

囲碁における空間的チャンクと時間的チャンク

小島 琢矢 · 吉川 厚
NTT コミュニケーション科学基礎研究所
kojima@rudolph.brl.ntt.co.jp

概要

以前我々が行った棋譜を再生する記憶実験から、囲碁の棋譜の記憶では、石の配置という空間的チャンクとともに、石を置く順番という時間的チャンクが重要であることが分かってきた。しかし、従来の実験では、手順のような時系列情報の影響と、置いてある石のような静的な情報の影響が混在していた。この両者の影響を切り分ける実験を行い、棋譜の記憶には両者が関わっているが、静的情報の方が時系列情報よりも重要であることが示された。静的情報が必要な理由として、囲碁としてふさわしい着手を絞れるという理由と、チャンクを形成するのに必要という理由が考えられる。前者では盤面全体を眺める必要があるが、後者では部分だけを見ていれば良い。これを確かめるために、着手の周囲の1路だけを見せる実験2を行ったところ、効果があることが分かった。以上のことから、静的情報はチャンクを作る上で必要であり、盤面全体を示さずとも部分だけで全体を示したのと同様の結果が得られるという仮説を得た。今後は、これを検討するための実験を行う。

Spatial chunks and sequential chunks in Go

Takuya KOJIMA Atsushi YOSHIKAWA
NTT Communication Science Laboratories

Abstract

Our previous studies showed that in memorizing a game record of Go, sequential chunks (move order), as well as spatial chunks (placed stones), play an essential role. However, in the previous studies, both spatial and sequential information was given in memorizing it. In this paper, we made an experiment to separate the effect of the two information and we found that spatial information is more important than sequential one.

There are two possible ways to utilize spatial information. One is that you can guess the next move from the current situation, and the other is that the information is necessary to construct chunks. For the former purpose you should see the whole board, while only a part of the board is necessary for the latter purpose. In order to investigate these two possibilities, we made an experiment and found that showing the small part is useful to memorize a game record. From the result, we form a hypothesis that spatial information is essential to construct chunks. We will conduct experiments to test this hypothesis as a future work.

1 はじめに

チェスや囲碁では熟達者の方が初心者よりも棋譜や盤面を正確に再生できることが報告されている。この理由として、熟達者はいくつかの駒や石の塊を1つのチャンクとして記憶し、そのチャンクを多く知っているのが記憶するのが容易なのだと説明した[1, 2]。これらの研究では駒や石の配置としてのチャンク(空間的チャンク)に注目しているが、我々はチャンクの別の側面について囲碁を用いて研究を行ってきた[3, 4]。すなわち、石を置く順番という「時間的チャンク」である。

[4]では、以下の手順で実験を行った。初心者と上級者、各1名に、初手から規定の手数(10手~100手)までの棋譜¹を、ディスプレイ上の碁盤に1手3秒の間隔で1手づつ加えていくシーケンス提示と、規定の手数の最終局面を手数×3秒の時間だけ見せるパターン提示の2条件で提示した。規定時間後に碁盤は消え、再度現れた石の置かれていない碁盤上にマウスで最後の盤面を再生する。石を置く順番は提示順である必要はない。

結果は以下の通りである。まず、棋譜を再現する際には、以下の2通りの方法が考えられる。一つは、白石または黒石を数手連続して再生する方法、もう一つは、白石と黒石を実際に囲碁を打つときのように交互に再生する方法である。黒石と白石を交互に再生した割合を計算したところ、初心者の場合はどちらの提示条件でも10%以下であったのに対し、上級者の場合はシーケンス提示の場合は80%以上交互に再生していた。興味深いのは、最終局面だけを示すパターン提示の場合でも、規定手数が50手までの場合は、40%ほどを交互に再生したことである。このことから、上級者は単なる石の配置という空間的チャンクで記憶していたのではなく、手順情報を含む時間的チャンクで記憶していたと考えられる。また、シーケンス提示の場合、再生時にはほぼ実際の手順通りに再生したが、ある手順の塊が入れ替わって再生した場合もあった。このことから、この塊が時間的チャンクではないかと考えられる。

