

モーラ課題に関する基礎実験¹

丸島 歩

1. 目的

日本語では音韻論的な単位としてモーラと音節がある。モーラでは特殊拍 /N²/R/, /Q/ が1モーラとして独立するが、音節では特殊拍は単独で存在しない。例えば、「京都」という語はモーラでは“キョ”と“ー”と“ト”の3つに、音節では /kyoR.to/ というように2つに分かれる。

日本語はモーラ言語と言われるが、本当に日本語にとって音節よりもモーラが優位であろうか。モーラは音韻論的な単位であるが、実験音声学的にもその根拠を探っていく必要があるだろう。これまでも、音響音声学的にモーラの性質を探る実験が行なわれ、成果を得てきた³。本実験では事象関連電位を用いた脳波解析によって、モーラに対応する脳神経活動が存在するのかどうかを探ることを目的とする。

2. 方法・手順

2.1. 収録手順

被験者を安楽椅子に座らせ、国際 10-20 法に基づくエレクトロ・キャップ (Electro-Cap International 社製、ECI-2) を装着。半眼に開眼するよう指示し

¹ 本実験は、筑波大学大学院人文社会科学研究科文芸・言語専攻、2006年度「実験音声学研究」(城生佰太郎教授)の授業内で行われたものである。なお、本実験については、城生佰太郎(近刊)も参照のこと。

² 特殊拍は本来スモール・キャピタルで表記すべきだが、フォントの制約上大文字で代用する。以下同様。

³ 1モーラはほぼ等しい長さであると言われるが、モーラが物理的に等しい長さではないことを証明した実験として、城生(2001:26-31)がある。

た。実験はノーマルによる silent repetition⁴によった。各刺激音の提示間隔は 2999~3000msec⁵。加算回数は 35 回。再生音圧は 65dBSL⁶(音圧計:リオン社製・型式 NL-14)⁷。

2.2. 収録機器

取り込みに使用した機器は、電極箱(NEC ELECTRODE BOX/TYPE 6R12-2)、生体アンプ(NEC BIOTOP 6R12-2)。収録ソフトは EPLYZER2.1(キッセイコムテック社)、OS は NEC98 対応の MS-DOS6.1 (機種は PC98xv20)を使用した。

2.3. 刺激音発生装置

刺激音発生に使用した器材は、PC(IBM Vision PS/V Model 2408)、スピーカー(松下電器産業社製/Technics Linear Phase Speaker System)、アンプ類(松下電器産業社製/Technics Stereo Cassette Desk /RS-678U、松下電器産業社製/Technics Stereo Flat Preamplifier/SU-9070、松下電器産業社製/Technics Stereo Universal Frequency Equalizer/SH-9010E、松下電器産業社製/Technics Peak/Average Meter Unit/SH-9020M、松下電器産業社製/Technics Stereo Power Amplifier/SE-9060)である。ソフトは注 5 と同様、榊氏作製の私家版 Winstim である。

2.4. 被験者情報⁸

2.4.1. 日本語母語話者

HI、女性、22歳、右利き。言語形成期は横浜で過ごした。

NY、女性、35歳、右利き。言語形成期は名古屋で、19~33歳は、兵庫県宝

⁴ 刺激音を頭の中だけで繰り返すことである。

⁵ 榊氏作製の私家版ソフトの制約による。

⁶ デシベル表示には物理的に規定したレベルを基準とした SPL(sound pressure level)と、ヒトの感覚を基準とする SL(sensitive level)がある(城生 2005:458)。

⁷ 半眼の状態を保ちやすいという被験者の申し出により、被験者前方の窓のカーテンを少し開け、外部の照明を落とした。

⁸ 被験者名はイニシャルのみとし、敬称を省略する。

塚で過ごした。自宅では、摂津方言を使用。

2.4.2. 韓国語母語話者

CY、女性、28歳、右利き。言語形成期は大韓民国のソウルで過ごした。

LJ、男性、36歳、右利き。言語形成期は大韓民国のソウルで過ごした。

2.4.3. 中国語母語話者

KF、女性、26歳、右利き。言語形成期は中華人民共和国吉林省長春市で過ごした。

LZ、男性、31歳、右利き。言語形成期は中華人民共和国吉林省長春市で過ごした。

2.5. 刺激音

刺激音は、日本語自然言語音の /tata/、/taRta/、/taNta/、/taQta/、/tatata/⁹。アクセント型としては平板型と頭高型¹⁰を用いた。したがって、刺激音は全部で 10 種類である。

