Vol.2011-GI-26 No.4
2011/7/1

三人寄れば文殊の知恵は本当か？
～人間の合議実験からの考察～

伊藤毅志†

コンピュータ将棋の分野では、合議によって棋力が向上することが指摘されている。人間の将棋で、同様の合議を行った場合、どのようなことが起こるのだろうか？本発表では、人間に対して行った合議実験をもとに、グループの思考過程について考察する。

Is "two heads are better than one" true?
-From a consultation experiment by human-

Takeshi Ito†

It is pointed out that computer Shogi programs improve by using consultation. If human players play by using same consultation, what will happen? This report discusses the thought process of human's group from a cognitive experiment which examines a thinking process in playing shogi by using consultation.

1. はじめに

コンピュータ将棋では、多数決合議や楽観的合議により、個よりグループの方が強くなることが報告されている[1][2]。同様のことを人間の指し将棋で行った場合、どのようなことが起こるだろうか？

個人による問題解決とグループによる問題解決を比較するという実験研究は、社会心理学の分野で古くから行われてきた。古くはショウが 1932 年に「宣教師の川渡り」課題を題材に 4 人のグループによる問題解決と個人による問題解決を比較した実験がある[3]。ショウによると、時間はかかるものの、グループは個人に比べて高い正解率を示すというものであった。この種の割と単純なパズル的課題を用いた個人とグループの比較実験は、1940 年代～50 年代にかけて、数多く行われ、グループは個人に比べ平均的に優れた成績を収めることが確かめられてきた。

これらの知見は、確かに「三人寄れば文殊の知恵」を支持する一つの結果ではあったが、問題解決に要する人的資源や時間資源についての効率から考えた場合、疑念の残る結果であった。「三人寄れば文殊の知恵」のもうひとつの要素としては、平均的に個人よりグループの方が優れているというだけでなく、個人では考えもつかなかったようなアイディアがグループにより「創発」しうるかという期待である。

これを確かめるために、メンバーの課題遂行にこの新たな創発を一切想定せず、「機械的な集約」のみを行うと仮定するモデルを考えてみる。つまり、メンバーの中で誰か一人でも問題を解ければグループ全体はその一人の意見を採用し正解を導き、だれも解けないときに限って、グループ全体が解決できないと仮定する単純なモデルである。

個人としての正解率を p とし、単純のために個人間での個人差は無く一定であるとし、グループの人数を n とするとき、この愛でるに因るグループとしての正解確率の予測値 P は、以下のようになる。

$$P = 1 - (1 - p)^n$$

もし、「創発」的要素がグループの問題解決で生じるのであれば、グループとしての正解率はこの予測値 P を上回る結果になるはずである。ショウが行なってきた実験をこのモデルに当てはめて行った実験では、その結果は「創発」の期待を裏切るものであった。上述のモデルの予測値を上回るどころか多くの場合で、統計的に有意に下回っていた[4]。このことから、以下の二つのことが言える。

１） 個人レベルで得られない新たな創発的な知恵がグループで得られることは極めて稀である。

２） グループのパフォーマンスは、個人平均のパフォーマンスは上回っても、そのなかの最良のメンバーの個人には、多くの場合に届かない。

しかし、小幡らの実験では、コンピュータ将棋の異種の多数決合議の実験では、表１のように、最良のパフォーマンスを示した Bonanza のプログラムよりも異種プログラムが多数決合議をしたものの方がより高い勝率を上げていた[5]。

この結果は、上述の２）の内容と矛盾する。このことは、将棋のような課題は、単にひとつの解を見つけるような課題とは異なる性質を持つからではないかと考えられる。

† 電気通信大学大学院情報理工学研究科情報・通信工学専攻
Department of Communication Engineering and Informatics, Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

表１　３つの異種のプログラムに対する合議の勝率

対戦相手	Bonanza 4.1.2	YSS	GPS
合議側勝率	64.26%	73.65%	72.24%
Bonanza	50.00%*	70.31%	59.10%

勝率 ＝ 勝数 / (勝数 ＋ 敗数)

