

# 人智を超えた将棋 AI がプロ棋士に与える影響に関する研究 ～定量的分析からの考察～

齋藤雅史<sup>1</sup> 伊藤毅志<sup>1</sup>

**概要:** 近年、将棋 AI はプロ棋士をはるかに凌駕するレベルにある。その結果、多くのプロ棋士が将棋 AI を自身の研究に取り入れるようになってきている。AI が賢くなるにつれて、我々人間は AI の影響を受け、その思考にも変化が生じている可能性がある。一方で近年の賢い AI が人間の思考に与える影響に関する研究はまだ少ない。将棋 AI は 2015 年頃に人間のトップを超えたと言われ、特に勝負の世界で生きているプロ棋士はその影響を強く受けていることが予想される。そこで、本研究では、人智を超えた将棋 AI の登場がプロ棋士に与えている影響について調査する。具体的には、プロ棋士の棋譜に注目し、将棋 AI を用いて AI との着手一致率や評価値の推移などを調べ、どのような変化が現れているのかを定量的なデータをもとに考察していく。

**キーワード:** 将棋 AI, 棋譜解析, 思考の変化

## A Research on the Influence of Shogi Programs Stronger than Humans on Professional Players - A Consideration from Quantitative Analysis of Game Records -

MASASHI SAITO<sup>†1</sup> TAKESHI ITO<sup>†1</sup>

**Abstract:** In recent years, Shogi programs have reached a level that far surpasses that of professional players. As AI becomes smarter, we humans may be influenced by AI and our thinking may change. On the other hand, there is still little research on the impact of recent smart AI on human thinking. Shogi programs are said to have surpassed the top human players around 2015, and professional players who live in the world of competition are expected to be strongly influenced by it. In this study, we investigate the impact of the emergence of strong Shogi programs on professional players. Specifically, we will focus on the game records of professional players, and examine the match rate of the move with AI using Shogi AI, and discuss what kind of changes have appeared based on quantitative data.

**Keywords:** shogi program, game record analysis, change of thinking

### 1. はじめに

近年、ゲームを題材とした人工知能分野はめざましい進歩を遂げており、将棋・囲碁といった二人完全情報確定零和ゲームにおいてはトッププロに勝利を収め、現在では人間のトッププレイヤーを十分凌駕していると考えられる。コンピュータ将棋の世界では、2006 年に Bonanza が機械学習の手法を公開してから、プロ棋士に迫るコンピュータ将棋プログラムが生まれるようになってきて、2010 年頃からプロ棋士に勝利するプログラムが現れてきた。そして、2015 年には情報処理学会が科学的データを示したうえで[1]、「コンピュータ将棋プロジェクトの終了宣言」を行い[1]、事実上、2015 年頃には人間のトップを超えたのではないかとされている[2]。

実際に、2010 年前後の頃から、プロ棋士の棋譜にはコンピュータ将棋を参考にしたと思われる手や手順が現れるようになってきている[3]。近年では、将棋分野ではその強力な AI

の指し方を参考にすることで、いままで当たり前とされていた定跡手順が見直されたり、新しい戦型が生まれたりということが度々起きており、プロ棋士が将棋 AI から戦い方を学ぶことも珍しくはなくなった。このように人間の知を超える AI と人間の関係は大きく我々の認知活動に変化を与えていることが伺われる。しかし、人間の知を超える将棋 AI の出現が実際に人間の思考過程に与えている影響については、まだ明らかにされているとは言えない。様々な分野で人間の知を超える AI が出現している状況において、人間がその AI の知をどのように利用して学習しているのかを考えることは、今後の AI と人間の知的インタラクションを考えるうえで重要なテーマであると考えられる。

本研究では、人間より強い将棋 AI の登場により、プロ棋士の将棋において実際にどのような変化が生じているのかをプロ棋士の棋譜を将棋 AI で分析することで棋譜に現れる定量的な変化を調べることで明らかにしていく。

<sup>1</sup> 電気通信大学  
The University of Electro-Communications

## 2. 関連研究

将棋 AI を用いて棋譜解析を行った先行研究として、山下の研究がある[4]。山下は対局開始から 40 手目以降の拮抗した複数の局面それぞれに対して将棋 AI が求めた盤面評価値を用いて平均悪手を定義し、この値を用いて 20 局程度の対局の棋譜から棋力推定できることを示した。さらに、この研究を継いだ馬場らは、棋力を動的に調整する AI を用いた対戦の棋譜を用いることで非常に少ない棋譜からかなり正確に棋力を推定できることを示した[5]。これらの研究は、十分に強い AI との一致率を調べることで、プレイヤーの棋力の推定が可能であることを示している。

