

記憶対象の文字の太さの違いが記憶容易性に及ぼす影響

山崎郁未¹ 伊藤理紗¹ 濱野花莉¹ 中村聡史¹ 掛晃幸² 石丸築²

概要：暗記学習においては、教科書を見て覚える方法や自身のノートを見て覚える方法、コンピュータ上のテキストファイルを見て覚えることなど様々である。こうしたドキュメントの文章では、重要な言葉や単語が太字で書かれ、説明は細字になっていることが多い。しかし、文字の太さを変えることが記憶効果に良い影響を与えるかどうかは明らかにされていない。そこで本研究では、記憶対象の文字の太さが記憶にどのような影響を与えるのかを調べるため、クラウドソーシング用に記憶タスクを設計し、大規模な特徴記憶実験を行った。実験の結果、記憶する箇所の文字の太さを変化させても記憶効果は変わらない可能性が示唆された。また、表示位置によって記憶に差があること、記憶項目に数字が含まれるものは他の記憶項目よりも記憶容易性が低くなることが示された。

キーワード：フォント、太さ、記憶容易性、タスク、クラウドソーシング

1. はじめに

我々は学習において、教科書や参考書、コンピュータで作成されたドキュメントなどをよく利用する。こうした資料では、重要項目が太字で表記されていたり、文字色や背景色を変化させていたりといったように、目立たせるための工夫がなされている。目立たせることの効果について、長谷川ら[1]は、無意味な文字列の異同判断にかかる時間を複数の太さのフォントを用いて比較し、フォントの太さは異同判断の反応時間に僅かな影響を与えることを示している。また Nishimura らは、蛍光マーカーペンによる単語への着色で、その単語が長く注視されること[2]や、記憶対象に蛍光マーカーペンで着色することで、記憶効果が上がることを[3]を明らかにしている。

ここで、記憶する際の文字形状についてもいくつかの研究がなされている。Oppenheimer ら[4]は、特徴の異なる複数のフォントを用いて記憶実験を行い、文字の色が薄く、太さが細くて読みにくいフォントが記憶に残りやすいことを明らかにしている。また、我々は過去の研究で、フォント2種類、女性の手書き文字2種類を用いた架空の物事を覚えてもらう記憶実験により、読みづらい文字や見慣れた文字が記憶に残りやすいこと[5]、さらに男性の手書き文字2種類を追加した実験により、見た目が男性的な手書き文字で、かつ読みにくい場合に記憶容易性が高くなる傾向[6]を明らかにしている。以上の研究から、読みにくい文字の方が記憶しやすい可能性が示唆される。

文字の読みやすさについて、Ivan ら[7]は、太さが細い Ultra-light フォントと Light フォントが、通常の太さのフォントや太いフォントよりも読みにくいことを明らかにしている。また、阿久津ら[8]は、様々なフォントサイズで読む速度や読みやすさの評価を行い、フォントサイズが小さいと読みにくく、読む速度が遅くなることを明らかにしてい

る。つまり、記憶対象の文字が細く、読みにくい場合は、記憶容易性が高いとされる読みにくいフォントに分類され、読む速度が遅くなり、内容が頭に入りやすいと考えられる。一方、記憶対象の文字が太く、読みやすい場合は、読む速度が速くなってしまい、内容が頭に入りにくくなる可能性がある。このことを考慮すると、記憶対象が太字で強調することが良いとは限らず、あえて記憶対象を細字にした方が効果的であると期待される。

そこで本研究では、将来的な暗記学習支援システムの実現を念頭に、どのような特徴をもつ文字が記憶に残りやすいかを検証する。本稿では、「記憶対象を読みやすい太字で表示するよりも、読みにくい細字で表示した方が覚えやすい」という仮説をたて、記憶対象の文字の太さを変更した記憶タスクを実施し、文字の太さが記憶容易性に与える影響について調査を行う。なお、記憶実験は我々が過去の研究で実施した特徴記憶実験[6]をベースにクラウドソーシング用に改良を行ったうえで実施し、学習における記憶対象の文字の太さと記憶効果の関係を明らかにする。

2. 関連研究

文字の太さに関して、様々な研究が行われている。李ら[9]は、明朝体、ゴシック体それぞれのひらがなとカタカナを用いて文字の太さを3種類に変更し、文字の印象評価を行った。その結果、文字の印象が太さに影響を受けやすいことや、最も太いフォントは男性的な印象が強くと、目につきやすいが、可読性が低くなることを明らかにした。また三枝ら[10]は、9種類の太さのゴシック体を用いて評価実験を行い、どの年齢層においても極度に細い書体は読みにくいと評価されることを明らかにした。さらに長谷川ら[1]は、複数の太さのフォントを用いて、無意味な文字列が同じであるかどうかを判断する異同判断にかかる時間を比較した。

1 明治大学
Meiji University
2 株式会社ワコム
Wacom

その結果、細すぎず太すぎないフォントで反応時間が遅くなったが、差はわずかであることを明らかにしている。このように文字の太さと印象や可読性の関係についての研究はなされているが、文字の太さと記憶の関係性については明らかになっていない。

