原 著 論 文

実験的口蓋床装着者の馴化に関する音声学的考察

石神 元

Phonetical Investigation of Habituation on Experimental Palatal Plate Wearer's Utterances

Hajime Ishigami

Abstract : One of the most effectual and noteworthy methods in formation of the prosthetic fabrication is the detailed procedure which produce oral habituation. Approach to habituation in this study was performed with special reference to experimental palatal plate wearer's utterances. Five adult males served as the subjects. Experimental palatal plates were made and named F, A and P-plates. Speech materials were the eighty-two syllables which were selected from fourteen Japanese words. The analysing data sample of the utterances was measured in a time scale on a Sonagram. Statistical parameter, sample variances and correlation coefficients were calculated, and analyzed contents as follows : Almost compact variances were found in the preliminary experiment, but the fluctuation mode of sample variance was exhibited by features in three particular types after ten days.

Correlation coefficient of intra-syllable phonemes was divided into two types, compact or diffuse to the preliminary data value. Optimal syllables of the experiment, based on variance and correlation coefficient, were thirteen syllables in ten words on F-plate, seven syllables in four words on A-plate and five syllables in three words on P-plate. "kou keiki keikai keikoku" and "ui ui sii hito" were selected for the possible materials of speech analysing in the habituation study.

Key words : habituation, speech time duration, Sonagram, experimental palatal plate

I. 緒 言

補綴物と音声との関係は、その装着直後の音声標本を対象として、語明度試験^{1~4)}による検者の聴覚判断

の共通性を利用した研究、サウンドスペクトログラム(ソナグラム)^{5~7)}などによる音声の物理的性状の解析、パラトグラム^{8~10)}、レントゲン映画¹¹⁾など個人の音声産生機構の生理的特徴を一般化したものなどが多数報告されてきた。

しかし一方では、補綴物装着患者の発声音に、経時的な一様性は認められないとしても、時間の経過に伴って大部分の発声音の弁別が次第に容易になってくることも周知の事実である。

朝日大学歯学部歯科補綴学第2講座(主任:山田早苗教授)
The Second Department of Prosthetic Dentistry, School of
Dentistry, Asahi University (Chief: Prof. Sanae Yamada)
平成6年2月4日受付

図 1 実験的口蓋床

図 2 録音装置および音声分析装置

以前から関根ら¹²⁾、友松¹³⁾、山縣ら¹⁴⁾が、語明度試験や周波数成分の分析から補綴物装着後の音声の経日的な適応傾向として各被験語をその調音方法と口腔内環境の差異に対応づけ、適応の難易性として分類しているが、現在ではこうした事象は一般に「馴化(馴れ) habituation」と考えられており、音声と同調した下顎運動やダイナミック・パラトグラムの一般性を論じる上では回避し得ない問題といえる。

そこで、高位中枢の制御下にある連結音声の音節の時間パラメータでの検討から『馴化』という概念に基礎的な接近を試みると同時に、試用した被験語の中から、形態の異なる3種の実験的口蓋床による音響学的時間パラメータが、経日的な馴化現象として明確に対応関係を表出する音節の検索を行った。

II. 実験方法

1. 被験者

被験者には、発声および聴覚器官に異常を認めない

表 1 被験語

『青い亜鉛』	[a o i a e N]
『いい椅子』	[i: i su]
『初々しい人』	[ui ui ʃi: ɕi to]
『永遠の映画』	[ei e N no ei ga]
『顧客獲得競争』	[ko kja ku ka ku to ku kjo: so:]
『核家族構成』	[ka ku ka zo ku ko: se:]
『好景気警戒警告』	[ko: kei ki kei kai kei ko ku]
『桜小波』	[sa ku ra sa za na mi]
『笹の寿司』	[sa sa no su ʃi]
『蟬時雨』	[se mi ʃi gu re]
『無味無臭』	[mu mi mu ʃu:]
『抜かぬ太刀』	[nu ka nu ta tʃi]
『羅列乱立』	[ra re tsu ra N ri tsu]
『両者両立』	[rjo: ʃa rjo: ri tsu]

正常有歯顎者の青年男子 5 名 (27~29 歳) を採択した。

2. 実験的口蓋床

被験者ごとで寒天印象し作製した上顎模型上で、Universal Pressure Moulding Machine (Bioster 社) を使用し、厚さ 2 mm の Erkoplast (Erkodent 社) を軟化、圧接し、以下の基準による実験的口蓋床を作製した。

まず、総義歯を想定しその後縁を左右第 2 大臼歯の遠心部を結んだ線に一致させた全口蓋床 (以下、F 床とする)、前歯部欠損を想定し、両側の第 2 小臼歯より前方を被覆した前方口蓋床 (以下、A 床とする)、両側臼歯欠損を想定し F 床を両側第 2 小臼歯を結んだ線より 2 分割し、その後方を被覆する後方口蓋床 (以下、P 床とする) の 3 形態である。

なお各床の歯頸縁は舌側歯頸線に沿わせ、維持は舌側のアンダーカットを利用し、粘膜とは自然移行させた (図 1)。

3. 被験語

被験語には、母音および /k/ /s/ /m/ /n/ /r/ の各音が VV または CV 系列で音素連結され、しかも同一音素からなる音節のくり返しを多く含む日本語 14 語を採択したが、分析対象は各被験語を構成する合計 82 音節とした (表 1)。

4. 音声標本の採取と音声分析装置 (図 2)

音声標本の採取時期は各口蓋床で口蓋床装着前、装着直後、1 日後、3 日後、5 日後、7 日後、10 日後

(以下順に、装着前、直後、1日後、3日後、5日後、7日後、10日後とする)とし、各時期でそれぞれ3回のくり返し発声させた被験語音を録音した。なお、3種の口蓋床はデータの偏りを防ぐために装着順序をランダムとし、各口蓋床装着による実験間隔は2週間以上とした。

