JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	オンライン将棋における対戦相手が 不快になりにくいアシストシステムの構築
Author(s)	佐藤, 龍
Citation	
Issue Date	2024-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/18908
Rights	
Description	Supervisor: 池田 心, 先端科学技術研究科, 修士(情報科学)

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

修士論文

オンライン将棋における対戦相手が不快になりにくいアシストシステムの構築

佐藤　龍

主指導教員　池田　心

北陸先端科学技術大学院大学
先端科学技術研究科
（情報科学）

令和６年３月

Abstract

AI technology has progressed in a wide range of fields such as natural language processing and image generation. Board games are one of such fields, and game AI has become strong enough to beat top human players, such as AlphaGo for the game of Go and Ponanza for Shogi. These examples show that game AI is reaching a sufficient level of strength.

On the other hand, game AI is attracting attention not only for the purpose of creating strong players, but also for the purpose of “entertaining humans” and “assisting humans’ gameplay.” In Go, for example, research is being conducted to develop methods that display future game states for each candidate move and methods that adjust strength to make game AI become proper opponents. As a slightly extreme example, in Shogi, an online platform Shogi Wars has implemented a system called “Kishin,” in which a powerful AI decides moves on behalf of human players during the games as a kind of assistance. This system is often used in difficult situations or when there are likely to be good moves, which is expected to have learning effects.

Such assistance systems provided by game operators also have the advantage of preventing the use of prohibited software (cheats). This is because by presenting assistance systems as an option that satisfies the needs of cheaters, it reduces the motivation for daring the possible penalties to use cheats. However, some problems need to be solved, especially in the case of powerful assistance systems such as Kishin, which may be noticed by opponents and cause them discomfort.

The purpose of this study is to construct an assist system for online Shogi that entertains the players and is less likely to be noticed by the opponents. We expect the system to improve players’ enjoyment and prevent cheating, while at the same time being difficult to be noticed and avoiding making the opponents uncomfortable.

First, we conducted a questionnaire survey to collect participants' impressions of the Kishin system and their expectations of general assistance systems. The results showed that the participants were divided into two groups: those who could tolerate the use of the Kishin system by their opponents and those who could not. On the other hand, many participants did not want to use the Kishin system themselves. As a result of the questionnaire survey on what kind of assistance systems they would like to have, we found that many participants wanted assistance systems that prevented mistakes and were educational, while those increasing win rates were not so desirable.

Next, we conducted a preliminary experiment on Shogi Wars to see how the enjoyment of the games was affected when players themselves or their opponents used the Kishin system, and to see whether the players could notice that the opponents used the Kishin system. We asked the participants to try all four cases of using or not using the Kishin system. We also asked the participants to evaluate on a 5-point scale “how much do you feel your opponent used the Kishin system?” and “how much do you enjoy the game?” The scores were 1.8 and 3.3 for cases that the opponent did not use and cases that the opponent used, respectively. From the big difference, we confirmed our hypothesis that the use of the Kishin System was easily detected. Regarding enjoyment, the scores were 3.7 and 2.9 for cases that the opponent did not use and cases that the opponent used, respectively. We confirmed that players tended to enjoy less when their opponents used the Kishin system.

Based on the results of these preliminary experiments, we proposed four assistance systems aiming to entertain Shogi players while not making the opponents

uncomfortable. (1) “Future State Prediction” helps the players reduce their anxiety about selecting moves by showing the near future of attempting moves, which we expect to also have learning effects. (2) “Move Recommendation” allows the players to freely choose a direction (e.g., offensive or defensive) and recommends several promising moves for each direction. (3) “Careless Mistake Prevention” prevents the players from making careless mistakes, helping the players feel at ease and enjoy the gameplay. In addition, it helps improve the quality of games, which may help improve the opponents’ enjoyment. (4) “Five Move Help” decides five moves on behalf of the players, which remains the same advantage as the Kishin system that players may enjoy in the sense that it becomes easier for them to win regardless of their strength. However, in our “Five Move Help” system, we introduce a technique to solve the problem of being easily noticed.

We employed 12 participants to play a total of 60 games to evaluate our proposed assistance systems. Particularly, we investigated how each assistance system was easily detected by the opponents and what kinds of assistance systems the players preferred to use.

First, we analyzed the players’ evaluations when their opponents used assistance systems. For evaluating “how much do you feel your opponent used an assistance system?”, as a baseline, the score was 2.1 when the opponent did not use any assistance system. When the opponent used “Five Move Help,” the score was 3.0, and when the opponent used the other three assistance systems, the scores were 2.0, 2.2, and 2.0. Except for “Five Move Help,” we confirmed that we succeeded in creating assistance systems that were hard for the opponent to notice. As for evaluating “how much do you enjoy the game?”, as a baseline, the score was 3.8 when the opponent did not use any assistance system. The scores dropped 0.4 and 0.5 when the opponent used “Move Recommendation” and “Five Move Help,” respectively. For “Five Move Help,” it is possible that the players noticed that their opponents were using assistance systems and felt that the game was less enjoyable. Interestingly, “Move Recommendation” was not easily detected; thus, we suspected the players felt less enjoyable for other reasons.

Next, we analyzed the players’ evaluations when themselves used assistance systems. For evaluating “how much do you enjoy the game?”, as a baseline, the score was 3.6 when the players did not use any assistance system. The scores were 3.1 for “Future State Prediction,” 3.8 for “Move Recommendation,” 3.9 for “Careless Mistake Prevention,” and 3.2 for “Five Move Help.” We concluded that the assistance systems could improve the players’ enjoyment and that the players’ enjoyment did not necessarily correlate with how easily the usage of the assistance system was noticed. For “Future State Prediction,” which received a low score, it is possible that players could not enjoy the system under a time-limited tournament setting because the players might need some time to understand the future game states. As for “Careless Mistake Prevention,” we concluded it to be an assistance system that entertained the players and was not easily noticed by the opponents, which was supported by players’ evaluations.

概要

現在，AI 技術は自然言語処理や画像生成など広範な分野で研究が進み，ボードゲームにおいては囲碁の AlphaGo や将棋の Ponanza などが人間のトッププレイヤに打ち勝つほどの強さを示している．このようにゲーム AI は強さの面で十分な水準に到達しつつある．

一方で，ゲーム AI は強い対戦相手だけでなく，「人間を楽しませる」や「人間のプレイを支援する」といった目的にも注目が集まっている．例えば囲碁では，適切な手加減を行う相手プレイヤや，各着手ごとに未来予想局面を見せる機能が研究されている．少し極端な例として，将棋においては，オンライン将棋ゲームの将棋ウォーズで実装された「棋神」と呼ばれるシステムがあり，対局中に強力な AI が手を選択することでプレイヤを支援してくれる．このシステムは悩ましい局面や良い手がありそうな局面で活用され，学習効果も期待されている．

また，このようなゲーム運営提供のアシストシステムには，規約外のソフト（チート）利用を防ぐといったメリットも挙げられる．なぜならチーターの欲求を満たせるアシストシステムを選択肢として提示することで，わざわざペナルティの対象になるチートを使う動機を減じることができるからである．しかし，特に棋神システムのような強力なサポートを行う場合，対戦相手に気づかれて不快感を与える可能性があるという欠点が存在する．

本研究の目的は，オンライン将棋において使用者を楽しませつつ，対戦相手に気づかれにくいアシストシステムを構築することである．これにより，使う側には楽しみを増やし違法チートから遠ざける効果が期待できると同時に，使われる側もそれを気づきにくく，プレイを楽しめるという効果が期待できる．

まず，棋神システムに対する印象と，アシストシステムに期待することについてのアンケート調査を行った．結果としては，棋神システムを対戦相手が使用してくることに関しては許容できる被験者とできない被験者に二分された．これに対し自分が棋神システムを使うことに関しては，使いたくないという回答が多いという結果となった．どんなアシストシステムがあってほしいかのアンケートの結果としてはミスを防ぐ，使っていて勉強になるといったアシストが多く望まれており，勝率を上げるアシストに関してはあまり望まれていないことがわかった．

次に，棋神システムを使う／使われることが面白さにどういう影響を与えるのか，また相手が使ったことに気づけるかについて，将棋ウォーズ上で予備実験を行った．棋神システムは，相手と自分が，使う場合と使わない場合，計4通りを全て試してもらった．この結果,「相手が棋神システムを使ったか」の予測では，実際には使っていない場合に5段階評価で平均1.8，実際に使っている場合に3.3と，大きな違いが見られ，棋神システムの利用は相手にバレやすいという仮説が確かめられた.「試合は楽しかったか」についても，相手が使っていない場合3.7，使った場合2.9と，使われることが不満に繋がりやすいという傾向が確かめられた.

これら予備実験の結果を基に使用者を楽しませ，対戦相手を不快にさせないアシストシステムとして4つのアシストシステムを提案した．1つ目は利用者に将来の見通しを与え，着手時の不安を軽減し，学習効果も期待できるというコンセプトの“未来局面予測”である．2つ目は利用者に方針選択の自由を残したうえで良い手を提示するというコンセプトの“おすすめ手提案”である．3つ目はミスを防ぎ安心感を持ってプレイしてもらうことによって使用者を楽しませる，さらには両者にとって好ゲームを増やすというコンセプトの“うっかりミス防止”である．4つ目は棋神システムのもつ“実力に関係なく試合に勝ちやすくすることで使用者を楽しませるというメリット”はそのままに，欠点であった気づかれやすさを改善するというコンセプトの“五手だけお助け”である.

提案したアシストシステムについて，使用された側はどの程度使用されたことに気がつくのか，また使用した側はどのようなアシストシステムを使いたいと思うのかを調査するために，12名計60ゲームの被験者実験を行った.

まず使用された場合の結果をまとめる.「相手がアシストシステムを使ったか」という予測については，相手が未使用時には5段階評価で平均2.1だったのに対し，“五手だけお助け”は3.0と気づかれやすかったものの，他の3つは,(2.0，2.2，2.0)で，気づかれにくさを達成することができた．一方で「試合は楽しかったか」については，相手が未使用時の平均が3.8であるのに対し，相手がおすすめ手提案や五手だけお助けを使った場合には0.4から0.5ほど評価が下がった．五手だけお助けの場合は相手が使ったことに気づいて面白くないと感じた可能性もあるが，おすすめ手提案は使用に気づかれにくい結果が出ていることから別の原因が考えられる.

次に使用した場合の結果をまとめる.「この試合は楽しかったか」の質問では，未使用時が平均 3.6 であったのに対し，“未来局面予測” は 3.1，“おすすめ手提案” は 3.8，“うっかりミス防止” は 3.9，“五手だけお助け” は 3.2 であった。アシストシステムは使用者の楽しさを向上させることができ，使用者の楽しさは使用の気づかれやすさと必ずしも相関しないことが分かった．“未来局面予測は時間を使いすぎる特性が時間制限を設ける実験設定と相性が悪かったために使用者を不快にしてしまった可能性が考えられる．また，“うっかりミス防止” は利用者を楽しませつつ，対戦相手に気づかれにくいアシストシステムとして適していると評価することができた.

目次

第 1 章 はじめに 1

第 2 章 研究背景 4

2.1 チート行為 4

2.2 チート対策 5

2.3 チート対策のいたちごっこ 6

2.4 いたちごっこの改善 6

第 3 章 関連研究 8

3.1 チート検出の手法 8

3.2 アシストシステム 8

第 4 章 予備実験 10

4.1 実験概要 10

4.2 アシストシステムに関するアンケート調査 10

4.2.1 アンケートの概要 10

4.2.2 アンケート結果 11

4.3 棋神システムの対戦実験 13

4.3.1 実験概要 13

4.3.2 実験結果 14
第 5 章 アシストシステムの提案 16
5.1 未来局面予測アシスト機能 16
5.1.1 コンセプト 16
5.1.2 システムの実装 17
5.2 おすすめ手提案アシスト機能 18
5.2.1 コンセプト 18
5.2.2 実装 19
5.3 うっかりミス防止アシスト機能 21
5.3.1 コンセプト 21
5.3.2 実装 22
5.4 五手だけお助けアシスト機能 23
5.4.1 コンセプト 23
5.4.2 実装 24
第 6 章 被験者実験 26
6.1 実験概要 26
6.2 実験結果 29
6.2.1 アシストの強さ 29

6.2.2 アシストの気づかれやすさ 30

6.2.3 使われた側のアシストの面白さ 31

6.2.4 使った側のアシストの面白さ 35

6.3 まとめ 39

第 7 章 おわりに 40

付録 A　予備実験のアンケート 45

付録 B　被験者実験のアンケート 48

付録 C　試合後アンケート自由記述 50

図目次

図 2.1：chess.com におけるアカウント停止者 (出典　chess.com “ About Online Chess Cheating “ [12]) 5

図 4.1: どんなアシストシステムがあってほしいか 12

図 4.2: 対戦実験アンケート結果 (平均値と標準偏差) 14

図 5.1: 未来局面予測アシストシステム 17

図 5.2: 未来局面予測アシストシステム概念図 18

図 5.3: おすすめ手提案アシストシステム 19

図 5.4: おすすめ手提案アシストシステム概念図 20

図 5.5: 攻め手守り手の判断条件 21

図 5.6: うっかりミス防止アシストシステム 22

図 5.7: うっかりミス防止アシストシステム概念図 23

図 5.8: 五手だけお助けアシストシステム 24

図 5.9: 五手だけお助けアシストシステム概念図 25

図 6.1: 試合がつまらないと感じた理由(相手がアシストを使っていない場合) 33

図 6.2: 試合がつまらないと感じた理由(相手が未来局面予測を使った場合) 33

図 6.3: 試合がつまらないと感じた理由(相手がおすすめ手提案を使った場合) 34
図 6.4: 試合がつまらないと感じた理由(相手がうっかりミス防止を使った場合) 34
図 6.5: 試合がつまらないと感じた理由(相手が五手だけお助けを使った場合) 35
図 6.6: 試合が楽しいと感じた理由(自分がおすすめ手提案を使った場合) 37
図 6.7: 試合が楽しいと感じた理由(自分がうっかりミス防止を使った場合) 37
図 6.8: 試合がつまらないと感じた理由(自分が未来局面予測を使った場合) 38
図 6.9: 試合がつまらないと感じた理由(自分が五手だけお助けを使った場合) 38

表目次

表 4.1: 棋神システムへの印象 11

表 4.2：Q1 相手が棋神を使っていたかへの回答 14

表 4.3: Q2 試合は楽しかったかへの回答 15

表 6.1: 被験者 A の対戦表 28

表 6.2: 使用したアシストシステムごとの勝率 29

表 6.3: 使用して実力以上の強さを得ることができたと感じたか 30

表 6.4: 対戦相手がアシスト機能を使用したと感じたか 30

表 6.5: この試合は楽しかったですか 32

表 6.6: この試合は楽しかったですか 35

表 6.7: この試合で使ったアシストを楽しいと感じましたか 36

第1章 はじめに

近年，人工知能技術（AI）は様々な分野で活用されており，その研究も盛んにおこなわれ，めざましい成果を収めている．なかでも将棋や囲碁，チェスといったルールや勝利条件，結果が明確に示されるゲームは，性能評価がしやすく，また多くの人に親しまれているなどのことから，研究が盛んな分野の 1 つである．これまでは「より強力な AI プレイヤを実現する」ということを主流として様々な研究がおこなわれてきた．その中で，チェスでは 1997 年に IBM 社の DeepBlue[1]が，人間のトッププレイヤに勝利した．その後より複雑なゲームである囲碁でも，2016 年には 深層学習を用いた DeepMind 社の AlphaGo[2]トッププレイヤに勝利し，その翌年の 2017 年には AlphaGo の影響を受けて作成された将棋プログラムである Ponanza[3]が人間のトッププレイヤに勝利した．

