

モンゴル語母音調和の研究 (3)

城 生 佰太郎

はじめに

本稿は、城生佰太郎 (2003-a) の「序論」、同 (2003-b) の「第1章」に続く部分である。従って、本文中で「序論」、「前章」とあるのは、すべてこれらを指す。

第2章 生理音声学的研究^{*1}

第1節 緒言

前章で述べたように、音響音声学的所見ではいわゆる「舌の調和」と呼ばれる現象に対しては相応の物理的根拠を見出し得たが、「唇の調和」に関しては残念ながら明晰な結果を得ることができなかった。従って、本章においては *phono-laryngograph* を用いて呼気流量に注目した生理実験を行なうことによって、従来はまったく考慮の外におかれていた母音調和に対応する呼気流量の多寡を主たるパラメータとする音声事実の一面に関する観察をとおして、上記の問題に対する解決の糸口を探ることを目的とする。

ところで、つとに知られるように内モンゴルの清格爾泰 (チンゲルタイ) 氏は、清格爾泰・新特克 (1959) ほかでいわゆる「舌根調和説」を主張しており、その具体的な現れは、

舌根が後に引かれることによって喉頭が緊張し、その結果調音点が後退すると同時に口唇も左右に引かれる

とする^{*2}。つまり、同氏は従來說かれてきた服部四郎 (1975) などの「広狭説」^{*3} や、より一般的であった前舌・後舌による「舌調和説」などを排除し、顎の開閉や舌の前後運動はいずれも舌根の動きに付随して起こる二次的現象であると

結論づけているところに、その特色がある。

なるほど確かに、モンゴル人の研究者が古くから母音調和をなす母音群に対して言及している

чанга эгшиг 緊張した母音 = [男性母音]

хөндий эгшиг 空洞の母音 = [女性母音]

という呼称は、注目のポイントが聴覚的な側面ではなしに調音的、あえて言えば生理的側面に置かれているということを示唆しており、この意味からは上述した清格爾泰氏らの視点は尊重されてしかるべきであろう。

しかしながら、もしもこの現象を実証的に解明しようとするならば実験音声学的研究方法、就中、生理音声学的手法の採択は不可避であろう。しかも、このような研究テーマに対しては、本来ならばマイクロ・ビームシステムによる x 線動画記録と、筋電図学的方法による実験等が有効であると考えられるが、現実問題として筆者を含めていわゆる文科系の言語学や音声学に身を置く研究者には、これらの侵襲的な方法による設備と技術スタッフを揃えることは今のところ絶望的である。そこで、本稿では暫定的な接近法として、呼気流量という生理的パラメータを用いて問題の入り口程度でも垣間見ることができれば幸いだと考えている^{**}。

第2節 予備実験の目的と方法

医学や心理学などを除外すれば、音声学の分野では phono-laryngograph を用いて母音調和に対応する呼気流量を実証的に観察するという本稿のような目的と方法による先行研究は存在しないので、ここではまず慎重を期して予備実験を行ない、その結果をもとにして本実験をデザインすることとした。

また、本稿で用いた装置が本来別の用途を目的として設計されたものであるところから、これを言語音の解析に流用したために、いささか使い勝手の悪さに起因する問題点が浮上してきた^{**}。そこで、まずはこの装置そのものに関する問題点から論じて行くこととする。

2.1. 分析装置

予備実験に用いた装置は、リオン社製 phono-laryngograph SH-01 (以下 PLG と略)、および同社のビデオプリンター SH-13 である。この装置は、音

声の基本周波数、発声強度、調音時の呼気流量、の三つのパラメータを同時に測定するとともに、搭載されているマイクロ・コンピュータによってそれぞれのパラメータを組み合わせた、目的に応じた解析をしたりすることのできる、生理音声学的実験機材である。

なお、本機はもともと喉頭癌の臨床検査法の一環として開発されたものだが、可能な8種類の表示のうち、特に呼気流量(flow)を時間の関数として表示するF-Tモードの利用は、言語音の韻質決定に直接かかわる開口度、舌の前後位置、口唇形状などの諸特徴を読み取る手段のひとつとしても有効である。従って、本研究においてはこのF-Tモードによって、被験者が調音する現代モンゴル語のデータを解析する。

しかしながら、上述したようにPLGが元来別の用途を目的として設計された機材であるところから、装置そのものの特性に起因する問題点が2点考えられる。まず、PLGのセンサーには熱線流量計が搭載されており、それ自体は優れた周波数特性を持っているものの、元来の目的が上に述べたように臨床検査法に置かれているところから平均呼気流量を出力するよう設計されており、低域ろ波フィルターが組み込まれている。このため、解析される周波数帯域が制限され、子音など急激な呼気流量変動を伴うターゲット(いわゆるAM成分波)には十分な追尾ができないという欠点がある。

次に、上記の特性から導き出される当然の結果ではあるが、本装置によって得られた呼気流量のピーク値は真のピーク値よりも低い値となる。それは、瞬間的な気流ピークがフィルターを通過することによって減衰することに起因している。ただし、母音など持続性のターゲットに対しては信頼性の高い結果が得られる。

従って、この装置を本研究に利用するに際しては、以上の機械特性による欠点をよく承知したうえで、本実験における目的、方法、手順などを慎重に吟味することが不可欠であり、別言すればその部分こそが本章での最も重要な課題であると言っても決して過言ではないということである。

2.2. 予備実験の目的

上記の問題点を踏まえて、予備実験における目的を、

- ① 持続母音発声時に焦点を絞り込んで、
- ② そのときの呼気流量を母音調和に適合する母音のみを対象として男女一

対にして計測し、①唇の調和、②舌の調和、それぞれにおける呼気流量差の有無を検証する

という点に置く。

2.3. 予備実験の分析資料および被験者

2.3.1. 分析資料

この段階では、まだ何もわかっていないので最も単純な分析資料として、単音節の母音を用意した(表2-1)。ただし、目的が母音調和に対応する生理音声学的事象に絞り込まれているので、単に母音固有の *intrinsic features* (固有特性)を析出するだけでなく、男性母音と女性母音とをセットにして、同一の発話シークエンスの中で比較ができるよう配慮した。また、その際の施行の順番も、男女を入れ替えることによって影響が生じるかどうかを観察できるようにした(表2-2)。

/i/	/a-/e/
/a/	/o-/ö/
/e/	/u-/ü/
/o/	/e-/a/
/ö/	/ö-/o/
/u/	/ü-/u/
/ü/	

表2-2

表2-1

2.3.2. 被験者

この実験では、3人の候補者に対して予備的な面接調査を行なった結果、最終的に最も明瞭度が高く呼気流量も比較的安定した調音特性を示す被験者1名(表2-3)を採択した。

1名による実験結果の是非に関する議論は、筆者もこれまでに飽きるほど行なってきた*が、音声学の分野ではターゲットがほとんど未開拓状態にある場合には、いきなり一般性を求めるのではなく、まずはケーススタディとして少人数からスタートするのが現実的であるとの見方が伝統的である。なお、「一

般性」という漠然とした総体を追い求める前に、解決されなければならない目前の「個」が控えているという趣旨に沿った研究姿勢の典型として、医学における「対症療法」がある。

ところで、ここで問題になるのは、ケーススタディならばたまたま手の届くところに居合わせるネイティブスピーカーのだけれども良いのかということである。これに対して、われわれ音声学者は良質ではない言語音の話者を被験者には採択しないという、少数精鋭主義による鉄則に則るべきであると考えている。ただし、そのような場合にどのようにして「良質の音声」を見極めるかという問題が、常に他分野からの不満としてわれわれにぶつけられてきたという経緯がある。しかしながら、そこにこそ、まさに音声学における学問的特徴が垣間見られるのである。

音声学における音声には、一面で声楽における歌唱力にも匹敵しうる側面がある。それは、言語音そのものを操る運用能力面に個人差があり、またこれを聴いて、その善し悪しを判断することができるだけの聴覚面における弁別能力にも個人差があるという点である。一般論として、それでも納得されないという反論も心情的には理解できるものの、現実的に声楽家がいちいち音響解析を行なって統計処理を施さない限りは、歌唱力の善し悪しが判断できないなどということとはあり得ない。これと同様に、音声学の専門家は被験者の調音する音声を聴いただけで、熟知している言語音ならばその善し悪しが判断できるものであるし、また、そうでなくてはならないものでもある、と考える。

次に、被験者名を含めた「フェイス・シート」の公表に関しても、音声学の立場からひとこと付言しておく。医学や心理学などの研究では、一般に被験者名を公表しないことになっているが、記述言語学や音声学では、特に本人からの意思表示がない限りは実名を含めて言語形成期を過ぎた地名、生年月日、調査した時点での状況などを簡潔に「フェイス・シート」として掲げる習慣がある。

最近では、郡司隆男・坂本勉(1999:219ff)などにおいて、言語学でも医学にならって、あらかじめ研究上のデータを提供してもらう人々からインフォームド・コンセント(文書による同意)を得るべきであるなどと主張している例もあるが、甚だ理解に苦しむ。本来あってはならない、手術による事故死を想定した法律的手続きの一環としての医学におけるインフォームド・コンセントの有効性と、これとはまったく目的も方法も、さらに敢えて言えば社会的責任の重さをも異にする、いわば異次元の記述言語学や音声学の研究分野におけるそれと

を一視同仁することは、ナンセンスの極みである。

以上の理由により、次にこの実験に協力してくれた被験者のフェイス・シートを掲げる（表2-3）。

姓名：Баатар Сайхан

生年月日：1966年12月1日

言語形成期を過ぎた場所：

4-12歳 Ховд аймагのБулган сум，

12-21歳 Улаан Баатар

現在：留学生として、日本に滞在中^{*}

表2-3

2.4. 予備実験の実験手順および解析方法

まず、被験者にマスクを装着してPLGの前に座ってもらう。次に、マスクに十分慣れるよう、10分間ほどダミーの実験を行なう。そのあとで、表2-1の実験資料を発話してもらう。発話は、頭から1回行なったのち逆からもう1回行ない、最後にもう1回頭から行なっているので計3回になる。なお、この際の取り込み時間長は2秒、解析モードは呼気流量を時間の関数として表示するF-Tモードによる。（図2-1に具体的なサンプルを示す。）

およそ3分間の休憩の後、残る表2-2の実験資料を発話してもらう。取り込み時間長、解析モードなどは表2-1と同様である。なお、表2-2は同一シークエンスで/a-/e/のように男性母音が先に発話された場合と、/e-/a/のように女性母音が先に発話された場合との条件差による呼気流量がどのような影響を受けるのかを探るのがもう一つの目的であるところから、提示の順番は頭からの/a-/e/、/o-/ö/、/u-/ü/、/e-/a/、/ö-/o/、/ü-/u/と、その逆の/ü-/u/、/ö-/o/、/e-/a/、/u-/ü/、/o-/ö/、/a-/e/の2回のみとした。理由は、被験者にかかる負担を、なるべく最小限度にとどめておきたいとの配慮によるものである。

ところで、マスクの使用は基本的に音声の放射特性に大きな影響を与えるため、聴覚フィードバックによる発話音声の正常なフィードバックができなくなり、発声の大きさの調節に支障をきたすという問題がとくに医学関係の研究者から指摘されている。しかしながら、本稿では医学的な目的の実験を行なう

としているのではなく、この実験における目的は、再三繰り返して述べてきたように音声学的観点から母音調和をなす各組における呼気流量の相対的な差異を観察することにある。従って、同一条件下での相対的な比較を行なうという鉄則を遵守する限りにおいては、上述の問題点は解消されることになる。

なお、最終的に実験結果はビデオプリンター SH-13によってプリントアウトしている。(ちなみに、この実験は1991年に行なわれており、その当時は現在ほどコンピュータサイエンスが発達していなかったため、ハード・ディスクにデータを保存することなどはできなかった。)

解析に際しては、理論的に

- (1) 当該単音の占有する波形包絡線を抽出し、その積分値を計測する
- (2) 当該単音の占有する波形包絡線のうちから、ピークにおける1点のみを抽出し、その値を計測する
- (3) 当該発話の始発点から終点までのすべてを対象とし、その占有する波形包絡線の積分値を計測する

の三つが考えられる。しかし、究極的には母音調和という言語事象に対応する音声事象を、あくまでも相対的に(別言すれば、むしろ定量的にというよりは定性的に)捕捉することが本研究の目的とするところである点に鑑みて、その目的が達成されるならば最も簡便な方法が選択されてしかるべきであると考えられる。従って、以上の理由からこの予備実験では、上に述べた第二の方法を採用することとした。

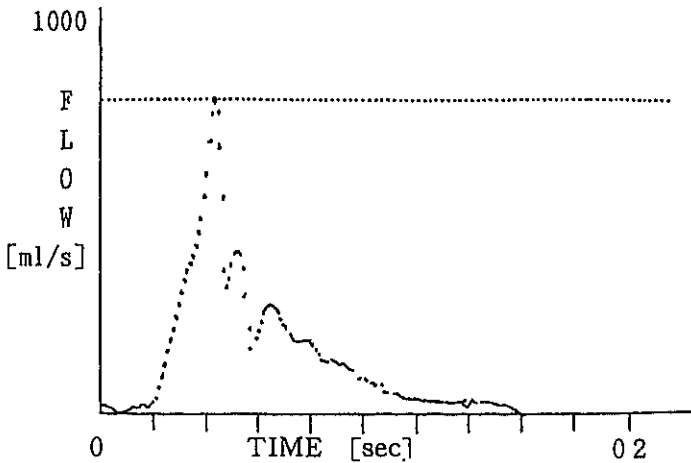


図 2-1 F-Tモードによる解析記録図

PLGのF-Tモードによって分析されたデータ。横軸は時間、縦軸は呼気流量（flow）がそれぞれ表示されている。本稿での分析データは全て単語に限られているので、分解能を最大限に高める目的から、分析時間長は2秒とした。後述する本実験でも同様だが、/damzjuulax/と/demzjuulex/だけは他と比べて発話時間が長いため、3秒とせざるを得なかった。

2.5. 予備実験の分析結果

まず、表2-1に示された、単独で発話された母音ごとの呼気流量差がどのようであったかを表2-4に示す。なお、ここに示してある数値は2.4の実験手順で述べた3回目の値であり、3回分の平均値ではない。理由は、3回目がかっとも自然度の高い発話であったという点にある。

	flow (ml/s)
/i/	220
/a/	913
/e/	673
/o/	353
/o/	307
/u/	280

/u/ 227

表 2-4 単独発話による母音の呼気流量

次に、表 2-2 に示された母音調和の観点から捉えた男女差に注目した結果を、intensity (音圧) も含めて表 2-5 に掲げる。なお、施行の順序による影響も確認するため、例えば 01 と 02 では男性母音を先に調音した場合の /a/ と /e/ を観察し、03 と 04 では女性母音を先に調音した場合の /a/ と /e/ を観察するなどという方法で、3 組 4 種の計 12 データを計測した。なお、この数値も表 2-4 と同様に、自然度の高い発話という理由によって 2 回目のものが選ばれている。

		flow(ml/s)	intensity(dB)
01	/a/-/e/ の /a/	193	81.3
02	/a/-/e/ の /e/	120	80.7
03	/e/-/a/ の /a/	93	76.0
04	/e/-/a/ の /e/	73	78.7
05	/ö/-/o/ の /o/	347	84.7
06	/ö/-/o/ の /ö/	313	85.7
07	/o/-/ö/ の /o/	140	82.3
08	/o/-/ö/ の /ö/	113	79.7
09	/ü/-/u/ の /u/	247	84.3
10	/ü/-/u/ の /ü/	213	86.3
11	/u/-/ü/ の /u/	207	82.7
12	/u/-/ü/ の /ü/	193	81.7

表 2-5 母音調和の観点による母音の呼気流量

最後に、前章において論じた鮑懷翹・呂士楠 (1992) によるフォルマント振幅計測を用いた方法論との比較対照の意味合いから、音の物理的強度を示す振幅 (dB 表示) と、ここで取り上げた生理的側面からの呼気流量 (ml/s 表示) との関係性を明らかにするために、図 2-2 に上に示した表 2-5 をグラフ化しておく。

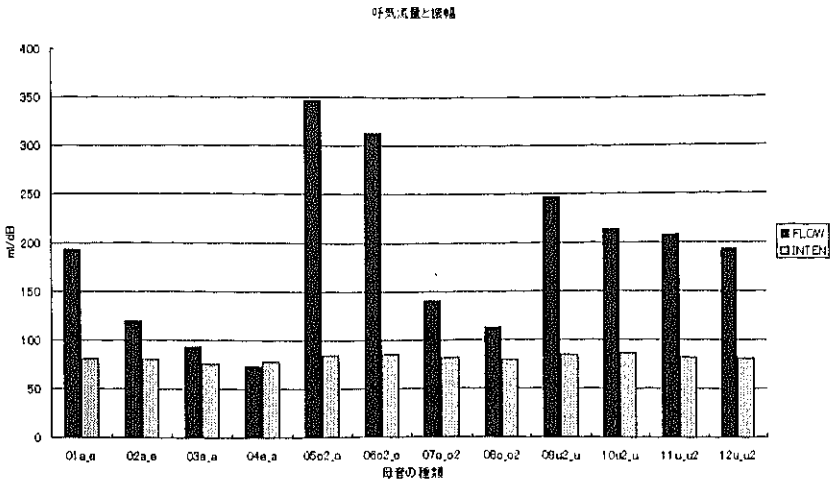


図 2-2 呼気流量と振幅との相関

黒は呼気流量 (Flow) を、またアミカケは振幅 (intensity) を示す。
それぞれに対応する単位は、Flow が ml/s、intensity が dB である。

2.6. 予備実験結果の考察

2.6.1. 単独母音の特徴

まず、表 2-4 の結果から、調音音声学的に開口度の大きなクラスの母音は、小さなクラスの母音よりも概して呼気流量が増大する傾向にあることが窺知される。しかしながら、詳細に検討すると/e/の673mlのように例外もある。ただし、母音調和の観点から、相対的に眺めるとすべてのペアにおいて、男性母音 > 女性母音という関係が成立しており、例外がなくなる。

2.6.2. 母音調和の観点による特徴

次に、表 2-5 の結果から、中性母音/i/を除くすべてを男女両母音のペアとして発話した結果を見ると、表 2-4 に比べて flow における個々の絶体量には施行の順序による影響が時として少なからず検出されたものの、本稿の目的に照らして、同一シークエンス内に男女両母音をペアにして収めて調音するという方法によって、母音調和の観点から男女で対をなす各組の相対的な関係は高い再現性をもって非常によく安定しており、常に男性母音 > 女性母音とい

う関係が成立していて例外がないということが確認された。

2.6.3. 呼気流量と振幅との相関

最後に、図2-2より flow と intensity との相関を見ると、目視だけでも後者は母音の種類に関係なくほとんど値が一定しているのに対し、前者は特に円唇系の母音において大きな値を示しており、母音の種類に応じた変動を確認することができる。なお、この図ではスケールを左側に示したように「呼気流量」のみで表示してあり、音圧に対応する db に関してはスケールを入れていない。理由は、正に上述したような呼気流量と音圧との関係を可能な限り簡素化して表示するためである。ちなみに、db 値では MAX が10u₂_u の86.3であり、MIN が03e_a の76.0である。

従って、このことより本稿の目的に照らして、音響レベルにおける振幅をパラメータとして利用するよりも、生理音声学的レベルにおける呼気流量差に注目したほうが方法論的妥当性が高いということが窺知される。

第3節 本実験の目的と方法

3.1. 本実験の目的

現代モンゴル語の母音調和に関する実験音声学的研究において、音響音声学的的方法だけでは必ずしも明晰な結果が得られなかった「舌の調和」に焦点を絞り込み、PLGを用いた呼気流量差に注目することによって、これに対応する何らかの具体的な事象を突き止めることを、本実験における目的とする。

3.2. 本実験の方法

3.2.1. 分析資料および被験者

モンゴル語の母音調和を論じる際に避けられないのが、第1章の第3節でも触れておいた第2音節以下に立つ弱化母音の扱いである。しかしながら、機器を用いた実験研究においては使用する装置のハード面における制約が重くのしかかってくるために、必ずしも常に理想的な条件下での実験が行なえるとは限らない。

結論的に言えば、本稿における実験パラダイムも使用した PLG の性能に依存するため、分析資料の選択は第1章の第3節における資料①と同様のレベルにある母音の基幹的な部分、すなわち語の第1音節に立つ短母音を中心としてこれに一部の長母音を混ぜたいわゆる「強母音」のみに限定した。従って、こ

の点における弱母音の観察は将来の課題としなければならない。なお、表2-6に分析資料を示す。また、/ox/はナンセンスワードである。

非円唇母音		円唇母音	
男性母音	а /a/	у /u/	о /o/
	а х /ax/ 兄	у х /ux/ 理解せよ	о х /ox/—
	х а л /xal/ 困難な仕事	х у л /xul/ 葦毛色	х о л /xol/ 遠方
	д а л /dal/ 家畜小屋	д у л /dul/ 快晴の	д о л /dol/ 苦勞
	д а м ж у у л а х /damzjuulax/ 伝える		
女性母音	э /e/	ү /ü/	ө /ö/
	э х /ex/ 母	ү х /üx/ 死ぬ	ө х /öx/ 与える
	х э л /xel/ 舌	х ү л /xül/ 縛れ	х ө л /xöl/ 足
	д э л /del/ たてがみ	д ү л /dül/ ~を通して	д ө л /döl/ 炎
	д э м ж ү ү л э х /demzjüülex/ 賛成させる		
中性母音	и /i/		
	х и й /xii/ せよ (「する」の命令形)		
	и х /ix/ 大きい		

表2-6 分析資料一覧

次に、被験者は前節2.3.2.に述べたБаатар Сайхан氏にお願いした。あらかじめ、予備実験で機材に慣れてもらっていたので、本番では特段問題になることはなかった。表2-3に示したように、言語形成期の大半をホブド・アマックで過ごしているのが生粋のハルハ方言話者ではない。しかしながら、調音の明瞭性と呼気流の安定性は高く評価されるものであり、かつ12歳以降は首都オラン・バートルに住んでいるので広義には中央方言の話者として認めることができる。

3.2.2. 手順および解析方法

予備実験を通して、ターゲットを個々に調音させて計測すると値にバラツキが生じる一方で、母音調和をなす男女の母音をひとまとめにして調音させて計測すると、男女差に対応する相対的な呼気流量差は例外なく保たれることが確

認されているので、本実験においても/ax/_/ex/などのように表2-6の分析資料を、互いに男女のペアをなすように組み合わせさせて調音してもらった。なお、使用した機材は予備実験と同一なので、重複を避けてここでの記述は省略する。

被験者には、筑波大学人文・社会学系棟B613音声実験室内に併設されている録音室に足を運んでもらい、ゴム製マスクを装着後PLGに直接呼気流の取り込みを行なった。取り込み回数は、表2-6の資料を男女のペアをなすよう配列したカードに直し、これをシャッフルしてランダムに3回行なっている。また、予備実験結果を尊重して、施行の順序を逆転したバージョンは行なわなかった。被験者への過剰な負担を考慮してのことである。

次に解析方法では、予備実験で取り扱わなかった子音を本実験では含んでいる点が問題となる。特に破裂音の場合に声道開放直後の速い気流を正確に検出できないという機材のハード面における制約があるため、ディスプレイ上で表示されているピーク値は真値よりも低い値となっていることが予測される。

ただし、この点に関しては、再三繰り返し述べているように、本稿の目的が母音調和（しかもそのうちから特に「唇の調和」）に対応する生理音声学的レベルの事象の観察に置かれているところから、特段に子音そのものの呼気流量差を正確に計測する必然性はない。誤差があっても、常に同一の条件で解析を行ない、それらの結果を相対比較して定性的な側面に重きを置いた考察を加えるならば、十分に本稿の目的は達成されるものと考えられる。

従って、結論として本実験においても予備実験と同様2.4.に述べたとおり

当該単音の占有する波形包絡線のうちから、ピークにおける1点のみを抽出し、その値を計測する

という方法を採用した。また、ついでながら、すでに表2-6に示した分析資料からも明らかのように、本稿では上述のハード面における制約を考慮して、特に条件の厳しい無声破裂子音は分析資料として扱っていない。

