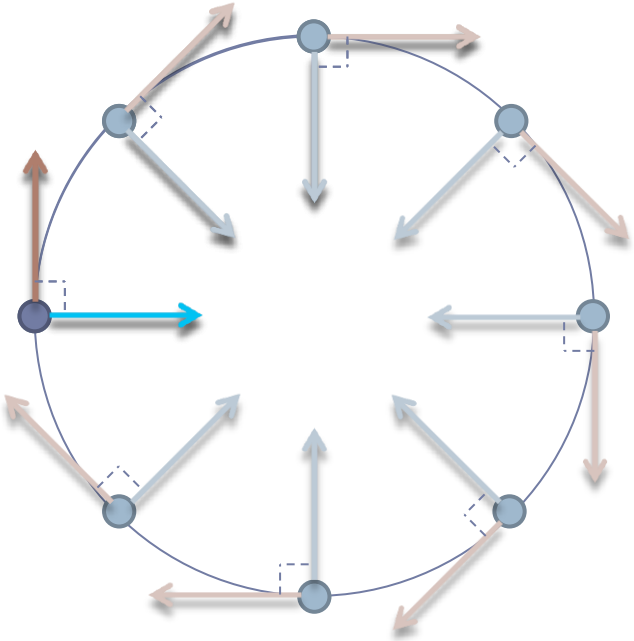


命令が現在の速度から90度方向

SQUARE ENIX
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

④　ターゲットの周りを旋回しない

何が問題か？：

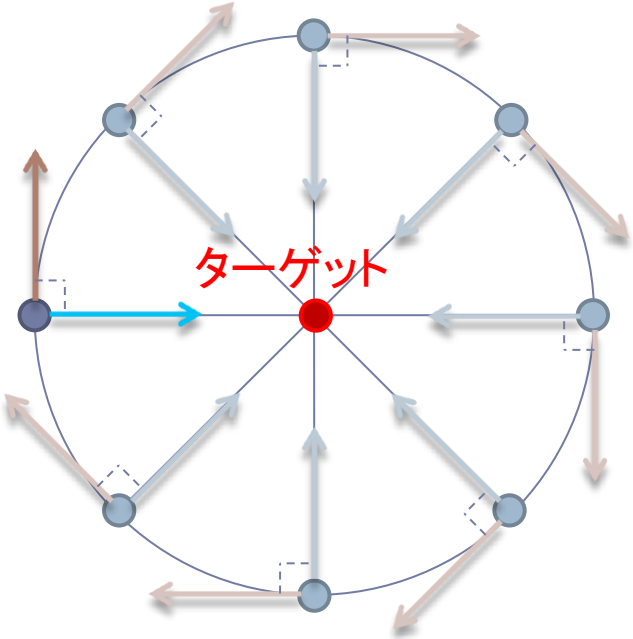


©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

④　ターゲットの周りを旋回しない

何が問題か？：

円内のポイントには到達できない



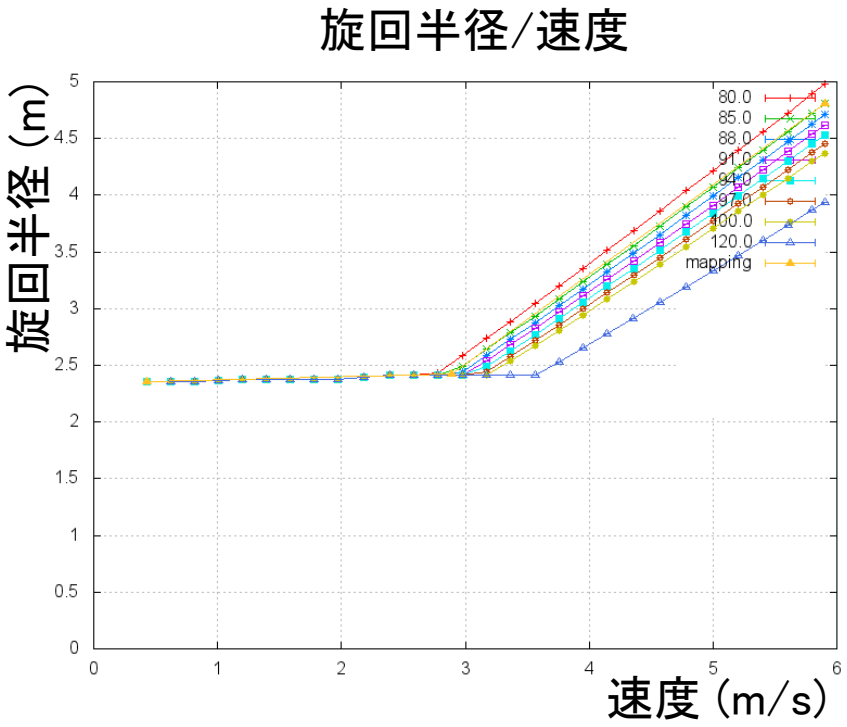
SQUARE ENIX
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

