

# 筆跡の自筆との類似性が記憶容易性に及ぼす影響の検証

高野沙也香<sup>1</sup> 山崎郁未<sup>1</sup> 伊藤理紗<sup>1</sup> 濱野花莉<sup>1</sup> 菅野一平<sup>1</sup>  
中村聡史<sup>1</sup> 掛晃幸<sup>2</sup> 石丸築<sup>2</sup>

**概要**：近年の記憶学習においては、教科書や電子資料、手書きで記録したノートを用いることが一般的である。我々は、これまでにフォントと筆跡の記憶効果の違いについて複数研究を行ってきた。その結果、提示した筆跡と自身を書く手書き文字との類似性と記憶容易性の関係について、実験ごとにそれぞれ異なる結果が得られており、自筆文字と似た筆跡で書かれた情報が記憶しやすいのかは明らかになっていない。そこで本研究では、記憶対象の筆跡と自筆文字との類似性が記憶に与える影響を調べるため、特徴記憶実験を行う。また、特徴記憶実験に先立ち、2つの筆跡評価システムを用いて実験参加者の筆跡の特徴を分析し、複数筆跡間の類似性を求める。

**キーワード**：手書き文字、類似性、記憶、字形、記憶容易性

## 1. はじめに

PC やスマートフォンなどの電子機器の普及をきっかけに学習方法は変化を遂げており、電子資料やPCにタイピングにより記録したノートを学習に用いる事例が増えているものの、手書きによる記録の機会はいまだに多く存在する。ここで、手書き文字を用いた学習の効果についての研究は多くされており、長塚ら[1]は、紙媒体へのノートテイキングがノートの取りやすさや見返しやすさにおいて、PCを大きく上回ることを明らかにしている。また赤堀ら[2]は、学習教材としてのiPad・紙・PCの特性比較を行っており、紙が基礎的問題、知識・理解の問題において、iPadが応用的問題、理解・総合問題において優れた成績を示したことを明らかにしており、学習する際の媒体として紙とiPadの併用が最も優れた学習効果を生み出すと予想している。以上のように、電子機器が普及している現代においても手書きを用いた学習には需要があることがわかる。

我々も、これまでにフォントと筆跡での記憶効果について研究を行っており、2種類のフォントと2つの特徴の異なる筆跡を用いて記憶実験を行い、ゴシック体の場合に記憶容易性が下がる一方で、提示した筆跡と自身を書く手書き文字（以降、自筆文字とする）が類似している場合に記憶容易性が上がることを示した[3]。しかし、この研究では女性のみ筆跡を用いており、独立性に問題があった。そのため、男性の筆跡2つを追加して同様に記憶実験を行い、提示した筆跡と自筆文字が類似していない場合に記憶容易性が上がることを示した[4]。これは、Oppenheimerら[5]が明らかにした、流暢性の低い文字が記憶容易性を高める非流暢性効果と、川上ら[6]が明らかにした、接触経験のある筆跡で書かれたメッセージは、流暢に処理されるため読みやすいというこれらの効果を支持する結果であった。しか

し[3]と[4]の研究では、自筆文字との類似性と記憶容易性の関係において異なる結果となっていた。これは、提示した筆跡と自筆文字との類似性を実験参加者自身が評価しているため、実際の類似性とは異なっており、自筆文字との類似性が記憶容易性に及ぼす影響について、結果が正確ではなかった恐れがある。

そこで本研究では、「自筆文字と類似性の高い筆跡は記憶容易性を低下させる」という仮説を立て、自筆文字との類似性が記憶にどのような影響を及ぼすのかを検証する。ここではまず、記憶実験の対象となる実験参加者を集め、その実験参加者全員から筆跡を収集した後、記憶実験に用いる特徴の異なる4つの筆跡を選定する。記憶実験用の筆跡の選定においては、実験参加者らの筆跡に対して自筆文字との類似性について自己評価及び他者評価を行い、その筆跡のいずれかが各実験参加者の筆跡と類似するようなものを選定する。ここで、各々の筆跡が似ているかどうかの評価を行うことは容易ではなく、また新規に筆跡が追加された場合にすべての筆跡との類似性評価を行わなければならないという問題がある。そこで、筆跡に対する形容詞対を設計し、その評価をもとにした筆跡の類似判定の可能性を検討する。また、各筆跡で記述された架空の物事の特徴を記憶する特徴記憶実験[3][4]を通して仮説を検証する。

## 2. 関連研究

文字形状と記憶の関係について様々な研究が行われている。まず、Oppenheimerら[5]は、文字の太さや色の濃さが異なる複数のフォントを用いて記憶実験を実施し、読みにくいフォントが記憶成績を高めることを明らかにしている。根岸ら[7]は、読みやすいフォントと読みにくいフォントで書かれた文章を提示し、インターバルを挟んだ後で提

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

示した文章に関するテストを行った。その結果、読みにくいフォントタイプで書かれた場合の方が、文章理解と内容の記憶において有利であることを示している。宮川ら[8]は、演算スパンテストのスコアが低い群において、流暢性の低刺激で記憶成績が向上したとしている。川上ら[6]は、実験参加者に接触経験のある筆跡と未接触の筆跡で書かれたメッセージを、実験参加者に関与度の高い内容と低い内容に分けて提示する実験を行った。その結果、接触経験のある筆跡で書かれた関与度の低いメッセージに対して、より納得しやすくなることを明らかにしている。

