

人狼ゲームにおける面白いゲーム展開の分析と 判別手法の提案

月田 詩悠^{1,a)} 篠田 孝祐^{1,b)}

概要: 本研究は、人狼ゲームの観客が面白いかどうかを評価する際、観客が何を見てどの程度面白いと感じるのかを調査して、ゲームのログからそのゲームの面白さを評価するシステムを構築することを目的とする。その面白さの評価において、本研究ではゲーム展開に着目し、特定のゲームの展開が観客の面白さに影響を与えると仮説を立てた。そして、ゲームの展開とは、ゲームのプレイヤーの一連の行動から行動から構成されると考え、行動に着目することで展開を抽出し、ゲームの面白さを評価できるシステムが構築できると考えた。そこで、本研究では、人が面白いと感じる状態を研究したフロー理論から人狼ゲームにおける面白い展開を構成する要素の仮説を立て、人狼ゲームのログとその評価を蓄積した人狼 BBS をデータセットとして用いて調査を行った。その結果、人狼ゲームにおける面白い展開とどのようなプレイログが面白いかが判別する手法を明らかにすることができた。

キーワード: 人狼ゲーム, ゲーム AI, フロー理論, 数量化 II 類, コレスポネンス分析

Analysis of fun game deployment in werewolf games and proposal of discrimination method

TSUKIDA SHIYUU^{1,a)} SHINODA KOUSUKE^{1,b)}

Abstract: In this research, we aim to be evaluate the degree of funny of werewolf game. Therefore, we will investigate what and when the point of audience' attention gazing in the werewolf game playing. We focused on the development of the game and hypothesized that the development of a specific game affects the fun of the audience.

We thought that development of games consists of behaviors from game players' actions and actions, focusing on actions, extracting developments, and thinking that a system that can evaluate game fun can be constructed. Therefore, in this research, from the flow theory which studied the state that person felt interesting, hypothesis of elements constituting an interesting development in a human wolf game was set up, a log of a human wolf game and a human wolf BBS which accumulated the evaluation were stored as a data set To investigate.

As a result, it was possible to clarify a funny development in a human wolf game and a method to determine what type of playlist is interesting.

Keywords: werewolf game, game AI, flow theory, Quantification theory type II, Correspondence Analysis

1. はじめに

ある村に、人間の姿に化けられる人食い人狼が現れた。人狼は人間と同じ姿をしており、昼間には

区別がつかず、夜に村人たちをひとりずつ襲っていく。村の中に潜んだ人狼を暴きだすため、村人たちは互いを疑いつつ、毎夜一人を処刑していくことにした....

このようなカバーストーリー [1] から始めるコミュニケーションゲームに人狼ゲームがある。人狼ゲームとは、ヨーロッパやロシアで古くから遊ばれていたゲームを基に体系

¹ 電気通信大学
The University of Electro-Communications, Chofu, Tokyo 182-8585,
Japan

^{a)} t1410082@edu.cc.uec.ac.jp

^{b)} kosuke.shinoda@uec.ac.jp

化されたゲームである。一回のゲーム（以下、村と呼ぶ）に複数のプレイヤーが参加し、各プレイヤーは複数の陣営に分かれる。そして、勝利を得るために、会話を通じて他の陣営をゲームから排除する。

人狼ゲームの主な陣営には、村に住んでいる村人たちからなる人間陣営と、その村に密かに入り込んだ人狼たちからなる人狼陣営の二つがある。人間陣営には、能力（以降、能力者）を持つ役職者が存在し、彼らの行動は大きくゲームの展開に影響を及ぼす。以下に代表的な役職を述べる。

- 占い師

プレイヤー1人を指定し、そのプレイヤーが人間陣営か人狼陣営かを知ることができる。ただし、後述する狂人は人狼陣営ではなく、人間陣営となる

- 狩人

プレイヤー1人を指定し、人狼の襲撃から守ることができる。ただし、自分自身は守れない

- 狂人

特殊な能力は無いが、人狼陣営に属する。そのため、人狼陣営が勝利するようにプレイする必要がある

これらの役職はあくまで一例であり、人数やルール設定によっては他の役職を追加することもできる。人狼ゲームとは、人狼と村人という2つの以上の陣営という対立構造の上に、これら役職がどのように振る舞うか、そして役職の行動をもとに他の村人が何を信じ何を選択するかでゲームの展開が作られていくゲームである。そのため、村を構成する人数やどのような役職があるかによっても展開が大きく異なるゲームである。

2. 背景および目的

本研究では、ゲームや観劇など展開を含む物語性があるものの面白さが評価可能であるか検証し、評価手法を検討する研究である。その物語性がある対象として、人狼ゲームを対象とする。このようなゲームの面白さを機械的に評価する取り組みは、ゲームAIの分野で主に取り組みされている。

