

# 作品介绍：遺伝学習について

HAL大阪 飯塚 健司

# アピールポイント

戦っていくと  
成長していく敵AI

# 制作の動機

狩りゲーは同じ敵と戦う機会が多く、ほとんどの敵は50回目、100回目の体験はほぼ同じで飽きやすいと感じていた。  
だから、戦っていくと敵が成長していくAIをゲームに実装することで飽きずらく、何度戦っても程よく強くて前回の戦闘とは違った体験をさせたいと考えたからです。

# アピールポイントの実装方法

遺伝学習アルゴリズムを使用

# 遺伝学習の仕組み

# 遺伝子の定義

- ・遺伝子を意思決定のためのデータとして使用する
- ・遺伝子には評価項目と評価値があり、評価値をもとに遺伝させる
- ・遺伝子は攻撃遺伝子、移動遺伝子、状況遺伝子の3種類がある

# 遺伝子の構造

## 遺伝子

### 状況遺伝子

攻	攻	攻	攻
攻	攻	攻	攻

移 移 移

### 状況遺伝子

攻	攻	攻	攻
攻	攻	攻	攻

移 移 移

### 状況遺伝子

攻	攻	攻	攻
攻	攻	攻	攻

移 移 移

※ 各遺伝子の数は敵によってことになる

# 攻撃遺伝子

攻撃のワンモーションを攻撃遺伝子とする

- ・評価項目

1. プレイヤーにどのくらい有効なのか
2. プレイヤーがどのくらいこの攻撃に慣れているのか

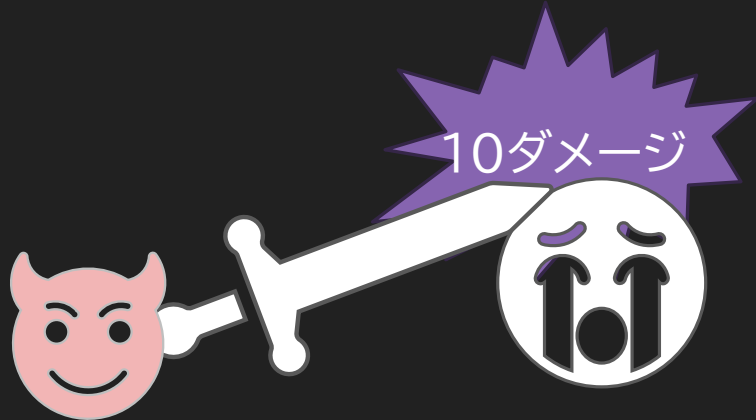


# 攻撃遺伝子 - 評価方法

項目1 プレイヤーにどのくらい有効なのか

攻撃で一回の戦闘で与えたダメージを1回の戦闘で与えることのできた最大ダメージで割る

例：攻撃が5回中4回当たったとき



$$\text{評価値} = 40 / 50$$

$$\text{評価値} = 0.8$$

かなり有効

# 攻撃遺伝子 - 評価方法

項目2：プレイヤーがどのくらいこの攻撃に慣れているのか

この攻撃を実行中にくらったダメージの平均DPSを状況遺伝子内すべての攻撃の実行中にくらったダメージの最大の平均DPS割る

例：実行時間 4 秒の攻撃を5回実行  
合計100ダメージの反撃をされた場合



最大のDPS = 8

平均DPS =  $(100 / 5) / 4$

平均DPS = 5

評価値  $0.625 = 5 / 8$

2回に1回くらいで  
反撃できてる

# 攻撃遺伝子の評価項目の意味

## 1. プレイヤーにどのくらい有効なのか

- ・評価値 高

- ・プレイヤーはこの攻撃に対処できていない
- ・プレイヤーにとって強い攻撃
- ・プレイヤーが対処法を知らない(苦手)としている攻撃

- ・評価値 低