表示媒体による学習への影響に関しても様々な研究が行われており、小林ら[9]は紙と iPad を用いて記憶テストと理解テストを行い、紙の方が iPad よりも説明的文章における記憶成績が良く、また説明的文章及び文学的文章における理解成績が良いことを明らかにしている。曾根原ら[10]は、実験参加者を記録媒体なし群・手書きで記録する群・PC におけるタイピングで記録する群の 3 つに分け、記録した内容に関する記憶テストを行った。その結果、手書きで記録する群は少ない記録文字数で効率的に得点を挙げたとしている。

以上のように、文字形状と記憶に関する研究は様々行われている。しかしこれらの研究では、自筆文字と記憶に用いた筆跡との類似度として実験参加者の主観評価を用いているため、客観的に自筆文字と類似した筆跡が記憶に及ぼす影響については明らかになっていない。

### 3. 記憶実験用の筆跡選定

特徴記憶実験では、記憶実験の参加者の筆跡の中で可能な限り互いに似通っていない筆跡を選定することが重要である。本章では、この記憶実験用の筆跡の選定方法及び選定結果について述べる。

#### 3.1 筆跡の収集

特徴記憶実験に参加する実験参加者を代表する複数の筆跡を選定するためには、全実験参加者の筆跡を集め、類似しているかどうかの比較を行う必要がある。そこでまず 20 歳から 24 歳の大学生及び大学院生 28 人（男性 13 人、女性 15 人）に依頼し、太宰治作の「走れメロス」、夏目漱石作の「吾輩は猫である」、宮沢賢治作の「ポラーノの広場」の一节をそれぞれ白紙に黒ボールペンを用いて書いてもらった。なお、用いたすべての文章は、ひらがな・カタカナ・漢字が含まれているものを選択した。また、手書きする際の条件として、授業において黒板の文字をノートに書き写す程度で書くように依頼した。この条件は、日常で慣れ親しんでいる自身の筆跡を取得するために指定した。

#### 3.2 筆跡の類似度評価

3.1 節において収集した筆跡について、その類似度を求める。ここで筆跡の類似度の求め方として、複数の筆跡を並

べ、ある筆跡がどの筆跡と似ているかを人に判断してもらう方法がまず考えられる。しかし、こうした類似度は主観的なものになるうえ、比較対象が増えると比較が困難になるという問題がある。そこで、複数筆跡の比較に加え、指標対を用いた客観的な類似性の評価についても行うことで、類似度の評価方法を検討する。以降では、その各方法について説明する。

#### 3.2.1 比較による筆跡の類似度評価

複数の筆跡を並べ比較する類似度評価では、類似判定を行うシステム（以降、類似性評価システムとする）を作成し実施する。具体的には、集めた筆跡からお題となる筆跡 1 つと、比較対象となる筆跡を提示し、その中からお題の筆跡と類似していると感じる筆跡を選択してもらうものとした。

ここで、今回用意した筆跡は 28 人分であるため、1 つのお題となる筆跡に対して、27 人分の筆跡が比較対象となる。しかし、一対比較では評価数も増えるうえ、類似の基準が曖昧であり、評価が難しいという問題がある。一方、1 つのお題となる筆跡に対して、27 の筆跡を一度に提示して似ているものを判定してもらう方法も考えられるが、その数の筆跡を一度に比較するのは容易ではない。

そこで本評価では、比較対象となる 27 の筆跡を 3 分割し、1 つの筆跡に対して 9 つずつ筆跡を同時に提示し、その中で類似判定を行ってもらう。なお、類似する筆跡は 1 つのみとは限らないため、実験参加者には、お題の筆跡に類似している筆跡を最大 3 個選択することを可能とした。また、類似している筆跡が無いと思う場合は「お題と似ている筆跡は無い」という選択肢を選択可能にした。類似性評価システムの画面の一例を図 1 に示す。図中で水色の枠線で囲まれている筆跡は、実際に選択された筆跡である。

