

## 単語音読に関する認知心理学的モデルの動向

—二重ルート・モデル, アナロジー・モデル, 並列分散処理モデル—<sup>1</sup>

立教大学 都築誉史<sup>2</sup>

Overview of models on word pronunciation: Dual-route models, analogy models, and parallel distributed processing models

Takashi Tsuzuki (Rikkyo University)

Recently, there are 3 different classes of word pronunciation models: dual-route models, analogy models, and parallel distributed processing models. These models differ markedly in terms of whether lexical or sub-lexical information is used and how empirical results are accounted for. Dual-route model are comprised of two systems, analogy and distributed model are comprised of a single system. In parallel distributed processing models, there is no place for mental lexicon and no distinction between specific information and general rules. One solution that maintains the single system perspective but provides two constraints on reading aloud is to include a semantically mediated pathway to pronunciation in parallel distributed processing models.

**Key words:** word recognition, word pronunciation, parallel distributed processing model

言語に関する認知心理学や心理言語学において、単語認知は根本的なテーマの1つである。近年、言語学の文法理論や、コンピュータを用いた言語情報処理といった分野の研究においても、語彙部門の重要性が増大してきている。

人の単語認知過程には、音韻、形態、意味、統語情報、および文脈情報が相互に関係しつつ影響を与えており、膨大な実験的研究とモデルが報告されている(例えば、Ellis & Humphreys, 1999; McLeod, Plunkett, & Rolls, 1998)。本稿は、単語

認知のうちでも特に、視覚提示された単語の音読に関する、最近のモデルの動向について概観することを目的とする。

**音読過程** 文字言語の音読は、それ自体、重要な現象であるが、認知心理学では、単語認知過程や心的辞書の機能などを調べるために、被験者に刺激材料(単語、文など)を提示し、それを声に出して読ませる音読課題という測定方法が頻繁に用いられている。音読課題は生態的妥当性が高く、脳の障害に対しても、比較的頑健であることが知られている。音読における反応潜時は他の課題よりも短く、単語認知後(post-lexical)の処理過程の影響を比較的受けにくい、敏感な指標であると考えられている(音読課題における測定技法上の諸問題に関しては、都築[1999]を参照)。

**音読のモデル** Kawamoto (1994)の分類に従えば、単語の音読に関する代表的なモデルとして、(1)二重ルート・モデル(dual-route model: Coltheart, 1978)、(2)アナロジー・モデル(analogy model: Glushko, 1979; Taraban & McClell-

<sup>1</sup>本研究の一部は、文部省科学研究費・基盤研究(C)(研究代表者 都築誉史、課題番号 10610085)の補助を受けた。また、本論文の一部は、日本心理学会第63回大会(1999年)ワークショップ“単語認知研究における音韻、形態、意味情報をめぐる諸問題(企画者:都築誉史)”にて発表した。

<sup>2</sup>筆者は1996年から1997年にかけて、カリフォルニア大学サンタクルーズ校心理学部にて在外研究を行った。その際に、Alan H. Kawamoto 准教授と、Dr. Christopher Kelloに指導していただくことができた。記して感謝の意を表す。

land, 1987), (3) 並列分散処理モデル (parallel distributed processing model: Kawamoto, 1988, 1994; Plaut, McClelland, Seidenberg, & Patterson, 1996; Seidenberg & McClelland, 1989; 都築・Kawamoto・行廣, 1999) の3つをあげることができる。二重ルート・モデルは、いわゆる規則ベース・アプローチであり、アナロジー・モデルと並列分散処理モデルは、コネクショニスト・モデル (connectionist model) に属する。コネクショニスト・モデルは、脳神経系からヒントを得た回路網に基礎をおいており、近年、認知研究における1つの新しいパラダイムを形成するに至っている。

以下では、出発点となる二重ルート・モデルについて始めに説明し、その後で4つのコネクショニスト・モデルを取り上げて説明を加える。意味の問題とからめて、日本語における単語認知についても簡単にふれ、最後に、今後の展望に関して述べる。

### 二重ルート・モデル

二重ルート・モデルでは、その名の通り、視覚提示された単語を音読する際に、2つのルートが存在すると仮定している。第1は直接的な語彙ルート (視覚ルート) であり、出現頻度順に並べられた心的辞書に保持された情報を参照して、音読が行われる。第2は間接的な規則ルート (音韻ルート) であり、単語を含む文字の列は、書記素と音素の対応 (GPC: grapheme to phoneme correspondence) 規則を用いて音読が行われる。

