

《チュートリアル》

## メンタルレキシコンと語彙処理 —レフェルトのWEAVER++モデル—

玉岡賀津雄

### 1. メンタルレキシコンとは

言語の活動は、基本的に脳の活動です。心理言語学でいうレキシコン (lexicon) とは、脳内の単語や形態素の記憶の集合です。脳内にあると仮定されるので、メンタルレキシコン (mental lexicon) と呼ばれています。Aitchison (1987) によると、成人の母語話者の場合、約5万語あるいはそれ以上の語彙が記載されており、その内の約3分の2を理解や産出のために使うことができるそうです。こうした多様な語彙が脳内に記憶されており、いろいろな生活の場面で使われています。心理言語学では、こうした単語の認知や産出のメカニズムを説明するためのレキシコンのモデルを構築してきました。そのため、心理言語学で扱うメンタルレキシコンは、語彙処理が実際に「機能」するための「構造」を持っていないわけではありません。

脳内にあるレキシコンに記載された多数の語彙は、単語1つ1つが脳内にイメージとして記録されていると考えられるので、それらは表象群 (representations) と呼ばれます。そして個々の表象は、特定の閾値 (threshold) を持っています。表象が活性化 (activation) され、閾値を超えた時に、語が意識に上ってきます。それは、エネルギーのレベルが上がり、あるレベルを超えた時に、特定の単語の発音や意味が思い浮かんでくると考えればよいでしょう。それぞれの語に閾値が存在すると思われる理由は、語彙頻度 (word frequency) を考えると分かります。たとえば、朝日新聞の1985年から1998年の14年分の記事データ(天野・近, 2000)で調べると、「大学」は、固有名詞で15,415回、普通名詞で51,971回も使われています。それに対して、「学問」は2,655回、「学識」だと285回しか使われていません。語彙頻度の高い語は、低い語よりも迅速に知覚されることが知られています (e.g., Grainger and Jacobs, 1996;

McClelland and Rumelhart, 1981; Morton, 1969; Norris, 1986; Solomon and Postman, 1952)。これは、語彙頻度効果(word frequency effect)と呼ばれています。「大学」の方が「学問」より、さらに「学問」の方が「学識」よりも閾値が低く、より速く語として認知されるレベルに達するからだと言明されます。

1つの語が1つの表象というわけではありません。少なくとも3種類の表象があります。それらは書字(orthography)、音韻(phonology)および概念(concepts)の表象です。それぞれ、書字的レキシコン、音韻的レキシコン、概念的レキシコンと呼び、普通はこれら3つを合わせてレキシコンという言い方します。これに加えて、統語(syntax)的情報の表象群(representations)が記憶されています。レフェルトは、これをレンマ(lemma)と呼んでいます。レフェルトのモデルでは、概念、書字、音韻および語彙に関連した統語の表象群全体をレキシコンと考えています。また、語彙の概念的表象群をレキシマ(lexeme)、統語的表象群をレンマと呼んで両者を区別することもあります。

脳内のこれらの表象群の存在と脳の中の位置(部位)は、言語活動中にヒトの脳が活発に働いている部分を調べたり、脳が損傷した際に、特定の言語活動ができなくなる部位を特定したりすることで確認されています。例えば、脳の障害で新聞が読めなくなっても、会話は普段通り行える例があます。この場合は、文字の記憶、つまり書字的レキシコンの表象群を喪失しているのが新聞が読めないのです。しかし、発音の記憶、音韻的レキシコンの表象群は無傷で、良く機能しているので、会話は流暢なのです。その逆に、会話ができなくても、新聞が読める例もあります。こうした失語の症例から、メンタルレキシコンが、書字、音韻、概念、統語の4つの下位カテゴリーを持っていることが確認できます。

研究者の間で、ヒトのメンタルレキシコンの構造と機能について共通した1つのモデルが共有されている訳ではありません。モデルは複数あり、表象群の存在の仕方と語彙処理における機能の説明の仕方が異なっています。共通しているのは、ヒトの語彙的な活動を説明するモデルであり、それを実験データや失語の症例で証明するというアプローチを取っていることです。データや症例に合わない場合には、モデルを改良して、より説明力のあるモデルを構築していきます。メンタルレキシコン

と関連した語彙処理のプロセスを説明するモデルは複数ありますが，ここでは，語彙に関連した統語的表象群を積極的に取り入れてモデルを構築したレフェルト (Levelt, 1989, 1992, 1999; Levelt and Wheeldon, 1994; Levelt, Roelofs and Meyer, 1996) の WEAVER++(Word Encoding by Activation and VERification) モデルに従って，メンタルレキシコンの構造と機能について紹介します。

## 2. W.レフェルトのモデル

レフェルト (Willem J. M. Levelt) は，1938年にオランダのアムステルダムで生まれました。1980年から2006年まで，オランダのニーメーガンにあるマックスプランク心理言語学研究所 (Max Planck Institute for Psycholinguistics) の所長を務めました。レフェルトは，音声的な言語産出のプロセスを説明するモデルを提唱したことで広く知られています。レフェルトの WEAVER++モデルは，絵を見て意味を浮かべたり，文字を読んだりすることもすべて含めて，語彙レベルの音声的な産出のプロセスを総括的に描いたものです。