囲碁の分野では、Shin らが韓国の囲碁プロ棋士を対象に、130 万手の棋譜データをもとに、ある局面における「囲碁 AI による最善手後の評価値—実際の人間の着手後の評価値」を評価指標として、年代ごとの評価指標の値の推移を調べている[6]。この研究では、人間のトップを超えるオープンソースの囲碁 AI の出現前後で、序盤においてこの指標の値が明らかに減少していることを確認している。この結果は、人間を超える囲碁 AI の出現によってプロ棋士の序盤の研究が進み、コンピュータ囲碁の手に近い評価の手が多く選ばれるようになった可能性を示唆している。

## 3. 分析の方針と手法

### 3.1 分析の期間

囲碁 AI を用いた棋譜の分析の研究から、人間を超える将棋 AI の現れた時期前後の棋譜の違いを調べることに意味があると考えられる。しかし、将棋 AI の進化は囲碁 AI の進化と微妙に違いがある。将棋 AI は、2006 年以降徐々にプロ棋士レベルに近づいてきて、2010 年から人間のトップを超えたとと言われる 2015 年までの間に幾度となくプロ棋士との対戦が行われており、ゆっくりと人間のトップを超えてきた。一方、コンピュータ囲碁は、2015 年まではプロ棋士と 4 子から 3 子の置碁で対戦していたレベルから、アルファ碁の登場により 2016 年には一気に人間トップレベルになり、2017 年頃には人間を遥かに凌駕するレベルに至っている[7]。そのため、囲碁の研究は 2016 年を基準に、その前後で比べれば良い。

一方、将棋では、上述のように調べる期間は難しい。プロ棋士と人間の公式の場での平手の対戦は、2006 年に当時の渡辺竜王と将棋 AI (Bonanza) の対戦が最初である。渡辺竜王の勝利となったが、内容的には一時は Bonanza 優勢の局面もあり、非常に大きな注目を集めた[8]。その後、プロ棋士との公の場での対戦は、2010 年の情報処理学会の特製プログラム「あから 2010」と清水市代女流王将との対戦で AI 側が勝利を収めてから、2011 年以降 2017 年までほぼ毎年電王戦という形でプロ棋士対将棋 AI の対戦が続いた。対戦結果は AI 側が勝ち越す結果となり、その頃から徐々

にプロ棋士の間でも AI を研究に取り入れるようになっていったと考えられる。

以上のようなことを考慮すると、プロ棋士が将棋 AI に注目するようになったのは、2006 年前後頃から 2010 年代前半頃ではないかと考える。実際に棋譜に影響を与えているとすれば、2010 年～2014 年前後で、将棋 AI の影響が出てきているのではないかと推定される。したがって、棋譜に現れる変化を調査する時期としては、2010 年～2014 年前後を 5 年単位で棋譜をまとめ AI との指し手の一致率で調べるのが妥当ではないかと考える。この頃に棋譜に変化が現れているかどうかを明らかにしていく。

### 3.2 対象とする棋譜

日本将棋連盟の協力のもと、有償でプロ棋士の棋譜データベースを使わせていただくことになった。十分な分析対象となる一定レベルの棋力のプレイヤーの棋譜を扱いたいという目的から、名人戦順位戦 B 級 1 組の棋譜(78 棋譜/年)の各棋譜序盤 80 手までを対象とすることにした。B 級 1 組の棋譜を用いることにしたのは、以下の理由からである。

- 1) 鬼の住処とも呼ばれるトップに準ずる強いレベルの集まるクラスであること。
- 2) 若手とベテランが共存する階級であること。
- 3) 長時間の持ち時間で行う棋戦であるので短い時間による棋力のばらつきが少ないこと。
- 4) 名人戦リーグで総当りのリーグ、かつ最も参加人数の多いリーグであること。

対象とする期間は、本研究では、1985 年度から 2019 年度までの棋譜を年単位で扱うが、年単位の分析だと B1 に在籍している棋士によっては偏りが出る場合がある可能性があるため、5 年単位で傾向を調べていくことにした。