図1に二重ルート・モデルの概念図を示す。通常、規則ルートは語彙ルートよりも処理速度が遅いと仮定されている。この2つのルートに関しては、“競馬モデル”という考え方が適用されており、視覚提示された単語は、これら2つのルートを用いて同時並行して独立に処理され、レースに勝った方が音読反応に至ると主張された。

出現頻度の高い単語の方が音読潜時が短いという実験データは、心的辞書が出現頻度に基づいて構成されていると仮定すれば説明できる。一方、

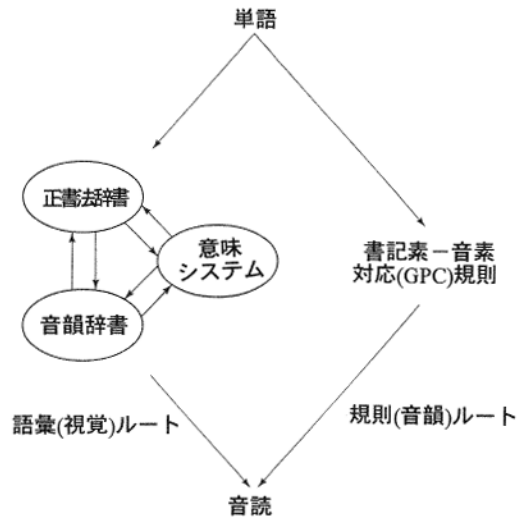


図1 二重ルート・モデル

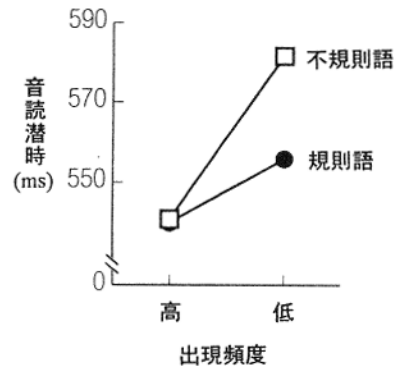


図2 単語音読潜時における出現頻度と規則性の交互作用

図2に示したように、出現頻度が低い単語の場合、規則的な単語 (例えば、MODE) の方が不規則的な単語 (例えば、DEAF) よりも音読潜時が短いという規則性効果は、次のように説明される。

つまり、規則語の場合は、2つのルートのうち、どちらを利用しても正しい発音が導出される。しかし、不規則語の場合、語彙ルートからは適切な発音が出力されるが、規則ルートからは適切でない標準的な発音が出力されて両者に矛盾が生じるため、反応時間が遅くなると主張される。これに対して、出現頻度が高い不規則語 (例えば、LOSE) は、語彙ルートを介して高速に処理がなされるた

め、出現頻度が高い規則語(例えば、NINE)と音読潜時が異ならないと仮定することにより、全体として、出現頻度と規則性の交互作用という実験データを説明できる。

また、成人の被験者が、実際の単語と似た非単語を発音できるというデータも、規則ルートを用いていると仮定することによって説明可能である。さらに、二重ルート・モデルは、神経心理学的研究で報告されている、2種類の失読症をうまく説明できる。まず、音韻失読症(phonological dyslexia)の患者は、単語を音読できるが、非単語を発音することができない。一方、表層失読症(surface dyslexia)の患者では、規則語と非単語を適切に音読できるが、不規則語を正確に発音できず、規則語のように発音するエラーが見られる。二重ルート・モデルに従えば、前者は規則ルートに相当する脳の部位に障害があり、後者は語彙ルートに対

応する部位に障害があると解釈できる。

### アナロジー・モデル

アナロジー・モデルによれば、当該の単語の発音は、類似語の発音を統合し、類推することによって構成される。この際に、母音のクラスターの同一性、初頭部または終末部の同一性などが手がかりとなる。アナロジー・モデルでは、基本的には語彙ルートのみが仮定されている点が重要である。

Taraban & McClelland (1987)によるアナロジー・モデル(彼らが用いた名称は、“Conspiracy model”)は、McClelland & Rumelhart (1981)の相互活性化モデルにおける活性化-合成メカニズムをふまえており、局所的表象に基づくコネクションリスト・モデルの一種と見なすことができる(相互活性化モデルに関しては、都築 [1996] を参照)。アナロジー・モデルは、位置に依存した文字ユ

