

手書きとフォントの文字形状の違いによる記憶効果の比較

伊藤 理紗[†] 濱野 花莉[†] 野中 滉介[†] 菅野 一平[†]

中村 聡史[†] 掛 晃幸[‡] 石丸 築[‡]

[†] 明治大学総合数理学部 〒164-8525 東京都中野区中野 4-21-1

[‡] 株式会社ワコム 〒349-1148 埼玉県加須市豊野台 2-510-1

E-mail: [†] ev170504@meiji.ac.jp

あらまし 学習においては、教科書や参考書、手書きやコンピュータで残したノートなどを見て記憶することが一般的である。ここで記憶タスクにおいて、読みづらいフォントが効果的であることが知られている。つまり、字形が均一でなく少し読みづらい手書き文字で勉強したほうが記憶に残りやすい可能性がある。そこで本研究では、特徴の異なる手書き文字とフォントを用いて実験を行い、記憶においてそれらの間に差が生じるかを検証した。また検証の結果、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を明らかにした。

キーワード 手書き文字、フォント、記憶、字形、記憶容易性

1. はじめに

我々は勉学において教科書や参考書、講義スライドといった教材や、講義の内容を書き留めたり、教科書や参考書などの内容を整理したりしたノートを利用している。こうしたものの中で使用されている文字の字体は多様であり、教科書や参考書ではコンピュータのフォントが使用されている。一方ノートに着目すると、コンピュータでとっている場合はフォントが使われることが多いが、紙のノートなどの場合は、書き手ならではの手書き文字が使われている。本研究では、この学習のためのノートに注目する。

ここで曾根ら[1]の研究では、手書きよりタイピングの方が、記憶に残りやすいという結果が示されている。なお、この研究では「書く、タイピングする」という行為が大きく影響しているが、そもそも文字形状として手書き文字とフォントの違いは明らかになっていない。一方、ズルキフリーら[2]の研究では、同じく手書きとタイピングを比較しており、手書きの方が記憶に残りやすいと結論づけている。ここでは、手書きとタイピングというそれぞれの行為が関わっているため、ノートを残してから長時間経過した後に、どこまで手書きされたものと、タイピングされたものが効果的なのかについては明らかになっていない。

ここで、記憶する際に使用する文字の字体の影響については、様々な研究がなされている。具体的には、Diemand-Yauman ら[3]は、フォントの字体が読みにくい場合に、対象を記憶しやすくなることなどを明らかにしている。フォントと手書き文字のどちらを用いた方が記憶に残りやすいかについては明らかにされていないが、フォントと手書き文字とでは形状の違いが大きく、またフォントはそのデザインにこだわりがあるうえ均一であることなどからも、手書き文字の方が記

憶に残りやすいと期待される。

そこで本研究では、記憶しやすくするノートを実現するという目的のために、学習をする際に、どういった字形が、記憶効果が高いのかについて検証する。ここでは特に、「手書き文字を使用する方が、均一で比較的読みやすいフォントの文字を使用する場合より覚えやすい」という仮説を立て、フォントの文字と手書き文字の特徴に注目し、文字列と特徴に関する記憶タスク実験を実施することによって、どちらの方が覚えやすいのかを検証する。

2. 関連研究

文字の字体と記憶との関係については、様々な研究が行われている。

まず、Diemand-Yauman ら[3]は、複数のフォントを用いた記憶実験を実施し、読みづらいフォントの方が記憶に残りやすいことを示した。実験では、文字の太さや色の濃さの異なる複数のフォントを使用し、架空の宇宙人についての情報を実験協力者に覚えさせ、15分後にテストを行うことで検証した。Sungkhasettee ら[4]は、単語を180度回転させて読みにくくしたものを提示した方が記憶に残りやすいことを示した。また、宮川ら[5]は、知覚や認知に伴う容易さが低い単語の方がテストで解答されやすいという結果を示した。これらの結果から、認識しづらい字体の方が記憶に残りやすいことが示唆される。つまり、手書き文字はフォントの文字に比べると形が崩れており読みにくい場合が多いため、フォントの文字より手書き文字の方が記憶しやすいのではないかと期待される。

また、川上ら[6]は、見慣れた文字で書かれているメッセージの方が、内容に賛同しやすくなると示した。自分の手書き文字は普段から使用しており見慣れてい

る文字であると言える。この特性を用いれば、知覚した内容について納得しやすくなり、より記憶に残りやすいのではと期待される。

以上のように、使用した文字による記憶への影響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、異なるフォント間や異なる筆跡間でのみ比較されているため、手書き文字とフォント間での差異は明らかになっていない。

