

2019年度 卒業論文

TCGにおけるキャラクターの  
性格を反映したNPCの研究

指導教員：渡辺 大地 准教授

メディア学部 ゲームサイエンス  
学籍番号 M0116187  
勢川 航太

2020年2月

2019年度 卒業論文概要

論文題目

TCGにおけるキャラクターの  
性格を反映したNPCの研究

メディア学部

学籍番号：M0116187

氏  
名

勢川 航太

指導  
教員

渡辺 大地 准教授

キーワード

TCG、AI、性格、プレイスタイル

トレーディングカードゲームにはアニメや漫画等の作品と連携しているものが多く、それらのカードゲームはデジタルゲームになった際に、連携している作品を原作としてその登場キャラクターがNPCとして登場する事が多い。そうしたゲームではNPCのキャラクターとカードゲームで対戦するにあたり、NPCがキャラクターらしい戦い方をする事はプレイヤーが世界観に没入するために重要である。既存のTCG デジタルゲーム作品では、NPCにキャラクターらしさを持たせるための方法として原作の漫画、アニメ作品でそのキャラクターが使用していたカードをゲーム内でも使用させている。また、そのキャラクターとの関係が深く描写されていたカードを引く確率を操作することでキャラクターらしさを感じやすくしている。しかし、この方法ではプレイヤーへの公平性を損なってしまう。キャラクターごとにNPCの行動を細かく設定することでもそのキャラクターらしさを再現できると思われるが、制作に時間がかかってしまう。

本研究ではキャラクターの性格によってある程度ゲームのプレイスタイルに特徴が出ると考えた。TCGにおける性格によって戦い方が変化するような場面を定義し、その部分を簡易的に調整してキャラクターらしさを表現できるAI設計手法について提案する。実験用のカードゲームを制作し、提案手法を適用してプレイスタイルに個性を設定したNPCを4種類制作した。これらのNPCがプレイスタイルによって行動に差が出る場面において実際にとった行動を集計、および数名にゲームをプレイしてもらった後にアンケートを行い、設定した個性が現れているか実験した。

# 目次

第1章	はじめに	1
1.1	研究背景、目的	1
1.2	論文の構成	4
第2章	トレーディングカードゲームの概要	5
2.1	トレーディングカードゲームの特徴	5
2.2	一般的なルール	5
2.3	TCG と漫画、アニメの連携	6
第3章	本研究で使用するゲームのルール	7
3.1	カードの種類	7
3.2	フェイズについて	9
3.3	カード同士の戦闘について	10
3.4	デッキ切れについて	10
3.5	対戦準備	11
3.6	ゲームの流れ	11
3.7	カードリスト	12
第4章	研究手法	13
4.1	性格によるプレイ傾向	13
4.2	調整方法	14
第5章	検証と考察	17
5.1	プレイスタイルの調整法の検証	17
5.2	考察	20
第6章	まとめ	22

謝辭 23

参考文献 24

# 目 次

3.1	ユニットカード	8
3.2	マジックカード	8
3.3	特殊ユニットカード	8
3.4	ゲーム画面のスクリーンショット	11

# 表 目 次

5.1	ユニットカードへのアタックが可能な場面 . . . . .	18
5.2	NPC 自身のターンにマジックを使用したか . . . . .	18
5.3	対戦相手のターンにマジックを使用したか . . . . .	19
5.4	特殊ユニットカードを使用したか . . . . .	19
5.5	どのプレイスタイルが表れていると感じたか . . . . .	20

# 第 1 章

## はじめに

### 1.1 研究背景、目的

トレーディングカードゲーム (以下 TCG とする) とは、トレーディングカードと呼ばれる専用のカードを用いて行うテーブルゲームである。「Magic: The Gathering」[1] を始め、「遊☆戯☆王オフィシャルカードゲーム」[2] や「ポケモンカードゲーム」[3] などの多くの TCG がある。日本では漫画やアニメと連動した TCG も多く、「バトルスピリッツ」[4] や「バディファイト」[5] などの作品はアニメ内で登場人物が TCG をプレイするため、販売されるカードがキャラクターグッズとしての役割も持つ。また、「ヴァイスシュヴァルツ」[6] のような既存のアニメ作品等のキャラクターをカードにした TCG も存在する。デジタルカードゲーム (DCG) と呼ばれるデジタルゲームの TCG もあり、「シャドウバース」[7] や「ハースストーン」[8] など e スポーツに採用されているタイトルもある。DCG にはそのゲーム自体を原作とするものが多いが、「遊戯王 デュエルリンクス」[9] や「デュエルマスターズプレイス」[10] など TCG として世に出ているものをデジタルゲームとして再現したものも存在する。DCG にはインターネットを用いて遠くのプレイヤーとも対戦できるという利点がある。TCG を元にしたゲームの場合は、現実で入手が難しいカードを組み込んだデッキで手軽に遊ぶことが出来るといった練習としての使い方もすることが

出来る。その他にコンピューターが操作するノンプレイヤーキャラクター (NPC) と対戦する機能があり、1 人でも NPC を対戦相手としてゲームをプレイすることが出来る。また、TCG をデジタル化した DCG の多くはその元となった作品のアニメ等で登場するキャラクターを対戦相手の NPC として登場させている。