以上の手順を 1 つの筆跡に対して 3 回繰り返して、全 28 個のお題に対して評価を行うため、実験参加者には同様の手順を計 84 回行ってもらった。

実験終了後にはアンケートを実施し、実験参加者の性別、授業時にノートを取る媒体と記入方法、手書きで文字を書く頻度、書道経験の有無について回答してもらった。

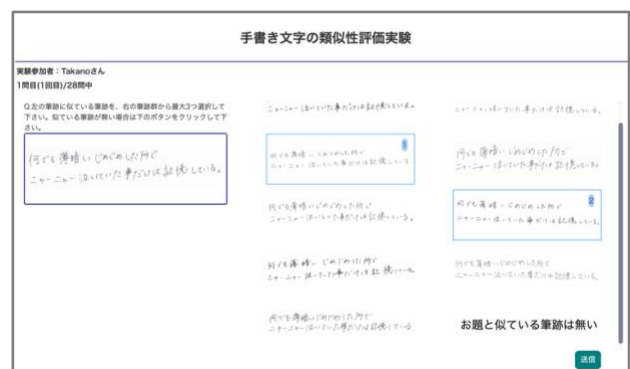


図 1 類似性評価システムにおける筆跡選択画面

### 3.2.2 評価指標対を用いた筆跡の類似度評価

指標対に基づく客観的な類似度評価においても、特徴評価システムを作成し実施した。集めた筆跡群からお題となる筆跡を選定して提示し、10個の評価指標対を用いて、その特徴を4段階で評価してもらうことで行う。ここで評価指標対には、松野[11]が行った筆跡から受ける印象評定実験に用いられ、かつ因子分析によって3因子に分類された、12個の評価指標対のうち9個(「整っている/くずれている」、「読みやすい/読みにくい」、「かたい/やわらかい」、「かわい/かわいくない」、「男性的/女性的」、「角ばっている/丸い」、「のびのびした/こぢんまりした」、「暗い/明るい」、「弱々しい/力強い」)を採用した。また、これらに、類似性を表す「親しみがある/親しみがない」を追加し、10個の評価指標対を用いることとした。

具体的には、各評価指標対において、お題の筆跡の特徴として当てはまると思う評価値を4段階から選択する試行を28回行ってもらった。図2は、筆跡の特徴評価システムの画面の一例である。なお、10個の評価指標対の表示順序は、表示されるお題の筆跡ごとにランダムとした。

### 3.3 類似度評価結果

類似度評価のため、類似性評価システムと特徴評価システムを利用し調査を実施した。なお本調査は、3.1節の筆跡を提供してくれた28人のうち、22人に協力してもらった。

特徴評価システムで得た4段階の評価を-1.5, -0.5, +0.5, +1.5とし、筆跡ごとに各評価値の平均を算出し、筆跡間のコサイン類似度を求めた。なお、「親しみがある/親しみがない」は個人に依存した指標対であるため、この指標対を除いた9個の評価指標対で算出した。また、0近傍の値の正負の影響を抑えるために、平均評価値の絶対値が0.25以下の場合には値を0とみなした。その結果、コサイン類似度の最大値は0.959、最低値は-0.901となった。

また、類似性判定システムで得た類似筆跡のリストから、各実験参加者2人ずつの筆跡の類似度を求めた。具体的には、実験参加者の2人をA・Bとしたとき、AとBの筆跡の類似度 $Similarity(A, B)$ は以下の式で表すことができる。

$$Similarity(A, B) = \frac{Choice(A, B) + Choice(B, A)}{N}$$

なお、 $Choice(X, Y)$ はお題がXのときにYを選択した人数を意味しており、 $N$ は全実験参加者の人数である。今回の実験では $N = 22$ であり、人の主観的な類似度の最大値は1.273となった。

ここで、実験参加者の筆跡を分類するために、各システムから得たそれぞれのデータに対してクラスタリングを行った。まず、特徴評価システムから得た9個の評価指標対の評価値平均を用いて Variational Bayesian Gaussian Mixture (VBGMM) によるクラスタリングを行ったところ、5つの

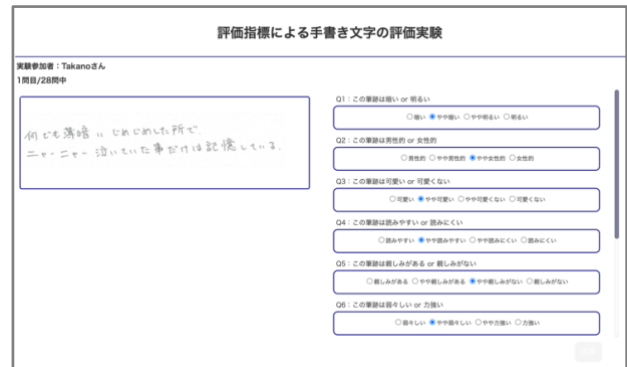


図2 特徴評価システムにおける筆跡の特徴評価画面

表1 VBGMMにより分類した各クラスタの筆跡の特徴

クラスタ番号	特徴
クラスタ1	読みやすい, 角ばっている
クラスタ2	やわらかい, 丸い, 弱々しい
クラスタ3	くずれている, かわいくない, 男性的
クラスタ4	読みやすい, 整っている, 女性的, やわらかい, かわい, 丸い, 明るい
クラスタ5	読みやすい, 整っている, 明るい, のびのびした, 力強い

表2 人の主観的な類似度により分類した各クラスタの筆跡の特徴

クラスタ番号	特徴
クラスタ1	くずれている, かわいくない, 男性的
クラスタ2	読みやすい
クラスタ3	読みやすい, 丸い

クラスタに分類された。クラスタごとに実験参加者の評価指標対の平均を求めることで得た、各クラスタの筆跡の特徴を表1に示す。次に、人の主観的な類似度が0.7以上の筆跡間のみを繋いだネットワーク図を作成し、クラスタリングを行った。その結果、3つのクラスタと2人から構成される1つのライン、1人の独立に分類された。表2にVBGMMによるクラスタと同様に求めた、各クラスタの筆跡の特徴を示す。

### 3.4 4つの筆跡の選定

特徴の異なる筆跡を選定するために、3.3節で求めた各クラスタの代表者となる筆跡を求めた。VBGMMにより分類したクラスタ群に対しては、筆跡間のコサイン類似度が0.8以上の間のみを繋いだネットワーク図を作成し、各クラスタ内で繋がりを最も多く持つ筆跡を代表筆跡とした。同様に、人の主観的な類似度により分類したクラスタ群におい