3. 文字列記憶実験

3.1. 実験概要

手書き文字とフォントに関する記憶効果の仮説を検証するため、手書き文字とフォントで書かれた文字を提示し、それを覚えてもらった後にテストをするという文字列記憶実験を行った。この実験では実験 1, 実験 2 の計 2 回行った。

3.2. 実験手順

この実験では、手書き文字とフォントの記憶効果を比較するために、実験協力者を手書き文字から覚える群とフォントから覚える群（以下手書き群、フォント群とする）に分けて実験を行った。

まず、実験協力者全員にランダムなひらがな 4 文字の文字列を 10 個提示し、用意した方眼用紙に書き写してもらった。実際に提示した文字列の例を図 1 に示す。

このとき文字の大きさを揃えるために、文字は方眼のマスに納め、なるべく大きく書くよう指示した。この手順は、実験協力者自身の手書き文字で書かれた文字列のデータセットを用意するためと、各群間の記憶環境をそろえるために行った。その後、3 分間で手書き文字またはフォントで書かれた文字列を覚えてもらった。また、手書き群の場合は練習フェイズ 1 回目を

つあざね	おらぐず	しじつち
おなばい	ぼへどが	さぎにて
べとえへ	おとペぶ	ざことえ
むややれ	なぶちひ	ほふけけ
でるよを	ずいぼじ	れむのゆ
めんとわ	どあなは	ばづうま
やおもさ	いきおか	げかるび
ぎうみす	よぞほぼ	よよなふ
ぼつるだ	おびぜぬ	にじさゆ
ぢやへん	んもわで	ふすれわ

図 1：実験で使用した文字列の例
(縦 1 列が 1 回分となっている)

手書き文字、2 回目をフォント、本番 1 回目を手書き文字、2 回目をフォントというように交互に文字の種類を変えて覚えてもらった。そして 3 分経過後、すぐにテストを行った。テストは制限時間 2 分で、覚えた 4 文字の文字列 (10 個) をできるだけ多く書き出してもらい、完全一致のみを正解として、1 個正解ごとに 1 点加点した。

3.3. 実験 1

実験 1 の実験協力者は、大学 1~3 年生 8 人 (男性 3 人、女性 5 人) であった。実験では、練習フェイズ 2 回と本番 2 回の計 4 回テストを行ってもらった。

フォントと手書き文字それぞれのスコア平均を表 1 に示す。なお、この表はテスト時のデータが外れ値 (mean±2SD) をとる実験協力者が 2 人いたため、その数値を除外した 6 人分のスコアである。この実験結果の分散は 2.25 であった。

この実験 1 では、スコア平均において手書き群とフォント群の間に対応のある t 検定での有意差は認められなかった。この実験の反省点として、濁音、半濁音が含まれると覚えづらいこと、休憩が無く、疲れによるスコアの低下が見られたこと、文字列の中に既存の単語が含まれていて極端に覚えやすいものがあつたこと、実験協力者が少なく、個人差による影響が大きかったことが挙げられた。これらを考慮した上で実験 2 を行った。

3.4. 実験 2

実験 2 では基本的な手順は実験 1 と同じにして、提示する文字列に濁音や半濁音を入れず、既存の単語も含まれないように配慮した上でデータセットを用意した。また、各回のテストの後 2 分程度の動画を見せることで休憩を挟んだ。なお、個人差をできるだけ排除するために、実験協力者を大学 1~3 年生の 16 人 (男性 9 人、女性 7 人) に増やした。実験 2 では、練習フェイズ 2 回と本番 4 回の計 6 回テストを行った。

フォントと手書き文字それぞれのスコア平均を表 2 に示す。

実験結果から、フォント群が手書き群に比べ平均点は高いものの、回によってそのスコアの大小は異なる

表 1：実験 1 での各群のスコア平均

	本番 1	本番 2	平均
フォント群	6.50	5.00	5.75
手書き群	6.75	4.00	5.38

表 2：実験 2 での各群のスコア平均

	1	2	3	4	平均
フォント群	5.33	5.17	5.83	5.00	5.33
手書き群	4.25	6.00	5.25	4.25	4.94

うえ、手書き群とフォント群のスコア平均に対応のある t 検定での有意差は認められなかった。

こうした結果が出た理由は、発音しづらい単語は覚えにくい可能性があることと、フォント群にもデータセットを一度書いてもらっていることによって手書き文字の影響が出ているからと考えられる。つまり、今回設計した文字列記憶実験は、手書きの影響が出るうえに、発音のしやすさなどに影響を受けている可能性が高いため、手書きとフォントの記憶容易性を比較するには適切でないと考えられる。

