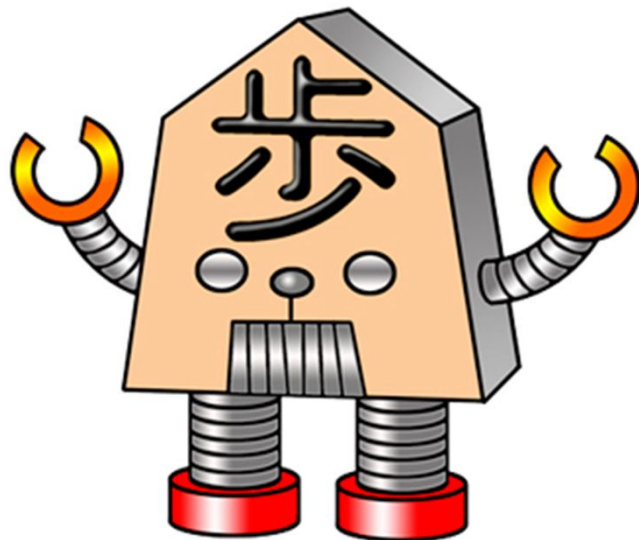


# コンピュータ将棋の最前線

～コンピュータにゲームをさせるとは？～



電気通信大学 情報理工学研究科  
伊藤毅志

# 本日のお話

- ・自己紹介
- ・ゲーム情報学的に見た将棋
- ・将棋の仕組みと難しさ
- ・将棋研究の歴史
- ・「あから2010」の対戦
- ・将来展望

# 研究略歴（自己紹介）

伊藤毅志

●北海道大学文学部行動科学科

卒業研究 「逆ハノイの問題解決過程」 (安西祐一郎研究室)

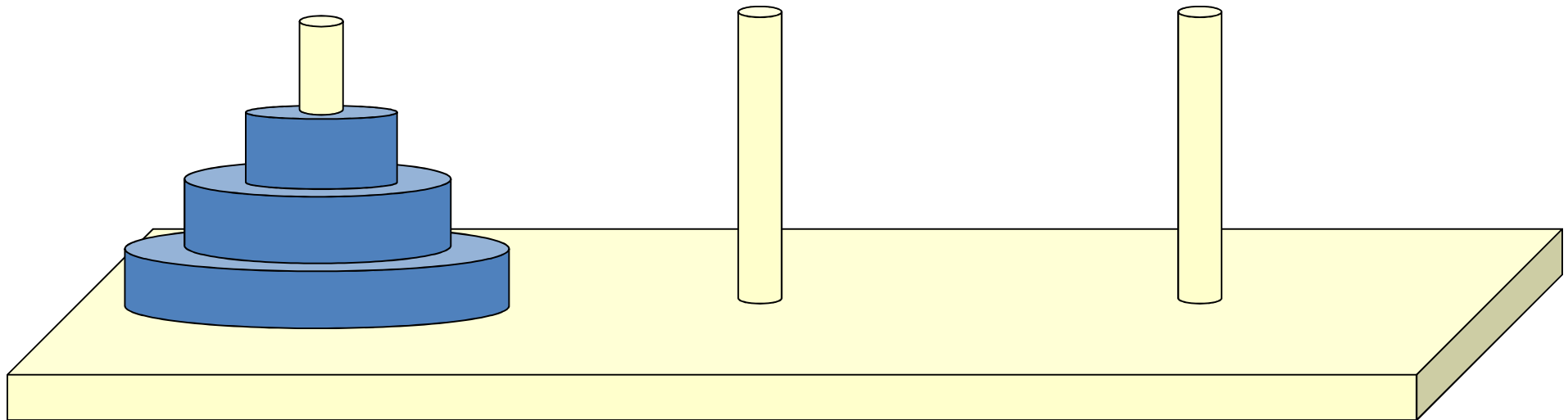
# ハノイの塔

下の図のように、3枚の円盤が一番左のペグにささっているとき、以下のルールで円盤を動かして、すべての円盤を右のペグに移動したい。どのように移動すればよいか？

<移動ルール>

○円盤は一枚ずつペグからペグに移動する。

○小さい円盤の上にそれより大きい円盤を乗せてはならない。



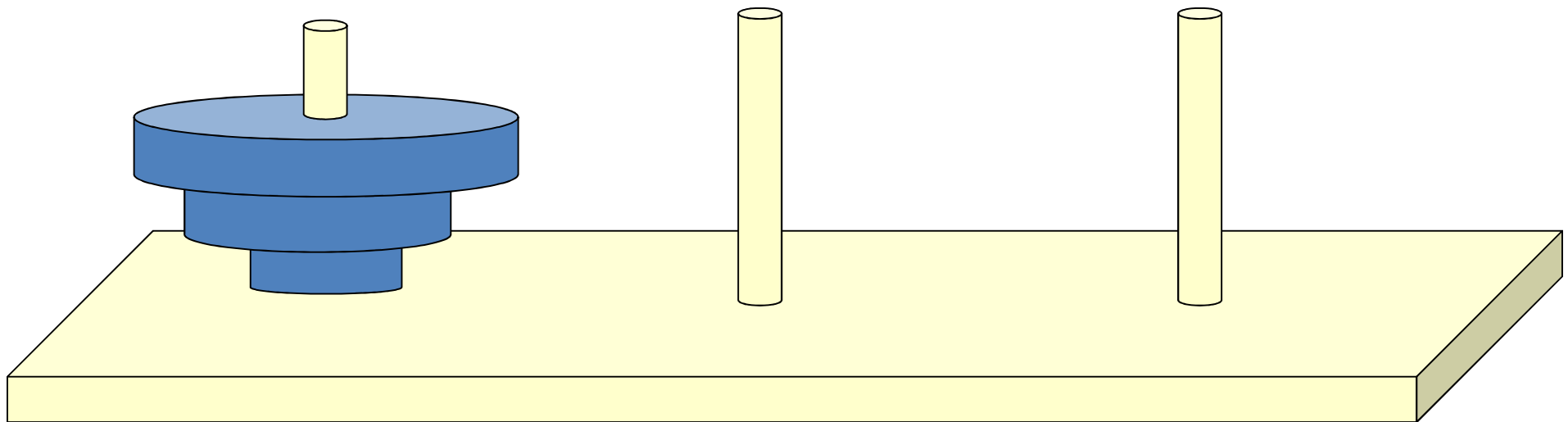
# 逆ハノイの塔

下の図のように、3枚の円盤が一番左のペグにささっているとき、以下のルールで円盤を動かして、すべての円盤を右のペグに移動したい。どのように移動すればよいか？

<移動ルール>

○円盤は一枚ずつペグからペグに移動する。

○大きい円盤の上にそれより小さい円盤を乗せてはならない。



# 研究略歴（自己紹介）

伊藤毅志

- 北海道大学文学部行動科学科

卒業研究 「逆ハノイの問題解決過程」

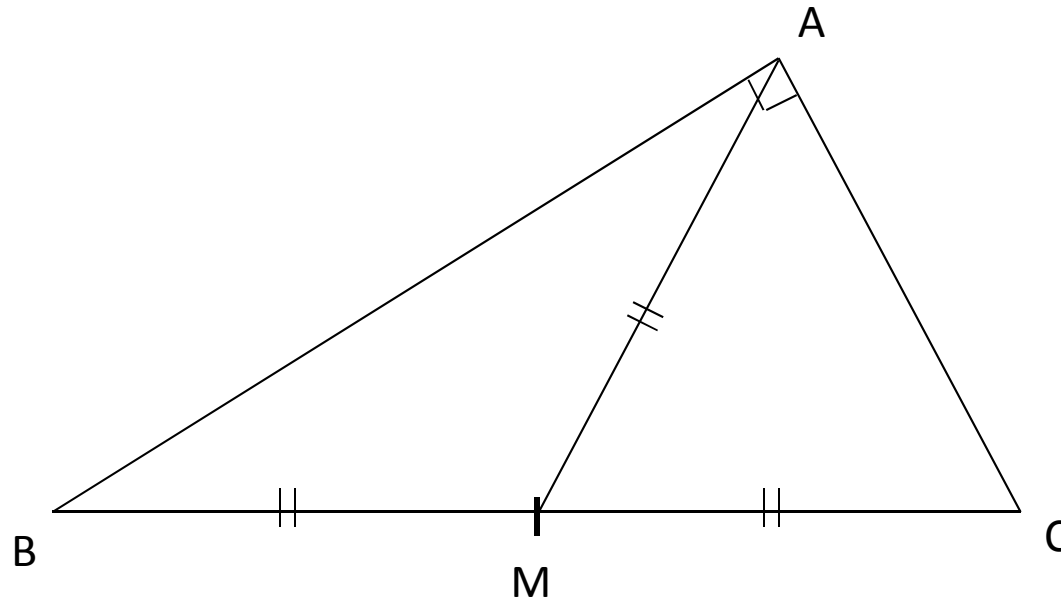
- 名古屋大学大学院工学研究科(情報工学専攻)博士課程

博士論文 「作図行動を含んだ問題解決の認知科学的研究  
～幾何の証明問題からの考察～」

# 初等幾何の問題

## 【問題】

$\triangle ABC$ において、辺 $BC$ の中点を $M$ とする。ここで、 $AM=BM=CM$ ならば、 $\triangle ABC$ は直角三角形になることを証明せよ。



# 研究略歴（自己紹介）

伊藤毅志

## ●北海道大学文学部行動科学科

卒業研究 「逆ハノイの問題解決過程」

## ●名古屋大学大学院工学研究科(情報工学専攻)博士課程

博士論文 「作図行動を含んだ問題解決の認知科学的研究  
～幾何の証明問題からの考察～」

## ●電気通信大学情報工学科赴任

- ・学習支援システム(人間の学習と学習、教育工学)
- ・インターネット会議支援システム(情報共有、情報抽出)
- ・四人将棋の協調的問題解決(協調問題解決)
- ・将棋の認知科学的研究(記憶、思考、直観、熟達化)
- ・人間らしい思考をするコンピュータ将棋(HITプロジェクト)
- ・合議アルゴリズムに関する研究

思考ゲームを題材とした人間の思考・学習研究



# 何故思考ゲームを研究対象にするのか？

～ゲームは人工知能(認知科学)研究の宝庫！～

## ●研究の題材として扱いやすい

- ・馴染みやすく、被験者も集めやすい題材である。
- ・ルールが明確で、コンピュータに載せやすい。
- ・改良が勝敗(強さ)に直結する。
- ・プレイヤーが多いと強さを計る尺度がある。(段級、レーティング)