調音を行なったのは TH 氏、男性、22 歳。言語形成期は東京都世田谷区で過ごしている。

刺激音の時間長は表 2.1 の通り(単位は msec)。

表 2.1

OtaRta:584	OtaNta:588	OtaQta:587	Otata:454	Otatata:586
ltaRta:483	ltaNta:517	ltaQta:553	ltata:501	ltatata:575

⁹ 最も脳が鋭敏に反応する子音であることがわかっている /p/ (林・寛 1989) と、最も安定した母音 /a/ (城生 1997) を本来用いるべきであるが、頭高型の /pa¹pa/ が「パパ」と認知され純粋にモーラや音節を認知した脳波は得られないと思われるので、今回は /l/ と /a/ を用いた。なお、音素表記を用いるのは、本実験で扱うのが音韻論的な単位であるモーラであることによる。

¹⁰ 起伏型には頭高型のほかに中高型と尾高型があるが、この中でもっとも脳が鋭敏に反応するため(城生 1997)、頭高型を用いた。

2.6. 解析装置

解析ソフトは ATAMAP(キッセイコムテック社)、OS は NEC98 対応の MS-DOS6.1(機種は PC98-xv20・PC9821-Nr166)を使用した。

2.7. 解析方法

被験者の瞬目などによるアーチファクトが発生したため、取り込みソフト EPLYZER を用いて RAW データ再加算を行なった。

次に、解析ソフト ATAMAP の波形とトポグラフィーを摺り合わせ、ソフト搭載のマーキング機能で陰性波・陽性波で最も色濃くトポグラフィーが反応したところでカーソルを立てた。

2.8. データ処理方法

ピーク潜時(PL¹¹)・ピーク間潜時(IPL¹²)と、トポグラフィー上で読み取れる電圧の相対差をもとに情報処理を行った。

なお、その際以下のことに着目した。

① N1 と P2 の潜時

聴いていれば必ず出現すると言われる¹³N1,P2 の潜時を観察した。

② N1・P2・N2 でのピーク間潜時

①での N1・P2 に、注意を傾けると電圧が増大すると言われる¹⁴N2 を加えて観察を行なった。その際、ピーク間潜時に注目した。

③ P3

日本語母語話者ではあまり P3 が出ていなかったが、韓国語母語話者・中国語母語話者では P3 が強く現れていた。補足的に潜時・電圧の両面から検討する。

¹¹ Peak Latency の略。

¹² 各ピーク潜時間の時間長のこと。Inter Peak Latency の略。

¹³ 城生(1997)参照。

¹⁴ 注 13 に同じ。

3. 結果

3.1. 日本語母語話者

3.1.1. ピーク潜時(PL)¹⁵

ピーク潜時は表 3.1,3.2 の通り。

表 3.1

<HI>	N1	P2	N2	P3
0TAATA	124	184	290	544
0TANTA	130	192	264	464
0TAQTA	124	192	268	320
0TATA	132	188	266	384
0TATATA	138	226	300	378
1TAATA	124	188	272	564
1TANTA	122	192	272	356
1TAQTA	128	188	306	364
1TATA	124	184	258	356
1TATATA	154	226	316	456

表 3.2

<NY>	N1	P2	N2	P3
0TAATA	120	198	290	512
0TANTA	108	184	276	560
0TAQTA	114	180	308	436
0TATA	112	210	320	436
0TATATA	124	210	292	532
1TAATA	116	186	312	520

¹⁵ 数値は msec. 以下同様。

ITANTA	120	194	298	448
ITAQTA	120	192	298	604
ITATA	114	188	370	676
ITATATA	120	212	316	604

3.1.2. ピーク間潜時(IPL)¹⁶

ピーク間潜時は、表 3.3,3.4 の通り。

表 3.3

<HI>	P2-N1	N2-P2	P3-N2
0TAATA	60	96	254
0TANTA	62	72	200
0TAQTA	68	76	52
0TATA	56	78	118
0TATATA	88	74	78
1TAATA	64	84	292
1TANTA	70	80	84
1TAQTA	60	118	58
1TATA	60	74	98
1TATATA	72	90	140