- ・プレイヤーに対処されている
- ・弱い攻撃
- ・プレイヤーが対処法を知っている

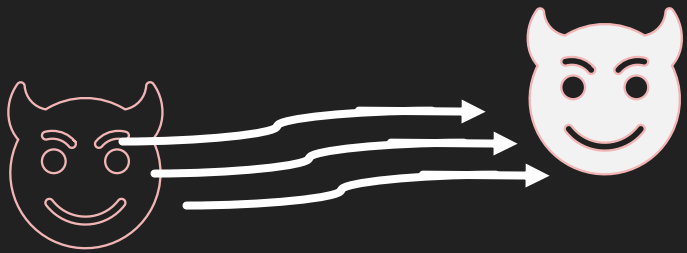
# 攻撃遺伝子の評価項目の意味

## 2. プレイヤーがどのくらい攻撃に慣れているか

- ・評価値 **高**
  - ・多く反撃されている
  - ・隙が大きい攻撃
- ・評価値 **低**
  - ・反撃されづらい
  - ・隙が少ない攻撃

# 移動遺伝子

選択できる攻撃遺伝子がない  
ときに選択される遺伝子



# 状況遺伝子

- ・特定の状況において選択する遺伝子を持つ遺伝子
  - ・攻撃遺伝子と移動遺伝子をもつ
- ・学習のゴールとしてもっている攻撃遺伝子の攻撃の種類  
割合を持つ

## 状況遺伝子

攻	攻	攻	攻
攻	攻	攻	攻

移	移	移
---	---	---

# 学習のゴール

各状況遺伝子が持っている**攻撃遺伝子の種類の比率**を**ゴール**として設定し、現在の**攻撃遺伝子の種類の比率**と一致すればゴール

# 攻撃遺伝子の種類

- ・攻撃遺伝子の評価値から以下の四つに分類される
  - ・ハイリスクハイリターンな攻撃
  - ・ロウリスクハイリターンな攻撃
  - ・ハイリスクロウリターンな攻撃
  - ・ロウリスクロウリターンな攻撃



# ハイリスクハイリターン

- どのような攻撃なのか
  - 今のプレイヤーにとって適切に対処できればチャンスでもあり  
失敗すれば大きなダメージにもなる攻撃
  - 理不尽とチャンスのバランスがちょうどよい
- 分類方法
  - 攻撃遺伝子の評価項目1、2ともに高い場合に分類される

# ロウリスクハイリターン

- ・どのような攻撃なのか

- ・今のプレイヤーにとって有効、プレイヤーは対処法を知らない、またはまたは隙が無く避けるしかできないのにダメージがでかい。

- ・理不尽さが強い攻撃

- ・分類方法

- ・攻撃遺伝子の評価項目1が 高

- ・攻撃遺伝子の評価項目2が 低

# ハイリスクロウリターン

- どのような攻撃なのか
  - 今のプレイヤーにとってチャンスな攻撃
  - 多すぎても簡単すぎて、すくなくとも面白くない
  - 多くのプレイヤーが攻撃しやすい
- 分類方法
  - 攻撃遺伝子の評価項目1 低
  - 攻撃遺伝子の評価項目2 高

# ロウリスクロウリターン

- どのような攻撃なのか
  - 今のプレイヤーにとって反撃しづらいがくらっても痛手じゃない攻撃
  - ちょっとうざい攻撃or弱攻撃
- 分類方法
  - 攻撃遺伝子の評価項目1、2ともに低い場合に分類される

