

韓国人日本語学習者における「ザ／ジャ」音の識別*

—MMN、N2b、P300 を指標として—

丸島 歩[†]・桐越 舞[†]・二ノ宮 崇司[†]・渡辺 和希[†]

・早川 友里恵^{††}・福盛 貴弘^{†††}

【要旨】 韓国語には [ɟ] の音素が存在しないため、韓国人日本語学習者にとって日本語のザ行音とジャ行音は区別が難しいと言われている。本稿では事象関連電位を用いて、「ザ／ジャ」音を聞き分けている際の脳波を観察した。

その結果、聴取テストで誤答のあった韓国人学習者は、「ザ／ジャ」音のカテゴリ判断が出来ないが、物理量の違いは認識していると考えられる脳波が観察された。また、聴取テストの結果が日本語母語話者と同じく満点であった学習者でも、カテゴリ分類の判断に迷いが生じていると解釈されるような脳波が観察された。

さらに本稿では以上の結果から、分節音の情報処理過程モデルを提案した。

キーワード： 韓国人日本語学習者、ザ行音、ジャ行音、ERP、MMN、N2b、P300

1. 序

1.1 韓国人日本語学習者におけるザ行音とジャ行音の識別

日本語と韓国語は文法構造が類似しているため、韓国人日本語学習者は日本語を学習しやすいと言われる (稲葉 1978: 64)。しかし、韓国人学習者が日本語の音声・音韻を学習する際には困難を伴う場合がある。例えば、母音の長短、有声音と無声音、アクセントなど (松崎 1999) があり、その中に「ザ行音」と「ジャ行音」における誤用の問題が含まれる (李 1991: 35, 許 2003, 2004)。このような誤用は日本語と韓国語の音韻体系の相違に起因している。

日本語では /ジャ/, /ジ/, /ジュ/, /ジェ/, /ジョ/ の子音として現れる [ɟ] という音は、韓国語の音韻¹では /j/ の異音として有声音間で見られ、語頭環境で [tɕ] となる。しかし、日本語では /ザ/, /ズ/, /ゼ/, /ゾ/ の子音として存在する [z][ɟ] という音は、韓国語の音韻体系には見られない音である。[ɟ]とは異なり、韓国語の音韻体系において [z][ɟ] は異音としても存在しない音なのである。

* 本稿は、福盛 (2004) におけるデータを再編集し再解釈を行ない、日本実験言語学会第3回大会 (2010年8月26日、専修大学) で口頭発表した内容を骨子として、論文化したものである。コメントをいただいた諸氏にお礼申し上げる。また、被験者の手配において、高慧禎氏に感謝の意を申し上げる。

[†]筑波大学大学院人文社会科学部研究科一貫性博士課程

^{††}筑波大学人文・文化学群人文学類

^{†††}大東文化大学外国語学部

¹ 韓国語における子音の音韻体系は以下のようになる (野間 2007)。なお、濃音は[ʔ]で示される。/b/[p, b, pʰ], /p/[pʰ], /ɸ/[ʔp], /m/[m], /d/[t, d, tʰ, s], /t/[tʰ], /δ/[ʔt], /n/[n], /r/[r, l], /s/[s, ɕ], /σ/[ʔs, ʔɕ], /j/[tɕ, ɟ], /c/[tɕʰ], /ɕ/[ʔtɕ], /g/[k, g, kʰ], /k/[kʰ], /ɣ/[ʔk], /ŋ/[ŋ], /h/[h, h̥]

稲葉 (1978:71) は、「ザ行音」を韓国人日本語学習者に発音させたところ、「ジャ行音」になる傾向が高いことを指摘している。韓国語の音韻を考えれば、[ɟ] は有声音間で現れ、語頭では現れないと期待される。しかし、李 (1991:35) のデータでは、「ズツウ」が「ジュウツウ」となるように、[ɟ] に代わり [tɕ] が語頭に現れる場合も見られる。これは音環境に関わらず、韓国語に存在しない音を韓国語の近似した音で代用したものと考えられる。

このように、韓国人日本語学習者が日本語の音声を学習する際に直面する問題の一つとして、ザ行音とジャ行音の発音・聞き取りの問題が指摘されている。1.2 節では、この問題に関するこれまでの研究を概観する。

1.2 先行研究²

韓国語母語話者による日本語の発音・聞き取りについては、様々な研究が見られるが、「ザ行音」と「ジャ行音」に関連する研究については、次のようなものが見られた。なお、論文の中では韓国人学習者が直面する多くの発音・聞き取りの問題点が指摘されているものが多いが、ここでは「ザ行音」と「ジャ行音」に関する部分のみをまとめた。

1.2.1 韓国人日本語学習者の「ザ行音」「ジャ行音」の習得の困難さを指摘した研究

まず、韓国人日本語学習者が「ザ行音」「ジャ行音」の習得が困難であることを指摘したものとして、文化庁 (1971)、稲葉 (1978)、松崎 (1999) が挙げられる。

文化庁 (1971) は、寺村 (1945)、山田 (1963) をもとに以下のように説明している。

朝鮮語には J³ /z/⁴, J /ʒ/⁵ がない。J /z/, J /ʒ/ の代わりに K⁶ /s/⁷ を使う。J /ʒ/ の代わりに [ʃ]⁸ を使うこともあるが、[s] が多い。「雑誌」が「サッスィ」, 「字」が「スィ、シ」になる。

また、[dʒ]⁹ は語頭に現れず、「字」は「チ」になる可能性もあり、日本語の /z/, /ʒ/ が [s], [ʃ] になることを指摘している。

稲葉 (1978) は、以下のように説明する。

「ザ・ズ・ゼ・ゾ」の音も朝鮮語にはなく、そのため彼らにこれらの音を発音させると、ハングルで表記できるところの「ジャ・ジュ・ジェ・ジョ」になり易い。「アリガトウゴジヤイマス」「ミジュ (水)」「ドウジョ」などがその例である。

併せて、日本語の発音に関するアンケート調査で韓国人日本語学習者に「ザ行音」と「ジャ行音」の混同があることを示している。

² この節では文献内で音韻・音声記号が示されている場合、もとの文献と同じ表記で示している。なお、音声表記が IPA (国際音声記号) によるものでない場合、そのつど注で示した。

³ 日本語の音韻のことを指している。

⁴ 日本語のザ行音のこと。

⁵ 日本語のジャ行音のこと。

⁶ 韓国語の音韻のことを指している。

⁷ 韓国語で「ハ」の子音のこと。

⁸ [ɕ] のこと。

⁹ [tɕ] のこと。

松崎 (1999) では、韓国語話者の日本語の誤用について先行研究をまとめ、教育的指導法について述べられている。韓国語の特徴として、韓国語の破裂・破擦音は、日本語と異なり、有声性は弁別的特徴ではないため、カ・タ・パ・チャ行とガ・ダ・バ・ジャ行の区別が困難になる。また、平音は語頭では無声-無気音だが、有声音間では有声-無気音になるため、平音を清音の代わりに用いると、韓国語では平音が有声音になる語中環境では誤用となり、濁音の代わりに用いると語頭で無声音となるため誤りが生じるとしている。しかし、中東 (1998) をはじめとして多くの実験によって聞き分けでは有声・無声の聞き分けは語頭では困難だが、語中では困難でないという結果が出ている。また、破擦音「ㄷ」/j/ は語頭で [tɕ] 語中で [dɕ] となる傾向が強いが、[ts][dɕ] は韓国語には存在しないため、/ツ/ と /チュ/、/ザ/ と /ジャ/ 等の区別が難しいとされる。