3.3. 本実験の結果

3.3.1. V+無声継続子音:/ax/などのタイプ

まず、後続子音が無声の継続音の環境に着目した実験を行なった。その結果を数値で表2-7に、また対応する生データを図2-3～8に掲げておく。

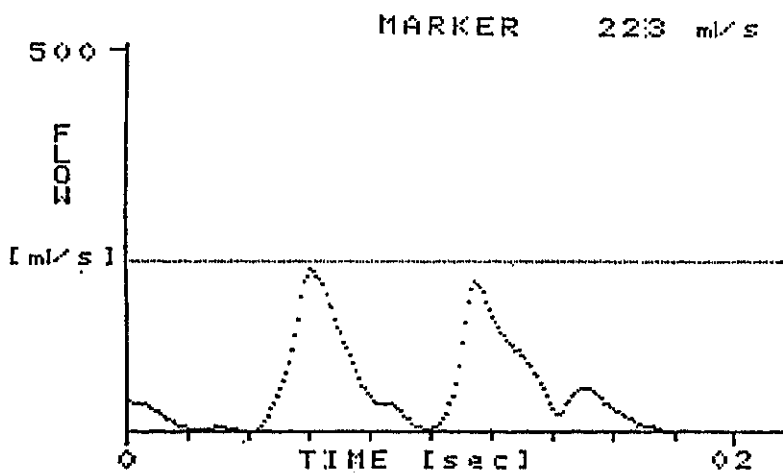


図2-3 /ax/

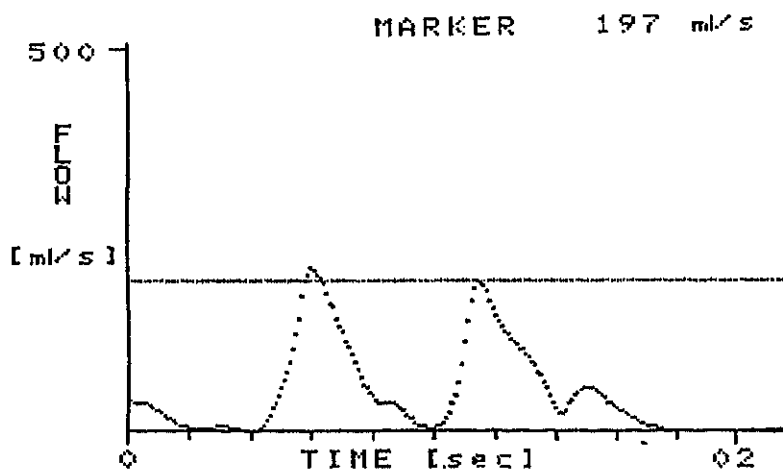


図2-4 /ex/

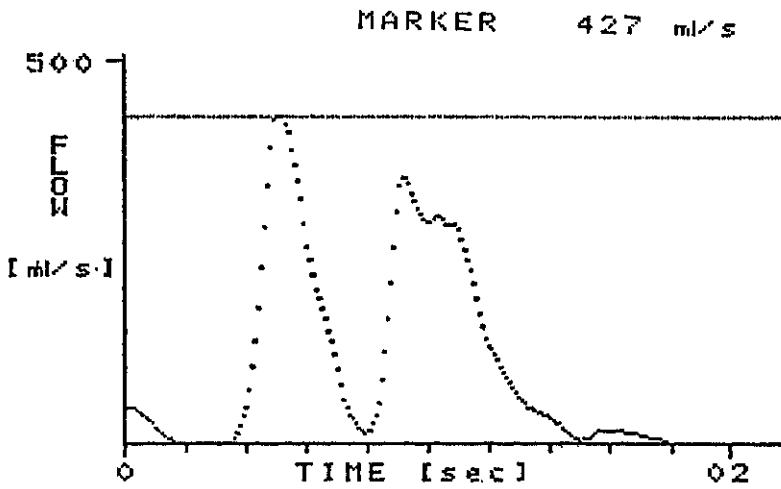


図2-5 /ox/

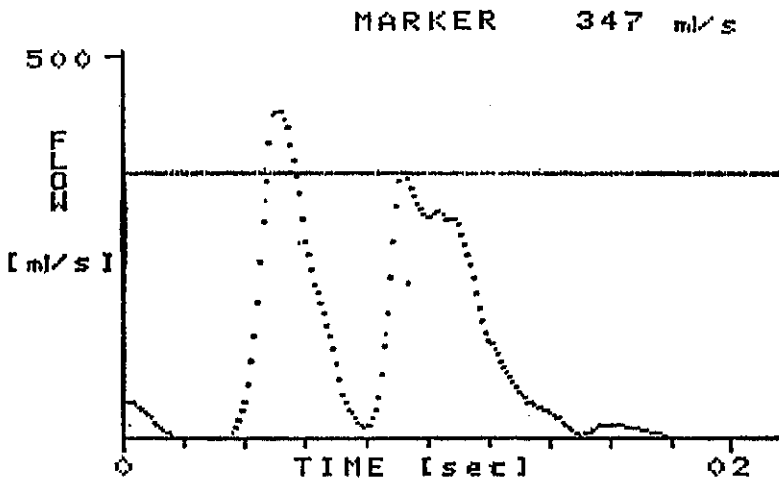


図2-6 /ox/

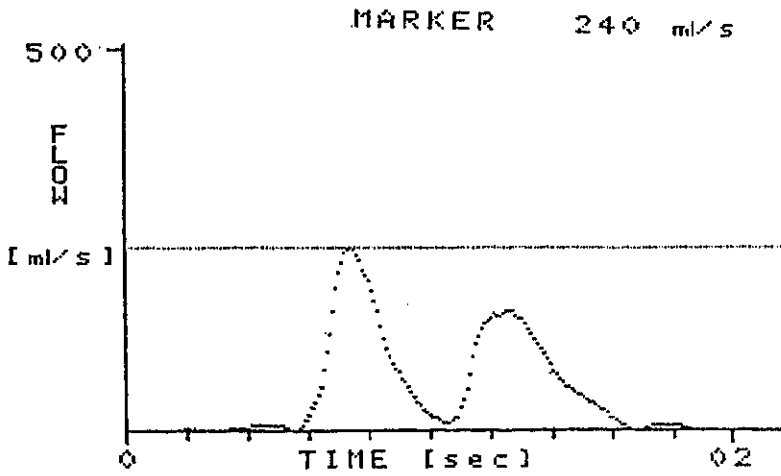


図2-7 /ux/

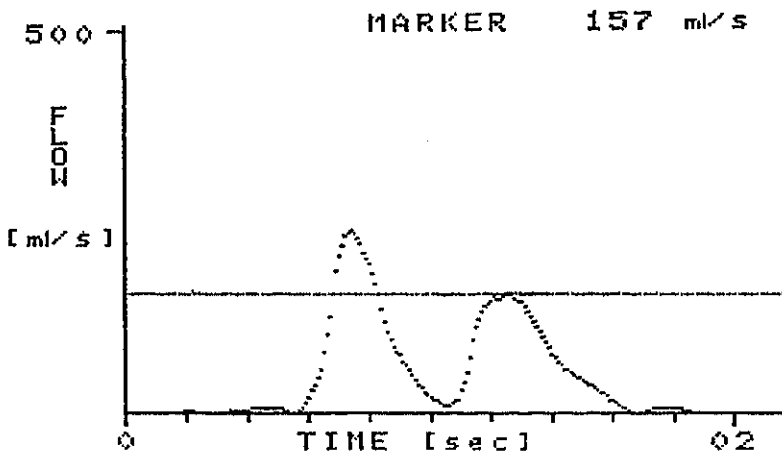


図2-8 /ux/

	flow
/ax/-/ex/ の /a/	223 (ml/s)
/ax/-/ex/ の /e/	197
/ox/-/öx/ の /o/	427
/ox/-/öx/ の /ö/	347
/ux/-/üx/ の /u/	240
/ux/-/üx/ の /ü/	157

表 2-7

やはり、結果は予測されたように、無声継続子音の影響によって相応の影響は見られるものの、全体的傾向としては相対的に男性母音群の方により多くの呼気流量を認めることができる。

なお、中性母音の /i/ に関しても /ix/ による結果が出ており、167ml/s と計測されているが、当面のテーマが男女両母音群における相対的な違いの探求にあるので、この表からは除外してある。

3.3.2. 無声継続子音+V+有声継続子音：/xal/などのタイプ

続いて、表 2-7 とは顕著に異なった現れ方をした、無声継続子音+V+有声継続子音の場合を表 2-8 に掲げる。また、これと対応する生データを図 2-9～14 に掲げておく。

	flow
/xal/-/xel/ の /a/	443 (ml/s)
/xal/-/xel/ の /e/	367
/xol/-/xöl/ の /o/	387
/xol/-/xöl/ の /ö/	350
/xul/-/xül/ の /u/	353
/xul/-/xül/ の /ü/	280

表 2-8

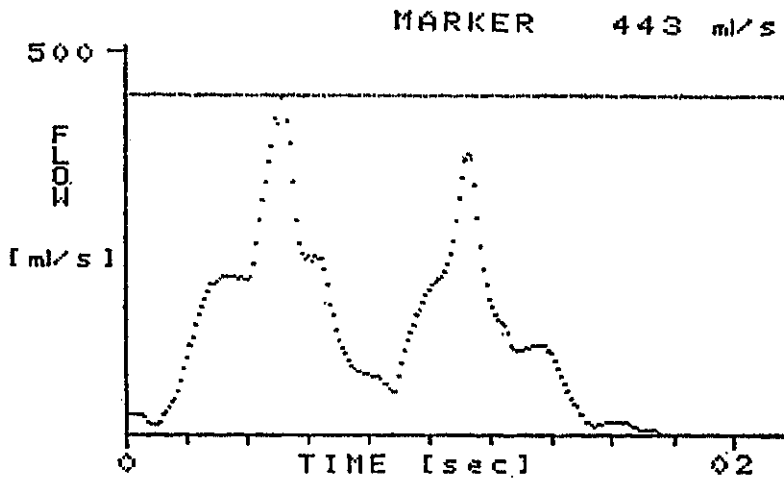


図 2-9 /xal/

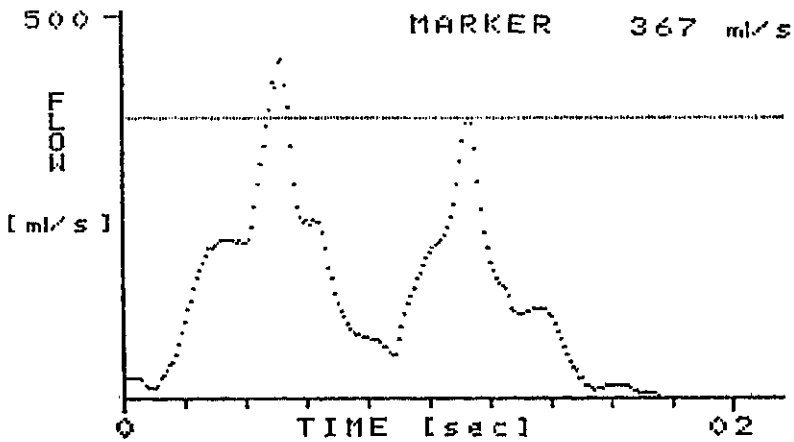


図 2-10 /xel/

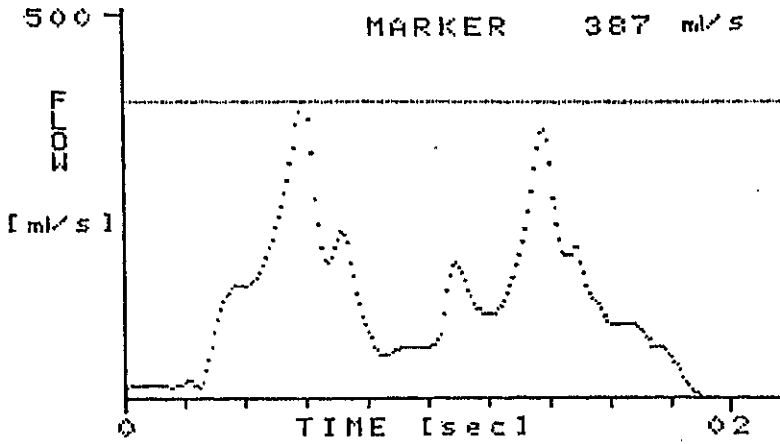


図 2-11 /xol/

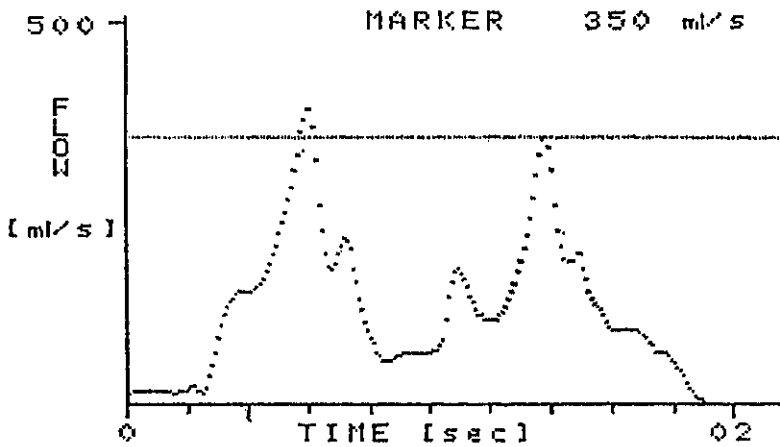


図 2-12 /xöl/

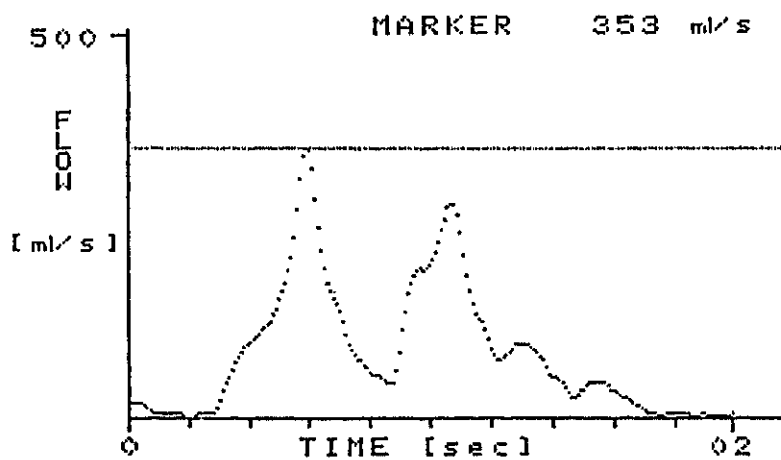


图 2-13 /xul/

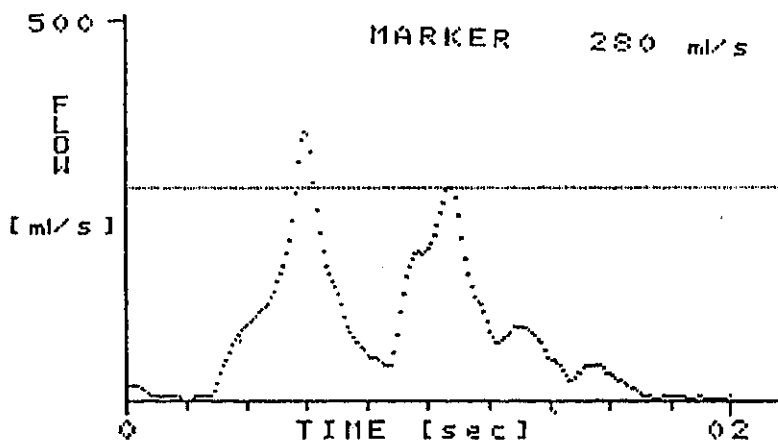


图 2-14 /xül/

/o/の387ml/sを除けば、すべて表2-7よりも多くの呼気流量を要していることが明示されてはいるが、やはり相対的に見ると男性母音群の方に多くの呼気流量が観察されるという事実は動かない。

3.3.3. 有声瞬間子音+V+有声継続子音:/dal/などのタイプ

最後に、もうひとつこれまでのタイプとは大きく異なる現れ方をした、有声瞬間子音+V+有声継続子音の場合を表2-9に掲げる。また、これと対応する生データを図2-15~20に掲げておく。

	flow
/dal/-/del/ の /a/	290 (ml/s)
/dal/-/del/ の /e/	263
/dol/-/döl/ の /o/	280
/dol/-/döl/ の /ö/	170
/dul/-/dül/ の /u/	327
/dul/-/dül/ の /ü/	210

表 2-9

閉鎖子音の直後に立つ母音が、比較的表2-7の語頭位置に立つものと似た結果となっているのは、モンゴル語の語頭母音が多くの場合に声門閉鎖音を伴った急激な声立てをしていることと、おそらくはかかわりがあるものと思われる。

なお、この表2-9では、呼気流量における母音間の格差が比較的僅少になっているという点も、ひとつの特徴として指摘することができる。その理由に関してはデータ件数が少ないので確かなことは言えないが、恐らく閉鎖音における子音の特徴が少なからず影響しているものと予測される。

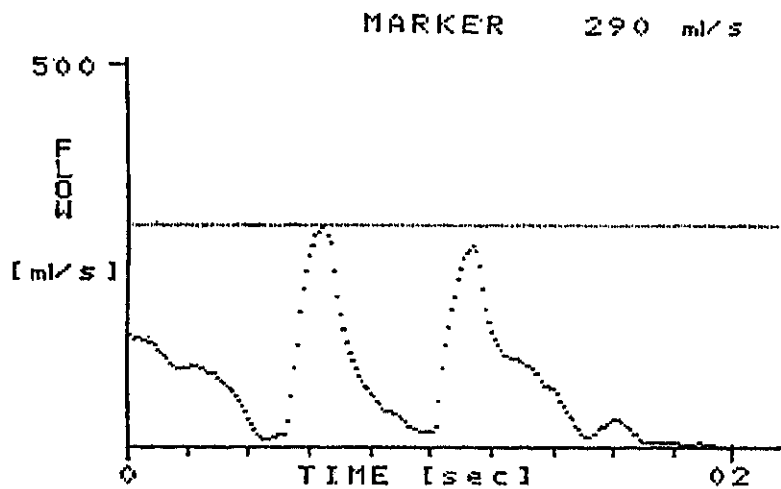


図 2-15 /dal/

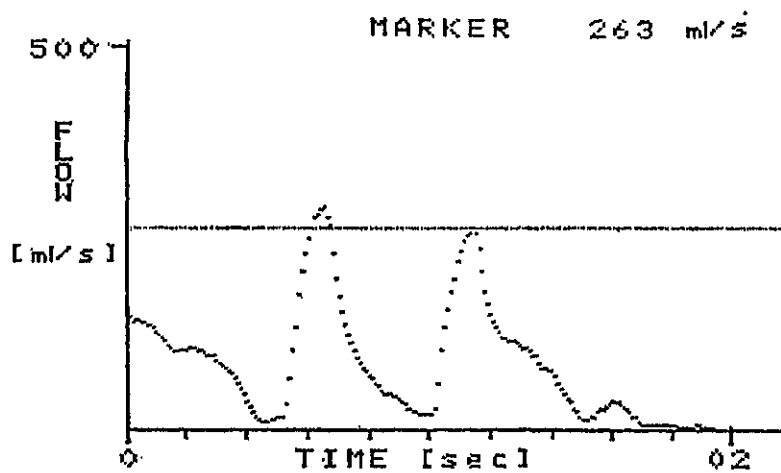


図 2-16 /del/

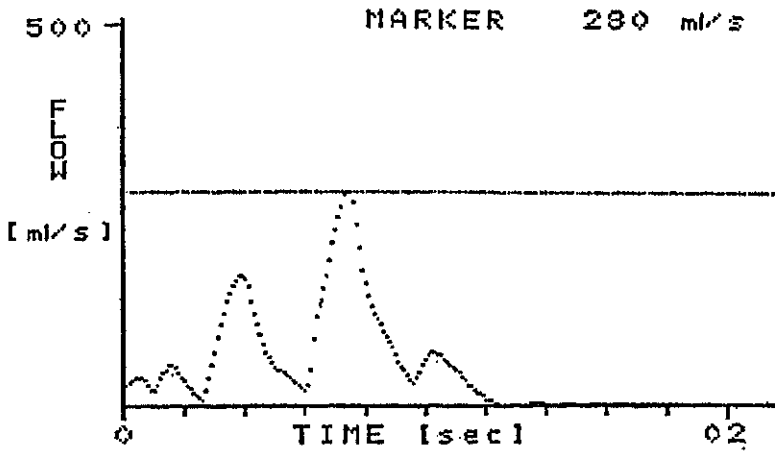


図 2-17 /dol/

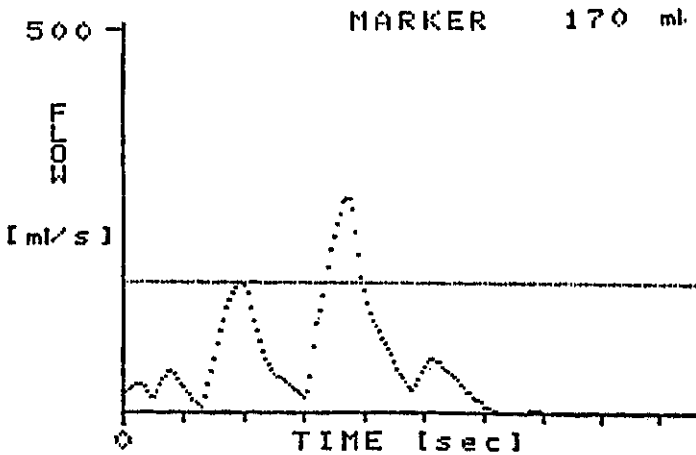


図 2-18 /döl/

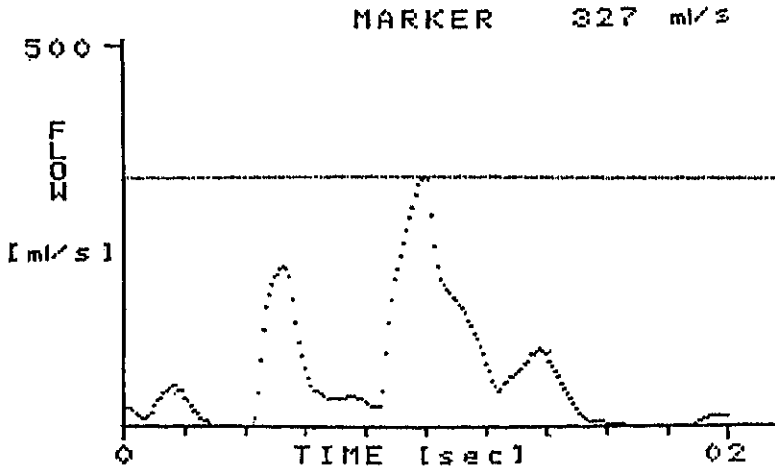


图 2-19 /dul/

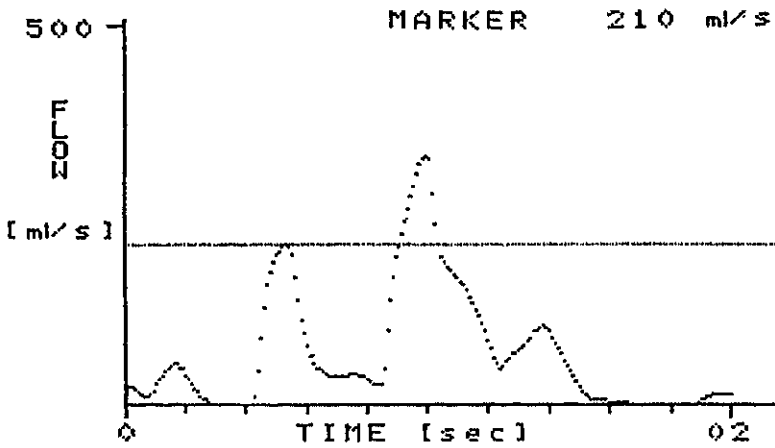


图 2-20 /dÜV/

3.3.4. その他

本格的な検証は将来の課題としなければならないが、上に明らかにしたもの以外にも、若干の多音節語を計測してあるので、それらのうちからほんの一部の結果を表 2-10 に示す。また、これと対応する生データを図 2-21~22 に掲げておく。

