

プレイヤーのゲーム経験を豊かにすることを目的とした ユーザ別情報提示に基づく不完全情報ゲームのリデザイン*

○明神聖子 島田伸敬 (立命館大学)

概要 本研究では、不完全情報ゲームのインタラクティブリティや、ユーザエクスペリエンスを向上することを目的としている。まず、拡張現実感によるユーザ別情報提示に基づき、不完全情報ゲームにおいて、プレイヤーが部分的にトランプの情報を隠蔽したり操作したりするための選択肢を増やし、プレイヤーの戦術を編み出すゲームデザインを提案する。そして、拡張現実感によるユーザ別情報提示を可能とするカードゲームシステムを実装し、伝統的な不完全情報ゲームの一つである神経衰弱を取り上げ、提案したゲームデザイン方法を用いて、そのゲームプロセスを再設計する。戦術的な局面を導入した神経衰弱を用いて被験者実験したところ、本提案によってプレイヤーが独自の戦術を編み出し、新しい楽しみ方を見つげられることが示唆された。

キーワード: インタラクティブリティ、ユーザエクスペリエンス、不完全情報ゲーム、拡張現実感、ユーザ別情報提示

1 はじめに

Salen ら²⁾によると、ゲームで遊ぶことは、プレイヤーが選択を下し、行為することを意味しており、プレイヤーの選択と、システム側の応答との関係は、インタラクションの深さと質を特徴付けている一つの側面であるという。一方、「ゲーム中、プレイヤーからは隠されている情報が存在するゲーム」を、不完全情報ゲームという²⁾。そのなかには、神経衰弱や七並べ、大富豪など日本では親しまれているものも多い。不完全情報ゲームのゲームプロセスについて、神経衰弱や七並べ、大富豪などに注目して見てみると、ゲームが始まったときには、プレイヤーにとってゲームを有利に進めるための情報がまったくない状態であるが、ゲームが進行するにつれて、大富豪や七並べの場合は「場に出されたカード」、神経衰弱の場合は「めくって公開されたカード」などの情報をもとに、取るべき手段(どのカードを捨てるか、めくるか)を選択できる。

ここで、相手プレイヤーへの「情報の公開を阻害」したり、相手プレイヤーよりも「余分に情報を得る」といった手段があれば、プレイヤーはより豊富な選択肢を持って、多彩な戦術を計画することができる。しかしながら、通常のトランプを用いた伝統的なトランプゲームでは、そういった手段をとることに制約がある。ここには、そういった手段がルールに盛り込まれていないということだけの問題ではなく、実物体の物理的な限界として不可能な要素を含んでいるという問題がある。たとえば、相手プレイヤーに、「トランプのスーツは見せても番号は見せない」という見せ方や、「トランプの番号(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, J, Q, K)の大きさがどの程度かは見せても、具体的な番号は見せない」という見せ方など、部分的に情報を隠蔽したり、「トランプカードは場に置いたままで、トランプの情報部分であるスーツ(♡, ♠, ♣, ◇)や番号を、「他のトランプのスーツや番号と入れ替える」といった情報の操作が、通常のトランプでは不可能だからである。

これらを可能にする手法として、本研究では、Fig. 1のようなユーザ別情報提示環境に着目する。ユーザ別情報提示環境では、ユーザごとにその人専用の視界を与えることができる環境のことであり、Fig. 1はその一例である。さらに、Fig. 1のように、各ユーザがそれ

ぞれの視点のカメラを通して、自分専用モニタで現実世界に表示された仮想世界を見るという方式の拡張現実感技術(Augmented Reality: AR)を用いれば、各ユーザは自分が見ている現実世界を、何らかの仮想物体によって隠すなど、プレイヤーが他のプレイヤーに見せる情報を多様に制御するような機能も実現可能である。また、現実世界のトランプゲームで起きている「コト」の多様性を、仮想世界に導入することもできる。ここでいう「コト」は、プレイヤーが戸惑いながらゆっくりカードを扱ったり、自信を持って勢い良くカードを選んだり、意図的にトランプを特徴的な形でテーブルに置くなどの行為や、プレイヤーが悔しがったりあきらめたりする感情表現を指す。

以上のことから、本研究では、不完全情報ゲームにおいて、ARのユーザ別情報提示に基づき、プレイヤーが部分的にトランプの情報を隠蔽したり操作したりするための選択肢を増やし、プレイヤーの戦術を編み出すことを可能にする。そして、伝統的なゲームよりも豊富なインタラクティブリティやユーザエクスペリエンスを提供する、新しいゲームの世界へ人々を誘うことをめざす。



Fig. 1: An example of user-specific view with AR. Each user can see a different virtual world through his or her camera and monitor.

