



WCCF AIエンジニアリング

サッカーゲームAIの設計と実装

(株)セガ AM R&D#1

田邊 雅彦



略歴

田邊 雅彦

1999年 セガ入社 プログラマ

主なタイトル

Nascar Arcade

頭文字D Ver.3

WCCF 04-05 AI(サブ)

WCCF 05-06 AI(メイン)

WCCF 06-07

WCCF 07-08

(予定) WCCF 08-09

新規AI



1 今回の流れ

WCCFとは・AIエンジニアリングとは

ゲームAIから見たサッカーという競技

WCCFの要求仕様の分析

AIの設計・実装の概要

まとめ



2 WCCFとは

WCCF (World Club Champion Football)

- ・サッカー監督体験ができるアーケードゲーム
- ・サッカー選手カードを筐体の上に並べて遊ぶ



2 WCCFとは

WCCF (World Club Champion Football)



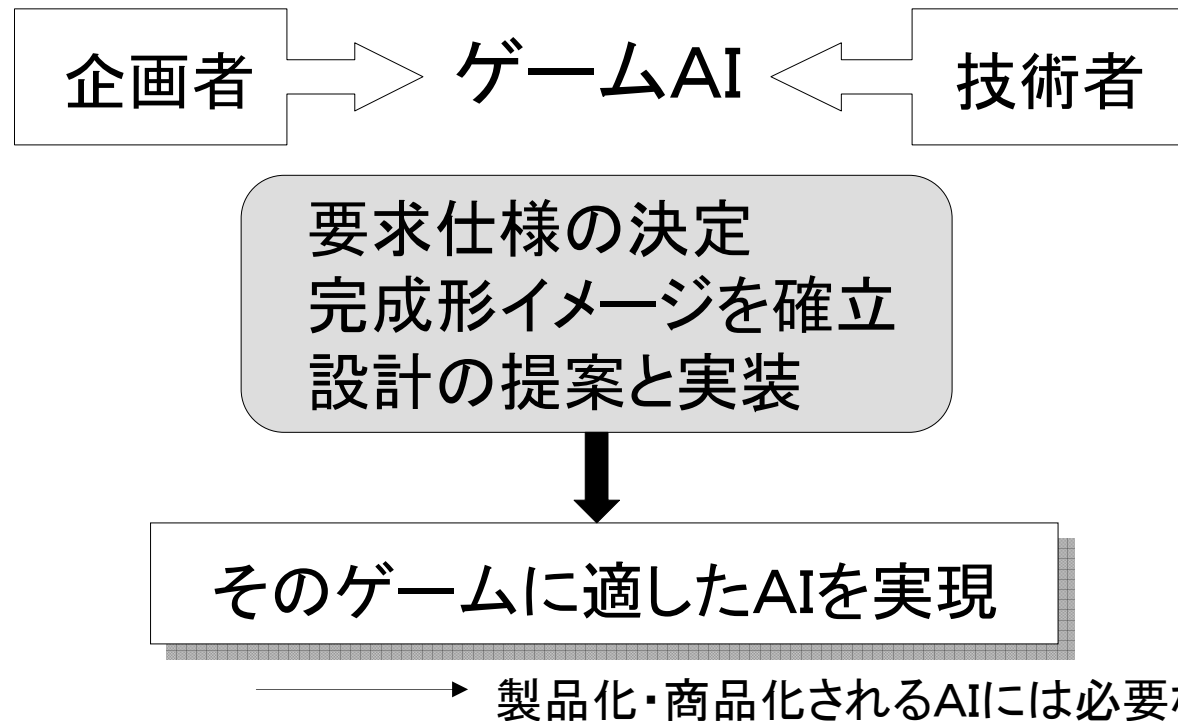
WCCFの特徴

- ・プレイヤーの操作は
