

## 発声・発語訓練過程における フィードバックと転移（第V報告）

安部保子

### 【はじめに】

運動技術の向上に、フィードバックの理論を無視することはできない。フィードバックの研究をするために、母音の訓練過程を利用して、すでに諸感性領域間の実験を紹介してきた。すなわち触覚（1986年）・視覚（1986年）・色覚（1988年・1989年）および聴覚（1990年）の結果がそれらである。

運動技術の向上には、健聴者の場合は、運動中に指導者が、運動のポイントやタイミングを指示、助言する「ことば」を聞いて、運動の技術を習得するが、聴覚障害者は、「ことば」による感覚的表現や運動のポイントのアドバイスなど、聴覚的手段による運動のフィードバック効果はほとんど期待できない。

聴覚障害者は、全く音が聞えないわけではなく、周波数成分によっては、聞える音と聞えない音があるため、聴覚障害者に聞きとりにくい音を抽出し、聞きとりにくい音のフォルマントに対応する音強度を強くして提示したり、WHITE NOISE（白色騒音）を加えることによって、かえって認知しやすくすることもできる。このようなことから、母音構成要素を研究し、聞えにくい音の合成ができれば、聴覚回路を利用して「ことば」の矯正におおいに役立つことが期待できる。

### 【聴覚に関する理論】

1854年に没したG. S. Ohmは、電気回路の「オームの法則」で有名である。Ohmは、電気関係の領域ばかりではなく、心理音響の分野にも「オームの法則」を残している。

それは、純音からなる複合音を聞いた時、部分音の数が多過ぎる条件でな

く、また、部分音の周波数が接近しすぎでなければ、部分音を分析的に聞くことができるということである。これを「オームの音響法則」という。すなわち高さの違う部分音を同時に認知できるということである。

音がどのように認知されているかに関する理論は、古くから多くの学説が発表されている。それらの聴覚に関する古典的な諸学説は、蝸牛での周波数分析を認めるか否かにしたがって、場所説か頻度説のいずれかに大別される。これら二学説は、現在では両者とも必要不可欠な原理であることが明確になっていて、一般には、両学説を折衷あるいは統合した考え方が受け入れられている。それらの代表的な学説を以下に述べる。

### 1. H. v. Helmholtzの共鳴説 (Resonance theory)

この学説は、H. v. Helmholtzが唱えたもので、内耳には、多数のコルチ器官と呼ばれる共鳴器が存在し、その固有振動の順序にこれが規則正しく配列されていて、その共鳴器が対応する同一固有音に対してのみ共鳴するために、その共鳴器に連結している聴神経（第8神経）も反応して刺激音を受容する。共鳴器は、基底膜中の放散状繊維と考えられていて膜性迷路の幅は、蝸牛殻の基底では狭く0.045mmで先端に向かって次第に広くなり、頂（Apex）では0.5mmに達している。その数は約20,000あり、ヒトの聴覚受容器で音を受容できる範囲は11オクターブに至り、1秒間20Hzから20,000Hzまで聞くことができ、識別される音の数は、約4,500程度で実際の数値に極めて一致している。

蝸牛の基底膜は、横に張られた多数の繊維でできており、その長さ（横幅）は、前庭窓に近いほど短く、先端にいく程長くなっているため刺激音の周波数の違いによって内耳に伝えられた音が、高周波数の場合は、短い繊維が共鳴して振動し、低周波数の場合は、長い繊維が共鳴し、その部分のコルチ器官を動かすものと考えられていた。各々の神経は、それぞれの異なる高さの感覚を支配するもので、聴覚が倍音を分析して聞き分けられるのは、各々の倍音の周波数に応じる場所が別々に共鳴して振動するためであると考えた。

この共鳴説は「オームの音響法則」や音色部分響などの現象を理解するにはきわめて的を得た学説である。ただし、Helmholtzは、「音感覚教本」（1863年）において、聴神経をコルチ器官の内柱と外柱であると考えていたが、のちに「音感覚教本」の第4版（1877年）で、基底膜の横方向繊維が、共鳴