表示媒体による記憶や読解力の影響についての研究も様々なものがあり、小林ら[11]は、紙媒体と iPad を用いて記憶実験を行い、紙媒体の方が記憶しやすいことを明らかにしている。Anne ら[12]は、説明文や物語文を用いた複数のテストを行い、紙媒体とディスプレイに表示した PDF テキストで比較を行った。その結果、紙媒体で読んだ生徒の方が、読解力テストにおいて、良い成績となることを明らかにしている。Kaufman ら[13]は、架空の物語を読解したうえでテストに取り組む実験を、ディスプレイと紙で比較し、ディスプレイは詳細に目が向き、紙媒体では情報を抽象化して認識することを明らかにしている。

文字の字形と記憶の関係についても、様々な研究がなされている。Oppenheimer ら[4]は、文字の色や太さが異なる複数のフォントを用いて記憶実験を行い、文字色を薄くしフォントを読みにくくすることで、記憶効果が上がることを明らかにした。我々の過去の研究[6]では、MS 明朝、MS ゴシック、女性の手書き文字 2 種類、男性の手書き文字 2 種類を用いて、架空の物事の特徴を記憶してもらう実験を行った。その結果、見た目が男性的な手書き文字で、かつ読みにくい場合に記憶容易性が高くなることを示した。しかし、これらの実験で用いた文字の太さは全て均一であり、記憶対象の文字の太さは変更されていない。

3. クラウドソーシングでの特徴記憶実験

3.1 実験概要

記憶対象の文字の太さと記憶効果の関係を検証するため、我々が過去の研究[6]で実施した架空の物事の特徴を覚えてもらう特徴記憶実験を実施する。今回は COVID-19 の影響で対面による実験ができないため、Yahoo!クラウドソーシング[14]用に設計し直し行う。Yahoo!クラウドソーシングには、膨大なユーザが登録されており、ユーザに報酬を支払うことで、タスクやデータ収集などの簡単な作業を依頼することが可能である。ここで、クラウドソーシングにおいては、その信頼性が重要になるが、その点については 3.2 節において詳しく述べる。

この実験では、MS 明朝を使用し、記憶対象の太さを変更した 2 条件（以下太-細条件、細-太条件とする）、文章と記憶対象が同じ太さ 2 条件（以下細-細条件、太-太条件とする）、計 4 種類を比較対象とした。4 つの条件は以下の通りである。なお、細字は Microsoft Word でのデフォルトの太さ、太字は文字の輪郭を 1pt 増やし太くしたものを使用し、文字サイズは 20pt とした。

ウベオータ ・アメリカで発見された ・高さ 20m ・黒色の体 ・商店街によく出没する ・優しい性格 ・平均寿命は 5 歳 ・頭の形は正方形 太-細条件	ウベオータ ・アメリカで発見された ・高さ 20m ・黒色の体 ・商店街によく出没する ・優しい性格 ・平均寿命は 5 歳 ・頭の形は正方形 細-太条件
ウベオータ ・アメリカで発見された ・高さ 20m ・黒色の体 ・商店街によく出没する ・優しい性格 ・平均寿命は 5 歳 ・頭の形は正方形 細-細条件	ウベオータ ・アメリカで発見された ・高さ 20m ・黒色の体 ・商店街によく出没する ・優しい性格 ・平均寿命は 5 歳 ・頭の形は正方形 太-太条件

図 1 データセットに使用した太さの条件

- 太-細条件：記憶対象が太字、文章が細字のまま
- 細-太条件：記憶対象が細字のまま、文章が太字
- 細-細条件：記憶対象、文章ともに細字のまま
- 太-太条件：記憶対象、文章ともに太字

実験に使用した文字条件と、記憶タスクの一部を図 1 に示す。

この実験では、我々の過去の研究[5]で実施した宇宙人をタスク対象とし、記憶対象の要素には、回答の種類 4 つ（抽象的に表現された場所、数値、国、色）を含め、出題する問題はそれらの種類に偏りがないよう設定した。

3.2 クラウドソーシングの問題とその解決

クラウドソーシングを利用した研究は、数多く行われている。Crump ら[15]は、Amazon Mechanical Turk (AMT) を用いて刺激の提示や反応時間など複数の実験を行い、実験方法がしっかりしている限り、集まったデータは実験室で行ったものとはほぼ一致したことを示した。また Enochson ら[16]は、AMT により Web ページに埋め込まれた Flash ムービー上の読み取りタスクを用いて、重要な心理言語学的効果を再現することに成功し、これらの結果は研究室で行われたデータと一致していた。以上のことから、本研究でもクラウドソーシングで記憶タスク実験を行うことができると期待される。しかし、クラウドソーシングでは、実験監督者が実験の様子を監視できず、実験協力者がタスク進行中に他の作業を行うこともできるため、指定したタスクを適切に行わないなどの恐れがある。

そこで本研究では、まず実験対象者のスクリーニングとして、研究室で実施してきた他の実験や調査で不真面目な回答をした 664 人を、事前に依頼対象から除いた。次に、これまでの記憶タスクでは実験監督者が、実験協力者が時間を計測し、図 2 のような各フェイズで、実験協力者に次にすることを促すことができていたが、クラウドソーシングを用いたオンライン実験ではその制御が難しい。そこで、記憶タスク用のウェブシステムを開発し、記憶フェイズの

