

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月17日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00321

研究課題名(和文) 誤字の自動訂正行動から推定される読字の脳内メカニズム

研究課題名(英文) Modeling mental process of reading from human's automatic behavior against typos

研究代表者

矢内 浩文 (Yanai, Hiro-Fumi)

茨城大学・理工学研究科(工学野)・准教授

研究者番号：10222358

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：人間はデタラメな並びの文字列であっても、それを“読む”ことができる。読むことができるだけでなく、デタラメであることに気づかないことすらある。たとえば、「デラタメ」「人間報情学」「気づかない」が正しい言葉かどうか、素速く回答するように求められたら、3つとも間違いであると瞬時に正解できる人は少ないだろう。この、誤字を自動的に(無意識に)修正してしまう反応を素材に、漢字二字熟語を認識するための脳内プロセスにかかわるさまざまな条件を浮き彫りにした。すなわち、文字の全体的な形状(概形)、ストローク占有率(線の密度)、顕著性(誘目性)など、いわゆる感性情報が語彙判断に関わっていることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

認識、判断、記憶、運動、など、人間行動の大部分は自動的に無意識に実行されている。ある行動が自動化されたということは、人の脳内プロセスが規則性を学習したということである。つまり、自動化によるエラーの分析により、人が何を特徴とみなし、どのように処理を進めているかについてのヒントが得られる。「言語記号としての字」を処理する経路のみならず、形状や顕著性などの「感性情報」経路も利用されていることが示唆されたことに、本研究の意義があると考えている。また今後、感性情報とエラーの関係の考察を発展させることにより、読字障害があっても理解しやすいフォントの開発に結びつく可能性を見出した。

研究成果の概要(英文)：Humans could "read" jumbled strings of letters as a natural sentence. Not only can you read them, but you may not even notice that it's jumbled. For example, if you are asked to answer quickly whether "jubmled", "hmuam informatics", "unnotcieable" are correct words, there will be few people who can instantly discover that all of them are wrong. Using this human reaction that automatically (unconsciously) corrects typos, we revealed some conditions involved in mental process of recognizing two-Kanji compound words. It was shown that so-called Kansei, or nonverbal information, such as the outline shape (envelope) of characters, stroke occupancy rate (density of lines), saliency (attractiveness), and the like are involved in lexical decision.

研究分野：メンタルプロセス情報学および人間行動学

キーワード：読字 誤字 熟語 単語 語彙判断 文字の形 感性 非言語情報

1. 研究開始当初の背景

人はデタラメな並びの文字列であっても、それを“読む”ことができる。読むことができるだけでなく、デタラメであることに気づかないことすらある。ここでは、

デタラメ . . . 正しくは「デタラメ」  
 人間情報学 . . . 正しくは「人間情報学」  
 気づかない . . . 正しくは「気づかない」

など、語句内の一部の文字を転置した無意味語のことを“デタラメ語”と呼ぶことにする。

本研究で注目する“デタラメ語”につながる研究をいくつか紹介する。

スペルミスに見逃しに影響する形状要因を調べた研究(文献 )では、英語でのスペルミス検出課題において、上に飛び出している文字(d や t など)と、下に飛び出している文字(p や y など)そして上にも下にも飛び出していない文字(a や c など)に分類することでスペルミスの検出成績を評価している。それによると、“単語の形状”が変化しないスペルミス(d t, p y, a c など)は見逃されやすい。また、同じく英語において、デタラメ語が人間の読書速度に及ぼす影響を調べた研究(文献 )によれば、単語の最初と最後の文字を固定し、中間部の隣り合う2文字を転置した場合には読書速度はあまり低下しないが、単語の最初の2文字を転置すると読書速度が大きく低下する。

漢字を素材に、転置文字の誤認識そのものを考察しようとする私たちの研究とは目的が異なるが、2字熟語を転置した非熟語を刺激として活用し、熟語認識において視覚情報と音韻情報のどちらが優位かを調べた研究がある(文献 )。非熟語として3種類「熟語を転置した非熟語」「同音の熟語がある非熟語」「そのどちらでもない非熟語」を用いた語彙判断課題(呈示される漢字2字が熟語か否かをできるだけ速く判断する課題、言い換えれば熟語性判断課題)の結果、「熟語を転置した非熟語」は「同音の熟語がある非熟語」よりも語彙判断を攪乱する効果が大きいことが示された。それにより、熟語認識における視覚情報の優位性を結論づけている。

漢字2字熟語を素材とした以前の私たちの研究(文献 )により、横書きの「熟語」と「熟語を転置した非熟語」を刺激とした語彙判断課題の結果、漢字の形の類似性が判断成績に影響することが示された。すなわち、語を構成する2字の概形が同じ場合と異なる場合の判断成績を比較したところ、概形が異なる方が成績が高いことが示された。言い換えれば、概形の類似性が語彙判断を攪乱している可能性がある。

