

“遊戯王”に!!!おれはなるっ!!?

松下 真之介¹ 山西 良典¹ 辻野 雄大² 馬場 保仁³

概要: 遊戯王オフィシャルカードゲームデュエルモンスターズ（遊戯王 OCG）は、日本発祥の代表的なトレーディングカードゲームの 1 つである。遊戯王 OCG は高い知名度を誇る一方で、ルールの複雑さ、使用可能なカード種の多さから、初心者には局面からの戦況の読み取りが難しい。本稿では、戦況を判断する着眼点として「切り札」へのパスを基準とした局面の可視化により、初心者にする戦況把握の支援を提案する。特に、ゲーム開始時の手札の状態を提案手法によって可視化した映像を用いた評価実験により、可視化の有用性を検証した。

1. はじめに

遊戯王オフィシャルカードゲーム デュエルモンスターズ（以下、遊戯王 OCG）は、高橋和希氏の描く漫画を原作とした日本発祥の代表的なトレーディングカードゲーム（TCG）の 1 つである。遊戯王コンテンツは、漫画、アニメ、ゲームといったメディア芸術^{*1}を横断したエンタテインメントコンテンツであり、知名度の高いコンテンツと言える。遊戯王 OCG も高い知名度を誇り、人気を博している。しかしながら、遊戯王 OCG のゲームコンテンツにプレイヤーとして触れている人数は、遊戯王コンテンツの知名度の高さに対しては多いと言えない。この要因としては、ルールの複雑さ、ゲームで使用可能なカードの種類の多さが考えられる。

遊戯王 OCG のゲームのルールの複雑さについて、世界的にプレイヤーが多いサッカーを比較対象として挙げながら説明する。サッカーでは、サッカーの詳細なルール（例えば、オフサイドなど）を知らない初心者でも、両チームの得点と現在のボールの位置を目で追うことで戦況を把握してゲーム観戦を楽しむことが可能である。一方で、遊戯王 OCG では、ルールの詳細を知らなければプレイヤーのアクションの意味が理解できず、戦況の優劣を把握することができない。遊戯王 OCG では、ゲーム観戦においてもプレイヤーと同等にゲームのルールを理解していることが求められる。また、サッカーではボール、ゴール、各チーム 11 名のプレイヤーとゲームを構成する要素は不変である。遊戯王 OCG はトレーディングカードゲームという性

質上、ゲームを構成するカードの種類は何千種類とあり、カードの種類数も次々と増え続ける状況にある。これらの要因により、観戦からプレイヤーへという一般的なゲームにおける新規プレイヤーの参入が難しくなっていると考えられる。言い換えれば、ゲーム観戦やチュートリアル难点を解決することで、遊戯王 OCG のエンタテインメント性を新規プレイヤーに伝達しやすくなると考えた。

伊藤 [1] は、ゲームの初心者から熟達者へと移行する過程をチャンクとスキーマを用いて説明している。人間の短期記憶領域の容量は限られているが、情報をまとめて意味づけ（チャンク化）することで単位あたりの情報量を増やしている。手番ゲームの熟達者は、局面全体を 1 つのチャンクとして捉えることができる一方で、初心者は局面全体を複数の情報の集合として捉える。そのため、初心者は熟達者に比べて局面把握に時間がかかるだけでなく、大量の情報を記憶しなければならないため局面に対する誤認識も多い。熟達者へと移行するなかで、チャンクのサイズが大きくなり、より短時間で正確な局面把握が可能になる。チャンクとして短期記憶された情報は、スキーマ（体系化された知識）として長期記憶に保持される。一連のチャンクの系列をスキーマという上位概念でまとめることで、戦況に合わせて必要な情報を適切に検索して利用可能になる。ゲームに熟達するほど、膨大なチャンクの組み合わせによる多種多様なスキーマに基づいて戦況を瞬時に、かつ、正確に理解可能になる。遊戯王 OCG に対する初心者の理解支援では、カード同士の関係性というチャンクと任意の局面からゲームの解へ至るスキーマの理解が必要と考えた。

本稿では、遊戯王 OCG の戦況把握を容易にするための戦況可視化手法「千年眼」を提案する。遊戯王 OCG の戦況は、領域、カード、プレイヤーのライフポイントによっ

¹ 関西大学総合情報学部

² 明治大学総合数理学部

³ 株式会社ファリアー

^{*1} <https://mediaarts-db.bunka.go.jp/>（2023/07/13 確認）

て決定される。本稿では、このうち領域とカードの関係性からの戦況把握に注目し、ライフポイントは考慮しないものとする。提案手法では、プレイヤーの意思決定の基盤となるカードと領域の関係性を回路図のように表現する。この可視化手法によって、ゲームをプレイしたことがない初心者にとっても戦況を瞬間的に把握できるようになるかを検証する。

2. 遊戯王 OCG のルール

遊戯王 OCG は、2 人のプレイヤーによって行われる、1 対 1 の対戦ゲーム^{*2}である。ゲームを行う際に、プレイヤーは個別にデッキと呼ばれるカードの束を用いる。ゲーム開始時には、プレイヤーのライフポイントが 8000 の状態で開始される。そして、カードをゲームの盤面の特定の場所に配置することでカードの効力を発動させ、先に対戦相手のライフポイントを 0 にしたプレイヤーがゲームに勝利する。カードの効力はカードの表面にテキスト情報として説明が記述されている。ゲーム開始前に、ランダムな手法で片方のプレイヤーを決め、選ばれたプレイヤーが先手後手を決定する。その後は、先手、後手、先手、後手と交互にターンが進行される。このとき、ターンの主体となるプレイヤーをターンプレイヤーと呼称する。

