

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：82505

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25330275

研究課題名(和文) 知覚情報の筆者識別への応用に関する研究

研究課題名(英文) Cognitive analysis of information processing in handwriting identification

研究代表者

関 陽子 (Seki, Yoko)

科学警察研究所・法科学第四部・部長

研究者番号：10356157

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)： 筆者識別は、一般人も容易に行っていることから、筆跡鑑定の専門性を分析した。筆跡鑑定専門家8名と一般人20名に、画像を分類する課題と6個の筆跡を似たもの同士に分類する課題を行わせ、課題遂行中の視線の動き、観察時間、注視箇所を比較した。専門家は、筆跡の観察時間が一般人より有意に長く、注視箇所は多くの箇所を均等に観察していた。以上より、専門家は、多くの情報源を意思決定に用いていることがわかった。

研究成果の概要(英文)： The objective of the research is to explain how a forensic document examiner processes the cognitive, especially visual information, in his/her decision making process. Eight forensic document examiners (FDEs) and twenty laypeople participated in the experiment. They were instructed to observe the display and to find the difference between pictures or classify 6 handwritten Kanji characters into some groups by their similarity. After answering their decision, they were also asked to answer the reason of their decision. Response time, eye movements and fixation points were analyzed. Significant difference was observed in average response time between FDEs and laypeople on the handwriting stimuli while no significant difference on the picture. Analysis of eye movements and fixation points showed laypeople observed salient points intensively while FDEs observed larger areas more evenly. These results suggested that FDEs took various kinds of information sources for their decision.

研究分野：法科学

キーワード：筆跡鑑定 注視点解析 先行知識 目視検査

1. 研究開始当初の背景

法科学における筆跡鑑定は、犯罪に関係する文書の筆跡（鑑定対象の筆跡）の筆者が、筆者が既知の筆跡（対照用筆跡）の筆者と同一人であるかどうかを識別することである。

筆跡は、人間が成長する過程で学習する運動の結果であるので、運動の仕方が個人により異なること、個人の嗜好、意思や工夫などが手指の動きを通して筆跡に反映されるため、筆跡の特徴は筆者ごとになっている。このため、筆跡は、個人識別の手がかりとして、犯罪捜査はもとより日常生活にも利用されてきた。しかし、筆跡は人間の行動の所産であるため、印刷の活字やプリンタのフォントと異なり、同じ人間が繰り返し同じ文字を書いても、全く同じようには書かれない。また、人間の行動は同じような条件下で同じような行動をとるという特徴があるため、書字に影響を与える条件が異なった場合の筆跡（たとえば一方は毛筆、もう一方は硬筆で書かれた筆跡など）は、書字のもととなる書字行動が異なっていることから、異なる条件下で書かれた筆跡を比較することはできない。このように、筆跡には、同一個人内の変動が大きく、書字条件の相違により変動が大きいため、鑑定対象の筆跡と対照用筆跡の相違の要因を個人内変動と判断するか個人差と判断するかの根拠は鑑定人が持っている知識や経験に依存している。

現在行われている筆跡鑑定では、鑑定人の目視検査により鑑定対象の筆跡と対照用筆跡の特徴を比較し、鑑定対象の資料の筆跡が対照用筆跡の筆者の個人内変動の範囲に含まれるかどうかを識別する。筆跡の特徴抽出、比較結果の評価は鑑定人の知識や経験に基づいてなされ、鑑定人の知識と経験の内容が第三者にはわからないため、法廷において鑑定人の知識や経験の客観性や科学性が争われてきた。従来判例では、鑑定人の知識や経験の内容は第三者に示すことはできないが科学的な裏づけを持つと解釈されるが、裁判員裁判制度の開始により一般市民が裁判員として裁判に関与するようになったことから、鑑定人の知識や経験の内容の客観性や科学性を示すことが必要になった。一方、アメリカでも鑑定手法や鑑定人の判断の裏づけに科学性が求められるようになったため、鑑定人の知識と経験の信頼性を証明するための研究が行われた。これらの研究を大別すると、①筆跡特徴を定量化し、すでに確立した処理手法を用いて特徴量を処理する手法を開発する、②鑑定人が筆跡から抽出する筆跡特徴の内容、知識や経験の内容、特徴の比較結果の評価過程を明らかにすることに分けられる。

①については、筆跡を図形とみなしてそ

の位置情報を取得して数値化処理を行い、統計手法を用いて筆者識別を行う試みが多数行われてきた。これらの試みでは実験に使用したデータでは精度よく識別が行われたことから、筆跡を図形とみなして図形としての特徴を数値化することは、精度が高く処理のプロセスが明確な筆跡鑑定の手法として評価できる。

