

囲碁とゲームAI

ゲームAI研究の歴史

ゲーム情報学の中の囲碁

伊藤毅志

思考研究の歴史

思考心理学の歴史から、認知科学の誕生まで

20世紀初頭

ヴェルツブルク学派

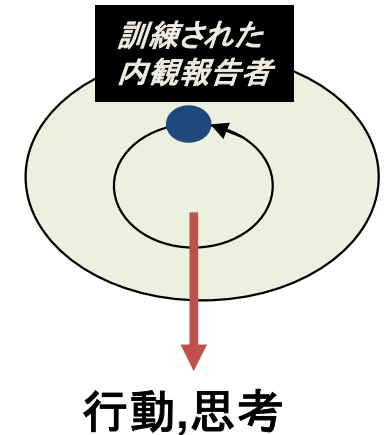
→内観法(訓練された内観報告者による内観報告)

1950年代頃

行動主義心理学

→実験心理学(人間をブラックボックスと捉え、実験室状況で刺激を与え、反応を見る)

S: 刺激 ———— **人間** ———— R: 反応



1955年前後

- ・思考の研究(Bruner ら、1956)
- ・記憶の研究「マジカルナンバー7±2」(Miller, 1956)
- ・言語構造のモデル「生成文法」(Chomsky, 1955)

人間の思考を「情報処理」として捉えようという動き！

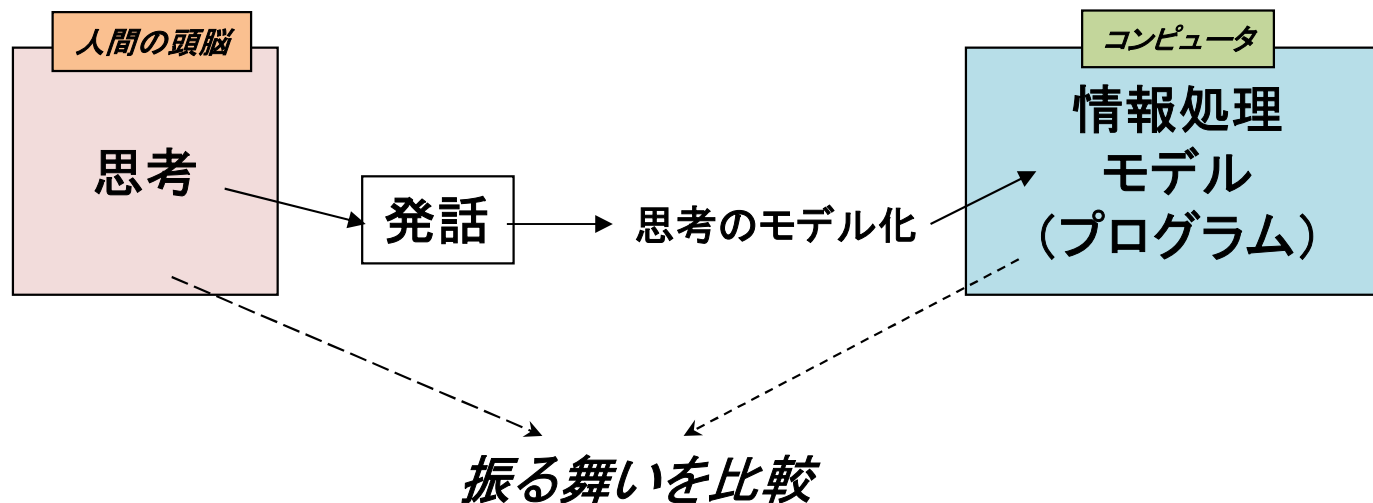
認知科学、AI研究の台頭

1955年前後

- ・思考の研究 (Bruner ら、1956)
- ・記憶の研究「マジカルナンバー7±2」(Miller, 1956)
- ・言語構造のモデル「生成文法」(Chomsky, 1955)

人間の思考を「情報処理」として捉えようという動き！

コンピュータの出現の影響！！



認知モデルを立てて、人間の思考過程を理解しようとする！

人工知能の動機 ⇒ ゲーム研究

- ・「人間の知的作業をコンピュータに行わせたい」という欲求
 - 「言葉を理解させたい」
 - ⇒自然言語処理技術(言語理解、自動翻訳)
 - 「映像を理解させたい」
 - ⇒画像処理技術(画像認識、視覚のモデル)
 - 「知的ゲームをさせたい」
 - ⇒ゲーム情報技術(チェスの研究など)

