

# トライアングル・モデルによる日本語の失読症状のシミュレーション

伊集院睦雄 (いじゅういんむつお)\*・伏見貴夫・佐久間尚子・辰巳格・田中正之\*,  
近藤公久\*\*\*・天野成昭\*\*

\*東京都老人総合研究所 言語・認知部門, \*\*京都大学霊長類研究所

\*\*\*NTTコミュニケーション科学基礎研究所 人間情報研究部

(要旨)従来,表層性失読と音韻性失読は,二重経路モデルにおける語彙経路あるいは非語彙経路の選択的障害として理解されてきた.一方,トライアングル・モデルでは,表層性失読を意味レベルの障害,音韻性失読を音韻レベルの障害と仮定する.我々は,漢字語,仮名語,非語を同じ計算原理で処理するトライアングル・モデルをコンピュータ上に構築し,まず健常成人の音読における単語属性効果を再現した.その上で,モデルの意味層および音韻層に關する部位を損傷させることで,二つの失読症の誤読特徴を再現した.同様の結果は英語圏におけるシミュレーション実験においても得られており,トライアングル・モデルが日本語の音読プロセスのモデルとしても妥当であることを示している.

key words: トライアングル・モデル,シミュレーション,漢字・仮名,表層性失読,音韻性失読

## 1. はじめに

表層性失読は,規則語や非語は音読できるが例外語が読めず,例外語に規則的な読みを当てはめる規則化錯読を頻発する.一方,音韻性失読は,規則語,例外語とも単語であれば音読できるが,非語が読めず,非語を類似した単語として読む語彙化錯読を呈する.従来,これらの失読症は,二重経路モデル (Coltheart, 1978) における二つの経路の選択的障害として理解されてきた.すなわち (i) 単語に関する文字,音韻,意味の情報を用いて文字列を音韻列に変換する語彙経路の損傷により表層性失読が生じ, (ii) GPC 規則 (Grapheme-Phoneme Correspondence rules) を用いて書記素列を音素列に変換する非語彙経路の損傷によって音韻性失読が生じるというわけである.

一方,近年,文字表象から音韻表象への直接の変換過程に,語彙経路と非語彙経路のような文字列の持つ属性に特化した下位処理構造を持たず,単語,非語とも同じ構造と計算原理で処理するトライアングル・モデル (例 .Seidenberg ら, 1989) が提案されている.英語圏におけるシミュレーション実験では,表層性失読を意味レベルの障害,音韻性失読を音韻レベルの障害と仮定することにより,各症状が呈する誤読特徴の再現に成功している (例 .Plaut ら 1996, Harm ら in press).

日本語は英語と全く文字体系が異なり,しかも漢字と仮名という2種類の表記が存在する.英語圏で発展したトライアングル・モデルが日本語に適用可能かという問題は,非常に興味深い.しかし,現在までのところ,漢字語の読みにおける単語属性効果の再現に成功しているだけであり (例 .Ijuin ら, 1999), 仮名語に関する検討や,損傷させたモデルと日本人の失読症例との誤読傾向を比較した研究は見あたらない.

そこで今回,我々は,まず,漢字語と仮名語の読みを一つのネットワークに学習させた.そして,学習

後のネットワークが健常成人の単語音読特性を再現できることを確認した上で,その一部を損傷させることにより, (i) 表層性失読 (日本人症例NK: Patterson ら 1995), および (ii) 音韻性失読 (日本人症例KT: Patterson ら 1996) の誤読特徴を再現できるかを検討した.

## 2. ネットワークの学習

### 2.1. 学習単語

学習単語は,各文字の読みが拍で単語全体ではなく拍の漢字二字熟語,078語と1~4字のカタカナ語,013語の計7,091語である.単語の出現頻度は国立国語研究所 (1970) のデータを参照し,頻度値のない単語については,1~4の値をランダムに割り当てた.

### 2.2. 入出力表現

漢字語の入力表現は,一文字あたり6x16ドット,カタカナ語では,一文字あたり8x16ドットのグリッド・パターンを用いた.出力である読みの表現には,各文字に対応する読みを音素記号で表現した.

### 2.3. ネットワークの構造

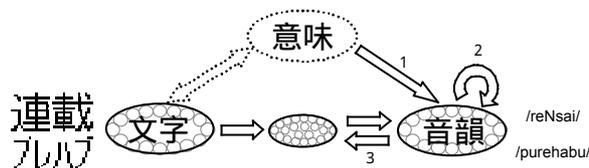


図1 ネットワークの構造.丸は処理単位(ユニット),楕円はユニットの集合(層),矢印はユニット間の結線の集合.

図1に,日本語を読むネットワークの構造を示す.図の実線部分が今回構築した部分である.意味から音韻の計算(図1の矢印1)は,学習時に音韻層の各ユニットに対して「擬似的意味情報」を与えることで代用さ

せた (Plaut ら 1996) . 具体的には, ある文字符号を入力したとき, 音韻層で1 となるべき音韻ユニットの入力には正の値, 0 となるべきユニットの入力には負の値を付加した. 擬似的意味情報は, 単語頻度, および学習回数に応じて絶対値が大きくなるようにした.