2 不完全情報ゲームにおけるプレイヤーの 選択肢を増やすデザイン

本研究では、不完全情報ゲームにおいて、ARのユーザ別情報提示を用いて、プレイヤーが部分的にトランプの情報を隠蔽したり、操作したりするための選択肢

*本研究は NICOGRAPH2013 で発表した¹⁾ものである。

を増やせるゲームデザインを提案する。

まず、通常のトランプは、物理的な実体である「紙」とそれが持つ「情報（番号やスーツ）」を切り離すことができない。もしこれらを切り離して、対戦相手が気付かないうちに、相手の手札と自分の手札を入れ替えたり、テーブル上に配置されたトランプ同士を入れ替えられるなら、対戦相手を欺くことが可能になる。そのため、トランプの紙と情報を切り離して操作できるようにすることは重要といえる。ここで、Fig. 1 のようなユーザ別情報提示を用い、対戦相手のモニタに映っていない間に、トランプの紙の上に重畳表示されたCGだけを、他のトランプのCGと交換させるというゲームデザインが考えられる。

二つ目に、通常のトランプでは、相手プレイヤーに公開される情報の内容を制限することができない。たとえば場に表向きにカードを置けば、その番号とスーツが対戦相手に公開される。通常のトランプでこれを隠すには、プレイヤーが自らの手でトランプの表面を遮蔽するような方法が考えられる。しかしながら、本来なら公開されるはずの情報がかくかく公開されないというものは、ゲームの本質的な構造を変えてしまったり、互いの行動が互いにとって手がかりになるというゲームの楽しさを損なってしまう可能性がある。ここで、Fig. 1 のようなユーザ別情報提示を用い、対戦相手のモニタには、トランプの表面にその番号の大きさやスーツの色などだけを表示するなど公開する情報の内容を操作させるというゲームデザインが考えられる。

三つ目に、通常のトランプでは、情報を秘密にする際には、トランプの裏面をプレイヤーに向けて完全に隠すしかなく、情報を部分的に公開することができない。ここで、Fig. 1 のようなユーザ別情報提示を用い、情報を必要とするプレイヤーのモニタの中でだけ、「各カードが持つ情報を部分的に伝える」というような情報の部分的な公開を可能にするゲームデザインが考えられる。

本研究では、これら三つを、ARのユーザ別情報提示に基づいて、プレイヤーが部分的にトランプの情報を隠蔽したり、操作したりするための選択肢を増やせるゲームデザインとして提案する。次の章では、これらのデザインを用いて再設計した、伝統的ゲームの事例を説明する。

3 ARによるユーザ別情報提示に基づくトランプゲームシステムの構成

Windows7, Visual Studio 2008 上で ARToolKit を用いて AR トランプゲームシステムを構築する。2 台の USB カメラからの映像で、2 人のプレイヤーに 1 つずつウィンドウを作成する。テーブル上にはサイズが約 9cm × 6.5cm の ARToolKit 用マーカーがあり、カードごとに異なるマーカーが裏と表の両面に貼られている。マーカーのパターンは、パターンと番号の対応を覚えるのを防ぐため、見分けのつきにくいパターンとする。これらのマーカーがトランプであり、この上にトランプの画像などの CG が表示されるのを、プレイヤーは各自のモニタで見る。モニタに表示されるウィンドウのサイズは基本的に 640 x 480 である (Fig. 1)。

4 提案するゲームデザインを用いた神経衰弱ゲームの再設計

2 章で述べたゲームデザインによって、不完全情報ゲームの一つである「神経衰弱ゲーム」の再設計を試みる。これ以降の説明は、2 人でプレイする神経衰弱を前提としている。トランプをめくる番のプレイヤーを「攻撃側 (Attacker)」、もう一方を「待機側 (Waiter)」と呼ぶ。

