

# ゲームとAI

## ～ 情報科学からみたゲーム ～

電気通信大学 情報工学科  
エンターテイメントと認知科学研究ステーション代表  
情報処理学会 ゲーム情報学研究会

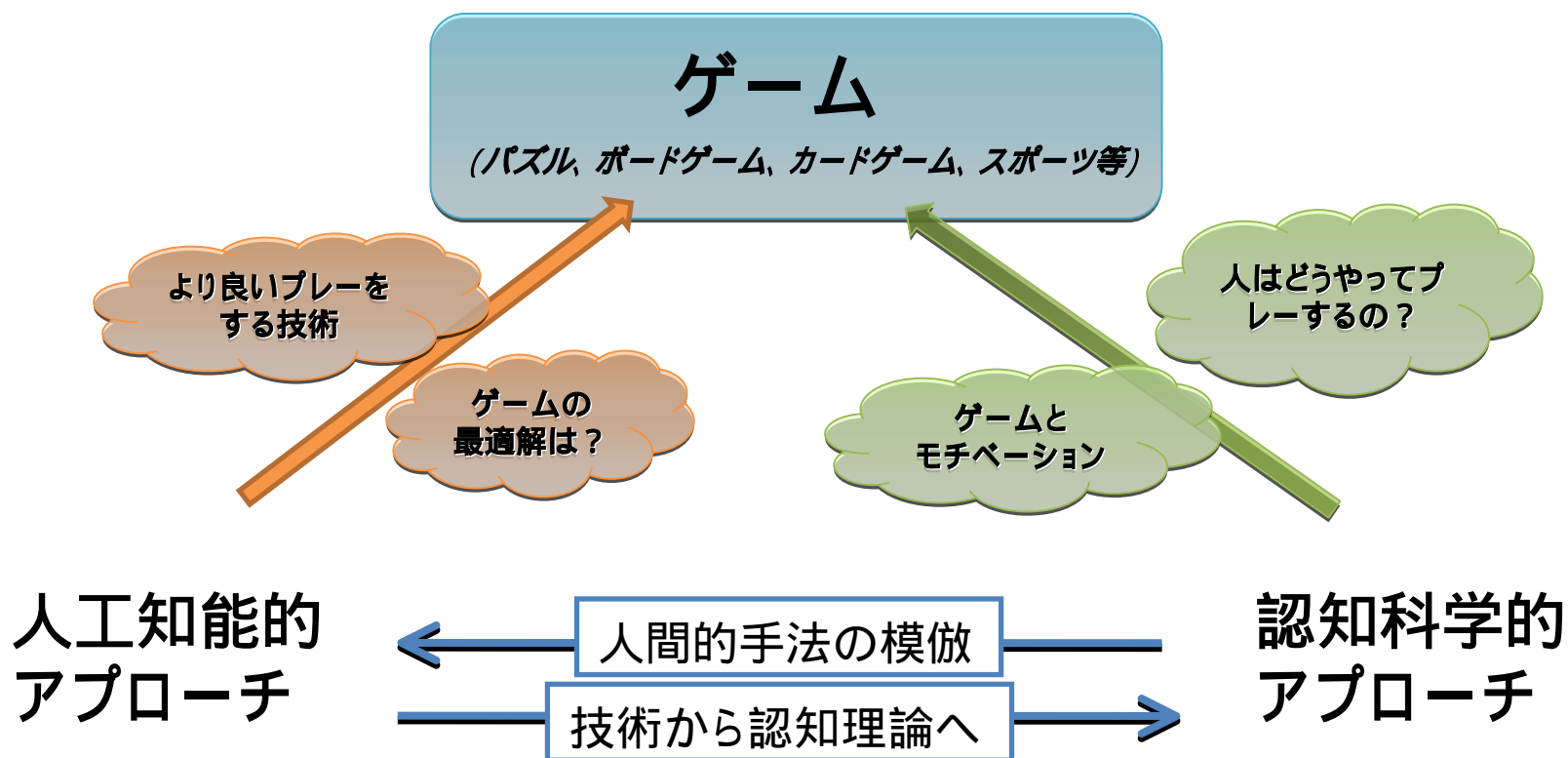
伊藤 毅志

# お話の流れ

- 西野先生(午前)と保木先生(午後)のご講演の前座
- ゲーム情報学とは(研究者の目)
- ゲームの科学的分類
- ゲーム研究の歴史
- 二人完全情報確定有限ゼロ和ゲーム
- ゲーム木と評価関数
- ゲームの難しさと研究の進度
- 将棋固有の難しさ Bonanzaメソッド
- より複雑なゲームへ
- ロボカップサッカー

# ゲーム情報学とは？

…ゲームという難しい問題を題材にして、その問題を解く手法  
(技術、理論)を研究する分野



# ゲームの科学的分類

- 1) プレー人数は？ … プレーヤー(チーム)の数は？  
… 相手の手は公開されているか？
- 2) 完全情報か？ … ランダムな要素はあるか？
- 3) 確定か？ … 終了することが約束されているか？
- 4) 有限か？ … 勝ち負けの合計は0点か？
- 5) ゼロ和か？ … 実時間ゲームか？
- 6) ターン制か？

- ・将棋は？ 二人・完全情報・確定・有限・ゼロ和・ターン制
- ・サッカーは？ 二人・不完全情報・非確定・有限・ゼロ和・非ターン制

# ゲーム研究の歴史(1)

## チェスの研究の歴史

世界初のプログラムで  
きる計算機の考案!

1840年代 チャールズ・バベッジの著作  
アイデアの提案

情報理論の父

1949年 クロード・シャノン  
「チェスをプレーするコンピュータプログラミング」  
チェスを研究する意義

1951年 アラン・チューリング  
「コンピュータチェスの研究成果」  
次の一手を考える解析部

計算機科学の父

1967年 グリーンブラッド(学生)「マックハック」  
初めてのコンピュータチェスプログラム(5手先読み)  
(1秒間に100手程度)

<<< 探索アルゴリズムの研究論文だけで、数百本 >>>

1997年 「世紀の対決」 Deep Blue VS カスパロフ氏

