

カタンの開拓者たちにおける チャットを用いた対話が及ぼす 意思決定への影響

荒木 開人

概要: 昨今 Zoom や Discord 等のアプリケーションは、オンラインで相互に意思疎通を行うことを可能としている。将棋や麻雀を始めとした数多くのボードゲームが卓上だけでなく、アプリケーションを用いてオンラインで対戦できる。ボードゲームの 1 種である、カタンの開拓者たち (以下; カタン) は麻雀と同様に 3 又は 4 人で遊ぶ、零和有限ゲームであるという特徴を有する。カタンは対戦相手と手札の交換が出来るという特有の特徴も持つ。対戦相手は対話を行うことも出来、ついには一時的に同盟を組むことも出来る。

カタンを遊べるアプリケーションが実装されており、情報科学の分野でも研究対象とされている。しかしこれらの AI は交渉における対話及び同盟という観点において考慮がされていない。この問題の生じる理由として、アプリケーションの仕様上対話を行うことが困難である点、カタンが麻雀の様に自身の点数を上げることのみが勝利に近づくことと認識されている点、他のプレイヤーから受ける印象の善し悪しにおける後々の交渉の成立のしやすさを考慮しない点が挙げられる。本研究では、オンライン上のチャットを用いて交渉や同盟が起こりやすくなることを、認知科学的手法を取り入れた試験を実施し、アプリケーション上の対話の有用性を検証する。

キーワード: 不完全情報ゲーム, マルチエージェント, ミルグラム実験, 囚人のジレンマゲーム, 行動決定

Effects of decision making using online dialogue chat at Catan

Kaito Araki

Abstract: In these days, applications, for example, Zoom, Discord, enable us to communicate each other online. A lot of board games, Shogi, Mahjong and all that, can play online with using applications. The settler of CATAN (CATAN) is a kind of board games. CATAN has similar properties as Mahjong, whose number of players is 3 or 4, zero-sum, limited, and whose number of winners is only 1. CATAN also has particular property, which turn player can trade cards to another player. Eventually they can talk and ally with other players temporally. Some of application which user can play CATAN are packaged. And CATAN is studied in the context of informatics. However these AI are not considered in an aspect of talk and alliances during trading. it is difficult for applications to talk. And CATAN researchers think the way to win CATAN is only get score as if it is mahjong. They do not consider whether probability to succeed latter trading will increase or decrease by AI's behavior and other player's feeling. This studies I evaluate availability of using online dialogue chat to facilitate trades and alliances through psychology experiments using CATAN as a copy and prove usefulness of online dialogue chat.

Keywords: incomplete information game, multi-agent, Milgram experiment, prisoner's dilemma, behavior decision,

1. はじめに

本研究では、カタンのボードゲームを取り扱う。カタンとはドイツで1995年発売されたボードゲームであり、3人又は4人で遊ぶゲームである。プレイヤーはカタン島と呼ばれる島に開拓者として上陸し、各自資材を獲得し、島に街道や開拓地、都市を建設していく。建設を行うたびに点数が加算され、一番早く所定の点数に到達したプレイヤー1名が勝者となる。

ドイツ年間ゲーム大賞や日本テーブルゲームグランプリ等、多くの受賞歴があり、累計販売台数は4000万台であり、[1]業界1位のモノポリーに次ぎ2位である。日本カタン協会というNPO法人があり[2]、カタン日本選手権等公式大会も開かれている[3]、人気のあるボードゲームである。

カタンは将棋やモノポリーと異なり、麻雀の様な不完全情報ゲームである。又、所定の点数まで到達することが勝利条件となるので零和有限ゲームでもあり、サイコロの結果次第で算出される資源が変わる不確定ゲームである等、麻雀と共通点が多い。AIとカタンの対戦が出来るアプリケーション[4]がリリースされているが、ボードゲーム版が世界で4000万台の売上を達成している一方、Catan Universe(以下;新アプリ)のダウンロード数が100万強である。基本プレイ無料であるにも関わらず、ダウンロード数が3000万に及ばないことから、実物のボード(以下;アナログ環境)で遊ぶ人口と比べ、アプリケーションでのカタン(以下;デジタル環境)で遊ぶ人口は少ないといえる。

この事例が発生する理由として、カタン特有の交渉というシステムによるものと考えられる。デジタル環境にてインターフェースの都合上アナログ環境と違い交渉が円滑に行えないことが課題であると考えられる。

これらの問題を解決するために、心理物理的手法を用いることでデジタル環境でもアナログ環境同様にカタンを楽しむための改善手法を提案する。

2. カタンのルール

この章ではカタンのルールやターンの流れ、及び主な戦略について述べる。以下の内容は先述の日本カタン協会のHP及びルールブック[5]に準ずる。又交渉等戦術や禁止行為の詳細についてはYouTubeにアップロードされたカタン日本選手権地区予選動画の振る舞いを参考とした[6]。

