

囲碁対局プロトコルの諸相

吉川厚、小島琢矢

NTT コミュニケーション科学基礎研究所

概要:

我々は囲碁プレイヤーが対局や相談囲碁、ペア碁をうつ時の発話プロトコルを大量に集めている。実験環境下で対局などは行われており、相手に聞こえないように留意したり、また思考を発話していただくようお願いして得られたプロトコルである。これらを詳細に見ていくといくつかの仮説が生じる。たとえば、「先読みは、大きな構想に対して実現性があるかどうかを、むしろ検証する行為である」などである。これらの仮説を、仮説生成にいたったプロトコルを示しながら説明する。

Various Aspects of Verbal Protocol of Game of Go

Atsushi Yoshikawa and Takuya Kojima

NTT Communication Science Laboratory

Abstract

We have collected a large number of verbal protocol data (spoken data) while Go players play normal games, discussion Go (Soudan Go), and pair Go. They are collected under experimental circumstances, where opponents cannot hear what players speak and players are asked to speak out what they are thinking. We have formed many hypotheses from these data. One of them is that look-ahead is the act to verify whether a plan can be realized. These hypotheses are explained by showing protocol evidences.

1. はじめに

われわれは1992年から囲碁を題材とした認知研究を行ってきた。この研究の中でわれわれは、うまい囲碁プレイヤーは核となる石の並びと言語的に表現できるより抽象的な制約を組み合わせたハイブリッドパターンをつかっていること、囲碁用語にはそれが適用される盤面まで想定した評価やそのあとの手順なども言い含められていること、しかも盤面に依存して一意に決定性があるほど拘束力が強いこと、さらには囲碁の盤面を記憶するには手順が重要であること、回りの石のパターンにも影響されることなどを示してきた。

これらの結果を出すには、いろいろな実験を行ってきた。たとえば、アイカメラをつかって碁打ちの視線をとったり、相談囲碁を打たせてその時の相談記録を採取したり、心理実験的に記憶課題等である。これらの中で、まだ結論として言いきるまでには

いくつかの検証的な実験を行わなければいけないものの、仮説としては十分に成立する知見がいろいろと浮かび上がってきている。今回はプロトコル分析の結果に基づいてこれらの知見を列挙し、今後の認知研究への話題としたい。

2. プロトコル採取方法

プロトコルとは被験者の発話や動作など一連の記録をいう。発話プロトコルを単にプロトコルと呼ぶことも多い。発話プロトコルにはタスク遂行中に発話する言葉を集めた同時プロトコルとタスク遂行後に集めた事後プロトコルがある。同時プロトコルは think-aloud とよばれるタスク遂行中に被験者が自ら考えていることを発話するものが代表的なものとなっている。

プロトコルの量や質はプロトコルを採取するタスクにもっとも依存している。この点、囲碁はプロトコル

量としてはかなり期待できるタスクである。文字算・迷路課題などでは think-aloud プロトコルはほとんど採取できない。一般に自動化されたタスクはプロトコルとして採取しやすく、思考ゲームのように次ぎの手を考えるようなゲームは、その思考を発話可能なのでプロトコル量として多い。しかし、発話によって思考の深さなどに影響がある場合もある。たとえば、高速に思考が進む箇所において発話しているとそれが律速となって思考がとどまることもある。タスクに影響を与えないようにするには、被験者への統制も十分考えないといけない。

プロトコルの量や質はタスクのほか採取方法や被験者のタスク遂行スキルや発話スキルにも依存している。たとえば、人は壁に向かって長い時間しゃべれないのと同じように、一人で自らの思考過程をしゃべりつづけるのは難しい。うまい聞き手がついていると長々としゃべれたりする。しかし、ここで注意しなくてはいけないことは、人に向かってしゃべることによって、思考そのものの開示という赴きが強かった think-aloud プロトコルに対して、“人に対する説明”という側面が出てきて、プロトコルの質が大きく変化することである。被験者にとって通常のタスク遂行に近い形でプロトコルがしやすいような実験環境をつくるのがひとつのポイントとなる。

さらには、プロトコルは被験者のタスクドメインの知識にも依存する。たとえば、はじめてボードゲームを触ったときなどは、戦略的なことも発話できないし、また、自分が触っている駒をなぜ取り上げているのか等もまったく言えない。しかし、そのゲームに親しむにつれて「なぜ」という理由が言えるようになったり、目的を発話できるようになる。