器群を構成すると改めた。

この学説は、聴覚説の中では最も有名なものである。

しかしこの学説にも難点がみられ、実際には、基底膜に張力がかかっているにもかかわらず、この理論においては、基底膜の繊維にはまったく張力がかかっていないことを前提としている。また、鐙骨底の振動と共鳴点の振動が同位相で行われれないことなどから、現在そのままの形では受け入れられていないが、蝸牛内での音の分析作用と蝸牛内の場所と周波数の対応などの考え方はかわっていない。

## 2. W. Rutherfordの電話説 (Telephon theory)

1886年に、W. Rutherfordによって紹介された学説である。これより古く、この学説は1818年にT. Wrightsonが唱えている。

この学説は、基底膜全体が電話の受話器の振動板と同じように、鼓膜の振動を忠実に再現する。コルチ器官は、マイクロホンの役を務め機械的エネルギーを単に電話信号に変えて神経を経て中枢に伝えるだけで、音の高さを区別したり複合音を分析するのはすべて中枢機能だと考える説である。

この学説は、音がどのように知覚されるかということを解決したのではなく、聴覚受容器における不明な部分を、中枢という別の部分に移しただけであって、問題解決したのではない。

神経パルスの頻度が、音の周波数情報を伝える重要な要素となるが、ヒトは5.000Hz以上の音の高さを聞き分けられるが、神経パルスは1.000Hz以上の信号に対して周期性が失われることや、大脳皮質では、刺激の周期性がほとんど認められないことに問題を残している。

## 3. A. D. Waller, J. R. Ewaldの音像説 (Sound pattern theory)

1891年・1892年に、A. D. WallerおよびJ. R. Ewaldによって唱えられた学説である。

この学説は、音波による刺激エネルギーが基底膜に達すると、定常波（この学説では音像と呼ぶ）を生じると考える。その定常波は、音波の周波数によって異なり、低音では粗く、高音になるほど細かく（密）なる。この定常波に相当するように基底膜の全長にわたって毛細胞が興奮し、その興奮が大脳（側頭葉・聴覚領）に伝えられる。

その後、Ewarld（1898年）は、薄いゴム膜の上に定常波を起こす実験に成功したが、この模型は、学説の決定的な証拠にはなっていない。また音像説が物理的に要求している性質を基底膜が実際に備えているかどうかはいまだに不明である。そのため、この学説は、根本的な難点も無い代りに「オームの音響法則」やその他の聴覚の諸現象を説明することもはなはだ困難である。

#### 4. Max Meyer の波動説（Sound Wave theory）

1895年にC. H. Hurstは、音波は楕円窓から前庭階に伝わり蝸牛殻の先端をまわって鼓室階から正円窓にもどると考え、窓庭階を蝸牛の先端に向け伝わっていく音波と鼓室階を正円窓に向ってもどってくる音波との間に基底膜があるので音波が共に働き合って基底膜を振動させて音を知覚するとし、その振動の最も高い個所が音の高さを決定し、共鳴に基づくものではないとした。

Max Meyer の波動説は、現在ではそれほど支持されていないが、以前は有力な説であった。この学説は、純粋な非共鳴説であり、Max Meyer は、これを1896年に唱えた。当時は、支持する人が多く、ついに1907年には明らかに他説を圧倒した。かれは、Rutherfordの電話説を疑い、基底膜の弾力性・伸縮性を否定した。Bouingおよび和田陽平は、この説について次のように考えている。

すなわち、Max Meyer は、基底膜の弾性を否定し、それはあたかも革でできた椅子のように、下から押し上げられる時は張れ、上から押し下げられる時は凹んだままであって、鑿骨によって楕円窓が内側に押された時は、上からの圧力によって蝸牛殻の入口の部分の基底膜が押し下げられ圧の伝播によって、漸次奥の方の部分も押し下げられていき鑿骨の内側への圧力運動が終了した時は、基底膜のある範囲は全部押し下げられた状態にあり、次に楕円窓が外側に出る運動が始まると基底膜は入り口の部分から漸次奥の方に張れる運動が伝わっていく、基底膜が脹らんだり、凹んだりする周期は、音刺激の振動数に一致し、基底膜の運動する領域は音刺激の振幅に依存している。このようにMax Meyer は、音の高さに関する説と同様に音強度に関しても新しい説を唱えた。この説によれば、音の高さは基底膜の刺激に相当するある部分の興奮に依存し、音強度は、基底膜に影響を与える総量に依存するとしている。

