TR-A-0032

08

大脳機能の聴覚的検査法に用いる刺激作成の検討

商田 沓

Hitoshi Okada

1988.9.5

ATR視聴覚機構研究所

大脳機能の聴覚的検査法に用いる刺激作成の検討

63. 8. 26 滞在研究員 岡田 斉

(まえがき)

両耳分離聴テストは大脳機能の聴覚的な検査法の一つとして用いられる。しかし、検査の結果は個人差が大きくやや安定性を欠き、すべての被験者について大脳の機能局在一とりわけ言語野の所在一を明確にはできないという指摘が実験心理学、臨床場面の双方から指摘されている(高山、佐久間 1983; 杉下一personal communication)。本報告は、日本においてこのような問題の少ない安定した両耳分離聴テストを作成するための条件の探索を目的とする。

言語刺激を用いた両耳分離聴テストで見られる右耳優位(REA: 左半球優位)は Kimura(1961)により報告されて以来、数多くの研究者によって支持されてきた。この方法は、言語野の所在を確かめる手段として、脳に直接薬物を投与する方法(和田法)に比べてはるかに安全な手段であるため臨床面からの期待も大きい。しかし、得られた結果から考えて神経学的な知見と直接的な対応を考えることは時期尚早であるという指摘もある(Lauter,1981)。 ただし、 Lauterの実験もその刺激、実験方法の上でかなり問題が多い様に思われ、彼の知見をもとに否定的な判断を下すこともできない。神経学的な知見と両耳分離聴テストの対応を考えるためには、方法論上の問題点を明確にし、改善を加えていく必要があろう。そのような議論の1つにRepp(1977)の指摘がある。彼は検討すべき条件として次の2点を上げている。

一つは反応方法と測度の問題である。 通常、 被験者には聞き取れた音素の両方を報告することが求められる。 しかし、 両耳に提示される音素の物理的な一致度を高めるほど左右の音像が融合するため、 2 つを答えさせると 1 つは当て推量 (guessing)となり結果の 5 0 %を不確定にする。 はっきり聞こえた方だけを答え

させる方法があるが、教示を被験者がどの程度確実に実行するかについての保証がない。個数にこだわらず明確に判断できた音素だけを報告させる方法もあるが、それでは結果が分散し分析が難しくなる。そこで、彼は1件法を用いることを提唱した。さらに得られた結果の処理についても従来の単なる左右での正答率の違いを考慮するだけでは個人による正答率の水準に大きな差があるためそれを補正することを勧めている(e index)。さらに、耳の優位性 (ear dominance) 一大脳の機能局在一と同時に刺激の優位性(stimulus dominance) 一刺激の種類による正答率の違い一の存在も指摘し、結果の処理の際に考慮の必要があると論じた。しかし、刺激の優位性については統制が難しく、その補正についても限界があると述べている。もし、統制するとすれば被験者毎に適応的に刺激を制御しなければならず規模の大きい研究所以外では現実的ではないとし、検討の余地があるとしている。

もう一方は刺激の問題である。彼は実験の素材を大きく3つに分類している。

- (1) 単語あるいはより大きな言語単位を用いる場合。 自然音声であって各刺激は音響的には異質。 両耳に提示される波形もやや異なるため両耳は融合しない。
- (2) 自然音声の無意味音節。両耳に提示する対は、両者がスペクトル的に一致し、基本周波数が同期すればその音像は融合するが、そうでない場合は融合しない。
- (3) 合成音節を用いる場合。音像の融合について統制が可能となる。

彼は反応の不確定性に両耳の音像の融合状態が関わっている点を指摘している。それ故、ラテラリティーの測定には両耳に与えられた刺激の音像が常に安定して融合する状態に制御することにより、反応の不確定性は低めることが可能となると主張する。その場合には反応方法として一件法の採用を勧めている。このように両耳分離聴実験に用いる刺激において物理的に統制が必要な条件は、両耳の音像融合を前提とすると、融合を引き起こす物理変数と置き換えることができる。

Reppは両耳の音像融合を規定する物理的要因については波形の振幅包絡線と基本周波数の一致を上げ、波形の微細構造は音像の一致には影響しないと述べている。 さらに別の論文ではVOTの同期とフォルマント周波数遷移の同期を比べ前者の一致が融合をより導きやすいと報告している(Repp,1977)。 このような条件を考慮し、彼が作成した刺激は第二フォルマントの周波数遷移のみが異なる有声、

無声破裂音を含む合成 C V 音節であった。 さらに、 言語刺激によって生じる両耳の融合を規定する物理変数については Cutting(1976)の 研究に詳しい。

まず、彼は時間、強度、周波数の3者を両耳融合の物理指標して上げている。 そして、彼は過去に報告された両耳融合の現象を6つに分類した(図、1)。この6つの各々について両耳融合の上限となる値を過去の研究、自分自身の実験により示している (Table 1,2,)。

しかし、彼らの研究のみならず一連の言語音を用いたラテラリティー研究についてReppの指摘以外にもいくつかの疑問点がある。

- (1)過去の実験ではほとんどが両耳同時の条件下で行なわれている。なぜ両耳同時が必然なのか。両耳同時であるが片側の音圧を下げることでラテラリティーを相殺する方法(Speaks & Bissonette,1975)、SOAを変えることによる優位性の変化についての検討(Berlin,et al.1973,高山、佐久間、1983)は見られるが刺激設定等に問題があり必ずしも明確な結果ではない。また両耳における同時性はどの様な条件で知覚されるのか。クリックを用いた実験ではかなり詳細に検討されているが(Babkoff,1975)音声を用いた研究ではoffsetの統制に問題のある実験が多い(例えば、高山、佐久間、1983)。
- (2) 両耳とも言語音でなければいけないのか。 両耳同時に言語音を提示することにより、 蝸牛から大脳の同側半球に上昇する経路が抑制されると言われている (Bogen,1985)。 言語の処理の有意について論じるためには、 言語音対非言語音という刺激設定の方がより自然ではないのか。
- (3) ラテラリティーの効果は基本的には入力された言語情報の処理に関わるという点で研究者間で一致している。しかし、心理学的に測定を行なう以上、反応系まで処理された情報が保存されることが必要である。より具体的には記憶の介在が考えられる。反応指標の取り方についてはどの様な条件が必要なのか。