再設計にあたって、神経衰弱ゲームの世界観を壊さないように、神経衰弱を特徴付けている、

- カードの情報を記憶すればするほど、勝つ可能性が高くなる
- 互いのカードをめくる行動が、カードのペアを見つけるヒントになっている

という二つの要素を維持する。

次節から、提案するゲームデザインを用いた新しいプロジェクトや、それらを用いた具体的な機能について説明する。

4.1 プレイヤーによるトランプの情報の部分的な隠蔽と操作

神経衰弱は記憶量が勝敗に強く影響する。そこで、プレイヤーが好きなきにトランプの情報の部分的な隠蔽や操作を仕掛けられる機能を容易にする。これには、相手の記憶を無効にする Spoil 機能と、覚えるのを妨害する Hide 機能がある。

Spoil 機能では、相手の知らないうちに選択したトランプどうしの番号を交換できる。これによって、対戦相手の蓄積してきた記憶の一部を無効にする。通常の神経衰弱では、トランプの紙自体を入れ替えないと交換できないため、交換したトランプを相手に知られてしまうが、ユーザ別情報提示を用いることによって、相手の視界の範囲外でトランプのプロパティだけを交換できる。Spoil 機能の例を Fig. 2 に示す。一方のプレイヤーのウィンドウ上でのみ、マウスクリックでトランプを選択する。あるキーを一度入力すると交換が済む。交換が済むと、対局時計から「手がかりの選択肢」が両者のウィンドウ上で表示される。

Hide 機能では、ユーザ別情報提示を用いて、待機側に公開するトランプの情報量を制限する。これによって、対戦相手にトランプの配置が記憶されるのを防ぐ。通常の神経衰弱でも、攻撃側がめくるときに手で隠せば、待機側に番号を見せないことは可能である。しかしながら、待機側にとって攻撃側の行動が全く参考にならないものだと、ゲームの楽しさを損ないかねない。そこで、待機側には番号の手掛かりだけを表示する。Hide 機能の例では Fig. 3 のように、トランプ表面の番号は攻撃者だけに表示され、待機者には手がかりだけが表示される。この表示はターンの交代まで続く。

4.1.1 思考時間制限による戦術的な機会の生成

神経衰弱では、思考時間が無制限にあり、攻撃側は「よく考えてトランプをめくる」、待機側は「攻撃側がトランプをめくるのを待つ」くらいしか、この過程で選択肢を持ってない。本研究では、対局時計を用いて、攻

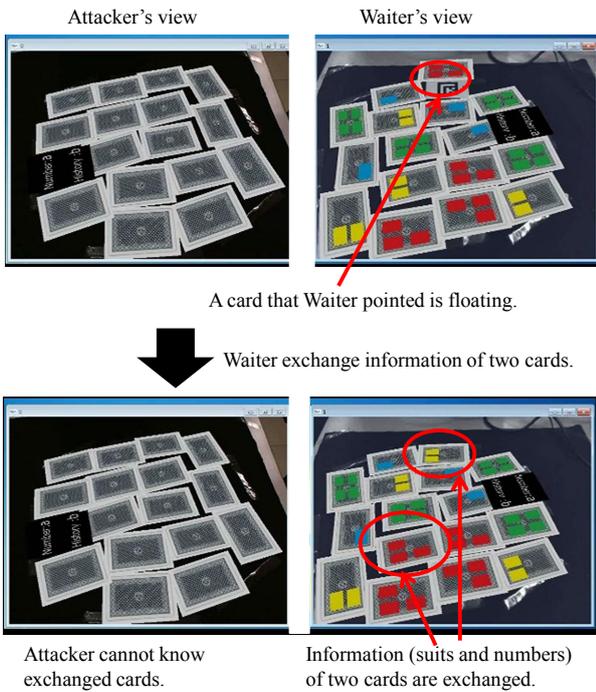


Fig. 2: Spoil : A player spoils a part of another player's memories.