所要時間が経過すると自動的に記憶対象が消え、忘却フェイズで一定時間がすぎると回答フェイズに移行してもらったようにした。

また、これまでは忘却フェイズで動画を視聴してもらっていた(図2)が、動画を視聴しているかどうかの判定を行うことができない。そこで忘却フェイズでは常に取り組みようなクロスワードを提示し、随時クロスワードを解いて回答を送信してもらった(図3)ことで、他の作業を行わないよう促した(図4)。なお、クロスワードの答えを送信していない実験協力者は、他の作業をしていたとみなし、対象から除外することとした。

さらに、これまでの実験では不審な動き(そもそも記憶しようとしていない、チートのため記憶対象を撮影するなど)を監視でき、その場にいることが抑止力になっていたが、クラウドソーシングのオンライン実験の場合、そうした監視を行うことができない。そこで、成績は問わないので記憶対象を撮影しないこと、また不真面目な回答には報酬が支払われないことを明記した。

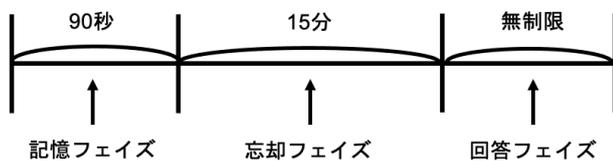


図2 過去の実験の流れ

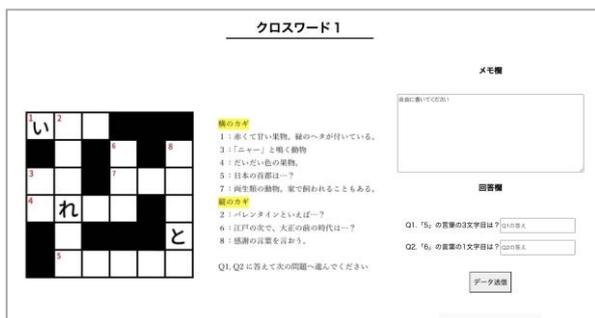


図3 クロスワードの例



図4 実験の流れ

3.3 実験手順

実験協力者は、20代から70代の300人(男性221人、女性78人、不明1人)であった。実験前に、実験の流れおよび注意事項、実験の例を確認してもらった。注意事項には、Google Chromeで全画面表示にしたうえで実験を行うこと、スクリーンショットを撮らないこと、ブラウザの戻るボタンを押さないことを注意書きとして示した。

実験は、図4の流れで進み、まずは記憶フェイズで架空の宇宙人の名前3つと、それぞれについての特徴が7つ記述された画面を提示し、90秒で覚えてもらった。提示した画面の例を図5に示す。ただし、3種類の宇宙人の並びはどの条件でも同様である。このときの記憶対象や文章の文字の太さは、図1に示した条件のいずれかである。

記憶対象が表示されてから90秒経過後、この表示が消え、強制的に記憶フェイズが終了する。このとき、「次へ」のボタンを押すことが可能となり、ボタンを押すと忘却フェイズに入る。忘却フェイズでは、クロスワードが簡単なものから難しいものまで5つ表示される(図3)。なお、クロスワードは1つずつ回答するものとなっており、5分間の忘却フェイズでは終わらないようにした。

5分経過すると、クロスワードが回答不可となり、解答フェイズに移るボタンが現れる。そのボタンをクリックすると解答フェイズに移り、架空の宇宙人3種類に対して、それぞれ特徴7つずつの計21項目のうち10項目の問題が出題される。問題の一部を図6に示す。問題は、提示した宇宙人の名前と特徴を並べ、宇宙人の特徴を回答する形式で作成し、回答は記述式とした(図6)。

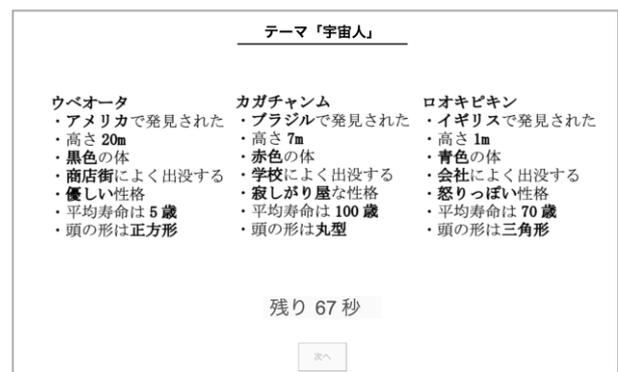


図5 提示した記憶タスクの例(太-細条件)

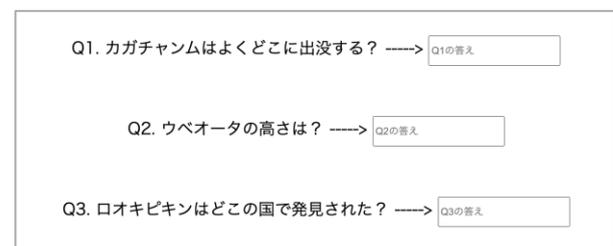


図6 問題文の例

3.4 結果

テストの採点基準は、図5の例で「ウベオータ」と「カガチャンム」を逆に覚えてしまっているなど、宇宙人の名前を完全に取り違えて覚えてしまっている場合には、単純なミスであるとし、記憶していることに変わりはないため正解とした。なお、クロスワードをやっていない実験協力者26人、全ての問題にわからないと答えている実験協力者6人、IDを2回送っているなど適切に実験を行わなかった実験協力者7人の計39人の数値を評価から除外した。