④　ターゲットの周りを旋回しない

モーションモデルを作成する

各フレームの命令

1. 現在の速度に対して、90度方向に速度Vにする
2. 円とその半径を評価する



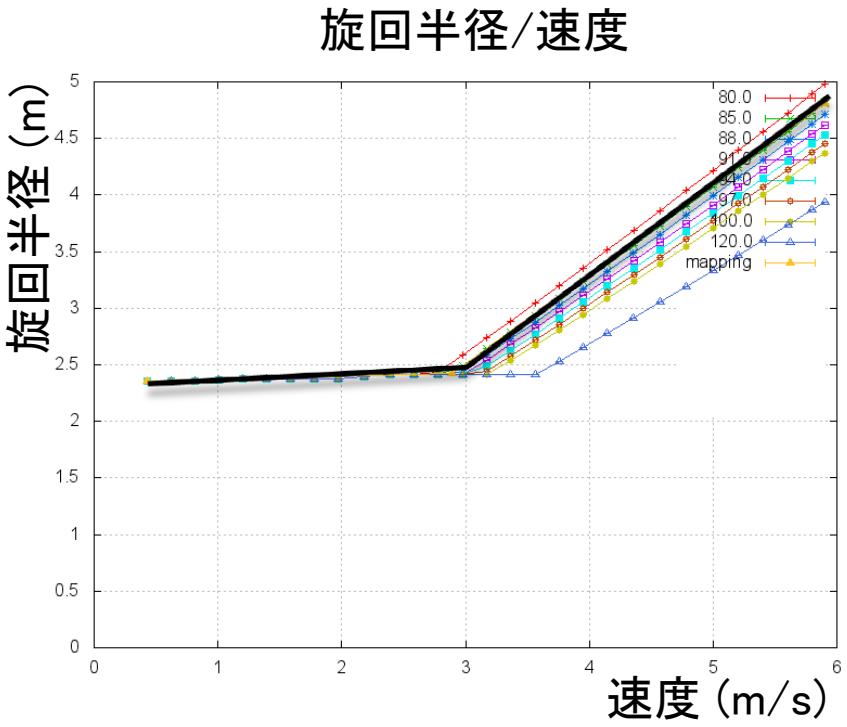
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

④　ターゲットの周りを旋回しない

モーションモデルを作成する

各フレームの命令

1. 現在の速度に対して、90度方向に速度Vにする
2. 円とその半径を評価する
3. 速度から関数を抽出する



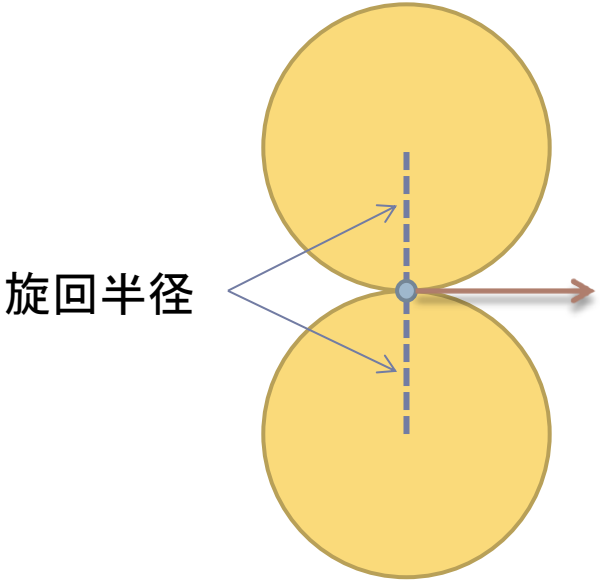
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