なお、ここに掲げたデータの範囲内では、やはり男性母音の方が対応の女性母音よりも多くの呼気流量を伴うという、従来の実験結果といささかも矛盾していない結果が得られた。

	flow
/damzjuulax/-/demzjütülex/の/a/	203 (ml/s)
/damzjuulax/-/demzjütülex/の/e/	147

表 2-10

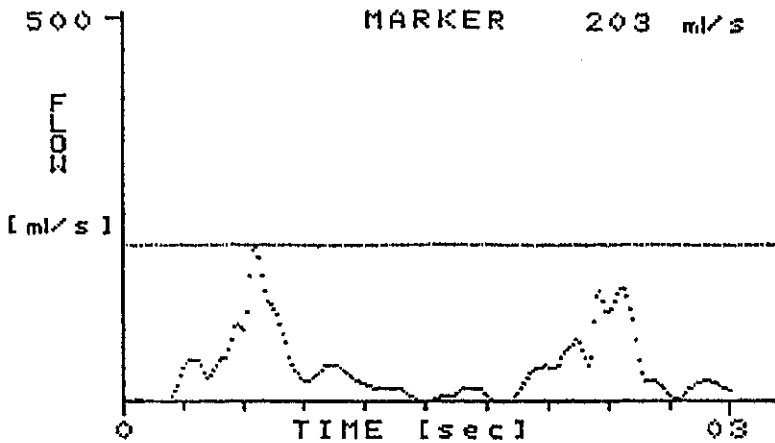


図 2-21 /damzjuulax/

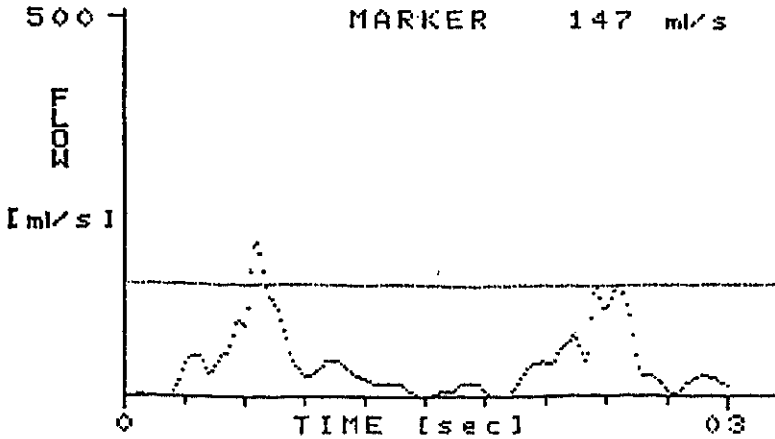


図 2-22 /demzjüülex/

第 4 節 考察

4.1. 男女別母音のクラスと呼気流量

以上の実験結果から、総じて男性母音群の方が対応の女性母音群よりも相対的に多くの呼気流量を要する、ということが指摘できそうである。従って、このことをより一層明確化するために、本実験におけるすべてのデータに対して基本統計量を求めてみた。結果は、表 2-11 に示したとおりで、その中から平均値と中央値のみを抜き出せば、それぞれ表 2-12 のようになる(単位: ml/s)。サンプル数の絶体量が少ないので、断定的なことは控えざるを得ないが、いわゆる傾向性の指摘ならば十分に可能であろうと考える。

データ名 : RST2.STW タイトル : 基本統計量
 コメント :
 変数の数 : 9 観測値の数 : 7

	カテゴリ	有効 サンプル数	合計	最大値	
S1	呼気流量	全体	20	5661.000	443.000
S2	呼気流量	a	4	1159.000	443.000
S3	呼気流量	e	4	974.000	367.000
S4	呼気流量	o	3	1094.000	427.000
S5	呼気流量	o2	3	867.000	350.000
S6	呼気流量	u	3	920.000	353.000
S7	呼気流量	u2	3	647.000	280.000

	最小値	平均値	標準偏差	分散	中央値	
S1	呼気流量	147.000	283.050	89.387	7990.050	280.000
S2	呼気流量	203.000	289.750	108.730	11822.250	256.500
S3	呼気流量	147.000	243.500	95.056	9035.667	230.000
S4	呼気流量	280.000	364.667	76.002	5776.333	387.000
S5	呼気流量	170.000	289.000	103.068	10623.000	347.000
S6	呼気流量	240.000	306.667	59.181	3502.333	327.000
S7	呼気流量	157.000	215.667	61.695	3806.333	210.000

表 2-11 本実験における呼気流量の基本統計量

	男性母音	女性母音
平均値	/a/ 240 /u/ 274 /o/ 316	/e/ 194 /ü/ 210 /ö/ 258
中央値	/a/ 213 /u/ 247 /o/ 347	/e/ 172 /ü/ 210 /ö/ 313

表 2-12 平均値と中央値

ここから、平均値、中央値ともに/a/>/e/, /u/>/ü/, /o/>/ö/という関係が検証され、従って男性母音のほうが対応の女性母音よりも相対的に多くの呼気流量を要するということが明らかになった。

なお、この流体现象を音声の生成的側面から捕捉すれば、具体的には発声発

語時における呼吸機構，わけても横隔膜や肋間筋の調節にこれが深くかかわることは論をまたない。また，間接的には口唇，舌，咽頭，喉頭などの諸器官に加えられた高緊張性を一部で反映しているものと見られる。従って，この事実を根拠とすれば，現代モンゴル語の母音調和を清格爾泰氏の「舌根調和説」に対して，新に呼気流量に注目した「高緊張性母音」と「低緊張性母音」の対立として捕捉する方途を見出す可能性が拓けるものと考ええる。すなわち，

モンゴル語の母音調和を呼気流量の観点から捕捉すれば，まず大きく男性母音と女性母音との差を，相対的に多量の呼気流量を要する「高緊張性母音」と，相対的に少量の呼気流量しか要さない「低緊張性母音」とに2分することができる。

とすることができるのではないかと考える。

ただし，繰り返して強調してきたように，生理音声学の側面から母音調和を検証するためには，まだこのほかにも口腔内圧の測定をはじめとして，マイクロ・ビームシステムによるx線動画記録や，筋電図学的方法による実験等，複数の適切な方法が併用されることが望ましい。この点からも，本稿における指摘は，あくまでもパイロット・スタディーとしての役割をになったものであるという点を，改めて確認しておきたい。

4.2. 「唇の調和」を支える事実の発見

/o/ - /ö/ と /u/ - /ü/ のうち，モンゴル語学では伝統的に前者のベアー，すなわち /o/ - /ö/ のみを円唇母音と認めてきた。その理由は，序論にも述べたとおり「唇の調和」の存在にあることは，言うまでもない。

しかしながら，一般音声学の見地からは現代モンゴル語における /o/ - /ö/ と /u/ - /ü/ は，ともに円唇母音である。このことは，すでに前章において音響音声学の観点からも検証したように，円唇性を顕著に反映するとされる，① F2の下降，② 高次フォルマントの相対的な下降，③ 成分エネルギーの全体的な減少傾向など，いずれのパラメータも本稿で組上に載せた範囲内では /o/ - /ö/ と /u/ - /ü/ とを，円唇性において異なるクラスの母音であると認定するほどには顕著に認められなかった点からも明かである。然るに，本章で試みられた PLG を用いた呼気流量の研究によると，どうやらその差が顕現化しそうな模様なので，ここにささやかな発見として報告しておく。

先に、4.1.の表2-12において示した、本実験による総呼気流量に関する基本統計量のうちから平均値と中央値のみを転載した数値を、再び男性母音群と女性母音群とに分けて眺めてみると、平均値も中央値もともに

/o/ > /u/ > /a/, /ö/ > /ü/ > /e/

のオーダーとなっており、いわゆる唇の調和に深い関係を有する/o/と/ö/のみが、群を抜いた呼気流量を要している点が注目される。そこで、次にこれらの相関を取り(表2-13)、相関係数の高い順に散布図を描かせた。結果は、図2-23~27に示したとおりで、/a/を基準として見た場合、

/a/ > /e/ > /u/ > /ü/ > /o/ > /ö/

のオーダーとなった。

このことは、奇しくも非円唇母音の/a/, /e/から見て、最もかけ離れた値が/o/, /ö/であるということを明示的に検証したものであり、従って/o/, /ö/のみを円唇性に特化したペアーと見なしうる根拠が発見されたということにはほかならない。すなわち、別言すれば「唇の調和」を背後で支えている音声学的事実の一斑が、この呼気流量差による高緊張性母音と低緊張性母音との対立に認められるのではないかということが示唆されたということになる。

/a/	1.000
/e/	0.979
/u/	0.941
/ü/	0.751
/o/	0.601
/ö/	0.552

表2-13 母音ごとの相関係数

相関係数:0.979

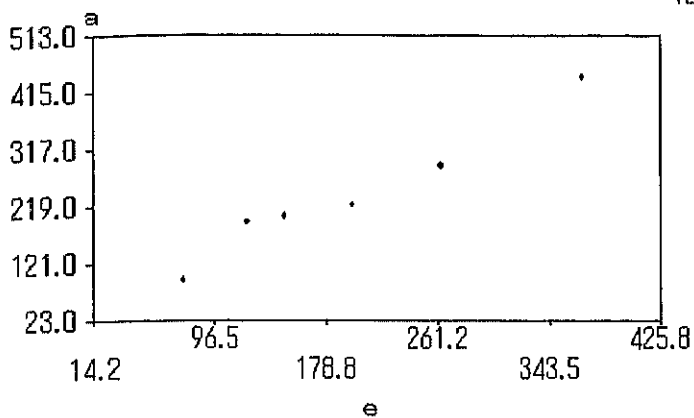


図 2-23

相関係数:0.941

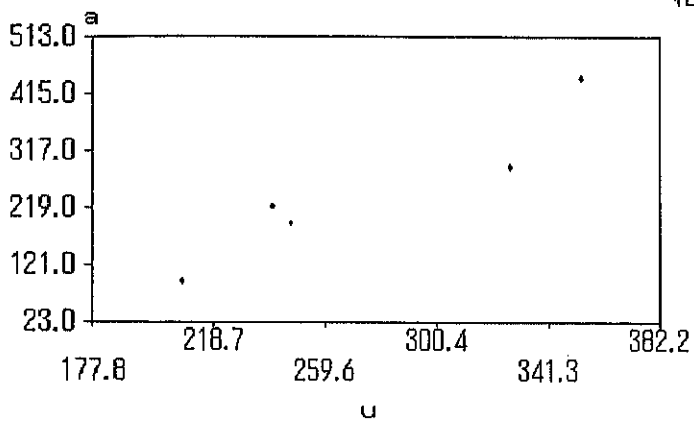


図 2-24

相関係数:0.601

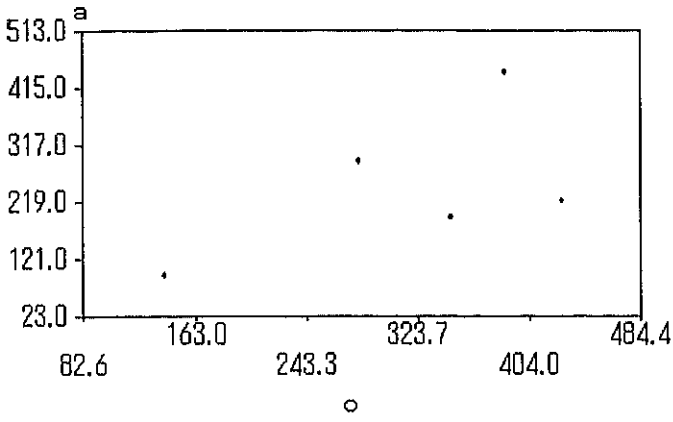


図 2-25

相関係数:0.751

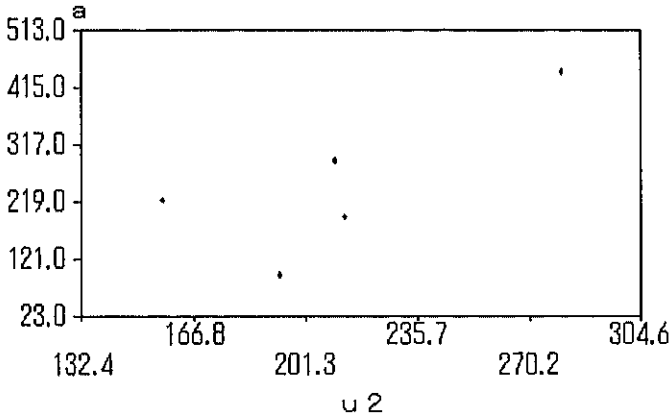


図 2-26

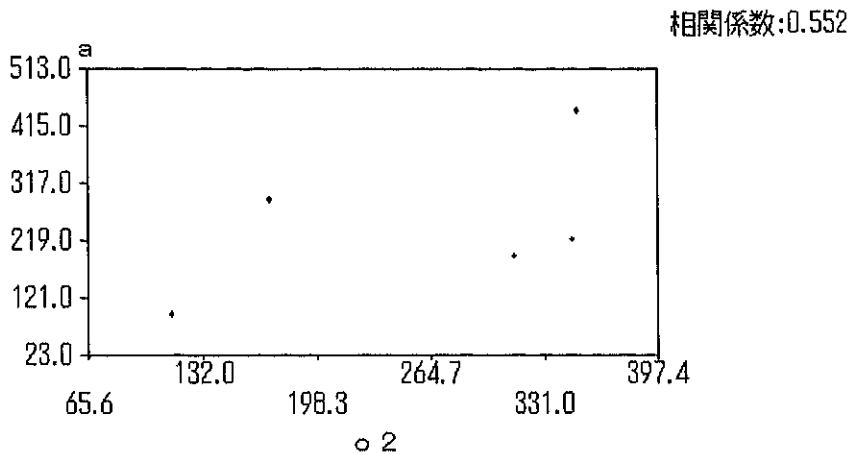


図 2-27

4.3. 結語

以上、PLGを用いた生理音声学的実験をとおして、本稿では次の成果を挙げる事ができた。

- ①モンゴル語の母音調和を実験音声学的側面から捉える場合には、音響音声学的側面からフォルマントや物理的強度 (intensity) などを手懸りとするよりも、生理音声学的側面からの呼気流量差に注目する方が、より鮮明な結果が引き出せる。
- ②相対的に多くの呼気流量を要する母音群に対して「高緊張性母音」、その逆を「低緊張性母音」と命名することにより、母音調和の観点から対応する男女の母音群に対して、/a/>/e/, /u/>/ü/, /o/>/ö/というオーダーを検証することに成功した。また、この見方を従来の清格爾泰氏の「舌根調和説」に対して、新に「呼気流量説」と呼ぶこととする。
- ③伝統的に「唇の調和」として認識されてきた/o/-/ö/を/u/-/ü/と截然と分けるとする根拠に関しても、同様に相対的な呼気流量差に求めることが可能であることを示唆した。なお、このことによって、従来からの懸案であった「唇の調和」を支える生理音声学的根拠に関して、「舌

根調和説」でも扱えなかったまったく新しい観点から世界ではじめての指摘を行なうことができた点は、本稿における最大の研究成果である。

などということになる。

ただし、ここで扱った方法は、生理実験とはいえ呼気流量を計測するという甚だある意味では迂遠なやり方に過ぎない。従って、この一事実をもってただちにいわゆる「唇の調和」の全貌が解明されたなどとはできない。なぜなら、再三繰り返して強調しているように、ここに示された事実は単なる呼気流量という一側面に注目した部分的な結果に過ぎず、これ以外にも口腔内圧の計測、マイクロ・ビームシステムによる x 線動画記録、筋電図学的方法などによって、生理的営みを定量的に探る必要性が控えているからにほかならない。

しかしながら、現状ではいわゆる侵襲的な*⁸生理実験方法を駆使することができない小論の筆者には、件の課題に関する検証を発声発語における流体现象に局限して行なうことには、おのずと限界があることは否めない。従って、将来に課題が残されてはいるもの、これをもって「呼気流量説」の第一歩としておきたい。

ただし、母音調和に実験音声学の側面から迫りうる可能な非侵襲的方法*⁹は、これまでに述べてきた音響音声学の接近法(第1章)、生理音声学の接近法(第2章)以外にも、事象関連電位を用いた脳波実験による電気生理学的方法による聴覚音声学の接近法が残されている。従って、次章においては脳波計を用いてネイティヴスピーカーが母音調和に適合する事例と、逆に違反する事例との双方を「受容・認知」に深くかかわる側面、すなわち大脳の高次機能を反映するとされる聴覚情報処理系のレベルではどのように捉えているのかを検証し、併せて母音調和の課題に対し多角多面的に取り組むこととする。前章までの研究に対する、局面打開策の一斑としての補完的な役割をになわせたいと考える所以である。

【註】

*¹ 本稿は、日本モンゴル学会の研究機関誌『日本モンゴル学会紀要』第22、23合併号に、城生伯太郎(1993)として掲載された論文を骨子として成立している。

*² この点については、一ノ瀬恵(1992)からの教示による。なお、同論の p. 184では、清格爾泰氏による舌根調和説は1959年に端緒をおいており、その指摘は、従来世界で最初だと考えられていた Stewart(1967)による西アフリカのアカン語に数年先駆けるものとして注目している。

- *³ 服部四郎(1975)は、アルタイ諸語における母音調和を二つのタイプに分けて論じており、トルコ語などは後舌・前舌による典型的な例であるのに対し、東部モンゴル諸語の母音調和は基本的に開口度差に帰着することのできる「広・狭の調和」であるとしている。
- *⁴ なお、音声生成時の流体现象を本格的に検証するためには呼気流量のみでは不十分であり、口腔内圧の計測も併用する必要がある。しかしながら、母音調和を支えている生理音声学の現象は流体现象のみに特定されるものでもなく、他にも種々の要因が考えられるところから、本稿では第1章と第3章において、それぞれ音響音声学の側面と大脳における聴覚情報処理系の側面から相互補完的な観察を行なっている。従って、本稿のような目的に照らして、とりあえず呼気流量に注目した観察結果を公にすることは、同一の目的を持った文科系の音声学に先行研究がまだ存在しない現状に鑑みて、相応の意義はあるものと考えられる。
- *⁵ 医学系などの研究者からは、それならばそのような不向きな装置をあらかじめ用いなければ良いではないかといった類の批判をされることが多い。しかしながら、もともと低額予算しか獲得できない文科系に所属する研究者が、そのような劣悪な研究環境の中で、もがき苦しみながらやっとの思いで行なっている実験であるという背景事情にも、幾分か理解は示して欲しいものである。ここでは、理想的な環境における仕事とは程遠い環境の中で、それでも手の届く範囲でできる限りの努力をした結果の所産であるということを、ひとこと述べておきたい。
- *⁶ 例えば、エルゴード仮説を援用して、ごく少数の被験者によってもそれなりの創意工夫によって実験研究が十分に成り立ちうることを主張した城生佰太郎(1997)や、アルタイ諸語などマイナーな言語を対象とする記述言語学的研究や音声学的研究にとっての特殊事情を背景として論じた城生佰太郎・福盛貴弘(2001)など。
- *⁷ 被験者に関する情報は、この実験を行なった1991年当時のものである。
- *⁸ 被験者に対して、メスを入れるとか針を刺入するなどなんらかの意味で肉体的なダメージを与える方法。日本では、医師免許がないと行なえない。
- *⁹ 註8の逆で、被験者になんら肉体的なダメージを与えない方法。われわれ音声学者に許されているのは、この方法に限られる。

【第2章参考文献】

□和文文献

- 一ノ瀬恵(1992)「内蒙古チャハル方言におけるr音について」、『北海道大学文学部紀要』第40巻2号, pp. 169-188, 北海道大学
- 城生佰太郎(1993)「モンゴル語の母音調和と呼気流量——生理実験による研究」、『日本モンゴル学会紀要』第23号, pp. 104-117, 日本モンゴル学会
- (1997)『実験音声学研究』, 勉誠社
- (2003-a)「モンゴル語母音調和の研究(1)」, 『文藝言語研究 言語篇』第43号, pp. 41-69, 筑波大学文芸・言語学系
- (2003-b)「モンゴル語母音調和の研究(2)」, 『文藝言語研究 言語篇』第44号, pp. 1-77, 筑波大学文芸・言語学系
- 城生佰太郎・福盛貴弘(2001)「行動表現の科学」, 飛田良文編『日本語行動論』, pp. 53

-101, おうふう

服部四郎(1975)「母音調和と中期朝鮮語の母音体系」, 『言語の科学』第6号, pp. 1-22, 東京言語研究所

郡司隆男・坂本勉(1999)『言語学の方法』(現代言語学入門1), 岩波書店

□中文文献

清格爾泰・新特克(1959)『關於蒙古語基本元音』(Qing Geertai, Xin Teke, モンゴル語における基本的な母音の研究), 内蒙古大学学报, 第2期

鮑懷翹・呂士楠(1992)「蒙古語察哈尔話元音松緊的声学分析」(Bao Huai Qiao, Lü Shi Nan, モンゴル語チャハル方言の弛緩母音と緊張母音に関する音声学的分析), 『民族語文』, 第1期

□欧文献

Stewart, J. M. (1967): "Tongue root position in Akan vowel harmony". *Phonetica* 16, pp.185-204.

