

## なぜ日本人失語症患者では2文字以上の仮名書き取りが困難なのか

宮崎 裕子

書き取りの二重経路モデルでは仮名非語は音素文字素変換で自動処理される。従って仮名1文字が書ける失語症患者は、正しく仮名非語を書けるはずである。にもかかわらず臨床的には、2文字語でさえ正しく書けない失語症患者をしばしば経験する。本研究の目的は日本人失語症患者において二重経路モデルが2文字語の書き取りの正確性を予測しうるかどうかを調べることである。我々は16人の日本人失語症患者に仮名1文字、仮名2~5文字からなる単語と非語の書き取りを行った。この結果、非語と単語ともに(1)仮名1文字の正答率から予測されるよりも2文字語の正答率は低く、(2)語の1番目の文字よりも2番目以降の文字は同程度に正答率が低かった。(3)非語を一枚の紙に全て書く場合に比べ、1文字ずつ別の紙に書く方が成績が良かった。以上の結果から、音素から変換された文字素を一時的に保持する正書法的バッファの障害が示唆された。さらにこの正書法的バッファの障害は語長効果を呈するワーキングメモリー障害ではなく、前後の文字の干渉作用によると考えられた。

(平成19年9月20日受理)

### Why do Japanese Aphasics have Difficulties in Writing Both *Kana* Nonwords and Words Consisting of Even Two Letters ?

Yuko MIYAZAKI

The dual-route model assumes a nonlexical route passing through the auditory analysis system, the phoneme-grapheme conversion system and the orthographic buffer. The Japanese writing system consists of kana (phonograms) and kanji (ideograms). When a Japanese is asked to write a kana nonword, it is processed by the nonlexical route according to the dual model. When a Japanese aphasic patient who is able to write all elements of kana is asked to write a kana nonword, theoretically this aphasic should be able to write kana nonwords correctly because the phoneme-grapheme conversion is automatically processed. Clinically, however, we sometimes experience Japanese aphasics who are able to write kana elements but who cannot write a nonword correctly, even one consisting of two letters. The purpose of this study was to test whether the dual route model can predict the accuracy of serial letter writing in Japanese aphasics. We asked 16 Japanese patients with aphasia to write both words and nonwords consisting of a single or two-to-five kana letters. The results showed that (1) the accuracy of two-letter writing was significantly lower than that calculated from the accuracy of one-letter writing based on the dual route model, (2) the

accuracy of writing of the second, third, fourth, and fifth letters of both kana nonwords and words was lower than that of the first letter, and (3) patients could write serial letters more accurately when asked to write one letter per one sheet of paper than when asked to write all letters on one sheet of paper. Our results suggest that Japanese aphasics have damage of the orthographic buffer where graphemes converted from phonemes are temporarily stored. Since the buffer is thought to be a working memory system, there should be a length effect. Our results, however, suggest that the graphemic representations do not consist simply of linearly ordered sets of graphemes. The orthographic buffer may be organized so that the letter of a word or nonword is not processed independently, and therefore the adjoining letters interfere when writing it. (Accepted on September 20, 2007) *Kawasaki Medical Journal* 33(4): 297-305, 2007

**Key Words** ① aphasia ② kana (phonogram) nonword ③ orthographic buffer  
④ writing disturbance ⑤ dual-route model

## はじめに

現在、認知神経心理学の書字モデルの一つに二重経路モデルがある<sup>1),2)</sup>。二重経路モデルには非語彙経路と語彙経路の2つが假定されている。非語彙経路は、意味のない非語の聴覚入力があると、聴覚的分析システムから音素-文字素変換そして正書法的バッファーを経て書字へと処理する経路である。語彙経路は、単語の聴覚入力聴覚的分析システムから音韻の入力辞書へ、そして意味システムへ、さらに正書法的表出辞書を経て正書法的バッファーから書字へと処理される経路である。二つの経路は表音文字であるアルファベット言語について考えられたものだが、仮名も表音文字であるため、仮名書字のメカニズムとしてもこのような経路の存在を假定できる<sup>2)</sup>。

さて二重経路モデルによれば日本語の仮名では1文字と非語は意味を持たないため非語彙経路で処理され、仮名单語は意味を持つため語彙経路で処理される。非語彙経路を2文字語を用いて説明する。例えば「かあ」という非語が聴覚的に入力されると、音響を分析し音素「か」と「あ」を同定し、聴覚的分析システムでこの2音素は一時的に保存される。その後音素-文字素変換で「か」と「あ」は文字素に変換される。変換された「か」と「あ」の2文字素は正