2. 研究の目的

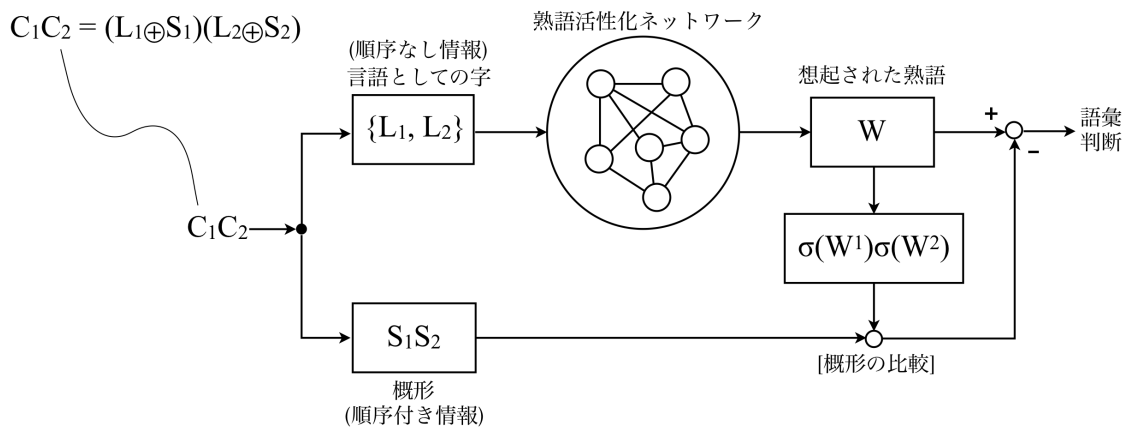


図 1 語彙判断の2経路仮説

まず、2つの文字が脳内でどのようなメカニズムで結びつけられ、意味のある並びの文字列として認識(あるいは誤認識)されるのかについて、2経路仮説を提案する(図1)。これは、先に述べた私たちの以前の研究(文献 )により、「言語としての字」の検索ルートとは別に、「概形」ルートが語彙判断に関与していることが示唆されたことを受けて、仮説を概念図としたものである。

本研究の目的は、ひとつには、2経路仮説の妥当性を評価し、熟語認識のメカニズムにおけるノンバーバル情報(非言語情報)の役割を検討することである(下記の目標1)。ノンバーバル情報は、「文字(記号)が表わす意味」とは質の異なる情報ととらえると、感性情報と言い換えることもできるだろう。さて、もうひとつは、図1の2経路仮説を修正する必要があるかどうかの検討である(下記の目標2)。

【目標1】私たちのこれまでの実験では、注視すべき点の指示は出すが、人の注意の動きを制御できていなかった。そこで、注意の誘導、さらには視覚情報処理の順序の統制を試みる。こうすることにより、熟語認識処理における、概形に基づいた順序情報と、注意誘導あるいは視覚情報処理順序統制によりもたらされた順序情報の拮抗を浮き彫りにし、2経路仮説の妥当性

と有効性を調べる。

【目標 2】漢字 2 字の概形が結合した 1 つの図形の形状として、熟語の概形が認識に関与しているのか(全体説) それとも、1 字ずつの概形が順序を伴っているという抽象度の高い使われ方をしているのか(部分説)を調べる。

(横書きを縦書きに変更すれば熟語全体の形状が変わるから、刺激を縦書きで提示する実験の結果と比べることで、全体説と部分説のどちらが有力であるかが検証できると考えた。)

### 3. 研究の方法

3 年間の研究の中で、延べ約 100 名の参加者の協力を得て、大きく分けて 2 種類の実験を実施し、実施した実験結果の整理をした。それに加え、以前に収集してあった実験結果(文献で分析した結果)について、新しい観点からの分析を行なった。

実験については、実験ごとに多少の違いはあるが、基本的には次の方法で実施した。実験参加者は、呈示された 2 文字が熟語であるか否かをできるだけ速く判断しボタンで回答する。呈示はディスプレイの中央に、視角にして 1° の漢字を表示する(視角にして 1° とは、30cm 離して 5mm ほどの文字を見るときの見かけの大きさであり、一般の本や雑誌の本文よりも大きい。)このように漢字を 2 文字だけ呈示する方法を用いた理由は、文章の中に熟語あるいは非熟語を挿入する方法では、その前後にどのような文字列があるかに応じて文脈が変わってしまうため、文脈の効果をできるだけ減らそうとしたからである。

