

公立はこだて未来大学 2017 年度 システム情報科学実習
グループ報告書

Future University-Hakodate 2017 System Information Science Practice
Group Report

プロジェクト名

心理学から考えるヒトと機械の調和

Project Name

Harmony between humans and machines from the viewpoint of psychology

プロジェクト番号/**Project No.**

18

プロジェクトリーダー/**Project Leader**

1015092 井上晴貴 Haruki Inoue

グループメンバ/**Group Member**

1015092 宮下洋平 Yohei Miyashita

1015249 高橋謙 Ken Takahashi

1014211 良知諒隆 Akitaka Rachi

指導教員

花田光彦 中田隆行 佐藤仁樹

Advisor

Mitsuhiko Hanada Takayuki Nakata Hideki Sato

提出日

2018 年 1 月 19 日

Date of Submission

January 19, 2018

概要

本プロジェクトは、ヒトと機械の関係について心理学的に検討し、新たな知見を得ることを目的としたプロジェクトである。今回のプロジェクトでは、情報発信に使われる媒体に注目し、漫画の読解における電子媒体の特性を、紙媒体と電子媒体を比較することで調べた。そのために、漫画の読みにおける紙と電子媒体での理解度の測定をテストで行うことと、読みやすさの主観的評価をアンケートで得ることを目的とした実験を行った。実験の結果、理解度を測るテストの成績においては、媒体による点数の変動は見られなかった。しかし、読みやすさの主観的評価を問うアンケートでは媒体の特性による主観的評価への影響が見られたため、複数あるアンケート項目を主成分分析し、満足度, 表示面, ページめくりという3つの成分を抽出した。そしてその実験の結果を元に各媒体を比較することで、漫画を娯楽として読む際の最適な媒体が紙質の良い紙であることや、電子媒体の主観的評価の低さの原因が慣れていないことや媒体の大きさ、画面表示の遅延などにあることなどを考察した。プロジェクトの成果としては、媒体の特性に関する知見の他に、実験準備のノウハウや実験結果の分析に使用した統計分析ソフト「R」の使用法、統計分析に関する知識も合わせて習得することができた。

キーワード 電子媒体, 漫画, 実験, 提案

(文責: ※井上晴貴)

Abstract

This project examined relation between people and machines psychologically, and aimed to get new knowledge. In this project, we focused on media used for communication of information, and researched the characteristics of electronic media in reading comics by comparing electric media with paper. For that purpose, we measured understandings with tests, and assessed subjective evaluation with questionnaires after reading comics on paper media in addition to electronic media. The results of the comprehension test showed no significant effect of the media on the comprehension level. However, as for subjective evaluations measured by the questionnaire, there were significant effects of the media on the subjective evaluation of readability. Principal component analysis was performed on questionnaire items, and three components, satisfaction, display visibility, and ease of page flip were extracted. By comparing reading media in terms of these components, it was shown that the optimum medium for reading comics is paper of high quality, and that the reasons for low subjective evaluation of electronic media was lack of experience, the size of the media, the delay in screen display and so on. As a result of the project, in addition of knowledge on the characteristics of reading media, we acquired knowledge on psychological experiments and the usage of statistical analysis software "R" used for analyzing the experiment results, and knowledge on statistical analysis.

Keyword electronic media, comics, psychological experiment, suggestion

(文責: ※井上晴貴)

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.2	目的	1
1.3	従来例	1
1.4	従来の問題点	2
1.5	課題	2
第 2 章	プロジェクト学習の概要	4
2.1	問題の設定	4
2.2	課題の設定	4
2.3	到達レベル	4
2.4	課題の割り当て	5
第 3 章	課題解決のプロセス	6
3.1	前期の主な活動	6
3.2	中間発表の準備	6
3.3	後期の主な活動	6
3.4	最終発表の準備	7
第 4 章	課題解決のプロセスの詳細	8
4.1	漫画の読みにおける紙と電子媒体の記憶・理解能率と読みやすさの主観的評価を得る実験	8
4.1.1	実験の概要	8
4.1.2	被験者	8
4.1.3	実験材料	8
4.1.4	実験期間	9
4.1.5	実験計画	10
4.1.6	グレコラテン方格	10
4.1.7	テストの概要	11
第 5 章	結果	12
5.1	理解度	12
5.2	読書時間	13
5.3	読みやすさの主観的評価	14
5.4	主成分分析法による主観的評価の検定	17
5.4.1	固有値	17
5.4.2	主成分負荷量	17
5.4.3	検定	19

第 6 章	まとめ	25
6.1	考察	25
6.2	媒体の提案	26
第 7 章	成果	27
7.1	プロジェクトの成果	27
7.2	プロジェクトにおける各自の役割	27
7.3	今後の課題	28
第 8 章	発表の反省・評価	29
8.1	中間発表会	29
8.2	最終発表会	29
8.3	発表会の総評	30
	参考文献	31

第 1 章 はじめに

1.1 背景

我々の日常生活の中には様々な情報が多様な形態をとり混在している。ヒトはその情報を視覚、聴覚、嗅覚、触覚、味覚の五感を用いて受け取ることができる。その様々な形態をとる情報の中で人に情報を伝達するとき主に視覚、聴覚が用いられる。新聞、本、ラジオ、テレビなどはそれらを通して人間に情報を伝えてきた。現在では情報を伝えてきた媒体たちの役割のいくらかをスマートフォンやタブレットといった電子媒体が担うようになってきた。電子媒体の利点として媒体の大きさからは考えられない量の情報をそれ 1 つで扱い、長い間その状態を維持することが可能ということである。現在、電子書籍の市場は 2007 年に Amazon の Kindle が、2010 年に iPad が発売されたことにより多くの人が電子媒体に触れる機会を得た。我々がいつも使っているスマートフォンも電子書籍を読む媒体として、新聞を読んだりニュースを見たりする媒体として用いられている。本プロジェクトではこれら電子媒体を用い、そこから得られるさまざまな形態の情報のうち視覚による情報の受け取り方にどのような違いがみられるのかを以前より視覚による情報を与え続けてきた紙との比較によって調べることを目標とする。また、本実験の被験者は常日頃から電子媒体を使い慣れている未来大学の学生より募集するため、実験に用いる電子媒体はひとつでなく複数用意することでより多くの違いを見つけられると考えた。

(文責: ※高橋謙)

1.2 目的

本プロジェクトの目的は、漫画を読む際に適した媒体や、方法を提案することに決まった。そのためには、紙と電子媒体を比較し、それぞれの特性を知る必要がある。また、小説やエッセイではなく漫画を実験材料とする理由は 1.3~1.5 にて説明する。

(文責: ※高橋謙)

1.3 従来例

小林・池内 (2012) の研究では、表示媒体と表示内容の相違が学習効率にもたらす影響を把握することを目的とし、紙と iPad の書籍を用いてそれぞれの読む速さ、読んだ後の記憶と理解能力を比較する実験を行っていた。そこで用いられていた書籍は文学的文章である小説家の随筆文と自然科学の解説書から抜粋した説明文を題材とした。実験は文書を読み、読む際の速度と読んだ後の理解度を測る。いずれも文字のみのもので実験材料として用いていた。実験の結果は読む速さは iPad が随筆よりも説明文の読み速度が速く、iPad の方が紙よりも早く読めること、内容記憶は紙が説明文よりも随筆の記憶成績が良く、iPad よりも成績が良いという結果であった。またこの実験には、記憶成績を測ると同時に被験者の実験を行ってどのように感じたかという主観的評価を回答してもらった。その結果は読みやすい媒体はどれかという質問には iPad 30.6%, 紙 38.9%, どちら

らも変わらない 30.6% という結果であった。また、iPad は「表示した文字が鮮明である」、「ページめくりがしやすい」の評価が紙よりも高く、紙は「文章の内容に集中できる」、「参照したい箇所を探すのが容易」、「読んでいて目や体が疲れない」の評価が iPad よりも高かった。高野・大村・柴田（2011）の研究では、読みやすさを評価することを狙いとする実験を行った。実験には上記の研究でも用いられた紙、iPad に加え、Kindle、PC が用いられた。また、紙には文庫本と A5 版にプリントしたものをステープラー止めしたものを用意していた。実験内容はそれらの媒体を用い 4 種類の短編小説を読んでもらい、その際の認知負荷と読む速さを測り、最後に主観評価をもらうというものである。結果は、相対的読書速度ではページめくりを含まない場合、媒体間の差は見られず、ページめくりを含むと Kindle だけが他の媒体よりも遅くなっていた。ページめくりの際の読書中断時間が Kindle のみが長いことから Kindle の操作性が他よりもよくないことがわかる。ページめくりの直前直後の読書速度を見ると文庫本や iPad が早いことがわかる。認知負荷についてはこの実験の条件下での違いがみられていない。主観的評価では表示品質の評価が Kindle のほうが反射型ディスプレイであることから iPad よりも紙のレベルに近いという評価がされていた。操作性では Kindle が他の 4 媒体よりも評価が低いとされていた。柴田・大村（2011）の研究では、ページめくりについて実験が行われた。内容は被験者が、渡されたマニュアルから問題の答えを探し、回答するまでの時間と正答率を測るというものである。実験に用いられた媒体は、紙、iPad、Kindle、PC である。PC の操作はすべてマウスで行いキーボードは使っていなかった。また PC は 1 台用意してあり、一方は目次に対応するページにリンクのついている PDF 文書を、もう一方はそのリンクがないものを用意していた。結果は紙、リンク有りの PC、リンク無しの PC、iPad、Kindle の順で作業時間が短かった。正答率には大きな違いは見られなかった。この実験でも主観的評価を測っていたが作業時間の短い順とほぼ同じ結果であった。