書法的バッファーにおいて実際に書字されるまでの間保持され、最後に書かれる。この過程において聴覚的分析システムまでの処理経路に問題がない場合、二つの処理が書字の正答率に影響すると考える。一つ目は音素-文字素変換である。アルファベット言語では音と1文字の1対1対応が必ずしも適応されないが、日本語は1音素が1文字である<sup>2)-4)</sup>。そのため、仮名では音素と文字素は1文字ごとに変換されていると考えられる。この予測に従う場合、1文字の正答率から、2文字以上の非語が書ける確率は導きだせる。2文字以上の非語では、仮名1文字の正答率の積で2文字の非語の成績は計算でき、3文字以上でも同様である。二つ目は正書法的バッファーである。正書法的バッファーは音素から変換された文字素を一時的に保持するとされている。一時的に保持される文字素が多いほど、保持する時間は長くなる。そうすると文字素が多ければ多いほど、書けなくなるという直線的な関係は生じうる。しかし、例えば1文字の時にくらべて2文字になると極端に成績が下がるということは考えにくい。従って非語では音素-文字素変換と正書法的バッファーの両方を考慮しても、1文字目の正答率に比べて、2文字以降の正答率が計算される以上に悪くなるという予測は成り立たない。一方単語が聴覚入力されると聴覚的分析システムから音韻の入力辞書を経て、意味システムに入る。そして正

書法的表出辞書、正書法的バッファーを経て書字へと処理される。単語は意味システムに入るので、一つずつ音素から文字へ変換されているわけではない。するとこの二重経路モデルの処理後の単語の書字成績には確率的な予測は困難である。ある単語については書け、ある単語については書けないというような結果が予測される。そのため単語でも、このモデルにおいては2文字以上の語の正答率が急に低くなることはないと考えられる。しかし臨床的には、1文字の正答率より2文字以上の語の正答率が予測以上に低い例をしばしば経験する。

そこで我々は、失書を認める日本人失語症患者の比較的多数例を対象に仮名1文字と仮名2文字以上からなる語について書き取りを行った。そして二重経路モデルから導きだされるような結果になるのか、臨床的に経験するような結果になるのかを調べた。非語と単語の成績も比較した。非語と単語の比較において、他のアルファベット言語より日本語は比較しやすい。日本語は1音素が1文字であるため日本語の単語はその構成要素（使われている文字）を変えなく順序を変えるだけで非語が簡単に作成できる。例えば「けいと」と「いけと」などである。このように作成した非語と単語を用いた。また非語と単語で、1語の中の文字順序が書き取りの正答率が影響を受けるのかについても調べた。構成要素は同じなので、文字の順序だけを議論できる。二重経路モデルに従う限り、音素-文字素変換では文字の順序で正答率に差が生じることはないと考えられる。また正書法的バッファーでは文字の順序が後になるに従い、文字正答率は徐々に低くなると考える。以上の点に関して、非語と単語の成績を比較し、両者が同様の傾向を示すのか、あるいは異なった傾向を示すのかも検討した。こうした検討も今まで本邦において多数の失語例で調べられていない。

さらに非語の1文字ずつを別の紙に書き取る場合の正答と、非語を文字の系列として書き取る場合（一枚の紙に一つの非語を書く）の正答

を調べた。二重経路モデルに従えば音素-文字素変換では、自動的に変換が行われるだけなので、両者の正答率に差は生じないと予測される。仮に正書法的バッファーが障害されている場合には、音素から文字素の一つずつ変換させるような強い条件の下で、正答率は高くなるのではないかと予測される。

