

# 四人将棋における 暗黙のコミュニケーションに関する研究

伊藤毅志、杉本新也、古郡廷治  
電気通信大学情報工学科

本稿では、協調問題解決の例として四人将棋を例に挙げ、状況の変化に対応する協調的な問題解決過程について考察した。(四人将棋には、2対2でチームを組み闘うダブルスと、全員敵同士になるシングルの2種類があるが、本研究では、ダブルスにおける協調問題解決行動を扱う)まず、四人将棋をコンピュータ通信上で実現するシステムの構成を説明した。そして、そのシステムを用いて、ダブルスのパートナーと対話できる条件と、対話できない条件の2条件の心理実験を行った。対話ができる条件では、陽に現れたお互いの意見交換は、対話ができない条件では、パートナーの考えを想定するという暗黙の合意によって補われ、思考が行われていた。この心理実験の知見をもとに、四人将棋におけるプレイヤーの思考過程を説明する認知モデルの骨子を提案した。

## Implicit Communication in Playing "Four-Players-SHOGI"

Takeshi ITO, Shinya SUGIMOTO, Teiji FURUGORI  
Department of Computer Science,  
The University of Electro-Communications

We deal with the cooperative problem solving process in playing "four-players-SHOGI", a two-against-two (or sometimes four-way) game in which two persons on side cooperate each other to win the game. We explain firstly the organization of a four-player-SHOGI to be implemented on computer network. We analyze secondly the results of an experiment that show how the two players on the same side cooperate each other explicitly when allowed and implicitly when not allowed. Based on the analysis, we offer lastly a cognitive model that explains players' mental behavior for making a move in the four-players-SHOGI.

## 1. まえがき

人間の問題解決を「充たされていない状態から、充たされている状態への変化の過程」と捉えるなら、人間の活動の多くは、問題解決場面と捉えられるだろう。認知科学の古典的問題解決分野で研究されてきたパズルなどの問題解決研究や知識獲得に関する研究は、個人レベルでの内部状態の変化や知識の変容を扱ったものであった。

しかし、日常生活を考えてみれば分かるように、人間は、常に一人で決断している訳ではないし、独力で色々な問題を解決をしている訳でもない。むしろ、様々な人間関係や他人の影響を受けているし、何かを決めたり実行するときには、周囲の状況の中で意志決定を行っている。近年、状況認知、分散認知などの概念が注目を集め、協調問題解決、自立分散の研究が盛んになりつつあるのも、人間の思考研究の分野において、外的な状況や環境の影響を無視できなくなってきたからであると言えるだろう。

Hutchinsは、協調問題解決の例として大型船の航行における乗組員の行動を挙げている<sup>1)</sup>。大型船の航行では、船長が全ての乗組員の行動を把握して取り仕切っている訳ではなく、各乗組員が、自分の役割を認識した上で自律的に行動している。各自が自分の周辺のパートだけについて注意を払い、自分の役割だけを実行していても、全体としては、協調的に（安全に）航行できるようになっている。

個々の役割が決まっていないような場面でも、協調的な行動は見られる。たとえば会話のような場面を考えると、話者は互いに相手の意図を汲んだり、自分の話したい内容を割り込ませながら、全体として自然な会話を成立させていく。

本研究では、四人将棋というゲームを協調問題解決の例として挙げることにする。四人将棋の詳しいルールについては、2章

で説明するが、上級者の対局では、直接的な対話がなくとも、プレーヤー間に非常に見事な協調行動が見られる。上達するにつれ、各プレーヤーは自分の役割を的確に判断するようになり、巧みに役割を演じ、パートナーとの連帯を図っていく。

本研究の目的は、四人将棋の協調問題解決場面において、各々がどのように状況捉え、自分の役割を把握して自分の指し手を決定していくのかを説明する認知モデルを構築することである。将来的には、四人将棋を協調的に指せるシステムの実現を目指している。

ここでは、上記の目的の前段階として、通信上で動く四人将棋のシステムを紹介し、そのシステムを用いて行った2つの条件の心理実験の結果を比較することによって考察していく。