# 遺伝の方法

- 評価値が高い状況遺伝子どうして一定数遺伝させ次の遺伝子を生成
- のこりはランダムで遺伝子を生成

# 処理の流れ

# 初期遺伝子生成

## 遺伝子ランダム生成

### 遺伝子

#### 状況遺伝子

攻	攻	攻	攻
攻	攻	攻	攻

移 移 移

### 遺伝子

#### 状況遺伝子

攻	攻	攻	攻
攻	攻	攻	攻

移 移 移

### 遺伝子

#### 状況遺伝子

攻	攻	攻	攻
攻	攻	攻	攻

移 移 移

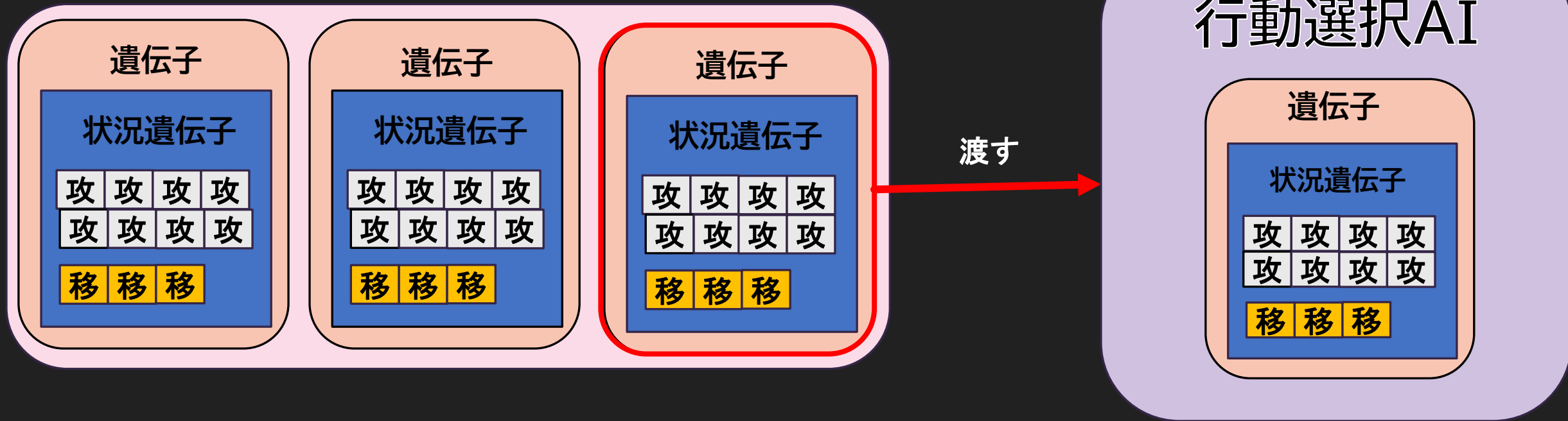
事前に攻撃遺伝子、移動遺伝子はクラスを作成し配列に保持する

攻撃遺伝子は配列の中からランダムに(配列の要素数  $\times$  0.6)個を生成

移動遺伝子は配列の中をすべてを生成ランダムにすると特定の移動行動がなくなってしまう

