

単語認知における文字位置情報の処理

—語彙判断におよぼすアナグラムの効果からの検討—

中京大学心理学研究科 岡田 順介^{注1}

中京大学心理学部 牧野 義隆

Processing of positional information for letters in word recognition — An examination of the effects of anagrams on lexical decisions —

OKADA, Junsuke (School of Psychology, Chukyo University, Yagoto-Honmachi, Showaku, Nagoya 466-8666)

MAKINO, Yoshitaka (School of Psychology, Chukyo University, Yagoto-Honmachi, Showaku, Nagoya 466-8666)

This study examined the effect of anagrams on the processing of Japanese Kana words. An anagram is a word where letter position is changed but letters are identical with other words (e.g. クルミ-ミルク). An experiment was conducted using lexical decision tasks with anagrams and frequency. Anagrams facilitated lexical decisions for high frequency words, but no effect was seen for low frequency conditions, suggesting that the visual recognition of a word does not necessarily utilize positional information for the characters.

Key words: Kana words, visual word recognition, anagram, frequency, letter position

問 題

単語認知過程における文字情報の処理モデルにおいては、その単語が視覚的に提示されたものであるか音韻的に提示されたものであるかで異なった処理過程を仮定することが多い。これは、視覚提示では単語を構成する文字系列（以下、特に断らない限り単語を構成する文字系列を単に文字系列という）が一括提示され、聴覚提示では音素毎に系列提示されることが大きな要因であり、視覚的提示については多くの場合、文字系列の並列処理や一括処理が仮定されている（川上, 1993; 臼井, 1998）。並列処理を仮定しているモデルの一つである相互活性化モデルは、文字系列の処理にボトムアップ的な処理とトップダウン的な処理を仮定している（McClelland & Rumelhart, 1981）。このモデルは多くの実験結果や現象を説明することができ、有力な並列処理モデルの一つであるといえよう。

ところで、このような並列処理を想定した場合、単語内での各文字の位置に関する情報がどのように表象されているかという問題があり、これについて

明確な回答は与えられていない。古典的な相互活性化モデルでは、その文字位置に関する情報は、情報入力 of 初期段階で処理されると仮定している。

しかし、岡田（2002）は、単語内に同じ文字を複数持つ単語を瞬間提示した場合に、同じ文字を持ちながらその大半の位置が異なる別の単語を誤報告する確率が高いことを報告している。例えば、「ユデタマゴ」という単語が提示された場合に、「タマテバコ」のように文字単位で見れば大半の部分が認知されていることが予想されるものでありながら、その位置が異なり、且つ意味のある単語が誤認知される事が報告されている。また、「ひなまつり」という単語が提示された場合に、「ひまわり」と誤認知するような、単語内の部分的な文字群ではなく文字数の異なる単語の誤認知も見られる。もちろん、瞬間提示事態における実験の結果を、通常の単語認知に直ちに適用することには問題がある。しかし、この実験の結果は、古典的な相互活性化モデルのように、単語の同定に際して、先ず単語内の文字位置に関する情報が処理されると仮定することには問題があることを示唆している。実際、日常生活においても、誤字・脱字に気づかずに（本来表記しようとしていた）単語として認知したり、一部の文字の

注1 b10301m@cnc.chukyo-u.ac.jp

位置を入れ替えて読んでしまうような読み間違い等の現象がしばしば出現する。これまでに多くの研究（たとえば、玉岡・タフト, 1994; 川上, 2002）で類似語の効果が示されており、単語を認知する際に、単語内の一文字だけが異なる、形態的に類似した他の単語ノードも活性化されることが予測されている。同様に、先述した実験結果や現象から、形態的に類似しているが文字の位置に多少の差異がある、というような単語のノードを活性化し得る単語認知モデルを構築する必要がある。

単語認知において単語内の文字位置情報をどのように扱うかという問題については、相対的位置情報の処理方法、文字以上の処理レベルからの影響などについて多くの研究がなされてきた。たとえば、文字同士の心的な位置関係（「ピアノ」という単語で「ピ」と「ア」が1文字を挟んで存在する、というような文字を間に挟んでいるかなどの関係）や隣接する文字を一つの単位として扱うノードを想定するモデルが提唱されている。（川上, 1995）。このようなモデルの多くは、文字以上の処理レベル、すなわち単語全体や文字群レベルの処理に基づき、文字同士の位置関係または相対的位置を表象すると仮定している。このような修正相互活性化モデルは、必要なノードが膨大な量に増加し、不経済であるという問題が存在する。しかしより重大な問題は、相互活性化モデルがトップダウン処理を仮定したとしても、入力される情報自体は特徴レベルに相当する部分的な情報であるという点にある。相互活性化モデル内に、先述したようなトップダウン処理により位置情報を扱うノードを設けたとしても、特徴レベルからボトムアップ処理により活性化された文字ノードには位置情報は存在せず、位置情報を扱うノードがその機能を果たすことは出来ない。また、特徴レベルで位置情報を処理するというのであれば、古典的な相互活性化モデル同様、同じ文字であっても文字の位置が異なった場合には、同じ文字が存在するという類似性は認識されないとすることが予想される。