*理論値

課題の種類とグループのアウトプットに関する研究では、スタイナーによる課題の分類がある[6]。彼は、グループによるアウトプットの集約のプロセスを「加算型」、「結合型」、「分散型」の３つに分類した。「加算型」とは、各メンバーの遂行量の合計がそのままグループ全体の遂行量となるような課題状況である。何かを生産するなどの課題では、個がそれぞれ生産した総量を合算すれば、全体のパフォーマンスとなる。「結合型」とは、メンバー全員が課題を達成して初めてグループとしての成果となるような場合で、数人で山登りをするような課題を考えれば良い。誰一人欠けても登頂は成功しない。「分散型」とは、結合型とは逆に誰かひとりでも課題に成功すれば良いような課題で、グループとしては、少なくとも誰かひとりが達成すれば良いというものである。

詰将棋のように答えが一意に決まる問題であれば、「分散型」と考えることができるだろうが、一般に手の広い次の一手を決めるような課題は、上記のどれとも当てはまらない。そこで、私はこれを「推定型」と名付けることにした。このような課題は、例えば、実測に基づいて道のりを計測するような場合に似ており、なるべく正確な計測器で、N 回測ってその平均を取ることで、より正確な距離を推定するということを我々は経験的に行なっている。

将棋で多数決合議が良い性能を見せるのも、将棋という課題が「推定型」の課題であるからと考えると理解できるのではないかと私は考えている。

本研究では、このような推定型の課題を人間が合議したとき、どのようなことが起こり、単独のプレイヤの問題解決に比べて良い成績を収める可能性があるのかについて、考察していく。

2. 心理実験

2.1 目的

数名の将棋プレイヤが自由に意見を交換できる場合と意見交換ができない場合で合議したとき、その将棋のパフォーマンスにはどのような影響があるのかについて、実験で検証する。

2.2 方法

相応に強い将棋プレイヤ（東大将棋部の学生）４名を集め、相互に自由に相談できる「相談将棋」と各々がバラバラに次の候補手を決めて、その候補手を単に多数決で合議させた「多数決将棋」でコンピュータ将棋と対戦させたときで、その思考過程に違いが生じるかどうかを発話させ比較した。

2.3 相談将棋の結果

ここでは相談将棋が功を奏して、勝利に至った棋譜を紹介する。

先手：東大将棋部４名による相談将棋
後手：あから１／１００

▲７六歩	△８四歩	▲２六歩	△８五歩	▲７七角	△３四歩
▲８八銀	△３二金	▲７八金	△７七角成	▲同　銀	△４二銀
▲３八銀	△７二銀	▲４六歩	△６四歩	▲４七銀	△６三銀
▲６八玉	△５二金	▲５八金	△５四銀	▲５六銀	△４一玉
▲６六歩	△４四歩	▲７九玉	△７四歩	▲１六歩	△３一玉
▲３六歩	△１四歩	▲９六歩	△９四歩	▲３七桂	△７三桂
▲２五歩	△３三銀	▲４五歩	△同　歩	▲２四歩	△同　歩
▲１五歩	△同　歩	▲７五歩	△同　歩	▲３五歩	△４四銀
▲２四飛	△２三歩	▲２九飛	△６三金	▲１二歩	△同　香
▲３四歩	△３八角	▲３九飛	△２七角成	▲１一角	△２八馬
▲４四角成	△３九馬	▲２二歩	△同　金	▲３三銀	△３八飛
▲２二銀不成	△同　飛	▲３三歩成	△同　桂	▲同　馬	△３二歩
▲４三桂	△同　銀	▲４二金	△２一玉	▲４三馬	△５八飛成
▲３三銀	△５七馬	▲８八玉	△４一銀	▲同　金	△７六桂
▲９七玉	△２四馬	▲２五桂	△３八龍	▲２二銀成	△同　玉
▲４四馬	△３三歩	▲５二飛	△３二銀	▲３一銀	△１一玉
▲３二飛成	△７九馬	▲同　金	△９八金	▲同　香	

