

Emotions (Current)

849.6 sec, — Excited/Elated 0.00, — Happy/Content 0.25, — Se
Depressed/Bored 0.00, — Upset/Sad 0.00, —

感情を揺さぶるメタAI

～ゲームへの実装方法とバランス調整への応用事例～

株式会社スクウェア・エニックス
テクノロジー推進部 AIリサーチャー
里井 大輝

satodaik@square-enix.com

Emotions (Next)

849.6 sec, — Excited/Elated 0.00, — Happy/Content 0.00, — Se
Depressed/Bored 0.00, — Upset/Sad 0.00, —

2019年9月6日
CEDEC 2019

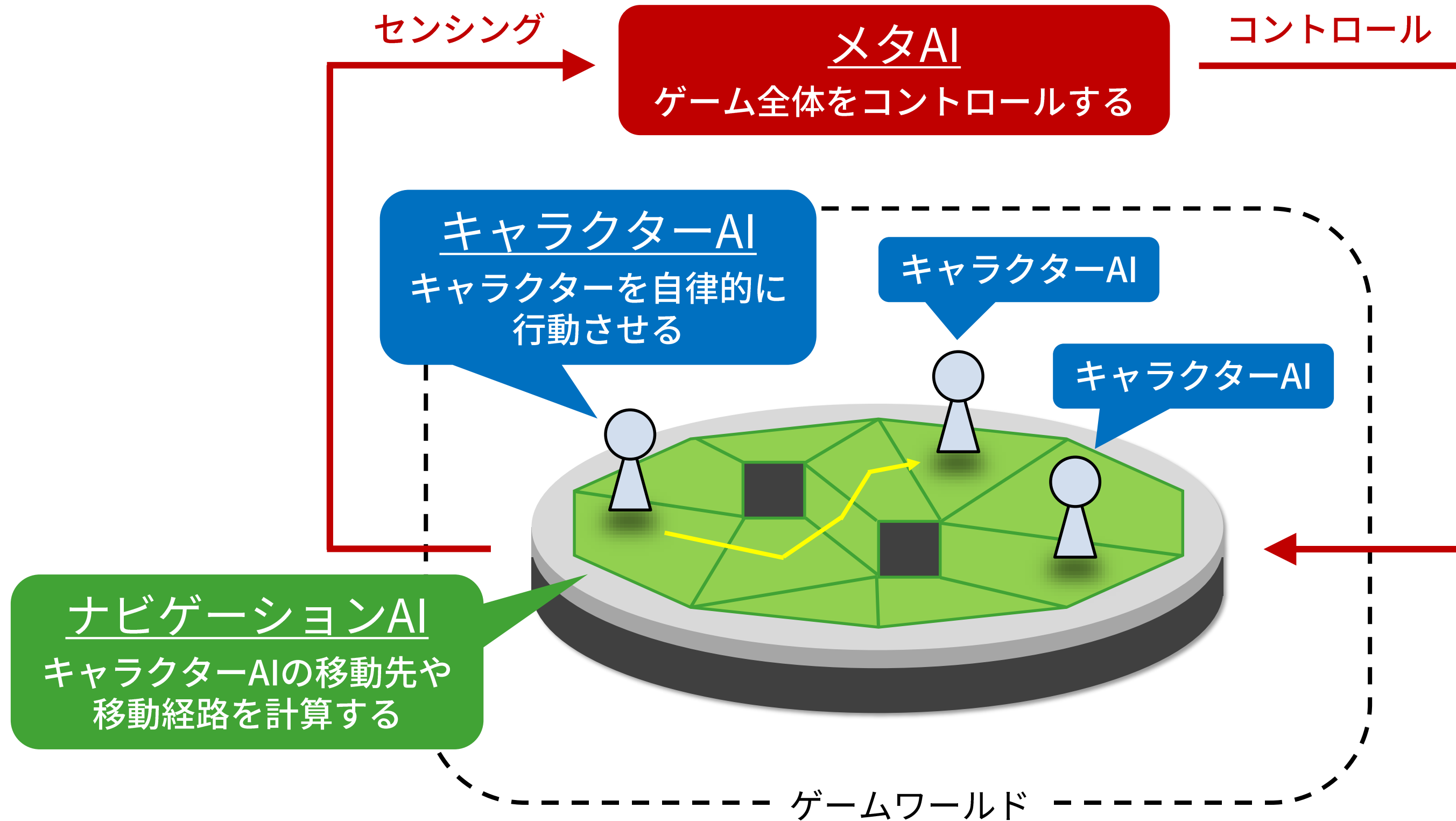
メタAIとは：一言で

メタな視点からゲーム全体をコントロールするAI

ゲームデザイナー／ディレクターのAI

ゲームシステムを智能化したもの

メタAIとは：ゲームAIの一種



メタAIの実用例

- [1] Cerny, M., Hocking, C., Iwatani, T., Mizuguchi, T., Rigopulos, A.: International Game Designers Panel, GDC 2005 (2005)
- [2] Xue, S., Wu, Meng, Kolen, J., Aghdaie, N., Zaman, K.A.: Dynamic Difficulty Adjustment for Maximized Engagement in Digital Games. Proceedings of the 26th International Conference on World Wide Web (WWW 2017) Companion, pp.465-471 (2017)
- [3] Booth, M.: Replayable Cooperative Game Design: Left 4 Dead, GDC 2009 (2009)
- [4] Brewer, D., Cheng, A., Dumas, R., Laidacker, A.: AI Postmortems: Assassin's Creed III, XCOM: Enemy Unknown, and Warframe. GDC 2013 (2013)
- [5] 株式会社スクウェア・エニックス『FFXV』AIチーム: FINAL FANTASY XVの人工知能 - ゲームAIから見える未来, ポーンデジタル (2019)
- [6] Varnier, J.: Far Cry's AI: A Manifesto for Systemic Gameplay. Game/AI Conference 2014 (2014)
- [7] Lefebvre, C.: Virtual Insanity: Meta AI on 'Assassin's Creed: Origins'. GDC 2018 (2018)

バトル

動的な難易度の調整	ゼビウス[1]、Electronic Arts社の3マッチパズル[2]
緊張度の緩急をつける（適応型ペーシング）	Left 4 Dead[3]、Warframe[4]
仲間NPCとの協力	FINAL FANTASY XV[5]

非バトル

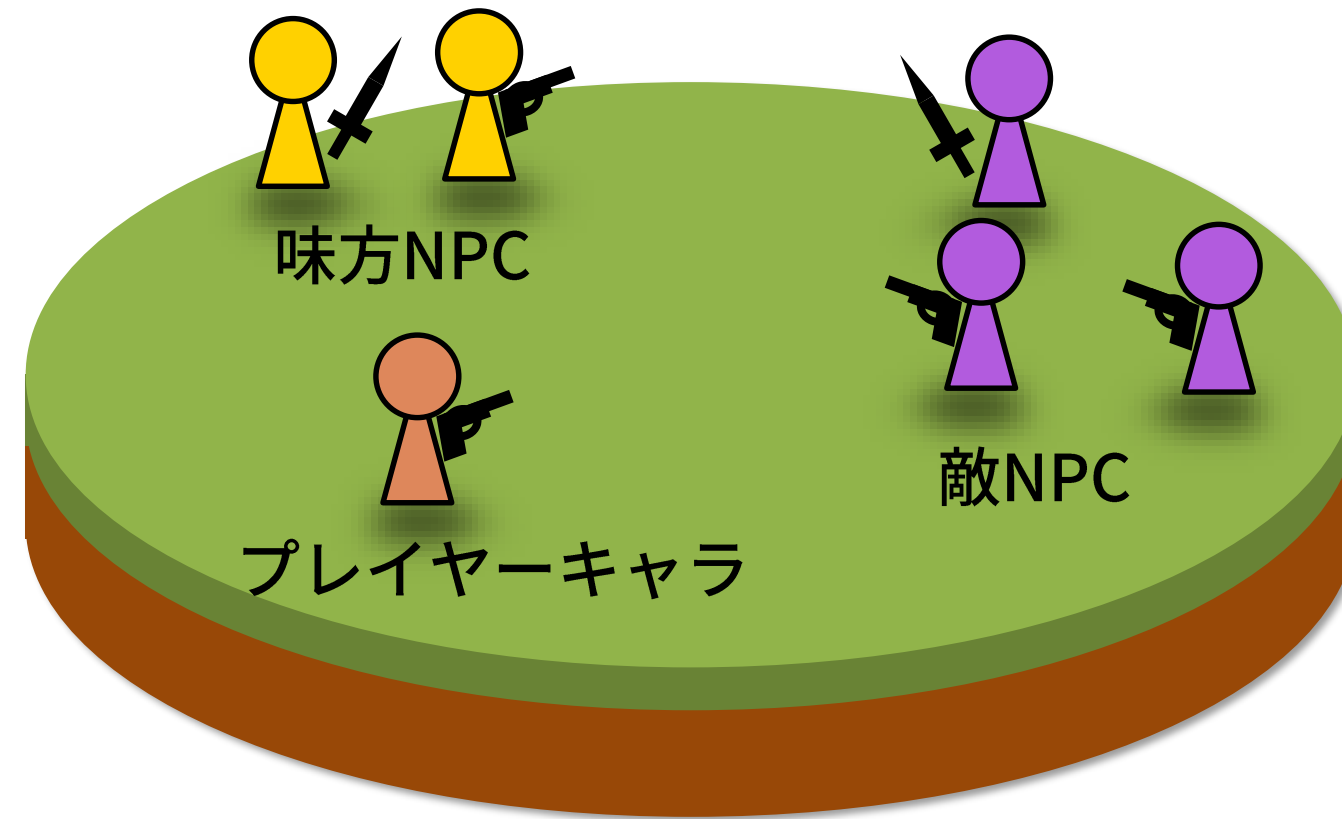
イベントの自動生成	Far Cry 4[6]
環境オブジェクトの管理	Assassin's Creed: Origins[7]
仲間NPCとの会話	FINAL FANTASY XV[5]

