

視覚提示された単語の認知過程

——頻度をめぐる問題——

川 上 正 浩

I. 視覚提示された単語の認知過程と 二重ルートモデル

視覚提示された単語の認知 (visual word recognition) の問題は、実験心理学における最も活発であり、かつ長い歴史を持つ研究テーマである (Cattell, 1886; Pillsbury, 1897)。そして視覚提示された単語から音韻あるいは意味を抽出する過程に関して、様々なモデルが検討されている。

I-1. 二重ルートモデル

視覚提示された単語の認知過程のモデルとしては、dual-route model (二重ルートモデル) がその主流を占めていると考えて良いだろう (Coltheart & Rastle, 1994)。二重ルートモデルとは、語彙への接近に際して、視覚表象から我々の頭の中の辞書にあたる lexicon に接近する直接的なルート (視覚ルート) と、GPC 規則 (書記素-音素対応規則: grapheme-phoneme correspondence rule) によって媒介される間接的なルート (音韻ルート) の2つを仮定するモデルである (Baron & Strawson, 1976; Behrmann & Bub, 1992; Coltheart, 1978, 1980, 1985; Coltheart, Curtis, Atkins, & Haller, 1993; Coslett, 1991; Forster & Chambers, 1973; Frederiksen & Kroll, 1976; Funnell, 1983; Henderson, 1982; Kay & Bishop, 1987; Marshall & Newcombe, 1973; Morton & Patterson, 1980; Norris & Brown, 1985; Paap & Noel, 1991; Patterson & Morton, 1985; Patterson & Shewell, 1987; Reggia, Marsland, & Berndt, 1988)。

I-2. 単語の命名と二重ルートモデル

単語認知のゴールを視覚提示された単語からの音韻の抽出、すなわち命名 (naming) であると考えれば、二重ルートモデルでは、そのゴールに到達するために dictionary lookup procedure と letter-to-sound rule procedure の2つの処理を行うルートを想定する

(Coltheart et al., 1993)。dictionary lookup procedure とは、辞書に記載されている項目を見つけてその項目に関する情報を知るように、提示された単語の視覚表象から lexicon 内の当該単語の表象を見つけて直接接近する処理である。この接近によって lexicon に蓄えられている当該単語の音韻情報が利用可能となる。letter-to-sound rule procedure は、GPC 規則を用いて視覚表象を構成する下位のユニット (grapheme) と対応づけられる音韻を選択し、それらを組み合わせることによって単語の音韻を構成する処理である。単語の中には、その綴りと発音との関係において、その対応が GPC 規則と一致する規則語 (regular word) と、その対応が GPC 規則と一致しない不規則語 (irregular word) とが存在する。したがって GPC 規則を用いた音韻ルートを介する処理によって、規則語の音韻を抽出することは可能であるが、不規則語の音韻を抽出することは不可能である。

こうした二重ルートモデルによる単語命名過程の解釈は、規則語を正しく発音することはできるが、不規則語を発音することができず、しばしば GPC 規則に合致するように不規則語を発音してしまう (regularization errors) という表層難読症 (surface dyslexia) をうまく説明することができる (Patterson, Marshall, & Coltheart, 1985; Marshall & Newcombe, 1966, 1973; McCarthy & Warrington, 1986; Shallice & Warrington, 1980; Shallice, Warrington, & McCarthy, 1983)。表層難読症においては、非単語 (nonword) の発音も可能であることから、視覚ルートのみが選択的に損なわれ、音韻ルートのみがうまく働いている状態であると考えることが可能である。

また、単語を (規則語も不規則語も) 発音することは可能だが、非単語の発音のみが損なわれる音韻性難読症 (phonological dyslexia) については、視覚ルートはうまく働いているが、音韻ルートのみが選択的に損なわれた結果だと考えることができる (Beauvois & Derousne, 1979; Funnell, 1983; Shallice &

Warrington, 1980)。

多くの研究が示すように、規則語が不規則語よりも速く命名されること (Baron & Strawson, 1976; Forster & Chambers, 1973; Perfetti & Hogaboam, 1975) は、これら2つのルートが並列的に使用されていることを示唆している。なぜなら視覚ルートによる語彙への接近に失敗した場合にのみ、音韻ルートを介した音韻の抽出を行うと仮定するならば、こうした規則性の効果は見られないことになるからである。

こうして2つのルートから並列的に出力されと考えられる2つの音韻を、Patterson (1982) は *addressed phonology* と *assembled phonology* と表現している。そしてそれぞれのルートから異なった音韻が出力された際の矛盾の解消が、二重ルートモデルの大きな問題点となる。こうした矛盾を「先に出力された方を採用する」ことによって回避する競馬モデル (*horse-race model*; Coltheart, 1978; Norris & Brown, 1985; Patterson & Morton, 1985) が提案されている。

競馬モデルによれば、一般的に直接的な視覚ルートを介した処理の方が間接的な音韻ルートを介した処理よりも速いので (Taft, 1991), *addressed phonology* が“勝つ”ことになる。しかしながら視覚ルートを介した処理が遅いか、適切な語彙項目を発見できないかの場合には、音韻ルートを介した処理の結果得られる *assembled phonology* が“勝つ”ことになる。

単語の音韻の規則性 (*regularity*) がその命名に及ぼす影響からこうした2つのルートの関係を検討した研究もある (Jared & Seidenberg, 1990; Paap & Noel, 1991; Seidenberg, Waters, Barnes, & Tanenhaus, 1984; Taraban & McClelland, 1987)。例えば、Seidenberg et al. (1984) は、単語の音韻の規則性が命名に要する反応時間に及ぼす影響は、低頻度語のみで見られ、高頻度語であれば不規則語であっても規則語と同程度の速さで命名できることを示した。この結果は、高頻度語においては視覚ルートを介した処理が“勝つ”ために、GPC 規則による音韻の決定を待つ必要がなく音韻の規則性の影響は見られないが、低頻度語では音韻ルートを介した処理が“勝つ”ために、音韻の規則性の影響が現れるためだと解釈することができる。さらに Seidenberg (1985) は、英語および中国語を材料とした命名課題を用い、中国語においても高頻度語での視覚情報に基づいた音韻の抽出を確認している。

しかしながら競馬モデルでは、不規則語に対する誤反応の増加は説明されても反応時間の遅延は説明されない。この問題を回避するためには、2つのルートからの出力を吟味する、より上位のメカニズムを想定する必要がある。

ろう。

1-3. 単語の語彙判断と二重ルートモデル

単語認知のゴールをその意味の抽出、すなわち語彙への接近そのものであると考えるならば、二重ルートモデルではその過程を以下のように説明する。語彙への接近には *direct route* と *indirect route* の2つのルートが存在する。*direct route* は、提示された単語の視覚表象から *lexicon* 内の当該単語の表象に直接接近するルート (視覚ルート) である。*indirect route* は、GPC 規則を用いて、視覚表象を構成する下位のユニット (*grapheme*) と対応づけられる音韻を決定し、それらを組み合わせることによって単語の音韻を構成し、その音韻表象から *lexicon* 内の当該単語の表象に接近するルート (音韻ルート) である。こうした語彙への接近を反映する認知課題としては語彙判断課題 (*lexical decision task*) が用いられることが多い。

この2つのルートの対比は、視覚提示された単語の処理として想定される形態処理、音韻処理、意味処理の3つが並列型 (*parallel*) の処理なのか系列型 (*serial*) の処理なのかという対比であると解釈することもできる。すなわち視覚ルートを介した処理とは、語彙への接近 (意味処理) が音韻処理を介さずに直接行われるとする並列型 (*parallel*) の処理であり、音韻ルートを介した処理は音韻処理の後に語彙への接近 (意味処理) が行われる系列型 (*serial*) の処理であると考えられる。したがって系列型の処理 (Meyer, Schvaneveldt, & Ruddy, 1975; Rubenstein, Lewis, & Rubenstein, 1971) は視覚ルートの存在を否定することになり、視覚ルートの存在を認める二重ルートモデルは必然的に並列型の処理を仮定することになる (Coltheart, Besner, Jonasson, & Davelaar, 1979; Davelaar, Coltheart, Jonasson, & Besner, 1978)。

語彙への接近に際しても音韻ルートが関与していることが、語彙判断課題においても規則性の効果が認められることによって示されている (Bauer & Stanovich, 1980; Parkin, 1982; Parkin & Underwood, 1983)。また規則性の効果が低頻度語でのみ生起することを示した研究もあり (IV章参照)、視覚ルートを介した語彙への接近が遅れる場合に、音韻ルートを介して語彙への接近が行われることが示唆される。ただし van Orden ら (van Orden, 1987; van Orden, Johnston, & Hale, 1988) は、カテゴリ分類課題 (視覚提示された単語があらかじめ指示されたカテゴリに属するか否かを判断する課題) を用いて、カテゴリのメンバーと同じ音韻を持つが意味は異なっている同音異義語 (*pseudomember*)

やカテゴリのメンバーと同じ音韻を持つ疑似単語に対する被験者の反応を検討した。この実験の結果、被験者はこうした同音異義語や疑似単語を誤って分類してしまう傾向が高く、意味判断に音韻的符号化が重要であること、すなわち音韻ルートが重要であることを示唆している。

I-4. 2つのルートの対立

競馬モデルで議論されているように、二重ルートモデルの重要な点は、2つのルートの対立をいかに統制するかという問題である。

こうした2つのルートを方略的に使い分けることに關して、Coltheart (1978) は、課題の要請に応じて、どちらのルートにより依存するかを統制することが可能であることを示唆している。

Baluch & Besner (1991) はペルシア語を用いた命名課題において、項目リストに非単語が含まれている場合には、単語の頻度や意味的関連の効果が減少することを示している。ここでペルシア語はその綴りと音韻との対応がしっかりしている言語であり、原理的には音韻ルートのみで命名できるという、日本語における仮名と同様の性質を有していることに注意しなければならない。同様に Tabossi & Laghi (1992) は、意味的関連が命名の反応時間に対して持つ効果は項目が全て単語の場合には見られるが、非単語を含む場合には見られないことを示した。

このように、二重ルートモデルにおける2つのルートは、1つのモデルに埋め込まれた2つの処理過程であると同時に、対立する2つの処理様式であるとも考えることも可能である。こうした2つのルートの対立は、様々な用語で表現されている (analytical processing vs. holistic processing: Allen & Emerson, 1991, word-level channel vs. letter-level channel, direct route vs. indirect route, addressed phonology vs. assembled phonology: Patterson, 1982) が、これらの2つのルートを決定的に区別しているのは、以下の2点であるということができる。

第一点目は、その処理の単位として、単語全体を対象としているのか、それとも単語を構成する下位のユニットを対象としているのかという点である。

そして第二点目は、語彙への接近に際して音韻を経由しない、視覚表象に基づいた接近を可能とするか否かという点である。そこで本論文では、視覚提示された単語の認知過程における処理単位の形成と、そうした単位に基づく処理に視覚表象が果たす役割について検討する。

さらに処理単位の形成や、視覚表象に基づく処理を可能とする要因としてその処理単位の頻度を上げ、単

語の認知過程において各処理単位の頻度がいかなる影響を及ぼすのかを検討する。

II章では単語認知過程における処理単位に関する過去の研究を概観し、III章ではそうした処理単位と視覚表象との関係について case 混合表記を用いた実験を中心に検討する。さらにIV章では、視覚表象に基づく処理を可能とする要因として頻度の問題を考え、単語認知過程における頻度効果を示す研究を概観する。V章では、こうした頻度効果をそれぞれの単語認知過程のモデルがどう説明するのかを整理する。VI章では結論として、単語全体の視覚表象が単語認知過程に及ぼす影響の解明に日本語を材料とした研究が果たす役割について論じる。

II. 視覚提示された単語の処理単位

II-1. 単語優位性効果

視覚提示された単語の処理単位に関わる問題として、Reicher (1969) や Wheeler (1970) の実験に代表される単語優位性効果 (word superiority effect: WSE; Adams, 1979; Carr, Davidson, & Hawkins, 1978; Carr, Lehmkuhle, Kottas, Astor-Stetson, & Arnold, 1976; Estes, 1975; Johnston, 1978; Krueger & Shapiro, 1979; Massaro & Klitzke, 1979; Reicher, 1969; Spector & Purcell, 1977; Wheeler, 1970) がよく知られている。

例えば Reicher (1969) は単語あるいは非単語を提示した後、マスク刺激を提示し、被験者に文字列の報告を行わせた。こうした状況においては、被験者はどのような文字列が提示されたかを報告することは困難である。Reicher (1969) は例えば単語“WORD”を提示し、その最後の文字が“D”であったか“K”であったかを選択させる強制選択課題 (forced choice procedure) を用いて、反応バイアス (response bias) では説明されない単語優位性効果の存在を示唆している。ただし、この実験においても完全に反応バイアスを排除しきれてはいないという議論もある (Thompson & Massaro, 1973)。

こうした単語優位性効果の中には、現実には2つの効果が混在していると考えられる (Hildebrandt, Caplan, Sokol, & Torrealano, 1995)。第一の効果は、Reicher (1969) が指摘したように、文字の同定に関してその文字が単語の中の文字である方が、1文字で提示されるよりも成績がよい、というものである (Reicher, 1969; Wheeler, 1970)。この効果は、word-letter effect と呼ばれ、単語全体と個々の文字との対比を想定した際の、全体処理の優位性であると解釈される。これに対して第二の効果は、文字の同定に関し

