

発声・発語訓練過程における

フィードバックと転移（第IV報告）※

安部保子

【はじめに】

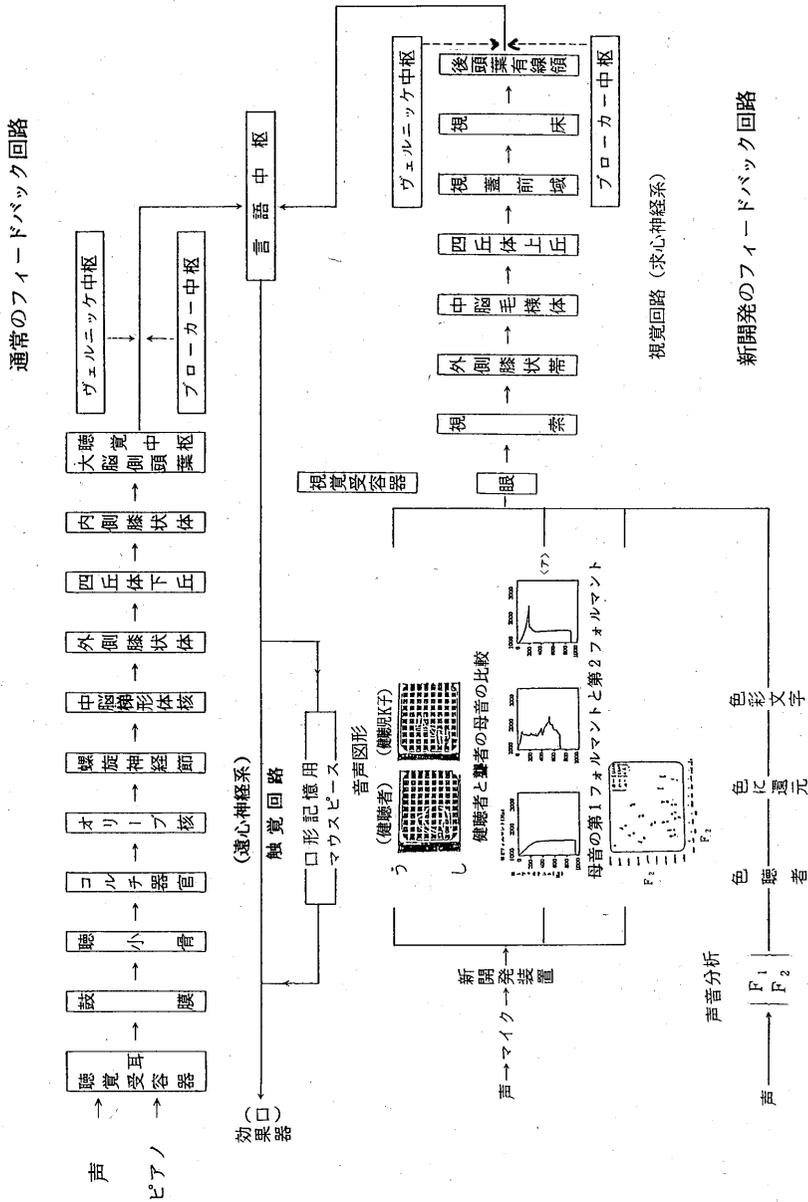
フィードバックおよび転移を研究するために本研究は、言語（母音）発声訓練過程を対象に検討している。前回の報告までに、本来的な音響刺激を手段とする聴覚回路や触覚回路つまり口形記憶用マウスピースを使用して、発声訓練をする手法以外に、ブラウン管上に図形表示する手法2種、ブラウン管にスポット表示でフィードバックをかける手法1種、都合ブラウン管による手法3種、さらに色覚（色彩）を利用する手法で、色彩文字によるものやこれらを回転円板を利用して単色提示する手法2種、視覚回路によるもの計5種、総計6種の新手法を開発し、それらの研究結果を報告した（第1図）。

これまで聴覚障害者の発声・発語の訓練には、発声促進器やサウンドストレッチャー、オシログラフなどが用いられてきたが、音声の質まで分析することは、不可能であったり、複雑すぎる波形のため、発音の矯正の手がかりとするにはあまりにも困難である。

難聴者はまった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にくい音があるため、ピアノを用いての発声訓練が有効な手法として利用できるものと考えられる。つまりピアノの発振音は機構（Mechanism）が各音独立しているため、難聴者の残存周波数特性に適合する構成音を提示できるためである。換言すれば、第1フォルマントが聞えない時は第1フォルマントに対応する音強度（Intensity）を強く提示することができるわけである。また難聴者が聞きとりにくい音だけを取り出して聞かせることもで

