

研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2006～2008  
 課題番号：18520397  
 研究課題名（和文） 日本語アクセントの無意識処理に関する脳科学的接近  
 研究課題名（英文） Neuro-scientific Approach to the Automatic Detection of Japanese Accent  
 研究代表者  
 有富 美代子（ARITOMI MIYOKO）  
 茨城大学・人文学部・教授  
 研究者番号：30125794

研究成果の概要：外国人日本語学習者のアクセントは、無意識のうちに上達する場合が多い。本研究では、日本語母語話者及び日本語学習者について、二つのアクセント型による3音節無意味語を無意識に聞いた時の脳内処理を検討した。その結果、アクセントの型の違いによって脳の反応は異なり、その差は発話末における声の高さ下降に由来するものと考えられる。しかし、日本語母語話者と日本語学習者間での差は小さく、本研究で用いた無意味語については、母語の違いの影響は少ないものと考えられる。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	2,300,000	0	2,300,000
2007年度	500,000	150,000	650,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	360,000	3,860,000

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：言語学・日本語教育

キーワード：無意識、日本語アクセント、アクセント型、ピッチ下降現象、第二言語習得、日本語学習者、脳波測定、認知神経科学

## 1. 研究開始当初の背景

外国人日本語学習者によるアクセント習得過程には、意識的な学習もあるが、それよりむしろ、日本語全般の学習が進むにつれて、アクセントが無意識の状態ですべて習得に近づくことが多い。第二言語習得理論によると、一度正しいアクセントを使っても、それは習得を意味するわけではなく、正しいアクセントと誤りのアクセントの産出を繰り返しながら、正しさを増して行くと考えられる（山田、1994、1999、2007）。しかし、山

田の仮説では、無意識の状態での学習や注意について説明することはむずかしい。無意識の学習や習得は、日本語アクセント研究のみならず、第二言語習得研究において検討すべき課題とされてきている。

神経生理学の研究領域においては、脳波の一種である事象関連電位（ERP）の成分である Mismatch Negativity（MMN）により、無意識の状態での言語音知覚を判定することが可能であると言われている（Näätänen et al. 1978）。

しかし、アクセント型による脳の反応については、日本語の場合、意識的な処理についての実験が中心であり（城生 1996 等）、無意識の状態については Inouchi et al (2002, 2003) が検討しているのみであり、しかも彼らの検討では言語音としての反応は捉えられず、音に留まっている。

## 2. 研究の目的

本研究では、学習者がはたして無意識の状態、聴覚による日本語アクセントの型を処理するかどうか、更に型の違いによって処理のしかたは異なるか、また、日本語学習者と母語話者の間の処理の仕方に違いはあるかについて、脳の反応を MMN を用いて調査、分析することを目的とした。

## 3. 研究の方法

(1) 調査対象者：9 名（男 5 名、女 4 名）の日本語を母語とする東京方言話者、および 9 名（男 4 名、女 5 名）の上級レベルの日本語を勉強した中国語母語話者の計 18 名（全員右利き）の日本在住大学生および大学院生を調査対象者とし、全員に実験の趣旨を説明し同意を得た。

(2) 刺激音および刺激音提示：刺激音は 2 種類で、どちらも東京方言日本語母語話者の女性の声、すなわち自然音である。

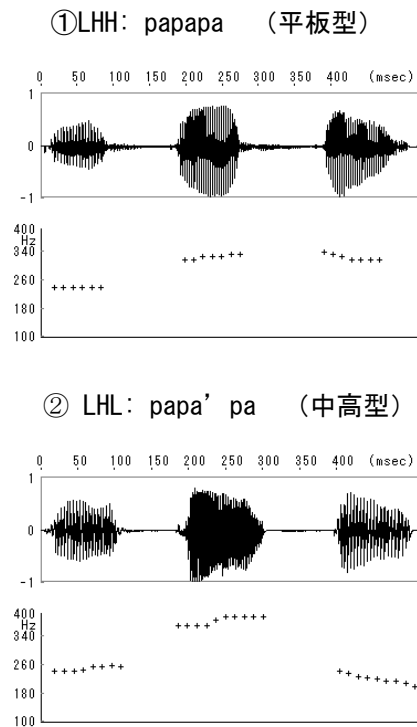


図 1：刺激の音声波形とピッチ曲線

LHH も LHL も第 3 モーラはモーラ内でのピッチの

下降が認められる。また、LHL の第 3 モーラ末は第 1 モーラよりピッチが低くなっている。

図 1 の①および②に示したとおり、刺激音は日本語のアクセント型による 3 モーラの無意味語で、それぞれ長さは 500 ミリ秒、音圧は最大 65dB である。

① LHH: /papapa/ と発音されたアクセントの無い低高の平板型

② LHL: /papa' pa/ と発音され、2 モーラ目にアクセントがある低高低の中高型

対象者は、防音室でリラックスした状態で音声の無いアニメのビデオを見、その間聞こえる刺激音は無視してビデオに注意を集中するように求められた。これは、無意識に刺激音を聞く状態を設定するためである。2 種類の刺激音は、以下の 2 つの条件でそれぞれランダムな順で提示された。