本セッションのテーマ

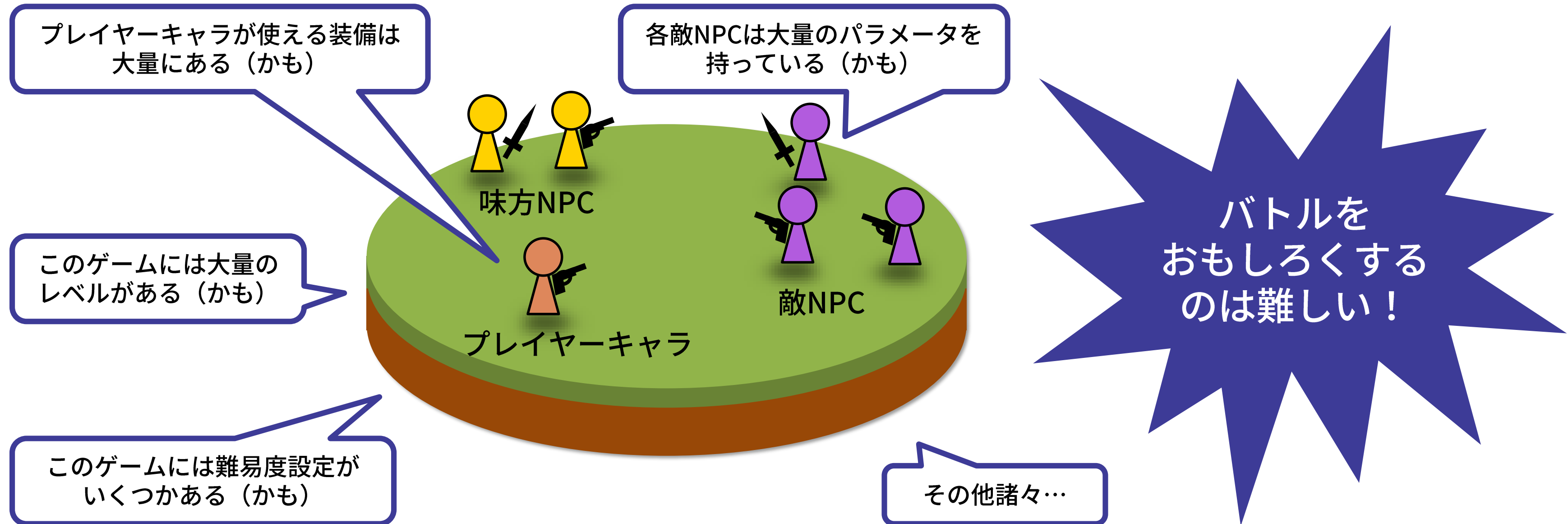
メタAIが色々できるのはわかった。

では、自分のゲームで使うにはどうすればいいんだろう？

ひとまずシチュエーションを絞ります

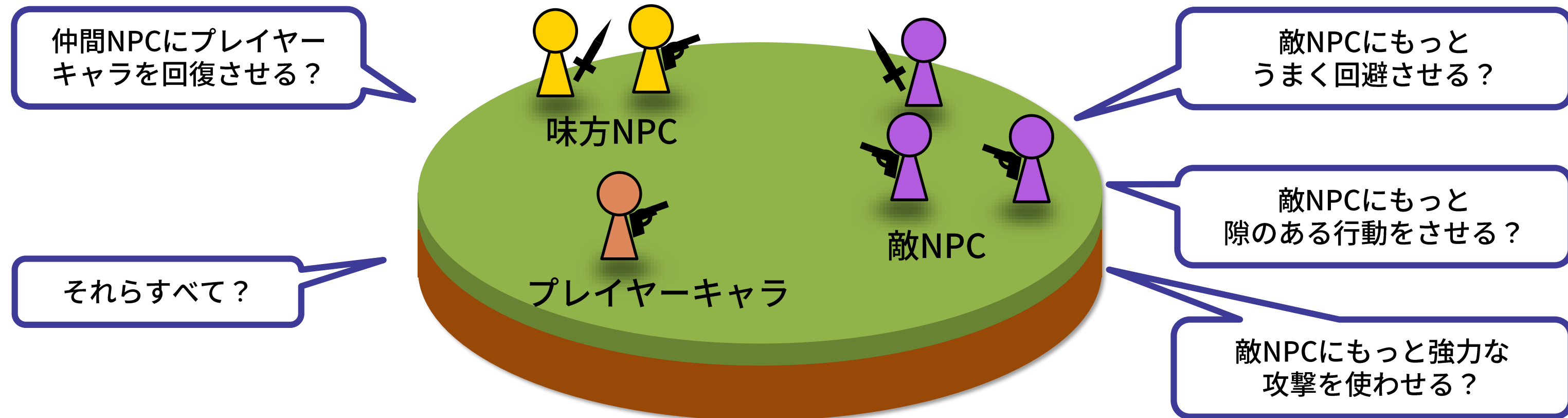


バトル作り：何をどこまで考慮しますか？



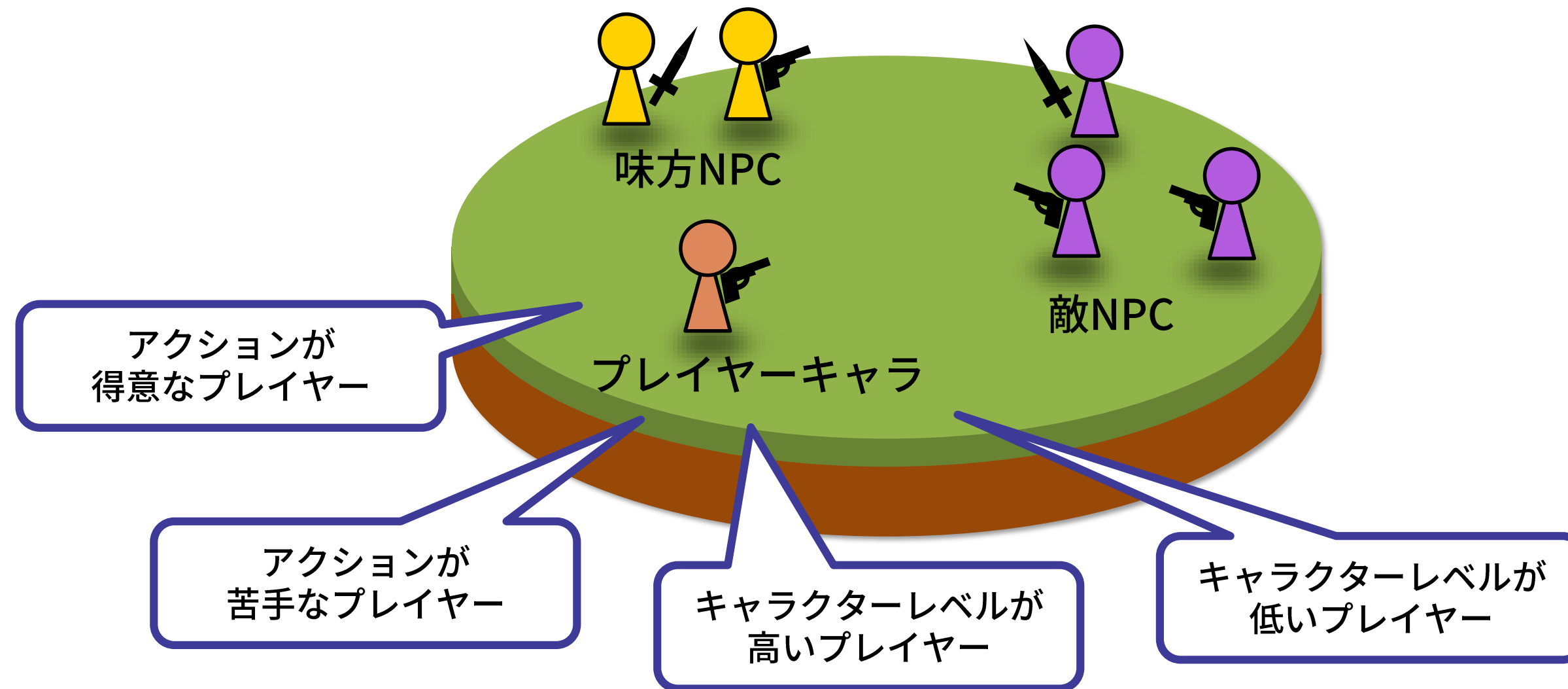
確かにメタAIは何でもコントロールできますが…

どのゲーム要素をどのようにコントロールすれば、おもしろくなるのでしょうか？

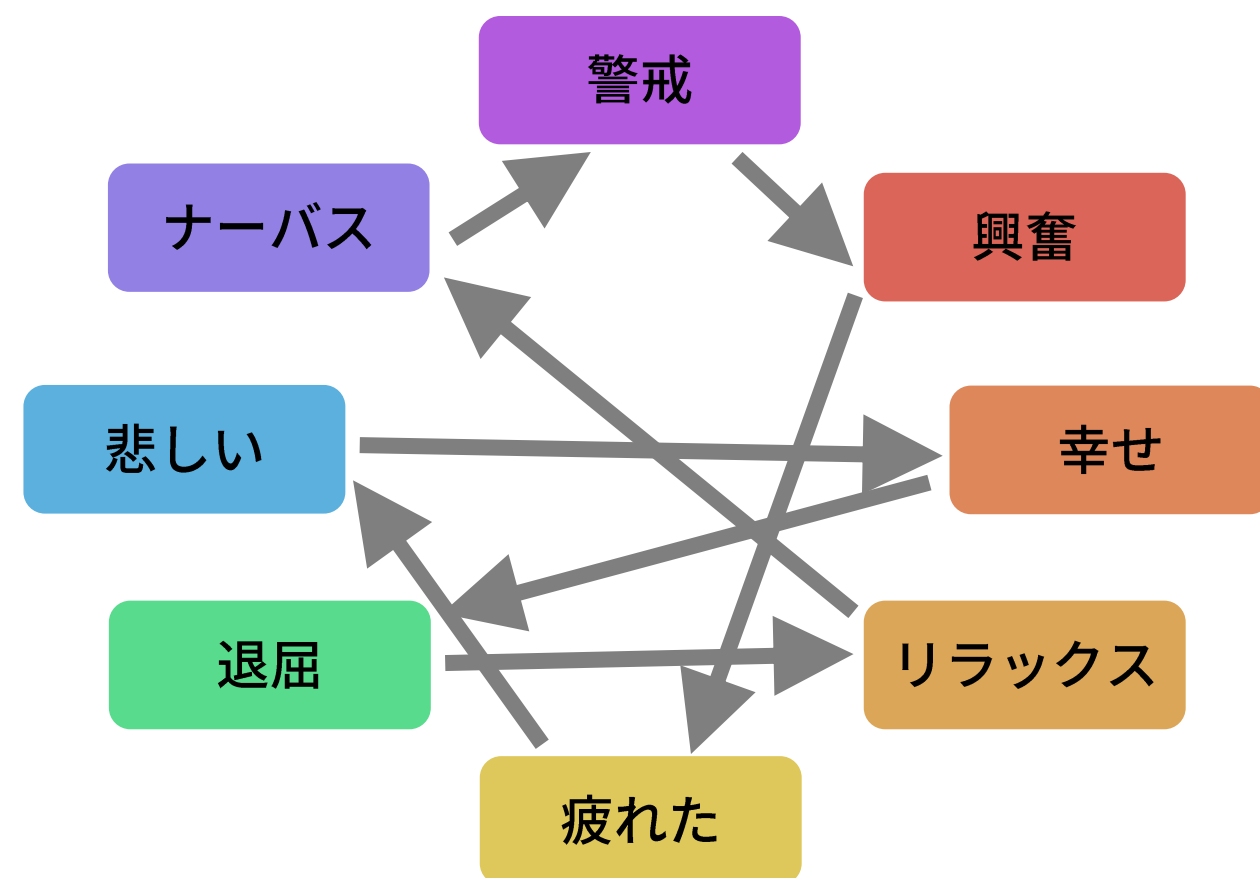


私たちが達成したかったこと

あらゆるプレイヤーがおもしろく遊べるバトルをつくる



私たちが達成したかったこと



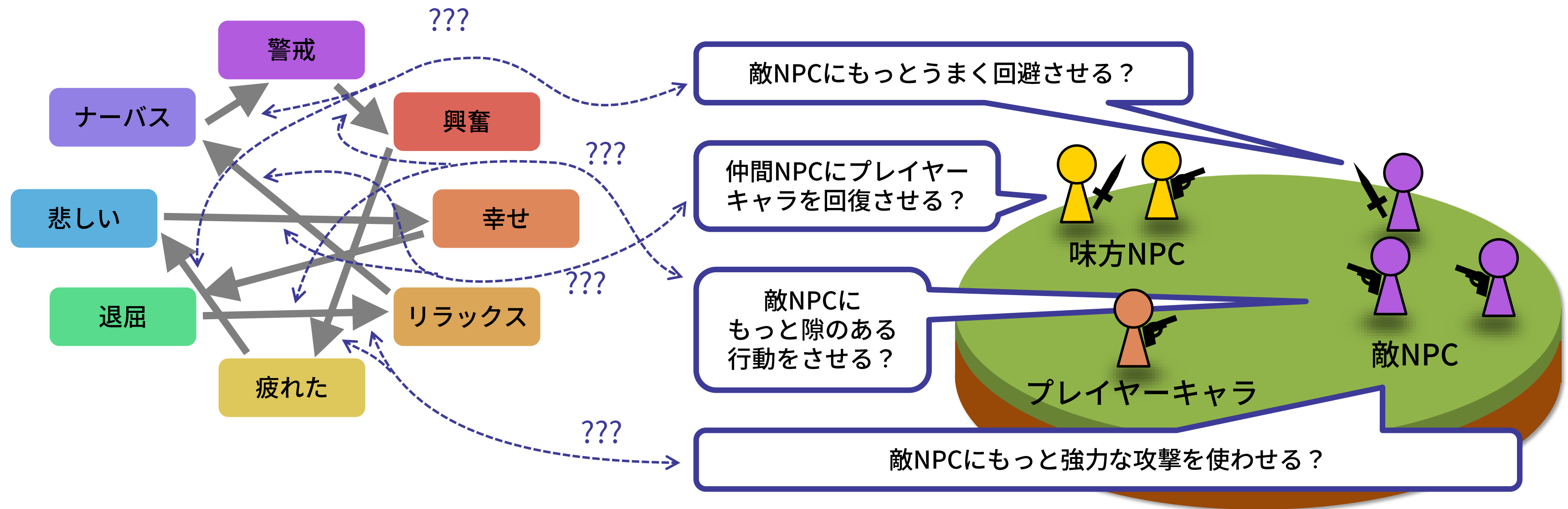
プレイヤーの
現在の感情を知りたい

そして、その感情を
揺さぶり続けたい

私たちが達成したかったこと（まとめ）

どのゲーム要素をどのようにコントロールすれば、おもしろくなるのでしょうか？

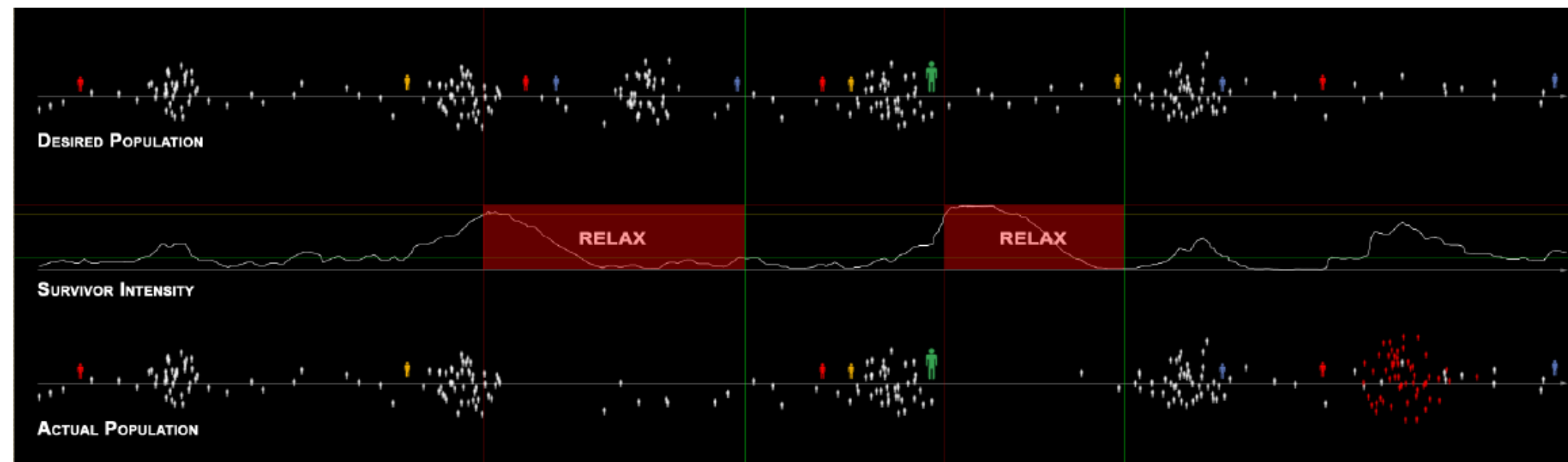
→ ゲーム要素のコントロールと感情の動かし方との対応関係は何でしょうか？



先行事例：緊張度 (intensity) に基づくメタAI

Left 4 Dead や Warframe のメタAI (AI Director)

- ゲームのプレイログから計算したプレイヤーの緊張度が、周期的に上昇と下降を繰り返すようにゲームをコントロールすることで、ゲームプレイの流れに緩急をつけます（ペーシング）
- 新規にスポーンする敵NPCの数や位置などを変動させることで、緊張度をコントロールします



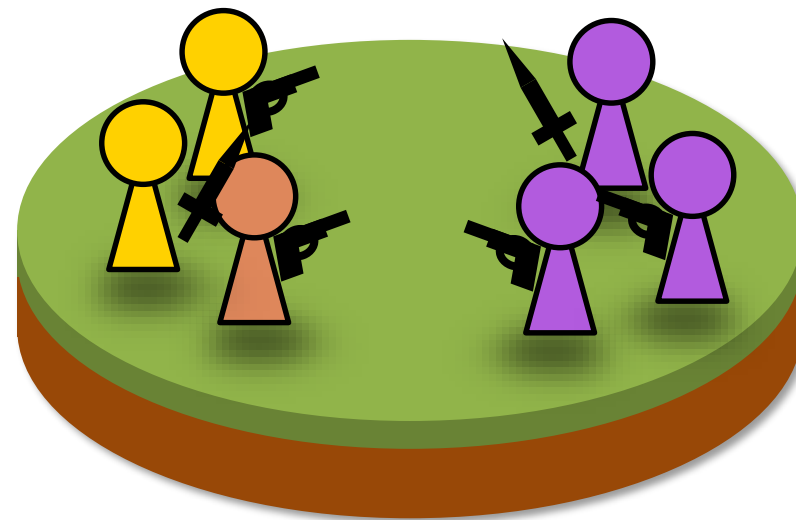
Left 4 Deadにおけるプレイヤーの緊張度と敵のスポーン数の例 [Booth 2009]

[Booth 2009] Booth, M.: Replayable Cooperative Game Design: Left 4 Dead, GDC 2009 (2009)

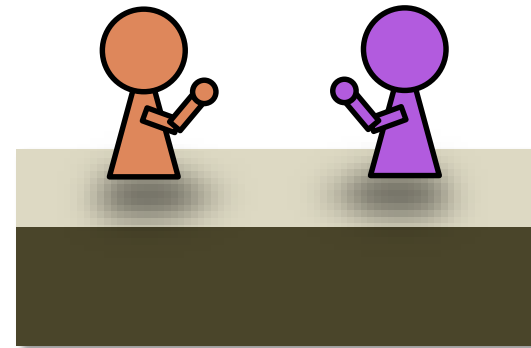
緊張度に基づくメタAIの問題点

1. 多くのゲームではNPCの数をメタAIの判断で変えられない

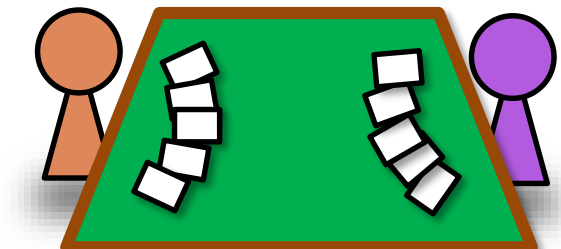
- キャラクターやオブジェクトの数が固定されているゲームは今でも一般的
- たとえ固定されていなくても、ゲームデザインやレベルの制約によって、メタAIが望んだタイミングや位置にNPCをスポーンできるとは限りません



シューター



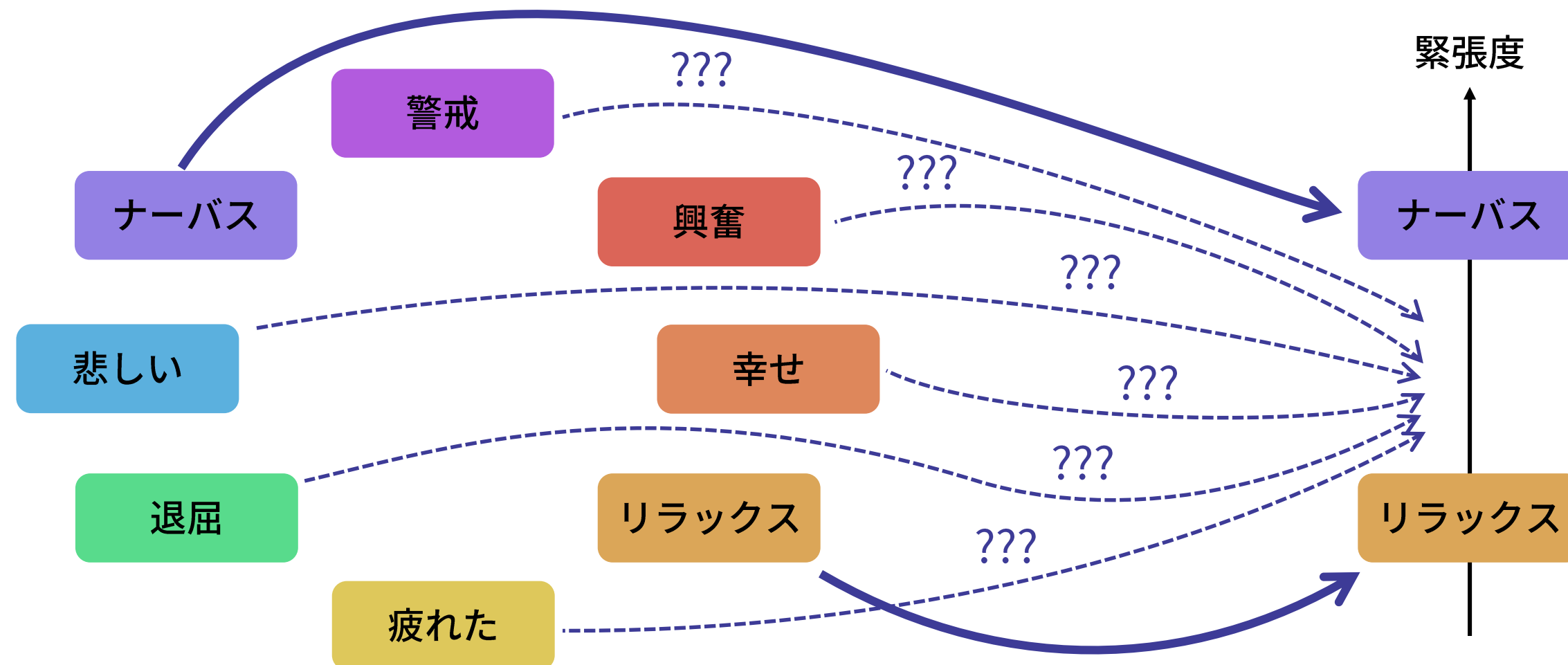
格闘ゲーム



カードゲーム

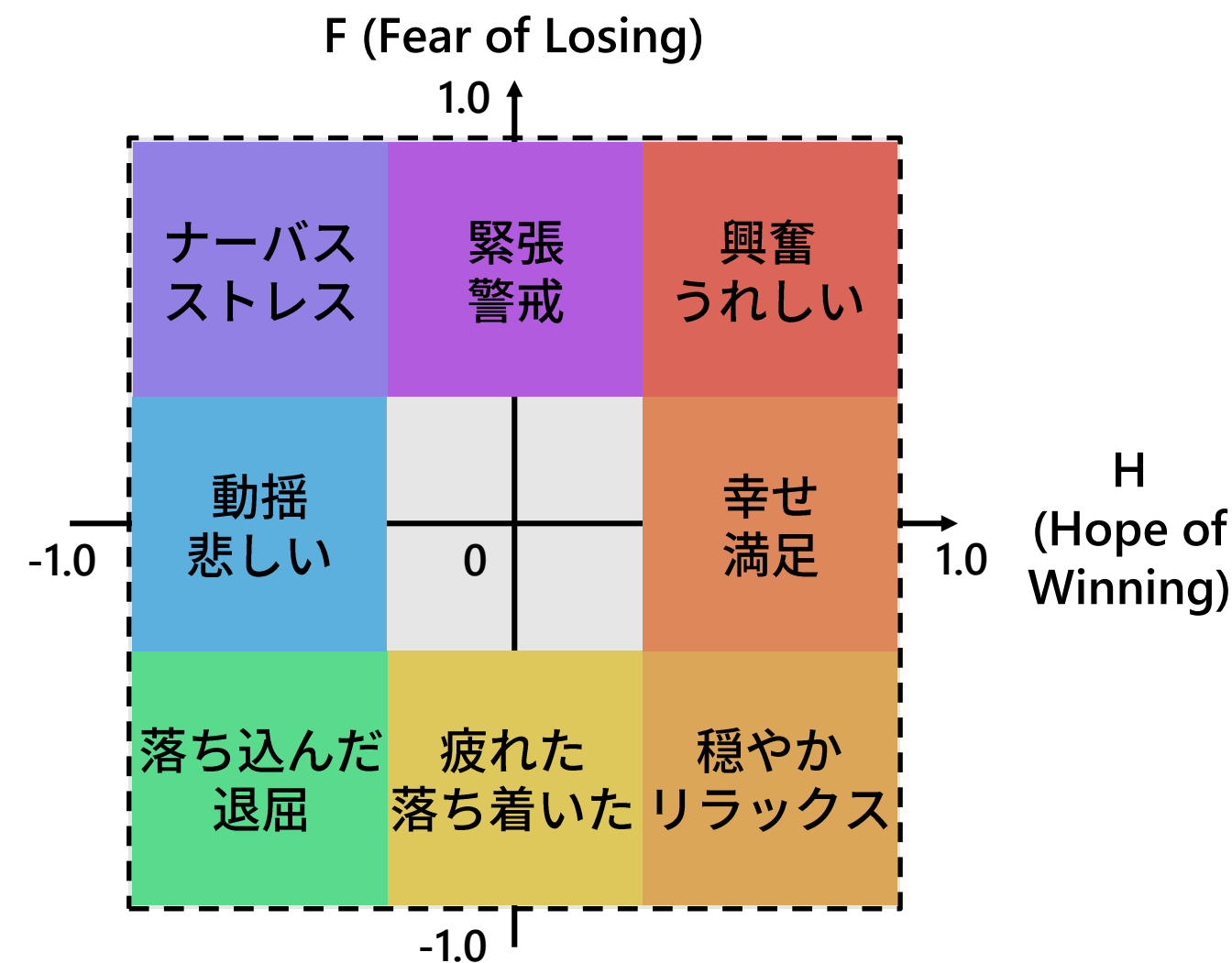
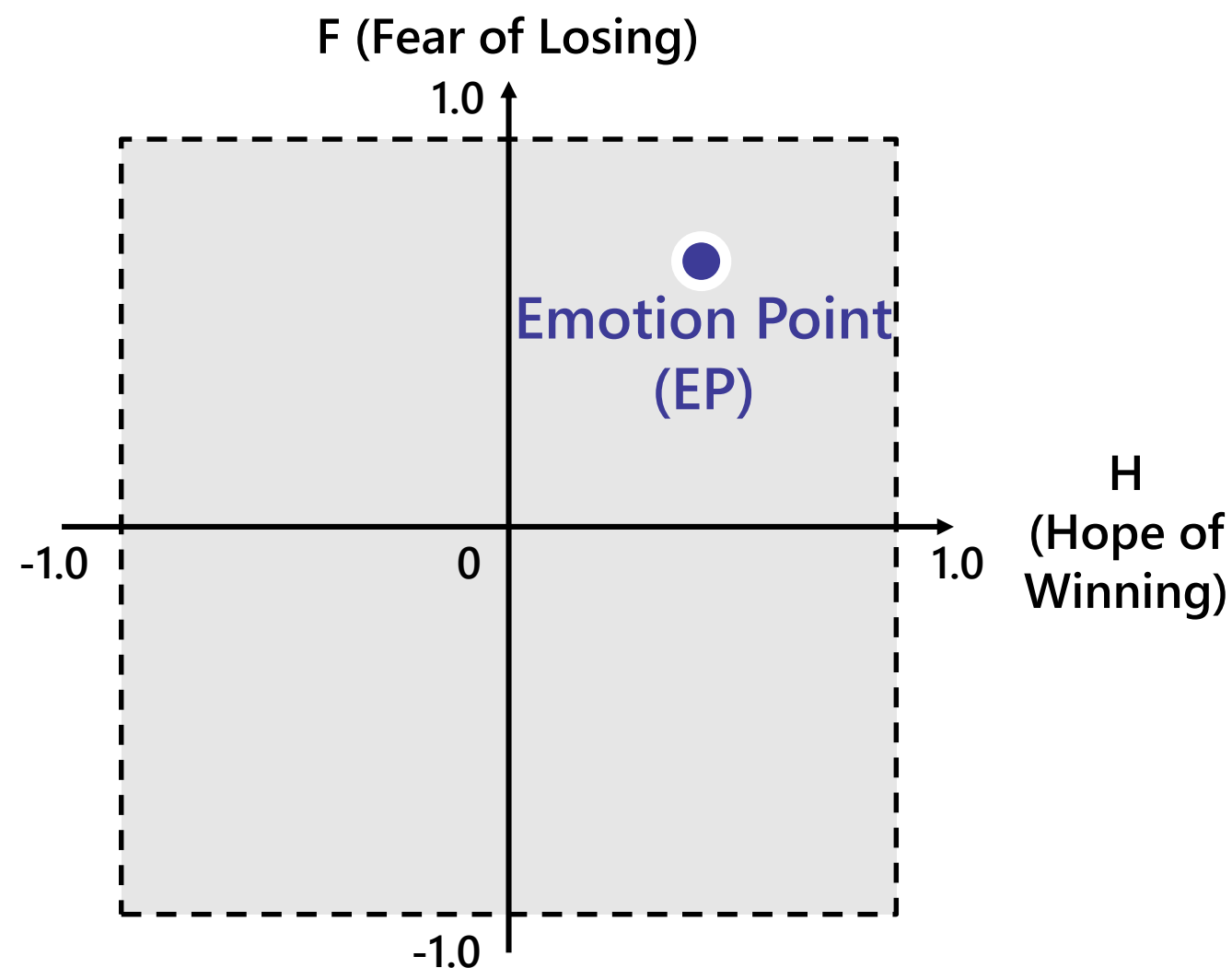
緊張度に基づくメタAIの問題点

2. 扱える感情の種類が少ない



キーアイディア：2次元感情マップ

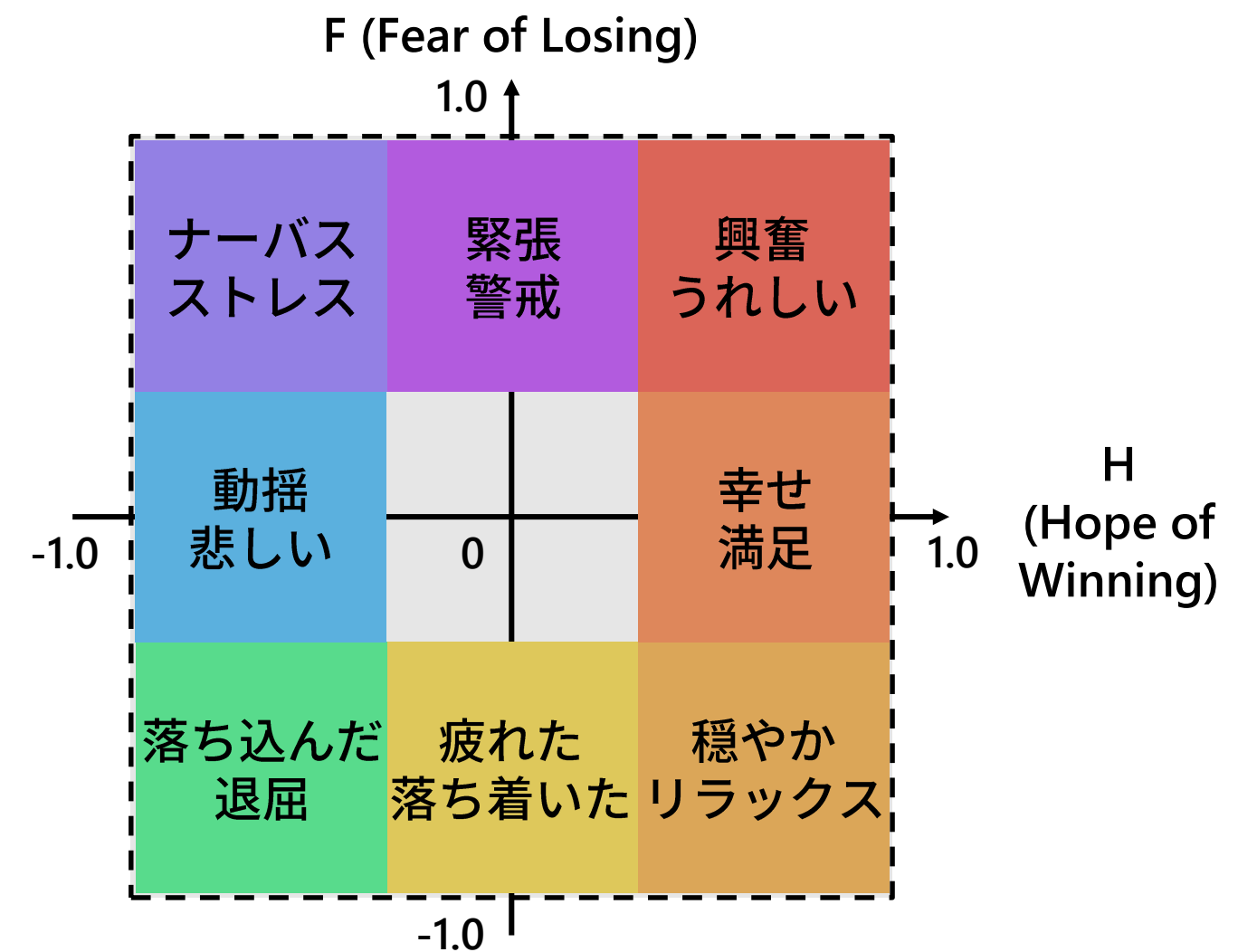
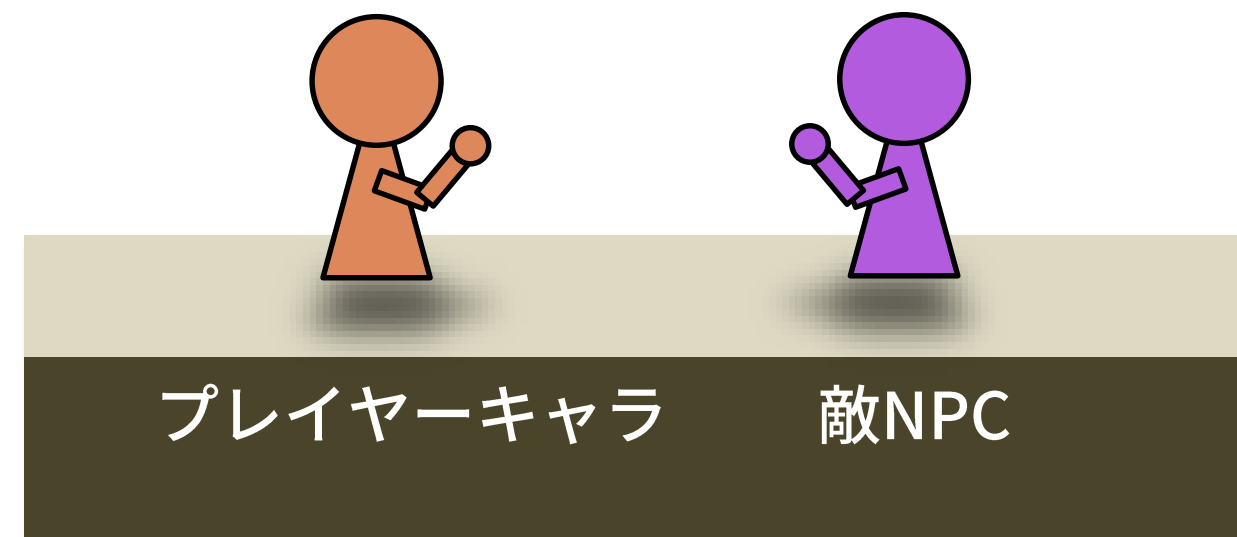
- プレイヤーの感情を「勝利への期待感 (H: Hope of Winning)」と「敗北への不安感 (F: Fear of Losing)」を軸とした2次元平面上的ベクトル (EP: Emotion Point) で表します
- 認知心理学での感情分類モデルを参考にしています [Watson and Tellegen 1985]