表 3.4

<NY>	P2-N1	N2-P2	P3-N2
0TAATA	78	92	222
0TANTA	76	92	284
0TAQTA	68	128	128
0TATA	98	110	116
0TATATA	86	82	240

¹⁶ 数値は msec。以下同様。

1TAATA	70	126	208
1TANTA	74	104	150
1TAQTA	72	106	306
1TATA	74	182	306
1TATATA	98	104	288

3.1.3. トポグラフィーの配列

以下の図3.1~3.4は、各アクセント型に分けた上でトポグラフィーの反応が弱い順に配列したものである。

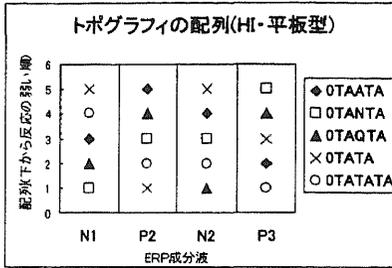


図 3.1

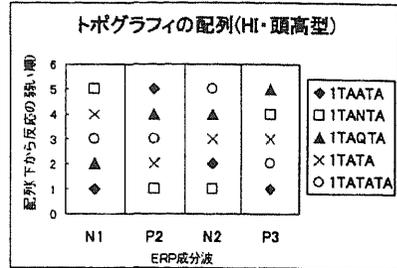


図 3.2

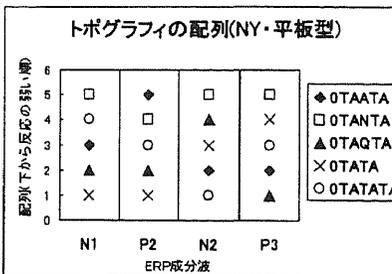


図 3.3

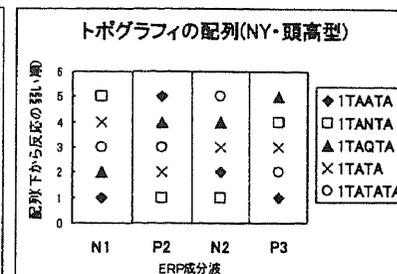


図 3.4

3.2. 韓国語母語話者

3.2.1. ピーク潜時(PL)

ピーク潜時は表 3.5,3.6 の通り。

表 3.5

<CY>	N1	P2	N2	P3
0TAATA	114	180	306	544
0TANTA	112	194	298	672
0TAQTA	120	186	284	540
0TATA	128	192	348	666
0TATATA	132	196	290	516
1TAATA	112	194	308	546
1TANTA	114	186	338	600
1TAQTA	128	202	332	464
1TATA	114	188	370	466
1TATATA	130	204	512	618

表 3.6

<LJ>	N1	P2	N2	P3
0TAATA	130	188	376	536
0TANTA	122	188	266	452
0TAQTA	128	196	332	532
0TATA	128	202	400	546
0TATATA	138	234	392	578
1TAATA	122	192	306	568
1TANTA	122	184	320	554
1TAQTA	128	196	312	600
1TATA	124	192	332	546
1TATATA	154	216	304	648

3. 2. 2. ピーク間潜時(IPL)

ピーク間潜時は、表 3.7,3.8 の通り。

表 3.7

<CY>	P2-N1	N2-P2	P3-N2
0TAATA	66	126	238
0TANTA	82	104	374
0TAQTA	66	98	256
0TATA	64	156	318
0TATATA	64	94	226
1TAATA	82	114	238
1TANTA	72	152	262
1TAQTA	74	130	132
1TATA	74	182	96
1TATATA	74	308	106

表 3.8

<LJ>	P2-N1	N2-P2	P3-N2
0TAATA	58	188	160
0TANTA	66	78	186
0TAQTA	68	136	200
0TATA	74	198	146
0TATATA	96	158	186
1TAATA	70	114	262
1TANTA	62	136	234
1TAQTA	68	116	288
1TATA	68	140	214
1TATATA	62	88	344