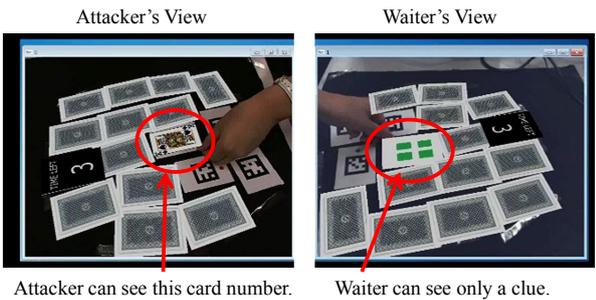


Fig. 3: Hide: Although Attacker can see the card number, Waiter cannot see the front of a card. Waiter can see only a clue.

撃時間が一定の制限時間を超えると、ARのユーザ別情報提示を用いて、トランプを選ぶ参考になる手がかりを待機側にだけ表示する。これによって攻撃側は、「手がかりを見られても思考時間を優先する」か、「思考時間を犠牲にしても手がかりを見られるのを防ぐ」というトレードオフを迫られることになり、「手がかりを与えるか否かを選択する」ことが、攻撃側の戦術となる。一方、待機側は「複数の手がかりからどの手がかりを受け取るかを選択する」ことが戦術となる。Fig. 4は対局時計の例で、中央の「8」が残り秒数を表す。時間切れになると、攻撃側にも待機側にも手がかりの選択肢が表示される。ただし手がかりを選べるのは待機側だけである。

4.1.2 トランプの情報とペアを見つける手がかり

トランプにはプロパティ（スーツと番号）があり、このうち神経衰弱で使われる情報は番号である。通常、トランプをめくると、その番号は両者に公開されるが、記憶に留めておける量には個人差がある。そこで、次にめ

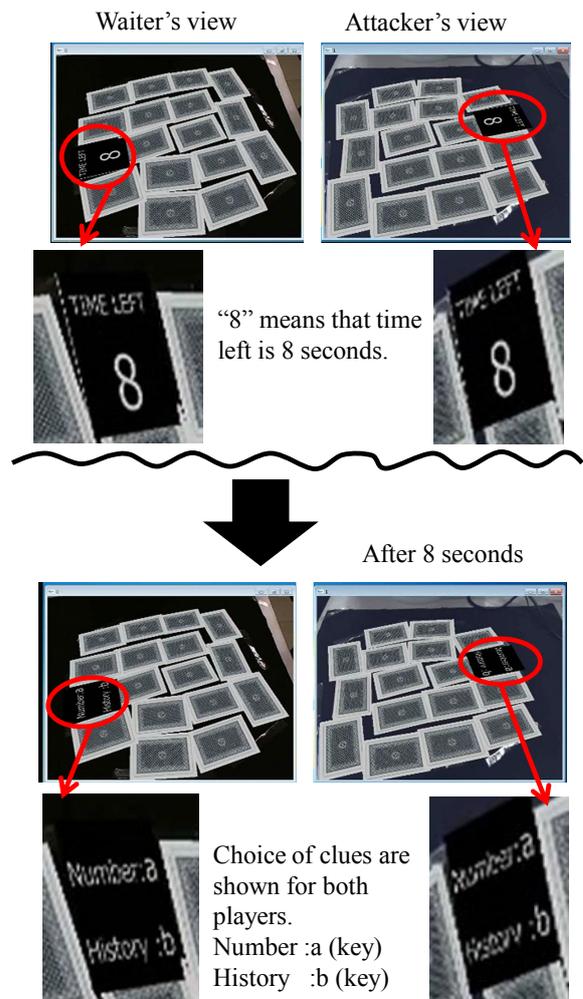


Fig. 4: Signs for Players from Chess Clock.