配置、戦術操作のみ
- ・細かな操作は
ほぼ全てAIで行う

3 AIエンジニアリングとは

造語。

AIに絞った狭義のシステムエンジニアリング





4 ゲームAI設計からみたサッカー

ざっくり言えば・・・

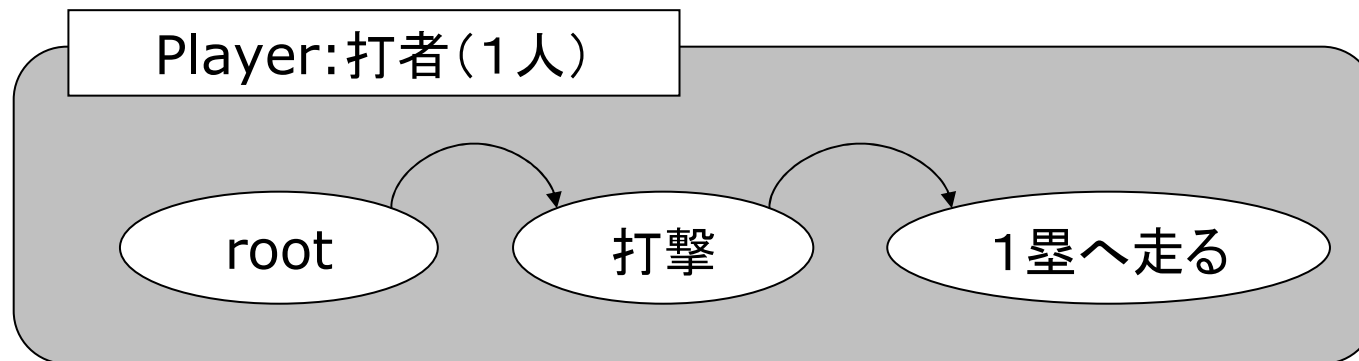
- ・自由度が高い
- ・状況の変化が激しい

の2点に尽きます。

4 ゲームAI設計からみたサッカー

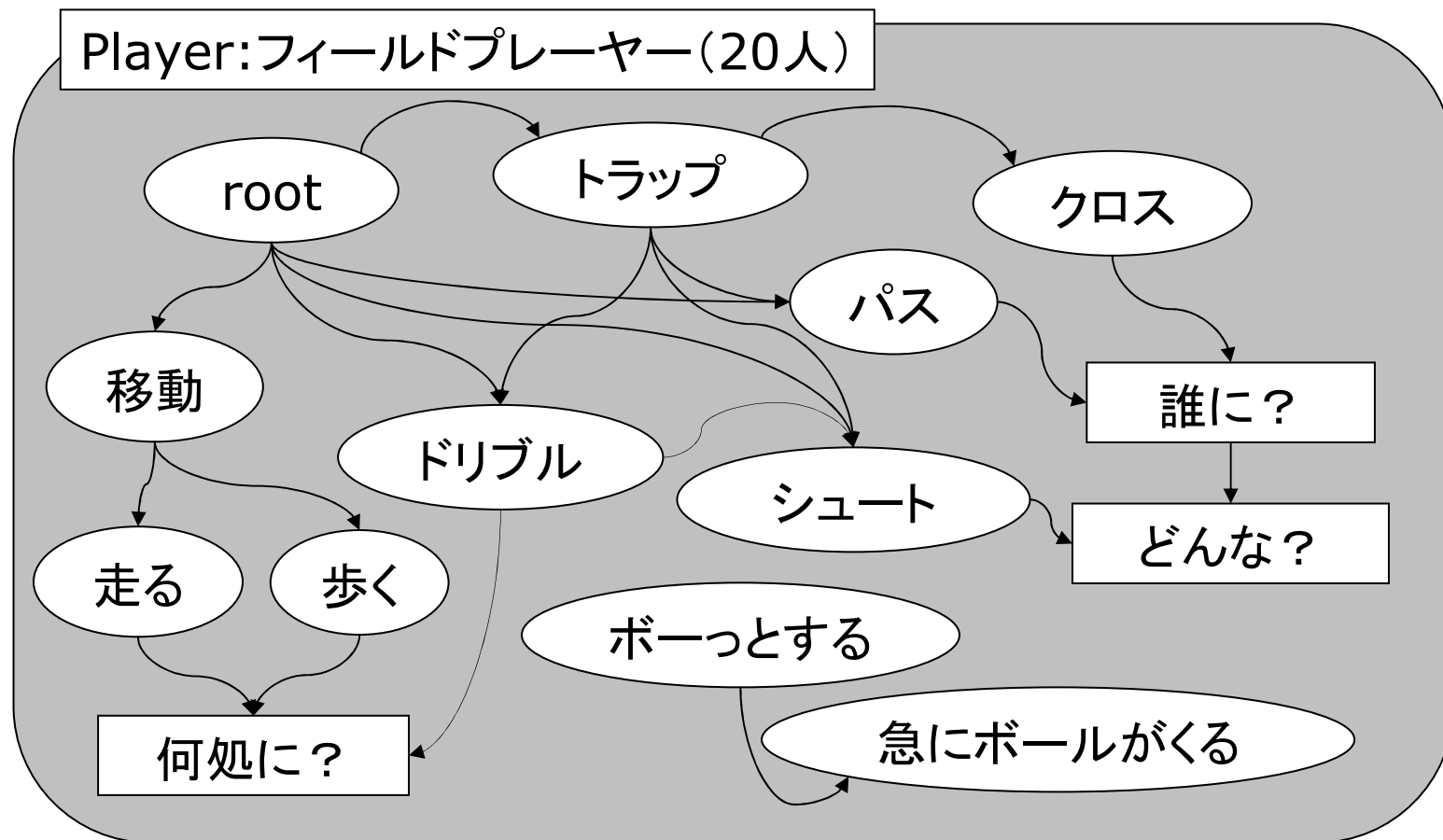
4-1 自由度が高い

野球の場合...



4 ゲームAI設計からみたサッカー

サッカーの場合...





4 ゲームAI設計からみたサッカー

自由度が高い

- ・移動速度、移動方向の自由
- ・プレイ選択の自由
- ・フォーメーション、役割変更の自由
- ・ボール接触部位の自由
- ・ボール軌道方向の自由

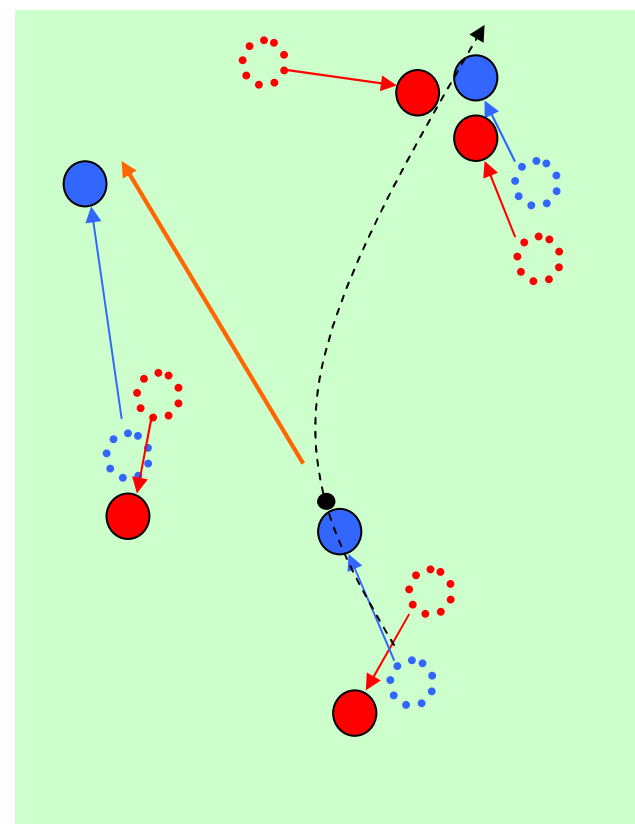
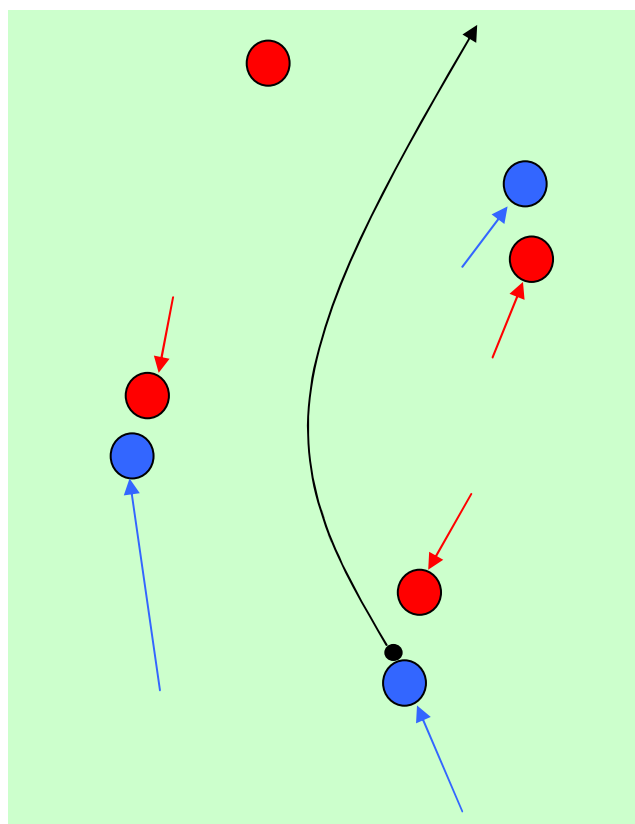
あらゆる自由が存在する競技