第3章 聴覚音声学的研究^{*1}

第1節 緒言

1.1. 脳波実験と言語研究

言語と脳との関係についての研究は、古代エジプトやギリシャにまで遡行することができると思われており、例えば杉下守弘(1985: 10)には次のような記述がある。

精神の座は脳であるとする説は紀元前約五世紀頃、アルクマイオン (Alkmaion) によって唱えられたのが最初であるといわれている。…中略…経験的な根拠にもとづいて、精神の座は脳であると述べたのは、紀元前四世紀にギリシャで活躍したヒポクラテスをはじめとするヒポクラテス派の医師であろう。ヒポクラテス集典の「神聖病について」と題する章には次のように記されている。

「われわれの快感感、喜び、笑い、冗談、苦悩、不快感、悲痛、号泣も、すべて脳から発するということを、人びとは知らなければならない。また、脳によって、われわれは思考し、見聞し、また美醜、善悪、快不快を習俗にそって鑑別したり、効用によって感じ分けたりすることによって、識別するのである。」…以下略…

その後、主として失語症患者を対象とした研究から、19世紀はじめにはドイツの解剖学者ガル(Gall)による大脳局在論が唱えられ、1816年にはフランスの外科医ブローカ(Broca)による音声言語の中枢として知られるいわゆるブローカ領野の発見、1874年にはドイツの精神科医ヴェルニッケ(Wernicke)による言語理解の中枢として知られるウェルニッケ領域の発見などが相次ぎ、これらの研究成果は次第に大脳における特定の部位のみが言語能力を司るとする局所主義を生むに至った(岩田誠1996, 杉下守弘 *ibid.*)。さらに、Penfield and Roberts(1959)による生身のヒトの頭蓋骨を切開して大脳を露呈させ、その表面の特定ポイントを電気刺激するという前人未踏の実験は、この考えを助長させた。

これに対して、脳のそれぞれの領野がどのように結びついて言語能力を産出するのかに焦点を当てた研究姿勢を取る、いわゆる全体主義がこれに対峙する形で19世紀後期のジャクソン(Jackson, 1880)や20世紀初頭のゴールドスタイ

ン(Goldstein, 1948)に見られる。さらにこの見方は、最近ではコンピュータ・ネットワークをモデルとして構築された「並列分散処理」モデルと呼ばれる脳の情報処理モデルにも引き継がれている(オブラー, ジュアロー, 2002)。

ところで、コンピュータサイエンスを核とする技術革新のおかげで、1980年代から用いられるようになった核磁気共鳴画像法(magnetic resonance imaging: MRI)を筆頭に、機能的核磁気共鳴画像法(functional magnetic resonance imaging: f-MRI)、陽電子放射型断層撮影法(positron emission tomography: PET)、SQUID(superconducting quantum interference device)と呼ばれる、超伝導量子干渉素子をセンサーとする脳磁図(magnetoencephalography: MEG)などの装置は、コンピュータ画像処理の発展とともに、従来は死後の剖検所見と生前の病変症状との対比という、はなはだ迂遠な方法に頼らざるを得なかった脳機能における研究を、健常者を対象とするほぼ実時間による研究へと飛躍的に発展させた。

また、このような方法は、開頭などの侵襲的方法(人体になんらかの生理的な損傷を与える方法)によらず、人体になんら生理的な損傷を与えない非侵襲的な方法によっているという点でも、この分野に矚目に値する進展をもたらした(柴崎浩・米倉義晴, 1994など)。

本稿に用いた脳波計(electroencephalography: EEG)は、1920年代末期にドイツのベルガー(Berger)が初めてヒトの脳波の記録に成功したことに端緒を置くものであり(柴崎・米倉, *ibid.*), 上記の装置に比べれば古典的である。従って、確かに上述したf-MRI, PET, MEGなどに比べれば不満がないわけではない。

しかしながら、①コストが比較的かからない、②空間分解能では劣るが時間分解能に優れている、③静穏な装置のため聴覚刺激による実験に向いている、などの利点がある。この故に、柴崎・米倉(*ibid.*: 53)では

いずれにしても、脳電図と脳磁図は互いに共演しあって各々の演技力を発展させるような関係であって、どちらかが相手の代役をも果たしようというわけではない。

としている。これらの特徴のうち、①は低額予算の文科系にあっては他に選択の余地がないものであり、③は音声の課題には不可欠であるといえる。さらに、②に関しても2.1に後述する事象関連電位(ERP)を用いることによって、この

長所は生かされるものと考える。

なお、事象関連電位を用いた言語研究は、Kutas & Hillyard (1980) における意味逸脱に対応した、N400と命名される潜時400ms 近傍に頂点が出現する特定の陰性波の指摘を嚆矢として、Neville et al.(1991) では文法的な逸脱に対応する成分の指摘などが旺盛に行なわれるようになってきた。しかし、心理学や医学を別にすれば、わが国では言語学の領域においてこれを用いている例はまだ僅少であり、管見のおよぶ範囲では萩原、中島、中込、伊藤、高沢、菅野(1997)、Tatsuta, Fukuda, Tomita (2001)、宮崎里司(1999, 2000) などに見られるように、主として理論言語学における文法理論の正当性を模索する研究や、英語教育、日本語教育などへの貢献を目的とするものが目立つ。また、その方法も、聴覚ではなく視覚刺激を用いている点に特色がある。

一方、わが国における事象関連電位を用いた音声学の領域での実験研究となると、管見のおよぶ範囲では、その例は筆者による城生佰太郎(1996)をはじめとする、城生佰太郎(1997, 1999a, 1999b, 2001a, 2001b, 2002, 2004)、福盛貴弘(2001)などが挙げられるのみである。また、これら一連の研究では当然のことだが、一貫して聴覚刺激が用いられている点でも上記の方法とは異質である。

1.2. 実験音声学における脳波実験

言語学にとって最も密接な隣接科学として位置づけられる音声学の領域にあって、自然科学的方法論を援用することによってより一層の観察精度を向上させ、延いては理論化を行なう際により妥当性の高い根拠を示すことを目的とした実験音声学 (experimental phonetics) の誕生は、1889年のフランス Institut catholique における「実験音声学」の講座開設をもって嚆矢とする。

初代の教授に就任した Jean-Pierre Rousselot (1850-1938) は、波形解析装置 Kymograph の考案者としても知られているが、爾来、今日に至るまでの100年以上の間に、音声学的音節の問題をはじめとして、連音レベルに見られる固有の現象として知られる有声化、無声化などの音源同化、調音点同化、調音様式同化など、音声変化に深くかかわる諸問題の解明などに、この実験音声学の方法が多量の貢献をなしてきたことは、例えば Rousselot (1897-1908) や Grammont (1933) などによっても十分に窺知することができよう。

その後、第二次世界大戦中に戦闘機のエンジン整備の簡素化を目的に開発された sound spectrograph が、次第に言語音の音響音声学的解析にも利用されるようになり、Potter, Kopp and Green (1947) や Jakobson, Fant and Halle

(1952)などによって、実験音声学におけるこの機器の利用法に関する明確な方向づけがなされたことは、周知のとおりである。とりわけパソコンが普及し、比較的安価で取り扱いも簡便なソフトが供給されるようになった今日では、音声学および音韻論の分野においては sound spectrograph による解析がすっかり定着し、この方法があたかも実験音声学と同義であるかのごとき印象すら与えかねない状況になってきている。

しかしながら、伝統的な音声学の領域における3大分野、すなわち①言語音産出に焦点を絞った、記述を主体とする調音音声学および軽微の実験方法を援用する生理音声学、②口唇より放射された後の伝播過程を中核とする音響音声学、③聴覚器官によって言語音を受容した後、聴覚情報処理系によって認知される過程を扱う聴覚音声学、の3領域のうちでは③が最も立ち後れており、特に心理学や医学とは異なる目的を持った音声学において、脳波を用いた実験音声学的研究——しかも本稿で扱っているアルタイ言語学の領域における母音調和というテーマによるそれ——は、管見のおよぶ範囲ではいまだ国際的にも例を見ていない。

無論、隣接科学においては、①は医学に見られる音声生理学などに、②は電気工学や電子工学における信号処理工学、音声言語処理などに、また③は心理学における事象関連電位を用いた認知に関する実験研究などに、それぞれ高度に専門化した豊富な例を見ることができる。しかしながら、これら隣接諸科学におけるそれらの研究は、言語学および音声学とは根本的な目的を異とする点は、銘記しておかなければならない。

具体的に述べれば、例えば②の音響音声学にしても、音声学の一分野として位置づけられるところから、当然のことだが断じて音響一般を扱うことはしない。音響事象のうちから、言語音のみを対象とし、しかも de Saussure のいうラングのレベルで弁別的な対立的価値を有する音的単位(音素)に該当する事象を中核に据え、この音素が具現化する自由度の範囲を客観的なデータで示すことによって、言語音記述の精度を向上させることを目的とする。すなわち、別言すれば、音韻論、記述言語学、歴史言語学、言語地理学などへの貢献を視野に入れた研究であるということにほかならない。

また、①のレベルにかかわる口腔矢状断面図とも密接に絡むことになるが、F1とF2の相対的な関係を二次元座標軸上に捉えた音響ダイアグラムにしても、音声学以外の分野では、例えば図3-1に引用した白井克彦(1998:143)にも図示されているように、縦軸にF2を、横軸にF1を取るために[i]を頂点

として [e], [a] などが右下方に配置される。ここから、口腔矢状断面図も図3-2に引用した古井貞熙(1985:13)に示されているように、顔面の右側面を図示することになる。

これに対して、伝統的な音声学では顔面の左側面を図示する慣習から、母音図が [i] を左側の頂点として、以下 [e], [a] などを左下方に配置し、一方 [u] を右側の頂点として、以下 [o], [ɑ] などを右下方に配置するという習慣があるため、例えば図3-3に引用した Ladefoged(1975:179)に代表されるように、縦軸にF1を、横軸にF2を取るようになる。

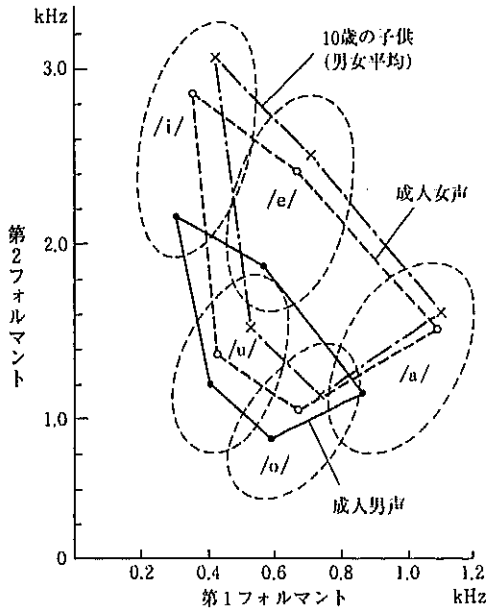


図3-1

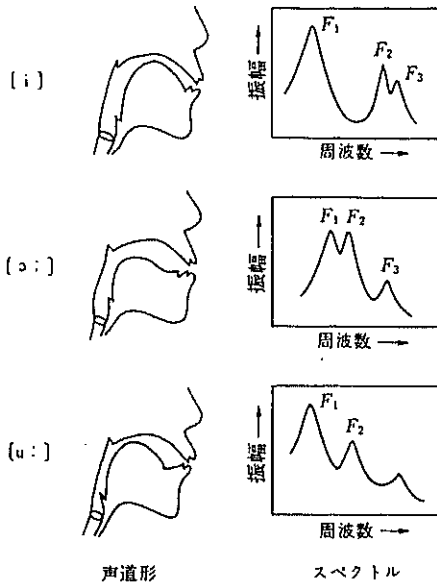


図 3-2

以上は、ほんの一例に過ぎないが、しかし実験音声学も音声学に属する一分野である以上、音韻論とともに自然言語の音的側面を経験科学的に考究することを目的とする独立科学であるという、確たる目的意識を有する学問であるという認識は重要である。それ故に、つとに服部四郎(1984: 1-14)などでも強調されているように、音声学はいわゆる自然科学系の学問領域における音響学や音声科学などの諸研究とは明瞭に一線を画すものと認識すべきであり、またそうすることによって人文科学に属する実験音声学が、18世紀末に遡る機械式音声合成器、19世紀半ばにおける声帯振動や聴覚の研究、さらには1876年に A. G. Bell によってもたらされた電話の発明などから今日のデジタル処理に至るまでの長い歴史を有する音響工学や音声情報処理などの領域とは、截然と袖を分かつということが首肯されるからにほかならない⁹²。

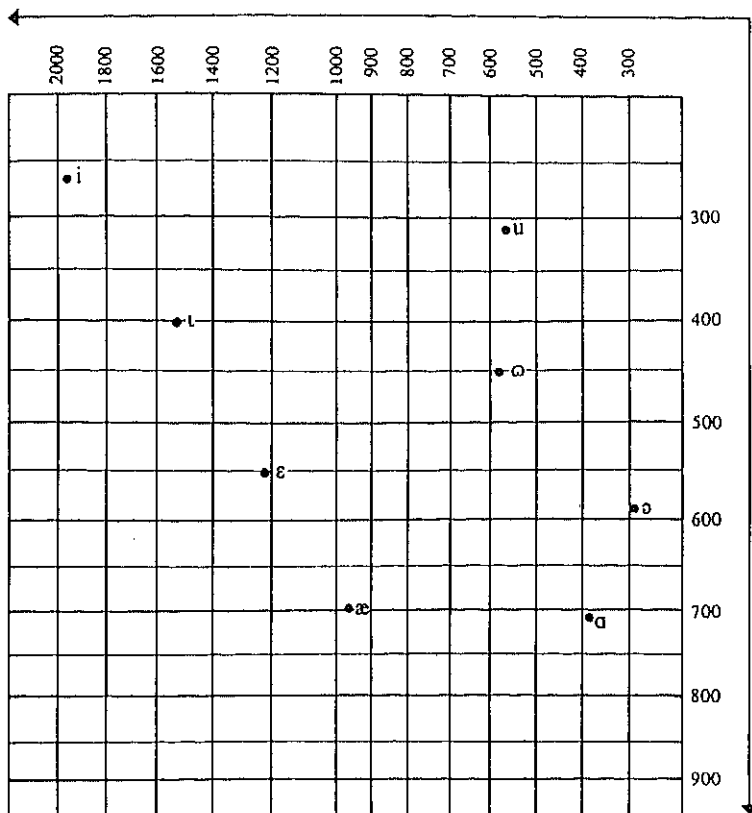


図 3-3

1.3. 実験音声学における実験の方法

1.3.1. 帰納的方法と演繹的方法

前述のように、本稿の筆者は実験音声学 (experimental phonetics) を音声学 (phonetic sciences) とは異なる独立科学であると見る。また、隣接科学の心理学とも目的を異にしているところから、当然の帰結として心理学などで定着している DOE (Design of Experiment = 実験計画法*) にも、必ずしも縛られない。

さらに、今日では言語学において一般化しているいわゆるトップダウン型の

演繹的方法だけを最善の方法論的選択とは考えない。なお、このことを具体的に敷衍すれば、必ずしも

まず仮説をたて、それを検証するのが実験である。

とは考えないということである。この逆に、いわゆるボトムアップ型の帰納的方法を採択して、

まずはデータを取って、定量化を実行する。しかる後に、これに則った然るべき定性化を試みる。

という態度も、立派な「実験」であると考えらるるからにはほかならない。

ただし、今日では科学実験の方法という、一般的にはトップダウン型の演繹的方法が採択されることが多い。すなわち、まず仮説や理論を立て、それを検証するために実験を企図するという手順となる。多少の強引さはあるものの、あらかじめ行なわれたシミュレーションとそれに則った研究方法のマニュアル化によって、短期間である程度の成果が見込めるという点が最大の利点である。ここから、音韻論や言語学の領野では後者のような事象探索型のボトムアップによる「実験」に対する理解がなかなか得られないのが現状である。

そもそも、帰納法(induction)と演繹法(deduction)とは、科学的分析方法として双璧をなすものであり、前者はF.ベーコンを経て、J.S.ミルによって定式化された考え方である。特徴としては、特定の具体的な事実観察を通して、背後に控える一般性を推論する方法を採択するところから、いまだ十分な探索がなされていない未開拓領野に、より適した方法論であると言える。その利点が最も顕著に現れるのが、予期せぬ事実と遭遇した場合である。なぜなら、この方法論を採択している限りにおいては、このような場合には例外なく視野が開かれることとなり、運が良ければ新発見にもつながるからにはほかならない。

また、カルナップによって、帰納的推論で得られた仮説が観察命題によってどの程度確証されるかを明らかにする「確立論理学」が提唱されており、帰納法による結果の妥当性に対する研究も旺盛に行なわれている。

なお、言語学や音声学にはフィールドワークによる実証的な記述言語学や記述音声学などの領野があり、伝統的に de Saussure の言う parole のレベルにある具体的な個人による発声発語を観察・記録するところから着手するという

方法論が採択されている。かつては、この方法論の適用によって、アメリカ先住民族の言語が研究されたという実績があるにもかかわらず、近年では亀井孝ほか編著(1996:265)に見られるようにこの方法を、すでに使命を半ば達成し終えた過去の方法論であるかのごとき誤解を与えるような記述さえ見受けられるありさまであり、言語学の世界においても英語中心の偏見が充満しているようで甚だ不快である。

もとより、言語変化は時空二軸にわたって絶えず押し寄せてくる動的社会現象であることが自明である以上、方言学を筆頭に先端の歴史言語学的、社会言語学的諸研究にとっても、帰納的な記述言語学的方法論の援用は不可欠であることは火を見るより明らかなことである。

一方、後者はあらかじめ仮説を立てておき、そこから論理的な規則に従って必然的に結論を導き出す方法であるところから、一般的にある程度のボトムアップによるデータの蓄積が前提となる。ここから、必然的に研究人口が極端に少なかったり、或いは比較的新規に開拓されつつある領野には不向きな方法論であるということになる。

反面、歴史があり研究人口も多いような領野で、ある程度の見通しが立てられるような状況にあれば、あらかじめ一般性の高い枠組みを仮定しておき、これに順次規則を適用することによって、より下位の個別的な事象を検証し得るようにデータ処理をして行くことを特徴とするこの演繹的方法には、効率良くまた整然とした形での検証が可能であるというメリットがある。ただし、あらかじめシミュレーションが行なわれていなかった予期せぬ事実と遭遇した場合に、この方法論は弱点を曝け出すことになる。かつての生成文法理論で、あらかじめ枠組みが固定化されていたため、それと矛盾するような事実が出てきた場合に、とってつけたようなその場しのぎの「規則」が夥しく提唱されたという事実などが、このことを如実に物語っている。

従って、以上に述べたように帰納的方法と演繹的方法の二者は、互いに研究領野、研究目的などによってその都度的確な取捨選択をすべきものであって、たとえば実験音韻論 (laboratory phonology) などが拠所としている検証型の演繹的方法のみが「実験」における王道であるとする見方は著しくバランス感覚を欠くものであるが故に、賛成できない。

なお、この項のまとめとして自然科学系の研究者である狩野裕(2003)による以下の指摘を引用しておく。

分析方法として帰納的なものと演繹的なものは、両者とも開発されているべきであり、優劣をつけるものではない。

1.3.2. データの定量化と定性化

自然科学系の学問の中には、例えば薬学における定量分析のように定量化それ自身が目的となる場合もある。しかし、実験音声学におけるデータ分析は、

- ①可能な限り良質なデータを集め、これに可能な限り再現性の高い定量化をほどこす。
- ②当該言語音に具備されている自由度の範囲内で、主として聴覚情報処理系の認知構造を可能な限り最大限に尊重しつつ、妥当な定性化を模索する。

の二段構えで遂行されるべきである、と考える。

このことを具体的に述べれば、①では一般的に機器を用いたデータ解析が行なわれ、②では適切なアプリケーションソフトを利用してグラフ化を試みたり、統計処理をほどこすなどの方法によって、しかるべき単位の抽出、理論研究による仮説の妥当性に対する検証ならびに修正、新たな理論的枠組みの模索、などという形での寄与貢献をめざすということになる。

従って、以上の流れの中で、最後に独立科学としての実験音声学の方法論における特徴として注目すべき諸点をまとめて列挙すれば、次のようになる。

- ①実験における基本姿勢は、帰納的方法も演繹的方法も等価なものとして共に尊重する。ただし、研究人口の少なさ、比較的新規に開拓されつつある領野、いままさに変化を遂げつつある先端の歴史言語学的研究ならびに社会言語学的研究など、全体の鳥瞰が困難な状況にある研究対象については、まずは帰納的なボトムアップの方法によって個々の具体的な事象から着手すべきであると考えられる。なお、或る段階まで達したら、当然可能な範囲内での一般化を試みる必要から、演繹的なトップダウンの方法も併用する。
- ②データ解析による定量化は究極の目的ではなく、定性化を行うための手段に過ぎない。従って、統計処理などは目的ではなく単なる手段でしかないという位置づけになるため、必ずしも不可欠なプロセスとは考えな

い。

- ③隣接科学である音韻論における音素の措定も、一種の定性化といえなくもないが、実験音声学におけるそれは、必ず定量化に代表される何らかの再現性の高い信頼すべきデータを踏まえて行なわれるという点で、明瞭な一線が画される。
- ④ごく稀に、きわめて洞察力と感性において、天才的な卓越した能力を有する研究者が実在する。このようなケースにおいては、必ずしも上記の方法論をすべて踏まえても、音声に関するほぼ同水準の定性化を行なうことも可能な場合がある。

これらのうちで、特に最後に掲げられている④は、他の科学実験を用いる分野ではほとんど例を見ない点であるだけに、特段の注意を要する。なお、その意味で第2章でも2.3.2.において次のような指摘がなされている。注意を喚起するために、再度ここに引用しておく。

音声学における音声には、一面で声楽における歌唱力にも匹敵しうる側面がある。それは、言語音そのものを操る運用能力面に個人差があり、またこれを聴いてその善し悪しを判断することができるだけの聴覚面における弁別能力にも個人差があるという点である。一般論として、それでも納得されないという反論も心情的には理解できるものの、現実的に声楽家がいちいち音響解析を行なって統計処理を施さない限りは、歌唱力の善し悪しが判断できないなどということはある。これと同様に、音声学の専門家は被験者の調音する音声聴いただけで、熟知している言語音ならばその善し悪しや特徴が判断できるものであるし、また、そうでなくてはならないものでもある、と考える。

以上に述べたことを一言で総括すれば、筆者の立脚している「実験音声学」は、根本的に事象探索型の経験科学である。それゆえ、初動段階では何よりも先ず事実観察から出発する。従って、そこには厳密にマニュアル化された手順などというものは存在しない。ちなみに、この研究姿勢は Rousselot 以来の伝統的な実験音声学の延長線上にあり、わが国では服部四郎(1984)の序論にもうたわれている。

また、「実験」という名称が冠されているところから、今日ではしばしば実

験科学一般の方法を採択すべきものとの誤解を少なからず生じていることも事実であり、この故に、筆者は後者の枠組みによる実験研究としての音声学を「音声科学」と呼んで、実験音声学とは明瞭に一線を画することを提案している。

なお、このように実験科学における極めて自由度の低い、アトミスティックな方法論を嫌うという研究姿勢は、当の自然科学の分野でも見受けられる。今西錦司(1984)に代表される、自然科学とは異なる「自然学^{*)}」の提唱などがそれであり、強く筆者の共感をそそる。

1.4. 事象関連電位(ERP)

脳波には、2種類のものが区別されている。第1が、一般に知られている α 波、 β 波、 θ 波など、安静状態のもとで記録されるものであり、第2が、外界から受けた何らかの刺激に対して積極的に反応して放射される電流を捉えたものであり、これを誘発電位(evoked potential)という。なお、誘発電位は中枢神経系だけでなく末梢神経系にも生じるが、本研究ではヒトの自然言語音のみを対象とする関係上、末梢神経系は扱わない。

さらに、誘発電位には、①上肢・下肢への感覚刺激によって誘発される体性感覚誘発電位(somatosensory evoked potential: SEP)、②聴覚刺激によって誘発される聴覚誘発電位(auditory evoked potential: AEP)、③視覚刺激によって誘発される視覚誘発電位(visual evoked potential: VEP)、などの刺激関連電位(stimulus-related potential)と、課題処理や認知活動などの高次機能に対応する内因性成分を反映するとされる事象関連電位(event-related potential: ERP)とが区別されており、当然のことだが本研究では後者のERPが中核を占めることになる。

なお、内因性成分とは、感覚刺激に対して恒常的に現れる外因性成分と区別するための呼称で、被験者が課題等を処理する際に見られる能動的な神経活動に対応する成分を意味する。また、誘発電位では刺激に対する反応が比較的1対1対応を示すのに対し、ERPでは内因性成分に外因性成分が重畳するため、截然とは分けられないといった点にも両者を分ける意味がある。

次に、ERPの定義、種類等に関して、下河内、投石、小山(1992)および、丹羽、鶴(1997: 7-8)からの引用を踏まえた簡潔なレビューをしておく。まず、下河内、投石、小山(*ibid.*: 152)によれば、ERPとは、

特定の事象、たとえばフラッシュまたはクリックを呈示すると、それぞれ

の感覚路を上行したインパルスは、中枢神経系に到達し、刺激呈示から一定の潜時ののちに脳内に電位変動を起こす…中略…感覚刺激によって生ずるこのような一過性の脳電位変化は古くから誘発電位と呼ばれており、…中略…1960年代初頭、未完成ながら加算技術が開発されたことによってヒトの頭皮上から誘発電位を記録する試みがはじまった。ヒトの誘発電位が記録されはじめると同時に、欧米では誘発電位の長潜時成分の研究にも目が向けられはじめた。これらは現在事象関連電位 (event-related potential : ERP) と呼称されている…以下略。

とある。

すなわち、誘発電位が感覚刺激に対する神経細胞の電気的な反応であるのに対し、ERPはヒトがさまざまな事象を認識、感覚、課題解決、運動機能…などいわゆる高次機能のレベルにおいて処理する際に、意識水準や脳活動等を反映してそれなりの時間を要して生ずる、ゆっくりと変化する一過性の緩変化電位のことをいう。このような意味から、その時間的相関を見るために、刺激呈示または反応の開始点を選ぶことが重要になる。

また、ERPの種類は、下河内、投石、小山 (*ibid.* : 155-157) によれば、

Nd : 注意関連陰性電位

注意した刺激に感覚的評価を与え、その後の比較のために記憶に同定するような過程を表す。刺激の入力後、比較的初期の過程に生ずるが、短潜時 (fronto-central) と長潜時 (frontal) のものがある。

NA :

図形を弁別したさいに認められる電位で、刺激図形を複雑にしても波形の潜時は変わらないが、頂点潜時および持続時間が延長する。パターン認知に関する電位といわれている。

N₂ :