※）本研究内容の1部は平成元年度、日本体育学会第40回大会（大会号論文集P192）において共同発表したものである。

第1図 通常フィードバック回路と新開発したフィードバック回路



きる。このようなことから、母音の構成要素を研究し、それをピアノ音で合成することができれば、難聴者の矯正におおいに役立つことが期待される。

1. 聾者および難聴者の程度について

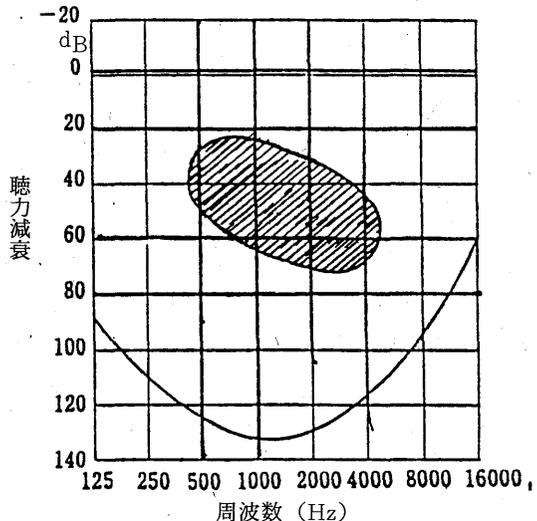
難聴は聴力損失により定める。普通、聴力損失はdB（デシベル）であらわす。

最小可聴閾値を 0.0002 dyne/cm^2 と認めて、これを0 dBとおき、そこを基準に音のエネルギー（音圧）を10を底としたlogの尺度で分割すると、ひとの聴力の最大可聴閾値は120dBとなる。この尺度を利用すると、聴力損失をdBで表現することができる。なおエネルギーを計る尺度としてはdB以外にも \log_2 の尺度で目盛付けたバルクハウゼンホーン（Barkhausen phon）、 \log_e の尺度で目盛付けたネイパーホーン（Neper phon）さらに \log_{10} の尺度で目盛付けた 1 dyne/cm^2 の音圧を70ホーンと定めた新ホーンの3種があるが紙面の都合で説明は省略する。

聴力損失により難聴を次のような段階に分けている。

聴力損失が20dB以下は軽度難聴といい、普通、他人に気づかれない程度である。ただし、ささやき声はしばしば聞きもらすことがある。20dB～40dB範囲の聴力損失を中度難聴といい、主として日常会話の領域（第2図参照）で、やわらかく貧弱な発音は理解されない程度である。40dB～60dB範囲の聴力損失を重度難聴といい、言葉の理解はまったくできず、かなり大きな音や叫び声もしばしば理解できない程度である。60dB～80dB範囲の聴力損失を重

第2図 会話領域を示す聴野



大難聴といい、大きな声で発音しても、しばしば理解されない程度である。80dB以上の聴力損失を非常に重大難聴といい、非常に大きな発音も叫び声もしばしば理解されない程度である。まったく聞えない場合を完全聾といい、完全聾は非常に大きい叫び声ですらも聞えない程度である。

以上のような聴力損失の程度があり、難聴の訓練には聴力損失の程度に対応して指導を行わなければならない。

2. 聾・難聴児の発生機序に関する警見

古来、聾啞の分類方法には2つの方法がある。第1の分類方法は ①受精時・胎生期・分娩時・1歳までに聾の原因がある場合を生得聾啞という。受精時に聾になる原因は、親の条件である遺伝（優生遺伝・劣性遺伝）によるもので、優生遺伝の場合は、両親のいずれか聾者の場合子ども何人かは必ず聾児が生れる。いわゆる、ヘテロ (hetero) の場合でも障害児が生れることになる。さらに劣性遺伝の場合、両親ともに見かけ上健康であるが子どもが聾になる場合であり、これらは従兄弟同志の結婚の場合に多い。胎生期に

第1表 聾になる原因とその程度

計	小		後 天 性													小 生 来	先 天 性		失 官 原 因			
	明	計	ア	骨	耳	脳	ス	カ	肺	高	脳	栄	生	麻	ペ		中	血		遺		
			デ	膜	下	膜	ト	ナ	炎	熱	性	養	ワ	疹	シ		耳					
26	6	6										1	1	1	1	2	14	7	6	1	不 明	
30	5	6	1	1			1	2								1	19	4	8	7	40dB 以上	
18	1	5							1	1				1	1	1	12	5	5	2	80dB 以上	
23	1	9			1	2	1		1		1					3	13	2	7	4	79~50dB	
11	1	5					1			1						3	5	1	3	1	50dB 以下	
108	14	31	1	1	1	2	3	2	2	2	2	1	1	2	2	1	10	63	19	29	15	計