自由を表現できるAI

4 ゲームAI設計からみたサッカー

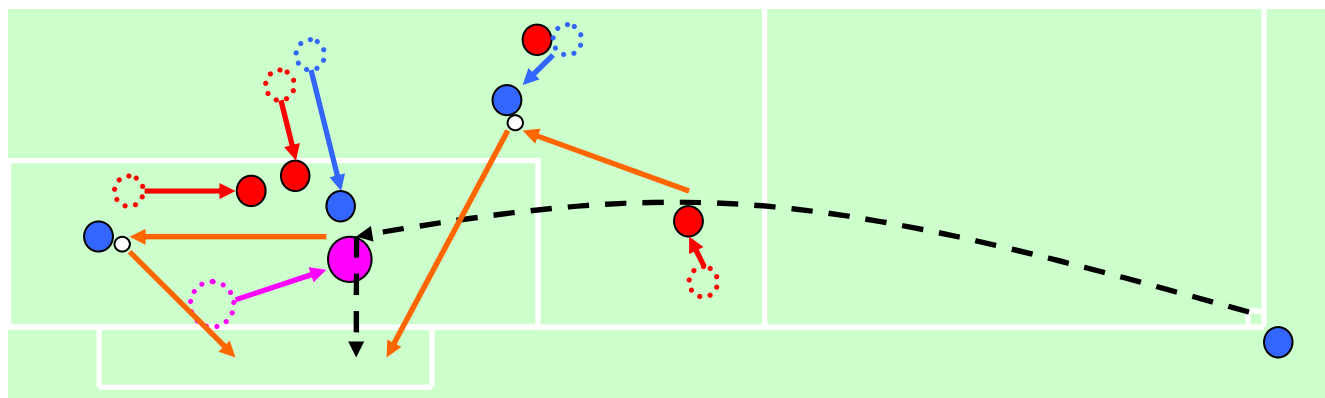
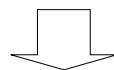
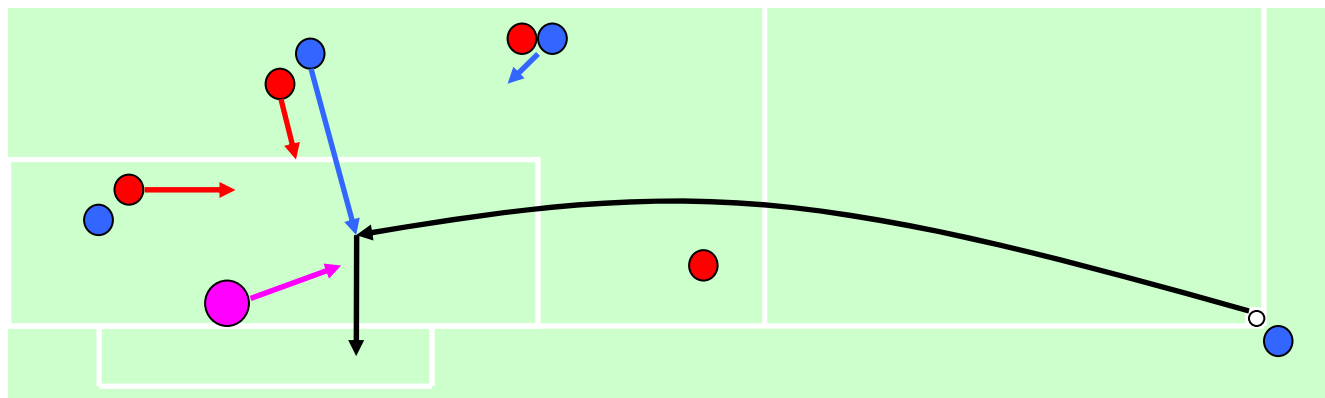
4-2 状況変化が激しい

Ex1. Dribble



4 ゲームAI設計からみたサッカー

Ex2. CK & Shoot





4 ゲームAI設計からみたサッカー

状況変化が激しい ...

知識表現の有効期間が短い

知識表現...

AI思考する上でのヒントとなる情報群

Ex: ボール軌道

各選手間相対位置 etc

- ・全員が同時に、ばらばらに動く
- ・数々の衝突がある

状況変化に対応できるAI

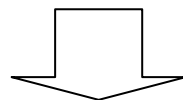


4 ゲームAI設計からみたサッカー

4-3 エンターテインメントとして、ゲームAIとして

サッカーの魅力:

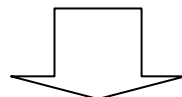
高い自由度の中で生まれる創造性の高いプレー



創造性を含んだAI

ゲームAIのサイクル:

思考 → 決定 → モーション → 干渉



短いサイクルのAI

5 WCCF 新AI計画

06-07年版へVer.UP計画
(2005年10月)