文字の太さごとのスコア平均を図7に示す。この結果より、どの条件でもスコアがほぼ同じであることがわかる。ここで、対応のない分散分析を行ったが、どの条件の間にも有意差は認められなかった。また、宇宙人ごとに着目し、文字の太さの条件と宇宙人ごとの正解率を求めたものを表1に示す。なお、表1左列は宇宙人の名前であり、「左」や「中央」は表示位置である。最も正解率の高い中央表示の「カガチャンム」と、最も低い左表示の「ウベオータ」との差は0.12である。ここで、対応のある分散分析を行ったところ、「カガチャンム」と「ウベオータ」の間にも、有意差が認められた ($p < 0.01$)。しかし、実験協力者内比較ができていないため、宇宙人の難易度が原因の可能性がある。

過去の研究[6]において、テストカテゴリにより正解率に差があった。そこで本実験でもテストカテゴリごとの正解率についても検討する。テストカテゴリとは、テストの問題における回答の種類のことであり、今回は「抽象的に表現された場所」「数値」「国」「色」の4つを取り扱う。

各テストカテゴリの正解率を表2に示す。表中では、学校や会社といった抽象的に表現された場所は「場所」と表記する。「国」が最も正解率が高く、「数値」が最も低くなり、過去の研究と異なる結果であった。

4. 実験協力者内比較実験

4.1 実験概要

本実験では実験協力者内比較を行うため、3種類の宇宙人についてそれぞれ文字の太さを変えて提示する。また、文章の太さを太字で表示されると見ていて疲れてしまう恐れがあると考え、太さの種類を追加し、条件を変更する。文字の太さの条件は以下の通りである。

- 太字条件：記憶対象が太字、文章が細字のまま
- 細字条件：記憶対象が細字のまま、文章が太字
- 極細条件：記憶対象が極細、文章が細字のまま

ここで、極細とはMicrosoft Wordで文字の輪郭を白色で0.25pt増やしたものである。実際に使用した文字条件を図8に、記憶タスクの一部を図9に示す。記憶タスクでは、3つの太さの条件を記憶対象にランダムに割り当て、同時に記憶してもらうこととした。なお、比較として記憶対象も文章も細字で表示した問題を解く実験協力者もいる。

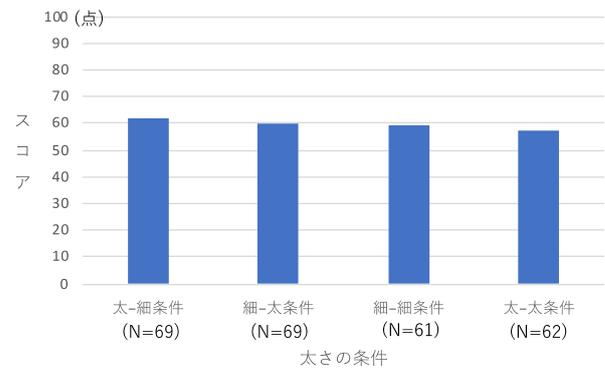


図7 太さの条件とスコア平均

表1 太さの条件と表示位置、宇宙人ごとの正解率

	ウベオータ (左)	カガチャンム (中央)	ロオキピキン (右)
太-細条件	0.57	0.68	0.57
細-太条件	0.50	0.63	0.61
細-細条件	0.51	0.60	0.61
太-太条件	0.51	0.64	0.54
全体	0.52	0.64	0.58

表2 テストカテゴリごとの正解率

	正解率
場所	0.55
数値	0.47
国	0.72
色	0.64

3章の実験では、実験協力者の男性と女性の人数に偏りがあった。そこでタスクを「男性限定」、「女性限定」と分けて実施した。なお、実験後のアンケートで性別を答えていただくことで最終確認を行い、「女性限定」の実験アンケートで男性と回答した場合は、不正回答者として除外した。

また、3章で実施した実験では、回答が記述式で難しすぎたことと、採点が手作業だったため採点においてぶれが生じた可能性も否めないため、この実験では回答を選択肢式とした。なお、問題を読まずに選択することを防ぐため、三浦ら[17]の研究を参考に、問題の途中に「この設問では必ず～を選択してください」というトラップ質問を3問設けた。これらのトラップ質問に正しく答えなかった実験協力者は、分析対象から除外する。

またこの実験では、3章の実験実施後に実験の結果を踏まえて出題する問題の選定をした。なお、テーマおよび記憶タスクは3章の実験と同様のものを用いる。出題する問題は、3章では10問であったが、この実験では1人の実験協力者で3つの太さの条件を比較するため、1条件4問、計12問とした。