## ●人工知能や認知科学の様々なエッセンスを含む

- ・探索 ⇒ 情報探索、推論システム、最適化技術
- ・知識ベース ⇒ データベース、知識モデル
- ・学習 ⇒ 機械学習、学習理論
- ・その他 ⇒ 理解、問題解決、思考、教育

# コンピュータに思考ゲームをさせるとは？

## 欧米では、「チェス」は「知性」の象徴

### 映画「2001年宇宙の旅」(1968)

宇宙飛行士とHAL(コンピュータ)がチェスをプレーする象徴的なシーン

### 欧米のインテリの家庭

インテリア感覚でちょっと高価なチェスボードが置いてある

◎強いゲームプログラムを作ること

≡知的なシステムを構築すること

⇒人工知能の黎明期から盛んに研究され続けた。

# チェスの研究の歴史

1840年代 チャールズ・バベッジの著作  
⇒アイデアの提案

世界初のプログラムで  
きる計算機の考案！

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IV」  
⇒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、、、

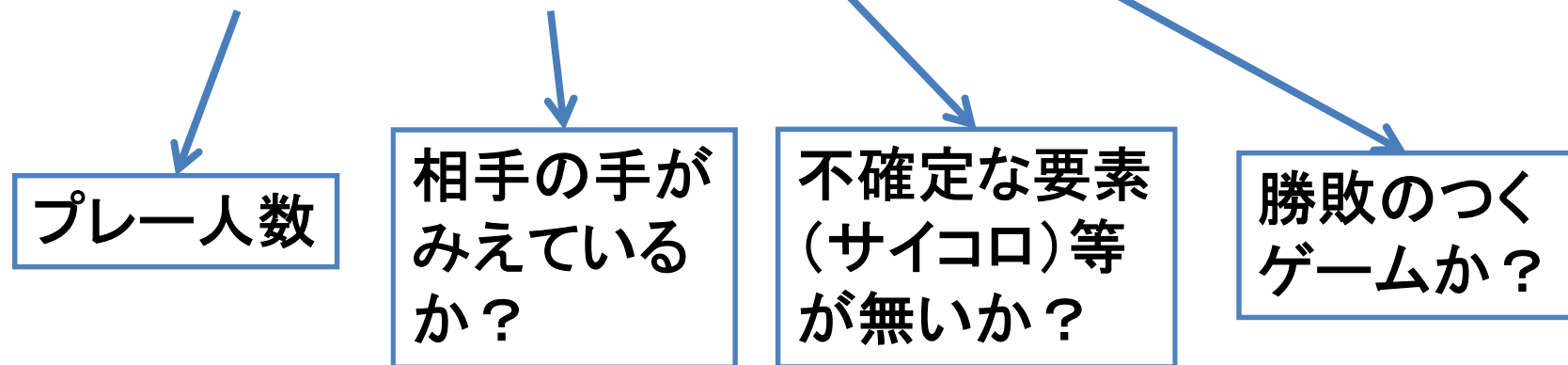
チェスは、人工知能研究のミバエである。

(by Alexander Kronrod)

# 題材としての「将棋」の情報学的分類

- 将棋というゲームは、情報学的に以下のように分類される。

## 「二人 完全情報 確定 ゼロ和 ゲーム」



同種のゲームは世界にたくさんある

例) チェス、囲碁、オセロ、チェッカー、中国象棋などなど

# 二人完全情報確定ゼロ和ゲーム

## <特徴>

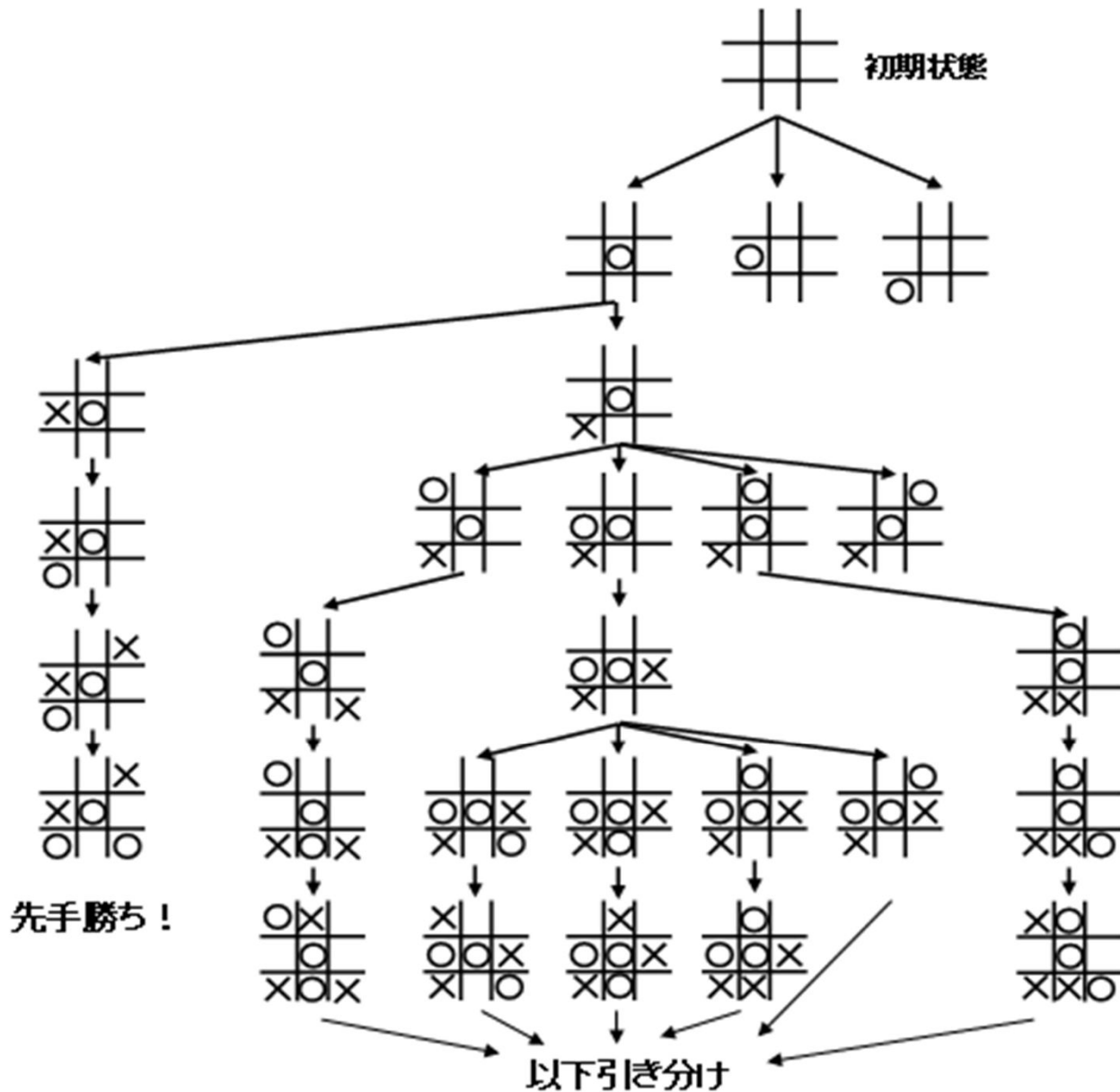
- 先手後手、すべての合法手がお互いにわかっている。
- ゲーム木という形で、ゲームの問題空間を表現できる。
- 有限ゲームであれば、必勝法が存在する。



先手必勝、後手必勝、引き分け？

必勝法がわかる ⇔ ゲームを解く

# 三目並べとゲーム木探索



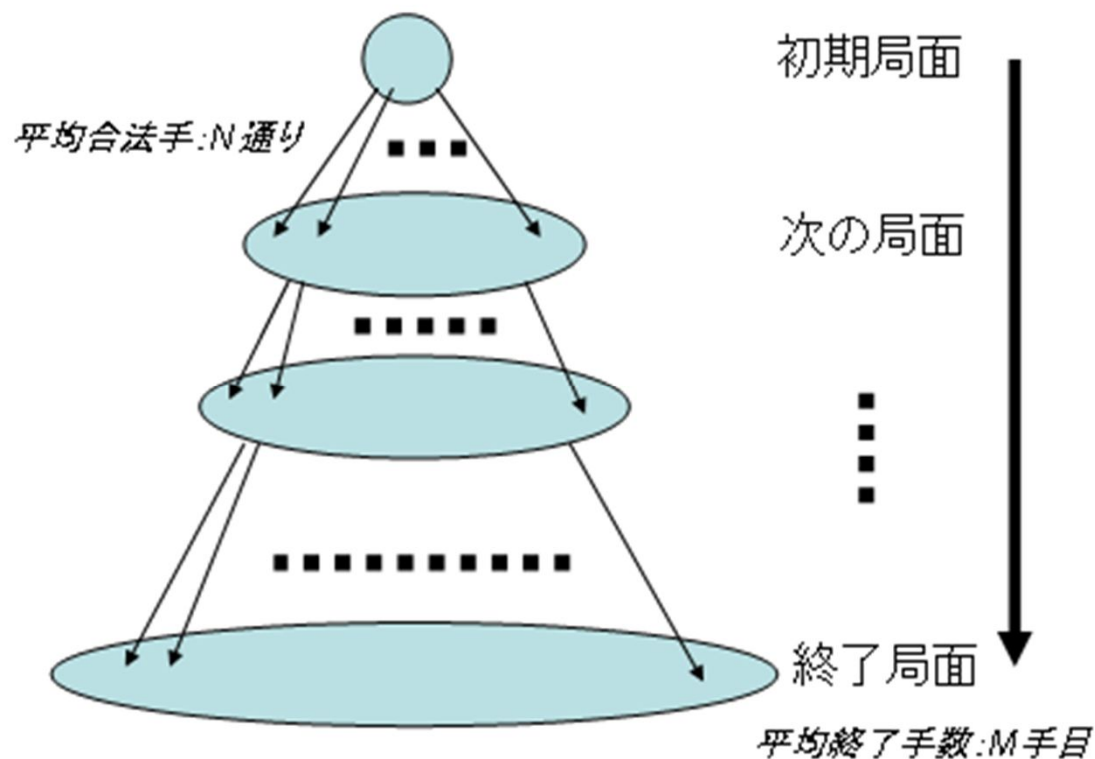
先手、後手、すべての  
ルール上選べる手をゲー  
ム木で調べることができる。



すべてを調べ尽くすと  
「引き分け」になるゲーム  
であることがわかる

# ゲーム木と複雑さ

- ゲーム木で考えるとゲームの複雑さが概算できる



一般にある局面で、平均 $N$ 通りの合法手があり、終局までに $M$ 手かかると考える、、、

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

# 情報学的に見たゲームの複雑さ

## ・想定される探索の量と難しさ

▪ チェッカー	10の30乗	← 完全解析(2007年) 「引き分け」
▪ オセロ	10の60乗	} 人間トップに勝利 (1997年)
▪ チェス	10の120乗	
▪ 将棋	10の220乗	← プロ棋士に肉薄! Xディは?
▪ 囲碁	10の360乗	← アマチュア五段以上?