ても代表筆跡を求めた。このようにして、2種類のクラスターの各クラスターの筆跡の特徴を考慮しつつ、両クラスター群に共通する代表筆跡4つを選出し、特徴記憶実験で用いることとした。選出した4人の筆跡の特徴と、読みやすさの指標対における評価値の平均を表3に示す。

## 4. 特徴記憶実験

### 4.1 実験概要

情報を提示する筆跡と自筆文字との類似性が記憶に与える影響を検証するため、我々の過去の研究[3][4]で行った、架空の物事の特徴を記憶してもらう特徴記憶実験を行う。この実験では、3.4節において選出した特徴の異なる4つの筆跡を用いることとした。実際に実験に使用した筆跡と、記憶タスクの一部を図3に示す。

### 4.2 タスク設計

これまでの研究[4]において、普段の生活で関わる人が多いテーマの平均点が高くなることが示されたため、実験前に著者らで協議を行い、実験参加者である大学生らが普段触れる機会の少ない、4つのテーマ(宇宙人、化石、RPG風のキャラクター、深海生物)を選定した。また、各テーマに架空の固有名詞を3つずつ作成し、それぞれについての7つの特徴を創作し、列挙した。なお、固有名詞の作成時には、既存の単語や固有名詞と語感が似ているものが存在しないよう工夫を行った。また、これまでの研究[4]において、色や国などの特徴のカテゴリによって正答率が異なることが示されたため、すべてのテーマにおいて7つの特徴のカテゴリ(国、色、場所、形容詞、1~2桁の数値、3~4桁の数値、既存の単語)を統制した。

### 4.3 実験手順

実験参加者は、明治大学に在学する大学生及び大学院生13人(男性6人、女性7人)であった。なおこの実験では、参加者自身の筆跡と他者の筆跡との自己評価の類似度が明らかになっている必要があるため、3章の類似度評価してもらった人の中から実験を依頼した。また、全員のテーマの提示順は統一とし、「宇宙人」「化石」「RPG風のキャラクター」「深海生物」の順に提示した。

実験では、各テーマについてそれぞれ3つの固有名詞と、それぞれの物事に関する7つの特徴が記述されている紙を実験参加者に提示し、それらを90秒で覚えてもらった。このときの文章は、図3で示した4つの筆跡のいずれかで記述したものであり、試行ごとに提示する筆跡を変更した。

90秒経過後、覚えるのをやめてもらい、約15分間の動画を見てもらった後でテストに取り組んでもらった。テストでは固有名詞3つに対して、それぞれの特徴7つずつの計21項目から10項目を出題した。なお、計4回のテストで出題される全40問のカテゴリにおいて、これまでの研究[12]で正答率の高かった国と形容詞の出題回数を7回、

正答率の低かった場所と色の出題回数を6回、正答率の最も低かった1~2桁の数値と3~4桁の数値の出題回数を4回に設定した。図3で示した記憶タスクに対する問題文の一部を図4に示す。テストでは、提示した固有名詞と特徴を無作為に並べ、固有名詞の特徴を回答してもらう形式で作成した。この実験では、実験開始前に例題を提示することで練習を無くし、一連の流れを全部で4回行った。

表3 VBGMMにより分類した各クラスターの代表筆跡の特徴と読みやすさの評価

筆跡	特徴	可読性
A	やわらかい, 女性的, 丸い, こぢんまりした, 弱々しい	0.14
B	読みやすい, 整っている, 丸い, やわらかい, かわいい, 女性的	0.68
C	かわいくない, 男性的	-0.32
D	読みやすい, 整っている, 明るい, のびのびした, 力強い	1.05

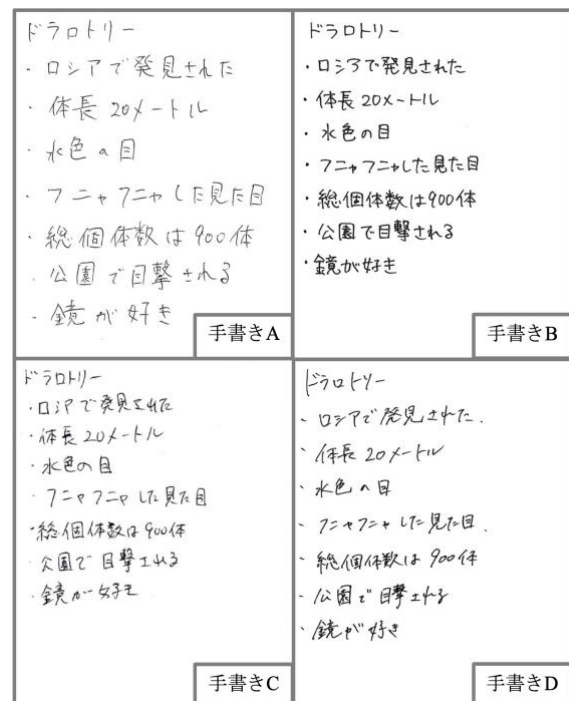


図3 特徴記憶実験で用いた筆跡

お名前 \_\_\_\_\_ スコア \_\_\_\_\_

1. ドラロトリーは何が好き?

\_\_\_\_\_

2. ヒョリトギは何色の目を持っている?

\_\_\_\_\_

3. ドラロトリーはどこで発見された?