このように、上位レベルで処理する機能が存在するとしても、扱われる情報自体は特徴レベルにより処理されたものであるため、正確な単語の認識は困難になる。以上の議論から、2文字組、3文字組のレベルのノードを設けても問題の解決にはならないことは明らかである。

相互活性化モデルにおいては単語認知過程に対して並列処理が仮定されている。例えば、もし系列処

理が行われているとするならば、単語の認知時間は文字数が少ない単語の方が速くなると予想される。しかし、実際には1~2文字程度の文字数の相違が語彙判断課題の反応時間に有意な効果を与えないことが、仮名单語を用いた川上（1993）の研究でも報告されている。

しかし、系列処理が関与していることを示唆する研究もまた数多く報告されている。単語には、語頭から系列的に処理した場合に他の全ての単語候補と区別出来る位置が存在する。例えば、ペンキとペンチを区別するためには3文字目まで見なければ分からない。このようにある単語を全ての単語から特定する為に必要な文字の位置をユニークネスポイントという。系列処理を行った場合には、これが語頭に近いほど認知処理に必要な時間が短くなると予想される。一方、単語認知が並列的に処理されるとするならば、当然このユニークネスポイントは認知時間に効果を持たないと予想される。このため、従来は単語が音で提示された場合にのみユニークネスポイントが認知時間に影響するとされてきていた。しかし、Peter & Douglas（1999）は視覚的に提示した語彙判断課題においても正書法的なユニークネスポイントが反応時間に影響を与えることを報告している。このことは、単語認知に系列処理が関与していることを示唆している。

この効果は、多くのモデルで考えられていた単語内の文字の並列的な処理、単語全体を一つの単位とした一括処理と対立するものであり、視覚的に提示された単語の認知過程において文字が語頭から順次処理されていることを示唆するものである。したがって、このような効果を現在の単語認知モデルで説明することは困難であり、これらを考慮した新しいモデルが必要であると考えられる。

岡田（2003）は、単語認知過程において、単語内の文字位置情報を扱わない並列処理と系列的処理の並行処理を仮定する、以下のようなモデルの検討を行った。すなわち、このモデルは、単語認知過程は単語内の文字全体を扱う並列処理と、文字綴りを順次処理する系列処理の相補的な過程であると仮定する。これは視覚的-音韻的処理の関係に類似している。しかしこのモデルは、相互のフィードバックがより容易であり、視覚提示された単語の処理に、音韻的処理が有効であるかどうかという問題とは関係を持たない。また、二つの処理が同時に進行するという点では、二重ルートモデルに近いものであると

いえる。二重ルートモデルではそれらが互いに独立した状態で処理しながら、一つの回答のみをもたらすと考えているため、どの処理の結果を採用するかという決定法についての問題が生じる。しかし、このモデルはこの問題とも関係を持たない。

このモデルでは、単語が提示されると、単語内の文字は相対的位置によって区別されることなく並列的に処理される。一方、これと並行して、文字列の一字目から順次文字単位の系列処理がなされると仮定する。この並列処理は、単語内の文字の位置を特定しないため、必ずしも単語を同定しない。しかし、表記されている文字の認知は可能であり、系列処理で利用される。一方系列処理からは、左から順次決定された文字の情報がその都度並列処理に送られ、当該しない単語の棄却を補助し、更に精度の高い予測が系列処理に返される。このような処理が、単語が決定されるまで繰り返される。この場合、単語の文字数が多くなっても後ろの文字ほど強い予測がなされるので、その語の特定に要する時間への影響は比較的小さくなることが予想される。これによって文字数の影響が有意でないという従来の結果の説明は可能である。さらに、このモデルでは系列処理を含むので、相互活性化モデルの利点を損なわずに、ユニークネスポイントの効果も容易に説明可能となる。

従来の並列処理的相互活性化モデルと比べて、このモデルの特徴は、大きく二つに分けられる。その一つが、並列処理は文字位置情報とは独立しているということである。もう一点は、並列処理と並行して実施される系列処理である。ここでは文字が語頭から順次系列的に処理されている。したがって、無意味な文字つづりの処理が可能である。また、語頭から順に処理されることにより、結果的に文字位置が表象されることになる。