一般に探索範囲が広いほどコンピュータには難しい



# 「将棋」特有の難しさ！

## ・持ち駒の再利用のルール

（世界中のチェスライクゲームの中で唯一）

・・・divergence game（終盤に行くほど合法手が増える）

⇒深い探索が困難！

## ・小駒が多い（桂馬、香車、銀、金など）

・・・局面の微妙な違いを理解することが難しい

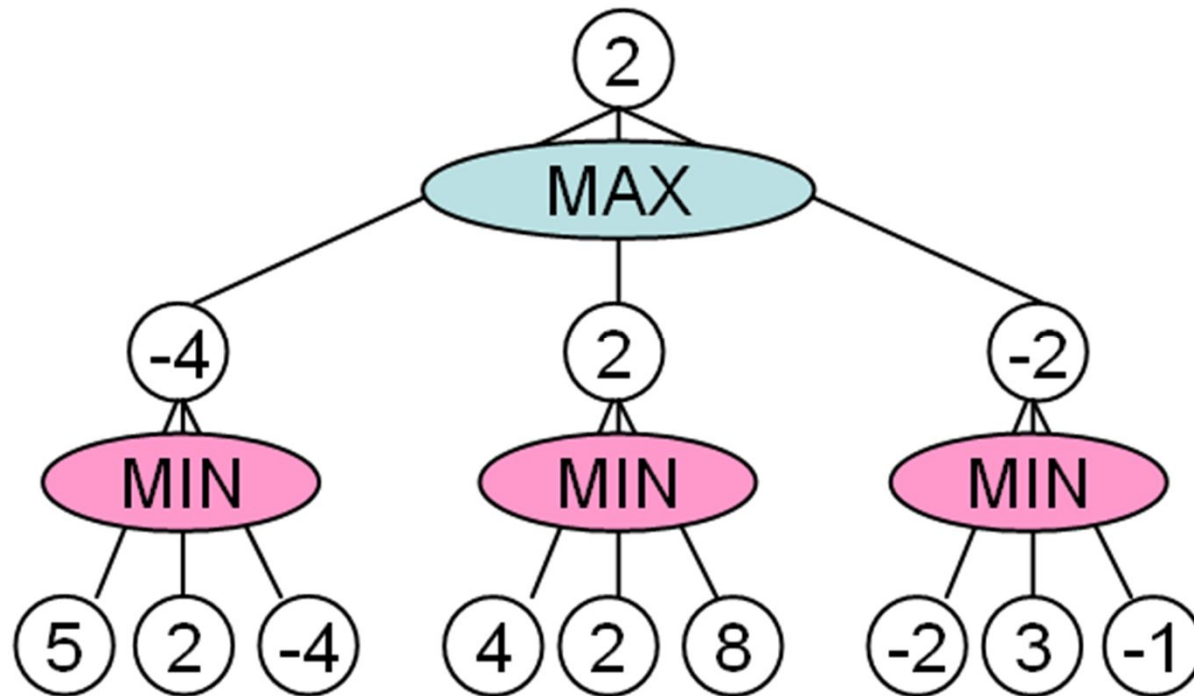
⇒評価関数の設計が難しい

# コンピュータ将棋の基礎

## 評価関数とミニマックス探索

・・・相手は自分にとって一番嫌な手を選択するはずだ！

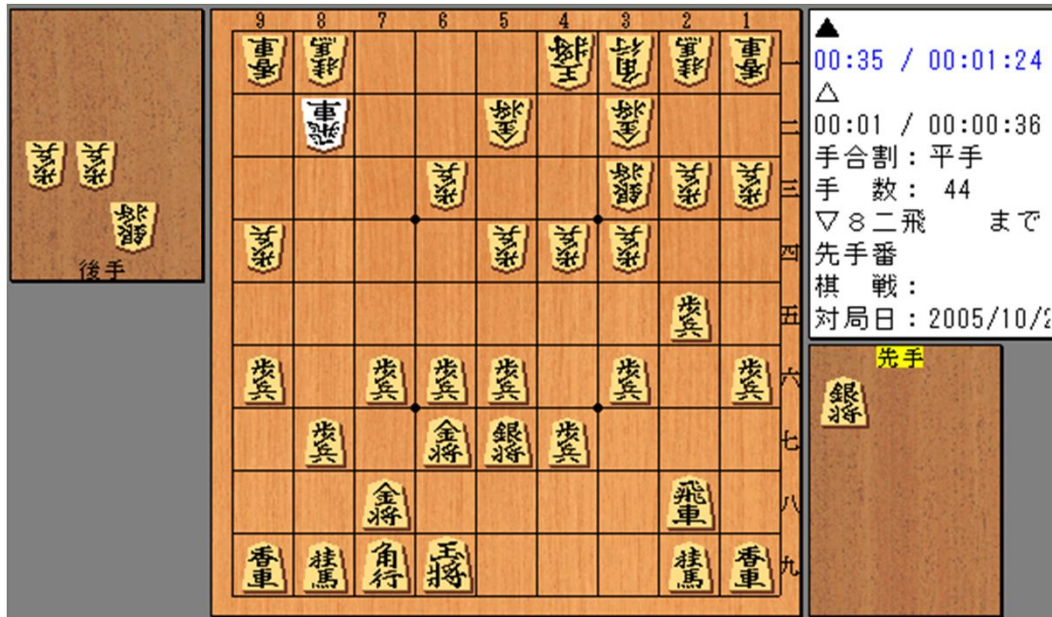
→数手先をすべて読んでみて、その局面の良し悪しを判断し、次の一手を決める



すべてのコンピュータプログラムはこの基本構造を持っている！

# 評価関数の設計

- 駒の損得、駒の効率、局面の進行度などをコンピュータに理解できるように数値化する



## 駒の効率

— 飛車角の位置、囲いの形など

## 局面進行度

— 序盤か？ 中盤か？ 終盤か？  
 → 駒得優先から詰み優先へ

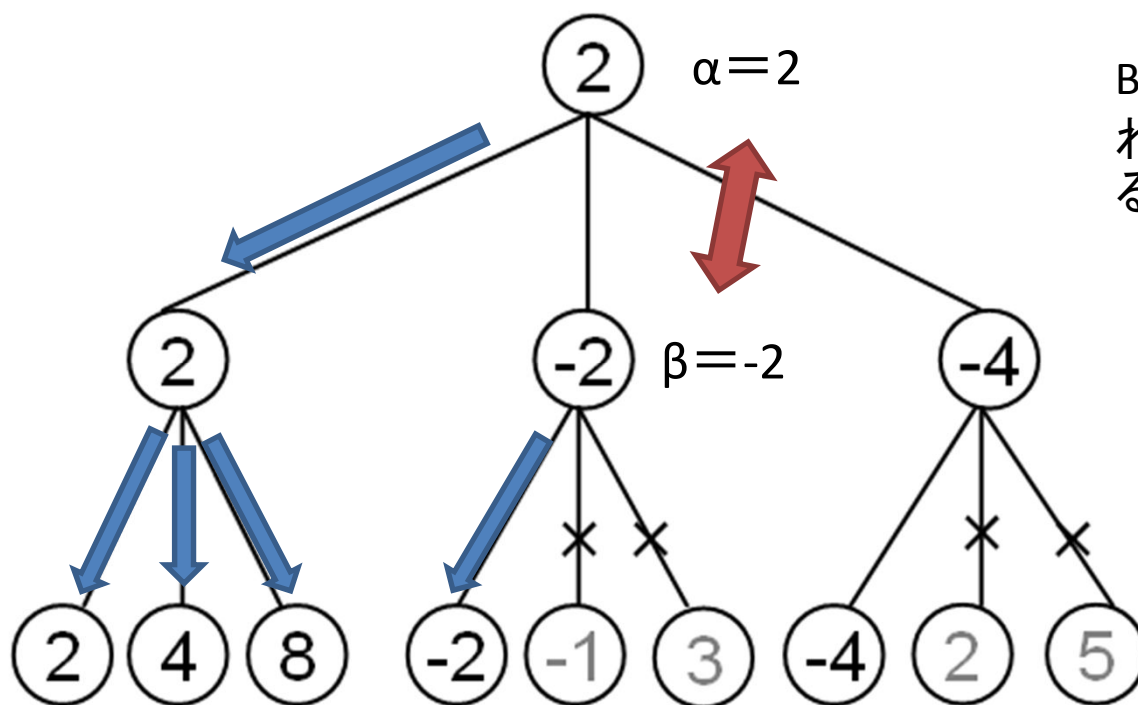
## 駒の得点例

	歩	香	桂	銀	金	角	飛
基本価値	100	430	450	640	690	890	1040
駒が成る価値	320	200	190	30	0	260	260
持ち駒の付加価値	15	50	60	80	90	220	230