録音装置には、マイクロフォンは Back Electlet Condenser Microphone ECM 56 A (SONY 社)、テープレコーダーおよびアンプは TCK 8 B, FA 6 B (SONY 社)、テープは SA-46 (TDK 社) を使用し、防音室内にて被験者の口唇とマイクロフォンとの距離を約 30 cm に保って対面させ、日常会話を想定したレベルで録音した。

採取した音声標本は Digital Sonagraph 7800 (KAY 社) に入力後、80~8,000 Hz 帯域のラインスケールで 300 Hz の広帯域フィルタリングによりサウンドスペクトログラムを得たが、各音節にセグメントする参考として同紙上に原波形と Amplitude display 曲線を描記した (図 3)。

5. データ採取および分析方法

各被験者がくり返し3回発声した被験語音声標本からセグメント化した各音節の持続時間をもとに、音節毎の分散と被験語音全体の分散、さらに各被験語を構成する各々の音節間および被験語音全体と各音節の共分散を求め、分散・共分散行列を作成した。

本研究では口蓋床装着直後から10日後までの音声の経日的変動様相を、各音節の分散と被験音全体と各音節との相関係数から検討を行ったが、3種の口蓋床のうち、まずF床による両者の経日的な推移からその変動パターンによる分類を行い、さらに馴化現象の記

号表記として特徴抽出された音節を含む被験語に限定して、A床、P床における両者の変動パターン形態の差異性について検討した。

III. 成 績

1. F床装着による分散の変動様相

装着前からF床装着10日後までの各音節の分散の経日変動を、全被験語の中から音素 /s/ を主構成音とした『笹の寿司』と音素 /k/ を主構成音とした『顧客獲得競争』に代表させてグラフ表示した (図 4, 5, 表 2, 3)。

『笹の寿司』中「笹」の /sa/ (サ) の分散は、装着前の 217.57 が直後には 834.34 と増大したが、1日後には減少して 386.66 を示し、以後10日後の 267.35 まで比較的小さな数値を示している。これと同じ変動パターンを示しているのが「寿司」の /su/ で、「笹」の /sa/ (サ) と「笹の」の /no/ は10日

図 3 セグメンテーション

図 4 分散の変動パターン

表 2 分散の変動 (被験語：『笹の寿司』)

音節	装着前	直後	1 日後	3 日後	5 日後	7 日後	10 日後
/sa/	217.57	834.34	386.66	376.16	345.41	369.45	267.35
/sa/	334.88	153.28	141.41	150.67	94.36	76.56	117.02
/no/	115.62	352.05	50.90	105.49	189.09	132.05	47.68
/su/	208.19	667.32	190.19	272.00	165.46	274.58	287.05
/si/	4,474.14	2,664.64	3,361.11	3,474.68	2,522.66	2,888.73	2,088.03

表 3 分散の変動 (被験語：『顧客獲得競争』)

音節	装着前	直後	1 日後	3 日後	5 日後	7 日後	10 日後
/ko/	31.05	362.21	448.75	341.74	189.71	433.42	316.93
/kya/	265.80	278.41	322.01	378.67	399.49	133.49	214.48
/ku/	122.66	232.04	1,104.36	447.55	289.17	230.64	306.68
/ka/	180.13	982.39	1,327.95	425.59	761.06	834.44	695.37
/ku/	152.68	374.90	400.25	260.49	462.15	117.22	208.65
/to/	380.23	976.24	1,287.35	575.71	810.03	837.39	996.17
/ku/	561.71	383.96	994.87	541.21	1,290.73	165.64	394.66
/kyo/	579.39	1,898.15	796.94	611.04	753.25	1,019.57	934.42
/so/	952.47	907.76	1,212.35	1,781.03	720.31	692.04	1,503.13

後までの分散の変動幅がそれぞれ 258.32, 304.37 と小さい値を示し、「寿司」の /si/ は変動幅が 2,386.11 と比較的大きな値で、しかも変動の推移に一定の傾向が認められない。

『顧客獲得競争』では「顧客」の /ko/ と /kya/, 「獲」の /ku/ が各時期で分散値に大きな変動がない。一方「顧客」の /ku/, 「獲」の /ka/, 「競争」の /kyo/ では装着前の低い分散が直後あるいは 1 日後に増大し、その後装着日数の経過と共に分散値が減少し、装着前の値に近似していく変動を示している。また「得」の /to/ と /ku/, 「競争」の /so/ は分散の変動に経日的な特徴が認められない。

他の被験語についても同様に観察した結果、各音節で経日的に特徴ある変動様相を示すことが認められたが、おおむね以下の項に示す 3 タイプの変動パターンに分類可能であった。

2. 変動パターンによる分類

図 6 に各々のタイプに分類された音節から抽出した代表的な変動パターンを示した。タイプ 1 は分散の経日的な変動幅が小さく、各計測時期による差異の認め難いもの、タイプ 2 は分散が直後あるいは 1 日後でいったん大きくなり、その後経日的に減少傾向を示すもの、タイプ 3 は分散が経日的に大きな変動幅を示す