岡田 (2003) は、このモデル検討の一環として、単語内に同一の文字を含む単語 (例、トマト、カカオ) を用いて、その特徴の一つである並列処理における文字の位置独立性についての実験を行った。従来の相互活性化モデルでは、同じ文字であったとしても、単語内でのその相対的位置が異なれば、それらは異なったノードで扱われる。したがって、単語内に同じ文字のない場合と比較して、その認知過程には何の特異性も見られないことが予想される。一方、このモデルによれば、並列処理段階においては同じ文字はその位置に関わらず同一のノードで扱

れることになる。この場合、たとえばカカオとカオの弁別のように、単語の同定に必要な情報が不足することが考えられる。これは、単語として処理されること自体が困難となることを意味する。これを補うには系列処理からの情報が必要となる。したがって、このように同一文字が単語に含まれる場合には、通常の単語認知には見られない、文字数による単語認知時間の増加が見られると予想される。これを語彙判断課題で検討した結果、同じ文字を含む単語のみに文字数による反応時間の増加が見られ、モデルを支持する結果を得た。

ところで、このモデルでは並列処理段階においては単語を構成する各文字の位置関係は処理の対象とならない。したがって、同じ文字で構成された文字配置の異なる単語、すなわちアナグラムは、全ての文字ノードで相互に促進されると仮定される。また、アナグラムの場合には、それといささか形式的には類似しているかに見える、形態的に類似した単語同士の場合と異なり、文字単位での相互の抑制が存在しないことが予想される。このため、アナグラムが存在するという事は語彙判断課題において強い促進性の効果を持ち、アナグラムの存在しない単語よりも語彙判断に要する時間が短いと考えられる。ただし、この促進効果は並列処理段階において生じるものである。したがって、そのような促進効果は単語認知のための処理時間の中で占める割合はそれほど大きなものとはならないであろう。したがって、もし、アナグラムの効果が示されるとすれば、それは単語の認知時間が比較的速い場合、たとえば単語の使用頻度が高い場合、において顕著であると予想される。すなわち、アナグラム存在の有無と単語の頻度の間には交互効果が存在すると考えられる。

本実験は、語彙判断課題においてアナグラム存在の有無と単語の頻度の間に交互作用が示されるか否かを検討することにより、上述のモデルの妥当性を検討することを目的としている。

方 法

被験者 中京大学の大学生および大学院生男性 8 名、女性 4 名の計 12 名。全員が正常もしくは矯正された視力であった。

装 置 刺激提示には AV タキストスコープ (岩通 IS-702) を使用し、提示時間などの時間制御ならびに被験者の反応の記録には同装置の制御用

コンピュータを使い、被験者の反応にはキーボックスを使用した。

刺激材料 刺激作成には、NTT データベース「日本語の語彙特性」(年号)を使用した。データベース内の3文字単語から同じ文字で構成された単語(例:インコ, コイン)を1つのアナグラム組とし、15組を作成した。次にデータベースの頻度表を基に各単語の頻度を各組内で比較し、最も高い頻度持つもの以外の単語を刺激語とした。これにより、より高頻度の単語をアナグラムに持つ単語15語を刺激語として選定した。また、データベース内に同一の3文字で構成された別単語が存在しない3文字単語15語を選出し、これをアナグラムなし語とした。したがって、刺激単語はこれら15語ずつの、計30語であった。これらは語彙判断課題における妨害刺激として利用される。さらに、頻度表を基に、アナグラムあり条件、なし条件ともに、高頻度語と低頻度語の2群に分けられた。平均頻度は、低頻度ではアナグラムありが27.9、アナグラムなしが27.1であり、高頻度ではアナグラムありが325.0、アナグラムなしが324.8であった。また、これとは別に30語の3文字単語を選出し、半数は1文字を替え、これを非単語刺激とした(例:アシカ→アラカ)。半数は単語内の文字位置を換えることで非単語刺激とした(ワルツ→ルワツ)。

これらに用いられた刺激はビットマップで作成された。提示される刺激材料は、それら3文字を水平に並べることで構成され、黒い背景に白色で、HGゴシックEフォントの48ポイントで表記した。