新AIの導入を決定

新基板への移植
チーム思考の概念導入
リアルタイムな対応強化

06-07年版より新AIを設計
それによる運用を開始



WCCF 01-02



WCCF 02-03



WCCF 04-05



WCCF 05-06



WCCF 06-07



WCCF 07-08



6 新AI設計アプローチ

WCCFのAIを設計する際のアプローチ

『ゲームという製品』

- ・遊んで面白いもの
- ・要求仕様を満たしているもの
- ・期限内に完成するもの

『リアルな戦術 > 強い戦術』

- ・同じAIシステムによる対戦
- ・『リアルなサッカーっぽい』

では要求仕様にはどんなものがあるのか？

7 WCCFの要求仕様

7-1 チーム成長による強さの変化

- ・「チームを育成」するゲーム
- ・AIでの対戦



強いチーム

弱いチーム



チーム成長を実感できるAI

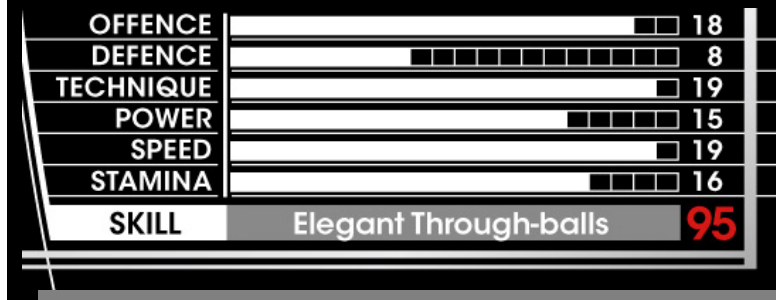
→ 下手っぽさを「上手く」見せる工夫が必要

7 WCCFの要求仕様

7-2 個人能力差の表現

選手の個性 … 2300種類以上の選手カードを発行
選手ごとに能力やスキルが設定

選手カードに記載された能力グラフ



強い選手の能力



弱い選手の能力

選手個性の違いがわかるAI

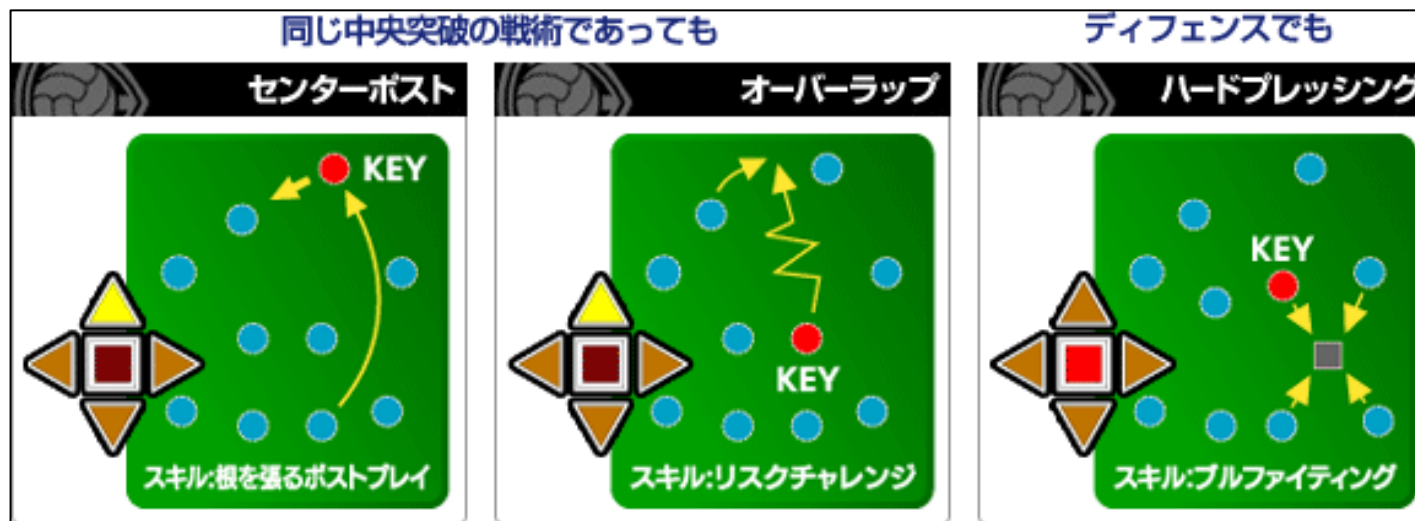
→ 選手選択の楽しみを提供

7 WCCFの要求仕様

7-3「チームスタイル」による戦術の変化

「チームスタイル」・・・カード配置、キープレイヤー設定により決定

キープレイヤー = チームで選手一人選択



戦術の変化を実感できるAI

→ デザインされた強さに従う

7 WCCFの要求仕様

7-4 実際の試合と同じくらいの得点数

ゲームの試合時間 およそ5分 ……実際の1/18
(家庭用ゲーム およそ15分 ……実際の1/6)

※実際と同じ数値を使用すべき要素

- ・選手の走力 ・フィールドの広さ
- ・選手のサイズ ・ボールの速さ

得点数バランスの調整

統計的にみて1試合当たり
平均2～3点入るAI

実際の数値

- ・試合時間
(プロの試合)90分
- ・1試合あたりの得点数
平均2.77点(05年Jリーグ)
平均2.50点(08年Jリーグ)

7 WCCFの要求仕様

7-5 試合演出

サッカーゲームの演出要素

よろけ, 転倒, 喜び, 悲しみ,
リプレイ, ゴールパフォーマンス,
実況, シーン再生, 等...

仕様変更、新規仕様追加が多い

演出要素が盛り込みやすいAI



7 WCCFの要求仕様

7-6 処理速度重視

試合部分

AI本体
各種物理演算
試合運営
モーションエンジン

目標

・・・ピーク時 CPU10%程度
(AIのみ:ピーク時3~5%)

1台のマシンで最大4試合同時起動する場合あり
(トーナメント大会時)

計算処理が軽いAI



8 AI完成形をイメージする

8-1 AI完成形をイメージする理由

ゲームAIの役割：
そのゲームの目的を実現させること

ゲーム仕様を生かすAI例

- ・無双系ゲームの雑魚敵
→ 大量になぎ倒される
- ・金塊集めゲームの敵
→ 穴にはまる

目的を実現できるAI ≠ 技術的に優秀なAI

————▶ サッカーゲームでも同様

8 AI完成形をイメージする

8-2 WCCFの要求仕様をまとめて、イメージしてみよう

- ・チーム成長の表現
- ・個人能力差,個性の表現
- ・チーム戦術切り替えと制御
- ・5分で2~3点入る試合
- ・プロサッカー選手の試合 etc...