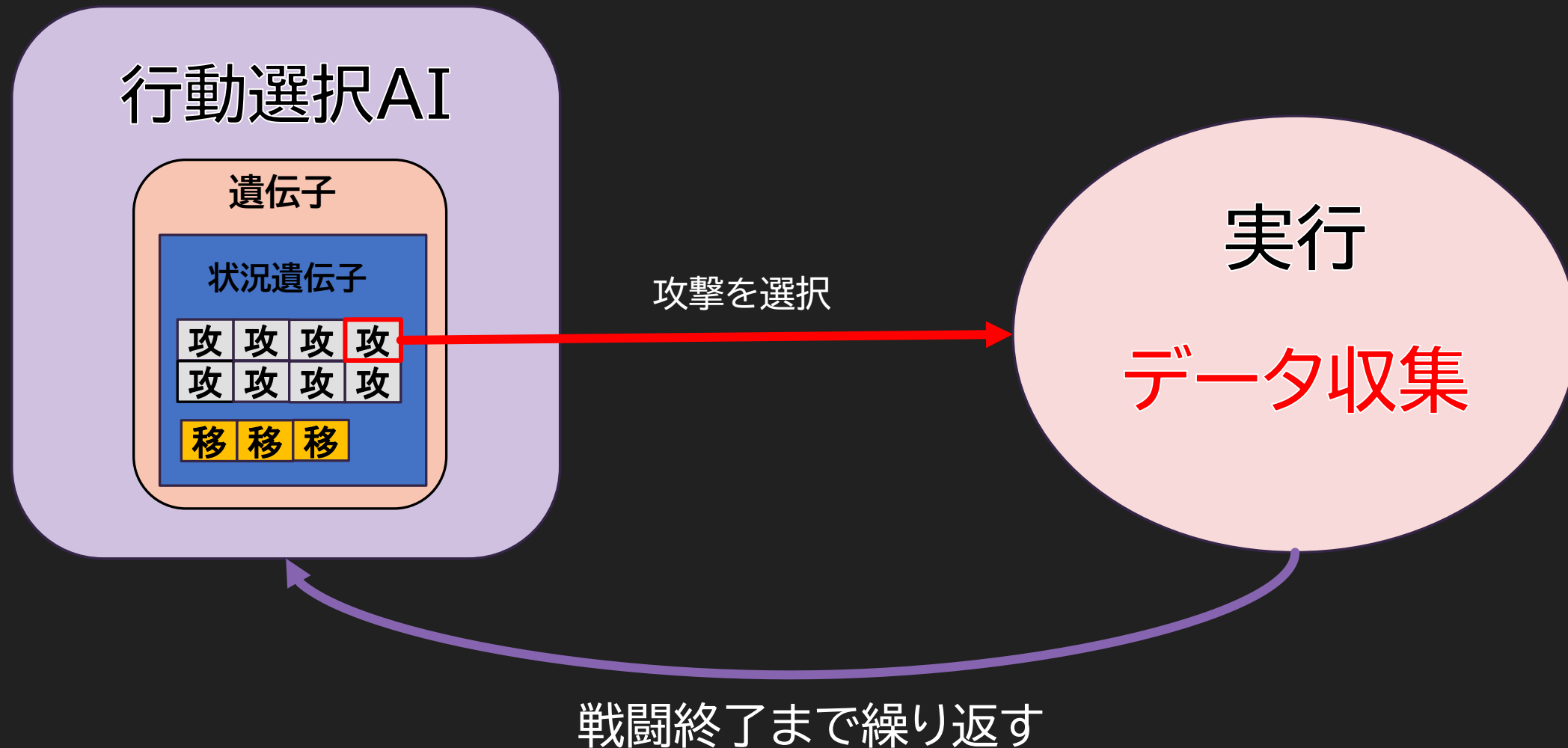
# 学習のためのデータ収集

生成した遺伝子順番に戦闘に使用しデータを収集する



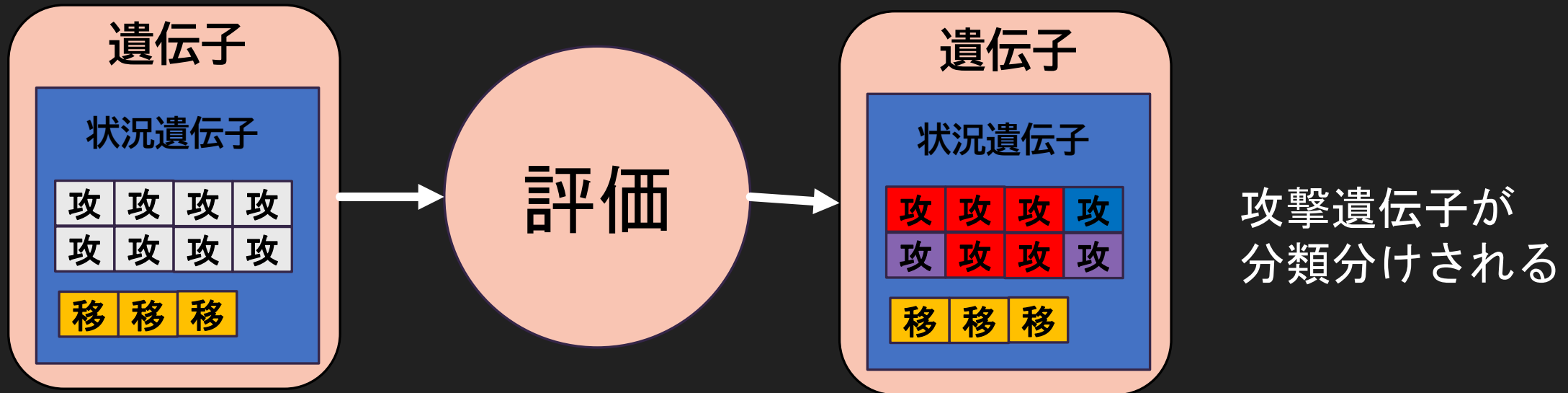


# 学習のためのデータ収集

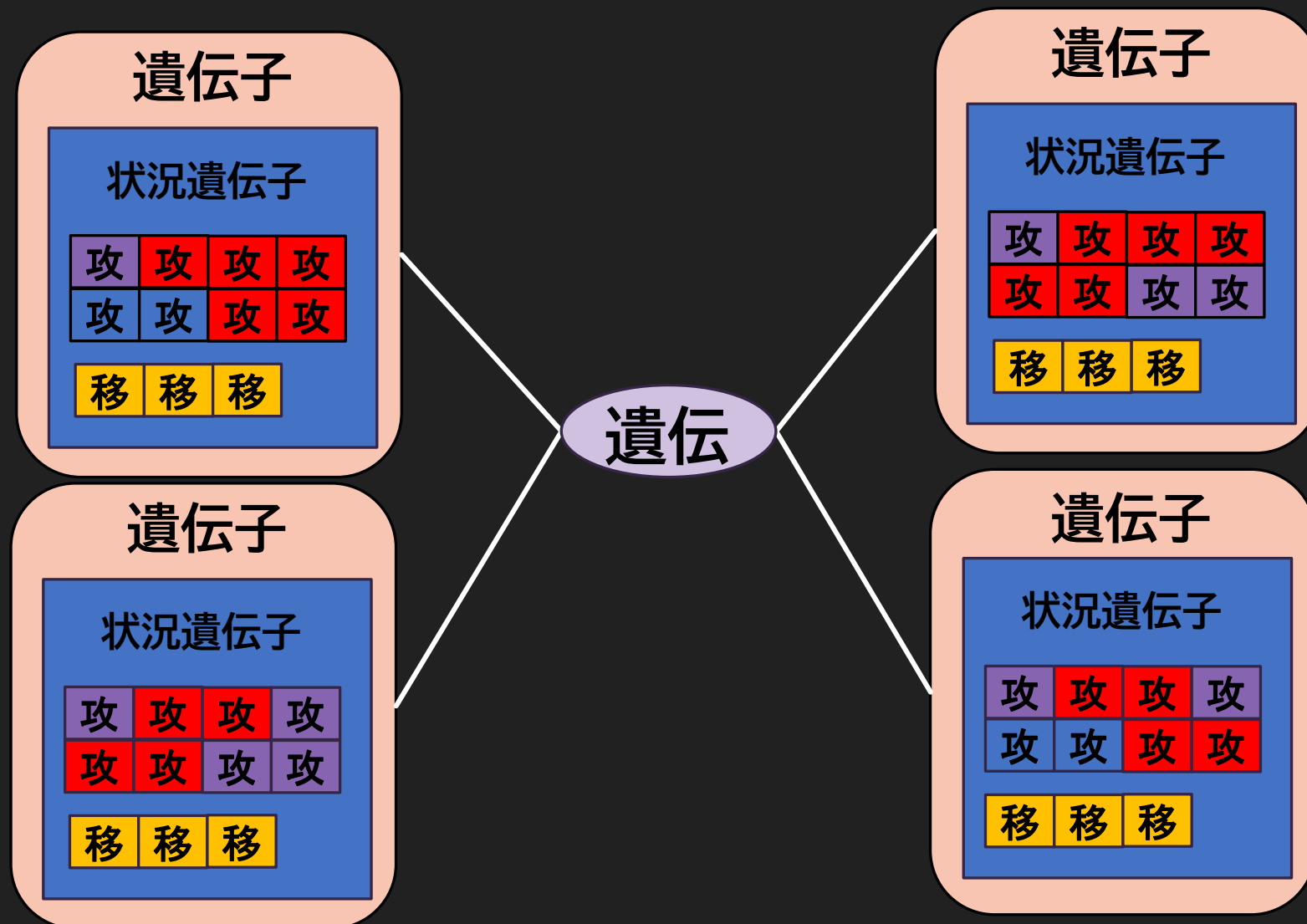


# 遺伝子の評価

データ収集をしたら遺伝子を評価する



# 遺伝



攻撃遺伝子を親から半分ずつ遺伝



選択候補の攻撃が変化

# 全体フロー

遺伝子ランダム生成

① 初期遺伝子生成

遺伝子 遺伝子 遺伝子

② 順番に遺伝子を渡す

行動選択AI

③ 攻撃選択

実行  
データ収集

戦闘終了するまで  
③を繰り返す

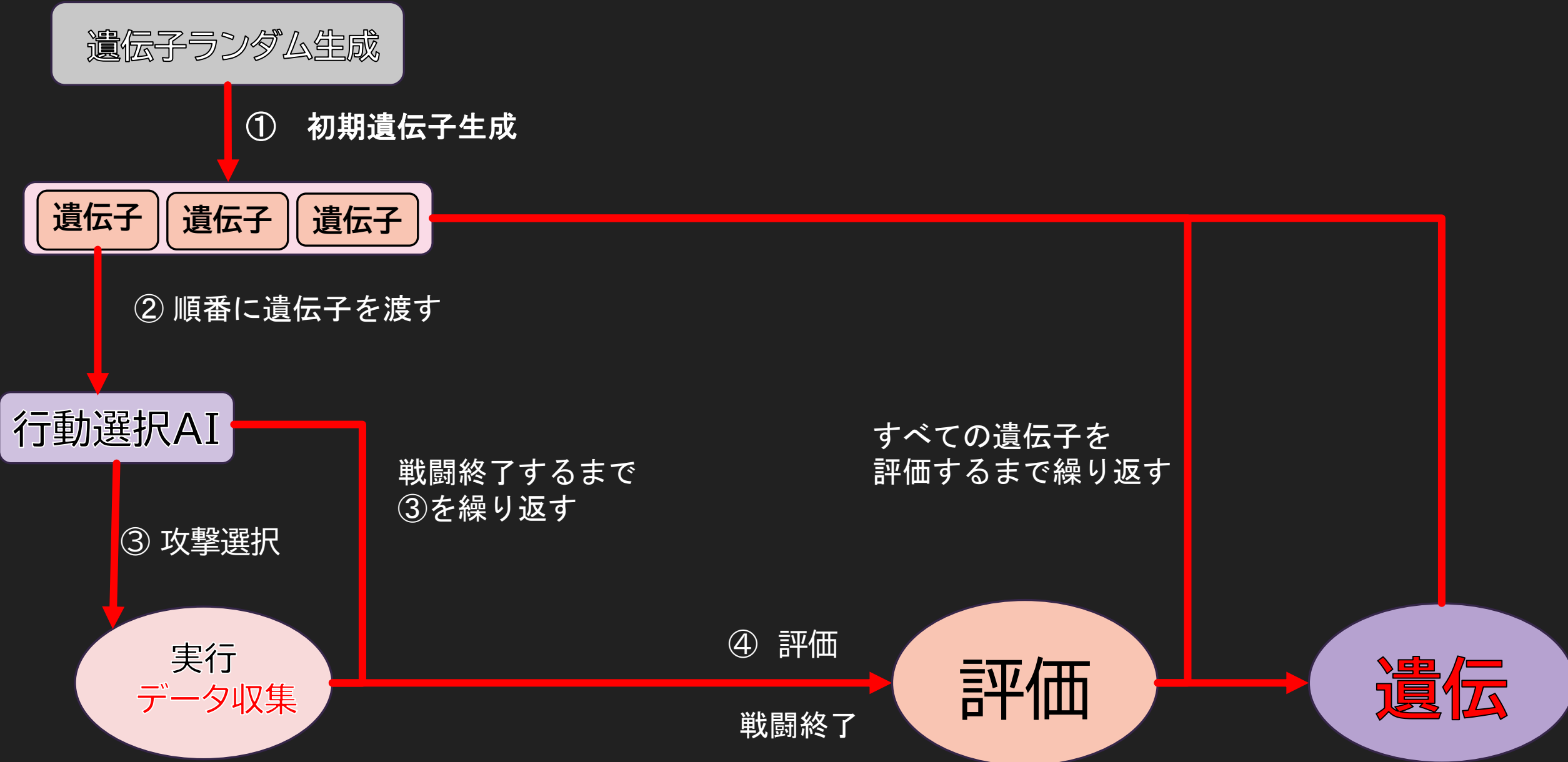