[Watson and Tellegen 1985] Watson, D. and Tellegen, A.: Toward a consensual structure of mood, Psychological Bulletin, Vol.98, pp.219-235 (1985)

なぜ2次元感情マップなのか？

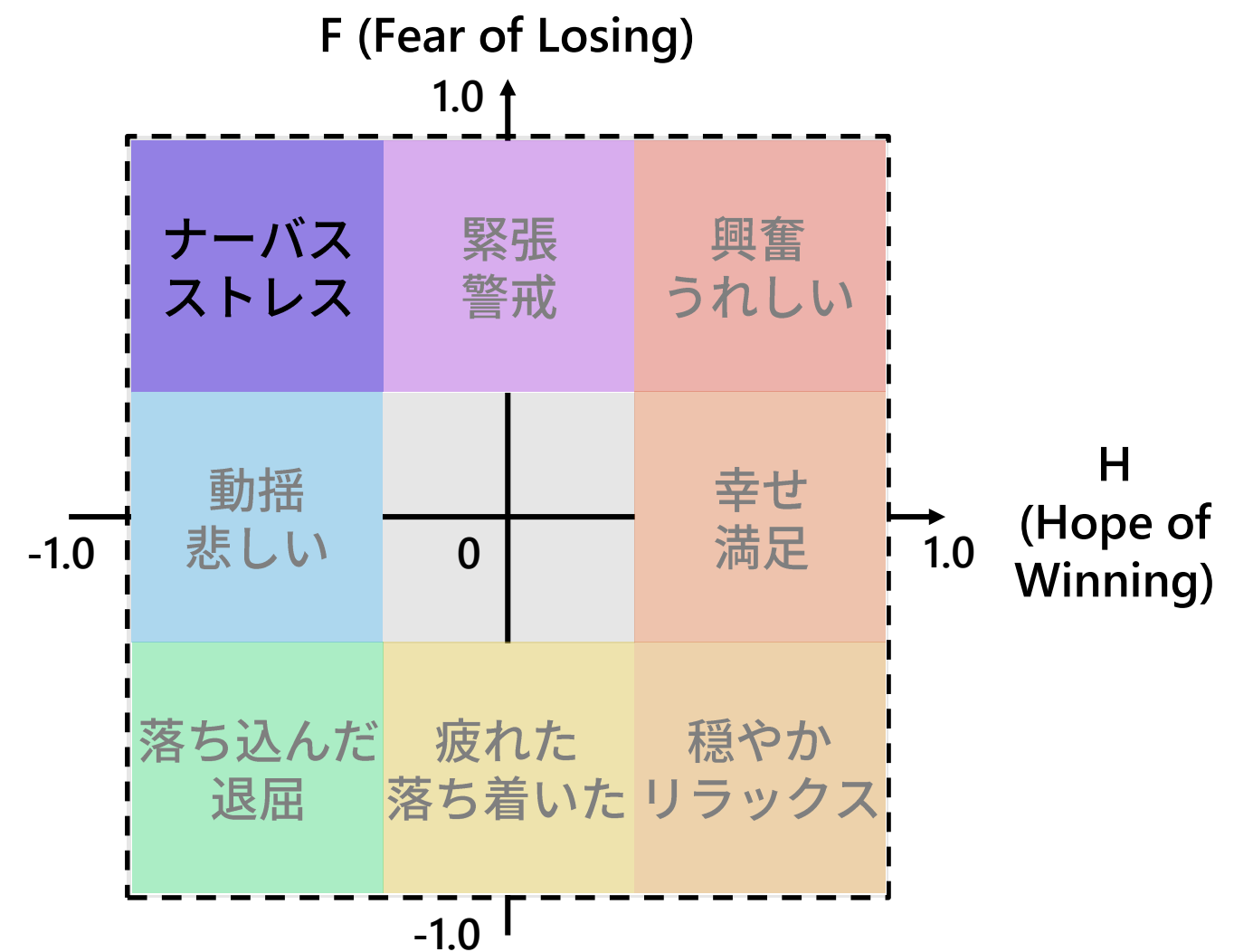
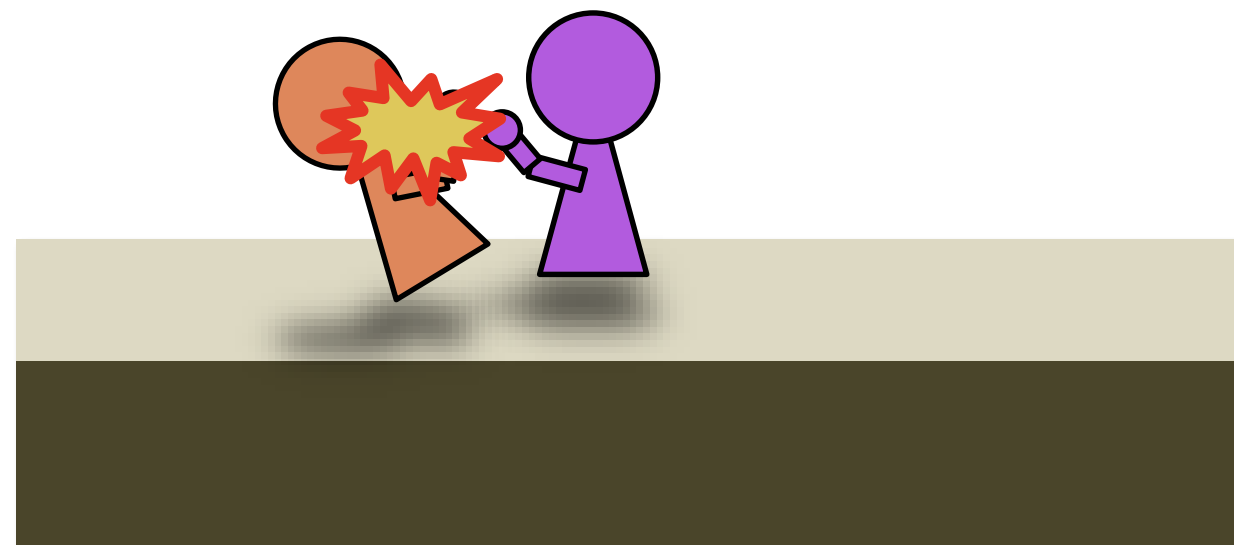
1. さまざまなプレイヤーの感情とゲーム状況を紐づけて表せる



なぜ2次元感情マップなのか？

1. さまざまなプレイヤーの感情とゲーム状況を紐づけて表せる

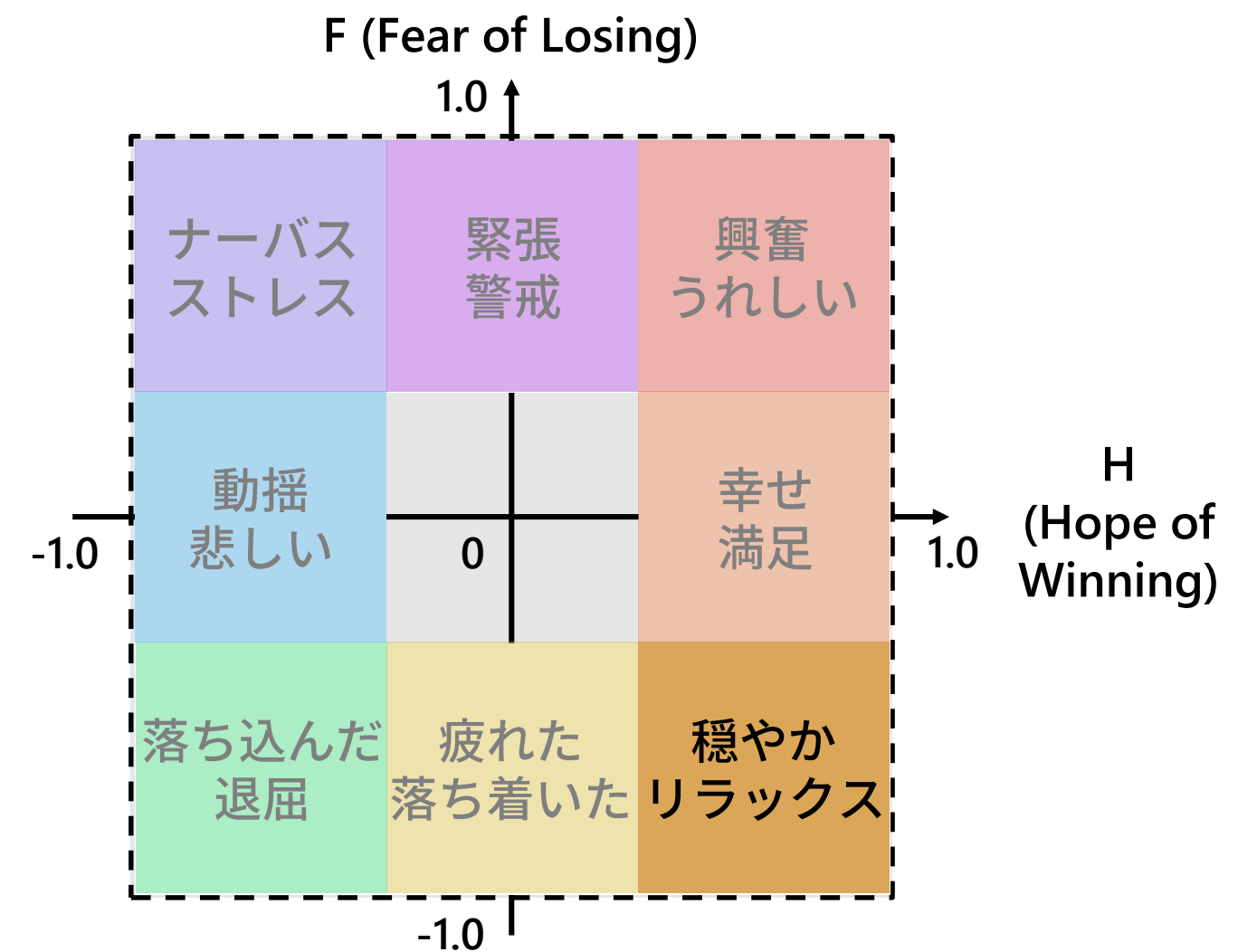
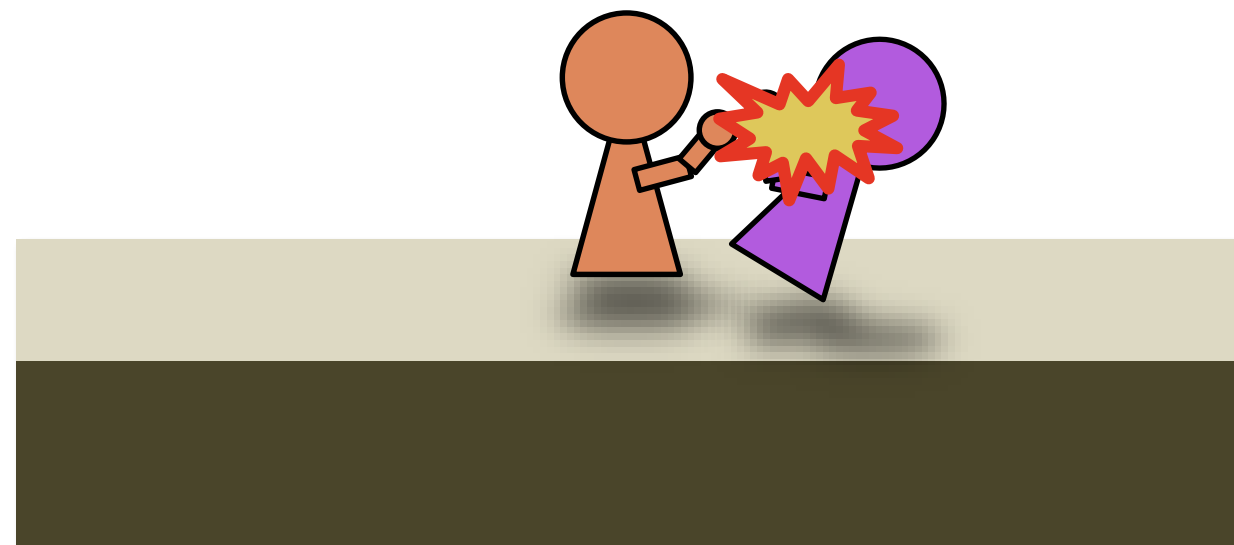
【Case 1: 敵がプレイヤーを圧倒】



なぜ2次元感情マップなのか？

1. さまざまなプレイヤーの感情とゲーム状況を紐づけて表せる

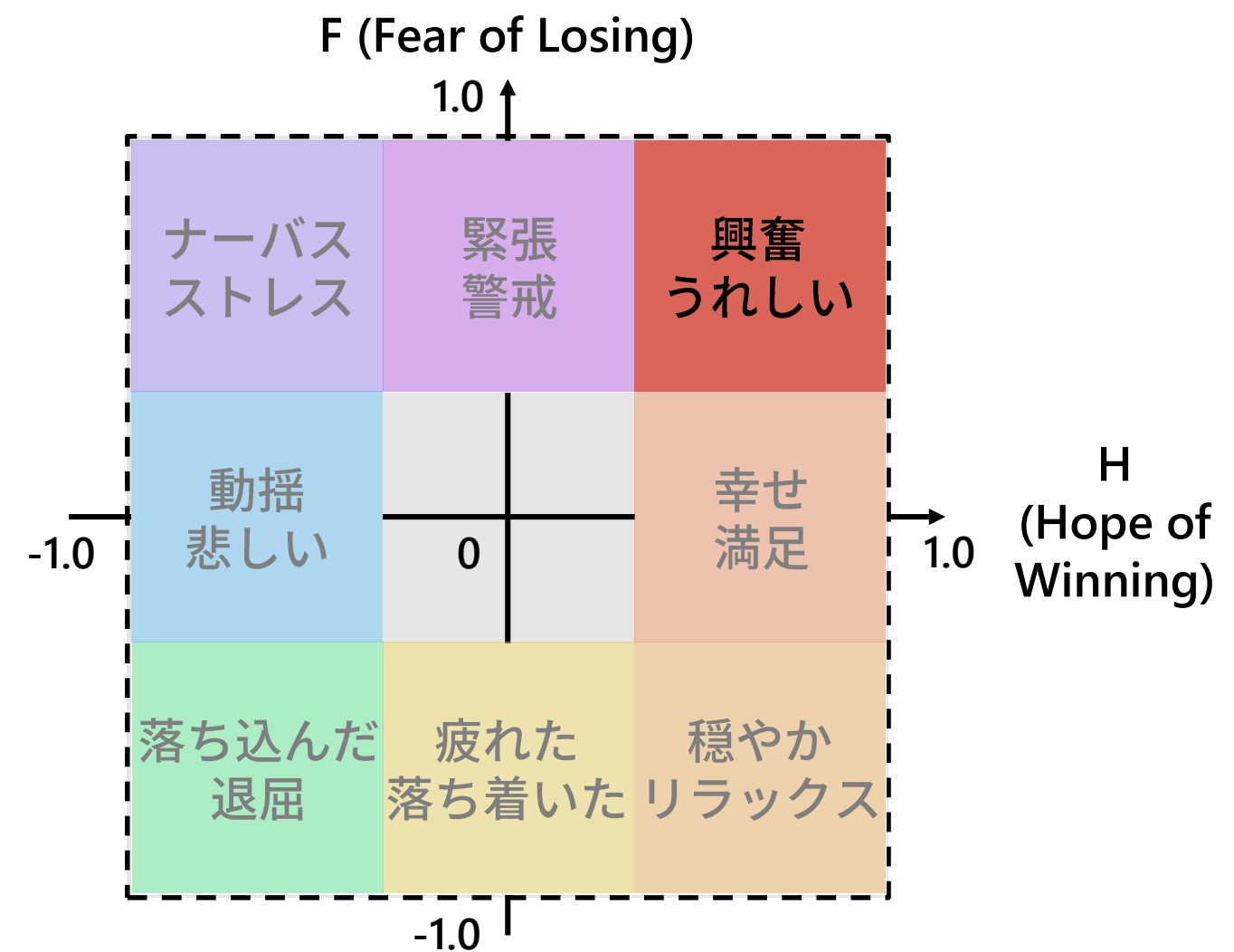
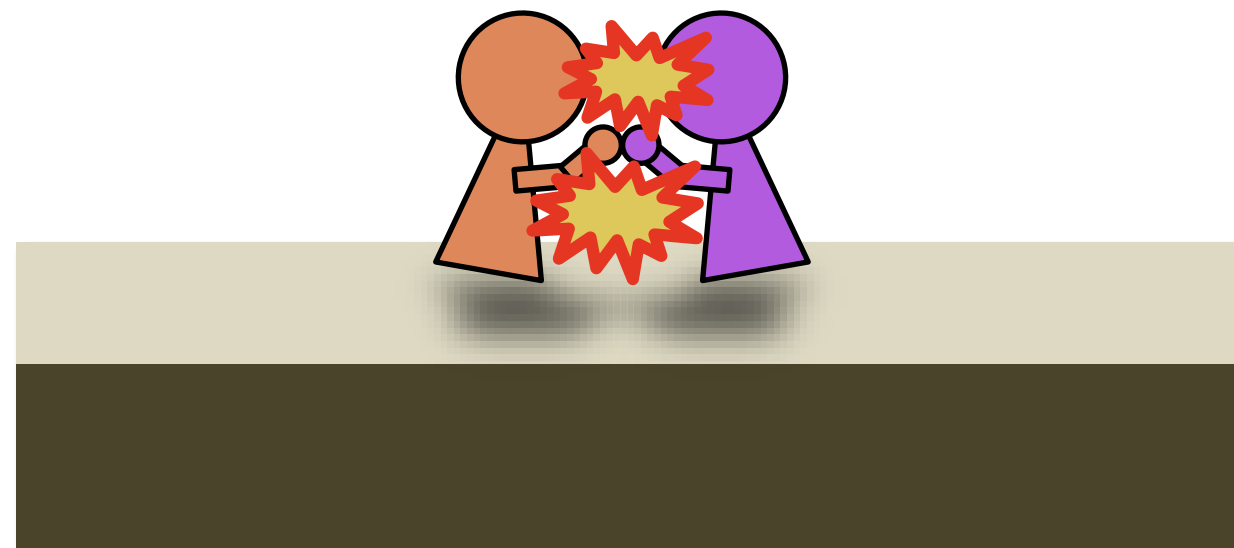
【Case 2: プレイヤーが敵を圧倒】



なぜ2次元感情マップなのか？

1. さまざまなプレイヤーの感情とゲーム状況を紐づけて表せる

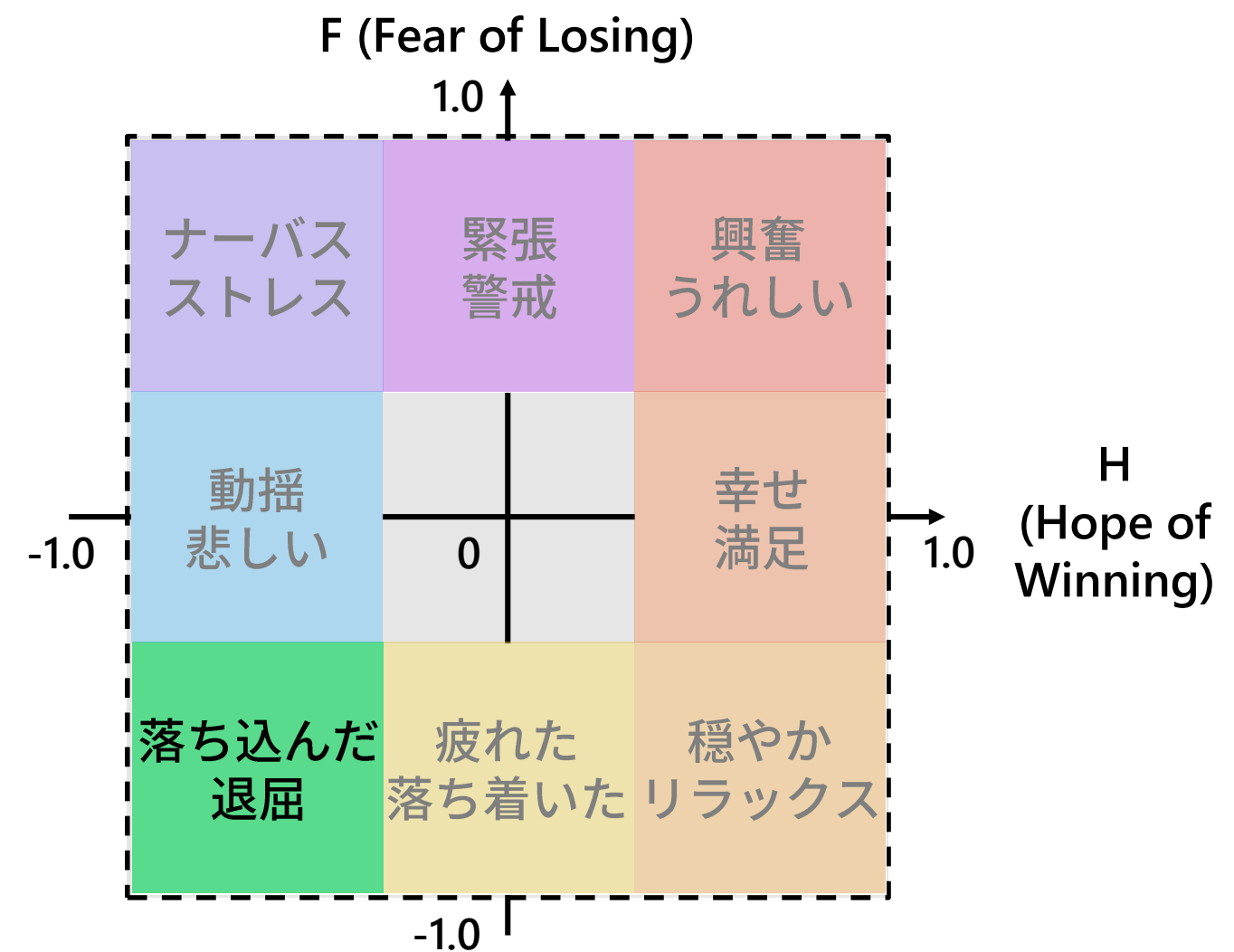
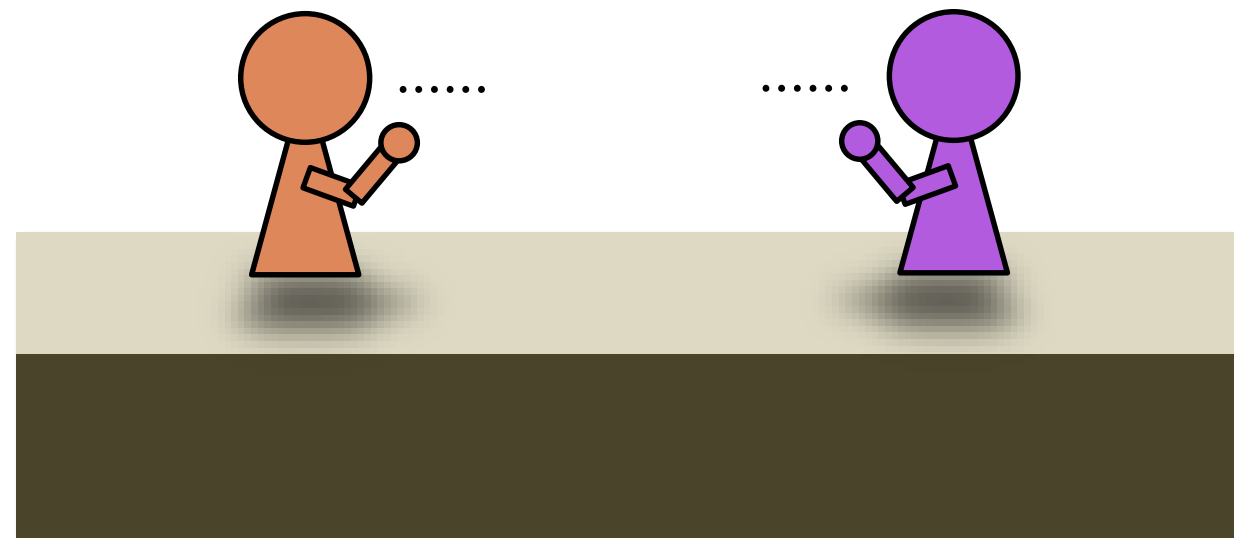
【Case 3: 激戦】