④　ターゲットの周りを旋回しない

モーションモデルを使用する：

最終的なターゲット　パスフォローイング

1. 現在の速度から半径を計算する



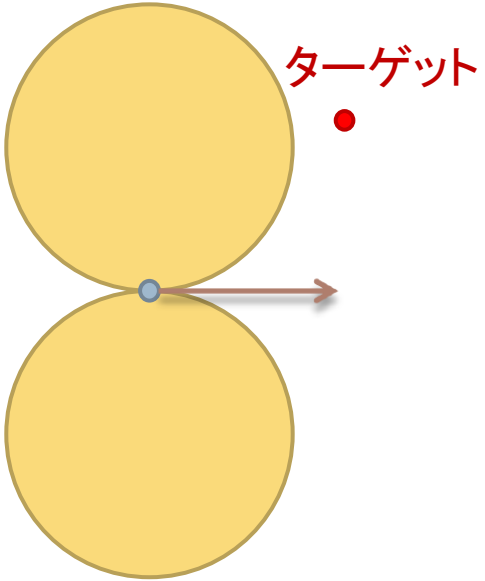
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

④　ターゲットの周りを旋回しない

モーションモデルを使用する：

最終的なターゲット　パスフォローイング

1. 現在の速度から半径を計算する
2. ターゲットが半径の外側なら：
   ➡そのまま進む



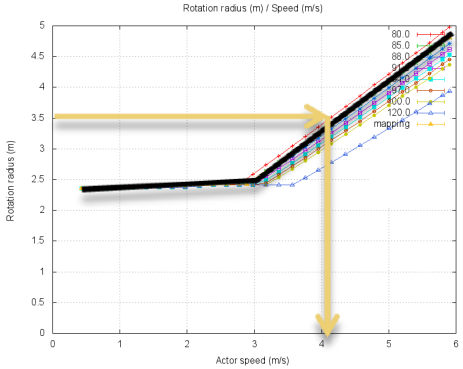
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

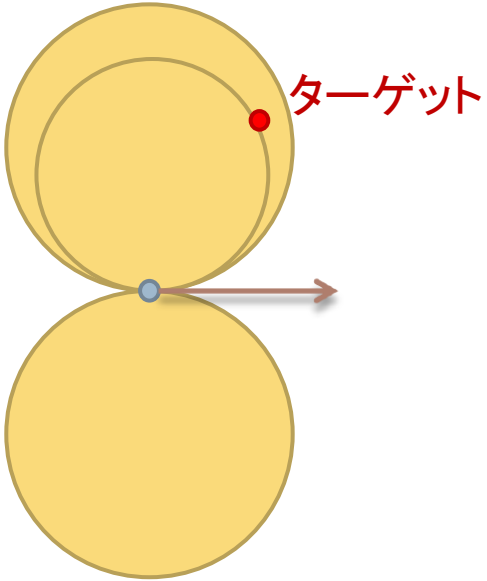
④　ターゲットの周りを旋回しない

モーションモデルを使用する：

最終的なターゲット　パスフォローイング

1. 現在の速度から半径を計算する
2. ターゲットが半径の内側なら：
   ① ターゲットに接する半径を見る
   ② この半径に対応する速度があれば：
   ➡ 最高速度





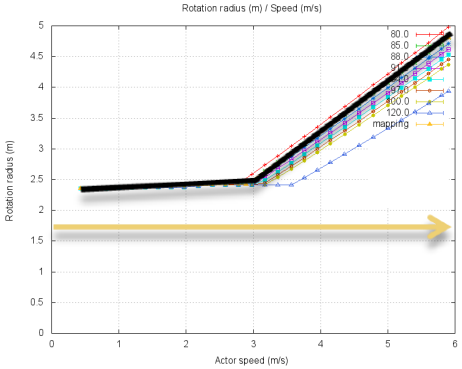
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

