聴覚 N100 成分における外因性の諸問題 *

―分節音による N100 成分への影響―

福盛　貴弘 †

【要旨】本稿では、言語音を聴覚刺激として ERP 研究を行なう際に、言語音の音種による外因性が N100 成分に与える影響を明らかにすることを目的としている。

実験 1 では、言語音と純音における N100 成分への影響の違いを検証した。また、純音については、トリガ直後と直後から遅延させた音を聞かせることによって、遅延が影響を与えるかも検証した。実験 2 では、無声無気破裂音[p]、無声有気破裂音[p^h]、有声破裂音[b]における有気／無気、VOT と－VOT による影響を検証した。実験 3 では、無声破裂音[p] [t] [k]、無声破擦音[ts]、無声摩擦音[s]における粗擦性による影響を検証した。

結果は、以下の通りである。(1)言語音では母音のフォルマント周波数の開始時間が N100 成分の惹起に関わる。(2)VOT による無音区間によって、N100 成分は遅延して惹起する。(3)－VOT によって、N100 成分は遅延して惹起する。(4)摩擦音における[s]のノイズが、N100 成分のピーク電圧を小さくする。

こういった影響が、MMN、P300、N400、P600 などを用いた言語に関する ERP 研究における条件統制に対して更なる検証が必要であることを示唆した。

キーワード： 事象関連電位、N100 成分、外因性、VOT、ノイズ

1. 序

刺激音の音種、たとえば言語音、合成音 (*f*o, F_1～F_3)、*f*o のみ、雑音のみといった違いによって、N100 成分 [1]の惹起のされ方が変わることは、図 1 で示す本庄巖編 (1997)によって指摘されているが、この指摘以降、外因性の詳細は分析されていない。

特に言語研究においては、P300、N400、P600 といった高次脳機能における分析が主流であり、刺激音が入力されたら惹起される聴覚 N100 成分 (以下、聴覚を略す)の分析は軽視される傾向にある。しかし、100ms 近傍における外因性は、内因性と共に重畳することになる。したがって、外因性を取り除いた内因性を考察するためには、何が外因性となるのか確認しておかなければならない。

*実験遂行にあたって協力いただいた桐越舞氏、石田尊氏、池田潤氏、助手を勤めた筑波大生の諸氏、ならびに被験者の皆様に感謝の意を申し上げる。また、匿名査読者からの有益なコメントにも感謝する。

†大東文化大学外国語学部

[1]N100 成分は潜時が 100ms 近傍にあらわれる陰性波を指し、N1 成分とは長潜時成分において 1 番目にあらわれる陰性波を指す。聴覚刺激では両者は同じように惹起されるため、引用以外の本文では N100 成分で統一している。

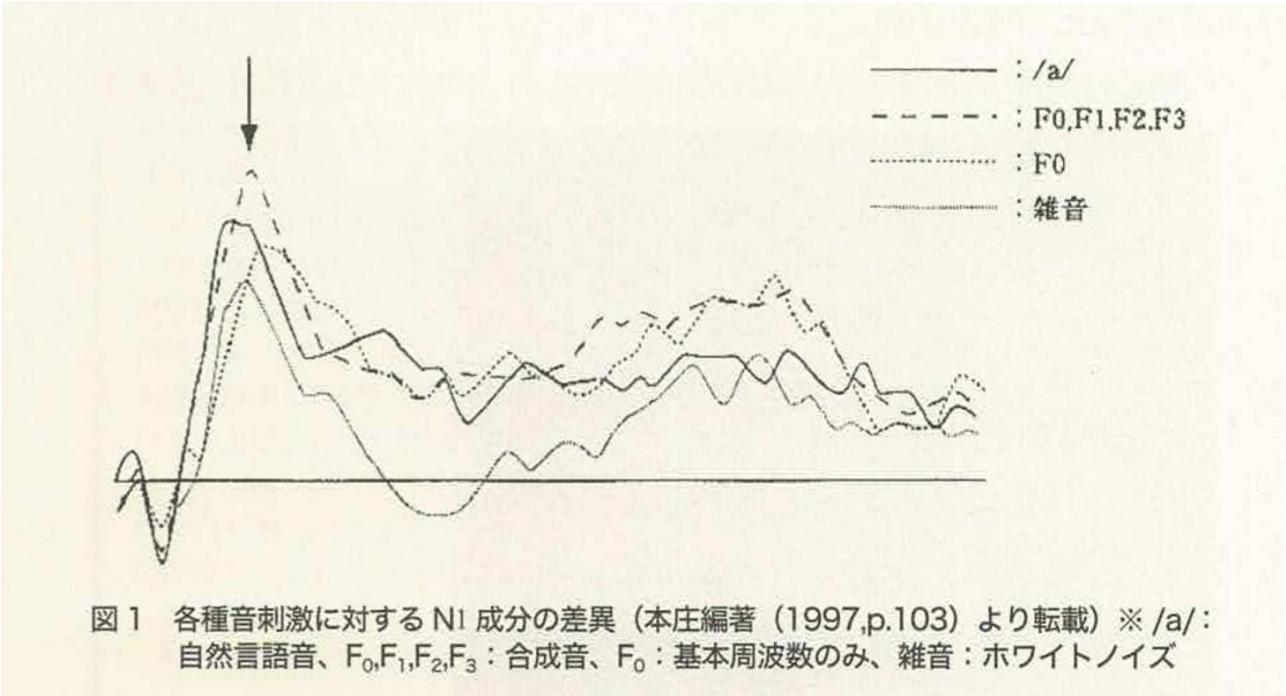

図 1　各種音刺激に対する N1 成分の差異（本庄編著（1997,p.103）より転載）※ /a/：自然言語音、F_0,F_1,F_2,F_3：合成音、F_0：基本周波数のみ、雑音：ホワイトノイズ

図 1：本庄巖編 (1997)による各種音刺激に対する N1 成分の差異

これまでの研究として、福盛貴弘 (2000, 2005)では、有声破裂音と無声破裂音による違いについては、N1 成分よりも N2 成分で有声破裂音の方が潜時が顕著に遅くなることが指摘されている。また、高・福盛 (2003)では、韓国語の平音、濃音、激音において、N100 成分の潜時が濃音＜平音＜激音の順になることが指摘されている (図 2)。