なお、ゲームAIの分野では以下のような課題がある。

- 人より強いAIの開発
- 人の能力を補助し拡張するAIの開発
- 人を楽しませるAIの開発

ひとつ目の強いAIの開発では、チェスや将棋のような目標の明確なゲームを対象に、状況を評価して効率的な探索を行うための技術の向上を目指す。二つ目の、能力の補助や拡張を目指すAIでは、アドバンスドチェス[3]のように人とAIがともに戦うような状況下で、人が持つ能力とAIが持つ能力を相補的に用いるためのコミュニケーション技術の向上を目指す。そして、3つ目の楽しませるAIの開発とは、ゲーム自体が楽しむものであるが、より多くの楽しみを得られるように人の情動を分析・制御するための技

術の向上を目指す。ゲームAIの研究分野では、ひとつ目の課題は将棋や囲碁においてトッププロとの対戦で勝利したことで、残りの二つの課題が中心的になってきている。

本研究は、3つ目の課題に属する研究であるが、人を楽しませると一言でいってもその方法は様々なのである。例えば、コンピュータゲームにおいてノンプレイヤーキャラクター(NPC)により人間的な行動を取らせることでゲームプレイを長く継続させる取り組み[7]や、人が関心を持ちやすい場面を抽出してダイジェスト映像を作成する取り組み[5]がある。そのため、誰が何をみてどのように楽しむのかをまず明確にする必要がある。本研究では、人狼ゲームを対象に、そのゲームの様子を見る観客を想定して、観客が観て面白いゲームとは何かを検討する。その際、観客から見てるのは、プレイヤーの行動ではあるが、個々の行動一つ一つだけを面白いと考えるのではなく、ゲームの流れ(展開)をみて、プレイヤーが何をするのか予測し、どのような結末を迎えるのかを期待していると考えられる。そのため、本研究では、一連のゲームには展開が含まれていると仮定して、ゲームが紡ぐ物語がどのような展開から構成されている場合に人が面白いと感じるのか調査し、その調査結果を元にゲームの面白さを評価・判別するシステムの構築を試みる。

なお、このようなシステムが実現できたことで、ゲームログの面白さの評価を自動化することが可能となる。これにより、人狼ゲームを対戦可能なエージェントの開発を行っている人狼知能プロジェクトでは、無数のエージェント同士の対戦が行われているが、そのエージェント同士の対戦が面白い対戦が出来ているか評価することができ、開発者らが作成しているエージェントの評価指標として利用できる可能性がある。また、YouTubeなどのネットストリーミングでは多数のプレイ動画の配信が行われているが、それらが配信される前にどのような、そしてどれぐらいの視聴者に関心を持たれる配信なのかを推測することに利用できることが期待される。

3. 展開と面白さ

本研究では、他者がプレイした人狼ゲームの観戦者の面白さの評価を行う際に、人狼ゲームに内包される展開に着目する。そのためまずは、本説では、展開とは何か、そして面白さとは何かを議論する。

3.1 人狼ゲームにおける展開

展開といっても、それを具体的に説明するのは難しい。例えば、物語であれば、一般的には起承転結という言葉でまとめられることがある。起で物語の方向性が示され、承で事件が起こり、転で事件を解決し、結でそれらを受け止めまとめると言う形になっている。また、映画であれば、第一幕として物語の発端があり、続いて葛藤、そして解決

という構成だと言われている。筋書きがないドラマとされるスポーツでは、物語ほど明確に展開があるわけではないが、チームが攻めているところを、敵チームが攻勢をかけて劣勢となるという場面が形成され、場面場面がつながることで展開となり、観客は盛り上がりを見せる。このように、人は何かを楽しむ際、個々のプレイヤーの行動の一つ一つを楽しむだけでなく、それらから構成される全体的な何らかの流れとしての展開を中心として楽しんでいるものと考えられる。

人狼ゲームを対象としてみたとき、その展開とは、陣営という存在を前提としたプレイヤーの行動の連なりが、その陣営の有利不利に変化を与える状況ではないかと考えられる。しかしながら、その展開を形成するプレイヤーの行動の連なりを切り分けることは容易ではない。そのため、本研究では、まずはゲームのログにどのような展開が含まれているのか、そして同時にその展開を形成している一連の行動とはどのようなものであるのかを調査する。これにより、ゲームの面白さを評価するためのコーパスを作成すると同時に、その評価の自動化が可能であるか検討する。

