

囲碁と将棋の思考過程の違い

～視線データと発話データの比較から～

伊藤 毅志¹、斎藤 大²、高橋 克吉²、村松 正和¹、松原 仁²
電気通信大学情報工学科¹、はこだて未来大学システム情報科学部²

本研究では、囲碁を題材にして2つの認知科学的実験を行った。1つ目の実験では、アマチュア初心者（ルールを覚えて）の被験者に対して、初心者向けの囲碁プログラムを用いて学習させ、その視線と発話データを分析した。その結果、初心者は相手の打った場所周辺に視線が集まっているのに対して、上達するにつれて相手の手につられずに広く盤面を見られるようになることがわかった。2つ目の実験では、アマチュア中級者（級位程度）の被験者から上級者（五段程度）の被験者に対して次の一手課題を与え、どのように思考するのかを視線と発話データを分析した。この結果から、上級者ほど盤面を広く見る傾向が見られた。

一方、先行研究から、将棋では局面認識の過程では上級者ほどあまり広く盤面を見ずに思考していることがわかっている。このことは、囲碁と将棋のゲームとしての違いを表わしていると考えられる。

The difference of thought processes between Go and Shogi

- A comparison with eye tracking data and verbal protocol data -

Takeshi Ito¹ , Dai Saito² , Katsuyoshi Takahashi² , Masakazu Muramatsu¹
and Hitoshi Matsubara²

Department of Computer Science, The University of Electro-Communications¹
Department of Media Architecture, Future University-Hakodate²

In this research, we performed two cognitive science experiments on the topic of the game of Go. In the 1st experiment, amateur beginners' subject learned using Go-software for beginner, and analyzed the eye tracking data and verbal protocol data in the learning process. As a result, it turned out that player can see widely the board, as who made progress. In the 2nd experiment, the next move problems are given for subjects from amateur intermediate level player to amateur expert player and the eye tracking data and verbal protocol data were analyzed. This result also showed that the players see the board widely, so that they became an expert.

On the other hand, the related researches show that the expert player of Shogi thought without seeing the board not much widely. This results are considered to express the difference as a game of Go and Shogi.

1. はじめに

囲碁を題材とした認知科学的研究は、斉藤と吉川らが精力的に行なってきた。囲碁では、熟達者は、多くの囲碁用語を用いて局面の理解をしていることが発話プロトコル分析から明らかになってきた。このことに注目した斉藤は、囲碁用語が使えるようになることと棋力には関連があると考え、棋力の違う被験者に対して囲碁用語の知識に関する様々な実験を行なった[1]。その結果、棋力が高くなるほど多くの囲碁用語を認識できるようになり、その用語で表される局面も認識できるようになることを明らかにした。また、囲碁の着手決定のプロセスにおいて、相手の着手を理解したり、手に対してネーミング(名称付け)したりすることが、重要であることを指摘した。

一方、アイカメラを用いた吉川らの研究では、囲碁の部分問題である詰碁を題材にして、興味深い実験を行なった [2]。ここでは、詰碁の問題をわずか4秒だけ見せて、その間にマウスを使って1手目だけを答えさせる実験を行なった。問題を解いている間の視線の動きを記録し、それと被験者へのインタビューをあわせて分析した。その結果、棋力の高いプレイヤーが持っている詰碁に関する知識構造は、石のパターンと囲碁用語で表わされている抽象的な状態が組み合わさったハイブリッドなパターンになっていることが明らかになってきた。

一方、将棋を題材とした認知科学的研究は、伊藤らがここ数年おこなってきた。記憶の実験と次の一手課題の実験から、熟達者になるほど局面の認識過程で、盤面の中央付近を一瞥するだけで局面の認識が可能であることを示し、次の一手を決定する過程では、その局面だけでなく局面の「流れ」という時間的チャンクを用いて思考していることを指摘している[3][4]。