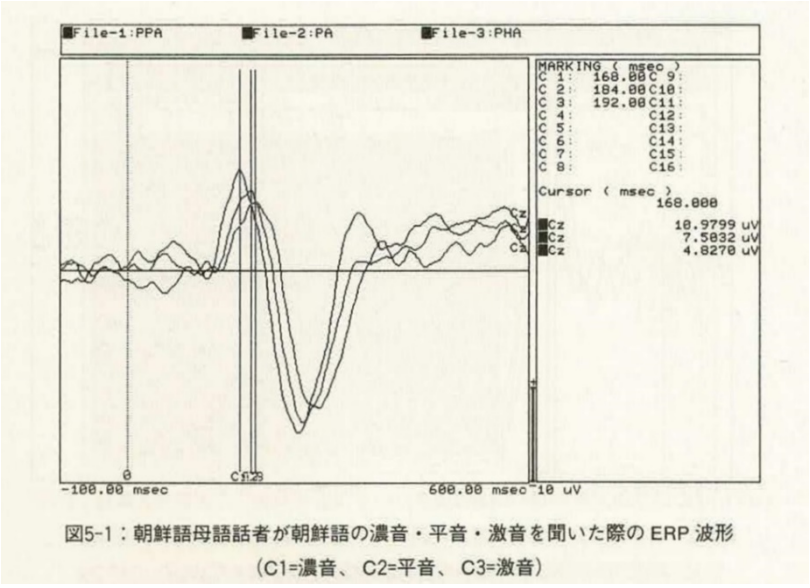

図5-1：朝鮮語母語話者が朝鮮語の濃音・平音・激音を聞いた際の ERP 波形
（C1=濃音、C2=平音、C3=激音）

図 2：高・福盛 (2003)による朝鮮語の濃音・平音・激音を聞いた際の ERP 波形

これらの結果は、ともに VOT および－VOT の時間長と相関していると考えられる。ただし、被験者数が少なかったため、パイロットスタディーとしては有益な示唆であったが、まだ不十分な研究であると考えられる。そこで、本研究では、これらの研究の追験ならびに新たなパラダイムを課すことによって、その結果がどの程度妥当であったかを検証したい。

2. 実験 1

2.1 目的

背景刺激を 1000Hz の純音、標的刺激を言語音[pa]としてオドボール課題を課す。その際に、言語音[pa]に対して P300 が惹起することを確認したうえで、トリガからすぐに提示される純音と、遅れて提示される純音に分け、その遅延が N100 成分に反映するか否かを検証する。

2.2 方法

2.2.1 被験者

被験者は、説明後に同意書に署名した 20 代かつ右利きの 14 名の日本人である。うち 1 名は有効な波形が得られなかったため除外したので、解析対象は 13 名分である。利き手は、フランダース利き手テストで確認した。

2.2.2 実験装置

実験は筑波大学人社棟 B613 音声実験室で行なった。脳波の記録には、増幅器：NEC 社製 BIOTOP 6R12 型、加算器：キッセイコムテック社製 EPLYZERⅡ(フィルタ 0.5Hz～60Hz、感度 50μV/fs)を用いた。基準電極は Fpz、同側耳朶法で、国際 10-20 法に従った F3、F4、C3、C4、P3、P4、O1、O2、F7、F8、T5、T6、Fz、Cz の 14 チャネルから標本化 500Hz、プレトリガ-100ms、取込時間-100～1000ms で導出した。

2.2.3 刺激音及び被験者への指示

背景刺激は、1000Hz かつ 200ms による純音を用いた。標的刺激は、言語音[pa]で、VOT は 11ms である。背景刺激となる純音は、トリガ直後 (以下 pt0)、70ms 遅れ (以下 pt7)、100ms 遅れ (以下 pt10)の 3 パタンで提示した。以上 2 種 4 パタンの音を 30 回ずつランダムに、それぞれが 25%の割合になるように提示し、オドボール課題を課した。刺激間の間隔は 1s である。刺激音は 65dB/ SPL で、スピーカからフリーフィールドで聞かせた。被験者には、純音と[pa]が流れてくることを説明し、[pa]が聞こえた際に手元で指タップをするよう指示した。

2.2.4 解析方法

解析は、キッセイコムテック社製 EPLYZERⅡを用いた。加算平均法で算出した ERP 波形より、刺激提示後 1 番目に最大音圧となる N1 波を分析対象として、ピーク潜時とピーク電圧を計測した。また、O1、O2、T5、T6 については、N100 成分に相当する極の位相が安定していなかったため、計測対象外とした。

2.3 結果

まず、本課題において、[pa]に対して P300 成分は惹起された。ただし、この P300 成分は本稿の主眼ではないため、結果は割愛する。N100 成分のピーク潜時の結果は表 1 に、ERP 波形は図 3 に記す。表 2 は、Holm 法による多重比較の結果を示している。5%水準で有意差が得られたところに＊を記した。ピーク電圧については、全ての組み合わせで有意差は得られなかった。

表 1：言語音[pa]ならびに純音遅延刺激における N1 波のピーク潜時 (平均値)

	F3	F4	F7	F8	Fz	C3	C4	Cz	P3	P4
pa	143.4	148.9	142.9	147.5	145.4	147.2	150.0	147.9	149.2	148.9
pt0	134.6	136.8	130.6	136.8	134.5	133.8	134.0	132.7	142.6	137.1
pt7	230.2	231.2	225.8	232.3	230.6	234.2	233.4	233.5	236.2	231.8
pt10	234.2	234.9	237.4	236.3	234.8	233.1	232.0	232.5	231.8	239.8

(単位 ms)