なぜ2次元感情マップなのか？

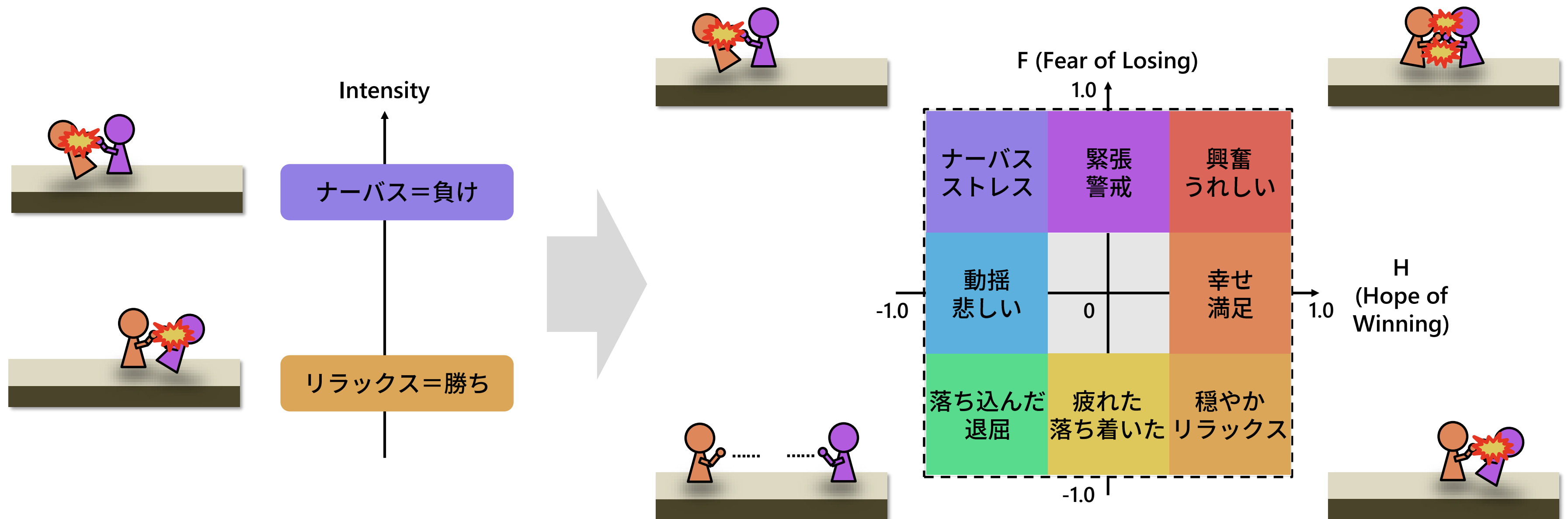
1. さまざまなプレイヤーの感情とゲーム状況を紐づけて表せる

【Case 4: 膠着状態】



なぜ2次元感情マップなのか？

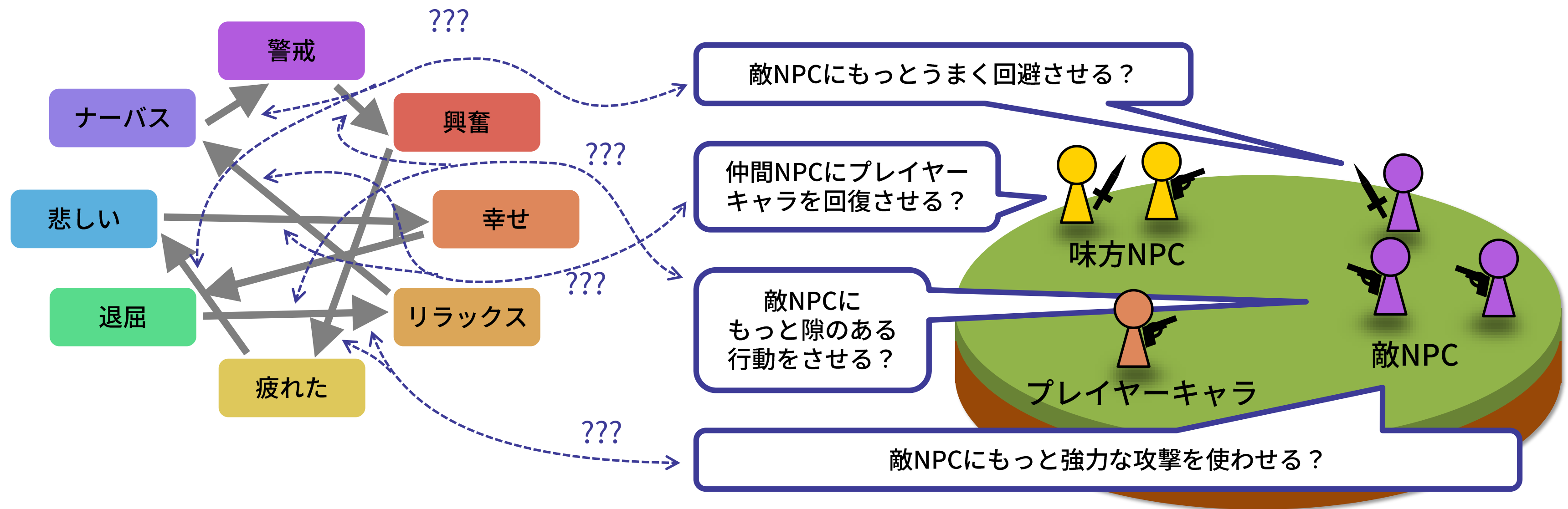
1. さまざまなプレイヤーの感情とゲーム状況を紐づけて表せる



私たちが達成したかったこと

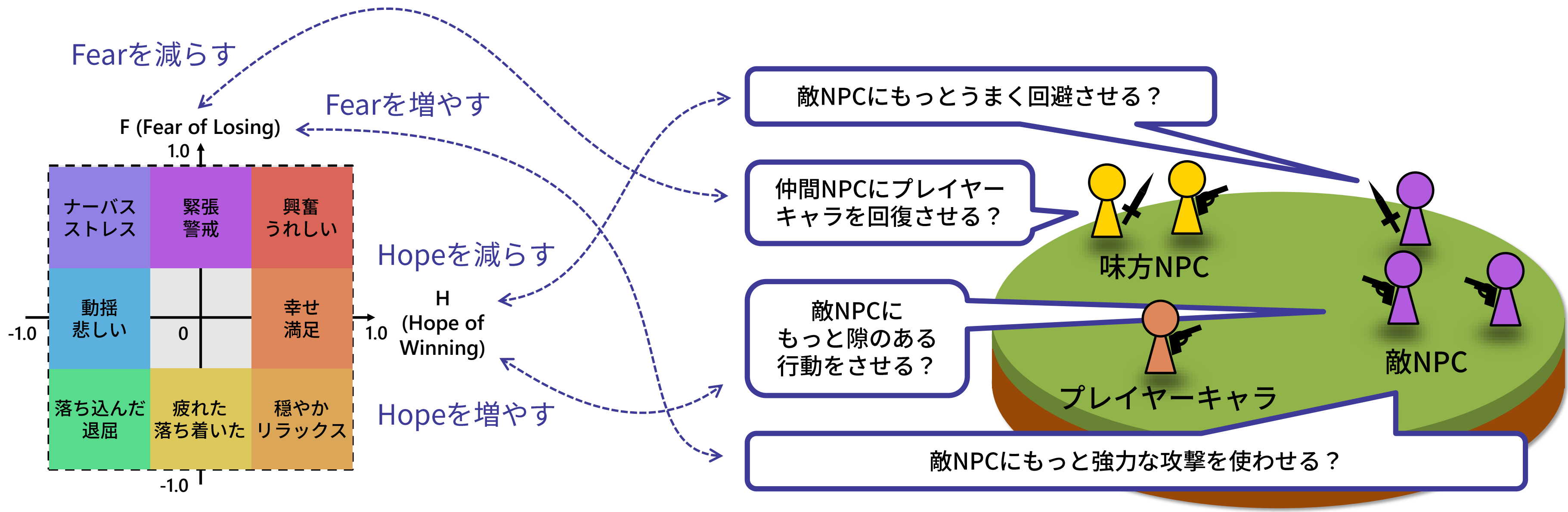
どのゲーム要素をどのようにコントロールすれば、おもしろくなるのでしょうか？

→ ゲーム要素のコントロールと感情の動かし方との対応関係は何でしょうか？

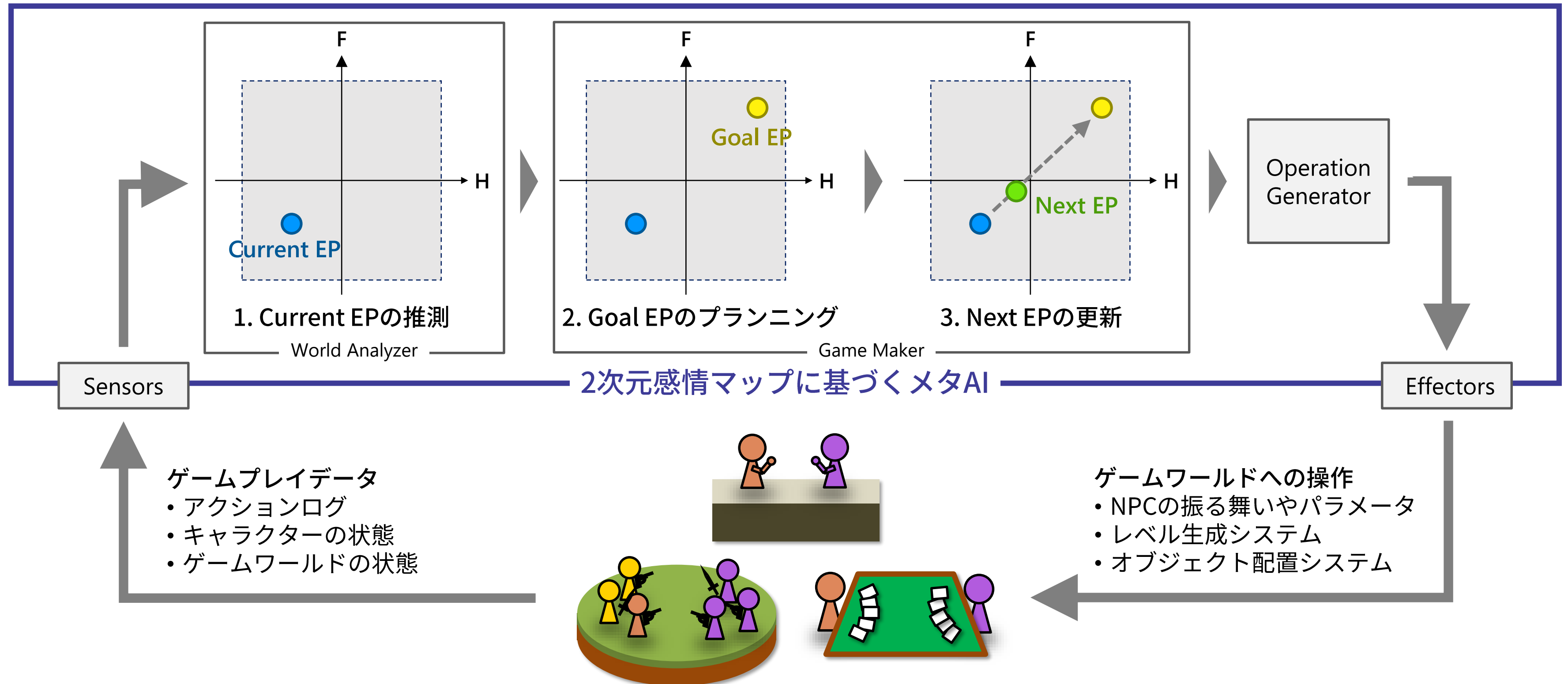


なぜ2次元感情マップなのか？

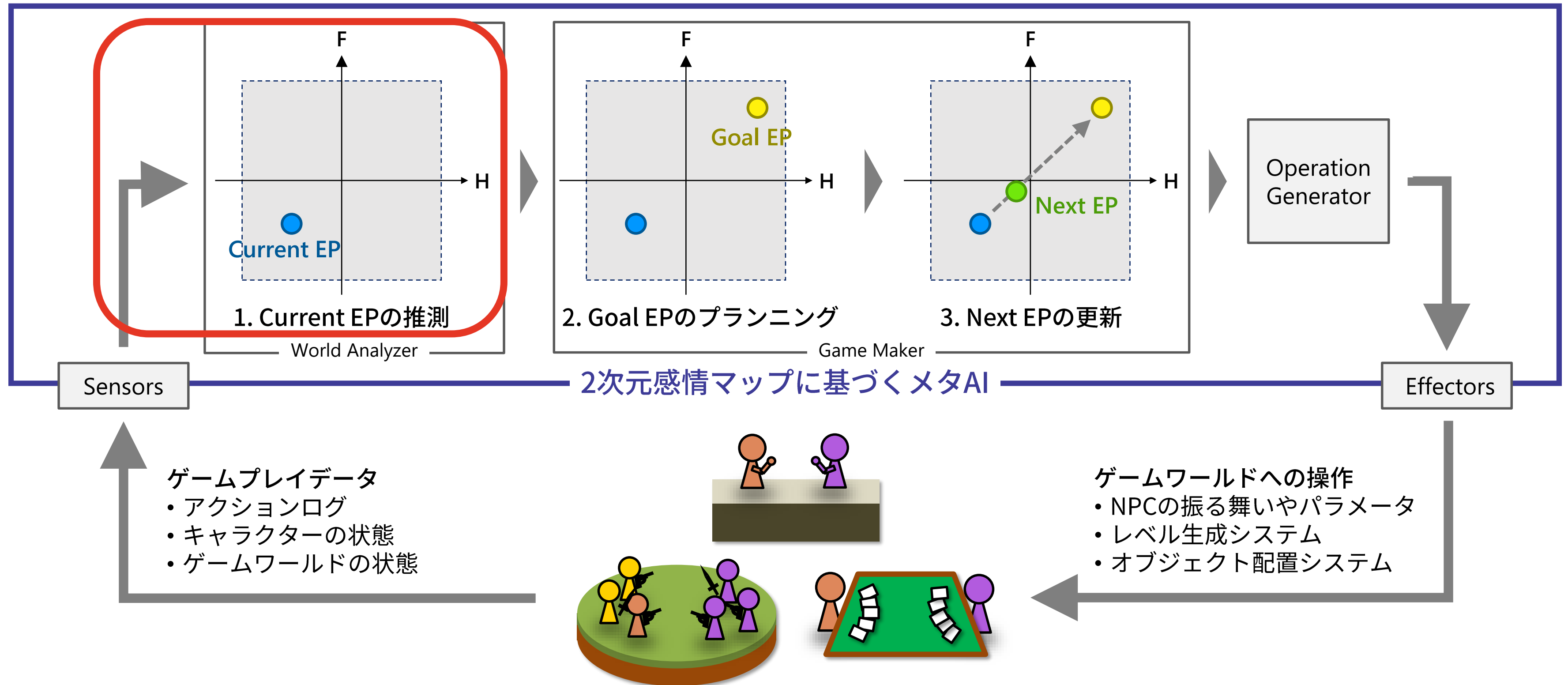
2. ゲーム要素と感情変化の対応付けを設計しやすい



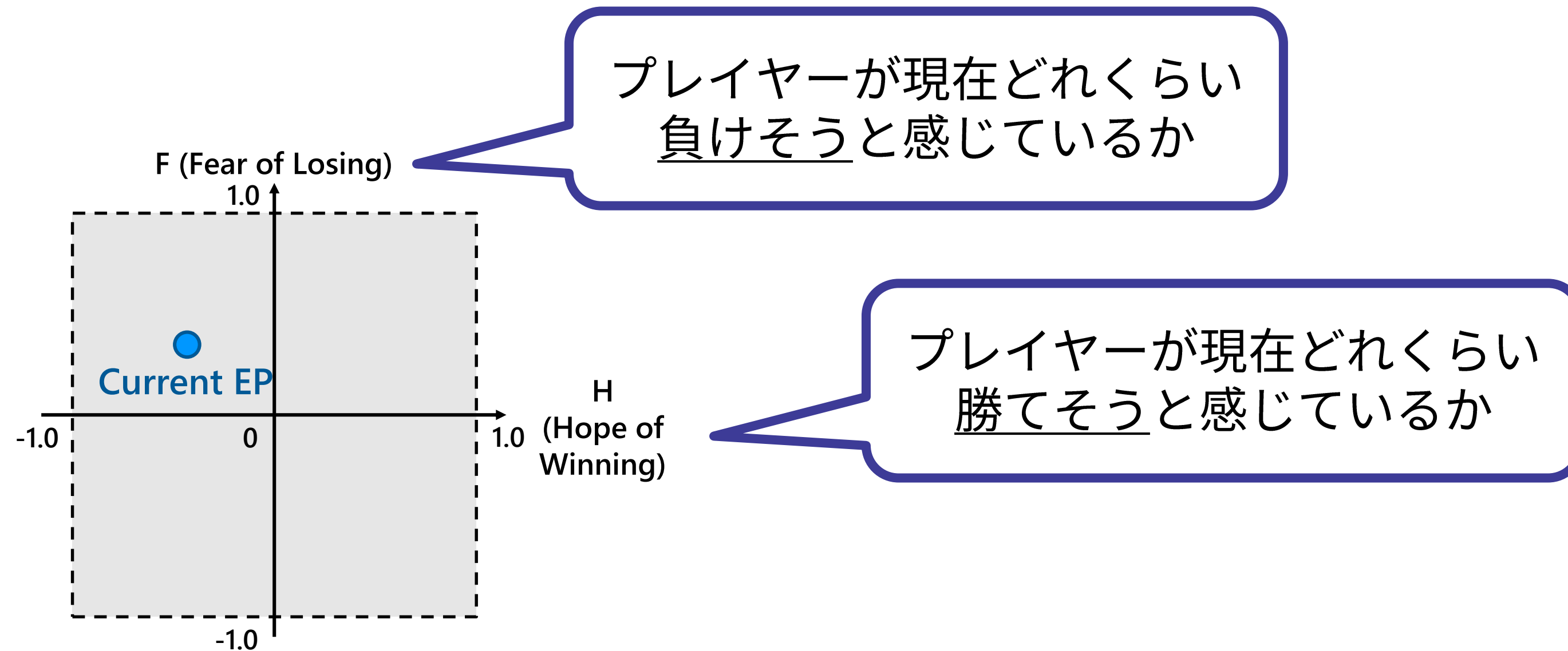
手法の概要



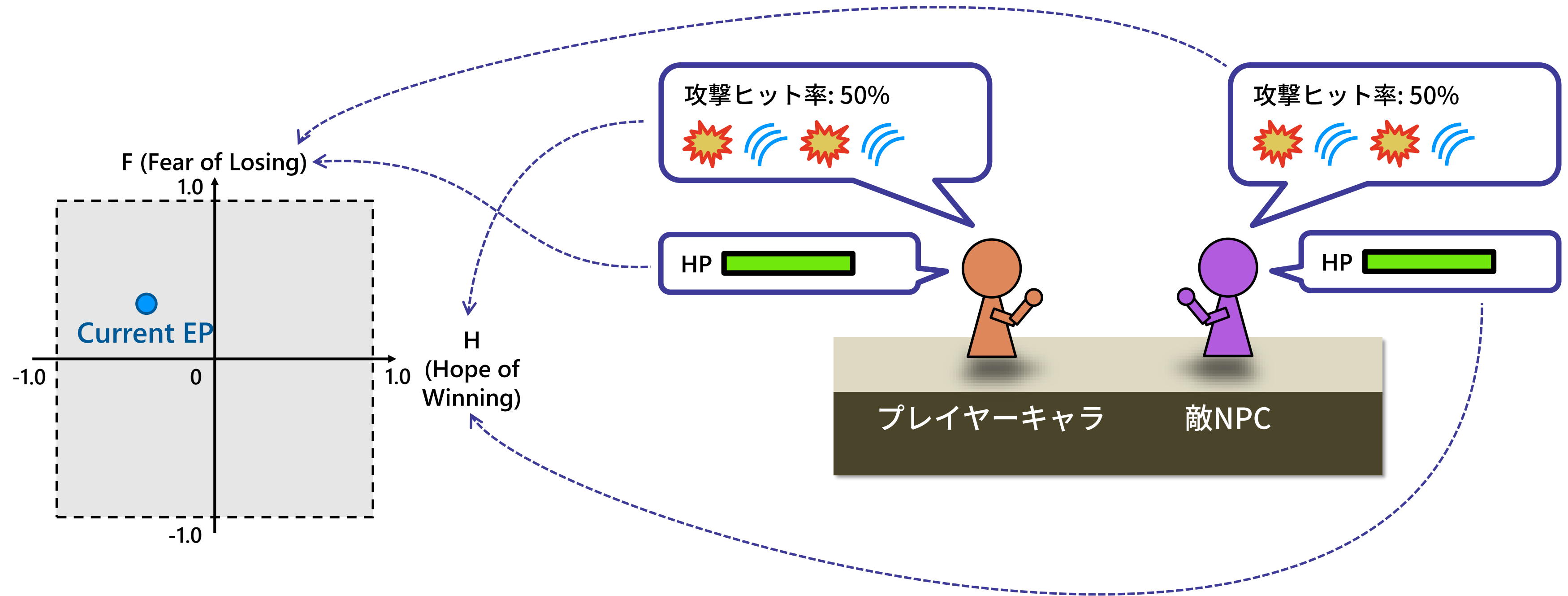
Current EPの推測