本研究では、囲碁を題材にしてアイカメラを用いた2つの実験を行なって、棋力の違いにより局面の理解の過程を調べた。さらに、将棋の結果と比較して、似ている点、異なっている点

を比較して、将棋と囲碁のゲームとしての違いについて考察していく。

2. 学習実験

2.1 目的

ルールを覚えたばかりの囲碁の初心者は、どのように囲碁を学習していくのだろうか？

本実験では、初心者に9路盤の囲碁の対局を行なわせ、上達するにつれてどのように認知過程に変化が現れるかを視線と発話データから調査する。

2.2 方法

本実験では、囲碁を全く知らない、もしくは、囲碁のルールぐらいしか知らない程度のごく初心者を被験者として、9路盤の囲碁のルールを教えて、非常に弱いコンピュータとの対戦を繰り返し行なわせることによって、学習していく過程を記録した。

被験者は、はこだて未来大学の学生で、囲碁を打ったことのない程度の初心者6名を用いた。初回に囲碁の本を読ませて基本的なルールを覚えさせ、さらに、石の取り方、シチョウ、コウ、セキ、ナカデ、マガリ4目などの囲碁の基本となる事柄も覚えさせた。その後、初心者向けの囲碁ソフト[5]との対局を約2ヶ月の間、大体週1回1時間程度のペースで、毎回3,4局合計30局から40局程対局させた。週に1,2局の対局の際には、アイカメラを装着させ、思考過程を発話させることによって、被験者の思考の過程を視線データと発話データを採取して分析した。対局前後には、適宜上述の基本事柄を思い出させるような助言や簡単なインストラクションを与えることがあったが、それ以外は、基本的に被験者には自力で学習させた。

比較実験として、電気通信大学の囲碁部の学生(上級者五段前後)6名にも、上述の9路盤の囲碁ソフトとさらに強い囲碁ソフト[6]とも対戦させて、同様に視線と発話データを採取した。

2.3 結果

初心者に対して行なった実験では、3名の被験者（被験者 A,B,F）は、初心者向けの対局ソフトに勝利するようになり、残りの3名（被験者 C,D,E）は最後まで勝利をあげることが出来なかった。

勝てるようになった被験者は何らかの上達が見られた被験者と考え、分析の対象とした。

<上達に伴う視線データの変化>

初心者も上達するにつれて、視線の動きと停

留点に変化が現れた。上達が見られた被験者 B の実験初期の頃の特徴的な視線と停留点データを図1に示す。一番右の盤面は対局中の局面、左はその局面に対応した視線の軌跡、中央はその停留点を表わしている。なお、停留点におけるの大きさは、停留時間の長さ に比例して大きく表わしている。

実験初期の特徴としては、被験者はどこを見て良いのか全くわからず、直前に相手が打った石の周辺を狭く見る傾向が見られた。また、長時間の停留点も無く、狭い範囲を漠然とグルグルと見ていた。