1.2.2 発話・聴取テストを用いた研究

加藤 (1978)、李 (1991)、小河原 (1997)、中東 (1998) では、発話・聴取テストを用いて、「ザ行音」と「ジャ行音」の習得に関する検証を行なっている。

加藤 (1978) では、日本語の音声を聴力テストと発音力テストという形で調査している。テストの前に、「[z] が /s/ の同音素としても韓国語にはないので、聞き取りも発音も難しい。一番近い音 /c/(筆者注 [dɕ]) が代用されるだろう」と予想している。聴力テストの結果「ザ行音」と「ジャ行音」が混同され、正答率が高くない部類に入っており、発音力テストの結果でも「ザ行音」が「ジャ行音」になったり、「ジャ行音」が「ザ行音」になったりしており、やはり正答率は高くない。この結果から「ザ行音」をうまく発音できるようにするための訓練方法を提案している。

李 (1991) では、韓国人日本語学習者の初級・中級者にアンケート調査及び聞き取り・発音テストを実施した。アンケートでは先行研究で指摘のある対象の単語の発音・聞き取りの難易度を 1~5 の数値で示させた。その結果、語頭の /ザ/ と /ズ/ と /ゾ/ が学習者にとって難しく、全体的に発音より聞き取りが難しいと感じていることが明らかになった。発音テストでは、語レベル・文レベルの 2 種類を発音させ、日本語母語話者に判定させた。結果、語・文レベルともに難しいと判断されるものには語頭の /ゾ/ と /ズ/ があり、文レベルのみでは初級者は語頭の /ザ/、中級者は語頭の /ゾ/ が難しいという結果になった。聞き取りテストで難しいとされたものには、語頭の /ザ/ と /ゾ/ がある。それに対し、中級者では語頭の /ゼ/ は誤りが見られなかった。これらのことから、語頭の /ザ/ と /ズ/ と /ゾ/ が韓国人日本語学習者にとって難しいと考えられる。

小河原 (1997) では、教師のモデル発音の聞き取りに関する聴取実験の中で、韓国人日本語学習者の「ザ行音」、「ジャ行音」に関する問題が扱われている。問題点として、聞き取りができて発音ができないというパターンと、発音ができるが聞き取りができないというパターンが見られた。発音・聴取ともによくできる学習者は明確な基準を用いて発音・聴取していることがわかった。一方で聴取ができない学習者は、/ザ/・/ジャ/ の長短を基準に聞き分けを行なっているようだが、この基準は無意味であり、結果として正答率が低くなっている。被験者が発話した音声を後日聞かせ、自己再認の実験を行なったところ、聞き取れれば発音ができるというのは自分自身の発音が聞き取れる場合に限ることがわかった。

中東 (1998) では、学習歴が 1 年 6 ヶ月の学習者をインフォーマントとして、聞き取り調査と発音調査を行なっている。聞き取り調査では単語を提示したのち、その語の発音として正しいものをテープから流れる 4 つの発音から 1 つ選択するという方法をとっている。発音調査では、提示した単語をインフォーマントに発音してもらい、それを録音・観察し記述するという

手法がとられている。聞き取り調査の結果、「ジ」以外の「ザ行音」を含む語は正答率が 51% であるのに対し、「ジ」を含む語の正答率は 67% だった。発音観察の結果、[(d)z] を口蓋化音で発音する話者が多く、「上手」の語頭の [ɕ] の発音は日本語よりも口蓋化が少なく、声帯の振動が十分でないという。

1.2.3 韓国人日本語学習者の「ザ行音」「ジャ行音」の識別に特化した研究

少数ではあるが、韓国人日本語学習者の「ザ行音」「ジャ行音」の識別に特化した研究も行なわれている。ここでは特に、上級レベルの学習者について扱っている。

許 (2003) では、上級レベルの韓国人学習者をインフォーマントとして発話実験と聴取実験を行なっている。発話実験では、インフォーマントに「ザ行音」と「ジャ行音」が 2 拍目にある 3 拍の無意味語を単独発話で発音させた。聴取実験では、日本語母語話者による刺激語の音声 (発話実験と同様のもの) をインフォーマントに聞かせ、どちらであるかを判定させ、聴取正確度を調べた。実験結果から、許 (2003) は以下のように述べている。

発話能力においては「ザ行音」の発音ができるようになるにつれ「ジャ行音」の発音ができなくなるという「発音習得の逆転現象」が起きているが、聴取能力においては逆転現象は起きていない。

すなわち、「ザ行音」の聞き取りができる韓国人日本語学習者は「ジャ行音」でも聞き取りができるということである。

許 (2004) は、無意味語による発話実験を行い、「ザ行音」が「ジャ行音」に置換される逆転現象が上級日本語学習者に見られるかどうかを検証している。インフォーマントに「ザ行音」と「ジャ行音」が 2 拍目にある 3 拍の無意味語を発音させ、日本語母語話者による発音正確度の判定を行った。結果、「ジャ行音」より「ザ行音」の方が発音正確度が高いことがわかった。また、後続母音の種類によって発音正確度が異なるということが示されている。「ザ行音」を発音正確度が高い順に示すと、「マゼマ」94%、「マズマ」90%、「マザマ」84%、「マゾマ」71% であった。そして、「ジャ行音」では「マジョマ」80%、「マジュマ」55%、「マジャマ」41%、「マジェマ」7% であった。学習者 8 名中、「マジャマ」、「マジェマ」はほぼ全員が正確に発音できたのに対し、「マジョマ」「マジュマ」は正確に発音できなかったのは 2 名のみだった。「ザ行音」より「ジャ行音」の方で正確度が低いということは、「ジャ行音」より「ザ行音」の方が難しいというこれまで指摘されてきたことと反対の傾向を示している。

1.2.4 実験音声学的手法を用いた研究

最後に、実験音声学による手法を用いた研究を挙げる。

司空 (2002) は、日本語と韓国語の破擦音の閉鎖持続時間と摩擦区間長をもとに音声学的手法による分析を行なっている。これによれば、韓国人日本語学習者による日本語の破擦音は、語頭の無声破擦音では、韓国語の激音、濃音に相当する破擦区間、有声破擦音では、平音に近い破擦区間を示し、語中における有声無声の区別は緊張の度合いによって区別を行なうとしている。

司空 (2004) はパラトグラフィを用い、韓国人話者と日本語話者 2 名ずつに「ザ行音」「ジャ行音」を発音した際の舌と口蓋の接触について分析を行なっている。これにより、日本語話者では「ザ行音」は歯茎部で狭窄が行なわれるが、「ジャ行音」は歯茎硬口蓋部で狭窄が行なわれ