# 探索の効率化

- いかに高速にたくさん深く読むか？

(代表例)  $\alpha\beta$ 枝刈り・・・無駄な枝を読まない工夫



Bの値が $\alpha$ の値より小さければそれ以降の枝は調べる必要がない！

# コンピュータ将棋の目標

## ・如何に深くたくさん読むか？

→一般に一手深く読むとレーティングにして200ぐらい強くなると言われている

## ・如何に正確な評価関数を構築するか？

→評価関数が正確なら読まなくても良い！？

「探索の高速化」と「評価関数の設計」が  
コンピュータ将棋の両輪

# コンピュータ将棋の歴史

- ・1976年 初のコンピュータ将棋プログラム(早稲田大学)
- ・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
- ・1985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～プロ棋士レベルへ)
  - －激指の登場(実現確率探索)
  - －2005年 コンピュータ将棋とプロ棋士の許可のない対局の禁止(将棋連盟)
  - －2006年 「**Bonanza**」の出現！(全幅探索、評価関数の自動学習)
  - －2007年 「渡辺竜王 VS Bonanza」
  - －2009年以降、「文殊」「大槻将棋」「ボンクラーズ」「芝浦将棋」等々、、、  
(ボナンザチルドレン)
- ・2010年 「あから2010 VS 清水市代女流王将」戦  
コンピュータ側の勝利！！

# 人間との対戦の歴史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

# 人間との対戦の歴史2

2006年 3月 情報処理学会イベント

「ここまで来たコンピュータ将棋」

激指 VS 清水上徹 アマ竜王○ (平手)

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 アマ竜王○ (平手)

2006年 4月～5月 週刊将棋 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

2007年3月21日 初の人間のトップクラス VS COMの対戦

○渡辺竜王 VS Bonanza (於:品川プリンスホテル)

2007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 加藤幸男○

2008年 5月 コンピュータ将棋選手権エキシビジョンマッチ

○棚瀬将棋 VS 加藤幸男

○激指 VS 清水上徹

2008年 9月 GPW 特別対局

棚瀬将棋 VS 加藤幸男○

○激指 VS 清水上徹



# Bonanzaのもたらした新技術！

## < Bonanza革命 >

### 全幅探索の実現

- ・・・BitBoardと呼ばれる局面表現方法で、軽くて処理速度の速い将棋の局面表現が可能に
- 序盤：二十数手、中終盤：十数手先まで全幅探索可能

### 評価関数の機械学習

- ・・・プロ棋士やトップアマチュアの棋譜を教師データに局面評価関数を機械で自動学習
- 例) 2010年のBonanza Feliz
- 4万6千の棋譜を教師データにして約1億個のパラメータを調整

ハードウェアの進歩による新技術の開花

# Bonanzaの出現以降何が変わったか？

## ● 読みぬけのない深い探索

- ・・・全幅探索の効果

- 十数手先までは、ほぼ完璧に読みつくす

## ● 人間らしい指し手に近づく

- ・・・評価関数自動学習の効果

- 強いプレイヤーに近い感覚の手を実現

- (駒の損得から形の善し悪しの理解へ)

# 「あから」プロジェクトの誕生

—2007年11月 情報処理学会理事会、懇親会後の飲み話

→SETI@HOMEの将棋版はできないだろうか？

## • 情報処理学会50周年記念事業

### 「トッププロ棋士に勝つコンピュータ将棋委員会」

—2008年1月 理事会承認

—2008年5月 通常総会承認 →正式に始動

—2008年9月 夏合宿開催

有カプログラマー参加

『如何に最強の将棋システムを作るか？』

・ハードウェア →グリッドマシンを使う

・ソフトウェア →最強のアルゴリズムは？

# 夏合宿の会議は踊る！ 「ソフトウェア開発の問題露呈！」

- 開発者は協力して一つのプログラムを作った経験が無い  
→「協力」という発想の欠如！
- 強いプログラムは商品化されていて、共有しにくい  
→ライセンスの問題！
- 開発者は他人のソースコードを見たがらない  
→自分のプログラムが一番！
- 世界コンピュータ将棋選手権との兼ね合い  
→最強のプログラムを一つ作ったとして、選手権はどうなる？！  
→特定のプログラムが優遇されて良いのか？

# 協力的開発のアイデア

- 序盤、中盤、終盤で、それぞれ強いプログラムに切り替える
  - どうやって切り替える？
- 詰将棋専門ルーチンを別に動作させ続ける
  - どこまで読む？
  - 詰みを発見したとしてどう思考に反映させる？

# 合議というアイデア

次の一手

- 非常に単純！
- 問題の多くをクリア！

多数決合議

最も多い意見(候補手)を選ぶ

候補手1

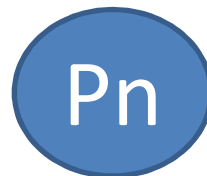
候補手2

候補手3

候補手N



...



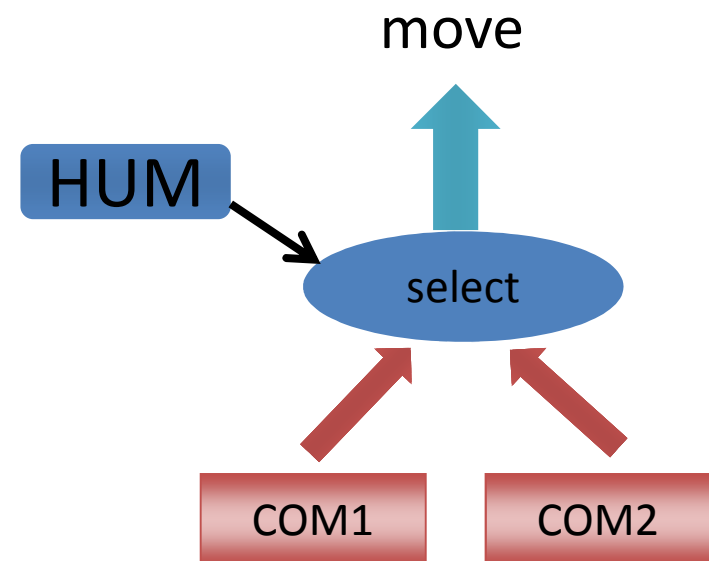
? 思考の一貫性  
? 強くなるのか

# 関連研究 3Hirn

## Aithofer's research (2002)

- 二つのプログラムが提案した候補手からより強い人間が手を選ぶ  
→元のプログラムよりもレーティングにして200ぐらい強くなる！

二つのプログラムの中に良い手が含まれている！



# 多数決合議の効果は？

- 5五将棋を用いた実験

- 「千分ノ壺里眼」を用いて

- A. 評価関数二種 (オリジナル & K55)

- B. 探索手法二種 (静止探索有 & 無)

- 4種類のプログラムを作って、多数決合議させた。



# 多数決合議の効果は？

- 5五将棋を用いた実験  
相互の勝率を実験で計測！

	対 静止独自	対 静止K55	対 独自	対 K55	勝率
静止独自	—	71勝29敗	59勝41敗	75勝25敗	0.683
静止K55	29勝71敗	—	29勝71敗	65勝35敗	0.410
独自	41勝59敗	71勝29敗	—	65勝35敗	0.590
K55	25勝75敗	35勝65敗	35勝65敗	—	0.316

# 多数決合議の効果は？

- 5五将棋を用いた実験

合議VSオリジナルの対戦結果！

(対局相手→) (↓リーダー)	対 静止独自	対 静止K55	対 独自	対 K55	勝率
静止独自	61勝39敗	71勝29敗	58勝42敗	79勝21敗	0.673
静止K55	45勝55敗	70勝30敗	60勝40敗	61勝39敗	0.590
独自	58勝42敗	78勝22敗	52勝48敗	69勝31敗	0.643
K55	46勝54敗	68勝32敗	49勝51敗	63勝37敗	0.565