## 5. E. G. Weverの斉射説 (Volley theory)

E. G. Weverによって、1930年に唱えられた学説である。

WeverおよびBrayの蝸牛マイクロフォニックスの発見によって、蝸牛内には加えた音と同じ波形の電気現象があることが明らかになったため、個々の神経の放電頻度の上限は低くてもそれぞれが刺激音の時間波形に同期して放電しているなら、神経束全体の放電頻度は、刺激音波の時間波形を正しく伝え得ると考えた。すなわち各個の聴神経はそれぞれに不応期（神経に一度衝撃が起ると、それに続くある短時間内はどんなに強い刺激が加えられても衝撃が起らない）が異なるため多数個を束にした全体を見れば、4,000～5,000Hzの音域まで波形に同期した応答が得られると考えるものである。聴神経が、その不応期より短い周期の音にもよく同期して作動していることが、後に実際に観測されたデータによって認められている (Rose, E. J. al, 1967年)。

このように、比較的低いレベルの聴覚神経系では2,000～3,000Hz以下の刺激音の時間情報が、保持されていることが明らかになり、頻度説で説明できる周波数範囲は拡大されたが、可聴範囲の全域を覆うことはできず、高音域における音刺激に対しては場所説を認めざるを得ない。

頻度説の根本的な弱点は、神経系での分析処理を想定しないと説明できない現象の存在を示しはするが、具体的にどのような処理過程を経て、その周期が検出されるかを明示できないところにある。

## 6. Békésy 等による場所説 (Place theory)

Helmholtzの共鳴説は、鋭い共振に基いて音が知覚されているとした。

その後多くの説は、局部的な振動を認めて基底膜の色々な変形・変態を基として知覚されるとしている。すなわち鋭い共振性を持つのではなく基底膜の広い部分の変形であるとする Helmholtz が基底膜の共振子列の代りに蝸牛中のリンパ液を慣性要素とし、蝸牛中の基底膜の弾性要素とする音伝導系とみなす説が有力となってきた。

1922年Roafは、U字管模型を用いてその管の中の水が多いほど低振動に共振することを見て、蝸牛はこのような長短U字管が多数並列されたものとみなして振動の局在を説明しようとした。U字管の復元力は、重力によるものであるが、蝸牛では、基底膜と蝸牛窓の弾力がこれにあたる。低い刺激音

に反応する場合は、長いリンパ柱を介して蝸牛頂部の基底板が共振し、高い刺激音に反応する場合は、短いリンパ柱を介して蝸牛底部の基底板が共振するのである。このRoafの説は、Helmholtzの共鳴説の弱点を補うものであるが、蝸牛を長短のU字管と考えるのは理解し難いものがある。

1928年は、Békésyは、J. R. Ewaldよりもっと精密な実験を行い、一層内耳の構造に近い模型を製作し、J. R. Ewaldとは全く異なった結論を出した。

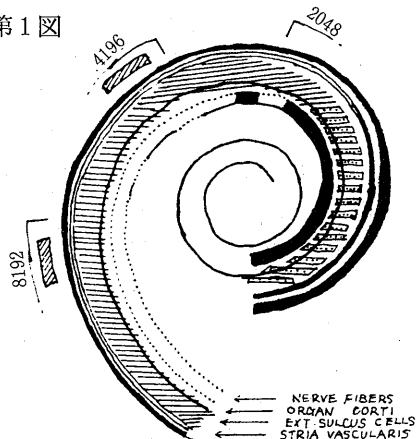
J. R. Ewaldは、基底膜全体が振動して定常波を生じその定常波の波形により音を知覚するとしたが、Békésyは膜面に定常波が生じるのではなく振動を与えた部位から縦に膜に沿って走る波が認められしかもある部位に振幅の最大が現われその附近で膜の両面に接する液中に一对の渦流が観察された。その渦流の出来る位置は低い刺激音の時には、蝸牛頂の近くに渦流が生じ、また高い刺激音の時は、蝸牛底に近づくことを明らかにした。刺激音をさらに強めると、渦流のある部分で膜が破壊されるとした。