ることが確認された。一方で、韓国語話者はともに歯茎硬口蓋部で狭窄が行なわれていた。よって、「ジャ行音」に関しては両者の接触パターンに違いはない。ただし、接触面の広さでは韓国語話者の方が広く、舌の位置が韓国語話者の方が高いとしている。

1.2.5 従来の研究の問題点と本研究の方針

このように、いわゆる「ザ行音」と「ジャ行音」の誤用については過去に多くの指摘がなされており、韓国語と日本語の相違による学習困難点という事実として受け入れて問題はないだろう。しかし、従来の研究では日本語母語話者の主観判定や学習者本人の自己判定による方法が多く採択されており、学習の困難さを客観的な手法で示した研究はあまり多くは見られないことが分かる。特に、学習者の聞き取り能力の実態を明らかにするために聴取テストが行なわれているが、これらは回答が選択式であるため偶発的な正答である場合も少なからずあり、この結果から実際に韓国人日本語学習者がどの程度正しく聞き分けられているのかを正確に判定することは難しい。さらに、誤用が起きる原因は、そもそも両者の音の違いを周波数成分、音圧、音質等の物理量として知覚できていないためなのか、それとも、脳内情報処理の過程で何らかの理由から差異を認識できなくなってしまうためなのか、その点を聴取実験のみで明らかにすることは不可能である。

本稿では、従来の研究の問題を解決する 1 つの手段として事象関連電位 (ERP) を用いた脳波実験を行なうことを提案する。特に、MMN、N2b、P300 の 3 種の ERP 成分を用いた検証を行なうこととする。1.3 節では、これらの ERP 成分の特徴について述べる。

1.3 指標となる MMN、N2b、P300

「ザ行音」と「ジャ行音」の聞き分けに困難を示している韓国人学習者がどのレベルで聞き分けできていないのか、ERP 成分における MMN、N2b、P300 に注目することで検証が可能ではないかと考える。

MMN¹⁰ (Mismatch negativity: ミスマッチ陰性電位)、N2b とは、聴覚または視覚刺激によるオドボール課題において低頻度刺激の認知に関連して生じると考えられている ERP 成分である。加算平均法で得られた波形同士を引算することで抽出される。

MMN は、無視条件下 (inattend condition) のオドボール課題で得られた低頻度刺激の波形から標準刺激の波形を引算した際にあらわれる ERP 成分で、潜時 100～200ms に出現する陰性電位である。後述する N2b、P300 は刺激に注意を向けていないと出現しない電位であるが、MMN は刺激に注意を向けていなくても¹¹現れる。すなわち、無意識的に刺激の識別を開始する際の自動処理を反映していると考えられている。Näätänen 他 (1978) の聴覚刺激による実験によって発見された。

N2b は、注意条件下 (attend condition) のオドボール課題で得られた低頻度刺激の波形から標準刺激の波形を引算した際にあらわれる ERP 成分で、潜時 200～300ms に出現する陰性電位である。直前に MMN が出現するが、MMN と違う点は刺激に意識を向けていないと出現しない¹²

¹⁰ MMN、N2b、P300 については、大熊 (1999)、加我他編 (1995)、丹羽他 (1997)、入戸野 (2005)、堀他 (1999)、前川 (2006)をそれぞれ参考にしてまとめている。

¹¹ たとえば、刺激提示中にそちらへ意識を向けないようにするために、読書などのほかの作業に集中させて実験を行う。

¹² 無視条件下であっても N2b が出たという報告もある (Squires 他(1975)) が、標準刺激と低頻度刺激の質の差があまりに大きかったために無視しきれず、受動的注意をひきおこしていたためではないかと考えられている。

点である。したがって、刺激の弁別の意識的な処理過程を反映していると言われている。通常、N2b の出現後に P300 が続く。投石他 (1990) での実験でも、意識条件下において N2b が観察されている。

P300 は、低頻度刺激にのみ注意をむけさせるオドボール課題で得られた低頻度刺激の波形から標準刺激の波形を引算した際にあらわれる正中部 (特に頭頂部) 優位の ERP 成分で、Sutton 他 (1965) によって発見された。潜時 300~400ms に出現する陽性電位である。P300 波形に slow wave が後続するという特徴を有する。

MMN、N2b、P300 は、低頻度刺激を知覚しているのか、知覚しているのであればそれが意識的なのか無意識的なのかを判断するひとつの指標である。意識的に知覚するとはすなわち、低頻度刺激が標準刺激と異なるカテゴリーに属していると認識することである。それに対し無意識的な知覚とは、カテゴリーの分類はしていなくとも両者の音の物理量が聞き分けられるということになる。

したがって、低頻度刺激をまったく識別していなければこれらの EPR 成分のどれも認められず、刺激音の物理量が聞き分けられていれば MMN が出現し、音のカテゴリーの分類が意識的に行なわれていれば MMN に加えて N2b、P300 が出現する傾向にあるといえる。

2. 目的

上述した先行研究においても、韓国人日本語学習者にとって「ザ行音」と「ジャ行音」は、発音だけでなく聞き分けることも難しいという指摘がなされている。しかし、従来行なわれてきた方法では明らかにできない問題の側面がある。

第一に、聞き分けられないというのはいったい何を意味しているのかという問題がある。日本語の「ザ行音」にあたる子音が韓国語には存在しないので、韓国語母語話者が「ザ行音」を聞いた際にこれを「ザ行音」というカテゴリーに分類することは難しいだろう。しかし、「ザ行音」と「ジャ行音」の両者を聞いた際に、これらがまったく同じ音だと知覚しているとは限らない。これらの音を別の音のカテゴリーに分類することはできなくても、それぞれの物理量の違いについては知覚している可能性も考えられる。聴取の様相をより正確に把握するには、聴取テスト以外の方略を用いる必要がある。

第二に、聴取テストでほぼ完璧に聞き分けができると判定された韓国人学習者について、日本語母語話者との間に違いがあるかどうかを、得点からだけでは判断することはできないという問題がある。聴取テストの結果だけで日本語学習者が日本語母語話者とまったく同じように音を識別していると断定はできない。このことも、従来行なわれてきた聴取実験による研究では明らかにできない問題である。

以上に挙げた問題点から、音がどのように認知されているかを知るには従来の聴取テストや発音テストでは限界があることがわかる。そこで本稿は、新たに ERP、特に MMN、N2b、P300 の 3 つの観点から、韓国人日本語学習者と日本語母語話者の知覚の違いを明らかにすることを目的とする。「ザ行音」「ジャ行音」の物理的な音の違いの知覚については MMN の有無によって検証し、さらに、「ザ行音」「ジャ行音」の識別ができる韓国人学習者と日本語母語話者との差異についても、意識的な音の区別に関連する P300 および N2b を観察することによって検証を試みる。

