

# 議論の構造に着目した人狼ゲームの分析

稲葉 通将<sup>1,a)</sup> 大澤 博隆<sup>2</sup> 片上 大輔<sup>3</sup> 篠田 孝祐<sup>4</sup> 鳥海 不二夫<sup>5</sup>

**概要:** 人狼ゲームのプレイヤーは、相手から自分がどう見られるのかを考慮しつつ、他のプレイヤーの思惑を推理し、交渉・説得を行っていく必要がある。本研究では、人間らしく振る舞う人狼ゲームエージェント実現に役立つ知識の獲得のため、実際に人間同士で行われた人狼ゲームにおける議論の構造に着目した分析を行う。議論の構造を踏まえた分析を行うため、まず各発言に対してタグ付与を行う。次に、そのタグ間の関係を捉えることで、提示された意見に対する「同調」と「反駁」という観点から議論の分析を行う。

## Analysis of Werewolf Game Based on Discussion Structure

MICHIMASA INABA<sup>1,a)</sup> HIROTAKA OSAWA<sup>2</sup> DAISUKE KATAGAMI<sup>3</sup> KOUSUKE SHINODA<sup>4</sup> FUJIO TORIUMI<sup>5</sup>

**Abstract:** A player has to consider what others think of one, presume positions of others and persuade others in Werewolf game. Our final objective is making a werewolf player agent. In this study, we emphasized an analysis of discussion structure to acquire knowledge to build agent strategy. We define a tag set which describes player's utterance act and annotates utterances in the Werewolf BBS with these tags. By using these annotated utterances, we analyze the communication based on attentions and rebuttals.

### 1. はじめに

近年、将棋やチェスなどの二人零和有限確定完全情報ゲームにおけるコンピュータの強さは人間を凌駕しつつあり、次の研究対象として、より難しい多人数ゲームや不完全情報ゲームに注目が集まっている。数あるゲームの中でも、人狼ゲームは多人数不完全情報ゲームであることに加え、自然言語によるプレイヤー同士の会話が不可欠なコミュニケーションゲームであることから、現状ではコンピュータが人狼ゲームを行う際の難易度は非常に高い。一方で、国内において人狼ゲームを題材としたテレビ番組や映画、小説などが数多く発表されており、ある程度の知名

度・人気があることや、強い人間のプレイヤーが存在すること、入手可能なゲームデータが豊富に存在することなどから、研究対象とするために必要な多くの条件を満たしている。

そこで我々はより高度な知能の創出、およびより高度なコミュニケーションの実現を目指し、人狼ゲームエージェント(人狼知能)の研究を進めている。そのために我々は、人狼知能が会話を行うためのプロトコルの整備 [1] や、そのプロトコルを用いてゲームを行うエージェントの作成 [2]、人狼知能の構築キット・対戦環境の公開<sup>\*1</sup> などを行ってきた。

本論文では、人狼ゲームエージェントの戦略構築に有用な知識獲得を目指し、人間同士がゲームを行ったデータの分析を行う。人狼ゲームデータの分析に関しては、これまでにゲームに参加する役職構成と勝率の関係分析 [3] や、ゲーム内発言に発言行為タグを付与し、出現タグの割合と意思決定の関係の分析 [4] などを行ってきた。以上の研究では、ゲームの勝敗や各プレイヤーの発言の傾向を扱っており、時系列を考慮した話の流れ、すなわち議論に着目し

<sup>1</sup> 広島市立大学  
Hiroshima City University

<sup>2</sup> 筑波大学  
University of Tsukuba

<sup>3</sup> 東京工芸大学  
Tokyo Politechnic University

<sup>4</sup> 電気通信大学  
University of Electro Communications

<sup>5</sup> 東京大学  
University of Tokyo

a) inaba@hiroshima-cu.ac.jp

<sup>\*1</sup> <http://aiwolf.org>



図1 人狼 BBS

た分析は行っていない。そこで本研究では、発話間の関係を用いることで議論の構造の分析を行う。

なお、分析を行うデータは、オンラインネットゲームとして提供されている「人狼 BBS<sup>\*2</sup>(図 1)」で行われたゲームのログを用いる。

## 2. 人狼ゲーム

### 2.1 ルール

人狼ゲームは、人間側と人狼側に分かれ、自分の正体を隠しつつ他のプレイヤーの正体を探り、自陣営の勝利を目指すゲームである。プレイヤーはゲーム開始時に人間側か人狼側のどちらかにランダムに振り分けられる。その際、人間側のプレイヤーはどのプレイヤーがどちらの陣営に属しているかを知ることができない。一方、人狼側はどのプレイヤーがどの陣営に属しているかを知ることができる。