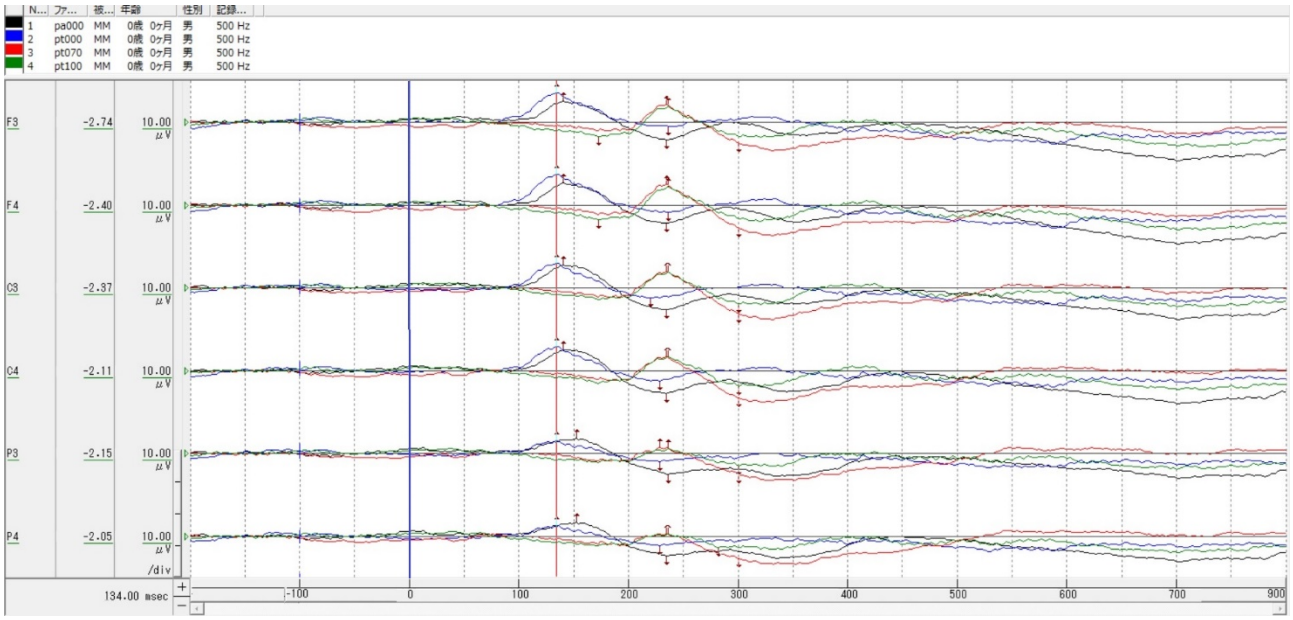

図 3：言語音[pa] (黒)、純音 pt0 (青)、pt7 (赤)、pt10 (緑)における ERP 波形
(赤のカーソル [2]：遅延無しの 1000Hz 純音に対する N100 成分ピーク潜時)

表 2：言語音[pa]ならびに純音遅延刺激における N1 波ピーク潜時の有意差

	F3	F4	F7	F8	Fz	C3	C4	Cz	P3	P4
pa>pt0	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		
pa<pt7	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
pa<pt10	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
pt0<pt7	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
pt0<pt10	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
pt7<pt10			＊							

(＊ p<.05)

上述の結果から、70ms 遅れと 100ms 遅れとの差以外は有意差が得られ、トリガから純音が提示される時間が、N100 成分の遅れに関与していることが示唆される。母音が子音の影響によって潜時が遅れるか否かについては、以降の実験２～３において検証する。

[2]図の中の↑が個々の刺激音に対する N100 成分のピーク潜時を示している。赤のカーソルは、前頭部 F と中心部 C に対する目安として引いている。以降、同様である。

3. 実験２

3.1 目的

実験１では、純音の遅延に対して N100 成分が遅れることが明らかになった。これをふまえて、無声無気破裂音、無声有気破裂音、有声破裂音に[a]を後続させた言語音[pa] [pʰa] [ba]における有気／無気、ならびに VOT と－VOT の時間長の違いが、N100 成分潜時の遅れに関与するかを検証する。

3.2 方法

3.2.1 被験者

被験者は、説明後に同意書に署名した 20 代かつ右利きの 15 名の日本人である。利き手は、フランダース利き手テストで確認した。

3.2.2 実験装置

装置、導出は実験１と同様である。

3.2.3 刺激音及び被験者への提示

言語音[pa]は VOT が 11ms、[pʰa]は VOT が 21ms、[ba]は－VOT が 78ms となる。したがって、トリガから、それぞれの時間長の後に母音を聞くことになる。それぞれの言語音を 30 回ずつ単発課題で被験者に提示した。刺激感の感覚は 1s である。刺激音は 65dB/ SPL で、スピーカからフリーフィールドで聞かせた。被験者には、流れてくる音をただ聞き流すよう指示した。

3.2.4 解析方法

2.2.4 と同様である。脳電位トポグラフィーについては、キッセイコムテック社製 ATAMAP Ⅱを用いた。

3.3 結果

ピーク潜時の結果は表 3 に、ERP 波形は図 4 に記す。表 4 は、Holm 法による多重比較の結果を示している。5%水準で有意差が得られたところに＊を記した。ピーク電圧については、全ての組み合わせで有意差は得られなかった (図 5-1～3)。

表 3：言語音[pa] [pʰa] [ba]における N100 成分のピーク潜時 (平均値)

	F3	F4	F7	F8	Fz	C3	C4	Cz	P3	P4
pa	138.6	139.4	143.8	143.3	135.5	142.0	138.4	138.1	148.0	145.5
pʰa	136.5	136.9	138.8	144.8	134.9	136.9	146.2	137.4	141.4	145.5
ba	195.6	195.6	201.6	202.0	189.2	196.0	187.3	187.1	197.4	197.2

(単位 ms)

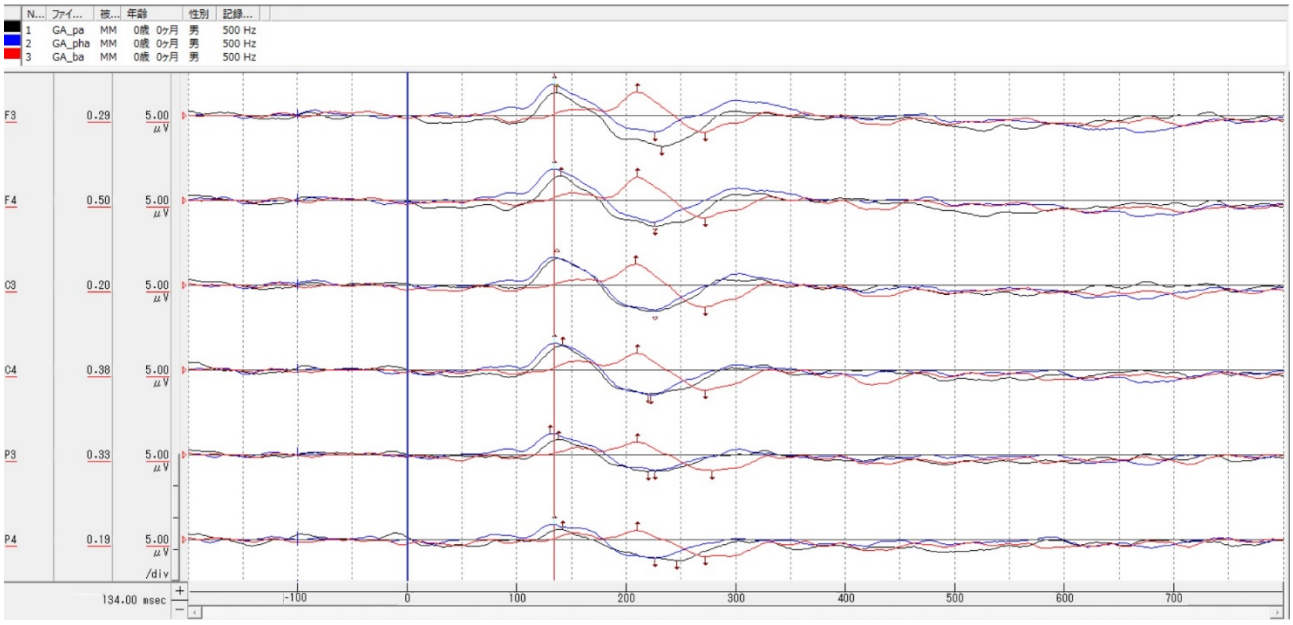

図 4：言語音[pa] (黒)、[pʰa] (青)、[ba] (赤)における ERP 波形
(赤のカーソル：[pʰa]に対する N100 成分ピーク潜時)