かれの実験は、蝸牛全体を音伝導受容器とし、さらに振動の局在を可能にしたことは高く評価されている。

1934年にCrowe, GuildおよびPolvogtは、聾者の音高に対する研究報告をした。それは、蝸牛殻の音に対する死前の感受性を示す聴力表と死後における感受性を示す聴力表である。かれらは、蝸牛殻の基底螺旋部では常に聴力が減退し、その点が大体 $8.192 \cdot 4.096 \cdot 2.048$ 振動に位置づけられており、 $1.024$ 振動の位置は、基底螺旋部にはなく第2回転に入っていると 第1図

第1図は、蝸牛殻の基底螺旋部における音高知覚の位置で、Crowe, GuildおよびPolvogtが報告したもので、ヒトの蝸牛螺旋部の $1\frac{1}{2}$ 回転までを示したものである。

1935年に、Cullerは、蝸牛殻の外側を探求し23ヶ所の点すなわち各振動数に最も近い点を発見した。この結論は正確で矛盾がないとされている。



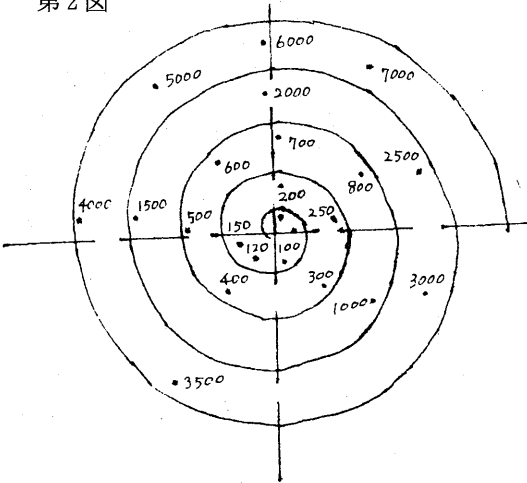
第2図は、蝸牛殻における振動数相当の位置で、病弱な蝸牛を研究するためのモルモットの蝸牛殻で振動数値相当の基底螺旋板上の位置を示している。

その後、1938年にFletcherは、騒音を用いて音遮蔽の方法で研究し蝸牛螺旋器の音高振動数相当の位置を第3図のように示した。

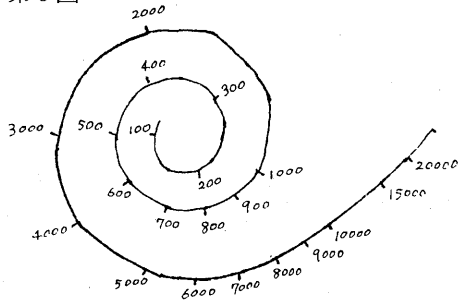
さらに、1946年にA. R. Tunturiは、犬の脳における音高知覚の位置を第4図の様に示したが、あたらしい説だけに他の研究による証明および裏付けはまだされていない。

以上 H. v. Helmholtz 以来最近までの聴覚理論を述べたが、いずれの理論も内耳の優れた音響分析器としての働きを十分に理解できる程の説ではない。すなわち、われわれは毎日ヒトの話を聞き、音を聞いて生活しているにもかかわらずその音が何如にして耳に入り、その刺激に対してどのように反応しているかは現在においても未知なのである。