¹プロ棋士同士の棋譜である。

以上の実験から、棋譜の記憶に対する時間的チャンクの関与が示唆された。しかし、この棋譜の再生実験では、二つの要素が混在していると考えられる。一つは時間的チャンク(手順)のような時系列の影響、もう一つは置いてある石という静的な情報の影響である。石があることによって囲碁の着手としてふさわしい着手が絞られ、その結果、着手を記憶しやすくなるという影響が考えられる²。そこで本論文では両者の影響を分離し、静的な情報(空間的チャンク)と時系列的な情報(時間的チャンク)の関係について調べる。

2 実験1

静的な情報と時系列的な情報の関係を調べるために、以下のような実験を行った。

2.1 実験手順

被験者は2段、3段、6段程度の囲碁部に属する大学生3名である。以下の手順で実験を行った。碁盤や石はコンピュータディスプレイ上に提示した。まず初期盤面が表示され、その後3秒おきに1手づつ着手を示し、規定の手数まで表示したところで碁盤が消える。次に、先ほどの初期盤面の碁盤が表示され、その上にマウスで最後の盤面を再生する。石を置く順番は提示順である必要はない。規定の手数は20, 30, 50, 100手の4条件とした。提示方法は表1に示す5条件で、初期盤面と表示される手順が異なる。棋譜はすべてプロ棋士同士のものを用いた。

Normal条件は[4]でのパターン提示条件と同一である。Normal条件では初手から棋譜を表示したが、MidNormal条件では50手までの盤面にあらかじめ並んでおり、51手目からの規定手数が表示される。再現時には50手目が再び現れ、51手目以降を盤上に並べることで最終局面を再現する。MidEmptyでは、石の置いていない盤面に、いきなり51手目から再現する。MidRでは、初期盤面で黒石50個、白石50個をランダムに並べておき、51手目か

²プロ棋士同士の棋譜のように予想がつく棋譜の場合。

2.2 結果と考察

表 1: 実験条件

実験条件	初期盤面	表示手順
Normal	なし	1 → N 手
MidNormal	1 ~ 50 手まで	51 → (N+50) 手
MidEmpty	なし	51 → (N+50) 手
MidR	ランダム 50 手	51 → (N+50) 手
MidRO	1 ~ 50 手まで	51 → (N+50) 手の手順を並べ替え

ら規定手数の手順を見せる³。MidRO では、50 手までの石を並べた盤面からはじめるが、51 手目から規定手数までの手順を並べ替えたものを見せる。つまり、最初と最後の盤面は実際の対局と同じになっているが、途中が異なっている。

これを石の配置という静的情報、手順という時系列情報の観点からまとめると表 2 のようになる。Normal と MidNormal は両方とも実際の棋譜を用いており、両方の情報とも正しい。MidEmpty と MidR では、初期盤面が実際の盤面とは異なるため静的情報は間違っているが、手順は実際の棋譜を用いているので時系列情報は正しい。MidRO では、初期盤面と最終盤面は正しいが、実際とは別の手順のため、時系列情報は異なる。静的情報は、最初と最後が正しいが途中では実際とは若干異なる。

表 2: 実験 1 の提示条件ごとの静的情報と時系列情報

実験条件	静的情報	時系列情報
Normal	○	○
MidNormal	○	○
MidEmpty	× (なし)	○
MidR	×	○
MidRO	○~△	×

³ランダムに置いた石は、後で見せる手順と重ならないように置いた。

結果を図 1~3 に示す。

まず Normal と MidNormal を比較する。Normal では 1 ~ N 手目までを記憶し、MidNormal では 51 ~ (N+50) 手目までを記憶している。50 手までの条件では若干 Normal の方が良い結果であった。これは Normal では布石の占める割合が多く、その分、記憶の負担が減ったためと思われる。一方 100 手条件では、若干 MidNormal の方が結果が良かった。これは MidNormal の方が石数が多く静的な情報が多いため記憶しやすかったものと考えられる。

MidNormal よりも MidRO の成績は悪かった。MidRO では最終的には MidNormal と同じ盤面になるのだが、そこに至る手順がランダムになっていて、時系列情報が間違っている。ここから時系列情報の重要性が示される。

すべての被験者で MidNormal よりもかなり MidEmpty の結果が悪かった。51 手目以降の手順の提示という時系列条件に関しては同じだが、MidEmpty では 50 手目までの配置がないという静的な情報の違いがある。ここから静的情報の重要性が示される。