カードが存在する盤面上の領域は、「手札」「墓地」「モンスターゾーン」「魔法&罠ゾーン」「フィールドゾーン」「デッキゾーン」「除外ゾーン」「エクストラデッキゾーン」の 8 種類ある。これらの領域は、プレイヤーごとにそれぞれ用意されており、全体としては全 16 個のカード領域が存在する。図 1 に、片方のプレイヤーの盤面を示す。モンスターゾーンと魔法&罠ゾーンにはそれぞれ 5 箇所のカード置き場が存在している。また、除外ゾーンについては領域として存在しているが、その領域の盤面における位置は自由である。手札については、プレイヤーが手に持つカードであるため盤面には示されない。各カードはそれぞれ 1 つの領域にのみ存在し、同じカードが同時に複数の領域に存在することはない。プレイヤーは自由に領域間を超えてカードを移動させることはできない。カードがある領域から別の領域に移動する事象は、ルールに従って移動する場合とカードの効果で指定された場合に発生する。

カードは「モンスターカード」「魔法カード」「罠カード」の 3 種類に大きく分類される。モンスターカードは、モンスターゾーンに置くことで攻撃を行うことができ、相手のプレイヤーにダメージを与えて相手のライフポイントを減らすことができる。魔法カードは、手札から魔法&罠ゾーンに表側で置くことで使用することができる。魔法カードを使用すると、効果テキストに書かれている処理が施行され、使用済みのカードが置かれる墓地領域に配置される。

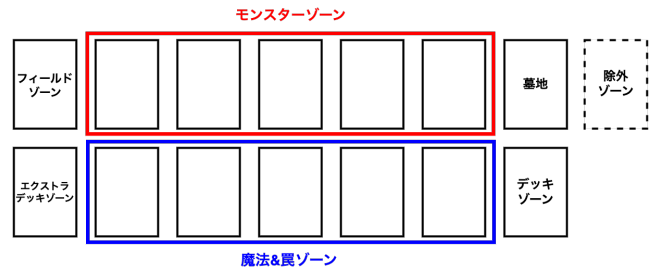


図 1 遊戯王 OCG における各プレイヤーの盤面

罠カードは、手札から魔法&罠ゾーンに裏面を上にして置くことができる。配置された罠カードは、配置されたターンには使用することができず、次のターン以降にカードを裏返して表面を提示することで使用できる。罠カードは、魔法カードと同様に効果テキストに書かれている処理を施行後、墓地領域に配置される。ただし、一部の魔法カードと罠カードには、使用後に即座に墓地領域に配置されず、魔法&罠ゾーンに残り続けることでカードの効果が持続するものもある。プレイヤーが使用するデッキは、40 枚以上 60 枚以下のカードで構成され、何枚でデッキを構成するかはプレイヤーの自由意志で決められる。また、同じ名前のカードは最大 3 枚までデッキに組み入れることができる。

ゲーム開始時は、各プレイヤーはそれぞれのデッキのカードをシャッフルし、デッキゾーンに裏面を上にして束ねて置く。その後、デッキの上から 5 枚のカードを手札に加えた状態で開始される。ターンプレイヤーは、ターン開始時にデッキの上から 1 枚カードを手札に加える^{*3}。この際に、デッキのカードが存在しない場合は、そのプレイヤーはゲームに敗北する。ターンプレイヤーはターン中にカードの使用や、モンスターカードによる攻撃を行うことができる。また、非ターンプレイヤーも一部のカードを相手のターン中に使用することができる。

3. 遊戯王 OCG の可視化手法：千年眼

遊戯王 OCG のゲーム開始時にデッキからランダムに取り出す 5 枚のカードを「初期手札」とする。初期手札は、カードの組み合わせによって対戦序盤に有利であるかが異なる。熟達したプレイヤーは、初期手札を見た際に初期手札の強さを考察することが可能であり、その後のゲーム展開を予測することも可能である。一方で、初心者は初期手札を見ても 2 節に示したルールの複雑さに起因して、どの程度の強さであるかを判断できない。遊戯王 OCG では、大量のカード集合の中から複数のカード間の連動をデザインし、様々な戦況に応じてカードを有効な状態にできることがプレイスキルとなっている。つまり、熟達者のように戦況を把握するためにはライフポイントなどの数値のみならず、現状の手札やデッキ内や盤面上のカードの連動を理

^{*2} <https://www.yugioh-card.com/japan/howto/>

^{*3} ただし、ゲームの最初期の 1 ターン目にはデッキからのカードの追加がないパターンのルールも存在する。

解する能力が必要と言える。本稿では、この初期手札に対する直感的な理解を補助するために、デッキ内のカードに対して「キラーカード（以後、KC）」と「ステップカード（以後、SC）」の2種類の役割を与える。そして、ゲーム内の複数のカードの連動を「KCを有効にするまでの経路」と見立てて可視化する。