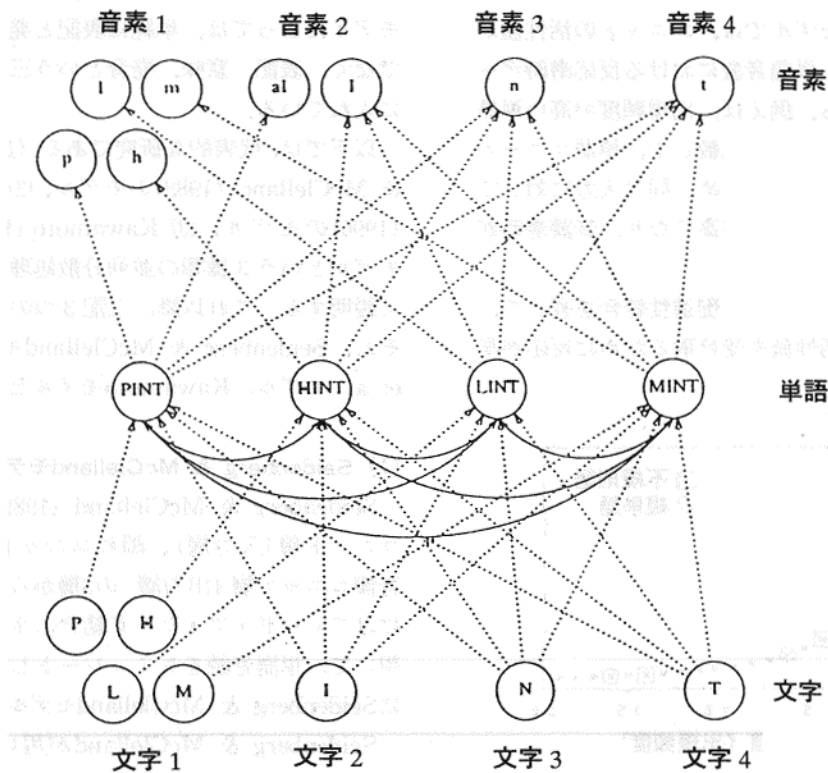


図3 アナロジー・モデルによるネットワーク表現の例

ニット、出現頻度をふまえた単語ユニット、位置を考慮した音素ユニットといった3層から構成されている。このネットワークでは、競合するユニットは抑制性の結合で、対応するユニットは促進性の結合で結ばれている。なお、Taraban & McClelland (1987) は、McClelland & Rumelhart (1981) のように、モデルによるシミュレーション結果を示していないが、Kawamoto (1994) は、アナロジー・モデルに基づいて、実際のシミュレーション結果を報告している。

図3に、PINTという不規則語と、その3つの近傍単語 (neighborhood) に対する、アナロジー・モデルのネットワーク (一部) を示す (Kawamoto [1994] による)。図3における破線は促進的結合を、実線は抑制的結合を表している。また、Taft (1991) は、単語を初頭部と、母音クラスターを含む終末部の2つに分割した、修正版アナロジー・モデル (Taftによれば、“多層水準モデル”) を提起している。

アナロジー・モデルでは、ユニットの活性化値が逆比例の関係で、単語音読における反応潜時データと対応している。例えば、出現頻度の高い単語は出現頻度が低い単語と比較して、単語ユニットが活性化する閾値が低いため、同じ入力に対しても対応する音素の活性化値が高くなり、音読潜時が短くなると説明される。

一方、規則語の発音は、促進性結合を通して、類似語から正の活性化値を受け取るために反応が早

くなるが、不規則語は、抑制性結合を通して、類似語から負の影響を受けるために、音読潜時が長くなると説明される。また、図4に示したように、反応潜時=0の横軸を漸近線とする、反応時間-活性化関数を仮定することにより、出現頻度が低い単語において、規則性の効果が顕著だというデータを適切に説明することができる (Kawamoto [1994] による)。

### 並列分散処理モデル

並列分散処理モデルでは、上記の2つのモデルとは異なり、語彙は相互に結合された分散的な要素 (ユニット) の集合として表現される。異なる局所的なユニットを用いるのではなく、同じユニットの集合によって、多数の単語を表現することができる。また、学習による自己組織化を直接的に扱うことができる点が、非常に重要な特徴である。規則ルートが仮定されない点はアナロジー・モデルと同じであるが、後で述べるように、モデルによっては、単純に表記と発音の関係だけでなく、表記、意味、発音という三者関係も考慮に入れている。