3.2 面白さとは

ゲームの面白さを評価するには、まずは面白さを定義して、人がどのような状況で何を面白いと思うのかを検討する必要がある。人が面白いと感じる状況を検討する理論の1つにフロー理論 [6] がある。このフロー理論によれば、「自分の能力と挑戦する課題の難易度が拮抗」しており、かつ、それが自分の能力において限界に近い位置にある時、人は面白さを感じるとしている。つまり、能力と難易度が拮抗しているということは「状況が理解できる」ということと、能力の限界に近いとは経験を積んできたなかで「時間もしくは労力をかけて理解した状況」を人は面白いと感じると考えられる。

これを人狼ゲームの観戦者に当てはめて考えると、観客が理解できるゲーム展開であり、そしてそれを理解できる状況が自分が苦勞して経験できた状況などに、面白さを感じるのではないかと考えることができる。そして、理解に苦勞する状況としては、各陣営の有利不利が大きく変化した状況や、お互いの陣営の戦力が拮抗している際に起きやすい状況などが考えられる。以上より観客の視点における人狼ゲームの展開において面白さに影響を与える状況として、以下の6つの状況があるのではないかと仮説を立てる。

- (1) 緊張感
- (2) 同じ陣営同士の意見の対立
- (3) 複数人のカミングアウトによる混乱
- (4) 不利だった陣営の逆転勝利
- (5) 占い師、狩人の粘り強いプレイ
- (6) 間違った判断をする陣営

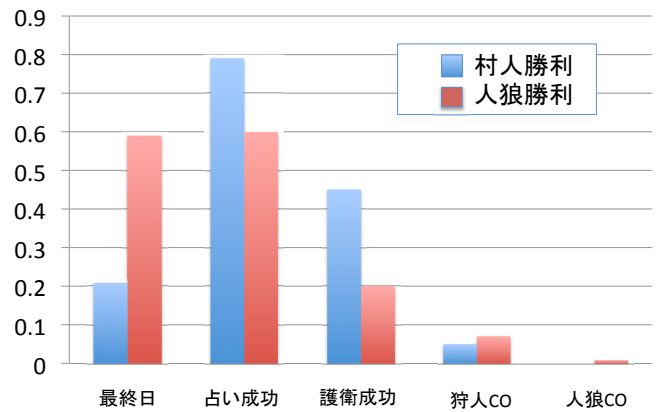


図1 抽出されたシナリオ内での行動の出現率 ([9] より引用)

よって、本研究では、これらの状況が人狼ゲームのログに含まれるのか、そして含まれた場合に面白さにどの程度影響を与えるのかをまずは調査する。

4. 既存研究

4.1 人狼知能

本研究は、人狼ゲームを対象と研究である。その人狼ゲームをプレイする AI プログラムの作成を試みるプロジェクトとして人狼知能プロジェクトがある。本プロジェクトで行われている研究の1つとして、鳥海ら [9] の人狼ゲームを基にしたシナリオ生成の研究がある。この研究では、物語生成のために大量にあるゲームログの中から面白いゲームを発見すること試みている。具体的には、シナリオを構成するパターンを定義して、ログにどの程度のそのパターンが含まれるのか (図1 参照) で面白さの評価を行なっている。これは、AI プログラム同士で無数の回数を対戦させた結果から面白いゲーム状況を抽出してデモをするための手法を応用したものであり、鳥海らはその評価に基づいて選択したログを元に、人手により文書化することで小説を作成している。

4.2 ゲームにおけるプレイヤー視点での面白さ

本研究は3節で述べたように人狼ゲームの観戦者の視点からの面白さを分析することが目的である。山下 [10] らは、質問紙調査から得られた回答をもとにプレイヤー視点でコンピュータゲームのどのような構造、特性が「面白さ」、「楽しさ」をもたらすのかを明らかにしている。その結果、ゲームの面白さに影響を与えているのは、

- ゲーム本来の楽しさ
- 感覚運動的興奮
- 設定状況の魅力
- 和みと癒し
- 難解・頭脳型

の5つの要素だとしている。例えば、ブロック崩しゲームでは、「ボールの動きに合わせてマウスでボールを動かして、うまく跳ね返す「感覚運動的興奮」があり、自分や

他人のスコアを打ち破ることに挑戦する「ゲーム本来の楽しさ」がある。

4.3 ゲーム展開の評価

観客の視点からの面白さを明らかにするには面白さの要素だけでなく、その展開を抽出し評価する必要がある。菅野 [5] らは、スポーツの試合のハイライト動画の自動生成に試合中のどこが面白い展開だったのかを音響データを用いた。スポーツの試合では、観客が盛り上がるような展開は必然的に歓声が大きくなる。その場面を抽出することによってスポーツの展開を構成する場面の抽出と観客の関心の調査を行なっている。