4. 特徴記憶実験

4.1. 実験概要

文字列記憶実験ではランダムなひらがな 4 文字の単語を記憶してもらっていたが、単語では発音のしやすさによる影響が出ている可能性があった。そこで、Diemand-Yauman ら[3]の研究を参考にし、架空の物事の特徴を覚えてもらう特徴記憶実験を行う。

この実験では MS ゴシック、MS 明朝の 2 種類のフォントと、2 種類の手書き文字の計 4 種類の文字を比較対象とした。手書き文字には様々な個人差があるが、今回は特徴の異なるものを 2 種類用意した。2 種類の手書き文字（以下手書き A、手書き B とする）の特徴は以下の通りである。

- 手書き A：丸文字、横に長い、一文字ずつ離して書かれている
- 手書き B：角ばっている、縦に長い、つなげて書かれている

また、実際に実験に使用した文字を図 2 に示す。

4.2. 実験手順

この実験では事前に、著者らで合議のうえ、4 つのテーマ（宇宙人、ケーキ、国、動物）を選定し、その各テーマについて架空の固有名詞を 3 つずつ用意し、それぞれについての 7 つの特徴を列挙した。

実験協力者は大学 1～3 年生の 26 人（男性 14 名、女性 12 名）であった。また、テーマの提示順は全員統一とし、「宇宙人」「ケーキ」「国」「動物」とした。

実験では、この各テーマについて架空の固有名詞が 3 つ、そしてそのそれぞれについて特徴が 7 つずつ記述されている紙を実験協力者に提示し、それを 90 秒で覚えてもらった。このときの文章は、図 2 で示した 4 種類の字形のいずれかで記述したものとした。字形の提示については順序効果を考慮した。

90 秒経過後、覚えるのをやめてもらい、約 15 分間の動画を見せ休憩をとった後でテストに取り組んでもらった。テストでは対象物 3 つに対して、特徴 7 つずつの合計 21 項目のうち 10 問出題した。問題文の例を図 3 に示す。

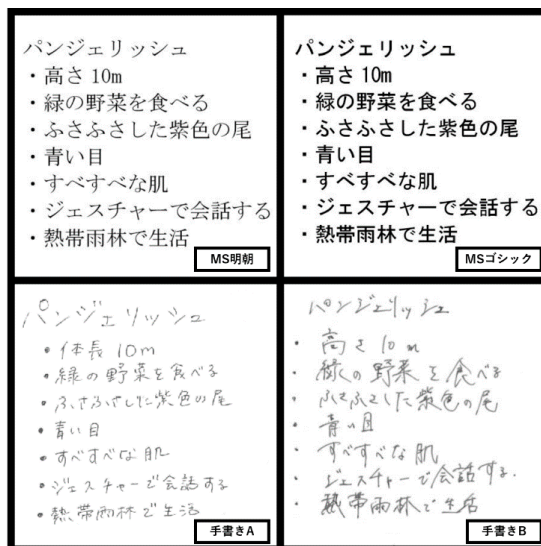


図 2：データセットに使用した文字

この実験では、実験開始前に例題を提示することで練習フェイズを無くし、この一連の流れを全部で 4 回行った。また、実験終了後にアンケートに回答してもらい、自分の手書き文字に対する自信の有無、実験協力者本人の筆跡は実験で使用した 2 種類の手書き文字のどちらに似ているか、実験で使用した 4 種類の文字の読みやすさ、活字を読む頻度、手書き文字を見る頻度、実験設計についての評価、実験についての感想を回答してもらった。

4.3. 結果

実施したテストでは、項目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 問正解するごとに 10 点を加点し、100 点満点とした。また、項目を完全に取って覚えてしまっている場合は、単純なミスであると考え、記憶をしていることに変わりはないため正解とした。特徴記憶実験の結果を表 3 に示す。なお、この表はテスト時のデータが外れ値 (mean±2SD) をとる実験協力者が 1 人いたため、その数値を除外した 25 人分のスコアである。また、表中では MS 明朝を「明朝」、MS ゴシックを「ゴシ」と表記する。

