

非言語的コミュニケーションゲーム「DREAMS」における 相手モデル構築過程

A Research on the Opponent Model in the Nonverbal Communication Game “DREAMS”

浅野 旬吾[†], 伊藤 毅志[‡]

Shungo Asano, Takeshi Ito

電気通信大学

The University of Electro-Communications

[†]asano@minerva.cs.uec.ac.jp, [‡]ito@cs.uec.ac.jp

概要

本研究では、正体隠匿型の非言語的コミュニケーションゲーム「DREAMS」を用いて、人間の相手モデル形成過程に関する認知科学的実験を行った。その結果、対戦を繰り返す中で相手から同じ意図を持った行動が繰り返され、その行動に関する推測が行われ、その結果を確かめる過程を経ることで、徐々に相手モデルが構築されていく様子が観察された。

キーワード: 正体隠匿型ゲーム, 非言語的コミュニケーション, 相手モデル

1. はじめに

人間同士のコミュニケーションに関する研究において、近年人狼を題材とした研究に注目が集まっている[1]。人狼は自然言語を用いた会話によって議論を行いゲームが進行していく、コミュニケーションを中心課題とした正体隠匿型ゲームである。そのため、人狼は人間のコミュニケーション過程を観察するのに適した題材であると言える。しかし、実際の人間同士のプレイを見てみると、自然言語によるコミュニケーションだけでなく、身振り手振り、表情、相手を誘導する巧みな話術など、コミュニケーションに関わる多種多様な認知科学的課題が含まれていることがわかる。そのため、人狼は考慮すべき課題が多すぎて、研究の対象を絞りにくい。

そこで、本研究ではDREAMSというゲームに着目した。DREAMSは人狼と同じく正体隠匿型ゲームであるが、プレイヤは自然言語による言語的コミュニケーションを必要とせず、石の配置のみによってゲームを進行できるという点が特徴的である。そのため、DREAMSは人狼と同じくコミュニケーションを中心課題とした正体隠匿型ゲームでありながら、相手モデルの構築のみに焦点を当てることができる研究題材であると考えられる[2]。

本論文では、このDREAMSを用いて実施した認知実

験について報告する。本実験では、DREAMSを人間同士がプレイする中で、どのようにして相手の思考や行動の意味を推測し理解するのか、その際に必要な「相手モデル」がどのようにして構築されるのかを明らかにすることを目指した。

2. DREAMS とは



図1 DREAMSのプレイ中の場の例

DREAMSは2016年にドイツのZoch社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[3]。図1は、4人でDREAMSをプレイしている時の場の一例である。なお、この図で使用している絵には、著作権上の理由から本来のDREAMSで使用されている絵とは異なる絵を使用している。

2.1. ルールと特質

DREAMSのルールについて説明する。本ゲームは3人から6人で遊ぶゲームであり、お互いにわからないようにプレイヤは神陣営と人間の2つの陣営に分かれる。人間となるプレイヤは1人のみであり、それ以外のプレイヤは神陣営となる。本研究では、4人で行うDREAMSゲームを対象にする。ゲームでは多くの絵の

中から4枚の絵がランダムに選ばれて場に並べられる。4枚のうち1枚だけが本物の絵となり、神陣営はその絵を知ることができるが、人間はそれを知ることができない。プレイヤーは絵を参考にして盤面上に3種類(白色, 灰色, 黒色)の石を置くことで本物の絵を表現していく。その後、完成された盤面を元に、神陣営は人間だと思ふプレイヤーに、人間は本物だと思ふ絵に投票を行う。神陣営は人間を的中させることで、人間であれば誰からも疑われないこと、正しい絵を的中させることで得点を得ることができる。これを1ターンとして得点を積み重ねていき、最終的に、最初に規定スコアに達したプレイヤーが勝利となる。

本ゲームの特質として、ゲームの進行はプレイヤーによる石を置く行為と、全員の置く石が無くなった後に行われる投票に限定することができるという点が挙げられる。実際のパーティーゲームでは、しぐさや発話などによるコミュニケーションも考える必要があるが、それを完全に排除できれば、石の配置のみで相手の意図や考えを読むゲームにすることができる。具体的には、プレイヤーは4枚の絵と3種類の石のみを頼りに、自身の意図を他者に伝えたり、他者の意図を汲み取ったりすることになる。神陣営であれば、時には人間を誤った絵に誘導しようとしたり、人間であれば神陣営の意図を押し量り合わせるようなプレイをしたりする。本実験では、後述するデジタルプラットフォームによる対戦環境を用意することで、これらのことを自然言語ではなく石の配置のみで行う正体隠匿型非言語的コミュニケーションゲームとして扱う。

2.2. 研究題材としての意義

DREAMS では、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を推定し、逆に自身の置いた石が相手にどのように解釈されているのかを推定する必要がある。プレイヤーは対戦を通してこれを繰り返すことにより、相手の思考や行動の意味を推測するために必要な「相手モデル」を構築し、それによってプレイの質を高めることが想像される。そのため、非言語的コミュニケーションによって相手モデルがどのように構築されていくのかを観察するのに適したゲームであると言える。

3. 関連研究

DREAMS をプレイする中で、プレイヤーは石を置くと

いう動作のみを用いてコミュニケーションを行わなければならない。しかし、盤面に石を置くという方法によるコミュニケーション方法は、あらかじめ決まったルールや意味が存在しないため、DREAMS を用いることで新たなコミュニケーション方法が形成される過程について調べることができるのではないかと考えられる。