2.1 地形セットアップ

カタンのボードは図1の様に六角形の地形タイル19枚と、青色の海フレーム6枚で構成されている。地形タイル19枚をシャッフルして表向きにしながら1枚ずつ配置する。

これにより、毎回地形が異なる状態で遊ぶことが出来る。砂漠を除くタイルからは順に木材(以下;木)、レンガ(以

下;土)、羊毛(以下;羊)、小麦(以下;麦)、鉱石(以下;鉄)、計5種類の資源カード(以下;資源)が産出される。後述の建設・交渉フェイズにてこれらの資源を山札(以下;銀行)に戻したり、他のプレイヤーと譲受することで、ゲームは進行する。

砂漠を除く計18枚のタイルにはそれぞれ数字チップが置かれる。数字チップは2, 12と書かれたチップが1枚ずつ, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11と書かれたチップは2枚ずつある。砂漠タイルには盗賊駒(以下;盗賊)を置く。

2.2 初期配置フェイズ

以下4人でカタンをプレイするものとして、説明する。

初期配置は1番手プレイヤーが自身の色の開拓地駒(以下;開拓地)を交差点に1つ置く。その後自身の色の街道駒(以下;街道)を辺に1つ置く。街道は自身の開拓地に隣接する様に配置する。

続いて2番手, 3番手, 4番手プレイヤーの順に開拓地及び街道を配置する。尚, 他者及び自身の開拓地駒及び後述の都市駒(以下;都市)に隣接する交差点に、開拓地を建設出来ない。4番手のプレイヤーは続けて2軒目の開拓地及び街道を配置する。続いて3番手, 2番手, 1番手の順に2軒目の開拓地を配置する。

2.3 ターンの流れ

ターンの流れは①サイコロ2つを同時に振る②対応する数字チップから資源の産出・盗賊の移動③建設・交渉フェイズの3つで構成される。自身の点数が10点以上となった状態で、自身の手番中に勝利宣言することで、勝者となりゲームは終了する。ターンの初めに6面サイコロを2個振る。出目の和(以下;出目)と同じ数字を持つ、地形タイルに隣接する開拓地及び都市を所有するプレイヤーは、対応する資源を銀行から手札に加える。手札の資源の内訳は公開する必要はないが、枚数は公開情報となっている。

手番プレイヤーだけでなく手番でないプレイヤー(以下;手番外プレイヤー)も資源を獲得することが出来る。1つの地形タイルに開拓地を2つ建てているプレイヤーは資源を2枚, 3つなら3枚得られる。後述する都市を建てているプレイヤーは都市1つにつき資源を2枚受け取れる。

2ヶ所の地形タイルから資源が産出されるプレイヤーは最大2種類の資源を1度に手札に加える。

出目の合計が7となった場合2つの処理を順に行う。それぞれ「手札廃棄処理」「盗賊移動処理」と名付ける。最



図1 カタンスタンダード版ルールブック記載の初期配置例

初に手札廃棄処理がなされる。手番及び手番外プレイヤーで資源を 8 枚以上有するプレイヤーは全員、手札を半分銀行に戻す。続く盗賊移動処理にて手番プレイヤーは盗賊を別の地形タイルに移動させる。移動させた地形タイルに隣接する開拓地及び都市を有するプレイヤーいずれか 1 名から資源を裏向きのまま 1 枚奪う。この時奪った資源の種類は奪われたプレイヤー以外には非公開情報となる。

盗賊が置かれた地形タイルからは対応する出目が出て誰も資源を獲得出来なくなる。

2.4 建設

建設・交渉フェイズでは建設及び交渉の 2 つの行動を、順番を問わず何度でも行える。

建設で図 2 に記載の組み合わせの資源を支払うことで、ボードに街道を引く、ボードに開拓地を建てる、ボード上の開拓地を都市と入れ替える、発展カードを引き、手元に伏せるという 4 種類の建設が出来る。



図 2 カタン
スタンダード版
建設コスト表

2.4.1 街道

街道は初期配置含め 1 人最大 15 本建設出来る。木と土 1 枚ずつ銀行に戻すことで建設出来る。自身の街道、開拓地、都市いずれかに隣接する辺に置くことが出来る。他プレイヤーの街道の置かれている辺には配置出来ない。

2.4.2 開拓地

開拓地は初期配置分 2 軒含め 1 人最大 5 軒まで盤面上に配置出来る。木、土、羊、麦 1 枚ずつ銀行に戻すことで建設出来る。

自身の街道に隣接する交差点に置くことが出来る。自身の街道と街道の間の交差点にも配置出来る。自身の街道に隣接する交差点に置くことが出来る。1 つにつき 1 点加算される。

2.4.3 都市

都市は 1 人最大 4 軒まで盤面上に配置出来る。街道は麦 2 枚、鉄 3 枚銀行に戻すことで建設出来る。

自身の盤面の開拓地を手元に戻したうえで、都市に入れ替える。5 軒開拓地を建てた状態で 6 軒目の開拓地を建設するためには、先に配置済みの開拓地 1 軒を都市に入れ替える必要がある。1 つにつき 2 点加算される。