④ 評価

戦闘終了

すべての遺伝子を  
評価するまで繰り返す

評価

遺伝



# 検証してみた結果

## 問題点

行動を入れ替えていくだけになっているので、  
変化がわかりづらい。よって成長しているかわからない

キャラクターAIによって特定の攻撃が選択されなかった  
場合に評価できない攻撃ができてしまう。

# 問題の原因と解決案①

成長しているかがわからない問題について

## ・原因

- ・行動を入れ替えるだけになっており、その行動の発生条件が変化していないから
- ・発生条件が変わっていなければプレイヤーにとって体験は似ているし、発生条件が同じ = 同じ立ち位置の可能性が高く同じ立ち位置ならばすぐ慣れて対処可能になってしまう

# 問題の原因と**解決案**①

成長しているかがわからない問題について

## ・**解決策**

- ・学習し成長する項目に行動の発生条件を追加する。  
そのために、収集するデータにエネミーからみたプレイヤーの位置  
攻撃発生条件位置とプレイヤー位置との差分のベクトルを追加

なぜこのような解決策なのか 次のスライドへ・・・

# 解決策の理由

## 追加で収集するデータの理由

エネミーから見たプレイヤーの位置、攻撃発生条件位置とプレイヤーの位置の差分のベクトルについては、攻撃が当たらなかった場合に差分のベクトル方向に発生条件をずらせば当たる確率は上がると考えたから。



# 問題の原因と解決案②

評価できない攻撃ができてしまう問題について

## ・原因

- ・現在のキャラクターAIは各攻撃に行動の実行条件がありそれを満たしている行動の中からランダムで選択するというもの。条件を満たしていても選択されなかったりそもそも条件を満たさない可能性がある。