しかし、字画構成が単純なひらがなや字数の少ない文字、続け書きされている文字では、これらの手法でも識別精度が低かった。しかし、これらの文字を目視によって識別を行った場合は、数値処理に基づく筆跡鑑定にくらべて有意に精度が高かった。また、目視によってこれらの文字を観察した場合は、形態以外の特徴も抽出されており、筆跡鑑定にも形態以外の情報が重視されていることがわかった。特に、1筆で書かれたひらがな文字の字画を等分した点を結んで再構成したものを図形としてみた場合と筆跡としてみた場合に、抽出された特徴が異なることが分かった (Seki, 2011)。このため、人間の認知機能に注目した筆跡抽出のプロセスを解明する②の研究の必要が生じた。

②については、アメリカで鑑定人の知識や経験の科学的な裏づけを証明する必要から、いくつかの研究がなされた。これらの実験では、筆跡鑑定の職業として行っている者（専門家）と筆跡鑑定の経験のない者（一般人）に筆跡鑑定を行わせ、鑑定結果の正答率に差があるかどうかを検討するものであった。実験の結果は、鑑定結果が同一人の場合は専門家と一般人に差がないが、同一人でない場合はプロの正答率が有意に高いという結果であった (Kam, et al., 2003)。この実験により、筆跡鑑定の専門家の知識は信頼性が高いことが証明されたが、鑑定人が筆跡からどのような特徴を抽出し、どのような思考を経て結果を得たのかについて解明する必要が生じた。

2. 研究の目的

本研究は、筆跡鑑定を行うのと同様に筆跡を観察した際に、筆跡鑑定の専門家は、筆跡のどのような特徴をどのように処理して結論を導いているかを、対象を観察中の視線の動きを一般人と比較することにより、専門家の情報処理過程を明らかにすることを目的とする。

筆跡鑑定の専門家の情報処理過程を明らかにするために、筆跡鑑定の目的で筆跡を観察したとき、筆跡のどこに注目するかを、専門家と一般人で比較した。注視点と視線の動きは、アイトラッキング装置により計測した。

実験に使用する筆跡サンプルは、400名から収集した筆跡を使用することを予定しているので、アイトラッキング実験と合わせて、

筆跡サンプルをもとに筆跡データベースを構築することも本研究の目的とした。

筆跡データベースについては、20歳から59歳までの男女計400名から日常生活で使用頻度の高い702文字を繰り返し5回記載した筆跡を収集し、大規模データベースを構築する。

3. 研究の方法

(1) 筆跡データベース

20歳から59歳までの男女400名から、日常生活で使用頻度の高い文字（漢字、ひらがな、かたかな、アルファベット大文字および小文字、数字）702字種を繰り返し5回記載した筆跡を収集した。

筆跡収集には、デジタルペン（日立マクセル社製 デジタルペンおよびアノト製 デジタルペン）を使用した。デジタルペンは、専用紙上のペン先位置を一定時間間隔でストローク（ペン先が用紙についてから離れるまで）ごとに取得できる。ペン先位置の解析には、専用ソフトウェア（日立製作所製データ振り分けソフトウェア(EPLS)および日立製作所 データ処理ソフトウェア(ASH基盤))を使用した。

本装置を使用することにより、筆跡および各筆跡を書字中のペン先位置情報、筆圧、時間が取得できた。

筆跡収集用紙は、1枚の用紙に117文字を記載するようになっており、720文字の記載に6枚の用紙を使用した。従って、各筆者は、合計30枚の用紙に筆跡計3510文字を記載した。各筆者は、1センチメートル四方の記載枠に、記載枠の上方にゴシック体で印刷してある文字を、いつも自分が書いているように記載するよう指示された。

ペン先位置データと筆圧は、筆跡収集用紙1枚分を1ファイルとしてテキスト形式で取得した。このため、文字ごとに1ファイルになるように、データ切り出しを行った。

筆跡は、1ページごとに800dpi、ビットマップ形式で画像取得を行った。画像データについても、画像切り出し(400ピクセル×400ピクセル)を行い、1文字ごとの画像ファイルを作成した。

(2) アイトラッキング実験

文書鑑定の経験が3年から25年程度の者（専門家）8名および、文書鑑定の経験がない者（一般人）20名に、複数の類似画像および同一字種の筆跡6個から共通の特徴を持つ画像ごとにグループ分けする課題を行わせ、課題試行中の視線の動きをアイトラッキング装置により計測した。