そこでさらに刺激と反応という2つの側面から考察する。

とりあえず刺激については C V 音節の両耳同時提示という一般的な実験パラダイムを前提とする。 その場合は、両耳の刺激の時間関係、 持続時間、 音圧を左右で揃えることが要求されてきた。 なかでも時間関係の同時性は重要であると言われている。

では同時性は何によって決まるのか。従来の研究からVOTの一致が重要である

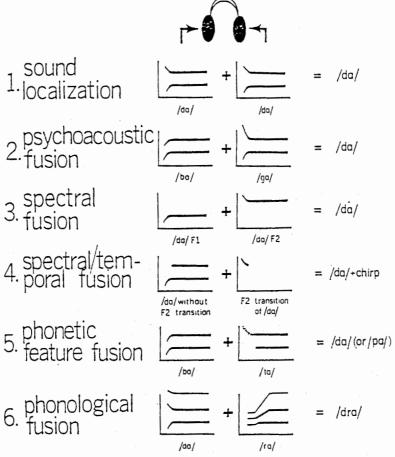


Figure 1. Schematic spectrograms of stimuli used in the six fusions. (F1 = Formant 1; F2 = Formant 2.)

图 1 cutting (1996) a 分類

表1 cutting dignelists

PREVIOUS UPPER LIMITS OF INTERSTIMULUS DISCREP-ANCIES PERMITTING THE FUSION OF SOUNDS PRE-SENTED TO OPPOSITE EARS FOR SIX TYPES OF FUSION

Fusion type	Onset time (msec)	Intensity (db.)	Frequency (Hz)
Sound localization	2.5° 10°	60° 654	25° 80° < 2°
Psychoacoustic fusion ^a Spectral fusion ^{1,1,2}	< 250i < 51	40m.¤	< 251
Spectral/temporal fusion ^m Phonetic feature fusion ^o -s	60p < 120q	40≖ 20r	> 142
Phonological fusions	> 150° < 200°	> 15 4	> 20 ^u

Woodworth (1938, p. 528) for clicks.

Cherry & Taylor (1954) for natural speech stimuli. Also see Tobias (1972) and Babkon (1975).

Groen (1964) for binaural beats of sine waves.

Application of "cyclotean" stimuli of Kubovy, Cutting, &

McGuire (1974)

• Licklider, Webster, & Hedlun (1950) and Perrott & Nelson (1969) for binaural beats.

- ! Perrott & Barry (1969) for sine waves near 2,000 Hz: considerably greater differences possible for higher frequencies. Also see Thurlow & Elfner (1959) and Tobias (1972).
- ² Halwes (1969) for synthetic speech stimuli.

 ⁴ Existence of this rusion gleaned from Halwes (1969). Also see Repp (1975d).

Broadhent (1955) for natural speech patterns.

I Broadbent & Laderoged (1957) for synthetic speechlike patterns.

* Leakey, Sayers. & Cherry (1958) for nonspeech; Matzker (1959), Linden (1964), and Smith & Resnick (1972) for natural speech; Haiwes (1969), Ades (1974), and Haggard (Note 2) for synthetic speech. Several examples cited by Tobias (1972)

may also fit into this category.

1 Pilot research by author using metronome-like ticks.

Rand (1974) for synthetic speech.
 Nye, Nearey, & Rand (Note 3) and Nearey & Levitt (Note 4) for synthetic speech.

· Shankweiler & Studdert-Kennedy (1967, subsequent analysis) for synthetic speech stimuli; Studdert-Kennedy, & Shank-weiler (1970) for natural speech.

P Estimated from Studdert-Kennedy, Shankweiler, & Schul-

- man (1970) for synthetic speech.

 Repp (1975a, 1975b, 1975c) for synthetic speech.
 Estimated from Cullen, Thompson, Hughes, Berlin, & Samson (1974) and Speaks & Bissonette (1975) for natural speech stimuli.
- Day (1968) for natural speech stimuli.
 Day (1970) for synthetic speech; Day & Cutting (Note 5) for natural speech.

" Cutting (1975) for synthetic speech.

表 2.

Upper Limits of Interstimulus Discrepancies PERMITTING CONSISTENT AND FREQUENT FUSIONS of /da/ for Six Types of Fusion (UPDATING OF TABLE 1)

Fusion type	Onset time (msec)	Intensity (db.)	Frequency (Hz)
Sound localization Psychoacoustic rusion Spectral fusion Spectral/temporal fusion Phonetic feature fusion Phonological fusion	< 5 < 40 < 40 < 40 < 40 < 80 > 80	< 10 40b 40b 25 25	< 2 > 80 > 80 > 80 > 80 > 80 > 80

Intensity differences are not relevant to sound localization as discussed here, since the fused percept never disintegrates with such variation.

• Rand (1974), using stimuli very similar to those used in the

と言われている。 しかし、 Furui(1986)が指摘しているようにスペクトル変化のピーク位置が音韻知覚にとって重要であることを考えると、 両耳提示における同時性にも考慮の必要があろう。 両耳に提示される刺激双方の時間関係については次の条件が考えられる。

- ① 破裂開始の時間が一致する条件 offsetの時間は音素によって異なる。
- ② スペクトル変化のピークが一致する条件 onset、offset時間の双方にずれがでる。
- ③ offset時間も一致する条件

①あるいは②ではoffset時間に差が出ることは不可避である。 そこでどちらかを一致させた状態で語尾の切断を行い 2 つの条件をそろえることが必要となる。

時間的同時性はVOT、スペクトル変化のピーク、振幅のoffsetのおもにそのいずれに規定されるかについては検討の必要があろう。

ラテラリティーの測度には左右での正答率がとられることが多い。 つまり両耳での誤答の量的な差が指標となっているわけである。 この誤答については情報処理心理学の観点からから見ると、入力系と出力系という 2 つの系に依存するものが混在する。

入力系では音像の融合による誤答、出力系では判断の時点でのread-outの反転によって生じる誤答があげられよう。後者については左右が反転するため、左右の差にはこの結果は反映されない。問題となるのは前者であろう。前者についてはCutting(1976)が指摘しているようにいくつかの水準が考えられる。刺激によって生じた誤答を検討することにより、現象が生起する水準を見きわめる必要があろう。