3. 方法

3.1 被験者

日本語を調音する際に「ザ行音」と「ジャ行音」を混同している韓国人日本語学習者 20 名に被験者として協力いただいた。年齢は 26～36 歳 (平均 29.9 歳)、全て右利きである。また、結果を比較する統制群として、「ザ行音」と「ジャ行音」とに混同がない日本語母語話者 25 名 (年齢 20～28 歳 (平均 23.0 歳)、全て右利き) にもご協力いただいた。

3.2 実験器材

取り込みに関しては、増幅器である NEC 社製 BIOTOP 6R12 型生体アンプを、NEC 社製 PC9821 Xv20 型コンピュータに CANOPUS 社製 ADX-98H 型 A/D 変換ボードを介して接続した装置を用いた。増幅器の設定は、低域遮断フィルタ 0.5Hz、高域遮断フィルタ 60Hz、感度 50 μ V/fs に設定である¹³。加算器は、キッセイコムテック社製 EPLYZER を先述したコンピュータの MS-DOS 上で動かした。取り込みの際の設定は、サンプリングレート 500Hz、プリトリガ-100ms、取り込み時間は-100～1000ms で、加算回数は 30 回¹⁴に設定した。

電極の配置は、国際 10-20 法¹⁵に基づく配置に従って、Fz (前頭部中央)、Cz (中心部中央)、Pz (頭頂部中央)の 3 チャンネルを選択した。なお、基準電極は耳朶とし¹⁶、同側耳朶法 (STD) による基準電極導出法を用い、ボディアース¹⁷は前頭極部中央 (Fpz) につけた。電極の装着については、Electro-Cap International 社製エレクトロキャップ ECI-2 を被験者の頭部にかぶせ、同社製 electro-gel を注入して行なった。

音源装置は、IBM 社製 PS/V Model2408 型コンピュータのヘッドフォンジャックから、Technics 社製 Stereo Flat Preamplifier 70A 型プリアンプ、同社製 Stereo Power Amplifier Technics 60A 型アンプを介して、同社製 2-Way Speaker SystemsecB-6000 型スピーカに接続し、被験者に刺激音をフリーフィールドで聞かせた。また、同コンピュータのプリンターポートからトリガ信号を発信し、生体アンプを介して取り込み用コンピュータに接続し、EPLYZER で取り込めるよう設定した。なお、刺激音と刺激音との間隔 (ISI: interstimulus interval) は 2500ms に設定し、刺激音の再生音圧は 65dBSL¹⁸に設定した。

¹³ 生体アンプの設定に関しては、日本脳波・筋電図学会(現日本臨床神経生理学会)(1985)における「誘発電位測定指針(案)」および同学会(1989)における「臨床脳波検査基準 1988」に基づいた数値に設定しており、本実験で用いた生体アンプの標準設定となっている。なお、加我君孝他編(1995: 15)において、現在市販されている脳波形が ERP 記録に要求される条件を満たし、スペック上問題がない点について指摘している。

¹⁴ 加算回数は ERP の場合 20～50 回が推奨されている。日本脳波筋電図学会(1985)参照。加算平均法は、 α 波などの背景脳波が通常 ERP より振幅が大きいため、反応波(S)と背景ノイズ(N)の比である S/N 比を大きくさせることで反応波を分離し、きれいな脳波にするための方法である。ただし、多ければよいわけでもなく、多すぎると実験施行にかかる時間が長くなってしまい、その結果、被験者の疲労によるアーチファクトが増大するといったことによって、波形が曖昧になりデータの信憑性が問われる。従って、双方にとって適度な回数を設定する必要がある。本実験では、アーチファクトを考慮しつつ、被験者にあまり負担にならない程度にすべく、30 回とした。なお、加算平均法に関しては、加我君編(1995)および渡邊編(1999)参照。

¹⁵ モントリオール大学の Jasper 氏によって提唱され(Jasper(1958)参照)、国際脳波学会が標準方式として推奨している電極配置法。鼻根～後頭結節と左右両耳介前点(あるいは外耳孔)間を 10%および 20%で分割した位置に電極を装着するというもの。

¹⁶ 日本脳波・筋電図学会(1985)参照。

¹⁷ 交流障害を避けるために測定用の電極以外につける電極。

¹⁸ SL は、感覚レベル (Sensitive Level, Sensation Level) を示し、各個人の最小可聴域を $P_0=0$ dB とするもの。なお、事象関連電位を計測する際の刺激音における再生音圧は 40～75dBSL が標準的である。渡邊編 (1999) 参照。

3.3 分析資料 (刺激音)

日本語 (共通語) 母語話者が調音した「ザ」および「ジャ」を用いた。サンプリングレート 44.1kHz・量子化 16bit で wave ファイル化した音を刺激音とした。刺激音の持続時間長は約 300ms、母音の定常部の始まりは約 100ms である。

3.4 実験手順

本実験が「ザ行音」「ジャ行音」の識別を目的とした実験であることを告げ、シールドルーム内¹⁹に入室後、安楽椅子に座ってもらい、エレクトロキャップ装着を行なった。また、半眼かつ口を半開き状態で、視線より下方の 1 点を定め注視してもらうよう指示した²⁰。

ERP 導出のための課題として、標準刺激を「ジャ」、低頻度刺激を「ザ」として、7:3 の割合に設定し、「ザ」を識別させるオドボール課題を行なった。

被験者には、紙に文字で記した「ざ」を提示し、「この音が出てきたら、出たと思ってください。その際、悩んで前にさかのぼることなく、次々に判断してください。」と指示した。

また、脳波実験終了後に、聴取テストを行なった。脳波実験で用いた 2 種類の刺激音からそれぞれ 20 問ずつ聞き取らせ、「ざ・じゃ」といったように記した回答用紙から聞こえた方に○をつけさせる作業を行なわせた。

3.5 解析手順

解析に際して、被験者を聴取テストの結果をもとにグループ分けを行なった。

解析ソフトは、キッセイコムテック社製 EPLYZER を用いて行なった。まず、グループごとに「ザ」と「ジャ」それぞれを聞いたときの脳波のグランドアベレージを算出した。その後、MMN、N2b、P300 波形を観察するためにそれぞれのグループのグランドアベレージにおいて「ザ」を聞いた際の脳波から「ジャ」を聞いた際の脳波を引算した波形を算出した。スムージング処理に関しては、多項式適合法²¹で 21 にした。

以上のように算出した波形を重ね書きし、各成分波をグループごとに比較・観察した。

なお、眼球運動や体の振動によって生じた筋電によるアーチファクト²²に関しては、同ソフトの RAW データ再加算を用いて、目視によって除去した。また、 α 波などの背景脳波が全体に及んでいる場合も、同様の手順で除去した。

4. 結果

解析に際して、瞬目等によるアーチファクトが脳波に多く重畳していた被験者 2 名を除外した。さらに聴取テストの結果をもとに、以下のように 4 つのグループに分けた。テストの点数は 20 点が満点である。