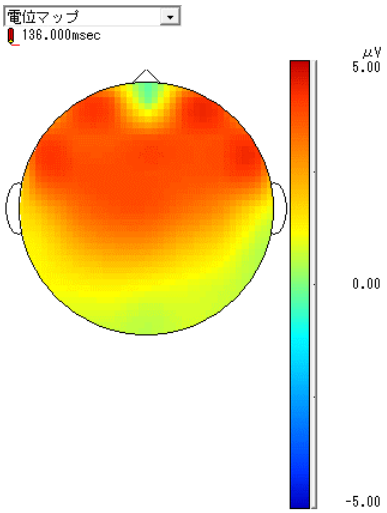

図 5-1：[pa]における
脳電位トポグラフィー

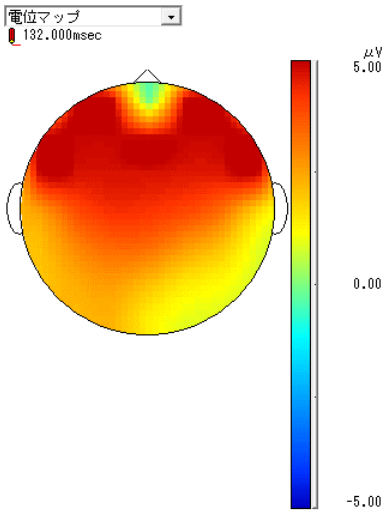

図 5-2：[pʰa]における
脳電位トポグラフィー

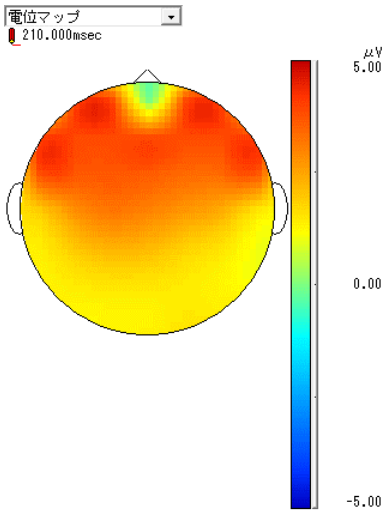

図 5-3：[ba]における
脳電位トポグラフィー

表 4：言語音[pa] [pʰa] [ba]における N100 成分ピーク潜時の有意差

	F3	F4	F7	F8	Fz	C3	C4	Cz	P3	P4
p<ph										
p<b	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
ph<b	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊

(＊ p<.05)

全ての部位において、p<b と ph<b といった無声破裂音と有声破裂音における有意差は得られ、p<ph といった無気音と有気音の有意差は得られなかった。実験 1 の結果では、70ms 以上

の遅延について N100 成分への関与が示唆された。実験２においても同様に、[b]の－VOT の時間長が N100 成分への関与が明らかになった。

4. 実験３

4.1 目的

実験２では、破裂音における有声音と無声音において、有声音の－VOT が N100 成分を遅らせることが確認できた。これをふまえて、実験３では、無声音における破裂音、摩擦音、破擦音による影響を検証する。

4.2 方法

4.2.1 被験者

被験者は、説明後に同意書に署名した 20 代かつ右利きの 15 名の日本人である。利き手は、フランダース利き手テストで確認した。

4.2.2 実験装置

装置、導出は実験 1 と同様である。

4.2.3 刺激音及び被験者への提示

刺激音として、無声破裂音[pa] [ta] [ka]、無声摩擦音[sa] 無声破擦音[tsa]を用いた。破裂音の VOT は、[pa]が 12ms、[ta]が 15ms、[ka]が 30ms である。摩擦音[sa]の母音開始時間は 154ms、破擦音[tsa]は 50ms である。それぞれの言語音を 30 回ずつ単発課題で被験者に提示した。刺激感の感覚は 1s である。刺激音は 65dB/ SPL で、スピーカからフリーフィールドで聞かせた。被験者には、流れてくる音をただ聞き流すよう指示した。

4.2.4 解析方法

3.2.3 と同様である。

4.3 結果

ピーク潜時の結果は表 5 に、ERP 波形は図 6 と図 7 に記す。Holm 法による多重比較の結果として、無声破裂音の調音位置については、全ての組み合わせで有意差が得られなかった。無声歯茎音における調音様式については、一部の部位で有意差が得られたので、表 6 で結果を示す。5%水準で有意差が得られたところに＊を記した。

表 5：言語音[pa] [ta] [ka] [sa] [tsa]における N100 成分のピーク潜時 (平均値)

	F3	F4	F7	F8	Fz	C3	C4	Cz	P3	P4
pa	141.3	142.9	146.0	150.7	143.6	146.4	147.6	152.2	148.0	137.8
ta	139.6	138.2	142.7	140.4	139.8	139.8	144.4	142.9	145.6	141.6
ka	141.6	143.8	158.9	142.7	139.1	142.7	143.8	140.2	143.6	135.8
sa	152.4	160.2	137.8	167.3	149.1	137.3	158.9	150.0	149.6	168.0
tsa	165.3	164.7	141.1	158.2	156.7	167.8	154.7	158.9	140.0	155.6

(単位 ms)