図1に，レフェルトの WEAVER++モデル (Roelofs, Meyer and Levelt, 1996から日本語版を作成) を示しました。図1のモデルでは，絵が提示された場合と文字が提示された場合とが区別して描かれています。絵が提示された場合は，絵の知覚から，その絵に対する概念の同定，レンマにおける統語情報の想起をして，音韻的表象が活性化されます。そして，調音を経て実際の語の発音に達します。特に，文字が提示された場合の処理は3種類あるので，複雑です。図1の処理経路1は，規則的な音韻的転換のプロセスです。英語などアルファベット表記の言語であれば音素，日本語であれば，モーラが転換の単位であると考えられています。その後，音韻的表象が活性化され，調音を経て発音に到ります。処理経路2では，「桜」の書字的表象の活性化が，レンマの統語的情報を経ずに，直接に音韻的表象の活性化を促すプロセスです。そして，調音から発音へと到ります。処理経路3は，「桜」の統語的特性が想起されてから，音韻的表象の/sakura/が活性化されるプロセスです。処理経路2と3は，レンマの想起の違いがあるかどうかで区別されています。以下に，メンタルレキシコンの構造と機能をこれらの3つの処理経路と共に説明して

いきます。

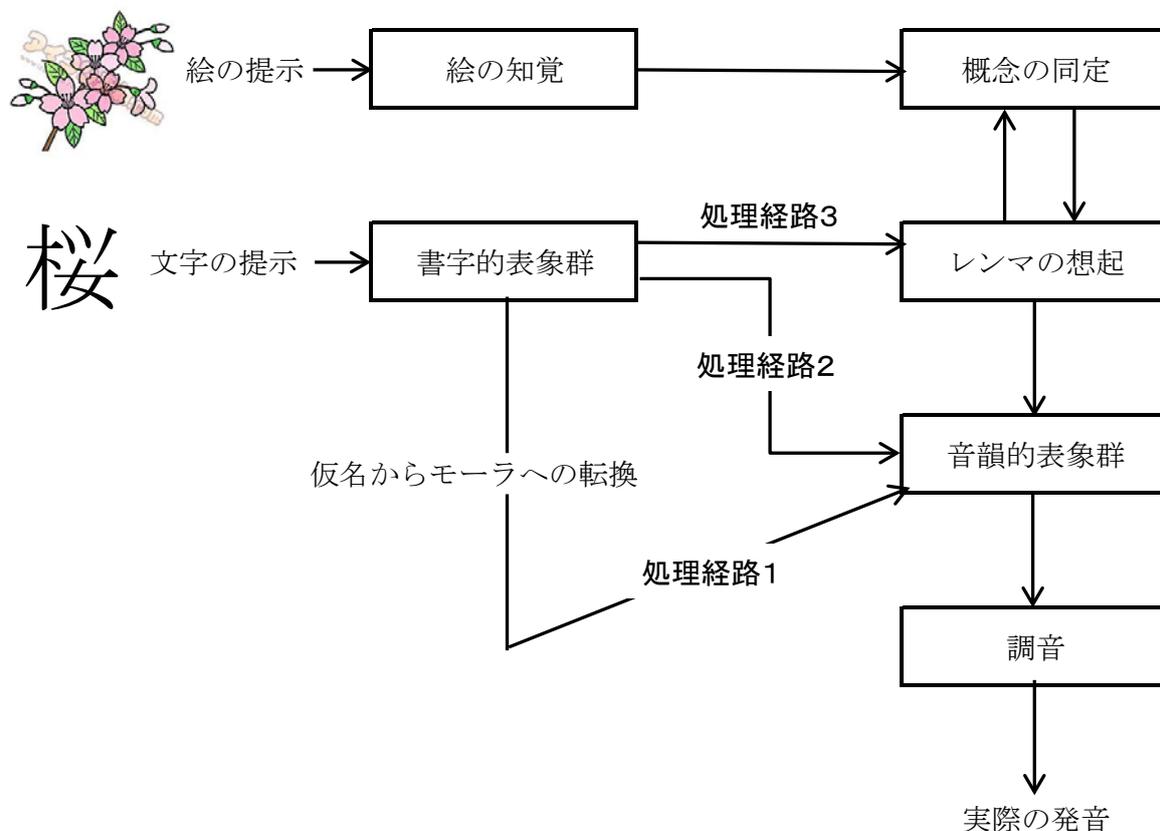


図1 絵や文字から単語の発音までを描いたレフェルトのWEAVER++モデル

注: Roelofs, Meyer and Levelt, 1996から日本語版を作成.

### 3. 語彙概念の意味的ネットワーク

実際の桜の木を見た場合と桜の絵を見た場合とは同じ処理経路であると考えます。まずは、桜の木を見て、その概念を想起します。「桜」は、「春の入学シーズンに一気に花が咲く」とか「風に舞って散る姿が美的である」とかいろいろな意味内容 (semantic contents)を持っています。確かに、「桜」の概念は、こうした意味内容と密接に関係しています。しかし、意味内容とは区別して、「桜」は、春に白色や淡紅色から濃紅色の花を咲かせる落葉広葉樹という語の概念 (lexical concept) の表象が存在します。

語彙の意味的ネットワークは、プライミング (priming) という実験手法で研究されています。これは、非常に短い時間だけ絵や語などを見せ

て、その後で別の語を見せ、後で見せた語についての意味判断をさせるという手順の手法です。これにより、先に見せた絵や語の意味が、次に提示した語の意味にどう影響するかを調べることによって、メンタルレキシコンでの意味的なネットワークと構造を推測できます (Collins and Quillian, 1969; Collins and Loftus, 1975)。たとえば、「レモン」は「果物」です。そのため、「バナナ」の絵を短い時間見せてから「レモン」を文字で見せて、「果物」であるかどうかを判断させると、「ビール瓶」の絵を見せた場合よりも処理速度が速くなります。これは、プライミング効果 (priming effect) と呼ばれます。「果物」である「レモン」「バナナ」「オレンジ」などの意味的なネットワークが緊密であり、意味的に強く結びついていることが分かります。たとえば、先に提示した絵が、「バナナ」だとすると、その概念が活性化され、それが後で提示された「レモン」の活性化を助けます。つまり、先行提示された語の活性化が、意味的な距離の近い他の語を迅速に活性化するのです。このような現象は、拡散的活性化 (spreading activation) と呼ばれます (Collins and Loftus, 1975)。こうして、メンタルレキシコンにおける意味的なネットワークが拡散的に構築されていることが分かります。