以下では、代表的な研究である、(1) Seidenberg & McClelland (1989) のモデル、(2) Plaut et al. (1996) のモデル、(3) Kawamoto (1988, 1994) のモデルという3種類の並列分散処理モデルを、順に説明する。これ以降、上記3つのモデルをそれぞれ、Seidenberg & McClellandモデル、Plaut et al. モデル、Kawamotoモデルと略記する。

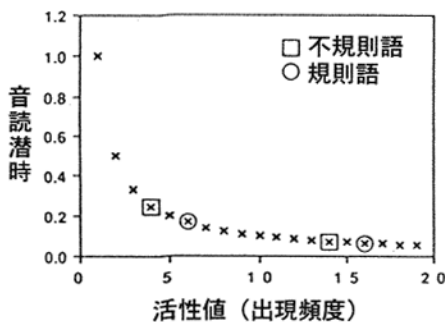


図4 アナロジー・モデルによる出現頻度-規則性交互作用の説明

#### (1) Seidenberg & McClellandモデル

Seidenberg & McClelland (1989) は、正書法ユニット層 (入力層)、隠れユニット層 (中間層)、音韻ユニット層 (出力層) の3層からなる、基本的にはフィード・フォワード結合のネットワークを用いて、単語音読をシミュレートしている。図5にSeidenberg & McClellandモデルの概略を示す。

Seidenberg & McClellandが用いた表現形式では、各々の書記素や音素を単独でとらえずに、前後の影響を考慮し、3つ組で1つの単位を構成



している。例えば、MAKEは正書法レベルでは、MA, MAK, AKE, KE という4つの3つ組型書記素の集合として表現され、音韻レベルでは、mA, mAk, Ak という3つの3つ組型音素の集合として表現される(“\_”は単語の始め、または、終わりを示す記号である)。Seidenberg & McClellandモデルでは、アナロジー・モデルのように局所的表現ではなく、各ユニットが多数の可能な3つ組に対応する分散的表現を採用している。

シミュレーションには、2897語の3文字以上の単音節語が用いられた。出現頻度は、単語の反復提示回数によって操作され、誤差逆伝播(back-propagation)則を用いて、学習が行われた。このシミュレーションでは、出力と教師信号の誤差に対する2乗のルート(RMS; root mean square)が測度として用いられ、RMSが小さいほど、単語の音読潜時は短いと仮定された。

シミュレーションの結果、97.3%の単語に対して、正しい発音が出力され、出現頻度の高い単語の方が、出現頻度の低い単語よりも音読潜時間が短いことや、先に図2で示した、音読潜時における単語の出現頻度と規則性の交互作用を、うまくシミュレートすることができた。

しかしながら、Seidenberg & McClellandモデルに対して、幾つかの問題点が指摘された。第1に、単語とよく似た非単語を棄却すること(例えば、FRAMEは単語で、FRANEは単語ではないという判断)は成人では容易なことであるが、このモデルではそれが困難であった。

第2に、Besner, Twilley, McCann, & Seerogobin (1990)によれば、非単語を音読する課題に

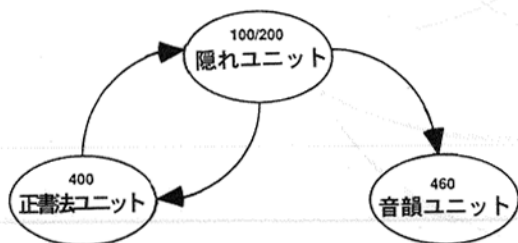


図5 Seidenberg & McClellandモデルにおけるネットワークの概略

おいて、Seidenberg & McClellandモデルの成績は約60%であるが、成人の成績はもっと高く、約90%であった。このような側面に基づいて、並列分散処理モデルは、明確な局所的語彙と、音読規則を持たないため、限界があるとの批判が加えられた(例えば、Coltheart, Curtis, Atkins, & Haller, 1993)。

## (2) Plaut et al.モデル

Plaut et al. (1996)は、Seidenberg & McClellandモデルの限界を克服するため、主に2つの点で改良を加えた。第1の変更は表現形式であり、単音節語を書記素レベルでも音素レベルでも、初頭部、母音、終末部に分割し、英語における音素配列論的な制約を重視した。