なお、ディスプレイへの呈示やボタン反応の収集においては、1 ミリ秒(=0.001 秒)の精度で画面表示を変化させ反応時間を計測できる心理学的反応実験用の特別なシステム(実験刺激構築ソフトウェア E-Prime 2、および反応計測インターフェイス Chronos)を使用した。このような特別なシステムを用いないとすると、時間精度は 10~30 ミリ秒に留まる。

### 4. 研究成果

セクション 2「研究の目的」に示した 2 つの目標に沿った実験に加え、研究開始当初の目的には含めていなかったが、実験と分析を進める中で重要だと考えられる分析を加えた。以下に、特徴的な結果について述べる。

漢字を 1 字ずつ時間差で出現させることにより視覚情報の入力順序を強制的に指定する効果【目標 1】

15 ミリ秒の時間差で漢字 2 字(ここでは横書きに限定)を出現および消失させる方法で、語彙判断課題を実施した。たとえば、正しい熟語であるにも関わらず、逆順で出現させる場合をランダムに挿入し、人の語彙判断プロセスの攪乱を試みた。その結果、空間的な熟語性によらず、つまり文字の左右配置の正しさによらず、時間順序としての熟語性がエラーに影響しているとの結果が得られた(図 2)。このことは、処理の時間的順序が、熟語性を判断するための脳内処理に影響していることを示唆している。

横書きと縦書きの違い【目標 2】(「全体説」対「部分説」の検証の入り口として)

以前の私たちの研究(文献)によって、漢字 2 字の概形が異なる方が同じ場合よりも語彙判断成績が高い結果が得られたが、その結果が個々の漢字の概形のみ依存するのか(これを部分説とする)それとも、漢字 2 字が合体した全体の概形に依存するのか(これを全体説とする)を確認するための一手法として、横書きと縦書きの結果を比べた。その結果、特徴的な差異が見られた。すなわち、概形の異同と熟語性の組み合わせ 4 通りを横書きと縦書きで比べると、「概形が異なる・非熟語」の結果のみ結果が大きく異なっている(図 3 の矢印)。もしも 4 通りすべてについて横書きと縦書きの結果に大きな違いがなければ「部分説」が濃厚であるが、そうではない結果となったため、「全体説」の可能性が高まったと考えている。

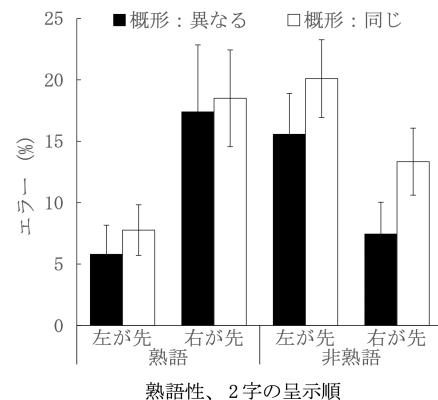


図 2 漢字を 1 字ずつ時間差で呈示した場合

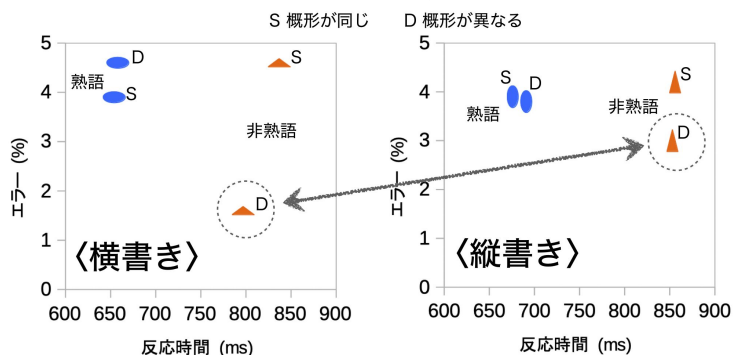


図 3 「横書き」と「縦書き」の違い

漢字の客観的特徴と判断成績の関係（研究開始時には目標として設定していなかったが、検討すべきだと判断し分析した結果、興味深い結果が得られた。）

本研究では概形処理に注目しているが、現在のところ、私たちは「漢字の形」を客観的に表現する手法を確立できておらず、考察に用いる形の決定は直感的な分類に基づいている。客観性の問題を解消する試みの第一歩として、「判断成績」と「漢字画像のストローク占有率」との関係調べた（ストローク占有率とは、白地に黒の字であれば黒の比率である。実験では黒地に白で文字を呈示することが多いため、色によらない表現のこの用語を独自に定義した。）