ゲームは昼と夜の2つのフェーズからなる。昼フェーズでは全てのプレイヤーが議論し、誰を人狼と疑い、処刑するかを投票により決定する。夜フェーズでは人狼側が人間側のプレイヤー1名を選び、襲撃する。処刑・襲撃されたプレイヤーはゲームから除外される。この昼フェーズと夜フェーズを繰り返す。最終的に人狼を全滅させた場合は人間側の勝利となり、人間側プレイヤーの人数と人狼の人数が同数になった場合は人狼側の勝利となる。

### 2.2 役職

ゲームには多くのバリエーションがあり、特殊な能力をもった役職をゲームに含めることもよく行われている。人狼 BBS の役職は、その中でもオーソドックスなものを中心に採用している。表 1 に人狼 BBS における役職とその

表1 人狼 BBS における役職

役職	特殊能力
村人	なし
人狼	夜フェーズにプレイヤー 1 人を指名し、そのプレイヤーを襲撃できる (人狼全体で 1 人襲撃)。人狼しか聞こえない発話ができる
占い師	夜フェーズにプレイヤー 1 人を指名し、そのプレイヤーが人狼か否かを知ることができる。
狩人	夜フェーズにプレイヤー 1 人を指名し、そのプレイヤーを人狼の襲撃から守ることができる。
霊能者	プレイヤーが死亡した際、そのプレイヤーが人狼か否かを知ることができる。
狂人	人間であるが、人狼側の勝利狂人の勝利となる。
共有者	ゲーム開始時に他の共有者が誰であるかを知ることができる。

能力を示した。この中で狂人は、占い師と霊能者の能力では人間と判定され、勝敗判定においても人間として数がカウントされるが、人狼側に属し、人狼側の勝利が狂人の勝利となる特殊な役職である。また、共有者はゲーム開始時にもう一人の共有者が誰か知らされることから、二人同時に名乗り出ることによって、容易に他のプレイヤーから人間側であるという信頼を得ることが可能な役職である。

### 2.3 人狼 BBS

人狼 BBS は Web 上で誰もが参加可能な Web ゲームとして公開されている (図 1)。1 回のゲームは 9 名~15 名で行われ、ゲーム内の 1 日はリアルタイムの 1 日と同じ時間で進行する。役割ごとの構成人数はゲーム開始時のプレイヤー数によってあらかじめ決定されている。人狼 BBS では、何度かルールや役職ごとの構成人数の変更が行われており、本研究では同一のルール・人数・役職構成で行われたゲームデータを分析対象とする。なお、本論文で分析対象とするプレイヤー数 15 名 (最大) の場合の役職構成は村人 6 名、人狼 3 名、占い師 1 名、狩人 1 名、霊能者 1 名、狂人 1 名、共有者 2 名である。

なお人狼 BBS には、他の人狼ゲームではほとんど採用されていない特殊なルールとして、発話回数制限と突然死がある。発話回数制限は、1 日に発言できる限度回数を超えて発言できないというルールである。突然死は、1 日に一度も発言しなかったプレイヤーは強制的に死亡するというルールである。

## 3. 議論の構造分析

### 3.1 概要

本論文では、議論の構造を踏まえた分析を行うため、同調と反駁という観点から分析を行う。同調とは他者から出された意見や主張に賛同することを意味し、逆に反駁は意見・主張に対して論じ返すことを意味する。ただし、本研究における反駁は必ずしも意見・主張に反対することを意

<sup>\*2</sup> <http://ninjinix.x0.com/wolf0/>

表2 タグ付与の例

発話	タグ
占い先ですか。私はベーター君が良いと思いますね。	inspect-ベーター
吊りはヨアヒムでもディーターでもかまわん。	vote-ヨアヒム, vote-ディーター
カタリナを占うのは反対よ。占うならパメラがいいわね。	inspect-not-カタリナ, inspect-パメラ
占い先はディーターかモーリッツ、投票先はヨアヒムです。	inspect-ディーター, inspect-モーリッツ, vote-ヨアヒム