3.1 基本的な考え方

遊戯王 OCG では、特定のカードを特定の領域に配置することでゲームを有利に進められる状態に移行する。このような「特定の領域に存在することでゲームを有利にすることができるカード」をデッキ内の KC と定義する。本稿では、この KC が利用可能になるまでの経路が開通している状態を有利な戦況として扱う。カードを領域間で移動させるためには、ルールに従って移動する場合とカードの効果によって移動する場合の2種類がある。ここで、カードを領域間で移動させ、カードの連動のステップを進めることができるカードを SC と定義する。SC を利用するためには、1) SC 自体が利用可能な領域に存在する（Activating condition：以後 AC）という条件と 2) SC の効果の対象となるカードが利用可能な領域に存在する（Target placement：以後、TP）という条件を同時に満たす必要がある。

KC と SC を用いた戦況の判断方法の詳細を以下に示す。まず、キラーカードの集合 $\mathbf{KC}$ 、および、 $kc_i \in \mathbf{KC}$ が有効になる特定領域 $kz_i \in \mathbf{KZ}$ を設定する。つぎに、デッキ中の $\mathbf{KC}$ 以外のカードから、 $sc_j \in \mathbf{SC}$ を抽出する。SC のうち kc_i を効果の対象として kz_i に直接移動可能な sc_j を $dsc_k^i \in \mathbf{DSC}^i$ として得る。 dsc_k^i が AC と TP のどちらも満たすと kc_i が有効になるため、遊戯王 OCG における有利な状態へと遷移したとみなせる。 sc に定義された各効果は、他の特定 sc の AC と TP のどちらか、あるいは、両方を有効にできる。そこで、 dsc_k^i の AC と TP のそれぞれの条件を満たすような $sc \in \mathbf{SC}$ を、該当する sc がデッキ中に存在しなくなるまで再帰的に探索する。つまり、SC 間に、 sc 自体を利用可能な領域に移動させる機能（i.e., AP）と sc の効果の対象を利用可能な領域に移動させる機能（i.e., TP）をそれぞれ示す2種類のエッジを張り巡らす。これによって、 kc_i を有効状態にするまでのカード間の効果の連動を sc をノード、各機能（つまり、AC あるいは TP）をエッジとした経路として表現可能になる。

3.2 千年眼インターフェース

3.1 節に示した基本的な考え方をもとにデッキ内のカードの連動を可視化する。図 2 に、可視化のイメージを示す。図 2 中に存在する矢印は、各 sc に紐付けられ、 kc あるいは他の sc との関係性を示す。 sc_j が持つ矢印が kc_i に

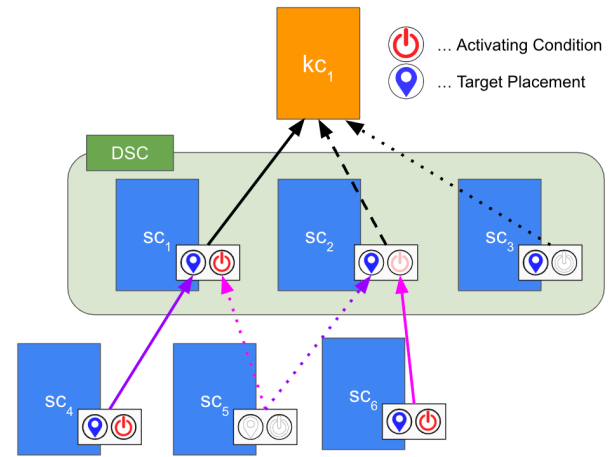


図 2 千年眼インターフェースでのカード連動の表現

向いている場合、 sc_j を利用した場合に kc_i を有効な状態である kz_i に直接移動できることを示す。 sc_j が持つ矢印が sc_k に向いている場合、 sc_j を利用した場合に sc_k の AC または TP を満たす状態にできることを示す。 sc_j の AC と TP がどちらも満たされている場合のみ、 sc_j が持つ矢印は有効である。このようにカード間に有向グラフを構成することで、カードの連動を可視化する。

手札が有利な戦況であるかを表現するために、AC と TP の有効フラグをマークとして表示する。図 2 中の赤い電源マークは AC、青いポイントマークは TP それぞれの有効フラグを表現している。各マークは対応する sc の AC と TP のそれぞれが満たされている場合に点灯し、そうでない場合は消灯する。 sc_j に対応する 2 つのマークがどちらも点灯している場合に、 sc_j は利用可能であることを示す。 sc_j が利用可能である場合、 sc_j から出力される矢印は実線で表す。反対に、 sc_j が利用可能でない場合は、 sc_j から出力される矢印は点線で表す。 sc_j から出力された実線の矢印が kc_i に向いている場合、 kc_i は kz_i に移動可能な状態であると言える。この場合、 kc_i を利用可能な状態へと移行できることを示しており、遊戯王 OCG のゲームにおける 1 つのゲームの解へとたどり着ける状態であることが示される。 sc_j から出力された実線である矢印が sc_k のマークに向いている場合、 sc_k の矢印によって示されたマークは点灯可能状態である。この時、 sc_k の対応するマークは薄い色で半点灯させることで、点灯可能な状態へ移行できることを示す。 sc_k の対応するマークがどちらも全点灯あるいは半点灯した場合にも、 sc_k は利用可能であると言える。この場合、 sc_k から出力される矢印は破線で表される。破線である矢印についても、実線である矢印と同様の処理を kc および sc に対して行う。

図 2 を例に、千年眼インタフェースの読み解き方を説明する。 kc_1 に向いている矢印を持つ sc は sc_1 、 sc_2 、 sc_3 の 3 種類であり、これらは直接 kc_1 を有効化可能であるため