さて、「桜」には、「植物」「樹木」「落葉樹」などといった概念属性が付随しています。これらの多様な概念や属性が、桜の概念と同時に活性化されます。このことは、簡単な実験で分かります。コンピュータに文字を提示して、その文字の示す語が植物か動物かを問う語彙範疇課題 (lexical categorization task) を課します。日本語母語話者であれば、「桜」の漢字を見せただけで、動物ではなく植物であることを迅速に判断できます。これは、「桜」が、その上位概念である「植物」という属性を付随しているからです。しかし、「植物」という概念属性は、「梅」や「杉」の樹木、あるいは「キャベツ」「パセリ」などの野菜とも共有しています。そのため、「桜」だけの属性ではありません。複数の語の共有概念です。そのため、「桜」の概念が活性化されますが、課題に応じて、「桜」の概念属性も迅速に活性化されると考えられます。つまり、課題に応じて、必要な概念属性を迅速に活性化することができるのです。

こうしたヒトの概念属性の形成は、2歳前の幼児でも観察されています。Sugarman (1983) によると、1歳くらいになると、複数のカテゴリー

に属する複数のモノから、同じカテゴリーのモノを集める傾向があると指摘しています。さらに、15ヵ月くらいになるとカテゴリーごとに触っていくという行動が見られると報告されています。つまり、モノの諸概念の習得と共に、それらを分類する概念属性の形成も、発達の早い段階から始まっていると考えられます。

課題に応じて適切な概念属性が活性化されることを、視点取得 (perspective taking) と呼んでいます (Clark, 1997; Levelt, 1989)。たとえば、国会議事堂を正面から見た場合と、空から見た場合とでは、異なって見えます。しかし、同じ建物であることに変わりはありません。このように異なる視点からモノを見て、異なる角度からモノを描くことを視点取得と言います。これを「桜」の概念に応用してみます。分類から見れば「桜」は「植物」と考えられます。「植物」か「動物」か、を判断する課題であれば、「桜」の文字を見ただけで、分類的視点からすぐに「植物」であると判断することができます。このように、課題に応じて、見方を変えて迅速に対応できるので、語の概念についても視点取得ができると考えられます。

漢字二字で書かれた語の概念的表象の活性化はどうなるのでしょうか。「荒野」のように「荒れた」が「野」を形容する語の方が、「明暗」のように「明」と「暗」のように単に2つの漢字の形容詞が対立する語よりも、語が正しい日本語の語彙であると判断するための時間 (語彙性判断のための時間) および漢字2字を見て語の発音に達する時間 (命名潜時) が速くなります (Tamaoka and Hatsuzuka, 1998)。この場合は、「荒れた野」のように「形容詞+名詞」で名詞を修飾する句を作る漢字二字の語は、それぞれの「荒」と「野」の個々の漢字形態素だけの概念での活性化はあまり強くないと考えられます。また、「荒野」が一つの語としての結合関係が強いので、語を単位とした概念的活性化が起きると考えられます。

一方、「明暗」は、「明」が明るいことを意味し、実際、形容詞では「明るい」と形容詞の変化と共に書かれます。同様に、「暗」は暗いことを意味し、「暗い」と書かれます。そのため、「明」と「暗」、およびそれらの両方を組み合わせた「明暗」の概念が同時に活性化されると考えられます。3つの概念の強く活性化されることで、概念間での競合

(competition) が起きて、「明暗」という処理の対象となっている語の活性化が遅れると予想されます。そのため、「荒野」のような漢字2つの結合関係が密な場合と比べて処理速度が落ちると説明されます。このように、漢字が2つで作られた語については、漢字形態素レベルと語彙レベルの書字および概念表象の活性化が起こりうると考えられます。

「荒野」と「明暗」というタイプの語については異なった説明も可能です。WEAVER++モデルでは、統語的表象群が記憶されていると仮定して、これをレンマ(lemma)と呼んでいます。「荒野」と「明暗」の処理時間の違いは、レンマにおける統語的特性と統語的構造の助けであるとも考えられます。「明暗」のような「形容詞＋形容詞」という場合は、統語的情報を活性化しても名詞句を作るわけではないので、その使い道はありません。一方、「荒野」は「形容詞＋名詞」で、名詞句を作ります。「荒野」は「荒れた野」という名詞句になりますので、一つの語としての結合が密になります。また、「明暗」と違い、2つの漢字の概念が特に際立って活性化されることもないと思われれます。結果的に、語の概念が強く活性化され、「明暗」と比べて、「荒野」の処理速度が速くなったと推測できます。この場合は、レンマでの語の統語的な強い結合関係は、2つの漢字の結合を強くして、語としての活性化を容易にします。そのため、促進 (facilitation) 的に機能することになります。

ただし、「荒野」を語として処理する場合に、これが「荒」が「形容詞」で、「野」が「名詞」という活性化がレンマで起こり、名詞句という統語的な結合を経て、語の概念的表象を活性化するかどうかは証明されているわけではありません。そのため、漢字の個々の概念的表象の活性化が起こり、語としての処理を遅延させるのか、あるいはレンマでの統語的特性が活性化され、統語的解析の結果、語の結合が密になり、語彙処理が促進されるのかは未解決であり、今後の研究を待たなくてはなりません。

#### 4. 統語的表象群:レンマ

WEAVER++モデルでは、図1に示されたように、「桜」の概念が活性化されてから、音韻的表象を活性化して発音される前に、レンマでの統語的特性の表象群の活性化が起きると考えています。レフェルトは、レン