新たなコミュニケーション方法が形成される過程を調べた研究として Galantucci の研究が挙げられる[4]。Galantucci は計 16 組の 2 人組に、複数の部屋が配置された仮想空間内で合流することを目指すゲームを行わせた。ゲーム中 2 人は別の場所におり、2 人が行えるコミュニケーションは、既存の文字や数字などを書くことのできない特殊なデバイスを用いたコミュニケーションのみに制限された。このコミュニケーション形式によって意思疎通を行い合流することができた場合は、さらに多くの部屋で構成された次のステージに挑戦させた。

実験の結果、全 5 ステージ中 5 組がステージ 5 までクリアし、他のペアも 2 組がステージ 4 まで、4 組がステージ 3 まで、1 組がステージ 2 まで、2 組がステージ 1 までクリアし、残りの 2 組は 1 ステージもクリアできなかったという結果となった。ゲームをクリアすることができたペアについて調べたところ、相手から何かしらの特定の意図を持った記号を受け取った際に、受信者は様々な行動を起こして失敗や成功を繰り返すことでその意図を推測し、再び同じ記号を受け取った際に相手がどこにいるのかを観察することで自分の推測を確かめていることがわかった。

この結果は、DREAMS においても同様のことが生じるのではないかと考えられる。プレイヤーは対戦を繰り返していく中で、他のプレイヤーが置いた石の意図を何度も繰り返し推測し、その際の対戦の結果や相手の実際の陣営などを確認して自身の推測が合っていたのかどうかを確かめることで、相手のプレイに対する理解や解釈の仕方が確立され、DREAMS における新たなコミュニケーション方法の形成へと繋がっていくのではないかと考えられる。

4. デジタルプラットフォームの開発

4.1. 概要

DREAMS をプレイしている各プレイヤーの思考過程を個々に収集するためには、各プレイヤーが離れて対戦

することができる環境を整える必要がある。そこで、筆者は4人の人間プレイヤー同士がコンピュータを用いてオンラインでDREAMSの対戦をすることができるデジタルプラットフォームを構築した。図2は本デジタルプラットフォームを用いて対戦を行っている際の画面の一例である。

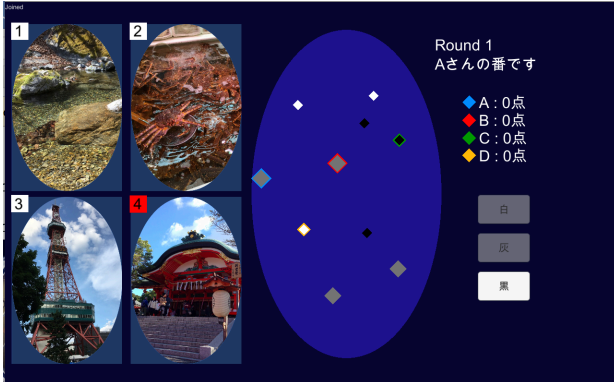


図2 デジタルプラットフォームの画面の一例

本デジタルプラットフォームはゲームが開始されると自動的にマッチングを行い、実際のDREAMSと同様の流れでゲームを進行する。プレイヤーは、画面上に表示されるボタンや盤面上の任意の位置をクリックすることで本デジタルプラットフォームを操作することができる。また、対戦が終了すると、行われ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。これにより、どのようなゲームが行われたのかを後で確認することができる。

4.2. ゲーム盤面を再現するシステム

本デジタルプラットフォームの新たな機能として、出力されたログファイルをもとに、実際に行われたゲームの盤面を再現するシステムを開発した。本システムに再現したいゲームのログファイルのパスを与えると、ログファイルの内容を読み込み、その内容をもとにゲームの盤面を再現する。

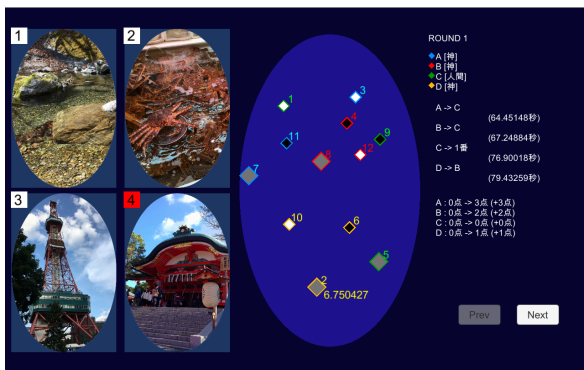


図3 ゲーム盤面を再現するシステムの画面の一例

図3は実際に本システムを用いてゲームの盤面を再現した画面の一例である。画面には、「現在表示しているラウンド数」、「使用された4枚の絵」、「どの絵が本物であるか」、「最終的に完成された盤面」、「各石の置かれた順番」、「誰が置いた石であるか」、「全プレイヤーの陣営」、「全プレイヤーの投票先」、「全プレイヤーの投票先を決めるまでにかかった思考時間」、「スコアの遷移」が表示される。また、石にマウスカーソルを合わせることで、その石が置かれるまでにかかった思考時間を表示することができる。