味せず、対案を出すことなども含む。例えば、「Aである」という意見に対して「Aではない」というのはもちろん反駁であるが、「Bである」「Cである」という意見も「Aである」に対する反駁であるとする。

同調・反駁を分析するにあたり、どのような論点・争点に関するものを扱うか決める必要があるが、人狼ゲームでは「占い師の占い先」と「処刑対象とする投票先」を決定するための話し合いが多くなされ、また各陣営の勝利に大きく影響する重要な論点・争点であることがこれまでの分析により判明している [4]。

占いとは、占い師のプレイヤーだけが夜のフェーズに使用できる特殊能力であり、指定したプレイヤー1名が人狼か否かを知ることができるというものである。したがって、人狼にとって占いは大きな脅威であり、占い対象にならないことが勝利のために重要である。占い先に指定するプレイヤーは占い師が自由に選択できるものの、村人側としては戦略的に占い先を決めていくことが、人狼側としては人狼以外のプレイヤーに占い先を誘導することがそれぞれ有利であることから、話し合いによってプレイヤー間で占い先の合意をとるということが頻繁に行われている。

投票は、処刑プレイヤーを決めるために昼フェーズの最後に必ず行われ、多数決によってその日の処刑対象プレイヤーが決定される。処刑対象となったプレイヤーはそれ以降ゲームから排除される。投票先は各自が自由に選択できるが、村の合意にしたがうことも多い。

本研究では、この重要な2つの論点「占い師の占い先」と「処刑対象とする投票先」に関する発話を分析対象とし、各発話の内容を意味するタグを付与する。次に、それらのタグを用いて、ある発言がそれよりも前に出された意見に対して同調している発話なのか、反駁している発話なのか(もしくはそれ以外か)を判定し、これを用いた分析を行う。

人狼側のプレイヤーは、占い先・投票先に指定されたくないプレイヤーが誰であるかをわかっている(仲間の人狼が誰であるかを知っている)が、それを他のプレイヤーに気づかれないといけないため、慎重に議論を進める必要がある。そのような状況下で、プレイヤーはいかに振る舞うのかを同調と反駁という観点から分析する。

## 3.2 発話行為タグ

### 3.2.1 タグの種類

本研究では、人狼ゲーム内の各発話に対し、発話行為を

表3 タグ付与結果

ゲーム数	24
総発話数	19263
タグ付与対象発話数	3574
総タグ数	5166

意味するタグを付与する。発話行為タグの種類としては、占い先として[プレイヤー名]を指定することを意味する「inspect-[プレイヤー名]」、投票先として[プレイヤー名]を指定することを意味する「vote-[プレイヤー名]」、およびそれぞれの否定を意味する「inspect-not-[プレイヤー名]」(占い先は[プレイヤー名]以外)、「vote-not-[プレイヤー名]」(投票先は[プレイヤー名]以外)の4種類とした。

### 3.2.2 付与手順

タグ付与対象のゲームは、参加者が最大の15人で突然死が発生していないものから、人狼側勝利のゲーム数と人間側勝利のゲーム数が同数になるように24ゲームをランダムに選択した。タグ付与は大学生1名が行った。

人狼BBSにおける投稿には、全員に公開される通常発話のほか、人狼のみが投稿・閲覧できる「ささやき」、生存しているプレイヤーのみが投稿でき、ゲーム終了後に公開される「独り言」、死亡しているプレイヤーのみが投稿・閲覧できる「うめき」がある。このうち、タグ付与を行ったのは通常発話のみであり、それ以外の投稿は本論文では扱わない。また、ゲーム初日<sup>\*3</sup>とゲーム終了後の1日はプレイヤー同士の交流の場として設定されており、ゲームに関係する会話はなされないためタグ付与は行わない。

タグ付与の結果を表3に、表2にタグ付与の例を示した。発話中で複数の対象を挙げている場合は、表の例のように1発話に対して複数のタグを付与する。

### 3.2.3 タグ付与の一致率

タグ設計の妥当性を評価するため、タグ付与者が替わっても一貫した付与が可能であるかを調査する。そのために、タグ付与を行った大学生(以下、アノテータAとする)とは別のアノテータBがタグ付与を行い、2名の間のタグの一致率を調査した。一致率の調査のため、人狼BBSのデータからランダムで3日分のデータを抽出し、タグ付与を行った。