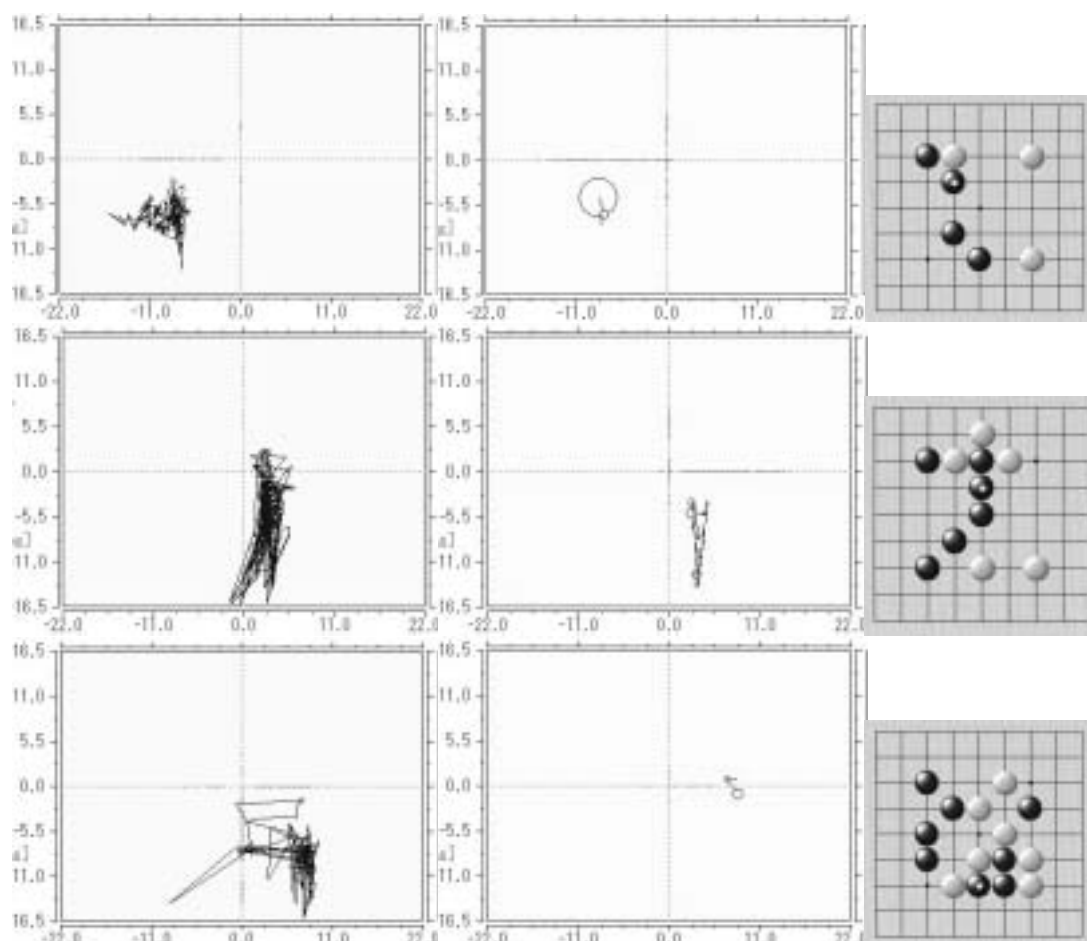


図1 実験初期における初心者の視線と停留点

同じ被験者 B が、対局を続けた後、上達してきた実験中後期における典型的な視線の動きと停留点を図2に示す。

これを見ると、視線の範囲が広がっている

ことがわかる。また、停留点も多く長くなっている。実験初期には、直前に相手が打った石の周辺に視線が集まっていたのに対して、それ以外の場所にも視線が集まるようになっている。