### 3.3 分析に用いる AI と調査内容

分析に用いる AI は、世界コンピュータ将棋選手権でもトップレベルの強さを誇り、フリーソフトとして比較的アクセスしやすい「技巧 2」[8]と「水匠 2」[9]を用いた。AI の影響を評価する手法としては、上述の AI の示す最善手と実際のプロ棋士の選ぶ手の一致率を用いることにする。AI は探索量に応じて最善手が変わる。予備実験で実験を行ったところ、およそ 7000 万ノード程度の探索を行わせると、最善手が安定してくる傾向が見られたので、以降の実験では、1 手 7000 万ノード探索させる設定で一致率を調べることにした。

具体的に調べる項目としては 2 つの方向性が挙げられる。一つは、年代を追うごとに AI との棋譜の一致率が上がるのかという点である。もし、2010 年頃を中心に前後で AI の影響があったとすれば、この時期以降プロ棋士の棋譜の AI との一致率は高くなるのが想定される。

もう一つは、一般に若手棋士ほど AI を研究に取り入れていると言われているが、実際どの程度若手とベテランで AI との棋譜の一致率に違いがあるのかを 40 歳未満を若手

棋士、40歳以上をベテラン棋士として、比較してみる。2000年～2019年のB級1組において、40歳以上のベテラン棋士は延べ109人で平均年齢は45.5歳、40歳未満の若手棋士は148人で平均年齢は32.6歳であった。なお、この基準で若手とベテランに分けた場合の2000年から2019年のそれぞれの人数の推移をグラフにしてみると図1のようになった。多少の人数の差はあるが、年齢による棋譜一致率の差を見る分け方として概ね妥当であると考えられる。

前者の実験を実験1、後者を実験2としてそれぞれの実験の詳細は以下で述べる。

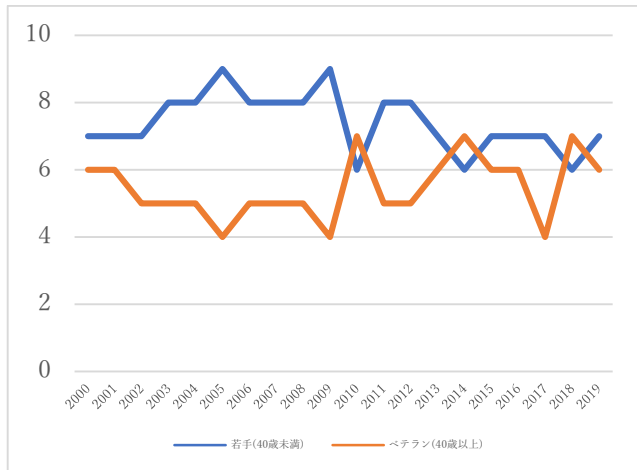


図1 2000年から2019年のB級1組の若手、ベテランの数の推移

## 4. 実験1：年代ごとのAIとの棋譜の一致率

### 4.1 方法

2010年前後以降、それ以前の棋譜に比べてAIの示す最善手との一致率に差が見られるようになってきているのかを調査する。先行研究から序盤に特徴的な差が見られる可能性があるため、初手から10手区切りで80手までのAIとの一致率を調べて、序盤からの手数と一致率の関係を調べてみる。

### 4.2 結果

名人戦順位戦B級1組の棋譜に対する将棋AI（水匠2）との10手毎の着手一致率を調べたものが図2である。

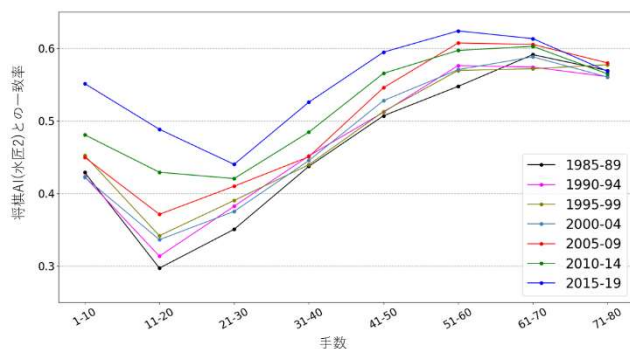


図2 B級1組の棋譜に対する将棋AI（水匠2）との10手毎の着手一致率

図2を見ると、2004年までの棋譜一致率に比べ、2005-2009年、2010-2014年、2015-2019年になるにつれて、一致率が上昇している傾向が見られる。特に序盤（初手から40手まで）の一致率の上昇が強いように見える。