てその文字が単語の中の文字である方が、正書法的に親近性の高い疑似単語 (pseudoword) の中の文字よりも成績がよい、というものである (Adams, 1979; Juola, Leavitt, & Choe, 1974; Manelis, 1974; McClelland & Johnston, 1977; Spoehr & Smith, 1975)。こちらの効果は *lexicality effect* と呼ばれる。

こうした単語優位性効果に加えて、実在の単語でなくとも親近性の高い文字列 (*familiar letter group*) を含む疑似単語では、そうした文字列を含まない非単語や、単一の文字と較べてその認知課題の遂行成績が高いことも示されている (Aderman & Smith, 1971; Baron & Thurston, 1973; Carr, Davidson, & Hawkins, 1978; Hawkins, Reicher, Rogers, & Peterson, 1976; Massaro & Klitzke, 1979; McClelland & Johnston, 1977; Spoehr & Smith, 1975)。このことから、単語優位性効果についても、それを支えるメカニズムは必ずしもその全体としての語彙性 (*lexicality*) あるいは全体的な処理に帰属されるわけではなく、文字よりも上位で、単語以下のレベルの処理単位の活性化によって説明される部分をも想定することが必要となる。

II-2. 単語全体を単位とした処理

視覚提示された単語全体がその処理単位となっていることを別の観点から示した研究には、Radeau, Morais, Mousty, Saerens, & Bertelson (1992) の *uniqueness point* (UP: いくつかの候補の中から当該単語を決定するという観点に立った時、唯一の候補に絞り込むことが可能になる点) の位置の効果を扱った実験が挙げられる。音声によって提示された単語の認知過程においては、基本的に時系列的な処理が想定される。その結果、「そこまで聞けばその単語だと決められる」というUPが単語の前半にあるのか後半にあるのかによって認知の速度が影響を受けることが予想される。事実、聴覚提示された単語の語彙判断課題 (Goodman & Huttenlocher, 1988; Taft & Hambly, 1986) やその他の認知課題 (*gender classification task*: Radeau, Mousty, & Bertelson, 1989, *phonemic restoration illusion*: Samuel, 1987, *phoneme detection task*: Frauenfelder, Segui, & Dijkstra, 1990, *shadowing task*: Radeau & Morais, 1990) において、UPの位置がその課題遂行に影響を与えることが知られている。しかしながら視覚提示された単語の場合、UPの位置はその反応時間に影響を与えないことが示されており (Radeau et al., 1992)、このことは視覚提示された単語の場合には、系列的な処理ではなく単語全体を単位とした処理がなされている結果であると考えられている。

読みの過程に関する眼球運動を測定した研究においても、短い単語においては、その認知の際に *scanning* が起こらないことが示されており (Blanchard, McConkie, Zola, & Wolverton, 1984)、こうした点からも、単語の一括処理の可能性は高いと思われる (Allen & Emerson, 1991)。ただし、6, 7文字以上からなる単語は2回以上の注視 (*fixation*) を受けるとする研究もある (Carr & Pollatsek, 1985)。

II-3. その他の処理単位

視覚提示された単語を処理する際に、理論的にはさまざまな処理単位を想定することが可能である。また現実の処理の効率を考えても、文字よりも上位の処理単位を仮定することが必要であり、かつ自然なことである。例えば、Kay & Marcel (1981) は、単語が視覚提示された際に単語がいくつか分割されて処理を受けることを仮定し、知っている単語 (*known word*) であれば、その分割の単位が大きくなると述べている。

単語認知の際のもっとも大きな処理単位は単語全体を1つの単位として扱うものであるが、それ以外にも、こうした上位の単位として、2文字組 (*bigrams*: Lima & Inhoff, 1985; McClelland & Johnston, 1977; Stanners & Forbach, 1973), 3文字組 (*trigrams*: Jordan, 1986; Lima & Inhoff, 1985; Postman & Rosenzweig, 1956) といった、単語の中に出てくる文字の組合せに注目した単位や、形態素 (*morphemes*: Henderson, Wallis, & Knight, 1984; Lima & Pollatsek, 1983; Murrell & Morton, 1974; Taft & Forster, 1975), 接頭辞 (*prefixes*: Stanners, Neiser, & Painton, 1979; Taft, 1981), 接尾辞 (*suffixes*: Gibson & Guinet, 1971; Stanners, Neiser, Hernon, & Hall, 1979), 語幹 (*word-stems*: Burani, Salmaso, & Caramazza, 1984; Rosenberg, Coyle, & Porter, 1966; Taft, 1979; Taft & Forster, 1975), BOSS (*basic orthographic syllabic structures*: Taft, 1979) あるいは BOB (*body of BOSS*: Taft, 1992), 綴り上の構造 (*orthographic structures*: Massaro, 1975), 音韻上の単位 (*phonological units*: Gibson, Pick, Osse, & Hammond, 1962; Hansen & Rodgers, 1968; Millis, 1986; Spoehr & Smith, 1973; Treiman & Chafetz, 1987) などが検討されている。

例えば、Taft (1979) は、*affixed word* (接頭辞・接尾辞と語幹とに分解される単語) を用いた語彙判断課題において、語幹部分のみの頻度 (*base 頻度*) と単語としての頻度 (*surface 頻度*) との両方を操作している。

この結果、surface 頻度が同じであれば、base 頻度の高い単語の方が、base 頻度の低い単語よりも語彙判断に要する反応時間が短いことを示した。また base 頻度が同じであれば、surface 頻度の高い単語の方が、surface 頻度の低い単語よりも語彙判断に要する反応時間が短いことを示し、語彙への接近過程を2つのステージに分けて説明を試みた。すなわち、base 状態で単語を貯蔵していると考えられる peripheral access file と surface 状態で単語を貯蔵していると考えられる master file の2つのファイルを想定し、それらを順に検索するモデルを提唱した。

派生語を用いた Bradley (1979) の実験では、“ness” や “ment” のように、使用範囲が広い接尾辞 (productive suffix) で終わる単語や動作の主体を示す “er” を含む単語においては、語幹の頻度効果が認められるが、“ion” のように、使用範囲が限定されている接尾辞 (non-productive suffix) で終わっている単語においては、語幹の頻度効果が認められないことが示されている。

また、合成語を用いた研究においては、その第一構成要素が高頻度の語 (例えば “headstand”) の方が、第一構成要素が低頻度の語 (たとえば “loincloth”) に較べて語彙判断に要する反応時間が短いことが示されている (Andrews, 1986; Taft & Forster, 1976)。

しかしながら、Lima (1987) や Inhoff (1989) は、眼球運動を用いた指標である境界法 (boundary technique: Reyner, 1975) を用いて、接頭辞や有意味な要素を単語に先立って見ておくこと (例えば cowboy に先立って cowxxx を見ておくこと) が、同じ長さの無意味な要素 (例えば shadow に先行する shaxxx) や有意味ではあるが要素としての意味が認められないもの (例えば carpet に先行する carxxx) を見ておいた場合に較べて、大きな効果を持たないことを示している。

また、2つの単語が同時に瞬間提示された際に、一方の単語内の文字が他方の単語内の文字として誤って認知されてしまう migration あるいは illusory conjunction と呼ばれる現象 (Allport, 1977; McClelland & Mozer, 1986; Mozer, 1983; Shallice & McGill, 1978; Treisman & Souther, 1986; van der Velde, 1990) から、単語内の特定の位置における文字、という形の処理も存在していると考えられている (Henderson, 1987)。

Jordan (1990) は、単語の輪郭そのものが1つの処理単位となっている可能性を示唆する実験を行っている。“dark” と、その輪郭をなす2文字である “d k”, そして単一の文字である “k” についての比較を行い、

単語優位性効果 (WSE) に加えて “d k” での成績が単一文字よりも優れるという、pair letter effect を報告している。さらにこの効果は、“y f” のような実在の単語と対応しない2文字では認められないことが示されている。

こうしたさまざまな文字よりも上位の単位の形成、あるいは当該単位を処理できるようになることは、その視覚表象から、音韻表象を経ずに直接語彙への接近を行うことによって可能になると考えられている。次章では、そうした視覚表象に基づいた処理について検討を行っている研究について概観する。

Ⅲ. 視覚情報に基づく処理

Ⅲ-1. 視覚表象の操作

視覚提示された単語の認知過程において、単語全体の形態的な情報が重要であることを示した研究には、単語の全体的な形態を変容させた際の、認知課題遂行成績の低下を扱ったものが多く見られる。例えば Monk & Hulme (1983) は、文章を読みながらミススペルを探す校正課題 (proofreading task) において、単語の全体的な形態を崩して作成したミススペルの方が、単語の全体的な形態を維持して作成したミススペルよりも発見され易いことを示した。また、Coltheart & Freeman (1974) は、大文字 (uppercase) と小文字 (lowercase) を適当に混在させた単語を用いて、単語の同定を行わせ、大文字小文字を混在させた際の同定率の低下を示している。このように、欧米語を材料とした研究においては、その case (uppercase vs. lowercase) を操作することによって、視覚表象からの語彙への接近を妨害することが可能である。あるいは、活字体 (font: フォント) の形態を変化させることによって、その lexicon 内の視覚表象と刺激材料の視覚表象とを不整合にしている実験も見られる。

Ⅲ-2. フォント・case の操作が及ぼす影響

Adams (1979) や McClelland (1976) の実験においては、単一のフォントあるいは単一の case で提示された場合に較べて、混合フォント、あるいは混合 case の条件で課題の遂行成績が低いことが示されている。こうした効果は、Mewhort & Johns (1988) においても確認されている。また Rudnicki & Kolers (1984) は、文章を読む課題を用いて case の混合が単語間で行なわれるよりも単語内で行なわれるほうが課題の遂行成績が低いことを示した。単語認知に際して、視覚表象ではなく、より抽象的な文字表象の活性化が重要であるならば、こうした case の効果は認められないと予想される。

こうした case あるいはフォントを操作した研究は、読みを用いた課題 (McConkie & Zola, 1979; Rudnicky & Kolars, 1984; Smith, 1969) 以外にも、Besner (1983) らのような命名課題 (Besner & McCann, 1987; Besner & Johnston, 1989; Hochhaus, Williams, & Polk, 1989), Frederiksen (1978) らの語彙判断課題 (Besner & McCann, 1987; Besner & Johnston, 1989; Allen, Madden, Weber, & Groth, 1993; Allen, Wallace, & Weber, 1995) など、さまざまな認知課題を用いて行われている。

例えば、Coltheart & Freeman (1974) の実験において、瞬間的に提示された単語の同定率は、全て小文字で表記された単語 (例えば “snapshot”) で 64.8%, 全て大文字で表記された単語 (例えば “SNAP-

SHOT”) で 60.4%, 大文字小文字を適当に混在させた単語 (例えば “SnapSHoT”) で 47.9% であった。混合 case 条件での正答率が単一 case 条件での正答率より低いことは、視覚表象が単語認知に重要な役割を果たしていることを示している。また統計的に有意ではないものの、全てを小文字で書いた場合の正答率が全て大文字で書かれた場合よりも高いことは、単語全体の形態に対する親近性 (familiarity) の効果によるものと考えられる。

また、case あるいはフォントを操作することが単語 (あるいは文字列) を構成する文字の同定に及ぼす影響を検討した研究も認められる (Adams, 1979; Mewhort & Johns, 1988; Sanocki, 1988; Krueger, 1989)。

Table 1 Experiments with case(font)-manipulation.

author	year	task	language	factor
Frederiksen	1978	lexical decision	English	mixed-case
Besner	1983	lexical decision	English	mixed-case
Besner & McCann	1987	lexical decision	English	mixed-case
Besner & Johnston	1989	lexical decision	English	mixed-case
Allen, Madden, Weber, & Groth	1993	lexical decision	English	mixed-case
Allen, Wallace, & Weber	1995	lexical decision	English	mixed-case
Besner	1983	naming	English	mixed-case
Besner & McCann	1987	naming	English	mixed-case
Besner & Johnston	1989	naming	English	mixed-case
Hochhaus, Williams, & Polk	1989	naming	English	mixed-case
Adams	1979	letter-identification	English	mixed-fort
Mewhort & Johns	1988	letter-identification	letter-strings	mixed-case
Sanochi	1988	letter-identification	letter-strings	mixed-fort
Mewhort & Johns	1988	word-identification	English	mixed-case
Krueger	1989	letter-repeat-detection	English	mixed-case
Sanochi	1987	nonletter-detection	letter-strings	mixed-fort
Coltheart & Freeman	1974	threshold-recognition	English	mixed-case
McClelland	1976	threshold-recognition	English	mixed-case
Besner & Johnston	1989	threshold-recognition	English	mixed-case
Pollatsek, Well, & Schindler	1975	matching	English	mixed-case
Bruder	1978	matching	English	mixed-case
McNamara, Ward, & Juola	1978	matching	English	mixed-case
Krueger & Stadtlander	1981	matching	English	mixed-case
Smith	1969	reading	English	mixed-case
McConkie & Zola	1979	reading	English	mixed-case
Rudnicky & Kolars	1984	reading	English	mixed-case
Bock, Monk, & Hulme	1993	reading	English	mixed-fort
Smith, Lott, & Cronnell	1969	word-search	English	mixed-case