このように強さを求める目的において，ゲーム AI は十分な水準に到達しつつある．一方で強い対戦相手という用途のほかに，人間らしく振舞う AI プレイヤや，人間プレイヤの技能や好みに合わせることで練習相手になる AI プレイヤといった，AI を用いて人間を楽しませる研究にも注目が集まっている[4, 5]．また，AI を用いて人間を支援する研究もさかんに行われている．例としては対戦相手としてだけではなく，囲碁を対象に AI プレイヤに指導碁を打たせる試みや[6]，将棋を対象に AI プレイヤが予測した未来の局面を用いて人間プレイヤの学習支援を行うといった[7]，AI を用いて人間を支援する研究が挙げられる．

AI を用いた支援システムはオンライン将棋サービスでも実用化されている．例えば，日本将棋連盟公式アプリの将棋ウォーズには「棋神」と呼ばれる支援システムが実装されており，これを利用すると 5 手の間強力な AI が手を選択してくれる[8]．このシステムは，悩ましい局面や良い手がありそうな局面で使用することで，最善手や詰み手順の学習効果が得られるという名目で実装されている．また，このようなゲーム運営側が提供するアシストシステムには，チートを用いてゲームを有利に進め，対戦相手を不快にさせてしまうチーターと呼ばれる悪質なプレイヤの出現を抑制することができるといったメリットがあるのではないかと考える．なぜならチーターがチートを使う理由として推測される「勝ちたい」,「ミスをしたくない」といった欲求を満たせるアシストシス

テムを選択肢として提示することで，わざわざペナルティの対象になるチートを使う動機を減じることができるからである．また，例として挙げた将棋ウォーズは棋神システムを実装しつつ，チーターへのペナルティを表明している[9]．こういったアシストシステムの実装とチートへのペナルティによって，チーターは「ペナルティを受けるならアシストを使ってゲームを楽しむ」という選択をするようになると考えられる．

一方で，このようなアシストシステムには，対戦相手を不快にさせうるという欠点もある．実際，棋神を使われた相手側のプレイヤは，それが画面上分からないにもかかわらず，どんな局面でも数秒で強力な手を指してくるといった特徴から使われたことに気づいてしまうことが多い．その結果，「同じ条件で戦いたい」，「勝負に水を差されたくない」といった理由でアシストシステムを使いたくないプレイヤに不快感を与えることになってしまう．これでは，チートを防ぐことにより不快に思うプレイヤを減らすという目的が果たせるとは思えない．

本研究ではオンライン将棋を対象に，利用者を楽しませつつ，対戦相手に気づかれにくいアシストシステムを構築することを目指す．前述した通り，対戦相手にアシストシステムを使用したことが気づかれるとそれだけで対戦相手が不快になってしまう要因になってしまう．そこで対戦相手に使用したことが気づかれずに使用者を楽しませることができるアシストシステムを構築する．これによりアシストシステムを使用したくないプレイヤを不快にさせずに，チーターの出現を抑制することが期待できる．

アシストシステムを構築する手法として，予備実験によってゲームユーザが使いたいと思うアシストシステムの傾向と既存のアシストシステムである棋神システム[7]のユーザ体験に関して調査し，その結果を基にアシストシステムを提案する．この提案したアシストシステムを用いて被験者実験を行い，使用者はアシストシステムを使ってゲームを楽しめたか，使用された側はどの程度アシストを使用されたことに気がつくのかをアンケートによって評価する．

本論文の構成は以下の通りになっている．第 2 章では研究背景として，チート行為，チート対策，チート対策のいたちごっこ，いたちごっこの改善案について述べる．第 3 章では将棋の人間プレイヤをアシストする関連研究の紹介，第 4 章では予備実験と実験結果，第 5 章では 4 章の結果を踏まえてのアシストシステムの提案，第 6 章では被験者実験と実験結果，第 7 章では本研究のまと

めを述べる.

第2章 研究背景

本章は，ゲームプログラミングワークショップ 2023 で発表時間した『オンライン将棋における対戦相手が不快になりにくいアシストシステムの構築』（発表論文リスト[1]）の 2 章の内容をもとに再構成したものである．本章では，初めに問題となっているオンライン対戦ゲーム上でのチート行為について説明する．その後，チート行為の被害を防ぐための対策，対策のいたちごっこが起きている現状，その改善案について述べる．

2.1 チート行為

ゲームやスポーツは，その性質上，ルールに基づき，参加者はこれを順守した上で，お互いの実力や運を競い合うものである．しかし，勝利によってもたらされる名誉や地位，また掛け金などの報酬を求める欲望から，時に不正行為が発生することがある．特にスポーツ分野では，ドーピングが著しい問題となっている．これは選手が成績向上を図るために，禁止された物質を使用する行為であり，公正な競技環境を乱し，他の競技者に対して不当な不利益をもたらす可能性がある．そのため，ドーピングに対しては厳格な規制が敷かれている[10]．同様に，麻雀などのボードゲームにおいても，勝利を得るために積み込みや握りこみ，ガン牌，コンビ打ちなど，さまざまな不正行為が存在する[11]．これらの行為は，公正な競技プロセスが損なわせてしまい，それによって「競技が疑いの目で見られて魅力を失う」,「不愉快になりゲームを離れる人が出てくる」といったことがおこる恐れがある．

現在，インターネット環境の普及により，様々なジャンル対戦ゲームにおいて，世界中の見知らぬプレイヤと対戦が行われるようになった．しかし，匿名性が高まったことによりオンライン対戦ゲームサービスにおいて，規約外のソフトを用いてゲームを有利に進めようとするチーターと呼ばれるプレイヤの存在が知られるようになった．チーターは対戦相手に不快感を与え，その結果プレイヤの離反や，ゲームサービスの評判の低下を起こすといったことから問題となっている．本研究の題材であるオンライン将棋ゲームでも規約外の将棋 AI を対戦で用いて勝利しようとするプレイヤが問題となっている．

2.2 チート対策

ゲームの運営側はチート行為の横行によってゲームの評判の低下や利用者の減少を防ぐためにチートの対策を行うことを余儀なくされている．例として大手オンラインチェスサービス chess.com では，被害を受けたプレイヤからの通報や，チート行為を行ったプレイヤの検出を行うことで対策を行っており，一日あたり平均 800 つほどのアカウントがチート行為を理由に停止されている[12]．Chess.com におけるアカウント停止者の推移を図 2.1 に示す．

本研究の題材であるオンライン将棋ゲームにおいてもチート対策は問題となっている．1 章で例に挙げたオンライン将棋サービスである“将棋ウォーズ”の他にも，“将棋倶楽部 24”，“将棋クエスト”といったサービスでもチートへの対策とペナルティを表明している[13,14]．このことからオンライン将棋においてもチート行為を抑制するための研究の価値は高いと考える．

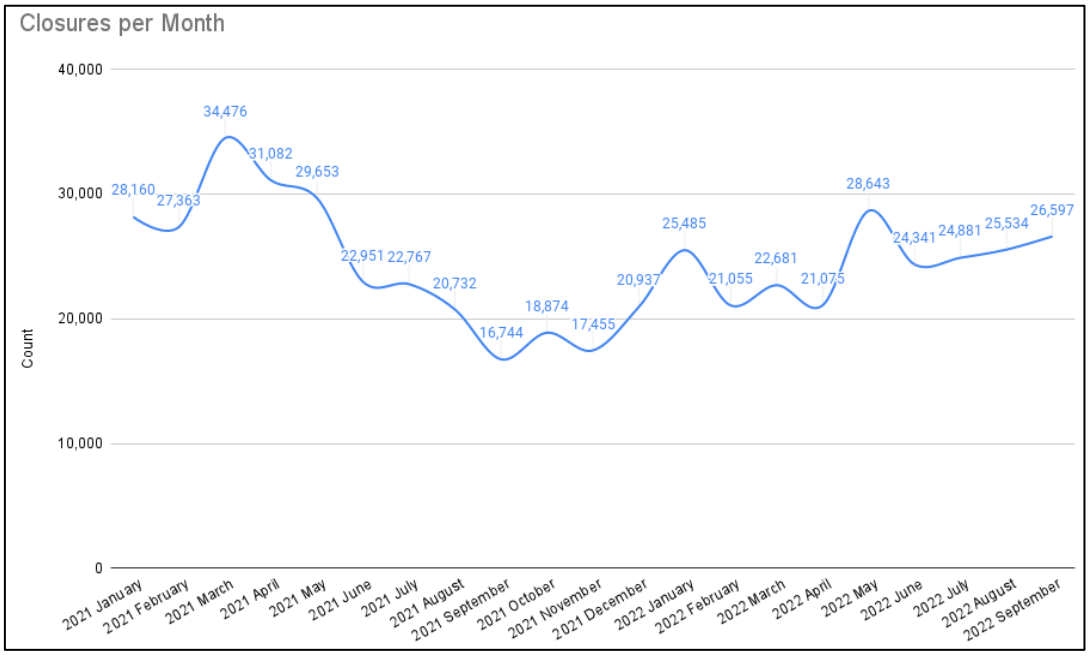

図 2.1 : chess.com におけるアカウント停止者 （出典　chess.com “ About Online Chess Cheating “ [12]）

2.3 チート対策のいたちごっこ

ゲーム運営側は対策システムを構築することによってチーターをゲームから除外しようとするが，図 2.1 を見る限りチート使用者の数は減っていない．本研究ではこれを「既存ユーザのチーター化」,「除外されたチーターのアカウント再作成」,「対策をかいくぐるチートツールが作られた」といった理由から新たにチーターが出現し，その度に運営は対処を求められるといういたちごっこが起きてしまっていることが原因だと推測した.

2.4 いたちごっこの改善

もしチーターを検出してゲームから除外するだけでなく，チーターの出現を抑制することができれば，チーターとゲーム運営のいたちごっこを改善することができる．そこで，どうやってゲームユーザにチートを使う選択をさせないようにするのかが問題となるが，この解決策として棋神システムのようなゲーム運営側が提供するアシストシステムが挙げられる．チーターになりうるゲームユーザは，自分のプレイするゲームに対して，勝ちたい，楽しみたい，ストレスなくプレイしたいといった様々な目的を持っていると考えられる．そして，その欲求を即時に満たすために外部のソフトを使用することもいとわないといった共通の特徴を持つと考える．そこで，運営側がチート使用へのペナルティを掲げつつ，チーターになりうるゲームユーザが，リスクを負ってまでチートを使うよりは自分の欲求を満たすために使ってもいいと思えるようなアシストシステムを提供できれば，わざわざペナルティの対象になるチートを使う動機を減じることができると考える.

しかし，棋神システムのような AI が最善手を代わりに指すという方法は，対戦相手を不快にさせうるという欠点もある．対戦相手側の視点では気づかれやすいがために不快感が生じやすいと考える．上記でも述べたが，棋神を使われた相手側のプレイヤは，それが画面上分からないにもかかわらず，どんな局面でも数秒で強力な手を指してくるといった特徴から使われたことに気づいてしまうことが多い．その結果,「同じ条件で戦いたい」,「勝負に水を差されたくない」といった理由でアシストシステムを使いたくないプレイヤに不快感を与えることになってしまう[*1]．また使用者側の視点でも自分の力で勝っている

[1] ただし，チートの使用に気づくよりも，アシストシステムの使用に気づく方が「公式のものだからまだ許容できる」「実力でなくて課金で負けた」といった不満でとどまり，結果，不快感が少なくなることもありうると考える.

感じがしないため，ゲームを自分の力で楽しみたいといった動機を持つ思うゲームユーザには使用したいと思われないと考える．

そこで本研究では，オンライン将棋ゲームにおいて，チーターの出現を抑制するためのアシストシステムには“対戦相手に気づかれづらい”，“様々なゲームユーザに使いたいと思われる”の 2 つの点が重要であるという考えのもとに研究を進めた．

第3章 関連研究

本章では，初めに前章で述べたチート対策の具体的な手法に関する研究について紹介する．その後，本研究の主目的であるアシストシステムの関連研究について紹介する．

3.1 チート検出の手法

チート対策の場においてチーターをゲームから除外するために様々なアプローチがなされてきた．チェスや将棋といったオンラインボードゲームサービスでは，チートを使用している疑いのあるプレイヤを検出する基準として，人間プレイヤの指し手と AI の指し手の一致率を採用している[15,16] [*2]．これに加えてユーザからの通報や，ゲーム運営が組織した人間の手動による調査といった独自の方法を組み合わせることによってチーターの対策は行われている．

近年のチート対策の手法に関する研究では，機械学習を用いてチート行為を検出する試みが行われている．Jonnalagadda らは FPS[*3]ゲームを対象にディープラーニングを用いて普通のプレイヤとチートを使用しているプレイヤのプレイ画面上の「どのようにキャラクタの視線を動かしたか」といった視覚的特徴を学習し，チート行為を検出する手法を提案した[17]．提案したシステムではディープラーニングでチートを使用している可能性のあるプレイヤのリストを確率付きで検出することで，チートの誤検出を回避しながら検出を行うことができる．また提案した手法のなかで，日々出てくる新しいチートツールに対応するためには新しい条件を考慮して DNN を再学習する必要があると述べられている．その上で提案した手法のネットワークサイズが小さいことから再学習時間が少ないこともチート対策への有効性として挙げている．このことから近年のチート対策の研究の中でもいたちごっこへの対策は重要な課題であることが考えられる．

3.2 アシストシステム

ゲーム AI を用いて人間を支援する代表的な目的として，“人間を楽しませ”，“人間のゲームの上達を支援する”といったことが挙げられる．1 章では，未来

[2] どれだけ一致していたら検出するのかといった閾値は公表されていない
[3] First Person Shooter（一人称視点シューティングゲーム）の略称

局面を用いた将棋の学習支援[7]を例として述べた．伊藤らは提案した手法の中で，アシスタンスジレンマにおいて問題とされている過度な支援による学習効果の減衰と，未来局面を用いた適切なレベルな支援によって，将棋の学習に効果がある可能性を示した．アシスタンスジレンマとは，教えすぎても教えなさすぎても学習効果を低減させてしまうといった学習支援における問題である[18]．本研究でもアシストが強すぎると対戦相手に気づかれやすく，弱すぎると使用者が楽しめなくなるといったアシストにおけるジレンマが発生することも考えられる．このことから AI を用いた新しい支援方法を提案することは問題解決のための重要な要素であると考えられる．

第4章 予備実験

本章は，ゲームプログラミングワークショップ 2023 で発表時間した『オンライン将棋における対戦相手が不快になりにくいアシストシステムの構築』（発表論文リスト[1]）の 3 章の内容をもとに再構成したものである．本章では，使用者を楽しませ，対戦相手に気づかれにくいアシストシステムを提案するための予備実験として行った，アシストシステムに関するアンケート調査，及び棋神システムの対戦実験について述べる．4.1 節では，実験の概要について述べる．4.2 節では，アシストシステムに関するアンケート調査ついて述べる．4.3 節では，アシストシステムに関するアンケート調査ついて述べる．

4.1 実験概要

使用者を楽しませ，対戦相手に気づかれにくいアシストシステムを提案するため，2 つ予備実験を行った．1 つ目は，どのようなアシストシステムが求められているのかを調べるためのアンケート調査である．2 つ目はこういったアシストシステムの中でも有名な棋神システムがどのような特徴を持っているのかを調べるための対戦実験である．

4.2 アシストシステムに関するアンケート調査

4.2.1 アンケートの概要

本研究における我々の目的は利用者を楽しませつつ，対戦相手を不快にさせないアシストシステムを構築することである．そのためにはまずどんなアシストシステムが求められているのかを理解しなければならない．そこで，まずどんなアシストシステムがあってほしいかについてのアンケートを行うことにした．内容としては，10 人に棋神システムへの印象と，どんなアシストシステムがあってほしいかについて回答してもらった．Q1 には対戦相手が棋神を使用することについてどう思うかという問いに，“許容できない” を 1，“許容できる” を 5 とする 5 段階評価で，Q2 には自分が棋神システムを使用することについてどう思うかという問いに対し，“使用したくない” を 1，“使用したい” を 5 とした 5 段階評価で回答してもらった．また Q1 と Q2 の両方にそう感じた理由を自由記述で回答してもらった．一方でどんなアシストシステムがあってほしいかのアンケートの内容としては選択肢として，“実力に関らず試合に勝て