<条件 1：LHH 低頻度> LHH /papapa/ (低頻度刺激) 100 回 + LHL /papa' pa/ (高頻度刺激) 400 回で計 500 回 (刺激間インターバル: ISI=500ms)

<条件 2：LHL 低頻度> LHL /papa' pa/ (低頻度刺激) 100 回 + LHH /papapa/ (高頻度刺激) 400 回で計 500 回 (ISI=500ms)

調査対象者に電極キャップを装着し、国際 10/20 法に基づいて F3、Fz、F4、C3、Cz、C4、P3、Pz、P4 の 9 部位から、左右両側耳朶を基準電極として脳の電気的活動を導出した。左外目角および眉毛上下の電極から眼球運動を検出した(図 2、3)。

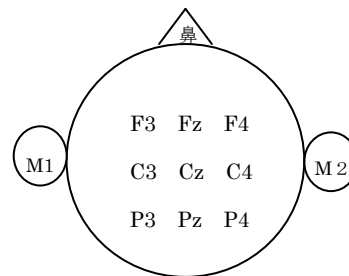


図 2：電極の位置と名称



図 3：電極キャップの装着

(3) アーティファクト除去および加算平均：眼球運動の振幅が  $\pm 80\mu V$  を超えるものはアーティファクトとして除去し、加算平均を求めた。

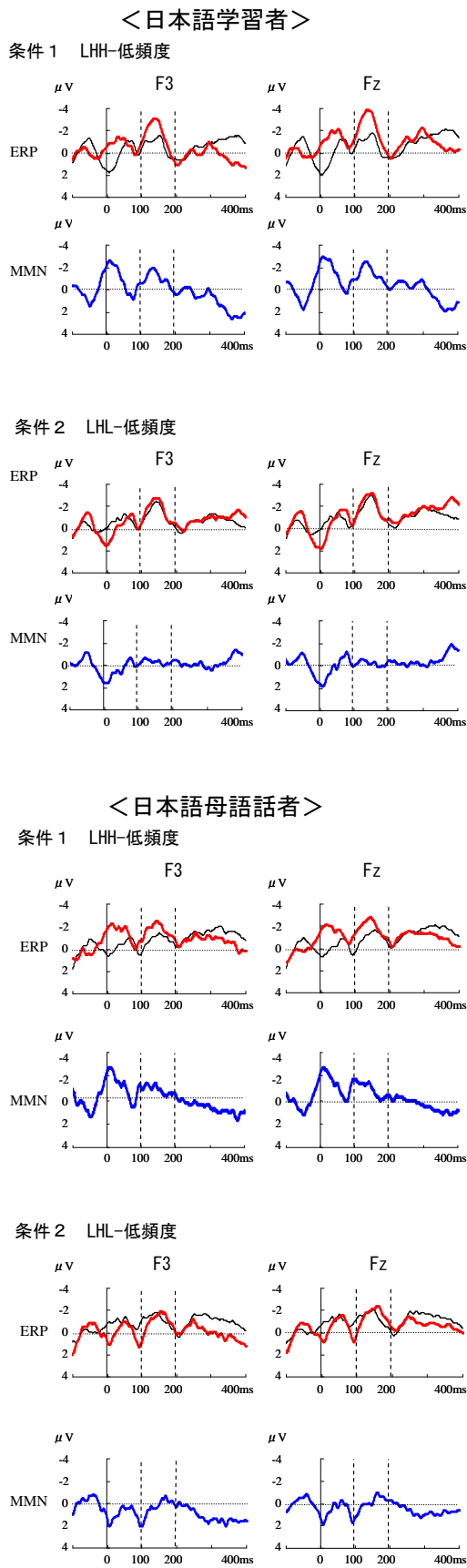


図 4：日本語学習者、日本語母語話者の脳波 F3、Fz の部位(図1参照)における ERP:高頻度

刺激に対する反応の振幅(黒細線)、低頻度刺激に対する反応の振幅(赤太線)、および MMN: 低頻度刺激に対する反応の振幅から高頻度刺激に対する反応の振幅を引き算したものの(青太線)である。ERP および MMN 共に上方向が陰性である。学習者および母語話者共に、100-200ms において MMN の振幅は条件 1 の方が条件 2 より大きい。