以下では、まず、2章で四人将棋のルールについて説明する。3章では、コンピュータ上に実現した四人将棋の通信システムを紹介する。そして、4章では、この通信システムを用いて行った心理実験について説明し、実際に「どのような協調行動が見られるのか」、「どのように自分の役割を認識しているのか？」を実験の観察を通して考察していく。

## 2. 四人将棋とそのルール

### 2.1. 四人将棋について

四人将棋は、将棋好きの島根県平田市長太田氏が考案し余暇に楽しんでいた新しい将棋ゲームを、プロ棋士の指導のもと、ルールを洗練させ、1993年11月に毎日新聞を通じて世間に公表したものである<sup>2)</sup>。昨年9月には、関東学生四人将棋大会も開かれるようになり、一年あまりで、非常に多くのプレーヤーに楽しまれるようになってきている。



る。将来的には、四人将棋の協調行動をシミュレートする認知モデルをシステムのクライアント上に乗せることを目的としているが、現時点では、指し手と手番処理を行って4人で将棋が指せる通信システムの試作の段階である。

しかし、この通信システムを使うことによって、プレーヤーを一人一人を分離して観察できるようになったので、実際の盤と駒を用いた四人将棋では得られなかった各プレーヤーの発話プロトコルデータも収集できるようになった。

本システムのプログラムは、大きく分けてサーバプログラムとクライアントプログラムから構成されている。おおまかなイメージは、以下ようになる。サーバは、盤と駒、席順を用意して、クライアントに各方向から見た盤面を提供する。一方、クライアントは、ユーザからの入力を受け、各方向から見た駒の制御、王手判定、手番の判定などを行って、盤面と手番をサーバに返してやる(図2参照)。

### 3. 2. 各部の機能

サーバは、通信部と盤面回転部を持ち、クライアントは、通信部、初期設定部、盤面回転部、データ変換部、駒移動制御部を持っていて、各々以下のような機能を果たしている。

#### ・通信部

サーバは、一手毎に、送られてくるクライアントからの手番情報と動かした盤面情報を受け取り、盤面を各クライアントから見た盤面情報に変換して各クライアントへ送り返す。同時に、手番のクライアントへ手番であることを送信する。

クライアントは、手番である場合は、ユーザからの入力待ち、手番でない場合は、サーバからの入力待ちの状態になっている。

#### ・盤面回転部

データは、駒の配置データの2次元配列であり、サーバの持っている配置を基準に、初手のプレーヤーは0度、2手目のプレーヤーは90度、3手目は180度、4手目は270度のように回転してから各クライアントへ送る。