るようになる”，“少しだけ試合に勝ちやすくなる”，“ミスを防いでくれる”，“使っていて勉強になる”，“その他” の 5 つを用意し，当てはまるものをすべて選んでもらうという形式で回答してもらった．

4.2.2 アンケート結果

アシストシステムに関するアンケート結果について，棋神システムへの印象についての結果を表 4.1 に示す．アンケートの結果としては，棋神システムを対戦相手が使用してくることに関しては許容できる被験者とできない被験者に二分された．自由記述による回答理由を見てみると，許容できる側の意見としては，1 人を除き「公式が用意しているのだから許容する」といった理由だった，対して許容できない側の回答理由としては「不公平感を感じる」,「勝負に水を差される」といった理由が目立った．このことから，少なくとも棋神のような直接強くなるアシストシステムが用意された場合，存在自体を歓迎するユーザは少なく，受け入れるユーザと使われたくないと思ってしまうユーザが多くなる傾向になると考える．次に，自分が棋神システムを使うことに関しては，使いたくないユーザが多い傾向にあるという結果となった．こちらの回答理由を見ると，多数派だった使いたくない側の意見としては「勝ってもうれしくなくなる」,「実力でプレイしたい」といった回答が目立った．対して少数派だった使いたい側の意見としては，Q1 と同じ「公式のものだから使う」という理由が多かった．これらの結果から使う側の視点では，存在自体を歓迎するユーザはさらに少なくなり，「使われる」以上に「使いたくない」という理由でアシストシステムを受け入れられないユーザが多いと考えられる．

表 4.1: 棋神システムへの印象

	1	2	3	4	5
Q1 棋神を相手が使用すること許容できるか 1（許容できない）__5（許容できる）	1	4	0	2	3
Q2 棋神を使用したいと思うか 1（使用したくない）__5（使用したい）	4	2	1	2	1

どんなアシストシステムがあってほしいかについての結果を図 4.1 に示す．結果としてはミスを防ぐ，使っていて勉強になるといったアシストが多く望まれており，勝率を上げるアシストに関してはあまり望まれていないことがわかった．この結果は，「実力以上に勝ちたい人が多く，その人たちがチーターになってしまう」という本論文の前提とは異なるように見えるかもしれない．考えられる可能性としてまず，今回のアンケート対象は少数なうえ，特定のコミュニティからサンプルしたものでゲームに対する考え方が一般的なゲームユーザとは異なるということがありうる．あるいは，アンケートではこのように答えていても，プレイ中の興奮した状態だとつい日頃のポリシーとは異なる行動をとってしまうということも考えられる．また，仮に実力以上に勝ちたいような人が 1 割程度に過ぎないとしても，何十万といるユーザの中の 1 割であればチーター予備軍は無視できない数になるため，本論文で提案するようなアシストシステムでそのような人たちを誘導することには価値があると考える．

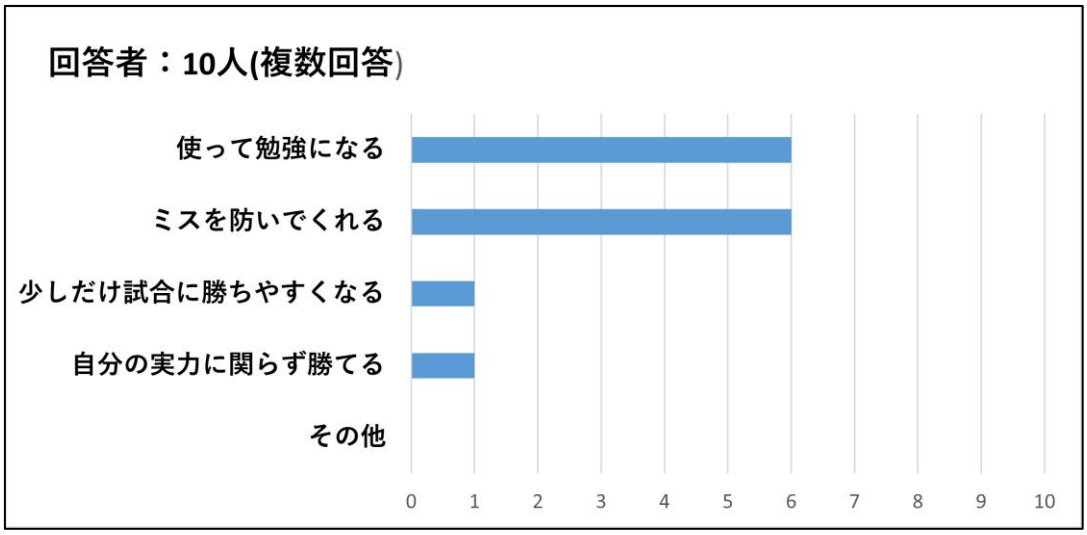

図 4.1: どんなアシストシステムがあってほしいか

4.3 棋神システムの対戦実験

4.3.1 実験概要

将棋ウォーズで実装されている棋神システムを用いて対戦を行った場合に使用した側と使用された側がどのように感じるのかを調査するため，実際に棋神システムを用いて対戦してもらう被験者実験を行った．実験設定を以下に示す．

- 本実験では，被験者同士でオンライン将棋サービスの将棋ウォーズ上で棋神システムを用いながら将棋で対戦してもらう．
- 被験者はオンライン将棋サービスを利用したことのある人間を募る．
- 持ち時間は 10 分切れ負けで行う．
- 対戦は同じペアが 4 戦ずつ行い，内訳としては，
  自分は棋神なし VS 相手は棋神なし，自分は棋神なし VS 相手は棋神あり，自分は棋神あり VS 相手は棋神あり，自分は棋神あり VS 相手は棋神なし，の 4 パターンをランダムな順番で行う．
- 棋神システムは 1 試合中 3 回まで使える．
- 被験者には対戦相手は 50%の割合で棋神システムを用いてくることを事前に伝える．
- 被験者には対戦の 4 戦の内，何戦目に棋神システムを使うのかをあらかじめ知らせる．
- 棋神システムを使用するタイミングは被験者にゆだねられる．
- 対戦が終了するたびに対戦の内容に関するアンケートに回答してもらう

アンケートの内容としては Q1 には対戦相手が棋神を使用したと感じたかという問いに，“感じなかった”を 1，“感じた”を 5 とする 5 段階評価で，Q2 にはこの試合は楽しかったかという問いに対し，“つまらない”を 1，“楽しい”を 5 とした 5 段階評価で計 6 人に回答してもらった．また Q1 ではそう感じた理由を自由記述で回答してもらい，Q2 ではそう感じた理由を“勝ったから”，“負けたから”，“相手がアシスト機能を使っていると感じたから”，“実力が拮抗していたから”，”試合が一方的だったから”の 5 つの選択肢の中から選んでもらい，どれとも当てはまらない場合は自由記述で回答してもらった．

4.3.2 実験結果

棋神システムの対戦実験のアンケート結果を図 4.2 に示す．まず Q1 の相手が棋神を使ったと感じたかへの回答について述べる．相手が棋神を使っていた場合と棋神を使っていなかった場合の回答をまとめたものを表 4.2 に示す． 結果としては，気づきやすさには 1.5 の差があったことから対戦相手が棋神システムを使用していた場合気づかれやすいということが読み取れ，棋神システムが相手に気づかれやすいという仮説を確かめることができた．

一方，図 4.2 で細かく見ていくと，自分と相手の両方が棋神を使っている場合は相手の使用に気が付きにくいといった現象もみられた．両者が使用していた場合の，かつ，評価を 1，2 として相手が使っていないと判断した被験者の回答理由を参照すると，「棋力の変化がない」，「手を選択する速さに変化がない」といった回答があった．このことから，棋神を使用すると，試合から意識が逸れて相手の動きに無頓着になり，その結果，相手の棋力向上や素早い手の選択という棋神の特徴に気づきにくくなることがこの現象の一因かもしれない．

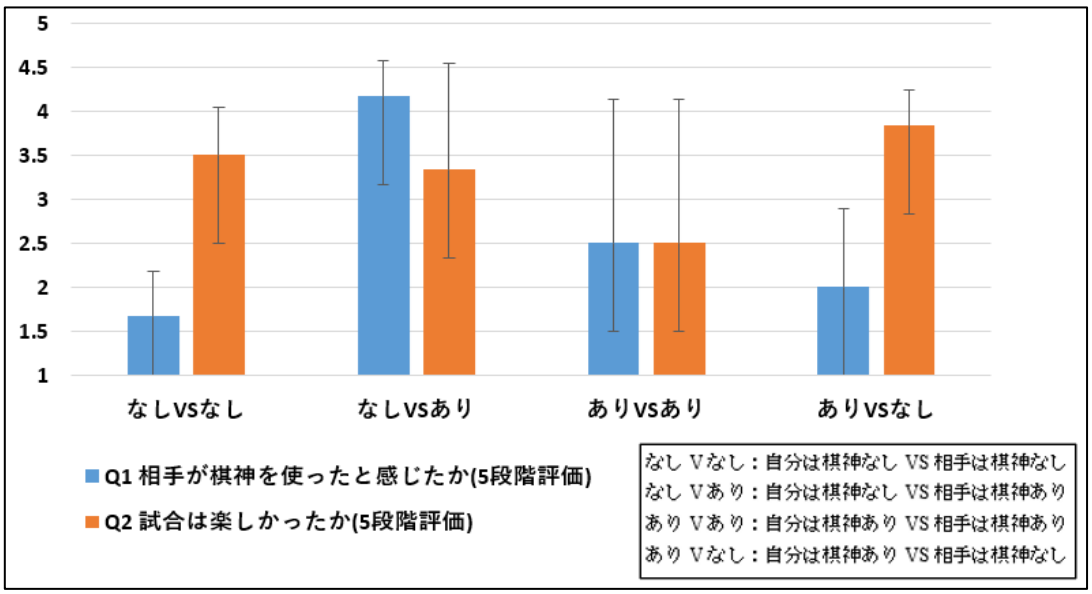

図 4.2: 対戦実験アンケート結果 （平均値と標準偏差）

表 4.2：Q1 相手が棋神を使っていたかへの回答

	回答数	平均	標準偏差
相手が棋神を使っていない場合	12	1.83	0.72
相手が棋神を使った場合	12	3.33	1.45

次に，Q2 の試合は楽しかったかへ回答について述べる．相手が棋神を使っていた場合と棋神を使っていなかった場合の回答をまとめたものを表 4.3 に示す．結果としてはゲームの楽しさは 0.7 という差ではあるが相手が棋神を使っていない方が楽しいという評価になった．組み合わせごとに楽しさの評価を比較してみると，両者が棋神システムを使用する場合には試合の楽しさに関する評価が低下しているが，相手だけが棋神システムを使用する場合には試合の楽しさに関する評価にはあまり変化が見られなかった．しかしこの対戦実験と実際に棋神システムが用いられる将棋ウォーズの段位戦では，勝敗によってレートが上下するといった特性から，試合における勝利の価値に差があると考えられるため，棋神システムを実際に使用された場合の不快感はさらに強いと予想する．

また，自分だけが棋神を使っている場合は，普通に試合を行う場合よりも感じる楽しさが上回っていた．この結果は 4.1 節のアンケートの“ミスを防ぐ”，使っていて勉強になるといったアシストが多く望まれており，”勝率を上げるアシストに関してはあまり望まれていない”という結果と矛盾する．自分だけが使用していた場合の，かつ評価を 4，5 として楽しいと回答した被験者の自由記述を参照すると，「一方的に勝てたから」，「実力が拮抗していたから」といった回答がみられた．一方的に勝てた試合を楽しいと感じることは，前述した“プレイ中の興奮した状態だとつい頃のポリシーとは異なる行動をとってしまう”という仮説が原因として考えらえる．一方で，拮抗した試合が楽しいと感じることは“本来なら一方的に負けるような実力差があった場合にアシストによって良い試合にしてもらうと楽しいと感じる”といったことが要因になっている可能性がある．

表 4.3: Q2 試合は楽しかったかへの回答

	回答数	平均	標準偏差
相手が棋神を使っていない場合	12	3.67	0.49
相手が棋神を使った場合	12	2.92	1.44

第5章 アシストシステムの提案

本章は，ゲームプログラミングワークショップ 2023 で発表時間した『オンライン将棋における対戦相手が 不快になりにくいアシストシステムの構築』（発表 論文リスト [1]）の 4 章の内容をもとに再構成したものである．本章では，4 章の予備実験の結果を踏まえた上で，提案した 4 つのアシストシステムについて述べる．

予備実験の結果から，アシストシステムとしては直接勝率を上げるといったことよりもミスの防止や学習効果を期待する傾向があること，棋神システムは対戦相手に気づかれやすく，また対戦相手を不快にさせないとは言えないことがわかった．この結果を踏まえ，使用者を楽しませ，対戦相手を不快にさせないアシストシステムとして以下の 4 つの機能を提案した．それぞれを 5.1 節から 5.4 節までで詳述する．

① 未来の局面を教えてくれるアシスト
② おすすめの手を提示してくれるアシスト
③ うっかりミスを警告してくれるアシスト
④ 五手だけ助けてくれるが少しバレにくいアシスト

5.1 未来局面予測アシスト機能

5.1.1 コンセプト

1 つめは，利用者に将来の見通しを与え，着手時の不安を軽減し，学習効果も期待できるというコンセプトのアシストシステムである．機能としては伊藤らの未来局面を用いた将棋の学習支援システムを参考にしたものである[6]．図 5.1 のように手を選択しようとすると，AI がその手を打つと数手後にはどんな局面になっているのかを教えてくれる．これにより使用者は自分の選択しようとする手が危険な手なのか，有効な手なのか，自分の目的と一致しているのかといったことを確認しながら安心してプレイすることができる．加えて，自分の予測とアシストの提示した未来局面を比べながらプレイすることによって，局面を読む力における学習効果も期待できる．また最終的には使用者が考えて手を決定するといった特性から “自分の力でプレイしている感” を失わずにプレイでき，対戦相手側から見ても使用したことに気づかれにくいと考える．

一方で，生成される未来局面が必ず実現するとは限らないため，使用者が不利益を被りストレスを感じる可能性があるといったリスクも存在する．また，あまりに近い未来局面を提示してしまうと，数手先の最善手がわかってしまいアシストのコンセプトから外れてしまう恐れがある．これらのことから何手先の未来局面を提示するのかに関しては考察の余地がある．また，これは他のアシスト機能も同様であるが，この機能をどのくらいの間隔で使用できるのか，試合中何回利用できるのかなども検討課題である．