## 対 象

2007年3月から5月の期間に川崎医科大学附属病院リハビリテーション科で言語療法を受けていた脳血管障害による失語症患者を対象とした。この内、言語療法の一環として仮名1文字と仮名单語の書き取りを行なうことに本人と家族の両方から同意が得られた19例について書き取りを施行した。2例は期間内に課題が終了せず、1例は同意が撤回された。そのため16例で行った。16例は全例、頭部MRIまたはCTが施行されており、病巣の部位は一番最近撮影されている画像所見の結果からDamasio<sup>5)</sup>とDuvvernoy<sup>6)</sup>の図譜を参考に同定した。そのほとんどは1年以内に撮られていた。16例全例でSLTAが施行されており、失語型は一番最近施行されているSLTAの結果からBenson<sup>7)</sup>の失語症分類に従った。そのほとんどは1年以内に施行されていた。平均年齢は、62.81才。性別は男性12人、女性4人。平均発症期間は50.42ヶ月。原因疾患は、脳梗塞10例、脳出血6例。失語症タイプはBroca失語6例、Wernicke失語3例、超皮質性感覚失語3例、超皮質性混合性失語4例。全ての症例は右利きだった。視野障害は認めなかった。SLTA下位検査項目の「書く」の成績では35点満点中、1~31に得点が分布しており全例で失書を認めた。教育年数は9~16年間に分布していた。基本的には右手での書字を求めた。しかし右手の麻痺のために書字が困難であった場合は、左手で書字させた。右手で書字をさせたのは7例、左手で書字をさせたのは9例であった。対象の詳細をTable 1に示す。

Table 1. 対象プロフィール

症例番号	年齢(歳)	発症からの経過期間	失語型	病巣	原因疾患	教育歴(年)	SLTA 響く(正答数)	使用した手
1	73	24ヶ月	超皮質性感覚失語	左BA 21・22	脳出血	9	24	右
2	41	29ヶ月	超皮質性混合性失語	左被殻	脳出血	12	16	左
3	62	7ヶ月	Broca 失語	左BA 21・22・40	脳梗塞	12	14	左
4	44	131ヶ月	Broca 失語	左BA 44・45・6, 右BA21	脳梗塞	14	20	右
5	56	16ヶ月	超皮質性感覚失語	左BA 21	脳出血	16	24	右
6	72	68ヶ月	Wernicke 失語	左BA 21・37・38, 右BA36	脳梗塞	12	11	左
7	69	137ヶ月	超皮質性混合性失語	左被殻	脳出血	12	21	左
8	68	48ヶ月	Broca 失語	左BA 40・45	脳梗塞	16	31	左
9	64	40ヶ月	Wernicke 失語	左BA 44・45・45・6	脳梗塞	16	21	左
10	61	7ヶ月	超皮質性混合性失語	左被殻・左視床	脳出血	12	1	左
11	76	1ヶ月	超皮質性感覚失語	左被殻	脳梗塞	12	20	左
12	70	11ヶ月	Broca 失語	左BA 44・45・6	脳梗塞	16	8	右
13	66	133ヶ月	Broca 失語	左BA 40・6	脳梗塞	9	20	左
14	80	25ヶ月	Wernicke 失語	左BA 21・22・37	脳梗塞	9	21	右
15	55	131ヶ月	Broca 失語	左中大脳動脈領域全域	脳梗塞	12	14	左
16	48	23ヶ月	超皮質性混合性失語	左被殻・左視床	脳出血	12	13	左

## 方 法

①仮名1文字の書き取り, ②単語の書き取り, ③非語の書き取りを行った。順番は①②③の順とした。①仮名1文字の書き取りは, 50音のうち重複したものを除く45文字とし, 検者が口頭で1文字を与えて, それを患者に復唱させた後に書き取らせた。②単語の書き取り: 2文字語・3文字語・4文字語・5文字語の4種類の文字数の語を用意した。各文字数の語は, 失語症語彙検査の下位検査で語彙判断検査・名詞理解検査・名詞表出検査・意味カテゴリー別名詞検査に取り上げられているものを中心に, 高心像高頻度のものを10ずつ選んだ。こうして選んだ単語を, 一語ずつ読み上げ, 患者はこれを復唱後に書き取った。2文字語, 3文字語, 4文字語, 5文字語の順で書き取らせた。③非語の書き取りに用いた語は, 単語と同じ構成要素を用いて作成した。例えば, 「あか」という単語の場合逆にして「かあ」とした。3音節以上の語でも同様に作成した。この非語を用い, 2文字, 3文字, 4文字, 5文字の順に各10語を一語ずつ検者が読み上げ, 復唱後に書き取らせた。2文字と3文字については, 非連続書字も行

なった。一語ずつ検者が読み上げ復唱後に書き取った。この時患者が一文字書き取る毎にその紙を回収し, 検者は新しい別の紙を患者の前に置き, その紙に次の1文字を書くという方法を非連続書字とした。

