

# 囲碁初心者の動機づけを目的とした着手を褒めるシステムの提案

若林広志<sup>†1</sup> 伊藤毅志<sup>†1</sup>

**概要:** 本研究では、人間よりも十分に強い囲碁 AI を学習に役立てる方法として、囲碁初心者の着手を褒めることに着目する。囲碁指導者の資格を持つ指導者の協力のもとに行った調査により、どのような点に着目し、どのような褒め方をどの程度の頻度で行っているのかを調べ、それを反映したプロトタイプシステムを提案した。それをを用いた評価実験では、このシステムによる明確な動機づけの向上が確認されなかった。その理由として、褒め方が単調であった点や初心者のプレイヤーは着手や盤面の良し悪しを理解することが難しいため、達成したことがうまく伝わらなかった可能性が示唆された。そのため、改良する提案システムでは、改良されたことを具体的な数値や図示しながら褒めることでプレイヤーが達成したことをわかりやすく伝え、自己効力感を向上させることにした。今後は、提案システムを用いた評価実験を行い、その有効性を示していく。

**キーワード:** 囲碁, 動機づけ, 褒め, 学習支援

## A system to praise moves for the purpose of raising learning motivation for beginner Go players

HIROSHI WAKABAYASHI<sup>†1</sup> TAKESHI ITO<sup>†1</sup>

**Abstract:** In this study, we focus on the technique of praising the moves of beginner Go player in order to use Go AI, which is sufficiently stronger than humans, for learning. Based on a survey conducted in cooperation with an instructor who have qualified Go instructors, we looked at what points to focus on and how often they praised. And we proposed a prototype system reflecting them. In the evaluation experiment using this system, no clear motivation improvement was confirmed. The reason for this was that the way of praising was monotonous and that it was difficult for beginners to understand the quality of the moves and the positions, so it might be difficult to know what was achieved. Therefore, in the proposed system to improve, by praising the improvement using concrete numerical values and figures, it was decided to convey the player's achievement in an easy-to-understand manner and improve self-efficacy. In the future, we will conduct evaluation experiments using the proposed system and show its effectiveness.

**Keywords:** Go, motivation, praise, learning support

### 1. はじめに

2017年、Google傘下のDeepMind社のAlphaGoが世界ランキング1位の棋士である柯潔を破るなど、囲碁AIはトッププロを凌ぐ程の強さになり、一般のアマチュアプレイヤーの対局相手としては十分すぎる強さに達している。そのため近年では、強くなった囲碁AIを活用し、プレイヤーの学習支援や、プレイヤーを楽しませることを目的とした研究が注目されている[1][2]。

囲碁初心者に対する指導では、単に手を教えるだけでなく、囲碁を継続するための動機づけの向上が求められる。実際、プロ棋士や指導員が初心者に対して指導碁を行う場合、教育的観点による手の良し悪しの指摘だけではなく、動機づけの向上という観点による、「褒める」という行為がよく見受けられる。しかし、指導碁を行う指導者の数は十分ではなく、受講者にとっては金銭的な制約もあるために、指導碁を頻繁に受けられるような環境は整っていない。もし、プレイヤーの好手を的確に褒める機能を持った囲碁AIを構築することができれば、この問題は解消できるかもしれ

れない。近年、AIやロボットが教育や学習支援を行う試みは、囲碁分野だけでなく、様々な分野で始められており、注目されている。

コンピュータが悪手を指摘するシステムは、将棋や囲碁の分野において既に実用化され始めているが[2]、良い手を褒める機能やその効果について研究したものは見当たらない。そこで本研究では、十分に強くなった囲碁AIを用いて、動機づけを向上させるために適切なタイミングで良い手を褒めるシステムの構築を目指す。

### 2. 関連研究

#### 2.1 褒めることによる動機づけへの影響

囲碁に限らず、褒めることの効用については教育心理学の分野で古くから研究されてきた。例えば、Andersonらは褒めることによる動機づけへの影響を実験から調査した[3]。実験では、参加者を、課題達成に対する報酬が(i)言語的報酬(ii)賞金(iii)記念品(iv)何も与えない(統制群)の4つのグループに分け、それぞれの参加者が報酬を与え

<sup>†1</sup> The University of Electro-Communications

られた後に自主的に課題に取り組む時間を測定した。その結果、(i)のポジティブな言語的報酬を受けた群は課題に取り組む時間が増えた一方、(ii)(iii)(iv)群は課題に取り組む時間が減ることを確認した。この取り組み時間の増減から、言語的な報酬が動機づけの向上に有効であることが示された。