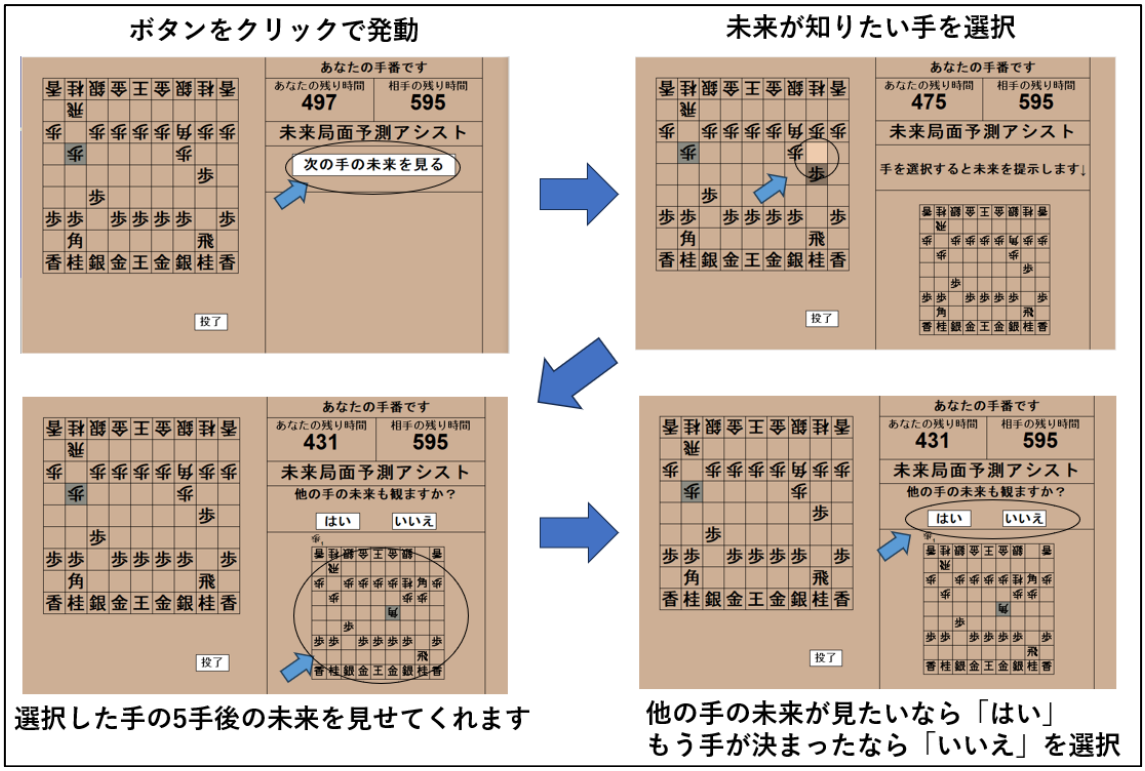

図 5.1: 未来局面予測アシストシステム

5.1.2 システムの実装

未来局面予測システムの概念図を図 5.2 に示す．実装内容としては，GUI 上で使用者が手を選択し，その手が反映された局面情報を AI に渡す．AI がその局面から 5 手分自己対局を行い，結果を GUI に出力する．また GUI への出力は 1 手ずつアニメーションのように見せることで，どのような手順で未来局面に至るのかを分かるように実装した．未来局面を出力するための AI は水匠（水匠 5）[19]を用いた．未来局面の生成に時間がかかってはいけないと考え，自己対局における一手ごとの探索時間は初期設定の 1000 ミリ秒と設定した．

水匠の探索時間の設定は，指定した時間に対して約 1000 ミリ秒余裕をもって探索が終わるようになっており，この場合，実際には 100 ミリ秒ほどで探索される．出力する未来局面は遠すぎると GUI の反映に時間がかかりすぎ，また近すぎると未来を予測する機能を保てなくなるため 5 手先の未来局面を生成するようにした．使用可能の回数や間隔については，制限を設けなかった．

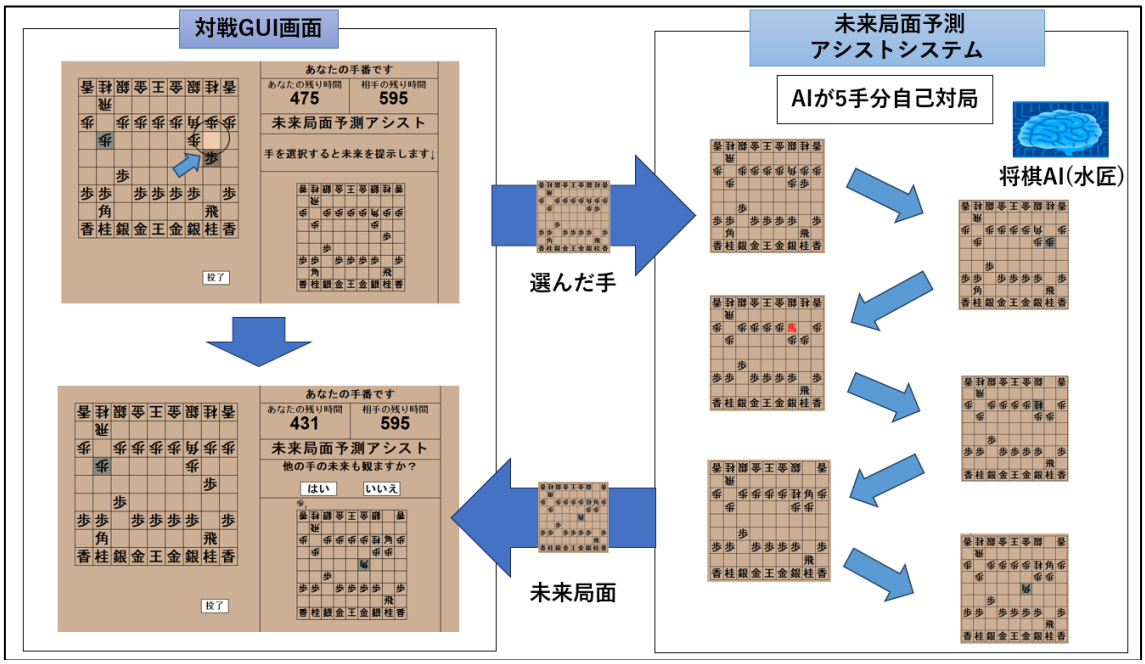

図 5.2: 未来局面予測アシストシステム概念図

5.2 おすすめ手提案アシスト機能

5.2.1 コンセプト

2 つ目は利用者に方針選択の自由を残したうえで良い手を提示するというコンセプトのアシストシステムである．機能としては棋神システムのようにただ最善手を教えるのではなく，有望な手を複数提示する．具体的には，図 5.3 のように攻める手と守る手のうち AI が有望と判断した手をそれぞれ数個ずつ提示するといった機能になっている．このように AI によって候補手を限定してもらうことによって，使用者は何をすればいいか浮かばない局面や，攻めや守るといった方向性だけが決まっている局面で AI に悪手ではないことを保証してもらいながら局面を進めることができる．またこのアシスト機能も使用者が

手を選ぶといった特性から，“自分の力でプレイしている感” を失わずにプレイでき，対戦相手側から見ても棋神システムのようないきなり最善手を連続で指すといったようなことが少なくなるため対戦相手には気づかれにくくなると考える．

一方で，どのような基準で手を探索し，提示するのかに関しては考察の余地が存在する．具体的には，攻め手と守り手の判断に関しては攻めと守りを兼ねるような手をどのように扱うのかといった課題がある．対して，提示する手の強さに関しても，AI が提示する手が最善に近い手ばかりだと不自然すぎて相手側に不快感を与えてしまい，また使用者も指しこなせない場合がある．かといって悪手を含めて提示しても使用者に不快感を与えてしまう．これらのような問題が推測できることから提示する手の調整が必要である．

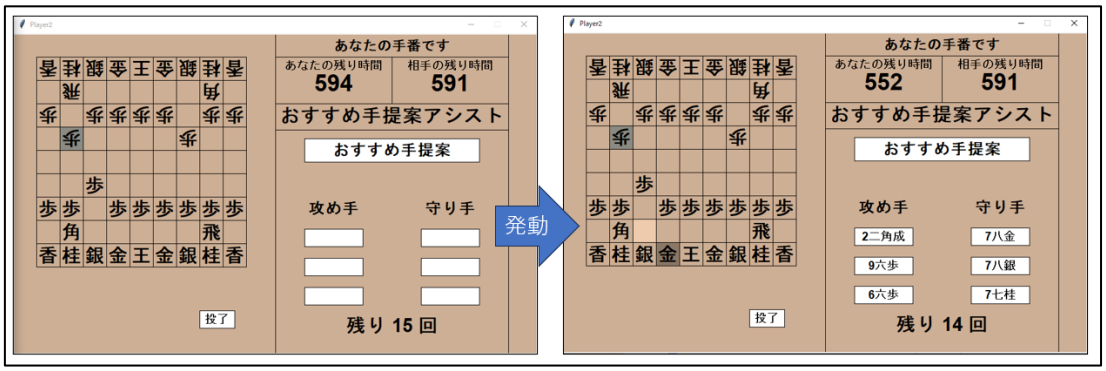

図 5.3: おすすめ手提案アシストシステム

5.2.2 実装

おすすめ手提案システムの概念図を図 5.4 に示す．実装内容としては，GUI 上で使用者が発動ボタンを押すことで，AI が “攻め手”，“守り手” をそれぞれ最高 3 手ずつ棋譜の形式で提示してくれるように実装した．手の探索方法としては，まず最善手を探索し，その手が “攻め手か守り手か” を判断する．次に最善手以外の有効手を探索し，“攻め手” と “守り手” が最善手と合わせて合計 3 手ずつ見つかるか，合法手を全て調べ終わると探索を終了する．“攻め手” か “守り手” の判断は駒がどこに打たれるかで判断している．具体的な条件の範囲を図 5.5 に示す．最善手を探索するための AI は水匠（水匠 5）を用いた．探索時間は他のアシストシステムと条件を合わせるために 1000 ミリ秒と設定した．最善手以外の有効手の探索を行うための AI には水匠（水匠 5）と着手確率予測モデルを使用した．着手確率予測モデルとは，人間の棋譜から教師あり学習し

た，局面を入力すると着手の確率分布が出力されるモデルである．実装にあたっては小川らの研究[20]を参考に，ネットワーク構造は同じだが，学習データを分割せず全てのデータを使用した着手確率予測モデルを使用した． 着手予測モデルによって現局面の着手確率分布を出力し，その中で予測確率が 1%以上のものを候補手とし，その候補手を水匠によって悪手ではないか（勝率を 10%以上落とさないか）を評価する．悪手でなければ有効手として“攻め手”か“守り手”かの判断を行う．また，使用可能回数は，4 章の棋神システムの対戦実験で棋神の使用回数を 3 回（15 手分）にしていたことから，条件を合わせるために 1 試合で 15 回までとした．

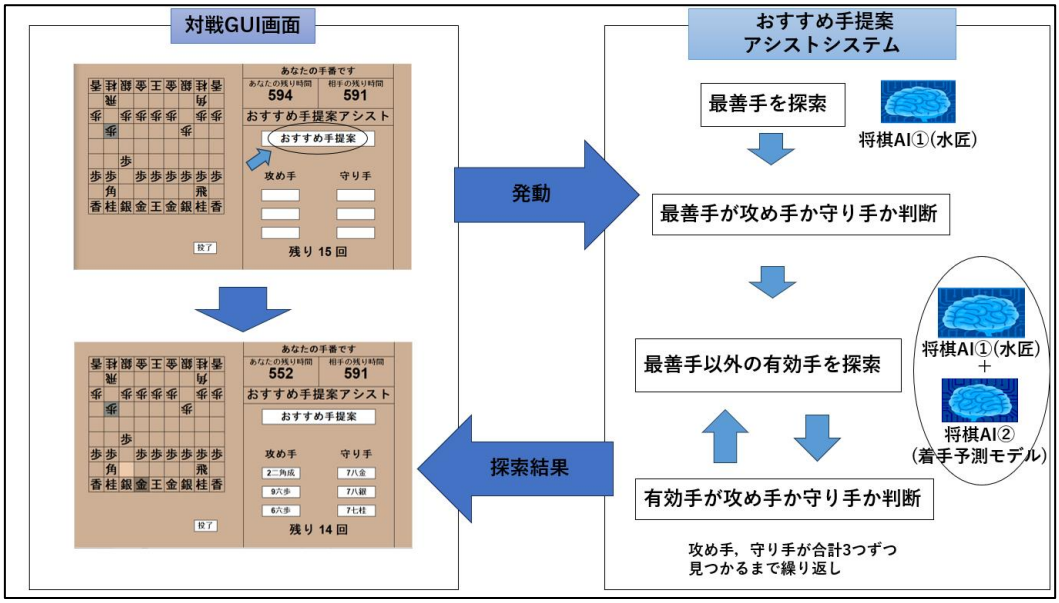

図 5.4: おすすめ手提案アシストシステム概念図

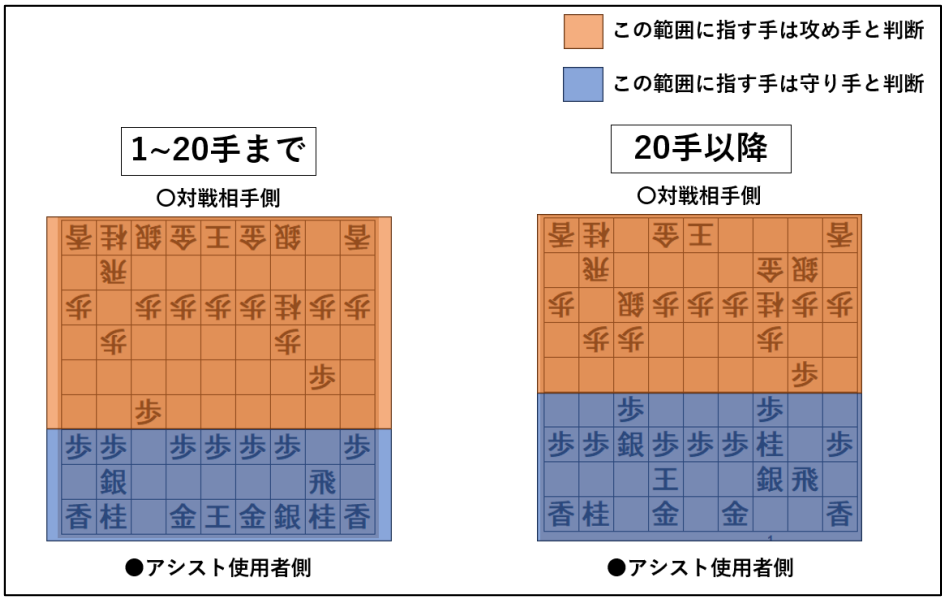

図 5.5: 攻め手守り手の判断条件

5.3 うっかりミス防止アシスト機能

5.3.1 コンセプト

3 つ目はミスを防ぎ安心感を持ってプレイしてもらうことによって使用者を楽しませるコンセプトのアシストシステムである．機能としては序盤に大駒をとられる手を見逃してしまうといった，試合が決してしまうようなうっかりミスをしようとすると図 5.6 のように警告してくれるものになっている．これにより，使用者は大駒が取られる手を見逃す，駒の利きの勘違い，操作ミスといったつまらないミスで試合が決着することを恐れず，安心感を持ってプレイすることができる．また，大きなミスだけを防ぐといった特性から，対戦相手側から見ても使用したことに気づきにくいと期待できる．加えて，実力が拮抗した良試合がうっかりミスによって決着してしまうといったことも防いでくれるため，間接的に対戦相手側を楽しませることができるといったメリットも期待できる*[4]．

一方で，この機能は常時発動させることを想定しているので，発動頻度の調整といったことは必要ないが，どのくらいのミスまで警告を行うのかに関しては考察の余地が存在する．具体的には，非常に大きなミスだけに警告を出して

[4] ただし，接戦・好ゲームよりも，勝つことが楽しいというプレイヤも一定数いることが分かっている．

しまうと定石などを理解した中級者以上にはあまり有効でなくなってしまう．対して，小さいミスにも警告を出す場合，警告が頻繁になりすぎてしまい，使用者側は煩わしく感じ，対戦相手側から見ると強すぎるように感じてしまう．また，最終局面で「相手をすぐに詰ませられなければ負け」のような状態では最善手以外はすべてミスとも考えられてしまう．これらのような問題が推測できることから警告を出す条件の考察は重要な課題であると考える．