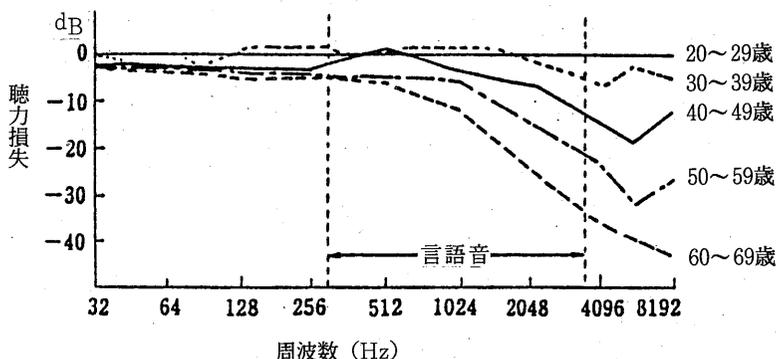
聾になる原因としては、アメリカのR.L.クーパー (Cooper, R.L.) のデータによると、無免疫の妊婦が妊娠1ヶ月に、風疹・流行性耳下腺炎・百日ぜき・流行性感冒などの病気に罹患したことが原因で胎児の90%が、心臓障害、白内障による盲・聾、さらに運動系の発達遅滞などの障害が起ることが明らかになった。この傾向は、妊娠3ヶ月時に罹患した時でさえも胎児の80%に障害が起るといふ。分娩時に聾になる原因は、難産(鉗子分娩)による頭部(側頭葉など)損傷によるものがある。②獲得聾啞とは、2歳～6歳の間に事故・ペニシリン・ストレプトマイシン・麻疹などが原因で、聾になった場合をいう。大谷勝己³⁾の研究によると、「聾になる原因とその程度」に関しては第1表の通りである。③「啞でない聾」は、6歳以降に種々の原因で、聾になった場合で、この場合は、すでに言語が獲得されているので一応言語の発声はできるが、耳は聞えない状態である。以上のような3区分である。第2の分類方法は ①受精時のみを、生得聾啞とし、 ②胎生期・分娩時および1歳以降に原因のある場合を獲得聾啞とする2区分である。

3. 聾・難聴と周波数特性の研究について

Groningen UniversityのHuisling H.C (1953) および我国の切替 (1974) の聴力欠損型の研究が有名である。その聴力欠損の周波数特性は、以下の類型がある。①水平型は 伝音障害で、すなわち鼓膜や槌・砧・鐙などの聴小骨が原因の場合が主である。②上昇型は 低音障害ともいい、メニエール病などが原因で、500Hz以下の低音が 聞えにくく、高音はよく聞える。普通、難聴・聴覚障害は音が聞えにくいと思われているが、難聴であるがゆえに、普通の人(健聴者)と比較するとかえってよく聞きとれる現象も認められる。たとえば低音の雑音が多い工場内などでは、低音のみが聞えにくいために騒音下においては、難聴者はかえって健聴者が聞きとりにくい音刺激でも聞きとれる場合がある。これをウイルス性錯聴 (Paracusis willisii) という。

③傾斜型(下降型)は高音障害漸傾型で、老人性難聴という(第3図参照)。老人性難聴は、単に高音に対応する聴力低下だけにとどまらず、そのため語音弁別能力が劣り、会話に必要な中音域までも低下するようになると、会話自体に困難を伴うようになる。また高音部の損失の傾向も、性差が認められブンシおよびライフォード (Bunch & Raiford)(1931) は低音から2000Hz

第3図 老人性難聴者の聴野



までの高域では男性の聴力が優れているが、それ以上の高音になると逆に女性の聴力が優れているという。またショーベル (Shober) (1952) によると、高音の聞きとれる限界も、50歳代で11000Hz、60歳代で9000Hzさらに70歳代になると6000Hzに低下するという。すなわち一般の人の聞き得る上限範囲(上限可聴閾)は15000~20000Hzであるから、老人には高い音はまったく聞えなくなるということである。④急墮型・高音急墮型ともいい、薬物(ストレプトマイシン)中毒性のものが主とした原因である。⑤鉢型・谷型は中音域が聞えにくく低音・高音は比較的よく聞える特殊な類型である。⑥山型は低音障害と高音障害の二重障害と考えられる。⑦急降下型・dip型は、感音難聴でペニシリン、ストレプトマイシンの作用により7000Hzを中心に、聴力が急降下するものや、ボクシングや剣道などの耳の外傷による感音障害もあり、この場合4000Hzを中心に聴力が急降下する場合が多い(第4図参照)。