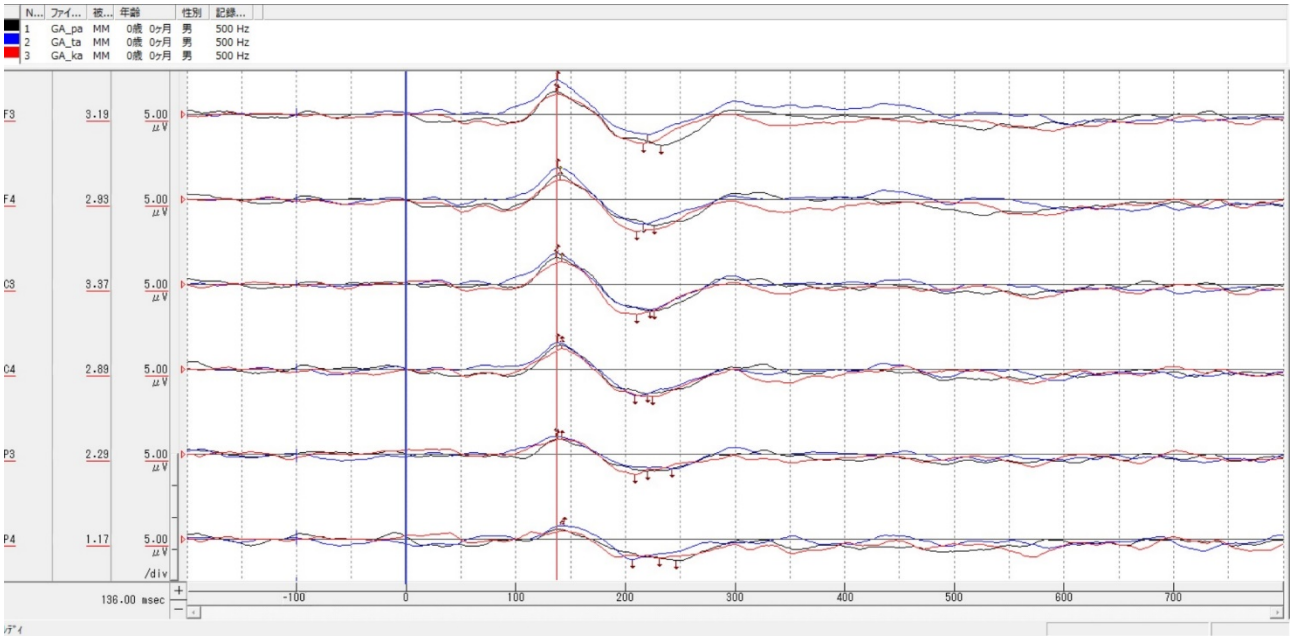

図 6：言語音[pa] (黒)、[ta] (青)、[ka] (赤)における ERP 波形
(赤のカーソル：[ta]に対する N100 成分ピーク潜時)

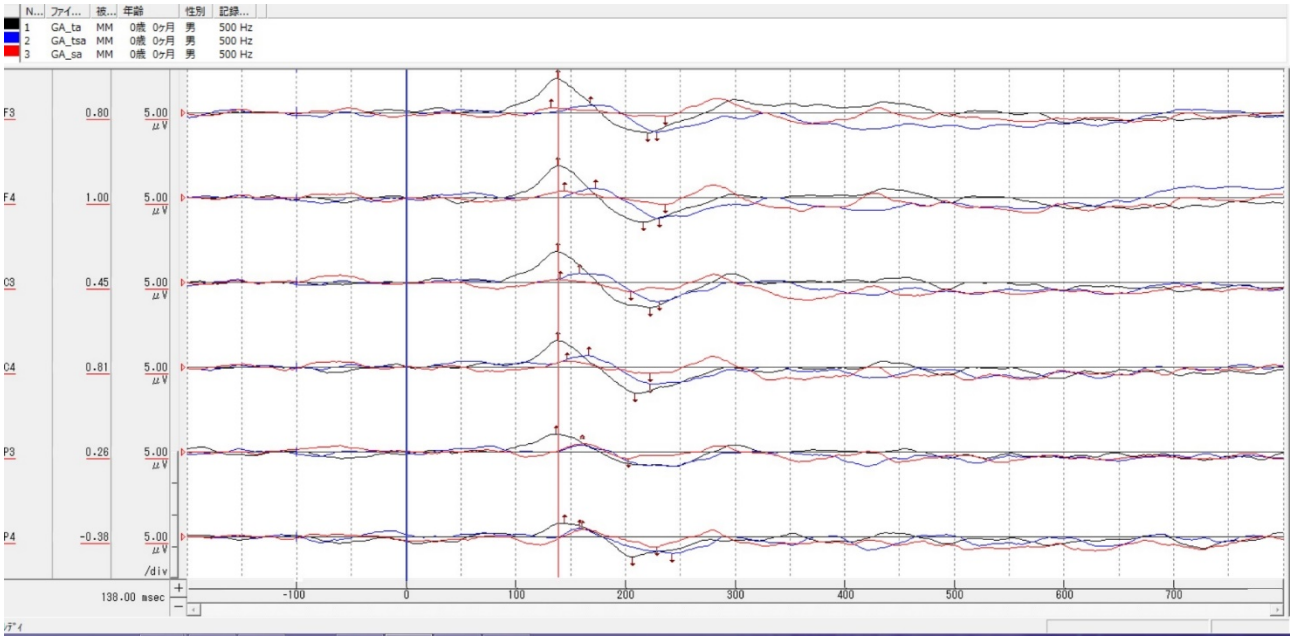

図 7：言語音[ta] (黒)、[tsa] (青)、[sa] (赤)における ERP 波形
(赤のカーソル：[ta]に対する N100 成分ピーク潜時)

表 6：言語音[ta] [tsa] [sa]における N100 成分ピーク潜時の有意差

	F3	F4	F7	F8	Fz	C3	C4	Cz	P3	P4
t<s		＊								
t<ts	＊	＊				＊				
ts<s										

(＊ p<.05)

実験 3 ではピーク電圧についても差が得られたので、計測値を表 7 に、脳電位トポグラフィーを図 8-1～3 と図 9-1～3 に記す。また、調音様式の違いに対する Holm 法による多重比較の結果を表 8 に記す。

表 7：言語音[pa] [ta] [ka] [sa] [tsa]における N100 成分のピーク電圧 (平均値)

	F3	F4	F7	F8	Fz	C3	C4	Cz	P3	P4
pa	4.33	4.64	10.79	3.00	4.61	4.55	4.11	4.65	2.93	2.42
ta	5.81	5.86	3.64	4.20	4.98	5.34	5.12	5.11	4.09	4.03
ka	3.87	4.01	6.77	2.45	3.92	4.08	4.14	3.89	3.65	2.90
sa	1.90	1.91	8.81	1.79	1.74	1.22	1.94	1.69	1.80	2.25
tsa	2.45	2.76	7.39	2.87	2.49	2.62	2.74	3.00	2.31	2.36

(単位 μV)