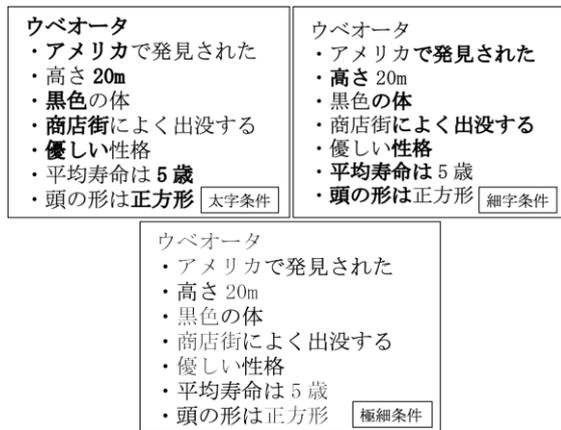


図 8 追加実験のデータセットに使用した文字

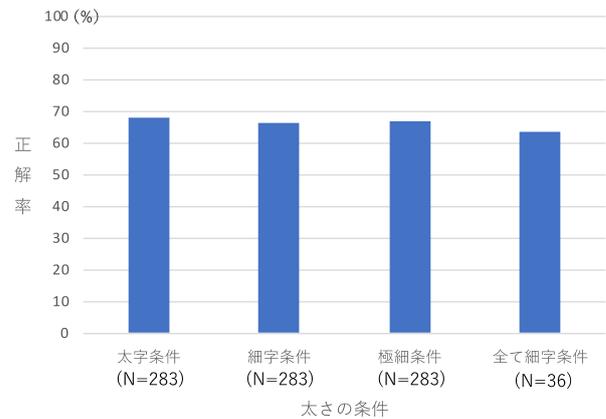


図 10 太さの条件と正解率



図 9 追加実験で提示した記憶タスクの例

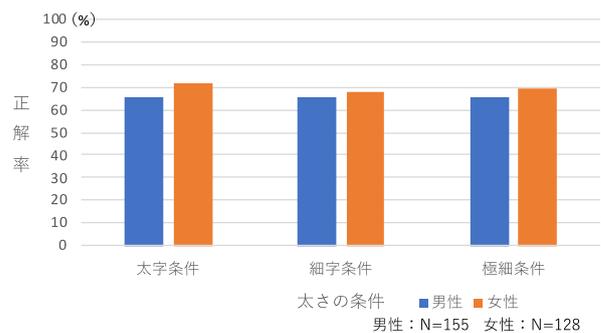


図 11 太さの条件と男女の正解率

4.2 実験手順

実験協力者は 400 人（男性：200 人，女性：200 人）であった。実験前の説明や注意事項，実験の例の確認は 3 章での実験と同様に行った。また，3 種類の架空の宇宙人と，それぞれの特徴 7 つを 90 秒で覚えてもらう点も変更していない。この際の記憶対象や文章の文字の太さは，図 9 のようなもので，図 8 に示した条件をミックスしたものである。記憶開始してから 90 秒経過後，情報を非表示にして記憶フェイズを終了し，忘却フェイズに入る。忘却フェイズでは，3 章の実験と同様にクロスワードを 5 分間解いてもらった。その後の回答フェイズでは，架空の宇宙人 3 つに対して，それぞれ 7 つの特徴，計 21 項目のうち 12 項目をテストとして出題し，選択肢式で回答してもらった。

実験終了後にはアンケートを実施し，3 つの太さの条件の読みやすさや，記憶のしやすさ，どのように記憶しようとしたか，実験についての感想を回答してもらった。

4.3 結果

テストの採点は，3 章の実験では宇宙人の取り違えを正解としたが，本実験では選択式のため完全正答とした。なお，クロスワードをやっていない 21 人，全ての問題にわからないと答えている実験協力者 6 人，トラップ質問に適切に回答しなかった実験協力者 9 人，ID とコードを間違えて送っているなど適切に実験を行わなかった実験協力者 45

表 3 太さの条件と表示位置，宇宙人ごとの正解率

	ウベオータ (左)		カガチャム (中央)		ロオキピキン (右)	
	男性	女性	男性	女性	男性	女性
太字条件	0.71	0.70	0.65	0.70	0.61	0.74
細字条件	0.63	0.71	0.63	0.70	0.70	0.73
極細条件	0.60	0.55	0.67	0.72	0.68	0.82
平均	0.65	0.65	0.65	0.71	0.66	0.73
全体	0.65		0.68		0.70	

人の計 81 人を除外し，最終的には男性 173 人，女性 146 人が分析対象となった。

文字の太さごとの正解率を図 10 に示す。この結果から，太さの条件によって正解率はほぼ変化しないことがわかる。ここで，対応のある分散分析を行ったが，どの条件の間にも有意差は認められなかった。また，実験協力者を男女で分け，太さの条件ごとに比較を行った。その正解率を図 11 に示す。結果に大きな差はないが，どの太さの条件でも，女性の方が高い正解率であることがわかる。ここで，太さの条件ごとに男女で分散分析を行ったが，有意差は認められなかった。

太さの条件と表示位置および宇宙人の種類ごとの正解率を表 3 に示す。なお，この分析以降は，全て細字条件の

実験協力者のデータも含む。結果より、全体で表示位置および架空の宇宙人による正解率はほぼ変わらなかった。また、対応のある分散分析を行ったが、有意差は認められなかった。このことから、宇宙人の種類による難易度の差はほぼないことがわかった。また、女性はどの太さの条件でも右表示が最も正解率が高かった。さらに、女性の極細条件で右表示の正解率が高く、左表示の正解率が低くなった。ここで、女性の極細条件で表示位置による分散分析を行ったところ、左表示と右表示の間に有意差が認められた ($p<0.05$)。一方、男性は表示位置による差は大きくなく、正解率の変化はなかった。