DSC¹となる。DSC¹のうち、 sc_1 はACとTPの2種類のマークがどちらも点灯しているため、利用可能である。 sc_2 はTPマークが全点灯、ACマークが薄い色で半点灯しており、他の sc によって利用することで sc_2 が利用可能になることを示している。 sc_2 のACマークには sc_6 から実線の矢印が入力されている。また、 sc_6 はACとTPの2種類のマークがどちらも点灯しているため、利用可能である。 sc_3 はACマークが点灯していないため、利用可能ではない。 sc_4 はACとTPの2種類のマークがどちらも点灯しているが、 sc_4 から出力される実線の入力は sc_1 のTPであり、既に全点灯している。そのため、 sc_4 を利用せずとも、 sc_1 は利用可能な状態である。以上から、 kc_1 を利用可能な状態にするためには、

- sc_1 を利用する。
 - sc_6 を利用して sc_2 を有効化した後、 sc_2 を利用する。
- の2種類のパスが存在することが分かる。

4. 有用性検証

遊戯王 OCG の初心者に対して、提案手法である千年眼インタフェースを用いて初期手札への戦況判断を可視化インタフェースを用いない場合と比較した。評価では、1) 正答率、2) 回答時間、3) 発話内容に着目した。

4.1 実験設定

遊戯王 OCG の初心者を対象に、初期手札の戦況を評価させる。遊戯王 OCG のゲームを今まで行っておらず、ルールについてもほとんど知らない被験者を14名用意した。これらの被験者を実験群7名、統制群7名に分割した。実験群は、戦況判断において、初期手札のカード画像とカードに書かれた効果テキストに加えて3.2節に示した提案手法の千年眼インタフェースを用いる。統制群は、千年眼インタフェースは参照せずに、初期手札のカード画像とカードに書かれた効果テキストのみを参照して戦況を判断する。被験者には、2節に示した遊戯王 OCG の基本ルールを実験者である第1著者が説明した。実験群は、それに加えて、3.2節に示した千年眼インタフェースの読み解き方を説明した。被験者には、問いとして2種類の初期手札（初期手札 A と初期手札 B）を同一画面上に提示し、どちらがより有利な状況にある初期手札であるかを回答させた。このとき、2種類の初期手札の表示位置は、被験者ごとに左右ランダムに表示した。

実験群には、図 3(a) に示す千年眼インタフェースを用いた。千年眼インタフェースでは、画面左側に初期手札 A、右側に初期手札 B を表示する。画面上部には初期手札となるカードの画像を表示し、各カードの下部に各カードの効果説明テキストを表示する。画面下部には、それぞれの初期手札の状況を示した千年眼インタフェースを表示

する。効果テキストは、被験者が操作することで自由に表示および非表示にすることが可能であり、非表示にした場合は図 3(b) に示すような画面になる。統制群には、図 4 に示す統制群インタフェースを用いる。統制群インタフェースは、実験群インタフェースから可視化インタフェースを除いたものであり、通常のプレイヤーが行うように効果説明テキストのみを参照して初期手札の戦況を把握する必要がある。

初期手札 A と初期手札 B のどちらが有利な戦況であるかという問いについて考察させ、その回答を記録する。また、実験中に思考したことを可能な限り発話すること [2] を依頼した。回答の際には、被験者が初期手札 A と初期手札 B のどちらを有利と判断したかに加えて、その判断の決め手になった理由も併せて記録した。また、問いの提示から回答までにかかった時間も計測した。

4.2 提示する初期手札

実験ではサンプルデッキとして、「デュエルロワイヤルデッキセット EX^{*4}」に収録されている「青眼の白龍」デッキを使用した。第1著者を含む遊戯王 OCG の熟達者3名が「青眼の白龍」デッキの40枚のカードから5枚の組み合わせを数種類選び出した。

熟達者3名の合議によって、これらの初期手札集合を KC を利用可能できるかを基準に優勢、劣勢、その中間の3種類に評価・分類した。ここで、分類の基準は、以下のよう定めた。

優勢 初期手札で KC を利用可能である

中間 初期手札では直接 KC を利用できないものの1枚の特定のカードを追加することで KC を利用可能になる

劣勢 初期手札では KC を利用できず、利用可能にするためには複数枚の特定のカードを追加する必要がある

まず、「青眼の白龍」デッキから優勢、劣勢、その中間となる各評価項目につき5種類ずつ、合計15種類の初期手札を構成した。そして、この初期手札のうち、以下のように評価が異なる初期手札2種類の組み合わせ9問を実験中の問いに使用した。