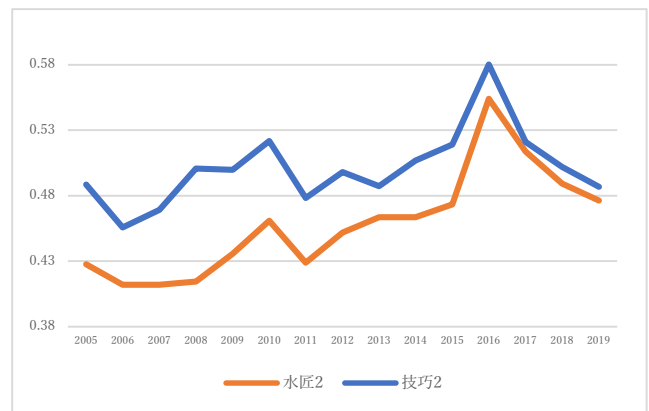


図3 2005年から2019年の序盤に関する2種類のAIとの棋譜一致率

そこで、まずは序盤（初手から40手まで）に絞って、各年のAIとの着手一致率を比較してみた。図3は、2017年に公開された「技巧2」と2020年に公開された「水匠2」を用いて2005年から2019年までの毎年の棋譜一致率を調べたものである。

図3を見ると、2種類のAIとの棋譜一致率には若干の差異が見られるものの、グラフの形状が非常に似通っていることがわかる。しかし、グラフは毎年上下しており、上昇傾向は明確には読み取れない。そこで、さらに2005-2009年、2010-2014年、2015-2019年と5年単位の棋譜をまとめて一致率が長期的に上昇傾向にあるのかどうかをグラフにしたものが図4である。

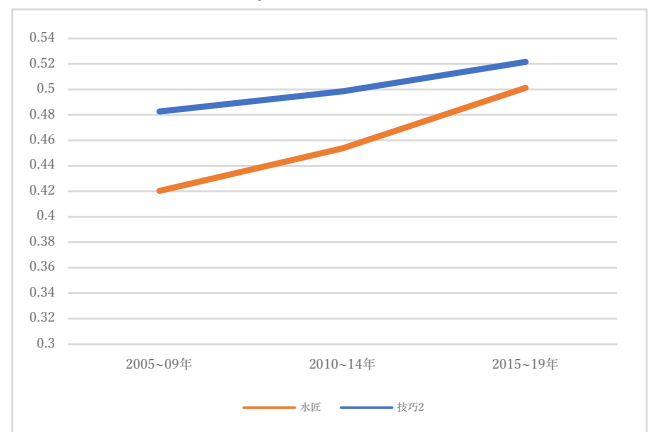


図4 序盤について2005年以降5年単位のAIとの棋譜一致率

図4より、5年単位で見るとどちらのAIでも右肩上がりで棋譜の一致率が上昇している傾向が見られる。この一致率の上昇が、本当にAIの出現によるものかどうかを調べるために、AIが強くなる以前にまでさらに期間を伸ばして

分析 AI を水匠 2 に絞って、1985-2019 年の間を 5 年おきの変化について、グラフにしたものが図 5 である。図 5 では、序盤 (1-40 手) だけでなく、中盤以降 (41-80 手)、80 手まで (1-80 手) の一致率についても調べた。これを見ると、将棋 AI との一致率の向上は 2005 年以降顕著になっているように見える。

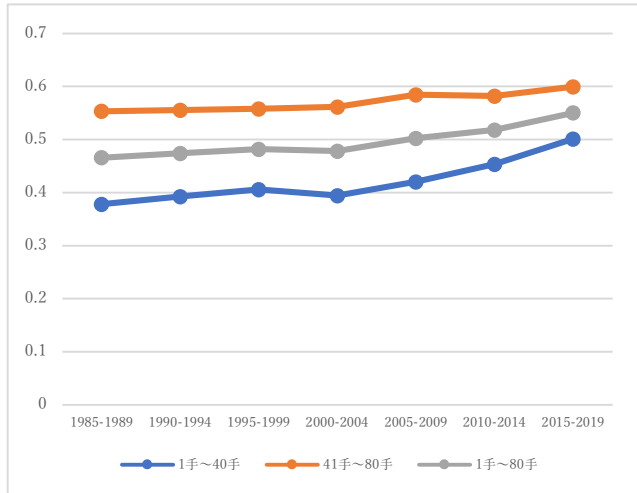


図 5 1985~2019 年の 1-40 手,41-80 手,1-80 手に関する 5 年平均の AI との棋譜一致率

そこで、それぞれについて、5 年毎の一致率について t 検定を行って有意差を調べてみた。それを表にまとめたものが、表 1 である。(a)は序盤 (1-40 手)、(b)は中盤以降 (41-80 手)、(c)は 80 手まで (1-80 手) である。