太さの表示条件ごとの宇宙人の正解率を表4に示す。なお、太-細-極とは「ウベオータ」が太字条件、「カガチャンム」が細字条件、「ロオキピキン」が極細条件のように、宇宙人の表示条件を示している。結果より、女性は太-極-細を除いて右表示になるにつれて正解率が上がっている。一方、男性は表示位置ごとにブレが生じている。つまり、女性は太-極-細の表示は記憶に向いていないが、他のパターンであれば右表示になるにつれて正解率が上がり、男性は太さの表示位置による影響は少ないと考えられる。

テスト問題を12問に増やしたことで、比較できるカテゴリとして3章で述べた4つに加え、「形状」と「形容詞」の2つが増え、6つのカテゴリで比較した。テストカテゴリごとの正解率を表5に示す。3章における実験と同様、国の正解率が最も高く、数値の正解率が最も低くなり、過去の研究と異なる結果となった。このような結果になった要因として、過去の研究の問題に比べ、本研究での問題は有名な国のみを出題したため、正解率が高くなったと考えられる。また、数値は過去の研究でも国の次に悪い正解率であったため、覚えにくいカテゴリであることが示唆された。

太さの条件ごとでは、正解率の平均は差がなかった。そこで個人に着目し、条件間で、3つ以上の正解差がある実験協力者の得意な太さの条件、不得意な太さの条件を数えた。その人数を表6に示す。なお、太字条件で4つ正解、細字条件と極細条件で1つ正解の場合は、細字条件と極細条件の両方が不得意な条件の両方にカウントしている。結果より、人数は条件によってばらばらなことがわかる。つまり、人によって記憶しやすい太さの条件、記憶しにくい太さの条件が異なると考えられる。

実験で使用した3種類の太さの条件について、実験協力者本人にとっての読みやすさ、記憶しやすさを回答してもらった結果を表7、表8に示す。読みやすさの評価は、太字条件が読みやすいと答えた人数が最も多く、極細条件が最も少なかった。また、記憶しやすさの評価も同様で、太字条件が記憶しやすいと答えた人数が最も多く、極細条件が最も少なかった。これは、実際にどの程度記憶できていたのかという結果と異なっており、興味深いものである。

表4 太さの表示条件と宇宙人ごとの正解率

	ウベオータ (左)		カガチャンム (中央)		ロオキピキン (右)	
	男性	女性	男性	女性	男性	女性
太-細-極	0.73	0.75	0.69	0.83	0.71	0.85
太-極-細	0.68	0.64	0.75	0.66	0.69	0.58
細-太-極	0.71	0.69	0.63	0.75	0.65	0.78
細-極-太	0.56	0.72	0.58	0.78	0.55	0.82
極-太-細	0.56	0.57	0.67	0.64	0.70	0.68
極-細-太	0.65	0.53	0.57	0.60	0.66	0.68

表5 テストカテゴリごとの正解率

	正解率
場所	0.68
数値	0.56
国	0.76
色	0.65
形状	0.70
形容詞	0.70

表6 得意不得意の人数

	得意	不得意
太字条件	11	9
細字条件	12	13
極細条件	9	14

表7 読みやすい、読みにくいと回答した人数

	読みやすい	読みにくい
太字条件	292	27
細字条件	139	180
極細条件	98	221

表8 記憶しやすい、記憶しにくいと回答した人数

	記憶しやすい	記憶しにくい
太字条件	304	15
細字条件	123	196
極細条件	57	262

5. 考察

5.1 文字の太さの条件ごとについて

実験結果より、記憶対象の文字の太さによる記憶容易性の向上はみられなかった。また、実験協力者内比較実験のアンケート結果では太字条件が記憶しやすいと回答した人が多いが、正解率は他の条件とさほど変わりがなかった。つまり、記憶しやすいと思っている条件でも、実際の記憶

効果は変わらないことがわかった。また、我々の過去の研究[6]では読みにくい文字が記憶に残りやすいことが明らかになっているが、本研究では読みにくいと考える太さでも記憶効果は上がらなかった。このような結果になった要因として、文字形状と文字の太さでは、読みにくさの意味が違うものであった可能性が考えられる。

5.2 表示位置の関係について

記憶対象の文字の太さが均一であった 3 章の実験では、宇宙人および表示位置によって正解率が異なり、中央に表示していた宇宙人の正解率が最も高かった。一方、記憶対象の文字の太さを宇宙人および表示位置ごとに変更した実験協力者内比較実験では、右側表示の宇宙人の正解率が高かった。つまり、記憶対象の文字の太さが全て同じ場合は中央が覚えやすく、記憶対象の文字の太さが表示位置によって異なる場合は、右側が覚えやすい可能性が示唆された。