2.4.4 発展カード

資源とは別に裏向きに 25 枚積まれている。羊、麦、鉄 1 枚ずつ支払うことで 1 枚引ける。全部で 5 種類のカードがある。所有することで 1 ポイント獲得出来るカードである。勝利点カードは引いた瞬間に効力を生じる。引いた瞬間に 10 点となった場合、即座に勝利宣言出来る。

勝利点カード以外のカードは引いた次のターン以降の自身のターン中に使用可能。1 ターンに 1 枚だけ使用出来、

異なるカード 2 種類の使用は出来ない。サイコロを振る前にも振った後にも使用可能。未使用発展カード (以下;伏せカード) の枚数は公開情報とする。

2.5 交渉

手札の資源を譲受することが出来る。以下に 2 種類の資源の取引を述べる。尚、どちらの資源の取引も種類及び枚数は公開情報となる。

2.5.1 海外取引 (以下;交換)

手元の木 4 枚を羊 1 枚、麦 4 枚を鉄 1 枚の様に、同一種類の資源 4 枚を銀行に戻すことで、銀行から任意の資源 1 枚を獲得する (以下;4:1 交換)。

図 1 にて海プレートに記載の 3:1 と描かれている交差点 2 つのどちらかに開拓地及び都市を建設しているプレイヤーは、手元の鉄 3 枚を木 1 枚の様に、同一種類の資源 3 枚を銀行に戻すことで、銀行から任意の資源 1 枚を獲得する (以下;3:1 交換)。3:1 港は盤面上に 4 組存在する。

図 1 にて海プレートに記載の 2:1 と描かれている交差点 2 つのどちらかに開拓地及び都市を建設しているプレイヤーは、手元の、麦 2 枚を木 1 枚の様に、描かれている種類の資源 2 枚を銀行に戻すことで、銀行から任意の資源 1 枚を獲得する (以下;2:1 交換)。2:1 港は木、土、羊、麦、鉄 1 組ずつ計 5 組ある。

2.5.2 島内取引 (以下;交渉)

手番プレイヤーが手番外プレイヤーに受け取りたい資源又は渡したい資源及びその両方を呈示し、条件を受け入れた手番外プレイヤーと成立する。交渉する資源の種類や枚数は自由に決められる。手番外プレイヤーが異なる提案をすることも可能である。

例として、手番プレイヤーが手番外プレイヤーに対し、「木 1 枚を渡すから、土か麦どちらか 1 枚ほしい」というリクエストに対して、「麦は出せるが、鉄 1 枚ほしい」「土は出せる、木 1 枚含め合計 2 枚の資源が欲しい」「羊 4 枚出すから資源合計 3 枚ほしい」等、アナログ環境において、リクエストは自由である。

又、アナログ環境において、手番外プレイヤーが手番プレイヤーに渡せる資源や受け取りたい資源等、手番外プレイヤーが発話することは自由である。

2.6 発展カード

発展カードは 5 種類存在する。引いた発展カードは裏向きのまま机の上に見せる向きに置くことが望ましいとされ、枚数のみ公開情報とする。又、使用済み発展カードの内訳と枚数も公開情報とする。

以下種類と内訳を述べる。

- ① 騎士 14 枚
- ② 街道建設 2 枚
- ③ 発見 2 枚
- ④ 独占 2 枚
- ⑤ 勝利点 5 枚

騎士カードは先述のサイコロの出目が 7 となった際の「盗賊移動処理」のみを行う。サイコロを振る前に使用することにも利点がある。

街道建設カードは街道を 2 本建設する。独立して 1 本ずつ建設しても、2 本目が 1 本目に隣接する様に建設しても構わない。

発見カードは任意の資源を 2 枚銀行より獲得する。異なる資源 2 種を獲得しても同一の資源 2 枚獲得してもよい。

独占カードは使用時に資源の名称を 1 種類宣言する。手番外プレイヤーは全員宣言された手持ちの資源を全て使用したプレイヤーに渡す。

勝利点カードは先述の通り裏向きのまま、保持される。勝利点カードを除く 4 種類のカードは使用時にのみ表向きにされる。又、公式ルールにて引いたカードの内容を明言することは真偽問わズルール違反となる。

又、発展カードの使用によらず、明らかな嘘を付くことは禁止行為となっている[7]。

2.7 ボーナスカード

カタンにてある特定の条件を満たしたプレイヤーが 2 点を追加で得られる。条件は 2 種類あり「最長交易路」と「最大騎士力」がある。

最長交易路は一筆書きで街道を 5 本つなぎ、街道の最長本数が 5 となったプレイヤーが獲得する。他のプレイヤーが所有プレイヤーの街道の最長本数を超えた場合は最長交易路を喪失し、超えたプレイヤーが 2 点を得る。