マには語彙に関係したすべての統語的特性群が記録されているとされています。ただ、日本語の「桜」についてみると、それが名詞であることくらいしか統語的特性がないので、レンマの存在は日本語話者には想像し難いでしょう。そのため、レンマを意識することはほとんどないと思われれます。英語でも、せいぜい複数であれば friend に *-s* を付けて、friends にする程度なので、レンマが意識され難いようです。

一方、ドイツ語、フランス語、スペイン語、イタリア語などであれば、品詞、単数・複数、統語的性 (syntactic gender)、加算・不加算などの特性が記憶されており、単語の産出のためにそれらが活性化されて、使われます。たとえば、日本語の「友達」であれば、表現は1つだけです。しかし、スペイン語で「友達」は特定の男性であれば、単数では *el amigo* で、複数では *los amigos* となり、女性であれば、単数で *la amiga* で、複数では、*las amigas* となります。統語的特性である性と単数・複数を決めなくては、「友達」を発音することさえできないのです。そのためレンマで名詞の統語的特性の表象群を活性化することは、語の発音には欠かせない処理経路となります。

図1を見ると語彙の概念的表象と統語的表象は双方向の関係になっています。それは「桜」の概念とその統語情報とが密接に関係して、お互いに参照しあうからです。「桜」の例では分かり難いのですが、「破壊」という漢語名詞を例に考えてみます。「破壊」は名詞です。しかし、動きをともなう名詞であり、動詞的な語彙的アスペクトを持っています。そのため、サ変動詞「スル」を付加すると、「破壊する」となり動詞になります。もちろん、漢字2字の語がすべてサ変動詞になるわけではありません。その語の持っている語彙性アスペクト (lexical aspects) によって、動詞や形容詞になりうるかどうかが決まると言われています。Tamaoka, Matsuoka, Sakai and Makioka (2005)は、語彙性アスペクトの終結 (telic)、継続 (durative)、開始 (inchoative)、状態 (stative)の4つの分類で、漢字2字からなる2,000語の高頻度の語にサ変動詞が付加されるかどうかを予測しています。そして、終結のアスペクトだけで、高使用頻度の2,000語の漢字2字の語のうち、サ変動詞が付加される802語の751語を予測できることを示しました。それは、93.64%という高い正答率です。もちろん、他の継続と開始のアスペクトも動詞化を予測しますが、ほとんど

が終結のAspectと重複しています。状態のAspectは「安定」「安心」などがあり、他のAspectと重複しない独自の漢字2字の語彙の動詞化を予測していますが、その数は少ないので予測の貢献度は低くなります。このようなサ変動詞の付加は、語の動詞的な意味を示す語彙的Aspectとそれがレンマの動詞化するという統語的特性とが結びつくことで、迅速に動詞を作ることができると考えられます。ここでも、語彙概念とレンマの統語的特性の表象群との相互作用的な関係が見られます。

また、「曖昧」も漢字2字から成る名詞ですが、サ変動詞にはならず、「-ナ」を付加することで、「曖昧な」という形容詞になります。しかし、すべての漢字2字からなる名詞が、サ変動詞になったり、「-ナ」を付加して形容詞になったりするわけではありません。どの名詞が動詞や形容詞になるかは、個々の名詞ごとに決まります。そのため、名詞の概念と対応した統語的特性の表象群が存在すると想定されます。さらに、「甘い」という形容詞であれば、接尾辞の「-サ」や「-ミ」を伴って、「甘さ」や「甘み」という名詞にすることもできます(伊藤・杉岡, 2002)。しかし、やはりすべての形容詞が名詞化できるわけではありません。このように、語彙の諸概念が、レンマの統語的表象群と結合して、動詞化、形容詞化、名詞化を決めていると仮定されます。

レンマに語彙の統語的情報が記載されているとすれば、それはどのような情報なのでしょう。語彙概念構造 (lexical conceptual structure) では、出来事を認識して、それを表現するに当たり、とりわけ動詞がつくる述部構造を重視します(影山, 1996, 2008; 由本, 2011)。「社長が金庫を自分の部屋に置いた」という、影山 (2008, p.250) の挙げられた例を使って考えてみましょう。「置く」は他動詞であり、この場合は、「社長」が「金庫」に働きかけて、その結果として「金庫」が「自分の部屋」にあります。ある対象に働きかけることを、[ ]x ACT-ON-[ ]y と表現します。その結果の変化を、CAUSE [BECOME [[ ]y BE AT-[ ]z] とします。そうすると、この文において「置く」という動詞は、[[ ]x ACT-ON-[ ]y] CAUSE [BECOME [[ ]y BE AT-[ ]z] という概念構造パターンを持っていることになります。この場合、xは「社長」、yは「金庫」、zは「自分の部屋」ということになります。

このように考えると、ヒトは、動詞ごとに、状態、活動、到達、達成といった影山(2008)が提唱する語彙概念構造の基本公式を脳内に有していることとなります。神経心理学の研究では、BA44 (Brodmann's area 44) や BA6 を含む前頭葉の後方部が損傷すると動詞が、下側頭葉や側頭極が損傷すると名詞の生成が困難になるという報告があります(Damasio and Tranel, 1993; Damasio, Grabowski, Tranel, Hichwa and Damasio, 1995)。つまり、動詞と名詞とが異なる脳部位から想起されるというわけです。