まで 101 手で先手：相談合議の勝ち

この対局は、コンピュータ側が定跡通りに悪くなり、そのまま人間側が押し切った一局であるが、以下のような相談将棋ならではの特徴的な思考過程が見られた。

（１－１）定跡について記憶が曖昧だったプレイヤも複数の賛同によって、確信を持って手を選択した。
（１－２）終盤の自玉の不詰めを全員で確かめた。

2.4 多数決将棋の結果

ここでは、多数決が功を奏して勝利に至った将棋を紹介する。

先手：東大将棋部４名による多数決将棋
後手：あから１／１００

▲５八金右	△３四歩	▲７六歩	△８四歩	▲６六歩	△８五歩
▲７七角	△６二銀	▲６七金	△６四歩	▲９八香	△６五歩
▲同　歩	△４二玉	▲７八銀	△６三銀	▲５六金	△７七角成
▲同　銀	△５四銀	▲６八飛	△３二玉	▲６四歩	△５二金右
▲６三角	△２二玉	▲５四角成	△同　歩	▲６三歩成	△４二金寄
▲６二歩	△３二金上	▲６一歩成	△１二玉	▲５一と	△５五歩
▲４六金	△５六歩	▲同　金	△７四角	▲４八玉	△８六歩
▲同　歩	△２二銀	▲４六金	△４四歩	▲５八金	△３五歩
▲６四と	△９二角	▲５四と	△３三金右	▲６四歩	△３四金
▲５五と	△４五歩	▲５六金	△２五金	▲３四銀	△２四金
▲４五銀	△３三桂	▲５四銀	△３六歩	▲同　歩	△２五金
▲２八銀	△３六金	▲３七歩	△３五金	▲６三歩成	△４六歩
▲同　歩	△同　金	▲４七歩	△５六金	▲同　と	△同　角
▲同　歩	△６七歩	▲同　金	△７九角	▲７八飛	△３五角成
▲５三と	△８七金	▲５八飛	△７七金	▲同　桂	△６六歩
▲同　金	△６九銀	▲５九飛	△６八馬	▲４三と	△５九馬
▲同　玉	△５八飛	▲６九玉	△２八飛成	▲３二と	△同　飛
▲４三銀不成	△７八銀	▲５九玉	△３一歩	▲５四角	△２九龍
▲４八玉	△２一桂	▲３二銀不成	△同　歩	▲同　角成	△３一銀打
▲５四馬	△１九龍	▲８二飛	△３二香	▲４一と	△２八龍
▲３八金	△同　龍	▲同　玉	△２五桂	▲３二馬	△同　銀
▲同　飛成	△３七桂成	▲同　玉	△６四角	▲５五角	△同　角
▲同　金	△１五角	▲２六歩	△３六歩	▲同　玉	△３五金
▲同　玉	△６七銀成	▲２二龍	△同　玉	▲３四桂	△３二玉
▲４二金	△同　角	▲同　と	△３三玉	▲４四金	

まで 149 手で先手：多数決合議の勝ち

この将棋では、対戦前に４名が相談し、大まかな作戦を立て、それがうまくいって、優勢を築き、そのまま人間側が勝利を収めた。

（２－１）ひとりの疑問手を多数の他者が打ち消した。

2.5 考察

相談将棋の結果から、（１－１）のような確信を深める思考過程が観察された。これは、多数決における「集団の極化傾向」との関連が予測される。これは、正解がよくわからないような合議の場面でよく生じる現象で、例えば、６０％の確信度でＡの手を選ぶ人が４人中３人集まれば、４人合議では、多数派を形成し、グループとしての意思決定は３／４＝７５％でその手が選好されるというものである。

記憶が曖昧な序盤の戦術も複数の人が支持する手ならば良いだろうということで、その手が選ばれる。ここではこれが功を奏して、良い方向性に働いたが、曖昧な確信度の戦術が多数になることで、危うい手が選択される可能性も否定出来ない。

また、（１－２）のような複数でミスを減らすように確かめるという思考過程は、一人では犯してしまいがちなエラーを軽減する上では、非常に有効に働く可能性がある。将棋のような問題解決では、ミスを減らすことが集団としてのパフォーマンスの向上に働くのは明らかなので、作業を分担し、複数人で注意を分散して課題に取り組むことは有効である。

多数決将棋では、数少ない勝利した将棋の中で、２：１：１に別れた局面では、明らかに多数の意見の手が疑問手でない確率が高かった。このことから、将棋のような難解な問題では、複数の人が支持する候補手は、良い手である可能性が高いことが示唆される。これは、前述の「推定型」課題特有の合議の効果である可能性がある。

3. おわりに

今回の実験から、将棋という「推定型」課題では、多数決合議が有効である可能性が示唆された。この結果は、コンピュータ将棋における多数決合議の有効性の議論にも適用できるのではないかと考えている。

さらに、相談将棋では、確信度の低い意見が集まることで、集団の意見が「極化」し、強化されることがあることも示唆された。不確かだが正しい意見が選ばれる方向

Vol.2011-GI-26 No.4
2011/7/1

で働けば、良い選択ができるが、不確かで間違った意見が選ばれれば、負けにつながる可能性もある。

また、詰将棋のように性格で網羅的な探索を必要とする課題においては、複数人の視点で検証することで、ミスを減らせることが可能となることが示唆された。

これらの実験から、人間特有の合議の思考過程では、合議がポジティブに働く場合とネガティブに働く場合がそれぞれ観察された。将棋のような複雑な問題解決では、合議による意思決定に含まれる利点・欠点をよく理解した上で、適切に合議することで、パフォーマンスが効率的に向上する可能性があることが示唆された。