最大騎士力は使用済みの騎士カードの枚数（以下;騎士の使用枚数）が 3 枚に到達し、騎士の使用枚数が 3 となったプレイヤーが獲得する。他のプレイヤーが騎士の使用枚数を超えた場合は最大騎士力を喪失し、超えたプレイヤーが 2 点を得る。

最長交易路及び最大騎士力両方を所持するプレイヤーは 4 点を追加で得られる。

3. 先行研究及び新アプリにおける課題

3.1 先行研究における課題

本項目の執筆にあたりカタンの AI における先行研究 3 つを参考とした。時系列順に述べると、モンテカルロ木探索を適用した AI[8]、序盤、中盤、終盤を盤面より判断した上で交渉の可否を判断する AI[9]、嘘を付くことで優位に立つ AI[10]が研究されている。主に嘘を付く AI の論文を参考としたため以下に概要を述べる。

AI とプレイヤーが交渉を成立させやすくするため、人間同士の対戦に見られる駆け引きを再現することを目的としている（中澤, 2017）。既存の AI はプレイヤーに対して何も発話しない、一方新規の AI は交渉前提示なるものを仕掛ける。交渉前提示では所持している発展カードの数や種類を偽るために勝利点カードを引いた際に「発見カードか」と文字を提示することで勝利点カードの所持数を偽るとい

う研究がなされていた。又資源の枚数を偽るため鉄を 3 枚所有しているときに「鉄が 1 つしかない」といった文字列をディスプレイに表示するという改善を行った。

上記の改善は、発展カードの内容を明言する、明らかな嘘を付くという点から、先述のカタン公式ルールにおける違反行為となるので、新アプリを始めとする AI の実装においては不適切であるといえる。

3.2 ゲーム理論を初めとした各種理論との関連性

本項では、アナログ環境とデジタル環境におけるカタンのプレイングに及ぼす影響を論ずる。ゲーム理論にて社会心理学の知見が活用されている[11]。マルチエージェント[12]やバランス理論[13]、三者関係[14]、囚人のジレンマゲーム[15]等、カタンの交渉という独特なシステムを説明する材料となる。

本項ではデジタル環境における、ミルグラム実験 [16]に見られる攻撃的な戦術について述べる。図 4 において、Ore For Wool という鉄が産出されにくく、羊が産出されやすいシナリオにおけるゲーム終了時の盤面を例に挙げる。序盤、黄色プレイヤーが街道 2 本を赤丸で示した交差点に向けて伸ばした。



図 4 Ore For Wool における
ゲーム終了時盤面

直後の青プレイヤーの手番にて、青プレイヤーが道 2 本を伸ばした。数ターン後青プレイヤーは白プレイヤーと、麦と鉄を 1 枚ずつ渡す代わりに木 1 枚を受け取る交渉を成立させて黄色プレイヤーより先に開拓地を建設した。

青プレイヤーに何故後から街道を赤丸の交差点へ伸ばしたか問い合わせたところ、「青プレイヤーの手札の状況から先に開拓地が建設できそうだったから」という返答を得られた。白プレイヤーが、青プレイヤーが開拓地を建設した時点で 2 点の黄色プレイヤーとは交渉せずすでに麦 2:1 港を所有していた青プレイヤーと交渉した理由について「麦と鉄が欲しかった。青と赤を強くして争わせたかった。黄色プレイヤーには中盤以降親切な交渉をする予定だった。」という返答を得られた。

これらのヒアリング結果から、青プレイヤーは黄色プレイヤーの建設予定だった交差点に伸ばし、先に開拓地を建

てること自体に罪悪感は抱いてないと考えられる。白プレイヤーも鉄が産出しにくい盤面だった故に有利な青プレイヤーへ手助けすることを厭わなかったと考えられる。

又、青プレイヤー以外の手番外プレイヤーらは互いが互いに交渉可否の返答を見られないという仕様上、白プレイヤーが「赤プレイヤーが交渉を受け入れるかもしれない」と考えたため青プレイヤーと交渉することを選んだ可能性がある。

デジタル環境では、対戦相手の声も姿も得られないため、黄色プレイヤーに対する攻撃的な行為になると分かっているながら、開拓地の建設及びその手助けを行った可能性がある。もしもアナログ環境であれば、黄色プレイヤーが赤丸の交差点に建設しないでほしいと嘆願することで、青プレイヤー又は白プレイヤーの罪悪感により、開拓地の建設及びその手助けは行われなかった可能性がある。

先述の事例より、対話により対戦相手の意思決定に影響を与えられると仮説を立て、実証するために、人を対象とした心理実験を実施した。

4. 試験実施

中澤による嘘を付く AI の研究を参考として試験方法を策定した。本項では、新アプリにおける人対人のオンライン対戦を再現するための心理実験の方法を述べる。

行う心理実験は被験者 1 名と実験者 1 名と新アプリ実装済みの AI2 名により新アプリを対戦する試験を行う。

4.1 試験方法

実験者と被験者はオンラインで通信を行いながら PC の前に座る。実験者及び被験者は各自が操作する端末（以下；実験者端末、被験者端末）にインストールされた新アプリを立ち上げ、実験者端末にてルームを作成し、被験者端末を招待する。