一般に、判定者間の一致度を測る指標としてはCohenの $\kappa$ が用いられるが、ひとつの判定対象に複数の属性を付与する今回のような場合には適用できない。そこで、雑談中

<sup>\*3</sup> 人狼BBS内ではプロローグと表記

表4 タグ付与妥当性評価

A による付与タグ数	156
B による付与タグ数	151
一致タグ数	130
一致率	84.6%

の発話にタグ付与を行った文献 [5] で用いられた以下の式で示される指標により一致率を計算した。

$$\text{一致率} = \frac{(\text{一致したタグ数}) \times 2}{\text{A と B が付与したタグの総数}} \times 100$$

結果を表4に示す。文献 [5] では、「客観的事実」などの発話行為を意味するタグである Dialogue Act タグを 47 種類、「前発言の詳細化」などの発話間の関係を意味するタグである Rhetorical Relation タグを 16 種類それぞれ定義している。そこでの一致率は、Dialogue Act タグでは 65.5%、Rhetorical Relation タグでは 59.9%であった。表に示した通り、本研究で定義したタグの一致率は 84.6%であり、文献 [5] におけるタグと比較すると、ある程度一貫したタグ付与が可能なタグ設計になっていることが確認できた。

### 3.3 同調・反駁の判定

ある発話が同調・反駁であるかは、その 10 発話前(タグ付与が行われていない発話を含む)までを見て、タグが付与されている発話のうち対象発話に最も近く、話者が同一でない発話のタグと比較することで判定する。

ある発話が前の発話に対して同調した発話であるとは、以下の条件を満たす場合とした。

- 双方の付与タグが完全一致した場合
- 一方のタグ集合がもう一方の部分集合である場合

また、ある発話が前の発話に対する反駁した発話であるとは、以下の条件を満たす場合とした。

- 双方の占い先・投票先が全て異なる場合
- 一方が指定した対象をもう一方が否定している場合

なお、いずれの条件も満たさない場合は同調とも反駁ともしないものとした。10 発話前までにタグ付与が行われた発話が存在しない場合も同様である。

表5に同調と反駁の判定例を示した。表の番号2のペアは、一方のタグ集合がもう一方のタグ集合の部分集合になっている例である。番号6は、「vote-ヤコブ」がどちらにも含まれているが、判定対象発話には「inspect-not-ジムゾン」が、前の発話には「inspect-ジムゾン」という逆の意味のタグが付与されていることから、同調にも反駁にもならない。番号7は一方がもう一方の否定をしているわけではないため、同じく同調にも反駁にもならない。

図2には、実際の人狼 BBS の対話に対するタグ付与と同調・反駁の判定例を示した。これは、図中の一発下のカタリナの発話が3発話前のヨアヒムの発話に対して反駁した発話となっている例である。

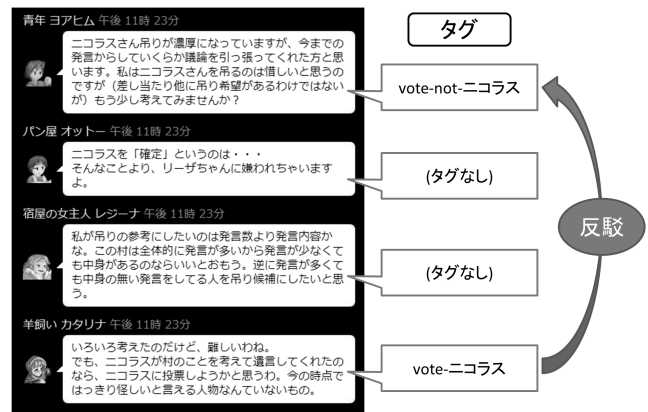


図2 タグ付与と同調・反駁判定の例

表6 同調・反駁発話数

	同調発話数	反駁発話数	合計
人間	1063	1081	2149
人狼	237	311	548

## 4. 議論の構造の分析

### 4.1 発話数分析

表6に人間・人狼別の同調発話数と反駁発話数を示した。なお、表の人狼は役職が「人狼」のプレイヤーを、人間は人狼以外のプレイヤー(村人, 占い師, 霊能者, 狩人, 共有者, 狂人)を意味する\*4。ここから、人間の同調と反駁の割合はほぼ等しいが、人狼の場合は反駁の方が多くなる。これは、人狼は占い・投票対象となると不利になるプレイヤーが分かっているため、反駁をする機会が多くなるためであると思われる。