くるトランプを選択するための手掛かりとして、各トランプの番号がおよそどのくらいかを知ることができる手がかり（Number）を用意する。Fig. 5は、Numberならばaキー、Historyならばbキーを押すことが指示している。四角形の数かトランプの番号のレベルを表しており、この例では1~Kが4段階に分けられている。同じ色の四角形が表示されたトランプ同士は同じ番号の可能性が高い。

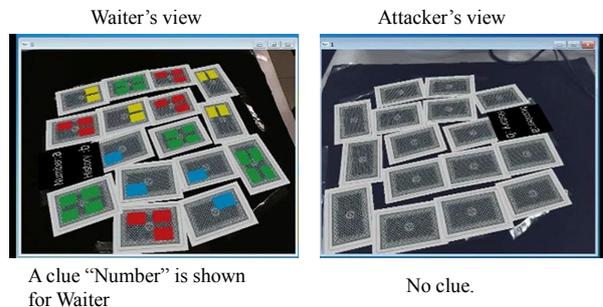


Fig. 5: Number : A clue about a card number. The number of squares means the level of numbers. This example shows that we divided 16 cards (2suit) into four levels.

また、ゲームが進行するにつれて、トランプは「一枚もめくられていない状態」から、「すべてがめくられた状態」になるまで、めくられたトランプとそうでないトランプに分かれる。「めくられていないトランプをめくる」ことが戦術として使われることもある。そこで、「過去にめくられたことがあるのかどうか」を知らせる手がかり（History）を用意する。HistoryはFig. 6のように、以前にめくられたことのあるカードに赤色の枠が表示される。

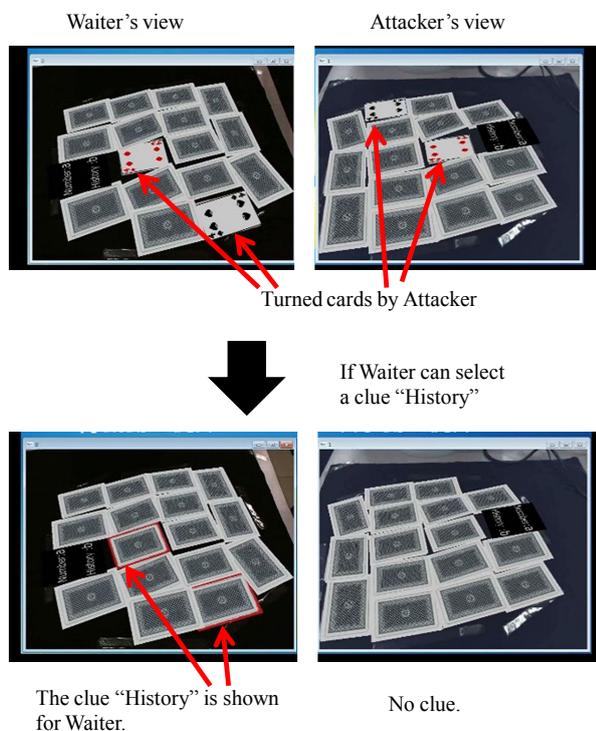


Fig. 6: History : A clue about a turned card. This function shows red frames on the tuned cards.

5 試行実験

試行的に4人の学生に本システムを使ってもらい、実験方法の検討や必要な実装の洗い出しを行った。その手順とアンケートの質問を次に示す。

5.1 手順

作戦を考えながら神経衰弱を行なってほしいこと、攻撃者と待機者という呼び方、通常の神経衰弱のルールの確認、AR神経衰弱での操作方法などを説明した。通常の神経衰弱（Traditional Concentration : TC）とAR神経衰弱（AR Concentration : ARC）を比較してもらうため、両方のゲームをすべての被験者に行なってもらった。比較対象に対する印象の順序効果を考慮して、(TC) → (ARC)の順と(ARC) → (TC)の順でゲームを行うグループが、同数のペアになるようにした。(ARC)では、被験者はゲーム中に1回まで、HideとSpoilを使用することができる。ヒントが表示されるまでの待機時間は12秒で、この時間を超えると、待機者はNumberやHistoryを選択できる。被験者はゲームごとに以下の質問に答えた。

Q1. 各ゲームでどのような作戦を考えましたか。

Q2. TCとARCについて、「作戦の考えやすさ」「楽しさ」「刺激的である」を5段階(+1: negative, +5: positive)で比較して理由を書いてください。