近年、TCG に関連する研究は増加している。野瀬ら [11] は短時間でカードを十分に混ぜることが出来るシャッフル方法について、作成したシミュレーションプログラムの結果から複数のシャッフル方法を比較し、考察を行った。中村 [12] は TCG のゲーム AI についてモンテカルロ木探索と強化学習を組み合わせた NPC を実装し、ルールベース型の NPC と対戦させ、有用性を示した。藤井ら [13] は TCG における戦略の学習機構を開発し、対戦相手の戦略を分析し、その戦略に有効な手を打つ AI を開発した。山田ら [14] は NPC が自身の使用するカードについて学習することで、戦況に対しての最適な行動を選択出来るようにする学習モデルの研究を行った。

その他に対戦型のゲームで NPC に人間らしい行動をさせる研究も行われている。生井ら [15] は将棋における棋風の表れる場面をインタビューによって明らかにし、棋風を感じさせる AI の作成を行った。志水ら [16] は二人ゲームの AI に個性を持ったプレイを実現するために Prior Knowledge と UCT を用いて、どうぶつしょうぎを対象に実験を行った。塩入ら [17] はプレイヤーの行動や状況から感情的な発話で反応する仮想対戦プレイヤーを作成した。布浦 [18] はターン制ストラテジーゲームを対象にファジー論理を用いて、個性を持った AI の設計方法を提案した。また、強さのみを目的としない AI として、池田ら [19] はモンテカルロ碁を用いて接待碁を行う AI を作成するための要素について研究を行った。

TCG アニメ等を原作とした DCG では、プレイヤーが原作キャラクター NPC と対戦する時にまるで原作キャラクターと対戦していると感じるように、そのキャラクターが原作で使用するカードを使ってくる。他にも原作でそのキャラクターとの関係が強く描写されていたカードに対して、NPC がそのカードを使用する優先度を高く設定していることが多い。しかし、この方法の

みでは TCG のルールの性質上優先度の高いカードであっても運によって使用自体が出来ない場面に遭遇する事がある。そうした際にプレイヤーは原作キャラクターと対戦していると感じにくい。ピンチに陥ったプレイヤーが本来はランダムに引くカードをあらかじめ設定したカードに確定するシステムを導入しているゲームもある。そうしたゲームでは NPC はあらかじめ設定するカードにそのキャラクターに対応するカードを設定している場合があり、ピンチの時必ず設定したカードを引けるようになっている。しかし、設定したカードが別のカードと組み合わせる事で効果を発揮するカードである場合に対応出来ないという問題、プレイヤーへの公平性を損なってしまうといった問題がある。

本研究では TCG 本来のルール通りの公平性を保った上で NPC のプレイに原作キャラクターらしさを感じる事が出来れば、キャラクターとの対戦という点で作品への没入感を増すことが出来ると仮定した。TCG には、ランダムに引いたカードの中からどのような戦略を組み立てるかという要素や、同じ種類のカードであっても状況によって攻めの手にも守りの手にもなり得るといった特徴がある。このような TCG の特徴が表れる場面では、TCG プレイヤーの性格によって選びやすい手に傾向があると考えた。本研究ではこのプレイヤーによる手の傾向をプレイスタイルと呼び、NPC のプレイスタイルに原作キャラクターの性格に応じた傾向があればキャラクターらしさを表現することが出来ると考えた。また、TCG の NPC を制作する際に簡単な調整で NPC にプレイスタイルを設定することが出来れば、効率的に様々な原作キャラクターを制作することが可能になると考えた。本研究では TCG におけるキャラクターの性格と、それによってプレイヤーのプレイスタイルに表れる傾向を分類し、NPC への適用を容易に行う手法を提案する。現状の TCG デジタルゲームでは AI のプレイスタイルにキャラクターの性格などによった差が感じづらく、NPC のキャラクター再現が充分に出来ていないと考えた。NPC の思考を細かく手動で設定していけば再現度を上げることは可能と思われるが、制作時間のコストがかかってしまう。本研究ではプレイの傾向を簡単に調整できる TCG のプレイヤー AI を作成した。

## 1.2 論文の構成

本論文は、本章を含めて全 6 章で構成する。2 章では一般的な TCG についての説明を述べる。3 章では本研究で使用するゲームについての説明を行う。4 章では本研究手法である性格とプレイスタイルの関係性とその調整の方法についての説明を行う。5 章では 3 章で説明したゲームに 4 章で説明した方法を設定した検証と考察を行う。最後に 6 章で本研究についてまとめる。

## 第 2 章

# トレーディングカードゲームの概要

### 2.1 トレーディングカードゲームの特徴

TCG とは、イラストやパラメータが書かれた「トレーディングカード」を収集し、そのカードを使って対戦するテーブルゲームである。各プレイヤーは対戦の前にデッキを用意する必要がある。デッキとはルールとして設定された基準を元にカードを組み合わせて構築するカードの束であり、デッキに含まれているカードを使って対戦を行う。対戦は基本的に 1 対 1 で行う。各プレイヤーにはライフポイント等と呼ばれる勝敗を決定するための数値があり、この数が既定の数値を超えたプレイヤーの敗北というようなルールがある。デッキのカードを駆使してこの数値を取り合うという点が TCG の特徴である。