(4) MMN (mismatch negativity): MMN は、高頻度の刺激系列中に時々出現する低頻度刺激によって脳内神経細胞が刺激音の変化によって、たとえば、刺激音の頻度、長さ、音圧、または音素等の変化を検知したときに出現する陰性電位である。これは刺激に注意を向けていない時(無意識の状態)でも得られ、先行する高頻度刺激の記憶痕跡と新たに入力された低頻度刺激の違いを検知する脳機能を反映しているとされる。MMN は低頻度刺激に対する反応の振幅(図 4 では上向き)から高頻度刺激に対する反応の振幅(上向き)を引き算したものである。

(5) 分析: 刺激音 LHH および LHL はどちらも初めの 2 モーラ LH はピッチが上昇している。しかし、第 3 モーラでは LHH は前のモーラからの上がり下がりがなく、LHL は前のモーラから下降している(図 1)。そこで、本稿では刺激音の第 3 モーラに対する脳の反応を中心に分析した。総加算平均された学習者、母語話者の低頻度および高頻度刺激に対する脳波の刺激呈示前 100ms から呈示後 400ms を分析区間とした。MMN は各対象者群とも第 3 モーラ開始後 100ms から 200ms の区間に認められた。

MMN 波形の平均振幅に関する 3 要因(群: 学習者と母語話者、条件: 条件 1 と 2、部位: 頭皮上の 9 部位)分散分析を行った。

#### 4. 研究成果

(1) 行動実験: 刺激音 LHH および LHL 聴取についての行動実験をした結果、全対象者が 98.8%以上の正しさを示し、両刺激音を聞き分けられることが確認された。

(2) MMN の結果: MMN 成分は、学習者、母語話者の双方とも、条件 1 (LHH 低頻度)では明瞭に現れているが、条件 2 (LHL 低頻度)では、ほとんど出現が認められない。分散分析の結果、刺激音第 3 音節目の呈示後 100-124ms において、条件と部位の間の交互作用が有意であった ( $F[8, 128] = 3.37, p < 0.05$ )。下位検定の結果、Fz ( $F[1, 17] = 5.56, p < 0.05$ ) および F3 ( $F[1, 17] = 6.67, p < 0.05$ ) の 2 部位において条件 1 の MMN と条件 2 の MMN の間で有意差が認められた。し

かし、群間に有意差は認められなかった。

### (3) 主な成果

① アクセントの無意識処理について : FzおよびF3 において条件1より条件2が統計的に有意で大きかったことから、アクセント型の違いは無意識処理により検出されているものと思われる。

② アクセント型の差が無意識処理に及ぼす影響 : 対象者の母語の違いにかかわらず、条件2に比べ、条件1 (LHH 低頻度) のMMN平均振幅が有意に大きい結果となった(図4)。条件1および条件2とも同じ刺激音が頻度を入れ替えて使用されているため、条件間でのMMN平均振幅の差は、それぞれの刺激音のアクセント型の違いに由来するものと考えられる。

発話のピッチパターンについては、一語文を含む発話末のピッチ下降現象が一般によく知られている。藤崎、須藤(1971)によると、アクセント型のピッチは、二つの成分の和として成り立っている。すなわち、発話開始で上昇したのち発話末に向かうなだらかな下降成分と、アクセント型に対応した上昇後の下降成分であり、それらは日本語のみならず中国語、英語その他の多くの言語に見られる自然な現象である。本研究で用いられた刺激音の第3モーラについては、LHHではモーラ内でわずかに下降しているのに対し、LHLでは第2モーラにアクセント核があるため、語末の第3モーラの下降は著しい(図1)。従って、ほとんどピッチが下降しないLHHはLHLに比べ不自然と感じられ、そのような不自然さは条件1において、刺激音LHHが低頻度で呈示された際により顕著となることが予想される。条件1においてMMN平均振幅が増大した背景には、このような言語音としてのアクセント型の違いが聴覚的な自動処理に反映されていたことが示唆された。

