

# 非言語的コミュニケーションゲーム「DREAMS」を用いた研究計画 A Research Plan by Using the Nonverbal Communication Game “DREAMS”

浅野旬吾<sup>†</sup>, 伊藤毅志<sup>‡</sup>

Shungo Asano, Takeshi Ito

電気通信大学

The University of Electro-Communications

<sup>†</sup>asano@minerva.cs.uec.ac.jp, <sup>‡</sup>ito@cs.uec.ac.jp

## 概要

本報告では、正体隠匿型の多人数ゲーム「DREAMS」を紹介する。本ゲームの特質について述べ、このゲームでは、非言語的コミュニケーションにおける解釈や相互理解が必要なゲームであることを説明する。そして、このゲームをコンピュータ上で対戦するために現在開発中のデジタルプラットフォームについて説明し、このゲームを用いて考えうる認知科学的研究について説明する。

キーワード: 正体隠匿型ゲーム, 非言語コミュニケーション, 解釈, デジタルプラットフォーム

## 1. はじめに

Alpha Go の登場で、ゲームの人工知能的研究の方向性はより複雑な不完全情報ゲーム (ガイスター, 人狼など) [1][2]や、より不確定要素のある現実的なゲーム (カーリング, ミニ四駆 AI など) へとターゲットを広げている[3][4]。人工知能にとって難しい課題は、膨大な計算や局面の認識といった問題から、プレイヤー同士のコミュニケーションや状況に応じて臨機応変にモデルを変えるような課題へとシフトしていると言える。

コミュニケーションを中心課題にしたゲームの研究としては、「人狼」を対象とした研究が挙げられる。人間同士の人狼のプレイを考えると、自然言語理解だけでなく、身振りや手振り、表情などの非言語コミュニケーション、論理的思考、相手を論破したり、誘導したりする話術、人間関係や相手モデルなどの多岐にわたる認知科学的課題が詰まっている。これは、チャレンジングな研究テーマである反面、研究の目標を絞りにくいという欠点も有している。

本研究では、ゲームの勝敗が明確で非言語コミュニケーションによる意図把握がゲームの勝敗に強く関連する「DREAMS」というゲームを紹介する。このゲームを対象とした認知科学的研究の方向性と展望について議論する。

## 2. DREAMS とは

### 2.1. 概説

DREAMS は 2016 年にドイツの Zoch から発売された正体隠匿型の多人数ボードゲームである[5]。日本では、アークライトから日本語版が発売されている。比較的新しいゲームであり、国内ではまだまだあまりプレイヤー人口は多くない。

### 2.2. ルールとプレイ

DREAMS は、3 人～6 人でプレイするパーティ型ボードゲームである。

初めに、場に 4 枚の抽象的な絵が描かれたカードが出される。そのカードには、①から④の番号が振られている。一方、プレイヤーには、マーカーが全員に配られる。マーカーには人のシルエットが描かれたものか①から④の番号のいずれかが書かれている。人のシルエットマーカーは 1 枚だけであり、それが配られた人は人間役となり、そのほかのカードには同じ番号が書かれていて、番号のカードが配られた人は神様役となる。神様陣営は、このカードによって①から④の答えとなる絵を知ることができ、人間だけはどれが答えかわからない。

ゲームは、石を置くフェーズと投票フェーズからなる。ゲームが始まると石を置くフェーズに移行する。このフェーズでは、手番のプレイヤーは、絵を参考にして 3 種の石 (白, 灰色, 黒) のうち 1 個を、天空マットの上の任意の位置に自由に配置する。手番は全プレイヤーに順々に 3 周し、全員が持っている石を天空マットの上に置き終えたら、投票フェーズに移る。

投票フェーズでは、神様役は誰が人間かを、人間役はどれが答えの絵なのかを予想する。予想的中に応じてプレイヤーは点数を得る。また、誰からも人間と投票されなければ得点が増加される。投票フェーズが終わると 1 ラウンド終了となり、プレイヤーの得点



図1 ゲームプレイ中の場の例

を計算する。規定点（16点）に到達したプレイヤーが一人でもいればゲームは終了となり、16点以上のプレイヤーが勝利となる。但し、同時に16点以上になったプレイヤーが複数いた場合、最も得点の高いプレイヤーが一人勝利となり、最も得点の高いプレイヤーが複数人居た場合、それら全員勝利となる。