【目的】

これまでの研究を一步進めるために、母音構成要素であるフォルマントをピアノ音に置き換えて、母音が合成できるか否かを検討し、聴覚回路を基本とするフィードバックの研究の資料とし、また古来からあまり有意味でないと考えられていた第3フォルマントの重要性を明らかにする。

第4図 聴力欠損型

周波数特性	型の名称	原因および特徴
<p>正聴カレベル 500Hz ————— 15KHz</p>	水平型	伝音障害 鼓膜・聴小骨が原因
<p>500Hz ————— 15KHz</p>	上昇型	低音障害 メニエール病
<p>500Hz ————— 15KHz</p>	傾斜型 (下降型)	高音漸傾型 老人性難聴
<p>500Hz ————— 15KHz</p>	急墜型	高音急墜型 薬物(ストマイ)中毒性
<p>500Hz ————— 15KHz</p>	鉢型 (谷型)	中音域が聞えにくい
<p>500Hz ————— 15KHz</p>	山型	低音・高音障害
<p>500Hz ————— 15KHz</p>	急降下型	感音障害 薬物や外傷による

【被験者】

大学生 男子 30名、女子 30名 計60名。

【手続きおよび方法】

母音を構成する第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) を第2表のごとく算出した。音刺激として、第2表の母音のフォルマント周波数に、もっとも近似する音刺激を平均率演奏会調 ($a' = 440\text{Hz}$) に調律したピアノ音を用いて発振させる。音刺激は F_1 および F_2 のみで構成する男声対応「あ」、「い」、「う」、「え」、「お」の5種。女声対応「あ」、「い」、「う」、「え」、「お」の5種、計10種。さらに F_1 、 F_2 および F_3 の3種の音構成要素に基づくもの、男声対応「あ」、「い」、「う」、「え」、「お」の5種。さらに女声対応の同一音構成要素に基づく「あ」、「い」、「う」、「え」、「お」の5種、計10種、総計 20刺激和音(第5図参照)である。提示順序はアットランダムである(第3表参照)。

第2表 母音フォルマント周波数 (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

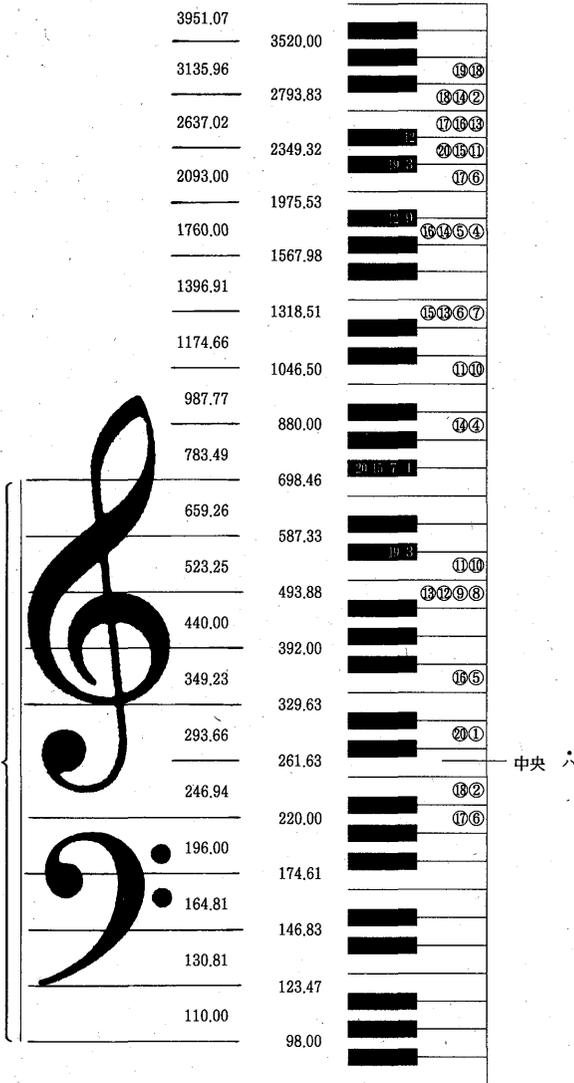
第3表 母音フォルマントの提示順序

フォルマント		順序									
F ₁ + F ₂	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	男 声 の う	女 声 の い	女 声 の え	女 声 の あ	女 声 の う	男 声 の い	男 声 の あ	女 声 の お	男 声 の え	男 声 の お	
フォルマント		順序									
F ₁ + F ₂ + F ₃	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	男 声 の お	男 声 の え	女 声 の お	女 声 の あ	男 声 の あ	女 声 の う	男 声 の い	女 声 の い	女 声 の え	男 声 の う	

