

# カードゲームにおける熟達支援システムの提案 — 熟達者の問題解決過程の分析から —

Expertization support system in a card game  
- From analysis of problem solving processes in an expert's play -

中村 孝\* 藤井 大輔\*\* 小堀 聡\*\*  
Takashi NAKAMURA, Daisuke FUJII, Satoshi KOBORI

\*大阪産業大学工学部情報システム工学科  
Department of Information Systems Engineering,  
Faculty of Engineering, Osaka Sangyo University, Osaka, Japan  
\*\*龍谷大学理工学部電子情報学科  
Department of Electronics and Informatics,  
Faculty of Science and Technology, Ryukoku University, Shiga, Japan

## Abstract

In this study, we have focused on chunks which are configurations of tableau cards in a card game. We performed experiments on subjects to clarify how experts deal with the incomplete information problem, and examined the results. Regarding this card game, we suggest that a key of problem solving is the knowledge which controls the cycle of composition and recognition of flexible chunks.

From this point of view, we suppose some functions for expertization support system in a card game.

## 1. はじめに

筆者らは一人遊びのカードゲームであるカルキュレーションを題材にして、プレイヤーの問題解決過程・学習過程の分析を行うとともに問題解決を支援するシステムの機能についていくつかの研究を行ってきた。特に熟達者の問題解決過程を実験結果から分析し、柔軟なチャンクの構成と認識のサイクルを司る方略の知識が問題解決を図る鍵であることを明らかにしてきた[1][2]。

ここでは熟達者の問題解決過程を分析した結果から、初心者が問題解決を通じて学習し熟達していくことを支援する機能について検討を行い、熟達支援システムの可能性について考察を行った。

## 2. 熟達者の問題解決過程

### 2.1 チャンクの認識と構成

カルキュレーションは最終的に4つの台にすべてのカードを順序よく並べるこ

とが目標であり、4つの場に一時的にカードを先入れ後出しに置いて作業領域とする(付録参照)。それぞれの場札(場に置かれたカード)を将来どの台へ置くかを考えることが重要であり、台に場札を順番に置いていくのに障害となるもつれ関係や阻害関係が起こらないように場札を配置することが必要になる[3]。

熟達者と初心者のプレイ状況記録の分析から、カルキュレーションにおいてはカードのまとまり(チャンク)の認識と構成が大きな意味を持つことがわかった。ここでいうチャンクとは、場札のうち将来同じ台へ置くことを予定したカードのまとまりである。チャンク内のカードはそのまとまりの中で順番に台に置けるように配置されている。チャンクはひとつの場の中に構成されることもあり、複数の場の列にわたって構成されることもある。

熟達者のデータからは、短いチャンク

よりも長いチャンクが数多く検出された。また熟達者のチャンクの構成に関しては、複数の場の列にわたる重なり合ったチャンクを数多く構成していることが明らかになった。

熟達者は取り出した手札を頭の中に描いたチャンクをもとに場に配置しておき、再びその場札を見た時点でチャンクを理解しているようであった。つまり熟達者は内的なチャンクを外化したものとして場札を配置し、場札の配置を直接操作することができる外部環境として構成していたと考えられる。これが熟達者が複雑なチャンクを構成し、認識する能力に優れていることにつながるのである。

## 2.2 初心者から熟達者へ

熟達者と比較して、初心者は有効なチャンクを組み合わせて構成する能力や認識する能力が劣っているように考えられた。チャンクの構成と認識において、初心者はいくつかの着目すべき点を理解していないだけでなく、適切な段階で適切な視点を持っていないようであった。

熟達者の問題解決の過程は柔軟なチャンクの構成と認識のサイクルを中心にしたものであり、初心者にとってはチャンクの構成と認識が困難なことが熟達への障害となるようである。問題解決実行時に着目すべき点と適切な視点を指摘し気づかせることにより、チャンクの構成と認識を促進することができ初心者の熟達支援につながると考えられる。

## 3. 熟達支援のための機能

### 3.1 熟達支援システム

ここでいう熟達支援システムは、初心者(熟達者以外)が熟達者になる学習過程を支援するものである。単に課題が解けることをめざすのではなく、うまく成功した経験を繰り返すことにより上達すると想定して問題解決を通じて学習させる。また最終的には問題解決のための方略自体は学習者が自分で発見していくものと考えている。すなわち、

- ・何が良くないかを自分で気づかせる。

- ・着目すべき点を自分で見つけさせる。
  - ・よりよい手を自分で模索させる。
- ための支援機能が必要となる。以下、現在検討中の支援機能について説明する。

### 3.2 警告機能

よくない手を打とうとしたとき、そのことを指摘する機能である。

- 「その手でいいですか？」
- 「他に変えませんか？」
- 「変更しようがないですか？」
- 「戻りますか？」
- 「××のカードを台に置けますよ」

などのメッセージを状況に応じて提示することになる。警告をオンオフするカスタマイズ機能が必要となる。

警告機能については、以下に示す花沢が提案しているカルキュレーションを解くアルゴリズムの原則[3]が利用できると考えている。

- 原則1：それぞれの場札を将来どの台へ移すかを考えるべきである。
- 原則2：先行札の上に後続札を積んではならない。
- 原則3：もつれは避けよ。
- 原則4：阻害度の高い場に順位の高い札を載せるのは良くない。
- 原則5：阻害度の低い場、特に阻害度0の場をできるかぎり保持せよ。