実験の課題も結果に影響する重要な要素である。 課題には、検出、同定、がそれぞれだ右、前後について考えられる。 各要素を掛け合わせることによって被験者の負荷が増大する。 過去の研究では同定*左右が課題となっている。 負荷の量は概念的には刺激と課題の両者によって規定されよう。 過去の研究では刺激による負荷の制御に力点が置かれ、課題による負荷はできるだけ軽くするように設定されているようである。

被験者の課題への習熟度も多く議論されている。習熟により変化する場合とそうでない場合があると報告されている(Porter,Troendle & Berlin, 1976)。習熟による個人差の増大、刺激の今後の応用を考えると、練習は最小限にとどめ、試行数もできる限り少なくすることが望ましい。

(目的)

実験1においては両耳分離聴実験における刺激側に必要な基礎的要因について特に時間的側面より検討する。 疑問点 (2) についてはここでは触れず (1) と (3) について検討する。 疑問点の (2) については実験2において考察する。刺激には破裂子音を含むCV音節を用いる。 明瞭度が高いこと、 大脳機能検査に多く用いられているという理由から合成音声は用いず、 自然音を使用する。 この刺激の音像はReppの指摘するようにほぼ分離して知覚される。 そこで音像が分離した状態でのラテラリティーの検出が目的となる。 さらに課題からの負荷として順序判断を導入する。 検討する要因は、1. 有声音と無声音 2. スペクトル変化の最大点か振幅の立ち上がりか 3. offsetとonsetの時間関係の影響。 の3つである。そして課題、両耳提示での同時性についても検討を加える。

(方法)

被験者:課題についてナイーブな被験者8名。いずれも聴力に異常はない。きき手は7名が右手と答えたが1名は両方と答えている。

刺激 : 1人の女性による6種 (/ba, da, ga, pa, ta, ka/) の自然発声破裂音。刺激の物理特性については表を参照。

刺激は次の3つの系列からなる。

(1) / b a, d a, g a, p a, t a, k a, / の各子音について左右で破裂開始時間を揃えた系列。

- (2) / b a, d a, g a / の 3 つ の 有 声 音 に つ い て 破 裂 開 始 時 間 を 合 わ せ た 系 列 と ス ペ ク ト ル 変 化 の ピ ー ク の 時 間 を 合 わ せ た 系 列。
- (3) (2) の系列についてoffsetを揃えるために語尾を切断した系列。

この3つのCVの中では/ga/のスペクトル変化のピークの位置が破裂開始位置より34msec遅れるためoffsetまでの時間が短くなる。そこで、この場合のoffset時間にあわせて他の音の語尾を切断した。切断は25Hzのサイン波の1/4波形のみを切り出し、音声のoffsetに乗算することにより行なった。破裂開始時間あるいはスペクトル変化のピークから音素のoffsetまでの時間は82msec程度となった。どの系列についても刺激は6種類。組合せは全部で30通りあり、4回の繰り返しを行なうため刺激数は120対となる。これらは杉下、吉岡(1986)に倣ったものである。

刺激布置については図、2を参照。

刺激の作成にはコンピュータを用い作成した。刺激はすべてDATに録音した。刺激はヘッドホンにより両耳に同時提示した。

提示音圧はSherwin & Efron(1980)らの指摘に従い骨伝導による影響をさけるため彼ら同様ピークで50dBSPLとした。

(使用した音声のデータ)

window (peek)

(Ba.dat)		(Da.dat)	
onset of bazz-bar	264.0msec	onset of bazz-bar	266.6msec
VOT	361.7msec	VOT	390.0msec
offset	496.0msec	offset	534.0msec
maximum spectral		maximum spectral	-
transition	365 msec	transition	400 msec
duration		duration	
þazz-bar	97.3msec	bazz-bar	123.4msec
voiced	134.3msec	voiced	144.0msec
power		power	
10msec hanning		10msec hanning	
window (peek)	74.12dB	window (peek)	74.84dB
(Ga.dat)			
onset of bazz-bar	260.3msec		
VOT	332.0msec		
offset	475.0msec		
maximum spectral			
transition	366 msec		
duration			
bazz-bar	71.7msec		
voiced	143.0msec		
power		•	
10msec hanning			

74.28dB

(Pa.dat)		(Ta.dat)	
onset of voiceless	255.0msec	onset of voiceless	258.0msec
VOT	270.0msec	VOT	275.0msec
offset	381.0msec	offset	383.0msec
maximum spectral		maximum spectral	
		transition	
duration		duration	
voiceless phonation	15.0msec	voiceless phonation	17.0msec
		voiced	
power		power	
10msec hanning		10msec hanning	
window (peek)	74.43dB	window (peek)	75.02dB
(Ka.dat)			
onset of voiceless	258.8msec		
VOT	299.6msec		
offset	419.0msec	•	
maximum spectral		•	
transition	= V O T		
duration			
voiceless phonation	40.6msec		
voiced	120.0msec		
power			
10msec hanning			

74.06dB

window (peek)

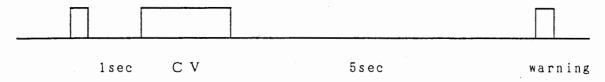


Fig.2 実験に使用した刺激の布置

手続き:課題は両耳に同時提示された刺激について、その同定、左右の判断、前後の判断、を行なうことである。検査刺激の1sec前に100msecの警告音が両耳同時に提示される。被験者は刺激終了後ただちに手元にあるシートの4つあるマトリクスに聞き取れた音素を記述する。その際、注意はなるべく両方の耳に均等にするように、できるだけ順序の判断をするようにと教示した。本試行にに先立ち10-20試行の練習を行なうことにより反応方法に習熟した。一つの条件は約14分で終了する。1条件終了毎に5-10分の休息をいれた。3つの条件終了までにはほぼ1時間強を要した。

表 3 左右の正答率(%) ()内はいずれもSDを表わす

	左	右	
条件 1	68.3	64.4	
	(7.1)	(9.9)	
条件 2	64.5	59.5	
	(10.2)	(11.1)	
条件 3	65.6	59.8	
	(12.2)	(12.9)	

表 4 条件1の音素別、左右の正答率 (%)

	左	右
有声	77.9	72.3
	(8.4)	(12.4)
無声	58.5	54.4
	(9.5)	(11.2)

表 5 前後判断と正答率 (%)

	先	後
条件 1	76.7	63.8
	(14.2)	(15.7)
条件 2	68.5	62.8
	(12.8)	(13.9)
条件 3	71.4	67.7
	(14.8)	(15.8)