第2の改良はネットワーク形式であり、図6に示したような、“アトラクター・ネットワーク”と呼ばれる構造が採用された。このネットワークはSeidenberg & McClellandモデルのそれとは異なり、音素ユニット層自身と、音素ユニット層から中間層の方向にフィードバック結合を有する。

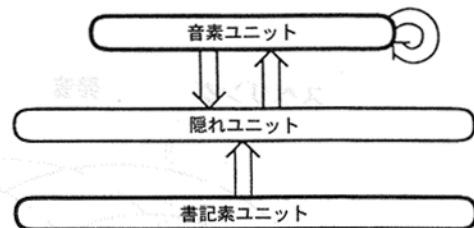


図6 Plaut et al.モデルにおけるネットワークの概略

アトラクター・ネットワークでは、次に述べる相互結合型ネットワークの場合と同様に、学習された音読パターンは、牽引皿(basin of attraction)の底にある安定点(アトラクター)に対応する。Plaut et al.モデルでは、規則語に対しては、初頭部、母音、終末部ごとに構成的アトラクターが形成されるが、不規則語に対しては、非構成的アトラクターが形成されると仮定された。例えば、不規則語HAVEの場合、H\_VEという特殊な文脈(非構成的アトラクター)に対して、Aは/a/と発音

することが学習される。

シミュレーションには、Seidenberg & McClellandモデルと同様の刺激材料が用いられ、拡張された誤差逆伝播 (back-propagation through time) 則によって学習が行われた。測度としては、RMSよりも敏感な“クロス・エントロピー”が用いられた。シミュレーションの結果、非単語も成人と同程度に適切に発音できることが示され、明確な局所的語彙と音読規則を持たない、並列分散処理モデルによっても、従来の実験データが説明可能であることが証明された。

なお、伊集院・伏見・辰巳 (1999) は、Plaut et al. モデルをふまえたアトラクタ・ネットワークを用いて、日本語の漢字単語の音読における、出現頻度と典型性の交互作用を適切にシミュレートできたと報告している。

### (3) Kawamotoモデル

前出の2つの並列分散処理モデルは、基本的にはフィード・フォワード型のネットワークを用いていたが、Kawamoto (1988, 1994) は、相互結合型 (回帰型: recurrent) ネットワークを用いたモ

デルを提起している。図7に概略を示したように、単語の表象は、スペリング、発音、統語的情報、意味的情報から構成されているが、ネットワークは完全に均質であり、特定の構造を持たない。実際のシミュレーションでは216個のユニットが用いられたが、煩雑なため、図7ではその一部が示されている。

理論的には、Kawamotoが用いたネットワーク形式と活性化関数は、Hopfield (1982) による相互結合型ネットワーク・モデルの拡張に相当する、BSB (brain-state-in-a-box) モデル (Anderson, Silverstein, Ritz, & Jones, 1977) をふまえている。学習規則としては、誤差逆伝播則の原型である、デルタ・ルールが用いられた。このタイプのネットワークとデルタ・ルールを用いた場合、一般に学習能力は、フィード・フォワード型ネットワークと誤差逆伝播則を用いた場合よりも低い。

しかしながら、Kawamotoらは相互結合型ネットワークを用いて、従来のモデルでは説明が困難であった様々な実験データ (例えば、プライミング効果に基づく多義語の認知過程の研究 [Kawamoto, 1993], 多義語の認知が多義語でない単語よりも速