採点は, 次の様に行った。①仮名1文字の正答率: 正しく書ければ1, 誤っていれば0とした。②仮名1文字と2~5文字語の正答の検討, ③非語と単語の正答の検討: この検討では, 語を構成している文字全てが正しければ1, 1文字でも誤っていれば0とした。④語の中の1番目~5番目の文字順序と文字正答の関係, ⑤非語の系列書字と非連続書字の検討: 語を構成している文字1文字ずつについて正しいものには1, 誤っていれば0とした。各症例の非語書き取り結果を Figure 1 に示す。これに単語の結果もあわせて個人差を調整し, ①~⑤の検討により全体的にどのような傾向となるか解析した。解析には多重線形モデルを利用した。これは以下のように表される。

①  $Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k + c + d + e$ . ( $k = 1, \dots, K$ ) で表される。  $b_k$  = 患者のパラメーター,  $x$  = 語の文字数,  $c$  = 意味,  $d$  = 連続書字,  $e$  = 書字順序である。②  $Y = k + x_1 - 1$  ( $k = 1, \dots, K$ ) で表される。  $x$  = 語の書字順

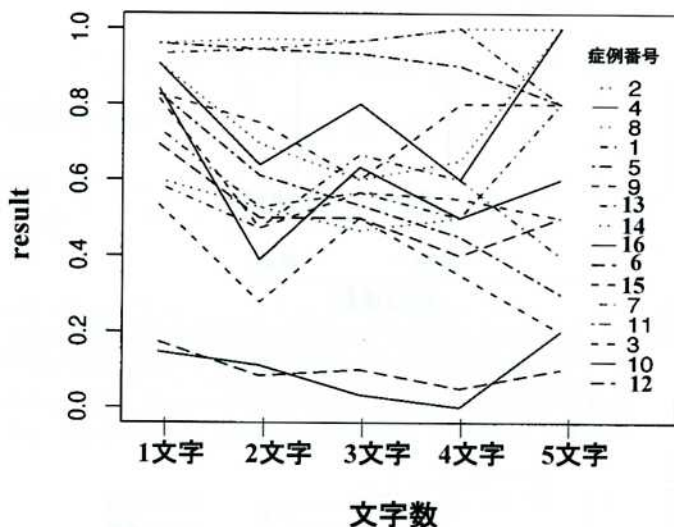


Fig. 1. 全16例における仮名1文字と2～5文字の仮名非語の書き取りの結果である。仮名1文字45文字と2～5文字の仮名非語をそれぞれ10ずつ書き取らせた結果を対象別に示したものである。結果には個人差があるのが分かる。

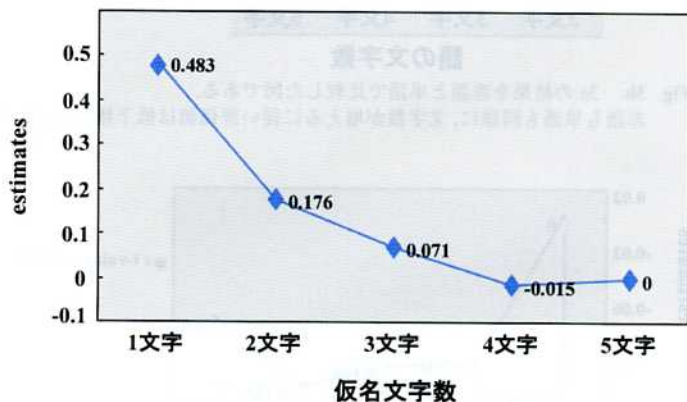


Fig. 2. 全ての症例の仮名1文字と2～5文字語の正答を多重線形モデルで解析した。5文字語に対して仮名1文字と2～3文字語は正の相関を示し、4文字語は負の相関を示した。これより仮名1文字に比べて、2文字以上の非語は書きにくい傾向を示し、文字数が増えるとその傾向は強まった。

序である。④ $Y = x_k - 1$  ( $k = 1, \dots, K$ )で表され、 $x$  = 語の意味である。⑤ $Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k + c + d + e + f$ . ( $k = 1, \dots, K$ )で表され  $x$  = 連続書字,  $b_k$  = 患者のパラメーター,  $x$  = 語の文字数,  $c$  = 意味,  $d$  = 連続書字,  $e$  = 書字順序,  $f$  = 語である。また全ての  $K$  は症例番号である。

