

2023 年度 iTL 先端的プロジェクト奨学金
最終報告書

個人情報保護意識の向上を目的とした
シリアスゲームの開発と分析

中央大学 国際情報学部 国際情報学科
20G1107007H 小久保凜
指導教員：飯尾淳教授

目次

第1章	はじめに.....	4
1.1	背景.....	4
1.2	研究の目的.....	4
1.3	関連研究.....	5
1.4	研究での個人情報の扱い.....	6
第2章	ゲームの概要.....	7
2.1	ゲームルール.....	7
2.2	ゲームの進行.....	8
2.2.1	ログインとイントロダクション.....	8
2.2.2	悪用カード選択.....	9
2.2.3	対話と個人情報カードの選択.....	10
2.2.4	結果・最終結果.....	11
2.2.5	Tips と配点.....	11
2.3	カードの内容と配点.....	12
第3章	システムの詳細.....	14
3.1	システム構成.....	14
3.2	画面設計.....	15
3.3	機能要件.....	16
3.4	非機能要件.....	16
3.4.1	リアルタイム通信と認証.....	16
3.4.2	セキュリティ要件.....	17
3.4.3	ChatGPT API の設定.....	18
3.5	データベース設計.....	18
3.6	ディレクトリ構成.....	19
第4章	実験について.....	23
4.1	実験の概要.....	23
4.2	実験結果.....	23
4.2.1	対戦結果.....	23
4.2.2	個人情報カード選択結果.....	24
4.2.3	事後アンケート結果.....	26
第5章	結果の分析と考察.....	33
5.1	対戦方式による比較.....	33

5.1.1	勝率の違い.....	33
5.1.2	プレイヤーの評価の違い.....	33
5.2	チャット内容の分析.....	34
5.2.1	キーワード分析.....	34
5.2.2	Tf-Idf 分析.....	36
5.2.3	トピックモデリング.....	37
5.3	プライバシー意識の変化.....	40
第 6 章	奨学金の活用.....	43
6.1	システムにかかわる費用.....	43
6.2	学外発表にかかわる費用.....	43
第 7 章	おわりに.....	44

第1章 はじめに

デジタル社会において、個人情報の取り扱いに関するリテラシー教育の需要と必要性は日々高まっている。この問題を解決するため、個人情報に関するリテラシー教育を実施することを目的としたシリアスゲームについて、研究を行った。本章では、研究の背景と目的、関連研究、研究での個人情報の取り扱いについて述べる。

1.1 背景

近年、大規模言語モデル (LLM) をはじめとした人工知能の進化と普及に伴い、ChatGPT のようなデジタルアシスタントが、日常生活や業務の中で用いられ始めている。これらの技術は情報検索からエンターテインメントまで幅広い用途で活用されており、社会に広く浸透しつつある。しかしその一方で、デジタル空間における個人情報の取り扱いやプライバシーに関する課題も増加している。特に、デジタル技術の日常化に伴い、個人情報を適切に扱うリテラシーが求められるようになってきた。個人情報保護やデータセキュリティに関する意識やリテラシーの向上は、現代の情報社会において極めて重要なテーマとなっている。

しかし、従来の教育方法では、特に若年層を中心にこれらの意識を持続的に育成することが難しく、新しい教育手法の開発が求められている。2025年1月から刷新される大学入学共通テストでも、「情報」が教科として新たに加えられ、国語や数学と並んで情報リテラシーに関する教育の実施が急がれている。こうした背景を踏まえ、本研究では、個人情報保護意識の向上を目的としたシリアスゲームの開発に取り組んだ。

2021年から本研究の構想を開始し、2022年7月、2022年12月に第1回、第2回目の実験を実施した。また、人同士の対戦だけでなく、チャットボットとの対戦を実施することでデータ収集の効率化を実現できるのではないかと考え、2023年7月に第3回の実験を実施した。過去3回の実験結果から、人同士のチャットでの対話も検証する必要があると考え、最終的に人対人の直接対話、人対人のチャットでの対話、人対チャットボットの3パターンの対戦形式をシステムに組み込み、ゲームシステムを完成させ、2023年12月に第4回の実験を実施した。

1.2 研究の目的

本研究の主要な目的は、リテラシー教育の新たな手法として、シリアスゲームを用いた教育の提案と、開発した「The Guardian」の教育手法としての有効性を評価することにある。

まず、最善な教育手法の模索のため、第1回から第3回までの実験において、人対人、人対チャットボットという2つの形式でゲームを実装し、シリアスゲームにおいてチャットボットがユーザに与える影響について分析を行った。第4回の実験では、ゲーム内での対戦

形式「人対人の直接対話」、「人対人のチャット対話」、「人対チャットボットのチャット対話」の3つに関して、それぞれが個人情報保護意識の育成や学習への意欲にどのような影響を与えるかについて焦点を置き、分析を行った。この3つの対戦形式を比較することで、人とAIとのインタラクションが持つ教育的効果や受容性について考察し、それぞれが持つ特性の活用について新しい視点を提供する。

また、開発したゲームをプレイすることによって、どのような意識変化や教育的効果が現れるか調査するため、実験の前後にアンケートを実施した。実験後のアンケートには、ゲームの内容に基づいた簡易的なテストも含め、被験者の意識変化やテストの点数について分析を行った。

1.3 関連研究

シリアスゲームを用いてネット上でのリテラシー教育を行なった研究として、Calvo-Morata らの開発した「Conectado」[1]が挙げられる。この研究では、デジタル空間でのいじめに対するリテラシー教育を行うため、クラスルーム用のシリアスゲームを導入し、没入感のあるゲームプレイを通じて被害者に対する共感を促進した。

また、Hart ら[2]は、サイバーセキュリティ意識を高めるためのテーブルトップゲーム「Riskio」を提案している。このゲームでもロールプレイング形式を導入しており、プレイヤーが攻撃者と防御者の両方の役割を果たすことで、サイバーセキュリティ攻撃と防御に関する知識を身につけることができるとしている。

さらに Revealing the theoretical basis of gamification [3]では、シリアスゲームなどゲームベースの学習に関する研究を調査し、共通点をまとめている。それによると、シリアスゲームは学習ガイドとしてユーザを誘導する、ユーザに即時のフィードバックを提供する、ユーザ同士をつなげて互いにサポートさせ合うといった機能を持っている。

また、個人のプライバシー意識については、大磯一ら[4]によって研究されている。この研究では、デジタルサービスの採用に関して、リスク感覚、利便性、主観的な利用率などを重要な要因として挙げており、消費者の信頼を高めるためにトラブルの事例とその対応に関する情報を提供することを提案している。

さらに、SNS 上での他人の個人情報の公開について、太幡直也ら[5]は、SNS 利用者の情報リテラシー教育の重要性を強調しており、SNS 上での他者のプライバシー侵害への懸念を高めることが不適切な他者情報公開を抑止する方策として効果的であると提案している。

これらの関連研究から、シリアスゲームを用いたりテラシー教育の有効性や、SNS をはじめとしたデジタルサービスの利用率が高まる現代において、個人情報保護に関するリテラシー教育の重要性が伺える。

1.4 研究での個人情報の扱い

本研究で個人情報として定めている個人情報カードの内容については、内閣府が実施した世論調査[6]の他人に知られたくない個人情報という設問で、個人情報として設定されている項目を参照した。また、ゲーム内で取り上げている過去の個人情報悪用例や個人情報を守るための Tips は、警察庁[7]や国民生活センター[8]のサイト等を参照した。

さらに、ゲームのプレイデータは全て匿名で収集し、個人を特定できない形で分析を行っている。実験時には、被験者に対して個人情報の取り扱いについて説明し、実験同意書に署名を求めた。

第2章 ゲームの概要

本研究で開発したゲームは、ロールプレイング形式を採用している。この形式を通じて、プレイヤーは個人情報に関する問題をより直接的に、自分ごととして体験することができる。また、ゲーム内での他者との対話を通じて、プレイヤーはどのような情報を重要であると感じているのか、あるいはどのような情報を他人と共有しても問題ないと感じているのかを自覚する機会を得る。さらに、ゲームの進行を通じて、個人情報に対する認識や価値観は人によって異なることを学ぶ。この結果、プレイヤーは自らの個人情報だけでなく、他者の情報に対する取り扱いにもより注意深くなることが期待される。

実際のゲームは、<https://rma.iiojun.com/> からプレイすることができる。

2.1 ゲームルール

本研究で開発されたゲームでは、「個人情報悪用サイド」と「個人情報提供サイド」という、二つの主要な役割が設定されている。これらの役割に分かれ、1対1の対戦形式で進行する。個人情報悪用サイドは攻撃的な立場をとり、悪用カード（例：空き巣、スパムメール、結婚詐欺）の内容に基づいて相手の個人情報の悪用を試みる。一方、個人情報提供サイドは守備的な立場をとり、所持する個人情報カード（例：位置情報、電話番号、交友関係）の中で、悪用サイドに知られても問題ないと考えるカードを選択して、悪用サイドからの攻撃を防ぐ。

悪用サイドは最初に3枚の悪用カードから、実行するカードを1枚選択する。提供サイドは5枚の個人情報カードから3枚選択し、悪用サイドに渡す。このとき、悪用サイドの選択に紐づいて、5枚の個人情報カードに100点満点になるよう配点が決まっている。最終的に、それぞれの手元に残っているカードの合計点がプレイヤーの得点となる。結果が表示された後は、カードの配点に対して、自分ならどのような配点にするかを回答し、ゲーム終了となる。

提供サイドがカードを選択する際は、悪用サイドと対話を行う。対話の方法は、「人対人のチャット」「人対人の直接対話」「人対チャットボット」の3種類である。人対チャットボットの際は、プレイヤーの役割は提供サイドに固定される。悪用サイドのカードの内容は、第3試合までは両サイドに開示するが、それ以降は提供サイドには見せないようにし、提供サイドは相手の手札を予想しながら対戦を進める。これは、現実世界で悪用者は、自身の悪用手法を隠して個人情報保持者から情報を奪おうとするという背景を、ゲーム内で再現しようとしているためである。

2.2 ゲームの進行

ゲームは図 1 のフローチャートに沿って進行する。

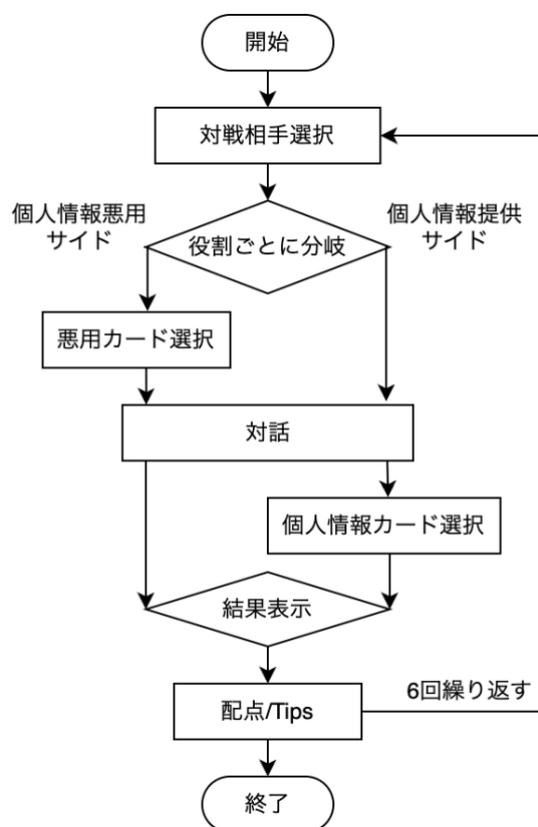


図 1 フローチャート

フローチャート内の各項目の詳細については、下記の通りである。役割や対戦形式によって表示される画面が異なる。画面はユーザの操作と対戦相手の選択によって遷移する。また、対戦相手の選択を待っている際は待機画面が表示される。