どれをリーダーにしても、元のプログラムには勝ち越し！

# Bonanzaを使って、本将棋でも調べてみよう！

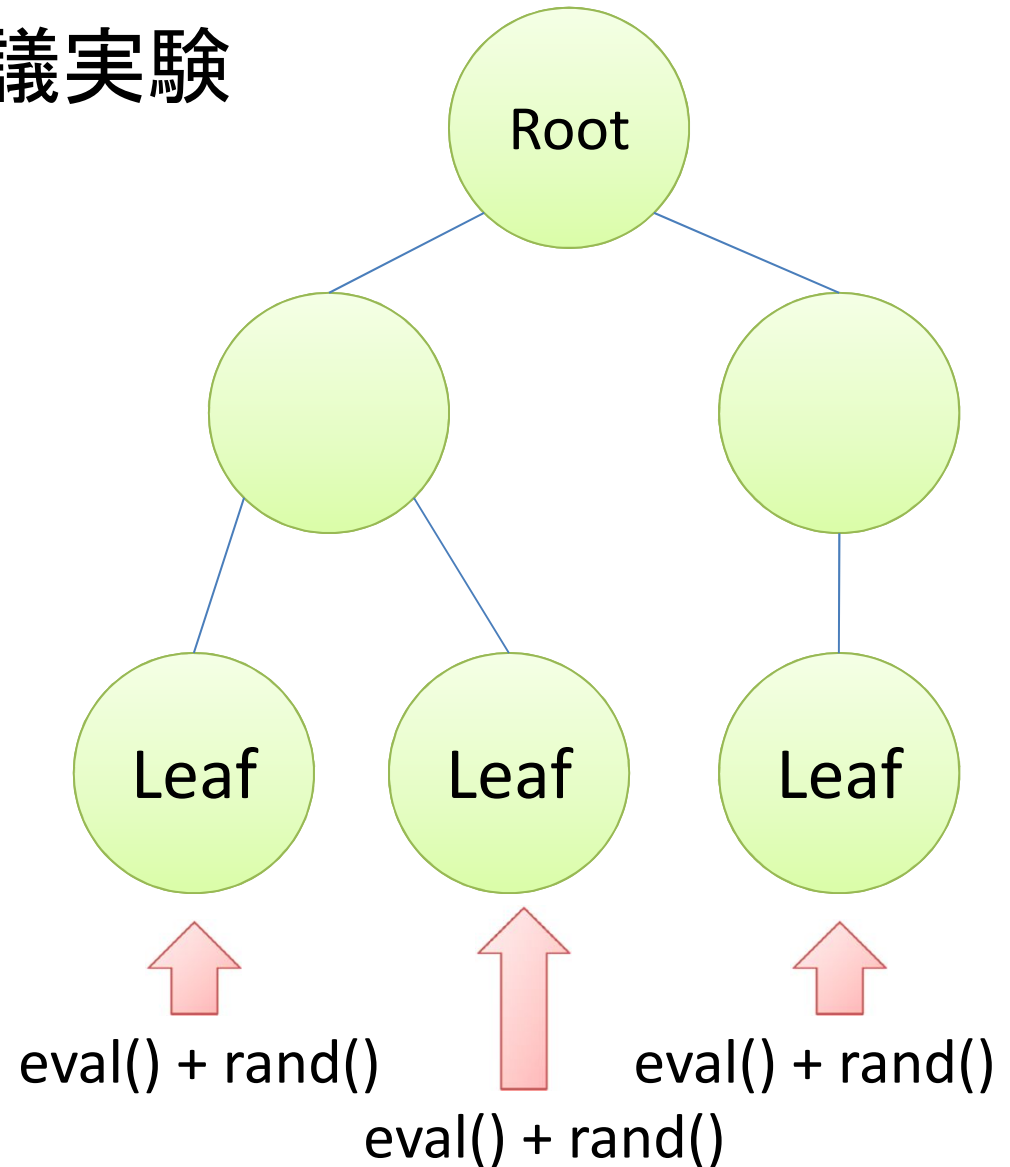
## 乱数を用いた多数決合議実験

→一つのプログラムで評価関数に適切な乱数を加えて複数のプログラムを作る！

正規乱数 $N(0, \sigma^2)$ を用いる

$\sigma$ の大きさと合議する数 $M$ を変えてその効果を調べる！

→Bonanzaの協力！



## 統計的有意性で検証

...1000局対戦させて、どれぐらいの勝てば、強くなったと言えるか？（二項検定）

有意水準= **0.05**

**527** 勝以上 / 1000 局

有意水準= **0.01**

**537** 勝以上 / 1000 局

# Bonanzaを用いた自己対戦実験2

1手40万ノード

*M = number of consultation players*

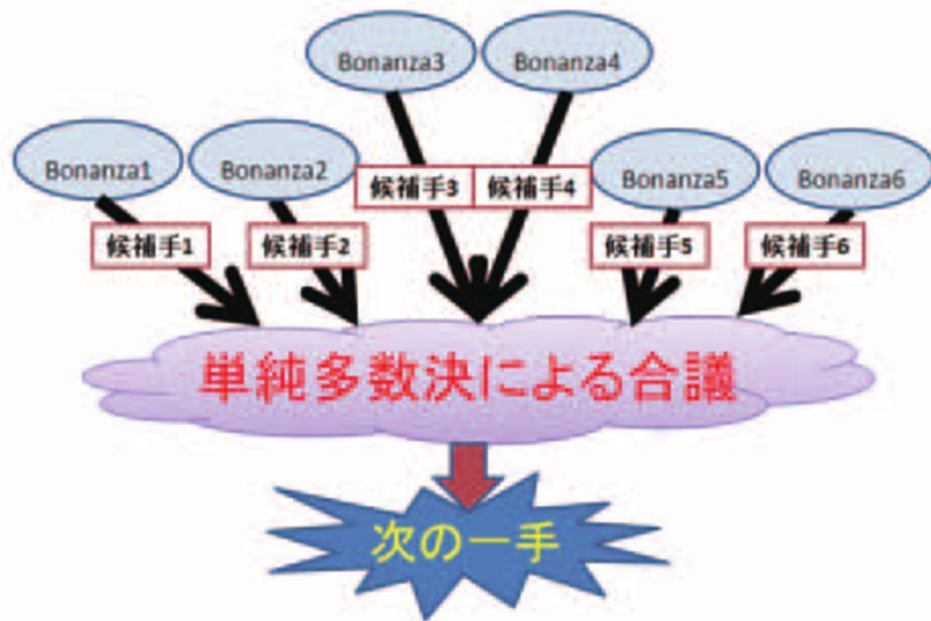
M \ $\sigma$	25	50	101	202
1	47.83	48.89	45.98	35.08
4	55.56	53.24	52.21	45.43
8	55.19	57.42	54.59	48.89
16	53.07	55.99	55.70	50.20

(%)

Winning Rate = Wins / (1000 - Draws)

# 2009年5月 世界コンピュータ将棋選手権

- 「文殊」(小幡拓弥君:伊藤研究室)  
→初出場3位!の快挙!



多数決合議はどうも効果があるらしい、、、

# GPS将棋を用いた自己対戦実験

- GPS将棋(東大田中研究室)の協力

*M= number of consultation players*

M \ $\sigma$	25	50	100	200
1	51.76	46.85	45.80	35.77
4	55.23	55.86	55.77	50.85

(%)

Winning Rate = Wins / (1000 - Draws)

*Bonanza*だけでなく、GPS将棋でも強くなる！

# YSSを用いたBonanzaとの対戦実験

- YSS(山下宏氏)の協力

M \ σ	0	6	12	25	50	100	200
1	46.6*	45.6	47.8	48.2	41.9	41.4	41.0
3		50.0	48.7	52.8	50.9	51.6	52.5
8		51.4	52.5	53.2	55.4	50.5	53.5

\* 2000 games

(%)

Winning Rate = Wins / (1000 - Draws)

**自己対戦だけでなく、他のプログラムに対しても有効！**



# 3プログラムによる異種合議実験

	vs. Bonanza	vs. YSS	vs. GPS Shogi
Bonanza	<u>50.00*</u>	<u>70.31</u>	59.10
YSS	29.69	50.00*	<u>63.46</u>
GPS Shogi	40.90	36.54	50.00*
Consultation	64.26	73.65	72.24

\* 自己対戦は50%の理論値

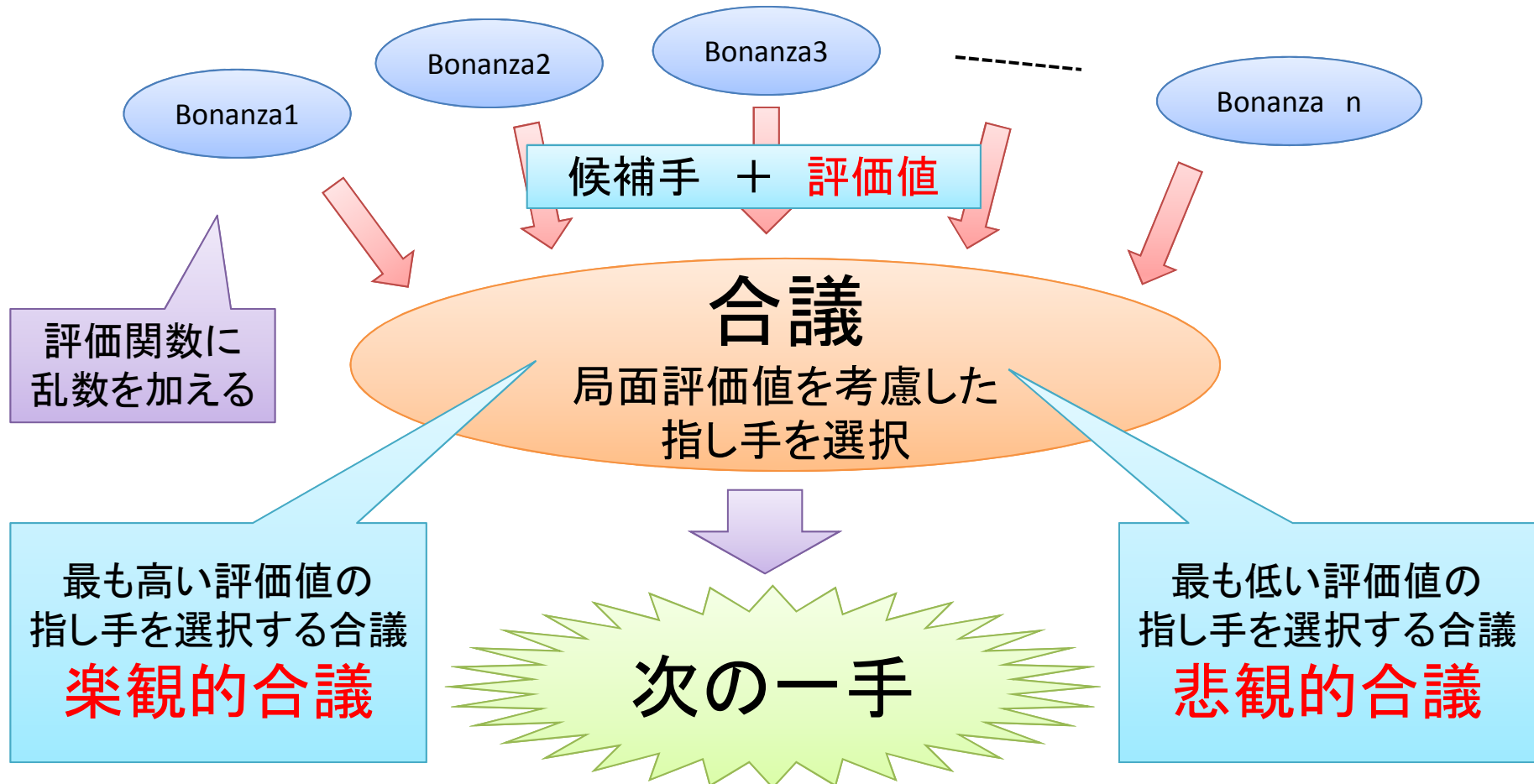
(%)

**3つのプログラムによる合議は、さらに効果大！**

# 楽観的合議(補足)

杉山卓弥君(斉藤博昭研究室)との共同研究

- 局面評価値を考慮した指し手を選択する合議



# 難航する対戦形式・相手

- 2009年末  
プロジェクト委員長中島秀之氏と将棋連盟  
米長邦雄会長のトップ会談！
  - －女流トップとの対戦
  - －スポンサーは連盟が引き続き探す
  - －2010年秋対戦
  - －挑戦状セレモニーをしてプレスリリース

<2010年4月2日>

情報処理学会が日本将棋連盟にコンピュータ将棋の挑戦状を送る！

→ 今秋「清水市代女流二冠 VS コンピュータ将棋」

社団法人 日本将棋連盟

会長 米長邦雄殿

コンピュータ将棋を作り始めてから

苦節三十五年

修行に継ぐ修行研鑽に継ぐ研鑽を行い

漸くにして名人に伍する力ありと

情報処理学会が認める迄に強い

コンピュータ将棋を完成致しました

茲に社団法人日本将棋連盟殿に

挑戦するものであります

平成二十二年 四月二日

社団法人 情報処理学会

会長 白鳥則郎

▲情報処理学会が日本将棋連盟に送った挑戦状

社団法人情報処理学会

会長 白鳥則郎 殿

挑戦状確かに承りました

いい度胸をしていると

その不遜な態度に感服した次第

女流棋士会も誕生して三十五年

奇しくも同年でございます

今回は初戦相手を女流棋界の

第一人者清水市代に決定しました

全ての対局運営は女流棋士会ファンクラブ

駒桜が執り行うように委嘱いたします

平成二十二年四月二日

社団法人日本将棋連盟

会長 米長邦雄

### ▲日本将棋連盟から情報処理学会への返事



挑戦状を手渡す白鳥会長（右から3番目）と米長会長（日本将棋連盟）（左）



左から米長邦雄日本将棋連盟会長、清水市代女流王将・女流王位、白鳥則郎情報処理学会会長、佐々木元創立50周年記念事業実行委員会委員長、中島秀之トッププロ棋士に勝つためのコンピュータ将棋委員会委員長