ゲームを研究対象にするメリット！

～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

古くからゲームを題材とした研究が行われてきた！

欧米では、チェスは「知性」の象徴

◎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

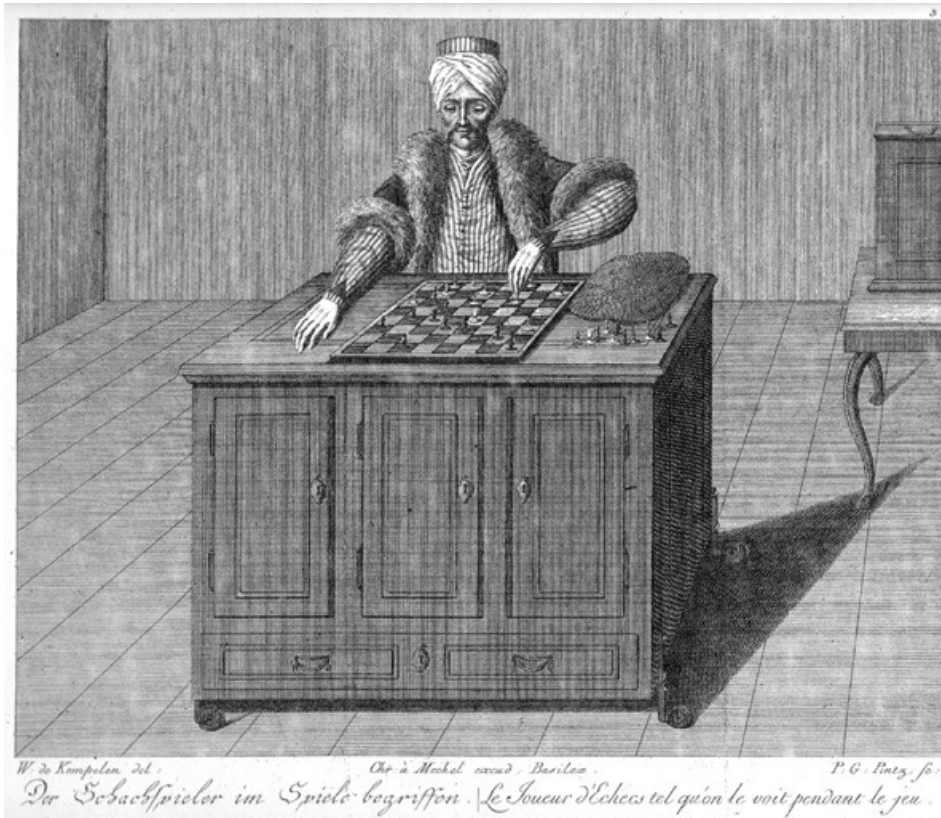
⇒人工知能の黎明期から盛んに研究され続けた。

チェスは、人工知能研究のミバエである。

(by Alexander Kronrod)

チェスの研究の歴史(1)

機械にチェスをプレイさせたい！ → 18世紀の自動機械の例



1770年 ハンガリーのヴォルフガング・フォン・ケンペレン作
「トルコ人」(精巧なオートマトンマシン)

1820年に見破られるまで50年間に渡って秘密が守られた！

チェスの研究の歴史(2)

人工知能黎明期の研究者

チューリング(A. Turing)、ノイマン(J. von Neumann)、シャノン(C. E. Shannon)



人工知能の根源的問い！

「機械は知を持ちうるか？」

≡「機械はチェスをプレイできるか？」

シャノン「チェスプレーのためのコンピュータプログラミング」

<2つのアプローチ>

TypeA: 全幅探索アプローチ

→ゲームのすべての可能性をしらみつぶしに探索する手法

TypeB: 選択的探索アプローチ

→可能性のある手だけを深く探索する手法

チェスの研究の歴史(3)

1951年 プリンツ

世界初のコンピュータチェスプログラムを書く

1957年 バーンスタイン

チェスをプレイできる世界初のコンピュータプログラム
〈前向き枝刈り、ミニマックス探索〉 候補手を7つに絞って4手先読み

同時期 NSS(ニューウェル、サイモン、ショー)