乾 (2010) は、厳密には、これらの部位に単語が記憶されているというより、それぞれの単語を適切な音韻に展開する機能が備わっているのではないかと述べています。つまり、これらの部位で音声的な表現が実現されるという考え方です。これは、図 1 のレフェルトの **WEAVER++**モデルの音韻的な産出モデルにおける概念表象群、レンマの統語表象群、さらに音韻的表象群の活性化と重なると思われれます。下側頭葉や側頭極で活性化された名詞を、前頭葉の後方部で動詞の統語的特性を活性化して、文を産出する過程が、概念の同定とレンマの想起による双方向の矢印で示されている機能に相当するとも考えられます。その意味で、動詞について、世界の出来事を認識し、言語的に表現していく機能は、前頭葉の後方部にあると考えれば、動詞の語彙概念構造とも合致してきます。しかし、レフェルトは、レンマをあくまで語彙の統語的特性と限定しており、文レベルのことは議論していません。そのため、文レベルの統語的構造の関与については、触れられていません。語彙概念の構造と脳部位を特定して認知処理機能について議論するためには、今後、心理言語学と脳研究の共同作業が必要でしょう。

なお、他の類似のモデルとして良く知られているのは、コルトハート (Max Coltheart) の提唱した二重経路モデル (dual route mode) と呼ばれる音韻処理モデル (Coltheart and Rastle, 1994; Coltheart, Curtis, Atkins and Haller, 1993; Coltheart, Rastle, Perry, Langdon and Ziegler, 2001) です。もう一つは、ロンメルハートとマクレランドが提唱した並列分散処理 (PDP; parallel distributed processing) で、複数の分散された処理ユニットが同時並行的に処理というモデルです (McClelland and Elman, 1986; McClelland and Rumelhart, 1981; Seidenberg and McClelland, 1989)。書字、音韻、概念の 3 つ種類の表象群が並列分散的に活性化するので、トライ

アングルモデル(triangle model)とも呼ばれています。しかし、両語彙処理モデルには、レンマでの統語的特性の活性化は含まれていません。そのため、両モデルでは、レンマについて議論されることはありませんでした。

## 5. 組立型経路と記載型経路：処理経路1と2

書字的表象群については、言語学関係の分野ではあまり議論されないようです。そこで、まずは文字で書かれた語彙の書字的レキシコンが概念的レキシコンと独立して存在することについて考えてみましょう。

「桜」という漢字を見たとします。すると脳内にある「桜」という漢字の書字的表象が活性化されます。これは、失読症(dyslexia)と言われる症例(藤田・立石・井原, 2009; 佐野・加藤, 1998; 山鳥, 2012)で分かります。ある朝、目を覚まして、シャワーを浴びて、食卓につき、楽しく家族と会話をしながら朝食を取るとしましょう。さて、新聞を取り、読もうとすると何が書いてあるかさっぱり分かりません。すぐに病院へ行くと、脳血管障害によって脳の読みの言語機能が損傷されたという診断を受けました。この際、普通に家族と話すことができたので、意味が分からないということも、文が作れないということも、発音ができないということもありません。つまり、文字だけが読めないのです。心理言語学的には、脳内の書字的表象群が記憶されている部位が損傷を受けたために、文字に関係した表象群が活性化できなくなったと説明します。このように、文字というシンボルで表現された書字的表象群は概念的表象群とは独立して脳内に記憶されていることが分かります。

また、健常な成人の条件では、誤った漢字を見て、すぐに否定できることを考えれば、概念的表象と独立して書字的表象群が存在することが推測できます。たとえば、「𪛗」と「桜」の左右の構成要素を入れ替えて書かれていたとします。すると、そのような漢字は日本語に存在しないので、「桜」の概念が活性化される以前に、誤りであることが容易に判断されます。つまり、概念へアクセスする前に、「桜」という漢字の書字的な表象が活性化され、漢字そのものが間違っている場合には、早い段階で誤りを判断できるのです。

図1に描かれたように、文字から発音に到る処理経路は3つあります。

図 1 の処理経路 1 は、規則的な音韻的転換のプロセスです。例えば、「桜」が、「さくら」と平仮名と片仮名混じりで書かれていたとします。語の持っている視覚的イメージが崩れてしまっているのです。漢字の「桜」のように一気に、/sakura/という音韻的表象を活性化することができません。そこで、「さ」を/sa/、「ク」を/ku/、そして「ら」を/ra/と、仮名からモーラへ規則的に転換(conversion)していくしかないでしょう。その後で、3モーラを組み合わせて/sakura/という音韻的表象の活性化が達成されます。レフェルトの処理経路 1 は、コルトハートの二重経路モデルでは、上の例だと 3 つのモーラを/sa/、/ku/、/ra/を結合して/sakura/を組み立てるので、組立型経路(assembly route)とも呼ばれています。もちろん、英語の場合は、組み立てる単位は音素なので、「書字素から音素への転換(grapheme-to-phoneme conversion)」と言われます。

図 1 の処理経路 2 は、書字的表象から音韻的表象を直接に活性化する処理経路です。漢字で表記された「桜」は、個々のモーラに変換することなく、一つの塊として/sakura/という音に行き着くと思われれます。これが、「桜」の書字的表象の活性化から/sakura/の音韻的表象を直接に活性化する経路です。脳内に記憶されている書字的表象が音韻的表象と直接に繋がって、活性化を誘発します。これは、二重経路モデルでは、コンピュータのようにアドレスを持っており、脳内ですでに記載されているもの同士の結びつきであると考えます。そのため、記載型経路 (addressed route) と呼ばれています。つまり、レフェルトの WERVER++モデルの処理経路 1 は、コルトハートの二重経路モデルでは組立型経路に対応し、処理経路 2 は記載型経路に対応すると言えるでしょう。もちろん二重経路モデルでは、レンマの存在を想定していないので、処理経路 3 はありません。なお、ここでは扱いませんが、コルトハートの記載型経路では、概念、書字、音韻の表象群を巡る並列分散型の相互活性化を想定しており、レフェルトの WERVER++モデルの処理経路 2 よりも詳細な語彙処理機能が描かれています。