また、実験協力者内比較実験より、女性は右表示の場合に正解率が高く、男性はどの表示位置でも正解率が変わらないことがわかった。つまり、女性は記憶タスクが右側にあると目に入りやすく、記憶容易性が向上すると予想される。しかし、太さの並びが左から太-極-細の場合、右側に表示されるタスクでも記憶容易性が低くなる可能性がある。一方、男性はどの表示位置でも正解率が変化するのではなく、満遍なく見ていると考えられる。

5.3 2 回の実験による比較

2 回の実験は別の実験として扱い、1 回目の実験を適切に行った実験協力者には 2 回目の実験も参加を依頼することができる。本研究では、実験を 2 回ともクラウドソーシングで実施したため、2 回実験を行った実験協力者がいる。そこで、両実験に参加した人の実験協力者内比較実験のスコアと、実験協力者内比較実験のみ参加した人の正解率を比較した。その結果を図 12 に示す。

グラフから、両実験協力者の正解率の方が高いことがわかるが、対応のない分散分析を行ったところ、有意差は認められなかった。そのため、両実験への参加は多少の影響があると考えられるが、有意差は認められなかったことから、同一の記憶タスクを出したとしても大きな問題とならないことが分かった。

5.4 クラウドソーシングでの記憶タスクの実施

実験協力者内比較実験で、クロスワードを適切に取り組んでいなかった実験協力者は 21 人いた。この実験協力者と、適切に実験を行った実験協力者の正解率を図 13 に示す。なお、適切に実験を行った実験協力者はグラフ左、クロスワードを適切に取り組まなかった実験協力者はグラフ中央である。適切に実験を行った実験協力者の正解率の方が高い。このことから、クロスワードを適切に取り組まなかった実験協力者は、他の作業を行っていた可能性がある。つまり、クロスワードは実験協力者が適切かどうかを分類できる 1 つの指標と考えられる。

全ての問題にわからないと回答した実験協力者は、6 人いた。しかし、問題の回答には全てわからないとしたものの、問題に含めたトラップ質問には適切に回答をしていた。このことから、全てわからないと回答した実験協力者が、記憶が非常に苦手であった場合がある。しかし、記憶タスクを全く見ていない可能性もあるため対象から除外する必要があると考える。

実験協力者内比較実験で、3 つのトラップ質問に適切に回答、対応をしなかった実験協力者は 9 人いた。なお、対応をしなかった実験協力者は全員が男性であった。適切に回答や対応をした実験協力者と、トラップの質問を適切に回答、対応をしなかった実験協力者の正解率を図 13 に示す。なお、図 13 ではトラップ質問を適切に回答、対応をしなかった実験協力者は、適切に実験を行わなかったと表記しており、適切に実験を行った実験協力者はグラフ左、適切に実験を行わなかった実験協力者はグラフ右である。

この結果より、適切に行っていない実験協力者の正解率の方が、正解率が低いことがわかる。また、一部の実験協力者は読みやすさなどのアンケートで、全ての太さの条件に対する評価を同じにしている。これらのことから、問題文を読まずに選択肢を押している、もしくは記憶タスクを見ていない恐れがある。つまり、トラップ質問を設置することで適切にタスクに取り組んでいない実験協力者を除外することができると考えられる。

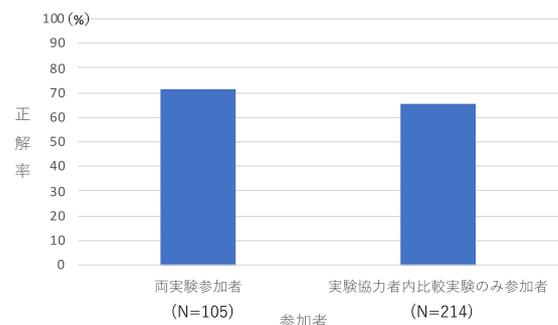


図 12 両実験協力者と実験協力者内比較実験のみ協力者の平均正解率

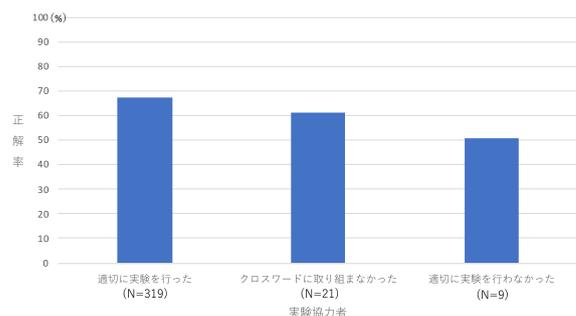


図 13 適切に実験を行った実験協力者とクロスワードに取り組まなかった実験協力者の正解率

また、3章の実験では回答が記述式であったが、実験協力者内比較実験では、回答を選択肢式に変更した。このことにより、タスク実施の難易度が下がり、離脱率を下げることにも繋がったのではないかと考える。

6. まとめ

本研究では、記憶対象の文字の太さの条件と記憶の関連について、「記憶対象を目立つ太字で表示するよりも、目立たない細字で表示した方が覚えやすい」という仮説のもと、複数の太さの条件を用いて特徴記憶実験を行い、どの太さの条件が覚えやすいか検証した。