ミニマックス探索 + $\alpha\beta$ 枝刈り

1950年代後半～60年代

Kotok-McCarthy(マッカーシー、コトック)

1967年 マックハックIV(グリーンブラッド)

強い高校生レベルに勝つレベル

チェスの研究の歴史(4)

1970年 Chess X.Y(ステイト、アトキン)
ビットボードの導入、ハードウェアの進歩
→TypeAが優勢になる！

1980年代 コンピュータチェス選手権の開催！

1980年代後半 Deep Thought(カーネギーメロン大学)

1990年代 Deep Blueの開発(+IBM)

1996年2月 「カスパロフ vs Deep Blue」 1勝3敗2分

1997年5月 「カスパロフ vs Deep Blue」 2勝1敗3分

千

197



198

1980年代後半 Deep Thought (カーネギー)

1990



1996

1997



勝1敗3分

チェス以外の主な思考ゲーム研究の歴史

「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 (2勝4敗33引分)

42年間5敗だけのチャンピオンに2回勝つ！ (←**探索型アルゴリズム**)

2007年 シェーファーら「完全解の発見！」(引き分け)

「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

目的アルゴリズム)

ハンズレー氏 (2勝4敗33引き)



「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

1980年代 森田オセロ、Paul Rosenbloom

1990年代 リーら「BILL」 (←自)

1997年 Michael Buro 「logistello」 (←自)

対 世界チャンピオン村上氏 (6)

「将棋」を題材とした研究

・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歴史

<1970年代>(黎明期)

- ・1974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!)

<1980年代>(萌芽期:PCの普及)

- ・初の市販プログラム、コンピュータ将棋協会設立

<1990年代>(成長期:探索技術の進歩)

- ・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 (探索技術の進歩)

<2000年代>(発展期:機械学習の登場)

- ・2006年 Bonanzaの登場(評価関数の機械学習)
- ・2007年 渡辺竜王 vs 「**Bonanza**」 Lose

<2010年代>(円熟期:人間のトップを超える)

- ・Bonanzaメソッドをベースにして、多くの強いAIが開発される
- ・2010年 清水市代女流王将 vs あから2010
- ・2012年 第1回電王戦開催 米長邦雄永世棋聖 vs ボンクラーズ
- ・2013年~2015年 プロ棋士とAIの団体戦 AIから見て10勝4敗1持将棋
- ・2016年 第1期将棋電王戦 山崎隆之七段 vs ポナンザ (2連勝)
- ・2017年 第2期将棋電王戦 佐藤天彦名人 vs ポナンザ (2連勝)

<2020年代>(爛熟期:DLとNNUE)

- ・NNUE:ニューラルネットワークで自動的に学習した評価関数
- ・囲碁の手法(Deep Learning)を用いた手法の登場
- ・ソフトの評価値が将棋中継で用いられるようになる

探索技術の洗練と評価関数の機械学習の勝利

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(平手) 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

棋界ニュース

(6/25)将棋ソフトの「激指」、アマ全国大会でベスト16に進出

5月の世界コンピュータ将棋選手権で全勝優勝した将棋ソフト「激指(げきさし)」が25日、東京都内で開かれたアマチュア将棋の全国大会に出場。3連勝でベスト16に進出した。3局とも手厚い指し回しで完勝。プロ棋士の高野秀行五段も「間違いないアマトップ級」と評価。26日に優勝を目指す。



将棋のアマチュア大会で盤に向かう「激指」開発者の鶴岡慶雅さん(右)(6月25日、都内)

開発者の鶴岡慶雅さんは「予想を超える成績」と話し、近くプロ棋士とコンピューターが互角に対戦できるとのコンピューター将棋の専門家たちの予測が現実味を増してきた。

激指が3連勝したのは第18回アマチュア竜王戦。都道府県予選を勝ち抜いた54人のアマ強豪に交じり奮戦。予選では北海道代表、大阪府代表、決勝トーナメントで再び大阪府代表と対局した。

予選の対局では、相手玉の27手詰めを読み切る「光速の寄せ」を披露。決勝トーナメントでは相手の大駒を封じ込め危なげなく寄り切った。

[2005年6月25日]

2005年 6月 アマチュア竜王戦 対アマチュアトップ 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) 激指 VS ○渡辺明竜王 (角落)