表 6 左右と順序判断(%)

	左右	右 左
条件 1	63.1	38.1
	(16.2)	(17.3)
条件 2	67.6	31.2
	(17.6)	(16.5)
条件 3	66.5	33.5
	(12.7)	(12.6)

表 7 条件別の左右逆転誤答の平均値

条件 1	条件 2	条件 3
5.63	21.4	16.9
(5.22)	(8.9)	(8.07)

表 8 条件2における音素、左右別の正答数

	b	đ	g	b s	d s	gs
—— 左	28.9	28.9	24.0	24.5	25.1	26.8
	(5.82)	(7.01)	(4.18)	(7.35)	(6.21)	(4.18)
右	29.3	23.1	26.5	26.9	25.9	27.0
	(4.44)	(4.51)	(5.02)	(6.85)	(3.55)	(4.53)

表 9 条件 2 でのスペクトル変化のピークが一致する 条件とVOTが一致する条件における正答数

, 	ペクトル変化	VOT
条件 2	28.4	30.5
	(6.30)	(5.66)
条件 3	32.7	28.4
	(3.43)	(7.71)

表 10 条件3での音素、左右別の正答数の平均値

	b	đ	g	b s	đ s	g s
左	28.3	27.1	24.3	29.8	26.6	27.1
	(6.70)	(5.51)	(6.16)	(4.99)	(3.28)	(5.16)
右	24.4	26.5	27.6	27.8	26.1	30.3
	(4.95)	(6.81)	(4.97)	(5.38)	(6.13)	(3.93)

条件 1	条件 2	条件 3	
75.1	70.9	63.5	
(13.3)	(16.9)	(30.5)	

(結果)

それぞれの条件について結果を表に示す。

条件1:

左右で正答率を比べると差は有意ではないがやや左のほうが高い(表 3)。 無声音と有声音を比べると有声音の正答率が有意に高い(p(0.002)(表 4)。 しかし左右を比べると有意な差はない。

次に順序判断では、前と判断したときの方が正答率が高くなる(p(0.024)(表 5)。判断の順序は右一左に比べて左一右と判断する比率が高い(表 6)。 条件 2:

正答率の左右での差は条件 1 とほぼ同様であるが、左右を逆に答える誤答が多くなる (表 7)。 音素別では有意な差は見られない。 スペクトル変化のピークと VOTのそれぞれで語頭を一致させた条件を比べると両者の間には有意な差は みられない (表 9)。

前後で正答率を比べると有意な差はない(表 5)。判断の順序は条件1と同様左一右の順に判断する比率が高い(表 6)。

条件3:

正答率はやや左の方が高いが有意な差ではない(表 3)。 左右逆転の誤答は 条件 2 よりもやや少ないが条件 1 よりは多い(表 7)。 音素別に検討すると tukey法による多重比較の結果右の b と g s の差についてのみ有意であった (p(0.05)(表 1 0)。 スペクトル変化のピークと V O T のそれぞれ語頭を一致 させた条件を比べると前者の正答率が高い(p(0.05)。 さらにスペクトル変化のピークと V O T で語頭を一致させた条件では正答率はより高くなる (表 9)。

順序判断の結果を見ると、正答率の差は前後ではみられない。そして、左-右の順の判断比率が高い。同時、継時判断は条件1、2、3の順で少なくなる傾向はあるが有意ではない。

(考察)

スペクトル変化のピークとVOTのそれぞれで語頭を揃えた刺激を用いた条件3の結果は、前者の条件で正答率が高くなる傾向を示している。これは後者において誤答率が相対的に高いことを意味する。この場合の誤答率は混同率と等価であるため刺激の類似度は後者において高く、VOTの一致が刺激の類似性を規定することが示唆される。VOTの差が最も大きい条件3の/b/のVOT条件と/g/のスペクトル変化最大点の条件の間でのみ正答率に有意な差が見られたという多重比較の結果もこの知見を裏づけるものである。しかし、この条件には制約がある。offsetが統制されていない条件2の結果は条件3の様な差を示してはおらず、VOTの優位はoffsetの一致が条件となることがわかる。この結果は両耳の融合にはスペクトルに比べて振幅包絡の一致が重要であるというRepp(1976)の知見と対応する。

各条件の結果はいずれもREAを示してはいない。条件1では音素別の誤答率を見ると無声音の誤答が多い。これはReppの指摘する刺激の優位性が非常に強いことを意味し、大脳の機能差が埋もれてしまった可能性を示唆する。条件2、3では正答率を見る限り刺激の優位性は少ないように思われる。しかし、結果はむしろLEAに近い。

この結果についてまず機構の面から考察する。

Cutting(1976)は両耳から与えられた情報の融合について3つの水準を推測している。

1. 波形レベルでの融合

(fusion by integration of waveforms)

2. 音響的特徴の統合による融合

(fusion by integration of acoustic features)

3. 言語的特徴の崩壊と再構成による融合

(fusion by disruption and recombination of linguistic features)

Reppは両耳の情報が知覚的に融合した状態でむしろ明確にラテラリティーが現われることから1の水準と2の水準は独立であると考えている。1の水準での知覚的融合は両耳の情報のcross-correlationの高さから生じ、空間定位に関わる。しかし、これとは独立に同時に両耳からの情報は別々にそれぞれ反対側の大脳半球に転送される。言語は大多数の被験者では左半球で処理されるため、右半球に送られた音声情報は脳梁を経由して左半球に転送される。ラテラリティーは右半球を経由することによって生じる時間差、あるいはその経路で付加される雑音成分によって生じると説明されている。今回の実験ではRepp(1977)が指摘しているように両耳の1の水準での知覚的な融合の生起の有無がラテラリティ指標に影響した可能性がある。しかし、両耳の融合が不安定と言われる自然音声を用いた研究においてもラテラリティは見出されている(例えば、Studert-Kenedy&

Shankweiler,1970)。 今回の実験では順序判断というこれまでの実験とは異なった課題が導入された。 REAが見られなかった原因は課題の設定にあった可能性が考えられる。