3.2.3. トポグラフィーの配列

以下の図 3.5～3.8 は、日本語母語話者と同じく各アクセント型に分け、トポグラフィーの反応が弱い順に配列したものである。

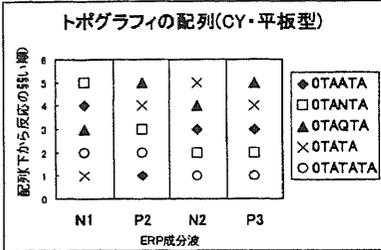


図 3.5

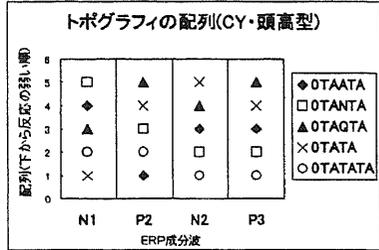


図 3.6

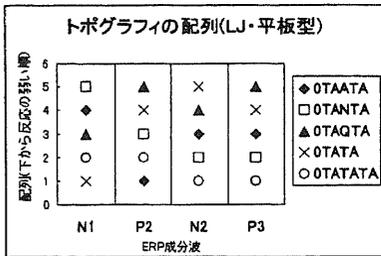


図 3.7

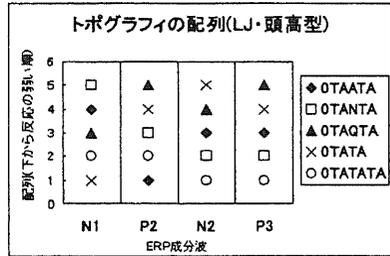


図 3.8

3.3. 中国語母語話者

3.3.1. ピーク潜時(PL)

ピーク潜時は表 3.9.3.10 の通り。

表 3.9

<KF>	N1	P2	N2	P3
OTAATA	124	200	370	586
OTANTA	106	200	374	628
OTAQTA	124	200	394	484

0TATA	136	204	450	652
0TATATA	130	200	520	620
1TAATA	136	216	408	572
1TANTA	120	202	300	472
1TAQTA	128	216	296	516
1TATA	122	200	394	656
1TATATA	160	232	338	578

表 3.10

<LZ>	N1	P2	N2	P3
0TAATA	132	194	416	586
0TANTA	136	212	418	556
0TAQTA	130	212	410	552
0TATA	140	208	380	436
0TATATA	144	216	288	572
1TAATA	154	220	476	548
1TANTA	128	234	490	640
1TAQTA	160	220	360	600
1TATA	116	186	410	672
1TATATA	172	228	506	610

3.3.2. ピーク間潜時(IPL)

ピーク間潜時は、表 3.11,3.12 の通り。

表 3.11

<KF>	P2-N1	N2-P2	P3-N2
0TAATA	76	170	216
0TANTA	94	174	254
0TAQTA	76	194	90

0TATA	68	246	202
0TATATA	70	320	100
1TAATA	80	192	164
1TANTA	82	98	172
1TAQTA	88	80	220
1TATA	78	194	262
1TATATA	72	106	240

表 3.12

<LZ>	P2-N1	N2-P2	P3-N2
0TAATA	76	170	216
0TANTA	94	174	254
0TAQTA	76	194	90
0TATA	68	246	202
0TATATA	70	320	100
1TAATA	80	192	164
1TANTA	82	98	172
1TAQTA	88	80	220
1TATA	78	194	262
1TATATA	72	106	240