イメージ

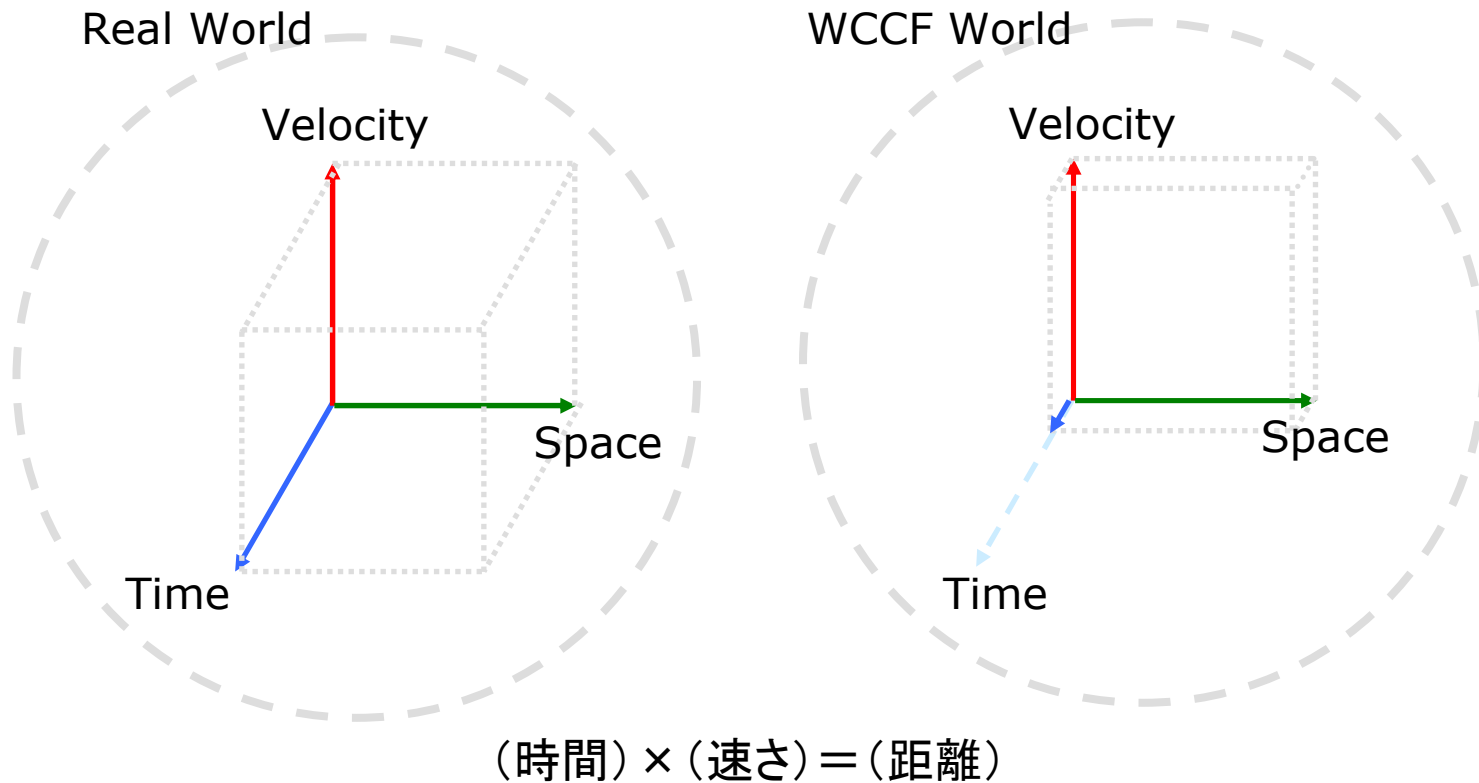
- ...どのような試合展開になるのか
- ...どのようにしてバランス調整するのか
- ...どのような思考構造をとるのか

AI完成形イメージの確立

イメージできましたか？

8 AI完成形をイメージする

8-3 イメージの一例(ワールの歪み)





8 AI完成形をイメージする

8-4 試合展開をさらにイメージするための大胆な概算

概算： 実際の得点数(2～3点)をとるためのAI調整について

- ・自陣からの攻撃が繰り返し行われると仮定。
- ・得点演出や各種シーン演出などで30秒～60秒消化されるため
正味試合時間を $T = 240(\text{sec})$ とする。
- ・平均攻撃時間(攻撃終了or得点までの時間) t
- ・ディフェンス力(シュートを打たせる前にボールを奪う) $\alpha(\%)$
- ・シュート決定力 $\beta(\%)$
- ・得点数 $S = T/t \cdot (1 - \alpha/100) \cdot \beta/100 = 2.0 \sim 3.0$

計算省略・・・



8 AI完成形をイメージする

結果:	平均攻撃時間が30秒 9割は止めるディフェンス	→ 300%のシュート決定力(!)
	平均攻撃時間が30秒 シュート決定力25%	→ 全く止めないディフェンス(!)
	9割は止めるディフェンス シュート決定力25%	→ 平均攻撃時間2~3秒(!)