## 結 果

①仮名1文字の書き取りの正答率：16例の平均は67.85%だった。②仮名1文字と2～5文

字語の正答の検討：解析結果を Figure 2 に示す。この図は5文字語に対する仮名1文字・2文字語・3文字語・4文字語の評価である。仮名1文字の正答率と解析評価値から導き出される2文字以上の非語の予測値0.319より、実際の評価値0.176は明らかに低い。同様に3文字以上の非語の評価もそれぞれ予測より明らかに低い結果を示した。③2～5文字の非語と単語の検討：解析結果を Figure 3 に示す。a非語評価値0.640と単語の評価値0.617に有意差は認めなかった。b非語も単語も文字数が増えるに従って評価値は低くなる傾向を示した。④語

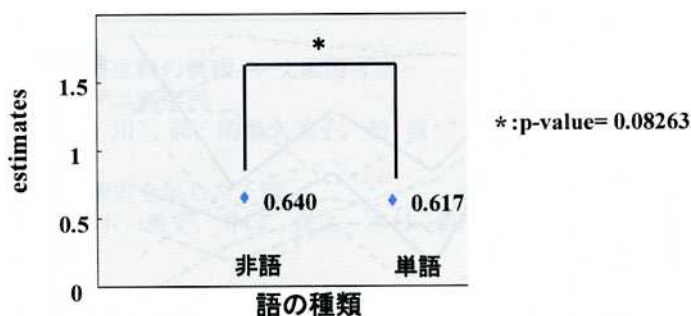


Fig. 3a. 全ての症例の非語と単語の正答を多重線形モデルで解析した。その結果非語の評価値は0.640、単語の評価値は0.617と有意差は認めなかった。

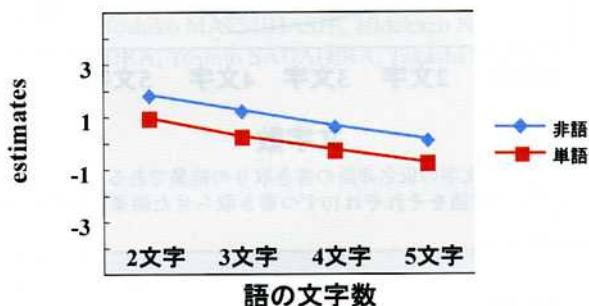


Fig. 3b. 3aの結果を非語と単語で比較した図である。非語も単語も同様に、文字数が増えるに従い評価値は低下傾向を示した。

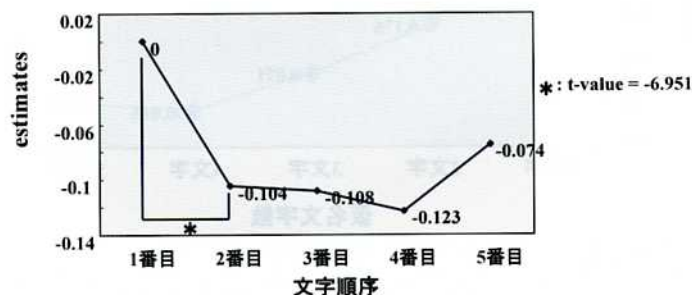


Fig. 4a. 全ての症例の語の文字順序と正答の関係を多重線形モデルで解析した。1番目の文字に対して2番目の文字は-0.104と負の相関を示した。3番目以降の文字も同様である。これにより1番目の文字は2番目以降の文字より書きやすいことがわかる。5番目の文字が4文字目より正の相関なのは、5番目の文字数が他より少ないことが影響している。