5. 認知実験

5.1. 目的

本実験は、DREAMSを人間同士がプレイする中で、どのようなコミュニケーションが行われ、どのようにして相手モデルが構築されるのかを明らかにすることを目的とする。具体的には、本ゲームを一緒にプレイしたことのないプレイヤー同士にDREAMSの対戦を繰り返し行わせることで、どのようにして相手モデルが構築されていくのか、それによって相手の手の理解や解釈にどのような影響が生じるのかを明らかにしていく。

5.2. 実験参加者について

実験は、2019年12月に、20代の電気通信大学の男子学生4名を対象として実施した。事前に実験参加者である4名全員が、ボードゲームを日常的にプレイすること、よく発話すること、DREAMSを一緒にプレイした経験がないことを確認した。

5.3. 方法

本研究は、4人でプレイするDREAMSに限定して行った。本実験には、4章で説明したデジタルプラットフォームを用いた。これは、実験参加者同士が対戦中にゲームの盤面から得られる情報以外の情報を用いた一切のコミュニケーションをすることができないようにするためである。

対戦を行う部屋は四隅をパーティションで区切り、その各エリアにデジタルプラットフォームが動作するコンピュータを配置した。対戦を行う際には各実験参加者を各エリアに分かれさせ、お互いの姿が見えないようにした(図4)。

実験参加者にはプレイ中に考えていることを発話させ、それをビデオカメラで録画し記録した。しかし、実験参加者には、本実験の目的は DREAMS のプレイヤがどのような思考を行っているのかを調べることでありとだけ説明し、本実験が相手モデルの構築の過程について調べる実験であるということは伝えないようにした。これにより、実験参加者の発話内容に影響を与えてしまうことがないようにした。また、お互いの発話が聞こえないようにするために、対戦中は外部の音を遮断する密閉型ヘッドホンを着用させ、さらに、ヘッドホンには他者の声を聞こえにくくするために環境音楽を流した。

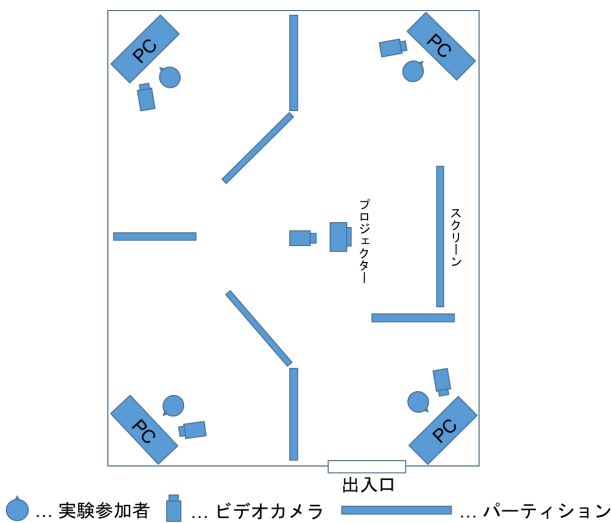


図4 対戦環境

本実験で行った対戦のルールは以下の通りである。

- ・プレイヤ数…4名
- ・勝利に必要なスコア…8点
- ・使用した絵…実際の DREAMS で使用される絵
- ・思考時間…無制限

以上のルールのもと、実験は以下の手順で行った。

- (1) 実験内容の説明
- (2) DREAMS のルール説明およびデジタルプラットフォームの操作説明
- (3) 簡単な練習問題を用いた発話の練習
- (4) デジタルプラットフォームを用いた DREAMS 対戦の練習および発話の練習

実際にデジタルプラットフォームを用いて対戦させ、DREAMS のルールおよびデジタルプラットフォームの操作を習熟させた。また、プレイをしながら思考している内容を発話する練習をさせた。発話が少ない場合には、実験責任者が発話を促した。

また、本対戦でも行う対戦の振り返りも行わせ、一通りの実験の流れを把握させた。

- (5) 実験参加者同士による本対戦

(4)と同様に、実験参加者に DREAMS の対戦を行わせ、対戦中の思考内容を発話するように促した。発話が少ない場合には、実験責任者が発話を促した。1ラウンド終了する毎に実験参加者にヘッドホンを外させ、プロジェクターの前に集合させた(図5)。プロジェクターを用いて、そのラウンドでどのような手順で石が置かれたのかを表す画面を表示した。実験参加者にその画面を見ながらお互いが何を考えていたのかを話し合わせ、対戦の振り返りを行わせた(約3分)。その際の会話の内容もビデオカメラで記録した。