¹⁹ 実験施行時は薄暗い暗室状態となる部屋である。

²⁰ 日本脳波・筋電図学会 (1985) で、開眼記録を勧めている。閉眼では α 波などの背景脳波が増えるので避けるが、開眼でも必要以上に力が入ると眼球運動によるアーチファクトが過度に入るため、力を抜いた半眼、すなわち半開きの状態にした。瞬きについては、なるべく我慢してもらい、どうしても我慢できない時はできるだけまとめてしてもらうよう指示した。なお、口を半開きにしてもらったのは、歯を噛みしめた際に生じる筋電を避けるためである。また、視角が大きいと眼球運動が生ずるため、視点を下方に注視させることで固定させた。加我君孝他編 (1995) 参照。

²¹ 生波形の形を変えずにスムージングを行なうことができる方法。

²² ここでは、対象となる ERP を打ち消してしまうような要因を指す。従って、ERP より振幅の大きい α 波などの背景脳波や、さらに大きな電圧となる眼球運動などの筋電などがアーチファクトに該当する。大熊 (1999: 60) 参照。

- (1) 日本語母語話者 (20 点) : 25 名
- (2) 韓国人日本語学習者 (20 点) : 6 名
- (3) 韓国人日本語学習者 (19～16 点) : 6 名
- (4) 韓国人日本語学習者 (15 点以下) : 6 名

上の 4 グループの波形を重ね書きしたものを以下の図 1 に示す。

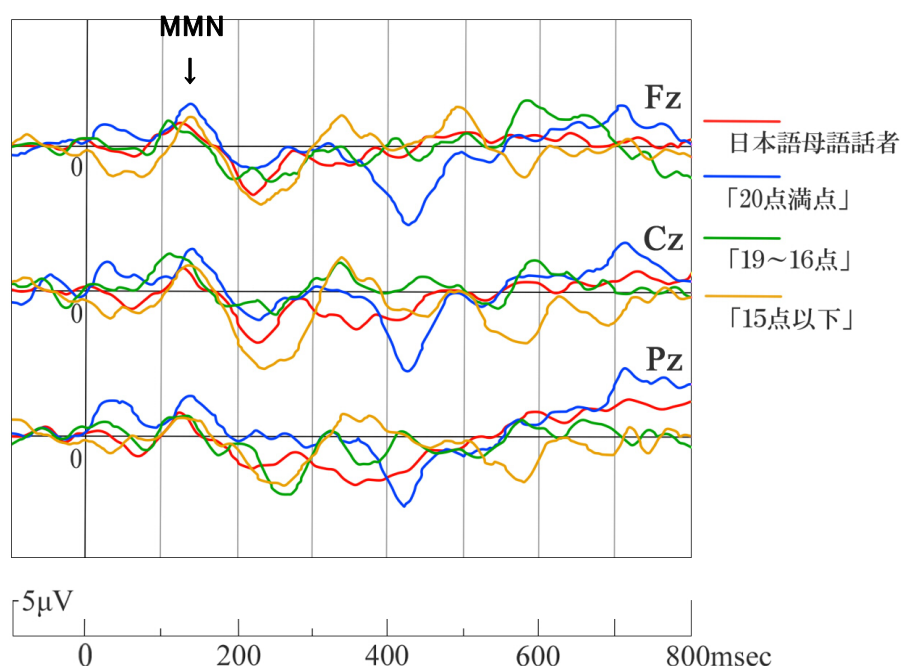


図 1 4 グループのグランドアベレージ波形

4.1 MMN の出現

日本語母語話者、及び韓国人学習者の全てのグループにおいて、得点層に関わらず Fz、Cz、Pz で 100～200ms 間に MMN が観察できた。上の図 1 に示した矢印の部分が、MMN 波形である。

各グループの MMN の潜時を以下の表 1 に示す。以下の表から、全てのグループで MMN は 110～140ms 付近に現れており、グループごとの潜時にはそれほど違いがないことがわかる。

表 1 各グループの MMN 潜時

	日本人	20 点	19～16 点	15 点以下
Fz	134	110	136	124
Cz	134	110	142	128
Pz	124	134	138	124

(ms)

4.2 N2b の出現

以下の図 2 に、日本語母語話者と韓国人日本語学習者「20 点満点」グループの波形を重ね書きしたものを示す。

日本語母語話者において、特に Cz、Pz で 270～280ms 近傍に N2b が観察された。「20 点満点」のグループでは Fz、Cz で 200～350ms にかけてゆるやかな陰性電位の山が見えるが、日本語母語話者のようなはっきりとした山ではなく、N2b として認められるかはいささか疑問である。

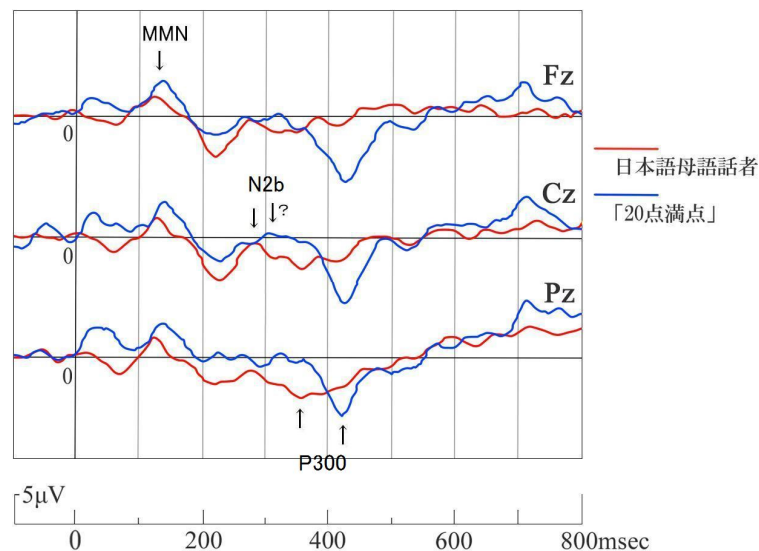


図 2 日本語母語話者と韓国人学習者「20 点満点」のグランドアベレージ波形

次に、韓国人日本語学習者「19～16 点」「15 点以下」のグループの波形を以下の図 3 に示す。この図からもわかるとおり、「19～16 点」「15 点以下」においては N2b 波形は観察されなかった。