4.4 本研究の位置づけ

以上から、本研究では、鳥海らと同様にゲームログに含まれているパターン（状況）を参考している。ただし、その面白さの程度は様々であり、容易には決めれないため、ログに含まれる状況が面白さの評価にどの程度影響を与えるのかを調査する。これにより、より適切に面白さを評価出来るものとする。

5. 人狼 BBS を用いた人狼ゲームの展開の面白さの調査

まずは、人狼ゲームの展開を形成している要素として何が含まれ、それがどの程度面白さに影響を与えるのかを調べる。人狼ゲームの展開を形成する要素も様々あると考えられるが、特に面白さに影響を与えると思われる状況として、3章において仮説として上げた6つの展開に関して調査を行う。調査を行うにあたり、面白さの評価を調査するためのアンケートの質問項目を作成する必要がある。このアンケート作成のために、人狼ゲームを行い、そのゲームのログに対して面白さを評価するというデータセットを作成するのは時間的にも困難を伴うため、本研究では人狼 BBS のプレイログ [4] を用いて、人狼ゲームの面白い展開の調査を予備実験として行った。

この人狼 BBS を基礎データとして選定した理由は以下である。

- 可読性がある
文字データとして多くのゲームの記録が残っているために観客の視点からの面白さを調査する方法として人に読んでもらうことが容易な人狼 BBS を用いるのが最適である。
- 投票理由が書かれている
プレイログを収集した掲示板には投票が可能となっており、投票した理由も記載されている。そのため、観客がなぜそのプレイログを面白いと感じたか、知ることができる。

5.1 人狼 BBS のプレイログデータについて

次にデータセットとして用いる人狼 BBS のプレイログは、以下の3つのデータから構成される。

- (1) 村データ
- (2) プレイヤーデータ
- (3) 発言データ

1の村データは、プレイログ内での村についての情報である。ゲーム総日数や村番号、人数構成などがある。2のプレイヤーデータは、プレイログ内でプレイヤーが行なった行動、役職の情報である。投票や占い先、襲撃先などがある。3の発言データは、プレイログ内でプレイヤーが発言した情報である。推理やCO、投票先を誰にするか、などがある。

また、村データにはランキングが存在する。人狼 BBS のログを閲覧した人が面白いと感じたログに投票が可能であり、その票数によりランク付けされている [11]。上記の3種類のデータの内、本研究では発言データ (CO のみ) とプレイヤーデータを分析の対象とした。何故ならば、人狼 BBS のデータのCOや襲撃先、追放、護衛などはプレイヤーの行動に関する情報であり、これらは発言データとプレイヤーデータにあたるので分析の対象として適切なためである。このような村のデータが2000近くあり、それらを閲覧している人狼ゲーム愛好家のコメントが付いているため、面白さの評価に用いるデータセットとして有用であると考えられる。

5.2 アンケート調査のための項目作成

人狼 BBS の面白いプレイログには、投票が可能で、その投票理由が記載されている。そのため、ランキング上位にあるプレイログの投票理由を収集すれば、観客の視点からの人狼ゲームの面白い展開を調査することができるのではないかと考えた。

まずは、この掲示板でのランキング上位、下位それぞれ40村ずつの投票理由を収集した。下位の村も集めた理由としては上位の村の結果との比較をする必要があると考えたため、つまらないと感じる展開があるかどうかを調べるためである。

40村ずつを収集した理由としては最も頻度の低かった上位の村から40村ずつを集めたところ、28票まで集めることができたのだが、図2にあるように、それ以下の票数から頻度が大幅に増加していくことが判明した。すなわち、ここを境界としてプレイログの面白い、面白くないの差が大きくなり、面白さを調査するには適していると考えたからである。下位の40村は、0票のプレイログの中から無作為に選別した。

その後、収集した投票理由を、誰が何をしたのか、すなわちプレイヤーの行動に置き直した。例えば、狩人のGJ(グッドジョブ:護衛成功の意味)が良かった、という投票理由があれば、狩人が護衛に成功した、に置き直す。こう置き直したのは、陣営の有利不利に影響を与えた行動のうち、