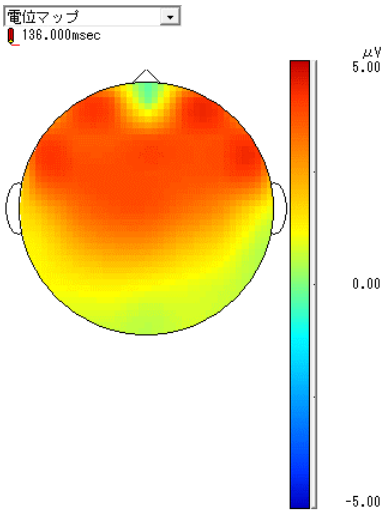

図 8-1：[pa]における
脳電位トポグラフィー

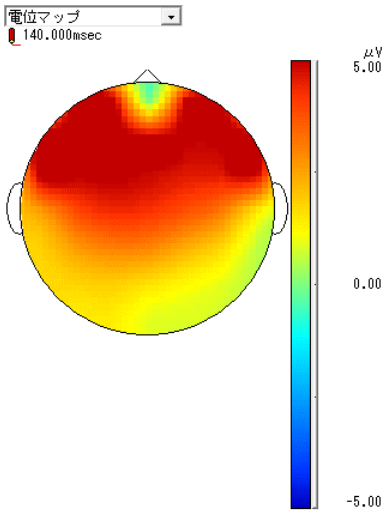

図 8-2：[ta]における
脳電位トポグラフィー

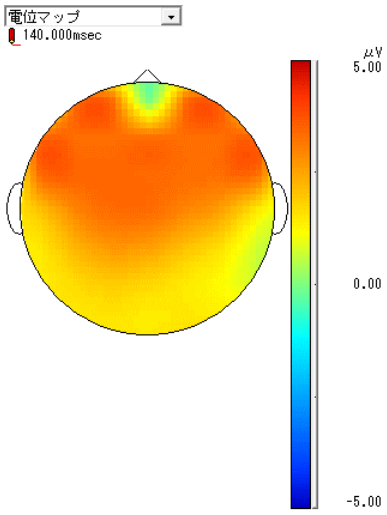

図 8-3：[ka]における
脳電位トポグラフィー

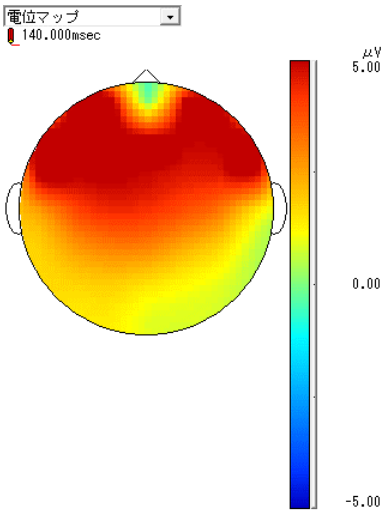

図 9-1：[ta]における
脳電位トポグラフィー

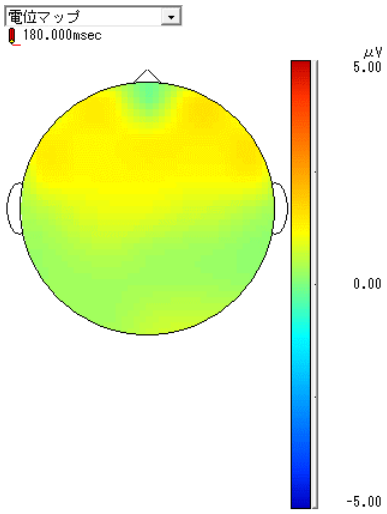

図 9-2：[tsa]における
脳電位トポグラフィー

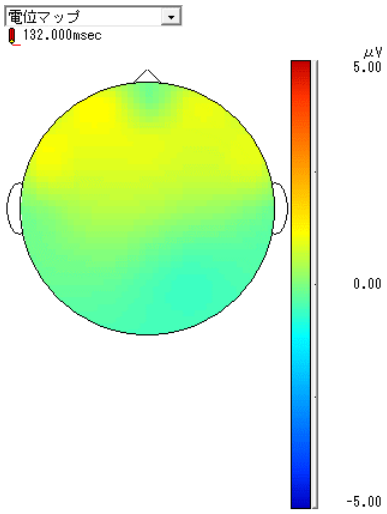

図 9-3：[sa]における
脳電位トポグラフィー

表 8：言語音[ta] [tsa] [sa]における N100 成分ピーク電圧の有意差

	F3	F4	F7	F8	Fz	C3	C4	Cz	P3	P4
t>s	＊	＊			＊	＊	＊	＊	＊	
t>ts	＊				＊	＊		＊		
ts>s										

(＊ p<.05)

ピーク潜時については、[ta]と[sa]の母音の開始時間は 139ms の違いがあるにもかかわらず、有意差が得られたのは F4 のみであった。[sa]に比べて、[tsa]は[ta]と 35ms しか違わないにもかかわらず、F3、F4、C3 で有意差が得られた。また、[tsa]と[sa]は 104ms の違いがあるにもかかわらず、有意差は得られなかった。

ピーク電圧については、[ta]に対して、[sa]は F3、F4、Fz、C3、C4、Cz で有意差が得られ、[tsa]は F3、Fz、C3、Cz で有意差が得られた。

5. 考察

実験 1 では、無声破裂音に伴う VOT は 10～20ms 程度の時間長であっても、トリガの直後に提示される純音と比べると、N100 成分潜時の遅延の要因となっている [3]。したがって、ピーク潜時については純音＜言語音という関係になる。これは、島田・福盛 (2002)における結果 (図 10)と同様である。それに対して、この結果は、本庄巌編 (1999)における/a/＜*f*o の結果に対する反証となる [4]。