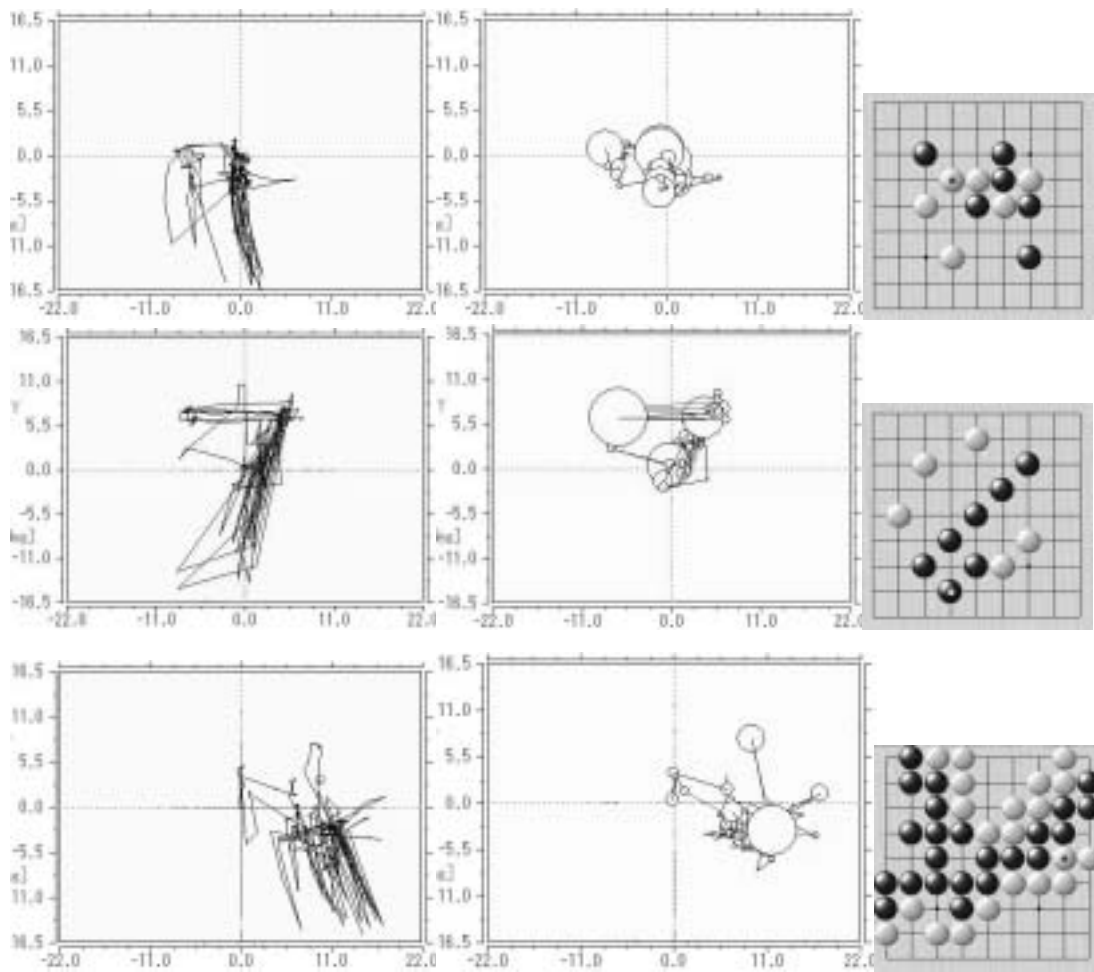
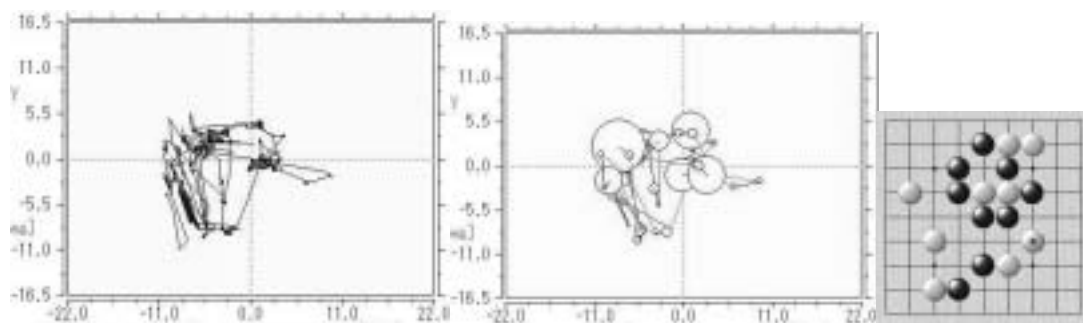