### 3.3 情報提供機能

チャンクの構成・認識に必要な情報を提供する機能である。

- 「これは何枚目の○○です」
- 「着目するカードは××にあります」

などの情報を状況に応じて提供する。常に提示して強制的に知らせる場合や、必要な情報をプレイヤーの要求に応じて提示する場合などが考えられる。

### 3.4 予定メモ機能

チャンク構成のためのメモである。取り出した札を将来どの台に置く予定かを、その札自身にメモできるようにする。優先順位をつけて複数のメモが可能である

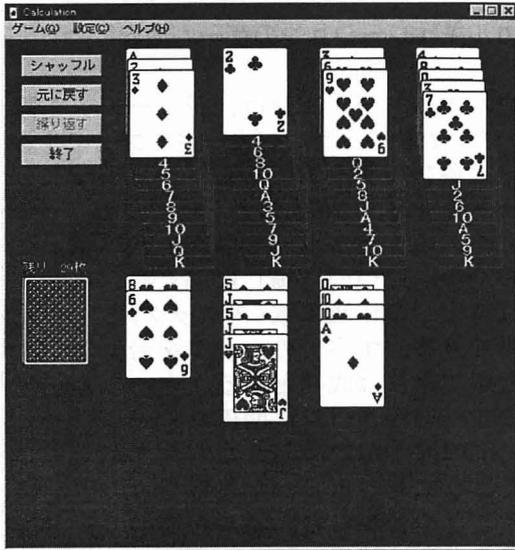


図1 実験システムの画面例(ゲームプレイ部)

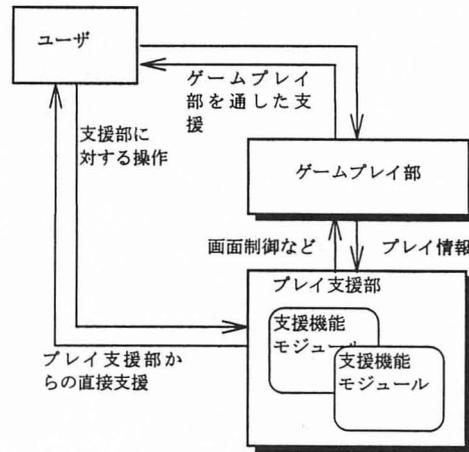


図2 実験システムの構成

ことが望まれる。操作が負担とならないようにカスタマイズ機能や半自動化(メモ内容の提案など)が必要になると考えられる。

### 3.5 自動起動メモ機能

予定メモをさらに進めて、チャンク構成・認識のためのメモとしてより積極的に行動するメモ(アクティブメモ)とするものである。新しい手札が出てから手が確定するまで数秒間以上時間がかかったらそれを指摘し、

「このカードにメモを残しますか？」と問い合わせる機能や、自由なメモ書きとともにメニュー(テンプレートを表示)でシステムがメモ内容提示を行う項目

「同じ数字のカードが出たら教える」

「このカードが出せるようになったら教える」

「このカードが〇〇に出せるようになったら教える」

を指定する機能、などが考えられる。

### 3.6 実験システム

上で述べたような熟達支援機能の有効性を検討するためには、実際に支援機能を実現したシステムを作成することが必

要になる。支援機能を検討するための実験システムのプラットフォームとして、ゲームプレイ部とプレイ支援部を独立させたシステムをすでに作成済である[4]。このシステムではプレイ支援部が支援機能ごとにモジュール化されており、支援機能ごとに独立して動作するため、個々の支援機能についてその有効性を検討することが容易にできると考えられる(図1,2)。

### 4. まとめ

熟達者の問題解決の過程は柔軟なチャンクの構成と認識のサイクルを中心にしたものであり、方略の特徴はそのようなサイクルを可能とする知識に由来するものであると考えられる。この観点から、チャンクの構成と認識を促進する機能を持たせた支援システムにより初心者の熟達支援が効果的に行われると考え、いくつかの支援機能について検討を行った。

既存の実験システムに提案した機能を実際に付加し、支援システムの有効性について実証することが課題として残されている。

## 参考文献

- [1] 小堀聡, 藤井大輔, 中村孝: Calculation of the Expert's Play Analysis, 第 15 回日本認知科学大会, pp. 72-73 (1998).
- [2] Satoshi KOBORI, Nobuhiro YAMAKAWA, Daisuke FUJII, Takashi NAKAMURA: Chunks and Problem Solving Processes in an Expert's Play in a Card Game, ICCS/JCSS99, P1-56 (1999).
- [3] 花沢正純: カルキュレーション(計算), 松原仁, 竹内郁雄 編『ゲームプログラミング』, pp. 109-117 (1998).
- [4] 黒瀬淳, 中村孝: 問題解決支援機能検討のための実験システムについて, 情報処理学会ヒューマンインタフェース研究会, 82-12 (1999).

## 付録

### カルキュレーションのゲーム内容

カルキュレーションは, ジョーカーを除いた 52 枚のトランプカードでプレイする一人遊びのゲームである. よく切ったカードを「山」に積んで, 1 枚ずつめくっていく. めくったカードは四つの「台」におくか, 四つの「場」におく. 場は先入れ後出しの作業領域(スタック)として使用できる. すべてのカードを台に置くことができれば成功となる. 台でのカードの並べ方はスーツに関係なく, 各台のカードの数字が定められた規則で増えていくように並べる. 台から場へカードを移すことや台から台, 場から場へカードを移すことは禁止されている. カルキュレーションは, 初心者の成功率はほとんど 0% だが, 熟達者になると成功率が 95% を超えるようになるといわれている.