（文責: ※高橋謙）

1.4 従来の問題点

以上の先行研究において以下の問題点があった。

- (1) 文字認識のみの研究であり画像認識について触れていない
- (2) 小林・池内（2012）の実験では比較に用いた媒体が 2 つのみであり紙と電子という違いしか見ることができない
- (3) アンケートによる主観的評価の質問数が少なく、回答の選択が任意のところがあるため全員の意見が聞けない質問もある
- (4) 実験から既に Kindle の操作性があまりよくないことはわかっている

（文責: ※高橋謙）

1.5 課題

先行研究と異なる結果を出すために、文字認識のみでの比較だけでなく画像認識での比較も同時に行うことにした。上記問題の (1) を解決するために文字認識とともに画像認識の要素を持った漫画を実験材料として導入する。上記問題の (2) を解決するために先行研究で用いられた紙、iPad に加え PC を用いることで媒体の操作性の違いをさらに見ることができる。また iPad を iPad Pro

Harmony between humans and machines from the viewpoint of psychology

と iPad mini の 2 種類に分け媒体の大きさによる違いを見ることができる。そのため、紙, iPad Pro, iPad mini, PC を導入する。上記問題の (3) を解決するためにアンケートの質問数の増量と、質問の回答を全問必須とし、被験者全員の意見を聞くことのできるような質問を作成した。上記問題の (4) については実験で Kindle を用いずに他の媒体で実験を行うようにした。

(文責: ※高橋謙)

第 2 章 プロジェクト学習の概要

2.1 問題の設定

ヒトと機械の関係について心理学的に検討し、新たな知見を得るというプロジェクト全体の目標を元に二つの問題を設定した。1つ目はヒトと機械のかかわり方の1つである情報発信に用いられる媒体、特に電子媒体の特性を、漫画の読解という観点から心理学的手法に基いて調べることである。この問題で電子媒体の特性を知るための題材とするために漫画を選んだのは、1.3~1.5で述べたような理由である。また、この問題でいう心理学的手法とは、ヒトの心理に関する事象を実験・調査などによる科学的根拠に基いた上で考察する手法のことである。2つ目の問題は、1つ目の問題を解決することにより得られた媒体の特性から、漫画の読みに適している媒体を考察することである。この考察を行う理由は、このプロジェクトの成果を実際に各種媒体を用いて漫画を読む際に役立つものにすることができると考えたからである。以上のことから、このふたつを今回解決する問題として設定した。

(文責: ※井上晴貴)

2.2 課題の設定

実験を行い、結果を解析することで媒体の特性を顕わにすることが最初の課題である。そしてその解決のために、いくつかの技術の習得した。大きく分けて、実験材料として用いるテストやアンケートを作成する技術と、実験で得たデータを解析するための、統計解析の知識や統計分析フリーソフト「R」を使用する技術の2つである。実験材料として用いるテストやアンケートを作成する技術に関しては、担当教員の助言や書籍を参考にして学習を行いながら作成を通して習得した。具体的な技術としては、テストの点数が平均が6, 7割になるように難易度を調整したり、採点基準を明確にするために選択肢を選んで解答する方式にしたりすることが挙げられる。実験で得たデータを解析するための、統計解析の知識や統計分析フリーソフト「R」を使用する技術に関しては、担当教員の助言や書籍を参考に学習した。学んだ統計解析の知識の例としては、グレコラテン方格や主成分分析や分散分析についての知識が挙げられる。ふたつめの課題である特性から漫画の読みに適している媒体を知ることに関してはヒューマンインタフェースなどの知識を必要とした。

(文責: ※井上晴貴)

2.3 到達レベル

2.2での2つの課題を解決することで、情報発信に用いられる媒体、特に電子媒体の特性を、漫画の読解という観点から心理学的手法に基いて調べることと、その特性から漫画の読みに適している媒体を知ることという目的を達成できると考えた。そのため、このプロジェクトの目的を2つの課題を解決することとした。

2.4 課題の割り当て

他のプロジェクトでは、1つのプロジェクト全体の目標を達成するために複数の課題を設定することが多い。しかしこのプロジェクトは、メンバーの人数が少なく複数の課題を同時にこなすことが厳しいこと、プロジェクト開始時点ではメンバー全員が課題に必要な技能を有していないことから、今回設定した2つの課題を同時並行して進めるのではなく、全員で同じ課題に取り組むことにした。ただし、同じ課題の中で発生した、テーマ決定や実験準備、実験結果の分析、中間・成果発表の準備といった仕事に関してはある程度の役割分担を行った。詳細は6.2にチームメンバーごとにまとめている。

(文責: ※井上晴貴)

第 3 章 課題解決のプロセス

3.1 前期の主な活動

以下に本グループで行った課題解決のプロセスについて述べる。プロジェクトが始まった時点では明確な目的があるわけではなかったため、プロジェクトの今年度の目標を決めるために個々で意見を出し合った。その結果、情報伝達装置としての紙と電子媒体に注目しそれぞれの特徴を調べるとともに特徴を生かす方法について調べることを目標とした。前期では課題解決のために行われる実験の準備を行った。この実験にはある程度の被験者が必要で、また時間も必要となる。しかし被験者となる人を長く拘束することはできない。そのためにこの実験には綿密な計画が必要である。まず実験材料の選定である。実験を行うには媒体とその中身が必要となるわけだが何でもよいというわけではなく、定義を決めて集めた。媒体に関しては 2 次元の情報を発信するもの、中身にはジャンルをそろえた漫画を用意した。用意した漫画は実験時間を考え、読める範囲を決めてそれぞれの漫画の読む部分が同じくらいのページ数になるようにした。実験には用意した漫画を元に作った問題を記憶成績を測る材料として作成したものを用意した。また、実験材料となった漫画、問題に加え被験者の主観的評価を得るためのアンケートを先行研究で用いられていたものを参考に作成した。前期では実験を行う時間がなかったため残りの時間を統計分析フリーソフト「R」を用いて実験で得られたデータを解析できるように学習する時間として費やした。

(文責: ※高橋謙)

3.2 中間発表の準備

発表原稿については、前期の内容である実験に至るまでの経緯、実験の準備についてを主な内容とし、実際にはまだ実験を行っていないものもしっかりとした実験計画をたてたことを説明できるものとした。また、この実験で重要なことや用語についてできるだけ簡単にわかりやすく説明できるものを作成した。プレゼンテーション資料については、発表現行の内容をもとに実験材料や実験の手順などを画像を用いて説明できるようにした。また、本実験で用いるグレコラテン方格についての説明がわかりやすいような図を導入した。ポスターについては、前期の活動のメインである実験の準備について説明するとともに、実際の実験で行う手順を紹介し、後期に実験を行うことの宣伝と発表で説明しきれない部分を補う役割をするものを作成した。

(文責: ※高橋謙)

3.3 後期の主な活動

前期に作成した実験に用いる問題をグループ内で確認し、中間発表で得られた意見を元に変更が必要な点を改良した。実験を行うにあたって実験に参加してもらう未来大生の募集を開始した。募集方法は学内メール、ポスター、実際に未来大生に声をかけたりした。その後、実験のタイムテーブルを作成し、募集した未来大生の都合のいい時間に実験日を合わせ、確認のメールを送り実験を

始める準備を行った。同時進行で実験の同意書当の作成を行い、実験参加者が実験参加に同意したことを証明するものを用意した。実験は予備実験と本実験に分けて行い、予備実験を2回、本実験を5回行った。1回目の予備実験の後、実験の進行、内容に不備があったため改善したのちに2回目の予備実験を行い実験の形式が決まったのちに本実験を行った。本実験を行って得たデータを解析するために、統計分析フリーソフト「R」を用いて解析を行う。実験で得たデータの内回答してもらった問題の得点, 読了時間, 媒体, 漫画の要素より解析し、次に実験の際に行ったアンケートの評価を加えたデータを用いた解析を行った。

(文責: ※高橋謙)

3.4 最終発表の準備

前期中間発表時点の原稿、スライドを元に、後期の実験や実験結果を用いた解析で得られたデータを加えた発表原稿、スライドを作成した。前期の中間発表で声が聞こえないという意見を多くもらったため、声が聞こえなくても内容が少しでも分かるようにスライドの内容をより詳しいものとした。発表原稿については、前期の中間発表で使ったものをベースに後期で得られた実験の結果や解析結果を説明するため、重要なところを残しつつ時間内で発表を終えることのできる内容にした。プレゼンテーション資料については、前期のものをもとに作成した。中間発表で「声が小さく発表が聞こえない」、「声が聞こえないため内容が頭に入ってこない」といった意見をもらったので声が聞こえなくても少しでも発表の内容を理解してもらえるようスライドの内容を詳しいものにした。ポスターについては、本プロジェクトの前期から最終発表まで何をしてきて何を得たのか書くものが多い中、重要なところを選んで作成したつもりだったが、発表で説明しきれなかったアンケートの内容についてすべての問題を載せることができなかった。実験手順、内容については前期と同様に必要な点を説明するものができた。