\_\_\_\_\_

図4 テストでの問題文の例



## 5. 実験結果

実施したテストでは、解答のキーワードが含まれており、正答とみなせれば完全に解答と一致していなくても正解とし、1問10点で換算し、100点満点とした。また、固有名詞と特徴の組み合わせを完全に取違えて覚えている場合は、単純なミスであり記憶できていると捉えて正解とした。

### 5.1 テーマ・筆跡の比較

テーマごとの得点の平均を図5に示す。なお、図内ではRPG風のキャラクターを「RPG」と表記している。この結果より、得点の平均はRPG風のキャラクターが最も高く、深海生物が最も低いことがわかる。ここで、テーマごとに多重比較を行ったところ、RPG風のキャラクターと深海生物 ( $p < 0.01$ )、化石と深海生物 ( $p < 0.05$ )の間に有意差があった。テーマによって覚えやすさが異なることが示唆されたため、テーマごとに得点から偏差値を算出し、これ以降は偏差値を用いて比較する。

提示した筆跡ごとの偏差値の平均を図6に示す。結果より、偏差値の平均は手書きCが最も高く、手書きAが最も低いことがわかる。ここで、提示した筆跡ごとに多重比較を行ったところ、手書きAと手書きCの間に有意差があった ( $p < 0.05$ )。手書きCは、表3より「かわいくない、男性的」という特徴を有しており、また最も読みにくいと評価されていた筆跡であった。このことから、読みにくい筆跡は記憶に残る可能性が示唆された。

### 5.2 類似性ごとの比較

類似性ごとに偏差値の平均を算出した。ここでは、3.3節で得た指標対に基づく客観的な類似評価と、複数の筆跡比較による類似評価の結果から、3種類の類似性（筆跡の特徴からみた客観的な類似性、筆跡比較による人の主観的な類似性、両者における自己評価の類似性）に分けて分析を行った。

まず、筆跡の特徴から見た客観的な類似性として、3.4節で求めたコサイン類似度における偏差値を算出した。分析の際には類似度が高い群（高群）、中程度の群（中群）、低い群（低群）の3つに分けるため、コサイン類似度が0.6以上の群、-0.6以上0.6未満の群、-0.6未満の群の3つに分割した。また、類似度の異なる群ごとに偏差値の平均を求めたところ、高群は51.02、中群は50.29、低群は44.89となった。この結果より、コサイン類似度が高いほど偏差値が高くなっていることがわかる。ち

次に、筆跡比較による人の主観的な類似性として、3.4節で求めた人の主観的な類似度を用いた。分析の際には、人の主観的な類似度が0.7以上を高群、0以上0.7未満を中群、0を低群として設定した。群ごとに偏差値の平均を求めたところ、高群は52.39、中群は49.93、低群は45.88となった。この結果より、コサイン類似度と同様に、人の主観的な類似度が高いほど偏差値が高くなっていることがわ

かる。2種類の類似性における類似度の高さと偏差値の平均を表4に示す。

さらに、自己評価の類似性として、3.2.1項で用いた類似性判定システムにおいて、「自身の筆跡がお題のときに似ているとして選択した筆跡」または「自身の筆跡が似ているとして選択したときのお題の筆跡」を1つの群（指定あり）として設定した。なお、類似性判定システムにおいて選択されていない筆跡の類似性を補うために、特徴評価システムにおける類似性の指標対である、「親しみがある/親しみがない」の評価値を用いて、それぞれの群として分類した。群ごとに偏差値の平均を求めたところ、指定あり群は50.37、親しみあり群は48.05、親しみなし群は51.95となった。この結果より、自己評価の類似性と偏差値には関連がみられなかった。自己評価の類似性における偏差値の平均を表5

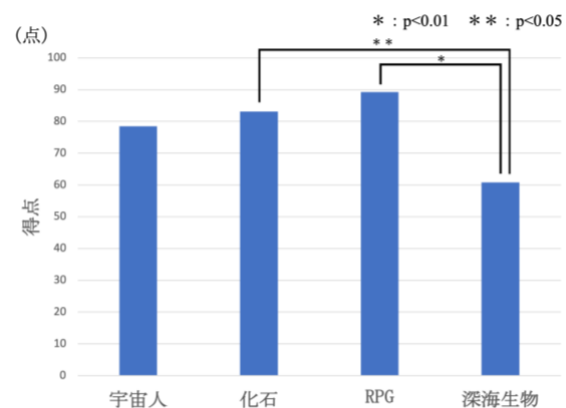


図5 テーマごとの得点の平均

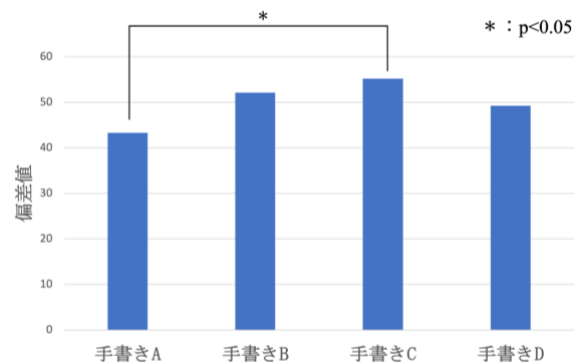


図6 筆跡ごとの偏差値の平均

表4 2種類の類似度の高さと偏差値

	高群	中群	低群
コサイン類似度	51.02	50.29	44.89
人の主観的な類似度	52.39	49.93	45.88

表5 自己評価の類似度と偏差値

指定あり	親しみあり	親しみなし
50.37	48.05	51.95

に示す。この結果より、3種類の類似性のうち、筆跡の特徴からみた客観的な類似性と筆跡比較による人の主観的な類似性において類似度が高い場合に偏差値が低くなるものが共通してみられた。