また、合計を見ると人間と人狼の発言数はそれぞれ 80%と 20%であり、タグ付与を行ったゲームの人間・人狼の比率(人間 12 対人狼 3)と一致している。

### 4.2 勝利陣営ゲーム別分析

図3に人狼が勝利したデータのみ(12 ゲーム)を使用した分析結果を、図4に人間が勝利したデータのみ(12 ゲーム)を使用した分析結果を示した。ここから、人狼が勝利した場合は反駁が同調よりも多く、人間が勝利した場合は反対に同調の方が多くなっていることがわかる。これは、人間勝利ゲームでは占いの結果が人狼と出るなど、人狼であることが確定的になってしまう状況が生まれることが多いことが原因であると思われる。一方、人狼勝利ゲームではそのような状況や、議論がまとまるような状況になることが比較的少ないため、反駁が多くなっていると考えられる。

それぞれの人間と人狼の占める割合を比較すると、人間勝利ゲームの同調以外についてはほぼ人間 80%対人狼

\*4 人狼 BBS における役職のうち、狂人は人狼側であるが人間として数えている

表 5 同調と反駁の例

番号	判定対象発言に付与されたタグ	前の発言に付与されたタグ	判定
1	inspect-ベーター	inspect-ベーター	同調
2	vote-ヨアヒム, vote-ディーター, inspect-パメラ	vote-ディーター, inspect-パメラ	同調
3	inspect-カタリナ	inspect-レジーナ	反駁
4	vote-not-フリーデル	vote-フリーデル	反駁
5	inspect-オットー, inspect-not-モーリッツ	inspect-ニコラス, inspect-リーザ	反駁
6	vote-ヤコブ, inspect-not-ジムゾン	vote-ヤコブ, inspect-ジムゾン	(なし)
7	inspect-not-アルビン	inspect-ベーター	(なし)