図形の弁別が困難になると出現潜時が延長し、被験者の反応時間も延長する。課題の内容によってNAの頂点からN₂までの時間間隔が変化することから、N₂は刺激の分類過程を反映する電位であろうと考えられている。

MMN (N2a) : ミスマッチ陰性

聴覚刺激によって生ずるN200のうち、はやくから出現し持続時間の長

いならかな形の前頭部優位の電位。自動的ミスマッチ過程(逸脱刺激を自動的に検出する過程)に関連する。

N2b:

刺激に対する意図的情報処理過程を表し、N2aの後半部に重なるように中心-頭頂部優位に出現する鋭い波形をした電位。そのあとにP3aが出現してはじめて逸脱刺激が呈示されたと意識する(図7-3)。

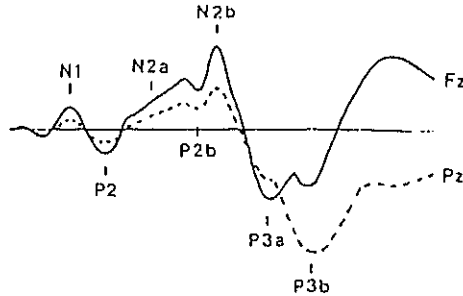


図7-3 MMN (N2a), N2b, およびP3a

標準音に挿入された逸脱音の数を計算する課題中に出現したERPの模式図。N1からN2bに至る時間軸は実際よりのぼしてある。(NäätämenとGaillard²⁵, 1983)

N400:

刺激後200msから立ち上がり、400msに頂点を有する左半球よりは右半球、特に側頭部において高振幅で出現する陰性電位。N400の振幅は有意的プライミングの程度を表し、脳内の内的辞書を検索する活動と考えられている。

P300:

課題関連刺激がもたらす情報量によって左右される陽性電位。被験者の刺激の評価や意思決定を反映する。P3a, P3bの下位成分に分けられており、前者は、被験者がその刺激を無視していても生ずる前頭部優位の電位であり、後者は、被験者に刺激関連課題をおこなわせたときに生ずる頭頂部優位の電位である…

以下略…

などと述べられているが、丹羽、鶴(1997: 7-8)では、

ERPの各 component は極性と頂点潜時で特定されるが、正負の極性はともかく、立上がりから減衰までの長い時間経過を有する集合電位であり、頂点形成も鈍なものとならざるを得ない。また、ERPの各 component の心理学的意味を抽出する目的で考案、工夫されたさまざまな課題から得られる所見は、必ずしも収束へは向かわなかった。このように、変異性のあるERPと多義的な心理学的概念を厳密に対応させることは至難なことである。…中略…

すでにERPは、その神経解剖学的実体は同定されなくても、とりあえずそれまでに確定された意味に照らすことで、精神神経疾患の注意や認知機能を客観的に評価するための生理学的指標として広く臨床応用されてきた。

とあり、まだまだこの方法が模索的段階にあることを示唆している。

従って、本稿においても基本的に上記のERP成分に対する呼称を尊重はするものの、必ずしもこれらだけに固執せず、現代モンゴル語における母音調和という具体的な音声学的課題に対して最もふさわしいと判断する成分との対応づけを念頭に置いている。

また、筆者らによるERPを用いた自然言語音の聴覚刺激に局限した実験音声学的研究には、城生佰太郎(1996-a)、城生佰太郎(1996-b)、城生佰太郎(1997-a)、城生佰太郎(1997-b)、城生佰太郎(1997~8)、城生佰太郎(1998)、城生佰太郎(1999-a)、城生佰太郎(1999-b)、城生佰太郎(1999-c)、城生佰太郎(1999-d)、城生佰太郎(1999-e)、城生佰太郎(2000)、城生佰太郎(2001-a)、城生佰太郎(2001-b)、城生佰太郎(2001-c)、城生佰太郎(2001-d)、城生佰太郎(2001-e)、城生佰太郎(2002-a)、城生佰太郎(2002-b)、城生佰太郎(2004)、城生佰太郎(印刷中)、福盛貴弘(2002)、福盛貴弘(2003)、高慧禎(2001)、高慧禎(2003)、小山真希子(2003)などがあり、これまでに主として、

【分節音に関するテーマ】

- ①有声閉鎖子音よりも無声閉鎖子音のほうが、N1、P2、N2におけるピーク潜時が早まる傾向にある。
- ②朝鮮語の閉鎖子音における濃音・平音・激音を刺激音とした場合、N1成分のピーク潜時が、濃音<平音<激音の順に遅れる傾向がある。

【プロソディーに関するテーマ】

- ③アクセント課題で、下降音調の刺激音に対してはN1, P2およびP3におけるピーク潜時が、相対的に早まる傾向がある。なお、この傾向は、現在のところ日本語、モンゴル語、韓国語、中国語、の各母語話者によって確認されている。

【モーラ・音節に関するテーマ】

- ④日本語の音韻論的単位として知られるモーラの処理に関しては、時間長よりも周波数変調のほうに、より鋭敏に反応していることが示唆された。
- ⑤音声学的音節の認知は、音声学的レベルにおける母音と子音のそれぞれ変化点において行なわれているのではないかということが示唆された。

【母音調和に関するテーマ】

- ⑥モンゴル語の母音調和の処理に関しては、調和に逸脱するものにN5-600(エヌ・ゴロツピャク)とベアーで出現するP4-500(ピー・シゴヒャク)が、一方適合するものにはN4-500(エヌ・シゴヒャク)がそれぞれ観察された。この点から、母音調和などをはじめとする言語音の課題では、N4-500, P4-500およびN5-600などのERP成分ピーク潜時の存在が示唆された。

またN400に関しても、その出現する潜時を含めて、少なくとも自然言語音をサンプルとした聴覚刺激による実験では、必ずしも従来指摘されてきたように意味逸脱だけに対応するわけではないことが窺知された。(なお、P4-500およびN4-500は城生佰太郎の命名による)

- ⑦トルコ語の母音調和の処理に関しては、舌の調和に逸脱するものよりも適合するもののほうがN5-600のピーク電圧が高くなる傾向がある。(なお、N5-600は福盛貴弘の命名による)

【プロソディーと文法を関連づけたテーマ】

- ⑧中国語平邑方言における機能変調に注目した結果、成分N5-600のピーク潜時が疑問文よりも命令文で早まる傾向が見られた。

【その他 ERP そのものに関する基礎的研究】

- ⑨刺激音が言語音である場合、純音の場合よりも N1成分のピーク潜時が遅れる。
- ⑩振幅変調を伴った刺激音の場合、P3の潜時が早まる傾向がある。
- ⑪母語と非母語、言語による違いなどが、N1成分のピーク潜時に影響を及ぼす。

などの研究成果が公にされている。さらに、これら以外にも筆者自身を含めて、福盛貴弘、高蘗禎、小山真希子、孟子敏、などに未公開の研究が数件ある。

なお、最後に福盛貴弘 (2003:186) にも指摘されているように、ERP には微妙に異なる 2つの立場の相違があるので、あらかじめ本稿における態度を明らかにしておく必要がある。第 1 は、Näätänen & Picton (1987), Näätänen (1992) などに主張されているもので、ERP を脳内における神経発生源から定義する立場であり、第 2 は、Donchin, Ritter & McCallum (1978), Fabiani, Gratton, Karis & Donchin (1987) などに主張されている、頭皮上で計測された電位に注目することによって、ピーク潜時・電圧・部位ごとの分布・極性などから定義する立場である。

これらのうち、本研究では装置の制約から、後者の立場を取らざるを得ない。従って、本稿でいう ERP は、あくまでもひとつの立場に過ぎないものであり、当然のことながら神経発生源を特定する他の研究とは一線を画する。しかしながら、最終目的が定量化に基づく神経発生源の特定にあるのではなく、モンゴル語の母音調和に関連した神経活動の一斑を手がかりとして実験音声学の観点からこれに定性化を施すところに置かれているところから、われわれの目的を達成する手段としては同一の実験条件でありさえすれば、後者の立場でもそれ相応の成果は期待できるものとする。

第 2 節 予備実験

2.1. 予備実験の目的

緒言にも述べたように、実験音声学の課題としてモンゴル語の母音調和を脳波実験によって検討した前例はない。従って、まずは自然言語音による聴覚刺激を用いた ERP に見られる反応が、本稿で設定されている目的に照らして有効であるか否かの検討をする必要があるものとする。

そこで、この予備実験では、モンゴル語を含めて日本語、中国語の母語話者

を被験者としてモンゴル語の母音調和に適合する例と違反する例を聞かせたとき、その ERP による反応に違いがあるか否かを探ることを目的とした。

2.2. 方法

2.2.1. 被験者 (インフォーマント)

心理学における「被験者」を、言語学や音声学では伝統的にインフォーマント呼ぶ習慣が定着しているが、英語の informant には「密告者」という甚だ好ましからざる意味がつきまとう。従って、本稿においては一貫して「被験者」を用いる。しかし、だからといって心理学的方法に依拠しているのではなく、独自の実験音声学的方法に基づいているという点はしっかりと強調しておく。

その具体的な例として、記述言語学や音声学では、被験者をあくまでも情報提供者として研究に善意の協力をしてくれる大切な人材であると認識する。また、その被験者の有する言語の質は、とくに使用方言、性別、年齢差などの点で重要であるため、個人情報の開示に慎重な心理学や医学などとは異なり、「フェイス・シート」として個人情報を上記の範囲で明記するという習慣がある。なお、この点に関しては、すでに第2章の2.3.2.においても述べたとおりである。

以上の点を踏まえて、表3-1に予備実験に協力してくれた被験者のフェイス・シートを示す。ここから、特にモンゴル語の被験者がいわゆる青年層に属するモンゴル国の首都オラン・バートル（わが国では一般にウランバートル）の言語を有する男性であることが明かであろう。

①ナランバヤル (Н а р а н б а я р) 氏

生年月日： 1976年生まれ、実験当時22歳

言語形成期：オランバートル（首府）

利き手： 右利き

性別： 男性

実験当時： 日本に留学中の大学生

②孟 子敏 氏

生年月日： 1964年生まれ、実験当時38歳

言語形成期：中国、山東省平邑県

利き手： 右利き

性別： 男性
 実験当時： 日本に留学中の大学院生

③高橋 洋成 1978年生まれ、実験当時24歳

言語形成期：山形県
 利き手： 右利き
 性別： 男性
 実験当時： 大学院生

④池田 晶 1975年生まれ、実験当時27歳

言語形成期：山口県
 利き手： 右利き
 性別： 男性
 実験当時： 大学院生

表 3-1 被験者のフェイス・シート

2.2.2. 実験器材

予備実験に用いた器材は、筑波大学人文・社会学系棟内にある音声実験室および、これに併設されているシールドルーム内に設置されている。なお、装置の配置に関する概要は、図 3-4 に示したとおりで、①音源発生用コンピュータ 1 → ②増幅アンプ → ③スピーカー → ④安楽椅子上の被験者 → ⑤脳から生じる導出波形 → ⑥エレクトロキャップ → ⑦電極箱 → ⑧生体アンプ → ⑨取り込み・解析用コンピュータ 2、の流れである。ちなみに、③～⑦は電気ノイズを遮断する目的からシールドルーム内に敷設してある。

音源装置は、パーソナルコンピュータ (IBM 社製 PS/Model 2408) 上で作動する私家版の刺激音発生ソフト WINSTIM[®]を用い、同コンピュータのプリンターポートからトリガー信号を拾って生体アンプを通し、取り込み用のパーソナルコンピュータに接続した。また、刺激音は Wave 形式のファイルにして、パワーアンプ (Technics 60A)、プリアンプ (Technics 70A) を用い、スピーカー (Technics B-6000) でシールドルーム内の被験者にフリーフィールドで聞かせた。

取り込み装置は、①エレクトロ・キャップで導出波形を拾い上げる、②電極

シールドルーム

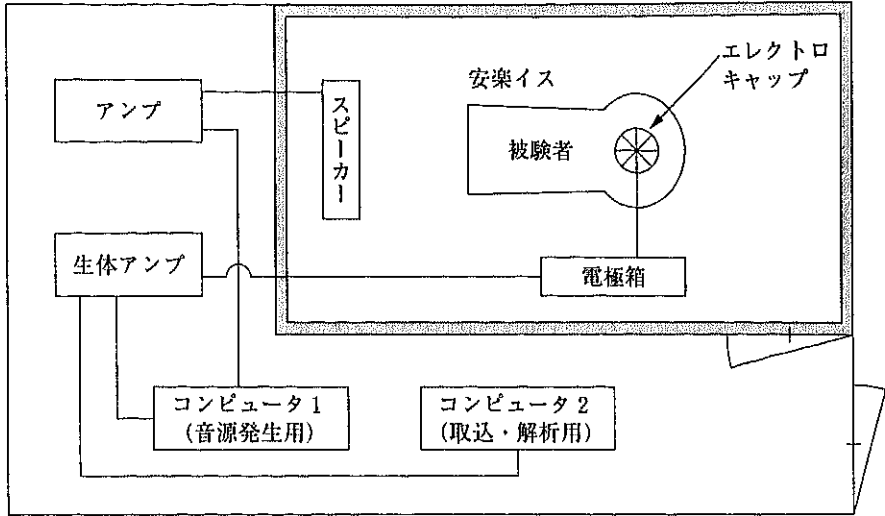


図3-4 予備実験における装置概要

箱（日本電気三栄）を通して16チャンネル生体アンプ（日本電気三栄 BIOTOP 6 R 12-2 型）に入力する，③A/D変換ボード（Canopus ADX-98H）を介してパーソナルコンピュータ PC9821 Xv20（NEC）に出力する，という流れである。なお，電極の配置は後述する3.2.4.の実験手順で述べる。

解析装置は，誘発電位研究用ソフト EPLYZER（キッセイコムテック）およびマッピング研究用プログラム ATAMAP ver.3.0（キッセイコムテック）を用い，上記取り込み・解析用コンピュータ（PC9821 Xv20）のMS-DOS上で動かした。

2.2.3. 実験資料（刺激音）

実験資料は，あらかじめ別の機会に録音しておいた，表3-2に見えるナンバヤル氏の調音による現代モンゴル語ハルハ方言の自然言語音とした。合成音によらずに自然言語音とした理由は，これがなによりも自然言語を対象とする音声学の領域における研究であることと，合成音による不自然さが被験者に与える影響を考慮してのことである*6。また，資料の選別に際して注意した点

は、

- ①モンゴル語の母音調和という形態音韻論的事象を矛盾なく、洩れなく、簡潔に捉えていること、
- ②自然言語としてのモンゴル語ハルハ方言において、ネイティブスピーカーが著しく調音しづらいような不自然な母音配列は、音声自体に言いよどみや、不自然な息継ぎ、持続時間長、プロソディーなどが混入するため排除すること、
- ③意味に関わる神経活動を極力排除する目的から、音形こそいかにもモンゴル語らしい形を整えているが語彙的意味をになっていない、いわゆる無意味な音配列に限定したこと、
- ④モンゴル語における音声学的特徴の一つに数えられる「子音調和」の観点から、母音調和をより一層鮮明に捉えるために選択されるべき子音を /g/または/x/から選定したこと、

などの諸点である。

これらのうち、①に関しては、すでに第1章の第1節に述べたので、繰り返さない。ただし、第2音節以下に生じる形態音韻論的母音配列を観察するという目的から、当然音節数は最小限2音節でなければならないことになる。

②については、モンゴル語において一般に短母音よりも長母音の方が、固有の音価が保持されるという傾向がある。すなわち、第1章で論じたように短母音のみで構成される語においては、しばしば第2音節以下で母音弱化が生じるのみならず、第1音節に立つ母音といえども、*мэдэх* [me'ɫdex] のように、時として音声学的な強さや高さを必ずしも明瞭に保持できない場合もあり得ることを意味する。

ここから、確実に母音調和におけるそれぞれのクラスを具現化し得る母音は、長母音だということになる。ただし、長母音の出現頻度は第1音節において高く、第2音節以下においては相対的に低くなることから、より自然度の高い配列として最終的には第1音節に長母音、第2音節に短母音を配置する2音節の形態が、合理的かつ妥当であるということになる。

③については、すでにこの予備実験を開始する以前からモンゴル語ハルハ方言のネイティブスピーカーであるエンヘ・ジャルガル (Энхжаргал) 氏の協力を得てチェックを受けており、結果的に表3-2に示した音形には特

段の意味を感じないということと、現代モンゴル語の音形としては自然であるとの2点に関する確認を得ている。

④の子音調和とは、破裂音の/k/, /g/と摩擦音の/x/, /ɣ/のみに生じる調音点同化現象をさし、男性母音群の/a, u, o/と共起するのは/k/, /g/においては [q], [ɑ] であり、/x/, /ɣ/においては [χ], [ʁ] であるのに対し、女性母音群の/e, ü, ö/と共起するのは/k/, /g/においては [k], [g] であり、/x/, /ɣ/においては [x], [ɣ] であるという制約を意味する。すなわち、これを要するに、男性母音群と共起する際には後ろ寄りの子音を選ばれ、女性母音群と共起する際には前寄りの子音を選ばれるということにはかならない。モンゴル語においては、他にこのようなふるまいをする子音が存在しないため、母音調和を観察するためには、子音自身にも母音とある程度の相関を示す「子音調和」を有する上記の子音群を選択することには、音声学的観点からは相応の根拠があるということになる。

ところで、中期モンゴル語には上記すべての子音音素が実在したが、現代のハルハ方言においては、外来語など一部の特殊な例を除くと/k/が欠損している。従って、自然度の高いモンゴル語という条件からは、破裂子音では/g/のみが適当ということになる。一方、摩擦子音の/x/, /ɣ/にはそのような問題はないが、もっぱら音響上の特性から子音と母音との境界が不鮮明になるという問題、すなわちセグメンテーションの困難さという問題が生じる。従って、結論的にはセグメンテーションに困難さを伴わない子音という点で、破裂音/g/との組み合わせを採択した。

以上の観点から、最終的に絞り込まれた実験資料を表3-2に掲げる。なお、[] 内はそれぞれの持続時間長を ms (ミリセカンド) 単位で表示したものである。

	file名	時間長		file名	時間長
01	raara	(a_a) [687]	09	roora	(o2_a) [681]
02	raare	(a_e) [656]	10	roore	(o2_e) [678]
03	raaru	(a_u) [723]	11	rooru	(o2_o2) [682]
04	raaru2	(a_u2) [671]	12	roora	(o_a) [685]
05	raara	(e_a) [694]	13	roore	(o_e) [692]
06	raare	(e_e) [669]	14	rooro	(o_o) [657]
07	raaru	(e_u) [635]	15	ruure	(u2_e) [643]

08 r ə ə r y p (e_u2) [617] 16 r y u r a p (u_a) [687]

時間長の単位は ms

表 3-2 予備実験の実験資料

まず、「舌の調和」から見ると、正書法レベルで第1音節に立つ男性母音の a a (ファイル名 a) および y y (ファイル名 u) と第2音節で共起できるのは a と y であり、同様に第1音節に立つ女性母音の ə ə (ファイル名 e) および y y (ファイル名 u2) と第2音節で共起できるのは ə と y である。ここから、01, 03, 16は男性母音における、また06, 08, 15は女性母音における、それぞれ調和に適合する例となる。一方、02, 04は男性母音始まりにおける、また05, 07は女性母音始まりにおける、それぞれ調和に違反する例となる。

次に、「唇の調和」から見ると、正書法レベルで第1音節に立つ男性母音の o o (ファイル名 o) と共起できるのは o のみであり、第1音節に立つ女性母音の ə ə (ファイル名 o2) と共起できるのは ə のみである。ここから、11と14はそれぞれ女性母音と男性母音における適合例となる。一方、10, 12は互いに女性母音どうしと男性母音どうしという点では共通するものの、円唇性の制約に違反することとなり、さらに09, 13は男女の性別と円唇性ととの二重の観点からの違反を犯しており、音韻論的観点から見ると、もっとも違反の程度が顕著な例ということになる。

2.2.4. 実験手順

被験者(表3-1)を、ひとりずつ筑波大学人文・社会学系棟にある音声実験室に敷設されたシールドルーム内の安楽椅子に座らせ、スピーカーから流れてくる自然言語音(表3-2)を注意深く聞いてもらい、silent repetition (口などをいっさい動かさず、聞こえた音をただ頭の中で繰り返す)をするよう指示した。なお、この際に頭は椅子に固定し、目はなるべく瞬目の回数を減らす意図から、半眼に開いてもらった。

また、被験者にはあらかじめこの実験が母音調和に関する課題であること、/gVVgVr/という2音節の構造からなる刺激音が提示されること、それに対して奇異に思うか否かに注意を払うこと、などの説明を与えている。以上の点から明らかのように、この実験は心理学などでさかんに行なわれている odd-ball 課題(標的選択課題)のように二者択一的に刺激音を識別させ、P300を検出す

ることを目的とした課題ではなく、単純に同一の言語音を繰り返して聞かせることの反応を捕捉することを目的とした課題である。なお、丹羽真一他(1997)ではこのような課題を「単純反応課題」と呼んでいる。

刺激音の再生は、2.2.2.に述べた装置によるフリーフィールドにて行ない、再生時の音圧は騒音計を用いて被験者の耳もとで65dB_{SL}になるよう制御した。なお、音圧を65dB_{SL}とした理由は、これが刺激音における至適レベルとされているからにほかならない。また、ヘッドフォンによらずにフリーフィールド聴取としたのも、1996年に東京医科歯科大学で実験をしたときの体験上、被験者がヘッドフォンを鬱陶しく感じる場合があることと、再生音圧の制御がフリーフィールドに比べるとやや面倒なこととの2点による。次に、刺激音の提示時間は、表3-2のとおりで、いずれもおよそ600ms以上700ms未満の無意味語である。また、刺激音と刺激音との間隔(interstimulus interval: ISI)は3000msとした。

予備実験は、表3-2の16セッションを数えるところから、途中で5分間程度の休憩をはさんで8セッションづつ2回に分けて行なった。セッション毎の試行回数は、S/N比を向上させ背景ノイズの遁滅を目的として採択されている加算平均の必要上40回とし^{*7}、はじめの5試行をアーチファクトの混入を避ける意味から記録していない。なお、それでも瞬目などによるアーチファクトの混入が認められた試行は、EPLYZER上にて波形再加算編集を行なって除去した。また、提示の順番はランダムとし、試行時間は被験者の集中力の低下による弊害を避ける意味から、いずれのセッションも3分以内に収めた。さらに、被験者の協力なくしては成り立ちえない研究という点で実験音声学も記述言語学と通じるところがあるので、被験者には特段の注意を払い、セッション毎の終了時点でこまめにリラックスさせるようなお喋りをまじえた。

ERPの記録に際しては、エレクトロキャップ(Electro-Cap International: ECI-2)を装着し、国際10-20法^{*8}に則り図3-5に示した14チャンネルを選択した(チャンネル数14というのは、専ら生体アンプおよび取り込み用ソフトにおける制約による)。これらを具体的に列挙すれば、前頭部(Frontal)における左側(F3)・中央(Fz)・右側(F4)、下前頭部(Inferior Frontal)における左側(F7)・右側(F8)、中心部(Central)における左側(C3)・中央(Cz)・右側(C4)、頭頂部(Parietal)における左側(P3)・右側(P4)、後側頭部(Temporal)における左側(T5)・右側(T6)、後頭部(Occipital)における左側(O1)・右側(O2)、である^{*9}。

また、さらに2チャンネルを同期用のトリガー信号処理にあてた。このため、19チャンネルのEPLYZERに対応させるため、Fp1, Fp2, F7, F8, T5, T6はそれぞれモニター画面における補完式によって取り出している。すなわち、 $Fp1 = (F3+F7+F2)/3$, $Fp2 = (F4+F8+F2)/3$, $F7 = (F3+C3+F8)/3$, $F8 = (F4+C4+T4)/3$, $T5 = (C3+P3+T3)/3$, $T6 = (C4+P4+T4)/3$ である。なお、基準電極は耳朶とし、左右両耳朶結合を基準とする単極導出^{*10}を行なった。また、ボディアース^{*11}は前頭極部中央 (Frontal Pole Zero : FPZ) に装着した。