2.2.1 ログインとイントロダクション

図 2 はログイン画面である。この画面でユーザ登録もしくはログインを行い、ゲームを開始する。実験時には、あらかじめ用意している実験用アカウントでログインしてもらう。実験用アカウントには、各試合の対戦相手や役割、対話方法などが紐づいている。これによって、実験時には最初のアカウント選択以降役割や対戦相手などは選択が不要になり、自動的に試合が進行していく。ログイン時にはユーザ名を選択し、パスワードを入力してログイン処理を行う。

また、図 3 のイントロダクション画面で簡単なゲームルールの説明を行い、対戦相手や役割、対話方法などを開示する。試合開始前に毎回イントロダクション画面を表示すること

で、次の対戦内容と対戦ごとの差を明確にする。



図 2 ログイン画面

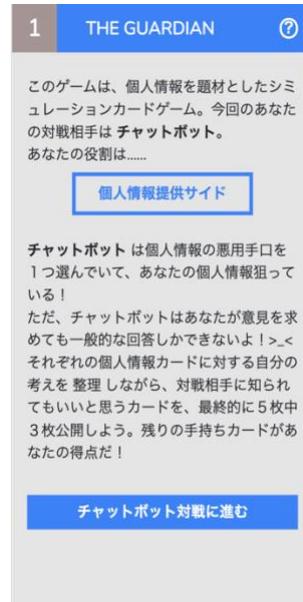


図 3 イントロダクション画面

2.2.2 悪用カード選択

図 4 の悪用カード選択画面では、個人情報悪用サイドに 3 枚の悪用カードを提示し、その中からゲーム内で実行する悪用カードを 1 枚選択してもらう。



図 4 悪用カード選択画面

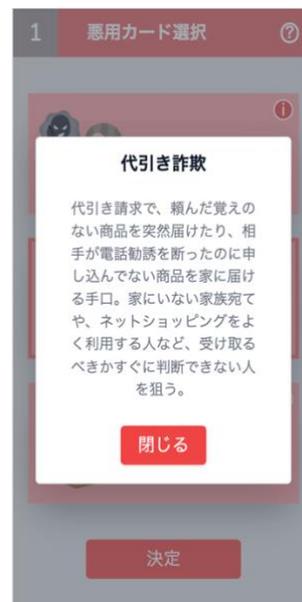


図 5 悪用カード内容モダル

このとき、後半の第4試合から第6試合までは、悪用サイドが選択したカードの内容は提供サイドには提示せず、どのような悪用方法を実行しようとしているのか、提供サイドは予測して対戦できるようなゲームデザインしている。

また、悪用サイドカードの内容について、カード右上のインフォメーションボタンを押下すると、図5のようにカード内容の説明がモーダルに表示される。

2.2.3 対話と個人情報カードの選択

悪用サイド・提供サイド両方に個人情報カードを5枚表示し、5枚の中で他人に知られても良いカードを3枚選択するため、対話を行う。選択した3枚は悪用サイドに渡され、カードの合計が悪用サイドの得点となる。渡さなかった2枚のカードの合計が提供サイドの得点となる。各カードの点数は表示されないため、どちらの役割も予想しながらゲームを進める。悪用サイドは、どの個人情報カードを受け取れば自分が選択した悪用カードの内容を実行できるか考えながら対話を行う。提供サイドは、悪用サイドが個人情報カードをどのように悪用しようとしているか推測しながら対話を行う。対話の目安として、5分間の制限時間を設けている。提供サイドは、悪用サイドとの対話の内容を参考に、5枚の中で他人に知られても良いと感じるカードを3枚選択する。

図6は人対人のチャットでの対話の対戦画面であり、図7は人対人の直接対話を行う際の画面である。直接対話の場合は役割に関係なくカードの選択肢だけが表示され、提供宮側の画面ではカードが選択できるようになっている。また、図8は人対チャットボットの対話画面である。

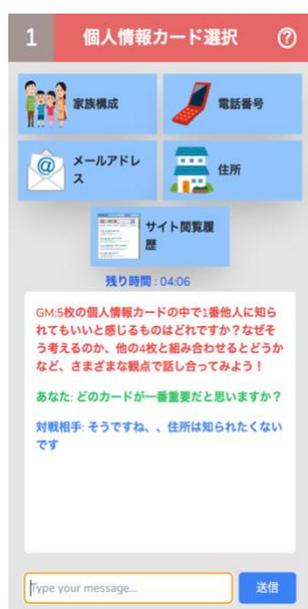


図6 人対人のチャット



図7 人対人の直接対話



図8 人対チャットボット

2.2.4 結果・最終結果

悪用サイド・提供サイドが選択したカードの内容を元に得点を計算し、勝敗結果を図 9 の結果画面で表示する。自身の点数と、対戦相手の点数をどちらも表示する。また、悪用サイドが選択した悪用カード、提供サイドが選択した個人情報カードとその点数を表示する。

また、第 6 試合まで終わると、図 10 の最終結果画面を表示し、勝数とそれに基づいたランクをフィードバックする。ランクは 0 勝から順に、ビギナー（0 勝/6 敗）、アイアン（1 勝/5 敗）、ブロンズ（2 勝/4 敗）、シルバー（3 勝/3 敗）、ゴールド（4 勝/2 敗）、プラチナ（5 勝/1 敗）、ダイヤモンド（6 勝/0 敗）である。また、第 1 試合から第 6 試合までの結果を表で表示し、これまでの対戦を振り返る。



図 9 結果画面



図 10 最終結果画面

2.2.5 Tips と配点

配点画面では、実際に発生している個人情報を悪用した犯罪や、個人情報保護の対策例などをモータル上で図 11 のように表示する。ここで表示される対策例は、できる限り簡単に自分自身で実践できるものを選択した。この内容をもとに事後アンケートでテストを実施し、学習効果を計測するほか、現実の事例への興味と学習を促す。

また、モータルを閉じた後はゲーム上のカードの配点を図 12 の配点画面で示し、ユーザーに 100 点満点で自分の考える配点の入力を求める。ここでのユーザーの配点を集計して平均を求め、実際のゲームの配点に反映させている。



図 11 Tips モーダル



図 12 配点画面

2.3 カードの内容と配点

悪用カードの内容は、表 1 のとおりである。悪用カードの内容は、実際の犯罪事例などから引用した。また、同じカードを何度か登場させつつも、新しいカードを常に組み込んでいくことで、対戦が進んでも悪用カードの内容を予想しながらプレイできるようにした。

表 1 悪用カード一覧

	A	B	C
第 1 試合	オレオレ詐欺	代引き詐欺	スパムメール
第 2 試合	SNS なりすまし	フィッシング詐欺	結婚詐欺
第 3 試合	ストーカー	空き巣	結婚詐欺
第 4 試合	宗教勧誘	いたづら電話	金銭的略取
第 5 試合	年金詐欺	EC サイトアカウント 乗っ取り	勧誘電話
第 6 試合	国際ロマンス詐欺	預貯金詐欺	スパムメール

悪用カードにある悪用事例の詳細な内容や定義について、ユーザが知らない場合がある。そのため、各カードに対して 150 文字程度の説明文を用意し、悪用カード選択画面と第 3 試合までの提供サイド待機画面で確認できるようにした。

個人情報カードの内容は表 2 のとおりである。

表 2 個人情報カード一覧

	I	II	III	IV	V
第 1 試合	家族構成	電話番号	メールアドレス	住所	サイト閲覧履歴
第 2 試合	家族構成	交友関係	住所	メールアドレス	電話番号
第 3 試合	性別	位置情報	住所	年収	顔写真
第 4 試合	思想	住所	名前	口座情報	電話番号
第 5 試合	生年月日	メールアドレス	職業	趣味	電話番号
第 6 試合	電話番号	住所	性別	メールアドレス	家族構成

個人情報カードの内容は、厳密には個人情報と定義できないものも含まれる（家族構成や趣味など）。ただ、人によって個人情報に対する考え方や感じ方が異なるため、各情報の重要度について分析することを想定し、世論調査で個人情報として扱われていた項目から、悪用されそうなものやその情報に対して有効であると考えられる悪用手法を議論し、配点を決定した。

配点は表 3 のとおりである。悪用カードの選択（A~C）によって、個人情報カード（I~V）の配点が増える。点数はすべて 5 点刻みで、5 枚のカードの合計が 100 点になるよう配点を決めている。

表 3 カードの配点

試合	A					B					C				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
1	35	35	10	15	5	10	15	10	50	15	0	40	40	5	15
2	10	40	5	25	20	5	5	15	40	35	40	30	10	10	10
3	15	40	30	5	10	0	25	40	35	0	30	0	5	50	15
4	45	20	10	5	20	5	5	5	5	80	5	25	10	40	20
5	40	5	20	0	35	30	30	5	10	25	10	0	20	20	50
6	15	10	30	10	35	30	30	5	10	25	40	5	10	40	5

このカードの配点は第 4 回の実験で使用したもので、研究チームで考えた配点に対して、第 2 回・第 3 回の実験でユーザがフィードバックした配点を集計し、その結果を反映させた。

第3章 システムの詳細

本章では、開発したゲームシステムの詳細と設計について解説する。記載しているシステムの内容は、第4回の実験で使用した最終バージョンである。

3.1 システム構成

システム構成図は、図 13 システム構成図のとおりである。実線は通信を、破線はイベントの通知を示している。

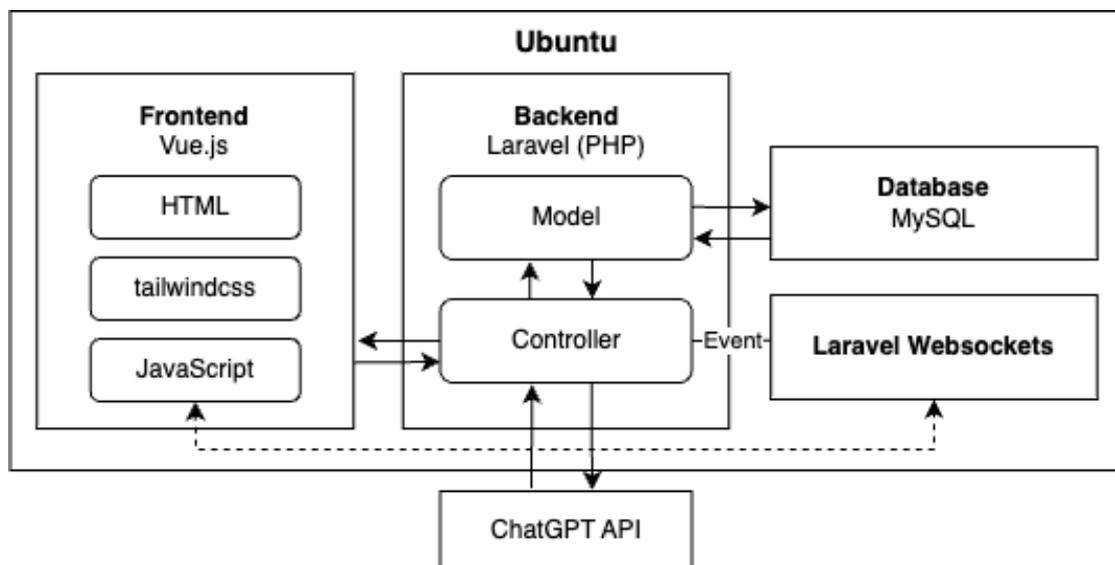


図 13 システム構成図

このシステムは、バックエンドに PHP のフレームワークである Laravel を使用し、データ管理とビジネスロジックを処理した。フロントエンドは Vue.js フレームワークを採用し、モダンな UI を取り入れた。スタイリングには TailwindCSS を使用し、レスポンスかつ柔軟なデザインを実現した。ルーティングはバックエンド側で行い、該当するフロントエンドのコンポーネントを呼び出す。