実験は実験者 1 名、被験者 1 名、AI2 名のカタンの対戦（以下；セッション）を 4 回行う。カタンの対戦において、回数毎に実験者はチャット機能の使用状況を変化させることで、中澤の報告におけるベース AI と嘘を付く AI の再現を行いながら、被験者との交渉回数やターンごとに得られた印象を記録する。

実験者と被験者はセッション中、休憩取得等試験の進行に関わる内容以外口頭では連絡を取らず、実験者が被験者に対して時折、新アプリ上のチャット機能を用いて情報の提示（以下；つぶやき）を行うものとする。

つぶやきは実験者のみが用いるものとする。被験者はルール確認等、実験の進行に必要な連絡のみチャット機能使用を認めるものとする。

各セッションにおける実験者の振る舞いは毎回変化させる。各振る舞いにて以下のような表現を行う。パターン A は実験者はつぶやかかない（ルール説明や操作方法等必要な返答、連絡のみ行う）。パターン B は実験者はつぶやいて、

明らかな嘘を付く（例；「鉄は 1 枚もない」「このカードは独占」）。パターン C は実験者はつぶやいて、常に正しいことを話し、発展カードの詳細は話さない（例；「鉄は 1 枚しかない」「街道を伸ばしたい」）。パターン D は実験者はつぶやいて、事実を基に誤った方向に誘導する。（例；「最近 6 が出てない」「最大騎士力が欲しい」「この伏せカードは今はいらない」）。

上記のパターン A, B, C, D は被験者毎にランダムな順番で実施する。被験者には「チャット機能を用いて語り掛ける場合がある」ということのみを伝える。実験者のつぶやきは実験者の手番又は被験者の手番にて随時行うものとする。

各セッションにおいて実験者に対する被験者の手番は毎回 2 手番後とする。被験者の手番が実験者の 1 手番後である場合、実験者の手番にて建設に資源を使用したため、被験者の手番にて実験者の所有する資源の枚数が足りず、実験者が交渉に応じにくくなると考えられるからである。3 手番後の場合は逆が成り立つといえるため、毎回 2 手番後とした。

実験者は全セッションで 1 番手、被験者は 3 番手とした。これは初期配置フェイズにて実験者が 1 軒目の開拓地を毎回同一の交差点に置くことで、実験者のセッション毎の初期配置の違いによる交渉の成立数に影響を与えることを防ぐためである。又、実験者が 2 軒目の開拓地を置いた結果被験者が 2 軒目の初期配置で置く予定だった交差点に開拓地を置けなくすることを防ぐためでもある。

全セッションにおいて、地形タイルの位置は固定とした。これは地形タイルの配置により、セッション毎の交渉の成立数に影響を与えることを防ぐためである。出目の頻度の偏りが交渉の多寡に影響を与えることを防ぐ様調整した。

使用する AI2 体は強さを master とした。強さを 3 段階の内最も高いと思われる master としたのは、AI が弱いために被験者及び実験者 2 人が AI2 人と比べ、点数が上回るせいで、被験者及び実験者が AI を交渉相手として選んでしまうことを防ぐためである。データは、交渉の成立回数、盤面記録を基に解析する。被験者の 4 セッションの勝利回数、勝利点、占有率（被験者の点数を 4 名の点数の和で除したものの和（以下；総合成績）にて評価を行う。

試験前にアンケートに答えてもらう。主な内容はカタンのプレイ経験の有無及び回数、普段遊ぶ相手（家族、友人、クラスメイト、同僚、ボードゲームカフェ、定例会、大会、新アプリ等デジタル環境、etc）、を記入欄に含める。

5. 結果

以下、つぶやきの種類に対する被験者と実験者間における交渉成立回数を、様々なグループ分けを通じて解析する。

被験者は 12 名（2 名女性、10 名男性、年齢の平均及び標準偏差はそれぞれ、32.4, 4.73）だった。

5.1 セッション毎の被験者との交渉回数

本項では、実験者手番及び被験者手番における交渉成立回数（以下;交渉回数）、被験者が行った交渉の内、実験者と被験者の間でなされた割合（以下;交渉率）を、被験者全体のデータとして述べる。

交渉率は以下の様に定義する。各セッション中被験者が行った交渉の数を記録する。この中には AI との間に成立した交渉も含む。更にセッション中に実験者と被験者の間で成立した交渉回数を集計する。実験者と被験者の間で成立した交渉回数を、被験者の全体交渉成立回数で除す。

例として、被験者の交渉成立回数が 15 回、内実験者と被験者の間でなされた回数を 3 回とすると、 $(3/15)=0.2$ と算出される。つぶやきの種類のパターン A, B, C, D は以下「無言」「明示嘘」「正直」「暗示嘘」と述べる。