順序判断の比率は条件 1、 2、 3の順で下がる。これはこの順で同時判断の割合が増えることを意味し、両耳の同時判断にはoffsetと V O T の一致が必要となるという知見と対応する。条件 1 において先と判断したときには正答率が高くなるが、条件 2、 3 ではこの傾向は見られない。条件 1 では同時判断の比率が低いことを考え合わせると無声子音が有声子音と混在しているときには V O T で語頭が揃っていてもかなり明確に順序判断が可能であったことが示唆される。そして、無声子音は有声子音に比べて母音部分の持続時間が短いことを考え合わせると、順序判断には先に指摘したと同様、offset時間の一致が重要な要素となっていることがわかる。

しかし、先と判断された方の正答率が高いという結果は、純音や音素によるdichotic backward recognition masking (Massaro, 1976; Darwin, 1971; Repp,

1975)から推測される結果とは逆であった。 この差は彼らがoffsetの効果について 注意を払っていなかった点に関わる可能性もあり、 さらに検討が必要であろう。

さらに、誤答を検討すると条件 2、3では左右の反転の誤答がかなり多い。この誤答は入力系では分析が正しく行なわれていたことを示唆する。むしろこの誤答記憶、再認、判断などのread-outに関わる過程で生じたことが推測される。時間順序あるいは空間配列を課題とすると一度記憶し、再認、判断する処理が必要である。今回の課題では求められた判断は 2 次元と複雑であったためどちらの次元の処理を優先するかによって出力の状態はかなり変動することが考えられる。しかも、これらの出力系とラテラリティーの間の関係は明瞭ではない。このように考えると、ラテラリティーに関して両耳分離聴実験で検討するためには、負荷は軽く、判断は 1 次元とし、記憶の介在をできる限り排除するした課題が望ましい。

実験の結果、ラテラリティー検査に用いる刺激作成に必要な物理的要因は次の 条件が上げられる。

刺激によって生起する音像は1つであることが望ましい。 このため 刺激については

- (1) VOT、 offsetは両耳で一致すること。
- (2) 基本周波数はその変動を含めて一致すること。
- (3) 信号の強度は一致すること(ただし、両耳の情報が知覚的に一致することを意味する)。

の3つの条件が

課題については、1件法あるいは2件法とし、負荷を軽くすることが必要であろう。

(目的)

実験1の結果、両耳の音像の融合と課題の負荷についての条件が指摘された。 そこで、実験2においてはこれらの要因を考慮して作成した刺激を用い、課題の 負荷は軽くして両耳分離聴実験を行いラテラリティー効果について検討を加える。

刺激には合成音声を用いる。合成音声の使用は条件統制の上で必要不可欠であるといわれるが、過去の研究で用いられた並列型のフォルマントシンセサイザーで作られた音声は決して良質ではない。特にCutting(1976)の刺激は第一、第二フォルマントのみから成り立っており、音素の明瞭性にはかなり疑問がある。刺激の臨床場面での応用を考えた場合、被験者には脳障害が考えられ不明瞭な音素では検査そのものが困難となることが考えられる。従って課題もできる限り容易なものが望まれる。

また、この実験では先に上げた第2の疑問点ー両耳に言語音が必要かーについて考察する。両耳の音像の融合を前提とすると、これまでの方法では両耳に類似した言語音を提示する方法しか考えられない。しかし、両耳融合の条件を備えた非言語音があれば実験は可能であろう。このような音の一つとしてここではPARCOR分析から得られた残差信号の採用を考える。この信号は原音声と振幅包絡、エネルギー、ピッチパタンのすべてを保存する。ただ、そのスペクトル包絡が平坦化されているだけである。知覚的にはフォルマント情報を持たないため単なるバズとしてしか聞こえない。しかし、原音声と反対の耳に同時に提示すると音像融合の条件をすべて満たしているために、その音声と空間的には融合を起こす。この刺激を用い、空間的判断を求めることにより言語音と非言語音の処理について従来とは別の視点から分析することが可能となろう。

そこで、実験2では2つの点について検討する。

- 1. 空間的に融合する刺激でどこまでラテラリティーが測定できるのか
- 2. 空間的に融合した状態での非言語音と言語音の同時提示によりラテラリティーの検討は可能であるのか。

被験者: 先の実験に参加したうちの7名。きき手は6名が右、1名が両方と答えている。

刺激:

刺激は先の実験1で用いられた音声を材料としPARCOR法により作成した。サンプリングレート12kHz、フレーム長は20msec、フレーム周期は2msecで12次のPARCOR係数が求められた。刺激の種類は前回同様の6種(/ba,da,ga,pa,ta,ka/)。これらはdaから得られた予測残差を共有し、各音素より算出されたスペクトル包絡を用いて作成された。その際、位相、bazz-bar、振幅のonset,offsetはすべて同一となるように操作した。この結果、作成された各音声の振幅包絡、基本周波数はすべて同一となりReppの主張する両耳の音像融合の条件はすべて満たされる。

刺激は次の2つの系列からなる。

- (1) / b a, d a, g a /, / p a, t a, k a / の有声音、無声音のそれぞれの中で対を形成した系列。それぞれの対の繰り返しは8回。従って各々刺激の数は48対となる。
- (2) / b a, d a, g a, p a, t a, k a / の 6 つの音素を片耳に、その反対の耳には残差信号を同時提示した組合せを左右それぞれ 1 0 回ずつ。 刺激数は 1 2 0 対となる。

刺激布置、音圧、等は実験1と同様である。

手 続 き:

被験者に求められる課題は条件1と条件2で異なる。条件1では提示された音素を1つだけ手元の用紙に記入されることが求められる。もし、2つ聞こえた場合には優位な音素1つを記入する。条件2では音素がどちらの耳に提示され、どの様な音素であったか、について用紙に記入することが課題となる。実験に先立ちまず用いられる音素を1つづつ両耳同時提示し、その後に10回の練習を行なった。2つの条件終了までにはほぼ30分程度を要した。

表 12 / ba, da, ga, pa, ta, ka/ における左右の正答数の違い。それぞれ繰り返しは48回

/ba,da,ga/		/ pa, t	a,ka/	total	
L	R	L	R	L	R
25.3	22.1	22.1	22.4	47.4	44.6
(9.51)	(4.6)	(4.6)	(6.3)	(7.2)	(9.8)

表 13 予測残差を両耳提示した条件での左右の成績の差 (%)

音素	ヾ場 所	場所のる	3
L	R	L	R
45.8	54.2	76.1	83.8
(11.9)	(14.2)	(8.2)	(11.9)