また、プレイヤー間のリアルタイム通信には Laravel WebSockets を用いており、プライベートチャンネルを通じてサーバとクライアント間でデータを即時に交換している。フロントエンドでは Laravel Echo を利用し、サーバからのイベントをリアルタイムで受信している。Laravel WebSockets を使用することで、Ubuntu サーバ上に独自の WebSocket サーバを構築し、外部サービスへの依存を最小限に抑えた。また、外部 API である ChatGPT の API とは、バックエンドのコントローラを通して通信を行なっている。

3.2 画面設計

画面はレスポンスデザインで実装し、スマートフォンなどでゲームをプレイする想定でデザインした。第3回実験までのシステムではPC上で対戦することを想定して画面設計を行っていたが、チャットボットやユーザ同士のチャットにおいて、入力をスムーズに行うためにはスマートフォンの方がデバイスとして適していると考え、第4回実験からはスマートフォンに合わせた画面デザインにした。

予備実験時にテストで使用した機種は、iPhone7, iPhone8, iPhone11, iPhone11 pro, iPhone12 pro, iPhone12 pro max, iPhone13, iPhone13 pro, iPhone13 mini, iPhone14, iPhone SE, iPhone SE3, iPhone Xs, Pixel4a, Pixel6, AQUOS Sense4 light, Oppo reno 5a である。また、対応ブラウザはSafari と Chrome である。

以下は、実際のゲーム画面である。

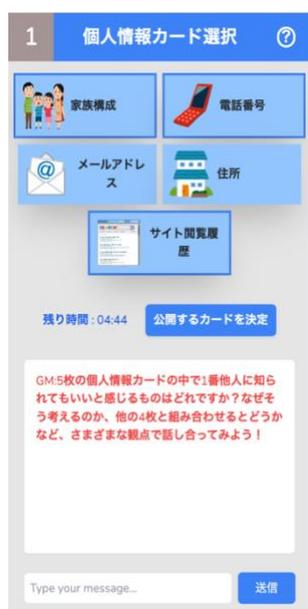


図 14 個人情報カード
選択画面



図 15 対話終了モーダル



図 16 サイドメニュー

図 14 のように、選択したカードがわかるよう枠で囲う、3枚選択するまでボタンを押下できないよう制御するなど、直感的にプレイしやすいUIになるよう工夫した。また、図 15 のように対話の開始・終了等はモーダルで通知することでプレイヤーに注意を促した。そして、すべての画面からアクセスできるサイドメニュー（図 16）を実装し、プレイヤーの役割やカードの選択肢、ゲームルールなどをプレイ中に確認できるようにした。ゲーム画面上ではできるだけ文章を載せないようにし、直感的なプレイのしやすさを追求する反面、サイドメニューに詳細な説明を載せることで、ゲームとしての魅力と理解しやすさを両立した。

3.3 機能要件

本システムの機能要件について、表 4 のとおりにまとめた。

表 4 機能要件

機能カテゴリ	機能要件	詳細説明
ユーザ管理	ログイン/ アカウント作成	ユーザがアカウントを作成し、ログインできる機能
ゲームプレイ	ゲームの設定	ユーザが持つ情報から、ゲーム ID、対戦相手、役割、対話方法を取得し、ゲームを設定する機能
ゲームプレイ	悪用サイドカード 選択	悪用サイドのプレイヤーが、悪用するカードを 3 枚から 1 枚選択する機能
ゲームプレイ	提供サイドカード 選択	提供サイドのプレイヤーが、提供するカードを 5 枚から 3 枚選択する機能
対話	直接対話	画面にカードの選択肢とカウントダウンタイマーを表示し、直接的な対話を促す機能
対話	チャット	カードの選択肢とカウントダウンタイマーを表示し、対戦相手とチャットで会話を行う機能
対話	チャットボットとの対戦	カードの選択肢とカウントダウンタイマーを表示し、ChatGPT の API を組み込んだチャットボットとのチャットを行う機能
結果	結果の表示	ゲームの結果をユーザに表示する機能
結果	最終結果の表示	実施したゲーム全ての結果を一覧で表示し、ランクをフィードバックする機能
ユーザの操作	配点のフィードバック	ユーザがゲーム内のカードの配点に対して、自身の考える配点をフィードバックする機能
ユーザの操作	言語選択	サイドメニューから、ゲームの言語を選択する機能

3.4 非機能要件

セキュリティやリアルタイム通信、認証方法などの非機能要件についてまとめた。

3.4.1 リアルタイム通信と認証

このシステムでは、プレイヤー間でカードの選択情報やチャットをリアルタイムで通信することが重要な機能である。本研究では、このリアルタイム通信を実現するため、Laravel WebSockets を採用した。この技術を用いることで、カードの選択結果やチャットなどのデ

ータを、プレイヤー間で即時に交換することが可能となる。

通信の核となるのは、プライベートチャンネルを介したサーバとクライアント間のデータ交換である。これにより、サーバからクライアントへのデータ伝送が迅速に行われ、リアルタイムでの反応が保証される。フロントエンドにおいては、Laravel Echo を利用した。これにより、サーバからのイベントをリアルタイムで受信し、ユーザインターフェースに即座に反映することができる。また、本システムは Ubuntu サーバ上に独自の WebSocket サーバを構築した。このアプローチにより、外部サービスへの依存を最小限に抑え、通信の安定性、コスト削減、そしてデータのセキュリティを実現した。以上のように、Laravel WebSockets と Laravel Echo の組み合わせにより、ゲームシステムにおけるリアルタイム通信を効率的かつ安全に実現し、プレイヤーのインタラクションを向上させることに成功した。

また、本システムでは、WebSocket チャンネルへの接続保証のためにトークンベースの認証を採用している。これにより、サーバとクライアント間の通信において、セキュリティが強化され、不正アクセスを効果的に防ぐことができる。トークンは、クライアントが WebSocket チャンネルに接続を試みる際にサーバによって生成され、クライアントに渡される。このトークンを用いて、クライアントは WebSocket チャンネルに接続する際の認証を行う。そして、クライアント側にセッション状態を保持することで、API の利用がステートレスとなる。これは、サーバ側でクライアントの状態を保持する必要がなく、各リクエストが独立して処理されることを意味する。このアプローチにより、システムのスケーラビリティとパフォーマンスが向上し、サーバの負荷が軽減される。

3.4.2 セキュリティ要件

ゲームシステムのセキュリティリスクを表 5 のとおりまとめ、考えられる主要なセキュリティリスクに対して対策を講じた。

表 5 セキュリティ対策

セキュリティ要件	具体的な対策
SRF 保護	すべての POST リクエストに CSRF トークンを付与し、サーバ側でその検証を行う
SQL インジェクション防止	ユーザ入力に対して、Eloquent ORM とクエリビルダーを用いて自動サニタイズ処理を実施
データの暗号化	HTTPS を強制し、データの暗号化を保証する
ユーザ認証と承認	Laravel のトークンベースの認証システムを使用して、ユーザ認証と承認を実施
セッションセキュリティ	セッションハイジャックやセッション固定攻撃から保護するための対策を実施
ログ記録	エラー発生時にログを自動的に記録

これらのセキュリティに対する対策は、Laravel フレームワークの標準的な対応に則っており、バックエンド側で処理を行なっている。これらの処理は、ユーザデータの保護とシステムの安定性を確保するために重要な役割を果たすものである。また、外部 API (ChatGPT API) からの影響を少なくするため、実験時以外は API 鍵を変え、ChatGPT API へのリクエストを無効にしている。各種 API 鍵やデータベースとの接続情報などは.env ファイルで管理している。

3.4.3 ChatGPT API の設定

ChatGPT API は gpt-4-1106-preview モデルを使用している。初期プロンプトを設定し、ゲームルールやカードの情報、対話の方向性や禁止事項などを伝達している。実際のプロンプトは以下のとおりである。

あなたはゲームプレイヤーです。ユーザには 5 枚のカードがあり、それぞれに個人情報が記載されています。これらのカード'defenderCards'の中から、ユーザに他人に知られても比較的抵抗がないと感じる 3 枚を選択させてください。各カードの情報が他人に知られることに対する抵抗感や、ユーザのプライバシーに対する意識について話し合しましょう。このゲームやカードに関連しない話題は決してしないでください。返答は 1~2 文で簡潔をお願いします。また、この会話は必ず日本語で行ってください。

プロンプト内の'defenderCards'は変数であり、この変数に試合ごとに異なる個人情報カード 5 枚を代入している。また、会話の開始はチャットボット側からの「あなたが 5 枚の個人情報カードの中で 1 番他人に知られてもいいと感じるものはどれですか？」という定型質問から開始する。

3.5 データベース設計

本システムでは、Laravel フレームワークを採用し、データベース管理システムとして MySQL を使用している。本システムでは、複数のテーブル間で Eloquent ORM (Object-Relational Mapper) を使用してリレーションシップを設定している。例えば、「Users」テーブルは、システムに登録された各ユーザの情報を保持し、「Game Information」テーブルや「Match Info」テーブルといった他のテーブルと関連付けられている。「Game Information」テーブルは、各ゲームのカード内容に関する情報を含んでいる。

初期データの挿入には、Laravel の seeder 機能を用いている。seeder を使用することで、開発プロセス初期にテストデータを容易に生成し、データベースに登録することが可能となる。カード情報やユーザ情報などを、あらかじめ seeder を用いて設定した。



図 17 ER 図

3.6 ディレクトリ構成

本システムのディレクトリ構成は図 18 と図 19 のとおりである。実際のコードは <https://github.com/RinKokubo/The-Guardian> の GitHub リポジトリで確認できる。システムの起動方法等は、該当リポジトリの README に記載した。



図 18 ディレクトリ構成



図 19 ディレクトリ構成 (続き)

本研究におけるシステムのディレクトリ構造は、Laravel フレームワークと Vue.js を基盤とした Web アプリケーションの標準的な構成に従っている。

README.md ファイルは、プロジェクトの概要、セットアップ手順、その他の重要な情報を文書化している。app ディレクトリは、アプリケーションの主要なコードを含み、その中の Console, Events, Exceptions, Http などのサブディレクトリには、それぞれコンソールベースのコマンド、イベントクラス、例外ハンドリング関連のクラス、HTTP リクエストを処理するコントローラや認証用のミドルウェアが配置されている。Models サブディレクト

リには、データベースの各テーブルに対応するモデルクラスが存在する。

`database` ディレクトリには、データベースのマイグレーション、ファクトリ、`seeder` といったファイルが含まれており、データベースの構造と初期データの管理に役立っている。初期データの構築には、`seeder` を用いている。`public` ディレクトリに Web サーバから直接アクセスされるリソースを保持し、`resource` ディレクトリには、View テンプレートや JavaScript ファイルが格納されている。Laravel の view テンプレートである `blade` ファイル内で、各ページに対応した `Vue.js` のコンポーネントを表示している。

また、`routes` ディレクトリは、アプリケーションのルーティングを定義しており、URL とコントローラのアクションのマッピングを管理している。API の定義も `routes` ディレクトリ内の `api.php` ファイルで行っている。

このように、本システムのディレクトリ構造は、MVC アーキテクチャを反映しており、開発者が機能ごとに効率的に管理し、拡張性の高いアプリケーションを構築できるように設計した。

第4章 実験について

制作したゲームを用いて、中央大学・中央大学大学院の学生を対象に、対戦方法などの条件を変えて4回実験を行った。本章では、実施した実験の概要と結果について述べる。

4.1 実験の概要

第1回から第4回の実験概要は表6のとおりである。

表6 実験概要

日付	人数	データ数	対戦形式
2022/07/04	12	24	人対人直接対話
2022/12/12	24	69	人対人直接対話
2023/07/10	30	180	人対チャットボット
2023/12/06	30	119	人対人直接対話, 人対人テキスト, 人対チャットボット