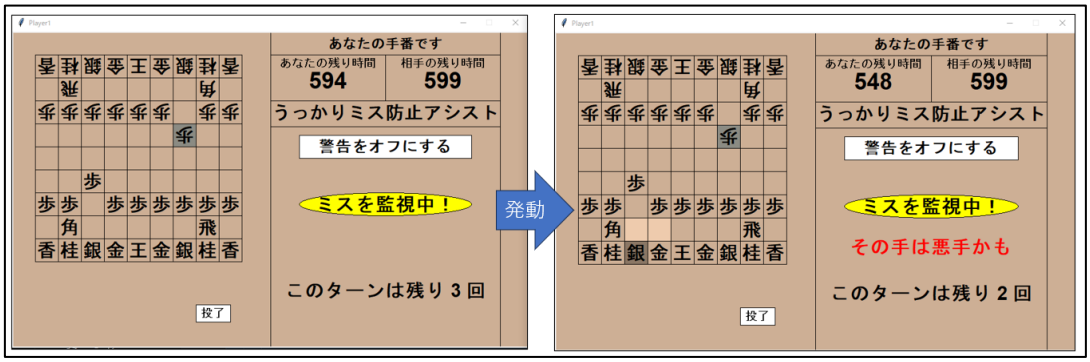

図 5.6: うっかりミス防止アシストシステム

5.3.2 実装

うっかりミス防止システムの概念図を図 5.7 に示す．実装内容としては，常に AI が選んだ手によってどれだけ予測勝率が変化したかを計算し，勝率が一定以上低下するような手が選ばれた場合に警告を行うように実装を行った．警告を出す条件としては，優勢なほど警告が出づらく，劣勢なほど警告が出やすいように設定した．具体的な条件を表 5.1 に示す．勝率を監視する AI は水匠（水匠 5）を用いた．手を選択するたびに勝率を計算するための待ち時間が発生するのはよくないと考え，勝率計算の時間は初期設定の 1000 ミリ秒と設定した．また，時間切れ間近といった，警告によって手の選択を遮られると不都合な局面も考えられるため，警告をオフにするボタンも実装した．使用可能回数については，1 回の手番中には 3 回まで警告するようにし，試合全体での制限は設けなかった．

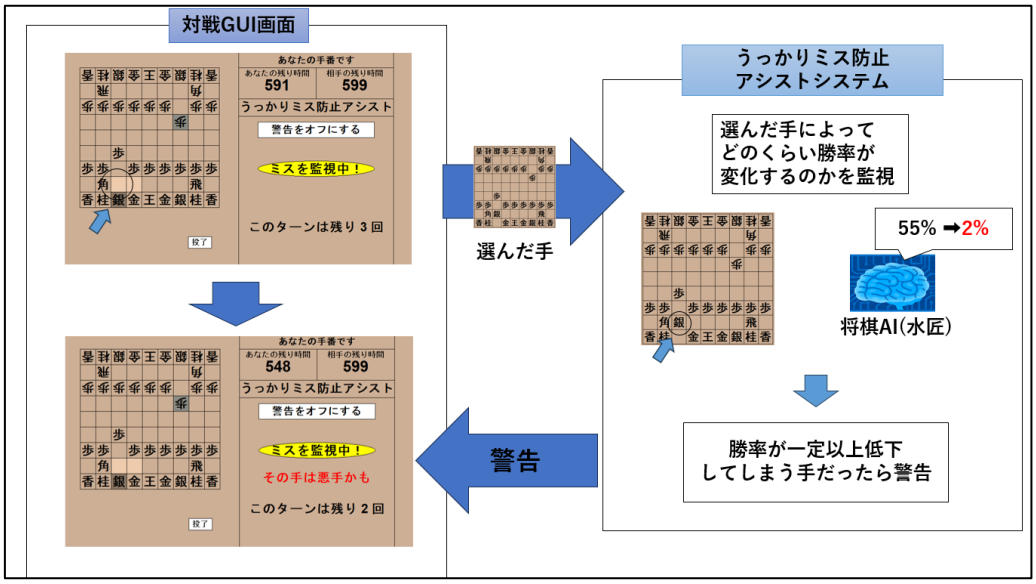

図 5.7: うっかりミス防止アシストシステム概念図

表 5.1 警告を出す条件

勝率	警告を出す条件
90%以上	勝率が 60%以上降下
80~89%	勝率が 50%以上降下
70~79%	勝率が 40%以上降下
60~69%	勝率が 30%以上降下
50~59%	勝率が 20%以上降下
49%以下	勝率が 10%以上降下

5.4 五手だけお助けアシスト機能

5.4.1 コンセプト

4 つ目は棋神システムのもつ“実力に関係なく試合に勝ちやすくすることで使用者を楽しませる”というメリットはそのままに，欠点であった気づかれやすさを改善するというコンセプトのアシストシステムである．機能としては棋神システムと変わらず，図 5.8 のように発動ボタンを押すと AI が 5 手の間代わりに手を選択しアシストしてくれる．これに加えて AI が手を選択する時間を従来のように固定するのではなく，有用な候補手がどれくらいあるといったことを基準に AI の思考の応答時間を増減させるようにしている．これによっ

て，難しい局面は悩み，簡単な局面ではすぐに手を選択するように見せることで気づかれづらくするといったものになっている．

一方で，AI の思考の応答時間が過度に増減してしまっても対戦相手に違和感を与えてしまうため，有用な候補手の数で機械的に増減させるだけでなく，“自然に悩んでいるように見せる“ ための調整が必要である．

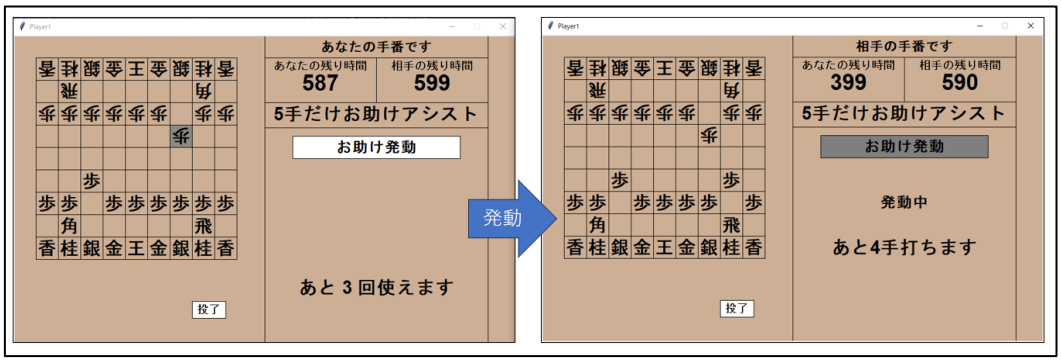

図 5.8: 五手だけお助けアシストシステム

5.4.2 実装

五手だけお助けシステムの概念図を図 5.9 に示す．実装内容としては，GUI 上で使用者が発動ボタンを押すことで，そこから 5 手の間操作を全て AI が行うように実装した．AI はまず最善手を探索しその後，後述する AI が他にどのくらい一見してありそうな手があったのかをカウントし，その数が多ければ多いほど長く待機するように実装を行った．最善手を探索するための AI は水匠（水匠 5）を用いた．探索時間は他のアシストシステムと条件を合わせるために 1000 ミリ秒と設定した．他にどのくらい有効な手があったのかをカウントするための AI は上記でも述べた小川らの研究[20]を参考した着手確率予測モデルを用いた．現局面の着手確率分布を出力し，その中で予測確率が 10%以上のものを一見してありそうな手としてカウントし，待機する時間としては “候補手×(1.0~1.5)秒” とした．また，使用可能回数は 1 試合で 3 回までとした．

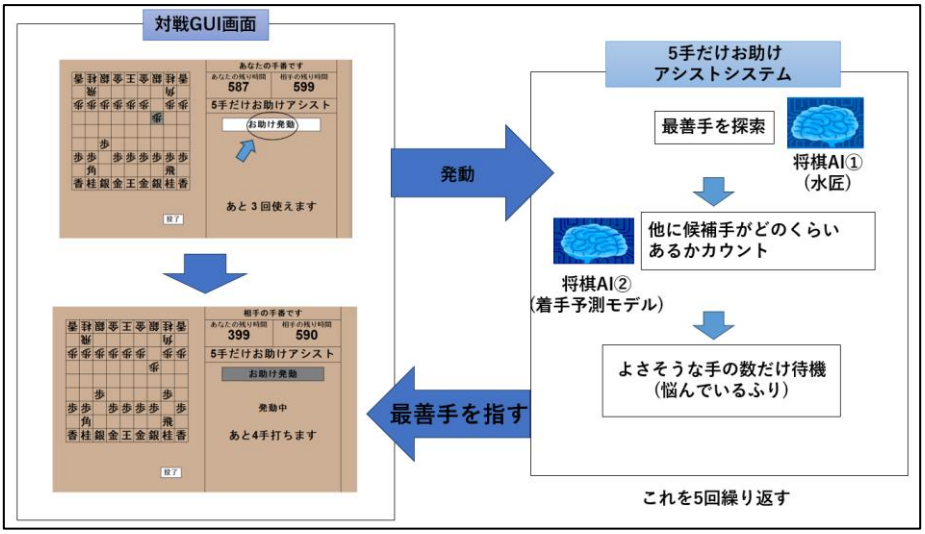

図 5.9: 五手だけお助けアシストシステム概念図

第6章 被験者実験

本章は，ゲームプログラミングワークショップ 2023 で発表した『オンライン将棋における対戦相手が不快になりにくいアシストシステムの構築』（発表論文リスト [1]）の 5 章の内容を再構成し，結果と内容を補足したものである．本章では，提案したアシストシステムについて，使用された側はどの程度使用されたことに気がつくのか，また使用した側はどのようなアシストシステムを使いたいと思うのかを調査するために行った被験者実験について述べる．6.1 節では実験の概要について述べ， 6.2 節では実験の結果と考察を，6.3 節ではまとめについて述べる．

6.1 実験概要

5 章では，予備実験から得られた「アシストシステムには直接勝率を上げるといったことよりもミスの防止や学習効果が期待される傾向がある」,「棋神システムは対戦相手に気づかれやすく，また対戦相手を不快にさせないとは言えない」という結果を基に 4 つのアシストシステムを提案した．これらの提案したアシストシステムについて，使用された側はどの程度使用されたことに気がつくのか，また使用した側はどのようなアシストシステムを使いたいと思うのかを調査するための被験者実験を行い，合計 12 人に参加してもらった．実験時間は実験説明を 20 分，アプリケーション及びアシストシステムの操作確認のためのプレテストを 30 分，実験時間を 3 時間とした．実験設定を以下に示す．なお，本実験は JAIST ライフサイエンス委員会「ヒトを対象とした研究」の申請を行い，許可を得たものである．

- 本実験では，被験者同士で提案した 4 種類のアシストシステムを用いながら将棋で対戦してもらう．

- 被験者は将棋のルールを知っており，終局までプレイしたことのある人間を募った．申し込んでもらう際コンピュータ上で将棋をプレイしたことがない場合はブラウザ上で動作する将棋をプレイしてみるように促した．

- 実験は 6 人 1 グループで行われ，対戦は被験者同士で 1 人 10 戦ずつ行う．1 人あたり 4 種類のアシストを 2 回ずつ使用し，残り 2 回は何も使用せずに試合を行う．例として，表 6.1 にある被験者Aが対戦した被験者と，そのときの両者のアシストシステムの種類を示す．

- 対戦相手はなるべく同じ強さの被験者同士で対戦を行ってもらえるように勝敗によって決める．対戦のためのマシンを 3 つ用意しそれぞれ上位席，中位席，下位席とする．試合に勝利するとひとつ上の席に移動（既に上位席にいる場合は残留）し，敗退するとひとつ下の席に移動（既に下位席にいる場合は残留）し対戦を行う．また，最初の対戦相手及び最初に座るマシンはランダムに決められる．なお表 6.1 の被験者 A はどちらかというと勝率の低いプレイヤであり，同じく勝率が低めの E,F とは対戦が多く，勝率が高めの C とは一度も対戦していない．

- 被験者には対戦相手は 20%ずつの割合で別々のアシストシステムを用いてくること，及び 20%の割合でなにもアシストシステムを用いてこないことを事前に伝える．

- 被験者には自分が何戦目に何のアシストを使うのかまたは使わないのかを知らせず，対戦が始まる前に確認してもらう．

- アシストシステムを使用するタイミングは被験者にゆだねられる

- アシストを使用したことを外的要因で悟られないために対戦を行う際には対戦者同士の体が見えないよう仕切りを設け，操作のために用いるマウスは静音性の高いものを用いる．

- 持ち時間はそれぞれ 10 分だが，時間切れになってもすぐには試合終了とせず，更に 1~2 分ほど超過した場合に試合を中断させる．

- 先攻後攻はランダムに決められる．

- 対戦が終了するたびに対戦の内容に関するアンケートに回答してもらう．

表 6.1: 被験者 A の対戦表

A のシステム	対戦者	対戦者のシステム
五手だけお助け	B	五手だけお助け
おすすめ手提案	E	未来局面予測
なし	F	未来局面予測
五手だけお助け	E	なし
うっかりミス防止	B	うっかりミス防止
未来局面予測	E	なし
なし	F	なし
未来局面予測	D	おすすめ手提案
うっかりミス防止	F	なし
おすすめ手提案	D	五手だけお助け

アンケートの内容としては Q1 には「対戦相手がアシスト機能を使用したと感じましたか」という問いに，“感じなかった”を 1，“感じた”を 5 とする 5 段階評価で，Q2 には「この試合は楽しかったですか」という問いに対し，“つまらない”を 1，“楽しい”を 5 とした 5 段階評価で回答してもらった．Q1 ではそう感じた理由を自由記述で回答してもらい，Q2 ではそう感じた理由を 5 つの選択肢の中から選んでもらい，どれとも当てはまらない場合は自由記述で回答してもらった． また，対戦で自分がアシストシステムを使用していた場合は Q3 の「使用して実力以上の強さを得ることができたと感じましたか」，と Q4 の「この試合で使ったアシストを楽しいと感じましたか」という問いにも追加で回答してもらった．Q3 は “感じなかった”を 1，“感じた”を 5 とする 5 段階評価で，Q4 は “つまらない”を 1，“楽しい”を 5 とした 5 段階評価とした．また Q3 でもそう感じた理由を自由記述で回答してもらい，Q4 ではではそう感じた理由を 5 つの選択肢の中から選んでもらい，どれとも当てはまらない場合は自由記述で回答してもらった．Q2 と Q4 の選択肢に関しては付録 B に記載し，回答してもらった自由記述に関しては付録Cに記載した．”

6.2 実験結果

6.2.1 アシストの強さ

最初に,「各アシストシステムを用いた際の勝率」を表 6.2 に示す．結果としては，なにもアシストを使用しない場合は 0.36 だったのに対し，“五手だけお助け”の場合は 0.78 と高い勝率を残した．一方で，“うっかりミス防止”は 0.54，“おすすめ手提案”は 0.44 と“五手だけお助け”程ではないがそれぞれ勝率を向上させる効果が見て取れた．しかし，“未来局面予測”の場合は 0.35 と勝率を下げてしまうという結果になった．また，アシストごとに時間切れで決着がついた割合にも差が見られた．なにもアシストを使用しない場合は 0.18 だったのに対し，“うっかりミス防止”の場合は 0.54 と大きく差が出た．これに対し，“未来局面予測”は 0.35，“おすすめ手提案”は 0.30，と少しだけだが上昇しており“五手だけお助け”は 0.21 と使っていない場合とほとんど変わらなかった．この割合はアシストを用いた場合の勝率が 50%に近いほど高くなっている傾向が見られた．このことから，アシストによって実力が拮抗した試合になり，結果時間切れの試合が増えたと考える．

表 6.2: 使用したアシストシステムごとの勝率

アシスト	試合数	勝	負	時間切れ勝	時間切れ負	勝率
なし	22	6	12	2	2	0.36
未来局面予測	20	4	9	3	4	0.35
おすすめ手提案	23	7	9	3	4	0.44
うっかりミス防止	24	6	5	7	6	0.54
五手だけお助け	23	15	3	3	2	0.78

次に試合後アンケート Q3 の「使用して実力以上の強さを得ることができたと感じたか」という問いに対して,「対戦相手に使用されたアシストごと」の回答を表 6.3 に示す．“五手だけお助け”が 4.30，“おすすめ手提案”が 3.70，“うっかりミス防止”が 2.88，“未来局面予測”が 2.10 と，“アシストの勝率”と“アシストで感じられる強さ”が比例する傾向を確認できた．しかし，“おすすめ手提案”と“うっかりミス防止”を比較すると，勝率では“うっかりミス防止”の方が上だが，感じる強さにおいては“おすすめ手提案”の方が勝っていた．“うっかりミス防止”を使い，かつ，評価を 1,2 として強さを得られなかったと判断した被験者の回答理由を参照すると「発動しなかったから」という回答が