### 2.2 一般的なルール

カードには大きく分けて 2 種類あり、1 つはユニットカード、モンスターカード等と呼ばれるカードである。これは相手のユニットカードや相手プレイヤーへ攻撃することが可能なカードであり、攻撃力等と呼ばれる攻撃の際に参照する数値をパラメータとして持つ。もうひとつはマジックカード等と呼ばれる。こちらは攻撃力にあたるパラメータは持たず、代わりにそのカードを使うことで実行できる処理が設定してある。マジックカードを使用することでユニットカード

の攻撃力を強化したり、相手の行動を阻害するといった設定済みの処理を実行する。また、ゲームによっては裏向きで場に出し条件を満たすことで使用可能になるマジックカードをトラップカードと呼ぶなど、マジックカードの分類から派生した種類のカードが存在する。カードにはその状態によって置く領域が決まっている。主な領域は「山札」、「手札」、「場」、「捨て札」がある。「山札」にはデッキを裏向きで置く。「手札」はデッキから引いたカードが置かれ、ユニットカードを出す、マジックカードを使う、という場合は手札にあるカードで行う。「場」には手札から出されたユニットカードが置かれ、置かれているユニットカードで攻撃を行うことが出来る。「捨て札」は使用出来なくなったカードが置かれる領域であり、相手の攻撃を受けて撃破されたユニットカードや、手札から使用されて効果の処理を終えたマジックカードは捨て札へ置く。

## 2.3 TCG と漫画、アニメの連携

TCG の中には漫画やアニメ作品としても展開しているものがある。こうした作品では元となるトレーディングカードの絵柄として存在しているユニットキャラクター、TCG プレイヤーであるキャラクター等を登場人物としてその TCG をめぐる物語が描かれる。作中では各キャラクターが固有のデッキを用いて TCG で対戦し、強力な能力を持った切り札のカードを使用する場面を話の見せ場として演出している。そして現実で発売されるカードゲーム側は作中のプレイヤーが切り札として使用したカードを商品の目玉としてカードパック等を販売している。こうした TCG を元に制作されたデジタルゲームでは、ネット対戦が可能な点や現実での入手が困難なカードを用意に手に入れることが出来るといった利点がある。また、それらの利点に加えて NPC との対戦で原作となる漫画、アニメ作品の登場キャラクターを対戦相手に出来るという要素を魅力として売り出しているゲームが多い。そのキャラクター要素の表現として、キャラクターが使用するデッキが原作に準じたものであったり、対戦中に発する台詞や原作で馴染みの深いカードを使う際に固有の演出を出す等の表現を用いてキャラクターらしさを表している場合が多い。

## 第 3 章

# 本研究で使用するゲームのルール

本研究ではいくつかの既存の TCG のルールを元に制作したカードゲームを使用する。一般的な TCG としての要素を備えるため、TCG の人気作品によく見られる「ユニットカードとマジックカード」、「手番でないプレイヤーによるカードの使用」、「使用条件が設定されているカード」といった要素を抽出した。

### 3.1 カードの種類

本研究で使用するゲームではユニットカード、マジックカードという 2 種類のカードがある。ユニットカードは相手のユニットカードや相手プレイヤーへ攻撃することが可能なカードであり、攻撃力と呼ばれる攻撃の際に参照する数値をパラメータとして持つ。ユニットカードへ攻撃を行った場合は攻撃した側のユニットカードと攻撃された側のユニットカードの間での勝ち負けを攻撃力を元に決定する。本研究ではこのような 2 枚のユニットカードの勝ち負けを決める処理をバトル、ユニットカードで攻撃を行うことをアタックと呼ぶ。マジックカードは攻撃力にあたるパラメータを持たず、代わりにそのカードを使うことで実行できる処理が設定してある。マジックカードを使用することで設定済みの処理を実行し、ゲームを有利に進めることが出来る。本研究で使用するゲームではマジックカードの使用できるタイミングに条件があり、トラップカード

に近い要素を合わせ持っている。マジックカードに設定した処理をカードの効果と呼ぶ。本研究ではこれらの他に特殊ユニットカードというカードが存在する。通常のユニットカードはデッキから手札に引くことで場に出せるようになるが、特殊ユニットカードはデッキの中には含まれず、手札に持つことは出来ない。その代わりにプレイヤーが自身の場に存在するユニットカード2枚と引き換えに出すことが出来る強力なカードである。以下の図 3.1 は2種類のユニットカード、図 3.2 は2種類のマジックカード、図 3.3 は特殊ユニットカードの画像である。本研究で用いるカードはこの5種類のカードである。



図 3.1 ユニットカード

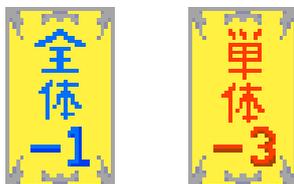


図 3.2 マジックカード



図 3.3 特殊ユニットカード

本ゲームではカードの状態によって置かれる領域が決まっている。領域には「山札」、「手札」、「場」、「捨て札」がある。「山札」にはデッキを裏向きで置く。「手札」はデッキから引いたカードを置き、ユニットカードを出す、マジックカードを使う、という行動は手札にあるカードで行う。

「場」には手札から出されたユニットカードを置き、場のユニットカードはアタックを行うことが出来る。「捨て札」は使用出来なくなったカードを置く領域であり、バトルで負けたユニットカードや、手札から使用して効果の処理を終えたマジックカードは捨て札へ置く。特殊ユニットカードを出す場合の引き換えとなるユニットカード2枚も捨て札に置く。