図1は、ゲームプレイ中の場の一例を示している。左側4枚の絵が最初に配置されるカードであり、プレイヤーにはマーカーが配られる。図1の場合、②が神陣営に配られ、②の絵が正解であることが神様に知らされる。一方、人間はどれが正解の絵かわからないままに、神様の配置する石を参考にしながら石を置いていく。神様は人間に正解の絵を悟られないように、しかし他の神様から疑われないように石を置いていく。

### 2.3. ゲームの特質

本ゲームは、人狼などのゲームのように、プレイヤーは人間役以外お互いの役職を知らない正体隠匿型ゲームである。プレイの特徴として、合法手は最後のターンの「投票フェーズ」以外は、天空マット上に3種の石のいずれかを置くという行動だけである。

神様役のプレイヤーは、4枚の絵と天空マット上に配

置された石から人間を探し出し、人間役のプレイヤーは正しい絵を見つけ出す。

本ゲームでは、神様陣営は天空マットの石の配置から他者のプレイの意図をくみ取りつつも、時には人間を誤った絵に誘導しようとしたり、自身が神様であることをアピールしたりする。逆に人間側も、神様陣営のプレイの意図を押し量り、人間であるとバレないように、神様陣営の意図に合わせるようなプレイをする。これを言語ではなく石の配置のみで行うところが興味深い。正体隠匿型非言語コミュニケーションゲームであると言える。

人狼とは異なり、ゲームとしての勝敗も明確で、得点による勝敗条件も明確であるので、求められる戦略も議論しやすい。

## 3. DREAMS を題材とした研究の展開

### 3.1. DREAMS のプレイに必要な認知過程

DREAMS は、人間の非言語的コミュニケーション能力が求められるゲームである。プレイヤーは、絵をどのように解釈し、3種類の石を使ってどのように自身の意図を伝えるのか、他者の置いた石の配置から、そのプ

レイヤの意図をどのように解釈し、理解するのかといった高度に認知的な問題解決能力が求められる。

実際、このゲームをプレイすると、3種類（白色、灰色、黒色）の石をどのように使うのかは、プレイヤーの感性に委ねられていて、輪郭を表すのか、その部分の色の濃さを表すのかは状況によって異なる。他者がどのような意図でその石を置いたのかということについては、相互に誤解しながら理解しあうことも起こりうる。

図2は、AとBの二人の相互理解を図式化したものである。Aは、「ある事柄に関するAの解釈」と「Aが推定するBがどのように解釈しているか」ということを比較して、概ねそれが一緒であるときに、AはBと理解しあえたと感じる。Bもその逆を行って理解しあえたと感じる。相互が理解しあえたと感じたときに、相互理解という状況が実現すると言える。

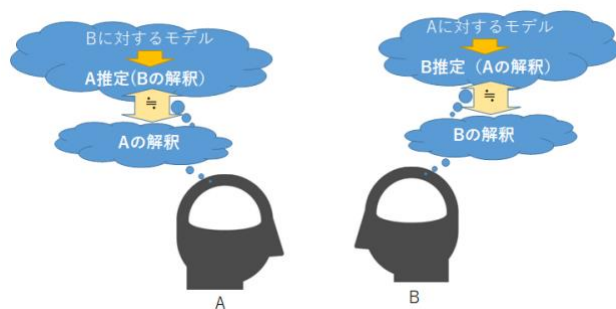


図2 相互理解という状況

しかし、Aが考えるBの解釈と実際のBの解釈が等しいとは限らない。逆も然りである。このゲームでは、しばしば意図が伝わったと感じる時があるが、ゲームが終了してみると、どちらかがどちらかを騙していたり、両方とも誤解していたりという状況がよく起きる。

DREAMSのプレイにおいては、プレイヤーは、非言語的情報である石の配置から、相手のプレイの意図の推定、解釈、相手モデルの推定、相手が自分に対してどのようなモデルを持っているのかというメタ相手モデルの推定などの複雑な思考を必要とする。

### 3.2. DREAMS を研究対象とする意義

人間同士では、相手が何を理解したのかを完全に知ることが物理的に不可能であるので、論理的な意味での相互理解はあり得ない。人間のコミュニケーションはそもそもどうしても不完全であるので、何らかの前提知識で補って相互理解が成立したと推定しているに過ぎない。DREAMSはこの人間の不完全なコミュ