#### ・盤面初期化部

ウィンドウの生成、グラフィック属性の指定、ビットマップの生成などの為の初期設定を行っている。

また、駒の初期配列、使用するパラメータ全ての初期化、フラグの初期化も行い、これによって、初手の手番の盤面を各プレーヤーのディスプレイ上に表示する。

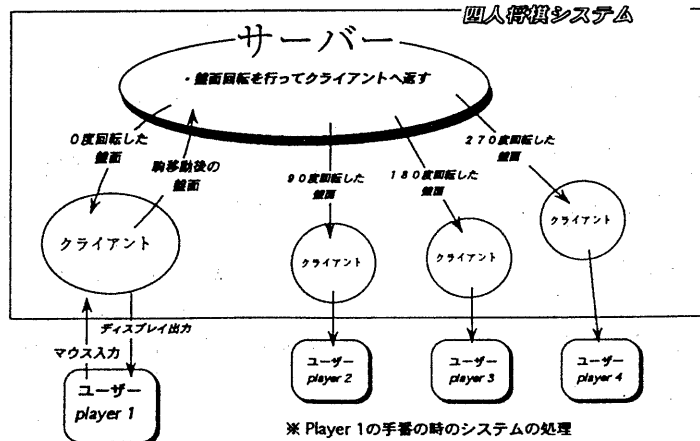


図2 四人将棋通信システムの概要

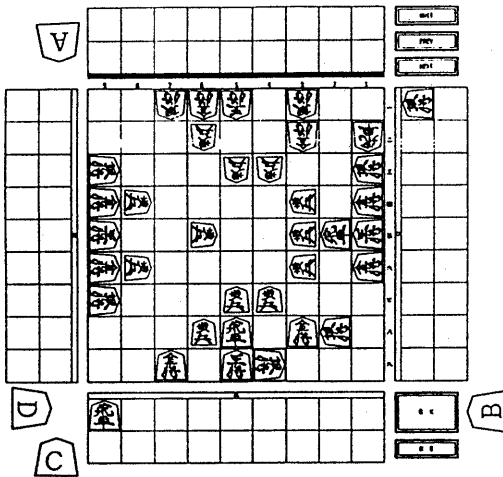
## ・駒移動制御部

駒の性能による駒の移動、成り処理、禁止手処理、王手判断などを行い、四人将棋のルールに反する手を識別する。

### 3. 3. システムの動作

プレーヤー（システムのユーザ）は、全て X-Window上のマウスクリックによって駒の移動入力を実現している（図3参照）。プレーヤーは指したい駒をマウスで選び、クリックによって駒を持ち上げ移動させて、置きたいところでクリックを離す。

駒の成り、持ち駒を打つなどの処理も全てマウスで行え、禁止手（二歩、打ち歩詰めなど）や王手処理なども自動でシステムが判断し、指せない手は「指せません」と表示されるようになっている。



※Appendix Aの丸で囲った「4九龍」を指したところ  
図3 通信システムのディスプレイ表示例

## 4. 心理実験

### 4. 1. 目的

ダブルスにおいて、パートナーと対話が出来ると出来ない場合では、プレーヤーの思考や手の決定にどのような違いが現れるのか？プレーヤーは、自分の状況の変化をどのように把握して、自分の手を決定しているのかを調べる。

### 4. 2. 方法

四人将棋のダブルスにおいて、四人将棋システムを用いて、各プレーヤーを直接会話出来ないようにして、メールの交換を用いて、パートナーとだけ文書による会話を許す環境を設定した。これによって、パートナー間だけの対話環境が観察され、ペア間の協調的問題解決場面だけが観察できるようになった。

被験者は、当大学の将棋部員4名。棋力は、およそアマ1級から初段前後。四人将棋は、部活動で遊びとして5～15局ぐらい指したことがある程度で、四人将棋の棋力については、全員にアンケートを取ったところ、およそ $A \geq B > C \geq D$ （A～Dは、Appendix Aの被験者記号）の順に強いという認識（謙遜を除けば、ほぼ同意見）を持っていた。被験者は、他にもシングルスや予備実験なども含めて6日（一日1時間半、2局程度）以上行っているので、四人将棋の初心者の域はかなり脱して、上級者に近いと考えても良いだろう。

ここで、メール交換を自由にした場合（F条件）とメール交換を一切しなかった場合（N条件）の2条件を設定して、被験者の行動と発話プロトコルの比較を行った。

### 4. 3. 結果

Appendix Aは、F条件のデータの一つである。左が四人将棋の棋譜で、右がプレーヤー間で交換された全メッセージである。

まず、四人将棋全体を通しての共通の傾向をまとめると以下のようなになる。

#### <四人将棋のプレーヤーの意図>

プレーヤーは、大別すると以下の4通りの「意図」を変遷して、自分の「読み」を進め、指し手を決めている。

- ①右側の敵を攻める。
- ②左側の敵を攻める。
- ③自玉を守る。
- ④パートナーを守る（助ける）。

（ここで、「意図」とは、大目標「味方の玉が詰まされる前に、敵の玉を詰ます」を達成するための上記の4つの副目標である。また、「読み」とは、プレイヤーが予想する指し手の系列の集合のことである。）

プレイヤーは、この4つの「意図」を充たすための手段として指し手を考え、「意図」をもとに「読み」が進む。（但し、序盤の駒組では意図が明確でない場合もある）

#### <メッセージの内容について>

対話可の条件におけるメッセージの内容には、大別すると以下の5通りの内容が見られた。

- A. 要求…パートナーに次の指し手を要求する。
- B. 読み…次の展開を予想する。
- C. 質問…指し手の意味を尋ねたり、感想を求める。
- D. 回答…質問に対してYes/Noの回答をする。
- E. 形勢判断…優勢、劣勢についての判断をする。