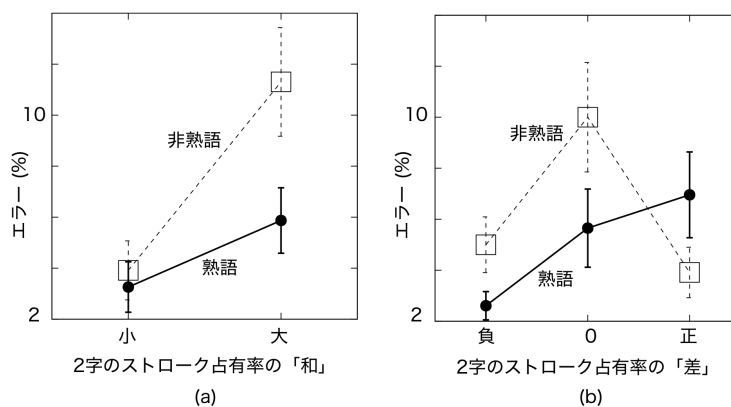


図 4 エラーとストローク占有率の関係

その結果、熟語を構成する漢字 2 字のストローク占有率の和および差が、語彙判断エラーに影響を及ぼしていることが示された。和については、和が大きい方が、和が小さい場合よりもエラーが多かった（図 4(a)）。このことから、線が密に詰まっている字が使われている語は、誤字があっても発見しにくいと考えられる。差については、2 字のストローク占有率の差が小さいほどエラーが多いというパターンが見られた（図 4(b)）。つまり、2 字を構成する線が同程度に詰まっていると、誤字を発見しにくいことになる。

また、ストローク占有率に加えて、コンピューター画像処理で広く活用されている顕著性マップ（saliency map）を指標とした分析を行なった。顕著性マップとは、画像を呈示された際、人が注意を向ける可能性の高さを、画像の各点について計算したものである。反応時間と、個々の漢字の顕著性の関係を、熟語についてまとめたのが図 5 である。図 5 の横軸は、大きさを標準化するために割り算が入っているが、本質的には熟語の「1 文字目の顕著性  $s_1$ 」と「2 文字目の顕著性  $s_2$ 」の差である。「反応時間」は「顕著性の差」の影響を受けているようである。

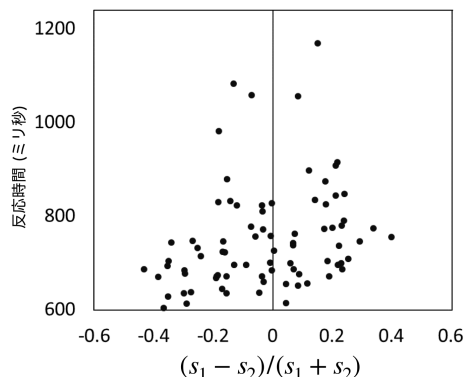


図 5 熟語に対する「反応時間」と「顕著性の左右差」の関係

以上、研究成果をまとめると、これまで着目されてこなかった複数の新しい観点から、熟語認識の脳内プロセスにかかわるさまざまな条件を浮き彫りにできた。最も重要な結論は、形状（概形）、ストローク占有率（線の密度）、顕著性（誘目性）などの、いわゆる感性情報が語彙判断に関わっていることを示したことであろう。

#### < 引用文献 >

Monk, A.F. and Hulme, C., Errors in proofreading: Evidence for the use of word shape in word recognition, *Memory & Cognition*, vol. 11, no. 1, pp. 16-23, 1983.

Rayner, K. White, S.J., Johnson, R.L., and Liversedge, S.P., Reading words with jumbled letters, *Psychological Science*, vol. 17, no. 3, pp. 192-193, 2006.

Mizuno, R. and Matsui, T., Orthographic or phonological?: Exploration of predominant information for native Japanese readers in the lexical access of kanji words, *Psychologia*, vol. 56, pp. 208-221, 2013.

矢内浩文, 林 健太, 漢字二字熟語の語彙判断における概形の影響, *電子情報通信学会論文誌 D*, vol.J-99D, no.1, pp. 97-99, 2016.

#### 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 3 件)

越中 彩貴, 木之内 翼, 矢内 浩文, 空間的注意が二字熟語の語彙判断に及ぼす影響 (その 2), 第 16 回情報科学技術フォーラム (FIT2017), No. J-005, 2017.

鈴木 寛仁, 矢内 浩文, 漢字二字熟語の語彙判断における概形の影響: 書字方向による違い, 第 16 回情報科学技術フォーラム (FIT2017), No. E-010, 2017.

## 6 . 研究組織

### (1)研究分担者

研究分担者氏名：赤羽 秀郎  
ローマ字氏名：(AKABANE, Hideo)  
所属研究機関名：茨城大学  
部局名：理工学研究科 (工学野)  
職名：教授  
研究者番号 (8 桁)：50192886

研究分担者氏名：梅津 信幸  
ローマ字氏名：(UMEZU, Nobuyuki)  
所属研究機関名：茨城大学  
部局名：理工学研究科 (工学野)  
職名：准教授  
研究者番号 (8 桁)：30312771

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。