## 3.2 フェイズについて

本研究では1つの手番をターンと呼び、1ターンの中に2つの段階がある。1段階目をメインフェイズ、2段階目をバトルフェイズと呼び、メインフェイズ、バトルフェイズの順でターンを進める。バトルフェイズを終了することでそのターンが終了し、相手のターンへ移行する。メインフェイズではユニットカード、特殊ユニットカードを出すことが出来る。なお、ユニットカードを出すことが出来るのは1ターンに2回で、特殊ユニットカードについては出す回数は制限されていない。バトルフェイズでは場のユニットカードによる相手への攻撃、手札からのマジックカードの使用が可能になっている。攻撃を行ったユニットはそのターンは攻撃することは出来ない。各プレイヤーにはライフポイントがあり、攻撃時に相手の場にユニットがない場合はプレイヤーへの直接攻撃となり、攻撃したユニットの攻撃力分の数値を相手のライフから引く。ライフの数値が減少することをダメージを受けると表現し、ダメージを受けてライフが0になったプレイヤーの敗北である。また、TCGには相手の場にユニットがいてもユニットへの攻撃と相手プレイヤーへの直接攻撃が選べるものがあるが、本ゲームでは相手プレイヤーの場にユニットがいる場合は必ずいずれかのユニットに攻撃しなければならない。マジックカードに関してはアタックが行われたタイミングでのみ使用が可能になっており、マジックカードの効果を実用した後でバトルやプレイヤーへの直接攻撃のダメージが発生する。マジックカードを使用するタイミングはアタックが行われればどちらのプレイヤーのターンであっても互いのプレイヤーが得る。そのためマジックカードはバトルフェイズに入っているにもかかわらずフェイズを終了する場

合には使うことは出来ない。バトルフェイズが終了するとそのターンが終了になり、相手プレイヤーのターンが開始する。

### 3.3 カード同士の戦闘について

バトルフェイズに入っており、プレイヤーが攻撃を行うユニットカードとその攻撃の対象となる相手プレイヤーのユニットカードを選択することで選んだ2枚でのバトルを行う。ただし、バトルをする組み合わせが決定された後で両プレイヤーはマジックカードによるバトルの補助を行うことが出来る。先に攻撃を行っている側であるターンプレイヤーがマジックカード使用の有無を選択し、使用する場合は手札からマジックカードを1枚選びその場でカードの能力を適用する。能力の適用または使用しないという選択が行われるともう一方のプレイヤーがマジックカード使用の選択に入り、同様にカードを1枚選ぶか使用しないかを選択する。これを交互に繰り返していき、互いのプレイヤーのカードを使用しないという選択が連続した場合にバトルの処理に入る。バトルの処理に入ると戦闘するユニット同士の攻撃力を比べ、負けたユニットは捨て札に置く。この時にバトルに勝ったユニットの攻撃力から負けたユニットの攻撃力を引いた数値分バトルに負けた側のプレイヤーのライフが減少する。両ユニットの攻撃力が同じだった場合はプレイヤーへのダメージは発生しない。

### 3.4 デッキ切れについて

デッキの枚数が0枚になることをデッキ切れと呼ぶ。TCGではこの状態になったプレイヤーは敗北となるルールであることが多く、本ゲームでもデッキの枚数が0枚の状態にカードを引こうとした時、すなわちターン開始時のドロウのタイミングになった時点でそのプレイヤーの敗北としている。

## 3.5 対戦準備

デッキの内容はユニットカードは2種類の内一方が8枚、もう一方のカードが4枚、マジックカードは2種類が4枚ずつの合計20枚となっており、どちらのプレイヤーもデッキ内容は同じとしている。また、特殊ユニットカードについてはデッキ外の専用の領域に置いておく。以下の図3.4は、実際のゲーム画面である。下半分がプレイヤー、上半分が対戦相手のフィールドとなっている。



図 3.4 ゲーム画面のスクリーンショット

## 3.6 ゲームの流れ

ゲームの流れは以下の通りである。

1. 先攻、後攻を決め、デッキをシャッフルした後、初期手札としてカードを5枚引く。
2. デッキからカードを1枚引く。(先攻の1ターン目は不可)
3. メインフェイズに入る。手札からユニットカードを出すか専用の領域に置かれている特殊ユニットカードを出すことができる。

4. バトルフェイズに入る。場のユニットカードで相手にアタックすることが出来る。(先攻1ターン目は不可)
5. アタックが行われた場合は互いにマジックカード使用の選択を行う。使用する場合はそのマジックカードの効果を適用する。
6. 相手にターンを渡す。

2~6 をどちらかのプレイヤーのライフが0になるまで繰り返す。ゲーム開始時のライフは10とした。

### 3.7 カードリスト

本ゲームにおけるカードリストは以下の通りである。

- ユニットカード
  - － ユニットカード (弱) : 攻撃力 2。基本となるユニットでありデッキ内の枚数が多く引きやすい。
  - － ユニットカード (強) : 攻撃力 3。攻撃力が高いがこちらは枚数が少ない。
  - － 特殊ユニットカード : 攻撃力 5。コストにするユニットの組み合わせによらず攻撃力は一律である。
- マジックカード
  - － 単体弱体化 : 相手の場のユニット 1 体を選びその攻撃力を 3 下げる。
  - － 全体弱体化 : 相手の場のユニット全ての攻撃力を 1 下げる。