多く見られた．発動しないということは悪手を打っておらず優勢な試合であり，その結果，全体的に勝率は高いが人によっては感じられる強さが少なくなったと考えられる．

表 6.3: 使用して実力以上の強さを得ることができたと感じましたか

	回答数	平均	標準偏差
自分が未来局面予測アシストを使っていた場合	20	2.10	1.07
自分がおすすめ手提案アシストを使っていた場合	23	3.70	1.15
自分がうっかりミス防止アシストを使っていた場合	24	2.88	1.57
自分が五手だけお助けアシストを使っていた場合	23	4.30	1.19

6.2.2 アシストの気づかれやすさ

試合後アンケート Q1 の「対戦相手がアシスト機能を使用したと感じたか」という問いに対して，「対戦相手に使用されたアシストごと」の回答を表 6.4 に示す．なにもアシストを使用しない場合は 2.14 だったのに対し，“五手だけお助け”の場合は 3.0 と比較的気づかれやすいという結果になった．これに対し，“おすすめ手提案”は 2.22，“未来局面予測”は 2.0，“うっかりミス防止”は 1.96 と使っていない場合とほとんど変わらなかった．このことから，この 3 つのアシストに共通する「最終的にプレイヤが手を選択する」という特性は気づかれづらくなる重要な要素となると考える．

表 6.4: 対戦相手がアシスト機能を使用したと感じましたか

	回答数	平均	標準偏差
相手がアシストを使っていない場合	22	2.14	1.17
相手が未来局面予測アシストを使っていた場合	20	2.0	1.12
相手がおすすめ手提案アシストを使っていた場合	23	2.22	1.35
相手がうっかりミス防止アシストを使っていた場合	24	1.96	1.0
相手が内緒で五手だけお助けアシストを使っていた場合	23	3.0	1.38

それぞれのアシストに対して評価を 4，5 として相手がアシストを使ったと判断した被験者の回答理由を参照すると，まず，どのアシストに関しても「考える時間に特徴があった」といった理由でアシストを使っていると判断している場合が多かった．これに加えて，相手が“五手だけお助け”を使っていた場合

には,「強さが変わった」といった理由も多くなっていた.“おすすめ手提案”を使っていた場合にも「強さが変わった」という回答が見られた.これらのことから,アシストを使用しているかの判断材料には主に「思考時間」,「強さの変化」が使われると考える.

一方で,相手がアシストを使っていない場合にも「中盤で一気に強くなった気がした」,「操作時間が長く,何か操作しているように感じた」といった回答が見られた.このことから同じ人間が何度も対戦するような環境ではアシストシステムは相手が何も使っていない状態でも「相手がアシストを使っているのでは」という疑心を生んでしまう可能性あると考えられる.しかし,この現象が「アシストシステムが存在する」だけで起こっているのか,“五手だけお助け”のような「気づかれやすいアシストが存在する」ことによって起こっているのかは判断できないため,更なる調査が必要と考える.

6.2.3 使われた側のアシストの面白さ

試合後アンケート Q2 の「この試合は楽しかったかという」という問いに対して,「対戦相手に使用されたアシストごと」の回答を表 6.5 に示す.対戦相手がなにもアシストを使用しない場合は 3.77 だったのに対し,“おすすめ手提案“ の場合は 3.35,“五手だけお助け” 3.39 とそれぞれ試合の面白さを損なってしまっていた.これに対して“うっかりミス防止”は 3.58,“未来局面予測”は 3.75 と使っていない場合とほとんど変わらなかった.

6.2.1 節の勝率と比較すると,勝率の高いアシスト程対戦相手の楽しさを損なう傾向にあることが確認できたが,“うっかりミス防止” の場合は,より勝率が低かった “おすすめ手提案” と比べても損なわせる楽しさが少なかった.考えられる要因としては “どのように勝利したか” が挙げられる.具体的には
“うっかりミス防止” はどんなに上手く活用されても大きなミスが防がれるだけである,対して “おすすめ手提案” は上手く活用されると必要以上に圧倒されてしまうといったことなどが考えられる.このように対戦相手の楽しさを損なわずに使用者の勝率を向上させることは,対戦相手を不快にさせにくいアシストを構築する上で重要な要素であると考える.

表 6.5: この試合は楽しかったですか

	回答数	平均	標準偏差
相手がアシストを使っていない場合	23	3.77	1.15
相手が未来局面予測アシストを使っていた場合	20	3.75	1.02
相手がおすすめ手提案アシストを使っていた場合	23	3.35	1.07
相手がうっかりミス防止アシストを使っていた場合	24	3.58	1.02
相手が内緒で 5 手お助けアシストを使っていた場合	23	3.39	0.94

次に，それぞれのアシストを使われたときに 1～3 と評価し，この試合は楽しくないと判断したプレイヤの理由をまとめたものを図 6.1~6.5 に示す．まず，全体として，つまらないと感じた理由としては，「負けたから」という理由が多くみられる．対して，「アシストを使用したと感じた」と多く評価されたアシストを含め，全体的に「相手がアシストを使っていると感じた」という理由でつまらなく感じていた人は少なかった．一番楽しさを損なわせしまっていた“五手だけお助け”については「試合が一方的だったから」，「負けたから」の数が多く，上記で述べた「必要以上に相手を圧倒すると楽しさを損なう」という仮説と一致した．上記でも比較した“うっかりミス防止”と“おすすめ手提案”についてだが，まず“うっかりミス防止”の場合は「実力が拮抗していたから」という回答が他のアシストと比べても多く，コンセプトのひとつである「ミスを減らして実力の拮抗した良試合が終わるのを防ぐ」を達成していると考える．また，後述する“うっかりミス防止”を使用した側が面白く感じた理由にも「実力が拮抗していたから」という理由が多くみられた．このことから，実力が拮抗する試合を面白く感じるプレイヤとそうでないプレイヤが存在すると考える．

次に“おすすめ手提案”については「試合が一方的だったから」が比較的多いことから“五手だけお助け”と同じような理由で楽しさを損なわせてしまっていると考える．また，それ以上に「その他」の回答が多かった．内容としては無回答と「時間が切れてしまったから」といった理由が占めていたことから，時間を必要以上に取らせることから対戦相手を不快にさせてしまっている可能性も考える．

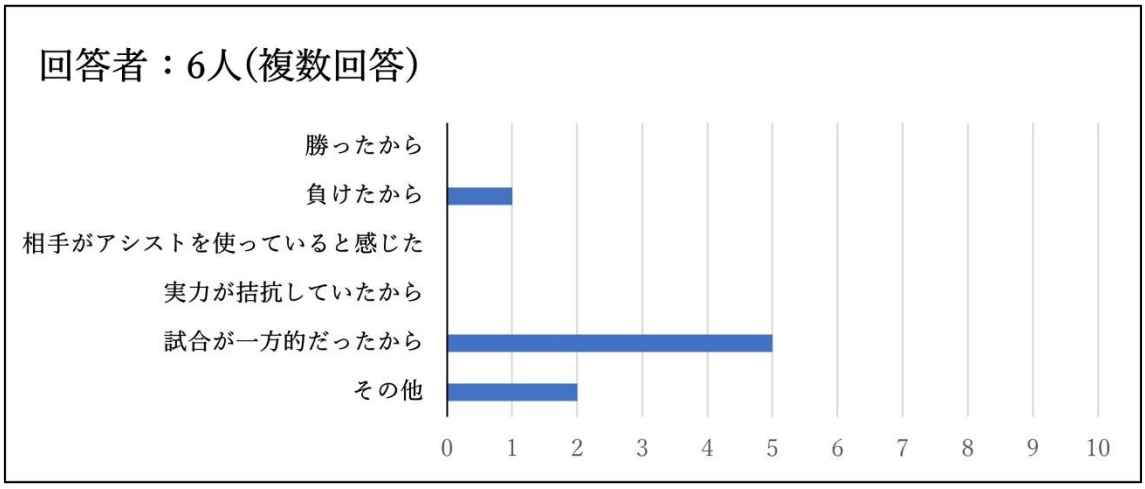

図 6.1: 試合がつまらないと感じた理由（相手がアシストを使っていない場合）

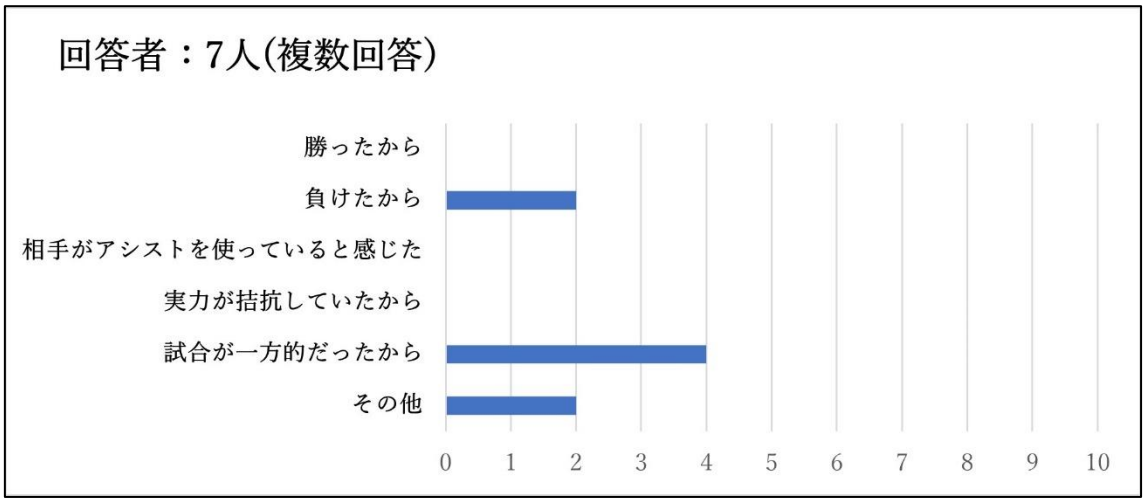

図 6.2: 試合がつまらないと感じた理由（相手が未来局面予測を使った場合）

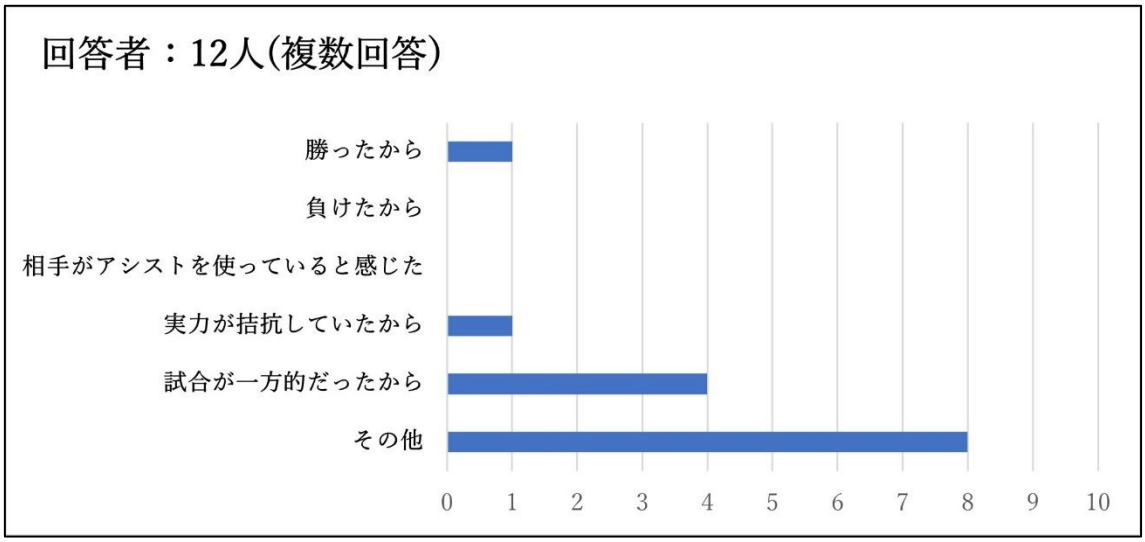

図 6.3: 試合がつまらないと感じた理由（相手がおすすめ手提案を使った場合）

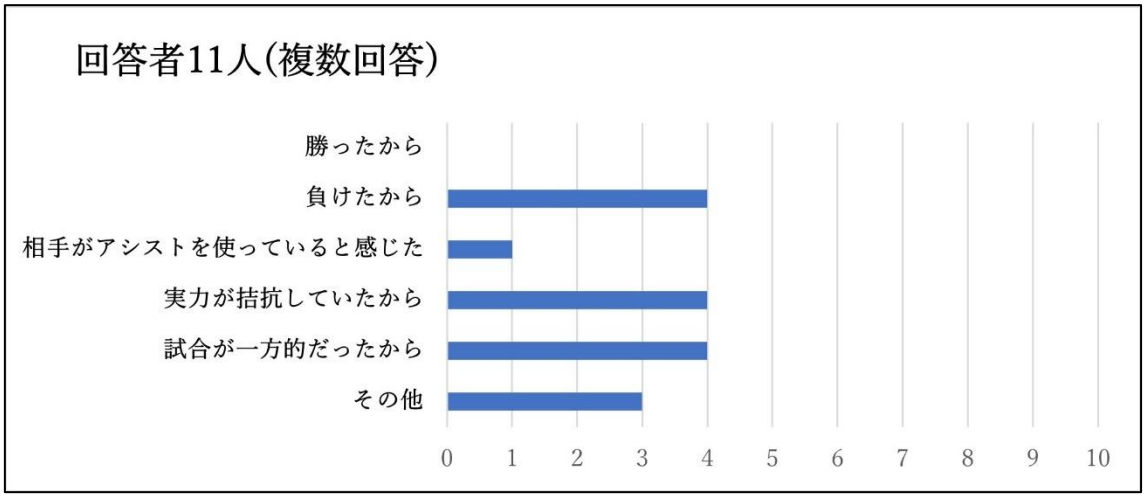

図 6.4: 試合がつまらないと感じた理由（相手がうっかりミス防止を使った場合）

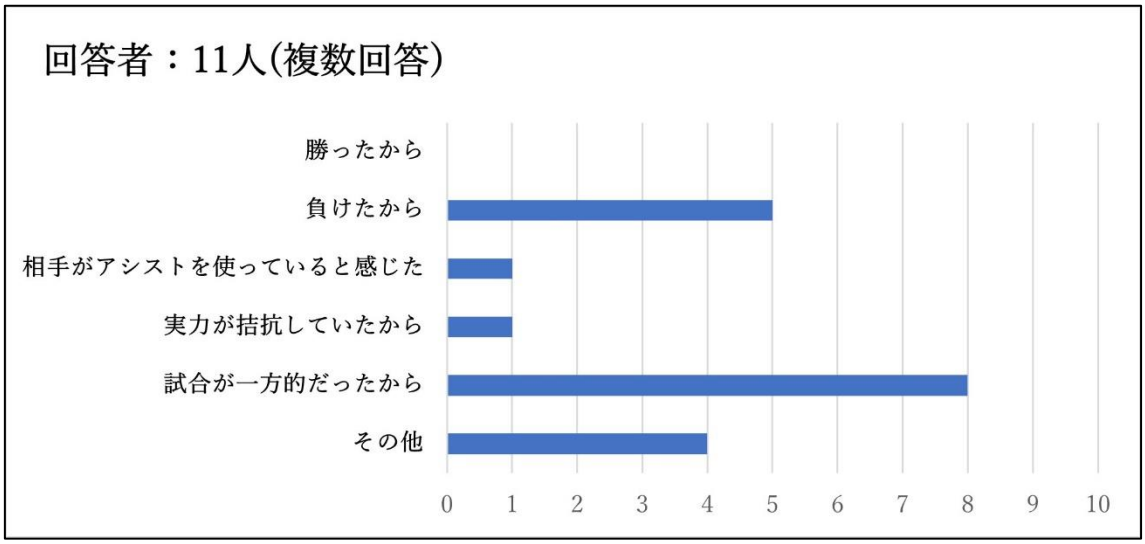

図 6.5: 試合がつまらないと感じた理由（相手が五手だけお助けを使った場合）

6.2.4 使った側のアシストの面白さ

続いて，同じく試合後アンケート Q2 の「この試合は楽しかったかという」という問いに対して，今度は「自分が使用したアシストごと」の回答を表 6.6 に示す．自分がなにもアシストを使用しない場合は 3.59 だったのに対し，“うっかりミス防止”の場合は 3.88，“おすすめ手提案”は 3.78 とそれぞれ試合の楽しさを向上させる傾向が見られた．これに対して“五手だけお助け”は 3.22，“未来局面予測”は 3.15，とそれぞれ試合の楽しさを損なわせてしまう結果になった．