Table 1 には、このように case あるいはフォントを操作し、視覚表象に基づいた直接的な語彙への接近が損なわれた際の、認知課題の遂行成績を検討した実験を示した。この表には、実験者、発表された年号、使用された認知課題、使用された刺激言語、case あるいはフォントのいずれについて操作を行ったのか、がまとめられている。

Ⅲ－３．輪郭の操作が及ぼす影響

アルファベット系の言語におけるこうした case の操作は、その語彙性を変化させることなく視覚表象のみを変化させる方略として有効なものであると考えられる。さらに Bock, Monk & Hulme (1993) のように、その文字形態を利用して視覚表象の輪郭を変化させている研究もある。アルファベットの小文字には“h”や“f”のように「上に出る」文字と、“e”や“r”のように「上に出ない」文字とが存在する。単語内の特定位置にある文字が「上に出る」文字か「上に出ない」文字かは、単語全体の輪郭(shape)の決定因として大きな効果を持つことが予想される。Bock et al. (1993) の研究では、文字の大きさを操作することによって、単語内の特定位置が「上に出ている」か「上に出ていない」かを変化させた場合に、その認知課題の遂行成績が低下することが示されている。これらの研究から、単語全体の視覚表象が「見慣れたもの」でないことが、その認知に抑制的な効果を持つことが示され、「見慣れる」ことによる視覚ルートの処理が示唆されている。

表記形態そのものの親近性が、視覚表象からの直接的な語彙への接近を可能にすると考えるならば、親近性を産み出すものは、その刺激そのものとの接触の度合いであると想定することができる。すなわち、ある処理単位を視覚情報に基づいた処理で扱うことは、その単位に触れる頻度が高いことによって可能になると考えられる。実際、こうした処理単位について明らかにしようとする研究の多くは、その出現頻度がさまざまな認知過程に影響を与えることから、その処理単位の存在を検証しようとしている。

例えば Healy (1976, 1980) は、英文の中の“t”という文字を探す課題において、“the”という単語の中の“t”が見過ごされ易いことから、“the”のような頻度の高い単語では文字よりも大きな単位の視覚情報を用いて認知が成されることを示唆している。

Ⅳ章では、こうした頻度の問題について検討を行っている研究について概観する。

Ⅳ．頻度をめぐる問題

一般的にさまざまな認知課題において、高頻度の単語は低頻度の単語よりも容易に認知される。この現象は単語の頻度効果(frequency effects)として知られている(Broadbent, 1967)。

Ⅳ－１．命名課題における頻度効果

命名課題における頻度効果については、二重ルートモデルの観点から論じられることが多い。Monsell, Patterson, Graham, Hughes, & Milroy (1992) は、不規則語の命名に要する反応時間は、非単語が含まれる項目リストでは遅くなり、その効果は高頻度語で大きい傾向があることを示している。この結果は高頻度語は通常視覚ルートを介して読まれているため音韻が GPC 規則と合致していなくても、速く命名することができるが、非単語が含まれるリストを命名する際には、相対的に音韻ルートに依存する程度が大きくなり、結果として生じる葛藤を解消するのに時間がかかるためであると考えることが可能である。

Jared & Seidenberg (1990) も単語の命名課題を用いて、低頻度語においてのみ規則性の効果が認められることを示し、さらにその効果の程度は、GPC 規則に合致しない部分が単語の最初の音節にある方が、最後の音節にあるよりも大きいことを示している。

しかしながら、Content (1991) は、フランス語の刺激材料を用いて規則性と頻度の両方を操作し、命名に要する反応時間に関して、それぞれの要因の主効果は認められるが、両者の交互作用は見られないという結果を報告している。この実験では、命名時の誤反応率には交互作用が見られ、低頻度語で規則性の効果が大きいことが示されている。この結果は、規則性の効果は誤反応の増加という形で認められると予測する競馬モデルの説明と整合的である。

GPC 規則に合致しない音韻の出現位置について Content (1991) は、それが最初あるいは真ん中のときのみ、その不規則性の効果が現れ、最後の位置での不規則性は効果を持たないことを示した。Forster & Davis (1991) も、非単語によるプライミング課題を用いて、プライムの最初の 1 文字あるいは最後の 1 文字がターゲットと異なっている状況での命名潜時を比較している。この結果、最初の文字が一致している場合に最後の文字が一致している方が命名に要する反応時間が短く、またこの効果はターゲットが低頻度語である場合にのみ認められた。

さらに遅延命名課題(delayed-naming task)にお

いては、頻度効果が認められないことが示されており (McRae, Jared, & Seidenberg, 1990; Monsell, Doyle, & Haggard, 1989; Savage, Bradley, & Forster, 1990), 頻度効果は lexicon への接近以前に生起する効果であることも示唆されている。

IV-2. 語彙判断課題における頻度効果

語彙判断課題を用いた研究には数多くのものが認められるが、一般的には高頻度語が低頻度語に較べて、語彙判断に要する反応時間が短いことが示されている (Andrews, 1992; Besner & McCann, 1987; Borowsky & Besner, 1993; Colombo, 1992; Feldman & Bentin, 1994; Forster & Chambers, 1973; Forster & Davis, 1984; Frost, 1994; Gordon & Caramazza, 1985; Rajaram & Neely, 1992; Rubenstein, Garfield, & Millikan, 1970; Segui & Grainger, 1990)。

Herdman & Dobbs (1989) は、二重課題 (dual task) を用いて、低頻度語の語彙判断には、高頻度語よりも多くの注意 (attention) が必要とされることを示し、Becker (1976) の照合モデルを支持している。

単語の頻度が認知課題における遂行成績と直線的な関係にあるのではないことを示した研究もある。Allen & Emerson (1991) は、それまでの研究において高頻度

語とされていた単語を高-高頻度語 (very-high-frequency word) と中-高頻度語 (medium-high-frequency word) とに分け、文字同定課題 (letter identification task) を行った。一般的には単語の頻度が高いほど、単語全体を単位とした処理が行われるために、単語を構成する文字の同定そのものは困難になることが予想される。しかしながら、実験の結果、中-高頻度語での反応時間が高-高頻度語に対するそれよりも長くなることが示された (partial word frequency disadvantage)。この結果から Allen & Emerson (1991) は、PISA モデル (parallel input serial analysis model: Allen & Madden, 1990) の妥当性を主張している。

Table 2 には、さまざまな処理単位の頻度を要因とし、その課題として語彙判断課題 (lexical decision task) を用いた研究を示した。また、Table 3 には、命名課題 (naming task) におけるさまざまな処理単位の頻度の効果を検討した研究を示した。さらに Table 4 には、文字あるいは単語の同定課題 (identification task) および検出課題 (detection task) に、さまざまな処理単位の頻度が及ぼす影響を検討した研究を示した。以上のいずれにも該当しない認知課題を用いて、単語や処理単位の頻度効果を検討した研究を Table 5 に示した。

記憶課題を用いた研究においても、記銘語の頻度が再

Table 2-1 Experiments with lexical decision task manipulating frequencies(1/3).

author	year	task	language	factor	notes
Rubenstein, Garfield, & Millikan	1970	lexical-decision	English	word-frequency	
Forster & Chambers	1973	lexical-decision	English	word-frequency lexicality(word/nonword)	
Taft & Forster	1976	lexical-decision	English	frequency of first-element	
Coltheart, Davelaar, Jonasson, & Besner	1977	lexical-decision	English	neighborhood density(N metric)	
Taft	1979	lexical-decision	English	stem-frequency word-frequency	
Jastrzembski	1981	lexical-decision	English	bigram frequency	
Forster & Davis	1984	lexical-decision	English	word-frequency prime duration	repetition priming
Dobbs, Friedman, & Lloyd	1985	lexical-decision	English	word-frequency duration masking	speed instruction
Gordon & Caramazza	1985	lexical-decision	English	word-frequency word-class(open/closed)	
Andrews	1986	lexical-decision	English	frequency of first-element frequency of second-element	
Besner & McCann	1987	lexical-decision	English	word-frequency case(lowercase/alternate)	
Paap, McDonald, Schvaneveldt, & Noel	1987	lexical-decision	English	word-frequency	

Table 2-2 Experiments with lexical decision task manipulating frequencies(2/3).

author	year	task	language	factor	notes
Andrews	1989	lexical-decision	English	word-frequency neighborhood-size	
Grainger, O'Regan, Jacobs, & Segi	1989	lexical-decision	French	nighborhood-frequency nighborhood-size	
Herdman & Dobbs	1989	lexical-decision	English	word-frequency task-demand(dual/single) SOA	dual-task
Johnson, Allen, & Strand	1989	lexical-decision	English	word-frequency	
Connine, Mullennix, Shernoff, & Yelen	1990	lexical-decision	English	word-frequency subjective rated familiarity	
Frauenfelder, Segui, & Dijkstra	1990	lexical-decision	French/ Dutch	prime-frequency masking prime-type(orthographic, repetition)	
Grainger	1990	lexical-decision	Dutch	neighborhood-frequency neighborhood-size	
Grainger & Segui	1990	lexical-decision	French	neighborhood-frequency neighborhood-size	
Kelliher & Henderson	1990	lexical-decision	English	frequency of citation form regularity of inflection	
Segui & Grainger	1990	lexical-decision	French	word-frequency prime-relation(orthographic) masking(to prime)	priming
Allen & Emerson	1991	lexical-decision	English	word-frequency	
Grainger, Cole, & Segui	1991	lexical-decision	French	word-frequency prime-relation(morphologically) word-type(prefixed, suffixed)	masked-priming
Allen, McNeal, & Kvak	1992	lexical-decision	English	word-frequency SOA(to mask)	
Andrews	1992	lexical-decision	English	word frequency bigram frequency neighbourhood size	
Colombo	1992	lexical-decision	Italian	word-frequency stress-regularity	
Ferrand & Grainger	1992	lexical-decision	French	word-frequency prime-relation(phonological, orthographic)	forward- masking nonword
Grainger, O'Regan, Jacobs, & Segui	1992	lexical-decision	French	alternate-word(neighbor)-frequency	
Herdman	1992	lexical-decision	English	word-frequency task-demand(dual/single)	dual-task
O'Regan & Jacobs	1992	lexical-decision	French	word-frequency word-length eye-fixation-point	
Rajaram & Neely	1992	lexical-decision	English	word-frequency prime-relation	masked-repetition- priming
Allen, Madden, Weber, & Groth	1993	lexical-decision	English	word-frequency word-length case age	
Borowsky & Besner	1993	lexical-decision	English	word-frequency context stimulus quality	
Carreiras, Alvarez, & de Vega	1993	lexical-decision	Spanish	syllable-frequency	
Grainger & Jacobs	1993	lexical-decision	French	positional-letter-frequency	masked-partial- word-priming

視覚提示された単語の認知過程

Table 2-3 Experiments with lexical decision task manipulating frequencies(3/3).

author	year	task	language	factor	notes
Stone & Van Orden	1993	lexical-decision	English	word-frequency nonword-lexicality of foil	
Feldman & Bentin	1994	lexical-decision	Hebrew	word-frequency prime-relation(morphologically)	repetition priming
Frost	1994	lexical-decision	Hebrew	word-frequency point(pointed/unpointed) lag	
Paap & Johansen	1994	lexical-decision	English	word-frequency lexicality(word/nonword)	masked-Reicher
Pugh, Rexer, Peter, & Katz	1994	lexical-decision	English	neighborhood-frequency neighborhood-size delayed-letter-position	delayed-presentation
Morrison & Ellis	1995	lexical-decision	English	word-frequency age of acquisition	
Sears, Hino, & Lupker	1995	lexical-decision	English	word-frequency neighborhood-frequency neighborhood-size	

Table 3-1 Experiments with naming task manipulating frequencies(1/3).

author	year	task	language	factor	notes
Forster & Chambers	1973	naming	English	word-frequency lexicality(word/nonword)	
Seidenberg, Waters, Barnes, & Tanenhaus	1984	naming	English	word-frequency regularity	
Gunther & Greese	1985	naming	German	neighborhood-size	
Seidenberg	1985	naming	Chinese/ English	word-frequency	
Besner & McCann	1987	naming	English	word-frequency case(lowercase/alternate)	
Paap, McDonald, Schvaneveldt, & Noel	1987	naming	English	word-frequency	
Scheerer	1987	naming	German	neighborhood-size	
Taraban & McClelland	1987	naming	English	word-frequency regularity	
Laxon, Coltheart, & Keating	1988	naming	English	neighborhood-size	children
Andrews	1989	naming	English	word-frequency neighborhood-size	
Bowey	1990	naming	English	bigram-frequency orthographic rime unit or not	partial-identity-priming
Connine, Mullennix, Shernoff, & Yelen	1990	naming	English	word-frequency subjective rated familiarity	
Jared & Seidenberg	1990	naming	English	word-frequency regularity consistency n of syllable	
McRae, Jared, & Seidenberg	1990	naming	English	word-frequency phonological relation(rhymes)	pair-word-presentation
Baluch & Besner	1991	naming	Persian	word-frequency vowel-type(transparent/opaque) semantic-relatedness	priming
Content	1991	naming	French	word-frequency regularity	

Table 3-2 Experiments with naming task manipulating frequencies(2/3).