これ以降も対戦は続いている、、、

チェスは、人工知能研究のミバエである。(by Alexander Kronrod)

# ゲーム研究の歴史(2)

## チェス以外の有名ゲームの研究

### 「チェッカー」

1950年代 サミュエル(IBM研究者) ( **遺伝的アルゴリズム** )

1992年 シェーファーら「Chinook」 VS ティンズレー氏(4勝2敗33引分)  
42年間5敗だけのチャンピオンを破る ( **探索型アルゴリズム** )

2007年 シェーファーら「完全解の発見！」 (結論 引き分け)

### 「バックギャモン」(非確定ゲーム)

1980年 バーリーナー「BKG」 ( **知識主導型** )

1989年 テサウロら「Neurogammon」 ( **ニューラルネット** )

### 「オセロ(リバーシ)」(「オセロ」はツクダの商標登録)

1975年頃 アメリカにて初のリバーシプログラム ( **チェスの探索手法を用いる** )

1980年代 森田オセロ、Paul Rosenbloom 作のIAGOなど

1990年代 リーら「BILL」 ( **自動的に静的評価関数を学習** )

1997年 Michael Buro「logistello」 ( **自動定石学習法、パターン学習法など** )  
対 世界チャンピオン村上氏(6戦全勝)

# ゲーム研究の歴史(3)

## 将棋は？

- ・ 1979年 初のプログラム同士の対戦  
大阪大学 VS 玉川大学(2ヶ月！)
- ・ 1983年 初の市販プログラム
- ・ 1984年 森田将棋  
(3手の読みの実現、5手詰めの実現)(10級程度)
- ・ 1987年 コンピュータ将棋協会設立
- ・ 1990年 第1回コンピュータ将棋選手権
- ・ 1990年代 (アマチュア有段者レベルへ)
  - 詰め将棋の研究(反復深化法、最良優先探索)
  - 柿木将棋、極(金沢将棋)、YSS(AI将棋)、IS将棋(東大将棋)
- ・ 2000年代～現在 (アマチュア高段者レベルへ)
  - 激指の登場(実現確率探索)
  - Bonanzaの登場(全幅探索、評価関数の自動学習)