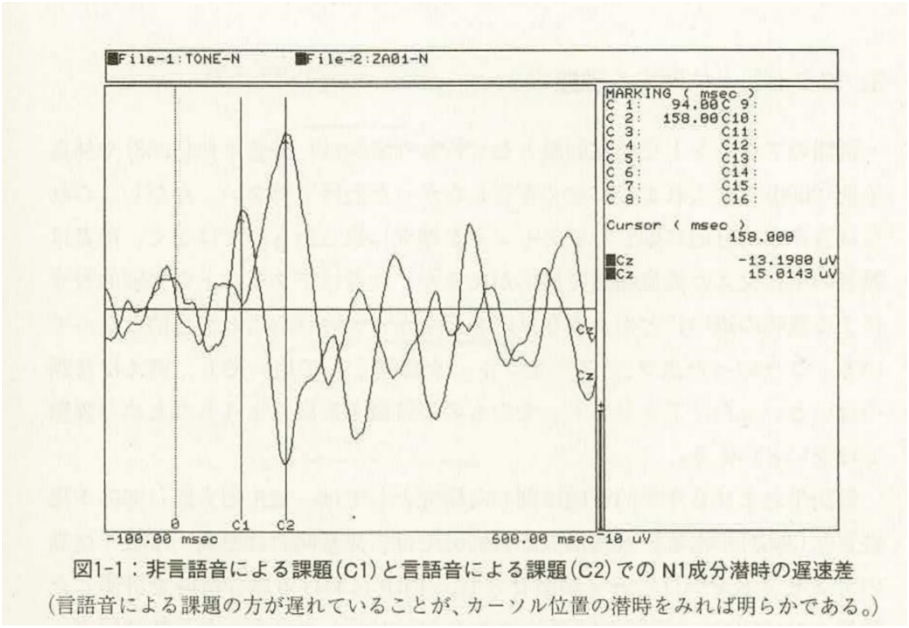

図 10：島田・福盛 (2002)における純音 (非言語音)と言語音課題での N100 成分の差異

[3]N100 成分については、オドボール課題においても単発課題においても出現潜時に変わりはないため、以降でも同様に扱う。

[4]本庄巌編 (1999)での *f*o は純音の周期波であると考えられるので、この関係は成り立つ。ただし、周期波すべて、例えば鼻音や流音などが遅延の要因になるかについては、まだ検証されていない。したがって、ここで扱う言語音で遅延の要因となるのは、母音のフォルマント周波数に限定している。

無声破裂音間の VOT の違いについては、実験２における[pa]と[pʰa]という無気／有気の対立や、実験３における[pa]と[ta]と[ka]という調音位置による対立では差がなく、純音と比べるとN100 成分潜時は遅れるが、これらの音種の違いは N100 成分に影響を及ぼさないと考えられる。調音位置に対する結果については、パイロットスタディーによる福盛貴弘 (2000)では p＜t＜k といった差異があると指摘されているが、本実験結果はその反証となった。一方で、高・福盛(2003)では、平音と激音では激音の方が遅れるという結果については、朝鮮語の激音の方が今回の実験で用いた有気音より帯気の度合いが強かったため、母音の立ち上がりが遅くなり、そのような結果になった可能性が考えられる。この点については、更なる検証が必要である。

－VOT については、無声破裂音より遅延することが明らかになった。福盛貴弘 (2000, 2005)の結果では、N1 より N2 の方が顕著に遅れると指摘されていたが、本実験結果はその反証となり、N100 成分においても潜時が遅れることが明らかになった。また、70ms ならびに 100ms 遅れて提示された純音の結果とも一致する。したがって、語頭に有声破裂音を刺激音として使う場合には、注意しなければならない。例えば、P300 課題における N100 成分潜時が遅れると、その後に惹起される N200 や P300 (図 11)だけでなく、N400 や P600 においても位相がずれることが想定できる。

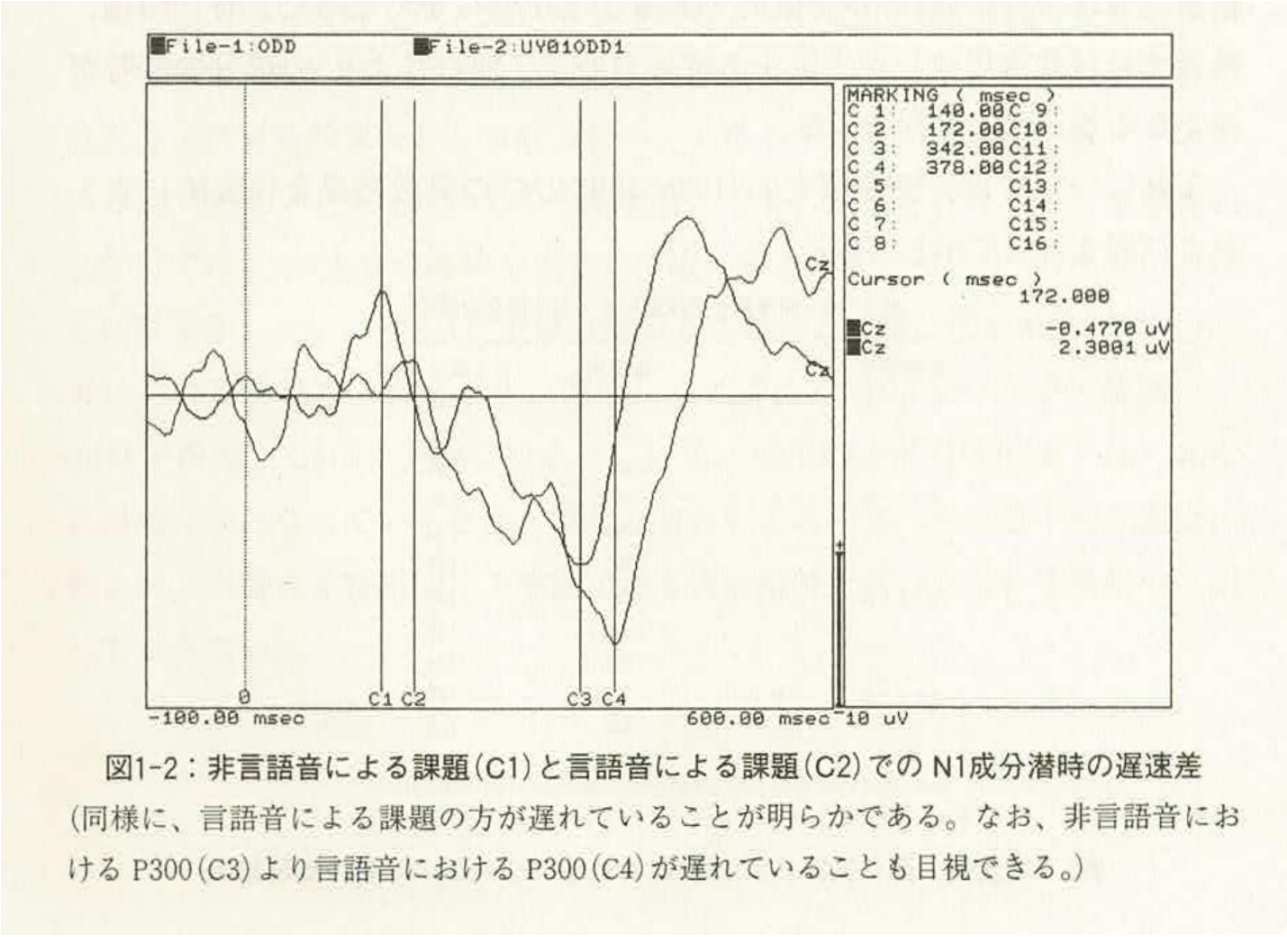

図1-2：非言語音による課題(C1)と言語音による課題(C2)での N1成分潜時の遅速差
(同様に、言語音による課題の方が遅れていることが明らかである。なお、非言語音における P300(C3)より言語音における P300(C4)が遅れていることも目視できる。)