author	year	task	language	factor	notes
Forster & Davis	1991	naming	English	word-frequency position of different-letter	nonword-masked-priming
Paap & Noel	1991	naming	English	word-frequency regularity	
Andrews	1992	naming	English	word-frequency bigram frequency neighbourhood size	
Besner & Smith	1992	naming	English	word-frequency prime-type(related/unrelated) stimulus quality SOA	priming
Colombo	1992	naming	Italian	word-frequency stress-regularity	
Herdman	1992	naming	English	word-frequency task-demand(dual/single)	
Monsell, Patterson, Graham, Hughes, & Milroy	1992	naming	English	word-frequency lexicality(word/nonword) list-type(mixed/blocked)	
Morrison, Ellis, & Quinlan	1992	naming	object (English)	word-frequency age of acquisition phoneme-length prototypicality imageability	
O'Regan & Jacobs	1992	naming	French	word-frequency word-length eye-fixation-point	
Carreiras, Alvarez, & de Vega	1993	naming	Spanish	syllable-frequency	
Brown, Lupker, & Colombo	1994	naming	English	word-frequency regularity readers' type(Phoenicians/Chinese)	
Brown & Watson	1994	naming	English	frequency of STS(spelling-to-sound correspondence) regularity	
Ferrand, Grainger, & Segui	1994	naming	French	word-frequency prime-type (orthographic/pseudohomophonic- nonword, same word)	
Frost	1994	naming	Hebrew	word-frequency point(pointed/unpointed) lag	
Herdman, LeFevre, & Greenham	1994	naming	nonword (English)	base-word-frequency homophony readers' skill	
Levelt & Wheeldon	1994	naming	Dutch	word-frequency syllable-frequency	
Simpson & Kang	1994	naming	Korean (Hangul & Hanja)	word-frequency script list-type	
Morrison & Ellis	1995	naming	English	age of acquisition word-frequency	
Sears, Hino, & Lupker	1995	naming	English	word-frequency neighborhood-frequency neighborhood-size	
Paap, McDonald, Schvaneveldt, & Noel	1987	affixed-naming	English	word-frequency	
Monsell, Doyle, & Haggard	1989	delayed-naming	English	word-frequency	

Table 3-3 Experiments with naming task manipulating frequencies(3/3).

author	year	task	language	factor	notes
Connine, Mullennix, Shernoff, & Yelen	1990	delayed-naming	English	word-frequency subjective rated familiarity	
McRae, Jared, & Seidenberg	1990	delayed-naming	English	word-frequency phonological relation(rhymes)	pair-word- presentation
Savage, Bradley, & Forster	1990	delayed-naming	English	word-frequency	
Morrison & Ellis	1995	delayed-naming	English	word-frequency age of acquisition	

Table 4 Experiments with detection/identification task manipulating frequencies.

author	year	task	language	factor	notes
Healy	1976	letter-detection	English	word-frequency	
Healy	1980	letter-detection	English	word-frequency	
Johnson, Allen, & Strand	1989	letter-detection	English	word-frequency	
Allen & Madden		letter-detection	English	word-frequency length response type initial-letter-frequency target-letter-position	multiple-word presentation
Krueger	1972	letter-detection	English	word-frequency n of syllables silent	
Manelis	1987	letter-identification	English	word-frequency	forced-choice
Allen & Emerson	1991	letter-identification	English	word-frequency	
Allen, Wallace, & Waag	1991	letter-identification	English	word-frequency imagery ability	
Grainger & Jacobs	1994	letter-identification	French	alternate-word(neighbor)-frequency subject's skill	Reicher- paradigm
Paap, Newsome, McDonald, & Schvaneveldt	1982	word-identification	English	word-frequency	backward- masking
Luce	1986	word-identification	English	neighborhood-size	masking
Grainger & Segui	1990	word-identification	French	neighborhood-frequency neighborhood-size	masking
Perfetti & Bell	1991	word-identification	English	word-frequency mask-type(phonological/ orthographical) SOA(to mask)	backward- masking pseudoword
Snodgrass & Mintzer	1993	word-identification	English	word-frequency neighborhood-size	
Tan, Hoosain, & Peng	1995	character identification	Chinese	word-frequency mask-type(graphic, phonological, semantic)	
Peressotti & Job	1993	misaligned-letter- detection	Italian	word-frequency nonwords-type(legal/illegal) space among the letters	
Schwartz & Hashtroudi	1991	partial-word- identification	English	word-frequency	repetition priming
Jared & Seidenberg	1991	semantic-decision	English	word-frequency homophony	
Peressotti & Job	1993	subletter-feature- detection	Italian	word-frequency nonwords-type(legal/illegal) space among the letters	

Table 5 Other experiments manipulating frequencies.

author	year	task	language	factor	notes
Inhoff	1991	copytyping	English	word-frequency instruction(speed/comprehension)	Ss=typing-expert
Schwartz & Hashtroudi	1991	inverted-reading	English	word-frequency	repetition priming
Ferrand, Grainger, & Segui	1994	picture-naming	French	word-frequency prime-type (orthographic/pseudohomophonic-nonword, same word)	
Drewnowski & Healy	1977	proofreading	English	word-frequency	
Healy	1980	proofreading	English	word-frequency	
Healy & Drewnowski	1983	proofreading	English	word-frequency	
Schwartz & Hashtroudi	1991	word-fragment completion	English	word-frequency	repetition priming
de Groot	1992	word-fragment	Dutch/English	word-frequency word-imageability	(normal/cued/recognition)

生、再認課題の遂行に影響を与えることが示されている (Challis & Sidhu, 1993; Clark, 1992; Clark, Hori, & Callan, 1993; Clark & Shiffrin, 1992; Glanzer & Adams, 1990; Glanzer & Bowles, 1976; Gregg, 1976; Hintzman, 1994; Hintzman, Caulton, & Curran, 1994; Hirshman & Palij, 1992; Hockley, 1994; Hoshino, 1991; Kahana & Greene, 1993; Kim & Glanzer, 1993; Peynircioglu & Tekcan, 1993; Scarborough, Cortese, Scarborough, 1977; Tenpenny & Shoben, 1992; Watkins & LeCompte, 1991; Watkins & Peynircioglu, 1990; Whitlow, 1990; Wixted, 1992)。こうした研究は、本論文で扱っている単語の認知過程に関する検討とは異なった視点からの頻度効果へのアプローチであるといえよう。

IV-3. 頻度効果はいかに説明されるのか

視覚提示された単語の認知過程モデルにおいて、こうした頻度の効果は、以下の4つのいずれかによって説明されることが多い (Forster, 1994)。

1. 検索の過程が頻度の順に遂行される (search model : Forster, 1979, verification model : Becker, 1976)。

単語認知の過程で候補語の表象を順に並べ、系列的なチェックを行う過程を経て当該単語が認知されるというモデルにおいて、頻度によって表象を並べる順番が決定されると考える立場である。

2. 頻度によって閾値 (threshold) が変更される (logogen model : Morton, 1969)。

ある単語の表象が一定の活性化レベル、すなわち閾

値に到達すれば、その単語の認知がなされるというモデルにおいて、頻度によってその閾値が変容すると考える立場である。

3. 頻度によって休止活性化のレベル (resting activation level) が異なる (interactive activation model : McClelland & Rumelhart, 1981)。

ある単語の表象が一定の活性化レベルに到達すれば、その単語の認知がなされるというモデルにおいて、頻度によってその表象が何の入力も受けない段階での活性化のレベル、すなわち休止活性化のレベルが変容すると考える立場である。

4. 頻度の高い単語に対応する connection の強度が増す (PDP model : Seidenberg & McClelland, 1989)。

単語そのものに対応する表象を仮定せず、数多くのユニットからなるネットワークの活性化パターンとして単語が認知されるというモデルにおいて、頻度によってユニット間の結合の強度が変容すると考える立場である。

すなわち、単語の認知過程のモデルとして、どのようなモデルを仮定するかによって、頻度効果の説明メカニズムが異なることになる。V章ではそれぞれのモデルについて簡単に述べると同時に、そのモデルにおける頻度効果の生起過程を検討する。

V. 単語認知過程のモデルと頻度効果

頻度効果の生起を、検索の過程が頻度の順に遂行されることに帰属するモデルとしては、2つのもの考えることができる。すなわち、Foster らの捜査 (探索) モデル (search model) と Becker らの照合 (照会) モ

デル (verification model) あるいは活性化-照合モデル (activation-verification model) である。

当該単語の認知に必要とされる活性化レベルである閾値が高頻度語で低下すると仮定することによって頻度効果を説明するのがMortonらのロゴジェン・モデル (logogen model) である。

高頻度語では視覚情報が入力されていない状態の活性化レベルである休止活性化レベルが上昇すると仮定することによって、頻度効果を説明するモデルに、McClelland & Rumelhartらの相互活性化モデル (interactive activation model) がある。

さらに比較的新しいモデルであるSeidenberg & McClellandらの並列分散処理 (PDP) の考え方を取り入れたPDPモデル (PDP model) ではそのネットワーク内の結合の強度の違いに、頻度効果を帰属している。

以上の5つのモデルについて概観し、そのモデルから予想される頻度効果について検討する。

V-1. 捜査 (探索) モデル (Search Model)

Fosterの提唱した捜査 (探索) モデル (search model: Forster, 1976, 1989; Forster & Bednall, 1976; Forster & Davis, 1984; O'Conner & Forster, 1981; Taft & Forster, 1975, 1976) においては、アクセス・ファイル (access file) とマスター・ファイル (master file) の2つのファイルが想定されている。マスター・ファイルは単語に関する語彙情報そのものを貯蔵するファイルであり、本来の意味での心内辞書である。このファイルへの直接の接近はできず、ファイル内の情報は常にアクセス・ファイルを介して利用される。アクセス・ファイルには視覚用、聴覚用など、入力刺激の形態に応じたファイルが用意されており、言ってみれば目録にあたるファイルである。ここには正書情報 (orthographic information) に対応した多数のエントリ (entry) が存在するが、これらのエントリは形態的な類似によって小グループに分けられている。この小グループはビン (bin) と呼ばれ、ビン内ではそれぞれのエントリは頻度順に並べられている。

視覚的な入力がなされると、入力刺激は感覚的な分析を受け、どのビンを検索するのが適当であるかが決定される。続いてこのビン内の各エントリが頻度順に検索され、感覚的分析の結果とあるエントリとの一致率が一定基準を超えると、検索は打ち切れ、そのエントリが示すマスター・ファイルのエントリへの接近がなされる。ここでの最終チェック (post-access check) が成功すれば、当該単語が認知されることになる。

したがって捜査モデルにおいては、頻度効果はビン内の検索の順序に帰属されることになる。

V-2. 照合モデル (Verification Model)

Beckerらの照合モデル (verification model) あるいは活性化-照合モデル (activation-verification model) は、視覚入力 of 感覚的分析によって、複数の候補語がまず活性化される (Becker, 1976, 1979, 1980, 1985; Becker & Killion, 1977; Paap, McDonald, Schvaneveldt, & Noel, 1987; Paap, Newsome, McDonald, & Schvaneveldt, 1982; Schvaneveldt & McDonald, 1981)。そして、活性化された複数の候補語の表象が入力された視覚表象と系列的に照合されて行き、その一致が閾値を超えれば、当該単語が認知されることになる。この際に照合の順序は、選択された候補語において頻度の高いものから順に行われると仮定されている。

照合モデルにおいては、候補語を選択する段階では頻度の効果は見られないと想定されている。すなわち、低頻度語であろうと高頻度語であろうと視覚入力との一致の程度が大きければ、その単語は候補語として選択される。そして頻度効果が生起するのは、その候補語を系列的に入力刺激と比較照合する際に、頻度によってその照合の順序が影響を受けるためだと説明される。

頻度効果が照合の段階で生じるのであれば、その段階を取り除くような状況を設定することによって、頻度効果は生じなくなるはずである (Paap et al., 1982)。

以上の2つのモデルは、頻度効果をその系列的な検索の順序によって説明しているといえる。Glanzer & Ehrenreich (1979) のように、高頻度語と低頻度語とは別々のリストとして管理されており、まず高頻度語からなるリストが先に検索されるとする考え方もあるが、いずれにせよ検索は高頻度語から低頻度語へと系列的に行われると考えられている。

こうしたモデルに立てば、項目の絶対的な頻度と同様、同時に候補として挙げられる単語群の中での相対的な頻度あるいは、同じビン内の項目間の相対的な頻度がその検索の順序に影響すると考えられる。こうした考え方は、ある単語の対立候補として挙げられる単語、すなわちそれに似ている単語がどの程度存在するかというColtheart, Davelaar, Jonasson, & Besner (1977) のneighborhoodの概念を思い起こさせる。Coltheart et al. (1977) は、その単語に含まれる文字を1文字変更することによって作成され得る単語 (neighbor) 数をカウントすることによって、各単語のneighborhood-density (N-metric) を算出した。彼らの実験では、N-metric

は、単語の語彙判断課題における反応時間には影響を与えないが、非単語の棄却に要する時間に影響を与えることが示されている。しかしながら、Andrews (1989) は、単語の出現頻度と N-metric の両方を操作し、N-metric が低頻度語でのみ単語の語彙判断および命名に要する反応時間に影響を与えることを示している。こうした N-metric による促進の効果は、単語の同定課題 (Luce, 1986)、子どもを被験者とした命名課題 (Laxon, Coltheart, & Keating, 1988)、ドイツ語を用いた命名課題 (Gunther & Greese, 1985; Scheerer, 1987) などさまざまな実験で示されている。