以上のようなことを踏まえて、我々が採取したプロトコルは次ぎのような点に留意した。

- 被験者に思考を発話するように実験開始前にはお願いしたが、その後は被験者の態度に委ねている。
- 被験者には簡単に「発話する」ということを事前にレクチャーし、OJT も行った。
- 被験者の発話を促すよりも、「はい」などのあいづちをうつ聞き役をつけたり、2人でペアを組んで対局する相談囲碁などより自然な環境で発話できるように実験的に操作した。
- 聞き役や相談囲碁のペアの組み合わせ方で、ある意味での「説明」のレベルが決まってくる。そこで、このバリエーションを持たせるために

棋力の同じ程度、あるいは離れているものを組み合わせたりした。

実際に我々が採取したプロトコルは、次の4つの環境下である。

1. 通常の対局(お互いが別室におり、コンピュータネットワークでつながった端末を使いながら思考課程を発話する)
2. 聞き役付の対局(対局者双方あるいは片方に聞き役をつけ、1と同じ環境で発話を採取する)
3. 相談囲碁(2人ずつのペアをくませ、それぞれ別室におき、ネットワークを介して対局する。ペア同士は随時相談可能)
4. ペア碁(2人ずつペアになってはいるが、全員別室にいる。そしてA, Bがペア、C, Dがペアだとすると、A → C → B → Dの順で打っていく。)

これらの環境で、発話プロトコルはずいぶん違う。たとえば、ペア碁は味方の手の評価がはいたり、相談囲碁では構想に対する説明や手の検討が詳細に発話として現れる。それらによりたとえば、ある人が打った手は他の候補には何が可能性としてあるのか(通常対局では発話されない)、何に留意して手を決めているのか、欠落している検討事項は何か等、味方の検討や相手の検討などを比較して知ることができる。つまり自然な実験的統制によって、プロトコルとして重みを増す側面を統制している。

3. プロトコルから得られた仮説

発話プロトコルは、被験者の発話そのものである。しかし発話には「それ」などの指示語が多いので、指示語が何を指し示しているか、盤面と照らし合わせなければならぬ。これには被験者の指差しや争点となっている領域から該当する指示対象を同定する方法をとっている。さらには、「ツケ」などの専門用語も多用されているが、これなどは盤面の候補点は多数ある。これらの中から該当する1つの点を照らし合わせることも行わなければならない。専門用語も争点となっている領域からの同定と、先読みとして成立する点を同定している。このようにしてあいまいな指示対象をすべて決定して、はじめてデータとしてのプロトコルになる。

これらの作業を行った上で、被験者の行為の特徴としていくつかの仮説が見出された。最初に断つ

ておくが、これらの仮説は検証されたものではなく、あくまでプロトコルとして現れたものの解釈の一つに過ぎない。プロトコルのほかの現象と照らし合わせて、すべての制約を満たす仮説を限定していくのが、現在の手法の限界でもある。本稿で挙げる仮説はあくまでもプロトコルからのみ得られた仮説とと考えていただきたい。

さて、上記の制約の元であるが、プロトコルからは様々な仮説が生まれた。それらを、該当するプロトコルの部分を列挙しながら一つ一つ挙げていく。ただし、仮説も一般的に成立するものか、棋力の高いもののみ成立するものか、逆に弱いものだけに成立するものか、被験者が少ない分、分かっていないこともある。ここでは分かる範囲だけは限定して書くが、不明なものは特に棋力などの被験者の特性を挙げないものとする。

発話プロトコルを分析していくつかのことが知見として得られる。それらを列挙してみる。

(1) 被験者は深く読む行為をしたあと数手はあまり深く読まない。

プロトコルを採取しない実験で次ぎの手を打つまでの時間を計測した。これは、相手が打ってきてそれに応じて打つまでの時間である(図は発表当日示す)。思考時間が長いものが一つあると、その後の3手から5手程度は減衰曲線のように徐々に短い時間で打っている。

プロトコルではたとえば次ぎのようになっている。

(相手が打ってきた)

あ、掛かってきた。ああ。ああ一成程。ああそれはそうだ。ああ何処ら辺ですか。ここら辺。

<打つ>

あこっちに跳ねたら。こうやるって事ですか。あ継いできた。

(相手が打ってきた)

あ成程。こうやって曲げたら、こうやるですか。

<打つ>

(相手が打ってきた)

あ付けもあるのか。いやあこれで打ち込んで来たら結構、いやもしかしたら跳ねて。うーまあ、贅沢かな。取り敢えず何か中央を征すれば。勝ちそうな気がするけど。うん、うん、ここですか。うん、ここに、うん、これ駄目詰まりだな。うん、じゃどうする。取り敢えず星でも打