呈示刺激は二部構成となっており、前半は、類似した花や動物を区別する課題を5課題、後半は、6個の筆跡を似たものどうしに分類する16課題、計21課題であった。筆跡の分類では、ディスプレイに6個の筆跡（同一字種の一文字）が呈示され、6個の筆跡を似たも

のどうしにグループ分けをさせた。実験参加者には、あらかじめ、6個の筆跡は2人ないし4人の筆者が書いた筆跡であること（ただし、一人の筆者が何個の筆跡を書いたかは刺激により異なる）、6個の筆跡をよく似ている筆跡どうしに分類してほしいこと（ただし、同じ筆者が書いたとは思えないほど似ていない、あるいは他人が書いたとは思えないほど似ている筆跡があるので、筆者の数と同数のグループに分類することにはこだわらず、よく似ていると思われるものどうしに分類してほしい）、わからないものは、わからないと回答してよいことを教示した。

筆跡の分類課題は、16試行であったが、試行に使用した文字種は10個であった。したがって、1文字種につき2試行を行った文字があったが、この場合、2回目に提示された筆跡はすべて、1回目に提示された筆跡の筆者とは異なる筆者の筆跡を用いた。また、花や動物を分類する課題のうち1種類は、3種類の花の写真を呈示して相違する箇所を指摘させた後、その3種類を区別するための特徴を描いた図を見せ、その図を手掛かりに3種類の花を区別する課題（区別には、最初とは異なる写真を使用した）を行った。

実験参加者には、本試行の前に練習用の試行（3種類の画像の区別1試行と、本試行とは異なる6個の筆跡の分類1試行）を行った。

また、実験開始前に、各実験参加者に、植物に対する興味の有無、動物飼育経験の有無、書道経験の有無など、本実験結果に影響があると思われる知識や経験の有無と経験年数を尋ねた。

視線の計測には、計測装置にEyeteck TM3（Eyeteck Digital System製）、解析ソフトウェアにQG Plus（DITECT製）を使用した。

いずれの試行においても、実験参加者に分類結果（類似画像の相違点、同じ筆者が書いた筆跡に分類した結果）とその根拠を回答させた。

4. 研究成果

(1) 筆跡データベース

収集した筆跡の画像、筆順、書字速度、筆圧変化を表示できるようにした。本データベースは、法科学分野においては、これまでにない規模（筆者数、字種数）のデータベースであり、筆跡の研究の基礎データとして利用価値が高いと考える。

① 筆跡画像表示

文字ごとに作成した画像ファイルを使用して、筆跡を閲覧できるシステムを作成した。同一字種の複数の筆者の筆跡を表示できた。

② 筆順表示

ストロークごとのペン先位置データと時間データを使用して、筆順を表示するシステムを作成した。本システムでは、同一字種の複

数の筆者の筆順が表示できるので、異なる筆者の間で筆順を比較することができる。

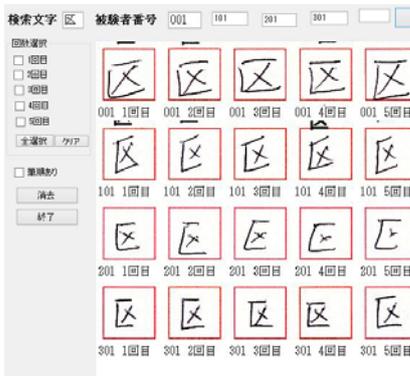


図1 筆跡画像表示の例

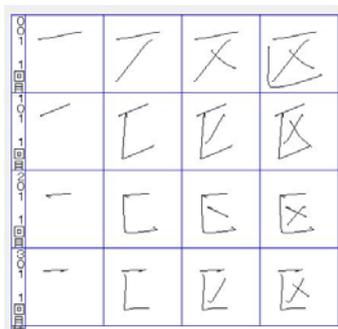


図2 筆順表示の例

③書字速度表示

ペン先位置データと時間データを使用して、測定点間の速度を求めた。各筆跡の測定点間の書字速度の最大値から最小値を5段階に分け、各段階を異なる色で表示して、書字速度変化を視覚的に把握できるようにした。