文字の種類ごとのスコア平均のグラフを図 4 に示す。この結果より、スコアの平均は手書き B が最も高く、MS ゴシックが最も低いという結果になった。また、手書き文字とフォントを比較しても手書き文字のスコア平均の方が高いという結果が得られた。テストによってばらつきがあるが、MS ゴシックのスコアは一貫して低いことがわかる。さらに対応のある t 検定を行ったところ、MS ゴシックと手書き B ($p<0.01$)、手書き A と手書き B ($p<0.05$) の間に有意差があった。一方、

お名前 _____ スコア _____

1 ノルグレッドの体長は？

2 パンジェリッシュは何を食べる？

3 ダーレンガの目は何色？

4 パンジェリッシュはどこで生活する？

5 ノルグレッドはどうやって会話する？

6 ダーレンガは何を食べる？

7 パンジェリッシュの紫色の尾の特徴は？

8 ダーレンガの肌は？

9 ノルグレッドの角は何色？

10 ダーレンガはどこで生活する？

図 3：問題文の例

それ以外の文字間には有意差は認められなかった。

次に、アンケートにおいて文字の種類ごとに、読みやすい、読みにくいと回答した人数とスコア平均を表 4、5 に示す。

一番スコア平均の高かった手書き B について、読みにくいと回答した実験協力者は 16 人であり、4 種類の文字の中で一番多かった。

これらの結果より、フォントより手書き文字の方が記憶に残りやすく、手書き文字の中でも読みにくい筆跡がより記憶に残りやすいと考えられる。

また、アンケートの結果、自分の手書き文字が手書き A に似ていると回答した実験協力者が 9 人いた。一方で、自分の手書き文字が手書き B の筆跡に似ていると回答した実験協力者は 16 人いた。どちらの手書き文字に似ているかで分類したグループごとにおける各文字のスコア平均を表 6 に示す。

自身の手書き文字が手書き A の筆跡に似ていると回答した実験協力者の全員が手書き A を読みやすいまたは少し読みやすいと回答しており、7 人が手書き B を読みにくい又は少し読みにくいと回答していた。そしてこの 9 人のスコアの平均は、手書き A の時が最も高かった。また、自身の手書き文字が手書き B の筆跡に似ていると回答した実験協力者は、手書き A、手書き B のどちらについても読みやすさに対する回答にばらつきがあり、一貫性は無かったが、スコアの平均は手書き B が最も高かった。つまり、どちらのグループの

表 3：25 人分のスコア一覧

	明朝	ゴシ	手書き A	手書き B
A	70	70	70	80
B	40	70	90	80
C	40	20	20	70
D	70	60	90	80
E	80	40	90	70
F	80	80	80	80
G	100	70	40	90
H	100	80	40	60
I	100	30	80	90
J	70	30	100	40
K	90	100	90	100
L	30	50	20	50
M	50	80	90	90
N	70	80	100	100
O	30	30	60	90
P	80	100	80	80
Q	100	100	80	100
R	60	30	60	90
S	90	70	100	100
T	100	100	80	80
U	100	100	90	100
V	60	40	90	90
W	20	30	30	80
X	70	80	50	20
Y	70	90	90	90
平均	70.8	65.2	71.2	81.2