ニケーションを体現しており、人間の相互理解や誤解、誘導や欺騙の構造を研究するのに適した題材であると考える。

DREAMSを題材にして、プレイヤーの相互理解や誤解がどのように行われるのかを調べる研究が考えられる。これらの研究を通して、人間の相手モデルの構築、解釈、理解の過程に関する研究を計画していきたい。

### 3.3. 対戦環境の整備

DREAMSは多人数プレイのゲームであるので、プレイしている個々の思考過程を抽出するためには、別室で対戦できる環境を整える必要がある。

当研究室では、まずは、人間プレイヤー同士がコンピュータ上で対戦できるデジタルプラットフォームを構築した。現在のところ、プレイの人数を4名に限定しているが、これは3名～6名に変更することも可能である。ここでは、このデジタルプラットフォームについて説明する。

#### 3.3.1. 開発環境について

デジタルプラットフォームは、Unity Technologiesが開発したゲームエンジン「Unity」を使用して開発している[6]。また、複数人が異なる端末からオンラインで通信対戦できるようにするために、Exit Gamesが提供しているネットワーキングエンジン「Photon Unity Networking（以下PUN）」を使用している[7]。

#### 3.3.2. RPCを用いた対戦管理と進行

デジタルプラットフォームを用いてオンライン対戦をする際には、まず初めにマッチングが行われる。現在開発中のシステムでは、各プレイヤーがクライアントとしてサーバに接続することで、以下のような手順で自動的にマッチングが行われる。

- 1) 各プレイヤーはそれぞれデジタルプラットフォームを起動してマッチング申請をして、マッチング待ち状態にする。
- 2) 最初にマッチング待ち状態になったプレイヤーが自動的にマスタークライアントとなりルームを構成する。それ以降に待ち状態になったプレイヤーはそのルームに入り、クライアントとなる。
- 3) 4名のプレイヤーが待ち状態になったら、ルームは自動的に閉じられ、マッチングは完了する。この時、

待ち状態のプレイヤー数は0となる。

マッチングが完了すると対戦を行うために、各クライアント間でゲームの進行状況を合わせたり、ゲームに関する情報を送受信したりする必要があるが、その際には PUN の機能の 1 つである RPC (Remote Procedure Call) という機能が用いられる。

RPC とは、指定した関数を指定したクライアントの環境下で実行するように命令する機能である。これによって、クライアント間でゲームの進行状況を合わせることが可能にしている。

例えば、陣営を確認するための関数 JobCheck で説明しよう。ゲーム開始時には、まずそれぞれのプレイヤーの陣営を確認する必要がある。この場合、図 3 の上に示すように、マスタークライアントは RPC を用いて関数 JobCheck を全クライアントの環境で実行するように命令する。すると、図 3 の下に示すように、全クライアントにおいて、陣営を確認する場面へとゲームを進化する関数 JobCheck が実行され、ゲームの進行状況が陣営を確認する場面へと進行する。これにより、ゲームの進行状況を各クライアント間で同期させることができる。

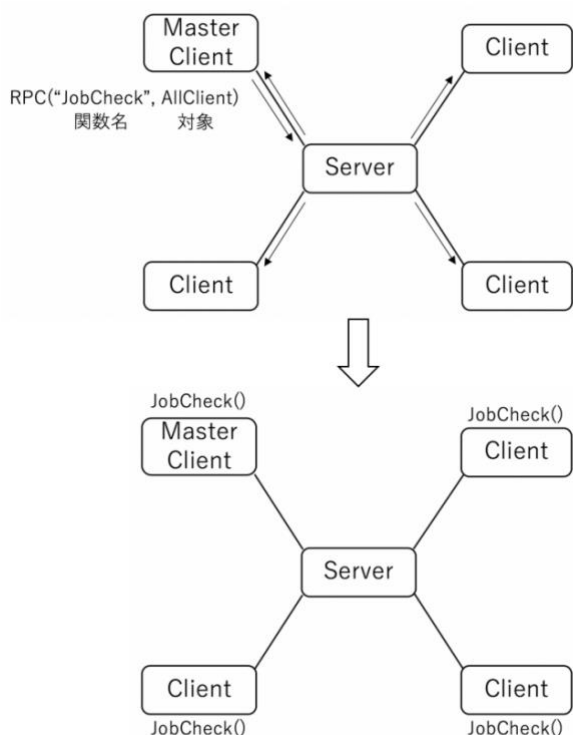


図 3 RPC の使用例 (ゲームの進行状況を同期する)