### 5.3 読みやすさと類似性の比較

1章において、Oppenheimerら[5]による非流暢性効果と、川上ら[6]による見慣れた文字は流暢性が高いという研究結果から、我々は「自筆文字と類似性の高い筆跡は記憶容易性を低下させる」という仮説を立てた。しかし、非流暢性効果における流暢性とは文字形状そのものの読みやすさであり、見慣れた文字における流暢性とは類似性からくる流暢性である。そこで本節では、文字形状からくる流暢性の影響について、5.2節において類似度と偏差値の間に傾向のみられた、コサイン類似度と人の主観的な類似度から分析を行う。

ここで、表3より、手書きA～Dの可読性は手書きD, B, A, Cの順であった。そこで、手書きA～Dについて、手書きBとDを読みやすさの高い筆跡、手書きAとCを読みやすさの低い筆跡として分類した。以降、読みやすさの高い筆跡と読みやすさの低い筆跡に分けて、類似度の高群・低群ごとに偏差値の平均を算出し、文字形状による流暢性の効果についてみていく。

コサイン類似度による類似の分類及び筆跡の読みやすさと偏差値の平均を表6に示す。この結果より、高群・低群共に読みやすい筆跡の偏差値が高くなっていることがわかる。また、コサイン類似度において自筆文字と類似性が高く、読みやすい筆跡の場合に覚えやすい傾向が示された。

次に、人の主観的な類似度による類似の分類及び筆跡の読みやすさと偏差値の平均を表7に示す。この結果より、コサイン類似度と同様に、高群・低群ともに読みやすい筆跡の偏差値が高くなっていることがわかる。一方で、読みやすい筆跡において、類似性の高群・低群間で偏差値に差はなかった。つまり、2種類の類似度において、読みやすい筆跡の偏差値が高いことが共通してみられた。

## 6. 人の主観的な類似性を表す形容詞対の検討

### 6.1 概要

本研究では、特徴記憶実験に用いる特徴の異なる4つの筆跡を選定するため、3章において2つのシステムを用いて、筆跡比較による人の主観的な類似性と、筆跡の特徴からみた客観的な類似性の取得を行った。

ここで、自己や他者による主観評価に基づく類似判定は、新規に筆跡を追加する際、そのすべてのペアについて類似性評価を実施し直す必要があるという問題がある。また、対象となる筆跡が増えるとその評価が困難になるという大きな問題がある。そのため、形容詞を用いた指標対に基づく客観的な類似判定が、どの程度自己や他者による類似判

表6 コサイン類似度の高さ及び流暢性の比較

	高群	低群
読みやすい筆跡	52.46	49.01
読みにくい筆跡	49.01	44.20

表7 人の主観的な類似度の高さ及び流暢性の比較

	高群	低群
読みやすい筆跡	53.60	53.78
読みにくい筆跡	49.68	35.34

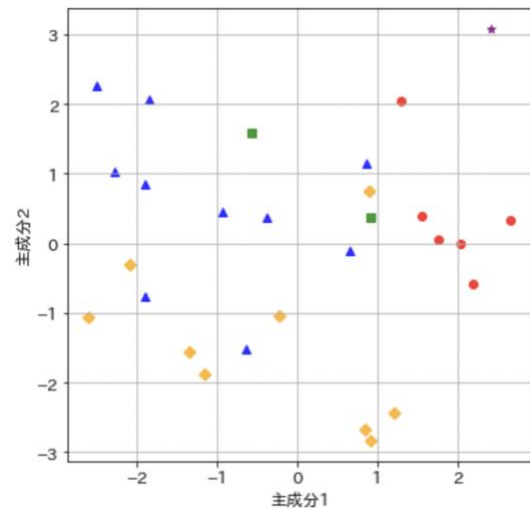


図7 6つの指標対と人の主観的な類似性によるクラスタ分けの比較

定と一致するかの検証を行う。

### 6.2 分析

3.3節で得た、実験参加者ごとの9個の評価指標対の平均評価値を用いて相関行列を求めた。その結果、「読みやすい/読みにくい」と「整っている/くずれている」、「かたい/やわらかい」と「角ばっている/丸い」、「かわいい/かわくない」と「男性的/女性的」の間に0.9以上の高い相関がみられた。高い相関をもつ指標対は削ることが可能であるため、これ以降は「整っている/くずれている」・「かたい/やわらかい」・「かわいい/かわくない」の3個の指標対を除いた、6個の指標対で人の主観的な類似度を表すことを検討する。

6個の指標対に対して主成分分析を行い、第一主成分と第二主成分で各実験参加者の位置をプロットしたグラフを図7に示す。なお、この図における点の色は、人の主観的な類似度により分類されたクラスタごと色分けを行っている。この結果より6個の指標対を用いてプロットした場合は各クラスタ同士が混ざっており、分類できていないことがわかる。なお、9個の指標対を用いてプロットした場合には、クラスタ同士がより混在していたことから、指標数が多いために分類できていないと考え、指標対を更に減らし