図2 実験中後期における初心者の視線と停留点

比較実験として行なった上級者に対して行なった対局実験の視線と停留点のデータを図3に示す。

上級者は、盤面を広く見る傾向がより強く現

れていた。上級者は、直前の相手の手には全く惑わされず、自分なりの基準で注目すべき箇所があって、同じ場所に何度も視線が停留することが確認された。



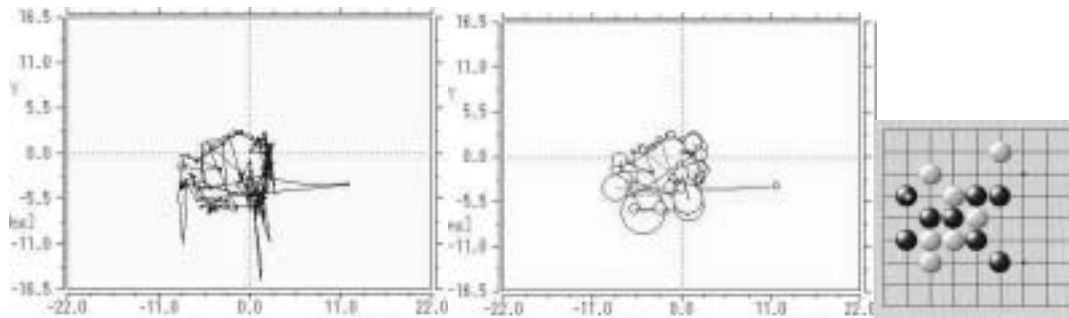


図3 上級者の視線と停留点

< 学習に伴う発話と打ち手の変化 >

視線データが示しているように、実験初期の段階では、被験者は明らかにどこに打てば良いのかわからない様子で、「わからない」とか「なんとなく」といった発話が多く見られ、アタリを逃げるとか、石を取るといった石の直接的な取りに対応する手以外には、手を決める有効な評価基準を持っていない様子であった。そのため、相手が直前に打った手に惑わされ、その石に働きかけるような手を中心に考える傾向が見られた。実際の打ち手も、逃げても取られる石を逃げたり、自分の目を埋めたりするような明らかな悪手も多く見られ、簡単な石の生き死に、アタリ概念も正しく理解できていない様子であった。

しかし、学習が進むと、徐々に石の形が良くなり、石を取る手、取られる手の意味がわかるようになっていった。それに伴って、形に関する「つなぐ」とか「阻止する(オサエル)」といった用語や、石の取りに関する「逃げる」とか「生きている」といった発話が見られるようになり、徐々に広い範囲を見られるようになっていった。

さらに、一番弱いレベルのソフトに勝てるようになってくると、「中手」、「2眼」、「シチョウ」、「コウ」などの用語もよく現れるようになる。また、打てる位置打てない位置の理解も可能になり、終局に関する「そろそろ終局か」といった発言も現れる。具体的な打ち手としては、相手の手につられることがなく布石のような手や自分の石をつないで強くするような手も打てる

ようになってくる。石の形が良くなるのに対応して、視線の移動範囲もさらに広がりを見せた。

比較実験のために行なった上級者の対局実験では、明らかに初心者より発話量が多く、発言には、「ケイマ」、「オオゲイマ」、「手抜き」、「コウ」、「ハネ」、「ノビ」、「キリ」、「ヨセ」などのたくさんの囲碁用語が用いられていた。また、石の生き死にに関して、「手抜いても死んでいる」などの正確な認識が出来ていることを伺わせる発話も見られた。打ち手を決定する過程でも、相手の打った手に全く惑わされることはなく、局面全体を自分の評価基準で個々の部分に分解して評価して、最も優先すべき場所を見つけようとする思考過程が見られた。

2.4 考察

囲碁では、初心者はどこを見て良いのか全くわからずに、直前の相手の石を手がかりに考えようとする傾向が見られ、その結果、直前の手の周辺のみを漠然と走査する視線の動きが見られた。上達するにつれて、石の形が石の生き死にを表わすこと、石の強さや良い形があることが徐々に理解されるようになって、自分からその関係を見つけるような視線の動きに変わってくる。即ち、盤上の石の繋がりを良く見て理解しようとする視線の動きに変わっていく。上級者でもその傾向は変わらず、さらに多くの知識を持つようになるので、石の繋がりを多角的に捉えて多くの意味を抽出しようとする視線の動きになってくると考えられる。そのため、上級者ほど、広く停留点のある視線の動きが観察さ