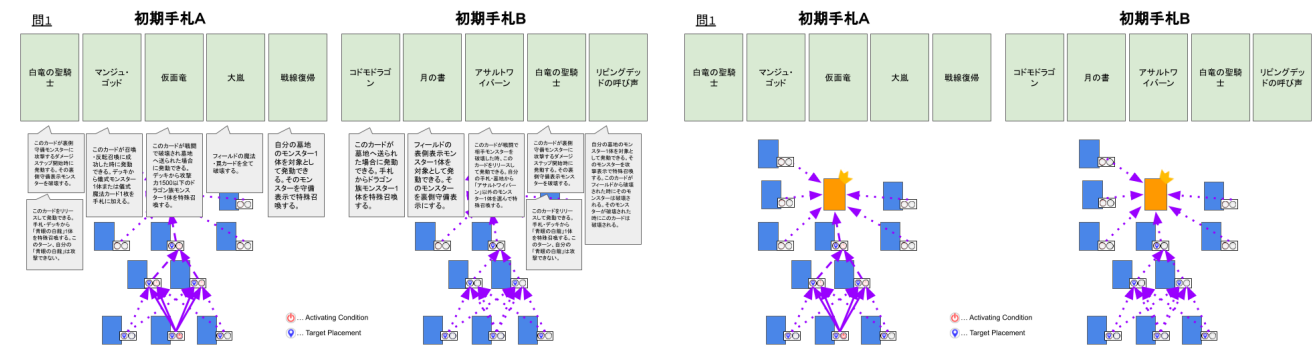
(1) 優勢と劣勢の組み合わせ3問

(2) 優勢と中間の組み合わせ3問

(3) 中間と劣勢の組み合わせ3問

このうち、(1)、(2)は優勢となる初期手札、(3)は中間となる初期手札がそれぞれ回答における正解データ（つまり、より有利な戦況の初期手札）と定義した。実験ではこれらの9問を被験者ごとにランダムな順番に並び替え、被験者に提示した。

^{*4} <https://www.yugioh-card.com/japan/duelroyale/>
(2023/07/24 確認)



(a) 千年眼インタフェースと効果説明テキストをどちらも表示させた状態 (b) 効果説明テキストを非表示にして千年眼インターフェースのみを表示させた状態

図 3 実験群用インタフェース。ただし、図中のカードについては、実験中は公式カードの画像を示した。

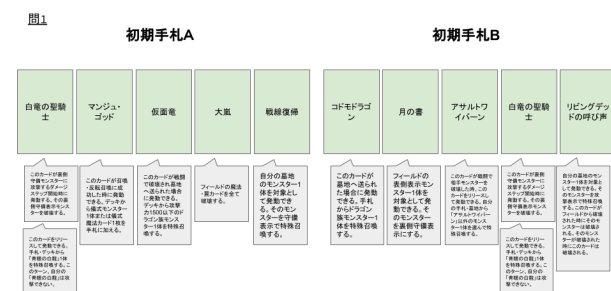


図 4 評価実験で使用した統制群インターフェース。ただし、図中のカードについては、実験中は公式カードの画像を示した。

表 1 実験群と統制群の各被験者の正答数と正答率、および、各群の平均値

群	被験者	正答数	正答率
実験群	被験者 1	7	0.78
	被験者 2	5	0.56
	被験者 3	8	0.89
	被験者 4	7	0.78
	被験者 5	9	1.00
	被験者 6	8	0.89
	被験者 7	9	1.00
	平均	7.57	0.84
統制群	被験者 8	7	0.78
	被験者 9	7	0.78
	被験者 10	5	0.56
	被験者 11	6	0.67
	被験者 12	5	0.56
	被験者 13	6	0.67
	被験者 14	6	0.67
	平均値	6.00	0.67

4.3 結果と考察

正答率と回答理由、回答までの所要時間、発言内容の 3 種類の観点から、千年眼インタフェースが遊戯王 OCG の初心者の戦況理解に対して与えた影響を考察する。

4.3.1 正答率と回答理由に対する考察

表 1 に、実験群と統制群それぞれの被験者の正答数と正答率を示す。平均の正答率は、実験群が 0.84、統制群が 0.67 となり、実験群の方が高い結果となった。このことから、遊戯王 OCG の初心者に千年眼インターフェースを提示することで初期手札の戦況評価を支援し、熟達プレイヤーと同様の評価が可能になったと示唆される。

回答理由については、実験群と統制群で大きな違いが生じた。統制群では、初期手札の効果テキスト、モンスターカードの攻撃力、カードタイプの比率に着目した回答理由が見られた。つまり、初期手札の現在の状態のみで戦況を評価しており、その後のゲームの展開を想定することが出来ていなかったと見られる。一方で、実験群では千年眼インターフェースの回路の様子に着目した回答理由が見られた。実験群の被験者は千年眼インターフェースのマークが点灯しているか、KC を有効にできる経路が存在するかといった理由の回答が多く見られた。また、KC を即座に有効にできないような初期手札では、千年眼インターフェースのマークの点灯数による比較を行っていた。これは、初期手札の現在の状態のみからの判断ではなく、熟達プレイヤーが行うような今後のカードの連動に着目した考察を呼び起こしていたと考えられる。

4.3.2 所要時間に対する考察

表 2 に、実験群と統制群それぞれの被験者の回答までの所要時間の合計、および、各群の平均値と中央値を示す。平均値では、統制群に比べて実験群の方が長い時間を要しているが、これは、被験者 2 が極端に長い時間をかけて回答したためと考えられる。そこで、中央値を見てみると、統制群に対して実験群の方が短い時間となっており、実験群の多くの被験者が比較的短い時間で回答できていると示唆される。

表 3 と表 4 にそれぞれ実験群と統制群の被験者ごとの各問への回答までの所要時間と正誤判定を示す。問いの順

表 2 各被験者の回答までの所要時間の合計、および、各群の平均値と中央値。数値は、mm:ss で示す。

群	被験者	合計時間
実験群	被験者 1	8:38
	被験者 2	51:31
	被験者 3	18:40
	被験者 4	10:50
	被験者 5	11:03
	被験者 6	11:49
	被験者 7	16:40
	平均値	18:27
統制群	被験者 8	8:33
	被験者 9	6:44
	被験者 10	5:52
	被験者 11	15:38
	被験者 12	22:38
	被験者 13	22:42
	被験者 14	20:44
	平均値	14:41
	中央値	15:38