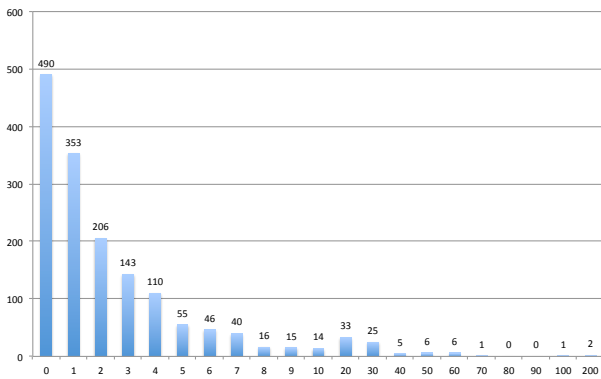


図2 プレイログの投票数ヒストグラム

表1 人狼 BBS プレイログの投票理由

展開	項目名	プレイログ数
面白い	複数プレイヤーによる CO	19
	最低人数からの逆転勝利	9
	能力者の活躍	7
	狂人の活躍	3
	人狼の活躍	11
	狩人の護衛成功による長期戦	2
	村人 CO	8
面白くない	村人の偽 CO	14
	一方的なゲーム展開	23
	突然死	27
	独断プレイ	6
	能力者を全員追放	2

どれが面白い展開を生み出したかを調査、収集するためである。

その結果、面白い展開と面白くない展開の理由を収集することができた。収集した理由を集計したところ、面白い、面白くないと感じられた行動は以下の表のようになった(表 3.2)。

6. アンケート調査

このアンケート調査は、3 節で予想した 6 つの展開が本当に面白い展開なのかを明らかにすることが目的である。5 節で行った人狼 BBS による調査結果を元にアンケートを作成した。1 つの村の調査では、各対象者に問題用紙を渡し、記入してもらった。その他にも、単語解説文とアンケートメモを配布した。

6.1 調査方法

「人狼 BBS まとめサイト」内には、村別に投票ができる掲示板がある。その掲示板から得票数の最も多い村を、予備調査として筆者がアンケートを行った。村を評価するのにおよそ 2 時間ほどかかり、この結果から、実施期間内に調査協力者が評価可能な村数を計算したところ、得票数の多い村と少ない村、それぞれ 10 村ずつを選択するのが最

表2 Q1 の回答集計表

面白さ	面白い	普通	面白くない	データの個数
全体	24	26	9	59
上位村	11	16	3	30
下位村	13	10	6	29

表3 Q2 の回答集計表

Q2 の選択肢	面白い	面白くない	両方
1.CO	24	5	2
2.逆転勝利	7	1	0
3.一方的な展開	2	7	0
4.突然死	0	13	0
5.プレイヤーの連携	18	2	0
6.会話と発言	8	6	2
7.人狼の行動	22	9	3
8.狂人の行動	13	2	1
9.占いの行動	12	9	0
10.狩人の行動	11	8	1
11.霊能の行動	7	0	0
12.村人の行動	8	0	0
13.その他	4	3	0

適であることがわかった。その後、一つの村あたり 3 人がアンケートによる評価を行うよう作業を分配した。実験協力者にはアンケートを始める前に、人狼 BBS のプレイログへのアクセス方法、アンケートメモの書き方、問題用紙の意図、回答の仕方を説明した。説明が終了した後に、各自担当の村のアンケートを行ってもらった

実験協力者は、全員学生であり、年齢は 20 代、男女合わせて 5 人で行なった。実施期間は 2016 年 11 月 21 日から 11 月 30 日の 10 日間であり、実施場所は電気通信大学内である

6.2 結果

アンケートの対象とするデータの選択の前提条件として、得票数の多い上位のログは面白く、得票数の少ない下位のログは面白くないと仮定した。

まずアンケートの初めにその妥当性を検証する質問を設けた(Q1) その質問に対する回答結果が表 2 である。これから得票数の少ない村でも面白いと評価する人がいることがわかる。そして、面白いという評価には上位下位に大きな差がないが、下位のログに対して面白くないという評価が多少多いことがわかった

この結果から、面白さの要素の分析のための教師データとしてプレイログに関する投票数は利用できない可能性が高いため、Q1 の回答データを用いることにする

Q2 は、フロー理論による面白さの予想がどのような人にも当てはまるのか、つまり予想の妥当性を検討するために設けた質問である。表 3 はその回答結果、表 4 はそ

表4 カテゴリースコア

項目名 回答	Q2-1	Q2-2	Q2-3	Q2-4
回答なし(1)	-0.00687	0.07312	-0.01526	-0.27435
面白い(2)	0.01622	-0.61959	-1.66144	該当なし
その他(3)	-0.02815	0.60786	0.58373	0.97077

項目名 回答	Q2-7	Q2-9	Q2-10	Q2-11
回答なし(1)	-0.11702	-0.02401	-0.07940	0.01692
面白い(2)	-0.39513	0.00842	-0.64484	-0.12569
その他(3)	0.96820	0.09015	1.13225	該当なし