左から米長会長（日本将棋連盟）、清水市代女流王将・女流王位、白鳥会長



記者会見の様子

情報処理学会HPより抜粋

# 対戦への準備（技術編）

## ＜設計部分＞

- 対局サーバー
  - － 中断対局再開機能
  - － 通信異常時のクライアントの再起動
- 合議サーバー
  - － クライアント間の意見を取りまとめ、多数決により次の一手を決定するロバストなシステム
  - － 予測読み機能
- プロトコルの設計
  - － クライアント間での通信プロトコルの変換

## ＜戦略部分＞

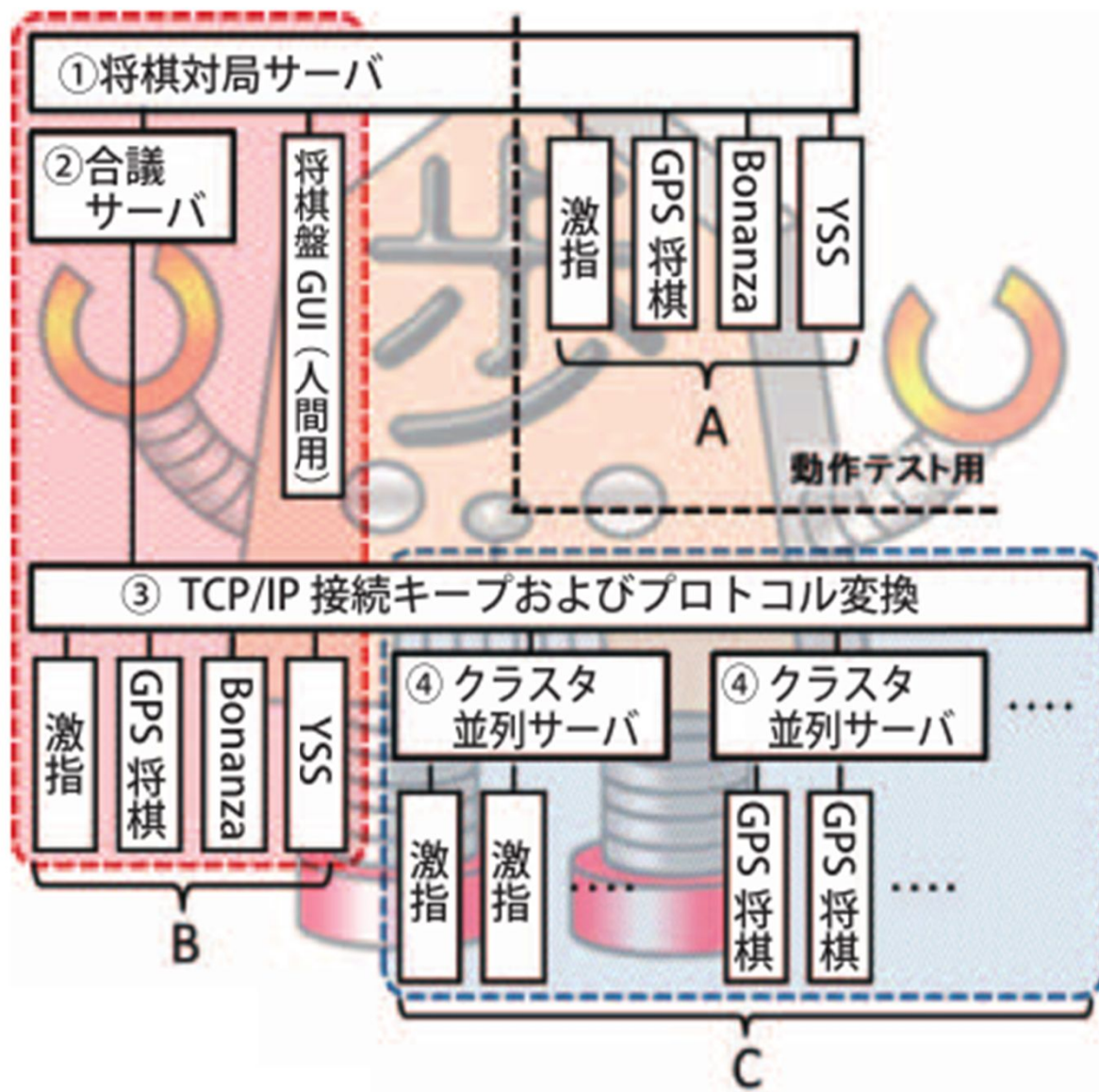
- 清水女流の棋譜分析
  - － 対清水女流用序盤戦略の設計

## ＜テスト＞

- 数千局に及ぶ対局サーバーの動作確認
- 合議サーバーのロバスト性の確認
- マシンの強制ダウンテストなど



# あから2010全容

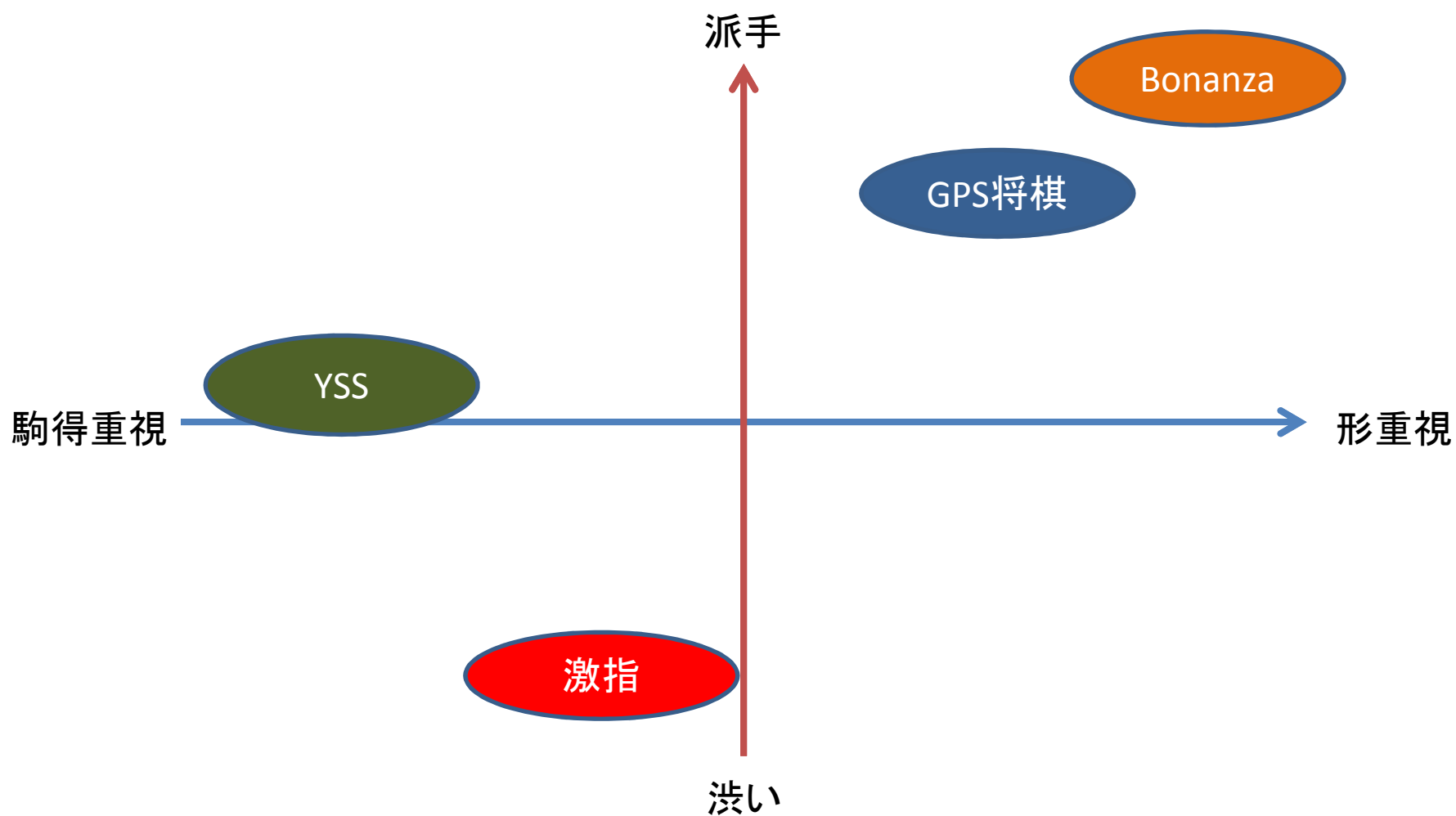


①対局サーバー  
コンピュータ将棋対戦場  
Floodgateで2年以上運用  
実績のあるフリーソフト  
Shogi-serverを利用

②合議サーバー  
クライアントの意見を取り  
まとめ、多数決を行う  
クライアントがたとえ数台  
落ちてもロバストに動作  
する！  
→保木邦仁氏作成



# 4プログラムの棋風



# コンピュータ将棋順位戦(仮)観戦メモ2&まとめ(1)

## 篠田准教授(奈良女子大)による4プログラムの分析

[http://www.geocities.jp/problem\\_extra/floodgate/101-200.html](http://www.geocities.jp/problem_extra/floodgate/101-200.html)