- (6) (5)の対戦を12試合行った。

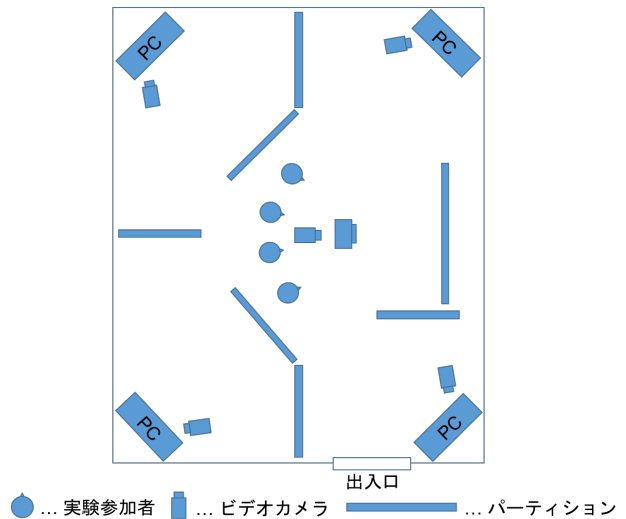


図5 対戦の振り返り

全対戦終了後、取得したビデオカメラの録画データを用いて以下の手順で発話プロトコル分析を行った。

- (1) 実験参加者が対戦中に発話した思考内容の書き起こしを行った。対戦の振り返りの会話についても同様に書き起こしを行った。
- (2) 書き起こした発話データに対して、その発話の内容に合ったタグを付与することで発話の種類を分類した。
- (3) タグ付けを行った発話データを用いて、実験参加者が発話した内容を時系列に沿って並べた Problem Behavior Graph (以下 PBG) を作成し、実験参加者の思考過程を分析した。図6は作成した PBG の例である。

対戦の序盤、中盤、終盤における、各実験参加者の相手モデルの有無や思考の変化を分析するために、発話

プロトコル分析を行う対象は1 試合目、4 試合目、7 試合目、10 試合目とした。

発話データに付与するタグは、まず、どの対戦相手を対象とした思考であるのかによって大きく分類した。なぜならば、対戦相手に対する相手モデルは、対戦相手ごとに構築されていくと考えられるためである。

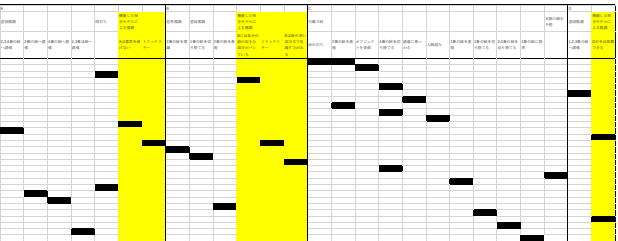


図 6 作成した PBG の例

タグはさらに細かく以下のような基準で分類し付与した。

- (1) 相手の置いた石に対する印象
他のプレイヤーが置いた石に対して抱いた印象や感じたことを発話した場合に付与した。
- (2) 相手の思考の推測
他のプレイヤーが考えていると思われる思考内容を推測して発話をした場合に付与した。
- (3) 相手の意図の推測
他のプレイヤーがとった行動の意図を推測したり汲み取ろうとしたりする発話をした場合に付与した。
- (4) 相手の思考時間に対する反応
他のプレイヤーの思考にかかった時間の長短について発話した場合に付与した。
- (5) 相手の陣営の予想
他のプレイヤーの陣営を予想して発話した場合に付与した。
- (6) 相手モデルに関する思考
他のプレイヤーに関する相手モデルを構築して発話した場合、あるいは構築した相手モデルを使用した推測を行っている発話をした場合に付与した。
- (7) 自身の行動方針
自分自身の行動に関する発話をした場合に付与した。
- (8) 状況確認
ゲームの状況や展開の確認を行って発話した場合に付与した。
- (9) 本物の絵の予想
自身が人間である時に本物の絵を予想して発話

した場合に付与した。

5.4. 結果および考察

5.4.1. 対戦結果

まず初めに、全 12 対戦の各対戦において勝利したプレイヤーを以下の表 1 に示す。ここで、4 名の各実験参加者を A,B,C,D とする。

表 1 各対戦において勝利した実験参加者

対戦数	勝利した実験参加者
1 試合目	B
2 試合目	C
3 試合目	B
4 試合目	B
5 試合目	A
6 試合目	C
7 試合目	C
8 試合目	A
9 試合目	B
10 試合目	C,D
11 試合目	D
12 試合目	C

表 1 から、B は対戦の序盤の勝利数は多かったが、対戦の中盤以降の勝利数は減少する傾向が見られる。逆に、C は序盤の勝利数は少ないが、中盤と終盤に勝利数が増加している傾向が見られた。D は終盤まで一度も勝利することができていなかったが、終盤になると勝利できるようになっている。また、各実験参加者の総勝利数から、B と C を比較的強いプレイヤー、A と D を比較的弱いプレイヤーと考えることにする。

5.4.2. 相手モデルに関する発話

次に、各実験参加者が 1,4,7,10 試合目において相手モデルに関する発話をした回数をまとめた結果を、以下の表 2～表 5 に示す。A,B,C,D は各実験参加者を表しており、誰が誰についての相手モデルに関する発話をしたのかを表している。また、X は不特定多数を対象として発話したことを表している。

表 2～表 5 から、B は対戦の全体を通して積極的に、かつ安定して相手モデルに関する発話が見られた。特に B の勝利数が多かった序盤である 1,4 試合目では、他のどのプレイヤーよりも積極的に相手モデルに関する

発話が見られることがわかる。C は序盤にはあまり相手モデルに関する発話は見られなかったが、終盤にかけて相手モデルに関する発話が増え、10 試合目にはかなり多くの相手モデルに関する発話が増えている。しかし、勝利数の少なかった A と D は相手モデルに関する発話回数が少ないことがみてとれる。これらのことから、DREAMS において、相手モデルに関する発話が多いプレイヤは勝ちやすい傾向が見られた。