れた。

先行研究の将棋では、初心者は駒の配置を理解するために盤上を広く見て、熟達者ほど局面の理解のための視線の動きが狭く停留点も短くなる傾向があることが指摘されており [4]、囲碁とは逆の結果になっているのは興味深い。

3. 次の一手実験

3.1 目的

学習実験において、囲碁の思考過程では、将棋とは違い、熟達者ほど視線の動く範囲が広くなることわかってきた。実際にそのようなことが言えるのかを、将棋の先行研究で行なった実験と同様に、次の一手問題を提示して思考させるという方法で思考過程を調べることで、より厳密な比較を行なう。

3.2 方法

被験者は、電気通信大学の囲碁部と一般の学生、及び職員の 8 名を用いた。棋力の内訳は、8 級 1 名と 1 級 2 名の中級者群と四段以上の 5 名の上級者群である。

与えた問題は、アマチュア七段にプロ棋士の実践譜などを題材に実践的な次の一手問題を 16 問作らせた。

被験者には、アイカメラを装着させ、これらの問題をコンピュータ上で表示し、次の手が決まるまで考えたことを発話させることで、視線のデータと発話データの両方を同時に取り、思考過程を分析した。

3.3 結果

ここでは、代表的な例として、付録の問題 1 が与えられてから 10 秒程度の中級者 (M1, M2) と上級者 (A1, A2) の視線の動きを比較する。

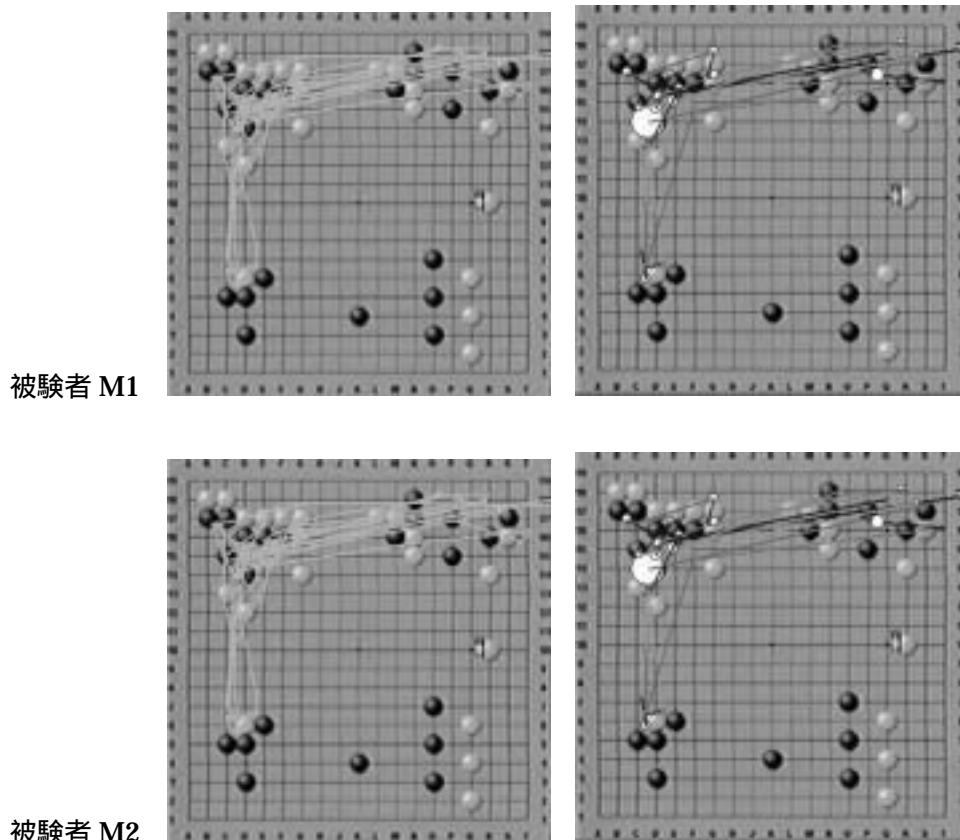
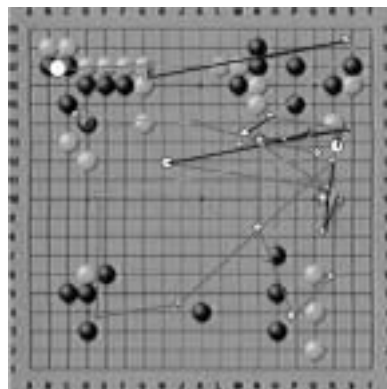
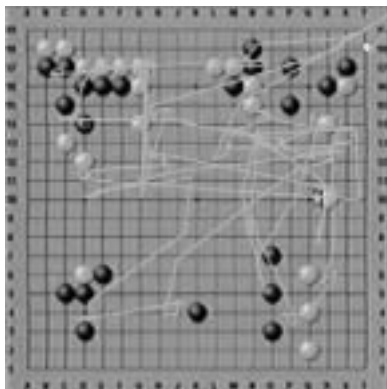