RPC で実行する関数には引数を渡すこともできる。これにより、ゲームに関する情報を引数に渡して他の

クライアントの環境で関数を実行することで、ゲームの進行状況を合わせるだけでなく、ゲームに関する情報を送受信することも可能になる。

ここでは、一例として、プレイヤーが新たに置いた石の情報を、置かれている全ての石の情報を格納しているデータに追記するための関数 PutStone を使って説明する。

図 4 の上に示すように、関数 PutStone は、「石の置かれた x 座標」、「石の置かれた y 座標」、「置かれた石の色」、「置くまでに要した思考時間」を引数としてとる。手番プレイヤーが石を置くと、石を置いたクライアントは、RPC を用いて上述の引数を持った関数 PutStone を全クライアントの環境で実行するように命令する。すると、図 4 の下に示すように、全クライアントにおいて、引数を持った関数 PutStone が実行され、手番プレイヤーによって置かれた石の情報を、引数から受け取って各クライアントの環境における置かれている全ての石の情報を格納しているデータの中に追記する。各プレイヤーが石を置くたびにこの処理が行われ、全クライアントに置かれている石の情報が伝達される。このようにして、各クライアント間でゲームに関する情報を送受信することができる。

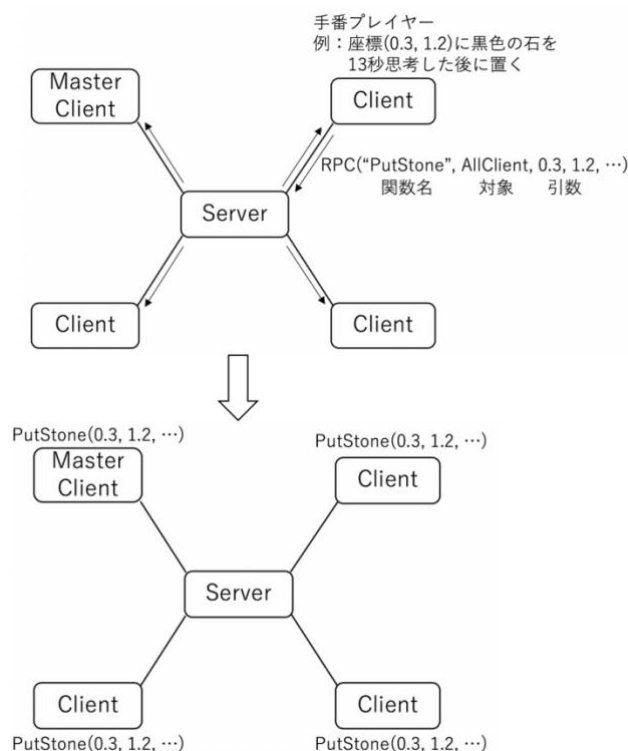


図 4 RPC の使用例 (ゲームに関する情報を共有する)

石を置くフェーズが終了すると、投票フェーズに移

行する。このフェーズでは、RPC を用いて関数を実行する対象をマスタークライアントのみに指定することで、各プレイヤーの投票内容をマスタークライアントに集約し、集約された投票内容から点数計算を行い、その計算結果を再びマスタークライアントから全クライアントに送信するという形で対戦データが共有され、対戦が進行する。

### 3.3.3. ゲームの処理の流れ

ここでは、このデジタルプラットフォームを使用して人間プレイヤーがゲームを一通りプレイする際の一連の処理の流れについて説明する。

#### (1) マッチング

各プレイヤーは、デジタルプラットフォームを起動して、プレイヤー名の入力とマッチング申請を行うと自動的にマッチング待ち状態となる。最初にマッチング待ちになったプレイヤーがマスタークライアントとなり、それ以降にマッチング待ちとなったプレイヤーは自動的にクライアントとなる。4名集まるとマッチングが完了し、ゲーム開始となる。

#### (2) 陣営確認

ゲームが開始されると、まず、マスタークライアントがゲームに必要な情報（誰が人間役か神様役か、どの4枚の絵を使用するか、本物の絵がどれかなど）をランダムに決定し、全クライアントに送信する。各クライアントは、マスタークライアントから受信した情報をもとに、このラウンドの初期情報が保持され、今回のラウンドにおける自分の陣営が表示され、神陣営であればどの絵が正解かも表示される。図5は神陣営のプレイヤーに提示された陣営確認の表示例である。全プレイヤーがこれを確認したら、石を置くフェーズに移行する。