図 11：島田・福盛 (2002)における非言語音 (純音)と言語音課題での P300 の差異

ERP 研究において、脳波の極性の後に代表的な潜時を示すのが、一般的な示し方である。それは、脳磁図研究と比べて脳電図研究の方が時間分解能が高いからである。とはいうものの、例えば、P300 では 250～500ms、N400 では 250～500ms、P600 では 500～800ms というように一

定の幅を持たせている。この幅をふまえて、福盛貴弘 (2004)では、N400-500 のように示している。こういった実情を厳密に考えるのであれば、言語音を刺激として用いる際には、N175, P255, N320 成分などのピーク潜時の妥当性は、更なる検証の余地があると考えられる。

なお、純音における 70ms の遅れと 100ms の遅れに対してピーク潜時の有意差は得られなかった。この点は、自然言語音における－VOT の違いにも同様のことが言えると考えられる。すなわち、自然言語音では－VOT の時間長に方言差、性差、個人差が現れるが、70～100ms であればその違いは反映されないということである。したがって、有声破裂音を刺激音として用いる際には、－VOT の時間長を短くすれば、無声破裂音と有声破裂音が混ざった課題であっても、両者の潜時に有意差は現れないということになる。

電圧に外因性が関わるのは調音様式の違いであることが、実験３の結果から確認できた。無声破裂音に対して、無声摩擦音や無声破擦音では N100 成分電圧が小さくなったので、ピーク電圧については無声破裂音＞無声摩擦音、無声破擦音という関係になる。この点は、本庄巌編(1999)における/a/＞雑音に対する傍証となった。実験３の結果から、ノイズが外因性となっていることは明らかである。そして、100ms 近傍の電圧が下がることは、MMN (mismatch negativity)への影響が想定できるため、この点にも注意を払う必要がある。MMN は、潜時 100～200ms に惹起する。MMN を内因性成分として捉えるために、100～200ms に重畳した外因性成分を引き算で取り除いても、刺激音に種々の言語音が混ざっていた場合は、加算平均によって相殺しきれていない可能性を視野に入れておかなければならない。この点は条件統制の妥当性に関わってくるため、聴覚刺激を用いる ERP 研究の方法論として更なる検証が必要である。

一方で、摩擦音や破擦音はノイズの時間長によって母音開始の時間が遅れるのだが、摩擦音では F4、破擦音では F3、F4、C3 以外ではピーク潜時には反映されなかった。破裂音ではフォルマント周波数が明瞭に現れるまでに VOT による無音区間があるのに対し、摩擦音や破擦音ではノイズが現れているので全くの無音区間ではない。また、－VOT の時間長は潜時の遅れに反映される。これらの点については、その他の無声摩擦音や有声摩擦音での追験が必要であり、まだ検証の余地が残されている。

6. 結語

実験１～３における結果から、明らかになったのは以下の点である。

・言語音では、母音のフォルマント周波数の開始時間が、聴覚 N100 成分の惹起に主として関わる。
・VOT による無音区間によって、N100 成分は遅延して惹起する。ただし、無声破裂音間では、潜時に有意差は見られない。
・－VOT はボイスバーが出現しているが、無音区間と同様の影響を N100 成分に与える。したがって、N100 成分潜時の遅れに影響するので、刺激音として用いる時には－VOT の時間長を考慮しなければならない。
・[s]におけるノイズは、N100 成分の惹起に影響する。ピーク潜時は、前頭部と中心部で遅延が生じる。また、前頭部や中心部における N100 成分の電圧を小さくするため、この近傍に惹起する成分への影響を考慮する必要がある。

上述の結論は、N100 成分に影響する言語音による外因性を示している。したがって、100ms 近傍に惹起する成分分析については、注意を払う必要がある。そして、この影響が高次脳機能

分析に関わる P300、N400、P600 などの諸研究における条件統制に対してどのような影響を及ぼすかどうかの検証は、今後の課題となる。

【参考文献】

福盛貴弘 (2000)「日本語における閉鎖音/p, t, k, b, d, g/の脳内認知」『岡山大学言語学論叢』7：31-61.

福盛貴弘 (2002)「言語音と ERP における N1 成分における相関性」『岡山大学言語学論叢』9：19-34.

福盛貴弘 (2004)『トルコ語の母音調和に関する実験音声学的研究』勉誠出版

福盛貴弘 (2005) 「事象関連電位を用いた「目で見える音声」 ―日本語単音節におけるパイロットスタディ―」『茨城大学留学生センター紀要』3：65-77.

本庄巖編 (1997)『脳からみた言語―脳機能画像による医学的アプローチ』中山書店

高慧禎・福盛貴弘 (2003)「脳波実験を用いた韓国語閉鎖子音に関する一考察」『言語学論叢』22：19-38.

島田武・福盛貴弘 (2002)「P300 から見た自己音声の認識」『室蘭工業大学紀要』52：43-51.

Various extrinsic issues in the auditory N100 component:
Influence of segmental sounds on the N100 component

FUKUMORI Takahiro†

The objective of this paper is to clarify the influence of extrinsic factors of a sound type in speech sound on the N100 component upon ERP study with speech sound as auditory stimulation.

In Experiment 1, the difference in the influence on the N100 component between speech sound and pure sound was verified. Regarding pure sound, we also allowed the sound immediately after trigger and the delayed sound to be heard, to verify the influence of delay. In Experiment 2, we verified the influence of aspirated/unaspirated and VOT/-VOT in voiceless unaspirated plosives [p], voiceless aspirated plosives [p^h], and voiced plosives [b]. In Experiment 3, the influence of strident was verified in voiceless plosives [p] [t] [k], voiceless affricates [ts], and voiceless fricatives [s].

The results are as follows. (1) In speech sound, the onset time of vowel formant frequency relates to induction of the N100 component. (2) The N100 component is induced with a delay due to the silent section with VOT. (3) The N100 component is induced with a delay with -VOT. (4) The peak voltage in the N100 component is reduced by the noise in [s] in fricatives.

It was suggested in the above influence that further verification is necessary on control of conditions in the ERP study of a language by using MMN, P300, N400, P600, etc.

†*Faculty of Foreign Languages*
Daito Bunka University
1-9-1 Takashimadaira, Itabashi, Tokyo 175-8571, Japan
E-mail: ICG01649@nifty.com