第1回・第2回の実験と比較して、第3回の実験以降はチャットボットとの対戦を実装したことにより、データ収集効率が大幅に向上した。また、対戦結果に加え、第2回以降はユーザからの配点のフィードバック、第3回以降はチャットボットとのチャットデータ、第4回以降は人対人のチャットデータを収集した。

4.2 実験結果

過去4回の実験結果を、対戦結果、個人情報カード選択結果、事前・事後アンケート結果に分けて集計し、単純集計の結果をまとめた。

4.2.1 対戦結果

第1回、第2回および第3回実験の役割ごとの対戦結果は表7のとおりである。第1回と第2回の対話形式はどちらも人対人直接対話で、第3回は人対チャットボットである。

表7 第1回~第3回対戦結果

役割	第1回(直接対話)		第2回(直接対話)		第3回(チャットボット)	
	悪用サイド	提供サイド	悪用サイド	提供サイド	悪用サイド	提供サイド
勝数	15	6	52	15	104	65
引き分け	3		2		11	
勝率	62.5%	25.0%	75.4%	21.7%	57.8%	36.1%

全ての回において、悪用サイドの勝率が高いという結果になっているが、直接対話形式とチャットボット対戦形式で勝率に違いがある。この結果を踏まえて、3通りの対戦形式を実装し、第4回実験を実施した。

第4回実験の対戦結果は表8のとおりである。

表8 第4回実験対戦結果

役割	人対人直接対話		人対人チャット		チャットボット	
	悪用サイド	提供サイド	悪用サイド	提供サイド	悪用サイド	提供サイド
勝数	20	7	16	8	36	19
引き分け	3		6		4	
勝率	66.7%	23.3%	53.3%	26.7%	61.0%	32.2%

第4回実験結果からも、直接対話形式の悪用サイドの勝率が高いことが読み取れる。また、第4回から新たに実施した人対人のチャットでの対戦形式は、対戦形式の中で悪用サイドの勝率が最も低いということがわかった。

対戦方式による悪用サイドの勝率について、統計的に有意な差があるかを検証するため、カイ2乗検定を実施した。ゲーム内の勝数、敗数、引き分けの結果を「人対人の直接対話」、「人対人のチャット」、「チャットボット」の3つのコミュニケーション方法で分類した。このデータを使用して、悪用サイドの勝率の差を検証した。

カイ2乗検定の結果、カイ2乗統計量は13.54、 p 値は 8.90×10^{-3} となった。これは、直接対話とチャットを用いた場合の勝率に統計的に有意な差が存在することを示唆している。 p 値が0.01未満であることから、統計的に有意な差があると結論付けられる。それぞれの具体的な悪用サイドの勝率は、人対人の直接対話が70.7%、人対人のチャットが53.3%、チャットボットが58.6%であった。この結果からも、直接対話の場合は明らかに悪用サイドが勝ちやすいことがわかる。

4.2.2 個人情報カード選択結果

続いて、各カードの選択数を登場数で割り、相手に渡さなかった割合を求め、それを各カードの他人に知られたくない割合としてグラフにまとめた。すべての実験結果を合算した各個人情報カードの選択結果は図20のとおりである。

この結果から、住所(71.0%)、口座情報(70.6%)、位置情報(67.2%)に高いプライバシーを感じており、他人に知られたくないと考えていることがわかる。一方で、氏名(10.3%)、性別(13.5%)、思想(25.0%)に関しては、そこまで重要な情報として認識しておらず、他人に知られても問題ないと感じている割合が高いことがわかった。

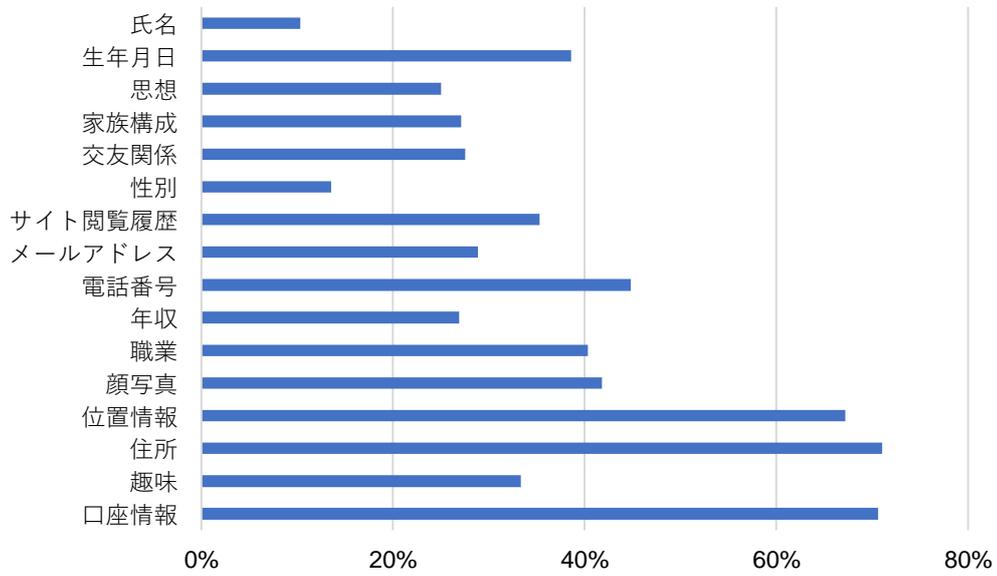


図 20 個人情報カード 他人に知られたくない割合

続いて、人対人の対戦と人対チャットボット、対戦相手別個人情報カードの他人に知られたくない割合を図 21 のようにグラフにした。

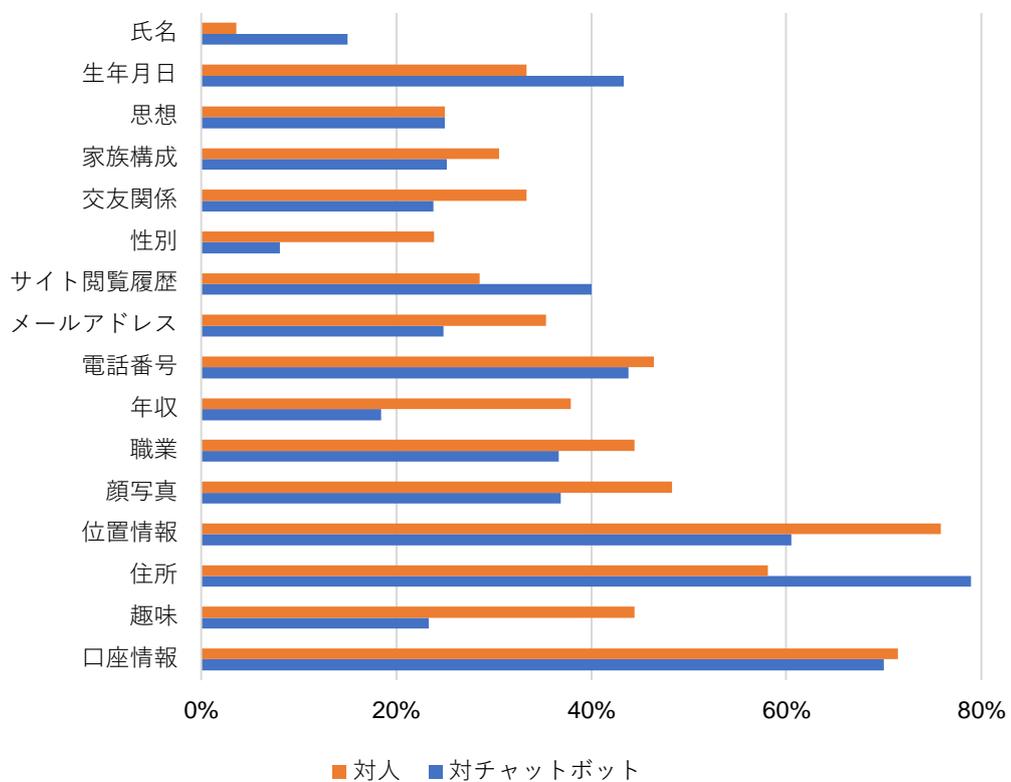


図 21 対戦相手別 他人に知られたくない割合

人対人の対戦では、位置情報（76%）、顔写真（48%）、電話番号（46%）に対する保護意識が特に高く、これは他者との直接的な関係性においてプライバシーの保持が重視されていることを示唆している。一方で、対チャットボット対戦では住所（79%）、趣味（70%）、生年月日（43%）への保護意識が際立っており、機械相手との対話においてはより個人的な情報が保護される傾向にあることがわかる。

また、人対人の対戦では氏名を知られることに対する抵抗が極めて低い（4%）のに対し、対チャットボット対戦では性別を知られることへの抵抗が最も低い（8%）。これは、対面では相手に対して氏名を名乗る行為は一般的であるが、インターネットや SNS 上などでは匿名性が重視されるためであると考えられる。

4.2.3 事後アンケート結果

それぞれの実験で、実験後に被験者に回答してもらった事後アンケートの結果についてまとめる。

4.2.3.1 楽しいと感じる役割

第1回、第2回、第4回の事後アンケートで実施した、「個人情報提供サイドと個人情報悪用サイドではどちらが楽しかったですか」という設問の結果は図 22 のとおりである。

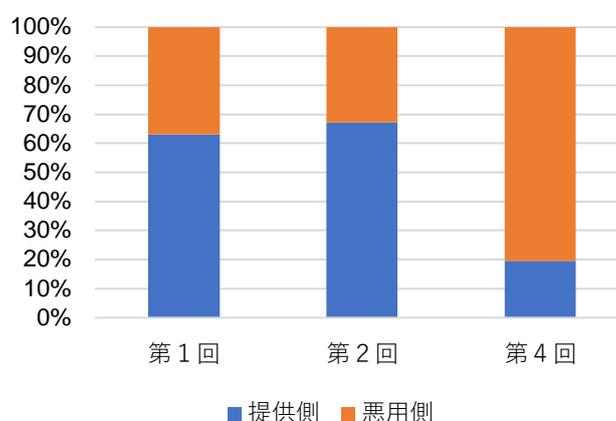


図 22 楽しかった役割

第1回、第2回の結果は提供側が楽しかったと回答する人が多かったが、第4回は悪用側が多数であった。この結果は、対戦方式による差であると考えられる。第1回、第2回は直接対話のみであるが、第4回は3つの対戦方式が混合していたため、楽しかった役割が逆転したのではないかと考えられる。

4.2.3.2 第1回から第3回実験の対戦方式によるゲームの評価

続いて、ゲームの評価について、Q.1 またこのゲームを対戦したいか、Q.2 個人情報の漏洩について今後気を付けようと思ったか、Q.3 個人情報について以前より興味・関心をもつ

たか、Q.4 個人情報と身近で起きる悪用について理解が深まったか、Q.5 今回のゲームが楽しかったかの5つの側面から評価を求め、「そう思う」「どちらかといえばそう思う」「どちらかといえばそう思わない」「そう思わない」の四件法でアンケートをとった。各設問に対する回答は、直接対話（第1回・第2回実験）は図 23，チャットボット（第3回実験）は図 24 のとおりである。