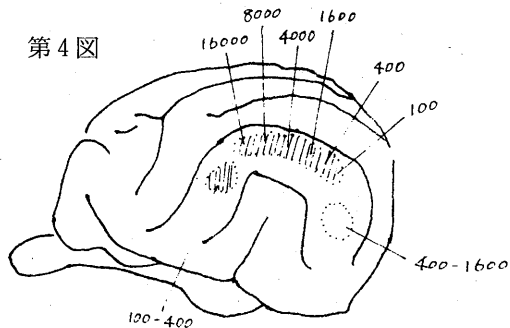
第2図



第3図



第4図



【目的】

本報告は、前回の報告にひきつづき、母音の合成についての研究である。本研究において、純音提示条件（日本体育学会第42回大会、1991年）は、ピアノ音提示条件（梅光女学院大学論集、1990年）より母音を合成するうえで、はるかに有効であることを明らかにした。本報告における実験は、前回報告にひきつづき、純音のみの提示条件と比較して純音にWHITE NOISEを加えた提示条件が、母音性を高める効果があるか否かを明らかにすることを目的とする。

【手続きおよび方法】

被験者；聴覚正常な大学生男子20名、女子20名、計40名。

装置・器具；3台の低周波発振器（LEADER社製、LAG-120A）、周波数測定器（KENCRAFT社製、TC-1500）、3個のスピーカー（パイオニア社製、P-6 1個・COLUMBIA社製、8 VSIB 2個）、精密級指示騒音計（リオン社製、NA-51）、FMラジオ（National社製、NO. RX-5060およびSONY社製、PROFESSIONAL TAPECORDER 777-FB）。

手続きおよび方法；母音の構成要素の第1フォルマント（ $F_1$ ）、第2フォルマント（ $F_2$ ）および第3フォルマント（ $F_3$ ）を算出し（第1表参照）、決

第1表 母音フォルマントの周波数（Hz）

母音 声別		フォルマント				
		あ	い	う	え	お
男 声	$F_3$	2440	2550	2240	2480	2410
	$F_2$	1330	2080	1490	1840	1080
	$F_1$	730	210	300	500	530
女 声	$F_3$	2810	3070	2680	2990	2710
	$F_2$	1750	2830	1750	2220	1320
	$F_1$	870	240	360	540	500

定した。WHITE NOISEはFMラジオの同調をはずして録音した。前記の低周波発振器で、3種類の刺激音を発振させ、その刺激音を、それぞれ3回路の増幅器で増幅させ3個のスピーカーで提示する。

同時にWHITE NOISEを前記のTAPECORDERにより提示する。すべて



の音強度は、スピーカーの前方30cmの距離において60dBに設定する。この刺激音は、被験者の耳軸の中点の位置（スピーカー前方170cmの距離）で54 dBに減衰する。刺激音は、 $F_1$ 、 $F_2$ およびWHITE NOISEさらに $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ およびWHITE NOISEの音構成要素に基づく系列、男声対応の母音5種、女声対応の母音5種（「あ」、「い」、「う」、「え」および「お」）、女声対応の母音5種、計10種、総計20種の刺激音である。提示順序は、アットランダムである（第2表参照）。

教示：『検査用紙の質問事項・年齢・聴覚検査において異常の有無を記入欄に記入して下さい。

では、今から、スピーカーからある音を流します。その音が、「あ」、「い」、「う」、「え」、「お」のどの音に聞えるか答えて下さい。どれが正しいということはありませんので、感じたままに検査用紙の「あ」、「い」、「う」

第2表 刺激音の提示順序

刺激音 \ 提示順序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$F_1 + F_2 + W$	男	女	男	男	女	女	男	女	男	女
	の	の	の	の	の	の	の	の	の	の
	あ	う	あ	え	い	お	う	え	い	あ
刺激音 \ 提示順序	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$F_1 + F_2 + F_3 + W$	男	男	女	女	男	男	男	女	女	女
	の	の	の	の	の	の	の	の	の	の
	う	お	あ	い	え	い	あ	お	え	う

WはWHITE NOISE

「え」、「お」のどれか一つに○印をつけて下さい。

何か質問はありませんか。では、始めます。』（第5図参照）。

【結果および考察】

結果は第3・4表の通りである。

意図した音の母音に、有意差がみられるものは、 $F_1 + F_2 + \text{WHITE NOISE}$ の組合せの系列においては、男声の「あ」、「う」・女声の「あ」、「い」、また $F_1 + F_2 + F_3 + \text{WHITE NOISE}$ の組合せの系列においては、男声の「あ」、「い」、「う」・女声の「あ」、「い」、「う」の計10種の刺激音である。