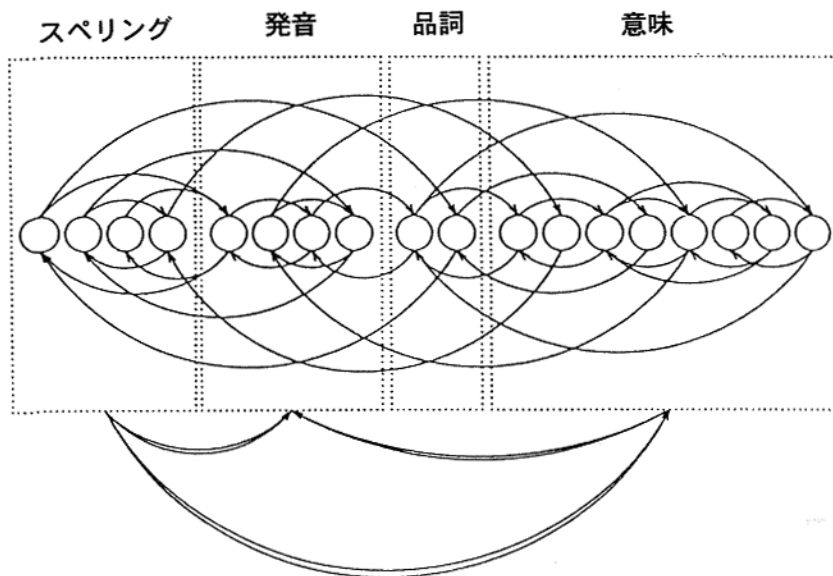


図7 Kawamotoモデルにおけるネットワークの概略

い多義語優位性効果の研究 [Kawamoto, Farrar, Kello, 1994] など) を適切にシミュレートできることを示した (多義語の処理に関しては, 都築 [1996, 1997], 都築ら [1999] を参照)。

なお, 都築ら (1999) は, 日本語の動詞を扱うことができるように, このモデルを, 特に統語的な側面で拡張したモデルを提起している。また, Masson (1995) は, 意味的プライミング効果に関して, Kawamotoらのモデルと類似したモデルを提起している。

成人が, 不規則語に対して誤って規則的な発音をした場合, その反応潜時は正しい不規則的な発音の場合よりも短いことが知られている (Kawamoto & Zemplidige, 1992)。この現象は, Seidenberg & McClellandモデルではシミュレートできないが, Kawamotoモデルを用いれば適切にシミュレートできる (Kawamoto, 1994)。なお, Kawamotoモデルでは, 反応時間の指標として, RMSやクロス・エントロピーではなく, 想起パターンと学習パターンの一致度 (“活性化レベル”) を用いている。

Kawamoto & Kitzis (1991) は, Seidenberg & McClellandモデルを再検証した論文の中で, 重要な指摘をしている。彼らによれば, 上記の不規則語のケースを含めて, 従来の実験データを説明するためには, 書記素から音素に至る直接ルートだけでなく, 意味を介した間接ルートが必要不可欠であるとされる。意味を介したルートの存在は, 様々な研究者から指摘されている (例えば, Patterson, 1990; Wydell, Patterson & Humphreys, 1993; 山田, 1998)。筆者も, 常に意味を介さずに単語の音読が行われると仮定することは, 極めて不自然であり, 意味モジュールを仮定しない Seidenberg & McClellandモデルや Plaut et al. モデルには問題があると考える。

しかし, Kawamotoモデルでは, 辞書的な意味の一部を略記する形で意味が表現されているため, この形式では, ランダムパターンを意味と見なすことと大差ないと考えられる。意味の問題は, 後で述べる文脈の問題とも関連し, 非常に難しいものであり, 今後, 検討の余地がある。

## まとめ

**モデルの対比** 今まで述べてきたように, 本稿では, まず, 二重ルート・モデルとアナロジー・モデルとの対比を通して, 人が発音規則を用いていると仮定しなくても, 従来の実験データを説明可能であることを示した。さらに, アナロジー・モデルと並列分散処理モデルとの対比を通して, 心的辞書内の語彙を局所的に表現しなくても, データをシミュレート可能であることを説明した。

次に Seidenberg & McClelland モデルと Plaut et al. モデルの対比を通して, 表現形式やネットワーク構造の洗練により, モデルの精度が向上しうることを示した。最後に, Plaut et al. モデルと Kawamotoモデルの対比によって, 書記素-音素ルートだけでなく, 書記素-意味-音素ルートの重要性を指摘した。

本論文では, 単語認知における文脈効果や, 形態的プライミング効果, 音韻的プライミング効果, 意味的プライミング効果, 統語的プライミング効果など, さらに高次の問題に関しては述べることはできなかった。こうした諸問題については, 例えば, Balota (1994) が参考になる。

**日本語の特性** 本論文では, 主に英語に基づいたデータとモデルを紹介してきた。これに対して, 日本語は音節文字 (仮名) と, 表語文字 (漢字) を併用するという特性がある。笹沼 (1987) は, 脳損傷に起因する読みの障害 (錯読) の研究から, 日本人に特有の症例について報告している。それによると, 日本人の脳損傷者においては, 漢字単語に対する錯読と, 仮名单語に対する錯読が異なる傾向がある。つまり, 漢字単語の音読に際しては, 意味的錯読が出現しやすいのに対して, 仮名单語では音韻的錯読が多い傾向が認められた。笹沼 (1987) はこうした症例の解釈と関連して, 文字と音との対応関係がどの程度, 規則的であるかという点に注目し, 規則性が最も高いのが仮名で, 最も低いのが漢字であり, アルファベットはその中間であると述べている。