その結果、2004 年までは有意差は見られなかったのに対して、2005 年以降になると、棋譜の一致率が有意に上昇している傾向が確認された。80 手までを見ると、2005 年以降について、それ以前と比べて、有意水準 5%で差が見られた。

表 1 5 年毎の間の一一致率の増加に関する t 検定の p 値と有意差の有無

1985-1989	p=0.20(>0.05)	p=0.36(>0.05)
1990-1994		
1995-1999	p=0.48(>0.05)	
2000-2004		p=0.07(>0.05)
2005-2009	*p=0.0045(<0.01)	**p=0.034(<0.05)
2010-2014		
2015-2019		

(a) 序盤 (1-40 手)

1985-1989	p=0.81(>0.05)	p=0.82(>0.05)
1990-1994		
1995-1999	p=0.60(>0.05)	
2000-2004		**p=0.0063(<0.01)
2005-2009	p=0.78(>0.05)	*p=0.039(<0.05)
2010-2014		
2015-2019		

(b) 中盤以降 (41-80 手)

1985-1989	p=0.31(>0.05)	p=0.34(>0.05)
1990-1994		
1995-1999		
2000-2004	p=0.65(>0.05)	*p=0.02(<0.05)
2005-2009	**p=0.0077(<0.01)	
2010-2014		
2015-2019		*p=0.016(<0.05)

(c) 80 手まで (1-80 手)

### 4.3 考察

図 2 から B 級 1 組のプレイヤーは 2015-2019 年において、最も AI との棋譜一致率が高くなる傾向が確認され、その変化が現れているのが、2005-2009 年頃からはないかというおおよその可能性を確認した。図 3 では、水匠 2 と技巧 2 を比べて、AI によって AI との一致率の傾向が近いことを確認した。さらに、5 年毎でデータをまとめることで、序盤 (1-41 手) において、図 4 より、2005 年以降で一致率の上昇傾向があることを確認した。当初、両プログラムで分析する予定であったが、技巧 2 の動作が不安定で連続分析で止まってしまう傾向が見られたので、その後の実験は水匠 2 のみで行うことにした。

図 5 から、その傾向は本当に序盤のみの傾向なのかどうかを確かめるために、中盤以降 (41-80 手)、80 手まで (1-80 手) で同様の傾向が見られるかを調べ、表 1 よりそれぞれについて有意差検定を行った。その結果、一致率上昇の傾向は、序盤のみならず、中盤以降でも見られ、80 手までをまとめると、2005 年の前と後とで明確に有意差が見られる傾向が確認された。

この傾向は、1985-2004 年までの比較では現れなかった傾向であるので、プロ棋士に匹敵する強い AI の出現時期 2005 年以降、プロ棋士の棋譜に何らかの影響を与えていると考えられる。

しかし、今回の分析は B 級 1 組のみの分析であるので、プロ棋士全体に同様の傾向があるとまでは言い難いので注意が必要である。

## 5. 実験 2 : 若手棋士とベテラン棋士の比較

### 5.1 目的

若手棋士 (40 歳未満) とベテラン棋士 (40 歳以上) で将棋 AI の登場による影響の棋譜一致率に変化があるかを調べる。

### 5.2 手法

40 歳未満を若手棋士、40 歳以上をベテラン棋士と定義し、2000 年から 2019 年までの順位戦 B 級 1 組の棋譜の序盤 (1-40 手)、中盤以降 (41-80 手) に対し、プロ棋士の若手とベテランの指し手を水匠 2 との一致率について調べた。

### 5.3 結果

序盤 (1-40 手) の結果は図 6 のようになった。また、中盤以降 (41-80 手) の結果は図 7, 80 手まで (1-80 手) の結果は図 8 のようになった。