表 2 1 試合目において各実験参加者が相手モデルに関する発話をした回数

ROUND	相手モデルに関する発話をした回数												
	A			B				C			D		
	B	C	D	A	C	D	X	A	B	D	A	B	C
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
3	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
4	1	0	0	2	1	1	1	0	1	0	0	1	0
5	0	3	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
合計 (個々)	4	3	0	3	4	3	1	0	3	0	0	2	1
合計 (全体)	7			11				3			3		

表 3 4 試合目において各実験参加者が相手モデルに関する発話をした回数

ROUND	相手モデルに関する発話をした回数											
	A			B			C			D		
	B	C	D	A	C	D	A	B	D	A	B	C
1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	1	0
4	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0
合計 (個々)	4	0	1	1	7	2	0	1	0	0	1	0
合計 (全体)	5			10			1			1		

表 4 7 試合目において各実験参加者が相手モデルに関する発話をした回数

ROUND	相手モデルに関する発話をした回数													
	A			B				C				D		
	B	C	D	A	C	D	X	A	B	D	X	A	B	C
1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	3	0
2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	3	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0
合計 (個々)	0	0	0	1	1	0	3	1	1	2	2	0	7	0
合計 (全体)	0			5				6				7		

表 5 10 試合目において各実験参加者が相手モデルに関する発話をした回数

ROUND	相手モデルに関する発話をした回数												
	A			B				C			D		
	B	C	D	A	C	D	X	A	B	D	A	B	C
1	1	0	0	0	0	0	0	1	5	3	0	2	0
2	1	0	0	0	1	2	1	4	2	7	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	0	0	0
4	0	0	0	0	3	3	0	0	0	4	0	0	0
5	0	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
合計 (個々)	2	2	0	0	4	5	1	7	14	16	0	2	0
合計 (全体)	4			10				37			2		

他にも、B は対戦の全体を通して、他のどの実験参加者からも比較的多く相手モデルに関する言及が多い。また、D は対戦の終盤に B と C によって多くの相手モデルに関する発話が多い。一方で、C は B からは相手モデルの発話をされていたが、A と D からはあまり相手モデルの発話をされておらず、全体的に見ても B,D と比較するとあまり相手モデルに関する発話が多くないことがわかる。これらの理由に関しては 5.4.4 節で考察する。

5.4.3. 投票の正答数および被投票数

次に、対戦を通して、各実験参加者の投票の正答数と投票された回数の変化をまとめた結果を、以下の図 7～図 11 に示す。ここで、序盤は 1～4 試合目、中盤は 5～8 試合目、終盤は 9～12 試合目であるとする。