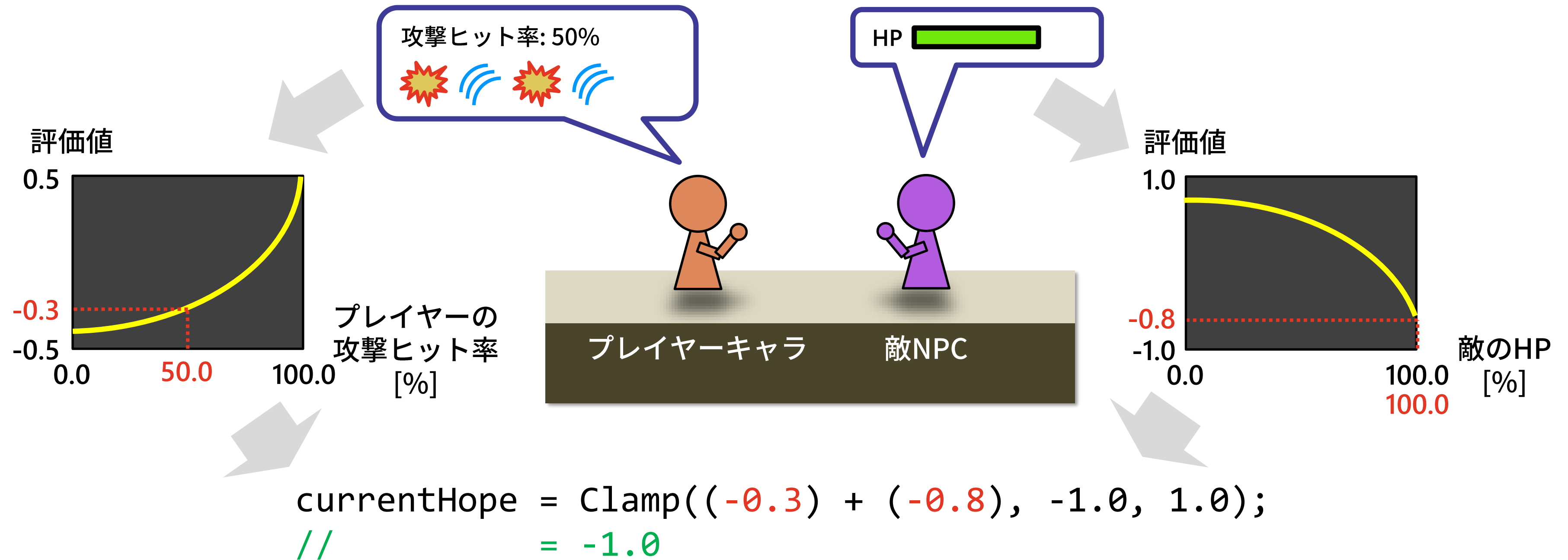
Current EP ってなんでしたっけ



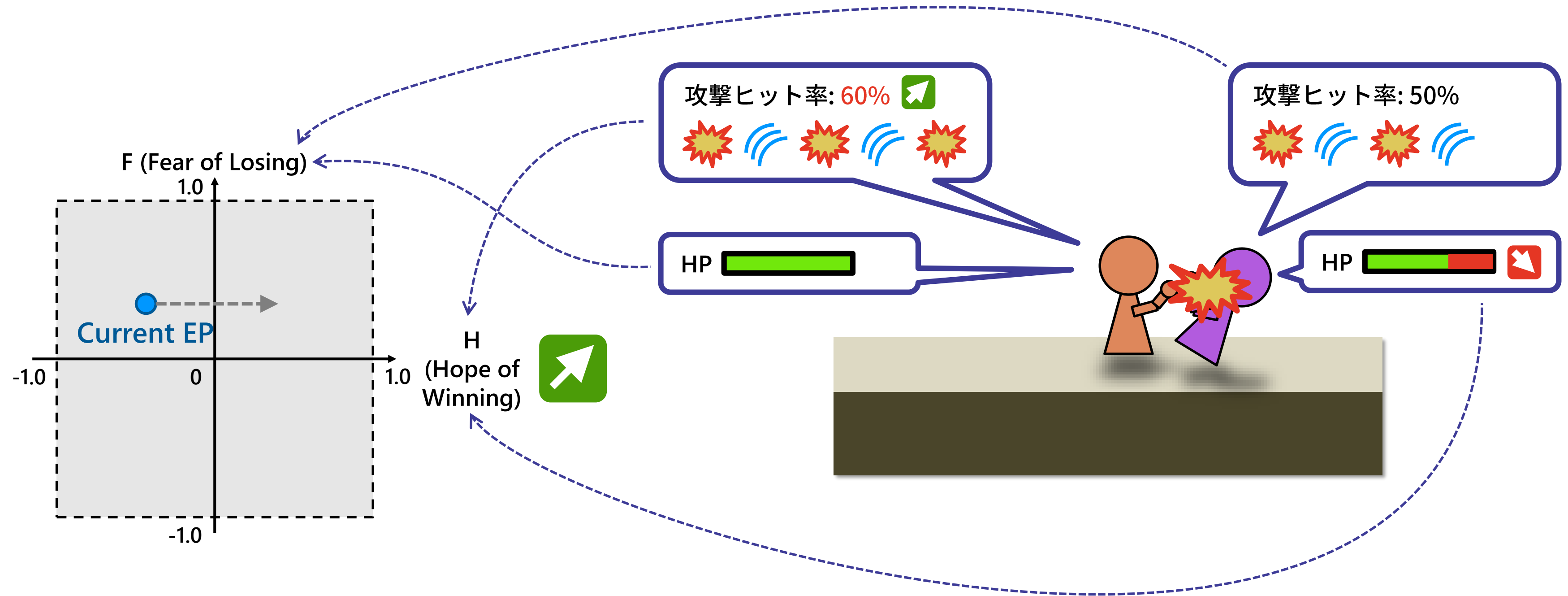
Current EPの推測の例：格闘ゲーム



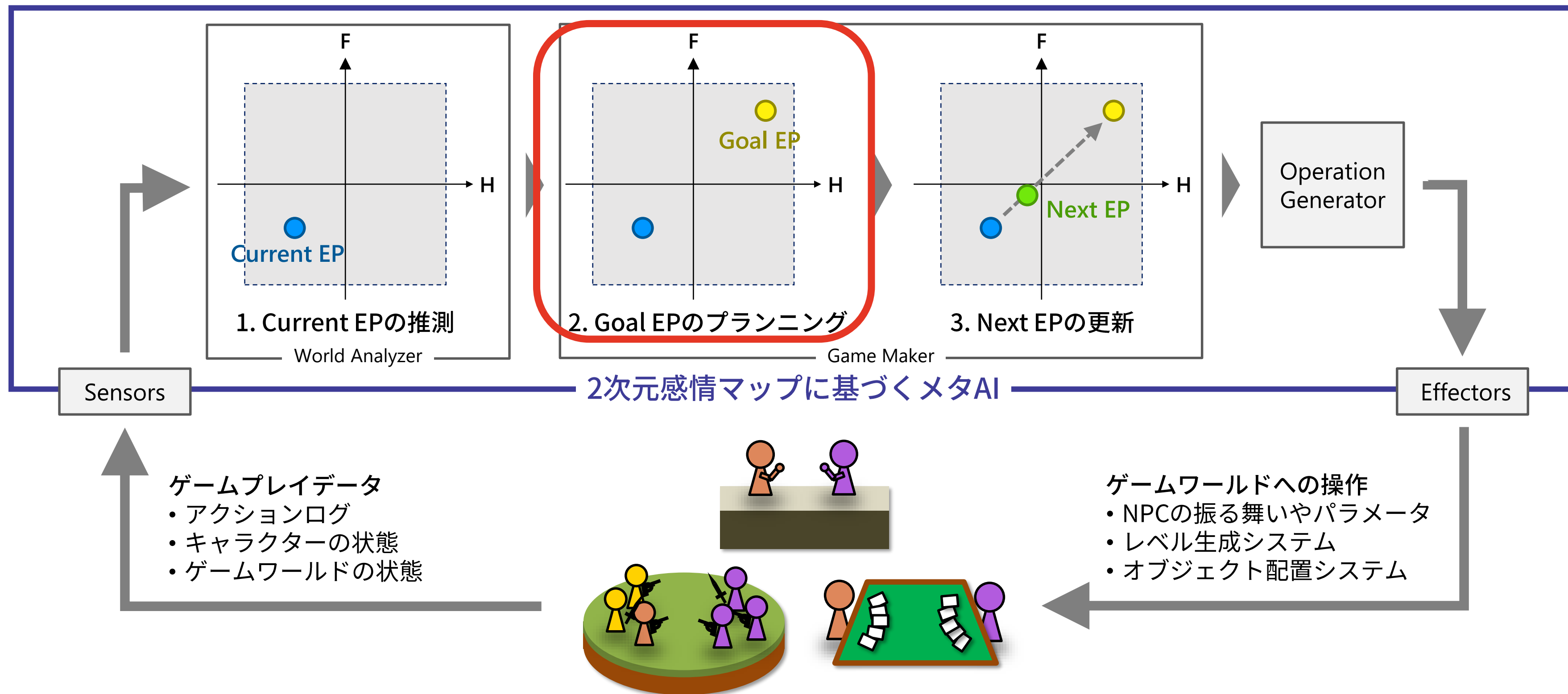
Current Hope (Current EPのHope値) の計算方法の例



Current EPの推測の例：格闘ゲーム



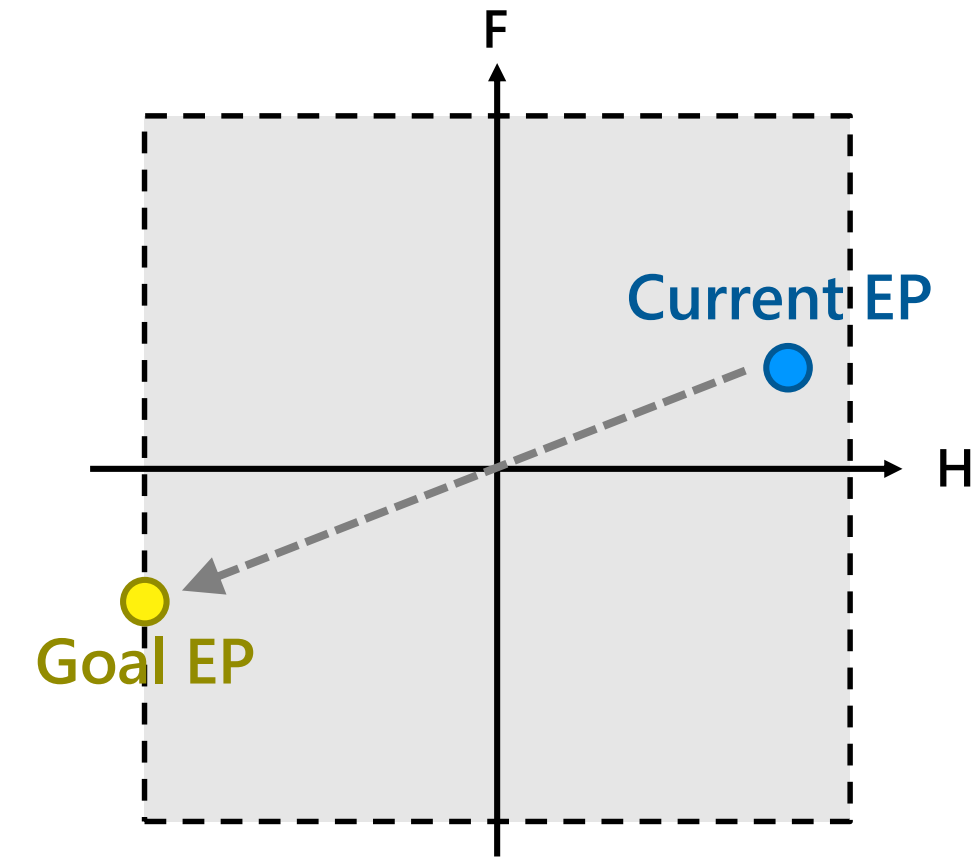
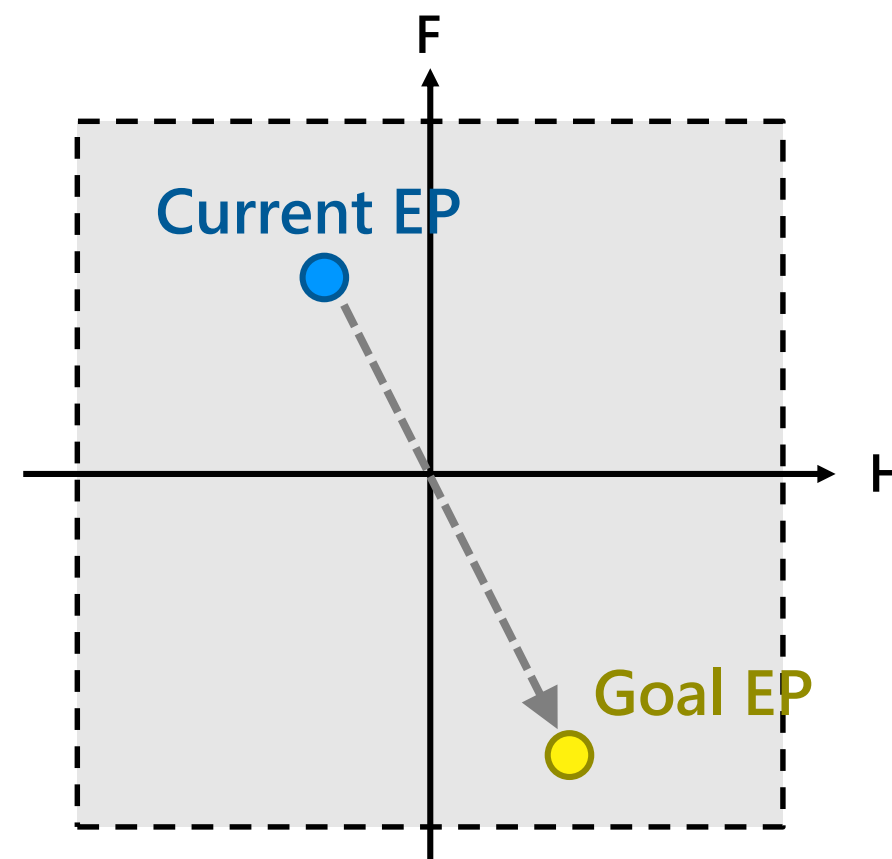
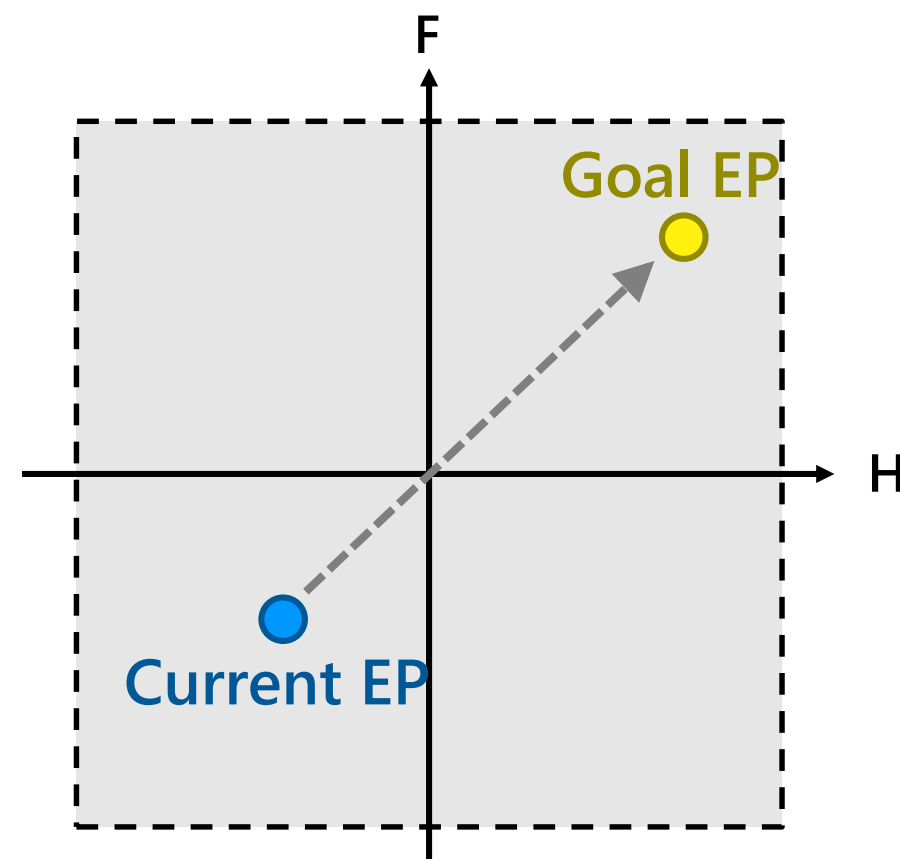
Goal EPのプランニング



Goal EPのプランニング

Goal EPの決め方はゲームデザインに大きく依存します

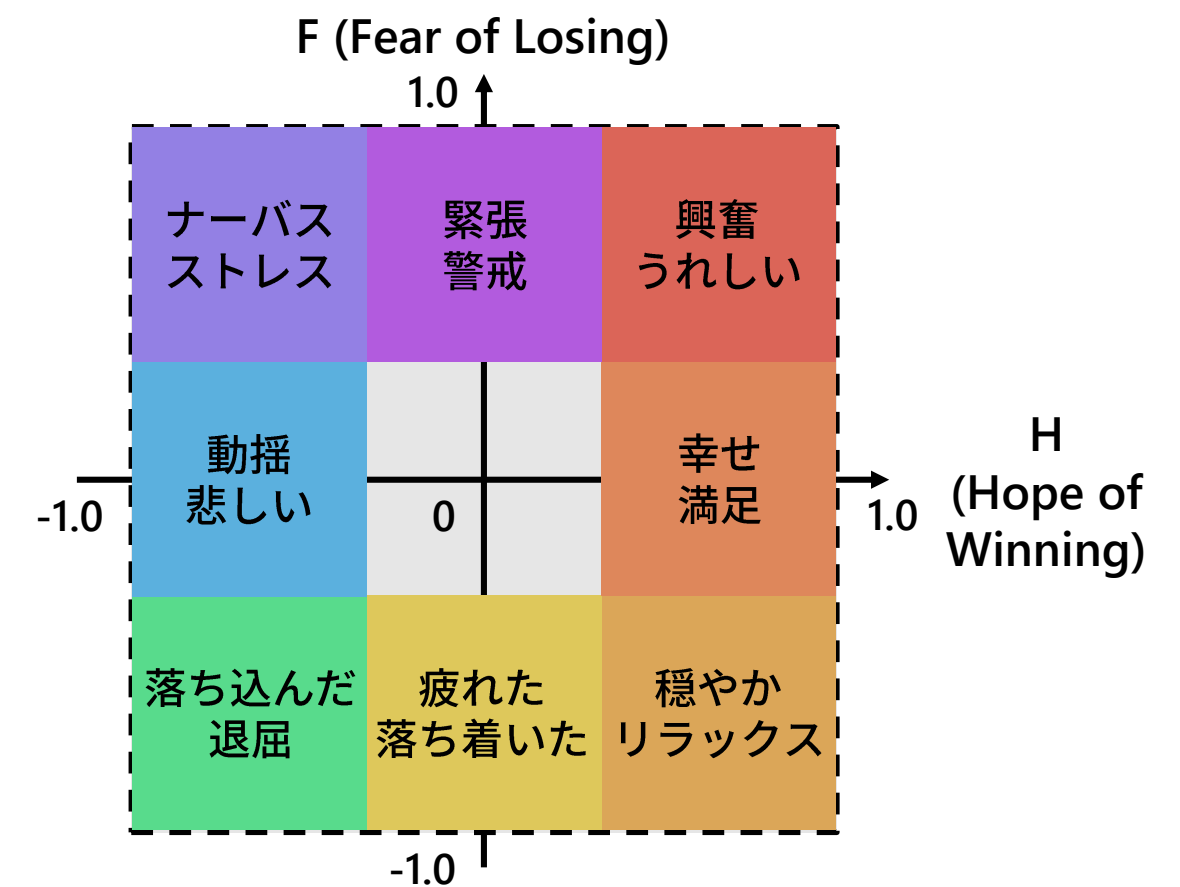
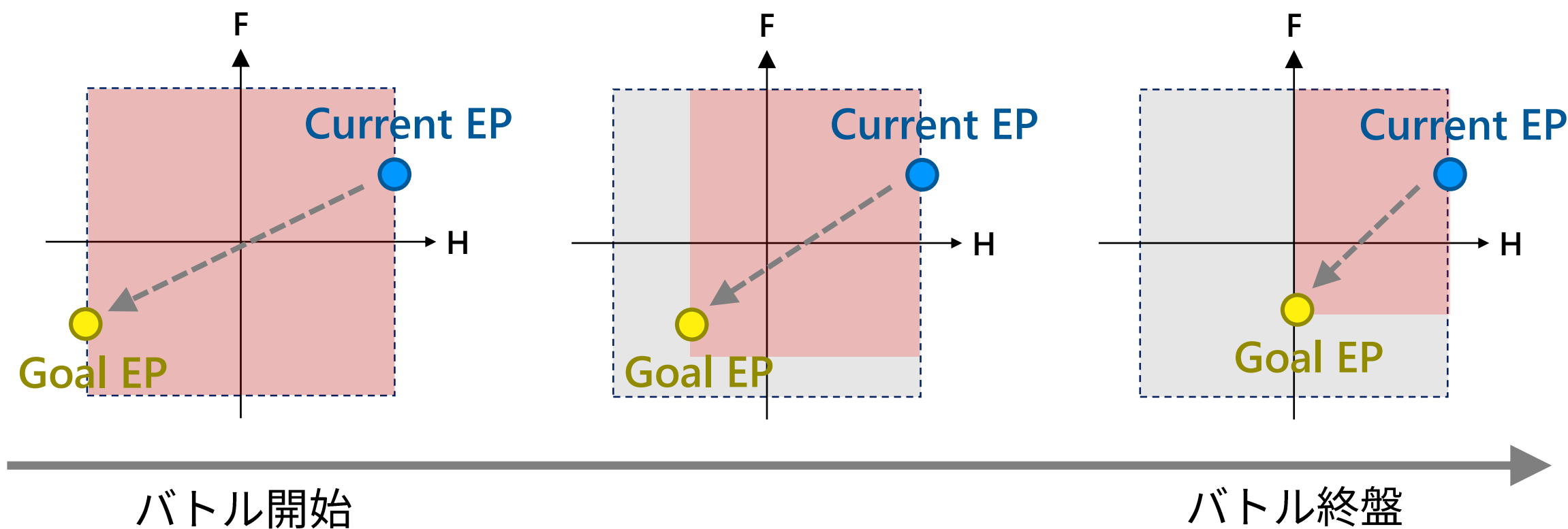
- あるプロジェクトでは、5秒ごとにCurrent EPの反対側に設定していました
- 言い方を変えると、メタAIはプレイヤーの感情を常に揺さぶろうと試みます