次に、2条件（FとN条件）による思考、行動の違いをもとにまとめると以下のようになる。

#### 対話可（F）条件

対話によって、パートナーと共通の意図を持つことができる上に、敵の意図や読み、形勢判断などについての意見の交換もできるようになっている。これによって、自分の問題状況を、より明確に捉えられるようになった。そして、パートナーの読みを利用することもできることで、チームとしては読みの範囲を広げ、個人としては読み

の範囲を狭めることが可能となった。

反面、相手に対して指し手を要求することができるようになっていたので、リーダーとフォロワーの関係（L-F関係）が明確化して、読みの最適な分割を妨げるような現象もみられた。Appendix-Aで言うと、プレイヤーB（リーダー）とC（フォロワー）のような例である。Bがリーダーシップを取ってチームの意図と読みをリードして提案している。この関係は、この対局全体を通じて見られ、Cの読みの手についての吟味があまり行われることなく指し手が進んでいる。（図3）の局面では、メッセージ（5）のCの読み「8八銀」は、あまり深く読まれることなく、Bの読み「4九銀」の指し手が選ばれているが、局後の検討では、Cの読み「8八銀」の方が良い手であったことが指摘されている。

#### 対話不可（N）条件

この条件では、F条件で見られたL-F関係が明確には現れない。プレイヤーは、自分の意図をもとに読みを進め、読みの集合を持ってパートナーの指し手を待っている。その読みから外れる指し手をパートナーが指したときに、その指し手をもとに読みを進めパートナーの意図を確認するという思考過程を取る。

#### 4.4. 考察とプレイヤーモデル

本実験の被験者は、4人とも将棋部員であり「読む」という行為には十分慣れていると考えられる上、何回も実験を繰り返しているうちに、初心者域は脱し、四人将棋のエキスパートになりつつあると考えられる。したがって、実験の結果得られたプレイヤーのモデルはエキスパートモデルに近いものと考えられる。

プレイヤーの思考は、自分の手番の時と手番ない時の二つに大別される。

手番でないときは、手番の時に選んだ一

つの「意図」をもとに「読み（探索）」を進めていて、探索空間を形成していく。形勢が明確に良くならない場合は、他の「意図」を設定し直し、それをもとに新たな「読み」を進める。これによって、プレイヤーは、時間の許す限り「読み」の探索空間を拡げていく。ここに、「読み」をインタラプトするように、他者（敵も味方も）の指し手が入ってくる。ここで、他者の指し手が、自分の「読み」の範疇であれば、このプレイヤーは自分の「意図」を変化させることなく「読み」を進め探索空間を拡げ続けるが、自分の「読み」から外れる指し手が入ってきたときは、「読み」を中断させ、他者の指し手を吟味する思考に入る。そして、他者の指し手をもとに、指した人の「意図」を逆算する。その意図をもとに自分の「意図」を決定して、また、「読み」を進めていくという思考を繰り返している（図4参照）。

プレイヤーの思考のモデルの骨子は図4のような構造をしていると考えられる。

### 5. 今後の課題

心理実験を通して、プレイヤーの思考過程の骨子を提案することが出来た。今後は、これを骨格にして、具体的な指し手の解析を行い、四人将棋固有の認知モデルを構築して四人将棋のダブルスを協調的に行えるようなシステムを開発していく。

また、言葉や直接的な記号では表されない「暗黙の」コミュニケーションは、指し手の論理的な意味ばかりではなく、表情やしぐさ、指し手の早さ、タイミングなどにも現れるものであると考える。通信を使った対局では、表情やしぐさなどは難しいが、指し手の早さやタイミングなどの情報は、指した人の思考状態の情報を含んでいると考えられるので、これらの情報も協調的認知モデルに組み込んでいきたいと考えている。