(文責: ※高橋謙)

第 4 章 課題解決のプロセスの詳細

4.1 漫画の読みにおける紙と電子媒体の記憶・理解能率と読みやすさの主観的評価を得る実験

4.1.1 実験の概要

紙と電子媒体 3 種を比較することで、漫画を読むときの最適な媒体を探る指標とすることが目的である。そのために、漫画の読解における紙媒体と電子媒体での漫画の理解能率をテストで測定し、読みやすさの主観的評価をアンケートで得る。また、実験の最後に被験者の漫画への関心や媒体の使用頻度などを聞く最終アンケートを行った。

(文責: ※井上晴貴)

4.1.2 被験者

被験者は全員が 18~22 歳の未来大生である。予備実験の男性 4 人であり、本実験は男性 15 人と女性 4 人の計 19 人である。募集方法はポスターの掲示や未来大の学内メールや、施験者の知り合いへの依頼である。実験後には未来大の謝金単価基準に沿った 3 時間分の報酬が被験者に支払われている。被験者情報として、普段の講義に PC を使用していることや、最終アンケートにて全員が漫画に関心があると回答していることが特に挙げられる。

(文責: ※井上晴貴)

4.1.3 実験材料

主な実験材料として、紙媒体の漫画 5 冊と電子媒体 3 種、テスト 4 種類と練習問題 1 種類、本番 1 回ごとに行うアンケート 2 種類、最終アンケート 1 種類を用意した。使用した媒体は紙媒体の漫画 5 冊と電子媒体 iPad Pro, iPad mini, PC の 3 つであった。iPad Pro は 12.9 インチで、漫画本を広げた時と同じ大きさでページが表示されるため、漫画本と表示の大きさを揃えた比較ができる。iPad mini は 7.9 インチで、見開きの片面のみ表示される。片面の大きさは漫画本とほぼ変わらない。これは iPad Pro との比較で、iPad であるという条件を揃えた比較ができる。PC としてノートパソコンを用いる。大きさは 13.3 インチで、iPad Pro と同様両面表示だが、iPad Pro の方が大きく表示される。iPad と違う点として、ボタン操作や画面端のクリック、スライドパッドのフリックといったページのめくり方が複数あるという特徴がある。漫画は以下の全 5 種類で、冊子の形と電子書籍の形の両方とも用意した。漫画のタイトルと実験に使用したページは、スプライトシュピーゲル (1~40 ページ)、暁星記 (1~112 ページ)、超人ロックニルヴァーナ (1~100 ページ)、光海岸で待つ (1~100 ページ)、ワイズマン (1~118 ページ) である。尚、スプライトシュピーゲルのみに関しては、理解度を測るテストの本番で使用せず、練習問題にて使用した。紙媒体の漫画は全て通販サイトで買った中古のもので、紙が黄ばんでいる。電子媒体で読む漫画は、Kindle で用意した。漫画の内容は、5 冊ともジャンルや十分なページ数があること、あまり知名度

Harmony between humans and machines from the viewpoint of psychology

のないこと、という条件を満たすものを選んだ。知名度の制定基準は施験者の判断によるものであるが、実験後に行った最終アンケートによると、被験者の全員がどの漫画も読んだことがないと答えた。テスト（4種類）は、紙と電子媒体で漫画を読む際の理解度を測るために行う。問題数は25問、1問1点の25点満点である。練習問題1種類はテストの形式に慣れるためのものであるため、採点は行わない。問題数は5問である。アンケートは読みやすさの主観的評価を聞くアンケートと最終アンケートの2種類がある。読みやすさの主観的評価を聞くアンケートでは、被験者の媒体の操作感、表示面の見やすさ、読書後の満足感などの主観的評価を問う。紙媒体のアンケート設問数は29問であるが、電子媒体3種のアンケートはこの29問に5問加えた。加えた5問は全て電子媒体特有の表示面に関する問であり、実験結果の分析の際には紙媒体と評価項目を揃えるため、この5問は除外した。アンケートの詳細は表5.5に主成分負荷量とともに示した。最終アンケートは、媒体と漫画への関心といった一般的なことを問う。設問数は10問である。

紙（本）, iPad Pro, iPad mini, PC



(文責: ※井上晴貴)

4.1.4 実験期間

実 9:00~12:00 と 13:10~16:10 の2つの時間帯に3時間の実験を全7回行った。予備実験はそのうち2回行い、本実験は5回行った。予備実験の後、実験材料であるテストの難易度や設問内容の変更を行った。実験場所は未来大のM501という部屋で行った。人の往来が少なく未来大内では比較的静かな環境で、十分な広さがある。1回の実験で4人の被験者がそこに集まり、同時に実験を行った。

(文責: ※井上晴貴)

4.1.5 実験計画

まず、実験を行う前に、実験への参加に必要な承諾書等の書類を被験者に提出して頂いた。そして実験への参加の意思が確認出来てから実験を始めた。実験の大まかな流れは、理解度テストの練習を行ってから本番を行い、最終アンケートに答えて終わりというものである。練習では、被験者はまず練習用の漫画を読み、読み終わり次第練習問題を解く。練習の目的は本番のテストの形式に慣れてもらうことである。本実験では、時間制限は設けない。また、読書と解答にかかった時間を計るため、作業が終わり次第手を挙げて被験者に知らせるように伝える。練習が終わった後、本番を始める。本番の大まかな流れは、練習同様漫画を読んだ後テストを解き、読みやすさの主観的評価を聞くアンケートに答えるというものである。この流れを毎回使用する媒体と漫画を変えて4回繰り返した後、最終アンケートに答えて実験は終了となる。尚、使用する媒体と漫画の組み合わせはグレコラテン方格に基いて決めた。実際の具体的な組み合わせやグレコラテン方格自体の詳細に関しては4.1.6に記載した。

テスト（全 25 問、1 問 1 点の 25 点満点）

1. 練習問題（5～10 分）
2. 漫画を読む&テスト（10～20 分）
3. 評価アンケート（5 分）
4. 2, 3 を 4 回繰り返す
5. 最終アンケート

（文責: ※井上晴貴）

4.1.6 グレコラテン方格

n 行 n 列の表に $n \times n$ 組の異なる記号の組み合わせを、各記号が各行および各列に 1 回だけ現れるように並べ、同じ組み合わせが他に存在しないようにしたものである。実験を繰り返すことで生まれる慣れの問題を緩和させる。欠点として 1 対多の全体の相互作用は見られるが、1 対 1 の個々間の相互作用が見られない。今回の実験では、図のように被験者 19 人を 4 グループに分け、4 グループを行にし、4 回の試行を列にして、各記号（媒体、漫画）を各記号が各行および各列に 1 回だけ現れるように並べ、同じ組み合わせが他に存在しないようにした。

表 4.1 グレコラテン方格

	練習問題	一番目	二番目	三番目	四番目
グループ 1	PC, スプラ	紙, 暁星記	Pro, 光海岸	mini, ワイズ	PC, 超人
グループ 2	mini, スプラ	Pro, ワイズ	紙, 超人	PC, 暁星記	mini, 光海岸
グループ 3	Pro, スプラ	mini, 超人	PC, ワイズ	紙, 光海岸	Pro, 暁星記
グループ 4	紙, スプラ	PC, 光海岸	mini, 暁星記	Pro, 超人	紙, ワイズ

（文責: ※井上晴貴）

4.1.7 テストの概要

テストを行うことで、紙と電子媒体で漫画を読む際の理解度を測った。問題数は 25 問、1 問 1 点の 25 点満点である。テストの形式は、登場人物の名前と顔を合わせる問題、4 択問題、セリフ・絵を隠す問題、時系列通りに並び替える問題の 4 つある。顔と名前を一致させる問題では、顔という絵と名前という文字を結び付けられるかを問う。4 択問題では小説やエッセイを用いる実験と同様に、物語の理解度を問う。セリフ・絵を隠す問題では、漫画のコマの一部を隠し、そこに何があったかといった記憶力を問う。時系列通りに並べる問題は、まず複数の画像を用意しそれを並び変えさせる。この問題では記憶力だけでなく、物語の流れを把握できたかを測る。

(文責: ※井上晴貴)

第 5 章 結果

5.1 理解度

標本数は $n = 76$ (被験者 19 人 \times 4 媒体) とし、具体的な結果に関しては表 5.4 に示した。P を有意確率とし、有意水準を $P < 0.05$ とする。前述の通り、被験者の理解度を測るためにテストを実施した。グレコラテン方格による分散分析の結果 (表 5.1)、被験者 ($F(18, 48) = 4.27, P < 0.001$)、漫画 ($F(3, 48) = 35.03, P < 0.001$) については有意差が認められたが、順番 ($F(3, 48) = 1.32, P = 0.28$) については有意差が認められなかった。媒体間については有意差が認められなかった ($F(3, 48) = 0.41, P = 0.75$)。理解度に関しては、どの媒体で読んでも影響がないことがわかった。媒体ごとの理解度テストの平均点 (25 点満点) を図 5.1 に示した。

表 5.1 グレコラテン方格による分散分析の結果

	自由度	平方和	平均平方	F 値	P 値	
被験者	18	463.13	25.73	4.27	2.91E-05	***
順番	3	23.89	7.97	1.32	0.2781	
漫画	3	633.04	211.02	35.03	3.83E-12	***
媒体	3	7.4	2.46	0.41	0.7471	
残差	48	289.16	6.02			