交渉回数及び交渉率はパターンの組み合わせ 6 組(A, B), (A, C), (A, D), (B, C), (B, D), (C, D) それぞれにボンフェローニ法で補正を行い、t 検定を行った。

交渉回数、及び交渉率いずれも 5%水準において有意差が見られなかった。以下の項では 12 人の被験者からなる 48 セッションを様々な因子から層別解析を行う。

5.1.1 被験者のカタンプレイ経験との相関

本項では、実験前の質問紙調査によるカタンプレイ経験の多寡により被験者に対して層別解析を行う。12 人の被験者の内、カタンプレイ経験 0 回の被験者が 3 名、カタンプレイ経験 1~29 回の被験者が 5 名、カタンプレイ経験 30 回以上の被験者が 4 名居た。これらの被験者を初心者、経験者、熟練者の 3 つのグループに分けて、層別解析を行う。

初心者において、交渉回数にて(C, D)の組にて暗示嘘が 1.67 回に対し、正直が 3.33 回となり、5%水準で有意に高くなった。交渉率にて 6 組全てに有意差が見られなかった。

経験者において、交渉回数、交渉率共に 6 組全てに有意差が見られなかった。

熟練者において、交渉回数にて 6 組全てに有意差が見られなかった。交渉率にて(A, B)の組にて明示嘘が 4.06%に対して無言が 18.3%となり、5%水準で有意に高くなった。

5.1.2 被験者の盤面結果との相関

各セッションにおいて、被験者がセッション終了時点で所有している 3:1 港及び 2:1 港の個数でセッションを、層別解析を行う。交渉回数において、被験者が 3:1 港を有していたセッション及び有さないセッションでの交渉回数の平均はそれぞれ 1.74, 2.00 回だった。交渉率においてはそれぞれ 25.3, 26.3%だった。3:1 港を有していたセッションに比べ、有さないセッションは交渉回数及び交渉率が上昇したが、有意差が見られなかった。

同様に被験者が 2:1 港を 1 つ以上有していたセッション及び有さないセッションでの交渉回数の平均はそれぞれ 1.78, 2.00 回だった。交渉率においてはそれぞれ 24.9, 29.8%だった。2:1 港を有していたセッションに比べ、有さ

ないセッションは交渉回数及び交渉率が上昇したが、有意差が見られなかった。

5.1.3 被験者の総合成績との相関

各被験者が参加した 4 回のセッションにおいて、被験者の勝利数、勝利点、占有率の合計と交渉回数の相関を取ると、相関係数はそれぞれ-0.27, -0.36, -0.32 となった。又、交渉率の相関を取ると、相関係数はそれぞれ-0.04, -0.18, -0.18 となった。

以下、最も相関が見られた勝利点と交渉回数の相関を解析する。つぶやきが無言のセッション 12 回において、勝利点と交渉回数の相関係数は-0.65 となった。同様につぶやきが明示嘘、正直、暗示嘘のセッション各 12 回において、相関係数はそれぞれ-0.32, 0.04, 0.44 となった。このことから点数の低いプレイヤーは無言、明示嘘の場合、交渉に応じ、点数の高いプレイヤーは暗示嘘に応じる傾向があるといえる。

5.2 被験者からの感想及びヒアリング内容

本項ではセッション中の被験者の感想及びセッション終了後の被験者へのヒアリング結果の一部を抜粋する。

被験者のカタンプレイ経験毎に、4 回のセッションを通じて得た感想が異なっていた。初心者は、街道の伸ばす向きを間違える、開拓地が建設できないことに気付かない等、ルールを把握できていないという回答が多く見られた。

経験者及び熟練者は、街道を伸ばさずに発展カードを引くべきだった等、具体的な戦術を述べる回答が多く見られた。明示嘘のつぶやきについて初心者は特に自身が騙されたことに気付かなかったとの回答が多く見られた。又、対戦相手の盤面を見る余裕がないとの回答もあった。

経験者においては、明示嘘に騙されたことに気づき、対戦相手の盤面を注視していなかったとの回答もあった。

熟練者は、明示嘘の情報よりも盤面の情報を把握することを優先していたため、発言自体意識していなかったという回答もあった。「発展カードの内容を独占と宣言していたがずっと使わなかったため、本当は勝利点であると推定した」等、明示嘘を見抜いたという回答もあった。

正直のつぶやきについて経験者、熟練者共に「戦いやすかった」「アナログ環境同等に交渉に応じられた」との感想を受けた。一方、初心者は「自らの情報を明かすことが有利になることが理解できない」との意見もあった。

暗示嘘のつぶやきについて経験者は「嘘を嘘と見抜けなかったことが残念」「言いくるめられてしまった」と明示嘘に比べ、許容する印象を受けた。熟練者は「嘘は付いてないけど何か不自然」との意見もあった。初心者に対しては、「最大騎士力が欲しいと言われても何のことか分からないから無視した」と遠回しな表現であるため真意をくみ取れなかった様子が見られた。