## 最近の「コンピュータ将棋VS人間」(1)

2003年 5月 コンピュータ将棋選手権エキシビジョンマッチ  
IS将棋 VS 勝又清和五段 (2枚落)

2003年11月 静岡県のアマチュア将棋大会団体戦  
コンピュータ将棋(AI将棋、激指、東大将棋)5戦全勝優勝

2004年 5月 コンピュータ将棋選手権エキシビジョンマッチ  
YSS VS 勝又清和五段 (飛落)

2005年 5月 コンピュータ将棋選手権エキシビジョンマッチ  
激指 VS 勝又清和五段 (角落)

2005年 6月 アマチュア竜王戦 対アマチュアトップクラス 3勝1敗  
ベスト16進出!

2005年 7月 雑誌企画「将棋世界」  
激指 VS 木村一基七段 (角落)  
激指 VS 渡辺明竜王 (角落)

2005年 9月 TACOS VS 橋本崇載五段 エキシビジョンマッチ

2005年 10月 日本将棋連盟 コンピュータとプロ棋士の許可の無い試合を禁止



## 最近の「コンピュータ将棋VS人間」(2)

2006年 3月

情報処理学会全国大会 イベント企画

「ここまで来たコンピュータ将棋」

**激指 VS 清水上徹さん(アマ竜王)**

2006年 4月～5月

週間将棋 紙上イベント企画

**アマチュア強豪5名VSコンピュータソフト**

**コンピュータ側から見て 7勝3敗**

2006年 5月

コンピュータ将棋選手権エキシビジョンマッチ

**Bonanza VS 加藤幸男さん(朝日アマ名人、元アマ竜王)**

2007年 3月

大和証券杯特別対局

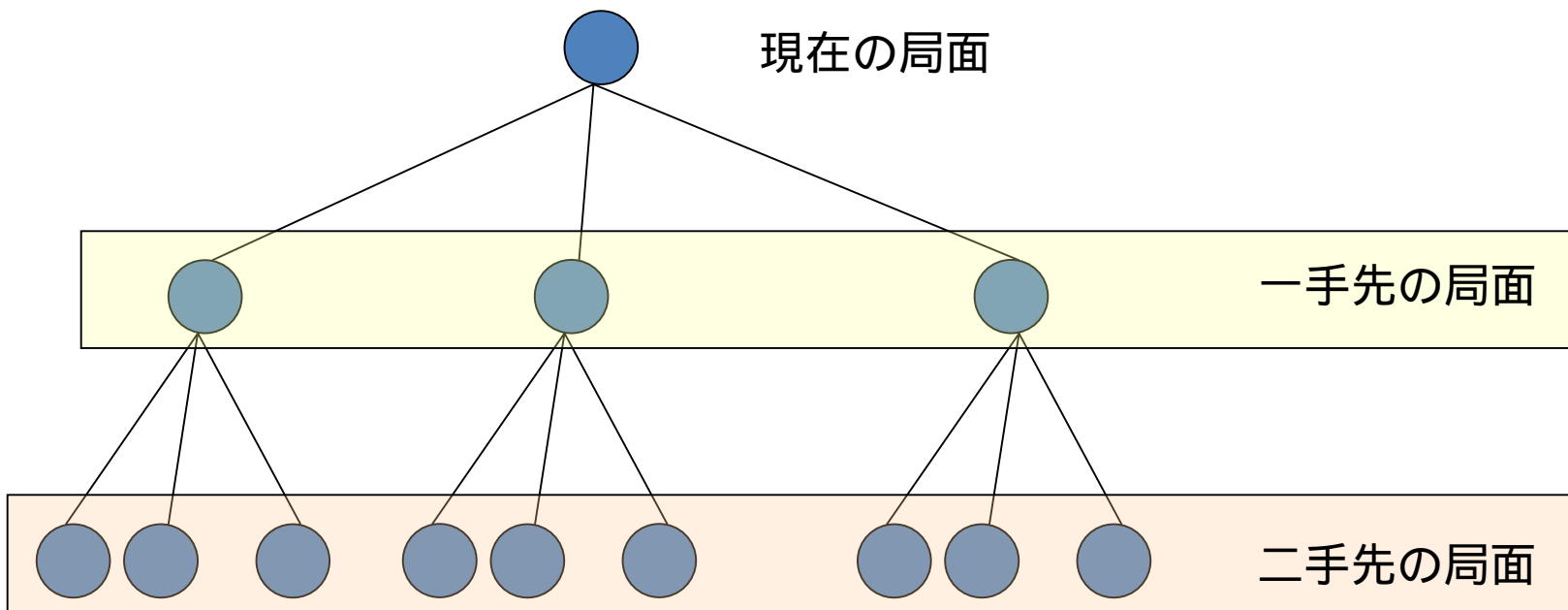
**Bonanza VS 渡辺竜王**

**プレッシャーをはねのけて、渡辺竜王の勝ち！**

# 二人完全情報確定ゼロ和ゲームの特徴

(チェス、将棋、囲碁、リバーシなど)