④筆圧変化表示

各測定点間の筆圧変化を求め、筆圧が増加、変化なし、減少の3段階に分け、それぞれを異なる色で表示し、筆圧変化が視覚的に把握できるようにした。

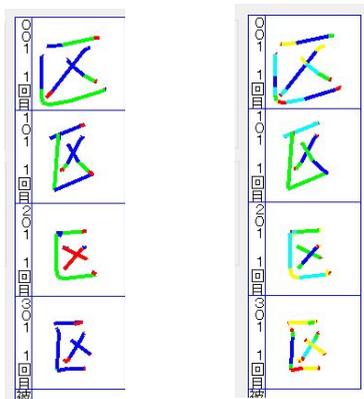


図3 筆圧表示(左)と書字速度表示(右)の例

(2)アイトラッキング実験

専門家と一般人を比較した結果、一般人は目立つ特徴を集中的に観察していたのに対し、専門家は多くの箇所を一般人と比較すると均等に観察していた。また、説明に用いる語がより記述的であった。専門家は、一般人と比較すると、意思決定の過程で、多くの情報を用い、結論を論理的に説明することがわかった。

①観察時間

1 試行あたりの平均観察時間は全体で専門家73.6秒、一般人53.9秒、類似画像課題で専門家44.9秒、一般人43.9秒、筆跡分類課題では、専門家81.1秒、一般人56.9秒であった。類似画像課題では専門家と一般人の差はなかったが、筆跡分類課題では、専門家の観察時間が長かった。

②注視箇所

筆跡課題では、専門家、一般人のいずれも、類似もしくは相違の根拠として指摘した箇所を注視していた。同一文字種の場合、異なる試行においても同じ箇所を注視する参加者が見られた。判断根拠の回答をもとに注視箇所を比較したところ、文字の大きさや色材の濃さなど、文字全体に関する情報は、文字の部分特徴(転折の状態、点画の大きさや位置関係など)と比較すると注視度が低かったが、分類方針決定に利用されていた。一方、類似画像課題では、注視箇所が分類の根拠となっていた。分類情報提供の有無を比較した画像では、情報提供ありの画像では、情報提供された箇所が注視されていた。専門家と一般人の各刺激課題における注視箇所、注視時間、視線移動を比較すると、一般人では、ある箇所を特に集中して観察している例が、専門家より多かった。専門家は、観察箇所が多く、1か所あたりの注視時間の場所による相違が一般人より小さかった。ただし、筆跡間の移動回数は、専門家のほうが多かった。専門家は、筆跡間の比較を繰り返しながら観察しているのに対し、一般人は、目立つ特徴を集中的に観察していたと考えられた。

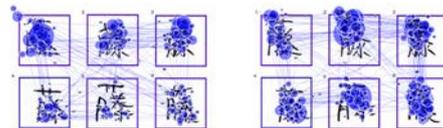


図4 一般人(左)と専門家(右)の視線計測の例

③回答内容

類似画像課題では専門家と一般人に差が見られなかったが、筆跡分類課題では、一般人は専門家に比較して、注目箇所の指摘や形態の記述に擬態語が多かった。専門家は形態を他の字画や部分と比較して相対的な位置関係

や長さ、字面の曲直などの書字行動の観点から記述しており、観察結果および結論に至る意思決定過程の説明を分析的に表現する知識をより多くもっていることがわかった。

(4) 研究協力者

<引用文献>

- ① Kam, M., and Lin, E., (2003) *Journal of Forensic Sciences*, **48**, 1391-1395
- ② Seki, Y., (2011) In *Computational Forensics*, Sako, H. et. al. eds, Springer, pp.193-199, 2011)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 11 件)

- ① 関陽子、Cognitive Analysis of Forensic Document Examination、8th International Multi-Conference on Complexity、Informatics and Cybernetics、H29. 3. 22、「オーランド (米国)」
- ② 関陽子、類似情報の分類方略、日本教育心理学会第 58 回総会、H28. 10. 8、「サンポートホール高松 (香川県・高松市)」
- ③ 関陽子、視線の先には、日本法科学技術学会第 21 回学術集会、H27. 11. 12、「柏の葉カンファレンスセンター (千葉県・柏市)」
- ④ 関陽子、筆跡の局所的な個人特徴による筆者識別、日本応用心理学会第 81 回大会、H26. 8. 30、「中京大学 (愛知県・名古屋市)」
- ⑤ 関陽子、Construction of a Handwriting Database of Japanese Writers、66th annual Meeting of American Academy of Forensic Science、H26. 2. 20、ワシントン州会議場、「シアトル (米国)」

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

関陽子 (SEKI, Yoko)

科学警察研究所・法科学第四部・部長

研究者番号：10356157

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者