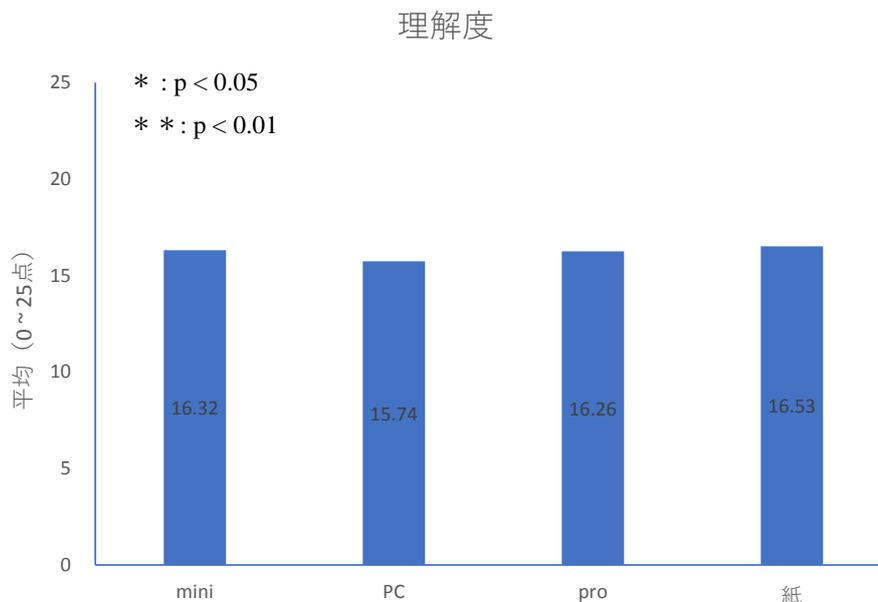


図 5.1 媒体ごとの平均点

(文責: ※良知諒隆)

5.2 読書時間

被験者に漫画を読んでもらった際、読書開始から終了までの時間を測定し、統計検定を行った。グレコラテン方格による分散分析の結果（表 5.2）、被験者 ($F(18, 48) = 3.64, P = 0.0001$), 漫画 ($F(3, 48) = 7.33, P = 0.0003$) について有意差が認められたが、順番 ($F(3, 48) = 0.15, P = 0.93$) については有意差が認められなかった。媒体間については有意差が認められなかった（表 5.2 : $F(3, 48) = 0.32, P = 0.81$ ）。読書時間に関しても、どの媒体で読んでも影響がないことがわかった。媒体ごとの平均読書時間を図 5.2 に示した。

表 5.2 グレコラテン方格による分散分析の結果

	自由度	平方和	平均平方	F 値	P 値	
被験者	18	234.77	13.04	3.64	0.000176	***
順番	3	1.57	0.52	0.15	0.9315339	
漫画	3	78.72	26.24	7.33	0.0003837	***
媒体	3	3.4	1.13	0.32	0.8134394	
残差	48	171.8	3.58			

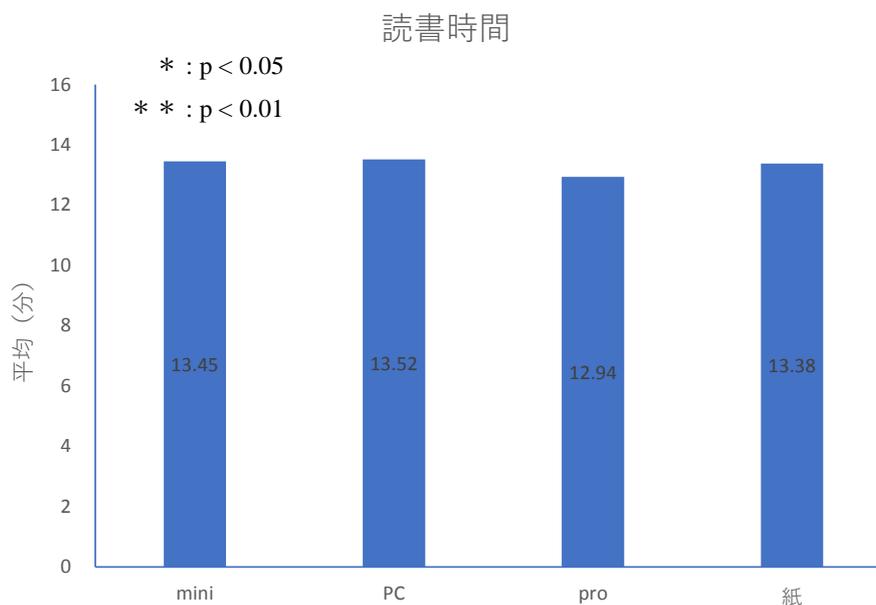


図 5.2 媒体ごとの平均読書時間

(文責: ※良知諒隆)

5.3 読みやすさの主観的評価

媒体に関するアンケートを行い、すべての項目（点が高い方が評価が高い）の平均点を総合点として、読みやすさの主観的評価について検討した。グレコラテン方格による分散分析の結果（表 5.3）、被験者 ($F(18, 48) = 2.11, P = 0.02$) について有意差が認められたが、順番 ($F(3, 48) = 0.54, P = 0.66$)、漫画 ($F(3, 48) = 0.6, P = 0.62$) については有意差が認められなかった。媒体間については有意差が認められた ($F(3, 48) = 14.16, P < 0.001$)。さらに、媒体について Tukey の HSD 法による下位検定を行った結果、紙は PC, iPad mini は PC より高い評価が得られた [$p < 0.01$]。また、紙は iPad Pro, iPad Pro は PC より高い評価が得られた [$p < 0.05$]。紙と iPad mini, iPad mini と iPad Pro には有意差は認められなかった。その結果の平均点（145 点満点）を図 5.3 に示した。全体としては紙媒体、3 つ電子媒体の中では iPad mini が優位な結果となった。

表 5.3 グレコラテン方格による分散分析の結果

	自由度	平方和	平均平方	F 値	P 値	
被験者	18	7131.1	396.17	2.11	0.02032	*
順番	3	301.6	100.54	0.54	0.66004	
漫画	3	337.7	112.57	0.6	0.61829	
媒体	3	7972.1	2657.38	14.16	9.71E-07	***
残差	48	9008.5	187.68			

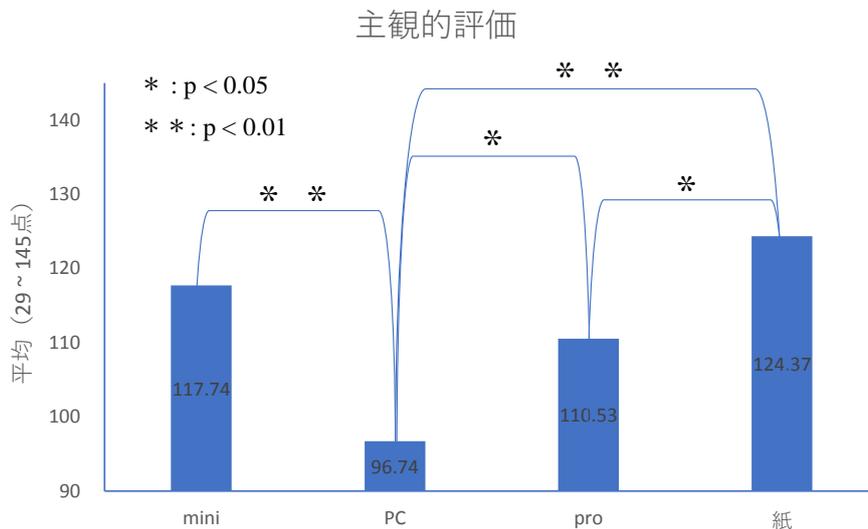


図 5.3 媒体ごとの平均得点

(文責: ※良知諒隆)

表 5.4 実験結果

被験者	順番	漫画	媒体	得点	時間	アンケート
1 - 1	1 回目	暁星記	紙	21	10.83	90
1 - 2	2 回目	光海岸	iPad Pro	17	8.85	93
1 - 3	3 回目	ワイズマン	iPad mini	15	14.93	109
1 - 4	4 回目	超人	PC	10	10.22	80
2 - 1	1 回目	ワイズマン	iPad Pro	21	8.97	95
2 - 2	2 回目	超人	紙	15	14.05	124
2 - 3	3 回目	暁星記	PC	22	12.97	80
2 - 4	4 回目	光海岸	iPad mini	18	10.25	101
3 - 1	1 回目	超人	iPad mini	9	19.28	93
3 - 2	2 回目	ワイズマン	PC	12	15.95	68
3 - 3	3 回目	光海岸	紙	13	13.88	118
3 - 4	4 回目	暁星記	iPad Pro	16	15.83	95
4 - 1	1 回目	光海岸	PC	16	16.93	57
4 - 2	2 回目	暁星記	iPad mini	20	17.32	143
4 - 3	3 回目	超人	iPad Pro	9	16.72	103
4 - 4	4 回目	ワイズマン	紙	19	15.43	113
5 - 1	1 回目	暁星記	紙	14	14.15	122
5 - 2	2 回目	光海岸	iPad Pro	14	13.22	118
5 - 3	3 回目	ワイズマン	iPad mini	12	10.73	119
5 - 4	4 回目	超人	PC	7	11.02	109
6 - 1	1 回目	ワイズマン	iPad Pro	13	5.80	109
6 - 2	2 回目	超人	紙	17	12.87	130
6 - 3	3 回目	暁星記	PC	20	9.70	100
6 - 4	4 回目	光海岸	iPad mini	18	10.92	134
7 - 1	1 回目	超人	iPad mini	5	11.95	115
7 - 2	2 回目	ワイズマン	PC	17	12.12	100
7 - 3	3 回目	光海岸	紙	17	12.35	135
7 - 4	4 回目	暁星記	iPad Pro	19	15.28	123
8 - 1	1 回目	光海岸	PC	14	12.05	121
8 - 2	2 回目	暁星記	iPad mini	17	13.85	99
8 - 3	3 回目	超人	iPad Pro	8	14.80	114
8 - 4	4 回目	ワイズマン	紙	13	13.62	91
9 - 1	1 回目	暁星記	紙	19	11.33	134
9 - 2	2 回目	光海岸	iPad Pro	22	12.37	106
9 - 3	3 回目	ワイズマン	iPad mini	22	12.42	120
9 - 4	4 回目	超人	PC	16	12.58	113
10 - 1	1 回目	ワイズマン	iPad Pro	12	12.85	112
10 - 2	2 回目	超人	紙	8	12.63	123