全セッション終了後の感想において、正直の条件が最も対戦相手としての印象が良く、無言が最も印象が悪かった。

5.3 被験者の質問紙調査

本項では、試験前の質問紙調査の内容について述べる。

12名の被験者の内、9名がカタンプレイ経験1回以上で、内6名が新アプリ利用経験を有していた。

普段遊ぶ相手の中で、「友人、クラスメイト、同僚」が最も多く次いで、「アプリでのオートマッチ」「アプリでのカスタムマッチ（フレンドとの対戦）」「カタン定例会や大会での常連客」という順序となった。又、新アプリにてカスタムマッチを遊ぶと回答した被験者の中には「LINE等ボイスチャット機能」「ZOOM等テレビ会議機能」を用いているとの回答も見受けられた。被験者の中に5名カタン日本選手権等大会出場経験者が居た。内2名は入賞・カタン日本選手権決勝大会進出経験者だった。

カタンプレイ経験のある被験者に向けて「Aに近い」「どちらかといえばAに近い」「どちらかといえばBに近い」「Bに近い」で回答する設問を20問用意した。

関連のある組の例として、「A オンラインでもいいから知人と遊びたい B 初対面でもいいから対面で遊びたい」にて「Bに近い」と回答した被験者の多くが「A カタンに必要な技能は計算力だ B カタンに必要な技能は会話力だ」という設問に「Bに近い」と回答する傾向が見られた。このことからカタンを「確率や計算が中心のダイスゲーム」ではなく、「対話の能力が勝敗を分けるゲーム」と考える被験者は、「顔見知りと遊ぶ」より「会話が出来る環境で遊ぶ」ことを求めるということがいえる。

6. 考察・今後の展望

本試験において、つぶやきの内容による交渉回数及び交渉率が上昇するという仮説は実証できなかった。一方で被験者の特性が試験の結果に大きく影響を与えるということを発見できた。

試験における交渉率が多くのセッションで33.3%を下回っていた。これは被験者が交渉相手を選ぶ際に、実験者よりAI2名を交渉相手に選ぶことが多かったことを示す。被験者のヒアリングの中で「交渉してくれるのがAIだけだった」「AI相手は交渉しやすい」という意見があった。

このことからAIは実験者と比べ、被験者の交渉を頻繁に受け入れることが考えられる。これにより、セッション毎に実験者がつぶやきの種類を変えても被験者と実験者の間で成立する交渉の絶対数が小さいままであると考えられる。この問題を解決するに当たり、AIのいない状況でセッションを行うことが望ましいといえる。

被験者のヒアリングにて、つぶやきが無言の条件は印象が低く、正直の条件は印象が良かった理由として、嘘を付くことは、正直であることに比べ印象を悪くするが、何も話してこない場合は、AIと遊んでいるかのような印象を受けたため更に印象が悪くなったということが考えられる。

経験者向けの質問紙にて「初対面でもいいから対面で遊

びたい」という回答が多く見られたことから、情報を提示するという振る舞いそのものが良い印象を与えると考えられる。今後は「最近8が出過ぎ」「今7出ないでほしいな」等、被験者に情報を与えないつぶやき「他愛のない与太話」という条件のセッションを含めて試験すべきであるといえる。

今回の試験は被験者が全員日本語母語話者であったため、つぶやきは全て日本語とした。新アプリにおいて英語やドイツ語、スペイン語を利用するユーザが多いといえるため、今後はつぶやきに「英語で話しかける」「ドイツ語（又はスペイン語）で話しかける」という条件を用意することで、より現行の新アプリの仕様に近い状態でのやり取りにより、使用言語による交渉回数及び交渉率の増加、被験者への印象の善し悪しを見ることも一考の余地があるといえる。

今回の試験条件の初期配置において、実験者が必ず1番手で、被験者が3番手であった。被験者が1軒目の初期配置にて優れた交差点に開拓地を置けない等という指摘を被験者から受けた。被験者を2番手とすることで、被験者が1軒目の初期配置に開拓地の置ける交差点の選択肢を増やしてもよいといえる。

又、実験者の初期配置において図5の様な配置となったセッションが多くあった。五角形は開拓地、長方形は街道、内部の数字は建設した順番を表す。初期配置軒目の開拓地及び街道は1, 2軒目は2, 以後3, 4とおいた。

図5の様に2軒目の開拓地を建設した時点で、実験者は5種類の資源が産出されるようになった。更に3軒目の開拓地で3:1港、4軒目の開拓地で木港を手に入れたことから、銀行との交換が容易となった。

故に実験者は被験者及びAIに資源を多く渡す交渉するより銀行と交換することを選ぶため、交渉が成立しにくかったとの意見があった。今後は、初期配置にて供給量の少ない資源を実験者が産出しにくくなる初期配置とする、港を一切所有しない等、実験者が被験者と交渉を行わずには、建設を進められなくなる様な初期配置及び建設手順でセッションを行うことを検討する。