表 6.6: この試合は楽しかったですか

	回答数	平均	標準偏差
自分は何もアシストを使わなかった場合	22	3.59	0.80
自分が未来局面予測アシストを使っていた場合	20	3.15	1.14
自分がおすすめ手提案アシストを使っていた場合	23	3.78	0.95
自分がうっかりミス防止アシストを使っていた場合	24	3.88	1.03
自分が内緒で 5 手お助けアシストを使っていた場合	23	3.22	1.13

次に試合後アンケート Q4 の「この試合で使ったアシストを楽しいと感じましたか」という問いに対して，自分が使用したアシストごとの回答を表 6.7 に示す．“未来局面予測” が 2.85，“おすすめ手提” が 3.61，“うっかりミス防止“ が 2.71，“五手だけお助け” が 3.35 と，“うっかりミス防止” を除いて “試合の楽しさ” と “アシストの楽しさ” が比例する傾向を確認できた．考えられる理由としては「能動的に発動できるか」が挙げられる．具体的には，“うっかりミス防止” は 4 つのアシストの中で唯一発動スイッチのようなものがなく，あるのはオンオフの切り替えのみでるため，「アシストでここから逆転してやろう」,「アシストでここから逆転しよう」といった楽しみ方ができないことなどが考えられる．しかし，上記でも述べたように「ミスを減らして実力の拮抗した良試合が終わるのを防ぐ」というコンセプトは達成しているため，結果，このような楽しさの乖離が起こると考える．

表 6.7: この試合で使ったアシストを楽しいと感じましたか

	回答数	平均	標準偏差
自分が未来局面予測機能を使っていた場合	20	2.85	1.23
自分がおすすめ手提案アシストを使っていた場合	23	3.61	1.16
自分がうっかりミス防止アシストを使っていた場合	24	2.71	1.49
自分が内緒で 5 手お助け機能を使っていた場合	23	3.35	1.23

次に，使用者の感じる楽しさを向上させる効果が見られた “おすすめ手提案”，“うっかりミス防止” を使った際に評価を 4，5 とし，この試合は面白いと判断したプレイヤの理由をまとめたものを図 6.6，6.7 に示す．“おすすめ手提案” については「勝ったから」の理由が多く，またその他の内容も「アシストが強かったから」,「アシストのおかげで迷いなく打てた」といった理由が占めていたことから，使用者を強さによって楽しませていることが分かった．次に “うっかりミス防止” については “実力が拮抗していたから” といった回答が多くコンセプト通りに使用者を楽しませていることが分かった．

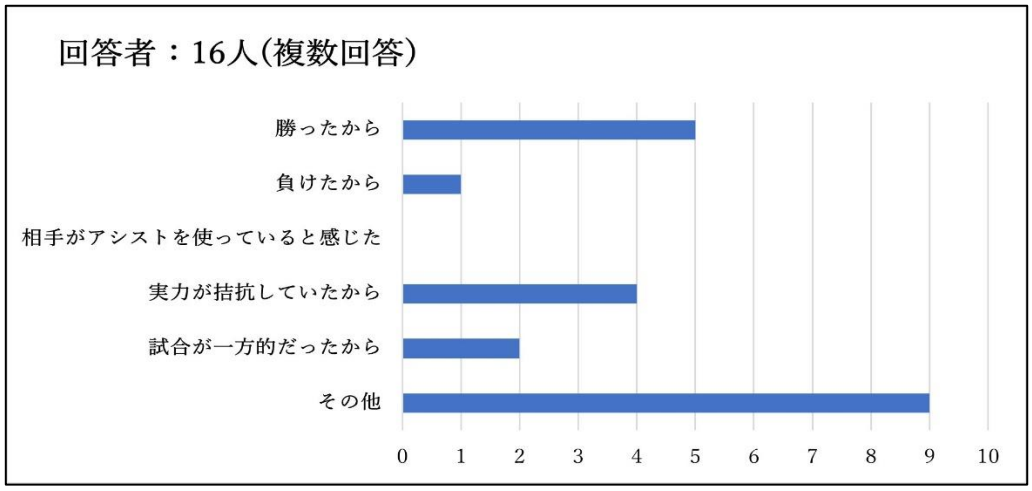

図 6.6: 試合が楽しいと感じた理由（自分がおすすめ手提案を使った場合）

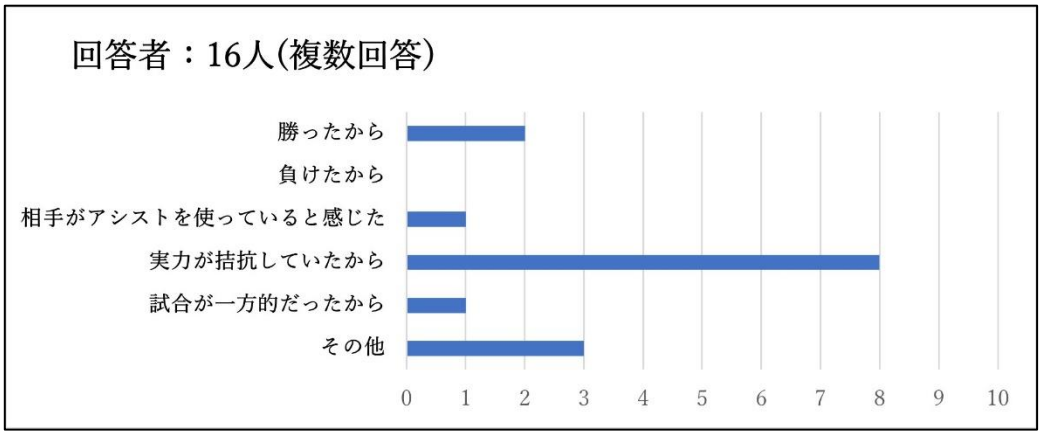

図 6.7: 試合が楽しいと感じた理由（自分がうっかりミス防止を使った場合）

次に，使用者の感じる楽しさを損なってしまう傾向が見られた“未来局面予測”，“五手だけお助け”を使った際に評価を 1～3 とし，この試合は楽しくないと判断したプレイヤの理由をまとめたものを図 6.8，6.9 に示す．“未来局面“ については「負けたから」,「試合が一方的だったから」の理由が多く，またその他の内容も「いいとこで時間切れになったから」,「アシストをうまく使えなかった」といった理由が占めていたことから，使っても勝率を上げる子ができず，それどころか時間を使いすぎる特性が時間切れを誘発してしまうこといった問題が考えられた．次に“五手だけお助け”については“試合が一方的だったから”との回答が多く，また，その他も「アシストが強すぎた」,「自力感が

ない」といった内容だったため，強すぎるがゆえに使用者をしらけさせてしまうといった問題が見て取れた．

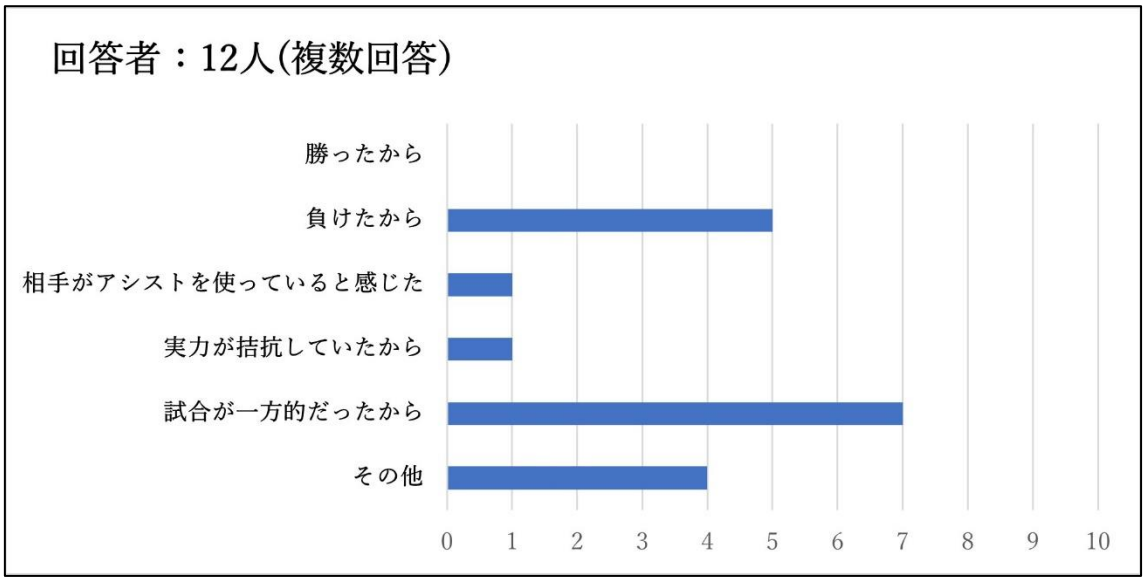

図 6.8: 試合がつまらないと感じた理由（自分が未来局面予測を使った場合）

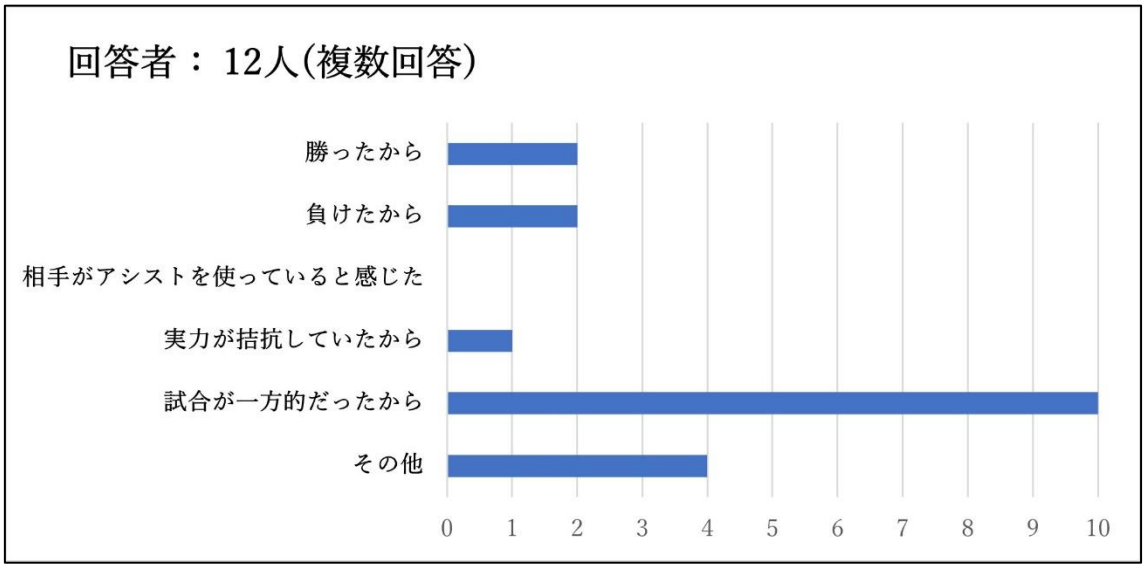

図 6.9: 試合がつまらないと感じた理由（自分が五手だけお助けを使った場合）

6.3 まとめ

提案した 4 つのアシストシステムについて，使用された側はどの程度使用されたことに気がつくのか，また使用した側はどのようなアシストシステムを使いたいと思うのかを調査するために，被験者実験を行った．実験の結果，”未来局面予測”を除く 3 つのアシストはコンセプト通りに効果を発揮し，アシストを使用しない場合と比べ，使用者の楽しさと勝率を向上させることができた．“未来局面予測” は時間を使いすぎるという特性が時間制限のある実験設定と相性が悪かったために使用者を不快にしてしまった可能性が考えられた．

一方で，使われた側の視点では ”五手だけお助け” 以外のアシストは使用したことに気づかれづらいという結果が得られ，また回答理由から，使用したことに気づかれる場合は “思考時間” と “強さの変化” が主な要因になるとわかった．

第7章 おわりに

本研究ではオンライン将棋を対象に，利用者を楽しませつつ，対戦相手が不快になりにくいアシストシステムを構築することを目指した．

まず，既存のアシストシステムである棋神システムへの印象と，どんなアシストシステムがプレイヤに期待されているのかについてのアンケート調査を行った．結果としては，棋神システムを対戦相手が使用してくることに関しては許容できる被験者とできない被験者に二分された．対して自分が使用することに関しては使いたくないという回答が多いという結果となった．アシストシステムに関するアンケートでは、ミスを防ぐ機能や勉強になる要素が好まれ，自分の実力以上に勝ちやすくなるといった要素にはあまり関心がないことが明らかになった．

次に，棋神システムを使う／使われることが面白さにどういう影響を与えるのか，また相手が使ったことに気づけるかについての予備実験を行った．結果，棋神システムの利用は相手に気づかれやすく，また使われることが不満につながりやすいことが分かった．

これらの調査に基づき，使用者を楽しませつつ対戦相手を不快にさせにくい4つのアシストシステムを提案した．1つ目は「未来局面予測」で，将来の見通しを提供し不安を軽減、学習効果も期待できる．2 つ目は「おすすめ手提案」で、方針選択の自由を残しながら良い手を提示する．3つ目は「うっかりミス防止」で、ミスを防ぎ安心感を提供し，両者に好ゲームをもたらすことが期待できる．4つ目は「五手だけお助け」で，棋神システムのもつ実力に関係なく試合に勝ちやするメリットはそのままに，気づかれやすさの欠点を改善する．

提案したアシストシステムについて，使用された側はどの程度使用されたことに気がつくのか，また使用した側はどのようなアシストシステムを使いたいと思うのかを調査するために，被験者実験を実施した．実験の結果，アシストによって使用者の楽しさを向上させることができ，使用者の楽しさと気づかれやすさは必ずしも相関しないことが分かった．これらのことから相手を不快にさせずにアシストを行うことができる可能性を示せた．「未来局面予測」はアシストの特性と実験設定の相性が悪かったことから使用者を不快にさせてしまった可能性が考えられた．一方で，「おすすめ手提案」は，相手の試合の面白さを少しだけ減らしてしまうが，利用者の楽しさを向上させつつ，使用したこ

とも気づかれづらかった．また，「うっかりミス防止」においては，相手の試合の面白さを減らさずに利用者の感じる楽しさを向上させつつ，使用したことも気づかれづらかったことから，少人数のグループという条件下ではあるが，目標を部分的に達成することができた．

今後の展望としては，全員が同じ実力を持ったグループで実験を行った場合の結果の比較や，同じプレイヤとアシストを用いて対戦を繰り返した場合に気づかれやすさが変化していくのかといった検証を行う必要があると考えている．

発表論文リスト

[1] 佐藤龍，シュエ ジュウ シュエン，池田心．オンライン将棋における対戦相手が不快になりにくいアシストシステムの構築，ゲームプログラミングワークショップ 2023 論文集，pp．119-124，2023.

参考文献

[1] Campbell, Murray，A．Joseph Hoane Jr，and Feng-hsiung Hsu．Deep blue．Artificial intelligence 134．1-2，pp．57-83，2002.

[2] Silver，David，et al．Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search．nature 529．7587，pp．484-489，2016.