検査方法は、検査用紙を被験者に配布し、検査の説明をし、性別・年齢および音楽経験の有無について記入させる。ピアノによる和音の提示がどの母音に最も近く感じられるかを、判断させ記入させる。

なお本研究において、音楽経験とは、音楽の講義以外にピアノ、オルガンあるいはエレクトーンなどのレッスンを受けて、音楽に関するクラブ、サークルなどに所属したことのある者で、ピアノの場合は、バイエル教則本を終了した実力以上の者をいう。ピアノによる和音の提示方法は、提示時間1秒で、3秒の休止を入れ、これを3回繰り返す。提示音強度は、ピアノの反響板前方1mの位置で90dB (S・P・L) (リオン株式会社製、精密指示騒音計、NA-51型測定器) である。

第5図 鍵盤対応刺激音とその周波数
(平均率演奏会調 $a' = 440\text{Hz}$)



【結果および考察】

結果は、第4表、第5表および第6表の通りである。これらの結果から、意図した刺激音を、その母音に対応した母音として選ぶ確率は40%であり、とりわけ「え」は、男声・女声のいずれも「意図した和音」として認知されている。また、女声の「あ」については、58%で“意図した和音”として認知されており、「あ」は本研究中、高い確率を示した。また、他の認知音についても、意図した通りの母音ではないが、その周波数に近い認知音として選ばれる傾向も認められた。このことは、母音の構成音（ピアノ音）づくりに際して、調律が平均率による

ため、多少の誤差が必然的に生じているので、このような結果があらわれたとも考えられる。これらの結果から、かなり高い確率で“意図した和音”を選んでいる。母音は「あ」、「い」、「う」、「え」、「お」の5種であるので、偶然の（チャンスの）確率（当て推量）は20%であるはずである。したがってこれらの確率は非常に高いことを認めざるをえない。

性差について検討すると、男子は“意図した和音”を選ぶ傾向が高い反面、多様性も高い。これに対し、女子の結果は“意図した和音”を、当該母音として認知する傾向は少ないが特定の母音として、集中的に選択認知し、多様性が低い傾向がある。とくに女子の場合、男子に比較すると、全く選ばれない母音も多く、結果として認知されなかったものは、以下の通り12種である。 F_1+F_2 の2構成要素で組み立てられ、“意図した男声の和音”「え」、「お」。“意図した女声の和音”「あ」、「い」、「う」の計5種。 $F_1+F_2+F_3$ の3構成要素で組み立てられた“意図した男声の和音”「い」、「う」、「え」、「お」および“意図した女声の和音”「あ」、「い」、「う」の計7種。合計12種がそれらである（第4表参照）。

通常 女子は男子より高い周波数（周波数的には2倍）の声で話をしているので、耳が高い周波数の音刺激に慣れている。このような慣れの違いにより、上記のような差異がみられるのではないかと考えられる。

次に音楽経験の有無によって差異があるか否かについて検討すると、非音楽経験者は“意図した和音”を当該母音として選ぶ傾向が顕著ではないが、選択が平均的に分散している。これに対して、音楽経験者は1つの母音に集中して判断され、明確に有意の差が認められるのは F_1+F_2 の2構成要素の条件では、男声「あ」、女声「え」、「お」の3種。 $F_1+F_2+F_3$ の3構成要素の条件では、男声「お」、女声「お」の2種。都合5種である（第5表参照）。これは音楽経験者は楽音を聞く経験の豊かさによって、ピアノの音を聞くのに慣れているからであり、ピアノの音の聞きやすさによって差異がみられると考えられる。

最後に F_3 の有効性については、古来、周波数的に類似しているため、とくに声音を特徴づけるものではないとする考え方が定説であった。しかし、本研究によると、この考え方は基本的に間違いであり、 F_1 と F_2 のみで構成した音刺激と、それらに F_3 を加えて、 F_1 、 F_2 および F_3 で構成した和音とは、認知効果は明確に異なり、カイ2乗検定の結果5%以下の危険率で、有意の