$F_1 + F_2 + \text{WHITE NOISE}$ の組合せの系列の女声の「あ」においては、女声のみで母音性がみられ、男声のそれには母音性がみられず、性差に1%以下の危険率で有意差が認められた ( $\chi^2 = 10.23$ ,  $df = 1$ ,  $P < .01$ )。

第5図 検査用紙

母音に関する研究

(女性用)

年齢( )才

これまでに、聴覚検査において異常と診断されたことがありますか。

(  ある            ない            )

これから出す音を聞いて、「あ、い、う、え、お」のいずれに聞こえるか、聞こえると思うものを1つだけ選んで、○印で囲んで下さい。

訂正する場合は、「あ、⊗、う、⊙、お」というようにしてください。

(1)	あ	い	う	え	お
(2)	あ	い	う	え	お
(3)	あ	い	う	え	お
(4)	あ	い	う	え	お
(5)	あ	い	う	え	お
(6)	あ	い	う	え	お
(7)	あ	い	う	え	お
(8)	あ	い	う	え	お
(9)	あ	い	う	え	お
(10)	あ	い	う	え	お
(11)	あ	い	う	え	お
(12)	あ	い	う	え	お
(13)	あ	い	う	え	お
(14)	あ	い	う	え	お
(15)	あ	い	う	え	お
(16)	あ	い	う	え	お
(17)	あ	い	う	え	お
(18)	あ	い	う	え	お
(19)	あ	い	う	え	お
(20)	あ	い	う	え	お

ご協力ありがとうございました。

第3表 結果 (男子20名)

フォルマント 刺激音	F <sub>1</sub> +F <sub>2</sub> +W					F <sub>1</sub> +F <sub>2</sub> +F <sub>3</sub> +W					
	あ	い	う	え	お	あ	い	う	え	お	
男 声	あ	11 (5)	2 (10)	3 (15)	2 (10)	2 (10)	6 (30)	0 (0)	2 (10)	8 (40)	4 (20)
	い	2 (10)	6 (30)	9 (45)	0 (0)	3 (15)	1 (5)	10 (50)	6 (30)	0 (0)	3 (15)
	う	0 (0)	3 (15)	10 (50)	1 (5)	6 (30)	0 (0)	2 (10)	10 (50)	5 (25)	3 (15)
	え	4 (20)	2 (10)	8 (40)	3 (15)	3 (15)	1 (5)	4 (20)	7 (35)	6 (30)	2 (10)
	お	5 (25)	2 (10)	6 (30)	4 (20)	3 (15)	3 (15)	6 (30)	3 (15)	2 (10)	5 (25)
女 声	あ	3 (15)	6 (30)	3 (15)	7 (35)	1 (5)	6 (30)	3 (15)	3 (15)	3 (15)	5 (25)
	い	1 (5)	9 (45)	3 (15)	4 (20)	3 (15)	0 (0)	14 (70)	2 (10)	3 (15)	1 (5)
	う	1 (5)	6 (30)	5 (25)	6 (30)	2 (10)	3 (15)	6 (30)	6 (30)	1 (5)	4 (20)
	え	5 (25)	6 (30)	1 (5)	3 (15)	5 (25)	3 (15)	8 (40)	4 (20)	4 (20)	1 (5)
	お	7 (35)	1 (5)	4 (20)	2 (10)	6 (30)	1 (5)	1 (5)	10 (50)	5 (25)	3 (15)

WはWHITE NOISE・上段の単位は「人」  
下段( )は%

第4表 結果 (女子20名)