2005年 9月 TACOS VS ○橋本崇載五段(平手)

2005年 10月 日本将棋連盟 コンピュータとプロ棋

将棋対戦プログラム、平手でプロ棋士追い詰める

コンピューターの将棋対戦プログラム「タコス」とプロ棋士との公開対局が18日、石川県小松市内であり、両者互角の息詰まる展開に観戦者は手に汗を握った。

プログラムは北陸先端科学技術大学院大学(同県能美市)の飯田弘之教授らが開発。今月上旬に台湾で開かれたコンピューターオリンピックの将棋部門で優勝した折り紙つきのつわもの。

対局は対等の条件(平手)で行われ、タコスが80手過ぎまで地元出身の橋本崇載5段をリード。ただ終盤にタコスが「方向違いの手を3回」(飯田教授)打ち、ミスを逃さなかった橋本5段が最後に逆転し、126手目でタコスが投了した。

タコスは敗れましたが、橋本5段は試合終了後「押されっぱなしで負けを覚悟した。途中で頭が真っ白になった」と激戦を振り返った。自らもプロ6段の資格を持つ飯田教授は約6年半前からタコスの開発に着手。改良を重ね、アマチュア5段程度のレベルに到達した。チェスの世界では1997年、IBMの「ディープブルー」が世界屈指の実力者、カスパロフ氏を破っている。(23:10)

権エキシ 又清和

将棋大会 AI将棋

権エキシ 清和五段 (飛落)

権エキシ 清和五段 (角)

社会 asahi.comトップ > 社会 > その他・話題

ソフトと対局に「待った」 日本将棋連盟が 全棋士に通知

2005年10月14日23時40分

日本将棋連盟理事会は14日、同連盟所属のすべての棋士と女流棋士に、公の場で許可なく将棋ソフトと対局しないよう通知したと発表した。「プロ対ソフト」をビジネスチャンスと捕らえている理事会が、なし崩し的にプロが敗れることがないよう歯止めをかけた。

きっかけは9月に石川県小松市であった公開対局。五段の棋士が途中まで不利な戦いを強いられた。危機感を持った理事会は「企画がある場合は必ず事前に申し出をお願いします」と10月6日付の会報で通知。会見で米長邦雄会長は「破った者は除名」と強い決意を示した。

西村一義専務理事は「下位の棋士でも負ければ『プロ棋士が敗れた』となる。ソフトが弱かった時と状況は変わった。プロ対ソフトは見方によっては商品価値がある。企画の話があれば連盟として慎重に対応したい」と話した。

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

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 アマ竜王〇 (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 アマ竜王〇 (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

〇渡辺竜王 VS Bonanza (於:品川プリンスホテル)



人間との対戦の歴史3

2010年10月11日 「コンピュータからの挑戦」

(情報処理学会:トッププロ棋士に勝つコンピュータ将棋プロジェクト)

『清水市代女流王将 VS

○ 情報処理学会特製プログラム「あから2010」』

2012年1月14日 第1回電王戦 (ドワンゴ協賛)

米長邦雄永世棋聖 VS

○ 「ボンクラーズ」(WCSC2011優勝)

2013年3月～4月頃 第2回電王戦(ドワンゴ主催)

プロ棋士5名 VS

コンピュータ5プログラム コンピュータから見て3勝1敗1分

2014年3月～4月頃 第3回電王戦(ドワンゴ主催)

重大なルール変更! →ハードウェア規制 + プロ棋士にソフト貸出

プロ棋士5名 VS

コンピュータ5プログラム コンピュータから見て4勝1敗

2015年3月～4月頃 第4回電王戦(ドワンゴ主催)

プロ棋士5名 VS コンピュータ5プログラム コンピュータから見て2勝3敗

2015年10月11日 情報処理学会

「プロジェクト終了宣言」

2016年4月～5月 第1期電王戦(ドワンゴ主催)

叡王戦優勝 山崎隆之九段 vs 電王戦優勝 ponanza 2勝0敗

2017年4月～5月 第2期電王戦(ドワンゴ主催)