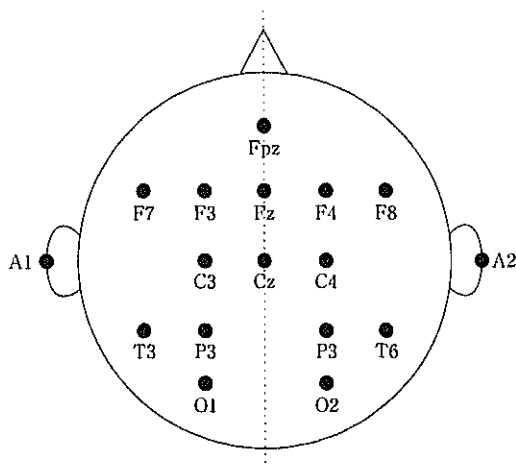


図3-5 本実験における電極配置図

最後に、生体アンプの設定は低域遮断フィルタを0.5Hz, 高域遮断フィルタを60Hz, 感度を50 μ V/fsとした。また、取り込み用ソフトは、すでに述べたようにEPLYZER(キッセイコムテック)をMS-DOS上で動かし、サンプリングレートを500Hz, プリトリガーを-100ms, 取り込み時間長を-100~1946msに、それぞれ設定した。

2.2.5. 解析方法

解析ソフトは、EPLYZERおよびATAMAP ver.3.0(いずれもキッセイコムテック)を用いており、EPLYZER上に記録されたERPデータを、ATAMAP ver.3.0に移し、ERPの各componentにおける極性と頂点潜時を、赤(陰性極)

から青(陽性極)まで15段階の色分けによって表示される脳電位トポグラフィに依拠して計測した。この際に、当該頂点潜時近傍において最も彩度の高い部分をカーソルによって探り当てるという方法をとった。なお、図3-6に示す脳電位トポグラフィにおける表示波形は、F3, F4, C3, C4, Fz, Czの6本に過ぎないが、色分けされた極性は背後に控えている14種すべての電極(2.2.4.に述べた)における反応結果を反映している。

次に、基線算出区間はゼロからブリトリガー位置(図3-6では点線から左端に見える-100msまで)とし、得られた基線と波形振幅の頂点との差分を電圧として計測している。また、サンプリングレートを500Hz、ノイズ除去に使用したフィルターをバターワース(帯域入力、ハイパス0.5Hz)とした。

解析に際しては、ERP波形の頂点潜時のうち図3-6に示したように、陽性極では、刺激音提示後50~90ms(図では1番カーソル位置、本稿におけるP1に該当)、200~290ms(図では3番カーソル位置、本稿におけるP2に該当)、陰性極では120~180ms(図では2番カーソル位置、本稿におけるN1に該当)、300~360ms(図では4番カーソル位置、本稿におけるN2aに該当)、390~450ms(図では5番カーソル位置、本稿におけるN2bに該当)、などにも注目するが、必ずしもこれら先行研究における頂点潜時成分に捉われずに、それ以外にも特徴的な成分が見いだされれば積極的に注目するという基本姿勢をもって臨むこととした。

最後に、筋電や眼球運動等によって生ずるアーチファクト^{*12}は、EPLYZERに搭載されているRAWデータ再加算機能を用いて、目視による除去を行なった。また、対象脳波よりも振幅の大きい α 波などの背景脳波が被っている場合にも、同様に除去した。

2.3. 結果

2.3.1. モンゴル語

以下に、表3-1の被験者①に関するERPの計測結果を示す。2.2.5.にも述べたように、まずは先行研究で指摘されてきたP1, P2, N1, N2a, N2bなどを注意深く検討したが、目立った差異は析出されなかった。それに引き換え、図3-20 a~35 b(紙数の関係から次号に掲載を予定)に示すように400ms~500ms台の陽性波と陰性波、500ms~600ms台の陰性波には顕著な差異が見られたので、本稿ではこの部分だけを注視して、その数値を表3-3に記す。

なお、これらのERP潜時成分は必ずしも先行研究において明確化されては

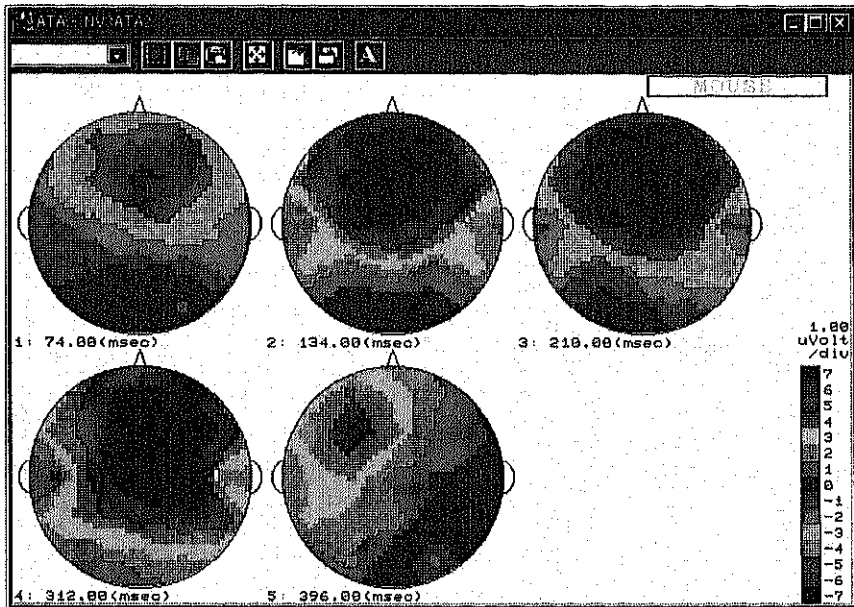
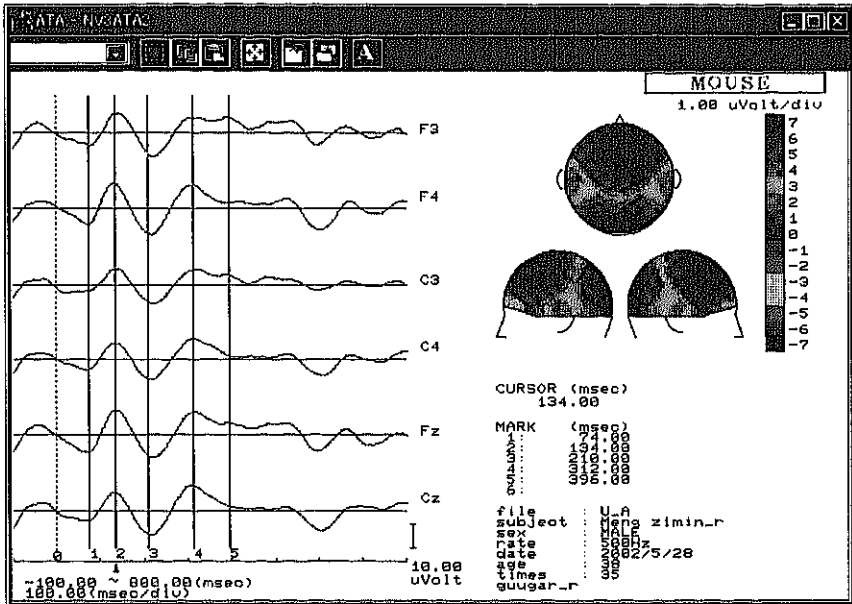


图 3-6 脑电图

いない。従って、ここでは便宜的に400ms~500ms 台の陰性波を「N4-500 (エヌ・シゴヒャク)」、400ms~500ms 台の陽性波を「P4-500 (ピー・シゴヒャク)」、500ms~600ms 台の陰性波を「N5-600 (エヌ・ゴロピャク)^{*13)}」と呼ぶこととする。また、表中のファイル名はすでに表3-2に示してあるので、ここでは冗長な重複を避けて省略する。

ファイル名	N4-500	P4-500	N5-600
A_A	470	-	586
A_U	590	-	644
E_E	462	-	506
E_U 2	492	-	546
U_A	518	-	554
U 2_E	570	-	624
O_O	506	-	536
O 2_O 2	518	-	572
A_E	-	554	608
E_A	-	524	594
A_U 2	-	480	518
E_U	-	516	540
O_A	-	512	564
O 2_E	-	546	624
O_E	-	572	630
O 2_A	-	488	518

なお、単位はいずれも ms である。

表3-3 モンゴル語

2.3.2. 中国語

表3-1の被験者②に関する中国語の計測結果を、先に述べたモンゴル語と同様、N4-500, P4-500, N5-600の3種類のERP潜時成分の数値に特化して表3-4に示す。また、その根拠となる解析データは図3-36 a~51 b(次号掲載予定)に掲げる。

ファイル名	N4-500	P4-500	N5-600
A_A	-	494	584
A_U	-	482	590
E_E	-	524	582
E_U 2	-	470	534
U_A	-	590	668
U 2_E	-	462	528
O_O	-	522	552
O 2_O 2	-	482	564
A_E	-	480	570
E_A	-	498	590
A_U 2	-	470	552
E_U	-	512	554
O_A	-	476	546
O 2_E	-	476	536
O_E	-	500	588
O 2_A	-	534	578

なお、単位はいずれも ms である。

表 3-4 中国語

2.3.3. 日本語①

表 3-1 の被験者③に関する日本語の計測結果を、これまでと同様に N4-500, P4-500, N5-600 の 3 種類の ERP 潜時成分の数値に特化して表 3-5 に示す。また、その根拠となる解析データは図 3-52 a ~67 b (次号掲載予定) に掲げる。

ファイル名	N4-500	P4-500	N5-600
A_A	-	516	654
A_U	-	522	582
E_E	-	464	594
E_U 2	-	468	540

U_A	-	456	554
U 2_E	-	474	518
O_O	-	528	572
O 2_O 2	-	480	572
A_E	-	504	558
E_A	-	552	624
A_U 2	-	524	590
E_U	-	468	552
O_A	-	582	654
O 2_E	-	452	578
O_E	-	426	498
O 2_A	-	492	546

なお、単位はいずれも ms である。

表 3-5 日本語①

2.3.4. 日本語②

表 3-1 の被験者④に関する日本語の計測結果を、これまでと同様に N4-500, P4-500, N5-600 の 3 種類の ERP 潜時成分の数値に特化して表 3-6 に示す。また、その根拠となる解析データは図 3-68 a ~83 b (次号掲載予定) に掲げる。

ファイル名	N4-500	P4-500	N5-600
A_A	-	512	596
A_U	-	524	662
E_E	-	516	578
E_U 2	-	464	504
U_A	-	518	576
U 2_E	-	476	570
O_O	-	468	558
O 2_O 2	-	476	582
A_E	-	488	554

E_A	-	552	602
A_U 2	-	518	588
E_U	-	494	542
O_A	-	534	614
O 2_E	-	482	560
O_E	-	518	600
O 2_A	-	492	582

なお、単位はいずれも ms である。

表 3-6 日本語②

2.4. 考察

2.4.1. 言語差と潜時

前項2.3.に示したように、モンゴル語（表3-3）、中国語（表3-4）、日本語①、②（表3-5、6）のそれぞれにおいてERP成分のピーク潜時として、潜時400-500ms 台に陰性波として出現する「N4-500」、潜時400-500ms 台に陽性波として出現する「P4-500」、潜時500-600ms 台に陰性波として出現する「N5-600」の3種を掲げた。そこで、まずはこれらの諸言語におけるそれぞれのERP成分ピーク潜時が、母音の種類に応じてどのような関係で出現しているのかを鳥瞰してみることとする（図3-7~10）。方法としては、エクセル2000によって折れ線グラフを描述させた。

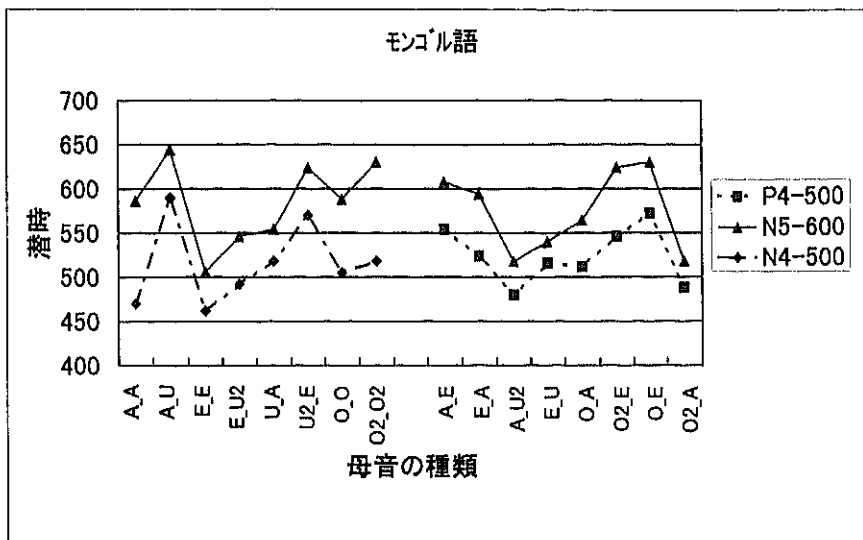


図 3-7

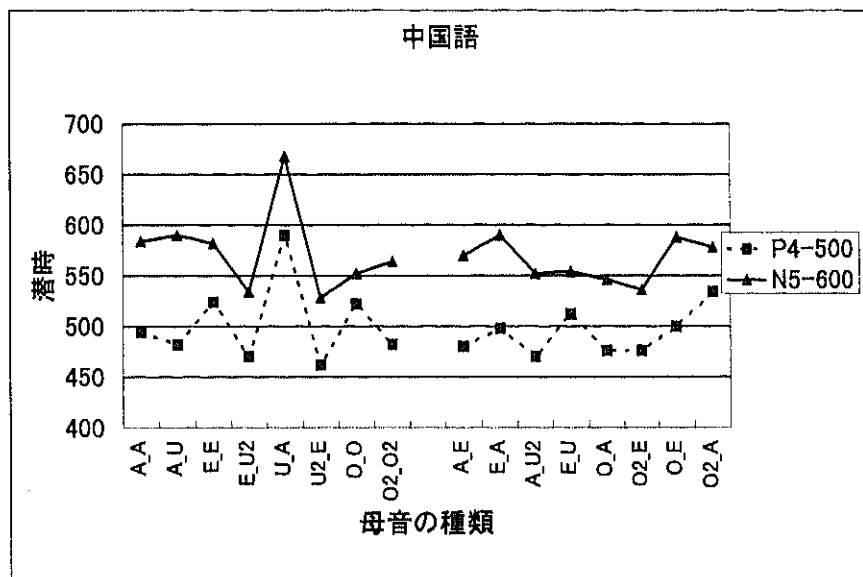


図 3-8

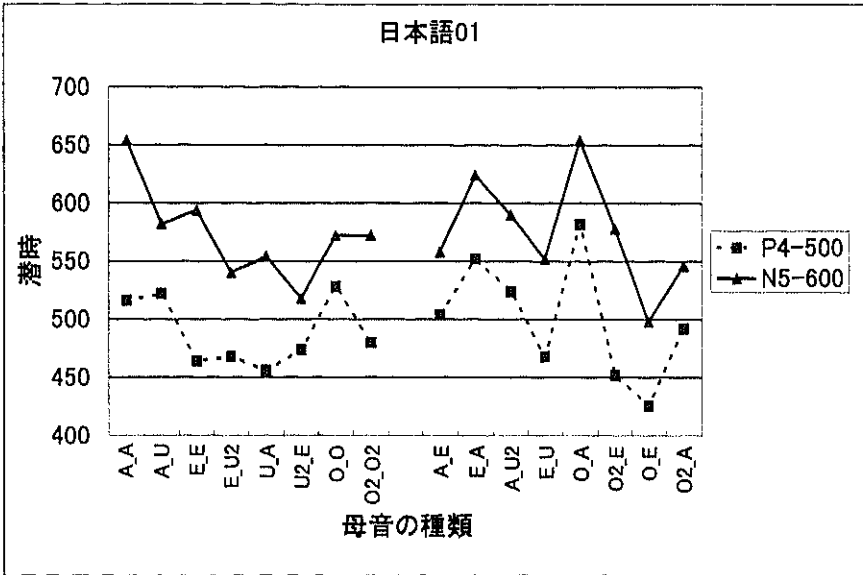


図 3-9

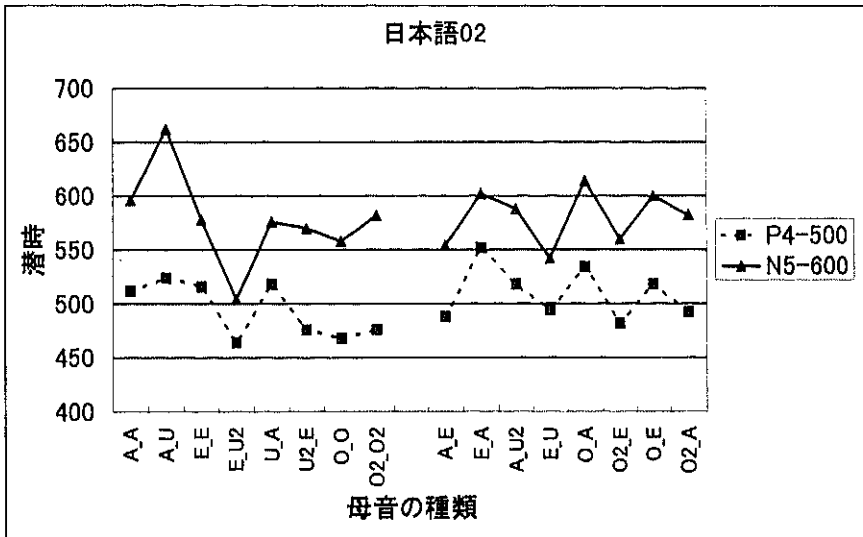


図 3-10

以上の結果から、

- ①P4-500と N5-600は、すべての言語において観察される。
- ②N4-500は、モンゴル語における母音調和に対する適合例にしか観察されない。
- ③P4-500および N4-500は N5-600に対して、微細に見れば若干の例外があるものの、総じて相関を示しているように見受けられる。

などの特徴が看取される。

従って、これらの結果から「N4-500」、「P4-500」、「N5-600」などの命名は、潜時の観点からはもちろんのこと、母音ごとの固有値としても十分に他との弁別において存在価値があるものと認められる。就中、モンゴル語では「N4-500」は母音調和に適合する場合にのみ出現し、この逆に「P4-500」は母音調和に違反する場合にのみ出現しており、両者が相互補完的な関係にあることがわかる。このことから、N4-500こそは、モンゴル語における母音調和を最も端的に特徴づけている ERP 成分ピーク潜時であることが窺知される。ただし、仔細に眺めると、それぞれの母音相互における関係がいまひとつ不鮮明なところもある。そこで、次にこれらの言語ごとに、母音間における相関係数を調べてみた。

2.4.2. 母音間の相関係数

統計ソフト Stat partner により、モンゴル語、中国語、日本語（2種）、の計4種類のデータに関して、潜時と母音の種類に対し相関分析をほどこし、その結果として相関係数を得た。ただし、ここにその全貌を数値によって縷縷述べることはいささか煩瑣であるので、同ソフトにおけるグラフ機能によって図3-11~14にその結果を示す。

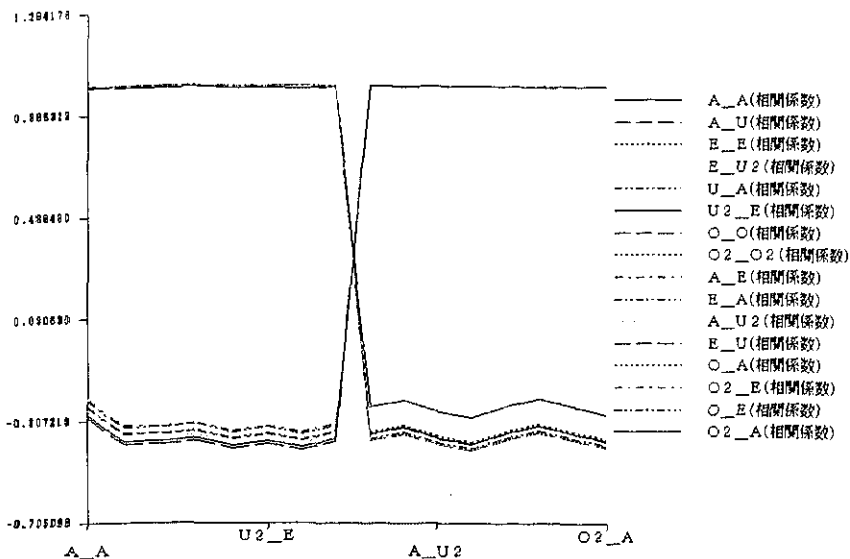


図 3-11

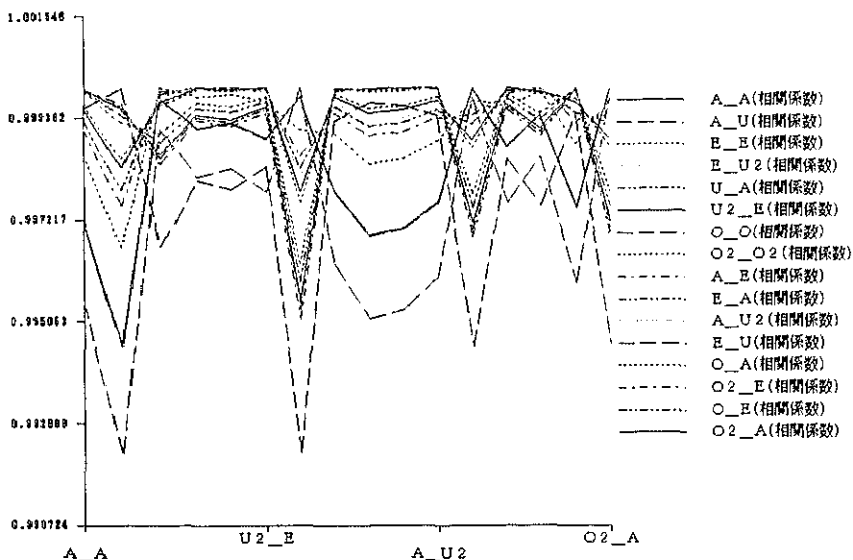


図 3-12

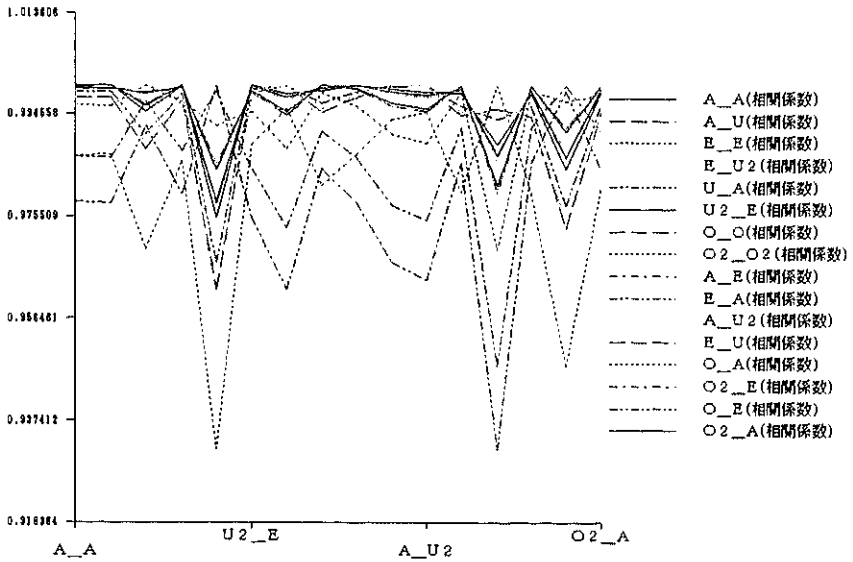


図 3-13

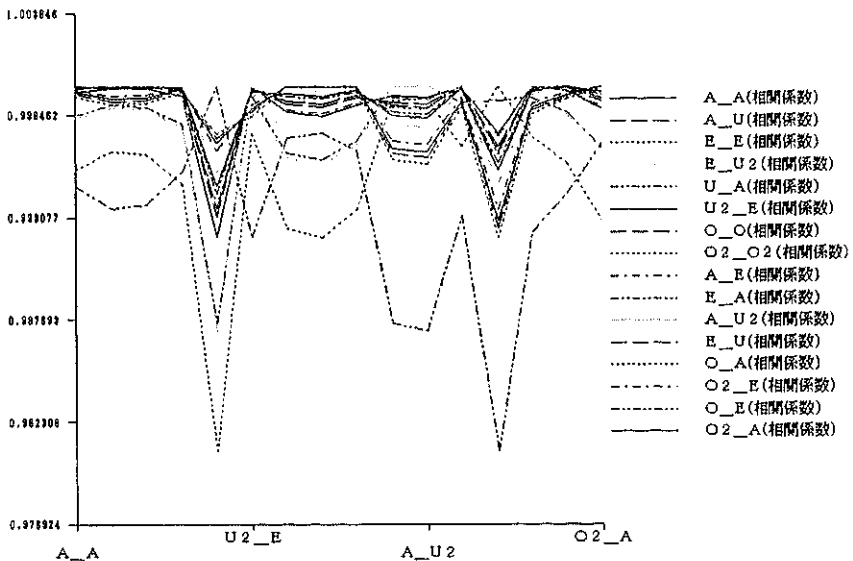


図 3-14

図3-11は、モンゴル語における相関係数を示したものだが、他の中国語(図3-12)、日本語①(図3-13)、日本語②(図3-14)などの場合と異なり、左側に母音調和に適合する係数、右側に母音調和に違反する係数がそれぞれ明瞭に分布し、ちょうどA_Eを境にグラフが交差している。