また、Normal と MidEmpty は、石の置いていない盤面から石を N 個置くという点では同じことをしている。つまり、囲碁の意味情報を考えない単なる記憶実験としては同じことをしていることになる。しかも、実際の囲碁の手順を並べているという点でも共通している。ここからも棋譜の記憶には置いてある石、すなわち静的情報が非常に重要であるということが示される。

すべての被験者で MidRO よりも MidEmpty・MidR の方が結果が悪かった。MidRO では手順という時系列情報が誤っており、MidEmpty・MidR では石の配置という静的な情報が誤っている。この結果より、時系列情報よりも石の配置という静的な情報の方がより重要であると言える。

MidR と MidEmpty を比較した結果、6 段の被験者では MidR の方が結果が良かったのに対し、2 段の被験者では MidEmpty の方が結果が良かった。6 段の被験者は「ランダムな碁石

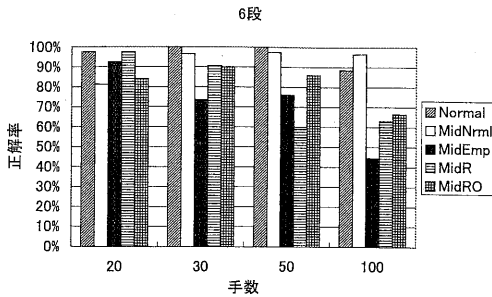


図 1: 6 段被験者の結果

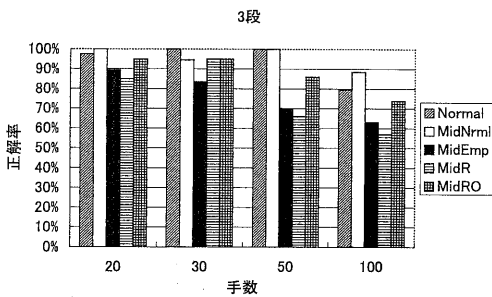


図 2: 3 段被験者の結果

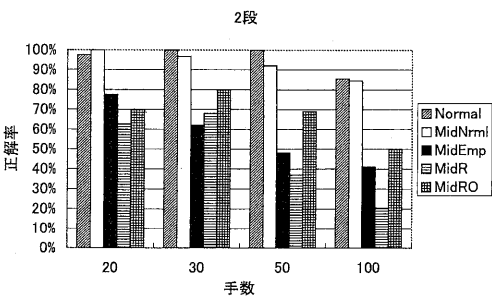


図 3: 2 段被験者の結果

でも、無理やり囲碁の形にこじつけて覚えた」という事後プロトコルがあった。一方、2 段の被験者は、「無駄な石があると混乱する」ということであった。どちらも囲碁の着手としてはふさわしくないが、上級者の方が、外的な状況をうまく利用していることが分かる。

以上の実験から、棋譜の記憶には時系列情報と静的情報の両者が重要であるが、静的情報の方がより重要であることが分かった。静的情報が必要な理由として、以下の 2 つの理由が考えられる。一つは、囲碁としてふさわしい着手を絞れるという点である。候補が少なければそれだけ記憶負担が減ることになる。二つ目は、チャンクを形成するのに必要という点である。上で述べたように 6 段の被験者では、ランダムな形でも無理やり囲碁の形 (チャンク) として記憶していた。棋譜を記憶する上では、どちらの作用が重要なのだろうか。前者の理由が機能するためには、盤面全体を眺める必要がある。一方、後者の理由が機能するためには、部分のみを見ていれば良い。そこで、部分だけを表示することがどの程度効果があるのかを確認するため、次章で述べる予備実験を行った。

3 実験 2

盤面の一部分だけを表示することが、棋譜の記憶にどのような影響をおよぼすのかを確かめるために以下の実験を行った。

3.1 実験手順

被験者は初段、3 段、6 段程度の囲碁部に属する大学生 3 名である⁴。実験 1 と同様の以下の手順で行った。まず、石の置いていない盤面が表示され、その後、3 秒おきに 1 手ずつ着手を示し、規定の手数まで表示したところで碁盤が消える。次に、再度石の置いていない碁盤が表示され、その上にマウスで最後の盤面を再生する。石を置く順番は提示順である必要はない。規定の手数は 20, 30, 50, 100 手の 4 条件である。手順の提示方法は以下の 3 条件である。Normal 条件では、実際のゲームのように 1 手