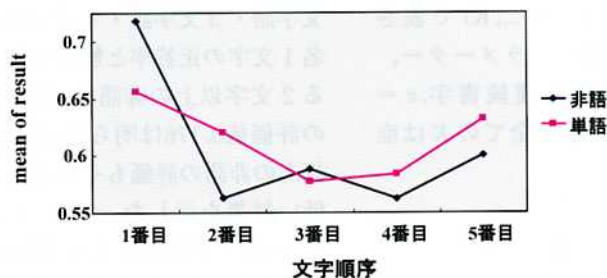


Fig. 4b. 4aの結果を非語と単語で比較した。どちらも同じ傾向を示すが、非語の方がより1番目の文字が書きやすい傾向にある。

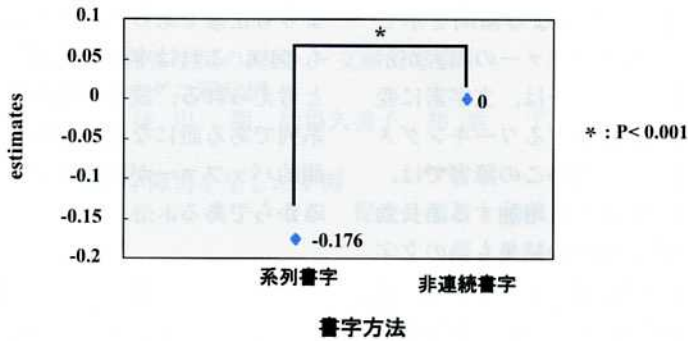


Fig. 5. 全ての症例の仮名非語における非連続書字と系列書字の正答を多重線形モデルで解析した。その結果、非連続書字に対して系列書字は負の相関を示した。これより非連続書字の方が書きやすいことがわかる。

の中の1番目～5番目の文字順序と文字正答の関係：解析結果をFigure 4に示す。語の1文字目に対して、2番目の文字は-0.104と負の相関を示した。3番日以降の語も同様であった。これより語の1番目の文字は、2番目以降の文字より書きやすいことが判明した。単語に比し非語でこの傾向は強かった。5番目の文字の評価値がやや高いのは文字サンプルが少ないことが影響している可能性がある。© 非語の系列書字と非連続書字の検討：解析結果をFigure 5に示す。非連続書字に対して系列書字は-0.176と負の相関を示し、非連続書字の方が書きやすいことが判明した。

## 考 察

我々の研究から主に三つのことが明らかになった。一つ目は仮名1文字の正答率から予測されるより仮名2文字以上の語の正答は悪かったことである。語の文字数が増えるにつれ正答はより低下した。語の中では始めの1文字目は書いても、2番目以降の文字の正答率は低かった。この結果から2文字以上の語が書きにくくなるのは2番目以降の文字正答の低下が原因の一つであると分かった。二つ目はこの傾向が非語と単語の両方で同様だったことである。三つ目は非語書字の場合、語を系列的に(連続して)書くより、非連続で1文字ずつ1枚の紙に書く方が文字正答率は高かったことである。そして三つの結果は、病巣や失語型にはよらないこと

がわかった。過去の報告例には病巣や失語型によって書字障害の特徴を挙げているものもあるが<sup>(3),(8)~(12)</sup>、我々の結果は全例で同じ傾向を示した。

これらの結果を二重経路モデルに従って考えていくことにする。まず二重経路モデルでは仮名1文字あるいは非語の書き取りの場合、聴覚入力があると聴覚的分析システムから音素-文字素変換へ、そして正書法的バッファーから書字へと処理される。単語の書き取りの場合、聴覚入力後、聴覚的分析システムから音韻の入力辞書、意味システム、正書法的表出辞書をへて正書法的バッファーから書字へと処理される。そして非語復唱は、聴覚入力、聴覚的分析システム、入力-出力音素変換、音韻的バッファー、発語と処理される。本研究は全ての書き取りを復唱後に行ったので、聴覚分析システムまでは問題ないといえる。次に仮名1文字の書き取りは67.85%で可能だった。そして非語を系列的に書く場合に比し非連続で書く場合に正答率は高かった。これより音素-文字素変換はある程度保たれていると予測できる。従って文字数が増えるにつれ非語書字の正答率は低くなること、また非語の1番目の文字に比し2番目以降の文字で正答率が低くなることの原因として、音素-文字素変換以降の障害を推定する必要がある。これ以降の処理には、正書法的バッファーと実際の書字行為としての書字があり、これらは非語彙経路と語彙経路の両方に共通である。我々の結果は非語と同様に単語も文字数