なお、マジックカードの能力によって下がった攻撃力は元に戻ることは無く、これによって攻撃力が0以下になったユニットはバトルの処理が終了した後に捨て札に置き、場には残らない。

# 第 4 章

## 研究手法

### 4.1 性格によるプレイ傾向

TCG において性格による傾向が出る場面とは、限られた手札からどのような戦略をとるか、という部分から表せると考えた。小林 [20] はアドバンテージと呼ばれる手札や場のカード等の優位性が TCG プレイヤーの基本的な戦略の考え方に関わっているとしている。このようにある程度慣れた TCG プレイヤーは対戦中自身が持つカードについてどういった点でアドバンテージを得る事が出来るかを考えて使用するカードを決定していく。しかし、本ゲームにおけるマジックカードのような非ターンプレイヤーに行動の機会があり、その手によって優位性に変化が生じる場合は戦略に不確定な要素が出てくる。そのためプレイヤーの手の決定基準に推測や本人の性格による所があるとして、不確定な要素がある時に選びやすい戦略を設定することでゲームプレイからそのプレイヤーの性格を表現出来ると考えた。

本研究では性格に基づくプレイの傾向として、大きく 4 種類のタイプに分類した。1 つは、自身の戦術による攻撃を押し通すためにカードを使うという攻めのプレイスタイルである。もう 1 つは相手の反撃の手が尽きたと判断するまで本来の想定する攻撃を行わないという待ちのスタイルである。そして、1 種の強力なカードを軸に戦うことを好む少数重視のスタイル、複数枚のカード

で数の有利を作って戦うことを好む複数重視のスタイルの計 4 種類のプレイスタイルである。

## 4.2 調整方法

本ゲームにおけるプレイスタイルによって戦い方が分かれる場面としては、「攻撃」と「マジックカードの使用」の 2 つの場面では攻め、待ちのスタイルが分かれる事を想定した。「攻撃」の場合は相手がマジックカードを使う可能性がある状況で攻撃が通った場合のダメージを優先する攻めのスタイルか、撃退された時のリスク回避を優先する待ちのスタイルかのどちらかでプレイスタイルが分かれる。「マジックカードの使用」の場合は自身のユニットの攻撃時に相手の格上のユニットを倒す、または相手に与えるダメージを増やす目的でマジックカードを使う攻めのスタイルか、攻撃してきた相手のユニットを弱体化、または倒すことを目的に使う待ちのスタイルか、という形で大きく戦術が分かれる。少数重視、複数重視のスタイルに関しては、「特殊ユニットカードの使用」によって分けられると考えた。高い攻撃力を持つが倒された時のリスクも大きい特殊ユニットカードを使うか、ユニットカードを複数出して 1 枚倒されてもピンチになりにくい状況を作るか、という形でプレイスタイルが分かれる。本研究では AI のプレイスタイルを調整するための数値として、攻め、待ちのスタイルを調整する値、少数、複数重視のスタイルを調整する値の 2 つを AI の行動選択の式に設定した。

本研究の AI は自身の行動を決定する際にその時のゲームの状況と自身が実行可能な行動を数値化し、1 つ 1 つの行動に対して自身にとって有利になり得る行動かどうかを判断する。「攻撃」の場面ではユニットカードの攻撃力差、自身が手札に持つマジックカードの数、相手の手札の枚数から推測する相手のマジックカードの数が判断の基準になる。AI 自身の場のユニットカード 1 枚を  $i$  とおき、その攻撃力を  $x_i$ 、AI から見た対戦相手の場のユニットカード 1 枚を  $j$  とおき、その攻撃力を  $y_j$ 、AI が手札に持っているマジックカードの数を  $a$ 、AI の対戦相手の手札の数を  $b$ 、攻め、待ちのプレイスタイルを調整する 3 から -3 の数値を  $c$  とおき、以下の式 (4.1) からアタックの

判断を行う。 $c$ の値は大きい程攻め寄りのスタイルとなり、小さい程待ち寄りのスタイルになる。

$$A = 2(x_i - y_j) + a - \frac{b}{2} + c. \quad (4.1)$$

2枚のユニットカードの攻撃力の差はアタックの判断を行う上で重要な情報のため、 $x_i$ と $y_i$ の差には2をかけている。また、相手のマジックカードの数を推測した数値として $b$ を2で割っており、この設定は全てのNPCに共通となっている。この計算を全てのユニットカード $i$ と $j$ の組み合わせで行い、 $A$ が1以上かつ最も数が大きかった時のユニットカード $i$ で対戦相手のユニットカード $j$ へのアタックを行う。 $A$ が0以下だった場合は、その時のユニットカード $i$ で対戦相手のユニットカード $j$ にアタックすると自身が不利になると判断し、アタックは行わない。対戦相手の場にユニットカードが存在しない場合は $y_j$ 、 $a$ に0を代入して計算する。「マジックカードの使用」の場面では、バトルを行うユニットカードの攻撃力、AI自身の手札にあるマジックカードの数と種類を判断の基準とする。AIの手札にあるマジックカード1枚毎に計算を行い、この時に参照するマジックカードが2種類の内のどちらであるかによって計算に使用する式が変化する。相手のユニットカード1枚の攻撃力を-3する効果を持つマジックカードの場合は、バトルを行うとしている両プレイヤーのユニットカードの内AI側のユニットカードの攻撃力を $x$ 、対戦相手側のユニットカードの攻撃力を $y$ 、AIが手札に持っているマジックカードの数を $a$ 、攻め、待ちのプレイスタイルを調整する数値を $c$ 、消費するカード1枚分の価値を $d$ とおき、以下の式(4.2)で判断を行う。こちらの $c$ についても式(4.1)と同様に大きい程攻め寄りのスタイルとなり、小さい程待ち寄りのスタイルになる。