フォルマント 刺激音	F <sub>1</sub> +F <sub>2</sub> +W					F <sub>1</sub> +F <sub>2</sub> +F <sub>3</sub> +W					
	あ	い	う	え	お	あ	い	う	え	お	
男 声	あ	14 (70)	1 (5)	2 (10)	0 (0)	3 (15)	9 (45)	0 (0)	2 (10)	3 (15)	6 (30)
	い	1 (5)	6 (30)	6 (30)	2 (10)	5 (25)	2 (10)	8 (40)	2 (10)	2 (10)	6 (30)
	う	4 (20)	4 (20)	7 (35)	3 (15)	2 (10)	1 (5)	2 (10)	7 (35)	3 (15)	7 (35)
	え	3 (15)	4 (20)	6 (30)	5 (25)	2 (10)	3 (15)	2 (10)	7 (35)	6 (30)	2 (10)
	お	4 (20)	2 (10)	2 (10)	7 (35)	5 (25)	2 (10)	3 (15)	9 (45)	4 (20)	4 (20)
女 声	あ	14 (70)	2 (10)	0 (0)	3 (15)	1 (5)	8 (40)	3 (15)	3 (15)	3 (15)	3 (15)
	い	1 (5)	12 (60)	2 (10)	1 (5)	4 (20)	1 (5)	11 (55)	4 (20)	2 (10)	2 (10)
	う	1 (5)	7 (35)	4 (20)	6 (30)	2 (10)	3 (15)	5 (25)	8 (40)	3 (15)	1 (5)
	え	4 (20)	7 (35)	1 (5)	8 (40)	0 (0)	5 (25)	8 (40)	1 (5)	6 (30)	0 (0)
	お	4 (20)	0 (0)	7 (35)	5 (25)	4 (20)	1 (5)	4 (20)	6 (30)	1 (5)	8 (40)

WはWHITE NOISE・上段の単位は「人」  
下段( )は%

WHITE NOISEの有効性については、母音の構成要素の純音提示条件の結果と純音+WHITE NOISEをの提示条件の結果を比較検討した結果、F<sub>1</sub>+F<sub>2</sub>+WHITE NOISEの組合せの系列の、男声の「あ」、「う」、「お」・女声の「あ」、F<sub>1</sub>+F<sub>2</sub>+F<sub>3</sub>+WHITE NOISEの組合せの系列の、男声の「あ」、「お」の計6種の刺激音に有意差が認められた(第5、6表参照)。

WHITE NOISEを加えたことで母音性が高まったものは、上記の6種の刺激音である。一方WHITE NOISEを加えることで母音性が弱まったものは、F<sub>1</sub>+F<sub>2</sub>+WHITE NOISEの組合せの系列においては、男声の「い」、「お」・

女声の「あ」、「う」、「お」、 $F_1+F_2+F_3$ +WHITE NOISEの組合せの系列においては、男声の「お」・女声の「あ」の7種の刺激音である。数だけを比較するとWHITE NOISEのない方が母音性が明瞭であるように思われるがしかし、 $F_1+F_2$ +WHITE NOISEの組合せの系列の、男声の「あ」のように、WHITE NOISEを加えることにより、加えない条件と比較すると2.5倍の確率で母音性が高まるものも認められる (第6表参照)。

第5表 WHITE NOISEの有効性  
( $F_1+F_2$ )と( $F_1+F_2$ +WHITE NOISE)  
とによる比較

刺激音	$F_1+F_2$				WHITE NOISE				df	$\chi^2$			
	あ	い	う	え	あ	い	う	え					
男声	あ	10	3	7	10	10	25	3	5	2	5	4	13.76
	い	2	13	15	6	4	3	12	15	2	8	4	3.57
	う	7	1	12	14	6	4	7	17	4	8	4	12.02
	え	4	11	8	12	5	7	6	14	8	5	4	4.73
	お	1	2	17	3	17	9	4	8	11	8	4	18.12
女声	あ	15	6	10	3	6	17	8	3	10	2	4	9.95
	い	5	20	5	4	6	2	21	5	5	7	4	1.50
	う	3	11	14	4	8	2	13	9	12	4	4	6.79
	え	10	9	6	10	5	9	13	2	11	5	4	2.83
	お	6	1	14	4	15	11	1	11	7	10	4	3.65