図 6 分散の変動特徴による分類

表 4 F床装着時の分散変動によるタイプ分類

タイプ 1	タイプ 2	タイプ 3
亜鉛/a/ /e/ /N/ 椅子/i/ 初々/ui/ 人/hi/ 遠/e/ /N/ 顧客/ko/ /kya/ 獲/ku/ 家族/zo/ /ku/ 警告/ko/ 桜/ku/ /ra/ 小波/sa/ /za/ /na/ 笹(ササ) /sa/ の/no/ 蟬/mi/ 無味/mu/ 抜かぬ/ka/ 太刀/ta/ 羅列/tsu/ 乱立/ra/ 両者/sya/	青い/a/ /o/ /i/ いい/i/ 椅子/su/ 初々しい/ui/ /si/ 人/to/ 永/ei/ 映画/ei/ /ga/ 顧客/ku/ 獲/ka/ 競争/kyo/ 核/ka/ /ku/ 家族/ka/ 構成/ko/ 景気/ki/ 警戒/kei/ /kai/ 警告/kei/ 桜/sa/ 笹(ササ) /sa/ 寿司/su/ 蟬/se/ 時雨/si/ /gu/ 無味/mi/ かぬ/nu/ 羅/ra/ /re/ 乱立/ri/ 両者/ryo/ 両立/ryo/ /ri/	の/no/ 得/to/ /ku/ 競争/so/ 構成/sei/ 好景気/ko/ /kei/ 警告/ku/ 小波/mi/ 寿司/si/ 時雨/re/ 無臭/mu/ /syu/ 抜か/nu/ 太刀/chi/ 乱立/N/ /tsu/ 両立/tsu/

が各計測時期での特徴が認め難いものである。

タイプ1には「亜鉛」の/a/から「両者」の/sya/までの28音節が、タイプ2には「青い」の/a/から「両立」の/ri/まで最多の36音節が、そしてタイプ3には「永遠」の/no/から「両立」の/tsu/までの18音節がそれぞれ分類された(表4)。

以上、F床装着時の分散の変動様相から各音節を3種のタイプに分類したが、分散が口蓋床の装着によって顕著に増大し、その後経日的に漸減していくタイプ2の変動様相が馴化現象と良好な対応関係を表したものと考えた。そこで次ステップとしてタイプ2に分類された音節に限定して、以下の相関係数から検討した。

3. 相関係数による分類

タイプ2に分類された音節とその音節を含む被験語音全体との各々の継続時間の経日的な相関性の変動は、計測時期ごとで求めた相関係数の推移から検討した。

タイプ2の音節を含む被験語の中から音素/k/を主構成音とした『顧客獲得競争』と『核家族構成』、そして音素/s/を主構成音とした『笹の寿司』と『蟬時雨』の4語を代表例としてグラフ表示したが、相関係数の変動には図7に示す床装着後の日数の増加に伴って装着前の係数値に近似してくる音節と、図8に示す装着日数が増加しても装着前の係数値に近似してこない音節という2種のパターンが混在していること

図 7 相関係数の経日的変動様相

図 8 相関係数の経日的変動様相

が認められた。

図 7 の「顧客」の /ku/ は装着前の 0.09 が直後には 0.34 となり、1 日後に 0.41、3 日後に 0.42、以後順に 0.37、0.14、0.14 と比較的低い値で推移しているが、「獲得」の /ka/ は装着前から 10 日後にかけて順に 0.55、0.74、0.75、0.52、0.70、0.74、0.61 といずれの計測時期でも 0.5 以上の高い値で推移し、時間の経過に伴って元の係数値に近づいていく傾向が認められた。

また、図 8 の「競争」の /kyo/ は装着前の -0.12 が直後には 0.87 と高い値を示し、1 日後、3 日後で 0.15、0.16 と再び低くなったものが、5 日後以後に 0.91、0.91、0.86 と高い値を示し、経日的特徴が認められなかった。

床装着後の相関係数の変動パターンは他音節についても以上の 2 種類に区分できたが、装着日数の増加に伴って装着前の係数値に近似していく前者の変動パターンを示し、さらに装着前の係数値が 0.5 以上の音節が経日的な馴化現象との対応関係をよく表出したも

表 5 採択 13 音節と被験語 (F 床)

被験語	被験音節
『いい椅子』	いい/i/
『初々しい人』	人/to/
『永遠の映画』	映画/ei/
『顧客獲得競争』	獲/ka/
『核家族構成』	構成/ko/
『好景気警戒警告』	警戒/kai/
『蟬時雨』	蟬/se/ 時雨/si/ /gu/
『抜かぬ太刀』	かぬ/nu/
『羅列乱立』	羅列/ra/ 乱立/ri/
『両者両立』	両者/ryo/

のであると仮定すれば、F 床装着時に馴化現象を音響学的に表出していると認められる音節は表 5 に示す 13 音節 (10 被験語) である。

4. A, P 床装着による変動様相

F 床で採択された 10 被験語 (60 音節) に関して A 床と P 床の装着による音響学的な経日変動を、分散および相関係数の観察から同様に検討した。

1) 分散の観察

A 床では、「椅子」の /i/ から「乱立」の /ri/ までの 24 音節がタイプ 1 に、「初々しい」の語頭の /ui/ から「両立」の /ri/ までの 20 音節がタイプ 2、そして「いい」の /i/ から「両立」の /tsu/ までの 16 音節がタイプ 3 に分類された (表 6)。

一方 P 床では、タイプ 1 に「永遠」の /e/ から「乱立」の /ri/ の 31 音節、タイプ 2 には「いい」の /i/ から「時雨」の /re/ の 16 音節、タイプ 3 には「初々しい」の語頭の /ui/ から「両立」の /tsu/ の 13 音節が各々分類された (表 7)。

表 6 A床装着時の分散変動によるタイプ分類

タイプ 1	タイプ 2	タイプ 3
椅子/i/	初々しい/ui/ /ui/ /si/	いい/i/
人/hi/	人/to/	椅子/su/
遠/N/	永遠の/ei/ /e/ /no/	映画/ga/
顧客/ko/ /kya/	映画/ei/	競争/so/
獲得/ka/ /ku/ /to/	顧客/ku/	構成/ko/ /sei/
家族/ka/ /zo/ /ku/	得/ku/	好景気/ko/
警戒/kai/	競争/kyo/	警告/ko/ /ku/
蟬/mi/	核/ka/ /ku/	蟬/se/
時雨/si/ /gu/	景気/kei/ /ki/	太刀/chi/
抜かぬ/nu/ /ka/ /nu/	警戒/kei/	羅列/ra/
太刀/ta/	警告/kei/	両者/ryo/ /sya/
羅列/re/ /tsu/	時雨/re/	両立/ryo/ /tsu/
乱立/ra/ /N/ /ri/	乱立/tsu/	
	両立/ri/	