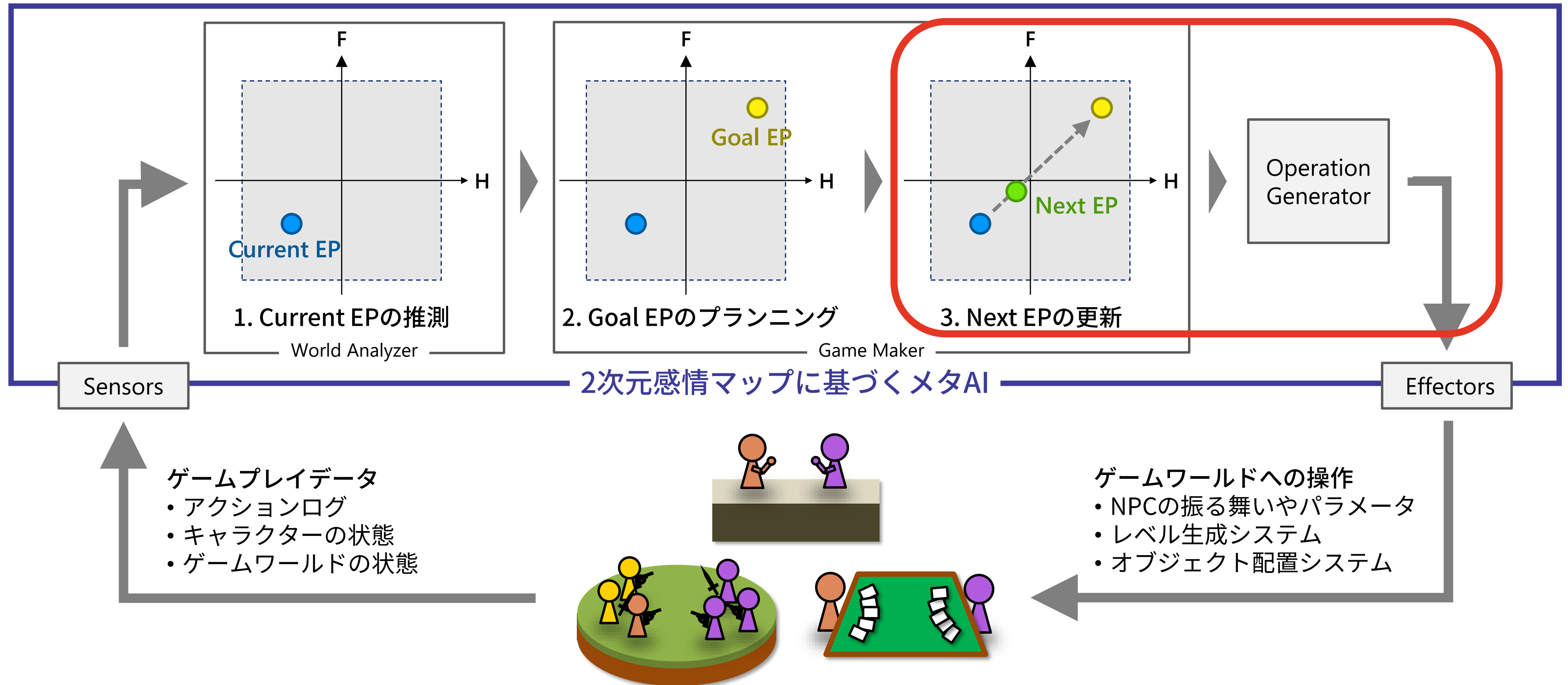
Goal EPのプランニング

Goal EPにバイアスをかける

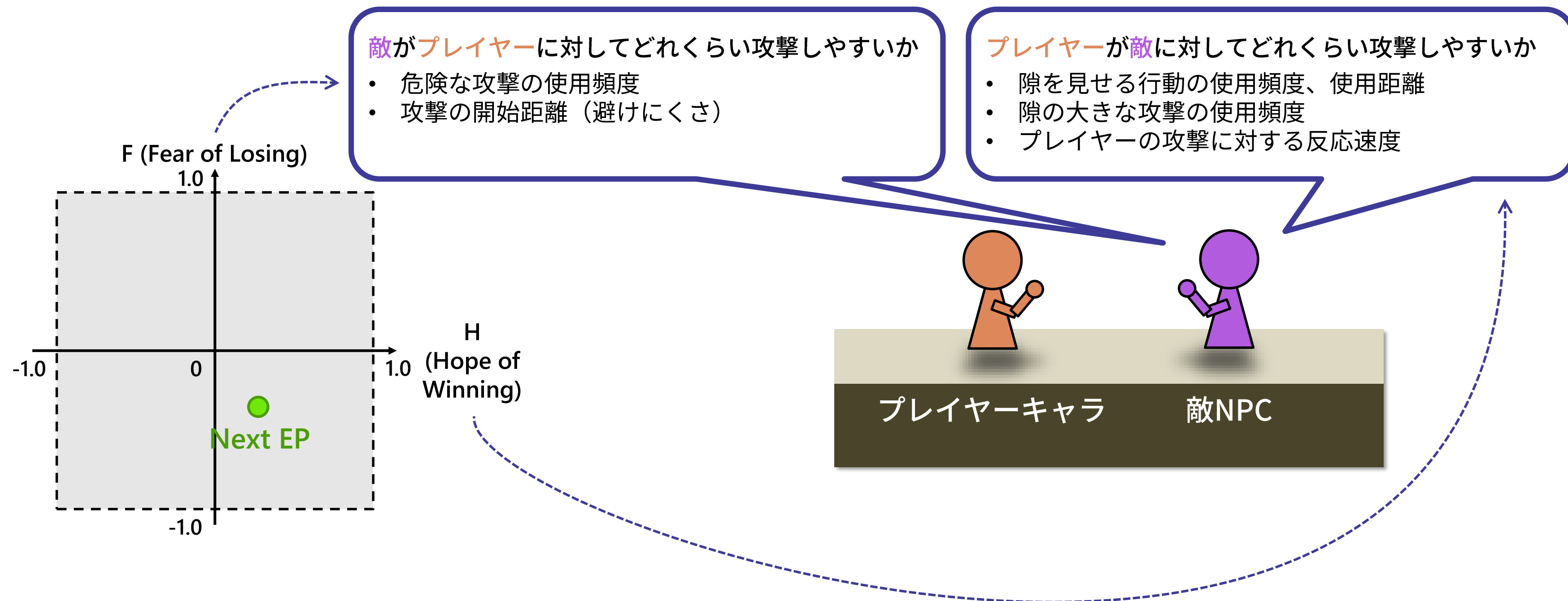
- あるプロジェクトでは、Goal EPの移動可能範囲を、バトルの進行度に応じて狭めていました
- バトル終盤では「興奮」か「幸せ」の感情になってほしいという狙いがあったためです



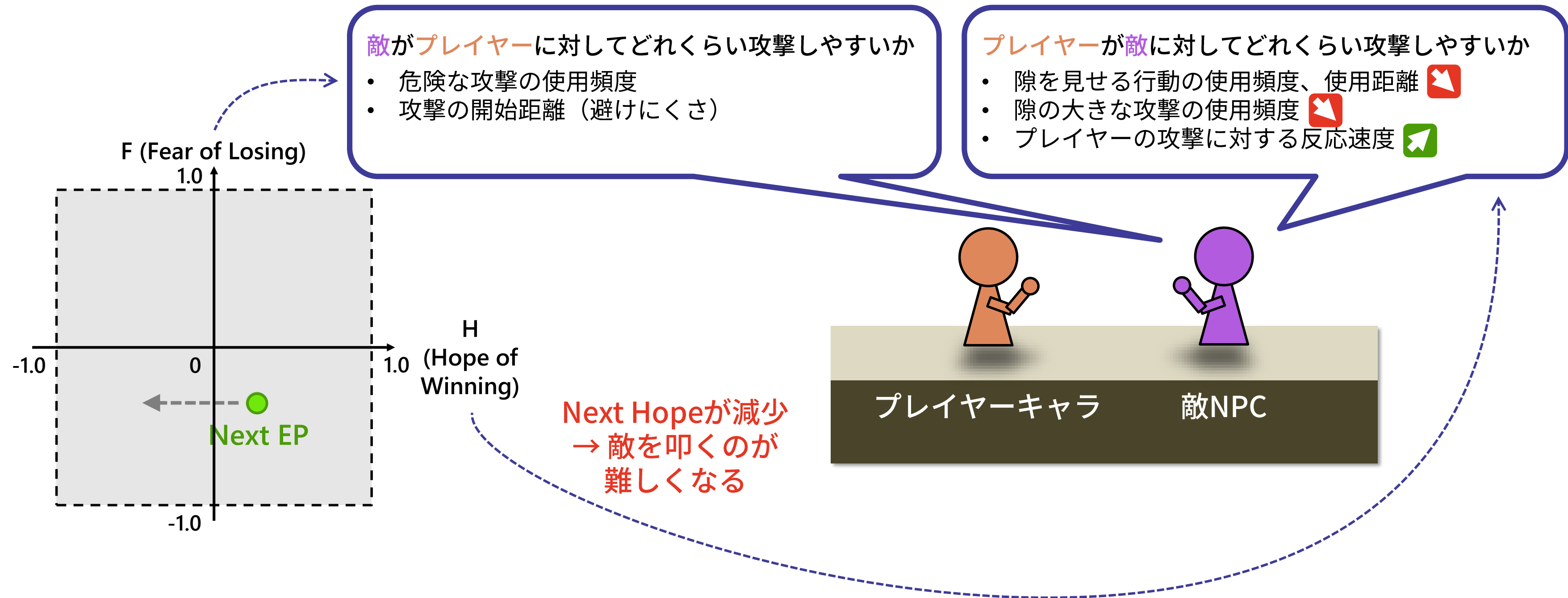
Next EPの更新



Next EPを用いて敵NPCをコントロールする



Next EPを用いて敵NPCをコントロールする

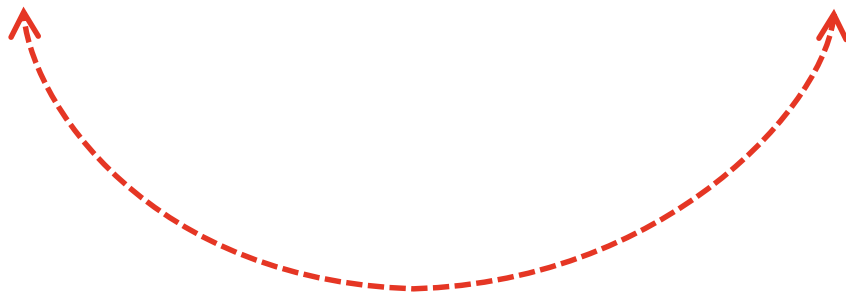


メタAI - ゲームワールド間のインタラクション

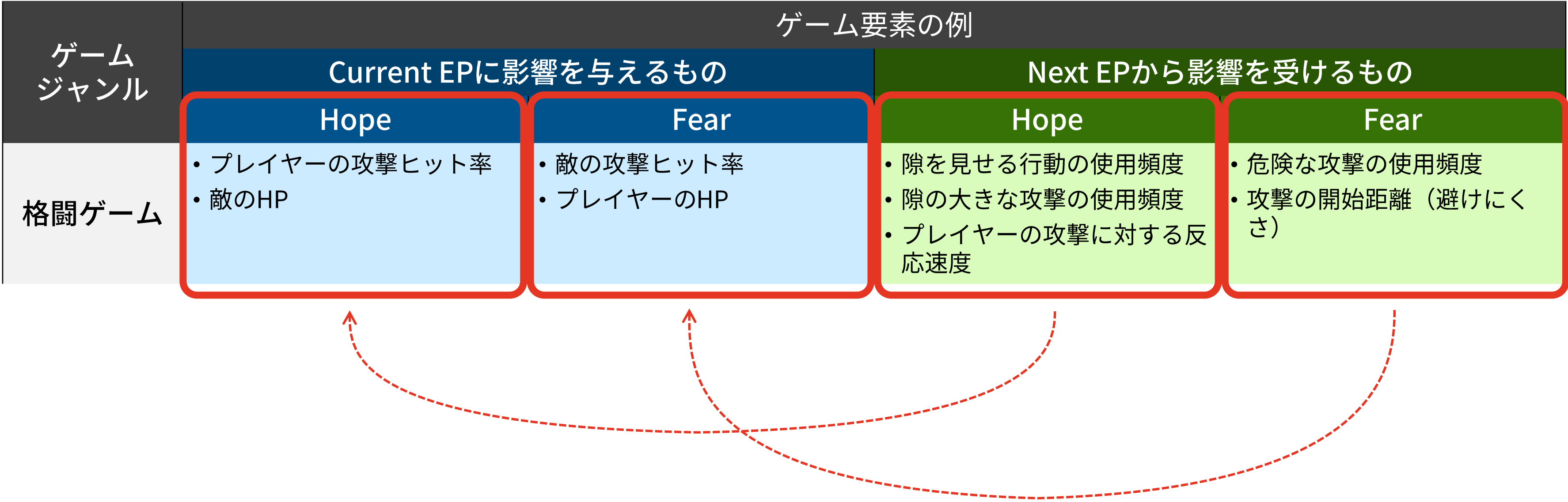
ゲーム ジャンル	ゲーム要素の例			
	Current EPに影響を与えるもの		Next EPから影響を受けるもの	
	Hope	Fear	Hope	Fear
格闘ゲーム	- プレイヤーの攻撃ヒット率 - 敵のHP	- 敵の攻撃ヒット率 - プレイヤーのHP	- 隙を見せる行動の使用頻度 - 隙の大きな攻撃の使用頻度 - プレイヤーの攻撃に対する反応速度	- 危険な攻撃の使用頻度 - 攻撃の開始距離（避けにくさ）

メタAI - ゲームワールド間のインタラクション

ゲーム ジャンル	ゲーム要素の例			
	Current EPに影響を与えるもの		Next EPから影響を受けるもの	
	Hope	Fear	Hope	Fear
格闘ゲーム	- プレイヤーの攻撃ヒット率 - 敵のHP	- 敵の攻撃ヒット率 - プレイヤーのHP	- 隙を見せる行動の使用頻度 - 隙の大きな攻撃の使用頻度 - プレイヤーの攻撃に対する反応速度	- 危険な攻撃の使用頻度 - 攻撃の開始距離（避けにくさ）



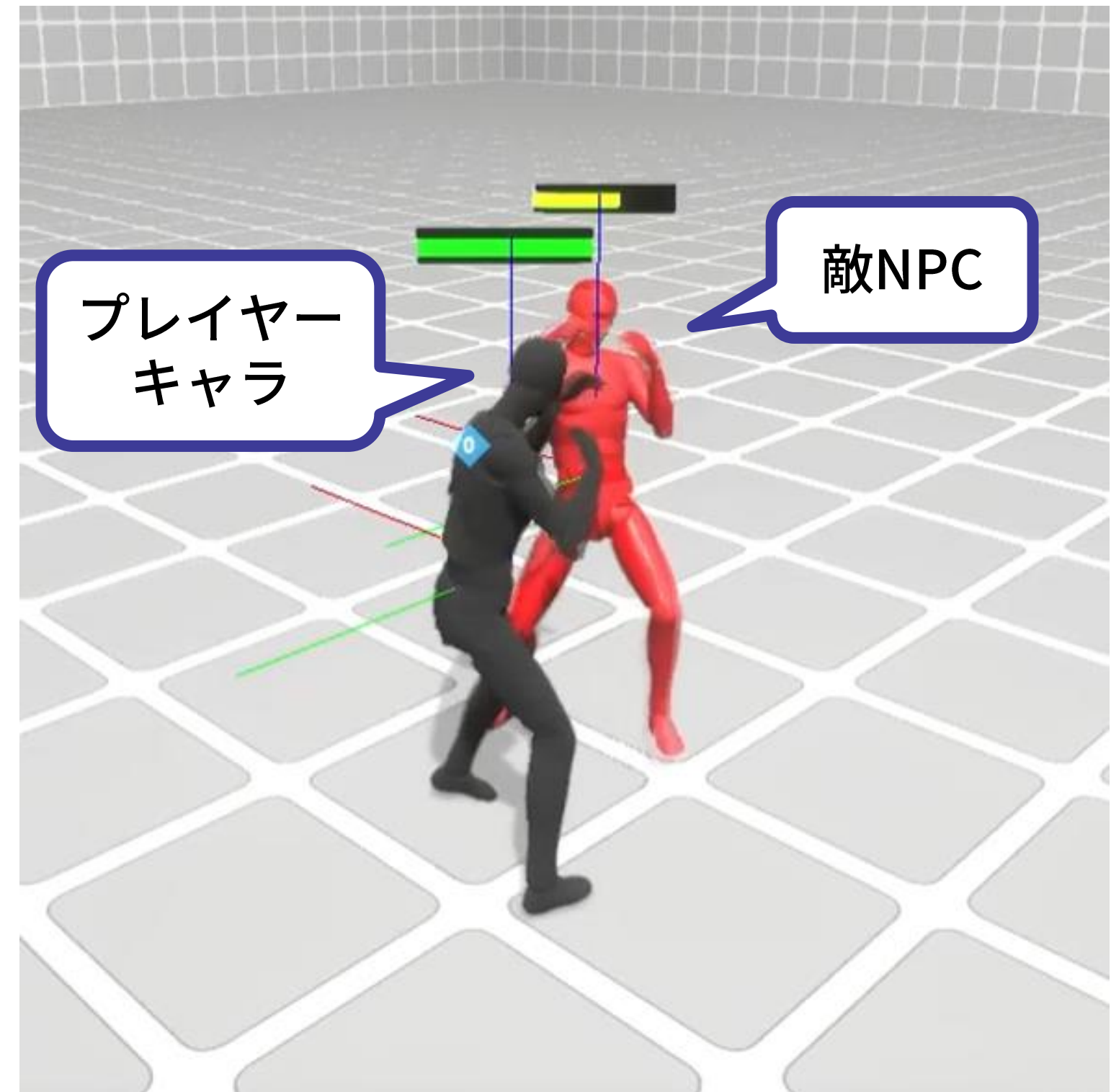
メタAI - ゲームワールド間のインタラクション



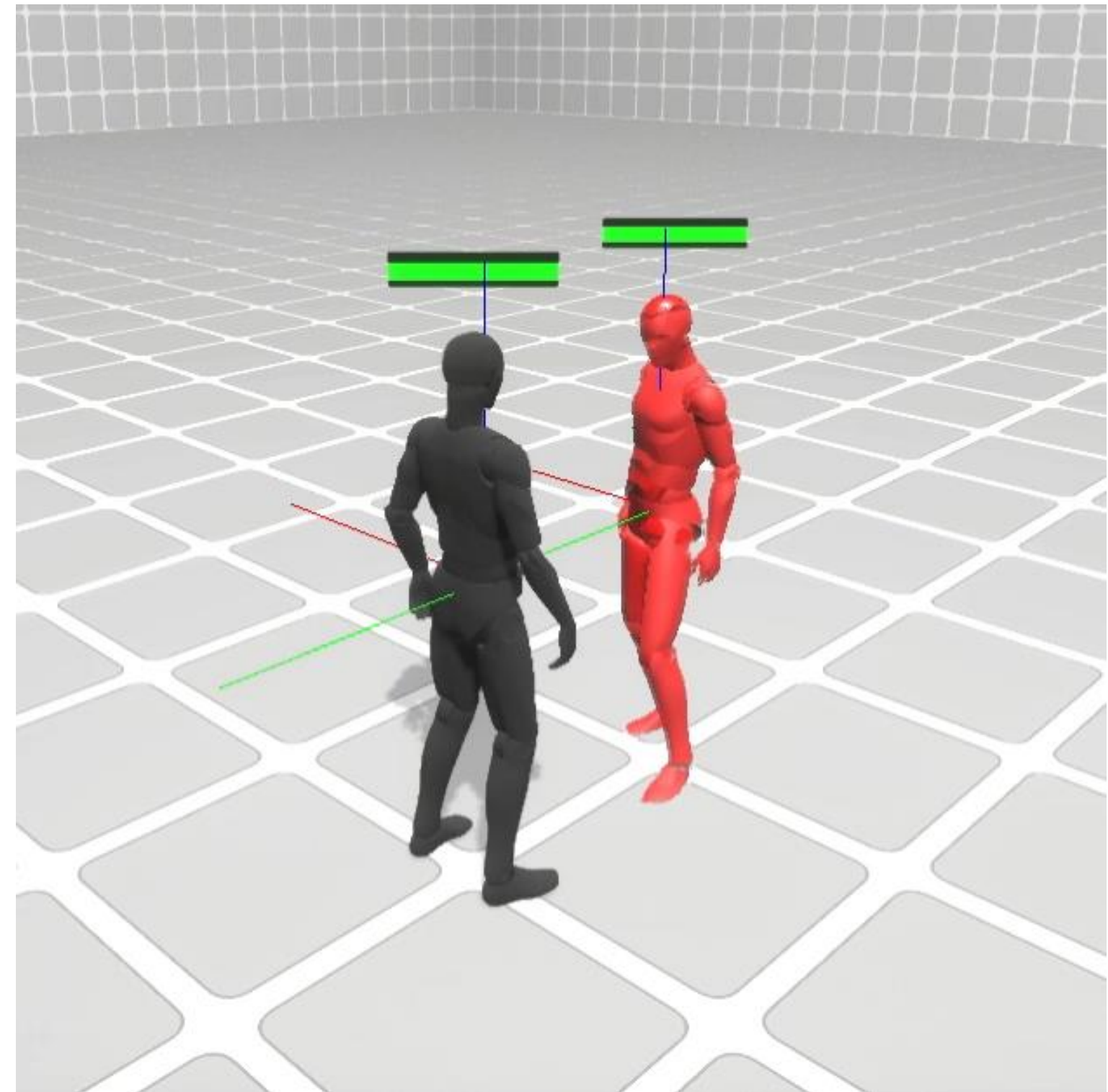
メタAI - ゲームワールド間のインタラクション

ゲーム ジャンル	ゲーム要素の例			
	Current EPに影響を与えるもの		Next EPから影響を受けるもの	
	Hope	Fear	Hope	Fear
格闘ゲーム	- プレイヤーの攻撃ヒット率 - 敵のHP	- 敵の攻撃ヒット率 - プレイヤーのHP	- 隙を見せる行動の使用頻度 - 隙の大きな攻撃の使用頻度 - プレイヤーの攻撃に対する反応速度	- 危険な攻撃の使用頻度 - 攻撃の開始距離（避けにくさ）
シューター	- 格闘ゲームと同様 - プレイヤーが敵を攻撃する手段の多さ（攻撃アクション、所持アイテム、移動経路など）	- 格闘ゲームと同様 - プレイヤーが敵を攻撃する手段の多さ（攻撃アクション、所持アイテム、移動経路など）	- 格闘ゲームと同様 - 補助アイテム（回復アイテム、武器、弾薬など）のスポン頻度	- 格闘ゲームと同様 - 罾やザコ敵のスポン頻度
カードゲーム	- プレイヤーの獲得スコア - プレイヤーの打つ手が早くて正確	- 敵の獲得スコア - プレイヤーの打つ手が遅くて不正確	プレイヤーにチャンスをもたらす可能性のあるカードを引く確率	- 敵にチャンスをもたらす可能性のあるカードを引く確率 - 敵AIのゲーム木探索の深さ（意思決定の精度）