⁴ 3 段、6 段は実験 1 と同じ被験者である。

づつ石が盤面上に追加されていく。One 条件では、その時の着手だけが表示され、以前に置かれた石は表示されない。つまり、常に石が一つだけ表示される。Around 条件は One 条件と類似しているが、その着手に接している 8 地点に石があった場合のみ、その周囲の石も同時に表示した。つまり、着手点から一路以内の石のみが表示される。棋譜はすべてプロ棋士同士のものを用いた。静的情報、時系列情報の観点からまとめると、表 3 のようになる。

表 3: 実験 2 の提示条件ごとの静的情報と時系列情報

実験条件	静的情報	時系列情報
Normal	○	○
One	×	○
Around	△	○

時系列情報は、実際の棋譜を用いているのですべて正しい。静的情報は、One 条件では周囲に石が一つも表示されないの、ない。Around 条件では着手点から一路以内の石は表示されるので、若干ある。

3.2 結果

結果を図 4～6 に示す。まず、どの被験者でも Normal 条件の方が One 条件よりも成績が良かった。すなわち、静的情報の表示されていない One 条件では記憶が難しくなる。これは、実験 1 の結果とも一致する。

6 段の被験者では、One 条件よりも圧倒的に Around 条件の方が正解率が高く、ほぼ Normal と同等の成績を残した。つまり、6 段の被験者にとっては、距離 1 のみの情報だけで盤面全体が見えるのと同じ結果が得られていることになる。一方、3 段・初段の被験者では、Around 条は One 条件よりは良かったが Normal 条件よりも劣るという中間的な結果を示した。つまりこれらの被験者では、距離 1 の情報では盤面全体と同等の結果は得られなかったが、何も表示していない場合よりは良い結果が得られた。以上のことから、着手のごく局所的な静的な情報

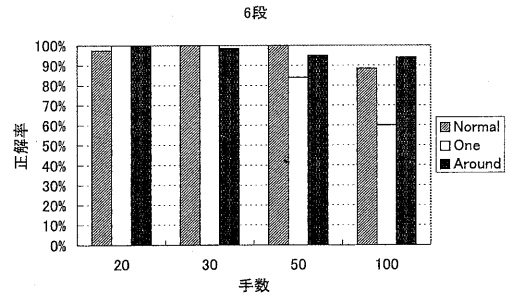


図 4: 6 段被験者の結果

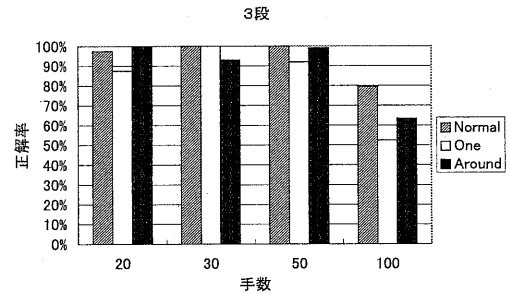


図 5: 3 段被験者の結果

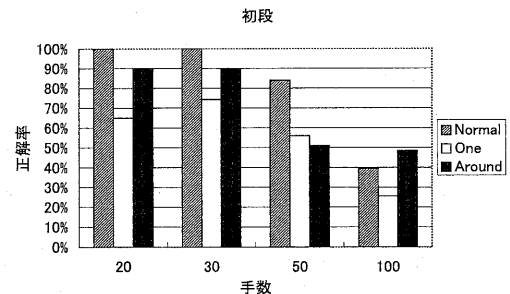


図 6: 初段被験者の結果

であっても、棋譜の記憶に非常に役立つことが示された。

3.3 議論および今後の課題

以上の実験では、距離1だけの情報でも棋譜の記憶に役立つことが分かったが、着手の周囲のどの程度の範囲まで広げれば盤面全体を見せた場合と同等の効果が得られるのであろうか。