本研究ではまずクラウドソーシングで実験を行うための記憶タスクの設計を行い、システムによる自動制御と、クロスワードなどによる適切な忘却、また不適切な回答を検出する仕組みを実現した。また、クラウドソーシング上で実験を実施し、文字表現が記憶においてどのような影響を及ぼすかの検証を行った。実験の結果、記憶対象を目立つ太字、目立たない細字で表示しても、記憶効果は変わらないことが示唆された。また、記憶対象を目立つ太字、文章を細字で表示する条件が記憶しやすいと思っている人が多かったが、実際には他の太さの条件でも正解率は変わらず、自身が記憶しやすいと思っていたとしても必ずしも記憶効果が大きいとは限らないことが分かった。

今回のクラウドソーシング上での実験は、対面での実験ほど正確ではない可能性がある。そこで今後は、今回の実験を対面でも再現できるかを検証予定である。また、本研究ではMS明朝を用いて実験を行ったが、我々の過去の研究[6]で男性的な手書き文字で読みにくい場合に記憶容易性が上がることを示しているため、記憶対象の太さを変更した手書き文字での検証も行う予定である。さらに、本研究で比較した太さ以外の条件での検証も予定している。

今後は、文字形状とその工夫が記憶に及ぼす影響を検証するとともに、暗記学習に適切な文字の特徴と工夫を見つけることで、効率のよい学習手法、試験勉強に向けた記憶容易性を高めるノートを実現する予定である。

謝辞 この研究の一部は、JST ACCEL（ Grant 番号 JPMJAC1602）の支援によるものです。

参考文献

- [1] 長谷川要, 久野雅樹. 字体の太さが文字認識に及ぼす影響. 言語処理学会 第23回年次大会 発表論文集, 2017, p. 134-137.
- [2] Nishimura, H., Shibata, K., Inazuka, Y., Kuwahara, N.. A Study of Eye Movement Analysis for Investigating Learning Efficiency by Using a Highlighter Pen. DHM2016, vol.9745, p. 576-585.
- [3] Nishimura, H., Kuwahara, N.. A study on Learning Effects of Marking with Highlighter Pen. DHM2015, vol.9184, p. 357-367.
- [4] Oppenheimer, D. M., Diemand-Yauman, C., & Vaughan, E. B.. Fortune favors the bold (and the italicized): Effect of disfluency on

- educational outcomes. *Cognition*. 2011, vol.118, no.1, p. 111-115.
- [5] Ito, R., Hamano, K., Nonaka, K., Sugano, I., Nakamura, S., Kake, A., Ishimaru, K.. Comparison of the Remembering Ability by the Difference Between Handwriting and Typeface. *International Conference on Human-Computer Interaction (HCI 2020)*, vol. CCIS 1224, p. 526-534.
- [6] 山崎郁未, 澤佳達, 伊藤理紗, 濱野花莉, 中村聡史, 掛晃幸, 石丸築. 文字の見た目が記憶に及ぼす影響. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション, 2020, vol.2020-HCI-189, no. 16, p. 1-7.
- [7] Ivan, B., Tatiana, Z., Iuliia, I., Maria, S.. Legibility of Light and Ultra-Light Fonts. *Eyetracking Study, NordCHI'16*, Article. 110, p. 1-6.
- [8] 阿久津洋巳, 近藤雄希. 文字の読みやすさ 2: 読みやすさと読みの速さの比較. *日本官能評価学会誌*, 2010, vol.14, no. 1, p. 26-33.
- [9] 李志炯, 崔庭瑞, 小山慎一, 日比野治雄. 文字の太さによる印象の変化—明朝体・ゴシック体のひらがなとカタカナを中心に—. *デザイン学研究*, 2017, vol. 63, no. 5, p. 101-108.
- [10] 三枝竜, 竹本雅憲, 窪田悟, 佐々木愛, 石坂博司. 電子書籍リーダーの日本語フォントの読みやすさの比較—異なる年齢層の参加者による一体比実験の結果—. *映像情報メディア学会年次大会講演予稿集*, 2013, vol. 16, no. 11, p. 1-2.
- [11] 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の比較—. *情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション*, 2012, vol. 2012-HCI-147, no. 29, p. 1-7.
- [12] Anne, M., Bente, R. W., Kolbjørn, K. B.. Reading linear texts on paper versus computer screen: Effects on reading comprehension. *International Journal of Educational Research*, 2013, vol. 58, p. 61-68.
- [13] Kaufman, G., Flanagan, M.. High-Low Split: Divergent Cognitive Construal Levels Triggered by Digital and Non-digital Platforms. *CHI2016*, p. 2773-2777.
- [14] Yahoo!クラウドソーシング. <https://crowdsourcing.yahoo.co.jp/>, (参照 2020-11-1).
- [15] Crump, M.J.C., McDonnell, J.V., Gureckis, T.M.. Evaluating Amazon's Mechanical Turk as a tool for experimental behavioral research. *PLoS One*, 2013, vol. 8, Issue3: e57410.
- [16] Enochson, K., Culbertson, J.. Collecting psycholinguistic response time data using Amazon mechanical Turk. *PLoS One*, 2015, vol. 10, Issue3: e0116946.
- [17] 三浦麻子, 小林哲郎. オンライン調査モニタの Satisfice 行動に関する実験的研究. *社会心理学研究*, 2015, vol. 31, no. 1, p. 1-12.