## 2.2 コンピュータで褒めることの影響

コンピュータに褒められることで人間の動機づけに一定の効果があることは実験的に示されている。Foggらは、人間がコンピュータによって行動を褒められた場合の影響を、心理実験により調査した[4]。

Foggらは、参加者に一種類の動物を想像させ、その動物に関して、コンピュータに「はい」か「いいえ」で答えられる質問をいくつかされた後、質問の情報をもとに参加者が思い浮かべている動物をコンピュータが推測するというゲームを行わせた。コンピュータが推測した動物が参加者の思い浮かべているものとは異なっていた場合には、コンピュータの推測の精度が上がるような質問を参加者に考えさせ、入力させた。その際、参加者の考えた問題を褒める文章が、コンピュータによって提示された。

その結果、実験参加者はコンピュータによる褒めが実際の行動と対応しないことを知っていても、褒められたことで自己効力感や作業継続への意欲が増すという実験結果を得た。このことは、人間ではない人工的なシステムに褒められたとしても、何らかの動機づけの向上をもたらす可能性があることを示唆している。

## 2.3 効果的な褒め方

褒めることが動機づけに有効であることは示されているが、褒められること自体が目的になってしまうと、外発的な動機づけは一時的に向上するものの、内発的な動機づけは低下し、長期的には全体的な動機づけが低下してしまうおそれがある。この効果はアンダーマイニング効果と呼ばれている。したがって、内発的な動機づけを向上させるために、対象の自己効力感を高めるような褒め方を必要がある。

褒めることの影響だけでなく、褒め方による影響についても検討がされている。例えばDweckは、極端に簡単なことを褒めると、暗に「頭が良くない」という意味を伝えてしまいかねない危険性を指摘した[5]。また、Brophyは褒め方の違いによる影響を、教師の観点から分析した[6]。その結果、行動に伴った賞賛を与えること、成果を明確にすること、注目すべき努力を認めることなどが効果的な褒め方であるとした。

以上の結果を踏まえ、本システムでは、プレイヤーの着手を一定の棋力を持つ囲碁AIで解析し、解析結果に添っ

た褒め言葉を提示し、褒めすぎによるアンダーマイニング効果にも注意して、自己効力感を高め内発的な動機づけを向上させるような褒めの実現を目指す。

## 3. プロトタイプシステム

### 3.1 褒める方法の調査

#### 3.1.1 目的

着手を褒めるシステムを作成するにあたって、どのような内容をどの程度の頻度で褒めることが効果的であるか重要であると考えた。そこで、囲碁指導者が初心者を指導する際、どのような点に注目し、どの程度の頻度で褒めているかに着目して実際の指導対局を行わせて調査した。

#### 3.1.2 参加者

指導者として、囲碁指導員の資格を持つ指導者1名、被指導者として、囲碁の最低限のルールを知っているレベルから、アマチュア級位者レベルの初級者4名を用意した。

#### 3.1.3 方法

囲碁初心者の参加者4名に一对一の対局形式による指導を1局ずつ受けている様子を録画し、その際に指導者がどのような点をどれほどの頻度で指摘しているかを観察した。また、指導後に指導者に対して「初心者の着手を褒める際にどのような点を褒めるのか」という点について聞き取り調査を行った。

#### 3.1.4 結果

指導者の観察と聞き取り調査から、初心者の指導の際にどこに着目して褒めるかという点について、以下の5つが挙げられた。

- ① 着手が早く、かつ良い手を打った場合。
- ② 全体を通して大きなミスがほとんどない場合。
- ③ 周辺の地合いが大きく変化するような、意味のある手を打った場合。
- ④ ケイマや一間トビのように、一般に良い形であるとされているものが同時に複数現れるような手を打った場合。
- ⑤ 視線が局面の重要な部分を見ている場合。

また、これらの指導がどの程度の頻度で行われているのかについて①～④について調べた結果を表1に示す。なお、⑤に関する指摘は全ての対局において一度もされていなかったため、省略する。

表1 指導と頻度の関係

種類	指摘回数	頻度 (手数/回数)
①着手時間	4	70
②ミスの少なさ	8	35
③形勢の変化	3	93
④良い形	5	56
①～④のすべて	20	15

②の指導については、4人すべてに対して行われている指導であり、最も頻度が高く平均するとおよそ35手に1回観察された。また、全体として、およそ15手に1回は褒めるという行為が観察された。