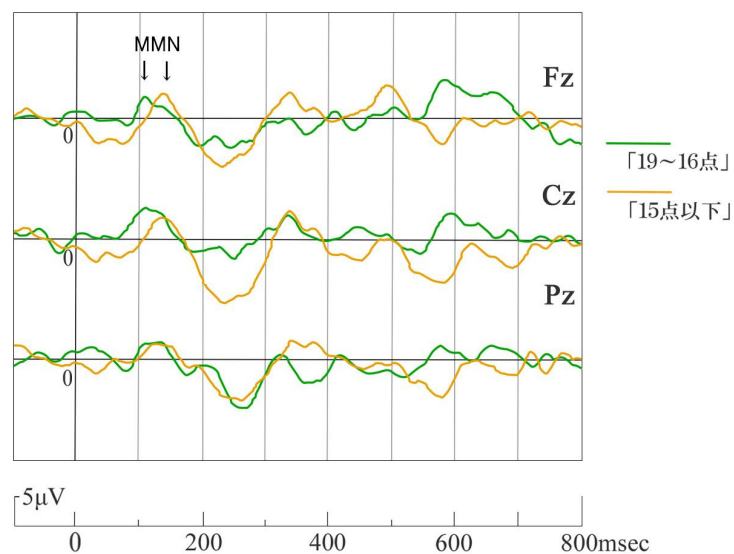


図 3 韓国人学習者「19～16 点」「15 点以下」のグランドアベレージ波形

4.3 各グループにおける P300 の比較

上の図 2 から、日本語母語話者では Fz、Cz、Pz、とくに Pz で 350ms 近傍にそれほど電圧は大きくないものの P300 が観察できる。一方「20 点満点」では Fz～Pz 全てで P300 が観察されたが、潜時は 420ms 付近と、日本語母語話者よりも遅く現れている。

一方、「19～16 点」、「15 点以下」のグループでは 300～400ms にかけての区間の陽性波がはっきりせず、P300 波形に後続する slow wave も見られない (図 3)。このことから、この 2 グループのグランドアベレージ波形には P300 が出現していないと言える。

5. 考察

5.1 本研究における各成分の解釈

まずは各成分の、本研究における解釈を述べる。前述したとおり、N2b、P300 はオドボール課題で刺激に注意を向けた際、低頻度刺激に現れる成分である。本研究の脳波実験では、各被験者は /ザ/ という低頻度の刺激音が出たときにそれを意識するという課題を行なっている。したがってこれらの成分の定義を今回の実験パラダイムに照らせば、[ɬa] の音を聞いた際に被験者がそれを /ザ/ という音のカテゴリーが /ジャ/ という音のカテゴリーと異なるカテゴリーであると意識していれば、これらの成分が出現するということになる。端的に言えば、被験者が低頻度刺激である [ɬa] を聞いた際、その音のカテゴリーを正しく識別できていれば、N2b、P300 が現れると言えるだろう。

MMN は N2b、P300 と異なり、被験者が刺激に意識を向けていても向けていなくても現れる成分である。したがって本研究の実験においては、被験者が /ザ/ の音のカテゴリーを /ジャ/ とは異なるカテゴリーであると識別できていなくても現れうる。具体的には、被験者が聞いた標準刺激の [ɬa] と低頻度刺激の [ɬa] が違う音であるということが知覚できていれば、この成分は出現すると考えられる。端的に言えば、それぞれの音を正しい音のカテゴリーに照合できなくとも、両者の音の物理量の違いが聞き取れていれば MMN が現れるものと解釈できる。

5.2 各グループの「ザ行音」「ジャ行音」識別の様相

各成分波が各グループの波形に出現しているか否か、また、どのように出現しているかを以下の表 2 にまとめた。なお、該当する成分波が現れている場合は「○」、現れていない場合は「×」、曖昧である場合は「△」で示してある。

表 2 各グループにおける各成分波の出現傾向

	MMN	N2b	P300
日本語母語話者	○	○	○ (350ms)
学習者「20 点満点」	○	△	○ (420ms)
学習者「19～16 点」	○	×	×
学習者「15 点以下」	○	×	×
	物理量 の識別	音のカテゴリーの識別	

まずは日本語母語話者と 20 点満点の学習者の 2 グループについて述べる。この 2 グループは聴取テストにおいて満点を取っているグループである。両者とも MMN が現れている (表 1、図

2)。このことから、この 2 グループは同様に 2 種類の刺激音の物理量の差を識別していると考えられる。

しかし、この両グループについて N2b、P300 を比較すると、その現れ方に明確な違いが見えてくる。母語話者では N2b がはっきり観察されるのに対して、20 点満点の学習者の波形からは鮮明な N2b 成分は観察できない。鮮明に成分波が現れないのは、スムーズに情報処理が行なわれていないからだと推測できる。

一方、P300 に関しては両グループともにはっきりと観察できる。このことから、両グループともに音のカテゴリーの識別ができていていると考えられる。しかし、日本語母語話者では 350ms 近傍に現れているのに対し、20 点満点の学習者では 420ms 近傍と大きく遅れており、情報処理に時間がかかっているということがわかる。福盛 (2004) では P300 の出現率から「20 点満点」の朝鮮語母語話者に関しては、日本語母語話者と傾向が異ならないと解釈できる」としている。たしかに P300 の出現の有無という点では日本語母語話者と「20 点満点」との間に差はない。しかし今回、両グループのグランドアベレージ波形を比較することで、韓国語母語話者「20 点満点」の方が潜時が遅くあらわれていることが分かった。

以上のことから、「20 点満点」の学習者は日本語母語話者と比して意識的な音のカテゴリー識別の処理がスムーズに行なわれていないと考えることができる。端的に言えば、日本語母語話者がスムーズに音のカテゴリーの識別をしているのに対し、「20 点満点」の学習者は識別に迷いが生じているという解釈が成り立つ。聴取テストではこれら 2 グループの間に差は観察できなかったが、脳波実験ではじめて両者の聴覚情報処理の仕方の違いが明らかになったと言える。

次に、「19~16 点」「15 点以下」の学習者であるが、注意条件下で現れるべき P300 と N2b は全く出現していない。このことから、2 種の音の意識的な識別はできていない、すなわち、音のカテゴリーの違いは認識できていないと言えるだろう。この結果については、聴取テストの結果と矛盾しない。

しかしながら、これらのグループの波形にははっきりと MMN 波形が観察された。MMN は前述のとおり、無視条件下で特によく観察される成分である。このことから、これらの学習者は 2 種の音の違いを意識的に区別することはできなくても、物理量の違いは識別しているということができる。

この 2 グループは、聴取テストの結果からは正しく両者を聞き分けられない場合があるということになるが、脳波実験の結果から聞き分けができないというのがどの過程での問題なのかを窺えた。すなわち、聴取テストで誤答をした学習者は [ɬa] と [ɕa] という 2 種の音の物理量の違いが識別できないために聞き分けが困難になっているわけではないと考えられる。あくまで聴いた刺激音がどの音のカテゴリーに属するのか意識的に判別することができないために、聞き分けを誤ったと言える。以上のことにしても、従来行なわれてきた聴取テストのような方法では明らかにすることができない、新たな知見である。

5.3 言語音の処理過程モデル

5.2 節で、MMN、N2b、P300 を観察することによって脳波実験結果から得られた知見を示した。その中で、MMN は音の物理量の識別という過程、N2b、P300 は言語音のカテゴリー識別の過程を反映しているであろうことを述べた。これらの知見をもとに、言語音の識別時の情報処理過程をモデル化した。