て人の主観的な類似度を表す指標対の組み合わせを検証することとした。

最も人の主観的な類似度を表すことができた指標対の組み合わせを用いて、第一主成分と第二主成分で各実験参加者の位置をプロットしたグラフを図8に示す。図8で用いた指標対は、「読みやすい/読みにくい」・「のびのびした/こぢんまりした」・「暗い/明るい」・「弱々しい/力強い」の4個である。これらの指標対が最も人の主観的な類似度を表せていると評価した基準は、各クラスタの分散が比較的小さく、独立した実験参加者のマッピングも表現できていた点である。

以上の結果より、評価指標対を用いて人の主観的な類似度を表せる可能性が示唆された。しかし、今回用いた評価指標対ではクラスタ同士を完全に分離させることはできなかった。ここで、3.3節で求めた9個の評価指標対の評価値平均を用いて、人の主観的な類似度が最大値のペアの筆跡の特徴を表したレーダーチャートを図9に示す。また、類似度が2番目に高いペアの筆跡を比較したレーダーチャートを図10に示す。この結果より、図9はレーダーチャートの形状が似通っているのに対して、図10は形状がやや異なっていることがわかる。つまり、今回用いた評価指標対では、自己や他者による主観評価に基づく類似判定を表すのに不足している可能性があり、この不足がクラスタ同士を分離できなかった原因として考えられる。

## 7. 考察

可読性が低い方が記憶容易性の高い結果となったのに対し、筆跡の特徴から見た客観的な類似性と筆跡比較による人の主観的な類似性において、類似性が高いときに偏差値が高くなる傾向がみられ、仮説を支持しない結果となった。ここで、非流暢性効果の発生メカニズムとして処理水準説があり、Oppenheimerら[5]は読みにくいという感覚が深い記憶処理を促すために記憶成績が向上すると主張している。つまり、読みにくさという認知負荷が記憶に影響していると考えられる。我々は、仮説において、自筆文字は反復接触により流暢性が高まっており、その認知負荷の低さから覚えにくいと考えた。しかし、今回の結果から、自筆文字及び自筆文字に類似した筆跡の認知負荷は低下していない可能性が考えられる。つまり、実験参加者の自筆文字で記憶する場合と他筆文字で記憶する場合の記憶効果について今後検討する必要がある。

5.3節より、読みやすい文字の方が覚えやすい傾向が示された。しかし、5.1節より、読みにくい筆跡である手書きCの偏差値が最も高く、非流暢性効果を支持したのに対して、手書きAは最も成績が低くなっていた。つまり、5.1節において読みにくい筆跡の偏差値が低かった原因として、手書きAの成績が有意に低かったことが考えられ、この結果

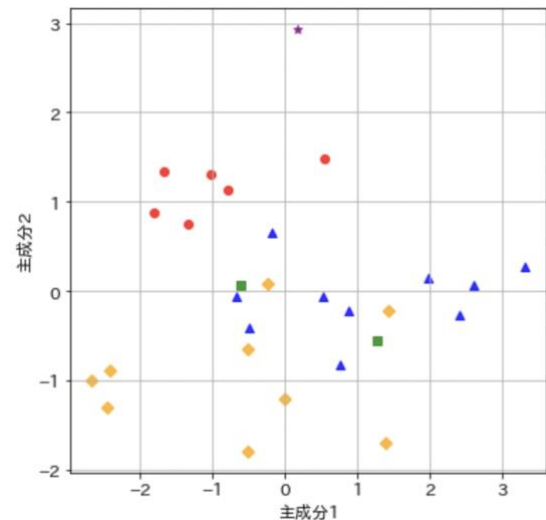


図8 4つの指標対と人の主観的な類似性によるクラスタ分けの比較

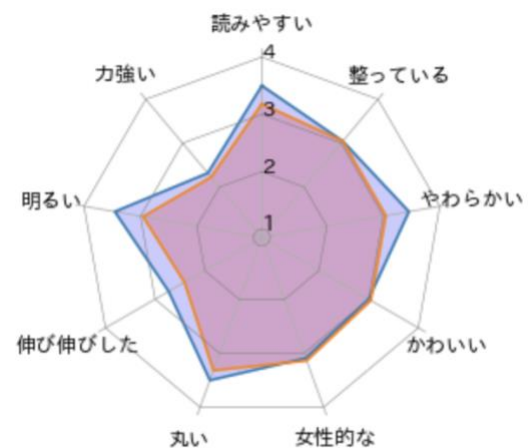


図9 人の主観的な類似度が最大の筆跡の特徴比較

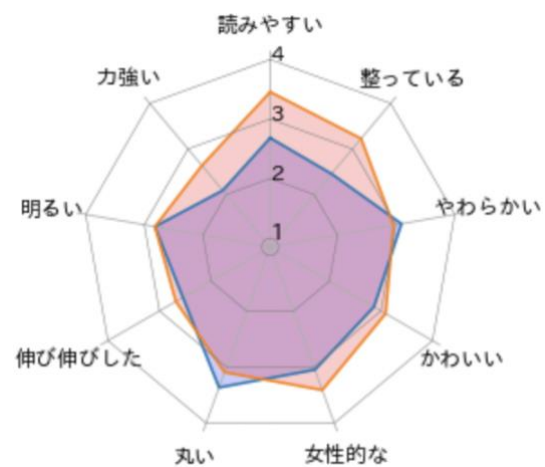


図10 人の主観的な類似度が2番目に高い筆跡の特徴比較

は非流暢性効果を否定するものであるとは言えない。ここで、手書き A の持つ特徴として、手書き B~D と比較して文字間の幅が大きいことが挙げられる。これにより、一度に視界に入る文字数が他の筆跡と比較して減少したために、覚えやすさに差が生じた可能性がある。つまり、文字形状による覚えやすさだけでなく、文字間の幅が記憶に及ぼす影響についても今後検討する必要があると考える。