ちますか。うん、押すか。うん、滑った時に。うん、挟んでうん、大丈夫だ。うん。あ、低く。うん。こうだ、うん。そして継いだ時に、手え抜くかも知れない。うん。もし継いだ時に。うん。取り敢えず、でもひ、引くか、跳ねるかして頑張って来る。うん。取り敢えず受けるかなあ。うん。先手取って何処に終わる？終わる？うん。でもちょっと気が進まんな。こ堅いし。うん。まあ取り敢えずは。うんそれ気が進まない。うんなくな、なくもなさそう。うん攻めを考えるなら1間か。まあ、うん打つしかない。

<打つ>

(相手が打ってきた)

え、え、伸びるんですか。え、乗せて、こうやって。えここら辺でしょう多分、コモクかな。

<打つ>

(相手が打ってきた)

おおつ、あんなとつから打ってきた。マジかよ。おつ、かなあ。

<打つ>

かもしれない。かん、

(相手が打ってきた)

え伸びないのかこれ。こいつ、こうやって、掛けてきたら。こうやって、覗いて。ここ、跳ね出したって事ですか。ここしかないでしょ。そそれが何故かという、理由は。ここにここでつけ、つけと伸びを、交換してここにか、掛かるか。ここに飛びますか。

<打つ>

つまり、プロトコルの上からは、これからの手を十分考える時間がある、そのときはそこそこ深く読む。その後数手は深く読んだ手を確認しながら実践していくので、読みが深くない。しかし、相手がこちらの思惑通りに働いてくれないので、また再度作戦を練りなおすので時間もかけてしかも深く読む。

打ち返すまでの思考時間をしらべてみても長い時間をかけて考えていることは頻度としては多くない。

(2) 被験者は深く読むときは、大まかな目標をたててそれが実現できるかを検証する意味で読む

被験者は、目標を立てたり、相手の意図を理解して、それから構想を立てて手を考えていることが相談囲碁の場合には出てくる。これは目標や相手の意図の理解などをまず味方と同意しておく必要が

あるからであり、実験的な統制によってうまく表出させた例といえる。

まず、相手の意図を理解しようとしている部分を挙げる。

(相手が打つ)

(A) 結構苦戦、苦戦でもないけどわ、訳判らないってのだけなんだよな。この辺りを許すと、そうずっと途端に白は苦しくなるだろうけど。伸びとか利いてんのかな。こうやってこうやってこうやって。ああ取れてるね。伸び利いてるんだよね。

(B) 利いてますね。

(A) うん。黒が手抜きしたとこです。ふふん。うん。今しかないもん。これ何か受けたら出から打つよ。

(B) うん。

(A) 打つか。

<打つ>

ここで挙げた例をみても、「この辺りを許すと」将迎来の盤状態をあげ、それを「途端に苦しくなる」と評価して相手の意図の候補として考えたことを示している。それが実現できるかを「伸びとか利いているのか」ともっとも可能性のある手を挙げ、「こうやってこうやって」と先読みして検討している。つまり、先読みとはやたらめったら先を読むのではなく、可能性の検証に過ぎないことがこの例からは言える。他にも目標を立てて読む場面はたくさん現れる。

(A) 目を目を取りに行く。

(B) そちらに活を見つめるぞお。本当にそう心境だよな。

(A) 黒も地がないからねすと大きな地が。何だか全部ごまかってしのぎきってしまえば。もうこれをとって。

(B) ああ。まだ勝負だとは思うけどさ。そうここ回れば。何てね。曲げられればもっとやばかったような気がするけど。

(A) 僕もそう、曲げられるとちょっと。こうの。

(B) これでちょっと隙が出来たね。でもここ止められないよねやっぱり。付け越し、こう打ったら付けこして出てさ。なかなか止まらないでしょうこれ。

(A) うん。

(B) 止まんない。曲がり打ちたいけどね、こう駄目詰められてさ、今んとこ打てないか

らね。でもそんな事ないか出て当てて繋いで割り込む。

(A) うん。

(B) ああそっか、曲がると、曲が、曲がればいいのかな、本当に。

(A) どうかなあ、確かに妙な手だからなあ。

(B) 相手も、ん？て思う。先にこっち打つ？こっち打ってから曲がる？そうずっと。

この例では「目をとる」と目標を立てている。そして、いくつかの候補をよんで「曲げ」の手に絞りつつあるプロトコルである。

先に目標がある例を挙げる。

(前の手の反省は省略)

でも割り込むしかないからそれでこうやってこうやって取って、何かすごい難しいんだ、そのあとまたこいでこの挟み付け関係が、でも場合の手だね。で下から当てて、全部この地を取る。とん、飛んで。ぶつかるとね。何かでも先に打つんだけど。繋いでこれ、跳ねて？挟み付けて