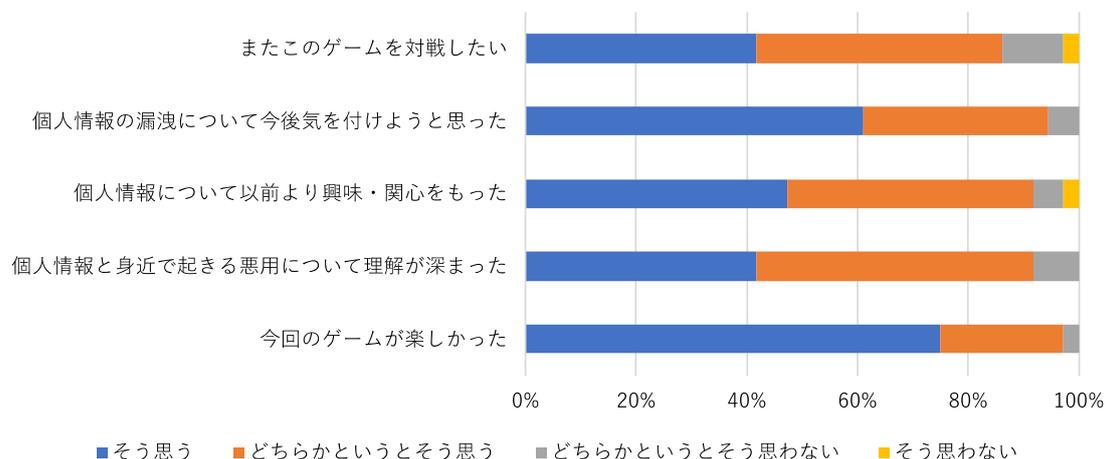


図 23 直接対話の事後アンケート結果

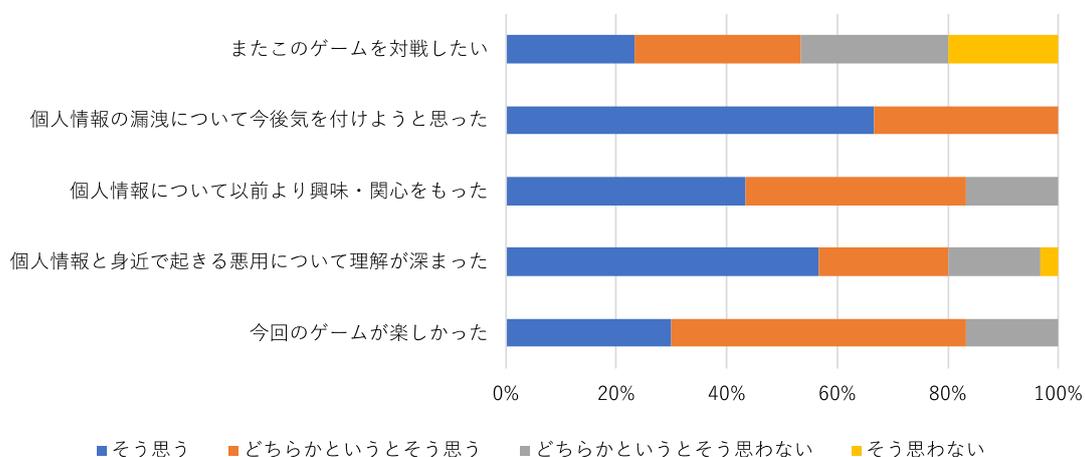


図 24 チャットボットの事後アンケート結果

アンケート全体からわかる結果として、どの質問にも「そう思う・どちらかといえばそう思う」と回答した人の割合が高いことから、本ゲームのプレイ体験が被験者にとって興味深いものであり、ゲームの面白さやエンゲージメントが高いこと、個人情報保護意識を向上させるものであることが伺える。

また、図 23 と図 24 を比較すると、「またこのゲームを対戦したいか」「今回のゲームが楽しかったか」などのゲームの面白さを問う質問では、人対人の方が「そう思う・どちらかといえばそう思う」と回答した割合が高かった。一方で、「個人情報の漏洩について今後

気を付けようと思った」という教育効果を問う質問では、人対チャットボットの方が「そう思う・どちらかといえばそう思う」と回答した割合が高かった。

4.2.3.3 第4回実験の対戦方式によるゲームの評価

さらに、第4回の実験では、対戦方式によるゲームの評価の差について分析を行うため、人同士の直接対話、人同士のチャット、チャットボットの3つの対戦方式に対して、Q.1 個人情報の公開について今後気を付けようと思ったか（図 25）、Q.2 個人情報や身の回りに潜む犯罪に関する知識や事実を理解したか（図 26）、Q.3 個人情報の公開について、慎重に考えることができるようになったか（図 27）、Q.4 遊んでいて面白かったか（図 28）、Q.5 相手とスムーズに対話しやすかったか（図 29）、Q.6 相手と正直に対話しやすかったか（図 30）、Q.7 ゲームの中ですべきことを考えるのが難しかったか（図 31）の7つの側面から評価を求め、「とてもそう思う」「そう思う」「そう思わない」「全くそう思わない」の四件法でアンケートをとり、アンケート結果をグラフにまとめた。

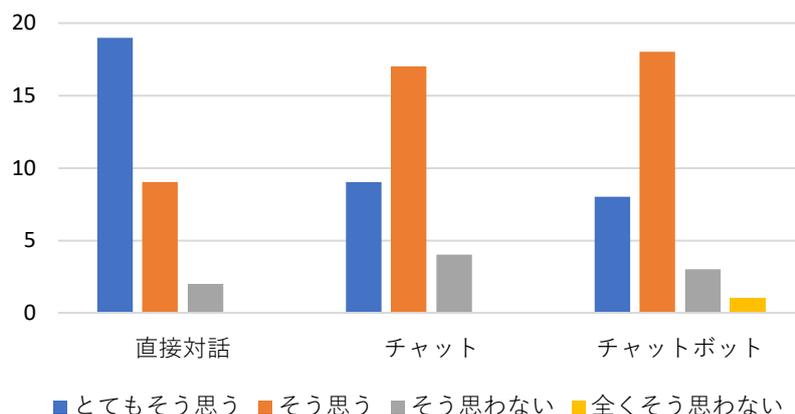


図 25 Q.1 個人情報の公開について今後気を付けようと思った

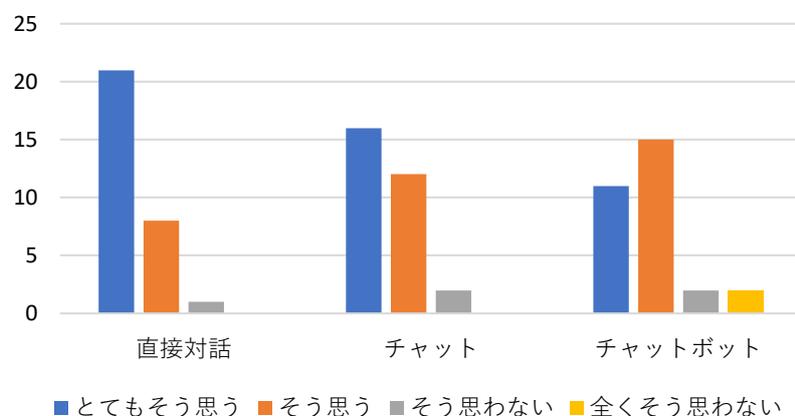


図 26 Q.2 個人情報や身の回りに潜む犯罪に関する知識や事実を理解した

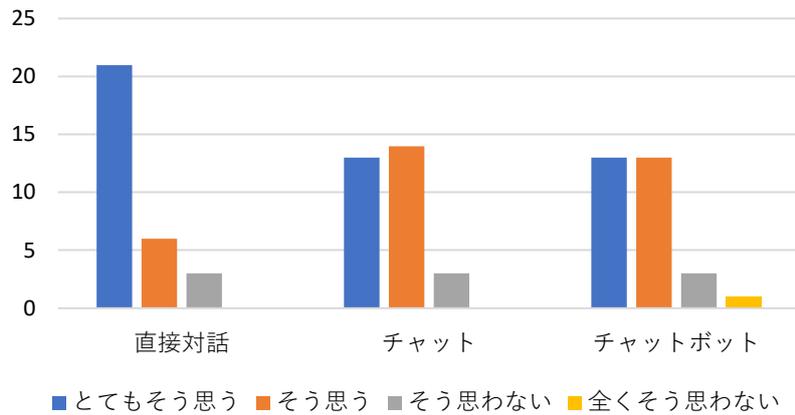


図 27 Q.3 個人情報の公開について、慎重に考えることができるようになった

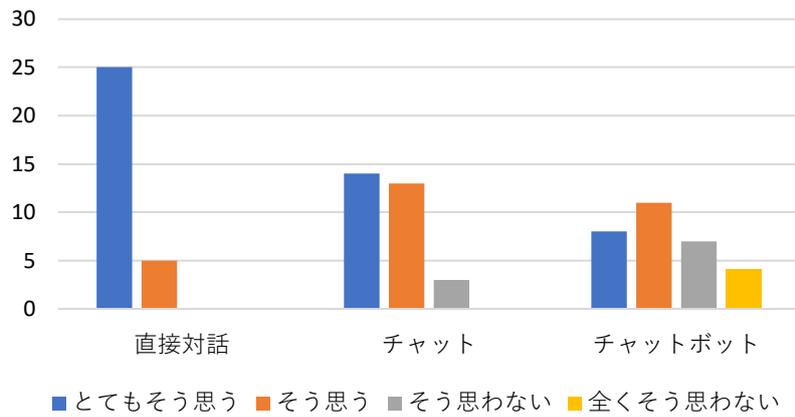


図 28 Q.4 遊んでいて面白かった

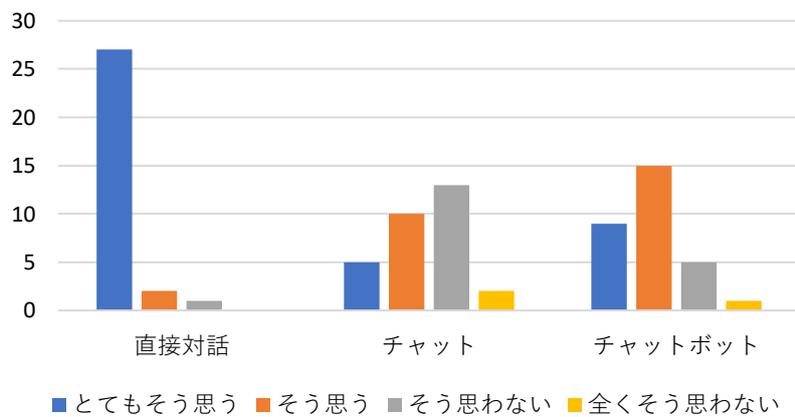


図 29 Q.5 相手とスムーズに対話しやすかった

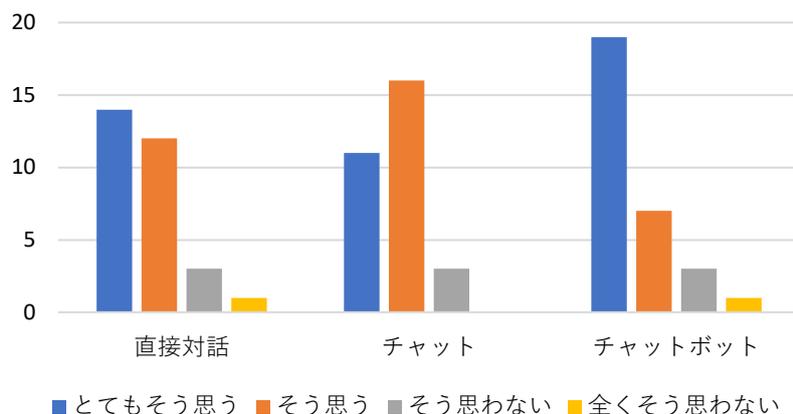


図 30 Q.6 相手と正直に対話しやすかった

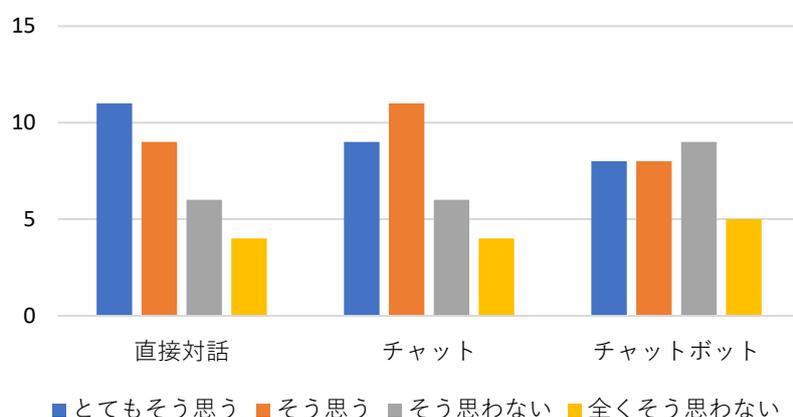


図 31 Q.7 ゲームの中ですべきことを考えるのが難しかった

これらのアンケートの設問について、異なる対話形式を使用した参加者の回答を「そう思う」「どちらかといえばそう思う」の肯定と、「どちらかといえばそう思わない」「そう思わない」の否定に分けて集計した。フィッシャーの正確検定を用いて分析した。