### 3.1.5 考察

3.1.4節の結果から、着手を褒めると一口に言っても、全体を通して良い手、局所的に意味ある手など、さまざまな指標によって分類されることが確認された。プロトタイプシステムでは、結果①～⑤をもとに、褒めるべき点かどうかを判断するために必要な指標を(a)局面の形勢、(b)局面に現れる石の形、(c)着手のスピード、(d)視線の位置、の4つに分類した。

プロトタイプシステムでは、上記の分類のうち、(a)～(c)の3つの判断指標のみを用いることとした。(d)については視線計測装置を使用することで導入できる可能性があるが、視線の位置の何を褒めるのかについて実現することが難しいので、現段階では含めないことにした。(a)～(c)のそれぞれの指標を実現するための手法は、以下に示すとおりとする。

(a)の局面の形勢については、局面の優劣を評価する判断指標は囲碁AIの算出する評価値(局面の状態から導かれた、有利さを表す数値)を、地合いを評価する判断指標はモンテカルロオーナー(盤上の各点がどちらの地になる可能性が高いかを確率で表したもの)と呼ばれる値を用いることで実現した。(b)の局面に現れる石の形については、石同士の位置関係を用いて石の形を判断した。(c)の着手のスピードについては、着手にかかる時間を判断の指標とすることにした。

### 3.2 プロトタイプシステム作成

プロトタイプシステムは囲碁インターフェースGoGuiを改変することで実現した。囲碁初心者の着手の入力に対し、それが3.1.4節の①～④に当てはまるような着手であった場合にその着手を褒める文章を図1のように出力する。



図1 プロトタイプシステムの画面例

着手の評価のための評価値やモンテカルロオーナーの算出には小林が開発したオープンソースの囲碁AIであるRay[7]を、盤面上の石同士の形の抽出には龐らによる囲碁用語表示システム[8]を用いた。

それぞれの点を褒める場合の基準は、以下のように定めた。

- ① 3秒以内に着手し、かつその手の評価値が、AIの考える最善手の評価値の80%以上であった場合
- ② 着手の評価値がAIの考える最善手の評価値の20%未満になるような手を「大きなミス」と定義し、大きなミスの頻度が35手に1回未満であった場合
- ③ 着手点を中心とした5×5四方の範囲のモンテカルロオーナーの平均値が着手によって15以上上昇した場合
- ④ 着手によって、効率の良い形が3つ以上同時に現れた場合

### 3.3 プロトタイプシステムの評価実験

#### 3.3.1 目的

プロトタイプシステムが囲碁初心者者に及ぼす動機づけ効果を調べ、システムの評価を行うために、プロトタイプシステムを使用して対局した被験者と、システムを使わずに対局した被験者の実験前後での囲碁への動機づけを比較する。

また、プロトタイプシステムを使用した被験者にはシステムの使用感に関するアンケートを行い、今後システムを改善する際の参考とする。

#### 3.3.2 参加者

囲碁のルールを知っている程度の囲碁初心者6名(平均年齢24.7歳、標準偏差2.05)を集めた。

### 3.3.3 方法

参加者 6 人に対してプロトタイプシステムを使用させる群と使用させない群の 3 名ずつに分け、それぞれの群に初心者向けに棋力を調整した AI との対局を 10 局ずつ行わせた。対局前後に動機づけを測定するためのアンケート調査を行い、対局前後の動機づけの変化を調べた。アンケートは、市川らが考案した学習動機を測定するアンケート[9]を囲碁用に書き換えたものを用いた。アンケートでは、囲碁に取り組む理由に関する 36 個の質問について、1:まったく当てはまらない、2:当てはまらない、3:やや当てはまらない、4:どちらとも言えない、5:やや当てはまる、6:当てはまる、7:非常によく当てはまる、の 7 段階で評価させた。

また、プロトタイプシステムを使用する参加者には、動機づけ測定アンケートとは別に、システムの使用感に関するアンケートを行い、プロトタイプシステムの不満点や改善点を答えさせた。

### 3.3.4 結果

動機づけ測定アンケートの結果、プロトタイプシステムを使用した参加者は全員対局後にわずかに動機づけが上昇し、システムを使用しなかった参加者には動機づけの上昇と低下の両方が見られた。

これらの動機づけの変化に有意差があるかどうかを調べるために、それぞれの参加者のアンケート結果に対して t 検定を行った結果、有意差は確認できなかった。そのため、プロトタイプシステムが動機づけを上昇させたとは言えない結果となった。