表 7 P床装着時の分散変動によるタイプ分類

タイプ 1	タイプ 2	タイプ 3
永遠の/e/ /N/ /no/	いい/i/	初々しい/ui/ /si/
映画/ei/	椅子/i/ /su/	得/to/
顧客/ko/ /kya/ /ku/	初々しい/ui/	構成/sei/
獲/ka/ /ku/	人/hi/ /to/	警告/ku/
競争/kyo/	永遠/ei/	太刀/ta/ /chi/
家族/zo/ /ku/	映画/ga/	乱立/tsu/
構成/ko/	得/ku/	両者/ryo/ /sya/
景気/kei/	競争/so/	両立/ryo/ /ri/ /tsu
警戒/kei/ /kai/	核/ka/ /ku/	
警告/kei/ /ko/	家族/ka/	
蟬/se/ /mi/	好景気/ko/ /ki/	
時雨/si/ /gu/	時雨/re/	
抜かぬ/nu/ /ka/ /nu/		
羅列/ra/ /re/ /tsu/		
乱立/ra/ /N/ /ri/		

2) 相関係数の観察

A床、P床でタイプ2に分類された音節のうち、相関係数の変動と装着前の係数値がともに先のF床と同様な基準を満たした語は、A床では4被験語7音節であった(表8)。また、P床では3被験語5音節であった(表9)。

以上、本研究で設定した基準を満たした音節は、各々の口蓋床によって差異がみられたが、F床、A床、P床でそれらの基準を満たした音節を含む被験語としては『初々しい人』と『好景気警戒警告』の2語であった(表10)。

表 8 採択7音節と被験語(A床)

被験語	被験音節
『初々しい人』	初々しい/ui/ /ui/
『永遠の映画』	遠の/e/ /no/ 映画/ei/
『好景気警戒警告』	警告/kei/
『両者両立』	乱立/tsu/

表 9 採択5音節と被験語(P床)

被験語	被験音節
『いい椅子』	いい/i/ 椅子/i/
『初々しい人』	初々/ui/ 人/to/
『好景気警戒警告』	好景気/ko/

表 10 床形態と採択被験語

被験語	F床	A床	P床
『青い垂鉛』			
『いい椅子』	○		○
『初々しい人』	○	○	○
『永遠の映画』	○	○	
『顧客獲得競争』	○		
『核家族構成』	○		
『好景気警戒警告』	○	○	○
『桜小波』			
『笹の寿司』			
『蟬時雨』	○		
『無味無臭』			
『抜かぬ太刀』	○		
『羅列乱立』	○	○	
『両者両立』	○		

IV. 考 察

1. 馴化理論の補綴学的「場」

現代的な視野からすれば、補綴物の装着によって生じる口腔内環境の形態的変容を対象とした近代型テーゼは、1) 発声器官による音声産生の抑制・阻害因子として、音源、声導伝達関数、放射など媒体構造の相対的差異性¹⁵⁾、2) 発声結果そのものをそのまま情報伝達手段とした音声認識システムによる評価系列の非同源性¹⁶⁾、そして3) 経験のメディア＝身体性を基底問題とした適応行動または個人的習慣の3つに総括されるであろう。これら三範疇のうち、特に3)の身体性に関わる問題は、従来からMerleau-Ponty¹⁷⁾、市川¹⁸⁾などによって提起され、1980年代後半から諸科学の領域でも活発に議論され始めた「心身問題」に関係する。

しかし、歯科学領域においては、パラトグラムによる個人調音、発声行動と顎運動、習慣性咀嚼運動、人工歯選択問題などの実験では、本来個人的特性を温存した上での一般性が要求されるべきデータを「抽象的な数の集合¹⁹⁾」に置換して統計的分布空間に配置する、「身体性」無視の科学方法論に依拠してきた。

本論では、この個人特性の問題と緊密に関連する馴化現象を、行動理論²⁰⁾にもとづいて、義歯装着による咀嚼、発声運動などの抑制・阻害機構を、局所的にはバイオフィードバックの問題、また全体的にはいわゆるニューラル・ネットワークとして統括し、馴化の顕在化を根源事象とした相互構造依存関係として解析し

た。

2. 馴化の現象学的構造

口腔内環境の急激な変化に起因する調音位置、口腔内容積の変化、口蓋粘膜と義歯床とのテクスチュア感覚の差異、さらには義歯そのものの異物（和）感など²¹⁾種々の要因も、個人の「学習」を通じて、時間の経過と共に消失あるいは減少してくる。義歯の自覚的障害から検索した松木²²⁾の報告など、補綴領域における従来の報告では、この時間経過に伴う異和感あるいは異物感などの消失する現象を「適応」^{23,24)}や「順応」^{25,26)}という表現で説明されてはいるが、現在では個人的な生理のプロセスとして、刺激の部位、強度に依存しない「順応」adaptation、依存する「馴化」habituation、有機体行動（適応行動）^{27,28)}としての「適応」adjustmentは「順応」の社会的プロセスとして理解される。

神経生理学、生理心理学などから神経情報生物学に至る現代感覚情報処理理論の一環として、馴化、学習理論は近年いっそう注目を集めている。Castellucciら^{29,30)}は、強い刺激に起こりやすい筋疲労に対し馴化は弱い刺激に反応することで筋疲労から区別した。

また、情報ネットワーク理論³¹⁾からも学習、記憶など脳神経系活動は後天的性格が強く、脳の特定ニューロン間結合におけるシナプス結合の可塑性に依存すると考えられ、ニューロン情報ネットワークの中心は可塑的变化、あるいは単に可塑性の現象解析に集中し^{32,33)}、人間行動との結びつきに十分な解明を与えるに至っているとはいえない。