一方, 山田 (1998) は, 同一の単語に対する漢

字表記と仮名表記の音読潜時を比較した場合、通常、仮名表記の方が音読潜時が短いという実験データを分析した結果、漢字は意味接近が速く、仮名は音韻接近が速いと結論している。上記の効果には、日本語に特有な“単語に対する表記の出現頻度”という問題もからんでいる。このように、英語よりも複雑な表記システムをもつ日本語に特有な問題を扱うことが、表記、音韻、意味にかかわる、より一般的な音読過程のモデルを構成する上で、1つの手がかりとなる可能性がある。

### 今後の展望

本稿の後半で説明した並列分散処理モデルは、基本的には、連想記憶モジュールであると見なすことができる。こうしたモデルでは、人が環境との相互作用を通して、発達的に語彙を獲得して行く様相を扱ってはいない。

Elman (1990, 1993)は、部分的再帰ネットワーク (partially recurrent network) を用いて、文における統語的情報の自己組織化過程をシミュレートしている。その結果は、語彙的表象が高度に文脈依存的でダイナミックなものであることを示唆しており、従来の文脈独立的で静態的なアプローチに再考を迫るものである。

一方、言語発達の問題は重要であるが、並列分散処理モデルは、学習による自己組織化を直接的に扱えるため、例えばElman, Bates, Johnson, Karmiloff-Smith, Parisi, & Plunkett (1996)の“認知発達と生得性—発達に対するコネクショニストの展望—”に示されたように、今後、このアプローチを用いて、積極的にモデル化がなされて行くと考えられる。

人間の音読反応は様々な情報を含んでいるが、近年の音声デジタル化処理技術の進展に伴い、従来は困難であった実験制御やデータ測定が可能になってきた点を、最後に指摘しておきたい。都築 (1999)は、Kawamotoらによる最新の実験データ (Kawamoto, Kello, Higareda, & Vu, 1999; Kawamoto, Kello, Jones, & Bame, 1998) 等をふまえて、単語音読の研究には音読潜時だけでは

なく、最初の子音の持続時間、踏韻部の持続時間、音声反応全体の持続時間などを活用できることを紹介しており、今後こうした実験・測定技術の洗練が、研究の発展につながると期待できる。

### 引用文献

- Anderson, J. A., Silverstein, J. W., Ritz, S. A., & Jones, R. S. 1977 Distinctive features, categorical perception, and probability learning: Some applications of a neural model. *Psychological Review*, **84**, 413-451.
- Balota, D. A. 1994 Visual word recognition. In M. A. Gernsbacher (Ed.) *Handbook of psycho linguistics*. San Diego, CA: Academic Press. Pp. 303-358.
- Besner, D., Twilley, L., McCann, R. S., & Seerogobin, K. 1990 On the connection between connectionism and data: Are a few words necessary? *Psychological Review*, **97**, 432-446.
- Colthert, M. 1978 Lexical access in simple reading tasks. In G. Underwood (Ed.) *Strategies of information processing*. New York, NY: Academic Press. Pp. 151-216.
- Colthert, M., Curtis, B., Atkins, P., & Haller, M. 1993 Models of reading aloud: Dual-route and parallel-distributed-processing approaches. *Psychological Review*, **100**, 589-608.
- Ellis, R. & Humphreys, G. W. 1999 *Connectionist psychology: A text with readings*. Hove, UK: Psychology Press. Pp. 313-154.
- Elman, J. L. 1990 Finding structure in time. *Cognitive Science*, **14**, 179-211.
- Elman, J. L. 1993 Learning and development in neural network: The importance of starting small. *Cognition*, **48**, 71-99.
- エルマン J. L. ら 乾敏郎・今井むつみ・山下博志 (訳) 1998 認知発達と生得性—心はどこから来るのか— 共立出版
- (Elman, J. L., Bates, E. A., Johnson, M. H., & Kar-miloff-Smith, A. 1996 *Rethinking innate-*