また、プロトタイプシステム使用者に対するアンケートでは、次のような問題点が指摘された。

- 褒める文章がワンパターンに感じてしまう。
  - 対局中の褒める文章が数秒しか表示されなかった。
- プロトタイプシステムでは、褒める点 1 つにつき 1 種類の文章しか用意されていなかったため、同じ文章が連続して表示されてしまい、ワンパターンに感じさせてしまったことが考えられる。また、褒める文章は、プレイヤーが着手してから相手が着手するまでの間だけ表示されていたので、対戦相手の AI が短い思考時間で着手した場合、褒める文章を十分に確保できなかった可能性がある。

動機づけの上昇が見られなかった点を改善するために、単に褒めるだけでなく、何が達成できるようになったのかを感じさせられる手法を考える必要がある。また、システムの表示の問題点に対して、数パターンの文章を用意して単調な褒め方にならないように気をつけたり、褒める文章は次に自分が着手するまで表示され続けるようにしたりするなどの工夫を施す必要もあるだろう。

### 3.4 自己効力感の向上に向けて

Bandura は、以下に示す(a)~(d)の 4 つの情報が自己効力感に影響するというモデルを提案し、これらの情報を与えられると自己効力感の向上によって行動に変化が起きることを実験によって示した[10]。

- (A) 業績を達成したという情報
- (B) 代理体験
- (C) 言葉による説得
- (D) 身体的、生理的な反応

これらを踏まえて、自己効力感の向上の観点から 3.1 節①~④の褒める点を再検討した。④については、盤面上に用語とその形を明示的に伝えることによって、成し遂げたことを視覚的にはっきりと伝えられていると考えられる。しかし①、②、③については、初心者では自分の手の良し悪しや盤面の状況が良いかどうか判断できず、成し遂げたことをうまく自覚させることができなかつたため、(A)の何を達成したのかということがうまく伝わらずに、効果が表れなかつた可能性がある。そのため、囲碁 AI の出力する評価値やモンテカルロオーナーなどの具体的な数値を表示またはグラフで図示し、同程度の実力のプレイヤーや過去の自分、もしくは囲碁 AI との比較を行うなどの改良によってシステムの効果の改善をする必要があると考えられる。

## 4. 提案システム

### 4.1 概要

提案システムは局面データの入力に対し、着手を褒める文章や、評価値などの推移グラフを次の図 2 のように出力する。



図 2 提案システムの画面例

3.3.4 節のプロトタイプシステムの使用感アンケート結果をもとに、褒める文章は、対象プレイヤーが次に着手を行うまで表示する。

提案システムのユーザーインターフェースはオープンソースの囲碁インターフェース GoGui をもとに作成した。

対局中の着手や盤面の評価には、オープンソースの囲碁 AI では最も強い AI の一つである AQ[11]を用い、AQ の

value network によって算出された評価値を評価指標とすることで正確な評価を目指す。

#### 4.2 褒める内容

囲碁指導者の聞き込みと 3.2 節の自己効力感を高める手法を考慮して、以下の褒め方を提案する。

- i. 着手のスピードが早く、かつ好手を打った場合に褒め、基礎的な能力が身につけていることを伝える。
- ii. 一局を通じた好手率、悪手率、一致率、平均好手、平均悪手をもとに棋力を推定し、棋力以上の手を選んだときに、褒める機能を実現する。なお、プレイヤーの棋力推定には小坂らの手法[12]を用いる。
- iii. 対局中、着手が AI の示す最善手と一致した際に褒める。強い AI と同じレベルの手を選択できたことを伝え、自己効力感を高める。
- iv. 対局中、ケイマや一間トビなどのように、効率が良い形とされているものが複数同時に現れるような手は積極的に褒める。盤面上の石同士の形は、龐らによる囲碁用語表示システム[8]を用いて抽出し、着手によって複数の新しい組み合わせの良い形が現れたときにはより積極的に褒める。現れた形は、次の図 3 のように、図形を用いて盤面に示すことでより実感しやすくする。



図 3 盤面上の形を图示している例

- v. 対局終了時に、システム使用者の過去の好手率、悪手率、一致率、平均好手、平均悪手を現在と比較し、それらが過去より改善されていた場合に褒めることで達成感を高める。

なお、褒める文章は 3.3.4 節のプロトタイプシステムの使用感アンケートの結果をもとに、単調にならないように i ~ v のそれぞれに数パターン用意して、予備実験を行って提示方法を調整する。

#### 4.3 評価指標

4.2 節にて登場した評価指標を、以下のように定義する。

- ・好手：AI の示す最善手とは異なる手を打ち、評価値が上昇した手
- ・悪手：AI の示す最善手とは異なる手を打ち、評価値が減

少しした手

- ・好手率：一局における好手の割合
  - ・悪手率：一局における悪手の割合
  - ・一致率：一局における、AI の示す最善手と同じ着手をした手の割合
  - ・平均好手：好手を打った際の評価値の上昇量の平均
  - ・平均悪手：悪手を打った際の評価値の減少量の平均
- システムでは、これらの指標を利用して、ユーザ履歴からユーザの棋力を上回る指標が現れたら、積極的に褒めるようにした。