が増えるにつれ正答率が低くなる傾向を示した。これより、正書法的バッファの障害が示唆される。正書法的バッファは、文字素に変換された刺激を一時的に貯蔵するワーキングメモリの要素である。そのためこの障害では、文字数が増えるに従って誤りも増加する語長効果を示すとされている。我々の結果も語の文字数が増えるにつれ正答率が低くなっており、語長効果を示しているようにみえる。しかし語の中の文字順序と文字正答率の関係を詳しくみると、語の1文字目は書けているが、それに比し2文字目以降の文字の正答率が非常に低い傾向にある。そして2文字目以降の文字では2番目、3番目、4番目、5番目の文字で正答率は同程度だった。従って、単純なワーキングメモリー障害とは異なると考えられる。単にワーキングメモリーの障害であれば、2番目以降の文字でも後ろの順番になるに従い、徐々に正答率は下がっていくことが予測されるからである。このため我々は、語の2文字目以降の文字が同程度に書けなくなる理由として、2文字以降で前後の文字の干渉が出現してしまうような性質を持つのではないかと推測した。

Onouchiらは日本人失語症例における仮名非語の読字について報告した<sup>13)</sup>。彼らは、仮名文字1文字ずつなら正確に読める患者に、文字間隔を変えた仮名4文字からなる非語を読ませ検討した。結果は仮名非語を読む場合には広い文字間隔(各文字を別々に提示すること)の方が狭い文字間隔(文字列を同時に提示すること)

よりも正確であった。読字と書字の違いはあるものの、これは本研究と同じ現象を示していると考えられる。読字の場合は2文字以上の文字系列である語になると前後の文字が干渉し、音韻的バッファが困難になっていると予測できるからである。

## 結 語

日本人の失語症例では正書法的バッファの障害が示唆される。しかし単純なワーキングメモリー障害ではなく、2文字以上の文字系列を書く必要のある語では、2文字以降で前後の文字の干渉が出現してしまうような性質を持つ可能性がある。仮名1文字の書き取り能力を非語の書き取り能力に活かすためには、今後これをどのように克服するかを検討する必要がある。

## 謝 辞

本研究を遂行するにあたり、御指導と御高閲を賜りました川崎医科大学神経内科学教室 砂田芳秀教授、国際医療福祉大学三田病院神経内科 武田克彦部長、中央大学理工学部経営システム工学科教室 鎌倉稔成教授に深甚なる謝意を表します。また本研究の遂行に御協力頂いた川崎医科大学リハビリテーション医学教室 椿原彰夫教授、川崎医療福祉大学感覚矯正学教室 種村純教授、および川崎医科大学リハビリテーション医学教室員の皆様、川崎医科大学付属病院言語療法士の皆様、川崎医療福祉大学感覚矯正学教室員の皆様に深謝いたします。

## 引 用 文 献

- 1) Basso A : Aphasia and the therapy. New York, Oxford University Press. 2003. pp132-135, 137-167
- 2) 伊集院陸雄 : 単語の読み書き障害への認知神経心理学的アプローチ. 言語コミュニケーション障害の新しい視点と介入理論. 東京, 医学書院. 2006, pp132-156
- 3) 大槻美佳 : 書字の神経機構. 臨床神経 46 : 919-923, 2006
- 4) 笹沼澄子 : 日本語における漢字・仮名問題. 脳卒中と神経心理学. 東京, 医学書院. 1995, pp199-207
- 5) Dimasio H, Dimasio AR : Lesion analysis in neuropsychology. New York, Oxford University Press. 1989
- 6) Duvernoy HM : The human brain : surface three-dimensional sectional anatomy and MRI. Springer-Verlag wien New York. 1991



- 7) Benson DF : Aphasia, alexia, and agraphia. New York, Churchill livingstone. 1979
- 8) Iwata M : Kanji versus Kana. Neuropsychological correlates of Japanese writing system. Trends Neurosci 7 : 290-291, 1984
- 9) 塩田順一, 河村 満, 磯野 理, 平山恵三 : 左側頭葉後下部限局性梗塞病変による失読失書. 脳神経 38 : 1051-1055, 1986
- 10) 河村 満 : 純粹失読・純粹失書・失読失書の病態. 神経心理学 6 : 16-24, 1990
- 11) 河村 満, 毛東真知子 : 書字の脳内メカニズム. 神経進歩 47 : 755-762, 2003
- 12) 関 真理, 石合純夫, 小山康正, 佐藤志津子, 関 啓子 : 中・下前頭回後部病変による失語と仮名錯書. 神経心理学 166 : 127-134, 2000
- 13) Onouchi K, Takeda K, Tobimatsu H, Kimura M : Can Japanese patients with aphasia who can read individual kana characters correctly also read kana nonwords correctly? Jikeikai Med J 52 : 1 - 6 , 2005