参考文献

[1] 小幡拓弥、塙雅織、伊藤毅志：思考ゲームにおける合議アルゴリズム～単純多数決の有効性について～、情報処理学会ゲーム情報学研究会、22, No.2 (2009).
[2] 杉山卓弥、小幡拓弥、斉藤博昭、保木邦仁、伊藤毅志：将棋における合議アルゴリズムー局面評価値に基づいた指し手の選択ー、情報処理学会論文誌、Vol.51, No.11, pp.2048-2054 (2010).
[3] Shaw, M. E.: Comparison of Individuals and Small Groups in the Relational Solution of Complex Problems, American Journal of Psychology, 44 , pp.491-504 (1932).
[4] Lorge, I. and Solomon, H. : Two Models og Group Behavior in the Solution of Eureka-Type Problems, Psychometrica, 20, pp. 139-148 (1955).
[5] 小幡拓弥 杉山卓弥 保木邦仁 伊藤毅志. 将棋における合議アルゴリズム：既存プログラムを組み合わせて強いプレイヤを作れるか？、ゲームプログラミングワークショップ２００９，(2009).
[6] Steiner, I.D. : Group process and productivity, New York: Academic Press. (1972).

付録１

・相談将棋で人間側が敗れた棋譜の例

先手：あから１／１００
後手：東大将棋部４名による相談将棋

▲７六歩	△３四歩	▲２六歩	△５四歩	▲２五歩	△５二飛
▲５八金右	△５五歩	▲４八銀	△３三角	▲６八玉	△６二玉
▲７八玉	△７二玉	▲６八銀	△４二銀	▲３六歩	△５三銀
▲３七銀	△８二玉	▲４六銀	△４四銀	▲７七銀	△９二香
▲３七桂	△９一玉	▲６六銀	△８二銀	▲４五桂	△４二角
▲２四歩	△同　歩	▲５五銀左	△同　銀	▲同　銀	△３三桂
▲４六銀	△４五桂	▲同　銀	△１二香	▲３四銀	△６四角
▲２四飛	△５六歩	▲同　歩	△１九角成	▲２一飛成	△５一金左
▲３三角成	△４一香	▲５五桂	△４四銀	▲６三桂成	△５六飛
▲５一馬	△同　飛	▲５二歩	△５六角	▲５一歩成	△６六桂
▲８八玉	△５八桂成	▲同　金	△５五馬	▲７七金	△７一金
▲４一龍	△６六歩	▲７八銀	△３四角	▲６六金	△同　馬
▲同　歩	△６九銀	▲同　銀	△８九角成	▲同　玉	△７七金
▲８八銀					

まで 79 手で先手の勝ち

・多数決将棋で人間側が敗れた棋譜の例

先手：東大将棋部４名による多数決将棋
後手：あから１／１００

▲７六歩	△３四歩	▲２六歩	△３二金	▲２五歩	△８八角成
▲同　銀	△２二銀	▲３八銀	△３三銀	▲３六歩	△６二銀
▲３七銀	△６四歩	▲６八玉	△６三銀	▲７八金	△７四歩
▲４六銀	△８四歩	▲３五歩	△同　歩	▲同　銀	△３四歩
▲２四歩	△同　歩	▲同　銀	△同　銀	▲同　飛	△２三歩
▲２八飛	△７三桂	▲７七銀	△５五角	▲３七歩	△８五歩
▲７九玉	△５二金	▲５八金	△３三桂	▲６六歩	△８一飛
▲６七金右	△６二玉	▲８八玉	△４四角	▲４六歩	△５四歩
▲５六角	△５五銀	▲３四角	△６五歩	▲４五歩	△３五角
▲２三角成	△同　金	▲同　飛成	△６六歩	▲６八金引	△４五桂
▲３四龍	△５七角成	▲４五龍	△６七角	▲２五龍	△７八角成
▲同　金	△６七歩成	▲同　金	△同　馬	▲７八金	△同　馬
▲同　玉	△６六歩	▲６八歩	△６五桂	▲５三歩	△６七金

まで 78 手で後手の勝ち