- ness: A connectionist perspective on development. Cambridge, MA: MIT Press.)
- Glushko, R. J. 1979 The organization and activation of orthographic knowledge in reading aloud. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **5**, 674-691.
- Hopfield, J. J. 1982 Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, **79**, 2554-2558.
- 伊集院陸雄・伏見貴夫・辰巳格 1999 アトラクタ・ネットワークによる漢字単語の音読 日本心理学会第63回大会発表論文集, 413.
- Kawamoto, A. H. 1988 Distributed representations of ambiguous words and their resolution in a connectionist network. In S. Small, G. Cottrell, & M. K. Tanenhaus (Eds.), *Lexical ambiguity resolution*. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann.
- Kawamoto, A. H. 1993 Nonlinear dynamics in the resolution of lexical ambiguity: A parallel distributed processing account. *Journal of Memory and Language*, **32**, 474-516.
- Kawamoto, A. H. 1994 One system or two to handle regulars and exceptions: How time-course of processing can inform this debate. In S. D. L. Roberta, L. Corrigan & G. K. Iverson (Eds.) *The reality of linguistic rules*. Philadelphia, PA: John Benjamins. Pp. 389-415.
- 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 & Performance*, **20**, 1233-1247.
- Kawamoto, A. H., Kello, C. T., Higareda, I., & Vu, J. V. Q. 1999 Parallel processing and initial phoneme criterion in naming words: Evidence from frequency effects on onset and rime duration. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, **25**, 362-381.
- Kawamoto, A. H., Kello, C. T., Jones, R., & Bame, K. 1998 Initial phoneme versus whole-word criterion to initiate pronunciation: Evidence based on response latency and initial phoneme duration. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, **24**, 862-885.
- Kawamoto, A. H. & Kitzis, S. N. 1991 Time course of regular and irregular pronunciations. *Connection Science*, **3**, 207-217.
- Kawamoto, A. & Zemblidge, J. H. 1992 Pronunciation of homographs. *Journal of Memory & Language*, **31**, 349-374.
- Masson, M. E. J. 1995 A distributed memory model of semantic priming. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, **21**, 3-23.
- McClelland, J. L., & Rumelhart, D. E. 1981 An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 1. An account of basic findings. *Psychological Review*, **88**, 375-407.
- McLeod, P., Plunkett, K., & Rolls, E. T. 1998 *Introduction to connectionist modelling of cognitive processes*. New York, NY: Oxford University Press. Pp. 155-209.
- Patterson, K. E. 1990 Basic processes of reading: Do they differ in Japanese and English? *神経心理学*, **6**, 4-14.
- Plaut, D. C., McClelland, J. L., Seidenberg, M. S., & Patterson, K. 1996 Understanding normal and impaired word reading: Computational principles in quasi-regular domains. *Psychological Review*, **103**, 56-115.
- 笹沼澄子 1987 脳損傷に起因する読みの障害御領謙(編) 認知科学選書 5 読むということ 東

- 京大学出版会 Pp.175-211.
- Seidenberg, M. S., & McClelland, J. L. 1989 A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, **96**, 523-568.
- タフト M. 広瀬雄彦・川上綾子・八田武志(訳) 1995 リーディングの認知心理学—基礎的プロセスの解明— 信山社  
(Taft, M. 1991 *Reading and the mental lexicon*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.)
- Taraban, R. & McClelland, J. L. 1987 Conspiracy effects in word pronunciation. *Journal of Memory and Language*, **26**, 608-631.
- 都築誉史 1996 文の理解における語彙的多義性の解消過程に関するコネクショニスト・モデル心理学評論, **39**, 273-294.
- 都築誉史 1997 言語処理における記憶表象の活性化・抑制過程に関する研究 風間書房
- 都築誉史 1999 音読データの音素レベルにおける分析—認知心理学における音読潜時測定の問題— 応用社会学研究 (立教大学社会学部紀要), **41**, 51-57.
- 都築誉史・Alan, H. Kawamoto・行広隆次 1999 語彙的多義性の処理に関する並列分散処理モデル—文脈と共に提示された多義語の認知に関する実験データの理論的統合— 認知科学, **6**, 91-104.
- Wydell, T. N., Patterson, K. E., & Humphreys, G. W. 1993 Phonologically mediated access to meaning for Kanji: Is a *rows* still a *rose* in Japanese Kanji? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, **19**, 491-514.
- 山田純 1998 漢字と仮名の音読過程 苧阪直行(編) 読み—脳と心の情報処理— 朝倉書店, Pp. 119-132.