「個人情報の公開について今後気を付けようと思った」（図 25）に関しては、直接対話とチャット間での p 値は 6.707×10^{-1} 、直接対話とチャットボット間での p 値は 6.707×10^{-1} 、チャットとチャットボット間では p 値が 1.00 となり、どの対話形式間においても統計的に有意な差は認められなかった。同様に、「個人情報や身の回りに潜む犯罪に関する知識や事実を理解した」（図 26）に関しても、直接対話とチャット間での p 値は 1.00、直接対話とチャットボット間での p 値は 3.533×10^{-1} 、チャットとチャットボット間での p 値は 6.707×10^{-1} となり、統計的に有意な差は見られなかった。「個人情報の公開について今後気を付けようと思った」（図 27）に関しても、直接対話とチャット間での p 値は 1.00、直接対話とチャットボット間での p 値も 1.00、チャットとチャットボット間では p 値が 1.00

となり、いずれの対話形式間においても統計的に有意な差は認められなかった。

一方で、「遊んでいて面白かった」(図 28)に関しては、直接対話とチャット間での p 値は 2.373×10^{-1} となり、統計的に有意な差は見られなかったが、直接対話とチャットボット間では p 値が 3.00×10^{-4} と非常に小さく、チャットとチャットボット間でも p 値が 3.03×10^{-2} となり、統計的に有意な差が認められた。この結果から、直接対話形式の方がチャットボット形式よりもゲーム体験が楽しいと感じられ、またチャット形式もチャットボット形式よりは楽しいと感じられる傾向にあることが示された。

また、「相手とスムーズに対話しやすかった」(図 29)に関して、直接対話とチャット間での p 値は 6.40×10^{-5} となり、統計的に有意な差がある。直接対話とチャットボット間では p 値が 1.028×10^{-1} となり、統計的に有意な差は見られなかった。一方で、チャットとチャットボット間では p 値が 2.92×10^{-2} となり、統計的に有意な差が認められた。直接対話形式がチャットやチャットボットに比べて、対話のスムーズさにおいて有利であることが示された。

さらに、「相手と正直に対話しやすかった」(図 30)に関しては、直接対話とチャット間での p 値が 1.00、直接対話とチャットボット間での p 値も 1.00、チャットとチャットボット間でも p 値が 1.00 となり、いずれの対話形式間においても統計的に有意な差は認められなかった。「ゲームの中ですべきことを考えるのが難しかった」(図 31)という項目においても、直接対話とチャット間、直接対話とチャットボット間、チャットとチャットボット間のいずれの比較においても、 p 値が約 1.00 と 4.296×10^{-1} であり、統計的に有意な差は認められなかった。

4.2.3.4 第 4 回実験の対戦方式の評価

第 4 回実験の事後アンケートでは、最終的に「もう一度遊ぶなら、どの対戦方式を選ぶか(複数選択可能)」、「総合的に、どの対戦方法が教育ゲームとして一番良いと感じたか」という設問に回答を求めた。これらの設問に対する回答を集計しグラフにした(図 32)。

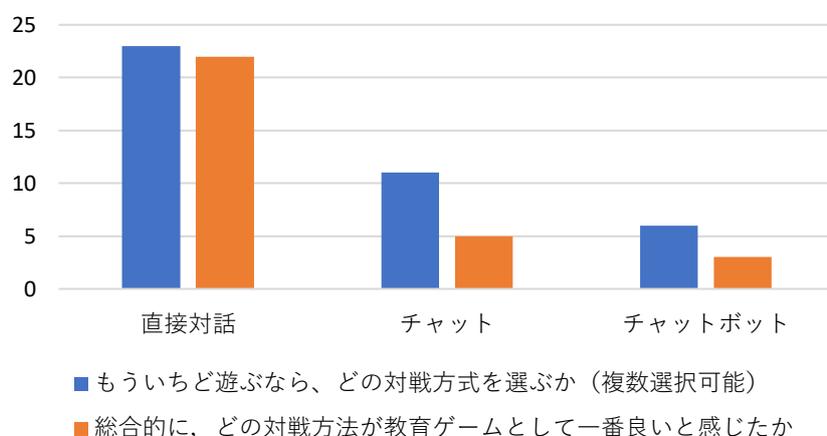


図 32 最終的な対戦方式の評価

直接対話の方式は、再度遊ぶ選択としても、総合的な好みとしても、他の対話方式に比べて好まれていることが明らかである。一方で、チャットボットについては、他の対話方式と比較して再度遊ぶ選択としても総合的な好みとしても明らかに少ない回答数である。これらの結果から、チャットボットが提供する対話の質や参加者の満足度に課題があることを読み取ることができる。

第5章 結果の分析と考察

本章では、第4章で述べた対戦結果、個人情報カード選択結果、事前・事後アンケート結果に加えて、第3回と第4回の実験で収集したチャットのテキストデータの分析を行い、考察した。

5.1 対戦方式による比較

人対人の直接対話、人対人のチャット、チャットボット対戦の3つの対戦方式において、勝率の違いとプレイヤーの評価の違いに焦点を当て、考察した。

5.1.1 勝率の違い

「人対人の直接対話」、「人対人のチャット」、「チャットボット」の3つの対戦方式における悪用サイドの勝率を比較すると、悪用サイドの勝率は、直接対話が66.7%、チャットが53.3%、チャットボットが61.0%となった(表8参照)。提供サイドに関しては、直接対話が23.3%、チャットが26.7%、チャットボットが32.2%となっている。

また、カイ2乗検定の結果、カイ2乗統計量は13.54、 p 値は0.01未満であり($p = 8.90 \times 10^{-3}$)、これにより、コミュニケーション方法間で悪用サイドの勝率には統計的に有意な差が存在することが示された。具体的には、人対人の直接対話を使用した対戦では、悪用サイドが勝ちやすい傾向にあり、人対人のチャットでの対戦形式では悪用サイドの勝率が最も低いことが明らかになった。

これらの結果から、直接対話の悪用サイドの勝率が高いという事実は、直接の対面コミュニケーションが悪用サイドにおいて有利である可能性を示唆している。これは、非言語的な手がかりや即時のフィードバックが悪用サイドの勝利に寄与していると考えられる。一方で、チャットボットとの対戦では悪用サイドの勝率が直接対話よりも低い、チャットよりは高いことから、チャットボットの機械的な対話が人間同士の直接対話に比べ、提供サイドにとって若干有利であることが示唆される。

以上より、対戦形式が勝敗に及ぼす影響は非常に顕著であり、特に悪用サイドの戦略を実行する点において、コミュニケーションの方法が戦略や成果に重要な役割を果たしていることが確認された。

5.1.2 プレイヤーの評価の違い

本研究におけるフィッシャーの正確検定によるアンケート分析(4.2.3.3)から、プレイヤーによる異なる対戦方式への評価について比較ができる。

直接対話を使用した場合、ユーザは個人情報の公開に対する意識が高まると感じ、犯罪に関する知識の理解も深まると回答している。これは、対面での直接的なやり取りが、個人情

報の重要性やセキュリティに関する認識を高める効果があることを示唆している。また、直接対話は他の対話方式に比べて、対話をスムーズに行えると感じる割合が高く、対話の質の高さを反映していると考えられる。

一方、チャットボットとの対話では、個人情報の公開に対する意識の向上やゲームの楽しさに関して低い評価が見られた。これは、機械的な対話をもたらす距離感や対話の限界が、ユーザ体験に影響を与えている可能性がある。ただし、チャットボットとの対話は相手と正直に話しやすかったと感じる割合は高く、ゲームの中ですべきことを考えるのが難しかったと感じる割合は低かったので、ゲームを直感的にプレイできるという側面を持っている。

チャット方式では、相手とスムーズに対話しやすかったと感じる割合が直接対話より低い一方で、遊んでいて楽しかったと感じる割合はチャットボットより高かった。これは、チャットが提供するある程度の匿名性やリラックスした環境が、正直な対話を促進している可能性を示唆している。

以上の結果から、直接対話、チャット、チャットボットの各対戦方式がユーザのゲーム体験に異なる影響を与えており、特に直接対話を提供する対話の質の高さや個人情報保護意識の向上が目立つ結果となっている。対話方式の選択は、ゲーム設計において重要な要素であり、ユーザ体験を高めるためには、対話形式の特性を考慮する必要があることが示された。

5.2 チャット内容の分析

第3回、第4回実験で収集したチャットデータを分析した。データ数は、第3回実験のチャットボットとのチャットが2,399件、第4回実験の人同士のチャットが302件、人とチャットボットとのチャットが835件である。

5.2.1 キーワード分析

人同士のチャットとチャットボットとのチャットの差を分析するため、それぞれのデータに対して頻出単語の分析とTf-Idf分析を実施した。

頻出単語の結果は表9と表10のとおりである。

この結果から、人同士のチャットでは、「思い」、「確か」、「思う」、「願い」、「たしか」などの内省的で感情的な要素を含む単語が多く見られることがわかる。これは、人間同士の対話では、より主観的で感情的な交流が行われることを示唆している。また「電話」、「職業」、「趣味」、「住所」、「アドレス」といった単語も頻出しており、個人的な情報や日常生活に関連する実用的な話題が対話において一般的であることを示している。

一方で、チャットボットとのチャットにおいては、「情報」、「個人」、「他人」、「プライバシー」、「カード」などの単語が非常に高い頻度で使用されている。これはチャットボットとの対話においては個人情報の保護やプライバシーに関する懸念が中心的なテーマであることを示している。また「リスク」、「セキュリティ」、「保護」、「特定」といった単語もよく使われており、ユーザがチャットボットとの対話においてプライバシーに関

連するリスクを意識していることが伺える。

表 9 人同士のチャット頻出単語

単語	出現回数	単語	出現回数	単語	出現回数
思い	47	個人	17	詐欺	12
情報	39	思う	17	年収	12
電話	26	公開	16	大丈夫	12
職業	26	番	16	重要	11
確か	23	日	15	何	11
趣味	22	生	14	問題	11
住所	21	年	14	関係	11
アドレス	20	月	14	願い	11
番号	20	気	13	性	11
メール	18	抵抗	13	たしか	11

表 10 チャットボットとのチャット頻出単語

単語	出現回数	単語	出現回数	単語	出現回数
情報	3346	番号	846	構成	519
個人	1847	重要	768	性別	429
他人	1676	他	735	あなた	381
プライバシー	1412	可能	694	セキュリティ	367
カード	1093	アドレス	690	公開	356
電話	1004	リスク	651	保護	355
抵抗	905	家族	633	特定	343
性	886	感じ	627	必要	335
メール	873	考え	556	対する	330
住所	848	意識	552	人	322

人とチャットボットとの差は、チャットボットとの対話が主に情報の扱いや取引に関連する機能的な目的で行われること、またはプライバシー保護に対する教育的な対話が行われていることを反映している可能性がある。人同士の対話の方がカジュアルで日常的なやりとりが多いのに対し、チャットボットとの対話はチャットボット主導であるため、プロン

プトで設定した対話の目的やカード選択に焦点を当てた内容になっていると考えられる。

また、チャットボットとの対話では「情報」という単語が他と比べて頻出しており、ユーザがチャットボットとの対話を情報収集や情報交換のツールとして使用されていることを示している。これに対して「思い」や「感じ」といった単語の使用が人同士の対話においてより多いのは、感情的な交流や人とのつながりを求める対話の性質を反映している。