3. 口腔内での感覚の受容

外界および内界の刺激は、それらを適当刺激とするそれぞれの感覚受容器に受け入れられ感覚情報として符号化された後、感覚神経インパルスとなり、いくつかのシナプスを経て大脳皮質のそれぞれの感覚野に上行しそこで感覚に変換される³⁴⁾。Pribram³⁵⁾は知覚は環境に起こるある種の変化または差に対する反応で、感覚刺激の変化あるいは不連続性が知覚のためには不可欠であり、人は刺激そのものに反応するのではなくむしろ刺激の変化をとらえているとしている。

また知覚、認知等の感覚を発生させたインパルスはさらに遠心性神経回路を経て末梢の器官に伝えられ反応を引き起こす。知覚あるいは認知過程の中で一度とらえた刺激と反応・行動との間には、反応の大きさ、

閾値、累積効果などに代表されるようないくつかの基本的関係が存在する^{36,37)}。

本研究に大きく関連すると思われる口蓋や舌の感覚点の密度は、口蓋では前方に多く、特に第1小臼歯よりも前方で密に分布し、後方へいくに従い疎となり軟口蓋の口蓋垂前面で再び大きくなる^{38,39)}。舌では、舌尖の密度が口腔粘膜で最大で、舌背では前方に移行するにつれ疎となり後方ではまた密度が大きくなる⁴⁰⁾。また、空間知覚は舌および口腔粘膜の空間感覚により認知されるが、その指標となる二点識別閾からみると舌では舌尖、舌背前方では2~3 mmと口腔内最小、後部では10 mmと大きい^{41,42)}。口蓋では感覚点の分布に一致していて、前方では2~3 mm前後、小臼歯部では5~7 mm、大臼歯部にいたっては9~10 mmとなっている。したがって本研究でのA床は空間知覚能の比較的高い部分を、P床では低い部分を被覆したことになる。

このように体性感覚中で鋭敏な部分に属する口蓋粘膜や舌も、口蓋床装着という刺激と時間の経過により感覚神経のインパルスの頻度が低下し、また、刺激の繰り返しによる感度や感受性が低下する。

4. 聴覚による制御の問題

音声現象におけるフィードバック機構は、発声および発話などの運動の制御機構で従来よく問題にされ、江口⁴³⁾は発声現象において生じた各種の障害を回帰感覚情報と心理生理的機能との相互作用により保たれている自己調整能に異常が生じたためとし、音声言語におけるフィードバック機構の重要性を述べている⁴⁴⁾。

また人間のコミュニケーションとしての音声の発生から認識までの一連の過程をDenesら⁴⁵⁾は、話者が大脳において言語学的形式に置換するという言語学的段階、その形式を運動神経を介して発声器官にインパルスを送るという生理学的段階、そして話者からの音声波が空気等を伝搬するという音響学的段階という3種の段階を経て、これがさらに聴取者内で生理学的段階を通して言語学的段階に達し、話者の発声音の認識が行われるというものであり、これを「Speech chain」と提唱した。

このとき話者自身も聴取者の1人であるということを示し、証明する方法として、Lee⁴⁶⁾の報告した音声の遅延フィードバック効果が注目される。これは発声時に話者に自分の音声をごくわずかな時間だけ遅らせて聞かせる方法で、話者はフィードバックの予想外の

遅延のためある音を必要以上に引き延ばしたり、つまったりしてしまう現象であり、発声継続時間の変動要因にはこうした現象が内在されていると考えられる。

5. 実験モデルにおける仮説と母数

補綴物の装着直後の周波数成分に現れた変化が装着時間の経過とともにその構造を全く異にする装着前の状態に戻るとは考えられず、さらに周波数成分の変化と第3者の聞こえに直線的な回帰性を有するとはいい難い。むしろソナグラムにより得られた音声標本のうち、時間成分で最小の知覚音響単位である音節³⁵⁾の持続時間を分析対象として検討を行うことが適切であると考え、また神経伝導の単位が時間であるということから時間パラメータを採用した。

連続音声の中の各音韻区分の持続時間について比企⁴⁸⁾は、同一種類の場合でも連続音声中で発声されるたび毎にその値は平均値の周りにかなりばらついていると述べており、その原因としてはモーラ区分、音調区分などを構成することによる制約やアクセントの影響、さらに人間の発声における持続時間の制御の不確定さによるところも大きいとして、時間平均が最良不偏推定量としてなじまないことを主張している。そこで、同一話者による同一被験語を反復した場合にも、発声音の持続時間内変動がみられ、音声の経日的な変動様相を時間次元から把握するためには、発声持続時間の平均値の母数モデルではなく、変動性の測度としてはただ1つの確率変数の分布母数である分散を観察対象とした変量モデルが妥当であると考えた。さらに、相異なる音節内音素の発声時間関係には、それら2音素を周辺分布とした結合正規分布を想定して、その母数である相関係数を採用した。

6. 各音節間での時間変動

分散の変動は図6に示すごとく大別して3つのパターンに分類でき、その中でタイプ2の音節が以下の理由で馴化現象と良好な対応関係を有すると考えた。

口蓋床装着後の音声の馴化現象をÖhmen⁴⁹⁾が述べている調音運動に存在するフィードバックループと、既述の遅延フィードバック効果から考え合わせれば、装着前に円滑に機能していたフィードバック機構が床装着による調音障害、発音障害のために被験者内で遅延フィードバック様効果として現れ、結果として発声持続時間の分散を床装着直後に増大させたものが、床の