日本語の語彙処理研究の初期の 1970 年代には、仮名と漢字を対比して、仮名はモーラのレベルで規則的な音韻的転換がなされ、漢字は概念的表象を活性化してから音韻的表象が活性化されると考えられていました (Sasanuma, 1975; Sasanuma, Itoh, Mori and Kobayashi, 1977)。レフェ

ルトの **WEAVER++**モデルで言えば、仮名は処理経路 1 に相当します。ただし、漢字は、書字的表象から直接に概念表象が活性化され、音韻表象に到るという経路を取る点でレフェルトの **WEAVER++**モデルとは大きく異なります。まず、書字的表象から概念表象の直接的な活性化はレフェルトのモデルでは想定されていません。また、レフェルトの処理経路 3 では、書字的表象からレンマを経由して音韻的表象へ到るとしています。しかし、基本的に語を発音するのに日本語や英語ではレンマを想起する必要が特にないと考えられます。そのため、処理経路 3 は、語彙の発音に、統語的性と単数・複数に関する統語的表象の活性化が必要なドイツ語、フランス語、オランダ語、スペイン語などの言語を想定していると考えて良いでしょう。日本語の語彙処理の過程で、レンマでどのような統語的特性が活性化されるかは、まだまったく明らかになっていません。

仮名と漢字が異なる処理経路を持つとする仮説は誤りだとすぐに分かります (Besner and Hildebrandt, 1987; 玉岡・初塚・ケス・ボグダン, 1998)。それは、「桜」は、片仮名で「サクラ」とも、平仮名で「さくら」とも書かれます。平仮名であれ、片仮名であれ、仮名表記は一見規則的な音韻転換の処理経路 1 で発音に到ると考えられそうです。しかし、仮名表記でも頻繁に使われる場合には、書字的表象が存在し、平仮名の「さくら」も片仮名の「サクラ」も視覚的に捉えられて、処理経路 2 を辿ると考えられます。そのため、仮名と漢字で異なる処理経路があることを議論するのは難しいと思われれます。

外来語は普通片仮名で表記されます。これを漢字の場合と比較してみましょう。漢字で書かれる「新聞」を平仮名で「しんぶん」と書いて、それが日本語の語彙として存在するかどうかを、視覚的に文字で提示して判断することにしましょう。これは、語彙性判断 (lexical decision) 課題と呼ばれています。漢字表記の方が見慣れているので、仮名表記よりも迅速に課題が達成されます。同様に、普通は「ステレオ」と片仮名で表記される外来語を、「すてれお」と平仮名表記します。「新聞」の場合と同じように、語彙性判断課題を課すと、片仮名表記語の方が平仮名表記語よりも速く処理されます (Besner and Hildebrandt, 1987; 玉岡・初塚・ケス・ボグダン, 1998)。これは、表記の親近性効果 (script familiarity

effects)と呼ばれています(川上, 1993)。仮に、平仮名と片仮名が同じような仮名からモーラへ規則的に転換されるのであれば、外来語を平仮名提示しても、片仮名提示しても、処理時間に違いは無いはずですが、片仮名でも漢字と同じように表記の親近性効果が見られたので、仮名と漢字を対比させて、異なる処理経路を想定するはできません。

ところで、たいていの言語では、1つの形態素について1つの発音が対応しています。ところが、日本語の漢字には、音読みと訓読みがあります。それらは異なる音韻レキシコンの下位構造を成している(Tamaoka and Taft, 2010)と考えられます。つまり、音読みと訓読みの異なる下位レキシコン(sub-lexica)があると想定されます。旧常用漢字表に掲載された1,945字の内、音読みが1つしかない漢字は664字、訓読みが1つしかない漢字は32字です。残りの1,249字(64.44%)は2つ以上の発音を持っています(Tamaoka, Kirsner, Yanase, Miyaoka and Kawakami, 2002)。複数の発音があるので、漢字1つの書字的表象と複数の音韻的表象群とが結合して、複数の発音が同時に活性化される可能性があります。しかもその数が、漢字全体の60%を超えるという多さは驚異的です。漢字のように、一对多の書字と音韻の対応関係を持つ漢字は稀であり、世界の心理言語学者が注目しています。

## 6. 語彙処理の速度

それでは、語彙はどのくらいのスピードで処理されるのでしょうか。Indefrey and Levelt (2004)は、これまでに発表されたアルファベットの言語について研究結果を集めて、発音に達するまでの語の処理時間を推定しています。まず、絵を見てある特定の単語の概念が想起されるまで、あるいは言語心理学的に言えば、絵を見てから語の概念表象が閾値を超えて、意識に上ってくるまでの時間は、約175ミリ秒であると推定されています。さらに、概念からレンマの統語的情報が想起されるまでの時間は約75ミリ秒なので、レンマに到るまでの時間は、約250ミリ秒になります。その後、音韻的表象が活性化されるまでには約455ミリ秒かかるとされています。そして、最終的に、語の最初の音素が、実際に発音されるまでには、約600ミリ秒かかると見積もられています。

それでは、日本語の場合を Indefrey and Levelt (2004)に当てはめると

どうなるでしょうか。玉岡(2005)は、日本語の漢字の視覚提示から発音までの時間、つまり命名潜時 (naming latency) を測定しています。それによると、漢字1字の命名潜時は、600 ミリ秒弱でした。アルファベットの言語の場合と命名潜時がほぼ同じなので、処理経路も類似していると推測されます。まず、「桜」はキヘンの「木」を持ち、さらに「女」という構成要素も持っています。Indefrey and Levelt (2004)を適用すると、これらの「桜」の漢字の構成要素である視覚的特性を処理するには約100 ミリ秒かかると考えられます。そして、語の文字全体の同定には約150 ミリ秒かかることとなります。つまり、「桜」という語全体の書字的表象が活性化されて閾値を超えるまでに約150 ミリ秒かかることとなります。