5.2 結果と考察

アンケート結果Q2.の平均値と標準偏差をFig. 7に示す。Fig. 7から、楽しさ、刺激的にかにおいて、ARCがTCを上回ったが、作戦の考えやすさは、TCよりも劣っていた。これについては操作のやりにくさや操作方法の覚えにくさについて、4人中3人が指摘していたことから、操作に慣れていないことが原因と考えられる。また、トランプ12枚ではゲームがすぐに終わってしまい、作戦を考える時間もなくなるような様子が見られた。これらのことを改善すれば、作戦の考えやすさの評価が高まり、同時に他の項目についても評価が高くなると考えた。

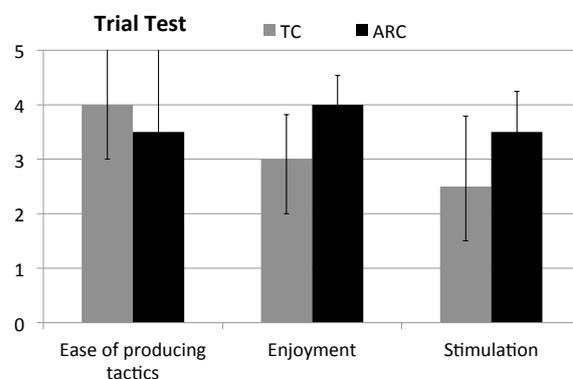


Fig. 7: The results of questionnaires for Trial Test.

5.3 ユーザスタディの準備

前項の結果を受けて、操作方法がより分かり、ゲーム中に戦術を考える余裕を持てるように、主に次の実験条件の変更を行なった。まず、ゲームの流れをわかりやすくするために、流れを図解したものを用意し、ARCでの操作に慣れてもらえるように、自由に練習してもらった時間をARCでの勝負直前に設けた。戦術を考える機会をより多く持てるように、トランプを16枚に増やした。マーカが誤認識されるのを防ぐため、マーカの下に黒い布を敷いた。また、各機能の操作方法が複雑だと、被験者が覚えにくく、戦術を使う機会を逸する可能性があるため、Spoilの操作方法を、キーボードとマウスを組み合わせた操作から、マウス操作のみに単純化した。

また、Fig. 8とFig. 9の機能を追加した。試行実験時は、時間切れになると両者に手がかり選択メッセージが表示されていたが、各自が今からすべきことを分かりやすくするため、Fig. 8のように、時間切れになったときに攻撃側には「TIME OUT」表示し、待機側にはヒント選択メッセージを表示する機能を追加した。また、Fig. 9のように、対局時計の色の変化により、トランプが交換されたことを知らせる機能を追加した。

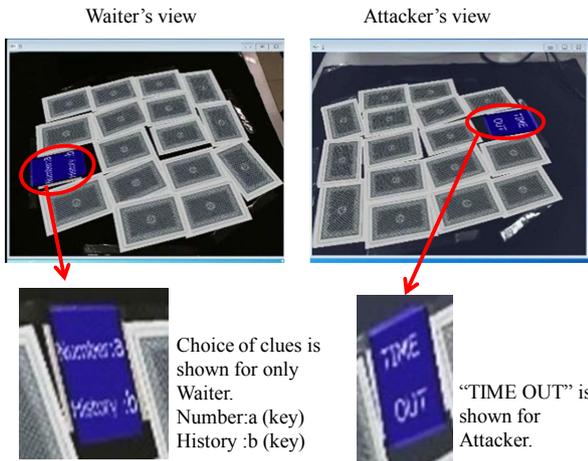


Fig. 8: Messages from Chess Clock for Each Player.

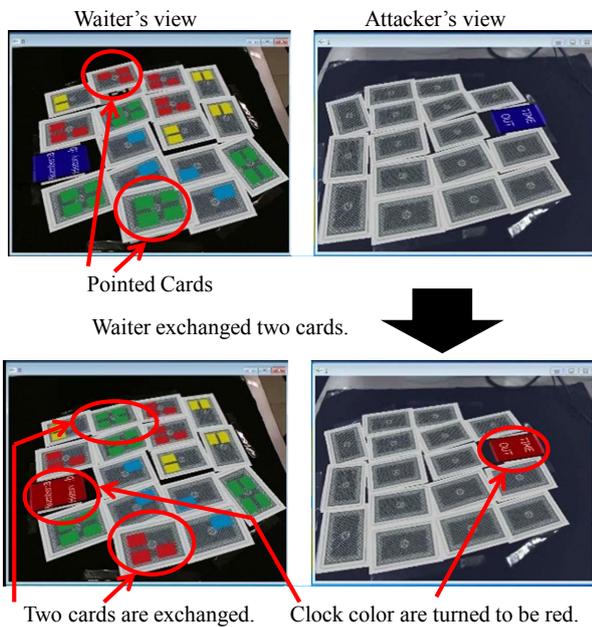


Fig. 9: Sign for Card Exchange by Chess Clock's Color.