部分的な数値調整だけでは達成困難

結論: 全体的な攻守バランスの見直しが必要

- ・試合展開を早くする
- ・オフェンス力を全体的に上げる
- ・ディフェンス力を全体的に落とす

8 AI完成形をイメージする

攻守バランスの変化による戦術バランスの変化

大量得点(数分に1点以上)できるゴール系競技

バスケットボール 水球
ハンドボール フットサル 等



全員守備・攻撃が強い傾向



以前のバージョンのWCCFのサッカーAI

戦術強さを現実のものに準拠 → 戦術強さの調整機能が必要



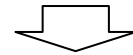
8 AI完成形をイメージする

8-5 まとめ

さまざまな角度からの推論、試算、検証



完成形イメージの確立



必要な要素の分析、最適な手法の選択

完成形イメージの確立

——▶ 要求工学:ゴール指向要求分析法の手法



9 設計の提案

9-1 WCCFのAIが採用した要素

チーム思考の概念

チーム思考の結果
→ 個人思考に影響

一歩単位の思考

思考の単純化
即時対応の強化

消極的プレーの禁止

試合時間の有効活用
AI vs AIの試合

調整エディタの導入

面白い、を追求
総合的なバランス調整

意外性・多様性

サッカーの自由度の表現
ゲーム攻略に幅・深み



9 設計の提案

9-2 要素を取り入れた設計の提案

提案

WCCFの要求仕様に適した思考モデル

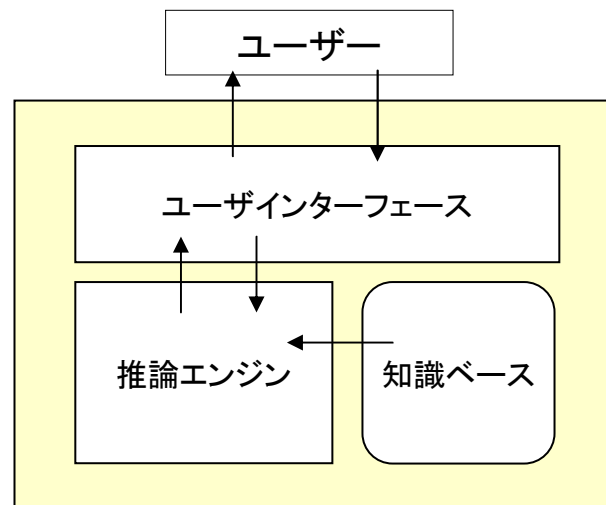
ルールシステム

独立した知識ベースを有する
多層エキスパートシステム

- ・各層のバランスを個別に管理
- ・分業化可能
- ・階層分担、分解数は企画者と協議

(参考) エキスパートシステム

- 知識ベースとユーザー入力を元に推論、回答を行うAIシステム
- 専門知識のないユーザーがインターフェースを介して専門家同様の回答を得る
- 実用化されている例として、病気の自己診断システムなど



特徴

- ・ロジック的にシンプル
- ・専門家が知識ベースを構築
- ・確率的に異なる回答も可能



9 設計の提案

(学習制御は不採用)

設計アプローチに従って

(1) 面白い

(2) リアルなサッカーっぽい

を評価軸にする数式で学習できるか？



単純な数式化は不可能



エキスパートシステムの

知識ベースの蓄積 = 「人間の感覚による」AIの学習

10 実装



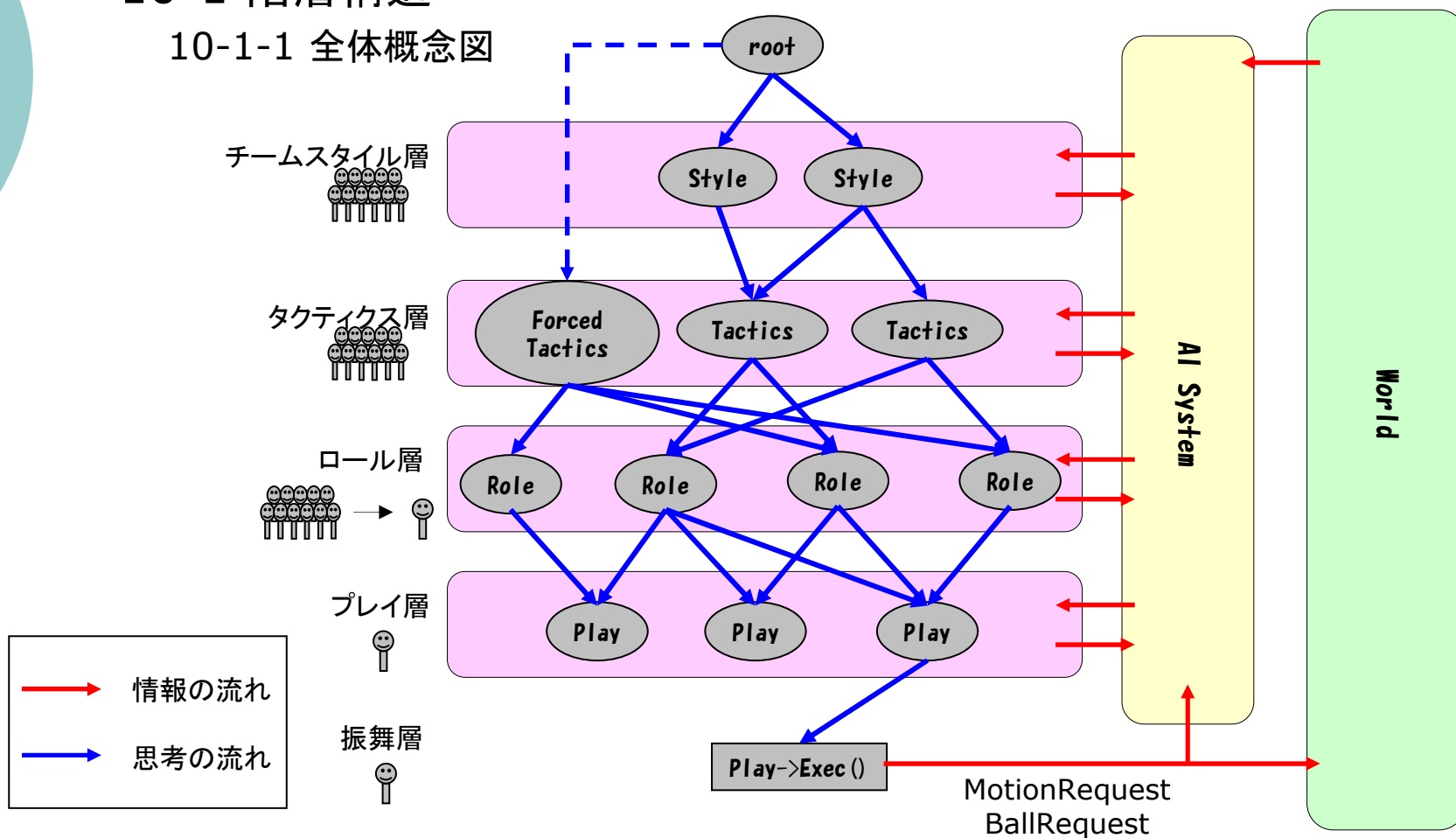
この章の選択例は、内容を理解
していただくための例となりますので
実際のものとは異なります。