現在では、ある単語と、その neighbor との相対的な出現頻度の差異が検討されている (Grainger, 1990; Grainger, O'Regan, Jacobs, & Segui, 1989; Grainger & Segui, 1990)。例えば、Grainger (1990) は、語彙判断課題を用いて、それよりも頻度の高い neighbor の存在が問題となり neighborhood の大きさより neighbor の頻度が問題であることを指摘している。こうした相対的な頻度の問題は、捜査モデルや照合モデルにおける、頻度順の検索という考え方と整合的な結果を示している。

さらに neighbor の決定方法についても、より内的な処理単位と対応するよう、“rimes” や “bodies” を用いた研究もある (Jared, McRae, & Seidenberg, 1990; Treiman, 1983, 1985)。

V-3. ログジェン・モデル (Logogen Model)

Morton (1969) が提唱したログジェン・モデル (logogen model: Morton, 1969, 1979; Morton & Patterson, 1980) は、単語認知のモデルとしては古典的なものである。このモデルはログジェン・システム (logogen system) と認知システム (cognitive system) の2つからなっており、これら2つのシステムの相互作用によって単語の認知過程を説明しようとしている。しかしながらこのモデルにおける認知システムは、単語の認知に際してトップダウン的な作用を及ぼす抽象的なシステムとして取り扱われており、具体的に問題とされているのはログジェン・システムの方である。

ログジェン・システムはログジェンの集合から構成される。ログジェンとはそれぞれの単語に対応して存在する、その単語を認知するために特殊化した装置である。すなわちログジェン・システムには、我々の知っている単語の数だけのログジェンがある。ログジェンは入力刺激によって活性化し、その活性化のレベルは入力刺激の強度に応じて高くなる。活性化のレベルが一定の閾値を越えるとログジェンは発火し、その単語が認知されるこ

とになる。

この閾値が単語の頻度によって変化し、頻度が高くなればその閾値が下がることから、高頻度語が低頻度語よりも速く認知されるのだとログジェン・モデルは説明する。すなわち活性化に要する感覚情報の入力、低頻度語のログジェンでは高頻度語のログジェンよりも多くなっていると考えることになる。

こうしたログジェンの振る舞いは神経細胞の振る舞いを参考にして考えられたものであるが、ログジェン間の結びつきについては、かなり曖昧な部分も多い。こうした点について、ノードとリンクという考え方をを用いて表象間の結びつきを説明するのが、相互活性化モデルである。

V-4. 相互活性化モデル (Interactive Activation Model)

McClelland や Rumelhart らによって提唱された相互活性化モデル (interactive activation model: Glushko, 1979; McClelland, 1987; McClelland & Elman, 1986; McClelland & Rumelhart, 1981; Rumelhart, 1977; Rumelhart & McClelland, 1982) は、ログジェン・モデルとPDPモデルとをつなぐものと位置づけることができる。このモデルでは、視覚入力からの語彙への接近を、特徴 (feature) レベル、文字 (letter) レベル、単語 (word) レベルの3つのレベルの相互作用によって説明する。それぞれのレベルにはログジェンと似た処理ユニットであるノード (node) が存在する。1つ1つのノードは「曲線」や「垂直線」といったそれぞれの特徴、「K」や「D」といったそれぞれの文字、「WORK」や「WORD」といったそれぞれの単語に対応している。そしてこれらのノードは、促進性および抑制性の結合 (リンク: link) によってつながっている。

例えば、視覚入力により特徴レベルの「水平線」に対応するノードの活性レベルが上がると、この活性レベルは促進性のリンクを介して文字レベルの「水平線を含む文字」である「T」や「E」に対応するノードに伝えられ、これらのノードの活性レベルを上げる。また、「水平線」に対応するノードの活性レベルの上昇は、「水平線を含まない文字」である「Q」や「C」に対応するノードには、抑制系のリンクを介して伝えられ、それらのノードの活性レベルを下げることになる。さらに同じ文字レベルのノード間は、全て抑制系のリンクで結合されており、ある文字ノードの活性レベルが上がることは他の文字ノードの活性レベルを下げることになる。同様にある文字ノードの活性レベルの上昇は、その文字を含む単語

ノードに促進性の信号を、その文字を含まない単語ノードに抑制性の信号を送る。文字レベルと同様、単語レベルのノード間は互いに抑制系のリンクで結合されており、ある単語ノードの活性レベルの上昇は、他の単語ノードの活性化を押さえることになる。さらにこのモデルでは、上位のレベルから下位のレベルへのフィードバックを仮定していることにも注意しておかねばならない。すなわち、ある単語ノードの活性化はその単語に含まれる文字に対応したノードに促進性の信号を、その単語に含まれない文字に対応したノードに抑制性の信号を送り、またある文字ノードの活性化はその文字に含まれる特徴に対応したノードに促進性の、その文字に含まれない特徴に対応したノードに抑制性のフィードバックを与えている。こうした相互作用的な活性化の伝達の結果、ある単語のノードが高い活性レベルを示し、その他の単語のノードの活性レベルが休止活性レベル以下に落ちるとき、当該単語の認知がなされる。

そしてある単語ノードの休止活性レベルはその使用頻度を反映し、使用頻度の高い単語に対応するノードの休止活性レベルはそうでないものに比べて高くなる。この結果、高頻度語に対応する単語ノードは、その認知に必要とされる活性レベルに速く到達することができる。したがって高頻度語は低頻度語よりも容易に認知されるという頻度効果が見られると考えるのが、相互活性化モデルである。

このように考えれば、ロゴジェン・モデルと相互活性化モデルにおける頻度効果の説明はきわめて近いものであることがわかる。すなわち高頻度語ロゴジェンの閾値の低下と高頻度語に対応するノードの休止活性レベルの上昇とは、いずれも、そのロゴジェンあるいはノードが認知されるのに必要とされる活性量が低下するという観点から頻度効果を説明している点で共通するものであると考えることができる。Taft (1991) は、ロゴジェン・モデルにおける頻度効果の説明に際して、高頻度語は低頻度語よりも活性化の閾値が低いか休止活性化のレベル自体が高いかのいずれかである、と結論づけている。

V-5. PDPモデル (Parallel Distributed Processing Model)

並列分散処理 (parallel distributed processing : PDP) あるいはコネクショニズムと呼ばれるパラダイムは、逐次的な処理過程を捨て、心的過程を神経細胞のような動的なネットワークとしてモデル化しようとする考え方である。コネクショニズムの考え方に立った単語認知モデルにおいては、それぞれの単語に対応するユニットは存在せず、単語は数多くのユニットからなるネット

ワークの活性化パターンとして表象される。すなわち特定の単語の認知は、ネットワークの活性化の拡がりがある特定のパターンを示すことによってなされる (Rumelhart & McClelland, 1986; Seidenberg, 1989; Seidenberg & McClelland, 1989)。そして単語を経験することにより、ユニット間の重み付けが変化する。単語の頻度効果は、こうした強度の変化に帰属されるところなのがPDPモデルである。

こうしたPDPモデルに対して、表層難読症者のシミュレーションがあまりうまく行かない (Patterson, 1990; Patterson, Seidenberg, & McClelland, 1989) など、批判的な研究も多い (Besner, Twilley, McCann, & Seergobin, 1990; Fera & Besner, 1992; Pinker, 1991; Prasada & Pinker, 1993)。例えば Besner ら (1990) は、PDPモデルでは“JINJE”や“TUNCE”といった、一般的でない綴りを持つ非単語に対する人間の反応をうまく再現できないことを指摘している。しかしながら、この新しいモデルは可能性という点で評価されるべきであり、その評価は今後の課題として残されていると言えるだろう。

単語認知過程のモデルとしては、他に Marslen-Wilson のコホート・モデル (cohort model) があるが (Marslen-Wilson, 1984; Marslen-Wilson & Welsh, 1978), このモデルは主に聴覚提示された単語の認知過程に関わるモデルであるので、本論文では議論しない。

VI. 結 論

以上のように、視覚提示された単語の認知過程に関してさまざまなモデルが検討されているが、いずれのモデルにおいても頻度効果は解決されるべき問題として取り扱われている。頻度効果は極めて頑健な効果であり、人間の認知システムが接触頻度に応じて常にチューニングを行っていることを示す効果であるとも考えられる。

頻度効果は、二重ルートモデルにおける視覚ルートを紹介した処理に帰属されることが多い。このことは、単語全体の視覚表象に接触する頻度に応じて当該単語の視覚表象の利用可能性が変化することによって、頻度効果が説明されることを示唆している。

日本語においては、こうした視覚表象の頻度の問題が、その表記形態の特殊性によってより重要な問題となる。すなわち、漢字・ひらがな・カタカナの混合表記を用いている日本語においては、1つの単語に対して複数の表記が可能であり、それぞれの表記に対応した複数の視覚表象を想定することが可能となる。これらの視覚表象の中には、現実場面ですうした表記に接触することがない

ため、lexicon内には存在しないものもあると考えられる。さらにlexicon内に存在すると想定される視覚表象においても、現実場面での頻度に応じた優劣を想定しなければならない。したがって視覚提示された単語認知を扱う際には、当該単語をいずれの表記形態で提示するかによって、その視覚表象の利用可能性が変化すると予想される。いかなる実験を行うにせよ、提示される単語の表記頻度（それぞれの表記形態で提示された際の頻度）が常に問題になると言ってよい。

欧米での視覚提示された単語認知過程の研究に較べて、日本での研究はまだ少ないと言わざるを得ない。こうした現状には複数の表記形態が混在するという日本語の特殊性が関係しているとも考えられるが、むしろ複数の表記形態という特徴を活かした研究こそが行われなければならないともいえる。表記頻度に対する操作が柔軟に行える日本語を材料とした研究から、視覚提示された単語認知過程を解明していくことが必要であろう。

引用文献

- Adams, M.J. 1979 Models of word recognition. *Cognitive psychology*, 11, 133-176.
- Aderman, D., & Smith, E.E. 1971 Expectancy as a determinant of functional units in perceptual recognition. *Cognitive psychology*, 2, 117-129.
- Allen, P.A., & Emerson, P.L. 1991 Holism revisited: Evidence for parallel independent word-level and letter-level processors during word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17, 489-511.
- Allen, P.A., & Madden, D.J. 1990 Evidence for a parallel input serial analysis model of word processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 48-64.
- Allen, P.A., Madden, D.J., Weber, T.A., & Groth, K.E. 1993 Influence of age and processing stage on visual word recognition. *Psychology and aging*, 8, 274-282.
- Allen, P.A., McNeal, M., & Kvak, D. 1992 Perhaps the lexicon is coded as a function of word frequency. *Journal of Memory and Language*, 31, 826-844.
- Allen, P.A. Wallace, B., & Waag, E. 1991 Effect of imagery ability on letter-level and word-level processing. *Perception & Psychophysics*, 49, 295-300.
- Allen, P.A., Wallace, B., & Weber, T.A. 1995 Influence of case type, word frequency, and exposure duration on visual word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 914-934.
- Allport, D. A. 1977 On knowing the meaning of words we are unable to report: The effects of visual masking. In S. Dornic (Ed.), *Attention and Performance VI* (pp. 505-533). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Andrews, S. 1986 Morphological influences on lexical access: Lexical or nonlexical effects? *Journal of Memory and Language*, 25, 726-740.
- Andrews, S. 1989 Frequency and neighbourhood effects on lexical access: Activation or search? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 802-814.
- Andrews, S. 1992 Frequency and neighborhood effects on lexical access: Lexical similarity or orthographic redundancy? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 234-254.
- Baluch, B., & Besner, D. 1991 Visual word recognition: Evidence for strategic control of lexical and nonlexical routines in oral reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17, 644-652.
- Baron, J., & Strawson, C. 1976 Use of orthographic and word-specific knowledge in reading words aloud. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2, 386-393.
- Baron, J., & Thurston, I. 1973 An analysis of the word superiority effect. *Cognitive psychology*, 4, 207-228.
- Bauer, D.W., & Stanovich, K.E. 1980 Lexical access and the spelling-to-sound regularity effect. *Memory & Cognition*, 8, 424-432.
- Beauvois, M. F., & Derousne, J. 1979 Phonological alexia: Three dissociations. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 42, 1115-1124.