表 14 各刺激対の平均正答数 すべて左、右の順

	/ba, da,ga/	
ba da	ga ba	da ga
2.1 5.4	0.9 6.6	6.4 0.9
da ba	ba ga	ga da
4.9 2.7	6.1 1.4	2.3 5.0
•	/pa, ta, ka/	
pa ta	ka pa	ta ka
2.1 5.6	4.4 2.9	4.3 2.3
ta pa	pa ka	ka ta
6.4 1.4	3.1 4.9	1.7 5.6

条件1の結果は実験1と同様に有意なREAは示していない(表 12)。 1 名の被験者を除く他の6名の被験者は/ba,da,ga/,/pa,ta,ka/の系列間で優位な耳は変わらない。 REAを示したものは2名,LEAを示したものは4名、両方が同じ正答率であったものが1名である。

条件2の結果は場所、音素の両者の同定ができた割合をみても(音素*場所)、場所だけ同定できた割合をみても全体として統計的に有意ではないが、条件1とは異なってREAの傾向がみられる(表 13)。音素、場所の両者を正答の条件とした場合にはREAを示した被験者が4名、LEAを示した被験者が2名、左右がほぼ同じ結果の被験者が1名であった。条件1と条件2で同様の結果を示した被験者は3名だけであった。

さらに音素が提示された耳の場所判断の正答率をみてもその傾向は変わらない。

(考察)

実験2の条件1においてはRepp(1977)の指摘通り両耳の音像が融合するように刺激を設定し、一件法を用いて実験を行なった。しかし、その結果は実験1と同様REAを示さなかった。彼は、刺激の優位性が強い場合にはREAは刺激の優位性によって相殺される点を指摘している。そこで、各刺激対の正答率をそれぞれ算出した(表 14)。表を見るといずれの刺激条件でも非常に明確な刺激の優位性がみられ、ラテラリティーの効果よりも大きい。正答率の差から/ba,da,ga/の系列では優位性はda/ba/gaの順に/pa,pa,ka/の系列ではta/ka/paの順で現われている。この原因については、合成において音源にdaの残差を用いたことが考えられる。PARCOR分析では音源とスペクトル情報は分離するが、合成の際には両者の間には相互作用があり、その結果として音源と一致したものが最も原音声に近い。/ta/については調音点が/da/と同じであるため/pa,ka/より明瞭となったのであろう。この問題を解消するためには、音源に全ての音素の残差を用いた刺激をそれぞれ作成する、あるいは残差の平均を求めそれを音源にする方法が考えられる。またPARCOR法の採用に限らず、刺激の優位性の影響を少なくするためには、多くの種類の音素を用いた刺激を作ることが必要と思われる。課題について

は刺激の優位性が強いため検討は難しい。しかし、課題の負荷の低さは被験者の動機づけを高める面で利点が大きいように思われた。

条件2では、これまでの両耳分離聴実験とは異なり音素刺激はどちらか一方の耳にしか提示されない。この刺激設定では、刺激の優位性のラテラリティーへの関与は従来の課題に比べると低いと思われる。結果を見ると、条件1では刺激の優位性によって耳の優位が現われなかったにもかかわらず、条件2ではREAの傾向がやや見られる。しかも、その差は音素の提示された耳の同定率にも現われている。音素の正答率を考慮すると正答率は全体にかなり下がるが、その低下の量には左右の差はあまりない。この2つの点から判断すると、種類に関わらず右耳に音素情報がある時には言語中枢に優位に転送されるが、同定の段階ではどちらの耳の情報も等価に処理されるという情報処理形式が推測される。

条件2の結果は、両耳分離聴実験では両耳同時に言語刺激を提示する条件は必ずしも必要ではないことを示唆する。

この条件の課題については、音素と場所の2つが同時に要求されているが、結果を見る限り後者のみでも十分かも知れない。

高山ら(1983)やLauter(1981)の指摘しているように右ききと報告している全ての被験者がREAを示しているわけではない。条件1においては刺激の優位性によることが明らかになったが実験2の結果についてはこのような説明はできない。この点についてはラテラリティー検査(例えば0ldfield,1971)等、両耳分離聴以外の方法での検査を同時に行ない、相関等の技法を用いて検討することが必要であろう。

(まとめと今後の展望)

自然音声と合成音声のそれぞれを用いた実験の結果から両耳分離聴実験に必要な条件として次の2つが上げられる。

(1) 刺激の条件

同時提示を前提にすると必要な物理的条件は、両耳の音像の融合条件と置き換えられる。両耳の音像の融合には両刺激の振幅包絡、基本周波数、VOTとoffset時間のそれぞれの一致が条件となる。しかし、この条件を満たせば必ずし

も両耳の刺激が言語刺激である必要はない。その条件を満たす刺激の1つにPARC OR分析から算出された残差信号が上げられる。合成音の使用に際してはその明瞭度が高ければ問題はない。但し、両耳の情報の類似性が高まるほど、物理的な差が小さくても刺激の優位性は強く現われる可能性がある。従って自然音を用いるにしても合成音を用いるにしても同じ刺激を繰り返すのではなく異なった種類の刺激を数多く使用することが必要である。

(2) 課題の条件

刺激の負荷を軽くし、課題の負荷を重くすると複数の判断水準が要求されることになり、個人差の影響が大きくラテラリティーの差は不明瞭となる。刺激の負荷を重くし、単純な課題を設定することが望ましい。

刺激には合成音を用いる方が刺激の統制には有利である。しかし音韻の明瞭性では自然音声の利点が大きい。合成音声の作成にあったっては自然音に近いあるいはそれ以上の明瞭性が得られるよう工夫が必要であろう。そのためにはフォルマント周波数遷移以外の要因についての考慮も必要であろう。またPARCOR法から得られた残差を用いた検討はさらに進める必要がある。音韻性の情報処理モデルについても検討が可能であろう。

今回の実験では刺激の音圧を50dBSPLとしたが、 明瞭性を得るためには通常会話程度の音圧が必要である。 今後の実験では音圧は70-80dB程度と過去の実験に従い、骨伝導の影響よりは明瞭度を優先させるべきかも知れない。

結果の分析は被験者の数が少ない等の理由から単なる正答率を用いたがReppの 言ういくつかの指標についても今後検討の必要があろう。

(謝辞)

滞在期間中、暖かくご指導頂いた東倉室長、プログラムの作成等、実験の実施面で多大の協力を頂いた上田和夫氏、そして聴覚研究室の皆様にお礼申し上げます。

(REFERENCES)

- Babkoff, H. Dichotic temporal interactions: fusion and temporal order.