叡王戦優勝 佐藤天彦名人 vs 電王戦優勝 ponanza 2勝0敗

情報処理学会は2010年、創立50周年を迎えます。

IPSJ 50th Anniversary
50周年記念事業ホーム > コンピュータ将棋プロジェクト > コンピュータ将棋プロジェクトの終了宣言

コンピュータ将棋プロジェクトの終了宣言



情報処理学会は創立50周年(2010年)を記念してトッププロ棋士^①に勝つコンピュータ将棋の実現を目指したプロジェクト(正式名称は「コンピュータ将棋『あから』強化推進委員会」です)を行ってきました。将棋連盟のご協力を得て5年前の2010年10月11日には清水市代女流王将(当時)とコンピュータ将棋の「あから2010」の対局を行い、幸いにも「あから2010」が勝利することができました¹⁾。その後もさまざまなイベントでプロ棋士とコンピュータ将棋が対戦し、コンピュータ将棋が互角以上の結果を残しています。一方ですでにコンピュータ将棋の実力は2015年の時点でトッププロ棋士に追いついているという分析結果が出ています²⁾(追いついているのは毎回必ず勝つということではありません。たくさん対局をすると統計的に勝ち越す可能性が高いという意味です)。残念ながら今日までトッププロ棋士とコンピュータ将棋の対戦は実現していません^②が、事実上プロジェクトの目的を達成したと判断し、プロジェクトを終了することをここに宣言させていただきます。これまで多大なご協力をいただいた将棋連盟を始めとする将棋関係者の方々に深く感謝いたします。最近ではプロ棋士もコンピュータ将棋を検討の道具として用いていると聞いています。またコンピュータ将棋が初めて指した新手をプロ棋士が採用することも増えています。対決のときが終わって人間とコンピュータが協調するという本来の姿になりつつあることを嬉しく思います。今後は将棋を題材として得た成果を情報処理の技術一般に活かしていく所存です^③。

参考文献
1) 松原 仁編: あから2010勝利への道特集, 情報処理, Vol.52, No.2, p.152-190(Feb. 2011)
2) 小谷善行: 第3回将棋電王戦を振り返って: 3. コンピュータ将棋の権力の客観的分析-人間のトップに到達したか?-, 情報処理, Vol.55, No.8, pp.851-852(Aug. 2014)

注1: トッププロ棋士の明確な定義はありませんが、名人や竜王などの複数のタイトルを数年間に渡って保持している強いプロ棋士を意味するものと見なしています。
注2: またコンピュータ将棋がここまで強くなっていなかった2007年には渡辺明竜王とポナンザの対戦があって渡辺明竜王が勝利しています。ここまで強くなって、プロジェクトが発足してからは実現していないという意味です。
注3: 情報処理学会誌2015年11月号にこの宣言に関する記事が掲載されます。

2015年10月11日 情報処理学会

の対

・タからの挑
会: トッププロ
竜王将 VS
報処理学会
戦 (ドワンゴ
棋聖 VS
シンクラーズ
王戦(ドワン
S
ュータ5プロ
王戦(ド



コンピュータから見た3勝1敗1分



叡土戦優勝 佐藤大彦名人



電土戦優勝 ponanza 2勝0敗

コンピュータ囲碁は？



強いプログラムを作ることの難しさ

- ・合法手(ルール上選べる手)の多さ
 - …チェスライクゲームに比較にならない多さ
 - ⇒ゲーム木探索が出来ない！
- ・静的評価関数の設計の難しさ
 - …石の強さ、意味の理解の難しさ
 - …石の生き死にの判定の難しさ
 - ⇒良い手が広い！

新たな技術が必要！

コンピュータ囲碁は？

強いプログラムを作ることの難しさ

- ・合法手(ルール上選べる手)の多さ
 - …チェスライクゲームに比較にならない多さ
 - ⇒ゲーム木探索が出来ない！
- ・静的評価関数の設計の難しさ
 - …石の強さ、意味の理解の難しさ
 - …石の生き死にの判定の難しさ
 - ⇒良い手が広い！

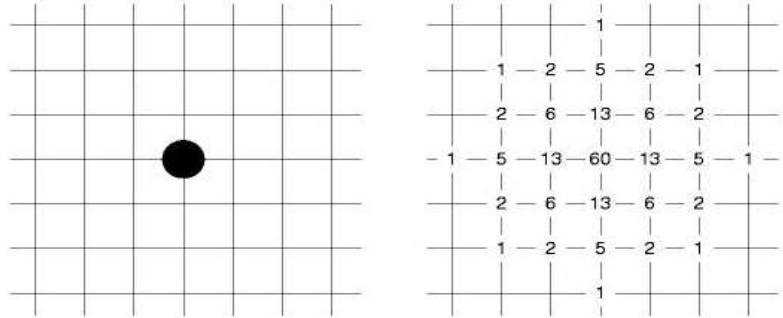
コンピュータ囲碁の歴史(1)