番は被験者ごとに異なるため、被験者 1 の問いの順番を基準として、他の被験者が同じ問いの順になるように並び替えている。それぞれの問いが、4.2 節で示したどの組み合わせであるかも併せて記している。表中、回答するまでにかかった時間が 1 分未満である場合には太字で表示し、回答が正解である場合には下線を引いて示す。問題ごとの回答までの所要時間を見ても、実験群は多くの問題で 1 分台で回答できているのに対して、統制群は 2 分を超える所要時間である問題が多い。また、1 分未満での回答は実験群では 20 件、統制群では 18 件見られた。そのうち、実験群の正答率は 0.90 (18 件で正答)、統制群の正答率は 0.72 (13 件で正答) となった。特に、KC までの経路が確保されている優勢な状態との比較では、実験群は短時間で正確に戦況を把握できていたことが示唆される。これらのことから、実験群は短時間で回答している場合にも高い正答率で戦況を判断できていたことが示唆された。

4.3.3 発言内容に対する考察

実験中の発言内容についても、実験群と統制群で違いが見られた。実験群の被験者は、「青眼の白龍」が手札にあるが、発動できないので今強い訳ではない」や「経路で考えるとこっちになるのかな」といった発言が見られた。これらは、千年眼インターフェースの状態を参照し、2 種類の初期手札について KC を有効状態にできるかどうかを比較していることがわかる。つまり、カード間の連動をスキーマとして意識できていることが示唆される。統制群では、「儀式モンスターって何?」「強化蘇生」がめっちゃ強そう」「魔法カードの強さがこのカードゲームにおける立場がわからない」といった発言が見られた。これらは、カードの効果テキストや、カードをチャックとして評価し

た発言であると考えられる。

発言内容からも、実験群は遊戯王 OCG のゲームの解の 1 つである「KC の有効化」を意識して初期手札を考察していることがわかる。また、効果説明テキストへの言及をせずに、「KC の有効化」を考察できている実験群の被験者もいたことから、千年眼インターフェースはカードの連動を非言語情報によって伝達可能であることが示唆される。

5. 関連研究

5.1 不完全情報ゲームの分析と応用

遊戯王 OCG は手札やデッキなど、対戦相手に対してカードの情報が公開されない領域が存在しており、不完全情報ゲームであると言える。不完全情報ゲームを対象とした研究の代表的事例としては、トランプカードを対象とした研究 [3], [4], [5] やガイスターと呼ばれるボードゲームを扱った研究 [6], [7] が報告されている。

不完全情報ゲームの中でも TCG を扱った研究として、マジックザギャザリング [8], [9] やハースストーン [10], [11] のデッキ構築に関する報告がある。デッキの構築は、トレーディングカードゲームの特徴の 1 つであり使用可能なカード種類の多さから、構築されるデッキの組み合わせは非常に膨大なものになる。そのため、遊戯王 OCG のデッキ構築を補助するシステムは、本研究の対象である初心者に対してても有用なものであると考えられる。しかし、戦況を理解できていない初心者にとっては、デッキを構成しているカードが対戦時にどのように戦況を動かすか理解することは困難だと予想される。

一般的に、不完全情報ゲームに関する研究ではそれぞれのゲーム性に特化したアルゴリズムが多く、既存の不完全情報ゲームを対象としたアルゴリズムをそのまま遊戯王 OCG へ用いることはできない。また、不完全情報ゲームを対象にした研究の多くは、対戦においてより勝率の高い行動を推定することを目的としている。本稿は、不完全情報ゲームの勝率の向上ではなく、「不完全情報ゲームをどのように見せるのか」に着目した点で特徴づけられる。

5.2 アナログゲームにおける初心者の理解支援

初心者の局面理解を支援するための研究は、アナログゲームである将棋や囲碁を対象として数多く報告されてきた。将棋や囲碁といった完全情報ゲームでは、対戦 AI の実力が人間を超えた [12] ことで、対戦の他にもプレイヤーの棋力の推定 [13] やプレイヤーのマッチング [14] などの様々な研究 [15], [16] が行われてきた。局面理解のための盤面情報の可視化インターフェースもいくつか報告されている。例えば、駒の利きをアイコンと動的なアニメーション表示によって可視化した研究 [17] や、攻めゴマと守りゴマに分類を行って争点となるマスや玉の危険度の評価を行っ

表 3 実験群の各被験者が問を解くためにかかった時間と正誤判定, および, 問題ごとの平均回答時間と被験者ごとの平均回答時間. 問いの順番は被験者ごとに異なるため, 被験者 1 の問いの順番を基準として, 他の被験者が同じ問いの順になるように並び替えている. 数値は, mm:ss で示す. また, 1 分以内の回答は太字, 正答は下線で示す.