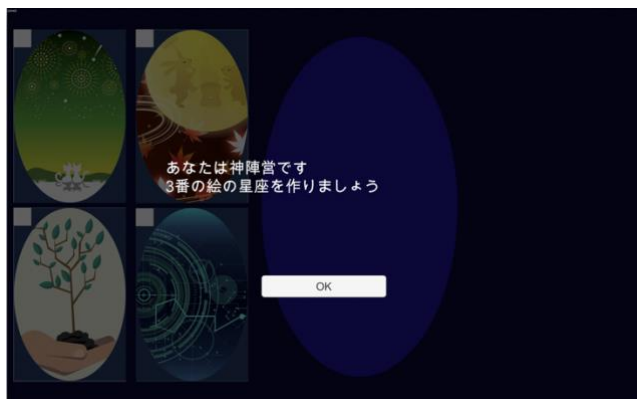


図5 陣営確認画面

#### (3) 石を置くフェーズ

陣営確認が終わると、石を置くフェーズに入る。ここでは、自分の手番の時のみ、入力が行える。他プレイヤーの手番の時には、石が置かれると、画面の盤面情報が随時更新される。直前に置かれた石には赤色のハイライトが付けられ、誰がどこに置いたのかを確認できるようにしている。自分の手番になると、石を置く入力を行うことができる。置く石の種類を決め、盤面上の既に置かれている石の近傍以外の任意の位置をクリックすることで石を置くことができる。

図6は石を置くフェーズにおけるプレイヤーに表示される画面の一例である。この画面から、この局面がPlayer2の手番であり、直前のPlayer1が白の石を赤いハイライトの位置に置いた状態であることが読み取れる。

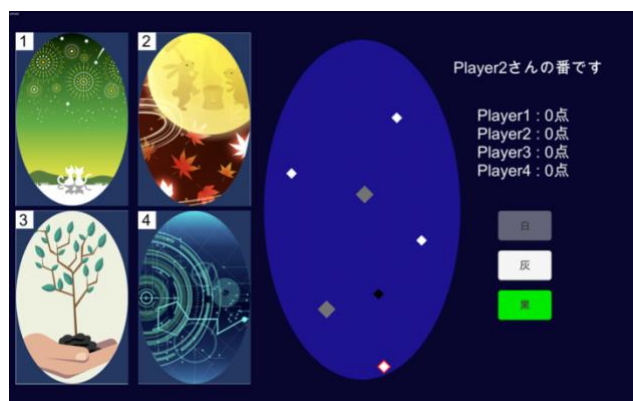


図6 石を置くフェーズの画面

石が置かれると、置かれた石の情報は全クライアントに送信される。全クライアントは、手番プレイヤーから受信した石の情報を追加し、手番プレイヤーを次のプレイヤーに更新する。全てのプレイヤーの石が置き終わるまでこれが繰り返される。

#### (4) 投票フェーズ

全ての石が置き終わると投票フェーズに移る。各プレイヤーは、置き終わった石の配置やイラストを見て投票先を指定する。神様は自分自身に投票することはできない。各プレイヤーの投票内容はマスタークライアントに集約される。

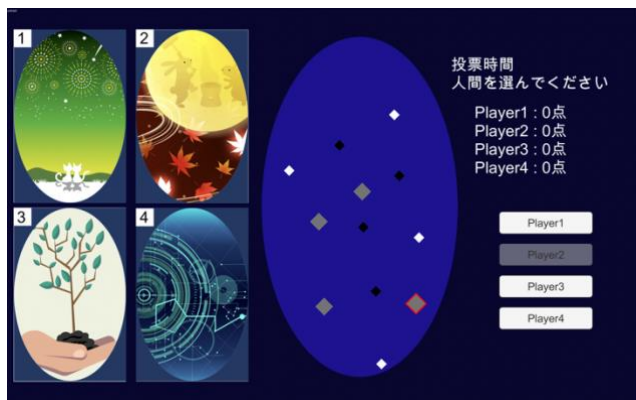


図7 投票画面

図7は投票フェーズに神陣営に表示される投票画面の一例である。この場合、Player2であるので、自身は選択できないようになっている。

### (5) 結果表示

全プレイヤーの投票が終了すると、マスタークライアントは集約された投票内容をもとに点数計算を行い、計算結果を全クライアントに送信する。全クライアントは、マスタークライアントから受信した計算結果を、現在のラウンドの結果として画面に表示する。画面には、「各プレイヤーの陣営および投票先」、「本物の絵の番号」、「スコアの遷移」が表示される。全員が結果を確認したら、まだ誰も規定スコア（16点）に到達していなければ次のラウンドへと進む。誰か1人でも規定スコアに到達していればゲーム終了となる。