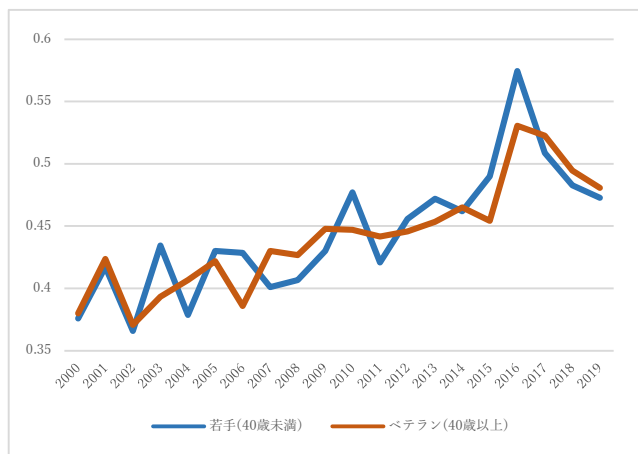


図 6 序盤 (1-40 手) における若手とベテランの 1 年毎の将棋 AI(水匠 2)との着手一致率

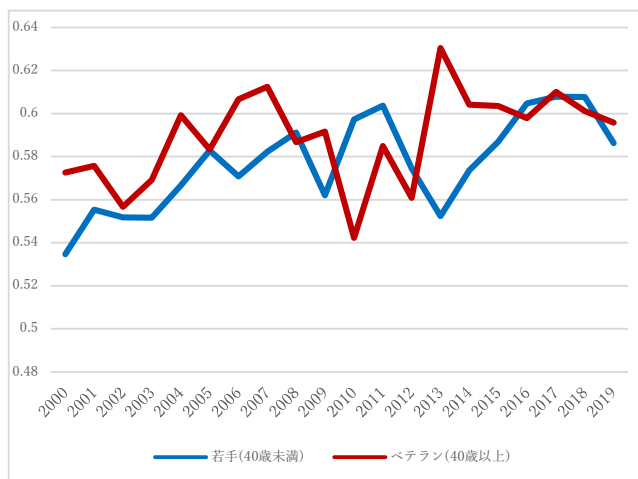


図 7 序盤 (41-80 手) における若手とベテランの 1 年毎の将棋 AI(水匠 2)との着手一致率

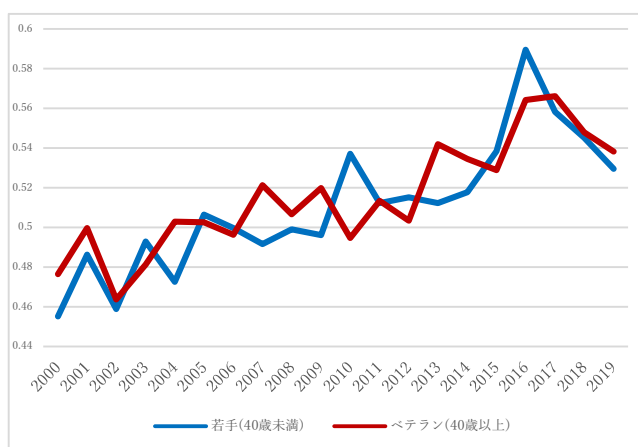


図 8 80 手間で (1-80 手) における若手とベテランの 1 年毎の将棋 AI(水匠 2)との着手一致率

実験 1 の結果から、AI による影響が表れるとしたら、2005 年以降に現れると考え、2005-2019 年の 15 年間を全区間として、5 年毎について、序盤、中盤、80 手までの 3 種類について若手とベテランで有意差検定を行った。その結果をまとめたものが、表 2 である。

表 2 2005-2019 年における若手とベテランの棋譜一致率に関する有意差検定

	全区間	2005-2009年	2010-2014年	2015-2019年
序盤 (1-40手)	$p=0.78>0.05$	$p=0.80>0.05$	$p=0.55>0.05$	$p=0.70>0.05$
中盤 (41-60手)	$p=0.24>0.05$	$p=0.044<0.05^*$	$p=0.82>0.05$	$p=0.61>0.05$
80手まで (1-80手)	$p=0.82>0.05$	$p=0.10>0.05$	$p=0.90>0.05$	$p=0.82>0.05$

これを見ると、全区間については有意差が認められなかったが、2005-2009 年のみベテランの方が若手よりも有意に一致率が高くなった。他の年代では有意差が認められなかった。