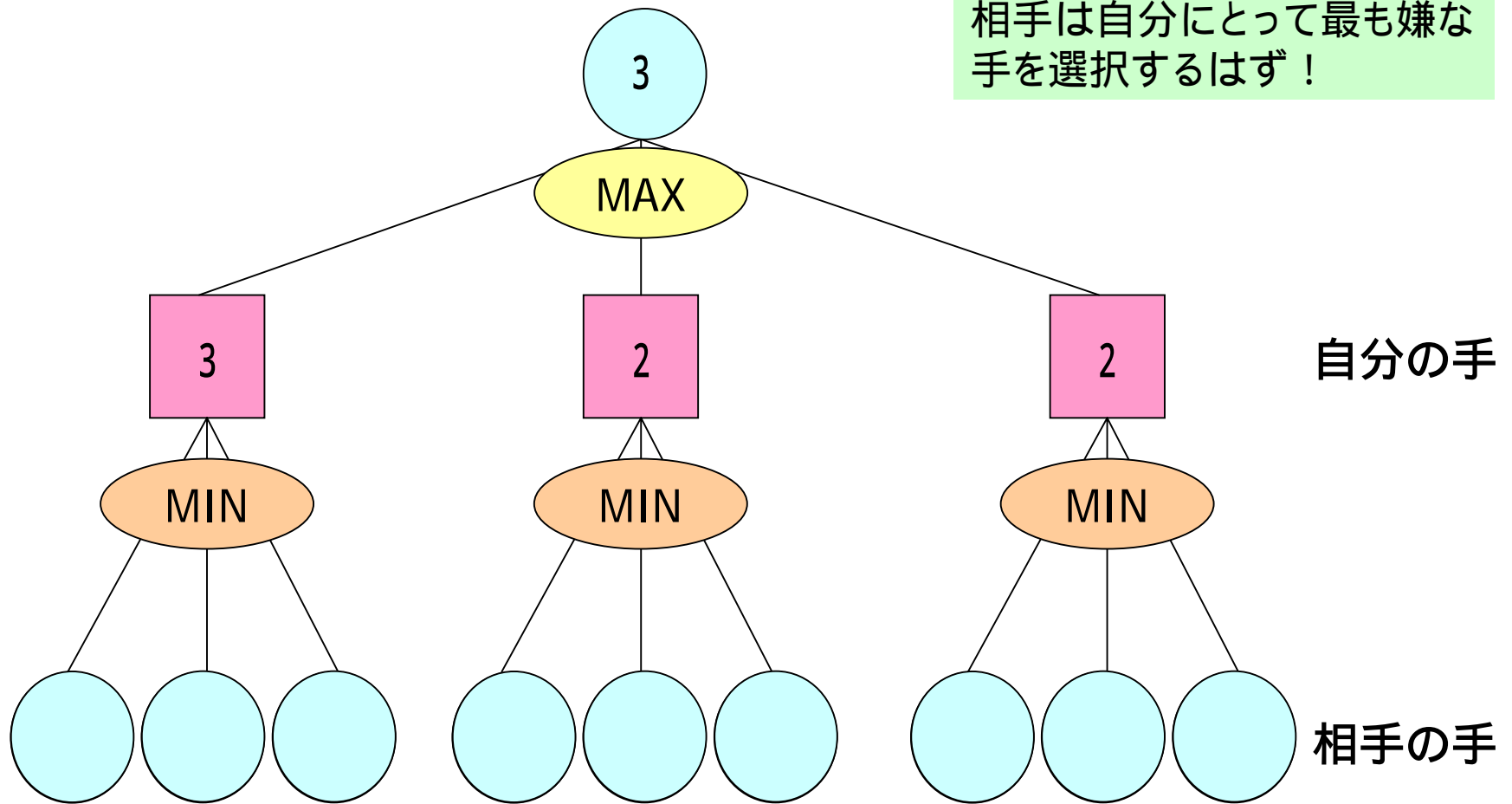
ゲーム木で表現できる！



有限ゲームであれば必勝法が存在する！

# コンピュータ将棋の仕組み

## 評価関数 + ゲーム木探索 (MIN-MAX法)



# ゲームの複雑さと難しさ

ゲーム木探索を前提にゲームの難しさを概算すると、、、

平均合法手 (N) …… ルール上選べる平均手数