③ 対象者の母語の差が無意識処理に及ぼす影響 : 日本語学習者および母語話者いずれの群においてもアクセント型の違いによるMMNが認められたものの、その平均振幅において両群間で差は認められなかった。日本語も中国語も共にピッチアクセントであるが、日本語のアクセント単位は語であるのに対して中国語のそれは音節であるという違いがある。しかし、刺激音はいずれの被験者群とも初めて出会った無意味語であり、言語音知覚・産出の経験差による影響は無いと考えてよいだろう。従って、母語が異なっても、アクセント型が異なる無意味語の自動処理に大きな違いはないものと考えられる。

(4) 成果の位置づけと今後の展望 : 結論として、脳においては、日本語アクセントは無意識に処理されているが、処理はアクセント

型によって異なり、その要因はアクセント型へのピッチ下降現象の関与の程度の違いにあるという示唆を得た。

以上の脳における無意識のアクセント処理に関する実験および結論はこれまでに得られなかった新しい研究成果である。

しかし、対象者の母語の影響は、本研究では無意味語を使ったため認められなかった。今後の課題として、有意味語による実験によりこの問題の解決が必要であると考えられる。

また、今後この結果の妥当性の検証と共に今回扱われなかったアクセント型についても調査を試みる必要があるであろう。

### 引用文献

- 藤崎博也、須藤寛(1971)「日本語単語アクセントの基本周波数パターンとその生成機構のモデル」『日本音響学会誌』34, 167-176
- Inouchi M, Kubota M, Ferrari P, et al (2002) Neuromagnetic auditory cortex responses to duration and pitch changes in tones: cross-linguistic comparisons of human subjects in directions of acoustic changes, *Neuroscience Letters* 331, 138-142.
- Inouchi M, Kubota M, Ferrari P, et al (2003) Magnetic mismatch fields elicited by vowel duration and pitch changes in Japanese words in humans: comparison between native- and non-speakers of Japanese, *Neuroscience Letters* 353, 165-168.
- 城生伯太郎(1996)「アクセントの認知に関する実験言語学的研究」『文藝言語研究(言語篇)』30, 筑波大学文藝・言語学系, 15-35
- Näätänen R, Gaillard AWK, Mäntysalo S (1978) Early selective-attention effect on evoked potential reinterpreted, *Acta Psychologica* 42, 313-29.
- 山田伸子(1994)「日本語アクセント習得の一段階 -外国人学習者の場合-」『日本語教育』83, 108-120
- 山田伸子(1999)「中間言語の生成過程解明に向けて: 日本語アクセント習得の場合」『茨城大学人文学部紀要 コミュニケーション学科論集』6, 51-66
- 山田伸子(2007)「日本語学習者および茨城方言話者による東京方言アクセントの習得: その類似点と相違点について」『音声研究』(日本音声学会) 11-3, 23-37.

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 2件)

①Shoji H., Koizumi N. & Ozaki H.  
(2009)Linguistic lateralization in adolescents with Down syndrome revealed by a dichotic monitoring test. *Research in Developmental Disabilities* 30, pp219-228. 査読一有

②山田伸子(2007)「日本語学習者および茨城方言話者による東京方言アクセントの習得：その類似点と相違点について」『音声研究』(日本音声学会)11-3, pp23-37. 査読一有

〔学会発表〕(計 3件)

①細川 美由紀 発達性 dyslexia における聴覚情報処理過程 第38回日本臨床神経生理学会学術大会 平成20年11月14日 神戸国際会議場

②山田 伸子 MMN からみた日本語アクセントにおけるピッチパタンの聴覚的自動処理過程 第37回日本臨床神経生理学会学術大会 平成19年11月21日 栃木県総合文化センター

③山田 伸子 脳波で検証するピッチパタンの無意識「留意」について 2007(平成19)年度日本語教育学会春季大会 平成19年5月27日 桜美林大学

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

有富 美代子 (ARITOMI MIYOKO)

茨城大学・人文学部・教授

研究者番号：30125794

山田 伸子 (YAMADA NOBUKO)

(元茨城大学・留学生センター・教授 平成19年9月30日退職)

研究者番号：50241740

### (2)研究分担者

尾崎 久記 (OZAKI HISAKI)

茨城大学・教育学部・教授

研究者番号：40092514

### (3)連携研究者

細川 美由紀 (HOSOKAWA MIYUKI)

茨城キリスト教大学・文学部・講師

研究者番号：70434537

### (4)研究協力者

山田 伸子 (YAMADA NOBUKO)

(元茨城大学・留学生センター・教授 平成19年9月14日まで研究代表者)

研究者番号：50241740