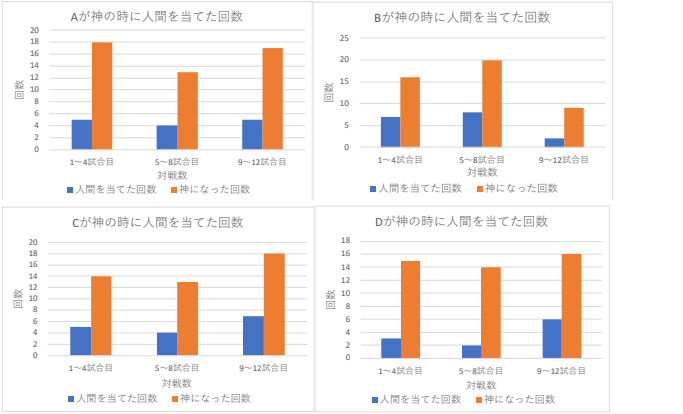


図 7 神陣営の時に人間を当てた回数

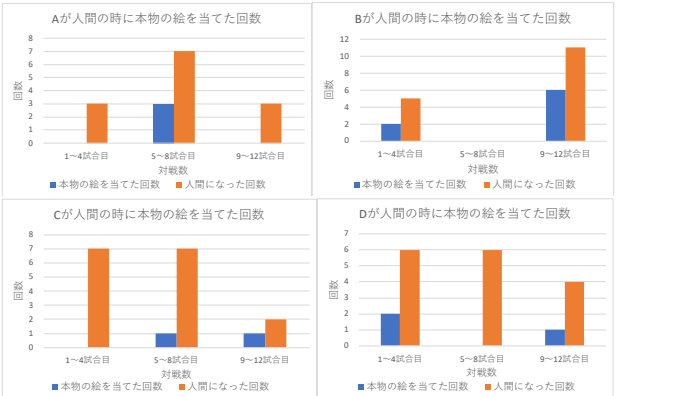


図 8 人間の時に本物の絵を当てた回数

図 7,8 から、対戦を通して投票の正答数に有意な変化は見られず、相手モデルを構築することが投票の正答数に影響を与えるといった様子は確認されなかった。

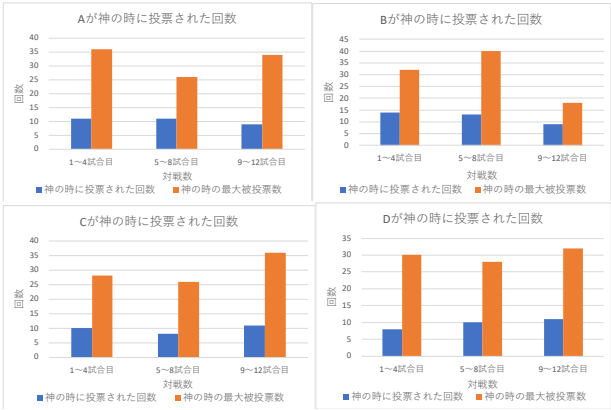


図9 神陣営の時に投票された回数

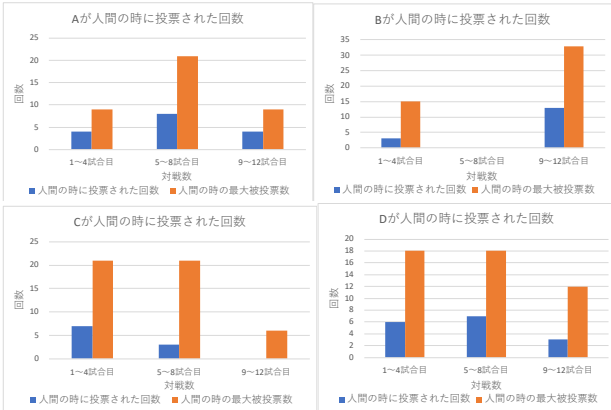


図10 人間の時に投票された回数

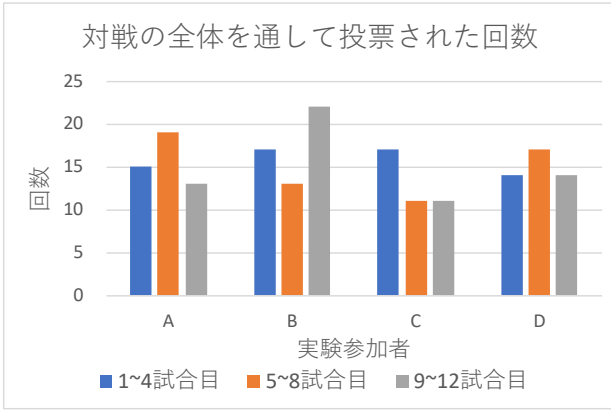


図11 対戦の全体を通して投票された回数

しかし、図9～図11から、Bは勝利数が減少した終盤における被投票数が非常に増加しており、逆にCは勝利数が増加した中盤と終盤、Dも勝利数が増加した終盤における人間の時の被投票数が減少していることがわかる。このことから、DREAMSの勝敗には被投票数、特に人間の時の被投票数が影響しているのではないかと考えられる。

5.4.4. 各実験参加者の石を置いた意図

次に、各実験参加者が実際にどのような意図で石を置いていたのかについて分析した。神陣営の時と人間

の時で区別して意図毎に石を置いた回数を計測し、それらを各陣営の時に石を置いた全体の回数で割ることで1回あたりの割合を算出した。どのような意図で石を置いたのかについては実際の各実験参加者の発話をもとに分類した。結果を以下の表6～表9に示す。

まず表6を見てみる。Aはそもそも自身の意図に関して発話した回数が少なかった。Aはどちらの陣営であるかに関わらず無難に石を置く傾向があったが、特に人間の時はほとんどの石を無難に置いていたことがわかる。また、神陣営の時は時々誘導を試みることもあった。

表6 Aが石を置いた際の意図の割合

	1 試合目	4 試合目	7 試合目	10 試合目	合計	1回あたりの 割合
神 陣 営	無難	7	6	1	15	0.517
	オブジェクトを表現	3	3	1	11	0.379
	情報量のない手	1	0	0	2	0.103
	誘導	1	1	0	6	0.276
	神アビール	1	0	0	1	0.034
	敢えて信頼を得ない	0	0	1	1	0.034
人 間	選択肢を狭める	0	0	0	2	0.069
	無難	1	1	3	5	0.714
	情報量のない手	0	2	2	4	0.571
	3つの絵の共通点	0	0	1	1	0.143

表7から、Bはどちらの陣営であるかに関わらず、誘導したり選択肢を狭めたりするような意図で石を置く割合が高かったことがわかる。また、全ての絵に当てはまらないように置くという、他のどのプレイヤもほとんど行わないような独特なプレイを何度も行っており、積極的に場を攪乱し他のプレイヤの思考を惑わすようなプレイをしていたことがわかる。

表7 Bが石を置いた際の意図の割合

	1 試合目	4 試合目	7 試合目	10 試合目	合計	1回あたりの 割合
神 陣 営	誘導	2	3	2	11	0.250
	場を攪乱する	2	2	2	6	0.136
	選択肢を狭める	2	5	4	13	0.295
	神アビール	1	0	0	1	0.023
	情報量のない手	1	2	2	6	0.136
	無難	2	0	0	2	0.091
	他の絵と迷わせる	2	0	0	2	0.045
	本物の絵を表現	2	0	3	6	0.136
	3つの絵の共通点	0	3	0	3	0.068
	流れを変える	0	1	0	2	0.045
	自分を人間だと思わせる	0	1	0	1	0.023
	全ての絵に当てはまらない	0	1	2	4	0.159
	本物の絵に当てはまらない	0	1	0	1	0.023
	自分でも意図がわからない	0	0	1	1	0.023
	オブジェクトを表現	0	0	0	1	0.023
人 間	誘導	1	0	0	2	0.333
	流れを変える	0	0	0	2	0.333
	全ての絵に当てはまらない	0	0	0	1	0.167
	選択肢を狭める	0	0	0	2	0.333