- Becker, C.A. 1976 Allocation of attention during visual word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2, 556-566.
- Becker, C.A. 1979 Semantic context and word frequency effects in visual word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, 252-259.
- Becker, C.A. 1980 Semantic context effects in visual word recognition: An analysis of semantic strategies. *Memory & Cognition*, 8, 493-512.
- Becker, C.A. 1985 What do we really know about semantic context effects during reading? In D. Besner, T.G. Waller, & E.M. MacKinnon (Eds.), *Reading research: Advances in theory and practice* (Vol. 5, pp.73-99). San Diego, CA: Academic Press.
- Becker, C.A., & Killion, T.H. 1977 Interaction of visual and cognitive effects in word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 389-401.
- Behrmann, M., & Bub, D. 1992 Surface dyslexia and dysgraphia: Dual routes, single lexicon. *Cognitive Neuropsychology*, 9, 209-251.
- Besner, D. 1983 Basic decoding components in reading: Two dissociable feature extraction processes. *Canadian Journal of Psychology*, 37, 429-438.
- Besner, D., & Johnston, J.C. 1989 Reading and the mental lexicon: On the uptake of visual information. In W. Marslen-Wilson (Ed.), *Lexical representation and process* (pp. 291-316). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Besner, D., & McCann, R.S. 1987 Word frequency and pattern distortion in visual word identification and production: An examination of four classes of models. In M. Coltheart (Eds.), *Attention and Performance XII: The psychology of reading* (pp.201-219). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Besner, D., & Smith, M.C. 1992 Models of visual word recognition: When obscuring the stimulus yields a clearer view. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 468-482.
- Besner, D., Twilley, L., McCann, R., & Seergobin, K. 1990 On the connection between connectionism and data: Are a few words necessary? *Psychological Review*, 97, 432-446.
- Blanchard, H.E., McConkie, G.W., Zola, D., & Wolverton, G.S. 1984 Time course of visual information during fixations in reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 75-89.
- Bock, J.M., Monk, A.F., & Hulme, C. 1993 Perceptual grouping in visual word recognition. *Memory & Cognition*, 21, 81-88.
- Borowsky, R., & Besner, D. 1993 Visual word recognition: A multistage activation model. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19, 813-840.
- Bowey, J.A. 1990 Orthographic onsets and rimes as functional units of reading. *Memory & Cognition*, 18, 419-427.
- Bradley, D.C. 1979 Lexical representation of derivational relation. In M. Aronoff & M.L. Kean (Eds.), *Juncture*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Broadbent, D.E. 1967 Word-frequency effect and response bias. *Psychological Review*, 74, 1-15.
- Brown, G.D.A., & Watson, F.L. 1994 Spelling-to-sound effects in single-word reading. *British Journal of Psychology*, 85, 181-202.
- Brown, P., Lupker, S.J., & Colombo, L. 1994 Interacting sources of information in word naming: A study of individual differences. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 537-554.
- Bruder, G.A. 1978 Role of visual familiarity in the word superiority effects obtained with the simultaneous-matching task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 88-100.
- Burani, C., Salmaso, D., & Caramazza, A. 1984 Morphological structure and lexical access. *Visible Language*, 18, 342-352.
- Burke, D.M., MacKay, D.G., Worthley, J.S., & Wade, E. 1991 On the tip of the tongue: What causes word finding failures in young and older adults? *Journal of Memory and*

- Language*, 30, 542-579.
- Carr, T.H., Davidson, B.J., & Hawkins, H.L. 1978 Perceptual flexibility in word recognition: Strategies affect orthographic computation but not lexical access. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 674-690.
- Carr, T.H., Lehmkuhle, S.W., Kottas, B., Astor-Stetson, E.C., & Arnold, D. 1976 Target position and practice in the identification of letters in varying contexts: A word superiority effect. *Perception & Psychophysics*, 19, 412-416.
- Carr, T.H., & Pollatsek, A. 1985 Recognizing printed words: A look at current models. In D. Besner, T.G. Waller, & G.E. MacKinnon (Eds.), *Reading research: Advances in theory and practice* (Vol. 5, pp.1-82). New York: Academic Press.
- Carreiras, M., Alvarez, C.J., & de Vega, M. 1993 Syllable frequency and visual word recognition in Spanish. *Journal of Memory and Language*, 32, 766-780.
- Cattell, J.M. 1886 The time taken up by cerebral operations. *Mind*, 11, 220-242.
- Challis, B.H., & Sidhu, R. 1993 Dissociative effect of massed repetition on implicit and explicit measures of memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19, 115-127.
- Clark, S.E. 1992 Word frequency effects in associative and item recognition. *Memory & Cognition*, 20, 231-243.
- Clark, S.E., & Burchett, R.E.R. 1994 Word frequency and list composition effects in associative recognition and recall. *Memory & Cognition*, 22, 55-62.
- Clark, S.E., Hori, A., & Callan, D.E. 1993 Forced-choice associative recognition: Implications for global-memory models. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19, 871-881.
- Clark, S.E., & Shiffrin, R.M. 1992 Cuing effects and associative information in recognition memory. *Memory & Cognition*, 20, 580-598.
- Colombo, L. 1992 Lexical stress effect and its interaction with frequency in word pronunciation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 987-1003.
- Coltheart, M. 1978 Lexical access in simple reading tasks. In G. Underwood (Ed.), *Strategies of information processing*. London: Academic Press.
- Coltheart, M. 1980 Reading, phonological recoding and deep dyslexia. In M.Coltheart, K. Patterson, & J.C. Marshall (Eds.), *Deep dyslexia*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Coltheart, M. 1985 Cognitive Neuropsychology and the study of reading. In M.I. Posner & S.M. Marin (Eds.), *Attention and performance*, XI (pp. 3-37). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Coltheart, M., Besner, D., Jonasson, J.T., & Davelaar, E. 1979 Phonological encoding in lexical decision task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 31, 407-435.
- Coltheart, M., Curtis, B., Atkins, P., & Haller, M. 1993 Models of reading aloud: dual-route and Parallel-Distributed-Processing approaches. *Psychological Review*, 100, 589-608.
- Coltheart, M., Davelaar, E., Jonasson, J.T., & Besner, D. 1977 Access to the internal lexicon. In S. Dornic (Ed.), *Attention and performance*, VI (pp. 535-555). New York: Academic Press.
- Coltheart, M. & Freeman, R. 1974 Case alternation impairs word identification. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 3, 102-104.
- Coltheart, M., & Rastle, K. 1994 Serial processing in reading aloud: Evidence for dual-route models of reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 1197-1211.
- Connine, C.M., Mullennix, J., Shernoff, E., & Yelen, J. 1990 Word familiarity and frequency in visual and auditory word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 1084-1096.
- Content, A. 1991 The effect of spelling-to-sound regularity on naming in French.

- Psychological Research*, 53, 3-12.
- Coslett, H.B. 1991 Read but not write "idea": Evidence for a third reading mechanism. *Brain & Language*, 40, 425-443.
- Davelaar, E., Coltheart, M., Jonasson, J.T., & Besner, D. 1978 Phonological recoding and lexical access. *Memory & Cognition*, 6, 391-402.
- de Groot, A.M. 1992 Determinants of word translation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 1001-1018.
- Dobbs, A.R., Friedman, A., & Lloyd, J. 1985 Frequency effects in lexical decisions: A test of the verification model. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11, 81-92.
- Drewnowski, A., & Healy, A.F. 1977 Detection errors on the and and: Evidence for reading units larger than the word. *Memory & Cognition*, 5, 636-647.
- Estes, W.K. 1975 The locus of inferential and perceptual processes in letter identification. *Journal of Experimental Psychology: General*, 104, 122-145.
- Feldman, L.B., & Bentin, S. 1994 Morphological analysis of disrupted morphemes: Evidence from Hebrew. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 47A, 407-435.
- Fera, P., & Besner, D. 1992 The process of lexical decision: More words about a parallel distributed processing model. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 749-764.
- Ferrand, L., & Grainger, J. 1992 Phonology and orthography in visual word recognition: Evidence from masked non-word priming. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 45A, 353-372.
- Ferrand, L., Grainger, J., & Segui, J. 1994 A study of masked form priming in picture and word naming. *Memory & Cognition*, 22, 431-441.
- Forster, K.I. 1976 Accessing the mental lexicon. In E.C.J. Walker & R.J. Wales (Eds.), *New approaches to language mechanisms* (pp. 535-555). Amsterdam: North-Holland.
- Forster, K.I. 1979 Levels of processing and the structure of the language processor. In W. E. Cooper & E. Walker (Eds.), *Sentence processing*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Limited.
- Forster, K.I. 1989 Basic issues in lexical processing. In W. Marslen-Wilson (Ed.), *Lexical representation and process*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Forster, K.I. 1994 Computational modeling and elementary process analysis in visual word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 1292-1310.
- Forster, K.I., & Bednall, E.S. 1976 Terminating and exhaustive search in lexical access. *Memory & Cognition*, 4, 53-61.
- Forster, K.I., & Chambers, S.M. 1973 Lexical access and naming time. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 12, 627-635.
- Forster, K.I., & Davis, C. 1984 Repetition priming and frequency attenuation in lexical access. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 10, 680-698.
- Forster, K.I., & Davis, C. 1991 The density constraint on form-priming in the naming task: Interference effects from a masked prime. *Journal of Memory and Language*, 30, 1-25.
- Frauenfelder, U.H., Segui, J., & Dijkstra, T. 1990 Lexical effects in phonemic processing: Facilitatory or inhibitory? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 77-91.
- Frederiksen, J.R. 1978 Assessment of lexical decoding and lexical skills and their relation to reading proficiency. In A.M. Lesgold, J.W. Pellegrino, S.D. Fokkema, & R. Glaser (Eds.), *Cognitive psychology and instruction* (pp. 153-169). New York: Plenum Press.
- Frederiksen, J.R., & Kroll, J.F. 1976 Spelling and sound: Approaches to the internal lexicon. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2, 361-379.
- Frost, R. 1994 Prelexical and postlexical

- strategies in reading: Evidence from a deep and a shallow orthography. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20, 116-129.
- Funnell, E. 1983 Phonological processes in reading: New evidence from acquired dyslexia. *British Journal of Psychology*, 74, 159-180.
- Gibson, E.J., & Guinet, L. 1971 Perception of inflections in brief visual presentations of words. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 10, 183-189.
- Gibson, E.J., Pick, A., Osse, H., & Hammond, M. 1962 The role of grapheme-phoneme correspondence in the perception of words. *American Journal of Psychology*, 75, 554-570.
- Glanzer, M., & Adams, J.K. 1990 The mirror effect in recognition memory: Data and theory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 5-16.
- Glanzer, M., & Bowles, N. 1976 Analysis of word frequency effect in recognition memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2, 21-31.
- Glanzer, M., & Ehrenreich, S.L. 1979 Structure and search of the internal lexicon. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 381-398.
- Glushko, R.J. 1979 The organization and activation of orthographic knowledge when reading aloud. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, 674-691.
- Goldiamond, I., & Hawkins, W.E. 1958 Vexierversuch: The log relationship between word-frequency and recognition obtained in the absence of stimulus words. *Journal of Experimental Psychology*, 56, 457-463.
- Goodman, J., & Huttenlocher, J. 1988 Do we know how people identify spoken words? *Journal of Memory and Language*, 27, 684-698.
- Gordon, B., & Caramazza, A. 1985 Lexical access and frequency sensitivity: Frequency saturation and open/closed class equivalence. *Cognition*, 21, 95-115.
- Grainger, J. 1990 Word frequency and neighborhood frequency effects in lexical decision and naming. *Journal of Memory and Language*, 29, 228-244.
- Grainger, J., Cole, P., & Segui, J. 1991 Masked morphological priming in visual word recognition. *Journal of Memory and Language*, 30, 370-384.
- Grainger, J., & Jacobs, A.M. 1993 Masked partial-word priming in visual word recognition: Effects of positional letter frequency. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19, 951-964.
- Grainger, J., & Jacobs, A.M. 1994 A dual read-out model of word context effects in letter perception: Further investigations of the word superiority effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 1158-1176.
- Grainger, J., O'Regan, J.K., Jacobs, A.M., & Segui, J. 1989 On the role of competing word units in visual word recognition: The neighbourhood frequency effect. *Perception & Psychophysics*, 45, 189-195.
- Grainger, J., O'Regan, J.K., Jacobs, A.M., & Segui, J. 1992 Neighborhood frequency effects and letter visibility in visual word recognition. *Perception & Psychophysics*, 51, 49-56.
- Grainger, J., & Segui, J. 1990 Neighborhood frequency effects in visual word recognition: A comparison of lexical decision and masked identification latencies. *Perception & Psychophysics*, 47, 191-198.
- Gregg, V. 1976 Word frequency, recognition and recall. In J. Brown (Ed.), *Recall and recognition*. London: Wiley.
- Gunther, H., & Greese, B. 1985 Lexical hermits and the pronunciation of visually presented words. *Forschungsberichte des Instituts für Phonetik und Sprachliche Kommunikation der universitäts München*, 21, 25-52.
- Hansen, D., & Rodgers, T.S. 1968 An exploration of psycholinguistic units in initial reading. In K.S. Goodman (Ed.), *The psycholinguistic nature of the reading process* (pp. 59-102). Detroit, MI: Wayne State University Press.
- Hawkins, H.L., Reicher, G.M., Rogers, M., & Peterson, L. 1976 Flexible coding in word

- recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2, 380-385.
- Healy, A.F. 1976 Detection errors on the word the: Evidence for reading units larger than letters. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2, 235-242.
- Healy, A.F. 1980 Proofreading errors on the word the: New evidence on reading units. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 6, 45-57.
- Healy, A.F., & Drewnowski, A. 1983 Investigating the boundaries of reading units: Letter detection in misspelled words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9, 413-426.
- Henderson, L. 1982 Orthography and word recognition in reading. New York: Academic Press.
- Henderson, L. 1987 Word recognition: A tutorial review. In M. Coltheart (Eds.), *Attention and Performance XII: The psychology of reading* (pp.171-200). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Henderson, L., Wallis, J., & Knight, D. 1984 Morphemic structure and lexical access. In H. Bouma & D.G. Bouwhuis (Eds.), *Attention and performance X: Control of language processes* (pp. 211-226). London: Erlbaum.
- Herdman, C.M. 1992 Attentional resource demands of visual word recognition in naming and lexical decisions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 460-470.
- Herdman, C.M., & Dobbs, A.R. 1989 Attentional demands of visual word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 124-132.
- Herdman, C.M., LeFevre, J.A., & Greenham, S.L. 1994 Implicating the lexicon: Base-word frequency effects in pseudohomophone naming. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 575-590.
- Hildebrandt, N., Caplan, D., Sokol, S., & Torrealano, L. 1995 Lexical factors in the word-superiority effect. *Memory & Cognition*, 23, 23-33.
- Hintzman, D.L. 1994 On explaining the mirror effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20, 201-205.
- Hintzman, D.L., Caulton, D.A., & Curran, T. 1994 Retrieval constraints and the mirror effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20, 275-289.
- Hirshman, E., & Palij, M. 1992 Rehearsal and the word frequency effect in recognition memory. *Journal of Memory and Language*, 31, 477-484.
- Hochhaus, L., Williams, E., & Polk, K. 1989 Mixed case and masking interact in word recognition. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 27, 15-17.
- Hockley, W.E. 1994 Reflections of the mirror effect for item and associative recognition. *Memory & Cognition*, 22, 713-722.
- Hoshino, Y. 1991 A bias in favor of the positive response to high-frequency words in recognition memory. *Memory & Cognition*, 19, 607-616.
- Inhoff, A.W. 1989 Lexical access during eye fixations in reading: Are word access codes used to integrate lexical information across interword fixations? *Journal of Memory and Language*, 28, 444-461.
- Inhoff, A.W. 1991 Word frequency during copytyping. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17, 478-487.
- Jared, D., McRae, K., & Seidenberg, M.S. 1990 The basis of consistency effects in word naming. *Journal of Memory and Language*, 29, 687-715.
- Jared, D., & Seidenberg, M.S. 1990 Naming multisyllabic words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 92-105.
- Jared, D., & Seidenberg, M.S. 1991 Does word identification proceed from spelling to sound to meaning? *Journal of Experimental Psychology: General*, 120, 358-394.

- Jastrzemski, J.E. 1981 Multiple meanings, number of related meanings, frequency of occurrence, and the lexicon. *Cognitive psychology*, 13, 278-305.
- Johnson, N.F., Allen, P.A., & Strand, T.L. 1989 On the role of word frequency in the detection of component letters. *Memory & Cognition*, 17, 474-482.
- Johnston, J.C. 1978 A test of the sophisticated guessing theory of word perception. *Cognitive Psychology*, 9, 123-153.
- Jordan, T.R. 1986 Testing the BOSS hypothesis: Evidence for position-insensitive orthographic priming in the lexical decision task. *Memory & Cognition*, 14, 523-532.
- Juola, J.F., Leavitt, D.D., & Choe, C.S. 1974 Letter identification in word, nonword, and single-letter displays. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 4, 278-280.
- Kahana, M.J., & Greene, R.L. 1993 Effects of spacing on memory for homogeneous lists. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19, 159-162.
- Kawamoto, A.H., Farrar, W.T., & Kello, C.T. 1994 When two meanings are better than one: Modeling the ambiguity advantage using a recurrent distributed network. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 1233-1247.
- Kay, J.M., & Bishop, D.V.M. 1987 Anatomical differences between nose, palm and hand, or, the body in question: Further dissection of the processes of sublexical spelling-to-sound translation. In M. Coltheart (Eds.), *Attention and Performance XII: The psychology of reading* (pp.449-469). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kay, J., & Marcel, A.J. 1981 One process, not two, in reading aloud: Lexical analogies do the work of nonlexical rule. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 33A, 397-413.
- Kelliher, S., & Henderson, L. 1990 Morphologically based frequency effects in the recognition of irregularly inflected verbs. *British Journal of Psychology*, 81, 527-539.
- Kim, K., & Glanzer, M. 1993 Speed versus accuracy instructions, study time, and the mirror effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19, 638-652.
- Krueger, L.E. 1989 Detection of intraword and interword letter repetition: A test of the word unitization hypothesis. *Memory & Cognition*, 17, 48-57.
- Krueger, L.E. 1992 The word-superiority effect and phonological recoding. *Memory & Cognition*, 20, 685-694.
- Krueger, L.E., & Shapiro, R.G. 1979 Letter detection with rapidserial visual presentation: Evidence against word superiority at feature extraction. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, 657-673.
- Krueger, L.E., & Stadtlander, L.M. 1991 Detection of letter repetition in words and nonwords: The effect of opposite-case distractors. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17, 942-950.
- Laxon, V.J., Coltheart, V., & Keating, C. 1988 Children find friendly words friendly too: Words with many orthographic neighbours are easier to read and spell. *British Journal of Educational Psychology*, 58, 103-109.
- Levelt, W.J.M., & Wheeldon, L. 1994 Do speakers have access to a mental syllabary? *Cognition*, 50, 239-269.
- Lima, S.D. 1987 Morphological analysis in sentence reading. *Journal of Memory and Language*, 26, 84-99.
- Lima, S.D., & Inhoff, A.W. 1985 Lexical access during eye fixations in reading: Effects of word-initial letter sequence. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11, 272-285.
- Lima, S.D., & Pollatsek, A. 1983 Lexical access via an orthographic code? The basic orthographic syllabic structure (BOSS) reconsidered. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22, 310-332.
- Luce, P.A. 1986 Neighborhoods of words in the mental lexicon. *Research on Speech Perception* (Tech. Rep. No. 6). Bloomington:

- Indiana University.
- Manelis, L. 1974 The effect of meaningfulness in tachistoscopic word perception. *Perception & Psychophysics*, 16, 182-192.
- Marshall, J.C., & Newcombe, F. 1966 Syntactic and semantic errors in paralexia. *Neuropsychologia*, 4, 169-176.
- Marshall, J.C., & Newcombe, F. 1973 Patterns of paralexia: A psycholinguistic approach. *Journal of Psycholinguistic Research*, 2, 175-199.
- Marslen-Wilson, W.D. 1984 Function and process in spoken word recognition. In H. Bouma & D.G. Bouwhuis (Eds.), *Attention and performance X: Control of language processes* (pp.125-150). London: Erlbaum.
- Marslen-Wilson, W.D., & Welsh, A. 1978 Processing interactions and lexical access during word word recognition in continuous speech. *Cognitive psychology*, 10, 29-63.
- Massaro, D.W. 1975 Primary and secondary recognition in reading. In D.W. Massaro (Ed.), *Understanding language: An information processing analysis of speech perception, reading, and psycholinguistics* (pp.241-289). New York: Academic Press.
- Massaro, D.W., & Cohen, M.M. 1994 Visual, orthographic, phonological, and lexical influences in reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 1107-1128.
- Massaro, D.W., & Klitzke, D. 1979 The role of lateral masking and orthographic structure in letter and word recognition. *Acta Psychologica*, 43, 413-426.
- McCarthy, R., & Warrington, E.K. 1986 Phonological reading: Phenomena and paradoxes. *Cortex*, 22, 359-380.
- McClelland, J.L. 1976 Preliminary letter identification in the perception of words and nonwords. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2, 80-91.
- McClelland, J.L. 1987 The case for interactionism in language processing. In M. Coltheart (Ed.), *Attention and Performance, XII: The psychology of reading* (pp. 3-36). London: Lawrence Erlbaum Associates Limited.
- McClelland, J.L., & Elman, J.L. The TRACE model of speech perception. *Cognitive psychology*, 18, 1-86.
- McClelland, J.L., & Johnston, J.C. 1977 The role of familiar units in perception of words and nonwords. *Perception & Psychophysics*, 22, 249-261.
- McClelland, J.L. & Mozer, M.C. 1986 Perceptual interactions in two-word displays: Familiarity and similarity effects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 12, 18-35.
- 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.
- McConkie, G.W., & Zola, D. 1979 Is visual information integrated across successive fixations in reading? *Perception & Psychophysics*, 25, 211-224.
- McNamara, T., Ward, N., & Juola, J.F. 1978 Visual search for letters in intact and mixed-case words and nonwords. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 12, 297-300.
- McRae, K., Jared, D., & Seidenberg, M.S. 1990 On the roles of frequency and lexical access in word naming. *Journal of Memory and Language*, 29, 43-65.
- Mewhort, D.J., & Johns, E.E. 1988 Some tests of the interactive-activation model for word identification. *Psychological Research*, 50, 135-147.
- Meyer, D.E., Schvaneveldt, R.W., & Ruddy, M.G. 1975 Loci of contextual effects on visual word-recognition. In P. Rabbit & S. Dornic (Eds.), *Attention and performance*, V (pp.98-118). New York: Academic Press.
- Millis, M.L. 1986 Syllables and spelling units affect feature integration in words. *Memory & Cognition*, 14, 409-419.
- Monk, A.F., & Hulme, C. 1983 Errors in proof-reading: Evidence for the use of word shape in word recognition. *Memory & Cognition*, 11, 16-23.
- Monsell, S., Doyle, M.C., & Haggard, P.N. 1989

- Effects of frequency on word recognition tasks: Where are they? *Journal of Experimental Psychology: General*, 118, 43-71.
- Monsell, S., Patterson, K.E., Graham, A., Hughes, C.H., & Milroy, R. 1992 Lexical and sublexical translation of spelling to sound: Strategic anticipation of lexical status. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 452-467.
- Morrison, C.M., & Ellis, A.W. 1995 Roles of word frequency and age of acquisition in word naming and lexical decision. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 116-133.
- Morrison, C.M., Ellis, A.W., & Quinlan, P.T. 1992 Age of acquisition, not word frequency, affects object naming, not object recognition. *Memory & Cognition*, 20, 705-714.
- Morton, J. 1969 The interaction of information in word recognition. *Psychological Review*, 76, 165-178.
- Morton, J. 1979 Facilitation in word recognition: Experiments causing change in the logogen model. In P.A. Kollers, M.E. Wrolstad, & H. Bouma (Eds.), *Processing of visible language* (Vol. 1) New York: Plenum.
- Morton, J., & Patterson, K. 1980 A new attempt at an interpretation, or an attempt at a new interpretation. In M. Coltheart, K. Patterson, & J.C. Marshall (Eds.), *Deep dyslexia* (pp. 91-118). London: Routledge & Kegan Paul.
- Mozer, M.C. 1983 Letter migration in word perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9, 531-546.
- Murrell, G.A., & Morton, J. 1974 Word recognition and morphemic structure. *Journal of Experimental Psychology*, 102, 963-968.
- Norris, D. 1994 A quantitative multiple-levels model of reading aloud. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 1212-1232.
- Norris, D., & Brown, G. 1985 Race models and analogy theories: A dead heart? Reply to Seidenberg. *Cognition*, 20, 155-168.
- O'Connor R.E., & Forster, K.I. 1981 Criterion bias and search sequence bias in word recognition. *Memory & Cognition*, 9, 78-92.
- O'Regan, J.K., & Jacobs, A.M. 1992 Optimal viewing position effect in word recognition: A challenge to current theory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 185-197.
- Paap, K.R., & Johansen, L.S. 1994 The case of vanishing frequency effect: A retest of the verification model. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 1129-1157.
- Paap, K.R., McDonald, J.E., Schvaneveldt, R.W., & Noel, R.W. 1987 Frequency and pronounceability in visually presented naming and lexical-decision tasks. In M. Coltheart (Ed.), *Attention and performance III: The psychology of reading* (pp. 221-244). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Paap, K.R., Newsome, S.L., McDonald, J.E., & Schvaneveldt, R.W. 1982 An activation-verification model for letter and word recognition: The word-superiority effect. *Psychological Review*, 89, 573-594.
- Paap, K.R., & Noel, R.W. 1991 Dual route models of print to sound: Still a good horse race. *Psychological Research*, 53, 13-24.
- Parkin, A.J. 1982 Phonological recoding in lexical decision: Effects of spelling-to-sound regularity depend on how regularity is defined. *Memory & Cognition*, 10, 43-53.
- Parkin, A.J., & Underwood, G. 1983 Orthographic vs. phonological irregularity in lexical decision. *Memory & Cognition*, 11, 351-355.
- Patterson, K.E. 1982 The relation between reading and phonological coding: Further neuropsychological observations. In A.W. Ellis (Ed.), *Normality and pathology in cognitive functions* (pp. 77-111). San Diego; CA: Academic Press.
- Patterson, K.E. 1990 Alexia and neural nets. *Japanese Journal of Neuropsychology*, 6, 90-99.
- Patterson, K.E., Marshall, J.C., & Coltheart, M. 1985 *Surface dyslexia*. London: Lawrence Erlbaum Associates.