### 5.4 考察

AI による影響が現れる可能性のある 2005-2019 年について若手とベテランの AI との着手一致率を比較したが、全区間では有意な差が認められなかったが、中盤以降の一部の年代でベテランのほうが一致率が高いという現象が認められた。他の区間では有意差がなかったため、この年代特有の何かがあったのかも知れないが意外な結果となった。

しかし、全体的には殆ど差が見られなかったため、B 級 1 組レベルにおいては、若手もベテランも同様に AI の影響を受けていると考えるのが自然であるように思える。他のクラスの一一致率を調べることで、より深い分析が可能であるかもしれない。

## 6. おわりに

本研究では、人間より強い将棋 AI の登場によるプロ棋士の将棋における認知的な変化を調べる前段階として、人間より強い将棋 AI の登場前後について棋譜に現れる将棋 AI との着手一致率を評価対象として、定量的な変化を調べた。結果として、プロ棋士に匹敵するほどの将棋 AI が登場しはじめた 2005 年以降ぐらいから、棋譜の一致率が上昇し始めている傾向が見られた。しかし、よく言われているように若手ほど AI の影響を受けているかどうか、40 歳前後での棋譜の一致率を調べたところ、有意な差は見られなかった。

今後の課題として、以下の 4 つなどが挙げられる。

#### A) 棋士のレーティングと将棋 AI との着手一致率でどれくらいの相関があるのか

棋士のレーティングと将棋 AI との着手一致率の間に相関があるのかについて調べる。

**B) 囲碁を題材とした関連研究での指標を将棋に適用し、  
研究結果を比較する**

今回の実験では将棋 AI との着手一致率を用いて評価を行ったが、Shin らの囲碁における関連研究にある「ある局面で AI による最善手後の評価値－実際に人間の着手後の評価値」という指標を用いた解析も行い、囲碁と将棋において共通の指標となり得るかを検証する。

**C) 本研究で得られた結果を将棋のプロ棋士(専門家)に提示して、  
専門家目線から新たな指標についてヒントを得る**

今回得られた結果などをコンピュータ将棋に造詣の深いプロ棋士に提示して、調べるべき新たな指標を見つける。

**D) バックギャモンやオセロなど、AI が人間を遥かに超える強さのゲームにおいて、  
AI の登場による人間への影響を調査して、将棋の研究と比較する**

バックギャモンやオセロなど、将棋よりもだいぶ以前から AI が人間を遥かに超える強さになっている AI の登場による人間への影響を調査して、本研究に生かす。

これらについて、今後研究を進めていきたい。

## 謝辞

なお、本研究で用いた棋譜は日本将棋連盟から提供を受けた棋譜データベースを用いたものである。

## 参考文献

- [1] 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棋力の客観的分析-人間のトップに到達したか？-、情報処理、Vol.55, No.8, pp.851-852 (2014)
- [2] 松原仁：コンピュータ将棋プロジェクトの終了宣言、情報処理、Vol.56, No.11, pp.1054-1055 (2015)
- [3] 西尾明：コンピュータは将棋をどう変えたか？、マイナビ将棋 BOOKS, (2018).
- [4] 山下宏：将棋名人のレーティングと棋譜分析、第 19 回ゲームプログラミングワークショップ、pp.9-16 (2014).
- [5] 馬場匠、伊藤毅志：少ない棋譜からの将棋プレイヤー棋力推定手法の提案、情報処理学会論文誌、Vol.61, No.6, pp.1190-1199 (2020).
- [6] Minkyu Shin, Jin Kim, Minkyung Kim, Measuring Human Adaptation to AI in Decision Making: Application to Evaluate Changes after AlphaGo (2020)
- [7] 伊藤毅志：「第 10 回 UEC 杯コンピュータ囲碁大会、第 5 回電聖戦-10 年を振り返って-」、特集「人間を超えるコンピュータ囲碁」人工知能学会誌、32(5), pp.749-755 (2017).
- [8] 技巧 2, <https://github.com/gikou-official/Gikou> (2017/5/15 公開) (2021/05/26 最終確認)
- [9] 水匠 2, [https://drive.google.com/file/d/12TWZI4Xs\\_lgGnNtAWbVjh8vyOEw0qhB/view](https://drive.google.com/file/d/12TWZI4Xs_lgGnNtAWbVjh8vyOEw0qhB/view) (2020/5/4 公開) (2021/05/26 : 最終確認)