第4表 性差について

性別 母音 別音	男					女								
	あ	い	う	え	お	あ	い	う	え	お				
F1 +	男	あ	10 (33)	3 (10)	6 (20)	5 (17)	6 (20)	3 (10)	2 (7)	9 (30)	13 (43)	3 (10)	$(\chi^2 = 9.12, df = 4, P < .10)$	
		い	3 (10)	8 (27)	6 (20)	5 (17)	8 (27)	1 (3)	8 (27)	4 (13)	5 (17)	12 (40)	$(\chi^2 = 2.20, df = 4, P < .70)$	
		う	5 (17)	7 (23)	2 (7)	13 (43)	3 (10)	8 (27)	8 (27)	1 (3)	12 (40)	1 (3)	$(\chi^2 = 2.13, df = 4, P < .80)$	
	声	え	3 (10)	5 (17)	7 (23)	11 (37)	4 (13)	0 (0)	12 (40)	6 (20)	8 (27)	4 (13)	$(\chi^2 = 6.43, df = 4, P < .20)$	
		お	10 (33)	4 (13)	2 (7)	3 (10)	11 (37)	10 (33)	1 (3)	0 (0)	1 (3)	18 (60)	$(\chi^2 = 6.49, df = 4, P < .20)$	
F2	女	あ	9 (30)	7 (23)	5 (17)	6 (20)	3 (10)	25 (83)	0 (0)	2 (7)	0 (0)	3 (10)	$(\chi^2 = 21.82, df = 4, P < .01)$	
		い	2 (7)	10 (33)	7 (23)	6 (20)	5 (17)	0 (0)	10 (33)	14 (47)	3 (10)	3 (10)	$(\chi^2 = 5.83, df = 4, P < .30)$	
		う	5 (17)	3 (10)	10 (33)	3 (10)	9 (30)	15 (50)	1 (3)	0 (0)	1 (3)	13 (43)	$(\chi^2 = 17.73, df = 4, P < .01)$	
	声	え	6 (20)	5 (17)	7 (23)	8 (27)	4 (13)	3 (10)	7 (23)	4 (13)	15 (50)	1 (3)	$(\chi^2 = 6.08, df = 4, P < .20)$	
		お	4 (13)	5 (17)	8 (27)	8 (27)	5 (17)	1 (3)	10 (33)	7 (23)	11 (37)	1 (3)	$(\chi^2 = 6.67, df = 4, P < .20)$	
F1 + F2 + F3	男	あ	5 (17)	0 (0)	1 (3)	4 (13)	10 (33)	9 (30)	2 (7)	7 (23)	3 (10)	9 (30)	$(\chi^2 = 4.23, df = 4, P < .50)$	
		い	4 (13)	9 (30)	6 (20)	5 (17)	6 (20)	8 (27)	8 (27)	0 (0)	13 (43)	1 (3)	$(\chi^2 = 14.52, df = 4, P < .01)$	
		う	12 (40)	2 (7)	2 (7)	5 (17)	9 (30)	9 (30)	1 (3)	0 (0)	2 (7)	18 (60)	$(\chi^2 = 7.05, df = 4, P < .20)$	
	声	え	2 (7)	5 (17)	8 (27)	9 (30)	6 (20)	0 (0)	10 (33)	10 (33)	7 (23)	3 (10)	$(\chi^2 = 5.14, df = 4, P < .30)$	
		お	6 (20)	9 (30)	3 (10)	6 (20)	6 (20)	5 (17)	10 (33)	1 (3)	14 (47)	0 (0)	$(\chi^2 = 10.34, df = 4, P < .05)$	
	女	あ	10 (33)	7 (23)	2 (7)	6 (20)	5 (17)	20 (67)	6 (20)	0 (0)	2 (7)	2 (7)	$(\chi^2 = 8.7, df = 4, P < .10)$	
		い	3 (10)	5 (17)	8 (27)	11 (37)	3 (10)	0 (0)	12 (40)	7 (23)	9 (30)	2 (7)	$(\chi^2 = 6.35, df = 4, P < .20)$	
		う	3 (10)	4 (13)	6 (23)	7 (23)	10 (33)	0 (0)	9 (30)	5 (17)	3 (10)	13 (43)	$(\chi^2 = 7.01, df = 4, P < .20)$	
		声	え	3 (10)	2 (7)	9 (30)	14 (47)	2 (7)	1 (3)	13 (43)	8 (30)	5 (17)	3 (10)	$(\chi^2 = 13.59, df = 4, P < .01)$
			お	7 (23)	8 (27)	5 (17)	8 (27)	2 (7)	7 (23)	3 (10)	4 (13)	10 (33)	6 (20)	$(\chi^2 = 4.61, df = 4, P < .50)$