# 検証してもらった人からの、感想、データ

振り向き攻撃をするパターンのときは難易度が上がり、すぐ負けてしまうことが多かった。バックスラッシュの攻撃が出やすすぎるときがあった。(最高5, 6回連続) 残り体力の分布をみると、100回時点では50%が多く、200回時点で50%が多いのは変わらないが、ほかはバラバラになるようになった。自分が慣れてきたことで勝率が上がった。慣れを加味した上でのちょうどよい強さがいいかも。

## 戦闘終了時敵の体力分布

0%	25
10%	14
20%	12
30%	14
40%	20
50%	49
60%	21
70%	26
80%	17
90%	2
100%	0

合計 200

勝率 12.5000%

感想から推測できること

振り向き攻撃をするパターンのときは難易度が上がった



ハイリスクハイリターン or ロウリスクハイリターンの攻撃になっている可能性が高そう

# 87 ~ 162戦目の振り向き攻撃の分類

```
12m 7d 10:57:42 { EffectivenessToPlayer : 1.000000 }
12m 7d 10:57:42 { ReceptivityToPlayer : 0.941400 }
12m 7d 10:57:42 { class Bear2ChinaBackAndFront : AttackAction_HighRisk_HighReturn }

12m 7d 17:52:44 { EffectivenessToPlayer : 0.333333 }
12m 7d 17:52:44 { ReceptivityToPlayer : 0.907634 }
12m 7d 17:52:44 { class Bear2ChinaBackAndFront : AttackAction_HighRisk_LowReturn }

12m 7d 17:57:51 { EffectivenessToPlayer : 0.500000 }
12m 7d 17:57:51 { ReceptivityToPlayer : 0.453023 }
12m 7d 17:57:51 { class Bear2ChinaBackAndFront : AttackAction_LowRisk_LowReturn }

12m 7d 17:59:50 { EffectivenessToPlayer : 0.600000 }
12m 7d 17:59:50 { ReceptivityToPlayer : 1.000000 }
12m 7d 17:59:50 { class Bear2ChinaBackAndFront : AttackAction_HighRisk_HighReturn }

12m 7d 18:1:26 { EffectivenessToPlayer : 1.000000 }
12m 7d 18:1:26 { ReceptivityToPlayer : 0.815385 }
12m 7d 18:1:26 { class Bear2ChinaBackAndFront : AttackAction_HighRisk_HighReturn }

12m 7d 18:28:35 { EffectivenessToPlayer : 0.181818 }
12m 7d 18:28:35 { ReceptivityToPlayer : 0.688663 }
12m 7d 18:28:35 { class Bear2ChinaBackAndFront : AttackAction_HighRisk_LowReturn }
```

```
12m 8d 0:14:58 { EffectivenessToPlayer : 1.000000 }
12m 8d 0:14:58 { ReceptivityToPlayer : 0.656228 }
12m 8d 0:14:58 { class Bear2ChinaBackAndFront : AttackAction_HighRisk_HighReturn }

12m 8d 0:18:39 { EffectivenessToPlayer : 1.000000 }
12m 8d 0:18:39 { ReceptivityToPlayer : 0.896514 }
12m 8d 0:18:39 { class Bear2ChinaBackAndFront : AttackAction_HighRisk_HighReturn }

12m 8d 0:22:39 { EffectivenessToPlayer : 0.300000 }
12m 8d 0:22:39 { ReceptivityToPlayer : 0.591209 }
12m 8d 0:22:39 { class Bear2ChinaBackAndFront : AttackAction_HighRisk_LowReturn }

12m 8d 0:24:27 { EffectivenessToPlayer : -nan(ind) }
12m 8d 0:24:27 { ReceptivityToPlayer : -nan(ind) }
12m 8d 0:24:27 { class Bear2ChinaBackAndFront : AttackAction_LowRisk_LowReturn }

12m 8d 17:10:13 { EffectivenessToPlayer : 1.000000 }
12m 8d 17:10:13 { ReceptivityToPlayer : 0.735079 }
12m 8d 17:10:13 { class Bear2ChinaBackAndFront : AttackAction_HighRisk_HighReturn }
```

※ログデータ

ハイリスクハイリターンに分類されることが多くなっている  
評価方法については的を得ているのではないかと思う



お読みいただき  
ありがとうございました