[3] Ponanza https://ja.wikipedia.org/wiki/Ponanza （参照 2024-01-10）

[4] 池田心, 楽しませる囲碁・将棋プログラミング, オペレーションズ・リサー チ: 経営の科学 (2013)

[5] 仲道隆史, and 伊藤毅志．プレイヤの技能に動的に合わせるシステムの提案 と評価, 情報処理学会論文誌 57.11 (2016): 2426-2435.

[6] 翠山中, シモンビエノ, 心池田. コンピュータ指導碁のための悪手解説. Technical Report 5, 北陸先端科学技術大学院大学, 北陸先端科学技術大学院大学,北陸先端科学技術大学院大学, mar 2016.

[7] 伊藤毅志， 未来局面を用いた将棋の学習支援システム , Tech.. Rep. 7. 電気通信大学，Jul 2017.

[8] 将棋ウォーズ， 棋神について , https://shogiwars.heroz.jp/guides/beginners/kishin?locale=ja, （参照 2024-01-13）

[9] 将棋ウォーズ， ソフト指しに対する対応について, https://shogiwars.heroz.jp/topics/617fa030d170da0ad0b4d9ae, （参照 2024-01-13）

[10] 日本アンチドーピング機構， ”11 のアンチ・ドーピング規則違反”, https://www.playtruejapan.org/code/violation/, （参照 2024-01-23）

[11] 麻雀の不正行為, https://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%BA%BB%E9%9B%80%E3%81%AE%E4%B8%8D%E6%AD%A3%E8%A1%8C%E7%82%BA （参照 2024-01-23）

[12] Chess.com, About Online Chess Cheating ,
https://www.chess.com/article/view/online-chess-cheating,
（参照 2024-01-13）

[13] 将棋倶楽部 24, 利用規約 ,
https://www.shogidojo.net/info/rule/,
(参照 2024-01-14)

[14] 将棋クエスト, このゲームについて ,
https://play.google.com/store/apps/details?id=fm.wars.shogiquest&hl=ja&gl=US, (参照 2024-01-14)

[15] Chess.com, Fair Play And Cheat-Detection ,
https://www.chess.com/article/view/chess-com-fair-play-and-cheat-detection, （参照 2024-01-15）

[16] 将棋倶楽部 24, 24 ソフト指し取締委員会 ,
https://www.shogidojo.net/info/rule/soft/,
(参照 2024-01-14)

[17] Dditya Jonnalagadda, Iuri Frosio, Seth Schneider,
Morgan Mcguire, Joohwan Kim, Robust Vision-Based Cheat Detection in Competitive Gaming ,
arXiv:2103.10031v2 [cs.CV] 27 Mar 2021.

[18] 三輪和久, 学習の科学と光学の協同—アシスタンスジレンマから学習効果減衰仮説を巡って— , 人工知能学 会誌, 30-3, pp. 273-276 (2015).

[19] yaneurao, YaneuraOu ,
https://github.com/yaneurao/YaneuraOu, (参照 2024-01-29)

[20] 小川竜欣, 限られた枚数の棋譜を活用した人間らしい価値関数と方策関数の提案, Master's thesis, 北陸先端科学技術大学院大学.

付録 A　予備実験のアンケート

本付録では，予備実験で使用したアシスト機能に関するアンケートと棋神の対戦実験アンケートを掲載する．

アシスト機能アンケート

氏名：

年齢：

学籍番号：

1．この 2 年間でオンライン将棋サービスを利用して 10 局以上対局しましたか

□はい　　□いいえ

以下の将棋ウォーズのアシスト機能の説明を読んだ後に質問に回答してください

将棋ウォーズのアシスト機能

- 棋神
- オンライン将棋サービスの将棋ウォーズで実装されているアシスト機能
- ボタンを押して発動するとと、強力なAIが5手の間代わりに打ってくれる
- 相手に使用されていることはわからない
- 主に課金やよって入手することができ，レート戦でも使用できる

2.　この将棋ウォーズの棋神を対戦相手が使用することついてどう思いますか？

許容できない　1　2　3　4　5　許容できる

なぜそう感じましたか

回答スペース：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

3.　この将棋ウォーズの棋神を自分が使用することついてどう思いますか？

使いたくない　1　2　3　4　5　使いたい

なぜそう感じましたか

回答スペース：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

4. オンライン将棋サービスにはどのようなアシストがあってほしいですか
当てはまるものに全てに印をつけてください

□自分の実力に関らず試合に勝てるようになる
□少しだけ試合に勝ちやすくしてくれる　□使っていて勉強になる
□ミスを防いでくれる　□どんなアシストも認めない　□その他
その他：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

試合後アンケート

1. 対戦相手が棋神を使用したと感じましたか

感じなかった 1　2　3　4　5 感じた

なぜそう感じましたか

回答スペース：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

2. この試合は楽しかったですか

つまらない 1　2　3　4　5 楽しい

➡4~5 に〇をつけた方へ,

3. なぜ楽しいと感じましたか？当てはまるもの全てに印をつけてください

□勝ったから　□負けたから　□相手がアシスト機能を使っていると感じたから

□実力が拮抗していたから　□試合が一方的だったから　□その他

その他：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

➡1~3 に〇をつけた方へ,

4. なぜつまらないと感じましたか？当てはまるもの全てに印をつけてください

□ 勝ったから　□負けたから　□相手がアシスト機能を使っていると感じたから

□実力が拮抗していたから　□試合が一方的だったから　□その他

その他：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

付録 B　被験者実験のアンケート

本付録では，被験者実験で使用した対戦後アンケートを掲載する

ゲーム後アンケート

1. **対戦相手がアシスト機能を使用したと感じましたか**

感じなかった 1　2　3　4　5 感じた

なぜそう感じましたか

回答スペース：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

2. **この試合は楽しかったですか**

つまらない 1　2　3　4　5 楽しい

➡**4~5 に○をつけた方へ，**

3. なぜ楽しいと感じましたか？当てはまるもの全てに印をつけてください

□勝ったから　□負けたから　□相手がアシスト機能を使っていると感じたから

□実力が拮抗していたから　□試合が一方的だったから　□その他

その他：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

➡**1~3 に○をつけた方へ，**

4. なぜつまらないと感じましたか？当てはまるもの全てに印をつけてください

□ 勝ったから　□負けたから　□相手がアシスト機能を使っていると感じたから

□実力が拮抗していたから　□試合が一方的だったから　□その他

その他：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

➡**アシスト機能を使用した方は次のページのアンケートにも回答してください**

この試合でアシスト機能を使用した方はこの下の質問にも回答してください↓

5. 使用して実力以上の強さを得ることができたと感じましたか

感じなかった 1　2　3　4　5 感じた

なぜそう感じましたか

回答スペース：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

6. このアシストを使って楽しいと感じましたか

つまらない 1　2　3　4　5 楽しい

➡4~5 に〇をつけた方へ，

7. なぜ楽しいと感じましたか？当てはまるもの全てに印をつけてください

□　実力以上の強さを得られたから　　□使用することで勉強になったから

□　アシストがあることで安心感を得られたから　　□その他

その他：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

➡1~3 に〇をつけた方へ，

8. なぜつまらないと感じましたか？当てはまるもの全てに印をつけてください

□　使っても意味がないと感じたから　　□　強くなりすぎるから

□　使いこなせなかったから　　□その他

その他：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

付録 C　試合後アンケート自由記述

本付録では，被験者実験で用いた対戦後アンケートにおいて回答してもらった自由記述の一覧を掲載する．

被験者実験のゲーム後アンケートで「相手がアシスト機能を使ったと感じましたか」の質問に相手がアシストをつかわなかった場合の評価ごとの自由記述

1 と回答した人の理由

長考が多いと感じた
前よりいい勝負だったから使っていないと
戦法が独特だったから
わからなかったから
強くなかったから
決着が早すぎて判断がつかなかった
常に強かったから
普通に強いと感じた

2 と回答した人の理由

拮抗していてアシストに気が回らなかった
ペースが一定だった
試合がすぐ終わったから
序盤は定跡どおりで後半は強くなかったから
少し相手が長考するぐらいで気にならなかった
考える時間や強さの変化がなかった
実力が拮抗していたため
長考もあったが相手の強さが変わらなかった

3 と回答した人の理由

ペースが速かったから

4 と回答した人の理由

危険を察知してるように感じた
思考時間が長く，何か捜査してるように思った
なし
中盤で一気に強くなった気がした
序盤の動きがとても良かったから

5 と回答した人の理由

該当者なし

被験者実験のゲーム後アンケートで「使用して実力以上の強さを得られたと感じましたか」の質問に相手が未来局面予測機能を使っていた場合の評価ごとの自由記述

1 と回答した人の理由

ただ実力が高いと感じた
違和感は特になかった
強くなかったから
わからなかった
実力が拮抗していたから
互角だったから
常に同じ強さに感じた
自分が優勢だと感じたから
相手の強さが同じで，時間も一定だから

2 と回答した人の理由

厳しい手ばかりだったのであまり感じなかった
手をうつペースが一緒だと思った
ペースも一定で強さも変わらなかったから
長考が多かったから
ペースが一定だった

3 と回答した人の理由

わからなかった
わからなかった
長考が多く未来を見てるのかと思った 5

4 と回答した人の理由

相手が先を見てると感じた
前回よりも強く感じた
手の速さが途中で変化した

5 と回答した人の理由

該当者なし

被験者実験のゲーム後アンケートで「使用して実力以上の強さを得られたと感じましたか」の質問に相手がおすすめ手提案機能を使っていた場合の評価ごとの自由記述

1 と回答した人の理由

一定時間で手が返ってきたから
追い詰められたこともあり，拮抗していたから
わからなかった
単純に強く感じた
急に強くなったりは感じなかった
鋭い攻めがなかった
無回答
長考している雰囲気があったから
打つ手の速さと強さが一定

2 と回答した人の理由

うつペースが前回と同じだった
方針がワンパターンだった
一方的に普通に負けた
鋭い手が少なかったから
強さが一定だと思った
強さが変わることがなかった
あまりいい手をうってこなかった

3 と回答した人の理由

わからない
急所になる指し手があったから

4 と回答した人の理由

思考の速さに差が大きかった
ペースが速く強かった
鋭い手とそうでない手が混じっていた

5 と回答した人の理由

相手の手番が長く感じたから
いい手とそうでないときの差があった

被験者実験のゲーム後アンケートで「使用して実力以上の強さを得られたと感じましたか」の質問に相手がうっかりミス防止機能を使っていた場合の評価ごとの自由記述

1 と回答した人の理由

相手の悩む時間が長かったから
普通に強いと思った
わからなかったから
異変は感じなかった
疑問に感じる手が多かったから
手の強さの変化を感じなかった
初手からずっと強かったから
不自然な手はなかったから
なし

2 と回答した人の理由

理由なし
理由なし
常に攻めの姿勢だったから
首尾一貫した感じだった
前回と変わらなかったため
一方的に勝ったから
前のような急に強くなる感じがない
一定で早く打っていたから
少し思考時間が長いかなぐらい
実力が拮抗していると感じたから
理由なし

3 と回答した人の理由

所々指し方が変わったと感じた
わからない

4 と回答した人の理由

手の速さが違う気がした
相手の思考時間が長かったから
考えている時間が長かった

5 と回答した人の理由

該当者なし

被験者実験のゲーム後アンケートで「使用して実力以上の強さを得られたと感じましたか」の質問に相手が五手だけお助け機能を使っていた場合の評価ごとの自由記述

1 と回答した人の理由

打つ手が一貫して強く早い
なし
まったく感じなかった
わからなかったから

2 と回答した人の理由

自分で考えているかどうか微妙だった
なし
あれ？と思う局面はなかった
打つペースが通常だった
ペースが一定だったから

3 と回答した人の理由

ただじわじわ負けたように感じた
わからないが普通に感じた
一方的にやられてわからない
途中で鋭い手があったため
実力で強いと感じたから

4 と回答した人の理由

手を打つのが速いときがあった
手を打つのが速いときがあった
自分の未来局面アシスト通りに打ってきた
前回より強くて速いと感じた
厳しい手と甘い手があった

5 と回答した人の理由

とても手が速いときがあった
突然強くなった
序盤の戦い方がうまかったから
最後は甘かったのに中盤はかなり強かった

被験者実験のゲーム後アンケートで「使用して実力以上の強さを得られたと感じましたか」の質問に未来局面予測機能を使った場合の評価ごとの自由記述

1 と回答した人の理由

使いこなせなかったから
確認程度にしか使わなかったから
確認にしか使わなかった
使いこなせなかったから
使ってもダメな時はダメだと感じた
使いこなせなかったから
アシストを使いこなせなかったから

2 と回答した人の理由

未来があまり当たらなかった
使いこなせなかったから
予測と違う手を打たれると意味ない
時間を使いすぎるから
予想された未来になかなかならない
時間を使いすぎるから
使いこなせなかったから

3 と回答した人の理由

回答なし
あまり使わなかったから
手の分岐などが見たかったから

4 と回答した人の理由

確認に使えた
未来予測で理解が広がった
安心して手を選べた

5 と回答した人の理由

該当者なし

被験者実験のゲーム後アンケートで「使用して実力以上の強さを得られたと感じましたか」の質問におすすめ手提案機能を使った場合の評価ごとの自由記述

1 と回答した人の理由

AI の手の意図がわからなかったから

2 と回答した人の理由

なんでと思う手がたまにあった
使いこなせなかったから

3 と回答した人の理由

理由なし
確認のみに使用したから
時間も使うしあまり強く無く感じた
使ったら状況が悪化したように見えた
参考になるが強くなるかはわかんない
使わなくても勝てた
AI だけだと不利状況になってしまった

4 と回答した人の理由

方針に合わせて戦術を選べたから
選択肢が豊富
思いもよらない手を考えてくれた
攻守ともにやりたいことが実現できたから
自分の手に自信が持てた
理由なし

5 と回答した人の理由

難しい局面で強くなれた
気づかなかった強い手を提示してくれた
アシストなかったら負けてたと感じた
攻め受けどちらも教えてくれるから
アシストのおかげで戦えた
理由なし
強かったから

被験者実験のゲーム後アンケートで「使用して実力以上の強さを得られたと感じましたか」の質問にうっかりミス防止機能を使った場合の評価ごとの自由記述

1 と回答した人の理由

発動しなかったから
発動しなかったから
発動しなかったから
あまり発動しなかったから
正解がわからなかった
スムーズさがなくなってしまう
ミスしかわかないから

2 と回答した人の理由

アシストが発動しなかったから
発動しなかったから
何で悪手なのかわからないため
自分の手が悪手で持ち味を出せなかった

3 と回答した人の理由

自覚するミスに発動しないときがあった
危なかったんだろうなと感じた
強さは感じなかったから

4 と回答した人の理由

ミスしてないことがわかったから
発動しなかったから
使いこなせていたから
ミスが減ったから
悪手を防げたから

5 と回答した人の理由

ミスを防いで被害を減らせた
警告が考えるきっかけになったから
不安なく打つことができた
ミスで負けることを防げた
安心感があった

被験者実験のゲーム後アンケートで「使用して実力以上の強さを得られたと感じましたか」の質問に五手だけお助け機能を使った場合の評価ごとの自由記述

1 と回答した人の理由

使いこなせなかったから

2 と回答した人の理由

使わなくても勝てたから
使いどころを間違えたから

3 と回答した人の理由

いい形勢にすることができた

4 と回答した人の理由

終盤力を補えたから
自分では考えられない手を打ってくれた
最善手を選んでると感じたから
AI の次の手を予測するのが面白かった

5 と回答した人の理由

終盤で使って効果的だった
うまく使いこなせて強かった
自分が思ったのとは違う詰め方をした
前に負けた相手に勝てたから
アシストシステムがとても便利
自分でやったらこんな早く勝てない
負けそうな局面を乗り越えられた
いい手を次々に打ってくれたから
とても強かったから
とても強かったから
自分の思いつかない手を指した
強かったから
想像しなかった手を打ってくれた
強かったから
自分には思いつかない手を差したから