第5表 音楽経験の有無について

	経験の有無	経験者					非経験者						
		あ	い	う	え	お	あ	い	う	え	お		
F1 + F2	男	あ	3 (12)	5 (19)	2 (8)	12 (46)	4 (15)	10 (29)	2 (6)	11 (32)	5 (15)	6 (18)	$(\chi^2=13.75, df=4, P<.01)$
		い	0 (0)	6 (23)	3 (2)	5 (19)	12 (46)	5 (15)	10 (29)	7 (21)	5 (15)	7 (21)	$(\chi^2=7.99, df=4, P<.10)$
		う	9 (35)	6 (23)	1 (4)	10 (38)	0 (0)	5 (15)	10 (29)	3 (9)	14 (41)	2 (6)	$(\chi^2=4.83, df=4, P<.50)$
		え	0 (0)	10 (38)	8 (31)	5 (19)	3 (12)	4 (12)	8 (24)	7 (21)	10 (29)	5 (15)	$(\chi^2=5.49, df=4, P<.30)$
		お	10 (38)	1 (4)	0 (0)	1 (4)	14 (54)	8 (24)	4 (12)	2 (6)	6 (18)	14 (41)	$(\chi^2=6.65, df=4, P<.20)$
	女	あ	20 (77)	1 (4)	1 (4)	2 (8)	2 (8)	13 (38)	5 (15)	5 (15)	6 (18)	5 (15)	$(\chi^2=9.20, df=4, P<.10)$
		い	0 (0)	8 (31)	10 (38)	3 (12)	5 (19)	2 (6)	11 (32)	8 (24)	8 (24)	5 (15)	$(\chi^2=3.97, df=4, P<.50)$
		う	11 (42)	1 (4)	2 (8)	2 (8)	10 (38)	8 (24)	4 (12)	7 (21)	3 (9)	12 (35)	$(\chi^2=4.45, df=4, P<.50)$
		え	4 (15)	6 (23)	2 (8)	14 (54)	0 (0)	5 (15)	6 (18)	9 (26)	7 (21)	7 (21)	$(\chi^2=3.06, df=4, P<.02)$
		お	1 (4)	10 (38)	10 (38)	3 (12)	2 (8)	5 (15)	3 (9)	6 (18)	15 (44)	5 (15)	$(\chi^2=15.94, df=4, P<.01)$
F1 + F2 + F3	男	あ	6 (23)	2 (8)	7 (30)	4 (15)	7 (27)	7 (21)	2 (6)	9 (26)	4 (12)	12 (35)	$(\chi^2=0.59, df=4, P<.98)$
		い	5 (19)	8 (31)	2 (8)	10 (32)	1 (4)	6 (18)	8 (24)	6 (18)	7 (21)	7 (21)	$(\chi^2=6.16, df=4, P<.20)$
		う	6 (23)	2 (8)	1 (4)	4 (15)	13 (50)	12 (35)	3 (9)	1 (3)	5 (15)	13 (38)	$(\chi^2=1.27, df=4, P<.90)$
		え	2 (8)	7 (27)	9 (35)	4 (15)	4 (15)	2 (6)	8 (24)	11 (32)	8 (24)	5 (15)	$(\chi^2=0.66, df=4, P<.98)$
		お	4 (15)	9 (35)	0 (0)	12 (46)	1 (4)	5 (15)	10 (29)	6 (18)	6 (18)	7 (21)	$(\chi^2=11.81, df=4, P<.02)$
	女	あ	15 (58)	5 (19)	2 (8)	2 (8)	2 (8)	16 (47)	7 (21)	2 (6)	4 (12)	5 (15)	$(\chi^2=1.27, df=4, P<.90)$
		い	1 (4)	9 (35)	6 (23)	9 (35)	1 (4)	2 (6)	6 (18)	10 (29)	10 (29)	6 (18)	$(\chi^2=4.57, df=4, P<.50)$
		う	2 (8)	4 (15)	5 (19)	3 (12)	12 (46)	1 (3)	7 (21)	7 (21)	8 (24)	11 (32)	$(\chi^2=2.78, df=4, P<.70)$
		え	2 (8)	12 (46)	5 (19)	6 (23)	1 (4)	2 (6)	5 (15)	12 (35)	11 (32)	4 (12)	$(\chi^2=8.11, df=4, P<.10)$
		お	6 (23)	2 (8)	1 (4)	4 (15)	13 (50)	9 (26)	10 (29)	4 (12)	8 (24)	3 (9)	$(\chi^2=4.51, df=4, P<.01)$