$$B = x + (y - 3) + a + c - d. \quad (4.2)$$

マジックカードの効果による分として、 $y$ の数から3引いている。相手のユニットカード全ての攻撃力を-1するマジックカードの場合は、AIの対戦相手の場に存在するユニットカードの数 $e$ を加え、以下の式(4.3)で計算を行う。

$$C = x - |x - y| + a + c - d + e. \quad (4.3)$$

上記の式 (4.2)、(4.3) についても「攻撃」の場面と同様に  $B$ 、 $C$  の中から 1 以上かつ最も大きかった時のマジックカードを実際に使用する。0 以下の場合は、そのマジックカードは使用せず温存すると判断する。なお、上記のマジックカードの使用に関する式はどちらも AI 側のターンの時に適用される式であり、対戦相手のターン中にマジックカードを使用するか思考する場合はプレイスタイル調整の数値  $c$  の正、負を逆にして計算を行う。これにより、 $c$  を正の数に設定した AI はその分アタックを行う、自身のターン中にマジックカードを使用するという 2 つの行動をとりやすくなり、相手のターン中にはマジックカードを使用しづらくなる。逆に  $c$  を負の数に設定した AI は相手のターン中にマジックカードを使用しやすくなり、自身のターン中のマジックカードの使用とアタックを行う判断をしづらくなる。こうした特徴によって攻めのスタイルと待ちのスタイルを表現する。なお、これらの「攻撃」、「マジックカードの使用」の思考は、どのユニットカードでアタックを行っても相手のユニットカードに勝つことが不可能、相手のアタックに対して手札にあるマジックカードを使わなければ敗北する、といった結果が絶対に覆らないような場面においては計算によらず有効な行動をとるように設定している。少数、複数重視のプレイスタイルに関しては特殊ユニットカードを使用するかどうかを判断する式によって調整を行う。AI の場に存在する 2 枚のユニットカードの攻撃力の合計を  $f$ 、AI の場に存在するユニットカードの数を  $g$ 、消費するカード 1 枚分の価値を  $d$ 、少数、複数重視のプレイスタイルを調整する 2 から -2 の値を  $h$  とおき、以下の式 (4.4) で計算を行う。 $h$  の値が大きい程少数重視のスタイルとなり、小さい程複数重視のスタイルになる。

$$D = 5 - f + g - d + h. \quad (4.4)$$

式 (4.4) 中の 5 という値は特殊ユニットカードの攻撃力による分として設定した。AI は自身のメインフェイズ中に上記の式 (4.4) を AI の場のユニットカードの全ての組み合わせで計算し、最も大きかった  $D$  が 1 以上であればその組み合わせのユニットカード 2 枚を使って特殊ユニットカードを出す。そうでなければ特殊ユニットカードを出さずにバトルフェイズに移行する。

# 第 5 章

## 検証と考察

### 5.1 プレイスタイルの調整法の検証

3 章で説明したゲームのプログラムを制作し、4 章で説明したプレイスタイルの調整法を適用して検証実験を行った。実験の対象として、攻め、待ちのプレイスタイル調整の数値  $c$  を 3 に設定し、少数、複数のプレイスタイル調整の数値  $h$  を 2 に設定した攻め、少数型のスタイルの NPC(typeA)、 $c$  を 3 に、 $h$  を -2 に設定した攻め、複数型のスタイルの NPC(typeB)、 $c$ 、 $h$  をどちらも 0 に設定した特にスタイルを持たない NPC(typeC)、 $c$  を -3 に、 $h$  を 2 に設定した待ち、少数型のスタイルの NPC(typeD)、 $c$  を -3 に、 $h$  を -2 に設定した待ち、複数型のスタイルの NPC(typeE) の 5 種類を用意した。キャラクターは極端な特徴づけがされている事が多いため、実験用 NPC についてもスタイルの設定を極端なものにし、 $c$ 、 $h$  の内の片方のみを 0 としたものは対象外とした。また、5 種類の NPC 全てに対し、マジックカード、特殊ユニットカードの使用について思考する際の消費するカード 1 枚分の価値  $d$  を 2 で固定している。これらの 5 種類の NPC をそれぞれ typeC の NPC と 20 回対戦させ、その中でアタックが可能な場面、マジックカードが使用出来る場面、特殊ユニットカードを出せる場面での NPC がとった行動を集計した。アタックが可能な場面とは、NPC の場にそのターン中にアタックを行っていないユニットカード