### 激指

強さではおそらくBonanzaと双璧。特に正統派の将棋である。他の3ソフトはいずれも仕掛けが早いため相対的に受け将棋に見えるが、激指も当然ながら切れ味鋭い寄せの能力を持っている。しかしソフト同士の対戦ではやはり「駒得して受け切る」能力に長けている。しかし最終盤での読みはあまり深くなく、駒得して樂觀し一発を食うのがひとつの負けパターン。もうひとつの負けパターンは「Bonanza攻めに吹っ飛ばされる」ものである。薄い玉型や玉自ら危険地帯で受ける展開も苦にしないが、振り飛車に対して棒銀など玉の薄い戦型の選択をするときはさすがの激指も勝率が悪いように見える。

### Bonanza

見たこともないような手、特に派手な攻め手順に特徴を持ち、激指をも吹っ飛ばすこと幾度か。受けに回っても訳のわからない形になる。序盤からでも相手に隙ありと見れば飛び掛っていく。しかし駒損しても攻めが繋がることを優先するため、さすがに無理という手順を指すこともしばしば。弱点とされる詰みルーチンの無さは3時間将棋ではほとんど影響がなく、逆転負けは少ない。ライバル激指に負かされるのは、駒損の攻めで息切れする、あるいは一見好調そうに見えるが大局観の差を思い知るパターン。また、入玉型将棋の指し手は最善とは程遠く、大きく改良の余地を残す。

# コンピュータ将棋順位戦(仮)観戦メモ2&まとめ(2) 篠田准教授(奈良女子大)による4プログラムの分析

[http://www.geocities.jp/problem\\_extra/floodgate/101-200.html](http://www.geocities.jp/problem_extra/floodgate/101-200.html)

## GPS将棋

終盤の読みが深く、一瞬現れる敵玉の寄り筋は逃さない。また、ぎりぎりの凌ぎで勝つ能力も持っている。しかし、敵玉に王手が続くような深く読める局面を高く評価してしまうきらいがあり、いざ進めてみると良くなかった、という場面が散見される。全般的に仕掛けは軽くそれがいい方向に働く場合もあるが空振りも多い。独創的な序盤は時として大作戦負けを引き起こす。振り穴退治の銀冠から端攻めは得意のパターン。

## YSS

鋭い寄せを特徴とし、激指にも何番かパンチを入れる。しかし序盤に難があり、特に美濃囲いの桂を早く跳ねたため桂頭を攻められる、端歩の形で損をする、金銀が立ち遅れるなど作戦負けの多さがそのまま勝率に響いている。苦しくなっても辛抱強く戦って勝ちにつながることもしばしばあるが、そのままじり貧に陥ることもまたしばしばある。意欲的な作戦があまり実ることはなく、とにかく序盤を乗り切ることが課題。

# あから2010の分散ハードウェア群

## 東京大学情報理工学系研究科 istbs クラスタ

Intel Xeon 2.80GHz, 2 cores	106 台
Intel Xeon 2.40GHz, 2 cores	60 台
小計	166 台 332 cores

激指, GPS 将棋, Bonanza が利用

## 科学研究費補助金「特定領域研究」情報爆発時代に向けた新しいIT基盤技術の研究, InTrigger クラスタ

Intel X5560 2.80GHz, 8 cores	10 台
AMD Opteron 2380 2.4GHz, 8 cores	2 台
Intel E5410 2.33GHz, 8 cores	9 台
小計	21 台 168 cores

激指, GPS 将棋, Bonanza, YSS が利用

## 東京大学, GPS 将棋所有クラスタ

Intel X5570 2.93GHz, 8 cores	1 台
Intel X5470 3.33GHz, 8 cores	1 台
Intel X5365 3.00GHz, 8 cores	1 台
AMD Opteron 2376 2.3GHz, 8 cores	4 台
AMD Opteron 280 2.4GHz, 4 cores	1 台
Intel Core2 Quad Q6700 2.66GHz, 4 cores	1 台
小計	9 台 64 cores

GPS 将棋が利用

## 電気通信大学, Bonanza 所有クラスタ

Intel X5680 × 2, 12 cores	4 台
Intel W3680, 6 cores	1 台
Intel Core i7 980X, 6 cores	1 台
Intel W3440, 4 cores	1 台
小計	7 台 64 cores

Bonanza が利用

## YSS 所有マシン

Intel i980X 3.3GHz, 6cores	1 台
----------------------------	-----

YSS が利用

★できるだけたくさんのマシンをかき集め、場所的にも分散した環境から並列サーバーにアクセスさせた。

# あから特製序盤戦術

## 清水女流棋譜分析から

	戦型	棋譜数	割合 (%)	先手勝率
1	相掛かり	79	27.2%	0.506
2	四間飛車	50	17.2%	0.52
3	横歩取り	44	15.2%	0.545
4	中飛車	40	13.8%	0.6
5	矢倉	23	7.9%	0.609
6	角換わり	16	5.5%	0.563
7	向飛車	11	3.8%	0.182
8	その他の戦型	10	3.4%	0.7
9	ひねり飛車	6	2.1%	0.5
10	三間飛車	4	1.4%	0.25
11	角交換その他	2	0.7%	0.5
12	右四間飛車	2	0.7%	0
13	雁木	2	0.7%	0.5
14	右玉	1	0.3%	0
計		290	100%	0.524

対向飛車の勝率が  
極端に低い！



全11局をすべて調査！



角道を止めない振り飛車  
に苦戦している！



後手4手目3三角戦法

清水女流王将戦型別勝率

橋本剛氏(松江高専)による分析から

# 対戦への準備（環境編）

## ＜事前知識の共有＞

- 清水女流への情報公開
  - －コンピュータ将棋の基礎知識レクチャー
  - －対戦用マシン（「激指」「Bonanza」「GPS将棋」「YSS」インストール済）の貸し出し
  - －コンピュータ将棋の過去の棋譜提供

## ＜対戦環境＞

- 椅子対局
  - －清水女流の希望を聞く

## ＜リハーサル＞

- 対局場検分
  - －照明、部屋の室温など
  - －不慮のマシントラブルの際の事前打ち合わせなど

# 清水女流へのレクチャー

## <伊藤 & 松原さんによるレクチャー>

- 情報学的に見た「将棋」
  - ー二人完全情報確定ゼロ和ゲーム
- コンピュータ将棋の基礎
  - ー評価関数とゲーム木探索
- 最近のコンピュータの進歩
  - ー評価関数の自動学習
- 情報処理学会特製プログラムの仕組み
  - ー参加プログラムと合議アルゴリズム
- **現在のコンピュータの強さと弱さ**
  - ー**コンピュータ将棋と人間の違い**

## <篠田正人氏(奈良女子大・元アマ竜王)によるレクチャー>

数回にわたって、コンピュータの棋譜を用いた弱点の研究やレクチャーをしていたらしい。

# コンピュータ将棋の歪な進歩

	コンピュータ将棋	プロ棋士
候補手	すべての合法手	経験的知識からの手 方針を持った手
先読み	広く深く読む (1秒間に数十万手)	狭い直線的読み (毎分数十手)
特徴	膨大な先読みから、良い 手をその場で探索	過去の経験的知識に基づ いた指し手の生成
長所	○先入観に囚われず、 すべての手を評価できる	○手を絞れる ○狙いを持った手が指せる
短所	×無駄な探索が多い ×意味を把握できない	×先入観が盲点を生む ×読み抜けがある