## 2.4. 手続き

音読の学習に先立ち, 音韻から音韻を計算する復唱(図1の矢印2)により, 単語の音韻形態を学習させた. 次に, 図1の実線部によってカタカナ語, 引き続き漢字語とカタカナ語とを併せて学習させた. 重要な点は, 漢字語も仮名語も同じネットワークで学習され, 語の属性に特化した構造は存在しないということである.

## 2.5. 結果

単語の音読を140回学習した後の正答率は96.7%であった. しかし, 非語を読ませたところ, カタカナ非語に比べ漢字非語の成績が非常に悪かった(それぞれ, 71%, 11%). これは, 漢字の学習語が少ないためであり (Seidenberg ら, 1990, Ijuin ら, 1999), 以下では, 漢字非語を分析から除外した. なお, 以下のシミュレーションにあたり, 擬似的意味情報は, 音韻形態が単語であるものに限って与えた.

## 3. シミュレーション1: 健常成人

学習が終了したネットワークに, 親密度 (天野ら 1999), および文字と読みの対応の明確さを表す一貫性を操作した漢字語を入力した. その結果, ネットワークの出力誤差に, 親密度効果, 一貫性効果, 親密度×一貫性の交互作用があった. 一方, ネットワークにカタカナ文字列を入力すると, 単語 (例: セロハン), 同音擬似語 (「セキタン」のように, 使用されない文字形態であるが, 音韻形態は単語である文字列), 非同音非語 (文字形態も音韻形態も非語である文字列, 例: セキドク) の順で, 出力誤差が大きくなり, 語彙性効果と同音擬似語効果があった. これらの結果は, 健常成人の音読特徴と一致する (伏見ら 2000).

## 4. シミュレーション2: 表層性失読

意味レベルの損傷として, ネットワークから擬似的意味情報(図1の矢印1)を取り除いた. その結果, カタカナ単語の誤読率に変化はほとんどなかったが, 漢字語の誤読率は高くなり, 刺激語の半数以上を読み誤るようになった. さらに漢字語の中でも, 図(a)に示すよう, 特に低親密度非典型語の成績が低下した. この結果は, 表層性失読例NKの誤読特徴(図2(b))とよく一致する.

## 5. シミュレーション3: 音韻性失読

音韻レベルの損傷として, 音韻に関する図1の矢印2および3の結線を20%切断したネットワークに

カタカナ文字列を提示した. 図3(a)に示すよう, 単語の誤読率は, 損傷前とほとんど変わらないが, 非同音非語の結果は, 損傷前に比べ非常に悪くなった. 漢字語をカタカナ書きした同音擬似語の誤読率は若干上昇した. これらの反応傾向は, 音韻性失読例Tの結果(図3(b))をよく再現している.

## 6. まとめ

二重経路モデルと異なり, 今回構築したネットワークは, 漢字語, 仮名語, および非語を同じ構造と計算原理で処理する, このネットワークは, 健常成人の音読特徴を良く再現できるだけでなく, 表層性失読は意味レベルの, 音韻性失読は音韻レベルの障害と仮定することにより, 両症例間にみられる非典型語と非語の音読における機能的二重解離現象も再現した. この結果は, トライアングル・モデルが日本語の音読プロセスのモデルとして妥当であることを示している. 発表では, なぜ, ネットワークがうまく動くのかを考察する.

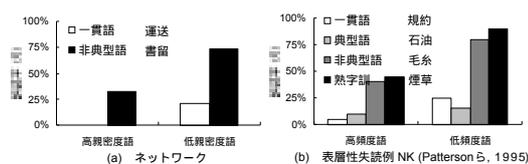


図2 意味処理の障害として, 擬似的意味情報を削除したネットワーク(a)と, 表層性失読例(b)における単語属性効果. とともに誤読率 (%).

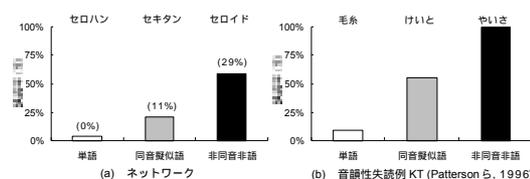


図3 音韻処理部分に損傷を与えたネットワークの成績. 括弧内は, 損傷前の誤読率 (b) は, 音韻性失読例における同音擬似語効果でPatterson ら(1996)から作成. とともに誤読率 (%). なお(b)の刺激例は筆者らが考案.

## 文献

天野・近藤 (1999) 日本語の語彙特性 1  
 伏見ら (2000) 失語症研究20.  
 Harm & Seidenberg (in press). Cognitive Neuropsychology.  
 Ijuin et al. (1999). Psychologia, 42.  
 Patterson et al. (1995). Neurocase, 1.  
 Patterson et al. (1996). Cognitive Neuropsychology, 13.  
 Plaut et al. (1996). Psychological Review, 103.  
 Seidenberg & McClelland (1989). Psychological Review, 96.  
 Seidenberg & McClelland (1990). Psychological Review, 97.