が存在する状態である。アタックを行っていないユニットカードそれぞれについて式 (4.1) で思考を行い、 $A$  が 1 以上ならそのユニットカードでアタックを行い、そうでなければそのユニットカードではアタックを行わないと判断する。この「アタックを行った割合」、「アタックを行わないと判断した割合」を集計した。表 5.1 はアタックが可能な場面の結果である。

表 5.1 ユニットカードへのアタックが可能な場面

	アタック有	アタック無
typeA	約 86 % (65/76)	約 14 % (11/76)
typeB	約 77 % (53/69)	約 23 % (16/69)
typeC	約 67 % (68/101)	約 33 % (33/101)
typeD	約 43 % (43/101)	約 57 % (58/101)
typeE	約 30 % (26/88)	約 70 % (62/88)

表内の括弧内の数字は実際に行動をとった回数とアタックが可能な場面の総数となっている。

マジックカードが使用出来る場面では、その場面に遭遇した中の「マジックカードを使用した割合」、「マジックカードを使わないと判断した割合」の 2 つを、NPC 自身のターン中とそうでない場合のそれぞれについて集計した。マジックカードを使用しなければ敗北するような計算する余地の無い場面での選択は集計の対象外としている。以下の表 5.2 が NPC 自身のターン、表 5.3 が NPC の対戦相手のターン中の結果である。

表 5.2 NPC 自身のターンにマジックを使用したか

	マジックを使用した	マジックを使用しなかった
typeA	100 % (60/60)	0 % (0/60)
typeB	約 98 % (45/46)	約 2 % (1/46)
typeC	約 77 % (40/52)	約 23 % (12/52)
typeD	約 29 % (12/42)	約 71 % (30/42)
typeE	25 % (2/8)	75 % (6/8)

表 5.3 対戦相手のターンにマジックを使用したか

	マジックを使用した	マジックを使用しなかった
typeA	約 23 % (6/26)	約 77 % (20/26)
typeB	約 26 % (11/42)	約 74 % (31/42)
typeC	約 62 % (28/45)	約 38 % (17/45)
typeD	約 86 % (62/72)	約 14 % (10/72)
typeE	約 83 % (65/78)	約 17 % (13/78)

括弧内の数字は実際に行動をとった回数とマジックカードの使用が可能な場面の総数である。

typeA の対戦相手のターン中、typeE の自身のターン中はどちらも場面の全体数自体が少なくなっている。

特殊ユニットカードを出せる場面についての結果は以下の表 5.4 の通りである。

表 5.4 特殊ユニットカードを使用したか

	特殊ユニットを使用した	特殊ユニットを使用しなかった
typeA	約 79 % (34/43)	約 21 % (9/43)
typeB	約 8 % (3/39)	約 92 % (36/39)
typeC	約 36 % (21/58)	約 64 % (37/58)
typeD	約 75 % (46/61)	約 25 % (15/61)
typeE	約 15 % (10/65)	約 85 % (55/65)

特殊ユニットカードを出せる場面に関しては NPC によって場面の総数に極端な差は見られなかった。

また、本手法を適用した NPC と人間のプレイヤーが対戦する形で 8 名の被験者で検証実験を行った。最初に操作方法、ルールの説明を兼ねて本手法を適用していない NPC と対戦を 1 度してもらった。その後、typeA、typeB、typeC、typeD、typeE のそれぞれと 1 回ずつ対戦してもらった後、typeC 以外の 4 種の NPC についてどのプレイスタイルだと感じたか意見を聞いた。なお、被験者には NPC のプレイスタイルに特徴を付けていることまでを伝え、半分は A、E、D、B、C の順番で対戦し、もう半分はその逆の順番で対戦してもらった。

表 5.5 どのプレイスタイルが表れていると感じたか

	typeA	typeB	typeD	typeE
攻め、少数	6	0	1	0
攻め、複数	0	5	0	0
待ち、少数	0	0	6	0
待ち、複数	0	1	0	5
攻めのみ	0	0	0	0
待ちのみ	0	0	0	2
少数のみ	1	0	1	0
複数のみ	0	0	0	1
感じられなかった	1	2	0	0

結果としては複数重視の部分に関してはプレイスタイルを感じづらかったという意見が他のスタイルに比べて多かった。

## 5.2 考察

結果としては本手法が有効であるとは言い切れない結果となった。特に複数重視のスタイルに関しては感じられなかったという回答が多かった。これは少数重視の NPC は特殊ユニットカードを使うという行動が基準となるのに対して、複数重視のスタイルは通常のユニットカードが中心となるため印象に残りづらかったのではないかと考えられる。待ちのスタイルが感じられたという被験者の意見に「ユニットがいるのに攻撃をしない時があったから待ちのスタイルだと感じた」という意見があった。これは、NPC が攻撃を行うかどうかの選択で攻め型の NPC はほとんどの場面で攻撃を行うのに対して待ち型は自身のユニットを確実に場に残すためにあえて攻撃を行わない時があったことが理由として考えられる。マジックカードの場合は NPC の使用しないという選択に対してあえて使わなかったか該当カードを引いていなかったという 2 つの可能性がスタイルによらず考えられるが、攻撃の有無に関しては公開されている場のカードで行われるため、NPC が有利な状況でも攻撃しなかった場合の印象が残りやすかったのではないかと考えら