図 4 次の一手課題解決過程の視線と停留点 (中級者): 最初の 10 秒間

被験者 A1



被験者 A2

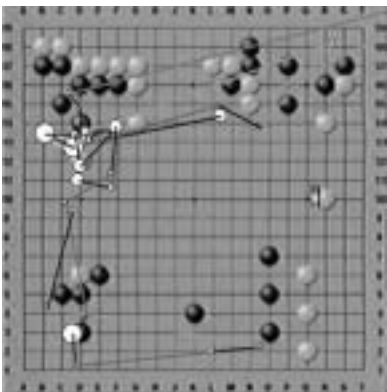
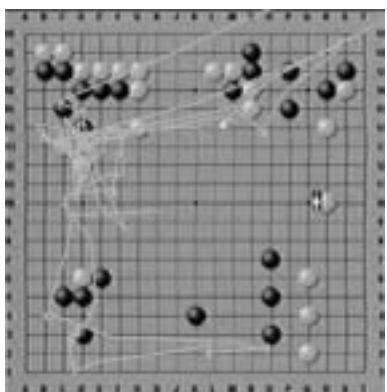


図5 次の一手課題解決過程の視線と停留点(上級者):最初の10秒間

問題が与えられてから、中級者の最初の10秒間の視線の動きを示したものが図4である。また、上級者の最初の10秒間の視線の動きを示したものが図5である。

図4と図5を比べると、明らかに上級者のほうが広い範囲を見ていることがわかる。中級者は、直前に相手が打った左上の黒石周辺に目が行っていて、それを中心に上部右辺へ、左辺下部へ視線が伸びている。実際、その後の思考も左上の黒石に働きかける手を中心に思考していた。

一方、上級者は局面全体を広くみて、総合的に判断している過程が視線データと発話からわかってきた。被験者 A1 は、右上部の石の関係と左下の黒石の強さに関する言及が見られ、被験者 A2 も右上の黒石に関する言及と下部の黒石の勢力に関する言及が見られた。

問題1では、左上の黒石に働きかける手としては、F12のように封鎖する手とB14に打つ手が考えられるが、どちらに打っても黒は逆に逃

げ、放っておいても黒からは特に大きい手が無い「見合い」の関係にあるので、上級者から見るとここは争点ではない。左下から下部中央にかけての大きな黒石の模様に関わりかける手を考えるのが、大局的な捉え方であるといえる。

中級者は、それを理解することが出来ず、局所的に石を捉えがちで、そのため、部分的な石に固執して、全体を見ることがなかなか出来ない。上級者は、個々の局所的な理解をしつつも、全体として大きい意味を持つ箇所、重要な意味を持つ箇所を認識することが出来るので、より広く視線が動くものと考えられる。