 Perception & Psychophysics 1975, 18, 267-272
- Berlin, C.I., Lowe-Bell, S.S., Cullen, J.K. jr., Thompson, C.L. & Loovis, C.F.

 Dichotic speech perception: An interpretation of right-ear advantage and temporal offset effects. The Journal of the Acoustical Society of America 1973, 53, 699-709
- Bogen, J.E.: The callosal syndrome. In:Heilman, K.M., and Valenstein, E. (eds). Clinical Neuropsychology, 2nd Edition, Oxford University

 Press, New York, 308, 1985 (sited in 杉下、吉岡 1986)
- Cutting, J.E. Auditory and linguistic processes in speech perception :influences from six fusions in dichotic listening.

 Psychological Review, 1976, 83, 114-140
- Darwin, C.J. Dichotic backward masking of complex sounds.

Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1971, 23, 386-392

- Furui, S On the role of spectral transition for speech perception.
 - The Journal of the Acoustical Society of America, 1986, 1016-1025
- Kimura, D. Functional asymmetry of the brain in dichotic listening.

 Cortex 3, 163-178
- Lauter, J.L. Dichotic identification of complex sounds: absolute and relative ear advantages. The Journal of the Acoustical Society of America, 1982, 71, 701-707
- Massaro, D.W., Cohen, M.M., & Idson, W. Recognition masking of auditory
 lateralization and pitch judgments. The Journal of the Acoustical
 Society of America, 1976, 59, 434-441
- Oldfield,R.C. The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventry. Neuropsychologia,1971,9,97-113(sited in高山&佐久間1983)
 Porter,R.J.Jr.,Troedle,R.,& Berlin,C. Effects of practice on the

perception of dichotically presented stop-consonant-vowel syllables.

The Journal of the Acoustical Society of America, 1976, 59, 679-682

Repp,B.H. Dichotic forward and backward "masking" between CV syllables.

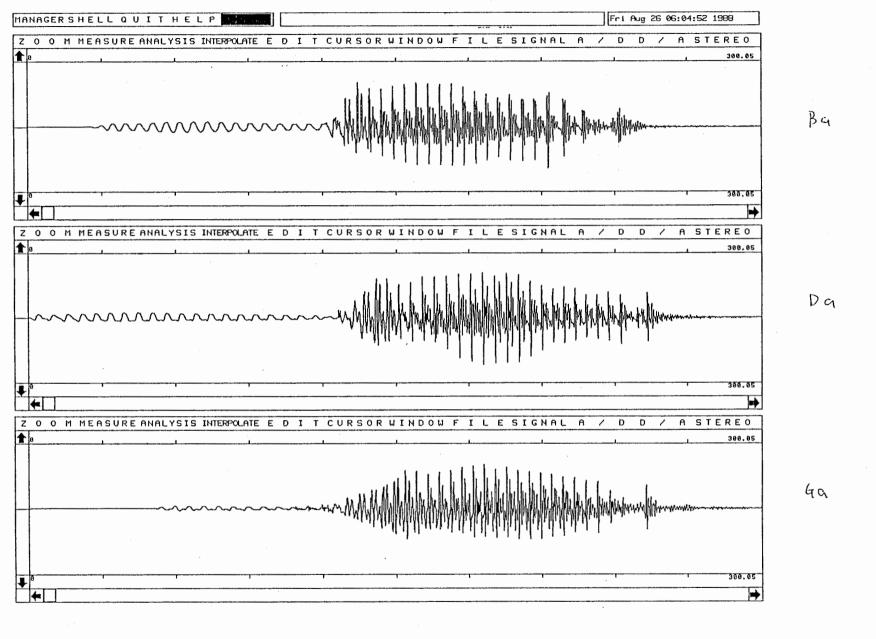
The Journal of the Acoustical Society of America, 1975, 57, 483-496 Repp, B.H. Identification of dichotic fusions.

The Journal of the Acoustical Society of America, 1976, 60, 456-469 Repp, B.H. Measuring laterality effects in dichotic listening.

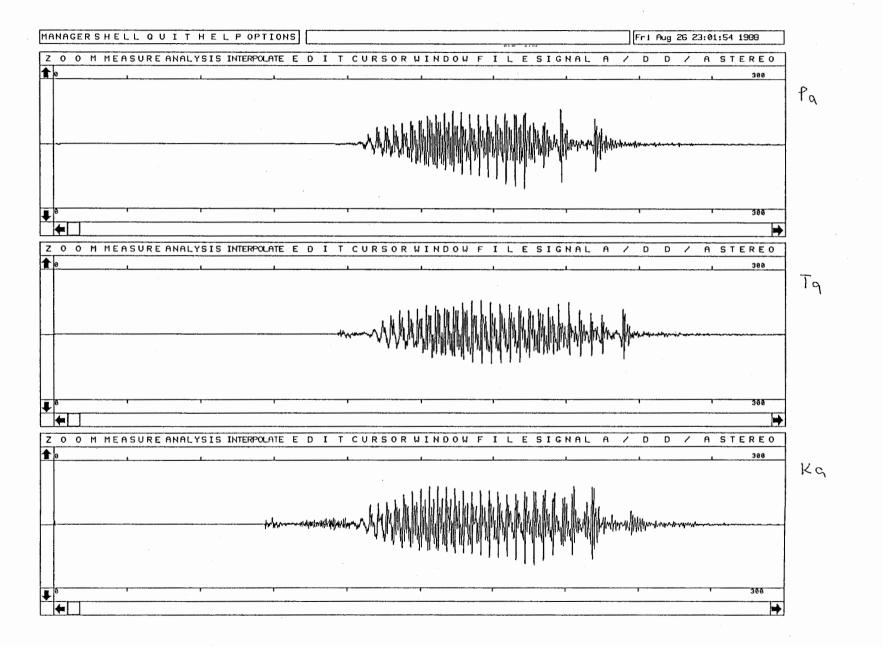
The Journal of the Acoustical Society of America, 1977, 62, 720-737 Repp,B.H. Dichotic comptition of speech sounds: the role of acoustic stimulus structure.