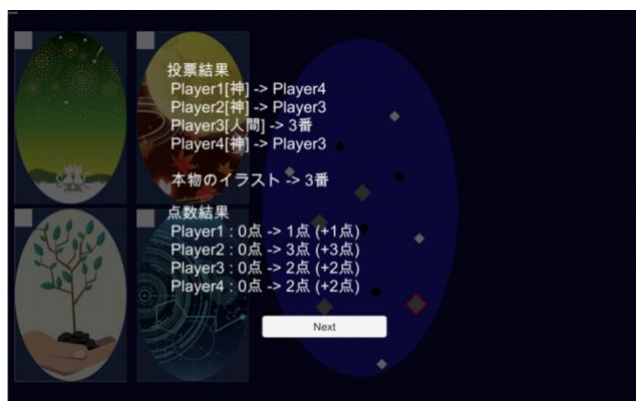


図8 ラウンド結果表示画面

図8は、あるラウンドの終了による結果表示画面である。この場合は、誰も規定スコア（16点）に達していないので、「Next」を全員がクリックすることで、次のラウンドに移行する。

### (6) ゲーム終了

誰か一人でも規定スコアを超えた場合、ゲーム終了

となり、ゲームの最終結果が画面に表示される。結果を確認したら「退出する」をクリックすることでマッチングから離れることができる。

図9は、最終結果を示すゲーム終了画面の一例である。ここでは、Player2が規定スコアを超えて18点を獲得して勝利したことを示している。

以上が、このデジタルプラットフォームを使用してゲームを一通りプレイする際の一連の処理の流れである。



図9 ゲーム結果表示画面

### 3.3.4. ログファイルの出力

このデジタルプラットフォームは、行ったゲームのプレイログをテキストファイル形式で保存することができる。ログファイルには、「現在のラウンド数」、「そのラウンドにおける全プレイヤーの陣営」、「その時点でのスコア」、「使用された4枚の絵の番号」、「本物の絵の番号」、「置かれた全ての石の情報（座標、色、置いたプレイヤー、置いたターン、置くまでにかかった思考時間）」、「各プレイヤーの投票結果」、「投票先を決めるまでにかかった思考時間」、「スコア結果」が記述される。これにより、ログファイルを見ることによって、どのようなゲームが行われたのかを後から確認することができる。

### 3.3.5. AIのプレイ環境

このデジタルプラットフォームを改変することで、AIも対戦できる環境を整えることが可能である。現在、対戦に必要な通信プロトコルを整備し、対戦のための環境を整えているところである。これによって、プレイヤーの認知モデルを構築し、その情報処理モデルに従ってプレイするシステムを提案し、その妥当性を検証する研究も可能になると考える。

### 3.4. 認知実験計画

DREAMS というゲームは、各プレイヤーが置く石の配置のみを用いてお互いの意図を理解し合わなければならないゲームである。そのため、各プレイヤーは石を置く配置を工夫し、また、他のプレイヤーが置いた石の配置から、誰が人間なのか、どの絵が本物なのかを推測することに力を注がなければならない。この過程の中で、プレイヤー間で相互理解が生じたり、逆にお互いに誤解をしたままゲームが進行したりすることがある。

DREAMS におけるこのようなプレイの過程の中で、人間はどのように思考して意思決定をしているのかを調べ、また、各プレイヤー間でどのようにして相互理解や誤解が生じるのかを明らかにしていきたいと考えている。そこで、開発したデジタルプラットフォームを用いて、被験者に実際に DREAMS をプレイしてもらい、認知実験を行うことを計画している。ここでは、現在計画している認知実験について説明する。