Harmony between humans and machines from the viewpoint of psychology

被験者	順番	漫画	媒体	得点	時間	アンケート
10 - 3	3回目	暁星記	PC	20	14.47	114
10 - 4	4回目	光海岸	iPad mini	14	13.45	125
11 - 1	1回目	超人	iPad mini	10	13.22	115
11 - 2	2回目	ワイズマン	PC	15	12.47	115
11 - 3	3回目	光海岸	紙	21	12.05	138
11 - 4	4回目	暁星記	iPad Pro	20	16.73	126
12 - 1	1回目	光海岸	PC	17	16.45	112
12 - 2	2回目	暁星記	mini	20	14.98	129
12 - 3	3回目	超人	iPad Pro	12	14.63	125
12 - 4	4回目	ワイズマン	紙	19	11.73	142
13 - 1	1回目	暁星記	紙	19	19.20	132
13 - 2	2回目	光海岸	iPad Pro	20	15.13	108
13 - 3	3回目	ワイズマン	iPad mini	22	14.28	115
13 - 4	4回目	超人	PC	7	17.87	107
14 - 1	1回目	ワイズマン	iPad Pro	18	10.03	133
14 - 2	2回目	超人	紙	14	16.52	121
14 - 3	3回目	暁星記	PC	17	20.05	101
14 - 4	4回目	光海岸	iPad mini	21	11.53	136
15 - 1	1回目	超人	iPad mini	20	16.32	123
15 - 2	2回目	ワイズマン	PC	22	9.52	104
15 - 3	3回目	光海岸	紙	24	11.62	133
15 - 4	4回目	暁星記	iPad Pro	19	13.08	122
16 - 1	1回目	暁星記	紙	18	16.03	132
16 - 2	2回目	光海岸	iPad Pro	20	11.95	90
16 - 3	3回目	ワイズマン	iPad mini	19	13.32	106
16 - 4	4回目	超人	PC	16	12.40	111
17 - 1	1回目	ワイズマン	iPad Pro	18	12.97	110
17 - 2	2回目	超人	紙	12	14.00	138
17 - 3	3回目	暁星記	PC	19	15.32	58
17 - 4	4回目	光海岸	iPad mini	21	12.60	133
18 - 1	1回目	超人	iPad mini	11	11.90	102
18 - 2	2回目	ワイズマン	PC	15	12.17	81
18 - 3	3回目	光海岸	紙	19	10.97	119
18 - 4	4回目	暁星記	iPad Pro	21	14.38	111
19 - 1	1回目	光海岸	PC	17	12.57	107
19 - 2	2回目	暁星記	iPad mini	16	12.38	120
19 - 3	3回目	超人	iPad Pro	10	12.22	107
19 - 4	4回目	ワイズマン	紙	12	10.92	128

5.4 主成分分析法による主観的評価の検定

5.4.1 固有値

5.3 より、読みやすさの主観的評価において媒体ごとに有意差が認められた。そこで、さらに詳しく分析するために、アンケートの結果について主成分分析を行った。主成分分析とは、多変量のデータを持つ情報を少数個の総合特性値に要約する手法である。本研究では、アンケート 29 項目を観測変数とした。固有値を求め、スクリープロットによって図示した (図 5.4)。図 5.4 より、29 の固有値のうち、第 1 固有値と第 2 固有値のギャップが大きい。本研究では、満足度、表示面、ページめくりの 3 つの観点から分析したいため、第 3 主成分を含め、主成分の数を 3 つに決定した。次に、解釈を容易にするために主成分の数を 3 つに指定してバリマックス回転を行った。バリマックス回転とは、主成分分析における直交回転法の 1 つである。

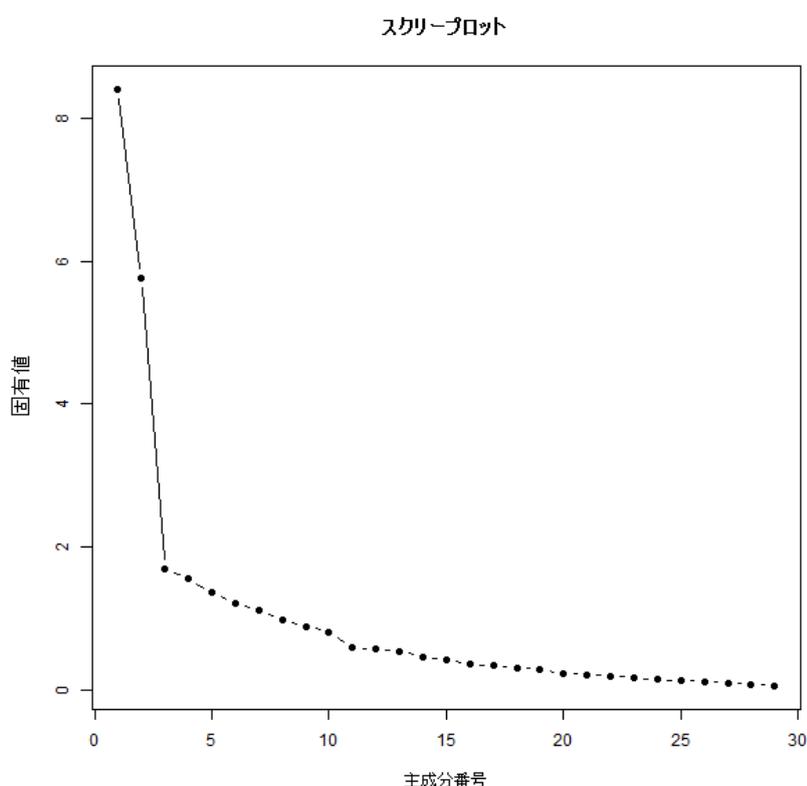


図 5.4

(文責: ※良知諒隆)

5.4.2 主成分負荷量

バリマックス回転後の主成分負荷量を表 5.5 に示した。主成分負荷量とは、観測変数と主成分の相関係数を表す数値であり、これを用いて主成分の意味を解釈する。ここで得られた主成分負荷量を基に、3 つの主成分の解釈を行った。第 1 主成分は読書媒体としての楽しさ、この媒体で読書をしたい、総合的に読みやすいなどの質問に対して負荷量大きい。ゆえに、第 1 主成分は「満足度」

と解釈した。第2主成分は表示面に関する負荷量が大きいため、「表示面の見やすさ」と解釈した。第3主成分はページめくりに関する負荷量が大きいため、「ページのめくりやすさ」と解釈した。

表 5.5 主成分負荷量

評価	質問	主成分 1	主成分 2	主成分 3
評価 1	表示面への光源などの映り込みが気にならない	0.24	0.47	0.10
評価 2	表示の明るさは均一である	-0.08	0.75	0.08
評価 3	見ている目がちかちか感じない	0.41	0.59	0.15
評価 4	表示した文字・絵にかすれ、にじみ、ぼやけがない	-0.10	0.86	0.07
評価 5	表示した文字・絵にゆがみがない	-0.17	0.87	0.04
評価 6	表示した文字・絵は鮮明である	-0.15	0.71	-0.08
評価 7	表示した文字・絵にがたがた感がない	-0.10	0.83	-0.06
評価 8	表示面の文字・絵色と背景色のコントラストは適正である	0.13	0.77	0.12
評価 9	表示された文字・絵は離れたところからでもよく読める	0.01	0.72	0.01
評価 10	表示した文字・絵の大きさは十分である	0.26	0.64	-0.23
評価 11	表示面の大きさは十分である	0.27	0.39	-0.43
評価 12	(手に持った際) ページめくりがしやすい	0.71	-0.06	0.20
評価 13	(置いた際) ページめくりがしやすい	0.03	0.32	0.35
評価 14	ざっと内容を見るときのパラパラめくりがしやすい	0.59	-0.22	0.44
評価 15	ページめくりの速さは適当である	0.52	-0.03	0.43
評価 16	ページめくりのスピード制御がしやすい	0.62	-0.06	0.29
評価 17	ページめくり操作のフィードバックは適当である	0.71	0.05	0.06
評価 18	状況に応じて様々なやり方でページめくりができる	0.53	-0.03	0.67
評価 19	ページめくりの表示が自然である	0.41	0.30	0.53
評価 20	ページめくり操作が覚えやすい	0.55	0.27	0.36
評価 21	1回の操作で確実にページをめくることができる	0.19	0.29	0.22
評価 22	特定のページをすぐに表示できる	0.15	0.08	0.70
評価 23	読書媒体として楽しさがある	0.83	-0.04	0.15
評価 24	この媒体で読書したい	0.88	0.03	-0.04
評価 25	読書媒体として満足できる	0.90	0.09	0.00
評価 26	読んでいて目の疲れを感じない	0.60	0.38	-0.01
評価 27	読書に没頭できる	0.78	0.12	0.11
評価 28	総合的に読みやすい	0.87	0.08	0.08
評価 29	読んでいて腕や手の疲れを感じない	0.13	0.30	0.09