6 ユーザスタディ

本ユーザスタディでは 20 代前半の 8 人の学生に本システムを使ってもらった。手順は試行実験に記述したものと同一である。被験者は全員が TC の経験を持ち、知人同士で対戦した。Fig. 1 の写真は被験者の様子の一つである。我々は、Q2 の結果を用いて、二種類の神経衰弱の間で、被験者の印象を比較した。Fig. 10 は Q2 における被験者の点数の平均値と標準偏差を示したものである。

Fig. 10 から、試行実験と本ユーザスタディの違いを見てみると、まず作戦の考えやすさが通常の神経衰弱を上回る結果となった。ARC には TC にはない機能があり、ゲームの進行が複雑になったにも関わらず、考えやすさの面で TC を上回る評価が得られたことになる。

被験者が考えた戦術の内容 (Q1.) を見ると、TC では、「トランプの配置を覚える」、「端から順にめくる、番号を小さい方から覚える」など、7 人が記憶に基づ

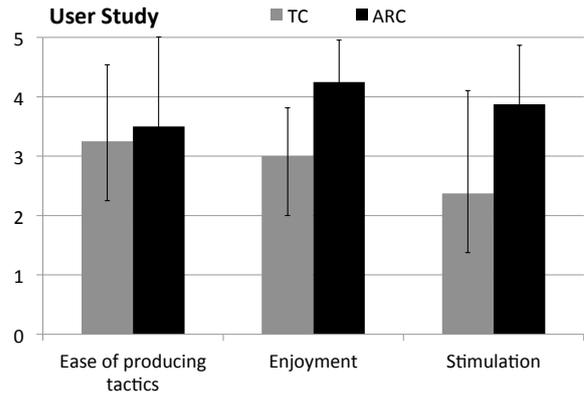


Fig. 10: The results of questionnaires for User Study.

く作戦だったのに対して、ARC では、「記憶のみであやふやになってきたら、だいたいのナンバーを見てペアを見つける。」、「Number を使って相手がめくったものと同じ四角形の数でまだめくられていないものをめくる。」や、「もし相手が Spoil を使用したら、全てのトランプの記憶をリセットする。Hide を使って相手を惑わせる。」、「Spoil で相手を妨害する」などの、ARC の機能から生まれた戦術が 6 人で見られた。ゆえに、記憶力を要する戦術しか生み出せない通常の神経衰弱に対して、ARC では、記憶力に加えて先を読む力や判断力を要する戦術が生み出されている。

楽しさや刺激については、TC との差が試行実験よりも開いており、実験条件を変更したことで、ARC の楽しさや刺激を被験者がより感じやすくなったという可能性が示唆される。ARC で楽しさを感じられた理由は、「ARC のほうは Hide, Spoil などの機能があるので、トランプの配置を操作できるという点で作戦が練れるから」「単に記憶を頼りにするだけでなく、相手の考えを探ることが加えられた。」などで、被験者は ARC がもたらした機会に基づき楽しさを感じている。

また、ARC が刺激的な理由は、「考えることが多いので頭を働かせる必要がある。TC は記憶のみだが、ARC では記憶しつつ戦略も考えるため。」「ARC のほうが色々することがあるため、通常のは単調になってしまう。」といった意見が得られている。これらのコメントから、ARC が思考を要求することが、刺激を与えていることがわかった。