表8から、Cは神陣営の時は「誘導」と「本物の絵の表現」をバランスよく混ぜたプレイを行っていたこと

がわかる。しかし、人間の時は誘導する割合が減少し、無難な手を選択する割合が増加していた。

表 8 C が石を置いた際の意図の割合

		1	4	7	10	合計	1 回あたりの割合
		試合目	試合目	試合目	試合目		
神陣営	2つの絵の共通点	1	1	2	1	5	0.156
	無難	2	0	0	0	2	0.063
	オブジェクトを表現	1	3	0	4	8	0.250
	信頼を得る	1	1	2	1	5	0.156
	誘導	4	4	3	3	14	0.438
	騙す	1	0	0	0	1	0.031
	人間をあぶり出す	1	0	0	0	1	0.031
	情報量のない手	1	0	0	0	1	0.031
	神アビール	0	1	0	1	2	0.063
	本物の絵を表現	0	1	2	7	10	0.313
	全ての絵に当てはまらない	0	1	0	0	1	0.031
	3つの絵の共通点	0	0	1	0	1	0.031
	3つの絵の共通点	6	1	0	0	7	0.350
	オブジェクトを表現	1	1	1	1	4	0.200
人間	無難	2	1	1	0	4	0.200
	信頼を得る	1	0	0	0	1	0.050
	場を攪乱する	1	0	0	0	1	0.050
	敢えて信頼を得ない	1	0	0	0	1	0.050
	決め打ち	1	1	1	1	4	0.200
	誘導に乗る	1	1	2	1	5	0.250
	迷っている風を装う	0	1	0	0	1	0.050
	誘導	0	1	2	0	3	0.150
	目立たない場所に置く	0	0	1	0	1	0.050
	2つの絵の共通点	0	0	1	0	1	0.050

最後に表 9 から、D はどちらの陣営であるかに関わらず、無難に石を置く意図でプレイする割合が高かったことがわかる。

表 9 D が石を置いた際の意図の割合

		1	4	7	10	合計	1 回あたりの割合
		試合目	試合目	試合目	試合目		
神陣営	神アビール	4	2	3	0	9	0.237
	本物の絵がバレないようにする	5	2	3	2	12	0.316
	情報量のない手	1	0	0	0	1	0.026
	誘導	3	1	0	0	4	0.105
	情報量を減らす	1	1	2	1	5	0.132
	場を攪乱する	2	0	1	1	4	0.105
	無難	2	6	9	8	25	0.658
	オブジェクトを表現	1	2	3	4	10	0.263
	3つの絵の共通点	0	1	0	1	2	0.053
	2つの絵の共通点	0	0	1	0	1	0.026
	奇抜にいく	0	0	0	1	1	0.026
	オブジェクトを表現	2	0	0	1	3	0.231
	無難	2	2	0	5	9	0.692
	神アビール	0	1	0	0	1	0.077
人間	情報量のない手	0	1	0	0	1	0.077
	2つの絵の共通点	0	0	0	1	1	0.077

5.4.2 節で、B と D は他者から積極的に相手モデルを構築され、C はあまり相手モデルを構築されなかったという結果を示したが、これは各実験参加者の石を置いた意図の割合が影響していると考えられる。相手モデルを構築された B と D は、陣営に関わらず B は「場を攪乱する」という意図で、D は「無難」という意図で対戦を通して変わらずプレイし続けている。しかし、相手モデルをあまり構築されなかった C は、B と D のように特定の意図でプレイし続けるのではなく、「誘導」と「本物の絵の表現」をバランスよく混ぜたプレイを心がけていることがわかる。このことから、あるプレイヤ

が何度も同じ意図で繰り返しプレイし続けることで、そのプレイに関する相手モデルの構築が促されるのではないかという仮説が立てられる。

実際に各実験参加者の発話内容を見てみると、B は「騙したり場をかき乱したりする傾向にあり信用しないほうがいい」という相手モデルを、D は「無難に打つ傾向にあり、無難に打つ時は神陣営っぽい」という相手モデルを構築されていたことがわかった。そこで、次節では、各実験参加者が相手の意図について発話した中で、上記の相手モデルの構築に関わるような発話をした回数を計測することで、先の仮説について検討する。

5.4.5. 相手の意図について発話した回数

まず初めに、A,C,D の発話データから、B は「騙したり場をかき乱したりする傾向にあり信用しないほうがいい」という相手モデルを A,C,D から構築されていることがわかった。そこで、A,C,D が対戦中の B の意図について推測し発話した中で、相手の思考を惑わす意図であるという内容の発話をした回数を計測した。結果を以下の表 10 に示す。ここで、相手の思考を惑わす意図とは、騙している、誘導している、意図的に選択肢を狭めているという旨の意図とした。

表 10 B の意図についての発話の中で、相手の思考を惑わす意図であるという内容の発話をした回数

A		C		D	
相手の思考を惑わす意図と感じた回数	全体の回数	相手の思考を惑わす意図と感じた回数	全体の回数	相手の思考を惑わす意図と感じた回数	全体の回数
30	54	27	43	13	25

表 10 から、各実験参加者が B の意図を推測した中で、A は約 56%、C は約 63%、D は約 52%の意図に対して、相手の思考を惑わす意図であるという推測をしていたことがわかる。このことから、各実験参加者は実際に B が誘導したり意図的に選択肢を狭めたりする意図で置いた石から、確かにそのような意図を何度も汲み取っており、繰り返し印象づけられていたことがわかる。