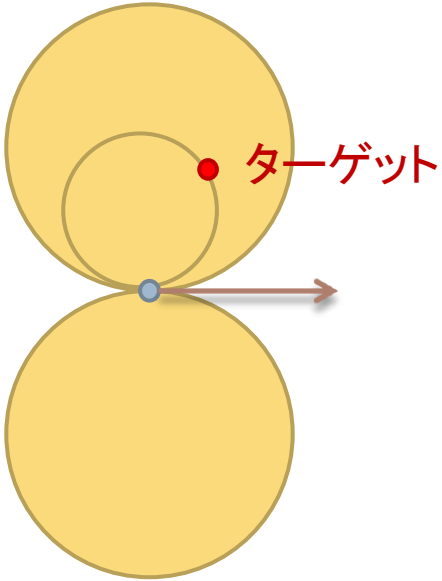
④　ターゲットの周りを旋回しない

モーションモデルを使用する：

最終的なターゲット　パスフォローイング

1. 現在の速度から半径を計算する
2. ターゲットが半径の内側なら：
   - ① ターゲットに接する半径を見る
   - ② この半径に対応する速度がなければ：
     ➡ 停止

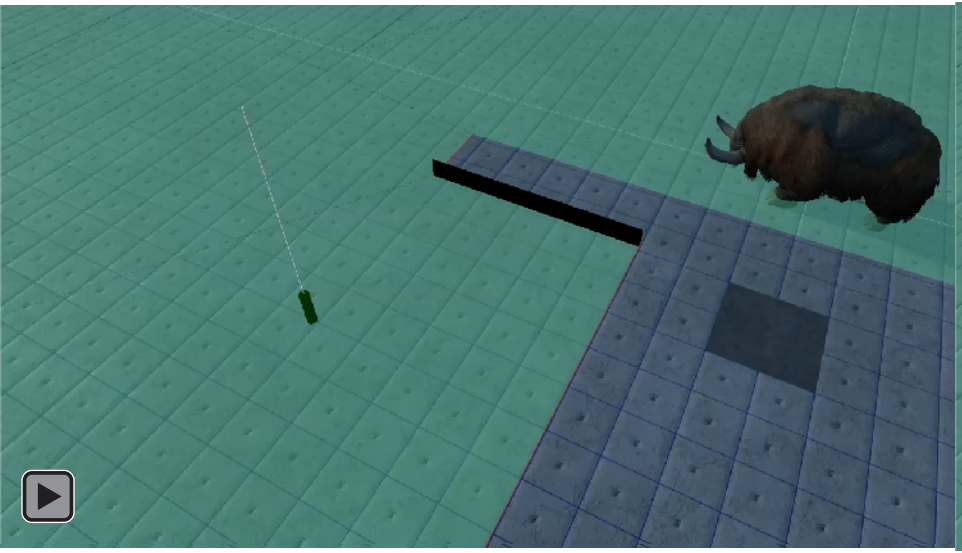




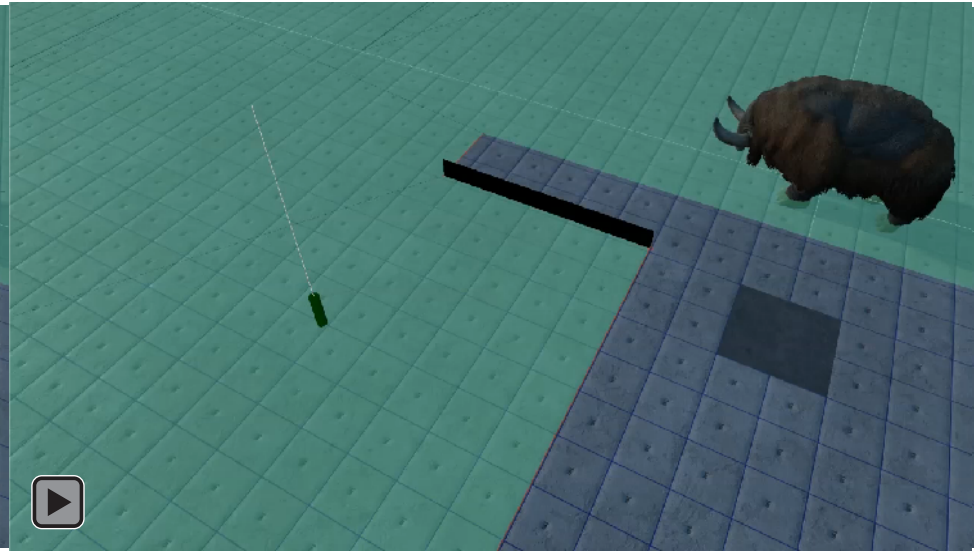
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