- ・1960年代
 - コンピュータ囲碁の初の論文(1962)
 - ⇒囲碁の好手、悪手に関する研究
 - 小路盤の解析(1964)
 - 初の囲碁プログラム(Zobrist; 1968)

盤のサイズ ($k = 1, 2$)	勝敗
$1 \times 4k$	黒勝
$1 \times (4k - 1)$	黒勝
$1 \times (4k - 2)$	引分
$1 \times (4k - 3)$	引分
2×2	引分
2×3	引分
2×4	黒勝
3×3	黒勝

[Thorp & Walden, 1964]

- ・1970年代
 - 影響力関数(1972)
 - 石の生死判定アルゴリズム
 - Reitman & Wilcoxのプログラム(1979) 15級程度
 - ⇒攻撃と防御の基本的戦略
 - ⇒連と群の階層パターン



石の周辺に発散される影響力(ポテンシャル)

- ・1980年代
 - 囲碁の複雑さに関する研究
 - ⇒囲碁の問題の難しさを数学的に証明

[Lichtenstein & Sipser 80]「多項式空間困難」な問題であることを証明

コンピュータ囲碁の歴史(2)

・1980年代

- 初のコンピュータ囲碁大会(1984;ロンドン、13路盤)
- 初の19路盤コンピュータ囲碁大会(1986-2000;台北)
- ある程度の強さのプログラムの出現
(Many Faces of Go, Go Intellect, Goliath)
- 商用プログラムの出現

・1990年代

- 新たなAI技術の適用;機械学習
- ニューラルネットワーク
- モンテカルロ碁(1993)の出現
- 認知科学的研究(斉藤ら;1993)
- 組あわせゲーム理論を用いた囲碁の数理的解析
⇒日本棋院が囲碁プログラムに級位認定
5級(1995)、3級(1997)

コンピュータ囲碁の歴史(3)

・2000年代

ー2001年 囲碁プログラムに初の初段認定

ーコンピュータによる小路盤の解析

4路盤⇒7路盤の解析へ

4路盤の解析[清,2000](日本ルール)

・(2, 2)⇒ジゴ(引き分け)

・それ以外⇒白勝ち

5路盤の解析[Werf,2003](中国ルール)

・天元⇒黒25目勝ち

・(3, 2)⇒黒3目勝ち

・(2, 2)⇒白1目勝ち

・その他⇒白25目勝ち

6路盤(黒4目勝ち)、7路盤(黒9目勝ち)

・2006年 モンテカルロ革命！！

ーモンテカルロ囲碁(CO2006; 9路盤で大活躍！2006)

ーモンテカルロ囲碁(CO2007; 19路盤でも活躍！2007)

人間とコンピュータ囲碁の対戦(1)

・2007年

- －12月 第1回UEC杯開催 「Crazy Stone」優勝
エキシビション: Win:佐川君(アマ五段) VS 「Crazy Stone」

・2008年

- －8月7日 US Go Congress のイベント
「MoGo」が韓国のプロ棋士金明完八段に9子局で勝利！
- －9月4日 FIT2008 のイベント
「Crazy Stone」が日本棋院青葉かおり四段に8子局で勝利！
- －9月～10月 CO2008(9月北京) Many Faces of Go優勝
(全13プログラム中上位9位までMC法)
- －12月 第2回UEC杯開催 「Crazy Stone」2連覇
エキシビション(7子): 青葉かおり四段 VS Win:「Crazy Stone」

・2009年

- －12月 第3回UEC杯開催 「KCC囲碁」優勝
エキシビション(6子): Win:鄭銘コウ九段 VS 「KCC囲碁」

・2010年

- －12月 第4回UEC杯開催 「Fuego」優勝
エキシビション(6子): Win:鄭銘コウ九段 VS 「Fuego」

人間とコンピュータ囲碁の対戦(2)