表 11 各床における 60 音節の分類結果

床形態	タイプ 1	タイプ 2	タイプ 3
F 床	17	29	14
A 床	24	20	16
P 床	31	16	13

継続的装着によりフィードバックの統治が徐々に回復し、増大した分散を減少させたと考えられる。

また心理学的な観点からはゲシタルト心理学の概念を基礎とした、Helson の順応水準説^{50,51)}から説明可能である。この説は判断における関係枠（共存する背景刺激、隣接刺激あるいは先行刺激）の重要性を認めることを出発点とし、判断の基準としての関係枠を数量化しようとする試みで、心理学的順応は精神物理学判断のカテゴリー内部での変化が漸近的に定数化することを意味している。これを音響的な特徴として分散の経日的変動パターンから捉えようとした場合、図 6 のタイプ 2 の変動パターンがこれに該当すると考えるのが妥当であろう。

なお、床形態が音声への影響程度に差異を有することは、前半床、後半床装着による語明度から評価した奥田⁵²⁾の報告からも知られているが、本研究において F 床で採択された 10 被験語を構成する全 60 音節について、3 種の口蓋床装着直後の発声持続時間の分散値から検討してみると、各々の床装着により直後に分散が増大したタイプ 2 とタイプ 3 との音節数の合計は、F 床が最多の 43 音節、次いで A 床の 36 音節、そして P 床が最少の 29 音節となった（表 11）。これを先の奥田の報告と照合すれば、床装着直後に分散値が増大した音節数の多少は床形態の音声への影響程度を知る有力なパラメータとなり得ることを実証したものと考える。すなわち装着直後に分散が増大した音節数から、F 床が床による影響が最大で、また A 床に比較した P 床がより大きな影響を受けたと思われる。

また各音節を口蓋床別、タイプ別にみた場合、仮に被験語の中に呼気段落区分のように『核家族構成』の「核」「家族」「構成」、『蟬時雨』の「蟬」「時雨」といった意味段落区分が存在するとすれば、F 床ではタイプ 1 には「家族」の /zo/ /ku/、「蟬」の /mi/ のように段落の第 2、第 3 音節が 17 音節中 9 音節含まれ、タイプ 2 には「核」の /ka/、「家族」の /ka/、「構成」の /ko/、「蟬」の /se/、「時雨」の /si/ のように段落の語頭の音節が 29 音節中 15 音節含まれ、さらにタイプ 3 には「構成」の /sei/、「時雨」の /re/ のよ

表 12 各タイプで特徴を示した音節数

床形態	タイプ 1	タイプ 2	タイプ 3
F 床	9	15	7
A 床	13	7	8
P 床	19	7	7

うに段落の語尾の音節が 14 音節中 7 音節と、いずれのタイプでもほぼ半数の音節が含まれた（表 12）。これらの傾向は他のタイプの口蓋床でも同様に認められた。これは第 1 音節の発声時に口蓋床が著明に影響しタイプ 2 を示し、語尾の音節はその持続時間が他に比べて長いので、その変動にもかなりのばらつきが認められ、タイプ 3 を呈したと考えられるが、タイプ 2 の音節の場合は時間制御などの高位中枢内での制御機構の存在をうかがわせるものの、現段階では明らかではない。また「核」の /ka/ はいずれの口蓋床でもタイプ 2 に分類されたのに対し、「家族」の /ka/ は F、P 床でタイプ 2 に分類され、A 床でのみタイプ 1 に分類された。この音節は音素 /k/ が口蓋閉鎖音、後続母音が開母音 /a/ で、F、P 床で影響がみられ A 床では影響のみされない「家族」の /ka/ が本来の形であるが、「核」の /ka/ は語頭に位置し口蓋床の影響を大きく受け、いずれの床でもタイプ 2 に分類されたと考えられる。

このように音節の分散による変動は、各音節が持つ本来の音声学的な特徴と被験語彙内での位置の差異による影響、さらに口蓋床による障害という複雑な特徴が表出した。

7. 音素結合内の相補的時間変化

一般言語理論での Kozhevnikov ら⁵³⁾の報告に従って被験音全体と各音節との相対的な変化を知るため、分散・共分散より算出した相関係数によって検討を行ったが、相関係数の経日的な変動パターンには 2 種類のタイプの存在が認められた。この相関係数についても先の Helson 説を取り入れれば、経日的に装着前の係数値に近似していく音節がそれに該当すると思われる。

さらに、装着前では 14 語 82 音節中 46 音節が相関係数 0.5 以上を示したことより、装着前では被験音全体と各音節間とで正の相関を認める立場をとり、装着前の比較的大きな係数値が装着日数の増加に伴って、元の係数値に近づいていく音節が馴化をみるために適切なものとするのが順当と考えた。したがって、図 7

では装着前の相関係数が0.5以上を示した「獲」の /ka/, 「構成」の /ko/, 「蟬」の /se/, 「時雨」の /si/ の4音節が、これに該当すると考えられる。

以上のことからFタイプ口蓋床装着の場合、表5の10被験語13音節が馴化をみるのに適切な被験語と思われる、Aタイプでは表8の4被験語7音節、Pタイプでは表9の3被験語5音節がこれに該当すると思われる。

口蓋床装着後の発音の適応に関する研究で、関根ら²⁵⁾は1~3日で、別当²⁶⁾は一般的に7日間で適応すると述べたのに対し、友松¹³⁾はかなりの日数を、Kobes⁵⁴⁾は平均59日を要すると報告している。また被験語の種類によって適応様相が異なることを、虫本ら²⁴⁾が総義歯患者の60日間にわたる観察の結果から述べている。

さらに、舌が口腔内の環境変化にいかに応応していくかを舌圧面から検索した山田⁵⁵⁾は、舌圧は口蓋床装着3日目以後から減少傾向を示し、また異物感、自覚的発音困難感は1週間ではほぼ消失傾向を示し、舌圧面からみた生体の適応は比較的早期に起こり、舌の順応性が非常に大きいことが確認できたとしている。

本研究では分散、および相関係数による分類を行ったが、先行研究の結果を考え合せばその過程に時間的な遅延はあるものの、すべての被験音節が馴化経過をたどっていると考えており、その中から馴化判定の可能な被験音節を検索した。