平均終了手数 (M) …… ゲーム終了までにかかる平均手数

$$N \times N \times N \times \cdots \times N = N^M \text{ 通りの局面}$$

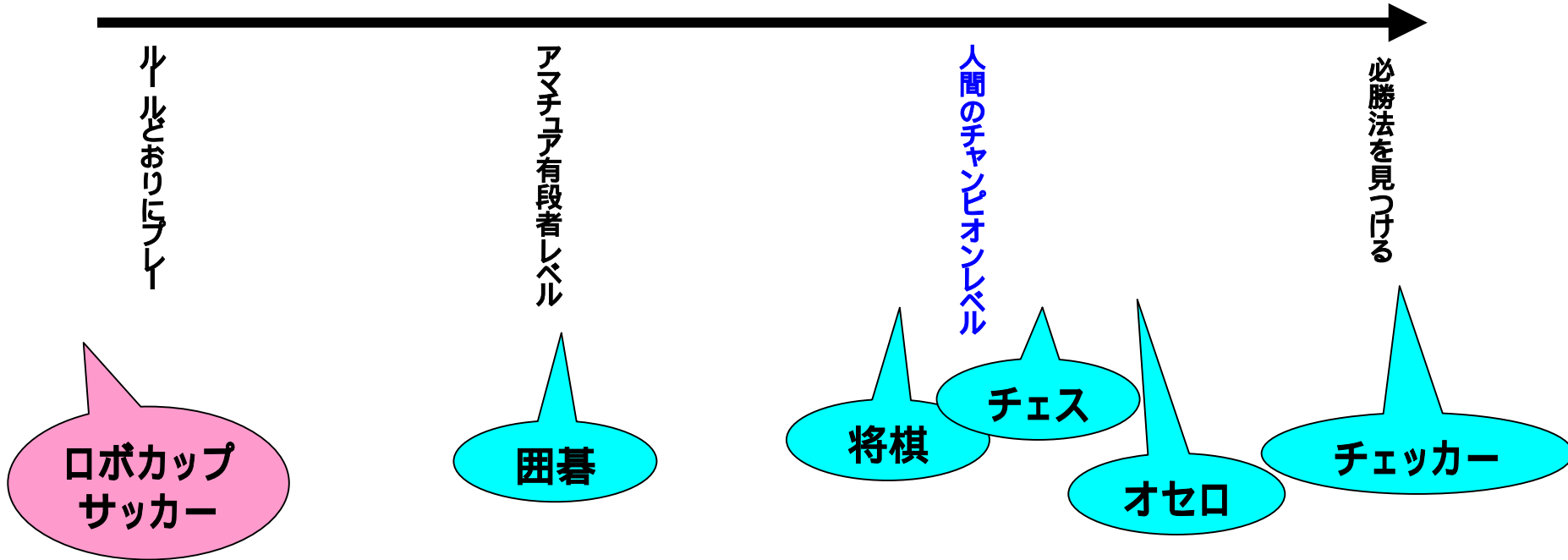
・チェッカー	10の30乗
・オセロ	10の60乗
・チェス	10の120乗
・ <u>将棋</u>	<u>10の220乗</u>
・囲碁	10の360乗