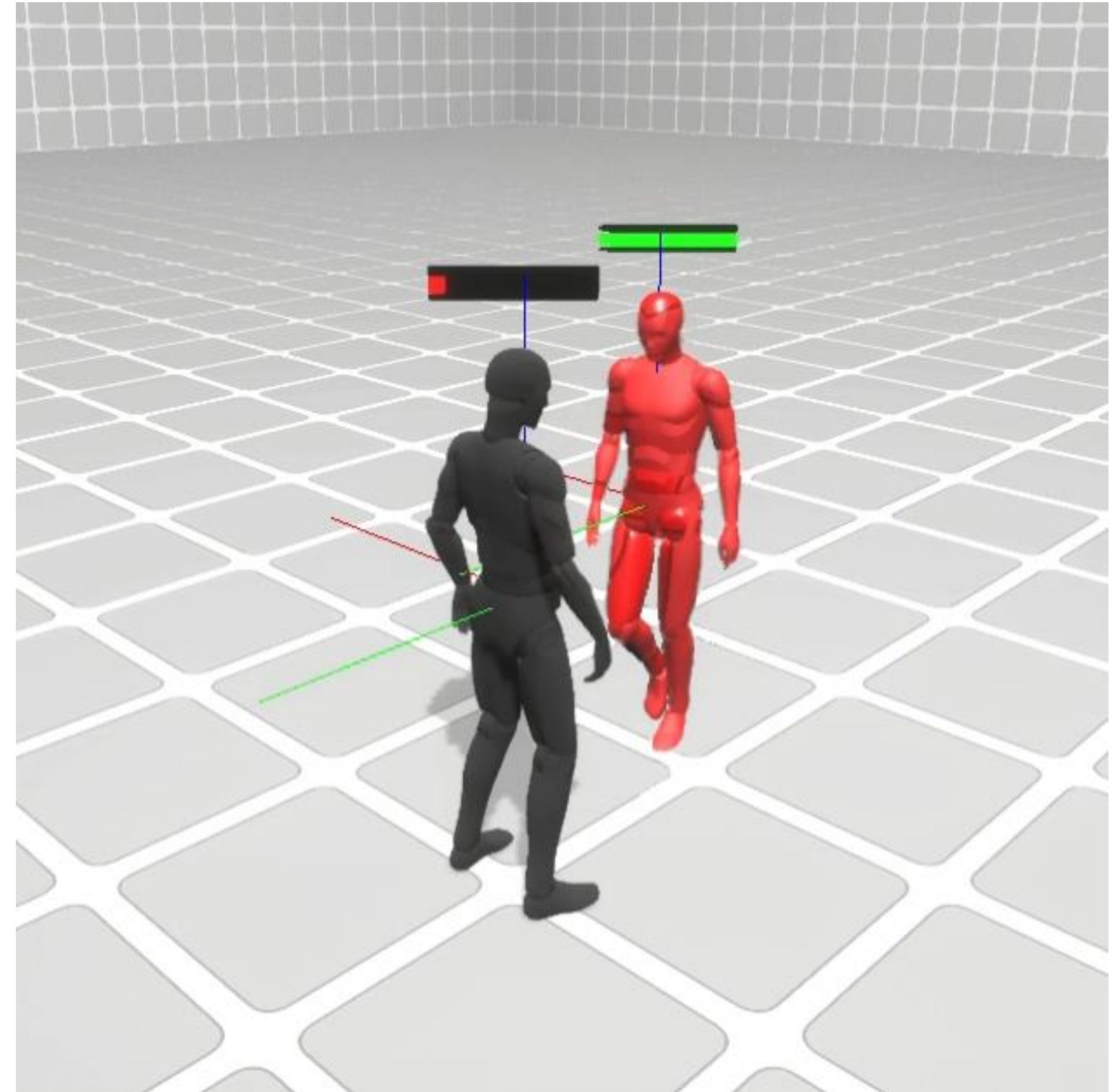
デモ：単純な1on1バトル

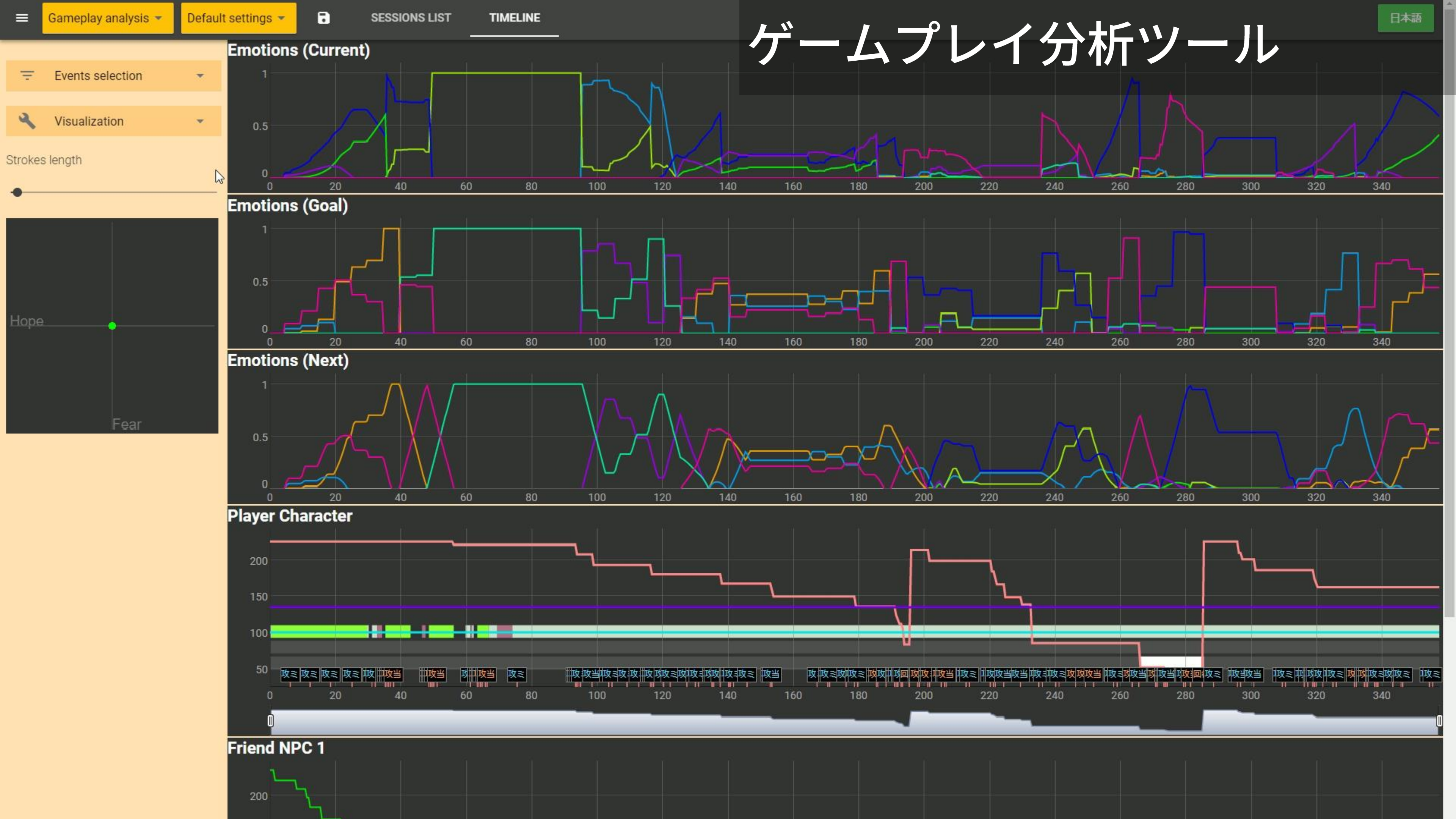


Case 1: Next Fearが高い → 敵は避けにくい攻撃を使う

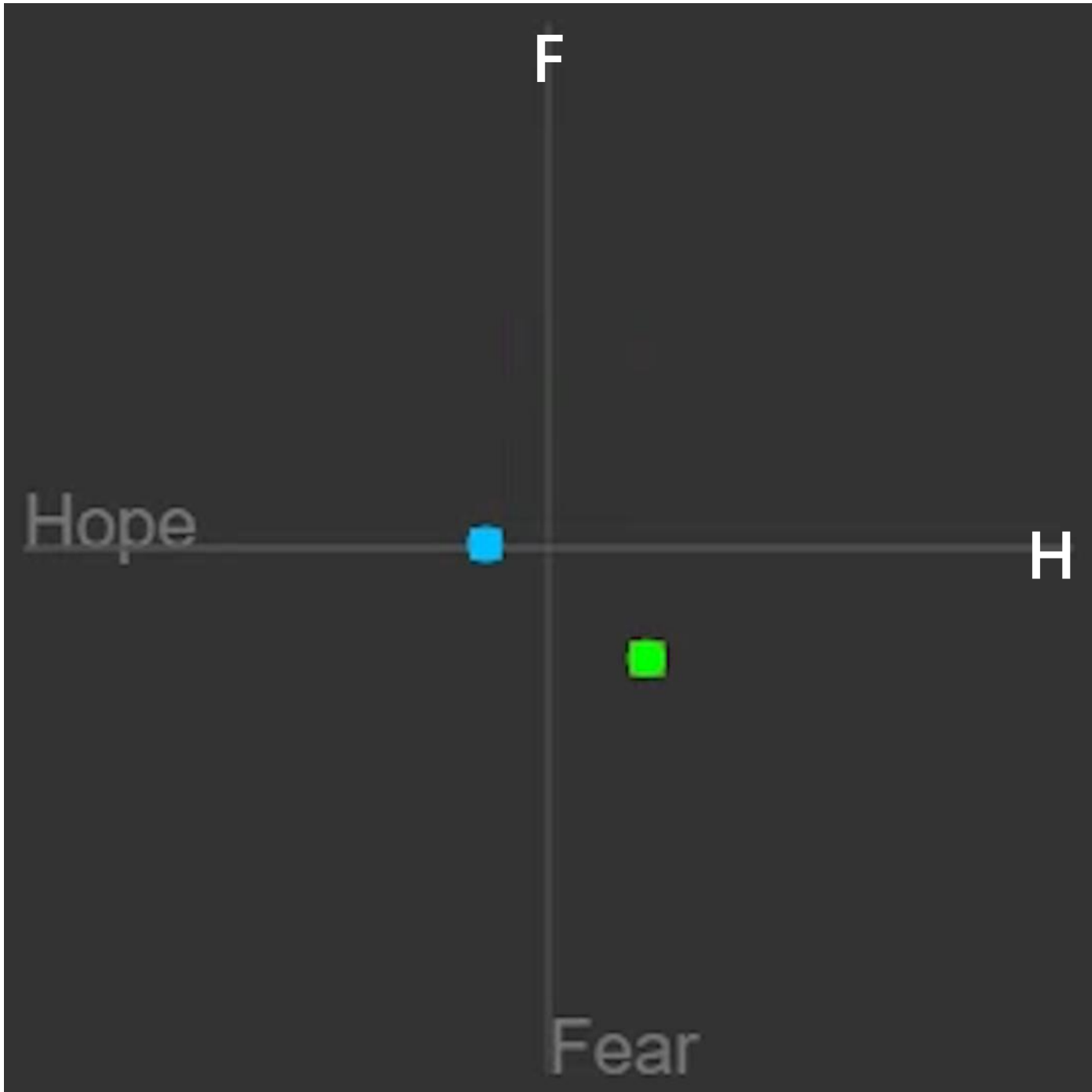


Case 2: Next Fearが低い → 敵は避けやすい攻撃を使う

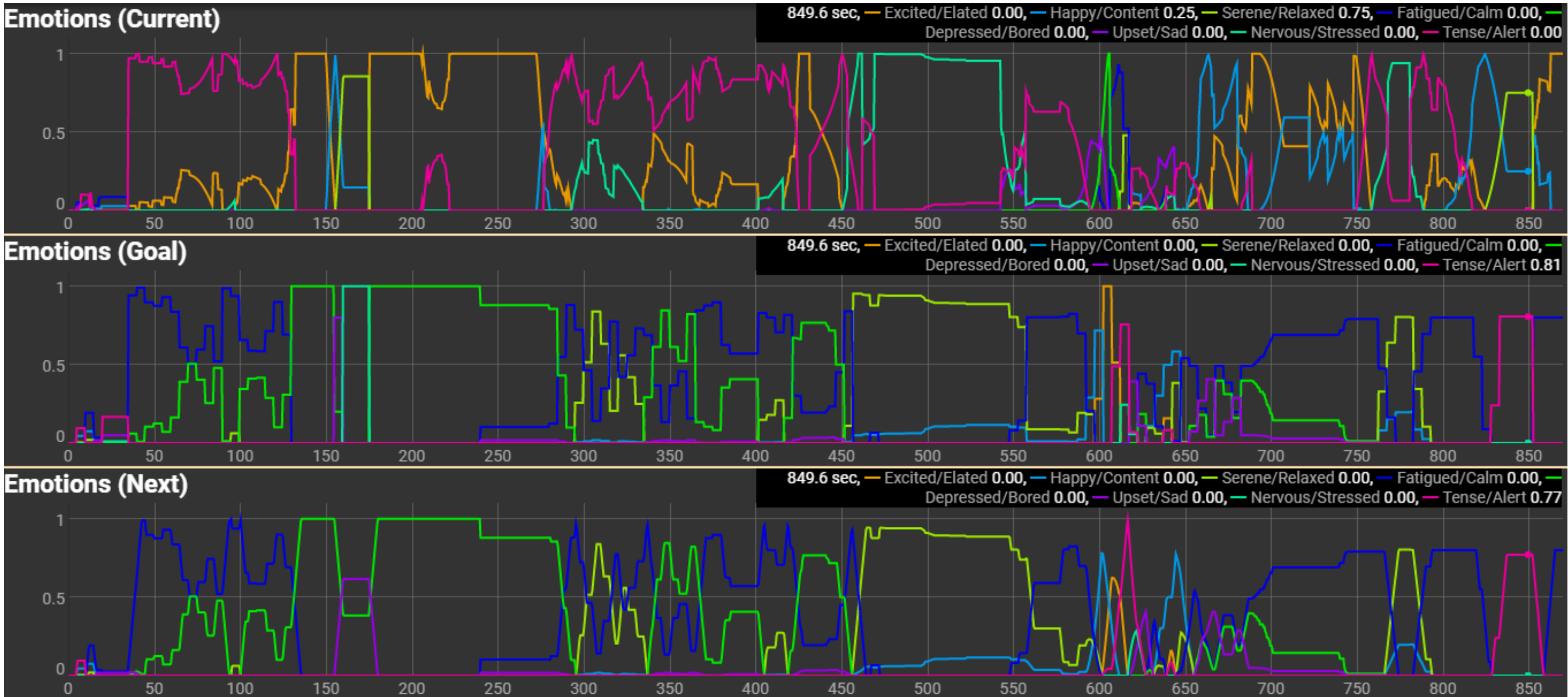




2次元感情マップ上でのEPの軌跡

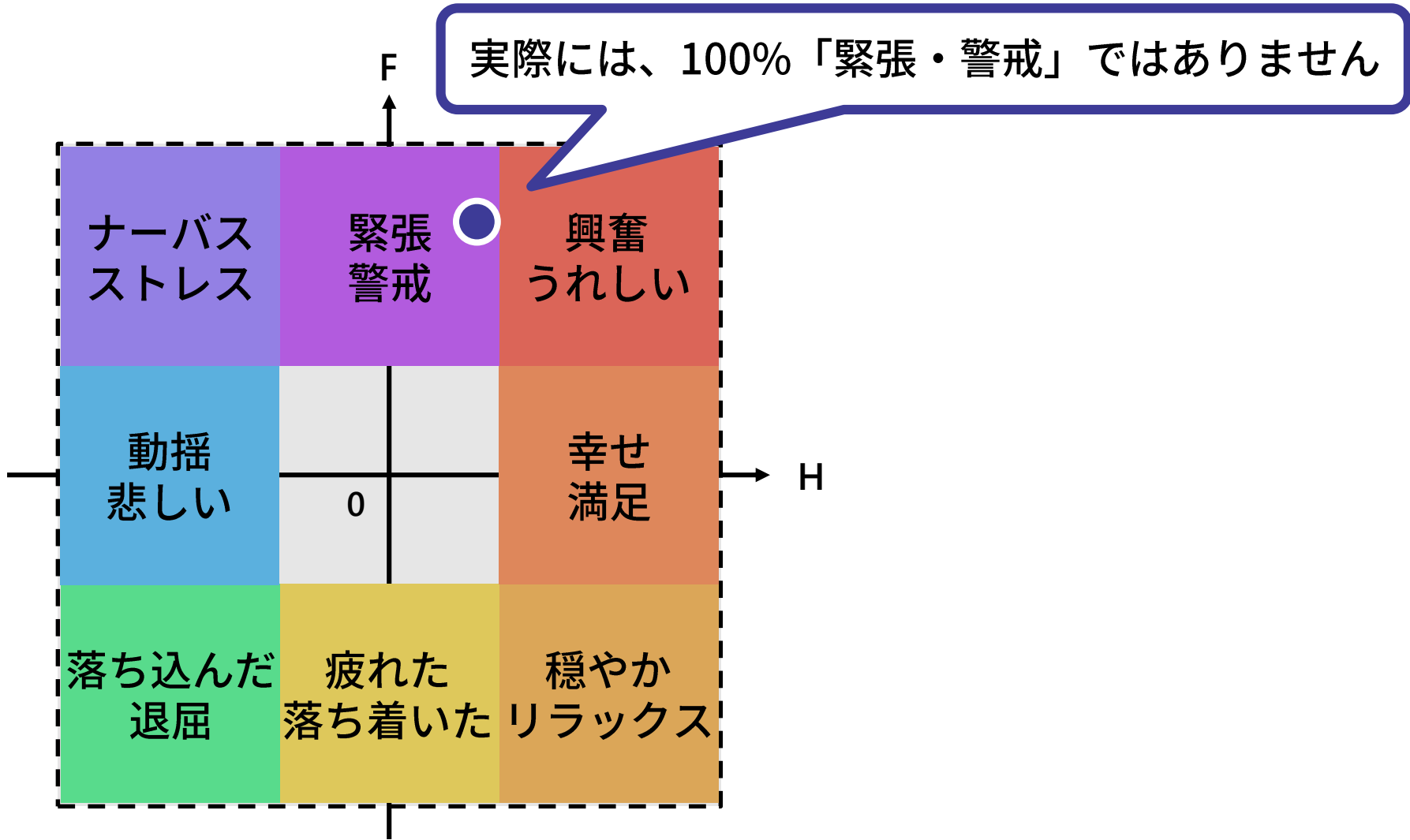


感情の強さのタイムライン表示

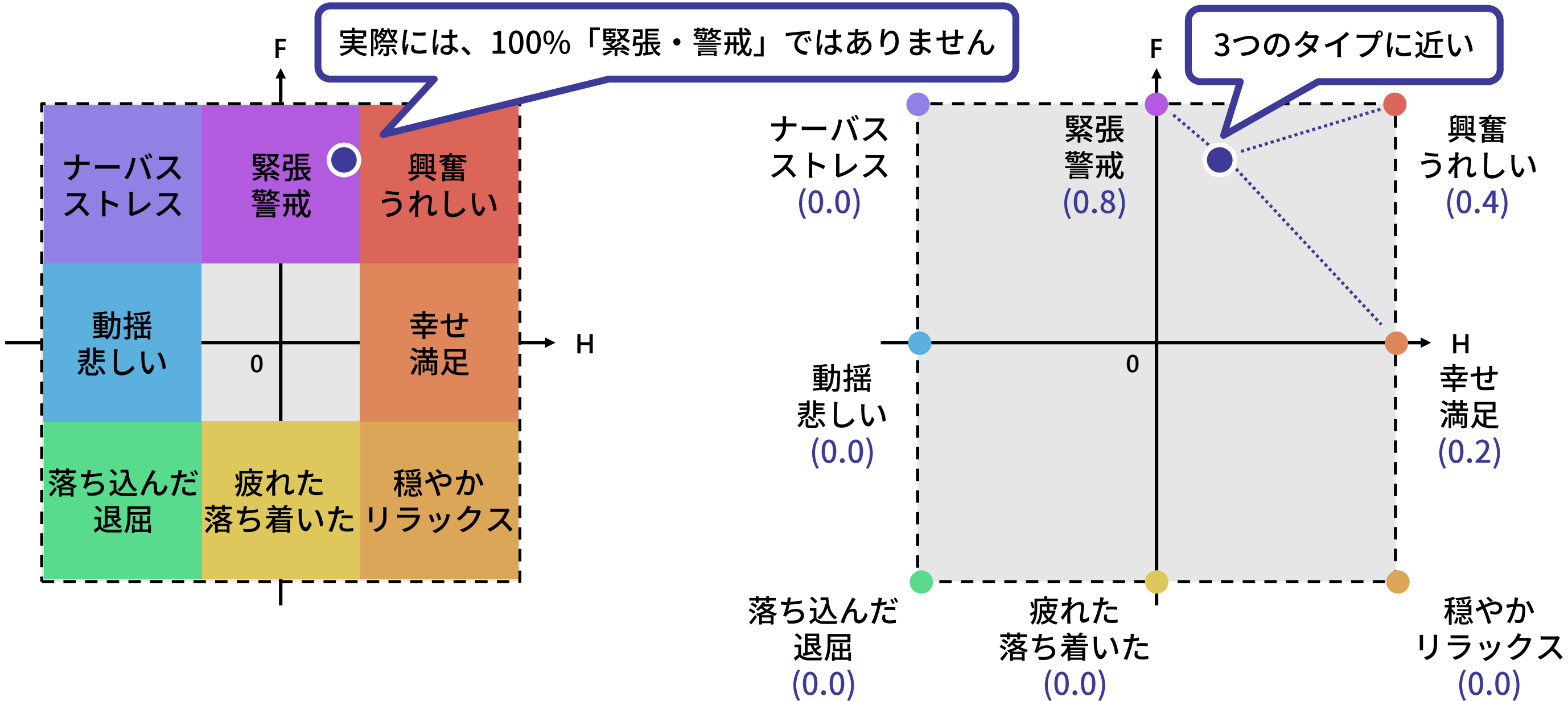


時間

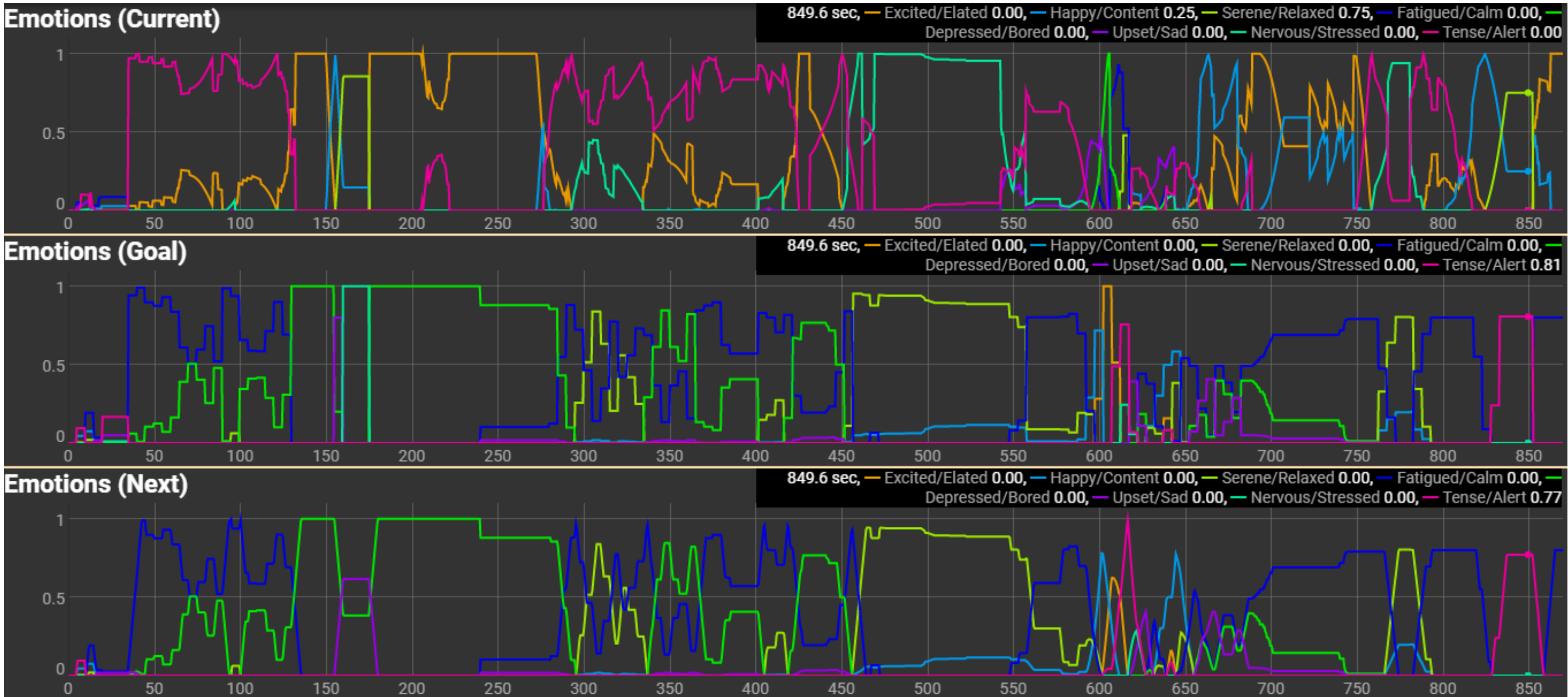
感情の強さ（類似度）



感情の強さ（類似度）



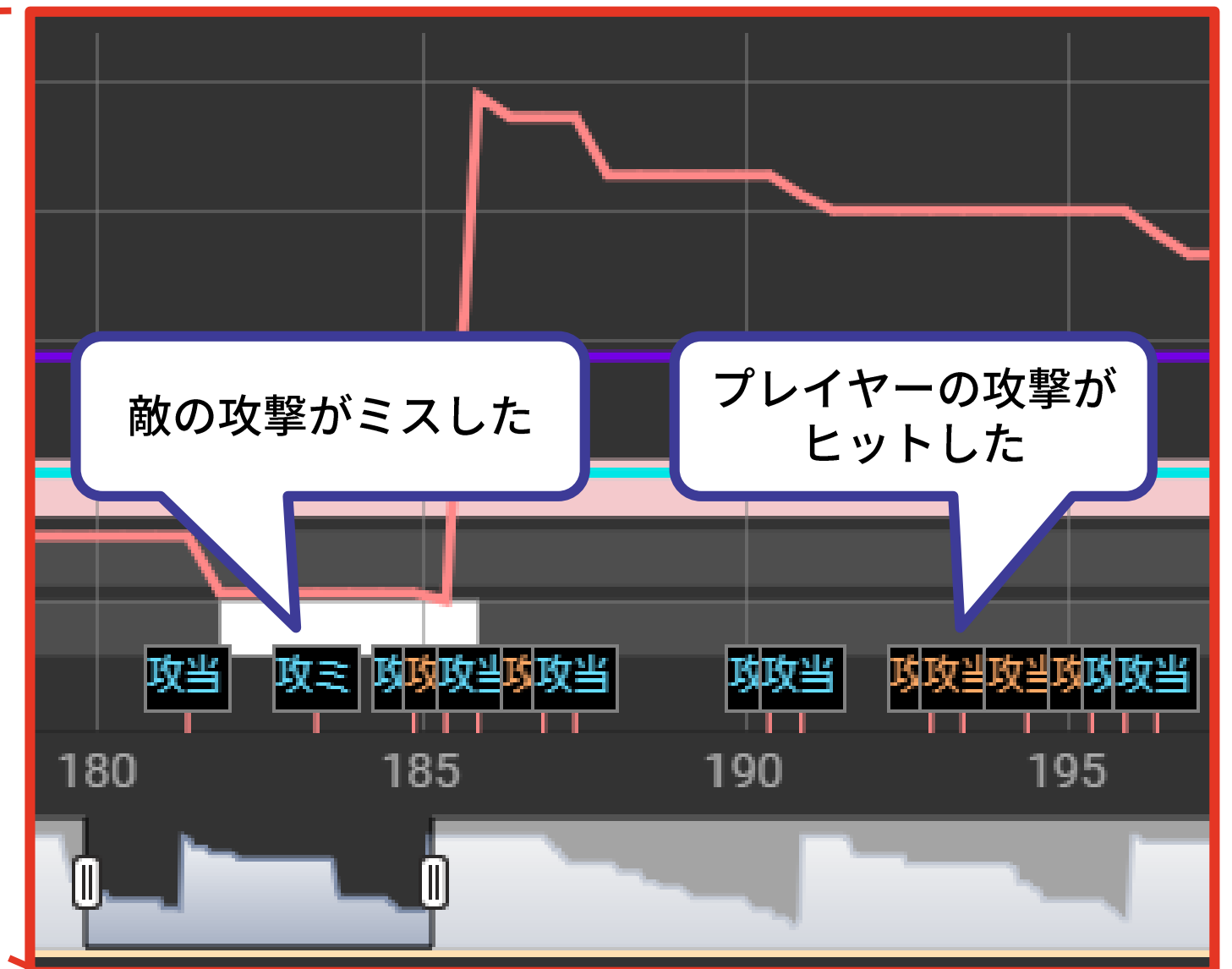
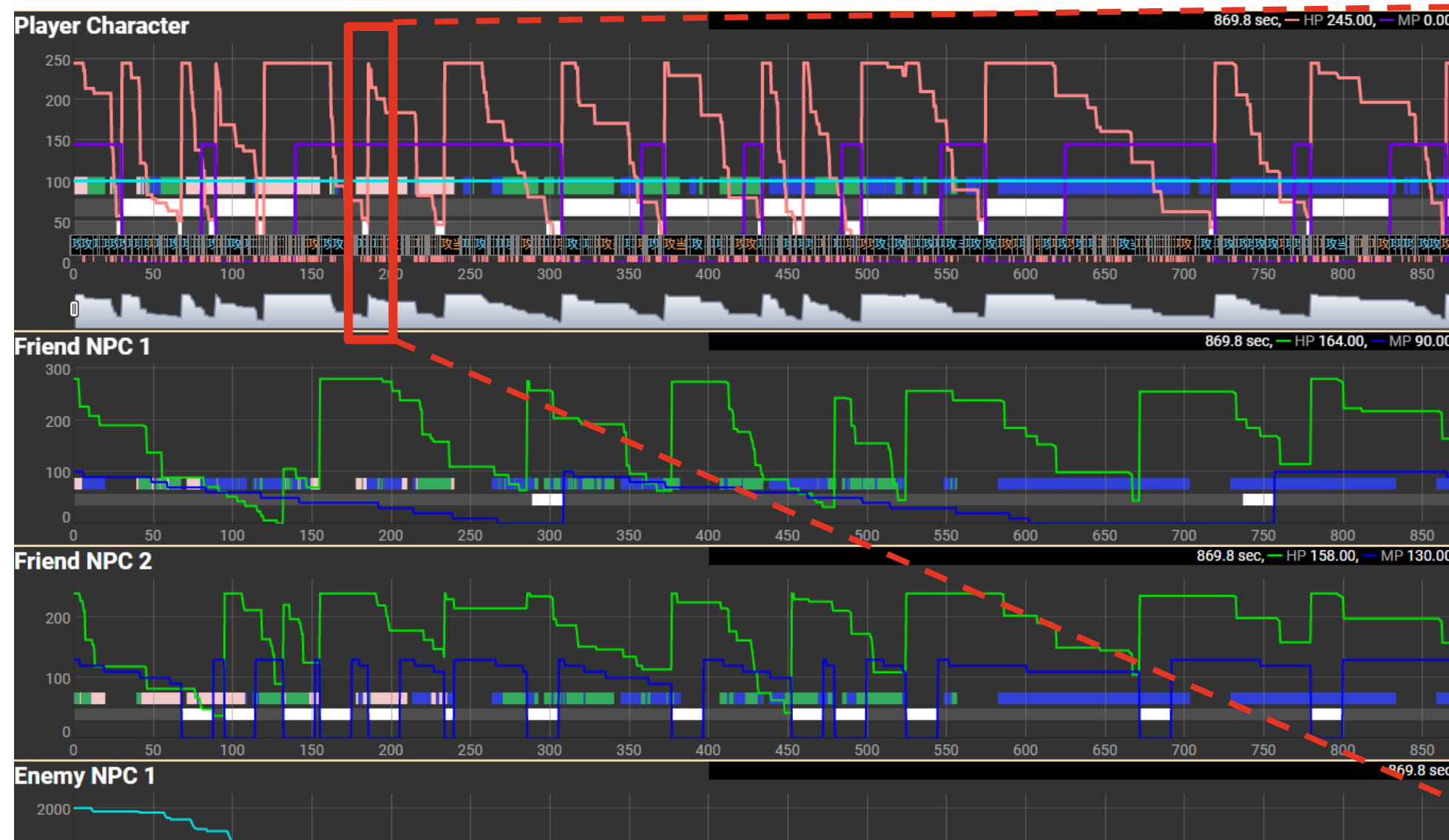
感情の強さのタイムライン表示



→ 時間

キャラクターのステータス・バトルイベント

HPやMPのような各キャラクターのステータス情報や、「プレイヤーの攻撃がヒットした」のような離散的なイベントを感情の強さと並べて表示することで、感情が動いた理由を分析しやすくしました



あるプロジェクトで得られたフィードバック

テストプレイ（10名）の結果

- 初心者も上級者も、バトルは少し苦戦したものの全体的に楽しめていました
- ほぼ全員がゲームオーバー無しか、1～2回のリトライでクリアしました

ゲームデザイナーの
狙い通り！

担当ゲームデザイナーの感想

- Current EPの推測に関して
 - プレイしながら録画した感情表現とCurrent EPのデバッグ表示は最初はズレが大きかったですが、メタAI側のパラメータを調整することで概ね一致させることができました
- ゲームプレイ分析ツールに関して
 - 感情の大きな動きが起こった理由を分析してゲーム側のパラメータを調整するのに役立ちました
 - ただ、長期的な変化や細かな変化が起こった理由を分析するのはまだ困難でした

「今までのワークフローより100倍
良かった」とのことでした

今後の展望

メタAIの改善