れのカテゴリースコアの結果である。この結果から「突然死」は、面白くないと感じさせることがわかった。「CO」や「逆転勝利」、「人狼の行動」などは面白い場合が多いが、そうではない場合も含まれている。また、「一方的な展開」は面白くない場合がほとんどだが、面白い場合も含まれている。このため、フロー理論による面白さの予想は、プレイヤーの行動次第によって面白くもなり、面白くなくなるかわかる。

では、どのような行動をすれば面白くなり、面白くなくなるのか、次の質問の集計表から考えたところ、複数プレイヤーによるCOは、複数の占い師COが存在した場合、面白くなることわかった。また、人狼の偽COが存在した場合、面白くないと感じることが少なからずあることがわかった。

このようにアンケート調査から、プレイヤーのどのような行動が面白さの評価基準に影響を与えているのかが明らかになったため、そのことを加味したならば、より妥当性のある、人狼ゲームの展開の面白さを明らかにできると考えられる。そこで次章では、実際にプレイヤーの行動がどの程度面白さに影響を与えるのか、その程度を分析し、人狼ゲームにおける面白いゲーム展開の最終的な結論を述べる。

7. 面白さの分析と判別手法

7.1 面白さの影響度の分析

Q2の各項目がQ1の「面白い」「普通」「面白くない」の項目にどの程度影響を与えているのかを明らかにするために、数量化II類を用いた分析を行った。分析で得られた結果は表4のようになる。

アンケートの目的変数は3つであるが、本論文での目的は、面白いゲーム展開を判別することであるため、分析の際は目的変数を「面白い」「その他(普通,面白くない)」の2つにした。また、Q2-5,6,8,12の項目は除外した。偏相関係数が低い場合、面白さへの影響は低いと考えたからである。

表5.2より、面白さへ最も影響を与えているのはQ2-3. 一方的な展開である。その他(普通,面白くない)へ最も

表5 Q2-1の列カテゴリースコア

項目名 次元	タイミング	複数占いCO	複数霊能CO	人狼の偽CO	狂人の偽CO
1	0.831	-1.232	-0.262	1.581	-0.412
2	-1.143	0.716	-1.431	1.151	0.345

表6 Q2-1の行カテゴリースコア

面白さ 次元	面白さ	回答なし	面白い	面白くない
1		0.364	-0.387	2.944
2		-3.587	0.240	0.578

表7 Q2-1の座標間距離

項目名 面白さ	タイミング	複数占いCO	複数霊能CO	人狼の偽CO	狂人の偽CO
回答なし	2.9111	5.8990	2.7819	5.9547	4.7084
面白い	2.5992	1.3216	1.7955	2.8789	0.1310
面白くない	3.8333	4.314	5.2138	1.9360	3.5884

影響を与えているのは、Q2-10. 狩人の行動である。また、回答なしはほとんどの値が小さく、Q2-4. 突然死とQ2-7. 人狼の行動のみ面白さへ多少の影響を与えている。

7.2 プレイヤーの行動の影響度の分析

Q2-1~11の各項目の影響度を明らかにするために、コレスポンデンス分析を行った。分析で得られた結果は以下のようなになる。

表5,6から、列カテゴリー項目の座標と行カテゴリー項目の座標間の距離を測ることで、項目の影響度を明らかにすることができる。例えば、列カテゴリーの「タイミング」は、行カテゴリーの「面白い」座標に最も距離が近い(表7)。よって、「タイミング」は面白さに影響を与えていることがわかる。また、面白くなくさに影響を与えているのは「人狼の偽CO」である。回答なしに影響を与えている項目はなかった。

次に列カテゴリーと行カテゴリーの座標間距離を表にすると、表7のようになる。表7より、各項目が「回答なし」「面白い」「面白くない」にどの程度影響を与えているかが確認できる。このようにして各項目の影響度を明らかにした。

図3は、各項目の座標をプロットしたものである。横軸が次元1、縦軸が次元2になっている。図3より、面白い影響を与える項目「タイミング、複数占いCO、複数霊能CO、狂人の偽CO」は、互いの距離が近く、面白くない影響を与える項目「狂人の偽CO」はそれらと距離が離れている。このことから、同じ影響を与える項目同士は、近い距離にプロットされることがわかる。また、Q2-1は、「回答なし」に距離が近い項目が存在しなかったが、「回答なし」も存在する場合、各項目は「面白い」「面白くない」「回答なし」のいずれかの近くにプロットされることがわかる。

表 8 各項目の影響

項目	影響	
	面白い	面白くない
Q2-1	タイミング, 複数占い CO 複数霊能 CO, 狂人の偽 CO	人狼の偽 CO
Q2-2	狩人の行動, 霊能の行動 村人の行動	人狼の行動
Q2-3	該当なし	人狼の行動, 村人の行動
Q2-4	該当なし	タイミング, 人狼の突然死 村人の突然死
Q2-7	占いを襲撃, 霊能を襲撃 狩人を襲撃	LW の活躍
Q2-9	人狼への占い	村人への占い
Q2-10	占いへの護衛	村人への護衛, 人狼への護衛 狂人への護衛
Q2-11	人狼への霊能	村人への霊能