5.2.2 Tf-Idf 分析

続いて、チャットの内容に対して単語の重要度を評価するための統計的手法である Tf-Idf 分析[9]を行い、単語の重要度を図 33 と図 34 のとおり評価した。形態素解析ツールである MeCab [10]を使用して各メッセージをトークンに分割し、正規表現を用いて有効なトークンのみを選択した後、各単語の Tf-Idf スコアの平均を計算し、データセット内で最も重要度が高い単語を特定した。

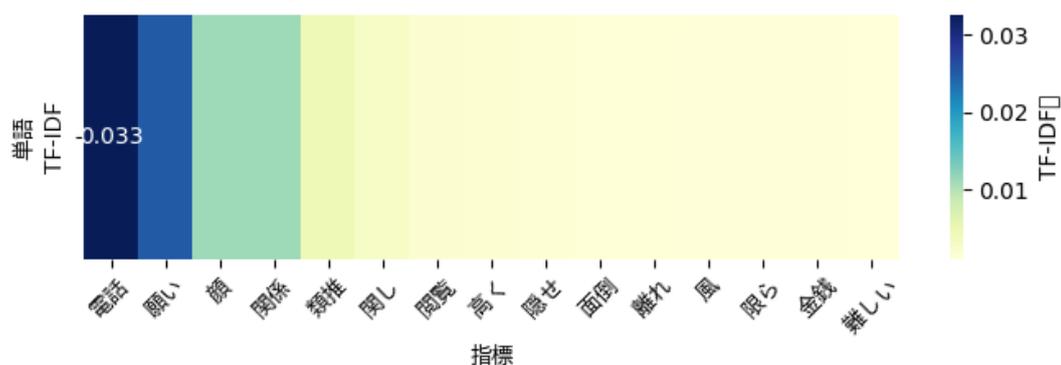


図 33 人同士のチャット Tf-Idf 分析

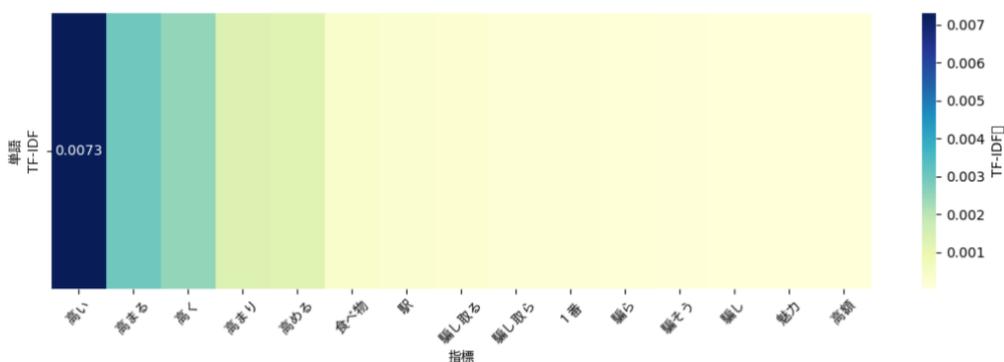


図 34 チャットボットとのチャット Tf-Idf 分析

人同士のチャットにおいては「高く」、「風」、「類推」、「願い」、「顔」などの単語が Tf-Idf スコアが高くなっており、個人的な感情や願望、対人関係に関する具体的な内容が重要なトピックとして議論されていることが伺える。「電話」が最も高いスコアを示しており、個人間の直接的なコミュニケーションや連絡手段に関する話題が多いことを示している。

一方、チャットボットとのチャットにおける「高い」、「騙し取る」、「騙し取ら」などの単語は、お金に関連する議論や詐欺、セキュリティの問題が主な関心事であることを示している。頻出単語の上位にあった「情報」や「プライバシー」といった単語が現れていないことは、これらが一般的な用語であり、特定のドキュメントに固有ではないため、Tf-Idf 分析においては低いスコアになる傾向があるためだろう。

この結果からも、人同士のチャットでは日常生活の細かな側面や対人関係に焦点が当てられており、感情的なつながりや個人的な交流が豊かであることが示される。対照的に、チャットボットとのチャットではセキュリティ、詐欺、金銭に関するリスクに関心が集まっており、実用的で機能的な話題が中心で、人同士の対話と比較して、より目的志向的な交流が行われていることが示されているだろう。

5.2.3 トピックモデリング

チャット内容について、より詳細な比較を行うため、チャット内容のトピックモデリングを行い、対話の中トピックについて分析した。

具体的な手法としては、Janome [11]の Tokenizer を使用して形態素解析を行い、その結果に対して、独自に設定したストップワードを適用し、不要な単語や記号、接続詞などを除去した。前処理を行った後のデータから辞書とコーパスを作成し、Gensim というライブラリを利用して LDA (Latent Dirichlet Allocation) モデル[12]を構築した。データからピックアップするトピック数を 5 に設定し、モデルの学習を 15 回繰り返した。

学習された LDA モデルから、5 つのトピックそれぞれの代表的なキーワード、トップ 15 とその重要度の数値データを取得し、表 11 と表 12 のように、各トピックと重要度を一覧にした。

人同士のチャットにおけるトピックモデリングの結果からは、職業、住所、電話番号といった個人情報に関連する話題、思いや趣味、年収など個人の内面や好みに関する話題、メールアドレスの交換やお願いなど、コミュニケーション手段に関する話題、確か、抵抗、公開など情報の真実性やプライバシーに関する懸念、個人情報の特定や危険性、交友関係に関する話題などが読み取れる。これらは、社会的なコンテキストや日常生活の中での自己開示と関連が深く、個人のアイデンティティを構築する要素として重要視されることを示している。

さらに、「笑」という表現や「大丈夫」といった安心を伝える言葉、「怖い」という感情表現が使用されることから、人間同士のコミュニケーションにおいては、感情の交換が積極

的に行われていることが伺える。また、「バレ」や「垢」といった、口語や SNS を中心に単語が使用されていることから、人同士のチャットではフランクな対話が行われていることがわかる。

トピックモデリングの結果から、人同士のチャットもチャットボットとのチャットも、個人情報やプライバシーに関する単語が頻出していることから、こちらが期待していたような個人情報の保護や情報の開示がもつリスクに関する内容についてのやり取りが行われており、チャットの精度はかなり高いものであると言える。また、アドレスや電話番号など、具体的な個人情報についても話し合われていることがわかる。さらに、「対策」や「保護」など、個人情報を悪用された場合の対応や、個人情報を守ることにしてもチャットの中で言及されている。

表 11 人同士のチャットトピックモデリング

Topic1		Topic2		Topic3		Topic4		Topic5	
職業	0.080	思い	0.116	メール アドレ ス	0.066	確か	0.032	個人	0.051
住所	0.045	情報	0.050	お願い	0.041	電話	0.031	性	0.029
電話	0.042	趣味	0.047	情報	0.033	公開	0.030	情報	0.027
番号	0.036	番	0.026	抵抗	0.027	番号	0.023	生年月 日	0.026
気	0.027	年収	0.024	詐欺	0.023	一番	0.023	特定	0.026
大丈夫	0.026	私	0.021	公開	0.020	抵抗	0.022	人	0.024
笑	0.022	位置	0.015	問題	0.019	情報	0.022	関係	0.024
重要	0.020	大丈夫	0.015	位置	0.019	顔	0.021	交友	0.024
確か	0.020	重要	0.013	確か	0.015	趣味	0.020	危険	0.023
垢	0.018	同じ	0.012	カード	0.010	性別	0.020	思い	0.022
バレ	0.017	性別	0.012	番	0.009	人	0.016	電話	0.021
低い	0.014	提供	0.012	低い	0.008	関係	0.012	可能	0.021
年収	0.011	生年月 日	0.012	悪用	0.008	悪用	0.012	確か	0.019
怖い	0.011	カード	0.011	結婚	0.008	バレ	0.012	自分	0.018

人同士のチャットにおけるトピックモデリングの結果からは、職業、住所、電話番号といった個人情報に関連する話題、思いや趣味、年収など個人の内面や好みに関する話題、メールアドレスの交換やお願いなど、コミュニケーション手段に関する話題、確か、抵抗、公開など情報の真実性やプライバシーに関する懸念、個人情報の特定や危険性、交友関係に関す

る話題などが読み取れる。これらは、社会的なコンテキストや日常生活の中での自己開示と関連が深く、個人のアイデンティティを構築する要素として重要視されることを示している。

さらに、「笑」という表現や「大丈夫」といった安心を伝える言葉、「怖い」という感情表現が使用されることから、人間同士のコミュニケーションにおいては、感情の交換が積極的に行われていることが伺える。また、「バレ」や「垢」といった、口語や SNS を中心に単語が使用されていることから、人同士のチャットではフランクな対話が行われていることがわかる。

表 12 チャットボットとのチャットトピックモデリング

Topic1		Topic2		Topic3		Topic4		Topic5	
家族	0.113	情報	0.074	情報	0.063	電話	0.150	情報	0.051
構成	0.096	個人	0.042	他人	0.061	番号	0.128	プライバシー	0.034
関係	0.040	性	0.026	カード	0.056	メールアドレス	0.086	個人	0.033
交友	0.031	プライバシー	0.022	抵抗	0.049	迷惑	0.025	思想	0.023
メールアドレス	0.024	可能	0.021	感	0.031	連絡	0.014	重要	0.017
履歴	0.020	重要	0.019	住所	0.030	他人	0.013	意識	0.015
閲覧	0.020	リスク	0.017	個人	0.029	住所	0.013	あなた	0.012
サイト	0.019	セキュリティ	0.014	プライバシー	0.027	リスク	0.013	自身	0.012
他人	0.019	対策	0.012	他	0.025	名前	0.011	自分	0.011
趣味	0.012	保護	0.012	性別	0.021	手段	0.009	大切	0.011
性別	0.012	必要	0.012	少ない	0.013	人	0.009	他人	0.011
リスク	0.011	詐欺	0.011	理解	0.013	公開	0.008	私	0.011
人	0.010	不正	0.011	比較的	0.012	メール	0.008	ゲーム	0.010
個人	0.009	利用	0.010	意識	0.011	スパム	0.007	意見	0.010

この結果から、人同士のチャットとチャットボットとのチャットにおいて、トピックに大きな差はないものの、人同士のチャットは日常生活の中での自己開示と関連が深く、チャットボットとのチャットはプライバシーに対する懸念や個人的な価値観、抵抗感など、自身の

個人情報への向き合い方について触れるようなトピックと関連性が高いことがわかる。

以上の分析から、人間同士のコミュニケーションでは個人情報の開示が相互関係構築の手段として用いられること、そして、チャットボットとのコミュニケーションではプライバシー保護と個人情報のセキュリティが重要視される傾向にあることが明らかになった。これらの考察は、デジタルコミュニケーションの文脈における個人情報の取り扱いに関するユーザの認識と行動の違いを理解する上で重要な洞察であり、今後のチャットボットの設計や情報保護方針の策定において有益な情報になるだろう。

5.3 プライバシー意識の変化

また、第4回実験で実施した事後アンケートの「本ゲームをプレイした後の興味・関心の具体的対象について、自由に回答してください。（200字程度）」という設問に対する回答（30件）に対して、個人情報に関する知識の向上、ゲームの楽しさ・面白さ、ゲームに対する改善案や疑問、現実の個人情報に対する興味関心の向上という4つの項目に分類し、各回答がどの項目に該当するか集計した（複数の項目に該当する場合はそれぞれ集計を実施）。