(別の手を考える)

ここでは「全部この地を取る」と目標を定めて、それが実現できるか確認のために先読みしている。

(3) 手を選ぶときには相手の意図をかなり考慮する。

(2)の例からも分かるように、相手の意図をうまい人は常に意識して把握しようとしているプロトコルが現れる。相手の意図を把握しようとしているプロトコルは通常対局においても現れる。また、初級においても表出する。たとえば次ぎの例は2級の被験者のプロトコルである。

(相手が打ってくる)

本当かおい。(長い間)だって、これこうやってえ…。つたら、これ繋ぐだろ。ここにあるとするとこれ繋いで、こうやってこうだろ？(間)今こう来るのー？ちょっと待って、これちょっとでも意外な手っていうのは意外な風にあるからー、あー、うーんとだから、ここを抜けるかっていうと、ここ当ててここ当てないと、基本的には抜けない。可能か。ここ当てると露骨にここに来るに決まってるもん。両当たりで抜けるような事を設定出来るか、相手に打ち込ませる事が出来るか。という事が次の大きな課題だよなー。ここに打ったっていう事は、もう何とし

でもこれがかかこを覆いたってという感じだよな。(間)こをやると、もうこを守ってるって感じでしょーん。完全にこうだよな。(間)こことかこことかあてれば、こを繋いだり、こを繋いだりはするけど。(長い間)1、2、ちょっと待てる。こら考え時だな、どうするかだな。これを取るにはまだ相当大変だというのがある。出来ればこれを取りたい。(長い間)攻めるとしてもせいぜいこの程度がいいって事だよな。したらやっぱ寄せるから地を減らすって意味では相当な役に立つ。ここに行くと、ここに行くでしょ、ここに行くとやると、こう行く、こ非常に弱くなる。(間)でも、これが当たりになるから、それをいい事にこれを下げ。(間)どっちにしても、ここに二列立つから、か。でも、切れてくるだろうな。そうずっと切るよな。付けて、こら付けて伸びてだよな。(溜息)かなり大混戦かー、覚悟するか、どっちがいいー。..こちでいこう。切ろう。

このプロトコルでも分かるように「こを打ったという事は」といって相手の意図を把握しようとしている。つまりスキルと相手の意図の推測は相関がない。対局者同士のプロトコルを比較すると、スキルに依存するのは意図の推測の正解率である。

コンピュータプログラムと違って、プロトコルからは盤面の評価だけで選んでいるようにはみえない。しかし、相手の意図の把握が結果的には人間の認知負荷をさげることには貢献していて、ただし、最善手を道気出すコンピュータとは異なる方法論の可能性はある。この点はプロトコルからは何も言えない。

(4) はじめての対戦者の場合は、相手の出方をみて棋力を推定する。

はじめて対戦する相手の実力を、序盤に確かめる行動をとる。何度か戦っている相手だと、相手の癖、たとえば「力碁」であるとか「地に辛い」とかをつかんでいて、その知識を元に戦略を練る場合がある。しかし、はじめてだと相手がどの程度の力量があるのか分からない。そこで相手の出方を待つような行動をとる。たとえば、次ぎのようなプロトコルが得られる。

(相手が打ってきた)

開いてきた。開いてきましたね。ちょっと開いき過ぎの感もありますけどね。これはちょっと

咎めて上げないと。可哀想かな。ふふ。という訳でもないけど。て言うか白も怒んないでしょうがないですねえ。まあここから打ってみますかね。普通に。様子を見て。うんー。どうするでしょうね。

そして、何度も対戦している相手だと次ぎのようになる。

どう取りますかね。迷ってますね。うんーやっぱ曲がって、(相手が打ってくる)

取りましたね。これで次の黒の手なんですけどね。まあ、この辺の1目こうかこうか、位が手厚いと思うんですけどね、こういう一凄手とかも、ある可能性もある、けど出られた時が怖いかも知れないですからね。まあ何か、普通に、これ位打ってくんではしょうか？このの方が強い手だと思いますけどね。こうやって伸びさせて押さえてっていう。まあHさんはそう考えてるんじゃないでしょうか。どうするでしょうね、まあこの線はでも出られたくないでしょうからね黒にとっても、何か打ちたい気もしますけどね。までもこの白、取りにくるかな？