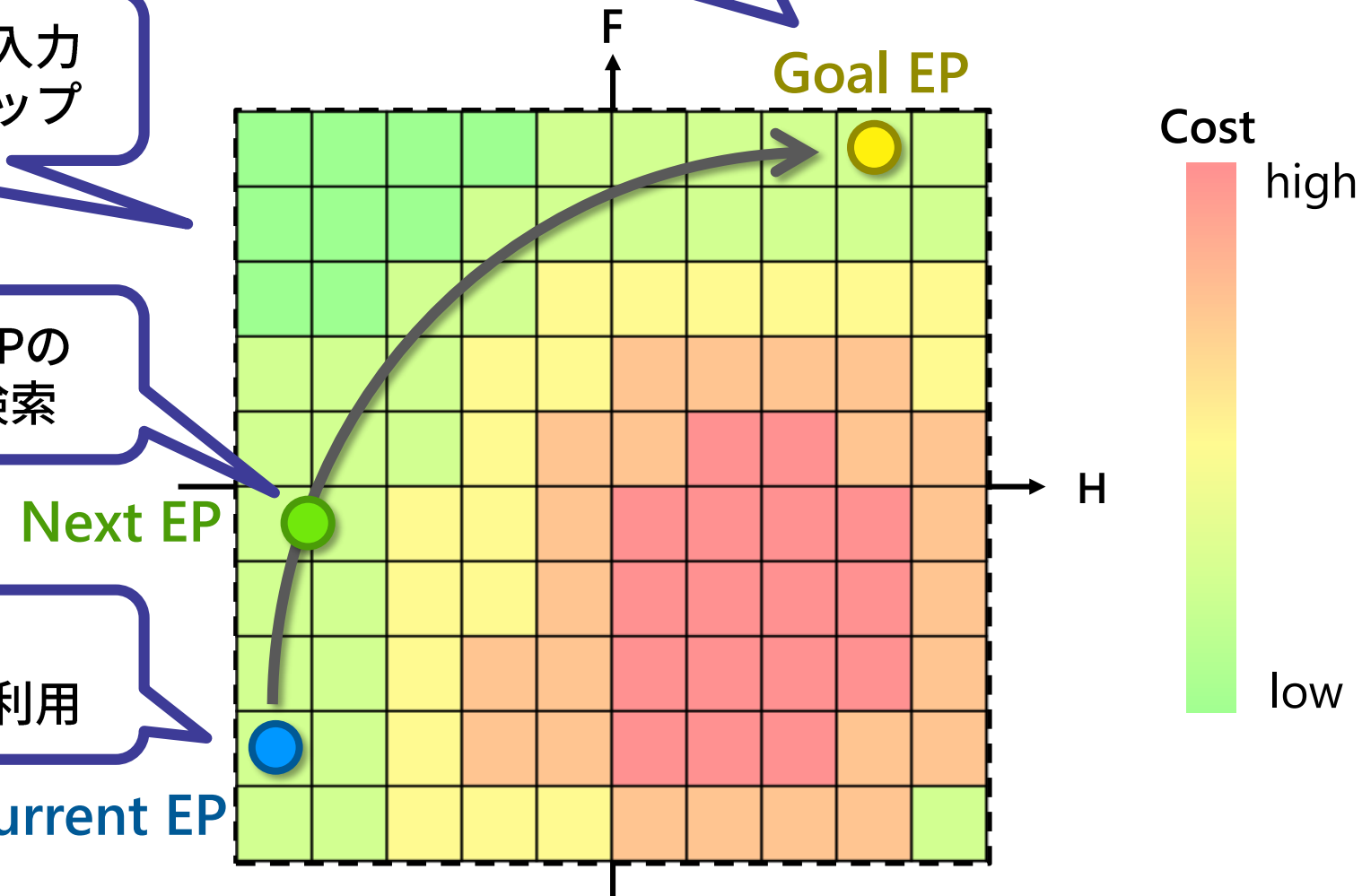
Goal EPのプランニングに位置検索システム
(例：UE4のEQS) を利用

ヒートマップ、ルール、手入力
データ等を用いたコストマップ

Next EPの
パス検索

キー入力パターンや
顔表情を用いた感情推定の利用

Current EP



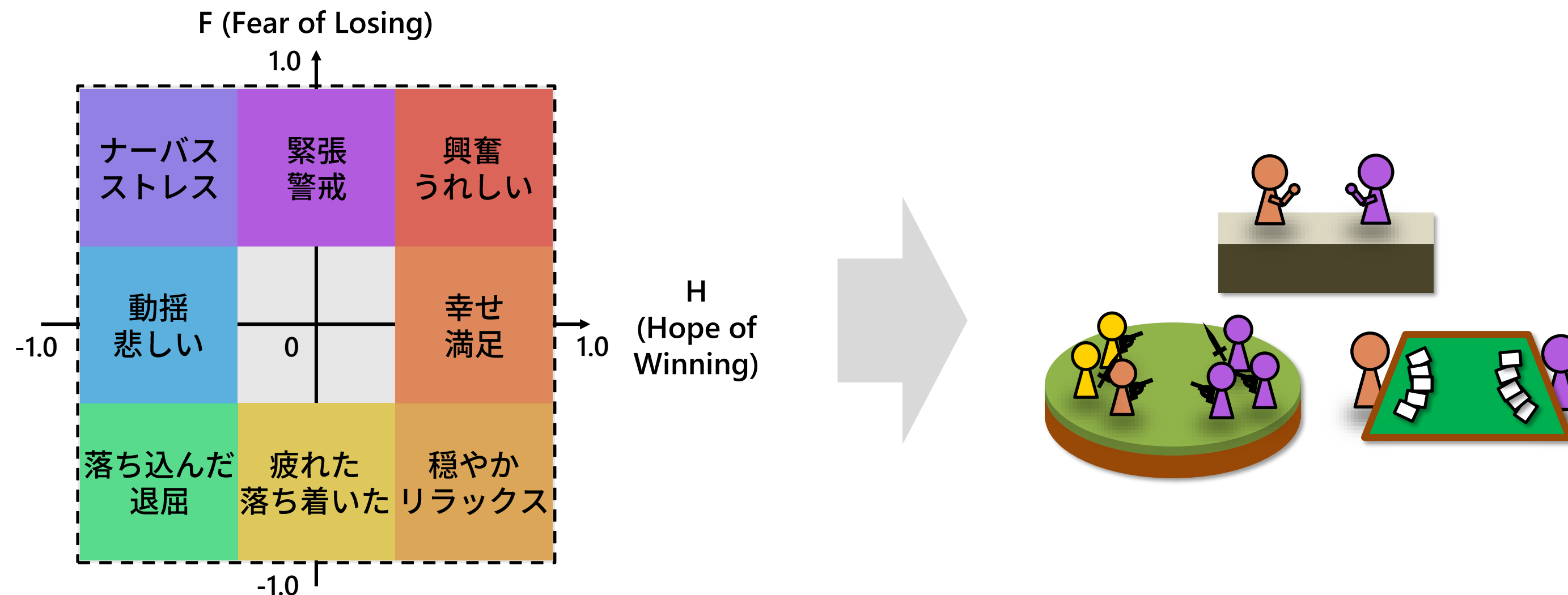
メタAIの展開

今回はバトルのバランス調整の
ために利用しましたが
他にも幅広い用途に使えます

- キャラクター同士の
会話内容、演出の変化
- 音楽の変化
- レベルの生成
- クエストの生成
- などなど

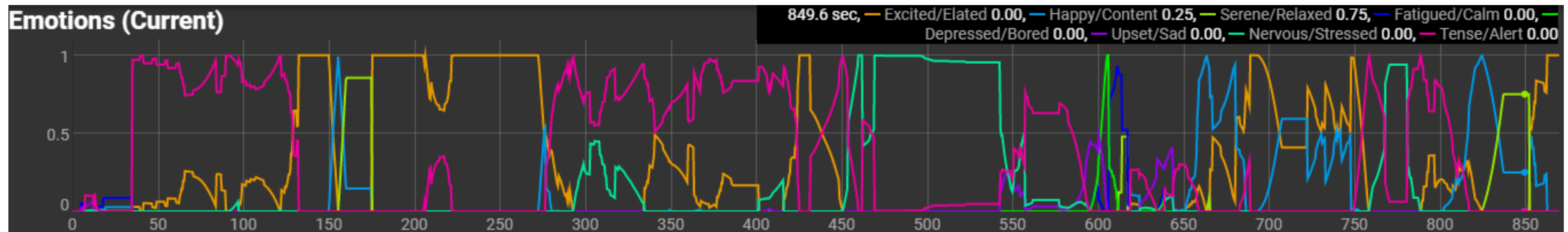
まとめ

- 実用的なメタAIの手法として、新しい「2次元感情マップに基づくメタAI」をご紹介しました
- さまざまな種類の感情を扱えて、ゲーム要素と感情の動きの対応関係を設計しやすい点が強みです



まとめ

- 実用的なメタAIの手法として、新しい「2次元感情マップに基づくメタAI」をご紹介しました
- さまざまな種類の感情を扱えて、ゲーム要素と感情の動きの対応関係を設計しやすい点が強みです
- メタAIを実用レベルに磨いていくには、ゲームプレイデータの可視化も非常に重要です



まとめ

- 実用的なメタAIの手法として、新しい「2次元感情マップに基づくメタAI」をご紹介しました
- さまざまな種類の感情を扱えて、ゲーム要素と感情の動きの対応関係を設計しやすい点が強みです
- メタAIを実用レベルに磨いていくには、ゲームプレイデータの可視化も非常に重要です

権利表記

- ゼビウスは株式会社バンダイナムコエンターテインメントの商標または登録商標です。
- Left 4 Dead は Valve Corporation の商標または登録商標です。
- Warframe は Digital Extremes Ltd. の商標または登録商標です。
- Far Cry 4 は Ubisoft Entertainment SA の商標または登録商標です。
- Assassin's Creed: Origins は Ubisoft Entertainment SA の商標または登録商標です。
- Unreal Engine 4 は Epic Games, Inc. の商標または登録商標です。
- その他掲載されている会社名、商品名は、各社の商標または登録商標です。