問	組み合わせ	被験者 1	被験者 2	被験者 3	被験者 4	被験者 5	被験者 6	被験者 7	問題平均
問 1	中間 2-劣勢 2	<u>3:07</u>	11:17	5:33	<u>1:36</u>	<u>1:25</u>	3:35	<u>2:58</u>	4:13
問 2	優勢 4-劣勢 5	<u>0:45</u>	<u>8:11</u>	<u>2:16</u>	<u>0:09</u>	<u>0:31</u>	<u>0:45</u>	<u>1:34</u>	2:01
問 3	優勢 4-中間 2	<u>0:23</u>	<u>5:03</u>	<u>0:34</u>	<u>0:21</u>	<u>0:55</u>	<u>0:29</u>	<u>1:00</u>	1:15
問 4	優勢 1-中間 1	<u>0:40</u>	<u>4:50</u>	<u>0:35</u>	<u>1:43</u>	<u>1:56</u>	<u>0:13</u>	<u>1:48</u>	1:40
問 5	優勢 3-劣勢 4	<u>0:09</u>	3:26	<u>1:34</u>	1:52	<u>1:05</u>	<u>1:23</u>	<u>2:02</u>	1:38
問 6	中間 5-劣勢 3	<u>1:39</u>	<u>3:53</u>	<u>1:19</u>	1:30	<u>1:46</u>	<u>0:36</u>	<u>1:26</u>	1:44
問 7	優勢 5-劣勢 1	<u>0:42</u>	2:53	<u>1:37</u>	<u>1:11</u>	<u>0:39</u>	<u>1:23</u>	<u>2:25</u>	1:32
問 8	中間 3-劣勢 1	<u>0:33</u>	<u>2:18</u>	<u>4:08</u>	<u>1:08</u>	<u>1:25</u>	<u>2:42</u>	<u>2:54</u>	2:09
問 9	優勢 2-中間 4	<u>0:40</u>	7:40	<u>1:04</u>	<u>1:20</u>	<u>1:21</u>	<u>0:43</u>	<u>0:33</u>	1:54
平均		0:57	5:30	2:04	1:12	1:13	1:18	1:51	

表 4 統制群の各被験者が問を解くためにかかった時間と正誤判定, および, 問題ごとの平均回答時間と被験者ごとの平均回答時間. 問いの順番は被験者ごとに異なるため, 被験者 1 の問いの順番を基準として, 他の被験者が同じ問いの順になるように並び替えている. 数値は, mm:ss で示す. また, 1 分以内の回答は太字, 正答は下線で示す.

問	組み合わせ	被験者 8	被験者 9	被験者 10	被験者 11	被験者 12	被験者 13	被験者 14	問題平均
問 1	中間 2-劣勢 2	<u>1:36</u>	1:04	<u>0:05</u>	4:55	2:49	<u>6:25</u>	<u>3:24</u>	2:54
問 2	優勢 4-劣勢 5	1:14	<u>0:28</u>	1:07	<u>6:31</u>	1:43	<u>4:17</u>	2:26	2:32
問 3	優勢 4-中間 2	<u>0:55</u>	<u>0:58</u>	<u>0:47</u>	<u>2:50</u>	<u>1:07</u>	<u>3:54</u>	<u>2:42</u>	1:53
問 4	優勢 1-中間 1	<u>1:36</u>	<u>0:56</u>	<u>0:26</u>	<u>8:35</u>	<u>2:35</u>	<u>4:38</u>	<u>2:06</u>	2:58
問 5	優勢 3-劣勢 4	<u>0:45</u>	<u>0:42</u>	<u>0:52</u>	<u>3:53</u>	<u>5:43</u>	5:52	<u>1:45</u>	2:47
問 6	中間 5-劣勢 3	<u>0:43</u>	<u>1:03</u>	<u>1:07</u>	<u>4:06</u>	1:34	<u>4:15</u>	2:23	2:10
問 7	優勢 5-劣勢 1	<u>1:08</u>	<u>0:22</u>	<u>0:14</u>	2:20	1:00	4:39	2:00	1:40
問 8	中間 3-劣勢 1	<u>0:36</u>	<u>0:26</u>	<u>0:26</u>	3:52	<u>2:45</u>	7:36	<u>1:49</u>	2:30
問 9	優勢 2-中間 4	<u>2:34</u>	<u>0:45</u>	<u>0:48</u>	<u>6:28</u>	3:22	<u>5:06</u>	<u>2:09</u>	3:01
平均		1:14	0:44	0:39	4:50	2:30	5:11	2:18	

ている研究 [18] が存在する. また, 囲碁の用語の難解さを解決するために, 局面から用語を表示可能なインタフェースによる学習の効率化 [19] も提案されている.

これらの先行研究からも, 初心者者の局面理解に盤面情報の可視化は有効であると考えられる. しかしながら, TCG を対象として初心者者の理解支援を目的とした盤面情報の可視化手法は, 著者らの知る限り存在しない. また, 遊戯王 OCG には多くの専門の用語が存在し, ルールの理解やルールの適用は初心者には難しい. 本来は, 遊戯王 OCG の局面理解ではテキストで示されたカードの効果説明を理解して, カードの連動を把握する必要がある. 本稿で提案した千年眼インタフェースは, この盤面情報を直感的に理解可能な回路図に見立てて可視化することで, 言語情報の理解を必要としない戦況の把握と考察を可能にした.

6. おわりに

本稿では, 遊戯王 OCG の初心者に対して戦況把握を容易にするための戦況可視化手法として, 千年眼インタフェースを提案した. 千年眼インタフェースでは, 遊戯王 OCG におけるカード間の連動とカードの有効化の関係性

を回路図のように表現した. 評価実験では, 2 種類の初期手札を提示し, どちらが有利な手札であるかを回答させた. 結果として, 千年眼インタフェースを用いた実験群は統制群よりも短い回答時間で高い正答率を示した. また, 回答理由や発言内容から, 実験群は KC を有効化するまでの経路に関する発言が多く見られ, 遊戯王 OCG のプレイのポイントであるカードの連動 (つまり, デッキ内の切り札への経路) を意識した戦況把握ができたことが示唆された.