④　ターゲットの周りを旋回しない: 結果

適用前



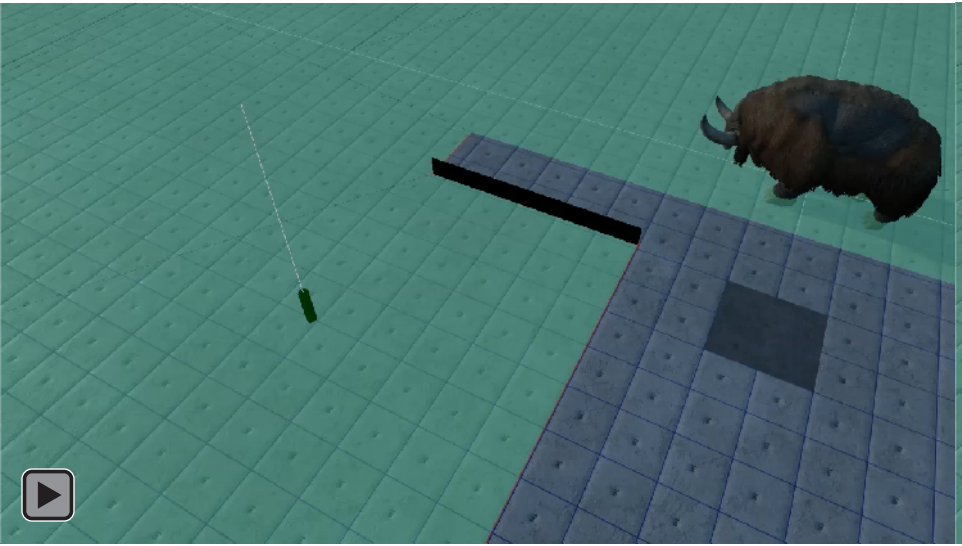
適用(停止)後



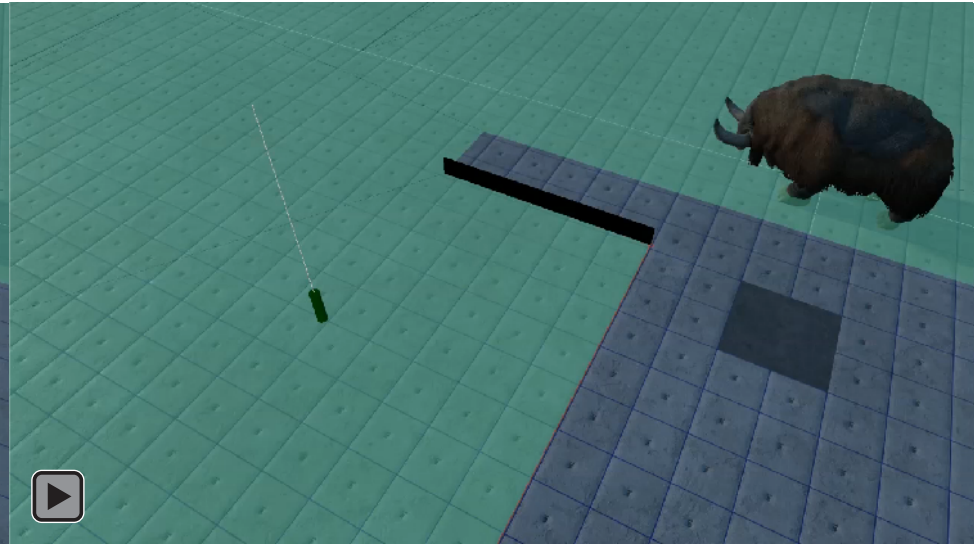
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