もちろん、日本語の多くの語彙は漢字2つの組み合わせで書かれています。そのため、この種の語彙であれば、漢字1つの場合よりもっと長い処理時間がかかることが予想されます。しかし、Tamaoka and Hatsuzuka (1998)の語の命名実験では、「荒野」「紅茶」「間食」など比較的2つの漢字の結合関係が密なものの平均命名潜時は590 ミリ秒でした。漢字1つの「桜」を/sakura/と発音するのも、漢字2つの「荒野」を/kooya/と発音するのも、それらに要する時間は、ある程度類似しており600 ミリ秒くらいと考えられます。

さらに語の音韻的な長さを考えてみましょう。玉岡 (2005) によると、「根」「歯」「尾」のように1モーラの場合の命名潜時は平均581 ミリ秒、「池」「旅」「冬」のように2モーラの場合は平均586 ミリ秒、「涙」「魚」「昔」のように3モーラの場合は平均594 ミリ秒であったことが報告されています。1拍から3拍の違いは、分散分析という手法で統計的に有意ではないということが分かりました。つまり、「根」の/ne/でも「涙」の/namida/でも、漢字が1字を見て、発音までの時間は変わらないということです。これは、心理言語学的に表現すれば、漢字1字の書字的表象が活性化され、それが同じ漢字1字単位の音韻的表象の活性化を誘発した結果、音韻的構造がCVの/ne/のような1モーラの単純なものでも、/namida/のようなCVCVCVの3モーラの構造でも、同じくらいの速度で処理されたと考えられます。レフェルトのWEAVER++モデルでは処理経路2(処理経路3については実証データはない)であると考えられます。

一方、漢字1字を平仮名提示すると、仮名数が増えるに従って処理時間が長くなります。たとえば、「ね」「は」「お」の1モーラの場合は、命名潜時は平均で476ミリ秒という速さです。2モーラの「いけ」「たび」「ふゆ」であれば491ミリ秒になります。さらに、3モーラの「なみだ」「さかな」「むかし」の場合は501ミリ秒になります。このモーラ数の増加による命名潜時の遅延は、統計的に有意です。そのため、仮名と漢字表記のモーラ数別にみた命名潜時から推測すると、仮名表記の場合は、モーラ数が増えると共に、命名潜時が長くなるので、仮名からモーラへの規則的な転換が行われる処理経路1で処理されていると考えられます。一方、漢字についてモーラ数の影響が無いのは、1つの漢字に対して1つの発音が塊として記録されていると考えられます。なお、平仮名の方が漢字よりも平均の命名潜時がどのモーラ数を取っても短いのは、平仮名が音韻転換され易いからです。

以上の結果は、先に説明した書字素から音素への転換経路(組立型経路)と語全体としての活性化経路(記載型経路)があるとするコルトハートの二重経路モデルを支持しています。また、漢字1字の単位で、書字的表象と音韻的表象とが結合していることが証明されたこととなりますので、マクレランドとロンメルハートのPDPモデルを日本語に応用する場合の並列分散的な活性化が起こるとする説明(伏見・伊集院・辰巳, 2000; 伊集院・伏見・辰巳, 2000, 2001, 2002)が妥当であることを、漢字レベルで支持したことになります。

## 7. おわりに：レフェルトのWEAVER++モデルの特徴

レフェルトのWEAVER++モデルは、特にヨーロッパの研究者の間で研究され、意味・概念および統語・文法の領域で、独自の発展を遂げてきました。これらを積極的に研究対象とした点で、有名なコルトハートの二重経路モデルおよびロンメルハートとマクレランドのPDPモデルと大きく異なります。まず、レフェルトのモデルでは、語彙処理研究としてあまり扱われてこなかった上位概念を含んだ概念的表象群の活性化を積極的に説明しようと試みています。また、レンマという統語的表象群の存在を仮定したことで、語彙に関係した統語的特性の活性化もモデルに含み込みました。日本語でも、漢字2字の語の動詞化や形容詞化、

形容詞の名詞化，さらには語彙概念構造など，概念的表象群と統語的表象群の相互作用がどのように起こるか，レンマをどこまで拡大して解釈することができるか，今度の重要な研究課題です。

#### 参照文献

- 天野成昭，近藤公久 (2000)『NTT データベースシリーズ 日本語の語彙特性：第2巻 単語頻度』三省堂.
- Besner, Derek and Nancy Hildebrandt (1987) Orthographic and Phonological Codes in the Oral Reading of Japanese Kana. *Journal of Experimental Psychology*, 13, 335-343.
- Clark, Eve Vivienne (1997) Conceptual perspective and lexical choice in acquisition. *Cognition* 64, 1-37.
- Collins, Allan M. and Ross M. Quillian (1969) Retrieval Time from Semantic Memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 8, 240-247.
- Collins, Allan M. and Elizabeth F. Loftus (1975) A Spreading Activation Theory of Semantic Processing. *Psychological Review* 82, 407-428.
- Coltheart, Max, Brent Curtis, Paul Atkins and Micheal Haller (1993) Models of reading aloud: Dual-route and parallel-distributed processing approaches. *Psychological Review* 100, 589-608.
- Coltheart, Max and Kathleen Rastle (1994) Serial processing in reading aloud: Evidence for dual-route models of reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 20, 1197-1211.
- Coltheart, Max, Kathleen Rastle, Perry, C., Langdon, R., and Ziegler, J. (2001) DRC: A Dual Route Cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review* 108, 204-256.
- Damasio, Antonio R. and Daniel Tranel (1993) Nouns and verbs are retrieved with differently distributed neural systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 90, 4957-4960.
- Damasio, Hanna, Thomas J. Grabowski, Daniel Tranel, Richard D. Hichwa, and Antonio R. Damasio (1995) A neural basis for lexical retrieval. *Nature* 380, 499-505.
- 藤田郁代・立石雅子・井原浩子 (2009)『失語症学 (標準言語聴覚障害学)』