手続き 実験課題は語彙判断課題であり、被験者ごとに個別で行われた。各試行において、まず画面中央の刺激の3文字が提示される位置に3つの*記号が1秒間提示された。その後、0.5秒の間隔を挟んで、3文字の刺激が提示された。被験者は、正確に、かつ迅速に、その3文字で構成される文字系列が単語か否かを判断することが要求された。被験者の反応にはキーボックスが用いられ、それぞれ単語だと判断した場合には右端のボタン、非単語だと判断した場合には左端のボタンを操作することで行われた。3文字の刺激の提示から被験者の反応までの時間を、反応時間としてミリ秒単位で測定した。また、被験者の単語・非単語判断の結果も併せて記録した。被験者の反応をもって刺激の提示は終了し、2秒の間隔の後、次の試行に移った。

刺激の提示順序については、各30語で構成され

た前後半の2ブロックからなる2つの順序のパターンが作られ、それぞれに前半後半が入れ替えられることで計4種類の順序が設けられた。それぞれのパターンでは、前後半で各条件の語数が等しくなるように統制された。各被験者にはこの何れかの順序で刺激が提示された。各順序に割りふられた被験者数は等しい。また、本実験の前に10試行からなる練習課題を行った。

結果

本実験の目的は、アナグラムの有無と使用頻度の交互作用の検討である。したがって、これら二つの変数が意味を持たない非単語は検討の対象とはなり得ないので、単語に対する正反応の反応時間のみを分析の対象とした。これらについての条件別の平均反応時間をFig.1に示す。

アナグラムの有無×頻度の2要因分散分析を行ったところ、アナグラムの主効果は見られなかった($F(1,11) = 0.43, n.s.$)。しかし、頻度の主効果($F(1,11) = 6.45, p < .05$)、及びアナグラム×頻度の交互作用($F(1,11) = 9.65, p < .05$)がいずれも有意な効果を示した。交互作用が有意であったために単純主効果の検定を行ったところ、高頻度語におけるアナグラムの有無($F(1,11) = 8.72, p < .05$)に有意な差が見られた。

アナグラムの有無の主効果は見られなかったが、アナグラムあり語でのみ高頻度語の語彙判断が速くなるという交互作用が示された。すなわち、本実験の結果は、低頻度語においてはアナグラムの有無による語彙判断時間の差は見られないが、高頻度語においてはアナグラムの存在が語彙判断を促進させる効果を持つことを示した。

このことから、アナグラムの存在が語彙判断に促進的な効果を持ち、また頻度が高いほどその効果は強いものになるという仮説は支持された。一方、この結果は、単語認知の初期段階において文字の単語内における相対的位置の情報を決定することを仮定している古典的な相互活性化モデルや、クラスターユニットや2文字組・3文字組のような文字群レベルのノードによって文字位置情報が扱われるというモデルとは明らかに矛盾している。また、この結果は、単語内の文字位置が異なる場合でも同一の文字は同一文字ノードを活性化することを示唆するものであり、岡田(2003)のモデルと整合的である。

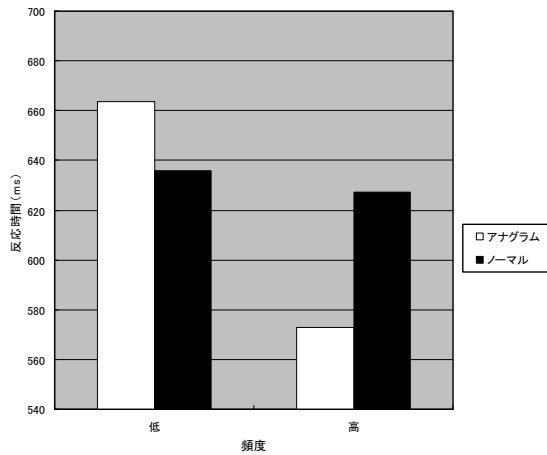


Fig1 正反応における平均反応時間

考察

本実験の主要な目的は、単語認知における文字処理段階において、文字位置に関する情報を取り扱わない並列処理過程と、語頭から順に処理をしていく(それゆえ文字位置情報を処理対象とする)系列処理が並行して作用しているという、岡田(2003)の単語認知モデルの検討である。このモデルは、語彙判断課題においてアナグラム存在の有無と単語の頻度の交互作用を予測する。

本実験の結果は、アナグラムの主効果は示さなかったものの、高頻度語においてはアナグラムあり単語の語彙判断時間はアナグラムなし単語の判断時間より速いことを示した。すなわち、当該単語が一定以上の頻度があればアナグラムの効果が見られるというものであった。これは高頻度になるほどアナグラムの影響が大きくなることを予測する、岡田(2003)のモデルを強く支持している。