# コンピュータの弱点？

## 序盤の構想力が無い

→序盤の最新の研究についていけない

## 水平線効果

→数十手先のゼット局面などの評価が難しい

# コンピュータとどう戦うか？

## 序盤でリードする！

→最新の研究手順で突き放す！

## 終盤で2手スキぐらいの局面を維持する

→詰む詰まないの斬り合いに持ち込まない！

## 時間を有効に使う！

→コンピュータは持ち時間の使い方が苦手

→コンピュータの意表を突く手に慌てないように

終盤に時間を残す

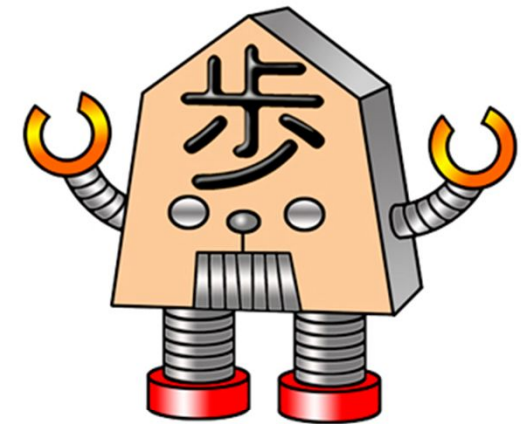
# 技術以外の対戦への準備

## ＜プログラム名称の検討＞

- 情報処理学会特製プログラムであることを表す名前「あから」←「阿伽羅」（命名は私、、、）
  - －華嚴経にある10の224乗という大きな数字の単位

## ＜キャラクターの作成＞

- 関係者の周辺でデザイン募集
  - －関係者で投票し、得票が多かったモノを情報処理学会のデザイナーに修正させた。



# 2010年10月11日対戦当日の様様

- 正午開場予定が、、、11時前には大行列！





# 2010年10月11日対戦当日の様様

- メイン会場がアツという間に埋まりサブ会場も満員に！→750名以上来場！



# 2010年10月11日対戦当日の様

- 佐藤康光九段、藤井猛九段、里見香奈女流名人の超豪華解説陣！



# 2010年10月11日対戦当日の様

- 米長邦雄将棋連盟会長のスピーチ





# 2010年10月11日対戦当日の様

- 白鳥則会長のスピーチ





# 2010年10月11日対戦当日の様様

- 東大情報理工学研究科長 萩谷先生のスピーチ



# あから2010 VS 清水女流王将



# あから2010 VS 清水女流王将



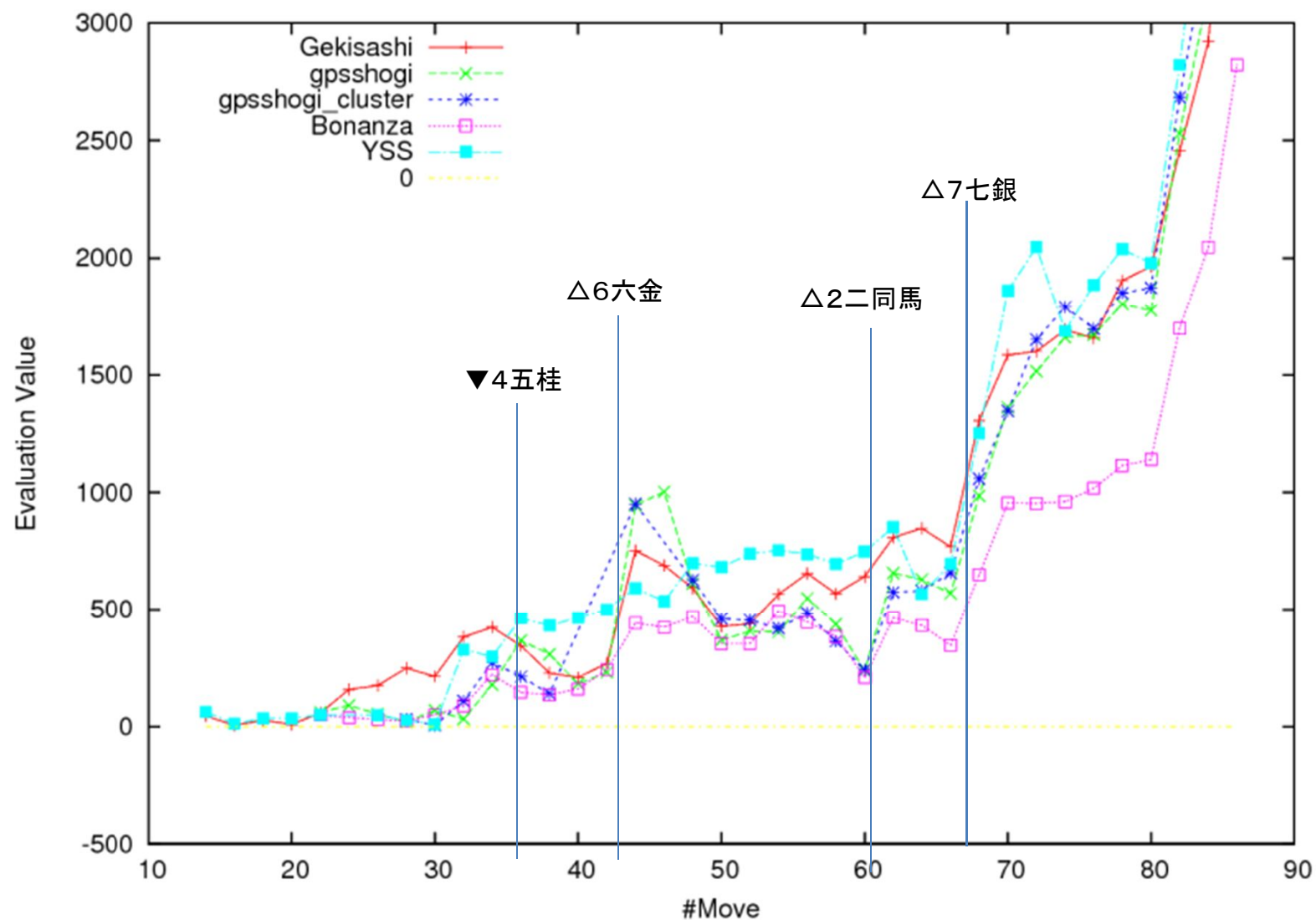


# あから2010 VS 清水女流王将

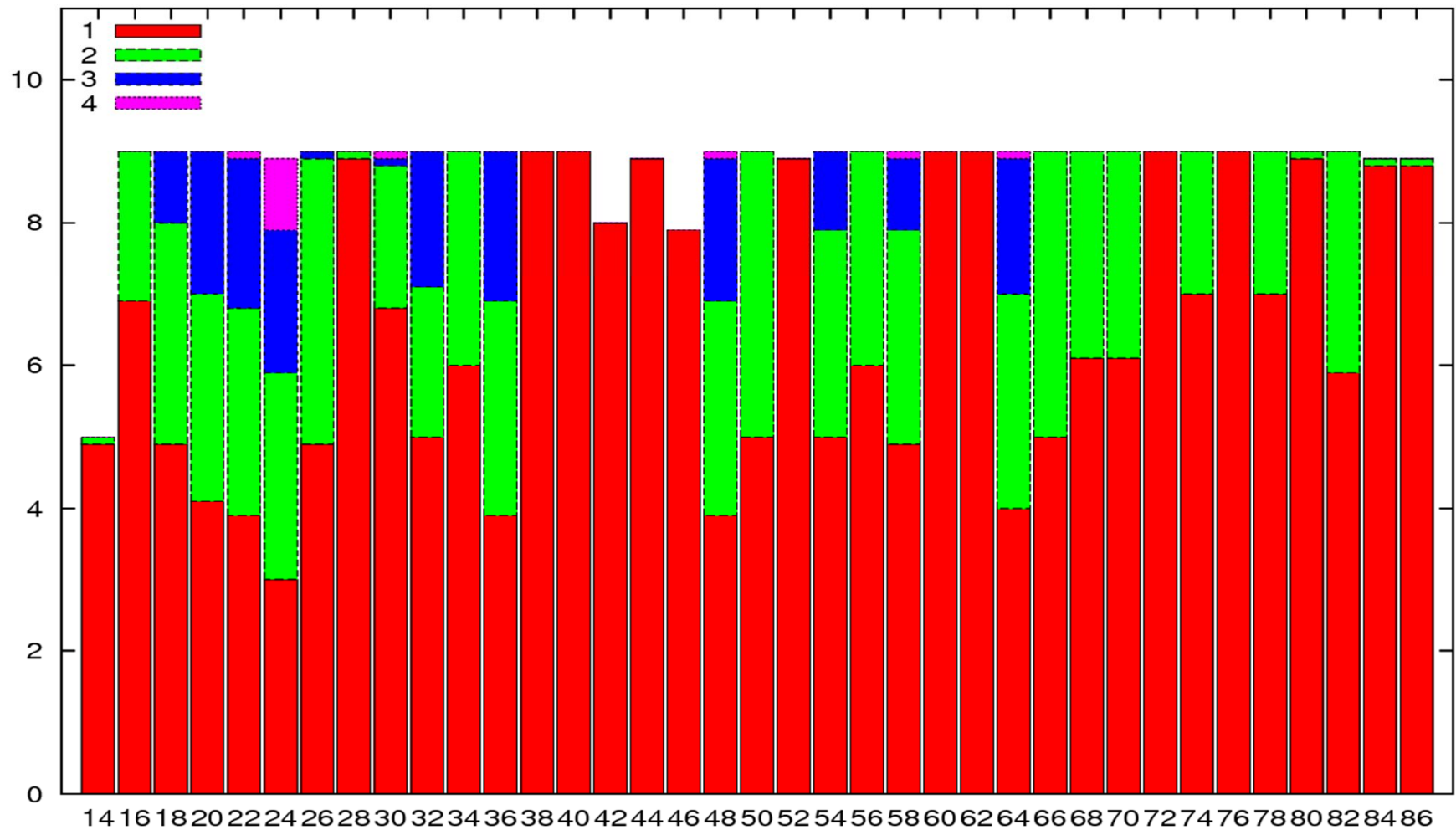


# あから2010 VS 清水女流王将

## 「あから」から見た形勢判断



# あから2010 VS 清水女流王将 得票の割合の推移



# 対局が終わって、、、

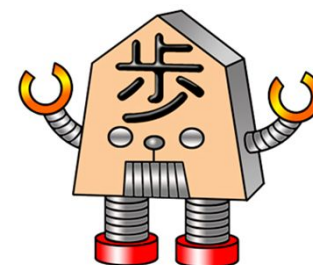
- 記者会見



「奇抜な手はなく、途中からは人間と指している気持ちに。悔しい気持ちもありますが、ソフトの開発に携わった方々の努力に尊敬の念を抱きました。今後も人間とコンピューターが切磋琢磨(せっさたくま)して強くなれば」

# まとめ：何故勝てたのか？

1. 既にコンピュータのほうが女流より十分に強かった！
  - 当時のコンピュータのレーティングは3100程度  
(女流トップはせいぜい2500程度と言われている)
2. 合議アルゴリズムが機能した
  - 少なくとも悪手を選んでいなかった
  - 4つの性質の違うプログラムの手を予測しづらくなっていた？
3. 序盤の戦略がうまくいった！
  - コンピュータには難しいとされていた定跡に踏み込んだ
  - 3三角は明らかに清水さんの意表を突いた
4. 清水さんがコンピュータ将棋の弱点を突かなかった
  - プロ棋士は自分のスタイルを変えることを嫌う  
(特に女流プロ棋士はその傾向が強い！？)





# Xディに向けて認知科学者として、、、

## 1) 対戦する人間のプレッシャー、メンタルファクター

- プレッシャーの中で、最大限に力を発揮できる環境づくり
- 対局者のメンタル面の不安をどう取り除くか？

## 2) 誰と(Who)いつ(When)どう(How)対戦するか？

- 相応の対戦相手！（羽生名人？渡辺竜王？）
- タイミングは？
- 対戦方法は？コンピュータ側の情報の開示？

## 3) 正しくこの対戦の意義を伝える！

- コンピュータの計算力、技術力の進歩！
- プロ棋士の認知能力の素晴らしさ！

# そもそも人間とコンピュータは別物！

レーシングカーと短距離走選手が100m競争するようなモノ！

## ●コンピュータの思考は？

・・・膨大で単調な探索を高速に行う

- －1秒間に百万～数百万手を読む
- －漏れない読み

## ●人間の思考は？

・・・大局観に基づく直観で手を生成する

- －如何に無駄な手を読まないか？
- －直観を研ぎ澄まして、最善手を導く

# 認知科学に残された課題

## 1) 人間の思考・知識獲得のメカニズム

- 将棋のような複雑な問題解決を行う”大局観”の解明
- どうやって知識を獲得していくのか？
- 脳科学分野との意見交流

## 2) 対戦の心理

- 勝負術、駆け引き
- 対局心理
- プレーの面白さの評価

## 3) コンピュータとの共存

- 人間に理解しやすい思考の表現
- パートナーとしてのコンピュータ

# 注目のゲームAiと大会案内

- まだ熱い！将棋、囲碁！
  - 世界コンピュータ将棋選手権
  - UEC杯5五将棋大会
  - UEC杯コンピュータ囲碁大会
- 多人数・不完全情報ゲーム
  - 「大貧民」のプログラム
  - オンライン多人数ゲーム
- デジタルゲームAIへの応用
  - IEEE CIG（様々なBotのコンペティション）
  - 携帯端末への需要
    - （1秒囲碁のコンペティションCEDEC）