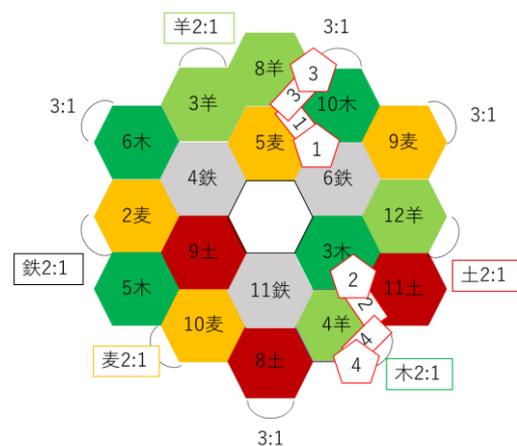


図5 実験者の初期配置及び3軒目、4軒目の開拓地の建設場所

又、実験者が試験に参加することで、被験者に対して持ち掛ける交渉のレートを上下させる等、試験結果を恣意的に変動させる恐れがある。今後は被験者を4名募集したうえで、実験者が4名のセッションを観察するという試験方法を取ることが望ましいといえる。

7. 結論

従来のゲーム理論では、対話することの有用性が余り議論されていない。認知科学の観点からカタンを考察することで、ゲームにおける対話の有用性を解明することが出来るといえる。

本研究では、カタンにおける情報提示が及ぼす行動決定への影響は示せなかった。しかし、被験者のヒアリング結果からカタンのプレイ経験の多寡と得られた情報に対する印象変化に関連があると考えられる。

将棋や麻雀を初めとしたボードゲームの研究において人を対象とした場合、被験者自身の経験や好み戦略等、能力や特性を考慮した試験の実施が求められるといえる。

やがてゲームという枠を越えて、協調や裏切り等社会科学における課題を解決する足掛かりになることを切に願う。

8. 謝辞

本論文の執筆に当たり、カタン未経験者でも理解できる論文を書くべきであると、概要の段階から添削をくださったM氏、カタンの戦術についてご指導ご鞭撻のほどを施してくれたT氏、実際の試験同様のテストプレイを、チャットを通じて協力してくれたK氏に謹んで感謝の意を表す。

参考文献

- [1] (株)ジービー広報 @gpinc_jp
https://twitter.com/gpinc_jp/status/1519947209529491456
- [2] NPO 法人ポータルサイト 特定非営利活動法人 日本カタン協会
<https://www.npo-homepage.go.jp/npoportal/detail/014001375>
- [3] カタン 19' 日本選手権
http://www.gp-inc.jp/catan/catan_championship2019/index.html
- [4] Catan Universe USM
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.usm.catanuniverse&hl=ja&gl=US>
- [5] 株式会社ジービー カタン スタンダード版 [カタン スタンダード版 \(gp-inc.jp\)](http://www.gp-inc.jp/catan/catan_championship2019/index.html)
- [6] 【公式】2019年カタン日本選手権 四国地区大会 第四ラウンド 第一テーブル 他8大会 GPGAMESJP YouTube 公式チャンネル
<https://www.youtube.com/user/GPGAMESJP/videos>
- [7] カタン公式ルールガイド (Web 簡易版)
<https://catan.jp/tournament-kit-basic/>
- [8] 吉村拓哉, and 橋本剛. "F-045 カタンの開拓者たちにおけるモンテカルロ木探索を用いたAIの改良 (F分野: 人工知能・ゲーム)." 情報科学技術フォーラム講演論文集 12.2 (2013): 387-388.

- [9] 吉本直浩, 石水隆. カタンにおけるメタ理論の研究. 近畿大学理工学部情報学科卒業研究. 2014
- [10] 中澤桂介, et al. "カタンの開拓者たちにおいてウソの情報を流し状況を有利に進める敵の提案." 研究報告デジタルコンテックリレーション (DCC) 2017.13 (2017): 1-6.
- [11] 海野道郎. "社会学におけるゲーム論的アプローチ." 心理学評論 32.3 (1989): 296-311.
- [12] 三井宏隆. "ゲーム理論の社会心理学的役割." 心理学評論 32.3 (1989): 228-243.
- [13] 門脇克典, 小林一樹, and 北村泰彦. "マルチエージェント説得における社会的均衡関係の影響." コンピュータソフトウェア 26.4 (2009): 4_173-4_180.
- [14] 中澤諭, et al. "バランス理論を用いた社会的エージェントの分析." 情報処理学会論文誌 43.12 (2002): 3607-3616.
- [15] 湯浅将英, 安村禎明, and 新田克己. "心理的要素を用いた交渉戦略." 人工知能学会全国大会論文集 0 (2001): 188-188.
- [16] Milgram, Stanley (1963). "Behavioral Study of Obedience". Journal of Abnormal and Social Psychology 67: 371-378.

著者紹介

荒木関人 準登録 (個人)

2016年3月東京工業大学大学院 総合理工学研究科
知能システム科学専攻 修士課程修了