同様に、B と C の発話データから、D は「無難に打つ傾向にあり、無難に打つ時は神陣営っぽい」という相手モデルを構築されていたことがわかった。そこで、B と C が対戦中に D の置いた石について発話した中で、無難な手であるという内容の発話をした回数を計測した。結果を以下の表 11 に示す。ここで、無難な手とは、無難な手、情報量がない手、丸い手という内容の発話をした手とした。

表 11 D の置いた石についての発話の中で、無難な手であるという内容の発話をした回数

B		C	
無難な手と 感じた回数	全体の回数	無難な手と 感じた回数	全体の回数
13	31	14	32

表 11 から、各実験参加者が D の置いた石の中で、B は約 43%、C は約 44%の石に対して無難な手であるという印象を受けていたことがわかる。このことから、各実験参加者は実際に D が無難に置くという意図で置いた石から、確かにそのような意図を何度も汲み取っており、繰り返し印象づけられていたことがわかる。

この 2 つの結果から、B は「場を攪乱する」という意図で、D は「無難」という意図で対戦を通して変わらずプレイし続けていたのに対して、他の各実験参加者は確かにその意図を何度も受け取っており、繰り返しその行動に対する推測を行っていたことがわかる。

5.5. 結論

以上の実験結果から、対戦を繰り返し行う中で相手から何かしらの同じ意図を持った行動を何度も受けることで、その行動に対する推測や印象づけが繰り返し行われ、その際の対戦の結果や相手の実際の陣営などを確認して自身の推測が合っていたのかどうかを確かめることで、相手モデルが構築されていくのではないかということが示唆された。

しかし、相手モデルの構築がプレイの質へ与える影響は明らかにすることは出来なかった。またプレイヤ間で意図が正確に伝わっているのか、誤解や騙しがどのように実現されているのかなどは、明確にすることは出来なかった。

5.6. 今後の課題

分析を通して、本実験にはいくつかの課題があることがわかった。1 つ目は、データ数が少ないという点である。本実験では合計 12 対戦分のデータを収集したが、相手モデルの構築の過程やプレイの質に与える影響について有意な結果を得るにはデータが少なく不十分であった。今後、同様の実験を実施する際には対戦数を増やし、より長期に渡って対戦させる実験を計画したいと考えている。

2 つ目は、陣営の配分を完全にランダムにしてしまったため、人間となった回数がプレイヤ毎に偏りが生じてしまった点である。具体的には、B が 4〜8 試合目の

間に一度も人間にならないという偏りが生じていた。このような偏りが対戦結果に影響を与えてしまう可能性がある上に、相手モデルの構築がプレイの精度に影響を与えたかどうかを他プレイヤと比較することが困難になってしまった。今後は、プレイヤの陣営に偏りが出にくいように、予めプレイヤ間でまんべんなく陣営が割り振られるように事前に陣営の割合を調整して配分する計画を立てるようにしたい。

3 つ目は、プレイ中に推測した通りに必ずしも投票しないことがある点である。点差によって、実際は人間がこの人だと思っても、勝利のために投票行動を変えている人が存在した。このため、相手モデルを構築したことが必ずしも対戦結果に反映されない可能性がある。規定得点を超えた時点で勝利とするというゲームのルールが相手モデルの予想行動の邪魔になる可能性がある。得点を加算性にするなど、ゲームのルールを見直して、相手モデルの変容が有利に働くように変更する必要があるだろう。

6. おわりに

本研究では、新たな研究題材として正体隠匿型非言語的コミュニケーションゲームである DREAMS を用いて、どのようにして相手の思考や行動の意味を推測し理解する際に必要な「相手モデル」が構築されるのかを明らかにする認知実験を行った。その結果、相手モデルが構築される際には、対戦の中で相手モデルに関わるような意図を持った行動を相手から何度も受けて印象づけられている過程が観察された。そして、その行動に対する推測を繰り返し行い、その対戦結果を照らし合わせて自身の推測の正確さを検証することで、相手モデルが徐々に洗練されていくことが示唆された。

今後は、本実験で得られたデータの分析を引き続き行うとともに、本実験によって明らかになった問題点を改善した新たな実験を計画し、相手モデル構築過程、さらには、誤解や騙しのメカニズムなどについても明らかにしていきたい。

文献

[1] 片上大輔, 鳥海不二夫, 大澤博隆, 狩野芳伸, 稲葉通将, 大槻 恭士, (2018) ”人狼知能研究のすすめ”. 知能と情報, vol. 30, no. 5, pp.236-244
[2] 浅野旬吾, 伊藤毅志, (2019) ”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”, 認知科学会第 36 回大会, OS09-3, pp.961-968
[3] DREAMS, Zoch,

<https://www.zoch-verlag.com/en/games/family/dreams-601105094/> (2020/7/31, アクセス確認日)

- [4] Bruno Galantucci, (2009) "Experimental Semiotics: A New Approach for Studying Communication as a Form of Joint Action", Topics in Cognitive Science 1, pp.393-410
- [5] Unity, <https://unity.com/ja> (2020/7/31, アクセス確認日)
- [6] Photon Unity Networking, <https://www.photonengine.com> (2020/7/31, アクセス確認日)
- [7] 海保博之, 原田悦子, (1993) "プロトコル分析入門 発話データから何を読むか", 新曜社