4. 将棋との比較と考察

これらの結果から、囲碁では上級者ほど局面全体を広く見て局面を理解して、次の一手を考えていることがわかってきた。終盤の寄せや局所的な石の生き死にを計算する以外は、囲碁では殆ど先読みは行なわれず、局所で得られた知識を相互に関連付けて意味を組み立てて、これ

らの結果から総合的に判断をして次の一手を決めていくことが明らかになった。

一方、将棋の先行研究では、上級者は局面を瞬時に理解して重要な箇所を絞り込み候補手を数手に絞って直線的な先読みで指し手を決定している。しかし、囲碁では局面を正確に理解するために局所的な石の配置を意味として取り出す過程が思考の大半を占めていることがわかってきた。先読みよりも、局面をパターンとして多角的に捉える認識のウエートが高い。

この違いは、将棋と囲碁のゲームとしての性質の違いを表わしていると考えられる。将棋では、駒には一つ一つに動きや性能が元々備わっていて、初心者でも駒の動かし方を覚えていれば、すべての駒の配置から盤面の状況を組み合わせ理解していくことが可能である。しかし、囲碁では、石一つ一つには個性が無く、それだけでは意味をなさない。それらの石が盤上で特定の位置に配置され、他の石と関係を持つことによって「意味」が生じる。この意味は、たくさんの石のパターンを経験によって理解して、「囲碁用語」のような知識として蓄えることでしか得られない。従って、囲碁の初心者はパターンの知識が無いので、盤上のどこを見て良いのかわからずに、明確な停留点が現れなかったものと考えられる。

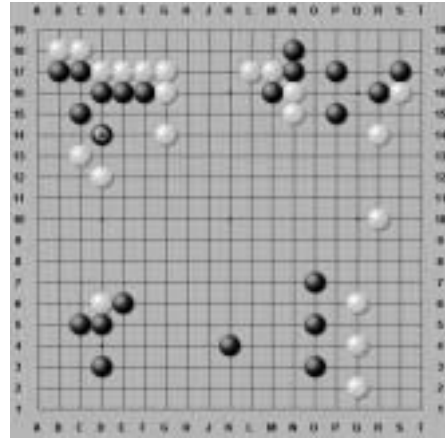
しかし、将棋においても囲碁においても熟達者は局面をパターンによって直観的に理解し、理論的な思考をスムーズに行なうためにその直観的思考（大局観）を用いている点に関しては同様の過程が見られた。

5 . おわりに

本研究の結果、次のようなことがわかってきた。囲碁では、上達するにつれて盤面全体を広く見るようになるが、それは、個々の局面を石のパターンとして（囲碁用語の形で）多角的に捉えることが出来るようになるからで、それらを組み合わせることによって、局面全体を広く認識できるようになるためであると考えられる。

コンピュータ囲碁の現状は、まだアマチュア初段に満たない状況であり、人間の熟達者の思考は、多くの知見を与えてくれることが期待される。今後さらにプロ棋士に対して心理実験を行ない、認知的モデルを提案していきたい。

付録：次の一手で用いた問題例（問題1）



参考文献

- [1] 斉藤康己：囲碁の認知科学的研究、東京大学博士論文（1995）。
- [2] Atsushi Yoshikawa & Yasuki Saito : Hybrid pattern knowledge - Go players' knowledge representation for solving Tsume-Go problems - , *Proc. of 1st Int. Conf. Cognitive Science in Korea* (1997).
- [3] 伊藤毅志、松原仁、ライエル・グリーンベルゲン：将棋の認知科学的研究（1） - 記憶実験からの考察、情報処理学会論文誌、Vol.43,No.10, pp.2998-3011 (2002).
- [4] 伊藤毅志、松原仁、ライエル・グリーンベルゲン：将棋の認知科学的研究（2） - 次の一手実験からの考察、情報処理学会論文誌、Vol.45,No.5,pp.1481-1492 (2004).
- [5] 「やさしい囲碁指導対局」、毎日コミュニケーションズ (2004).
- [6] 「世界最強銀星囲碁4」、シルバースタージャパン (2004).