特徴記憶実験ではテーマ間に有意差がみられた。ここで、平均点が高い順にテーマをみていくと、その物事の姿や形状が想像しやすいテーマの点数が高いことがわかる。RPG 風のキャラクターや宇宙人は、ゲームやテレビ番組での特集などを通して基本形となる姿が想像しやすいのに対して、深海生物は情報への接触回数が比較的少ないことから姿が想像しにくかった可能性がある。そのため、物事の形状や姿の想像しやすいテーマは、提示された特徴から自身の中でイメージ図を作り上げることが可能であるため、記憶しやすいと考えられる。以上のことより、記憶タスクの設計には工夫が必要であると考えられる。

## 8. おわりに

本研究では、情報を記録する筆跡の自筆文字との類似性と記憶の関連について、「情報を記録する筆跡の自筆文字との高い類似性は記憶容易性を低下させる」という仮説のもと、特徴の異なる 4 つの筆跡を用いて特徴記憶実験を行い、類似度の高さが記憶に及ぼす影響について検証した。

本研究では、まず特徴記憶実験で用いる互いに似通っていない筆跡を選定するために、複数筆跡の比較による類似性の評価と指標対を用いた客観的な類似性の評価の 2 つの類似判定を行い、筆跡群のクラスタリングを行った。その後、各クラスターの代表者となる筆跡 4 つを選出し、特徴記憶実験を行った。

本実験より、筆跡の特徴から見た客観的な類似性と筆跡比較による人の主観的な類似性において、自筆文字と類似性が高い場合に記憶しやすくなる可能性が示された。しかし、今回の実験では実験参加者の人数が少なく、クラスター間で実験参加者の人数も異なっていた。そのため、今後は実験参加者の人数を増やし、実験参加者内で各クラスターに所属している人数を統制した状態で、類似性と記憶容易性の関係について検証する予定である。

また本研究では、類似性を取得する際の負担の大きさから、筆跡比較による人の主観的な類似性を形容詞対により表すことを試みた。その結果、「読みやすい読みにくい」・「のびのびした/こじんまりした」・「暗い/明るい」・「弱々しい/力強い」の 4 つの指標対において、筆跡比較による人の主観的な類似性により分類したクラスターを最も表すことができた。しかし、クラスター同士を完全に分離させることはできず、今回用いた形容詞対では不足している指標対があ

ることが示唆された。そのため、指標数を増やして筆跡の特徴評価値を取得し、人の主観的な類似度を表すのにより適切な指標対の組み合わせを検討する予定である。

今後は、文字形状とそのレイアウト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その提示法を明らかにすることで、学習において記憶しやすいノートを実現する予定である。

## 参考文献

- [1] 長塚隆, 山川茜. 授業におけるノートテイキングの実態, 情報知識学会誌, 2012, vol. 22, no. 2, p. 57-64.
- [2] 赤堀侃司, 和田泰宣. 学習教材のデバイスとしての iPad・紙・PC の特性比較, 白鷗大学教育学部論集, 2012, vol. 6, no. 1, p. 15-34.
- [3] 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), 2020, vol. 1224, p. 526-534.
- [4] 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 (HCI), 2020, vol. 2020-HCI-189, no. 16, p. 1-7.
- [5] 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.
- [6] 川上直秋, 永井聖剛. 見慣れた文字だと納得しやすい: 筆跡の反復接触による説得効果の促進, 心理学研究, 2018, vol. 88, no. 6, p. 546-555.
- [7] 根岸一平, 小玉美咲. 日本語フォントタイプの変更による学習効果の促進, 工学教育, 2018, vol. 66, no. 4, p. 8-12.
- [8] 宮川法子, 服部雅史. 文字の流暢性が単語記憶課題に与える影響: ワーキングメモリの観点から, *Cognitive Studies*, 2017, vol. 24, no. 3, p. 450-456.
- [9] 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 (HCI), 2012, vol. 2020-HCI-147, no. 29, p. 1-7.
- [10] 曾根原士郎, 齋藤敦子. 情報記録手法と記憶定着・理解度の関係についての実験報告—手書き記録時とキーボード記録時の差異について—, 情報知識学会誌, 2010, vol. 20, no. 1, p. 32-37.
- [11] 松野隆則. 手書き文字の感性印象と筆跡から推測されたおよび実際の書き手のパーソナリティ特性との関連について, 昭和女子大学生活心理研究所紀要, 2012, vol. 14, p. 31-40.
- [12] 山崎郁未, 伊藤理紗, 濱野花莉, 中村聡史, 掛晃幸, 石丸築. 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, 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 (HCI), 2020, vol. 2020-HCI-190, no. 22, p. 1-8.