④　ターゲットの周りを旋回しない: 結果

適用(停止)後



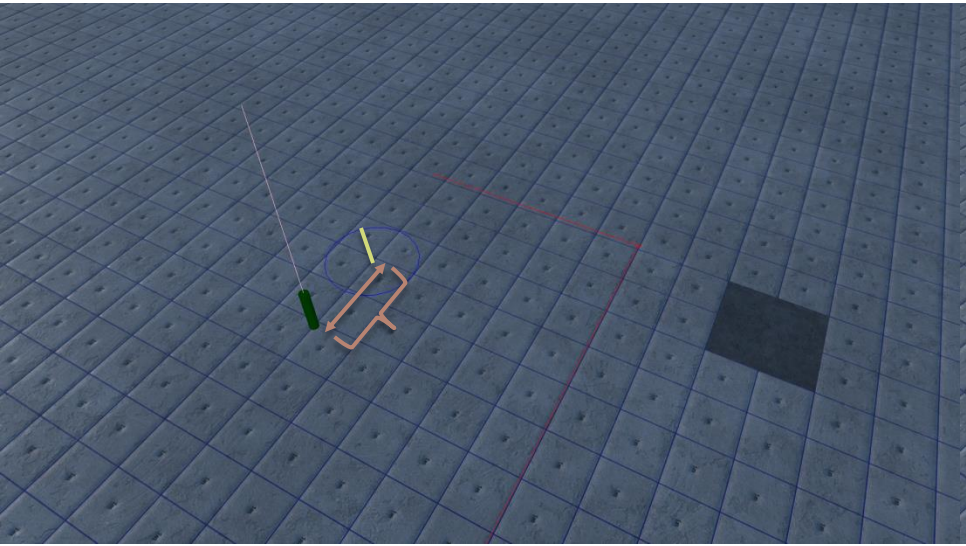
適用(停止+減速)後



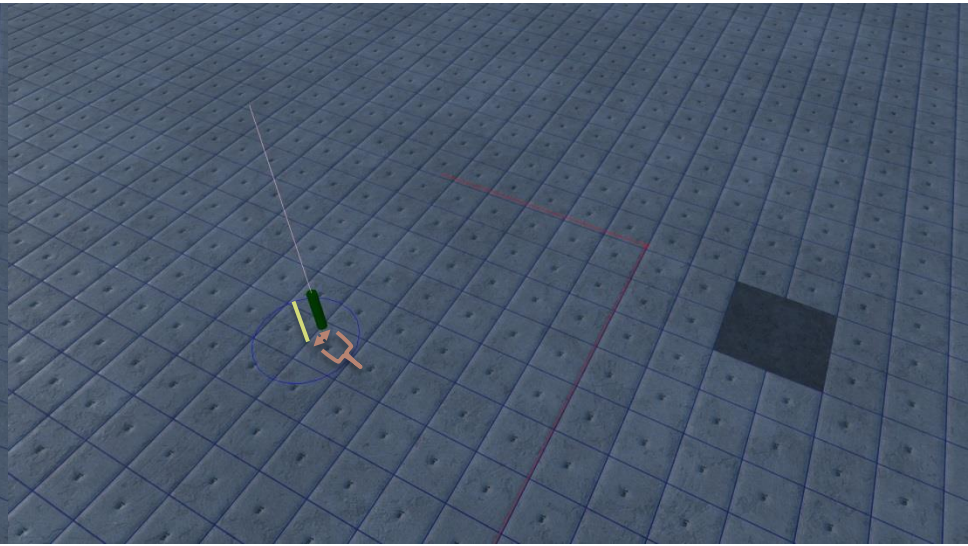
©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

④　ターゲットの周りを旋回しない: 結果

適用(停止)後



適用(停止+減速)後



©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

まとめ

① キャラクターナビゲーションパイプライン

② HL（Human Like）

③ 環境認識を利用したステアリングの改善
○ HLへの機能追加は容易。

④ モーションモデル
○ キャラクター毎の設定がほとんど必要ない。
△ メンテナンスコストが高い。

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

質疑応答

Gravot Fabien: gravfabi@square-enix.com
下川和也: shikazuy@square-enix.com

Special Thanks:
Hendrik Skubch
Ingimar Hólm Guðmundsson

ADVANCED TECHNOLOGY DIVISION

Business Division 2

©2017 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.