第6表 WHITE NOISEの有効性  
( $F_1+F_2+F_3$ )と( $F_1+F_2+F_3$ +WHITE NOISE)  
とによる比較

刺激音	$F_1+F_2+F_3$				WHITE NOISE				df	$\chi^2$			
	あ	い	う	え	あ	い	う	え					
男声	あ	7	11	12	5	15	0	4	11	10	4	21.76	
	い	1	12	11	9	7	3	18	8	2	9	4	7.38
	う	3	3	16	11	7	1	4	17	8	10	4	2.18
	え	3	13	7	11	6	4	6	14	12	4	4	5.50
	お	1	2	11	10	16	8	5	5	14	8	4	12.31
女声	あ	18	2	9	9	2	14	6	6	6	8	4	7.30
	い	2	25	1	4	8	1	25	6	5	3	4	6.29
	う	2	16	9	10	3	6	11	14	4	5	4	7.08
	え	15	13	1	7	4	8	16	5	10	1	4	7.44
	お	5	11	8	8	8	2	5	16	6	11	4	6.96

この結果から純音提示条件においては、有意差が認められなかったもののうち、 $F_1+F_2$ +WHITE NOISEの組合せの系列における女声の「あ」、「い」、 $F_1+F_2+F_3$ +WHITE NOISEの組合せの系列における男声の「う」・女声の「あ」、「い」の5種にWHITE NOISEを入れることによって有意差が新たに認められたことは、WHITE NOISEの有効性を示している。逆に $F_1+F_2$ +WHITE NOISEの組合せの系列における、男声の「え」・女声の「え」、 $F_1+F_2+F_3$ +WHITE NOISEの組合せの系列における、男声の「え」・女声の「え」、「お」の4種は、両実験(純音のみの提示条件・純音にWHITE NOISEを加えた提示条件)において母音性の確率が低下されるような音刺激も認められた。

この結果から「え」については、母音の合成が困難であるといえる。

女声の「い」については、 $F_1+F_2$ +WHITE NOISEの組合せ（ $\chi^2=26.41$ 、 $df=1$ 、 $P<.01$ ）の系列および $F_1+F_2+F_3$ +WHITE NOISEの組合せ（ $\chi^2=45.16$ 、 $df=1$ 、 $P<.01$ ）の系列においても高い確率で、意図した母音を選ばれ、母音性も高いことから、有効に母音合成ができていているといえる。

### 【展 望】

本研究で、WHITE NOISEは、ある母音（女声の「い」）においては、特定の刺激条件下では有効であることが明らかになったが、もっと理想的な数値を追求し、今後は意図した母音の判定率がさらに高まるように、それぞれのフォルマントの周波数や音強度の条件を検討していく必要がある。

本実験では、WHITE NOISEの影響を見るために、純音提示実験と同じ条件でおこなったが、音強度については、ヒトの聴覚においてそれが等しく聞えるような音強度を、再検討する必要があると思われる。しかし実際のヒトの声のフォルマントがそれぞれどのような強度で発振されているのかを調べていないため、今後は音強度の変化ということに注目して母音合成を考える必要がある。また装置の関係上、基本音を入れていないことから、基本音を加えることで、より母音性が高まるか否かも考えられる。

通常オーバーオールといわれている紙雷管使用の競技用スタートピストルの音は、WHITE NOISEとほぼ同じ音刺激であるが、音強度が急に減衰するため、本実験においては使用しなかったが、今後有効に利用できる可能性も充分考えられる。

### 引用・参考文献

- 1) 安部保子：梅光女学院大学論集23号，35-48，3 1990
- 2) 境 久雄・中山 剛：聴覚と音響心理，コロナ社，1978
- 3) 新版心理学事典：平凡社，1981.
- 4) 内山喜久雄監：視覚・聴覚障害事典，岩崎学術出版社，1978.
- 5) 和田陽平：音響心理学，創元社，1950
- 6) Békésy：1928
- 7) S. J. Crowe・S. R. Guild and L. M. Polovogt：Observation on the pathology of high-tone deafness，369-377，1934
- 8) Culler：Tone Localization in the cochlea，807-813，1935

9) Fletcher : A space-time pattern theory of hearing, 273, 1938