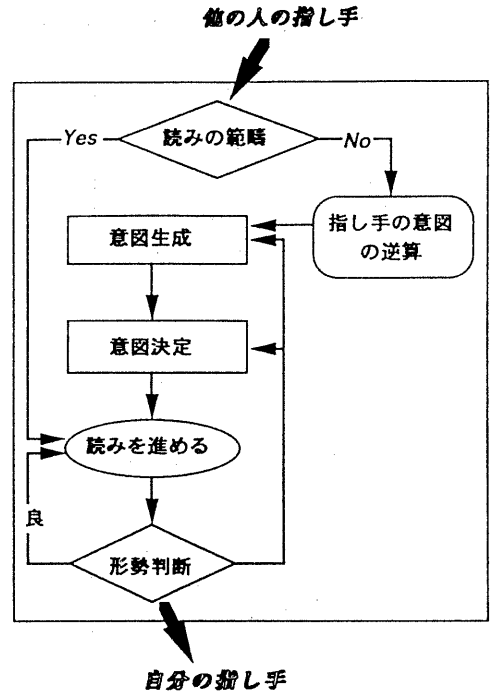


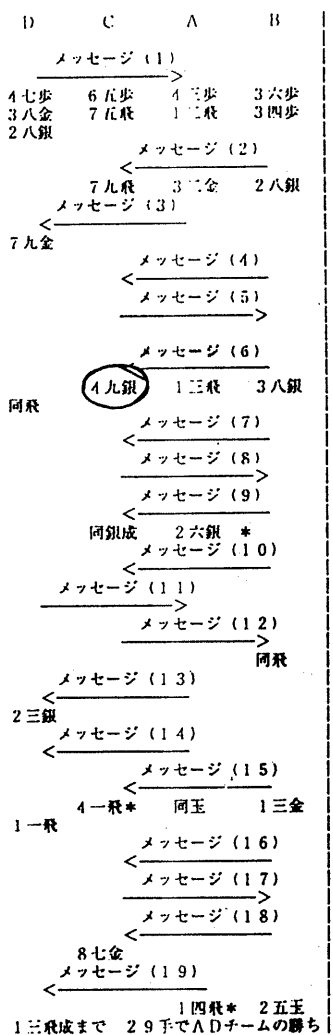
図4 プレーヤーの思考モデル

### 参考文献

- (1) Hutchins, E. : "The Technology of Team Navigation", In Galegher, J., Kraut, R., and Egido, C. (Eds.), *Intellectual Teamwork : Social and Technical Bases of Cooperative Work*, Hillsdale, NJ: LEA (1990)
- (2) 井上慶太・東大将棋部：「四人将棋入門」、株式会社クレオ、(1994)

# Appendix A

< 平成6年11月22日(火) 実施 >



注: \*白は王手 矢印はメッセージの方向  
A > B > C > Dは全プレイヤーに対するアンケートに基づいた棋力の順位です。

メッセージ

D: 「B君をねらいましょう」

B: 「7九飛ってやれば俺は2八銀ってやるよ。さうしたらDさんは結構ピンチ」

A: 「2六銀?」

B: 「4九銀!」

C: 「8八銀でやってDさんがどっちの銀をとっても玉の近くに駒がこののでそれではどうですか?」

B: 「でも4九銀ってやれば俺は3八銀ってやるからC君の銀にひもがつくよ」

B: 「次A君から王手がくるから俺とばされちゃうじゃん。だから飛車取るときな」

C: 「成る or 成らず?」

B: 「俺なら成るけど。。。」

B: 「意味わかる?」

D: 「説明して」

C: 「2六阿金だと1八飛打ちかも」

A: 「同飛はかべにして、こちらからせめる」

A: 「C君が飛車で私に王手して、B君が私の飛車をとったら、1一飛打ちがいいんでない?」

B: 「申し訳ないですがA君に王手をかけて下さい。(4一飛)」

B: 「8七金とやるしかないね。負けたかも」

C: 「4八成銀と寄っておどかす?」

B: 「A君は次に1四飛と打つから俺飛ばされるよ」

A: 「1四飛でB君が2五玉なら、金取って俺になって」