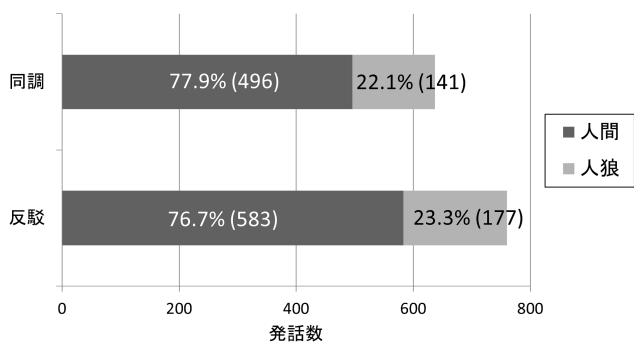


図 3 人狼勝利ゲーム

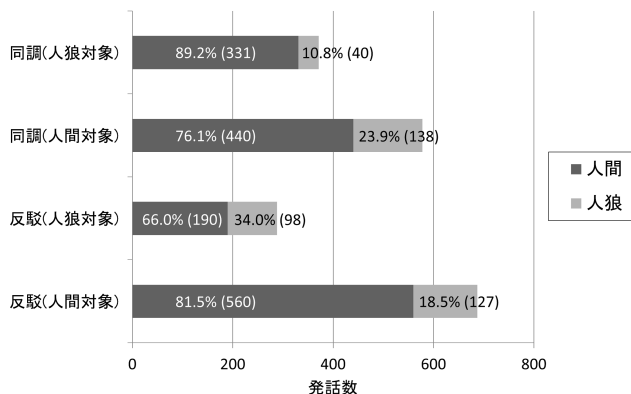


図 5 vote タグ

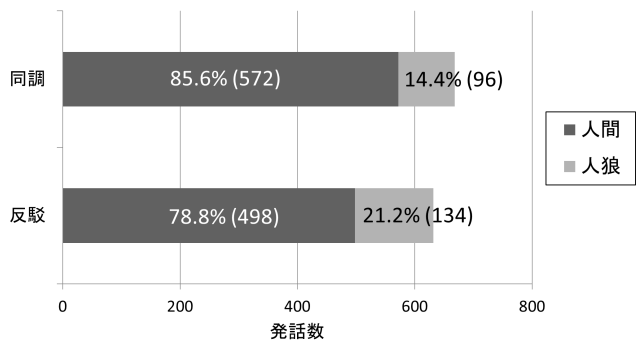


図 4 人間勝利ゲーム

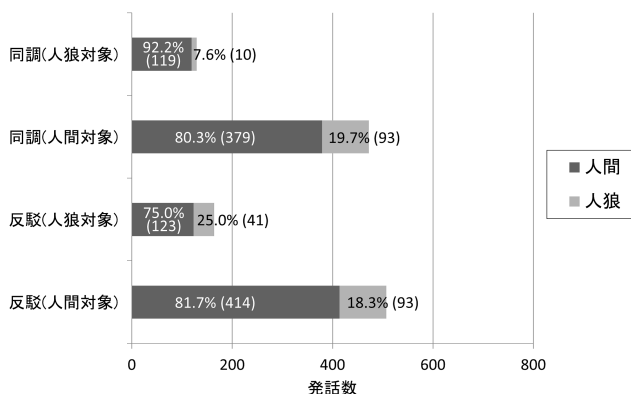


図 6 inspect タグ

20%の割合となっており(人間と人狼の人数比と一致), 人間勝利ゲームの同調についてだけ傾向が異なっている. 前述したように, 投票対象が確定的になったような状況では人間の同調が多くなっていることが理由の1つであると考えられるが, 人狼を占い・投票対象とした発言に対しては, 人狼プレイヤーは心理的に同調しやすいという原因も考えられる.

### 4.3 対象別分析

そこで, 同調・反駁した前の発言が人狼を対象としたものか, 人間を対象としたものかを区別して分析を行った. また, ここでは vote タグと inspect タグを分けて分析を行った. vote タグのみを用いた分析結果を図5に, inspect タグのみを用いた分析結果を図6に示す.

図5では, 人狼は人狼対象の発言には同調せず, より多く反駁するという結果となった. 人狼が投票対象となってしまうと人狼にとっては非常に不利になるため, これは自

然な反応であるといえる. ただし, 反駁(人狼対象)・(人間対象)と比較すると, 人間による同調は人間対象の同調に比べ, 人狼対象の同調が比較的多いことがわかる. これは, 人狼であることが確定的になったケースがあったため, 多数が同調したためであると思われる.

図6でも同様の傾向があるものの, 同調(人狼対象)の人狼の発言がより少ない点が特徴的である. 一方で, 反駁(人狼対象)の人狼の発言割合は人間と人狼の人数比と比べても, 大きく異なっているとは言えない. ここから, 人狼プレイヤーは比較的“自然”に反駁はできるが, 同調は難しいということがわかる.

投票対象の決定要因には占いの結果など, 根拠となる情報がある一方で, 占い対象の決定要因にはそういったものが存在しない. したがって, 占い先の議論の場合, プレイヤーの印象や態度が大きく結論に影響する. また, 占い先

を決定する確実な根拠が存在しない以上、人狼のプレイヤーを占い先に挙げる意見に対して他の人狼のプレイヤーが同調したとしても問題は少なく、むしろプレイヤーごとに態度が異なるほうが人間のプレイヤーにヒントを与えることにもなりかねない。にもかかわらず、人狼を占い先とする意見に同調しないというのは興味深い結果であるといえる。

## 5. 関連研究

本節では、人狼ゲームに関する関連研究について述べる。Bravemanらによる研究 [6] と Yao による研究 [7] では、ゲーム開始時のプレイヤーの数を  $n$ 、そのうちの人狼の数を  $m$  としたとき、人狼側が勝利する確率  $w(n, m)$  は  $m/\sqrt{n}$  に比例することを示した。その後、Migdal の研究 [8] により、人狼側が勝利する確率  $w(n, m)$  の厳密な式が明らかとなった。