(文責: ※良知諒隆)

5.4.3 検定

主成分得点(表 5.9)を求め、3つの要素について統計検定を行った。第1主成分「満足度」について分散分析を行った結果(表 5.6)、被験者($F(18, 48) = 1.69, P = 0.07$), 順番($F(3, 48) = 2.35, P = 0.08$), 漫画($F(3, 48) = 1.13, P = 0.35$)については有意差が認められなかった。媒体間については有意差が認められた($F(3, 48) = 1.13, P < 0.001$)。さらに、媒体に関して Tukey の HSD 法による下位検定を行った結果(図 5.5)、全ての媒体間に有意差が認められた。紙, iPad mini, iPad Pro, PC の順に高い評価となり、紙媒体が電子媒体を上回る結果となった。第2主成分「表示面の見やすさ」について分散分析を行った結果(表 5.7)、被験者($F(18, 48) = 5.17, P < 0.001$)については有意差が認められたが、順番($F(3, 48) = 0.23, P = 0.87$), 漫画($F(3, 48) = 0.6, P = 0.62$)については有意差が認められなかった。媒体については有意差が認められた($F(3, 48) = 5.23, P = 0.003$)。媒体に関して Tukey の HSD 法による下位検定を行った結果(図 5.6)、iPad mini は紙より高い評価が得られた [$p < 0.01$]。また、iPad Pro は紙より高い評価が得られた [$p < 0.05$]。他の媒体に有意差は認められず、電子媒体が紙媒体を上回る結果となった。第3主成分「ページのめくりやすさ」について分散分析を行った結果(表 5.8)、被験者($F(18, 48) = 1.5, P = 0.13$), 順番($F(3, 48) = 1.56, P = 0.11$), 漫画($F(3, 48) = 0.71, P = 0.55$)について媒体ごとに有意差は認められなかった。媒体についても有意差が認められなかった($F(3, 48) = 1.55, P = 0.55$)。図 5.7 に第3主成分の平均を示した。ページのめくりやすさに関しては、紙媒体と電子媒体の間に変化がないという結果になった。

表 5.6 グレコラテン方格による分散分析の結果(第1主成分「満足度」)

	自由度	平方和	平均平方	F 値	P 値	
被験者	18	10.79	0.6	1.69	0.07466	
媒体	3	43.49	14.5	40.91	2.86E-13	***
順番	3	2.50	0.83	2.35	0.08367	
漫画	3	1.20	0.4	1.13	0.34656	
残差	48	17.01	0.35			

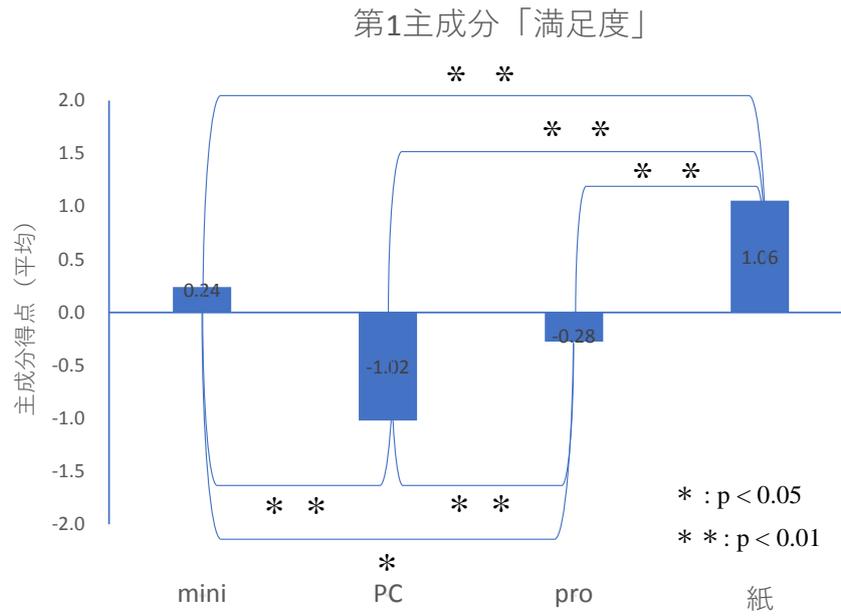


図 5.5

表 5.7 グレコラテン方格による分散分析の結果（第 2 主成分「表示面の見やすさ」）

	自由度	平方和	平均平方	F 値	P 値	
被験者	18	43.82	2.43	5.17	2.63E-06	***
媒体	3	7.39	2.46	5.23	0.003326	**
順番	3	0.32	0.11	0.23	0.873884	
漫画	3	0.85	0.28	0.6	0.617869	
残差	48	22.61	0.47			

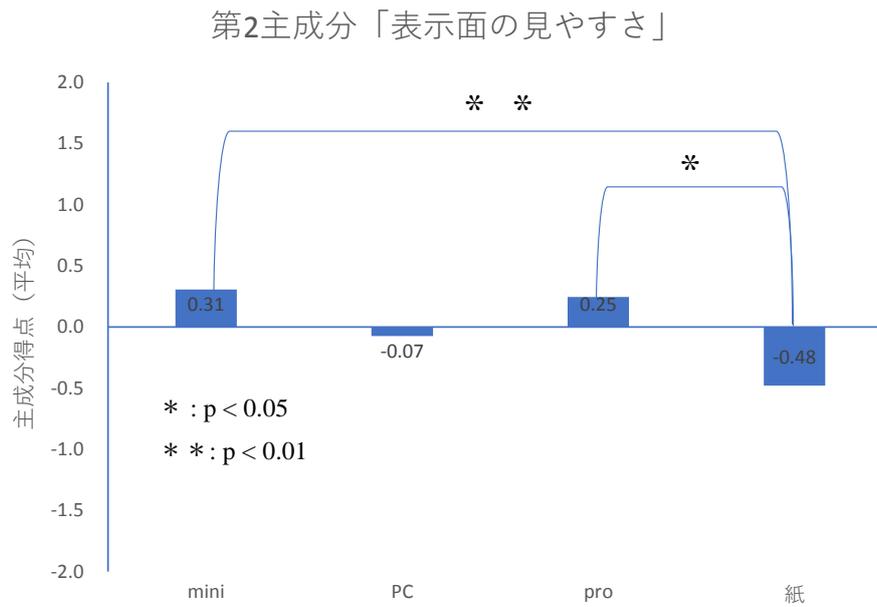


図 5.6

表 5.8 グレコラテン方格による分散分析の結果（第 3 主成分「ページのめくりやすさ」）

	自由度	平方和	平均平方	F 値	P 値
被験者	18	23.033	1.27959	1.5032	0.1306
媒体	3	5.322	1.7739	2.084	0.1147
順番	3	3.983	1.32757	1.5596	0.2114
漫画	3	1.805	0.60158	0.7067	0.5527
残差	48	40.858	0.85121		

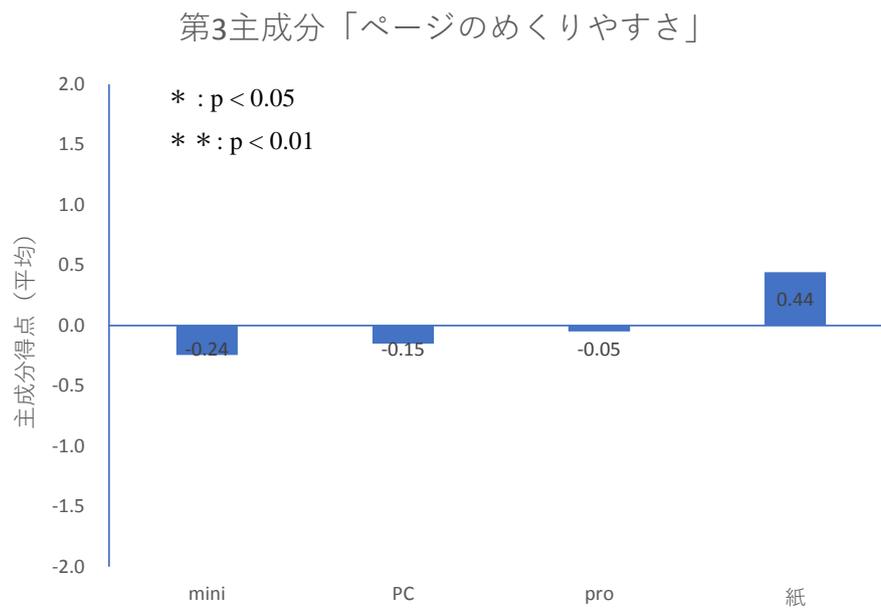


図 5.7

(文責: ※良知諒隆)