このことより、この予備実験では

- ①モンゴル語を含めて日本語、中国語の母語話者を被験者としてモンゴル語の母音調和に適合する例と違反する例を聞かせたところ、モンゴル語だけに母音調和に適合する例に対応する顕著なERP成分ピーク潜時の反応が見られた。
- ②脳内における高次機能の処理時間から考えて、「N4-500」、「P4-500」、「N5-600」の3種類のERPが特に注目されるが、中でもN4-500こそがモンゴル語における母音調和に適合するデータを処理する場合の要となっている蓋然性が高いことが窺知された。
- ③P4-500は、モンゴル語だけでなく他の中国語や日本語の例にも観察されるところから、単に母音調和に対する違反といった狭い範囲の反応ではなく、例えば母語に含まれない音連続を受容した際に発する「新奇性の現れ」「違和感」「未知」「意外性」などの認知と何らかの関連性を有する可能性もあることが示唆される。

などの諸点が明らかにされたことになる。なお、この結果は2.1.に立てた目的にも合致していることを付言しておく。

第3節 本実験

3.1. 本実験の目的

予備実験から、モンゴル語の自然言語音を用いた聴覚刺激を用いることによって母音調和に関するERPを検討することが、本稿で設定されている目的に照らして有効であることが示唆された。従って、以下に展開される本実験においても、刺激音にモンゴル語母語話者による自然言語音を採択して聴覚音声学的実験を行なうこととする。

次に、上の予備実験でERPの成分ピーク潜時として新に命名されたN5-600が、モンゴル語、日本語、中国語の母語話者においてそれぞれ例外なく観察されたのに対し、P4-500はモンゴル語の母音調和に違反する例と日本語、中国

語の各母語話者に、また、N4-500はモンゴル語の母音調和に適合する例にし
か見られなかった。

これを踏まえて、本実験ではN4-500と命名された母音調和に適合する際に
のみ出現するとされるERPが、他のモンゴル語を母語とする被験者におい
ても相変わらず観察されるかどうか、また一方で、P4-500と命名された母音調
和に違反する際にのみ出現すると目されるERPが、同様に他のモンゴル語を
母語とする被験者においても観察されるかどうかを、専ら再現性の観点から検
討し、あわせてモンゴル語における母音調和に対応するERPを特定する
ことを目的とする。

3.2. 方法

3.2.1. 被験者 (インフォーマント)

本稿において一貫して「被験者」を用いること、また被験者の個人情報を取
えて「フェイス・シート」として掲げる理由については、予備実験の方法論
(2.2.1.) に述べてあるので繰り返さない。

以上の点を踏まえて、表3-7に本実験に協力してくれた被験者のフェイ
ス・シートを示す。ここから、特にモンゴル語の被験者がいわゆる青年層に属
するモンゴル国の首都オラン・バートル(わが国では一般にウランバートル)
の言語を有する男性であることが明かであろう。

なお、以後本稿ではこれらをデータ名として言及する際には、(1)を「モン
ゴル語②」、(2)を「モンゴル語③」、(3)を「モンゴル語④」とする。

(1) オヤンガ (Уянга) 氏

生年月日： 1978年生まれ、実験当時20歳

言語形成期：オランバートル (首府)

利き手： 右利き

性別： 女性

実験当時： 日本に留学中の大学生

(2) オドゲレル (Одгарал) 氏

生年月日： 1963年生まれ、実験当時39歳

言語形成期：オランバートル (首府)

利き手： 右利き

性別： 女性
 実験当時： 日本に留学中の大学院生

- (3) バダム・オソル (Бадам Осол) 氏
 生年月日： 1981年生まれ, 実験当時21歳
 言語形成期：オラーンバートル (首府)
 利き手： 右利き
 性別： 女性
 実験当時： 大学院生

表 3-7 被験者のフェイス・シート

3.2.2. 実験器材

本実験に用いた器材は, すべて予備実験に用いた器材と同様, 筑波大学人文・社会学系棟内にある音声実験室, およびこれに併設されているシールドルーム内に設置されている。なお, 装置の配置に関する概要は, 前節の図3-4に示したとおりで, ①音源発生用コンピュータ1→②増幅アンプ→③スピーカー→④安楽椅子上の被験者→⑤脳から生じる導出波形→⑥エレクトロキャップ→⑦電極箱→⑧生体アンプ→⑨取り込み・解析用コンピュータ2, の流れである。ちなみに, ③~⑦は電気ノイズを遮断する目的からシールドルーム内に敷設してある。

音源装置も, すべて予備実験に用いた器材と同様で, パーソナルコンピュータ (IBM 社製 PS/V Model 2408) 上で作動する私家版の刺激音発生ソフト WINSTIM を用い, 同コンピュータのプリンターポートからトリガー信号を拾って生体アンプを通し, 取り込み用のパーソナルコンピュータに接続した。また, 刺激音は Wave 形式のファイルにして, パワーアンプ (Technics 60A), プリアンプ (Technics 70A) を用い, スピーカー (Technics B-6000) でシールドルーム内の被験者にフリーフィールドで聞かせた。

取り込み装置は, ①エレクトロ・キャップで導出波形を拾い上げる, ②電極箱 (日本電気三栄) を通して16チャンネル生体アンプ (日本電気三栄 BIOTOP 6 R12-2 型) に入力する, ③A/D 変換ボード (Canopus ADX-98H) を介してパーソナルコンピュータ PC9821 Xv20 (NEC) に出力する, という流れである。なお, 電極の配置は後述する3.2.4. の実験手順で述べる。

解析装置は、誘発電位研究用ソフト EPLYZER(キッセイコムテック)およびマッピング研究用プログラム ATAMAP ver.3.0(キッセイコムテック)を用い、上記取り込み・解析用コンピュータ(PC9821 Xv20)のMS-DOS上で動かした。

3.2.3. 実験資料(刺激音)

実験資料は、これも予備実験と同様に、あらかじめ別の機会に録音しておいた表3-2に見えるナランバヤル氏の調音による現代モンゴル語ハルハ方言の自然言語音とした。合成音によらずに自然言語音とした理由は、本稿がなによりも自然言語を対象とする音声学の領域における研究であることと、合成音による不自然さが被験者に与える影響を考慮してのことである点についても、すでに前節および註5に述べたとおりである。

3.2.4. 実験手順

被験者(表3-7)を、ひとりずつ筑波大学人文・社会学系棟にある音声実験室に敷設されたシールドルーム内の安楽椅子に座らせ、スピーカーから流れてくる自然言語音(表3-2)を注意深く聞いてもらい、silent repetition(口などをいっさい動かさず、聞こえた音をただ頭の中で繰り返し返す)をするよう指示した。なお、この際に頭は椅子に固定し、目はなるべく瞬目の回数を減らす意図から、半眼に開いてもらった。

また、被験者にはあらかじめこの実験が母音調和に関する課題であること、/gVVgVr/という2音節の構造からなる刺激音が提示されること、それに対して奇異に思うか否かに注意を払うこと、などの説明を与えている。以上の点から明らかのように、この実験は心理学などでさかんに行なわれている odd-ball 課題(標的選択課題)のように二者択一的に刺激音を識別させ、P300を検出することを目的とした課題ではなく、単純に同一の言語音を繰り返し聞かせてその反応を捕捉することを目的とした課題である。なお、丹羽真一他(1997)ではこのような課題を「単純反応課題」と呼んでいる。

刺激音の再生は、3.2.2.に述べた装置によるフリーフィールドにて行ない、再生時の音圧は騒音計を用いて被験者の耳もとで65dBSLになるよう制御した。なお、音圧を65dBSLとした理由は、これが刺激音における至適レベルとされているからにほかならない。また、ヘッドフォンによらずにフリーフィールド聴取としたのも、1996年に東京医科歯科大学で実験をしたときの体験上、

被験者がヘッドフォンを鬱陶しく感じる場合があることと、再生音圧の制御がフリーフィールドに比べるとやや面倒なこととの2点による。次に、刺激音の提示時間は、表3-2のとおりで、いずれもおよそ600ms以上700ms未満の無意味語である。また、刺激音と刺激音との間隔(interstimulus interval: ISI)は3000msとした。

予備実験は、表3-2の16セッションを数えるところから、途中に5分間程度の休憩をはさんで8セッションづつ2回に分けて行なった。セッション毎の試行回数は、S/N比を向上させ背景ノイズの通減を目的として採択されている加算平均の必要上40回とし、はじめの5試行をアーチファクトの混入を避ける意味から記録していない。なお、それでも瞬目などによるアーチファクトの混入が認められた試行は、EPLYZER上にて波形再加算編集を行なって除去した。また、提示の順番はランダムとし、試行時間は被験者の集中力の低下による弊害を避ける意味から、いずれのセッションも3分以内に収めた。さらに、被験者の協力なくしては成り立ちえない研究という点で実験音声学も記述言語学と通じるところがあるので、被験者には特段の注意を払い、セッション毎の終了時点でこまめにリラックスさせるようなお喋りをまじえた。

ERPの記録、解析等の方法に関しても、すべて予備実験と同様である。すなわち、エレクトロキャップ(ElectroCap International: ECI-2)を装着し、国際10-20法に則り図3-5に示した14チャンネルを選択した。また、2チャンネルを同期用のトリガー信号処理にあてたため、19チャンネルのEPLYZERに対応させる必要上、Fp1, Fp2, F7, F8, T5, T6をそれぞれモニタージュ設定画面における補完式によって取り出している。すなわち、 $Fp1 = (F3 + F7 + F2) / 3$, $Fp2 = (F4 + F8 + F2) / 3$, $F7 = (F3 + C3 + F8) / 3$, $F8 = (F4 + C4 + T4) / 3$, $T5 = (C3 + P3 + T3) / 3$, $T6 = (C4 + P4 + T4) / 3$ である。なお、基準電極は耳朶とし、左右両耳朶結合を基準とする単極導出を行ない、ボディアースは前頭極部中央(Frontal Pole Zero: FPZ)に装着した。

最後に、生体アンプの設定も予備実験と同様に、低域遮断フィルタ0.5Hz, 高域遮断フィルタ60HZ, 感度を $50\mu V/fs$ とした。また、取り込み用ソフトは、すでに述べたようにEPLYZER(キッセイコムテック)をMS-DOS上で動かし、サンプリングレートを500Hz, プリトリガーを-100ms, 取り込み時間長を-100~1946msに、それぞれ設定した。

3.2.5. 解析方法

解析方法に関しても、予備実験と同様である。すなわち、ソフトは EPLYZER および ATAMAP ver.3.0 (いずれもキッセイコムテック) を用いており、EPLYZER 上に記録された ERP データを、ATAMAP ver.3.0 に移し、ERP の各 component における極性と頂点潜時を、赤 (陰性極) から青 (陽性極) まで15段階の色分けによって表示される脳電位トポグラフィーに依拠して計測した。この際に、当該頂点潜時近傍において最も彩度の高い部分をバーカーソルによって探り当てるといった方法をとった。

次に、基線算出区間はゼロからプリトリガー位置とし、得られた基線と波形振幅の頂点との差分を電圧として計測している。また、サンプリングレートを 500Hz、ノイズ除去に使用したフィルターをバターワース (帯域入力、ハイパス 0.5Hz) とした。

解析に際しては、予備実験結果を踏まえて、ERP 波形の頂点潜時のうち陽性極では刺激音提示後およそ 400~500ms (本稿における P4-500 に該当)、陰性極では同じく 400~500ms (本稿における N4-500 に該当)、500~600ms (本稿における N5-600 に該当)、の 3 種に注目した解析とデータ処理を行なった。

最後に、筋電や眼球運動等によって生ずるアーチファクトに関しても、予備実験と同様に EPLYZER に搭載されている RAW データ再加算機能を用いて、目視による除去を行なった。また、対象脳波よりも振幅の大きい α 波などの背景脳波が被っている場合にも、同様にして除去した。

3.3. 結果

3.3.1. モンゴル語②の ERP

以下の表 3-8 に、表 3-7 の被験者(1)に関する ERP の計測結果を示す。また、定量化の根拠となった解析データは、図 3-84 a ~99 b (次号掲載予定) に示す。

ファイル名	N4-500	P4-500	N5-600
A_A	546	-	576
A_U	660	-	714
E_E	516	-	564
E_U 2	518	-	560

U_A	486	-	534
U 2_E	494	--	542
O_O	546	-	588
O 2_O 2	594	-	630
A_E	-	534	584
E_A	-	516	588
A_U 2	-	548	682
E_U	-	498	530
O_A	-	560	608
O 2_E	-	510	576
O_E	-	552	594
O 2_A	-	486	554

なお、単位はいずれも ms である。

表 3-8 モンゴル語②の ERP

3.3.2. モンゴル語③の ERP

表 3-7 の被験者(2)に関する ERP の計測結果を、先に示した被験者(1)と同様、N4-500, P4-500, N5-600の潜時成分に絞り込んで数値化して、表 3-9 に示す。また、定量化の根拠となった解析データは、図 3-100 a~115 b (次号掲載予定) に示す。

ファイル名	N4-500	P4-500	N5-600
A_A	516	-	584
A_U	530	-	596
E_E	506	-	554
E_U 2	584	-	620
U_A	482	-	536
U 2_E	506	-	552
O_O	446	-	534
O 2_O 2	492	-	570

A_E	-	518	588
E_A	-	566	612
A_U 2	-	516	612
E_U	-	630	672
O_A	-	582	654
O 2_E	-	534	654
O_E	-	518	584
O 2_A	-	506	590

なお、単位はいずれも ms である。

表 3-9 モンゴル語③の ERP

3.3.3. モンゴル語④の ERP

表 3-7 の被験者(3)に関する ERP の計測結果を、先に示した被験者(1)および(2)と同様、N4-500, P4-500, N5-600の潜時成分に絞り込んで数値化し、表 3-10に示す。また、定量化の根拠となった解析データは、図 3-116 a~131 b (次号掲載予定) に示す。

ファイル名	N4-500	P4-500	N5-600
A_A	572	-	614
A_U	596	-	644
E_E	642	-	694
E_U 2	600	-	666
U_A	540	-	576
U 2_E	510	-	554
O_O	504	-	560
O 2_O 2	524	-	584
A_E	-	518	576
E_A	-	524	618
A_U 2	-	420	582
E_U	-	464	542

O_A	-	524	632
O 2_E	-	522	570
O_E	-	512	576
O 2_A	-	450	576

なお、単位はいずれも ms である。

表 3-10 モンゴル語④の ERP

3.4. 考察

3.4.1. 潜時における相関

前項3.3.に示したように、モンゴル語を母語とする他の被験者（表3-7の(1), (2), (3)）のそれぞれにおいても、予備実験結果と同様に ERP 成分ピーク潜時として潜時400-500ms 台に陰性波として出現する「N4-500」、潜時400-500ms 台に陽性波として出現する「P4-500」、潜時500-600ms 台に陰性波として出現する「N5-600」の3種を観察することができた。さらに、これらの ERP 成分ピーク潜時のうち、特に N4-500が母音調和に適合する場合に、一方 P4-500は母音調和に違反する場合にのみ観察されるという点でも、予備実験結果における再現性が確認された。

そこで、まずはこれら3種の ERP 成分ピーク潜時の間にそれぞれどのような関係があるのかを、相関係数を取って確かめてみた。方法は、2.4.2.に述べたのと同様に統計ソフト Stat partner により、表3-7に掲げたモンゴル語②、③、④、および予備実験で解析した表3-1の①、の計4種類のデータに関してそれぞれ相関分析をほどこし、その結果として相関係数を得た（表3-11~14）。

	P4-500	N5-600	N4-500
P4-500	1.0000	-0.06387	-0.99023
N5-600	-0.06387	1.00000	0.17956
N4-500	-0.99023	0.17956	1.00000

表 3-11 モンゴル語①の潜時相関係数

	P4-500	N5-600	N4-500
P4-500	1.00000	0.03966	-0.98806
N5-600	0.03966	1.00000	0.09932
N4-500	-0.98806	0.09932	1.00000

表 3-12 モンゴル語②の潜時相関係数

	P4-500	N5-600	N4-500
P4-500	1.00000	0.69809	-0.98930
N5-600	0.69809	1.00000	-0.60389
N4-500	-0.98930	-0.60389	1.00000

表 3-13 モンゴル語③の潜時相関係数

	P4-500	N5-600	N4-500
P4-500	1.00000	-0.30864	-0.98730
N5-600	-0.30864	1.00000	0.42376
N4-500	-0.98730	0.42376	1.00000

表 3-14 モンゴル語④の潜時相関係数

以上の結果から、いずれの被験者においても N4-500と P4-500との間にはかなり強い負の相関が確認されたのに対し、N4-500と N5-600および P4-500と N5-600との間には顕著な相関は見られなかった。従って、本稿の範囲ではモンゴル語の母音調和に対応する ERP 成分ピーク潜時として、調和に適合する際には N4-500が、また逆に調和に違反する際には P4-500が主たる成分であることが示唆されたことになる。ただし、ここでの結論は限られた範囲内での観察に基づく推論に過ぎないので、今後引き続きより一層の再現性の向上を目指して追験を行なってゆかなければならないものとする。

3.4.2. 母音における相関

次に、予備実験結果と同様に統計ソフト Stat partner を用いて、モンゴル語を母語とする他の被験者(表 3-7 の(1), (2), (3))のそれぞれにおいても、

母音ごとに母音の種類と潜時とに関する相関分析をほどこし、その結果として相関係数を得た。ただし、ここにその全貌を数値によって縷々述べることはいささか煩瑣であるので、同ソフトにおけるグラフ機能によって図3-15~18にその結果を示す。

ただし、図3-18に示したものは、予備実験におけるモンゴル語①を含めた4件すべてのデータを加算したものである。なお、モンゴル語①単独のグラフは、すでに2.4.2.で図3-11として示してあるので、ここでは省略する。

図3-15は、モンゴル語②における相関係数を示したものだが、予備実験による図3-11と同様に左側に母音調和に適合する係数、右側に母音調和に違反する係数がそれぞれ明瞭に分布し、ちょうど母音調和に違反するA_Eを境にグラフが交差している。さらに、以上の特徴は、図3-16および図3-17にも共通して見られる。ちなみに、モンゴル語母語話者すべてを加算した図3-18においても、この特徴は揺るがない。

このことより、モンゴル語母語話者にとっては、母音調和に適合する母音群と、逆に違反する母音群とをERPのレベルで明瞭に区別していることが示唆される。しかしながら、それはあくまでもいわゆる「舌の調和」における男女両母音の差異を反映しているに過ぎず、「唇の調和」に対応するERPに関しては、残念ながらここまでのデータ処理では必ずしも明瞭にその特徴を捉えたとは言いがたい。

そこで、最後に共分散構造分析の方法を援用して、残された「唇の調和」に関するERPレベルでの見通しについて言及することにする。

3.4.3. 共分散構造分析による「唇の調和」の解析

3.4.3.1. 目的

統計処理法の中で、従来の因子分析ならびに多重回帰分析に典型を見る多変量解析法は、模索の積み上げを通して現実に眼前に実在する多数の変数間の複雑な関係を解きほぐし、或いは情報の歪曲を最小限に抑制しつつこれを圧縮し、取り扱いを簡易化することを目的としてきたところから、その根本的研究姿勢を、いわゆるボトムアップ型の帰納的方法の採択と見ることに、それほどの抵抗感もないだろう。

これに引き換え、標題の共分散構造分析法(covariance structure analysis)は基本的に理論検証型のトップダウンによる演繹的方法を採択しており、事前の仮説や実質科学的理論を出発点とした実証研究を行なうのに適している。こ