以上の結果を臨床応用の面からみれば、床の形態がF床タイプであれば表13に示す被験語『初々しい人』の「人」の /to/, および『好景気警戒警告』の「警戒」の /kai/, A床タイプであれば『初々しい人』の /ui/ /ui/, および『好景気警戒警告』の「警告」の /kei/, P床タイプであれば『初々しい人』の第2音節の /ui/, 「人」の /to/, および『好景気警戒警告』の「好景気」の /ko/ という各々の分散および相関係数を観察対象として、その変動様相から馴化程度の推察が可能となったものと考えられる。

V. 結 論

母音および /k/ /s/ /m/ /n/ /r/ 音を主とした被験語14語を用い、3種の実験的口蓋床装着後の馴化に関して検討した結果をまとめると、

1. 口蓋床装着前の分散はおおむね小さかったが、装着直後から10日後までの分散の経日的な変動様相

表 13 各床における共通被験語とその構成被験音節

被験語	F床	A床	P床
『初々しい人』	人 /to/	初々しい /ui/ /ui/	初々しい, 人 /ui/ /to/
『好景気警戒警告』	警戒 /kai/	警告 /kei/	好景気 /ko/

には大別して3つのタイプが存在した。

2. 相関係数による検討では、経日的に装着前の係数値に近似してくる音節と、そうでない音節に大別された。

3. 各音節持続時間の分散および相関係数による検討の結果、F床では10被験語13音節、A床では4被験語7音節、P床では3被験語5音節が採択された。

4. 語頭子音 /k/ または /t/ を含み、半開き母音 /o/ と二重母音1モーラ /ai/, /ei/, /ui/ で終わる開音節の音節を網羅した2被験語『好景気警戒警告』『初々しい人』を用いることによって、臨床的に床形態別の馴化程度を知るパラメータの可能性が見い出された。

稿を終えるにあたり、終始ご懇篤なるご指導とご校閲を賜りました本講座山田早苗教授ならびに倉知正和助教授に深甚なる謝意を表します。また、本研究に種々ご援助いただきました本講座諸兄に衷心より感謝いたします。また、種々ご教示いただきました本学歯学部歯科補綴学第3講座藤井輝久教授ならびに本学口腔生理学講座深見 安教授に深謝致します。

本論文の要旨は、第83回日本補綴歯科学会学術大会（平成2年5月26日、郡山）、第84回日本補綴歯科学会学術大会（平成2年10月27日、大阪）および第75回岐阜歯科学会例会（平成2年9月22日、岐阜）において発表した。

文 献

- 1) 鳥居則成, 奥野善彦: 発語明瞭度試験に関する研究 第1報 日本語会話における各音の出現頻度, 補綴誌, 9: 276, 1965.
- 2) 藤井輝久, 北本三郎, 笹村 隆: 口蓋の形態と語明度の関連性について, 岐歯学誌, 4: 388~391, 1976.
- 3) 倉知正和, 丸井義仁, 藤井輝久ほか: 語明度の変化要因と補綴物 第1報 顎欠損患者について, 補綴誌, 24: 410~417, 1980.
- 4) Sherman, H.: Phonetic capability as a function of vertical dimension in complete denture wearers—A preliminary report—, J Prosthet Dent, 23: 621~632,