表 5.9 主成分得点

被験者	順番	漫画	媒体	主成分 1	主成分 2	主成分 3
1 - 1	1 回目	暁星記	紙	0.87	-2.44	-1.34
1 - 2	2 回目	光海岸	iPad Pro	-1.59	-0.82	2.02
1 - 3	3 回目	ワイズマン	iPad mini	-0.08	-0.29	-0.03
1 - 4	4 回目	超人	PC	-1.69	-1.10	0.01
2 - 1	1 回目	ワイズマン	iPad Pro	-1.29	0.24	-0.52
2 - 2	2 回目	超人	紙	1.20	-0.67	0.52
2 - 3	3 回目	暁星記	PC	-1.67	-0.98	0.33
2 - 4	4 回目	光海岸	iPad mini	0.02	-0.61	-0.80
3 - 1	1 回目	超人	iPad mini	-0.68	-0.88	-0.45
3 - 2	2 回目	ワイズマン	PC	-2.06	-1.40	-0.28
3 - 3	3 回目	光海岸	紙	1.37	-1.29	0.21
3 - 4	4 回目	暁星記	iPad Pro	-0.45	-0.92	-0.45
4 - 1	1 回目	光海岸	PC	-1.01	-3.46	-0.89
4 - 2	2 回目	暁星記	iPad mini	0.85	0.89	1.28
4 - 3	3 回目	超人	iPad Pro	-2.24	0.43	3.29
4 - 4	4 回目	ワイズマン	紙	0.52	-1.92	2.60
5 - 1	1 回目	暁星記	紙	1.25	-0.12	-0.99
5 - 2	2 回目	光海岸	iPad Pro	-0.25	0.35	0.69
5 - 3	3 回目	ワイズマン	iPad mini	-0.47	0.11	1.48
5 - 4	4 回目	超人	PC	-0.36	0.37	-0.64
6 - 1	1 回目	ワイズマン	iPad Pro	0.12	0.52	-1.75
6 - 2	2 回目	超人	紙	1.39	-0.03	-0.33
6 - 3	3 回目	暁星記	PC	-0.56	-0.37	0.41
6 - 4	4 回目	光海岸	iPad mini	1.11	0.63	0.04
7 - 1	1 回目	超人	iPad mini	-0.10	0.57	-0.29
7 - 2	2 回目	ワイズマン	PC	-1.06	0.44	-0.46
7 - 3	3 回目	光海岸	紙	1.06	0.29	0.87
7 - 4	4 回目	暁星記	iPad Pro	0.10	0.75	0.30
8 - 1	1 回目	光海岸	PC	0.27	0.00	0.75
8 - 2	2 回目	暁星記	iPad mini	0.56	-1.50	-1.20
8 - 3	3 回目	超人	iPad Pro	1.33	-1.65	-0.17
8 - 4	4 回目	ワイズマン	紙	1.26	-3.68	0.43
9 - 1	1 回目	暁星記	紙	1.26	0.40	0.04
9 - 2	2 回目	光海岸	iPad Pro	-0.24	0.43	-0.46
9 - 3	3 回目	ワイズマン	iPad mini	0.49	0.74	-0.77
9 - 4	4 回目	超人	PC	-0.73	0.96	0.50
10 - 1	1 回目	ワイズマン	iPad Pro	0.00	0.05	-0.05
10 - 2	2 回目	超人	紙	0.40	0.13	0.36

Harmony between humans and machines from the viewpoint of psychology

被験者	順番	漫画	媒体	主成分 1	主成分 2	主成分 3
10 - 3	3 回目	暁星記	PC	-0.26	0.89	-0.72
10 - 4	4 回目	光海岸	iPad mini	0.57	0.72	-0.33
11 - 1	1 回目	超人	iPad mini	0.07	0.89	-1.06
11 - 2	2 回目	ワイズマン	PC	-0.42	1.19	-0.49
11 - 3	3 回目	光海岸	紙	1.26	0.75	-0.03
11 - 4	4 回目	暁星記	iPad Pro	0.17	1.01	0.20
12 - 1	1 回目	光海岸	PC	-0.79	0.36	1.45
12 - 2	2 回目	暁星記	mini	0.61	0.80	0.00
12 - 3	3 回目	超人	iPad Pro	0.45	0.70	-0.14
12 - 4	4 回目	ワイズマン	紙	1.11	0.52	1.22
13 - 1	1 回目	暁星記	紙	1.37	0.16	0.03
13 - 2	2 回目	光海岸	iPad Pro	-0.60	0.58	-0.25
13 - 3	3 回目	ワイズマン	iPad mini	-0.51	0.33	0.94
13 - 4	4 回目	超人	PC	-1.68	0.85	0.91
14 - 1	1 回目	ワイズマン	iPad Pro	1.07	0.88	-0.36
14 - 2	2 回目	超人	紙	0.33	0.43	0.05
14 - 3	3 回目	暁星記	PC	-1.53	1.13	-0.87
14 - 4	4 回目	光海岸	iPad mini	1.16	1.00	-0.48
15 - 1	1 回目	超人	iPad mini	0.37	0.64	-0.22
15 - 2	2 回目	ワイズマン	PC	-0.92	0.09	0.82
15 - 3	3 回目	光海岸	紙	1.25	-0.11	0.60
15 - 4	4 回目	暁星記	iPad Pro	0.10	0.38	0.66
16 - 1	1 回目	暁星記	紙	1.19	-0.10	0.84
16 - 2	2 回目	光海岸	iPad Pro	-1.23	0.21	-1.75
16 - 3	3 回目	ワイズマン	iPad mini	0.07	0.63	-2.26
16 - 4	4 回目	超人	PC	-0.13	0.74	-1.24
17 - 1	1 回目	ワイズマン	iPad Pro	-0.27	0.80	-0.96
17 - 2	2 回目	超人	紙	0.67	0.39	1.78
17 - 3	3 回目	暁星記	PC	-2.44	-1.24	-1.66
17 - 4	4 回目	光海岸	iPad mini	0.63	0.85	0.42
18 - 1	1 回目	超人	iPad mini	0.05	-0.42	-1.33
18 - 2	2 回目	ワイズマン	PC	-1.63	-0.55	-0.57
18 - 3	3 回目	光海岸	紙	1.24	-1.74	1.00
18 - 4	4 回目	暁星記	iPad Pro	0.77	0.00	-1.93
19 - 1	1 回目	光海岸	PC	-0.72	0.66	-0.23
19 - 2	2 回目	暁星記	iPad mini	-0.14	0.74	0.42
19 - 3	3 回目	超人	iPad Pro	-1.17	0.73	0.72
19 - 4	4 回目	ワイズマン	紙	1.04	-0.06	0.54

第 6 章 まとめ

6.1 考察

実験を行ったところ、次のような結果が出た。漫画の読みにおける理解度テストについては、媒体の成績（被験者が漫画を読んでもらった後に内容の理解を測定するために行うテストの後に得られた点数）に有意差は見られなかった。漫画を読むのにかかる時間においても、全媒体間に有意差は見られなかった。紙媒体と電子媒体での読みやすさの主観的評価アンケートにおいては媒体ごとに差が見られた。満足度（29 評価項目に対する主成分分析の第 1 主成分）においては紙、iPad mini, iPad Pro, PC の順で紙媒体の方が電子媒体（iPad mini, iPad Pro, PC）より高く、表示面においては iPad mini の方が PC より読みやすく（満足度が高い）、また iPad Pro の方が紙より高く、電子媒体の方が紙媒体より見やすいということが分かった。また、ページめくりのしやすさでは、どの媒体がページをめくりやすいかということは見られなかった。以上の結果から、次のようなことが考えられる。被験者である未来大生は紙の書籍を普段から使用している。ここから、紙、iPad mini, iPad Pro は PC より操作が楽な媒体であることが分かる。iPad mini と iPad Pro の大きさを比較すると iPad mini の方が小さく、読む姿勢を自由に変えられる媒体である。ここから、漫画を読むときに使用する電子媒体の大きさが小さい方が満足度が高くなることがわかった。ただし、iPad mini 以下のサイズの媒体を実験では使用していないため、さらに小さい媒体の方が満足度が高くなるかは不明であり、今後の課題のひとつとして残ることになる。紙の表示面の評価が低い理由として、実験で使用した紙は光源から反射した光を知覚情報として取得しているため、見やすさが、紙そのものの状態だけでなく、照明などの環境の影響を受けていたことが考えられる。それに対し、実験で使用した電子媒体は表示面の劣化が殆どない上に、バックライトにより周囲の光源の影響を受けにくいいため、表示面の見やすさは環境に影響されにくい。このことから、紙のように表示面の劣化が起りにくいことや周囲の光源の影響を受けにくいという特性は紙と比較した際の電子媒体の利点のひとつであるといえる。読みやすさの主観的評価アンケートの結果、紙の表示面の評価が低いにもかかわらず、満足度が一番高かったことから、表示面の評価よりも普段の生活で最も多く使用しているかということが満足度の高さに大きく影響することがわかる。PC の満足度の低さの原因は、ページめくりの操作方法によるものではないかと考えられる。PC と iPad 二種は同じ電子媒体だが、ページめくりをする際に、PC ではボタン操作で行い、iPad ではタッチ操作で行う。しかし、読みやすさの主観的評価のアンケートを主成分分析した結果からはページめくりによる媒体間の有意差は見られない。また、iPad はページめくりとともに画面が表示されているのに対し、PC はページめくりが画面に反映されるのに時間がかかる。これらのことから、PC の満足度が低い理由は、画面に反映されるまでの時間がかかることに原因があるものと考えられる。