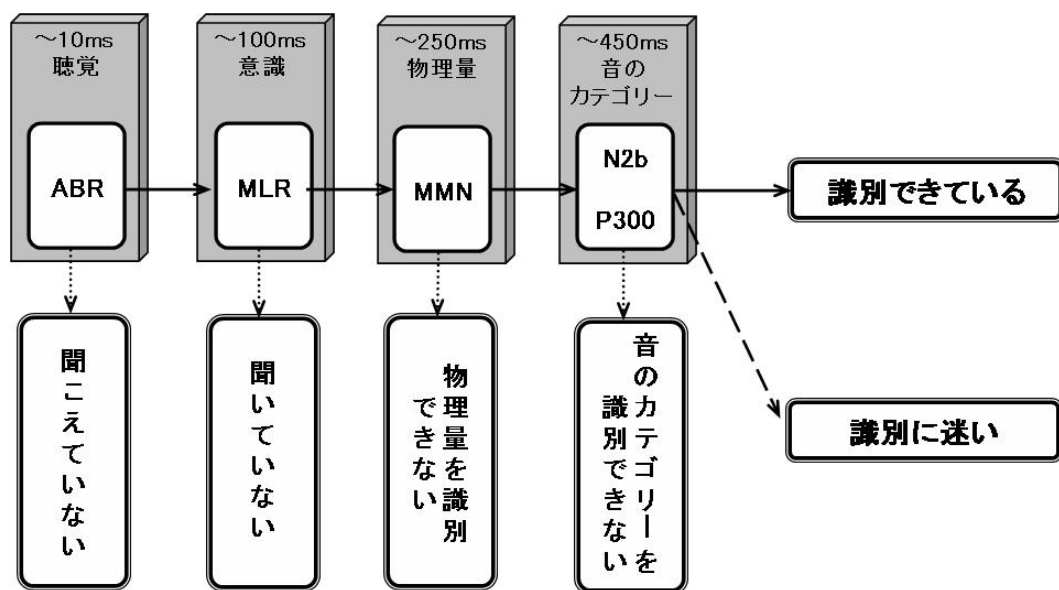
図 4 に、聴覚情報処理の過程をフローチャート化した。今回指標とした ERP 成分だけではなく、音刺激が中枢聴覚路を通じて脳の聴皮質に至るまでの、より短い潜時に観察される聴性誘発電位から記述している。つまり、音が聴覚神経を興奮させる時点から、言語音のカテゴリーが識別される時点までを示した図式である。以下でこのモデル図の詳細を示す。

音が聞こえると²³、まず 10ms までの短潜時に聴性脳幹反応 (ABR) が現れる。ABR は聴性誘発電位の一種で、音を聞いた際の蝸牛神経と脳幹の反応を記録したものである。意識や睡眠状態などに影響されず、臨床的には聴神経の検査、脳死判定などに用いられることから、音が聞こえていれば出現する反応と言える。すなわち、これが現れなければ音が「聞こえていない」ということを示している。

次に、100ms までの中潜時に聴性中間潜時反応 (MLR) が現れる。MLR は ABR に続いて現れる聴性誘発電位の一種である。脳幹と聴皮質の反応を記録したもので、ABR とは睡眠時などには出現性が悪くなるという点で異なる。被験者の意識レベルによって出現性が左右されることから、これが現れなければ音を「聞いていない」と言うことができる。

次に、MMN が 200ms までの間に現れる。MMN は 1.3 節で述べたとおり、無視条件下のオドボール課題で鮮明に記録される電位である。2 者の刺激の違いが意識できなくとも、無意識的に識別できていれば現れるということである。すなわち言語音の識別についてのオドボール課題においては、刺激音の物理量の識別ができていればこの成分が現れ、識別できていなければ現れないということになる。

さらに、300ms 付近に N2b・P300 が現れる。これらは、注意条件下のオドボール課題でしか現れない、2 種の刺激の違いが意識されないと生じない成分である。したがって、オドボール課題においてこの成分が現れなければ、2 種の音のカテゴリーを識別できていないと判断できる。逆にこれらの成分が現れていれば、2 種の音のカテゴリーを判別できているということになる。またこれらの反応が遅れたり鈍かったりした場合、その識別に迷いが生じていると解釈することができる。



(実線:「反応あり」、点線:「反応なし」、破線:「反応が鈍い・潜時に遅れ」)

図 4 分節音における聴覚情報処理過程モデル

²³ 音が聞こえてから ABR、MLR が記録される段階までについての記述は、青柳 (2010) を参考にした。

以上のモデルは、さまざまな言語音の識別に関する研究に利用できるものだろう。特に今回指標とした MMN、N2b、P300 といった ERP 成分を観察することによって、言語音がどのように聞き分けられているかを、客観的に観察することができると考える。

6. 結語

ERP を用いた本研究の結果から、従来行なわれてきた聴取テストを用いた研究からでは決して得られない知見が得られた。

一つ目としては、聴取テストでは誤りのあった韓国人日本語学習者は、意識的に/ザ/と/ジャ/の音のカテゴリーを識別することはできていないものの、無意識に音の物理量を識別している可能性が考えられる。従来型の聴取テストでは「どの程度聞き分けられるか」という一元的な評価しか行なえなかったが、本研究では「聞き分ける」という音の聴覚情報処理がどの過程まで行なえていてどの過程から識別ができなくなるのか、ある程度明らかにできたと言える。聴取テストではあまり聞き分けができなかった学習者でも、無意識的に音の物理的な差異は判別している可能性が高いことが示された。

また二つ目の新たな知見として、学習者の「20 点満点」グループに関することが挙げられる。従来の研究と同様に聴取実験の結果だけを見れば、このグループの被験者は日本語母語話者と同様の聞き分けができていないと判断される。しかし、ERP 成分を観察すると刺激の意識的な判別に関わる P300 と N2b の出現傾向が異なっていた。このことは、たとえ聴取テストで 20 点満点を出した学習者とはいえ、「ザ/ジャ」の音のカテゴリーの識別に迷いが生じていたか、もしくは日本語母語話者とは異なる方略を用いている可能性を示唆するものである。

以上の知見から、韓国人日本語学習者の「ザ行音」と「ジャ行音」の聴覚情報処理過程は聞き分けの巧拙を問わず、日本語母語話者とは異なることが確認された。ここで特筆しておきたいのは、学習者の「20 点満点」のグループが日本語母語話者とは異なる方略を用いているにせよ、聴取テストでは日本語母語話者と同レベルの回答をしていることである。このことから、必ずしも聴覚情報処理過程が母語話者と同様の傾向を見せなくとも、母語話者と遜色のない聞き分けが可能であると考えることができる。

さらに本研究から得られた以上の知見をもとに、分節音を聞き分ける際の情報処理過程モデルを示した。このモデルは本研究のような韓国人日本語学習者の日本語音声の聞き分けについての研究のみならず、さまざまな言語音の聞き分けに関する研究に援用しうる。特に、MMN によって音の物理量の差を聞き分けられているかを判断することができ、N2b、P300 を記録することで被験者が言語音のカテゴリーを識別できているのかを観察することができるということを、本研究の実験結果から示すことができた。