以上で述べた研究では、数理モデル化の際、単純化のため「占い師」など特殊能力を持つ役職は存在せず、村人とお人狼のみでゲームが行われることを前提としている。しかし、実際には人狼 BBS と同様、人狼と村人だけでなく、他の役職を含めてゲームが行われることは非常に多く、また、人狼と村人だけのゲームとはゲームの展開や性質が大きく異なる。例えば、人狼 BBS における各陣営の人数を、前述した Migdal の式に当てはめた場合 (特殊な能力を持つ役職は「村人」として計算。  $n=15, m=3$ )、人狼側の勝率は 97.1% と計算されるが、我々の調査によると人狼 BBS における実際の人狼側の勝率は 38.2% であり、大きく乖離している [3]。そこで、以前我々は人狼 BBS のデータを使用し、役職の人数と勝敗の関係を分析することで、各役職の存在が勝敗に与える影響の大きさを明らかにした。

その他、人狼をプレイする人間の行動や心理的な側面に焦点を当て、様々な特徴を用いてプレイヤーの役職が人狼か否かの判定を行った研究がいくつか報告されている。例えばプレイヤーそれぞれの話の長さや回数、話を遮った回数などを特徴として用いた研究 [9] や、手や頭の動きを用いた研究 [10]、ゲーム内で使用された単語を用いた研究 [11] などがある。

## 6. まとめ

本論文では、人狼ゲームエージェントのための戦略構築に有用な知識獲得を目指し、議論の構造に着目した分析を行った。人狼ゲームで勝敗に大きく影響する「占い先」と「投票先」に関する議論に着目し、まず人狼 BBS のデータ内のプレイヤーの発言に対し、発言行為を意味するタグを付与した。そのタグを用いて、ある発言が前の発言に対して同調している発言なのか、反駁している発言なのかを判定し、この同調・反駁という観点から議論の分析を行った。分析の結果、人狼プレイヤーが望まない「人狼を対象とす

る」という意見に対し、人狼プレイヤーは比較的 naturally 反駁はできるが、自然に同調することは難しいということが明らかとなった。

今後の課題としては、本研究により得られた知識の人狼ゲームエージェントへの実装があげられる。本研究で得られた知識は、強いエージェントを作るというよりも、人間らしい振る舞いが可能なエージェントの構築に役立つものであると考えられる。また、占いと投票以外の議論や行動の分析も人狼ゲームエージェントの戦略構築には必要である。よって今後は、様々な角度からデータを分析していく予定である。

## 謝辞

本研究を行うにあたり、人狼 BBS のデータ使用を許可していただいた ninjin 氏に感謝いたします。

## 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 (2013).
- [2] 梶原健吾, 鳥海不二夫, 大橋弘忠, 大澤博隆, 片上大輔, 稲葉通将, 篠田孝祐, 西野順二: 強化学習を用いた人狼における最適戦略の抽出, 情報処理学会第 76 回全国大会 (2014).
- [3] 稲葉通将, 鳥海不二夫, 高橋健一: 人狼ゲームデータの統計的分析, ゲームプログラミングワークショップ 2012 論文集 (2013).
- [4] 稲葉通将, 大畠奈央実, 鳥海不二夫, 高橋健一: 雑談ばかりしてると殺される-人狼 BBS におけるプレイヤーの発言傾向と意思決定・勝敗の分析-, 合同エージェントワークショップ 2013 (2013).
- [5] 徳久良子, 寺島立太: 雑談における発話のやりとりと盛り上がりとの関連, 人工知能学会論文誌, Vol. 21, No. 2, pp. 133-142 (2006).
- [6] Braverman, M., Etesami, O. and Mossel, E.: Mafia: A theoretical study of players and coalitions in a partial information environment, *The Annals of Applied Probability*, pp. 825-846 (2008).
- [7] Yao, E.: A Theoretical Study of Mafia Games, *Arxiv preprint arXiv:0804.0071* (2008).
- [8] Migdal, P.: A mathematical model of the Mafia game, *Arxiv preprint arXiv:1009.1031* (2010).
- [9] Chittaranjan, G. and Hung, H.: Are you awerewolf? detecting deceptive roles and outcomes in a conversational role-playing game, *IEEE International Conference on Acoustics Speech and Signal Processing (ICASSP)*, pp. 5334-5337 (2010).
- [10] Xia, F., Wang, H. and Huang, J.: Deception Detection Via Blob Motion Pattern Analysis, *Affective Computing and Intelligent Interaction*, pp. 727-728 (2007).
- [11] Zhou, L. and Sung, Y.: Cues to deception in online Chinese groups, *Proceedings of the 41st Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 146-146 (2008).