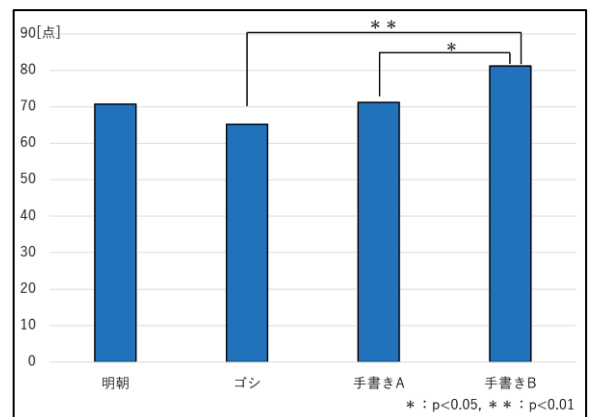


図 4：文字の種類とスコア平均

表 4：読みやすいと回答した人数とスコア平均

	明朝	ゴシック	手書き A	手書き B
人数	24	22	18	9
スコア	70.0	61.8	77.2	77.8

表 5：読みにくいと回答した人数とスコア平均

	明朝	ゴシック	手書き A	手書き B
人数	1	3	7	16
スコア	50.0	73.3	68.6	73.1

表 6：似ている文字とスコア平均

	明朝	ゴシック	手書き A	手書き B
手書き A	71.1	64.4	80.0	72.2
手書き B	71.9	61.9	71.3	77.5

実験協力者も、自身の筆跡に似ている手書き文字の時にスコアが最も高くなっていることが分かる。さらに、実験協力者が読みにくいと回答した文字において、平均よりもスコアが高かった実験協力者は 12 人いた。また、手書き A に似ていると回答した実験協力者の MS 明朝と MS ゴシックのスコア平均の差は 6.7 点だったのに対し、手書き B に似ていると回答した実験協力者は MS 明朝と MS ゴシックのスコア平均の差は 10.0 点と差が開いていた。

4.4. 追実験

文字の種類ごとのスコア平均のグラフを図 5 に示す。本実験から求められた、手書き B が記憶に残りやすく、MS ゴシックが記憶に残りにくいという結果をより確かにするため、追実験を行った。実験協力者は大学 1~2 年生の 14 人（男性 8 名、女性 6 名）であった。追実験においても実験手順は変えず、覚えてもらう内容だけを変更して実験を行った。提示したテーマは「動物」「遊園地」「服」「料理」の 4 つであり、順番は固定して行った。表 7 に追実験の結果を示す。なお、この実験でも外れ値 (mean±2SD) をとる実験協力者が 1 人いたため、この数値を除外した 13 人分のスコアを示している。この結果より、MS ゴシックの平均点が最も低かった。これは本実験と同じ結果であった。

5. 考察

実験とアンケートの結果より、文字の種類に関わらず、実験協力者が読みにくいと回答した文字のときにスコアが高くなる傾向があった。一方で、読みやすい、または少し読みやすいと回答した文字のときはスコアと読みやすさとの間に相関は無かった。

手書き文字のスコアが高くなった理由としては、手書き文字はフォントに比べて形が崩れていて読みにくいために記憶に残りやすかったことが考えられる。ま

表 7：本実験と追実験の字形ごとの平均点

	明朝	ゴシック	手書き A	手書き B
本実験	70.8	65.2	71.2	81.2
追実験	86.2	64.6	77.7	84.6

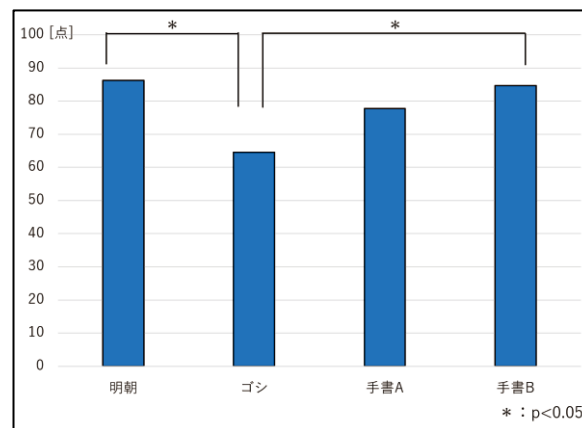


図 5：追実験における文字の種類とスコア平均

た、実験協力者がアンケートで自分の字に似ていると回答した文字のときにスコアが高かったことから、自分の手書き文字に近い文字で書いてある方が内容を覚えやすいといえる。これは、川上ら[6]の研究結果を考慮すると、自分の手書き文字に比較的似ている文字の方が内容に納得しやすいためではないかと考えられる。これら 2 つの要因から、手書き文字のスコアが高くなったと考えられる。

読みにくい文字のスコアが高い要因として、読みにくい文字は読む速度が遅くなるため、内容を受け流すことなく読めることが考えられる。実際にアンケートでは、「フォントの文字の方が読みやすいが、内容を受け流してしまう」という感想が出ていた。

手書き B に似ていると回答した実験協力者の MS 明朝と MS ゴシックのスコアに差が生じている要因としては、Diemand-Yauman ら[3]の研究結果が日本語の文字にも当てはまるとすると、MS 明朝の方が MS ゴシックに比べて線が細く、読みにくいために差が生じたと考えられる。しかし、アンケートの結果を見ると MS 明朝の方が MS ゴシックよりも読みやすい、または少し読みやすいと回答している実験協力者が若干多かったため、この考察は再度検討が必要である。