ご了承をお願いします。

10 実装

10-1 階層構造

10-1-1 全体概念図



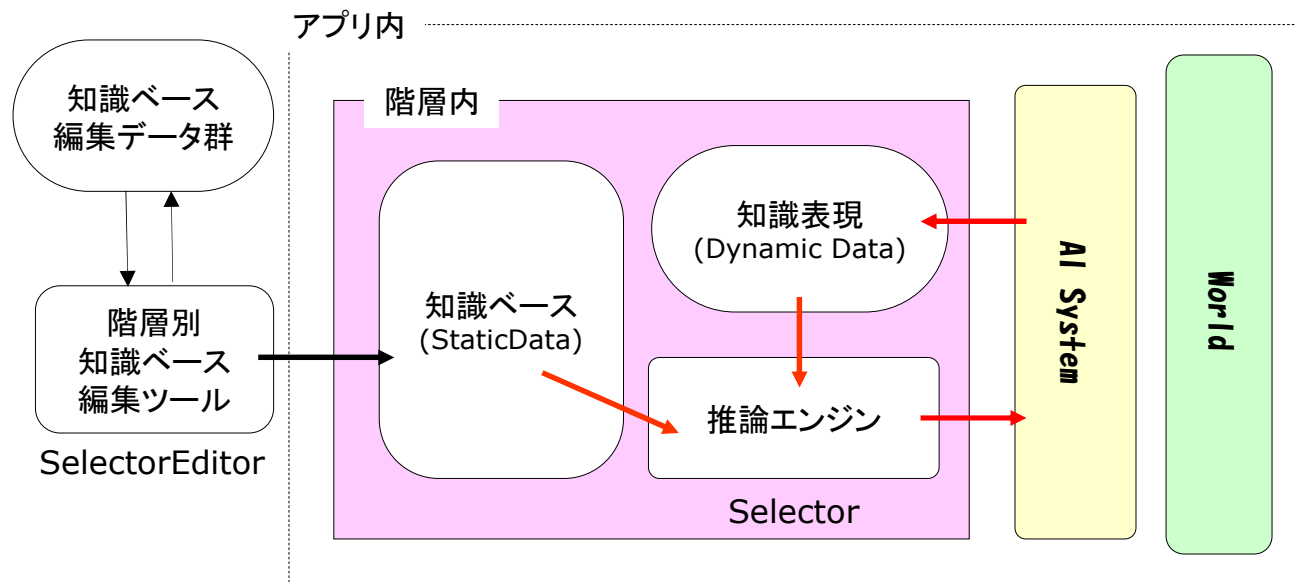
10 実装

10-1-2 階層内の構造

階層内には 独立した知識ベースと推論エンジンをもつ

推論エンジンはAIシステムより知識表現に必要なデータを受け取り

診断結果をAIシステムに返す



10 実装

10-2 TeamStyle層

目的: チームスタイルの選択

役割: 試合状況によって変化しない静的なチーム思考

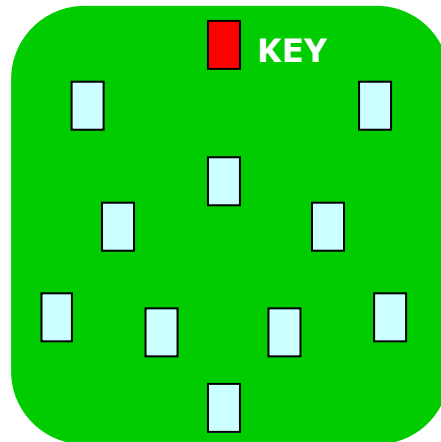
Input

カード配置
キープレイヤー設定
チーム成長度 etc.

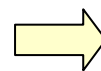
Output

チームスタイルID
etc.

例1 背が高く、ヘディングが得意なFWが前線に配置され、
そのFWがキープレイヤーになっている場合など



カード配置

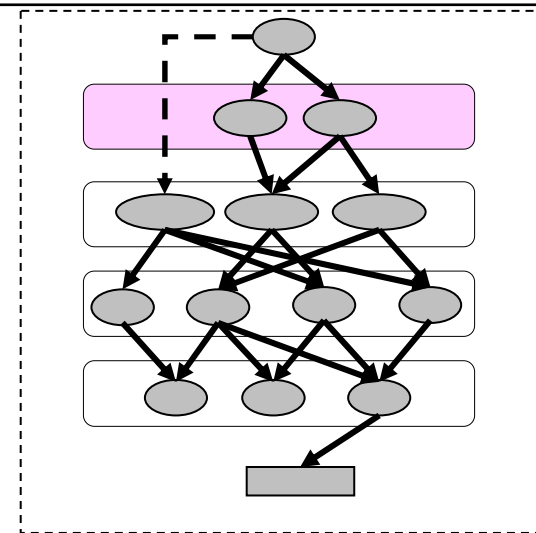


チームスタイル: ハイタワーA



チーム成長度により差別化

チームスタイル: ハイタワーC



10 実装

10-3 Tactics層

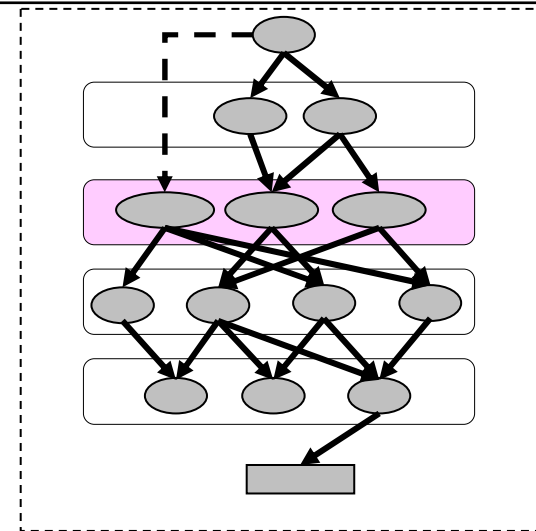
目的: チームスタイルに基づいた、
その瞬間のチーム戦術の選択
役割: 試合状況によって変化する動的チーム思考

Input

キー入力
攻撃 or 守備
ボール位置
チームスタイルID etc.

Output

チーム戦術ID
etc.