3.3.3. トポグラフィーの配列

以下の図 3.9～3.12 は、日本語・韓国語母語話者同様にトポグラフィーの反応が弱い順に配列したものである。

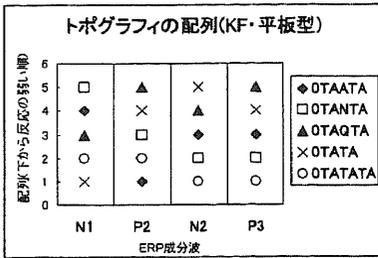


図 3.9

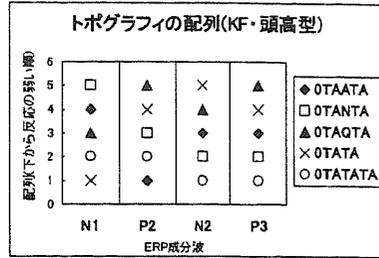


図 3.10

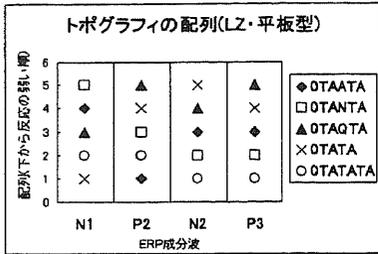


図 3.11

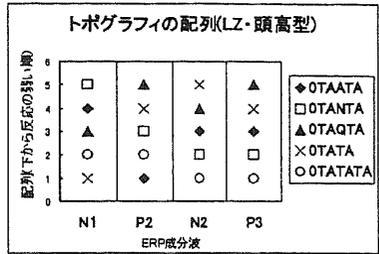


図 3.12

4. 考察

4.1. 日本語母語話者

まず、N1、P2 の潜時に注目する。3音節の TATATA とそれ以外では、この両陽性・陰性波の潜時においてほかのものより潜時が顕著に遅れていた。また、P2-N1・N2-P2 のピーク間潜時について頭高型と平板型を比較したところ、どちらも頭高型では P2-N1の方が N2-P2より短くなっているが、平板型では全く逆になっている。このような特徴があるのは日本語母語話者においては TATATAのみであり、N1・P2・N2の潜時面では3音節のみ異なる動きをしている蓋然性が大きいと考えられる。

P3は前述したとおり、全体に非常に電圧が低くなっていた。新奇性を反

映すると言われる¹⁷P3の反応があまりなかったということから、日本語母語話者にとって今回の刺激音が、違和感のないものとして認知された事が示唆される。

4.2. 韓国語母語話者

N1,P2の潜時に注目すると、日本語母語話者と同じく3音節のTATATAがアクセント型・被験者に関わらず最も遅くなっていた。また、ピーク間潜時に注目すると、P2-N1についてはどの刺激音についても顕著な特徴が見られなかったが、N2-P2を刺激音ごとに平板型と頭高型とで比較すると、TATATAが最も大きくなっていた。以上、N1~N2の潜時情報についてみると、日本語母語話者と同じく3音節のみ異なる動きをしていると考えられる。しかし、日本語母語話者では前述の通りN2-P2とP2-N1のピーク間潜時の差においてTATATAが他と異なったのに対し、韓国語母語話者ではN2-P2においてTATATAが異なっており、TATATAの他との異なり方に違いがある。この異なり方の違いは、音節を聞き取る方略の違いによるものと筆者は考える。つまり、韓国語母語話者は日本語母語話者と同様に音節を聴き取っているが、その認知の仕方は両方で異なると考えられる。これについての正当性は、今後の追験による。

P3については、まずトポグラフィーの反応の強さに着目する。被験者CYについてP3を見ると、平板型も頭高型もTATATAが最も弱いことがわかる。被験者LJについてはTAQTAがアクセント型を問わず最も強くなっている。これらのことが何を示すのかは現時点では定かでないが、新奇性を反映するP3が個人によって異なる反応を示していると考えられる事が、妥当であると筆者は考える。

次に、P3の潜時情報に注目する。被験者CYにおいては、頭高型のTATA TAが最も遅いことがわかる。これはももとの刺激音の時間長が頭高型の中で最も長いことも影響していると考えられるが、それを差し引いてもあまりあるほどに遅い。逆に平板型ではTATATAが最も早くなっている。LJのP3の潜時について見ると平板・頭高の両方で、刺激音の時間長を考

¹⁷ 注13に同じ。

慮しても TATATA がもっとも遅くなっていることがわかる。

以上のことから、韓国語母語話者は P3 に関しても潜時という一つの面で3音節だけ異なる動きをしていることが示唆された。ただし、その違いがどのように現れるかは、個人差がありそうだ。今回の実験においては2名とも潜時の面で音節の認知の方略が捉えられたが、韓国語母語話者の音節認知が P3 の潜時情報に一般的に現れるのかは、今後とも追験を行なっていく必要がある。