これらの結果から、ARC では被験者が独自の戦術を編み出すことができ、TC にはない新しい楽しみ方を見つげられたことが示唆される。

7 関連研究

従来から AR 技術はアナログのゲームをデジタルに拡張するのに適した技術として、広く用いられてきた。それらは、Sakuma ら³⁾、Okada ら⁴⁾に見られるように、ゲーム中に初心者にはルールを教えることを目的として使用するほか、田中ら⁵⁾はプレイヤーを特定してゲームの進行を支える情報を表示し、Lam ら⁶⁾は効果音やキャラクターの CG によって、ゲームのリアリティを高める。また、同じ場所にいないプレイヤーに、一緒にゲームをしている気持ちにさせることを目的とした Diaz ら⁷⁾や、Kirner ら⁸⁾もある。Billinghurst ら

10) は、同じ場所にいるプレイヤーたちに神経衰弱を題材としたゲームをARによって提供している。これは、プレイヤーが全員同じCGを見ており、2枚のカードが論理的に意味を構成するときに、そのアニメーションを3DCGで表現する。これらの研究は、ARによる視覚的・聴覚的な効果をプレイヤーの経験を豊かにするために用いており、ユーザ別情報提示のことは言及していない。SzalavariらのMah-Jongg⁹⁾は、あるプレイヤーのパイの文字をほかのプレイヤーから隠すといったことに、ARのユーザ別情報提示を利用している。これに対して、本研究は、ARのユーザ別情報提示に基づいて、伝統的な不完全情報ゲームを再設計し、複数の戦術的な機会をプレイヤーにもたらししており、ユーザ別情報提示の活用方法がより多様で動的である。

8 まとめと今後の課題

本稿では、不完全情報ゲームにおいて、ゲームのインタラクティブリティやユーザエクスペリエンスを豊かにすることを目的として、ARのユーザ別情報提示に基づき、プレイヤーに戦術的な機会をもたらすゲームデザインを提案し、伝統的なゲームの中で神経衰弱ゲームを例にとって、そのゲームプロセスを再設計した。今後は、今回の実験で得られた結果などをもとに本システムをブラッシュアップするとともに、性質の異なる戦術的な機会を用いたゲームの再設計を行いたい。

参考文献

- 1) 明神聖子, 島田伸敬. 拡張現実感のユーザ別情報提示に基づくトランプゲームの戦術性拡張, NICOGRAPH 2013 (2013).
- 2) ケイティ・サレン, エリック・ジーマーマン, 山本貴光訳. ルールズ・オブ・プレイ (上): ゲームデザインの基礎, ソフトバンククリエイティブ (2011).
- 3) Sakuma, H., Yamabe, T., and Nakajima, T. Enhancing Traditional Games with Augmented Reality Technologies, UIC/ATC, pp.822 - 825, 2012.
- 4) Okada, H., and Matsuse, T. Application and Evaluation of Augmented Reality User interface to a Card Game "Scopa". SICE Annual Conference 2011. SICE (2011), 2127-2130.
- 5) 田中希武, 村田哲史, 藤波香織. プロジェクタ・カメラシステムによるトランプゲームの拡張環境の構築, インタラクション 2012 (インタラクティブ発表), 2012.
- 6) Lam, A. H. T., Chow, K. C. H., Yau, E. H. H., and Lyu, M. R. ART: Augmented Reality Table for Interactive Trading Card Game. Proc. Virtual Reality Continuum and its applications (VRCIA) 2006, ACM Press (2006), 357-360.
- 7) Díaz, M., Alencastre-Miranda, M., Muñoz-Gómez, L., and Rudomin, I. Multi-user Networked Interactive Augmented Reality Card Game. Proc. Cyberworlds 2006, IEEE (2006), 177-182.
- 8) Kirner, C., Zorzai, E.R., and Kirner, T.G. Case Studies on the Development of Games Using Augmented Reality. Proc. Systems, Man and Cybernetics 2006, IEEE (2006), 1636-1641.
- 9) Szalavári, Z., Eckstein, E., and Gervautz, M. Collaborative Gaming in Augmented Reality, Proc. Virtual Reality Software and Technology (VRST) 1998, ACM Press (1998), 195-204.
- 10) Billingham, M., Poupyrev, I., Kato, H., and May, R. Mixing Realities in Shared Space: An Augmented Reality Interface for Collaborative Computing. Proc. Multimedia and Expo (ICME) 2000, IEEE (2000), 1641-1644.