今後は, カードの効果説明テキストからの有向グラフ関係の自動構築やデッキ内での SC や KC 間の経路探索の自動化を試みる. また, デッキ内のカードの連動のみならず, 相手プレイヤーのカードとの連動も踏まえた戦略理解についても議論していく. 千年眼インタフェースにこれらの機能を取り入れることで, 武藤遊戯と海馬瀬人の対戦 *5 のおもしろさを理解可能にする情報可視化を目指す.

謝辞

遊戯王 OCG の初期手札の評価において, 関西大学大学

*5 <https://www.tv-tokyo.co.jp/anime/yugioh-dm/chara/>

院総合情報学研究科の田崎丈太郎氏、永田大志氏の協力を得た。記して謝意を表す。

参考文献

- [1] 伊藤毅志. ゲーム AI 研究の新展開. オーム社, 2023.
- [2] Clayton Lewis. Using the “Thinking-aloud” Method in Cognitive Interface Design. Technical report, IBM Research, 1982.
- [3] 笠原和真, 二本健太, 伊藤崇, 高橋健一, 稲葉通将. Svr を適用した falcon によるトランプゲームに対する学習実験. 知能と情報, Vol. 30, No. 4, pp. 643–651, 08 2018.
- [4] Neil Burch, Martin Schmid, Matej Moravcik, and Michael H. Bowling. AIVAT: A new variance reduction technique for agent evaluation in imperfect information games. *CoRR*, Vol. abs/1612.06915, , 2016.
- [5] Martin Zinkevich, Michael Johanson, Michael Bowling, and Carmelo Piccione. Regret minimization in games with incomplete information. *Proceedings of the 20th International Conference on Neural Information Processing Systems*, 2007.
- [6] 竹内聖悟, 栃川純平, 松崎公紀. 不完全情報ゲーム「ガイスター」における相手駒色推定の有効性評価. 情報処理学会論文誌, Vol. 63, No. 3, pp. 787–795, mar 2022.
- [7] 川上直人, 橋本剛. 『紫駒』を用いた minmax 探索によるガイスター AI の研究. 情報処理学会論文誌, Vol. 62, No. 10, pp. 1716–1723, oct 2021.
- [8] Henry N. Ward, Daniel J. Brooks, Dan Troha, Bobby Mills, and Arseny S. Khakhalin. AI solutions for drafting in Magic: the Gathering. *3rd IEEE Conference on Games*, 2021.
- [9] Timo Bertram, Johannes Furnkranz, and Martin Muller. Predicting human card selection in Magic: The Gathering with contextual preference ranking. *3rd IEEE Conference on Games*, 2021.
- [10] Pablo García-Sánchez, Alberto Tonda, Dan Troha, Giovanni Squillero, Antonio Mora, and Juan J. Merelo. Evolutionary deckbuilding in HearthStone. *2016 IEEE Conference on Computational Intelligence and Games*, 2016.
- [11] Aditya Bhatt, Scott Lee, Fernando de Mesentier Silva, Connor W. Watson, Julian Togelius, and Amy K. Hoover. Exploring the Hearthstone deck space. *Proceedings of the 13th International Conference on the Foundations of Digital Games (FDG)*, 2018.
- [12] 松原仁. コンピュータが人間を超えて将棋や囲碁はどこへ向かうか. 画像電子学会誌, Vol. 46, No. 3, pp. 417–423, 07 2017.
- [13] 馬場匠, 伊藤毅志. 少ない棋譜からの将棋プレイヤー棋力推定手法の提案. 情報処理学会論文誌, Vol. 61, No. 6, pp. 1190–1199, jun 2020.
- [14] 仲道隆史, 伊藤毅志. プレイヤーの技能に動的に合わせるシステムの提案と評価. 情報処理学会論文誌, Vol. 57, No. 11, pp. 2426–2435, nov 2016.
- [15] 亀甲博貴, 森信介, 鶴岡慶雅. 将棋解説文生成のための解説すべき手順の予測. 情報処理学会論文誌, Vol. 58, No. 12, pp. 2070–2079, dec 2017.
- [16] 伊藤毅志. 将棋初心者のための学習支援に関する認知的考察. ゲームプログラミングワークショップ 2003 論文集, Vol. 2003, pp. 110–113, 11 2003.
- [17] 三好竜志, 高井昌彰, 高井那美. 駒の利きを盤面上で可視化する将棋初心者支援システム. 第 76 回全国大会講演論文集, Vol. 2014, No. 1, pp. 329–330, 03 2014.
- [18] 西原陽子, 高山玲央名, 菱田賢祐, 山西良典. コマの配置を

- 用いた争点と玉の危険度の評価による将棋初心者の局面把握支援. 知能と情報 (日本知能情報ファジィ学会誌), Vol. 30, No. 1, pp. 796–803, 2018.
- [19] 龐遠豊, 伊藤毅志. 囲碁学習支援のための用語判定システムの提案. 情報処理学会論文誌, Vol. 59, No. 4, pp. 1286–1294, apr 2018.