集計結果は表13のとおりである。

表13 自由回答記述の分類・集計

個人情報に関する知識の向上	ゲームの楽しさ・面白さ	ゲームに対する改善案や疑問	現実の個人情報に対する興味関心の向上
19	7	8	19

表13から、被験者は、本ゲームの持つ個人情報に関する知識の向上や現実の個人情報に対する興味関心の向上といった側面に興味関心を抱いたということがわかる。本ゲームはリテラシー教育の実施やプライバシー意識の向上を目的として設計されているため、この結果はゲームの目的が達成されていることを示すものであると言えるだろう。

一方で、ゲームとしての面白さ、楽しさに対する言及は他の項目と比較すると少なく、ゲームに対する改善案や疑問もいくつか回答が集まったので、これらを参考にして今後更なるゲームの改良を行っていききたい。

また、第4回実験の事後アンケートでは、ゲーム内で表示されたTipsに書かれていた内容に基づいて、ネットリテラシーテストを実施した。問題はすべてで6問あり、選択肢から正解だと思う内容を選択して回答する。ネットリテラシーの設問と選択肢、そして問題の正誤について、表14にまとめた。問2と問6については選択肢から複数選択可能であり、選択肢がすべて一致する場合のみ、正答となる。

表 14 ネットリテラシーテストの設問

	設問内容	選択肢	解
1	サイトアクセスなどの情報を収集されなくするために、ブラウザに保存されている cookie を削除したり、cookie を無効にしたときに起こる自分への弊害は？	ログイン操作が再び必要になる	○
		サイトにアクセスできなくなる	×
		怪しい広告が表示されるようになる	×
2	SNS はプライバシー設定にしても自分の情報がネット上に拡散していく危険性があるよ。その例はどれ？ (複数選択可能)	友人が自分の投稿をスクリーンショットして転送した場合	○
		友人が事前の許可なく顔写真に自分をメンションして投稿した場合	○
		公開アカウントである友人が自分の情報を載せた場合	○
3	正しくないものはどれ？	スマホで撮影した写真には、設定によっては、撮影日時・撮影場所などの Exif 情報が埋め込まれている	×
		Exif 情報は、LINE や Instagram などの主な SNS だけでなく、メールや Google ドライブなどでも自動削除されるようになっている	○
		郵便物の宛名に書かれているバーコードには、番地までの住所情報が含まれており、誰でも簡単に読み込める	×
4	アプリインストールの際、連絡先情報へアクセスする許可を求めてくるものにはどう対応する？	そのアプリの使用を諦める	×
		アプリ作成者の身元や連絡先情報の利用目的を見る	○
		そのアプリの口コミを見る	×
5	Google アカウントに対する、安全なパスワードはどれ？	ai73t87gofiuGUOG87t2810827bfuygkiBFO	×
		Tarou1024	×
		GooglTarou_11002244	○
6	メールアドレスを公開するときに、迷惑メール対策として有効なものはどれ？ (複数選択可能)	普段利用しているものとは別の専用メールアドレスを用意する	○
		「迷惑メールお断り」と書いておく	×
		自動検索プログラムに引っ掛からないように、@ を _atmark_ と表記する	○
		メールアドレスを画像ファイルとして表示する	○

被験者の、ネットリテラシーテストのスコア分布は図 35 のとおりである。

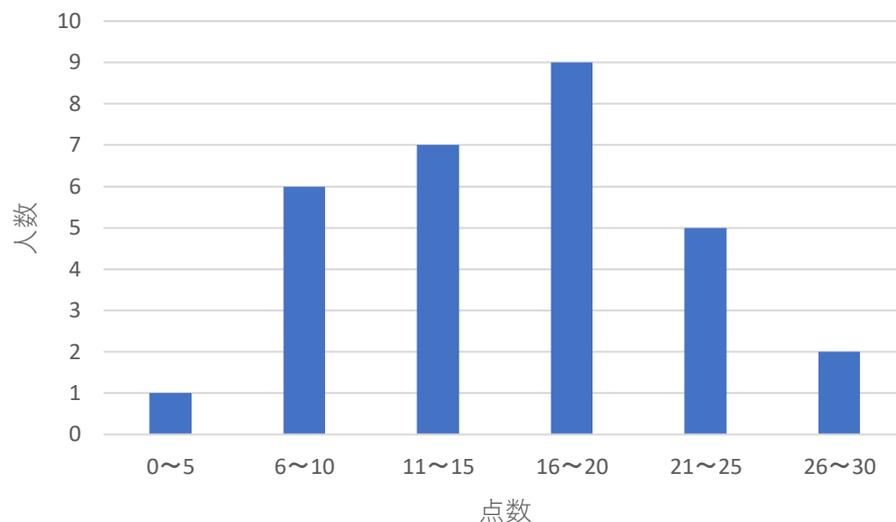


図 35 ネットリテラシーテストスコア分布

スコアの中央値は 20 点であり、平均は 17.83 点であることがわかった。ゲーム後のみテストを実施しているため、ゲームのプレイがスコアにどのような影響を与えたかについての分析はできないものの、中央値も平均値も 15 点以上であり、概ね設問の半分以上は正解しているといえるだろう。よって、本ゲームは被験者の個人情報に関する知識の習得に一定の効果があると考えられる。

第6章 奨学金の活用

本研究では、iTL 先端的プロジェクト奨学金の学部長賞受賞の際にいただいた奨学金を活用し、研究活動に役立てた。具体的な奨学金の活用方法は以下のとおりである。

6.1 システムにかかわる費用

本システムでは、ChatGPT の API を活用したチャットボットをシステムに組み込んでいる。実装時や実験時のゲームプレイで消費した API トークンに比例して、OPEN AI 社に API 使用料を支払うため、奨学金を活用した。

また、システム開発時に必要な知識を身につけるための書籍購入費、オンライン学習プラットフォーム「Udemy」の講座受講費など、システムの開発・運用に関わる費用に対しても、奨学金を活用した。

6.2 学外発表にかかわる費用

奨学金を受賞した 2023 年 5 月以降において、3つの学会で発表を行なった。それぞれの学会の概要と発表タイトルは以下のとおりである。

1. Rin Kokubo and Jun Iio (2023): Proposal for a Serious Game on the Theme of Personal Information, The 17th International Conference on e-Learning and Digital Learning (ELDL2023), pp. 265-268, Porto, Portugal
2. 小久保凜, 大和田光紀, 浜田敦, 飯尾淳「ChatGPT による対話型シリアスゲームの実証」2023 年度社会情報学会(SSI)学会大会 116-119 2023 年 9 月
3. 小久保凜, 大和田光紀, 浜田敦, 飯尾淳「個人情報保護意識の向上を目的とした対戦型シリアスゲームの開発：人対人, 人対 ChatGPT による学習効果の比較」第 28 回 一般社団法人情報処理学会シンポジウム (INTERACTION2024)

これらの学会の中でも、1 の ELDL2023 は国際学会であり、ポルトガルで開催されたため、移動費や現地での食費など、さまざまな費用を賄う必要があった。奨学金を活用することで、国際学会での発表という非常に貴重な経験を得ることができ、その後の研究活動に大いに役立った。

第7章 おわりに

近年の人工知能技術の進化により、ChatGPT などのデジタルアシスタントが日常生活に取り入れられつつある。これらは多岐にわたる用途で利用されているが、個人情報の管理やプライバシー保護の重要性も高まっている。現代では、これらの問題への理解と適切な対処法を学ぶ情報リテラシーが不可欠である。しかし、伝統的な教育手法では、特に若年層にこのリテラシーを浸透させるのが難しいという課題がある。

本研究では、このような背景を踏まえ、情報リテラシー教育を目的としたシリアスゲームの開発に着手した。2021年に構想を開始し、2022年には2回の実験を実施。人対人、人対チャットボットのデータ収集を行い、2023年には第3回実験を経てゲームシステムを完成させた。最終的に、直接対話、チャットでの対話、チャットボットとの対話の3パターンでゲームを構築し、2023年末に第4回実験を行った。

本論文では、実装したシステムの構造や実施した実験の概要についてまとめ、最終的に人対人の直接対話、人対人のチャット、チャットボット対戦の3つの対戦形式が対戦結果やプレイヤーの評価にどのような影響を与えるかを分析、考察した。

本研究を通じて、シリアスゲームというアプローチが個人情報保護のリテラシー教育に効果的であることが示されたといえるだろう。特に、人対人の直接対話、人対人のチャット、チャットボット対戦の3つの対戦形式は、それぞれ対話によってシリアスゲームの教育的な要素を強化し、プレイヤーの意識や行動に対して影響をもたらすことが確認された。直接対話がプレイヤーからの評価が最も高いという結果が得られたが、その他の対戦形式もプレイヤーのプライバシー意識に変化を与えていることから、今後は対象年齢や状況に合わせて、複数の対戦形式を用いてプライバシー教育を行っていくのが最も効果的であると考えられる。

本研究の結果は、ゲームのデザインや実装の際の参考として、また将来的なシリアスゲームの研究や開発の方向性を示すものとして価値がある。しかしながら、本研究には限定的な実験環境や参加者の数などの制約が存在するため、更なる研究や実験が求められる。今後は、より多様な参加者や環境下での実験を通じて、本研究の結果をさらに拡張し、検証していく必要がある。

本研究を通じて得られた知見は、情報社会における個人情報保護の重要性を再認識する機会となった。また、本研究で制作したオンラインカードゲームは、カードの内容を変えれば他の分野にも応用することができる。シリアスゲームを用いた新しい教育手法の可能性が示された今、この分野のさらなる研究と発展が期待される。

謝辞

2年半に渡って熱心かつ丁寧に研究指導いただいた飯尾淳教授，共同研究者の大和田光紀さんと浜田敦くん，ゲーム上の個人情報の扱いについて指導いただいた小向太郎教授，実験に協力いただいた方々に心より感謝の意を表す．最後に，研究に関わる資金を援助していただいた iTL 先端的プロジェクト奨学金と中央大学国際情報学部関係者に感謝申し上げる．

参考文献

- [1] Calvo-Morata, Antonio, et al. "Validation of a cyberbullying serious game using game analytics." *IEEE Transactions on Learning Technologies* 13.1 (2018): 186-197.
- [2] Hart, Stephen, et al. "Riskio: A serious game for cyber security awareness and education." *Computers & Security* 95 (2020): 101827.
- [3] Krath, Jeanine, Linda Schürmann, and Harald FO Von Korflesch. "Revealing the theoretical basis of gamification: A systematic review and analysis of theory in research on gamification, serious games and game-based learning." *Computers in Human Behavior* 125 (2021): 106963.
- [4] 大磯一, 依田高典, and 黒田敏史. "個人のプライバシー意識等とデジタルサービス利用に関する実証分析." *情報通信学会誌* 39.3 (2021): 37-47.
- [5] 太幡直也, and 佐藤広英. "他者のプライバシー意識と Twitter 上での他者情報公開との関連." *心理学研究* 92.3 (2021): 211-216.
- [6] 内閣府 (2006): 個人情報保護に関する世論調査 (平成 18 年 9 月調査), 集計表 15 (Q4) 他人に知られたくない個人情報.
- [7] 警察庁, "特殊詐欺の手口と対策", <https://www.npa.go.jp/bureau/safetylife/sos47/case>, (参照日:2023/11/26)
- [8] 国民生活センター, "消費者トラブル解説集", https://www.kokusen.go.jp/t_box/t_box-faq.html, (参照日:2023/11/26)
- [9] Manning, C. D., Raghavan, P., & Schütze, H. (2008). *Introduction to Information Retrieval*. Cambridge University Press.
- [10] Kudo, T., Yamamoto, K., & Matsumoto, Y. (2004). Applying Conditional Random Fields to Japanese Morphological Analysis. In *Proceedings of the 2004 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP 2004)*, pages 230–237.
- [11] Osada, T. (2022). *Janome: Japanese morphological analysis engine*. GitHub. <https://github.com/mocobeta/janome>
- [12] Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). Latent dirichlet allocation. *Journal of Machine Learning Research*, 3(Jan), 993-1022.