- Patterson, K.E., & Morton, J. 1985 From orthography to phonology: An attempt at an old interpretation. In K.E. Patterson, J.C. Marshall, & M. Coltheart (Eds.), *Surface dyslexia* (pp. 335-359). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Patterson, K.E., Seidenberg, M.S., & McClelland, J.L. 1989 Connections and disconnections: Acquired dyslexia in a computational model of reading processes. In R.G.M. Morris (Ed.), *Parallel distributed processing: Implications for psychology and neurobiology* (pp. 131-181). London: Oxford University Press.
- Patterson, K.E., & Shewell, C. 1987 Speak and spell: Dissociations and word-class effects. In M. Coltheart, G. Sartori, & R. Job (Eds.), *The Cognitive Neuropsychology of language* (pp. 273-294). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Peressotti, F., & Job, R. 1993 Lack of word-superiority effect in processing letter features. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 31, 433-436.
- Perfetti, C.A., & Bell, L. 1991 Phonemic activation during the first 40 ms of word identification: Evidence from backward masking and priming. *Journal of Memory and Language*, 30, 473-485.
- Perfetti, C.A., & Hogaboam, T. 1975 Relationship between single word decoding and reading comprehension skill. *Journal of Educational Psychology*, 67, 461-469.
- Peynircioglu, Z.F., & Tekcan, A.I. 1993 Revelation effect: Effort or priming does not create the sense of familiarity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19, 382-388.
- Pillsbury, W.B. 1897 A study in apperception. *American Journal of Psychology*, 8, 315-393.
- Pinker, S. 1991 Rules of language. *Science*, 253, 530-534.
- Pollatsek, A., Well, A.D., & Schindler, R.M. 1975 Familiarity affects visual processing of words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1, 328-338.
- Postman, L., & Rosenzweig, M.R. 1956 Practice and transfer in visual and auditory recognition of verbal stimuli. *American Journal of Psychology*, 69, 209-226.
- Prasada, S., & Pinker, S. 1993 Generalization of regular and irregular morphological patterns. *Language and Cognitive Processes*, 8, 1-56.
- Pugh, K.R., Rexer, K., Peter, M., & Katz, L. 1994 Neighborhood effects in visual word recognition: Effects of letter delay and nonword context difficulty. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20, 639-648.
- Radeau, M., & Morais, J. 1990 The uniqueness point effect in the shadowing of spoken word. *Speech Communication*, 9, 155-164.
- Radeau, M., Morais, J., Mousty, P., Saerens, M., & Bertelson, P. 1992 A listener's investigation of printed word processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 861-871.
- Radeau, M., Mousty, P., & Bertelson, P. 1989 The effect of the uniqueness point in spoken word recognition. *Psychological Research*, 51, 123-128.
- Rajaram, S., & Neely, J.H. 1992 Dissociative masked repetition priming and word frequency effects in lexical decision and episodic recognition tasks. *Journal of Memory and Language*, 31, 152-182.
- Rayner, K. 1975 The perceptual span and peripheral cues in reading. *Cognitive Psychology*, 7, 65-81.
- Reggia, J.A., Marsland, P.M., & Berndt, R.S. 1988 Competitive dynamics in a dual-route connectionist model of print-to-sound translation. *Complex Systems*, 2, 509-517.
- Reicher, G.M. 1969 Perceptual recognition as a function of meaningfulness of stimulus material. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 275-280.
- Rosenberg, S., Coyle, P.J., & Porter, W.L. 1966 Recall of adverbs as a function of the frequency of their adjectival roots. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5, 75-76.

- Rubenstein, H., Garfield, L., & Millikan, J.A. 1970 Homographic entries in the internal lexicon. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 9, 487-494.
- Rubenstein, H., Lewis, S.S., & Rubenstein, M.A. 1971 Evidence for phonemic recording in visual word recognition. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 10, 645-657.
- Rudnicky, A.I., & Kolars, P.A. 1984 Size and case of type as stimuli in reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 231-249.
- Rumelhart, D.E. 1975 Notes on a schema for stories. In D.G. Bobrow & A.M. Collins (Eds.), *Representations and understanding: Studies in cognitive science*. San Diego, CA: Academic Press.
- Rumelhart, D.E. 1977 Toward an interactive model of reading. In S. Dornic (Ed.), *Attention and performance VI*: (pp. 573-603). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Rumelhart, D.E., & McClelland, J.L. 1982 An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 2. The contextual enhancement effect and some tests and extensions of the model. *Psychological Review*, 89, 60-94.
- Rumelhart, D.E., & McClelland, J.L. 1986 On learning the past tenses of English verbs. In J.L. McClelland, & D.E. Rumelhart (Eds.), *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition* (pp. 216-271). Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Samuel, A.G. 1987 Lexical uniqueness effects on phonemic restoration. *Journal of Memory and Language*, 26, 36-56.
- Sanocki, T. 1987 Visual knowledge underlying letter perception: Font-specific, schematic tuning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 13, 267-278.
- Sanocki, T. 1988 Font regularity constraints on the process of letter recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14, 472-480.
- Savage, G.F., Bradley, D.C., & Forster, K.I. 1990 Word frequency and the pronunciation task: The contribution of articulatory fluency. *Language and Cognitive Processes*, 5, 203-236.
- Scarborough, D.L., Cortese, C., & Scarborough, H. 1977 Frequency and repetition effects in lexical memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 1-17.
- Scheerer, E. 1987 Visual word recognition in German. In D.A. Allport, D. Mackay, W. Prinz, & E. Scheerer (Eds.), *Language perception and production: Shared mechanisms in listening, speaking, reading, and writing* (pp. 227-244). London: Academic Press.
- Schvaneveldt, R.W., & McDonald, J.E. 1981 Semantic context and the encoding of words: Evidence for two modes of stimulus analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 673-687.
- Schwartz, B.L., & Hashtroudi, S. 1991 Priming is independent of skill learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17, 1177-1187.
- Sears, C.R., Hino, Y., & Lupker, S.L. 1995 Neighborhood size and neighborhood frequency effects in word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 876-900.
- Segui, J., & Grainger, J. 1990 Priming word recognition with orthographic neighbors: Effects of relative prime-target frequency. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 65-76.
- Seidenberg, M.S. 1985 The time course of phonological code activation in two writing systems. *Cognition*, 19, 1-30.
- Seidenberg, M.S. 1989 Visual word recognition and pronunciation: A computational model and its implications. In W. Marslen-Wilson (Ed.), *Lexical representation and process*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Seidenberg, M.S., & McClelland, J.L. 1989 A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, 96, 523-568.
- Seidenberg, M.S., Waters, G.S., Barnes, M., &

- Tanenhaus, M.K. 1984 When does irregular spelling or pronunciation influence word recognition? *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 23, 383-404.
- Shallice, T. & McGill, J. 1978 The origins of mixed errors. In J. Requin (Ed.), *Attention and performance VII*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Shallice, T., & Warrington, E.K. 1980 Single and multiple component central dyslexic syndromes. In M. Coltheart, K. Patterson, & J.C. Marshall (Eds.), *Deep dyslexia*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Shallice, T., Warrington, E.K., & McCarthy, R. 1983 Reading without semantics. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 35A, 111-138.
- Simpson, G.B., & Kang, H. 1994 The flexible use of phonological information in word recognition in Korean. *Journal of Memory and Language*, 33, 319-331.
- Smith, F. 1969 Familiarity of configuration vs discriminability of features in the visual identification of words. *Psychonomic Science*, 14, 261-262.
- Smith, F., Lott, D., & Cronnell, B. 1969 The effect of type size and case alternation on word identification. *American journal of Psychology*, 82, 248-253.
- Snodgrass, J.G., & Mintzer, M. 1993 Neighborhood effects in visual word recognition: Facilitatory or inhibitory? *Memory & Cognition*, 21, 247-266.
- Solomon, R.L., & Howes, D.H. 1951 Word-probability, personal values, and visual duration thresholds. *Psychological Review*, 68, 256-270.
- Spector, A., & Purcell, D.G. 1977 The word superiority effect: A comparison between restricted and unrestricted alternative sets. *Perception & Psychophysics*, 21, 323-328.
- Spoehr, K.T., & Smith, E.E. 1973 The role of syllables in perceptual processing. *Cognitive psychology*, 5, 71-89.
- Spoehr, K.T., & Smith, E.E. 1975 The role of orthographic and phonotactic rules in perceiving letter patterns. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1, 21-34.
- Srinivas, K., Roediger, H.L., & Rajaram, S. 1992 The role of syllabic and orthographic properties of letter cues in solving word fragments. *Memory & Cognition*, 20, 219-230.
- Stanners, R.F., & Forbach, G.B. 1973 Analysis of letter strings in word recognition. *Journal of Experimental Psychology*, 98, 31-35.
- Stanners, R.F., Neiser, J.J., Hernon, W.P., & Hall, R. 1979 Memory representation for morphologically related words. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 399-412.
- Stanners, R.F., Neiser, J.J., & Painton, S. 1979 Memory representations for prefixed words. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 733-743.
- Stone, G.O., & van Orden, G.C. 1993 Strategic control of processing in word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19, 744-774.
- Tabossi, P. & Laghi, L. 1992 Semantic priming in the pronunciation of words in two writing systems: Italian and English. *Memory & Cognition*, 20, 303-313.
- Taft, M. 1979 Lexical access via an orthographic code: The Basic Orthographic Syllabic Structure (BOSS). *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 21-39.
- Taft, M. 1981 Prefix stripping revisited. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 20, 289-297.
- Taft, M. 1991 *Reading and the mental lexicon*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Taft, M. 1992 The body of BOSS: Subsyllabic units in the lexical processing of polysyllabic words. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 1004-1014.
- Taft, M., & Forster, K.I. 1975 Lexical storage and retrieval of prefixed words. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 638-647.
- Taft, M., & Forster, K.I. 1976 Lexical storage and retrieval of polymorphemic and polysyllabic words. *Journal of Verbal Learning and*

- Verbal Behavior*, 15, 607-620.
- Taft, M., & Hambly, G. 1986 Exploring the cohort model of spoken word recognition. *Cognition*, 22, 259-282.
- Tan, L.H., Hoosain, R., & Peng, D. 1995 Role of early presemantic phonological code in Chinese character identification. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 43-54.
- Taraban, R., & McClelland, J.L. 1987 Conspiracy effects in word pronunciation. *Journal of Memory and Language*, 26, 608-631.
- Tenpenny, P.L., & Shoben, E.J. 1992 Component processes and the utility of the conceptually-driven/data-driven distinction. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 25-42.
- Thompson, M.C., & Massaro, D.W. 1973 Visual information and redundancy in reading. *Journal of Experimental Psychology*, 98, 49-54.
- Treiman, R. 1983 The structure of spoken syllables: Evidence from novel word games. *Cognition*, 15, 49-74.
- Treiman, R. 1985 Onsets and rimes as unit of spoken syllables: Evidence from children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 39, 161-181.
- Treiman, R., & Chafetz, J. 1987 Are there onset- and rime-like units in printed words? In M. Coltheart (Ed.), *Attention and performance XIII: The psychology of reading* (pp. 281-298). London: Erlbaum.
- Treisman, A. & Souther, J. 1986 Illusory words: The roles of attention and of top-down constraints in conjoining letters to form words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 12, 3-17.
- Van der Velde, F. 1990 The combined effect of context and case alternation on migration. *Psychological Research*, 52, 310-316.
- Van Orden, G.C. 1987 A rows is a rose: Spelling, sound and reading. *Memory & Cognition*, 15, 181-198.
- Van Orden, G.C., Johnston, J.C., & Hale, B.L. 1988 Word identification in reading proceeds from spelling to sound to meaning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 14, 371-386.
- Watkins, M.J., & LeCompte, D.C. 1991 Inadequacy of recall as a basis for frequency knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17, 1161-1176.
- Watkins, M.J., & Peynircioglu, Z.F. 1990 The revelation effect: When disguising test items induces recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 1012-1020.
- Whaley, C.P. 1978 Word-nonword classification time. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 17, 143-154.
- Wheeler, D.D. 1970 Processes in word recognition. *Cognitive psychology*, 1, 59-85.
- Whitlow, J.W. 1990 Differential sensitivity of perceptual identification for words and pseudowords to test expectations: Implications for the locus of word frequency effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 837-851.
- Wixted, J.T. 1992 Subjective memorability and the mirror effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 681-690.

(1995年9月13日 受稿)

ABSTRACT

Issues in the Study of Visual Word Recognition On the Roles of Frequencies

Masahiro KAWAKAMI

In this article, I examined the issue in the study of visual word recognition. In the first chapter, dual-route models of visual word recognition was overviewed. In dual-route models, direct route in which lexical access is executed through visual representation of words and indirect route in which grapheme-phoneme correspondence rule is employed for lexical access are assumed.

Major concern in dual-route model is the confrontation of direct and indirect route. The characteristics of direct route is summarized in terms of 1)Whole-word processing and 2)Visual-based processing. In Chapter Two, processing units for visual word recognition were discussed.

In Chapter Three, processing depends on visual representation of the words was examined, especially studies using mixed-case manipulation were reviewed and summarized in Table 1.

One factor which makes the visual-based processing possible is the frequency of the units. In the experiments of visual word recognition, frequency effect; superiority of high-frequency words is generally observed. In Chapter Four, experiments manipulating frequencies of various processing units were reviewed and summarized in Table 2 to Table 5.

Various models of visual word recognition are trying to explain frequency effect. In Chapter Five, five models (Search Model, Verification Model, Logogen Model, Interactive Activation Model, and PDP Model) of visual word recognition were examined from the view point of the explanation for frequency effect.

In conclusion, Chapter Six, need for cares to script familiarity especially in the experiments using Japanese words were proposed.