本研究では韓国人日本語学習者の「ザ行音」「ジャ行音」の識別について実験を行なったが、ほかのあらゆる分節音識別の課題について本研究と同様の観点、手法にのっとった研究はほとんど存在しないだろう。今後はさまざまな分節音の聞き分けについて同様の実験を行なうことで、本研究で提案したモデルを精査していくべきだと考える。

【参考文献】

- 青柳優 (2010)「1. 聴性誘発電位 (シリーズ教育講座「めまい平衡医学領域の生理機能検査—そのとりかた、よみかた、ピットフォール—)」『Equilibrium Research』69(3):113-126
文化庁 (1971)『音声と音声教育』大蔵省印刷局

- Fitzgerald, P. G. and T. W. Picton (1983) 'Event related potential recorded during the discrimination of improbable stimuli.' *Biological Psychology* 17: 241-276
- 福盛貴弘 (2004)「朝鮮語母語話者における「ザ」と「ジャ」の識別に関する聴覚音声学的研究」『茨城大学留学生センター紀要』2: 61-72
- 堀浩・高橋光雄・下河内稔・井上建・西浦信博 (1999)『脳波・筋電図用語事典』永井書店
- 許舜貞 (2003)「上級日本語学習者の「ザ行音」及び「ジャ行音」の習得—韓国語母語話者の場合—」『日本音声学会第17回全国大会予稿集』201-206
- 許舜貞 (2004)「韓国人日本語学習者における「ジャ行音の逆転現象」」『日本語教育国際研究大会予稿集発表』47-52
- 稲葉継雄 (1978)「韓国人の日本語学習における困難点—発音を中心として—」『外国人と日本語』4:63-78
- 加我君孝・古賀良彦・大澤美貴雄・平松謙一 編 (1995)『事象関連電位 (ERP) マニュアル—P300を中心に—』篠原出版
- 加藤翹子 (1978)「韓国人に対する日本語教育」『日本語教育』35:65-79
- 李炯宰 (1991)「韓国人の日本語学習者の音声教育に関する研究—発音および聞き取り上の問題を中心に—」『日本語と日本文学』12:21-38
- 松崎寛 (1999)「韓国語話者の日本語音声—音声教育研究の観点から」『音声研究』3(3): 26-35
- 前川敏彦・飛松省三 (2006)『事象関連電位とミスマッチ陰性電位』Version1.0: 九州大学大学院医学研究院脳研臨床神経生理
- Näätänen, R., A. W. K. Gaillard and S. Mantysalo (1978) 'Early selective-attention effect on evoked potential reinterpreted.' *Acta Psychologica* 42 : 313-329
- 投石保弘・下河内稔 (1990)「弁別課題にみられる初期陰性成分の分析—NA, MMN, N2bの比較検討—」『生理心理学と精神心理学』8:19-30
- 中東靖恵 (1998)「韓国語母語話者の英語音声と日本語音声—聞き取り・発音調査の結果から—」『音声研究』2(1):72-82
- 日本脳波・筋電図学会 (1985)「日本脳波・筋電図学会誘発電位測定指針(案)」『脳波と筋電図』13:97-104.
- 入戸野宏 (2005)『心理学のための事象関連電位ガイドブック』北大路書房
- 丹羽真一・鶴紀子 (1997)『事象関連電位』新興医学出版社
- 野間秀樹 (2007)「音韻論からの接近」野間秀樹編著『韓国語教育論講座 第一巻』257-277
- 小河原義朗 (1997)「発音矯正場面における学習者の発音と聞き取りの関係について」『日本語教育』92:83-94
- 大熊輝雄 (1999)『臨床脳波学』医学書院
- 司空煥 (2002)「韓国語話者による日本語破裂音の音響的特性に関する考察」『阪大日本語研究』14: 39-60
- 司空煥 (2004)「韓国語話者による「ザ行音」の調音的特性に関する研究—パラトグラフィによる分析から—」『信学技報』SP2004-20: 5-10
- Squires, N. K., K. C. Squires and S. A. Hillyard (1975) 'Two varieties of long-latency positive waves evoked by unpredictable auditory stimuli in man.' *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 38: 387-401
- Sutton, S., M. Braren, J. Zubin, and E. R. John (1965) 'Evoked-potential correlates of stimulus uncertainty.' *Science* 150: 1187-1188

寺村喜四男 (1945) 『大東亜諸言語と日本語—発音を中心として—』大雅堂

梅田博之 (1985) 「韓国人に対する日本語教育と日本人に対する朝鮮語教育」『日本語教育』55: 48-58

渡邊千晴編 (1999) 『脳誘発電位測定ハンドブック』メディカルシステム研修所

山田幸宏 (1963) 「朝鮮人の日本語認知における難易度の測定について」『日本語教育』3: 19-33

Distinction between [dz] and [ɟʑ] among Korean Learners of Japanese

Ayumi MARUSHIMA^{†1}, Mai KIRIKISHI^{†2}, Takashi NINOMIYA^{†3},
Kazuki WATANABE^{†4}, Yurie HAYAKAWA^{†5} & Takahiro FUKUMORI^{†6}

As there is no [ɟʑ] phoneme in the Korean language, it is said that many Korean Japanese learners cannot distinguish between syllables of the z series (“za-gyô on”) and those of the j series (“ja-gyô on”). This fact has been revealed mainly by studies using hearing tests.

The purpose of this paper is to clarify how the learners distinct z series sounds from j series sounds using ERPs (Event Related Potentials).

In our experiment, first, we conducted a hearing test to analyze the ability of Japanese native speakers and Korean Japanese learners to distinguish between [dsa] and [ɟʑa]. Next, the subjects listened to a set of Japanese natural speech sounds /za/ and /ja/ played through ERP equipment. The ERPs were recorded, and later analyzed in order to investigate how well the informants had recognized the sounds.

These results suggest (i) that even the Korean learners of Japanese who obtained relatively low scores in the hearing tests were able to distinguish the sounds through the differences in their acoustic qualities unconsciously, and (ii) that the other Korean students who obtained perfect scores like their Japanese counterparts used different strategies to discriminate these sounds.

^{†1}*Doctoral Program in Literature and Linguistics*

University of Tsukuba

1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8571, Japan

E-mail: ayumi_marushima@yahoo.co.jp

^{†2}*Research Fellow of the Japan Society for the Promotion Science*

Doctoral Program in Literature and Linguistics

University of Tsukuba

1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8571, Japan

E-mail: mkiri6pp@yahoo.co.jp

^{†3}*Doctoral Program in Literature and Linguistics*

University of Tsukuba

1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8571, Japan

E-mail: s0430062@u.tsukuba.ac.jp

†4*Doctoral Program in Literature and Linguistics*

University of Tsukuba

1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8571, Japan

E-mail: fumufumufumufumufumufumufumufumufumufumufumufumufumu@hotmail.com

†5*College of Humanities*

University of Tsukuba

1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8571, Japan

E-mail: ton.ton.tong@gmail.com

† 6*Faculty of Foreign Languages*

Daito Bunka University

1-9-1 Takashimadaira, Itabashi, Tokyo 175-8571, Japan

E-mail: ICG01649@nifty.com