- 1970.
- 5) Ylppö, A. and Sovijärvi, A.: Sonographic studies of full denture, half denture, and edentulous cases, *Acta Odontol Scand*, 20: 257~299, 1962.
- 6) 山縣健佑: 発音試験用標準日本語彙に関する研究, 補綴誌, 8: 173~217, 1964.
- 7) 倉知正和: 日本語 5 母音の補綴学的分析, 岐歯学誌, 9: 322~348, 1981.
- 8) 荒井賢一: パラトグラムによる日本語調音の生理学的研究, 歯科学報, 58: 1~17, 1958.
- 9) 森田啓一: 正常者のパラトグラム, 口病誌, 34: 279~309, 1967.
- 10) 松本直之, 多田芳雄, 佐藤修斎ほか: 発音のメカニズムに関する研究 第 1 報 正常有歯顎者, 補綴誌, 28: 748~759, 1984.
- 11) Fant, G.: *Acoustic Theory of Speech Production*, 93~204, Mouton and Co., New York, 1970.
- 12) 関根 弘, 阿部 勤, 高梨吉郎ほか: 義歯の音声学的研究 第 1 報 口蓋床による調音障害について, 補綴誌, 5: 175~182, 1961.
- 13) 友松英美: 義歯の発音に及ぼす影響, 歯科月報, 33: 295~330, 1959.
- 14) 山縣健佑, 松木教夫, 森田啓一ほか: 補綴処置の発音に及ぼす影響について 第 2 報 前歯部の補綴例, 補綴誌, 10: 205~213, 1966.
- 15) Larar, J.N., Schroeter, J. and Sondhi, M.M.: Vector quantization of the articulatory space, *IEEE Trans Acoust Speech Signal Process*, 36: 1818~1821, 1988.
- 16) Myers, C.S. and Rabiner, R.: A level building dynamic programming based pattern matching algorism for connected word recognition, *IEEE Trans Acoust Speech Signal Process*, 29: 284~297, 1981.
- 17) Merleau-Ponty, M. (竹内芳郎, 木田 元, 宮本忠雄): *Phénoménologie de la perception* (知覚の現象学 2, 207~237, みすず書房, 東京, 1984), 1945.
- 18) 市川 浩: 精神としての身体, 71~104, 講談社, 東京, 1992.
- 19) von Mises, R.: *Wahrscheinlichkeit Statistik und Wahrheit*, 12~14, Springer-Verlag, Wien, 1972.
- 20) Hull, C. (河合伊六): *Essentials of Behavior* (行動の基本, 18~22, ナカニシヤ出版, 1980), 1951.
- 21) 覚道幸男, 船越正也: 図説歯学生理学, 386~434, 学建書院, 東京, 1989.
- 22) 松木教夫: 全部床義歯患者の発音の研究 (その 1), 口病誌, 38: 252~265, 1971.
- 23) 藤田孝之: 実験的局部床義歯に対する発音の適応について, 歯科医学, 40: 219~238, 1977.
- 24) 虫本和彦, 桜井克守, 西浦 恂ほか: 総義歯装着者の発音の適応性に関する臨床的研究 第 1 報 語音発語明瞭度検査, 歯科医学, 40: 923~934, 1977.
- 25) 関根 弘, 阿部 勤, 江崎梅太郎ほか: 義歯の音声学的研究 第 2 報 口蓋床に対する調音器官の Adaptability について, 補綴誌, 4: 215~216, 1960.
- 26) 別当 敏: 全口蓋床に対する発音の適応に関する実験的研究, 歯科医学, 37: 557~591, 1974.
- 27) Pear, J.J. and Eldridge, G.D.: *The Operant-respodent Distinction—Future Directions—*, *J Exp Anal Behav*, 42: 453~467, 1984.
- 28) Churchland, P.M.: *Cognitive Activity in Artificial Neural Networks*, edited by Osherson, D.N. and Smith, E.E., *An Invitation to Cognitive Science(3) Thinking*, 199~227, The MIT Press, Cambridge, 1990.
- 29) Castellucci, V., Pinsker, H., Kandel, E.R. et al.: Neuronal mechanisms of habituation and dishabituation of the gill-withdrawal reflex in aplysia, *Science*, 167: 1745~1748, 1970.
- 30) Castellucci, V.F. and Kandel, E.R.: A quantal analysis of the synaptic depression underlying habituation of the gill-withdrawal reflex in aplysia, *Proc Nat Acad Sci USA*, 71: 5004~5008, 1974.
- 31) Libet, B.: *Mediation of Non-classical Postsynaptic Responses by Cyclic Nucleotides*, 945~946, Plenum Press, New York, 1988.
- 32) Kandel, E.R. and Schwartz, J.H.: *Molecular biology of learning—modulation of transmitter release—*, *Science*, 218: 433~443, 1982.
- 33) Koelle, G.B.: Otto Loewi, *Trends Pharmacol Sci*, 7: 290~291, 1986.
- 34) 真島英信: 生理学, 94~208, 文光堂, 東京, 1982.
- 35) Pribram, K.H. (岩原信九郎, 酒井 誠): *Languages of the brain* (脳の言語, 49~274, 誠信書房, 東京, 1985), 1971.
- 36) 柿崎祐一, 牧野達郎: 心理学 1 知覚・認知, 1~32, 有斐閣, 東京, 1986.
- 37) 近藤 暹: 音と行動の科学, 23~36, 同文書院, 東京, 1986.
- 38) 覚道幸男: 床義歯の生理学, 213~309, 学建書院, 東京, 1976.
- 39) 三宅直晴: 口腔内の感覚点の分布について 第 1 報 上顎粘膜の感覚点について, 歯科学報, 51: 181~186, 1951.
- 40) 大御雅文: 口腔内の感覚点の分布について 第 2 報 成人の場合, 歯科学報, 59: 843~853, 1959.
- 41) Ringel, R.L. and Ewanowski, S.J.: Oral perception: 1 Two-point discrimination, *J Speech Hear Res*, 8: 389~398, 1965.
- 42) 三宅直晴, 井出義教, 矢島忠夫ほか: 上顎口腔粘膜の同時閾について, 歯科学報, 52: 125~128, 1952.
- 43) 江口実美: 音声言語における感覚運動自己調整 その考按

- と研究法, 医学のあゆみ, 73 : 49~54, 1970.
- 44) Borden, G.J. and Harris, K.S. (広瀬 肇) : Speech Science Primer (ことばの科学入門, 47~162, メディカルリサーチセンター, 東京, 1984), 1980.
- 45) Denes, P.B. and Pinson, E.N. (神山五郎, 戸塚元吉) : The Speech Chain (話しことばの科学, 1~13, 東京大学出版会, 東京, 1970), 1963.
- 46) Lee, B.S. : Effect of delayed speech feedback, J Acoust Soc Am, 22 : 824~826, 1950.
- 47) Peterfalvi, J.M. (芳賀 純, 古川直世) : Introduction à la psycholinguistique (心理言語学入門, 39~73, 研究社出版, 東京, 1983), 1970.
- 48) 比企静男 : 連続音声の中の各種の区分の持続時間の性質, 電気通信学会誌, 50 : 1465~1470, 1967.
- 49) Öhmen, M. : Peripheral motor commands in labial articulation, QPSR Speech Transmission Lab, 4 : 30~63, 1967.
- 50) Helson, H. : Adaptation Level Theory, edited by Koch, S., Psychology : A Study of Science 1 Sensory, Perceptual, and Physiological Formations, 569~621, McGraw-Hill, New York, 1959.
- 51) 古崎愛子 : Adaptation-level theory における最近の問題, 慶応義塾大学大学院社会学研究科紀要, 3 : 43~49, 1964.
- 52) 奥田貫之 : 実験的口蓋床の発音におよぼす影響, 補綴誌, 16 : 362~380, 1972.
- 53) Kozhevnikov, V. and Chistovich, L. : Speech Articulation and Perception, Translated by U.S. Dept. of Commerce, JPRS : 30~543, 1965.
- 54) Kobes, V.L. : Experimentelle Untersuchungen zum Problem der Phonetischen Adaptation von Herausnehmbarem Zahnersatz, Dtsch Zahnärztl Z, 13 : 825~832, 1958.
- 55) 山田昭治 : 調音時の舌圧変動に関する研究, 歯科医学, 47 : 68~87, 1984.