以降の項目のプロット図も同様に解釈できる。

7.3 結論

本研究における最重要事項は、人狼ゲームにおける面白い展開とは何か、を導き出すことである。数量化Ⅱ類とコレスポネンス分析により、その結論を得ることができた。

具体的には、まず数量化Ⅱ類によるカテゴリースコアから面白さに影響がある項目を選択する。その次に、選択した項目内のどのような行動が面白さに影響があるのかを選択する。例えば、数量化Ⅱ類のカテゴリースコア表 5.2 から Q2-10. 狩人の護衛の「面白い」を選択する。その次に、コレスポネンス分析のカテゴリースコア表 5.21 から Q2-10. 「占いへの護衛」を選択する。この選択から、狩人が占い師を護衛することによりゲーム展開に面白い影響を与えていると考えることができる。

このようにして得た、ゲーム展開に面白い影響を与える行動とゲーム展開に面白くない影響を与える行動の例を、7.4.5 節に掲載する。

7.4 ゲーム展開に面白い影響を与える行動

- 狩人が占い師を護衛する
- 最終人数になるまでゲームが続き、かつ占い師が人狼を占う、または狩人が護衛に成功する、あるいは、霊能者が生存する、のいずれかを含む時に村人陣営が勝利する
- 人狼が狩人、占い師を初回と二回目の襲撃で倒し勝利する

表 9 データ具体例

ID	項目名	Q2-1	Q2-2	Q2-3	Q2-4	Q2-7	Q2-9	Q2-10	Q2-11
		1	3	1	1	1	2	1	2
2		1	1	3	3	2	1	3	1

7.5 ゲーム展開に面白くない影響を与える行動

- 人狼が狩人を最後まで襲撃できず、敗北する
- 狩人が狩人 CO したにもかかわらず、人狼が占い師を襲撃する
- 村人、人狼、狂人が突然死する場合

序章において、人狼ゲームの展開とは、各陣営の有利不利がプレイヤーの行動により変化することを指すと述べた。7.4 節「ゲーム展開に面白い影響を与える行動」、7.5 節「ゲーム展開に面白くない影響を与える行動」において、どのような行動が面白い展開に影響を与えるかを明らかにした。これらの行動から、人狼ゲームの面白い展開の結論の例を以下に述べる。

7.6 人狼ゲームの面白い展開

- 狩人の真贋がわかり、人狼探しに役立つため、村側有利になる展開
- 占いにより誰が村人陣営かわかることによって、人狼探しに役立ち、村側有利になる展開
- 狂人の偽 CO によって能力者の真贋がわからなくなり、人狼有利になる展開

7.7 人狼ゲームの面白くない展開

- 能力者を護衛できず、村側不利になる展開
- 3 日連続で村人を吊ることができず、人狼側が敗北する展開
- RPP により勝敗が運任せになる展開

7.6 節及び 7.7 節が、本研究で行った人狼ゲームの面白い展開の結論の例である。これらを用いることで、人狼ゲームの面白い展開を判別する手法を明らかにすることができる。次節ではその判別手法について述べる。

7.8 判別手法

人狼ゲームの展開の面白さを判別する手法を提案する。判別方法は、ゲーム内での人狼知能エージェントの行動を点数化し、数量化Ⅱ類のモデル式から算出されたサンプルスコアと群別重心との距離を測ることで判別する。重心までの距離の最も短い群をそのゲーム展開の面白さとする。表 9 のようなデータを用いて、実際に計算を行う。