また、端的に次ぎのように発言されていたりする。

(A) まあ戦いにした方が面白いからな。

(B) 相手の二人は両方とも力碁ですか。

(A) え？

(B) Yさんはかなりの、力碁ですけどね。

(A) うんー。そら、厭でも、戦いになるんじゃないんすかね。

(5) 認識は常に更新されていない

相手が打つたびに、優勢、劣勢などの認識が更新されたり、相手の意図の認識が更新されたりすると考えられるが、様々な観点から考えると被験者の認識はさほど更新されない。たとえば、ポカがをする現象などを観察してみると、実は直前の手を読み違えるという単純なものではなく、それよりも数手から時には数十手前の手を意識していなかったことが原因であることが多い。この現象は(3)と対になっていると考えられる。つまり、相手の意図を認識してしまえばその認識の許容範囲であれば認識を更新しないという認知負荷的には効率的な処理を人が行っていると考えられる。さらには、相手は必ず

しもこちらの言うことをきかないのが当然であるから、それに反発してあがいているという「釈迦の手のひら」的解釈も成立するので、ますます認識の更新の必然性はないと考えられる。

この現象を発話プロトコルから拾ってみると次ぎのような例がある。

(今まで相手が自分の思い通りに打ってきたという認識でいた)

(A) そこはやっぱり出した方がいいんじゃないですか、守るんだったら。

(B) ……こーれでも打ち込みありますね、ここ打てば。

(A) うん、そこーでも打ったら多分、右辺守って来ませんか？

(B) うん、そしたら…こうですか。

(A) 頭出してと。あ～…うん～。

(B) そ、その線で行きましょうか。…何か駄目、打たされてるような気がしますねえ。

(A) うん、何か上手く打たされてるような気が確かにあるな。

(B) 相手が外っ側に回ってますねえ。

(A) そう、何かそれで白ーがかなり厚みかねえ、真ん中に出来ちゃったらこの。

上記の例では、相手がこちらの言うことを聞いてきたという認識から「打たされている」と相手の言うことをきいているという認識に変わった箇所である。相手の狙いからすると、すでに30手ほど打ってから認識に変化が生じている。

(6)複数の認識階層を使っている。

階層構造にしても我々が調べた結果ではある部分だけが非情に階層構造の下のみであり(つまり石)、ある部分は非情に高いレベル(たとえば、黒が勢力を張っている)であったりと、複数の階層構造をうまく使って認識していることが分かっている。

これは初心者と比較するとよく分かる。初心者は負けているという認識ができててもそれを手に結び付けることができない。

あきひろの例***

複数の認識レベルを適宜マージして認識している人の特性によって、認識結果がどのように変

化するのかわらかではないが、盤面認識の基礎研究としても興味深い。

4. まとめと今後の課題

囲碁の対局実験の時に採出した発話プロトコルを元に、被験者の思考に関する仮説を列挙した。これらは、検証されたものではなく、一次仮説にすぎない。しかし、これらの仮説を検証する研究を促したり、またむしろ工学的な実現によって傍証として仮説が支持されることを期待して、あえて発表することにした。

我々は、これらの仮説を認知実験をうまく設定して一つ一つ解明していくことはもちろんであるし、また工学的な実装をして傍証を積み上げていくことももちろん考えている。しかし、現在の認知研究の手法を何とか工夫して、最初からより客観的なデータが得るような実験方法論の改善をすすめている。ハイブリッドパターン知識の知見を得たときは、インタビュー手法そのものの工夫もあるが、アイカメラをうまく使って視線データを活用した点が大きかった。このように実験手法を工夫してより確かな仮説を生み出し、それを計算機に実装して確認することを考えている。

参考文献

- [1] 齊藤康己: 囲碁の認知科学的研究、東京大学博士論文、1996
- [2] 齊藤康己、吉川厚: 「囲碁に関する認知的研究」、Computer Shogi Association, Game Programming Workshop in Japan'94, P44-55, 1994
- [3] Yasuki SAITO, Atsushi Yoshikawa: "Do Go players think in words?", Computer Shogi Association, Game Programming Workshop in Japan'95, P118-127, 1995
- [4] Yasuki SAITO, Atsushi YOSHIKAWA: "A Protocol of Problem Solving in the Game of GO.", Cognitive Science, Cognitive Science '96, P833, 1996
- [5] Yasuki SAITO, Atsushi YOSHIKAWA: "An analysis of strong Go players protocols.", Computer Shogi Association, Game Programming Workshop in Japan'96, P66-73, 1996
- [6] Atsushi Yoshikawa, Takuya Kojima, Yasuki SAITO: "Relation between the Way of using Terms and the Skill - From analysis of protocols of the game of Go -", Electrotechnical Laboratory, First International Conference on Computers and Games, 1998