これらの結果より、手書き文字の方がフォントよりも覚えやすいと考えられる。

ここで、結果の似ている文字の種類を明らかにし、記憶に影響を与えている文字の特徴を調べるために、満点の 50% の値である 50 点を基準とした文字ごとのコサイン類似度を表 8 に示す。

表 8 より、手書き文字同士、フォント同士の類似度

表 8：文字ごとのコサイン類似度

	コサイン類似度
明朝—ゴシック	0.69
明朝—手書き A	0.67
明朝—手書き B	0.63
ゴシック—手書き A	0.57
ゴシック—手書き B	0.52
手書き A—手書き B	0.72

が高く、文字の形状とスコアの間に関連性があることがわかる。また、手書き A, B と MS 明朝のコサイン類似度も高く、手書き A, B と MS ゴシックは低い。MS 明朝は日本語の文字の特性である「とめ・はね・はらい」のある形状であるのに対し、MS ゴシックにはその特性が含まれていない。手書き文字にも「とめ・はね・はらい」は含まれており、この形状の違いがコサイン類似度に表れたと考えられる。

また、特徴記憶実験の本実験と追実験のどちらにおいても MS ゴシックは他の文字に比べて大幅に点数が低い。MS ゴシックは記憶する際に使用する文字としては適さないといえる。しかし、追実験は実験協力者が少ないため、得点の差が小さい MS ゴシック以外の文字についてはさらにデータを集めて検証することが必要である。

6. まとめ

本稿では、記憶しやすくするノートを実現するという目的に向け、手書きはフォントに比べて記憶容易性が高まるという仮説のもとに、特徴の異なる手書き文字とフォントを用いて記憶タスク実験を実施し、覚えやすさに差が生じるのかを検証した。実験により、比較的読みにくい角ばった手書き文字が最も覚えやすく、比較的読みやすい MS ゴシックが最も覚えにくいという結果が得られた。この結果から、MS ゴシックに比べ比較的読みにくい手書き文字の方が覚えやすいという点は明らかにできたものの、手書きとフォントの単純比較については、仮説は棄却された。なお、手書きと MS ゴシックとの間に覚えやすさに差が生じた要因としては、手書き文字はフォントに比べて形が崩れていること、実験協力者自身の手書き文字に近い文字で書かれていることが考えられるため今後検証予定である。

本研究では MS 明朝、MS ゴシック、手書き A、手書き B の 4 種類のみで実験を行ったが、今後は他の特徴を持った文字でも実験を行い、覚えやすさに差が生じるのかを検証する。また、今回の実験には実験協力者以外の方が書いた手書き文字を使用したため、手書き A と手書き B のどちらも実験協力者の手書き文字に似ている筆跡ではない場合もあったと考えられる。そこ

で今後は実験協力者自身の手書き文字を用いたデータセットで同様の実験を行っていく。さらに、文字の字形には記憶に残りやすい要因となる特徴が存在することから、齊藤らの手法[7]を利用し、自身の手書き文字と読みにくいフォントを融合させた文字を実現することで、記憶への残りやすさと読みやすさを両立したフォントを作成できると考える。

また、今後は各種の記憶しやすくする要因を考慮し、試験勉強などにおける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（グラント番号 JPMJAC1602）の支援によるものです。また実験手法についてご助言頂いた宮下芳明先生に、感謝致します。

文 献

- [1] 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, vol. 20, No. 1, pp.32-37, Feb.2010.
- [2] ムハマド ズルキフリー, 田野俊一, 岩田満, 橋山智訓, “日本語のメモ書き作業における手書き入力の有効性”, 電子情報通信学会論文誌. D, vol.J91-D, No.3, Mar.2008
- [3] Diemand-Yauman, C., Oppenheimer, D. M., & Vaughan, E. B. “Fortune favors the bold (and the italicized): Effect of disfluency on educational outcomes”. *Cognition*, vol.118, no.1 pp.111–115, Jan.2011.
- [4] Sunghasettee, V. W., Friedman, M.C., & Castel, A. D. “Memory and metamemory for inverted words: Illusions of competency and desirable difficulties”. *Psychonomic Bulletin & Review*, vol.18, pp.973-978, May.2011.
- [5] 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*, vol.24, no.3, pp.450-456, Sep.2017.
- [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*, vol.88, no.6, pp.546-555, Feb.2018.
- [7] 齊藤絢基, 中村聡史, 鈴木正明, “コミック内の発話への読者手書き文字融合による共感度向上手法の提案”, 第31回人工知能学会全国大会 (JSAI2017), May.2017.