れる。

## 第 6 章

### まとめ

本研究では TCG の NPC に対しキャラクターの性格に基づいた手の決定をするような設定を簡易的に出来るようにすることを目的に、NPC の行動を少ない設定項目で制御する方法を作成し、既存の TCG を参考に制作したゲーム上で NPC プレイヤーに適用した。4 種類のプレイスタイルを持った NPC を作成し、ゲーム中に NPC がとった行動の割合を集計した。また、人にゲームをプレイしてもらい、NPC に個性が表れているかどうかアンケートを行った。しかし、実際にプレイした人の感想としては、一部のプレイスタイルでははっきりと個性が現れているとは言い切れない結果となった。また、カードゲームの AI に本手法を適用するにあたり、本研究では比較的シンプルなカードゲームを制作して実験を行ったが、実際の TCG は多くの種類のカードがあり、ルールも複雑になっている。実際に活用する際は、そうした各 TCG 作品独自のルールにより複雑化した環境でも本手法が適用できるかといった事を考える必要があると思われる。

# 謝辞

様々なご指導をして頂いた渡辺先生、阿部先生に心より感謝申し上げます。第一稿の提出前に論文を添削して頂いた院生の先輩方もお忙しい中ご迷惑をおかけしました。共に研究を進めてきた研究室の仲間達も相談しあったり実験に協力して貰ったり、本当にありがとうございました。

# 参考文献

- [1] Wizards of the Coast LLC. Magic: The Gathering. <http://magic.wizards.com/en/magic-gathering>. 参照:2019.12.20.
- [2] KONAMI. 遊戯王 OCG デュエルモンスターズ. <https://www.yugioh-card.com/japan/>. 参照:2019.12.20.
- [3] 任天堂. ポケモンカードゲーム. <https://www.pokemon-card.com/>. 参照:2019.12.20.
- [4] バンダイ. バトルスピリッツ. <https://www.battlespirits.com/>. 参照:2019.12.20.
- [5] ブシロード. フューチャーカード バディファイト. <https://fc-buddyfight.com/>. 参照:2019.12.20.
- [6] ブシロード. ヴァイスシュヴァルツ. <https://ws-tcg.com/>. 参照:2019.12.20.
- [7] Cygames. シャドウバース. <https://shadowverse.jp/>. 参照:2019.12.20.
- [8] BLIZZARD ENTERTAINMENT. ハースストーン. <https://playhearthstone.com/ja-jp/>. 参照:2019.12.20.
- [9] KONAMI. 遊戯王 デュエルリンクス. [https://www.konami.com/yugioh/duel\\_links/ja/](https://www.konami.com/yugioh/duel_links/ja/). 参照:2019.12.20.
- [10] タカラトミー. デュエル・マスターズ プレイス. <https://dmps.takaratomy.co.jp/>. 参照:2019.12.20.

- [11] 野瀬彰大, 深川大路. TCG におけるシャッフル手法に関する計算機実験を用いた考察 (ゲーム情報学 (gi) vol.2011-gi-25). 情報処理学会研究報告, Vol. 2010, No. 6, pp. 1–8, apr 2011.
- [12] 中村杏. モンテカルロ木探索に基づいたトレーディングカードゲームプレイヤー. 法政大学大学院紀要. 情報科学研究科編 = 法政大学大学院紀要. 情報科学研究科編, No. 9, pp. 125–130, mar 2014.
- [13] 藤井叙人, 片寄晴弘. 戦略型トレーディングカードゲームのための戦略獲得手法. 情報処理学会論文誌, Vol. 50, No. 12, pp. 2796–2806, dec 2009.
- [14] 山田豊大, 阿原一志. トレーディングカードゲームにおけるデッキ作成とエージェント構築を目標としたニューラルネットを用いた学習モデルの検討. ゲームプログラミングワークショップ 2018 論文集, 第 2018 巻, pp. 128–132, nov 2018.
- [15] 生井智司, 伊藤毅志. 将棋における棋風を感じさせる AI の試作. Technical Report 3, 電気通信大学大学院情報理工学研究科, 電気通信大学大学院情報理工学研究科, jun 2010.
- [16] 志水翔, 金子知適. 二人ゲームプレイヤーの Prior Knowledge を用いた UCT による個性の実現手法と評価. ゲームプログラミングワークショップ 2014 論文集, 第 2014 巻, pp. 188–195, oct 2014.
- [17] 塩入健太, 星野准一. 仮想対戦プレイヤーの感情的発話生成. Technical Report 125(2005-EC-002), 筑波大学大学院 システム情報工学研究科, 筑波大学大学院 システム情報工学研究科, dec 2005.
- [18] 布浦拓実. ターン制ストラテジーゲームにおけるファジー論理を用いた個性的な AI 設計手法. 学部卒業論文, 東京工科大学メディア学部 ゲームサイエンス プロジェクト, 2014.
- [19] 池田心, Viennot Simon. モンテカルロ碁における多様な戦略の演出と形勢の制御～接待碁 AI に向けて. ゲームプログラミングワークショップ 2012 論文集, 第 2012 巻, pp. 47–54, nov 2012.

- [20] 小林周平. トレーディングカードゲームにおける勝負を拮抗に導くアルゴリズムの提案. 学部卒業論文, 東京工科大学メディア学部 ゲームサイエンスゲームイノベーション プロジェクト, 2015.