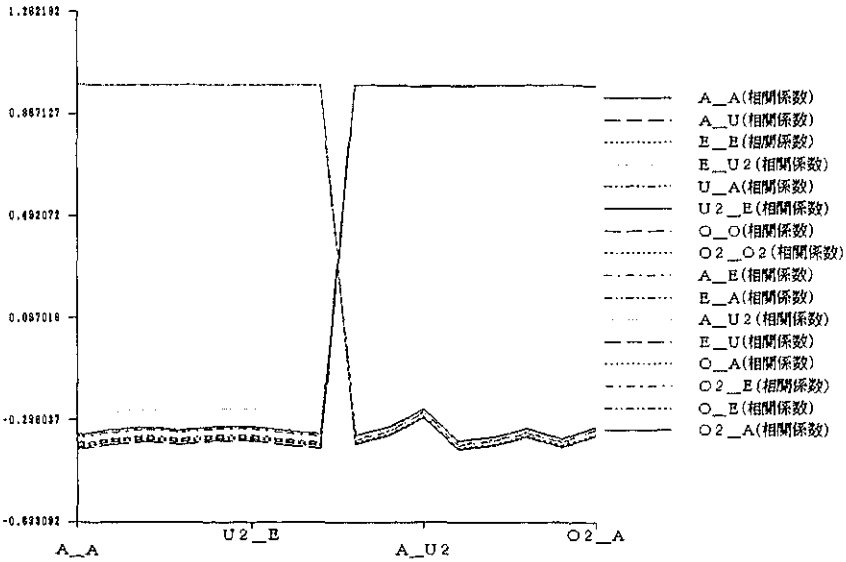


図 3-15

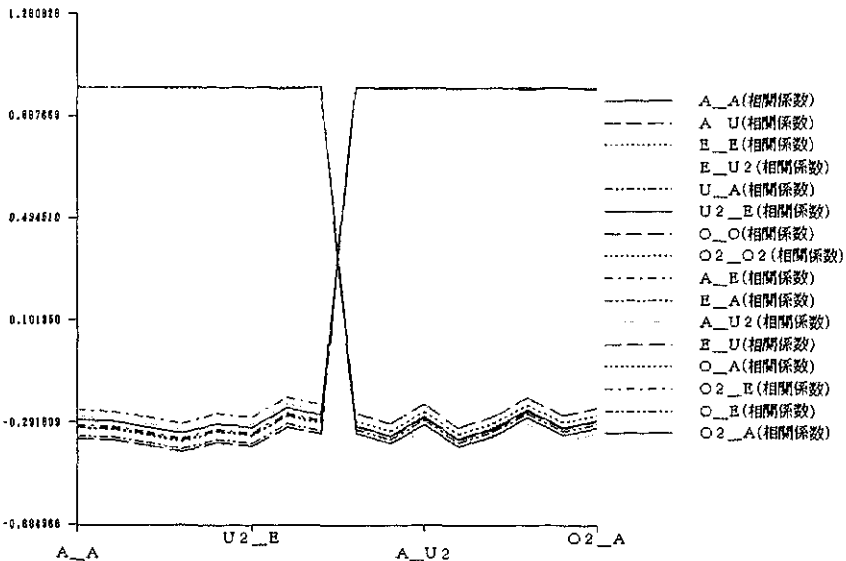


図 3-16

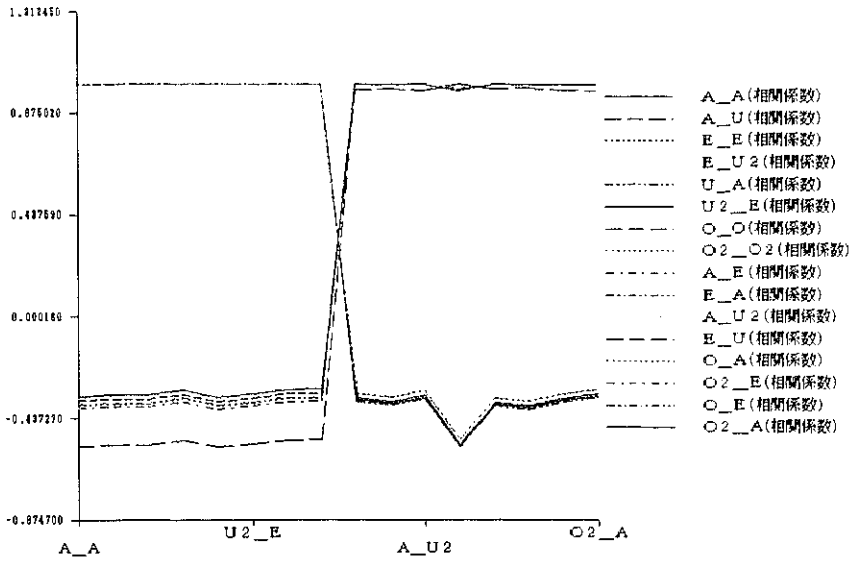


図 3-17

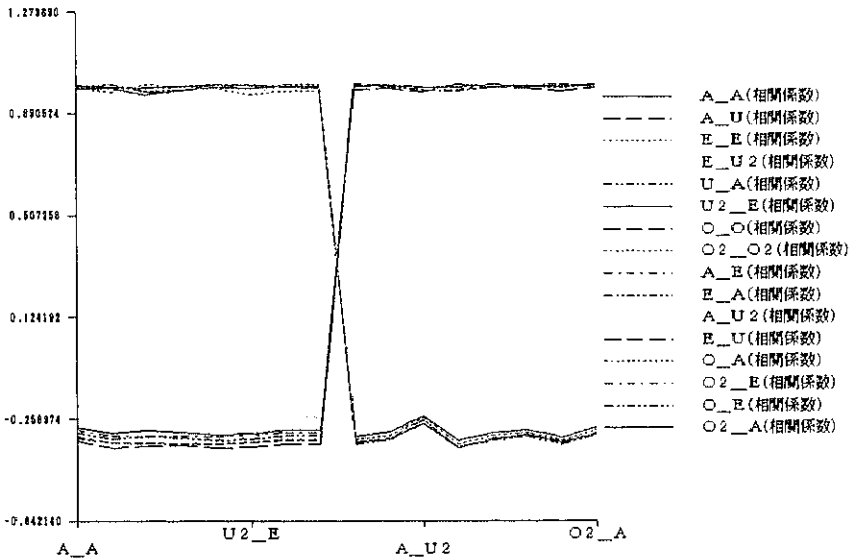


図 3-18

のことを具体的に述べると、従来の方法ではもっぱらXとYの2項のみを対象としてきた。このため、XとYの相関係数は対称であるため、因果関係の方向を析出することができなかった。しかし、共分散構造分析法ではXとYのどちらとも直接的な効果をもたない第三の変数Zを観測することによって因果の方向を読み取ろうとするところに、この方法論における最大の魅力が存する。

さらに敷衍すれば、これを応用発展させることによって、非逐次モデル(双方向に影響を及ぼす関係)に対しても、その影響の多寡を定量化する方が開かれる。しかもこの方法論の及ぶ対象は、顕在している観測変数間の分析だけに留まらず、潜在変数間の因果分析をも包括することが可能なところから、漠とした曖昧模糊たる現象を研究対象とする心理学をはじめとして、広く社会科学の分野で受け入れられ始めている。

翻って、実験音声学の領野においても、その究極の目的とするところは、すでに1.3.で述べたように定量化のみにあるのではなく、むしろこれをもとに行なわれる定性化にも向けられているところから、ある種直感的な見通しによって得られた混沌としたカオスの状態の概念を、「パス図」と称する、これまた直感的なツールを用いて一旦定量化を施すというプロセスを設定することは、研究の多角多面的進展にとって大きな助けとなることが期待される。

以上によって、本研究ではモンゴル語における母音調和には、①調和に適合するグループ、②調和に違反するグループ、の2類があること、さらに脳波解析の結果、①および②に対応する固有のERP成分ピーク潜時として、調和に適合するN4-500ならびに調和に違反するP4-500が存在することをあらかじめ潜在変数として仮定し、これに共分散構造分析法を適用することによって、これまでの研究においては必ずしも明確に捕捉することができなかった「唇の調和」の実態に一歩でも近づくことを目的とする。

3.4.3.2. 方法

現代モンゴル語を対象として、これにERPを用いた聴覚音声学的解析を施したのち、特徴的な成分ピーク潜時のうちから潜在変数として調和に適合するN4-500、調和に違反するP4-500を仮定する。次に、観測変数として調和に適合するグループと違反するグループを、いわゆる「舌の調和」と「唇の調和」に分け、それぞれ「男女適合」、「円唇適合」、「男女違反」、「円唇違反」の4類に分け、これらに共分散構造分析法を適用して先に立てた目的を実現するよう努めた。

具体的には、共分散構造分析用ソフト AMOS 5 (エイモスファイブ) を用い、Excel 上に打ち込んだデータを読み込ませた後、Amos Graphics によってこれを演算させ、グラフ化して打ち出した。

3.4.3.3. 結果と考察

図 3-19 に、上の方法によって得られた結果を示す。

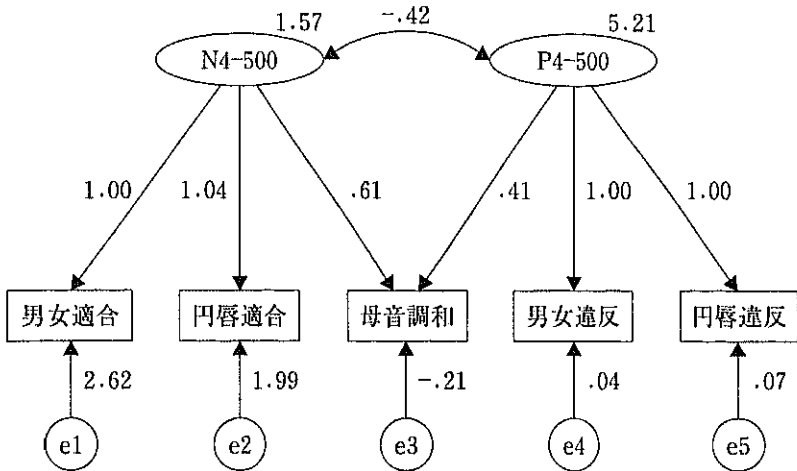


図 3-19

まず、因子「N4-500」は「円唇適合」の情報量を反映する分散で1.99、「男女適合」の情報量を反映する分散で2.62となっているところから、およそ1:1.32という僅少差ではあるものの、唇の調和よりも舌の調和の方が若干多くの情報量を反応していることが示唆される。次に、因子「P4-500」は「男女違反」の情報量を反映する分散で0.04、「円唇違反」の情報量を反映する分散で0.07となっているところから、およそ1:1.75という差異によって舌の調和よりも唇の調和の方が多くの情報量を反応していることが示唆される。

ちなみに、因果関係の強度を示すパス係数を見ると、「P4-500」にあっては舌の調和、唇の調和ともに同数の1.00であったが、「N4-500」では舌の調和が

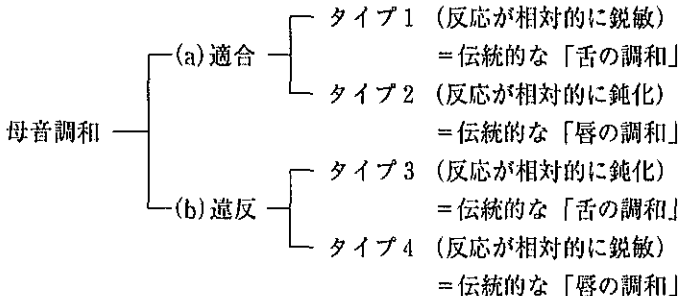
1.00に対して唇の調和の方は1.04と、僅少差ではあるものの差異が確認された。

さらに、本稿で新たに仮定された事象関連電位の「N4-500」と「P4-500」の母音調和への因果関係を示すパス係数も、前者にあつては0.61、後者にあつては0.41とおおよそ1:1.49程度の差ではあるものの、「N4-500」の方がよりいっそう顕著な関わりを有することが示唆される。

以上の諸点をもとに考察を加えた結果、次の結論が導かれた。すなわち、

- ①現代モンゴル語の母音調和における、ERP成分のピーク潜時を用いた聴覚情報処理系に見られる大脳レベルでの認知反応には、伝統的なモンゴル語学で指摘されてきたいわゆる「舌の調和」と「唇の調和」の別が、共分散構造分析を適用した結果、明瞭に存在することが確かめられた。
- ②ただし、その反応の仕方は一様ではなく、調和に適合する母音群の聴覚情報処理にあつては唇の調和よりも舌の調和の方が若干鋭敏に反応していることが、一方、調和に違反する母音群の聴覚情報処理にあつては、舌の調和よりも唇の調和の方が鋭敏に反応していることが示唆された。
- ③従つて、伝統的なモンゴル語学で指摘されてきたいわゆる「舌の調和」と「唇の調和」に対しては、新たにまずは根本的に(a)調和に適合する場合のそれと、(b)調和に違反する場合のそれとを大きく区別し、しかる後にそれぞれを「タイプ1」(反応が相対的に鋭敏)と「タイプ2」(反応が相対的に鈍化)、「タイプ3」(反応が相対的に鈍化)と「タイプ4」(反応が相対的に鋭敏)とに下位区分すべきことが提案される。

すなわち、ERPの成分ピーク潜時を用いた聴覚情報処理系に見られる大脳レベルでの認知反応を根拠とした新たな所見としては、



という4タイプによる枠組みが仮定される。

などということになる。ただし、本稿において試みられた共分散構造分析の方法は、あまたある可能性のうちの一つの解釈に過ぎない。従って、他にも種々の共分散構造分析法があり得ることは、ここに改めて指摘するまでもないことであろう。

【註】

- *1 本稿は、平成12年度科学研究費補助金(研究成果公開促進費：課題番号125150)の交付を受けた城生佰太郎(2001-b)の最終章を骨子とし、これに加筆修正を加えて成立している。
- *2 筆者は、Rousselot にはじまる実験音声学を「音声科学」と明瞭に区別する立場を取る。それ故、本稿でも随所にこのような含みを持たせた記述がなされている。なお、この主張に関しては、城生佰太郎(2004)の序論も参照のこと。
- *3 イギリスのロザムテッド農事試験所技師 R. A. Fisher が示した3原則、すなわち①replication (反復)、②randomization (無作為)、③local control (局所管理)、に則って実験データの収集と解析を行なう方法を総称して DOE (design of experiments = 実験計画法) という。要するに、実験の要は実験を行なう以前に綿密に練り上げられた計画にあるということを強調したもので、さらに効率的な観点から、トップダウンによる方法論の厳格なマニュアル化が特徴となっている。
- *4 今西錦司の自然学は、互いに弱肉強食の争いを繰り返すことなしに、加茂川で4種類のヒラタカゲロウが仲良く「棲み分け」を行なって共存している様子を発見したことによって、ダーウィンの進化論に疑問を投げかけたところに原点がある。細分化がますます加速度的に進んで行く現在の科学研究方法論は、すでに全体を見渡すバランス感覚を失っており、さらに細分化に伴って推進された研究方法のマニュアル化が、自由闊達な研究活動を奪っているという実体を嘆いて、自然科学とは区別される氏の「自然学」が提唱された。
- なお、養老孟司(1995: 222-224)にも同一の趣旨による「自然学と自然科学」と題する一文がある。
- *5 一時期、東京東京医科歯科大学医学部にて脳波の研究をしていた榊氏作成による。
- *6 例えば、医学系の研究書である本庄巖編著(1997: 102-104)には、自然言語音でも人工合成音でも聴覚野の神経活動における位置に関しては有意差はないが、ERP 波形の潜時および電圧には明瞭な差異が生ずることが報告されている。ちなみに、心理学的研究では刺激音の均質性ならびに制御のたやすさから、人工合成音による実験が推奨されているが、実験音声学では人類の自然言語音のみを研究対象としている関係で、上記のごとき自然言語音と人工合成音との差異に関する指摘を看過すべからざる重要な点であると考えられる。従って、当然の帰結として、実験音声学では何よりも先ず自然言語音による実験を最重要課題と考えている。この点でも、心理学的実験と実験音声学的実験とは一致しない。
- *7 日本脳波・筋電図学会(1985)によれば、ERP における加算は20~50回が推奨されている。加算の目的は、ターゲットとする脳波(signal: S)に対してα波など背

景脳波(noise:N)の振幅が大きいため、ターゲットがノイズに埋もれないようS/N比を大きくすることにある。しかし、加算回数は多ければよいというものではない。実験時間を延長することによる被験者の疲労が、データの信憑性を阻害することにつながるからにはかならない。そこで、本稿では試行錯誤の結果、40回を採択した。なお、加我君孝他編(1995)、渡邊千晴編(1999)などでも加算平均法に触れている。

*⁸ 脳波を記録する際の電極誘導点に関する国際的な規格。モントリオール大学のJasperによって提唱された方法で、鼻根から後頭結節までと、左右両耳介前点間を10%と20%で分割するところからの命名とされる(Jasper, 1958)。

*⁹ 筑波大学音声実験室で採択されているこれらの14チャンネルは、日本脳波・筋電図学会標準モニタージュ表における12素子用標準モニタージュ12R-2B(日本脳波・筋電図学会, 1985)に、FzとCzを加えたものである。

*¹⁰ 脳波計の各チャンネルに、どの部位からの電極をつなぐかによって、大きく単極導出法と双極導出法とが区別されている。双極導出法は、焦点性異状波などの局部的変動波形を捉えるのに適しているが、本稿のような目的には必ずしも優れた特性を示さないため、ここでは単極導出法を採択している。なお、単極導出法は、活性電極に不活性電極(基準電極)をつなぐ方法で、具体的には前者が頭皮、後者が耳朶、鼻尖、額、などをさす。また、国際脳波学会用語委員会では「単極導出法」という呼称は、あたかも一個の電極で脳波を導出できるような印象を与えるので、使用しないほうが良いと勧告している(NEC三栄研修所1995:3-16)。

*¹¹ 交流電流による干渉を避けるために設置される、測定用の電極以外の電極。

*¹² 脳波の記録に際しての有害成分。大熊輝雄(1999:60)によると、アーチファクトは、①電極の不良および接着不良によるもの、②被験者に由来するものに二分されるが、ここでは②のうちから体動および筋活動電位、隣目および眼球運動などによって発生するノイズ成分をさす。

*¹³ すでに1.3で述べたように、この呼称は福盛貴弘(2003)の命名による。また、筆者によるN4-500, P4-500などは福盛(*ibid.*)に啓発されての命名である。

【第3章参考文献】

□和文文献

今西錦司(1984)『自然学の提唱』, 講談社学術文庫

岩田誠(1996)『脳とことば』, 共立出版

NEC三栄(1995¹¹)『脳波の初歩』, NEC三栄研修所

大熊輝雄(1999)『臨床脳波学』第4版, 医学書院

オブラー L.K., ジュアロー K. 若林茂則監訳, 割田杏子共訳(2002)『言語と脳』, 新曜社

加我君孝, 古賀良彦, 大澤美喜雄, 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

亀井孝・河野六郎・千野栄一編著(1996)『言語学大辞典』第6巻, 三省堂

狩野裕(2003)『多変量解析と共分散構造分析』, 『シリーズ:統計学の現状と今後』, pp. 1-2. 大阪大学人間科学部, <http://koko15.hus.osaka-u.ac.jp>.

高懸禎(2001)『日韓両言語におけるアクセント対照研究——韓国語のアクセント

- を中心としたERPを用いた脳波実験], 筑波大学大学院修士(言語学)請求論文
- (2003)「日韓両言語母語話者におけるアクセント知覚——音声学的アクセントの違いによる脳波実験を通して」, 『日本學報』第54輯, pp.19-32, 韓国日本學會
- 小山真希子 (2003)『日本語学習者における日本語長音の知覚——ERPを用いて』, 早稲田大学大学院日本語教育研究科修士論文
- 柴崎浩・米倉義晴 (1994)『脳のイメージング』, 共立出版
- 下河内 稔, 投石保広, 小山幸子 (1992)「事象関連電位」, 下地恒毅編『誘発電位』, pp.152-173, 西村書店
- 城生佰太郎 (1996-a)「アクセントに関する実験言語学的研究」, 『文藝言語研究 言語篇』, 第30号, pp.15-35, 筑波大学文芸・言語学系
- (1996-b)「アクセントの認知に関する実験言語学的研究」, 『第2回電力技術研究会議事録』(TEPS), pp.2-40, 東京電力技術研究会
- (1997-a)「脳波を用いた認知に関する実験言語学的研究」, 『IRICE PLAZA』第7号, pp.9-31, 国際コミュニケーション英語研究所
- (1997-b)『実験音声学研究』, (平成9年度科学研究費補助金「研究成果公開促進費」助成出版), 勉誠社
- (1997~8)「脳波でとらえた日本語教育(1)~(9)」, 『日本語』第10巻第7号~第11巻第3号, アルク
- (1998)『日本語音声学』, サン・エデュケーショナル
- (1999-a)「脳がことばで興奮する」, 『すみとも』第7号, pp.8-9, 住友グループ広報委員会
- (1999-b)「おもしろ音声——音響解析から脳波の研究まで」, 『日本語学』第18巻第1号, pp.51-59, 明治書院
- (1999-c)「ことばの科学最前線——実験言語学」『人文学と情報処理』第19号, pp.44-45, 勉誠出版
- (1999-d)「脳波をつかった言語研究」, 『人文学と情報処理』第21号, 特集「自然言語処理のすべて」, pp.80-85, 勉誠出版
- (1999-e)「現代日本語の自然談話のスピード」, 『言語』第28巻9号, pp.44-50, 大修館書店
- (2000)「書評 杉藤美代子著『日本語音声の研究 全七巻』」『国語学』第51巻1号, pp.133-139, 国語学会
- (2001-a)「音声研究の方法」, 『コンピュータ音声学』(編著), pp.9-45, おうふう
- (2001-b)「アルタイ語対照研究——なぜなぜに見られる韻律節の構造」, (平成12年度科学研究費補助金「研究成果公開促進費」助成出版), 勉誠出版
- (2001-c)「国際化時代の日本語」, 『人文学と情報処理』第33号, pp.115-122, 勉誠出版
- (2001-d)「実験言語学」, 『国文学』46巻12号, pp.6-14, 学燈社
- (2001-e)「実験言語学の提案——事象関連電位を用いた言語研究の可

- 能性], 『日本語学』20巻13号, pp. 36-46, 明治書院
- (2002-a) 「世界の言語からみた日本語音声の特色」, 飛田良文, 佐藤武義編『現代日本語講座第3巻, 発音』, pp. 1-19, 明治書院
- (2002-b) 「実験研究としての脳波研究の可能性」, 『言語研究の方法』, pp. 216-221, くろしお出版
- (2004) 『日本音声学研究——実験音声学研究方法論考——』(博士請求論文), 私家版
- (印刷中) 「音声学」, 『現代言語の事典(仮題)』, 朝倉書店
- 白井克彦(1998) 「音声の分析と合成」(岩波講座言語の科学第2巻『音声』), 岩波書店
- 杉下守弘(1985) 『言語と脳』, 紀伊國屋書店
- 丹羽真一, 鶴紀子編著(1997) 『事象関連電位』, 新興医学出版社
- 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, pp. 97-104.
- 萩原裕子, 中島平三, 中込和幸, 伊藤憲治, 高沢悟, 菅野道(1997) 「脳生理学から言語処理を見る」, 『先端的言語理論の構築とその多角的な実証』, COE 形成基礎研究費研究報告(1)
- 服部四郎(1984) 『音声学』, 岩波書店
- 福盛貴弘(2001) 「モーラと実験音声学」, 城生佰太郎篇著『コンピュータ音声学』, pp. 151-205, おうふう
- (2002) 「言語音の認知とERPにおけるN1成分との相関性」, 『岡山大学言語学論叢』9, pp. 19-34. 岡山大学言語学研究会
- (2003) 「トルコ語の母音調和に関する実験音声学的研究」, 筑波大学大学院博士(言語学) 請求論文
- 古井貞熙(1985) 『デジタル音声処理』, 東海大学出版会
- 本庄 巖編著(1997) 「脳から見た言語——脳機能画像による医学的アプローチ」, 中山書店
- 宮崎里司(1999) 「日本語学習者の脳の言語処理過程: 漢字の表記逸脱刺激による事象関連電位(ERP)分析の試み」, 『講座日本語教育』35, pp. 41-51, 早稲田大学日本語研究教育センター
- (2000) 「外国人日本語学習者のカタカナ表記逸脱に関する言語処理過程: 事象関連電位(ERP)を使った考察」, 『講座日本語教育』36, pp. 41-52, 早稲田大学日本語研究教育センター
- 養老孟司(1995) 『脳の冒険』, 知的生きかた文庫, 三笠書房
- 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究所

□欧文文献

- Donchin, E., W. Ritter & W. C. McCallum (1978): Cognitive psychophysiology: The endogenous components of the ERP. (In Callaway, E., P. Tueting & S. H. Koslue eds. *Event Related Potentials in man.*) New York: Academic Press.
- Fabiani, M., G. Gratton, D. Karis & E. Donchin (1987): Definition, identification,

- and reliability of measurement of the P300 component of the event-related brain potential. (In Ackles, P. K., J. R. Jennings & M. G. H. Coles eds: *Advances in psychophysiology. Vol.2.*) Greenwich, CT: JAI Press. pp.1-78.
- Goldstein, K., (1948): *Language and Language Disturbances*, New York, NY: Grune and Stratton.
- Grammont, M. (1933,1965⁸): *Traité de Phonétique*. Delagrave.
- Jackson, J. J. (1880): On aphasia, with left hemiplegia. *Lancet* I, pp.637-638.
- Jakobson, R., Fant. G. and M. Halle (1952¹,1963²): *Preliminaries to Speech Analysis: The Distinctive Features and Their Correlates*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Jasper, H. H. (1958): The ten twenty electrode system of the international federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. 10.* pp.371-375.
- Kutas, M. and S. A. Hillyard (1980): Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science* 207, pp.203-205
- Ladefoged, P.(1975): *A Course in Phonetics*. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers.
- Näätänen, R. & T. W. Picton (1987): The N1 wave of the human electric and magnetic response to sound: A review and an analysis of the component structure. *Psychophysiology. 24.* pp.375-425.
- Näätänen, R. (1992): *Attention and brain function*. Hillsdale NJ.:Lawrence Erlbaum Associates.
- Neville, H., J. L. Nicol, A. Barss, K. I. Forster & M. F. Garrett (1991): Syntactically based sentence processing classes: Evidence from event-related brain potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience. 3*(2). pp.151-165.
- Penfield, W. and L. Roberts (1959): *Speech and brain mechanism*. Princeton University Press. 上村忠雄・前田利男訳「言語と大脳」誠信書房
- Potter, R. K., Kopp, G. A. and H. Green (1947,1966²): *Visible Speech*, Dover, New York
- Rousselot, J. P. (1897-1908): *Principes de Phonétique Expérimentale*, Tome I, II, Paris
- Tatsuta, N, Fukuda, K, and Y. Tomita (2001): "An ERP Study of Second Language Processing by Japanese EFL Learners", *ARELE. vol.12*, pp.131-140, The Japan Society of English Language Education.