ID1,2 それぞれのサンプルスコアを求める。

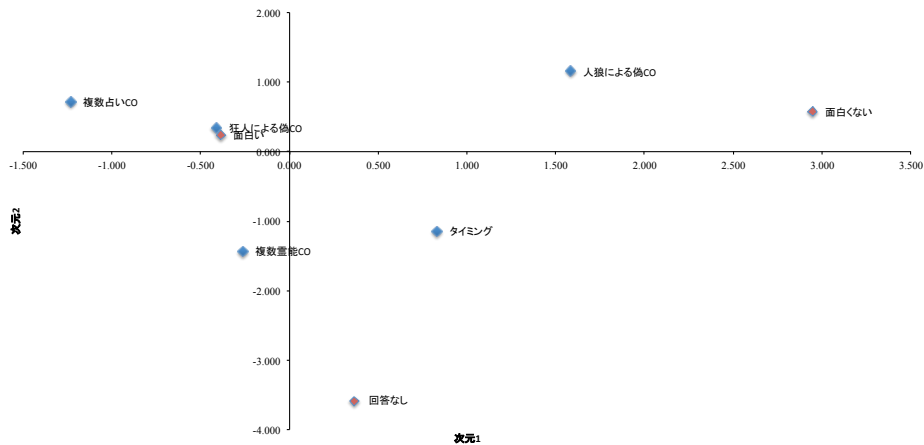


図3 Q2-1 カテゴリースコアの散布図

$$ID1 : y = (-0.02815) + 0.07312 + \dots + 0.01692 = -1.29172 \quad (1)$$

$$ID2 : y = (-0.00687) + 0.07312 + \dots + 0.01692 = 2.35079 \quad (2)$$

群別重心は、群1(面白い) = -0.83816, 群2(面白くない) = 0.57474 であるため、各重心とサンプルスコアの距離とを計算すると、

ID1

- 群1との距離 | -0.83816 - (-1.29172) | = **0.45356**
- 群2との距離 | 0.57474 - (-1.29172) | = 1.86646

ID2

- 群1との距離 | -0.83816 - (-2.35079) | = 3.18895
- 群2との距離 | 0.57474 - 2.35079 | = **1.77605**

となり、ID1は群1が、ID2は群2が最も近い群重心となる。よって、ID1のゲーム展開は面白い、ID2のゲーム展開は面白くない、という判別をすることができる。

8. 今後の課題

本論文では、人狼ゲームにおける面白いゲーム展開の分析と、その判別手法について述べてきた。具体的には、人狼BBSによる面白いゲーム展開の調査から始まり、多変量解析による検証、そして判別手法を明らかにした。

今後の課題としては、判別手法をシステム化し、プログラムでの判別実験を行いたい。また、その実験で対象になったログを、人に読んでもらいアンケートを行った後、その正誤率を分析することで、さらなるシステムの精度向上に活かしたい。

謝辞 本論文は、主に李光龍氏の研究成果を中心にまとめたものであり、心より感謝をいたします。

参考文献

- [1] 大澤 博隆, コミュニケーションゲーム「人狼」におけるエージェント同士の会話プロトコルのモデル化, HAI シンポジウム, 2013 クセス
- [2] 鳥海 不二夫, 片上 大輔, 大澤 博隆, 稲葉 通将, 篠田 孝祐, 狩野 芳伸, 「人狼知能(だます・見破る・説得する人工知能)」, 森北出版 8537, 2016 elem/000/001/043/1043020/, 2017.1.17 アクセス
- [3] 佐藤信彦, 「人間と機械のコラボレーションの可能性とは-電通国際情報サービス「イノラボ」の取り組み」, <https://japan.cnet.com/article/35078487/>, 2017.2.8 アクセス
- [4] 「人狼 BBS」(ブラウザゲーム), <http://ninjinix.com>, 2017/01/17 アクセス
- [5] 菅野 勝, 内藤 整, DVR への搭載を目的としたスポーツハイライト動画画像生成方式, 電子情報通信学会論文誌 J96-D, 2013
- [6] Csikszentmihalyi, Mihaly. Beyond boredom and anxiety. Jossey-Bass, 2000.
- [7] 遠藤 雅伸, 「デジタルゲームにおける「AI」の役割」, 情報処理学会, 2012
- [8] 大澤 博隆, 佐藤 健, 「戦略記述言語を用いた3人狼ゲームの解析」, 研究報告知能システム(ICS), 2016
- [9] 鳥海 不二夫, 大澤 博隆, 「AI達は物語を生み出すか」, The 30th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2016
- [10] 山下 利之, 清水 孝昭, 栗山 裕, 橋下 友茂, 「コンピュータゲームの特性と楽しさの分析」, 日本教育工学会論文誌, 2004
- [11] 人狼 BBS まとめサイト - 超おすすりめログ/終了した国, <http://wolfbbs.jp>, 2017/01/17.
- [12] 張, 椎塚 久雄, 「ゲームの面白さを演出する効果的な NPC の創出について」, 工学院大学研究報告第 109 号, 2010
- [13] 深川 愛子, 阿部 学, 長谷川 加奈子, 塩田 真吾, 「エンタテインメントの「おもしろさ」を授業づくりに応用するための基礎研究 シナリオ作成の基礎技術についての定量的分析」, 授業実践開発研究, 2012
- [14] 小川 純生, 「面白さと情報負荷の関係-遊び概念を意識して」, 経営力創生研究, 2005
- [15] MACRO MILL, 「多変量解析とは」, <http://www.macromill.com/landing/words/b011.html>, 2017.1.17 アクセス