例2 ハイタワー戦術選択例

	ボール敵陣	ボール自陣
攻撃時	ハイタワークロス	タワービルドアップ
守備時	ハイタワーDF	クリア優先(共通)
シュートボタン時	シュート(共通)	-

10 実装

10-4 Role層

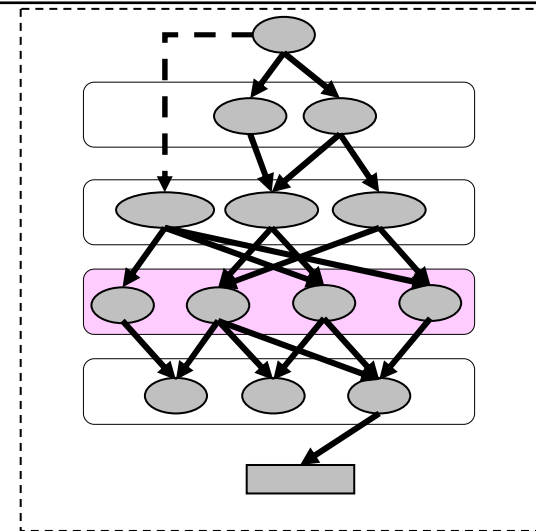
目的: 戦術に基づいた個々の役割を決定する層

Input

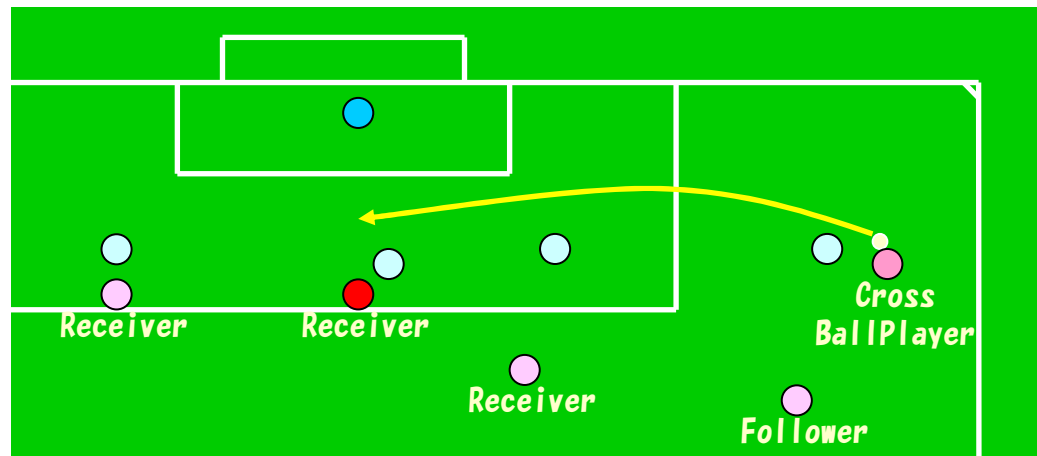
キー入力
チーム戦術ID
etc

Output

個人役割ID(11人分)
etc



例3 個々の役割例



10 実装

10-5 Play層

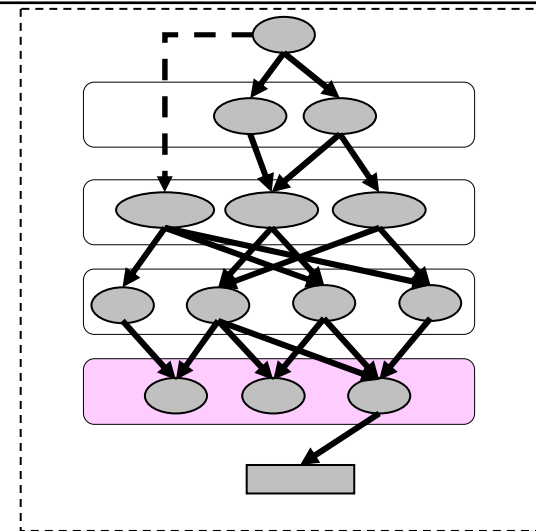
目的: 個々の役割に基づいたプレーを選択する層

Input

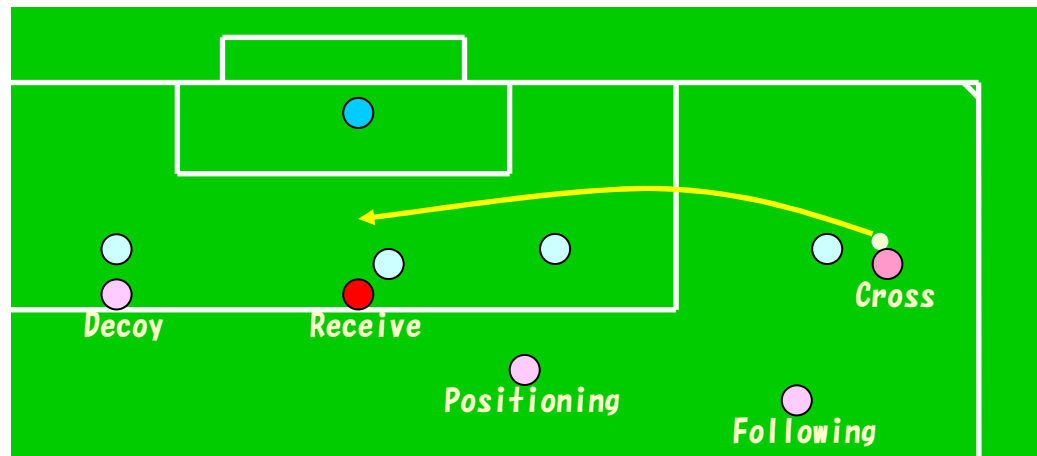
役割ID
ボール軌道
モーションデータ情報
選手個人情報 etc.

Output

プレイID
etc.



例4 個々のプレイ例





10 実装

10-6 試合動画

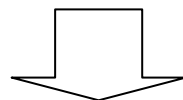
4つの映像を見ていただきます。
それぞれのチームスタイルによる
試合運びの違いにご注目ください。



10 実装

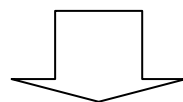
10-7 まとめ

戦術の切り替えにより試合展開が変化



監督として試合采配を実感

チーム成長などにより強さが変化



監督としてチーム育成を実感



11 現状の問題点

振動問題

- ・一歩単位の思考の副作用
- ・移動のモーション依存

ゲーム性とAI性能との背反

- ・フォーメーション配置とAIによる移動の矛盾



12 まとめ

ゲームには仕様がある。
そのためAIエンジニアリングという
作業を経て、ゲームAIは作られる。



おわり。

ありがとうございました。

WCCFに興味をもたれた方は
是非、お近くのゲームセンターにどうぞ。