これを考える上で参考になる実験を [3] で行った。この実験では、実験2と同様のことを着手を盤面に表示するのではなく、声で教示した。以下の5条件がある。「座標」条件では、「白、10の2」といった着手の色と座標だけを読み上げた⁵。「1用語」条件では、座標に加え、「ツケ」などの基本的な囲碁用語を一つ加えて読み上げた。「2用語」条件では、二つ以上の囲碁用語を加えて読み上げた。同様の実験を将棋でも行った。将棋では「先手、7、6、歩」のように座標のみを読み上げた。また、将棋は9×9の盤を使うので、囲碁も9路盤を用いて座標のみの条件で実験を行った。被験者は2名で、1名は囲碁6段、将棋5段の実力であり、もう1名は囲碁6段、将棋4段の実力である。記憶する手数は、10手、20手、30手、50手の4条件である。

2名の被験者の結果を平均したものを図7に示す。

将棋では、50手条件でもほぼ100%再生することができた。囲碁の場合は、9路盤であっても将棋ほどはうまく再生できていない。この囲碁と将棋の違いは興味深く、今後の研究課題である。

実験2のOne条件と座標条件を比較すると、座標条件の方が結果が悪い。これは視覚と聴覚という感覚モダリティだけの違いだが、大きな違いが生じている。聴覚条件では、聴覚で聞いた座標を視覚的な情報に変換する必要があるため、3秒間隔では間に合わなかった可能性がある。この感覚での違いについても今後の研究課題である。

座標だけの条件に比べ、囲碁用語を加えると

⁵視覚・聴覚のモデルの違いを除けばOne条件と同じである。

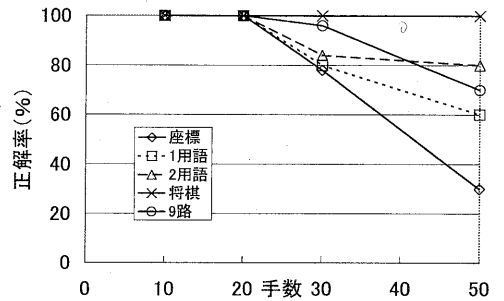


図7: 読み上げによる記憶の結果

結果が改善された。また、2つ以上の用語を加えると、更に改善された。加えた囲碁用語は、「ツケ」や「ハネ」などの周囲の状況を示す用語がほとんどである。つまり、囲碁用語は静的な情報であり、静的情報を加えるほど結果が改善された。

実験2の結果では、距離1だけの情報でも効果があったが、全体を見せた場合と完全に同じ結果は得られなかった。一方、上記の実験では、静的情報を意味する囲碁用語を加えることで、結果の改善が見られた。以上のことから、静的情報は空間的チャンクと時間的チャンクの両方のチャンクを作る上で必要であり、盤面全体を示さずとも部分だけで全体を示したのと同様の結果が得られるのではないかという仮説を提示する。今後は、この仮説を詳細に検討するために、どの程度を見せることで全体を見せた場合と同様の結果が得られるのかに注目した実験を行う予定である。すなわち、距離2、3といった単純に距離を大きくすれば良いのか、それとも、囲碁用語で示されるような意味的な単位が重要なのかということである。

4 結論

棋譜の記憶実験における手順のような時系列情報の影響と、置いてある石のような静的な情報の影響を調べるために行った実験1から、棋

譜の記憶には静的情報が時系列情報よりも重要であることが示された。

静的情報が必要な理由として、囲碁としてふさわしい着手を絞れるという理由と、チャンクを形成するのに必要という理由が考えられる。前者では盤面全体を眺める必要があるが、後者では部分だけを見ていれば良い。これを確かめるために、着手の周囲の1路だけを見せる実験2を行ったところ、効果があることが分かった。

以上のことから、静的情報はチャンクを作る上で必要であり、盤面全体を示さずとも部分だけで全体を示したのと同様の結果が得られると予想した。今後は、これを検討するための実験を行う予定である。

参考文献

- [1] W. G. Chase and H. A. Simon. Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 4:55-81, 1973.
- [2] W. Reitman and B. Wilcox. The structure and performance of the INTERIM.2 Go program. In *Proceedings of the Sixth International Joint Conference on Artificial Intelligence, Tokyo*, pp. 711-719, 1979. also in *Computer Games II*.
- [3] A. Yoshikawa, T. Kojima, and N. Shingaki. Temporal perception in go. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Cognitive Science*, pp. 294-297, 1999.
- [4] 新垣, 吉川. 囲碁における空間的チャンクと時間的チャンクについて. *日本認知科学会第11回大会論文集*, pp. 102-103, 1994.