- 医学書院.
- 伏見貴夫・伊集院睦雄・辰巳格 (2000)「漢字・仮名で書かれた単語・非単語の音読に関するトライアングル・モデル(1)」『失語症研究』20(2), 115-126.
- Grainger, Jonathan and Arthur M. Jacobs (1996) Orthographic processing in visual word recognition: A multiple read-out model. *Psychological Review* 103, 518-565.
- 伊集院睦雄・伏見貴夫・辰巳格 (2000)「漢字・仮名で書かれた単語・非単語の音読に関するトライアングル・モデル(2)」『失語症研究』20(2), 127-135.
- 伊集院睦雄・伏見貴夫・辰巳格 (2002)「日本語における表層性失読の発現メカニズム—シミュレーション研究による検討」『神経心理学』18(2), 101-110.
- Indefrey, Peter and Willem J. M. Levelt (2004) The spatial and temporal signatures of word production components. *Cognition* 92, 101-144.
- 乾敏郎 (2010)「言語習得と理解の脳内メカニズム」『動物心理学研究』60, 59-72.
- 伊藤たかね・杉岡洋子 (2002)『語の仕組みと語形成』研究社.
- 影山太郎 (1996)『動詞意味論—言語と認知の接点—』くろしお出版.
- 影山太郎 (2008)「語彙概念構造 (LCS) 入門」『レキシコンフォーラム』4, 239-264.
- 川上正浩 (1993)「仮名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.
- Levelt, Willem J. M. (1989) *Speaking: From intention to articulation*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Levelt, Willem J. M. (1992) Accessing words in speech production: Stages, processes and representations. *Cognition*, 42, 1-22.
- Levelt, Willem J. M. (1999) Models of word production. *Trends in Cognitive Sciences*, 3, 223-232.
- Levelt, Willem J. M. and Linda Wheeldon (1994) Do speakers have access to a mental syllabary? *Cognition*, 50, 239-269.
- Levelt, Willem J. M., Ardi Roelofs and Antje S. Meyer (1999) Multiple

- perspectives on lexical access. Reply to commentaries. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 61-72.
- McClelland, James L. and David E. Rumelhart (1981) An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 1. An account of basic findings. *Psychological Review*, 88, 375-407.
- McClelland, James L. and Jeffrey L. Elman (1986) The TRACE model of speech perception. *Cognitive Psychology*, 18, 1-16.
- Morton, John (1969) The interaction of information in word recognition. *Psychological Review*, 76, 165-178.
- Norris, Dennis (1986) Word recognition: Context effects without priming. *Cognition*, 22, 93-136.
- Roelofs, Ardi, Antje S. Meyer and Willem J. M. Levelt (1995) Interaction between semantic and orthographic factors in conceptually driven naming: Comment on Starreveld and La Heij. *Journal of Experimental Psychology: Language, Memory and Cognition*, 22, 246-251.
- 佐野洋子・加藤正弘 (1998) 『脳が言葉を取り戻すとき—失語症のカルテから』 NHK ブックス.
- Sasanuma, Sumiko (1975) Kana and kanji processing in Japanese aphasics, *Brain and Language*, 2, 369-383.
- Sasanuma, Sumiko, Motonobu Itoh, Kazuko Mori and Yo Kobayashi (1977) Tachistoscopic recognition of kana and kanji words. *Neuropsychologia*, 15, 547-553.
- Seidenberg, Mark S. and James L. McClelland (1986) A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, 96, 523-568.
- Solomon, Richard L. and Leo Postman (1952) Frequency of usage as a determinant of recognition thresholds for words. *Journal of Experimental Psychology*, 43, 195-201.
- Sugarman, Susan (1983) *Children's early thought: Developments in classification*. New York: Cambridge University Press.
- 玉岡賀津雄 (2005) 「命名課題において漢字 1 字の書字と音韻の単位は一致するか」 『認知科学』 12(2), 47-73.

Tamaoka, Katsuo and Makiko Hatsuzuka (1998) The effects of morphological semantics on the processing of Japanese two-kanji compound words. *Reading and Writing, 10*, 293-322.

玉岡賀津雄・初塚眞喜子・ジョセフ=F=ケス・デビット=R=ボグダン (1998)「ひらがな対カタカナ：語彙および擬似語の処理における表記の親近性効果」『読書科学』43, 79-89.

Tamaoka, Katsuo, Kim Kirsner, Yushi Yanase, Yayoi Miyaoka and Masahiro Kawakami (2002) A Web-accessible database of characteristics of the 1,945 basic Japanese kanji. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers, 34*, 260-275.

Tamaoka, Katsuo, Chizuko Matsuoka, Hiromu Sakai and Shogo Makioka (2005) Predicting attachment of the light verb *-suru* to Japanese two-kanji compound words using four aspects, *Glottometrics, 10*, 73-81.

Tamaoka, Katsuo and Marcus Taft (2010) The sensitivity of native Japanese speakers to On and Kun kanji readings. *Reading and Writing, 23*, 957-968.

山鳥重 (2012)『言葉と脳と心 失語症とは何か』講談社.

由本陽子 (2011)『レキシコンに潜む文法とダイナミックス』開拓社.

-----名古屋大学