## 5. 今後の予定

### 5.1 評価実験

#### 5.1.1 目的

作成したシステムが囲碁初心者に与える動機づけ効果を調べ、システムの評価を行うために、システムを使用して対局した被験者と、システムを使わずに対局した被験者の実験前後での囲碁への動機づけを比較する。

システムを使用した被験者にはシステムの使用感アンケートを行い、システムを改善する際の参考とする。

#### 5.1.2 方法

囲碁初心者 20 名を、提案システムを使用させる群と使用させない群の 2 つに分ける。それぞれの被験者に、棋力を初心者向けに調整した AI との対局を 10 局行わせ、対局前後での動機づけの変化を調べる。

動機づけの測定は 2.1 節と 2.2 節の研究を参考にアンケート調査と、10 局の対局終了後、参加者が自主的に囲碁に取り組む時間の計測によって行う予定である。

その結果をもとに、それぞれの群の動機づけ効果の比較をし、システムの動機づけ効果を評価する。

#### 5.1.3 実験環境

実験で使用するマシンの環境は以下表 2 の通りである。

表 2 実験環境

CPU	Intel i7-6700K @4.00Ghz
OS	Windows 7 64bit
メモリ	16GB
GPU	GeForce GTX 1060 6 GB

## 6. おわりに

本研究では、囲碁を題材に褒めることで学習者のモチベーションを向上させる学習支援システムの構築を目指した。プロトタイプの実成と評価実験から、褒め方が単調にならず、自己効力感を高めるための手法の必要性が示唆さ

れた。それを受けて、ユーザの達成した内容を可視化し、単調にならない褒め方を提供する改良したシステムを提案した。今後は、予備実験を通して、より良い提示方法の調整を行い、評価実験を行うことで本システムの有効性を検証していきたい。

### 謝辞

予備調査の際に指導者としてご協力頂いた指導員と実験参加者、及び評価実験に協力いただいた実験参加者に感謝申し上げます。また、本研究で使用した囲碁 AI “Ray” の開発者である小林佑樹氏，“AQ” の開発者である山口祐氏に感謝申し上げます。

なお、本研究は JSPS 科研費 18H03347 の助成を受けたものです。

### 参考文献

- [1] 池田心, Viennot Simon :モンテカルロ碁における多様な戦略の演出と形勢の制御～接待碁 AI に向けて, ゲームプログラミングワークショップ 2012 論文集(6), pp.47-54 (2012)
- [2] 山中翠, ビエノ シモン, 池田心 : コンピュータ指導碁のための悪手解説, 研究報告ゲーム情報学 (GI) 2016-GI-35(5), pp.1-8 (2016)
- [3] Anderson, R., Manoogian, S. T., & Reznick, J. S. The undermining and enhancing of intrinsic motivation in preschool children. *Journal of Personality and Social Psychology*, 34, pp.915-922 (1976)
- [4] B. J. Fogg, C. Nass, Silicon sycophants: the effects of computer that flatter, *International Journal of Human-Computer Studies*, 46, pp.551-561, (1997).
- [5] Dweck, C. S. Caution: Praise can be dangerous. *American Educator*, 23, pp.4-9 (1999)
- [6] Brophy, J. Teacher praise: A functional analysis. *Review of Educational Research*, 51, pp.5-32 (1981)
- [7] 小林 祐樹. モンテカルロ木探索を用いた強い囲碁プログラムの設計と開発. 電気通信大学 平成 28 年修士論文, 2016
- [8] 龐 遠豊, 伊藤 毅志 : 囲碁学習支援のための囲碁用語表示システム, 研究報告ゲーム情報学 (GI) 2017-GI-37(5), pp.1-7 (2017).
- [9] 市川伸一: 認知カウンセリングから見た学習方法の相談と指導, プレーン出版 (1998)
- [10] Albert Bandura, Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, pp.191-215 (1977).
- [11] 「AQ」. <<https://github.com/ymsaq/AQ>>. 2019 年 10 月 4 日アクセス.
- [12] 小坂 悠登, 伊藤 毅志 : 囲碁 AI を用いたプレイヤーの棋力推定, 研究報告ゲーム情報学 (GI) 2019-GI-41(15), pp.1-7(2019).