数学的には  
下ほど難しい

# コンピュータの強さ (現状)

研究の進度



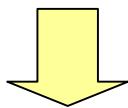
2008年現在

ゲームをMIN-MAXとして捉えるなら、一般探索範囲が広いほど難しい

# 将棋固有の難しさ

- ・取った駒が再利用できる (持ち駒ルール)
  - …逆転が多い
- ・小駒が多い
  - …位置の微妙な違いの表現が難しい

**評価関数の設計が難しい！**



**Bonanzaメソッドの出現！**  
(評価関数の機械学習)

**<インパクト！>**

**将棋の専門的知識が不要！！**  
**人間的な手が指せる！！**

# より複雑なゲームへ

- 1) プレー人数は？ *多人数ゲームやチームゲームへ  
不完全情報ゲームへ*
- 2) 完全情報か？ *非確定ゲームへ*
- 3) 確定か？
- 4) 有限か？
- 5) ゼロ和か？ *実時間ゲームへ*
- 6) ターン制か？

**ロボットにサッカーをさせる！**

**複雑なゲームを目標とする**

- ・ロボット技術(実世界とのかかわり)
- ・協調問題解決(多人数によるチームでの協力プレー)
- ・不完全情報問題の解決(相手の動きを読むプレー)
- ・実時間処理(膨大な情報の実時間処理)

# ロボカップサッカー

RoboCupは、ロボット工学と人工知能の融合、発展のために自律移動ロボットによるサッカーを題材として日本の研究者らによって1993年に提唱。

西暦2050年「サッカーの世界チャンピオンチームに勝てる、自律型ロボットのチームを作る」という夢に向かって人工知能やロボット工学などの研究を推進し、様々な分野の基礎技術として波及させることを目的としたランドマーク・プロジェクト。

**シミュレーションリーグ … 協調プレー技術や戦術を競う！**

小型ロボットリーグ

中型ロボットリーグ

4足ロボットリーグ

ヒューマノイドリーグ

マイクロロボットサブリーグ

**・作りこむ技術**

**・ユーザの知識を直観的に表現する技術**



# ゲームを研究テーマにする意義

**研究の題材としてわかりやすい目標となる！**

- ・ルールが明確である。
- ・勝ち負けが明らかである。
- ・モチベーションの高い題材である。
- ・プレイヤーが多いと強さを計る尺度があり、比較可能。

**人工知能の様々なエッセンスを含む！**

- ・探索                    *情報探索、推論システム*
- ・知識ベース        *データベース、データ探索*
- ・学習                    *機械学習、ニューラルネット*
- ・認知科学            *理解、問題解決、思考、教育*

# 今日の講演

## 西野順二先生(午前:後半)

ロボカップサッカー:実時間+協調エージェント

- ・作りこみの技術
  - ・直観的知識を抽出する技術
- 知的協調問題解決技術  
このへんファジー

## 保木邦仁先生(午後:前半)

将棋(Bonanza)技術的解説

- ・評価関数の自動学習
  - ・熟達者に迫る人工知能!
- 設計の難しい評価関数  
プレーして楽しい人工知能

## パネル(午後:後半)