しかし、文字位置の表象は、文字の絶対的な位置に関する情報を表象しなくとも、文字同士の相対的な組み合わせで位置情報を表象する事は可能である。例えば「文字が隣接する」という情報を用いるノードを設ければ、絶対的な文字位置情報を扱わなくとも、本実験のような3文字単語の処理を説明することができる。「インコ」という単語という単語に例をとれば、「__イ」、「イ*」、「*ン」、「ン*」、「*コ」、「コ__」(*は文字の隣接、__は単語の端であることを表象するノードを意味する)と表象されることになる。一方、「インコ」のアナグラムである「コイン」は「__コ」、「コ*」、「*イ」、「イ*」、「*ン」、「ン__」と表象され、それら二つの単語は

並列処理のみを想定しても区別が可能となる。

ところで、本実験で使用した単語はすべて3文字の単語であった。3文字単語の場合、文字の隣接の有無における情報が個々で全く異なる3文字で単語が構成されており、このように隣接ノードを仮定することによりアナグラム単語の区別が可能である。しかし、単語を構成する文字数が4文字以上で、アナグラムが両端以外の文字で成立している場合には、両端以外の文字同士の隣接情報が同じであるため、並列処理のみでは二つの単語を区別することができなくなる。したがって、4文字以上の単語においてもアナグラムが存在するという事実から、このような説明を単語認知における一般的説明として採用することはできない。

以上の検討結果から、少なくとも並列処理過程においては、文字位置に関する情報は直接的にせよ、隣接ノードのような間接的にせよ処理対象となっていないと考えられる。したがって、岡田(2003)の単語内に同一文字が重複する場合の抑制性の効果は、位置が異なっても同一の文字は単一過程で処理されていることによると考えることによってのみ説明可能となる。すなわち、同じ文字が含まれている単語に見られる抑制性の効果は、同一の視覚表象が複数存在するという視覚的な効果ではなく、重複文字ノードへの活性化が高くなったことによると考えられる。

文字認知における並列処理過程において、位置情報が処理されていないとするモデルは一見すると、文字の混合現象において文字の単語内での相対的位置が影響するという牧岡(1994)の研究結果と矛盾するように見える。確かに、単語内の文字位置がその認知過程において表現されていなければ、その相対的位置が文字の混合の生起頻度に影響することを説明するのは困難である。これは、従来の相互活性化モデルでは容易に説明可能となるが、本モデルでは説明困難に思われる現象である。しかし、ここで提唱されているモデルは単語認知における文字処理において、並列処理だけでなく、単語内文字位置に従った系列処理が平行していると仮定している。この系列処理過程においては、当然のことながら、位置情報が重要な意味を持つ。文字の混合などの諸現象はこの中で説明されるべきであり、単純に本実験において取り扱った、並列処理の枠内のみで検討されるべき問題ではない。一方、従来の相互活性化モデルでは岡田(2003)の単語認知に及ぼす単語内重

複文字の効果や本実験のアナグラムの効果を説明することができない。

このことからすれば、文字位置情報を扱わない並列処理と系列処理との並行処理を仮定する岡田のモデルは、相互活性化モデルの発展として捉えることができる。しかし、このモデルが真の意味で相互活性化モデルの発展モデルとなるためには、並列処理と系列処理の関係についてより詳細な検討が必要であろう。

引用・参考文献

- 川上正浩 1993 仮名单語の語い決定課題における表記の親近性と処理単位 心理学研究, 64, 235-239。
- 川上正浩 1995 視覚提示された単語の認知過程—頻度をめぐる問題— 名古屋大学教育学部紀要 (教育心理学科), 42, 29-58。
- 川上正浩 2002 文字単位類似語数および音素単位類似語数がカタカナ語の語彙判断課題に及ぼす効果 心理学研究, 47, 375-406。
- 牧丘省吾 1994 単語の視覚的単語認知過程における文字位置情報の表現 心理学研究, 65, 224-232。
- McClelland, J. L., & Rumelhart, D. E., 1981 An interactive activation model of context effect in letter perception: Part 1. An account of basic findings *Psychological Review*, 88, 375-407.
- 岡田順介 2002 3~5文字かな単語の認知域 京都学園大学 演習3レポート (未発表)
- 岡田順介 2003 重複文字が単語認知に及ぼす効果の検討 (京都学園大学卒業論文)
- Peter, J.K., & Douglas, J.K.M., 1999 Evidence for sequential processing in visual word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25, 376-381.
- 玉岡賀津雄・タフト M. 1994 拍は音韻処理の最小単位となりうるか—擬似外来語の語彙正誤判断課題からの考察— 心理学研究, 65, 377-382. 白井信男 1998 仮名单語の認知における全体的処理の検討 心理学研究, 69, 105-112。
- (受理年月日 2004年3月2日)