#### 3.4.1. 実験 1

##### (1) 目的

DREAMS のプレイにおいて、対戦相手のモデルを持っていることが、相手のプレイの理解や解釈に大きな影響を与えることが推定される。そこで、対戦相手について既知の相手であるか否かがプレイに与える影響について明らかにしたい。

具体的には、対戦相手が既に何度も対戦したことのある面識のあるプレイヤーである場合と未知の相手である場合、思考過程（特に相手の手の解釈や相互理解）にどのような違いがあるのかを調べることを目的とする。

##### (2) 方法

被験者には実験参加前にあらかじめ DREAMS のルールを説明し、習熟してもらうために十分に対戦を行ってもらおう。対戦相手がどんな人間であるのかを知っていることが相互理解にどのような影響を与えるのかを明らかにするために、同じ対戦相手で十分に対戦を繰り返したプレイヤー同士の対戦の条件と、まったく初対面の対戦相手でしかも対戦相手について全く知らされていない条件で実験を行う。

被験者同士の対戦実験では、各被験者にはそれぞれ別室に分かれてもらい、各部屋からデジタルプラットフォームを用いてオンラインで対戦させることで、被験者がプレイ中の石の配置のみでしか他の被験者と意思疎通が図れないような環境を作る。

ゲームプレイ中は、各被験者には思考している内容を、実際にプレイしながら口頭で発話させ、その様子をビデオカメラで録画し記録する。その発話データをもとに発話プロトコル分析を行うことで、各被験者がプレイ中にどのように考えて意思決定を行っているのかを明らかにする。プレイ中のログファイルを用いてその時のゲーム内容と照らし合わせることで、相互理解や誤解がどのようにして生じるのかを明らかにしていく。そして、これらの結果を上述の 2 つの条件間で比較することで、対戦相手に対するモデルを持っていることが解釈や相互理解にどのような影響を与えるのかを明らかにする。

#### 3.4.2. 実験 2

##### (1) 目的

実験 1 で条件間に差が出るとすると、対戦を繰り返すことで何らかの相手モデルを形成し、それによって思考過程に変化が生じていると考える。

本実験では、本ゲームに関する対戦経験のないプレイヤー同士がプレイを繰り返して行く中で、どのようにして相手モデルを構築していくのか、それによってどのような思考が変化していくのかという過程について明らかにすることを目的とする。

##### (2) 方法

本ゲームを一緒にプレイしたことのない被験者に対して、同じプレイヤー同士で上述の環境で対戦を繰り返し、一ラウンドごとに Skype などの対面形式で対戦の振り返りを行い、お互いが何を考えていたのかを話し合わせる。これを数試合繰り返すことで、どのようにプレイヤー間で相互理解が深まっていくのかを、各プレイヤーの発話データを分析することで明らかにしていく。

## 4. おわりに

本報告では、ゲーム研究の新しい題材として DREAMS を紹介した。このゲームのルールと特質を考察し、人間の解釈や相互理解を題材とした問題を扱うゲームであることについて説明した。

そして、認知科学的な研究の方向性について示し、それらの研究を遂行するためのオンラインで対戦できるデジタルプラットフォームについて説明し、実験の計画について紹介した。

発表までには、ある程度実験が進むことが予想されるので、進捗状況についても説明したい。

## 文献

- [1] 末續鴻輝, 織田祐輔, (2018) “機械学習を用いないガイスターの行動アルゴリズム開発”, GAT2018 シンポジウム, pp. 13-16.
- [2] 片上大輔, 鳥海不二夫, 大澤博隆, 他, (2015) “人狼知能プロジェクト”, 人工知能学会誌, 30-1, pp. 65-73.
- [3] 伊藤毅志, 榎井文人, 宮越勝美, 他, (2015) “カーリングを科学するプロジェクト”, 信学技報, 115(118), pp. 5-10.
- [4] 西野順二, (2017) ミニ四駆 AI2017 春, 知能と情報, 29(4), pp. 141-143.
- [5] DREAMS, Zoch,  
<https://www.zoch-verlag.com/en/games/family/dreams-601105094/>  
(2019/6/27, アクセス確認日)
- [6] Unity, [https://unity.com/ja\(2019/6/27,アクセス確認日\)](https://unity.com/ja(2019/6/27,アクセス確認日))
- [7] Photon Unity Networking, [https://www.photonengine.com\(2019/6/27,アクセス確認日\)](https://www.photonengine.com(2019/6/27,アクセス確認日))