・2011年

- －12月 第5回UEC杯開催 「Zen」優勝(日本のプログラム初優勝)
エキシビション(6子): 鄭銘コウ九段 VS Win「Zen」

・2012年

- －3月17日 『コンピュータ囲碁がプロ棋士に挑戦』
(主催:電気通信大学エンターテイメントと認知科学研究ステーション)

<午前部>

- 第1局 大橋拓文五段(白番) VS Zen(黒番) ... 大橋五段、中押し勝ち
- 第2局 大橋拓文五段(黒番) VS Zen(白番) ... Zen、2点勝ち

<午後部>(一番手直り)

- 第1局 武宮正樹九段(上手) VS Zen(下手) (5子) ... Zen、10点勝ち
- 第2局 武宮正樹九段(上手) VS Zen(下手) (4子) ... Zen、19点勝ち

人間とコンピュータ囲碁の対戦(3)

・2013年 3月20日

第1回電聖戦 4子置碁 1勝

第1局 第24世本因坊秀芳

第2局 第24世本因坊秀芳

・2014年 3月21日

第2回電聖戦 4子置碁 1勝1

第1局 依田紀基九段 vs.

第2局 依田紀基九段 Wir



・2015年 3月17日

第3回電聖戦@電通大)

第1局:趙 治勲 九段 (25世本因坊治勲) (4子)

vs. Dolbaram (Lim Jeabum) ...Dolbaram 2目半勝ち

第2局:趙 治勲 九段 (25世本因坊治勲) (3子)

vs. Crazy Stone (Rémi Coulom) ...趙 九段 中押し勝ち

・2016年 **アルファ碁(ディープラーニング)の衝撃!**

李世ドル vs アルファ碁 4勝1敗 (ハンデなし)

・2017年 柯潔 vs アルファ碁 3勝0敗 (ハンデなし)

Alpha Goの衝撃！

- 2016年1月28日（日本時間AM3）
Googleの研究グループがNature
“Mastering the Game of Go with Deep Search”

<概要>

- ディープラーニングと強化学習を用いた新しい手法を確立し、モンテカルロ木探索とシミュレーションを組み合わせたことで、既存のプログラムに匹敵する性能を発揮し、囲碁のヨーロッパチャンピオンのプロ

- 2016年3月9日～15日 @ 韓国
李世ドル vs AlphaGo (5番勝負)
⇒コンピュータ側から見て4勝1敗

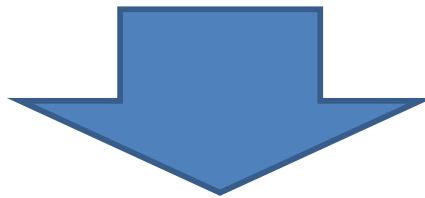
- 2017年5月23日～27日 @ 中国
柯潔 vs AlphaGo Master (3番勝負)
⇒コンピュータ側から見て3連勝！



AlphaGo以降の動き

・2017年Alpha Zeroの発表

⇒モンテカルロ木探索と強化学習を組み合わせることで、囲碁だけでなく、将棋、チェスで教師なし学習ができる！（汎用ゲームAI）

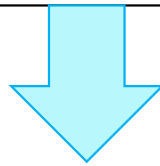


・2019年Alpha StarがStar Craft2（不完全情報ゲーム）でも人間プレイヤーに99.8%勝利！

・2020年Mu Zeroを発表。ルールすら教えずに囲碁、将棋、チェスのみならず、リアルタイム性を要求されるデジタルゲームについても人間トップレベルのプレイヤーを上回る成果を実現！

ゲームAIの方向性

AlphaGoZero、AlphaZero、MuZeroの登場
→汎用ゲームAIの実現の可能性！



研究の方向性

1) より複雑なゲームへ

- ・不完全情報ゲーム: 多人数ポーカー、ガイスターなど
- ・不確定ゲーム: スポーツなど
- ・多人数コミュニケーションゲーム: 人狼など

2) 学習支援: 人がコンピュータから学ぶ

...コンピュータから新手を学ぶ、考え方を学ぶ

3) 好敵手としてのAI: 対戦して楽しいAI

...対戦して楽しいゲームAIとは

第4回までの復習

チェス、将棋、囲碁の順にゲームAIを作ることが困難である理由を探索空間の広さをもとに説明しなさい。