第6表 第3フォルマントの有効性

声母音		F ₁ + F ₂					F ₁ + F ₂ + F ₃					
		あ	い	う	え	お	あ	い	う	え	お	
男声	あ	13 (22)	5 (8)	15 (25)	18 (30)	9 (15)	14 (23)	2 (3)	18 (30)	7 (12)	19 (32)	($\chi^2=10.01, df=4, P<.05$)
	い	4 (7)	16 (27)	10 (17)	10 (17)	20 (33)	12 (20)	17 (28)	6 (10)	18 (30)	7 (12)	($\chi^2=13.58, df=4, P<.01$)
	う	13 (22)	15 (25)	3 (5)	25 (42)	4 (7)	21 (35)	3 (5)	2 (3)	7 (12)	27 (45)	($\chi^2=37.27, df=4, P<.01$)
	え	3 (5)	17 (28)	13 (22)	19 (32)	8 (13)	2 (3)	15 (25)	18 (30)	16 (27)	9 (15)	($\chi^2=1.45, df=4, P<.90$)
	お	20 (33)	5 (8)	2 (3)	4 (7)	29 (48)	11 (18)	19 (32)	4 (7)	20 (33)	6 (10)	($\chi^2=37.22, df=4, P<.01$)
女声	あ	34 (57)	7 (12)	7 (12)	6 (10)	6 (10)	30 (50)	13 (22)	2 (3)	8 (13)	7 (12)	($\chi^2=5.19, df=4, P<.30$)
	い	2 (3)	20 (33)	21 (35)	9 (15)	8 (13)	2 (5)	17 (28)	15 (25)	20 (33)	5 (8)	($\chi^2=6.31, df=4, P<.20$)
	う	20 (33)	4 (7)	10 (17)	4 (7)	22 (37)	3 (5)	13 (22)	11 (18)	10 (17)	23 (38)	($\chi^2=9.97, df=4, P<.01$)
	え	9 (15)	12 (20)	11 (18)	23 (38)	5 (8)	4 (7)	15 (25)	17 (28)	19 (33)	5 (8)	($\chi^2=3.92, df=4, P<.50$)
	お	5 (8)	15 (25)	15 (25)	19 (32)	6 (10)	14 (23)	11 (18)	9 (15)	18 (30)	8 (13)	($\chi^2=6.69, df=4, P<.20$)

差が認められたものは、10中5刺激ありF₃の有効性は決定的であった（第6表参照）。この結果は 従来からの考え方を、くつがえすものである。有意の差が認められるものは、男声「あ」、「い」、「う」、「お」、女声「う」の5種である。

以上の結果から、今後の研究ではF₃を省略することは妥当でないことが、明らかになった。作成した音は、意図して作成した和音であり、母音として完全な音ではない。実験の結果からもわかるように“意図した和音”とは別の音を選んだ者が多く、かなり顕著な偏りがみられた。とくに男声の「う (F₁+F₂)」、女声の「う (F₁+F₂)」などのように“意図した和音”以外のある特定の音に集中した結果が数多く得られた。これはヒステリシス (hystersis) 現象である（第Ⅱ報告 昭和63年3月26ページ参照）。また“意図した和音”以外の答えが出た原因としては、ピアノには基本周波数の他に、部分音があるので、その影響をうけたのではないかと考えられる。

【展 望】

本研究では、日常手に入れやすく、扱いやすいピアノを使って研究した。今回の実験でピアノは声楽の練習など、音楽的利用のみならず、言葉の学習に有効に利用できることが明らかになった。ピアノの音は、平均率 ($a' = 440\text{Hz}$) によって調律してあるため、もっとも提示したい周波数の音が正確でない場合が多く、近似値の周波数を利用せざるをえない。提示和音を理想的なものにするには調律しなおす必要がある。しかしこの場合、特殊な教育用具となり、本来のピアノとしては使用できない。さらにピアノなどの楽器音は、基本周波数以外に倍音(上音)を含んでいるため、いわゆる純音ではない。そのため純音だけを用いて、提示した場合とピアノの和音を使った場合とはかなり結果が違うことも予想される。

また 過去の多くの研究では、 F_3 を無視して行われてきたが、 F_3 も考慮に入れて新しいデータを作っていかなければならない。今回の実験の反省点であるピアノの音の強度の均等性についても考える必要がある。

以上のことにもう一度検討を加え、幼児や難聴者の言語の発達に役立てたいと考えている。

引用・参考文献

- 1) 安部保子 梅光女学院大学 論集21号 15-30 3、1988
- 2) 重永幸男 21世紀の老人問題 学文社 3、1988
- 3) 大谷勝己 ろう教育 8、1964
- 4) Schober, F. W Über die Abhängigkeit der oberen Hörgrenze vom Lebensalter, Akust Beih., 4.1952
- 5) 住 宏平・松本金寿 聴覚欠陥児 明治図書 1966
- 6) 内山喜久雄 視覚・聴覚障害事典 岩崎学術出版社 1978
- 7) 黒木総一郎 聴覚の心理学 共立出版株式会社 昭和32年
- 8) 和田陽平 音響心理学 創元社 昭和25年