4.3. 中国語母語話者

N1, P2 の潜時を見ると、日本語母語話者・韓国語母語話者のように3音節の TATATA が必ず最も遅くなるとは限らない。被験者 KF は頭高型では N1, P2 両者が最も遅くなっているが、平板型ではそうっていない。ただ、平板型 TATATA は N1 の電圧がかなり弱くなっていることから、そもそも N1 があまり反応していないとも考えられる。また平板 TATATA の P2 に関しては、平板型の P2 が全体的にほとんど同じ潜時を示している。このことから、平板型の P2 の段階で被験者 KF は各刺激音を聞き分けておらず、頭高型に比べて平板型がこの被験者にとっては全体的に聞き分けづらかったと、筆者は考える。被験者 LZ の N1, P2 については、頭高型の P2 以外では TATATA が最も遅くなっている。

また、ピーク間潜時に注目すると韓国語母語話者と同じく、P2-N1 間についてはどの刺激音についても顕著な特徴が見られなかったが、N2-P2 間を刺激音ごとに平板型と頭高型とで比較すると、TATATA が最も大きくなっている。以上のことから、N1~N2 の潜時情報についてみると、日本語母語話者・韓国語母語話者ほど顕著ではないにせよ、3音節の TATATA が比較的異なる動きをしている。

次に、P3 について電圧情報に注目する。被験者 KF において、TATATA は平板型では最も色濃く、逆に頭高型では最も薄くなっている。被験者 LZ ではアクセント型を問わず TATATA が最も色濃く反応している。P3 の潜時に着目したところ、顕著な特徴は見られなかった。

以上のことから、P3 についても中国語母語話者では3音節のみ異なる動

きをしていると考えられる。ただし、潜時ではなく電圧面にその特徴が現れることが、韓国語母語話者とは異なっている。つまり、本実験では母語によって音節数の聴きわけの方略が異なるという蓋然性が大きい。

4.4. まとめ

今回の実験で用いた刺激音は、モーラの観点で分類すると TATA のみが2モーラで他が3モーラであり、音節の観点で分類すると TATATA のみが3音節で他が2音節である。上で述べたように、いずれの被験者も3音節である TATATA を聴いたときの脳神経活動のみが他と異なる特徴を持っていた。このことから、韓国語母語話者・中国語母語話者はもとより、モーラ言語と言われる日本語の母語話者までも、モーラ数よりも音節数が強く認知されていると考えられる。城生佰太郎(1997)でも、「私たちの大脳における分節機構は、先に入力した情報に対して、(1)相対的に顕著な音圧変動、(2)相対的に顕著な高低変動、に鋭敏に反応するものであって、時間長そのものに対する反応は決して鋭敏ではない」と述べられており、それゆえモーラを認知させるものは時間長ではなく、アクセントなどのほかの要因であると主張している。したがって刺激音のアクセント型などを統制した本実験において、モーラ数よりも音節数が ERP に反映したのはごく自然なことであると言えよう。

5. 展望

今回の実験では、刺激音として日本語自然言語音の /tata/、/taRta/、/taNta/、/taQta/、/tatata/ を用いた。しかし、モーラより音節の聴き分けが ERP におよぼす影響が大きいと見られた本実験においては、唯一3音節である /tatata/ と、2音節である他の4種の刺激音との間に差異を見出すことができず、バランスを欠いたものとなってしまった。それにも関わらず、本実験では3音節と2音節の差異をかなりはっきりと確認することができ、一定の成果を得ることができた。

今回の実験結果の再現性を確認するためにも、よりバランスのよい刺激

音の再検討を含めた追験を行なっていく必要がある。

【参考文献】

- 林実・笈一彦(1989)「音素・音節検出実験に基づく音声知覚の基本単位の検討」
『日本音響学会講演論文集』3-2-1: 355-356.
- 城生佰太郎(1997)『実験音声学研究』勉誠社.
- 城生佰太郎(2001)「音声研究の方法」『コンピュータ音声学』おうふう.
- 城生佰太郎(2005)『日本音声学研究』勉誠出版.
- 城生佰太郎(近刊)「モーラの正体再考——ERPを用いた実験音声学的研究——」
『文藝言語研究・言語編』51.

Brain Wave Experiment
about the Recognition of Speech Sounds:
Investigating nervous activity
Corresponding mora

MARUSHIMA Ayumi

The present writer conducted experiments about mora recognition.

In this experiments, Japanese, Korean and Chinese native speakers heard a set of Japanese natural speech sounds. These ERP(event-related potential) were recorded, and later analyzed in order to investigate how they recognized the sound.

These results suggest that Japanese native speakers as well as Korean and Chinese recognize syllables rather than moras.