（文責: ※宮下洋平）

6.2 媒体の提案

本実験では、漫画の読解において媒体間による読みやすさの違いがなかったため、内容の理解を目的とする場合は紙媒体、電子媒体のどちらを使用しても良い。また、娯楽として漫画を読む場合であれば、読みやすさの主観的評価アンケートの結果、紙の表示面の評価が低いにもかかわらず、満足度が一番高かったことを考慮して、紙質の良い本を使用するのが良い。一方で、電子媒体の中では媒体のサイズが小さく、ページめくりが画面に反映されるのに時間がかからず、周囲の光源の影響を受けにくい媒体を使用することをお勧めする。先行研究の実験では、紙の方が iPad よりも成績 (被験者が文学的文章である小説家の随筆文と自然科学の解説書から抜粋した説明文を読んでもらった後に内容の理解を測定するために行うテストの後に得られた点数) が高いが、本実験では内容の理解の違いが見られなかった。理由として、本実験の冒頭で被験者に漫画をじっくり読むことを伝え、被験者は 1 ページを読むことに時間をかけたため、内容の理解に影響がなかったと考えられる。また、感じやすさの主観的評価の回答の結果は、先行研究ではページめくりのしやすさにおいて紙と iPad 間に違いが見られ、iPad の方が紙よりページめくりがしやすいということであった。理由として、紙はぱらぱらめくりがしやすく、全体の量を把握したり流し読みが容易だったと考察されていた。本実験ではページめくりのしやすさに違いが見られなかった。本実験の冒頭で被験者に漫画をじっくり読むように指示をした。被験者は 1 ページを読むごとに時間をかけ、ぱらぱらめくりの頻度が下がったため、ページめくりに影響が出なかったと考えられる。

(文責: ※宮下洋平)

第7章 成果

7.1 プロジェクトの成果

実験を行ったところ、漫画の読みにおける理解度テストの成績(被験者が漫画を読んでもらった後に内容の理解を測定するために行うテストをやった後に得た点数)と読書時間では紙媒体と電子媒体(iPad mini, iPad Pro, PC)間での読みやすさは同じであるという結果が出た。また、読みやすさの主観的評価アンケートの結果、読みやすさに違いが生じた。そこでアンケートの29の評価項目について詳細に分析するために主成分分析を用いたところ、満足度においては、有意差が電子媒体(iPad mini, iPad Pro, PC)より、紙媒体の方が高く、表示面においてはiPad miniがPCより見やすく、iPad Proの方が紙より有意差が高く、紙媒体が電子媒体に劣ることが分かった。また、ページめくりのしやすさでは、媒体ごとにしやすさに違いは見られなかった。

(文責: ※宮下洋平)

7.2 プロジェクトにおける各自の役割

1. 宮下洋平

初めの仕事としてプロジェクトのテーマを決定するために意見を提案した。実験準備においては実験材料である漫画を選定したり、テスト・アンケート形式の決定のための話し合いに参加し、テスト問題の作成やアンケート作成の手伝いをしたり、説明の手順や手順書の作成の中心をする人の手伝いをした。また、統計分析フリーソフト「R」の自習をした。中間発表会のポスター作成では、ポスターの日本語文を英訳した。また、後期の実験準備においてはテスト問題、アンケート問題と承諾書の印刷をし、被験者4人分の実験材料を整理した。実験当日は、他のメンバーと同様に被験者が記述した出勤表を回収して承諾書を被験者に渡し、実験の流れを説明した。それから、実験で得た結果を分析しやすい形に整理する作業の中心である人の手伝いをした。そして、実験で得たデータ(理解度テストの合計、平均値、回答の傾向とアンケートのデータ)を基に「R」を利用して分析をする作業の中心の人の手伝いをし、そこから得られることを考察した。また、成果発表会の準備ではスライド作成を中心になって行った。

2. 井上晴貴

主な仕事として、チームリーダーとしてプロジェクト全体を通してチーム全体を管理した。はじめの仕事としてプロジェクトのテーマ決定のための意見を提出した。実験の準備では、実験材料の漫画を選んだり、テスト・アンケートの形式をチーム全員の話し合いの上に決定し、それに従ったテスト・アンケートを作成したりした。また、被験者達のスケジュール調整もした。実験当日は他のメンバーと同様に各種手続きを行った。実験後の分析では、実験で得られた各種データをまとめ、分析を行える形にする作業を主に行った。中間・成果発表では主に発表原稿の作成を行った。

3. 高橋謙

本プロジェクトにおけるテーマ決定のための意見提案をした。課題解決のため似たよう

な内容の先行研究を探し、実際に実験できるものを提案した。実験材料である漫画の選定のため漫画のジャンル、漫画の候補の意見を提案した。実験で漫画の記憶成績を測る際に用いる問題の作成をした。実験で行うアンケートの内容を先行研究の内容を参考に決定した。中間発表のためのプレゼン資料の作成を中心になってやった。実験後に実験で得られた記憶成績を測る問題のデータから合計、平均値、回答の傾向などをまとめ、分析する際に適した形にした。アンケートのデータも同様に分析に適した形にした。先行研究を参考に本実験の考察を提案し、最終発表で用いる発表原稿を作成した。

4. 良知諒隆

主な仕事として、ポスターや実験結果の分析を行った。はじめの仕事としてプロジェクトのテーマ決定のための意見を提出した。実験の準備では、実験材料の漫画を選んだり、テスト・アンケートを作成したりした。実験当日は他のメンバーと同様に各種手続きを行った。実験後の分析では、実験で得られた各種データを R を用いて分析する作業を中心となって行った。中間・成果発表では主にポスターの制作を行った。

(文責: ※宮下洋平)

7.3 今後の課題

本実験では紙と iPad pro、iPad mini、PC の 4 つの媒体を用意したが、紙質が新しいもの、今回使用した媒体とは異なるサイズや機種や操作法の媒体や、バックライトがない電子ペーパーの端末のように表示面を紙に近づけたもののように、今回使用した媒体にはない特性を持った媒体はまだたくさんある。そうした媒体を用いて実験の条件を変え、調査をすることが今後の課題として取り組んでいくことができるであろう。

(文責: ※宮下洋平)

第 8 章 発表の反省・評価

8.1 中間発表会

発表会の際、発表聴衆者に評価シートを配り、内容や技術についてのコメントを記入してもらった。評価シートは、自らのプロジェクトの発表を評価してもらい、今後の発表技術の上達に結び付けるためのものである。中間発表会では全部で 36 枚回収した。以下に評価シートのコメントを参考に、発表内容と発表技術について改善点を以下に述べる。

発表内容

- 実験の目的が不明瞭なので、明確にする
- 漫画を実験材料として選んだ理由を明確にする
- 漫画ではなく媒体がプロジェクトの目標のメインであることを明確にする
- 漫画の内容の理解の意味は何かをもう少し詳しく調べる

発表技術

- スライド一枚の情報量を少し増やす

(文責: ※宮下洋平)

8.2 最終発表会

同様に、最終発表会について評価シートのコメントを参考にした改善点を記述した。

発表内容

- 専門用語を使い過ぎないようにし、素人に伝わるように工夫する
- 本実験の結果と先行研究の比較をする
- プロジェクトの目標成果とのつながりを明確に説明する

発表技術

- 大きく、かつ声にメリハリをつけて発表を行う
- 記憶したものをそのまま言うのではなく、対話する感じで話す
- ポスターには必要最小限の量を入れて、見やすくする
- スライド資料は見やすく、文字を多すぎないようにする
- 誤字や全角半角を統一する

(文責: ※宮下洋平)

8.3 発表会の総評

肯定的な評価としては、説明が丁寧である、内容が理解しやすい、プロジェクト名に従って分析していた、などが挙げられた。批判的な評価としては、スライドが見づらい、専門用語が多すぎる、などが挙げられた。これらの評価を基に、より改善していきたい。

(文責: ※宮下洋平)

参考文献

- [1] 小林亮太・池内淳. 表示媒体が文章理解と記憶に及ぼす影響—電子書籍端末と紙媒体, Vol.2012-HCI-147 No.29. 情報処理学会研究報告, 2012.
- [2] 高野健太郎・大村賢悟・柴田博仁. 短編小説の読みにおける紙の書籍と電子書籍端末の比較, Vol.2011-HCI-141 No.4. 情報処理学会研究報告. 2011.
- [3] 柴田博仁・大村賢悟. 答えを探す読みにおける紙の書籍と電子書籍端末の比較, Vol.2011-HCI-141 No.5. 情報処理学会研究報告. 2011.
- [4] 菅谷克行・中嶋彩菜. 電子書籍が読解方略に及ぼす影響. 茨城大学人文学部人文コミュニケーション学科, 2014 PC Conference. 2014.
- [5] 小塩真司・西口利文. 心理学基礎演習 Vol.2 質問紙調査の手順. ナカニシヤ出版. 2007.
- [6] 山田剛史・杉澤武俊・村井潤一郎. R によるやさしい統計学. オーム社. 2008.