Journal of Experimental Psychology: human perception and performance 1977, 3, 37-50.

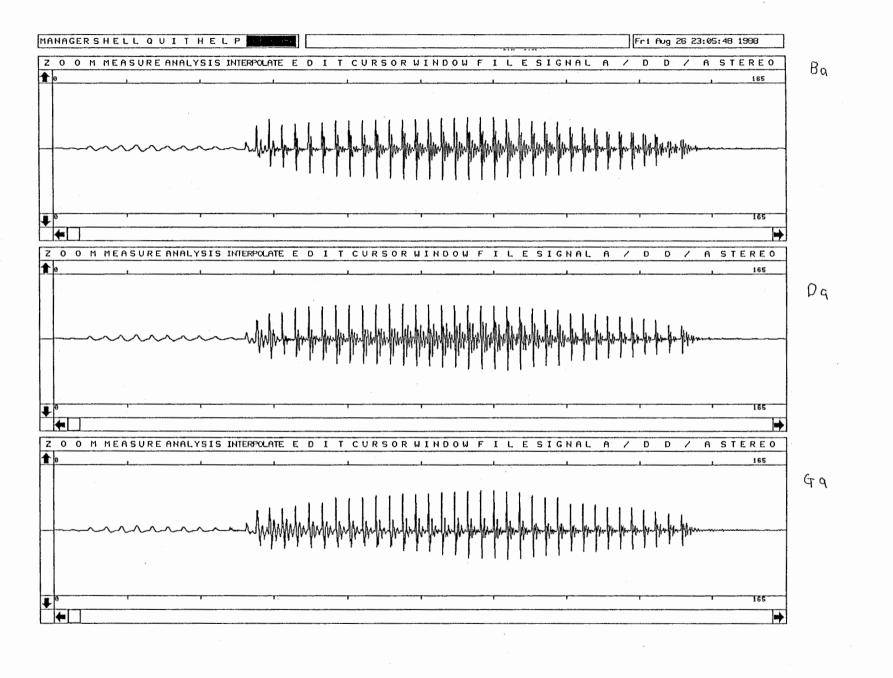
- Sherwin, I., & Efron, R. Temporal ordering deficits following anterior temporal lobectomy. Brain & Language, 11,195-203
- Speaks, C., & Bissonette, L.J. interaural-intensive differences and dichotic listening. The Journal of the Acoustical Society of America, 1975, 58,893-898.
- Studdert-Kenedy, M., & Shaankweidler, D. Hemispheric specialization for speech perception, The Journal of the Acoustical Society of America, 1970, 48,579-594
- 杉下 守弘、吉岡 真澄 脳梁後部切断例におけるDichotic listening 失語症研究、1986,6,1185-1188.
- 高山 智行、佐久間 章 二分聴言語刺激の識別におけるラテラリティ効果 - 耳の有利性と遅延効果 - 日本音響学会聴覚研究会資料 1983, H83-67



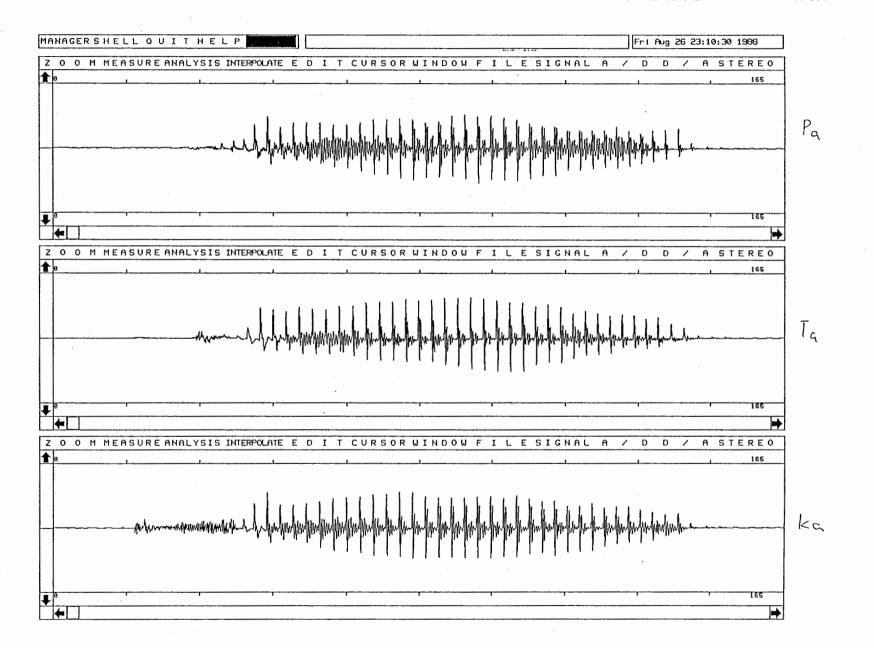
使用(た音声の派列 自然音声



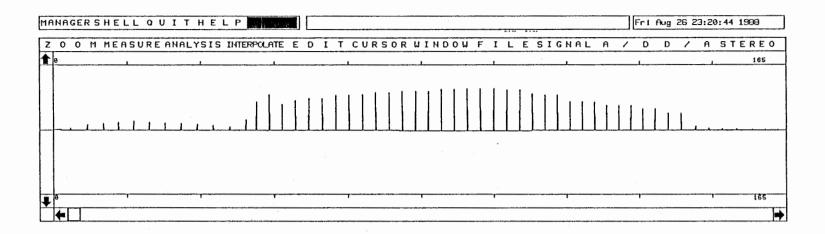
使用(た音声の流形) 自死音声



(本角に下音音を)角本) 合放音



(市成、青音オン同教) 音な台



実験 2 へ使用(な) 残差から得られた。18ハスかり

Fri Aug 26 23:32:59 1988 MANAGERSHELL Q U I T H E L P ZOOM MEASU ANALY INTER EDIT CURSO WINDO FILE SIGNA A / D D / A STERE ZOOM MEASU ANALY INTER EDIT CURSO WINDO FILE SIGNA A / D D / A STERE ZOOM MEASU ANALY INTER EDIT CURSO WINDO FILE SIGNA A / D D / A STERE ZOOM MEASU ANALY INTER EDIT CURSO WINDO FILE SIGNA A / D D / A STERE 56.35 ZOOM MEASU ANALY INTER EDIT CURSO WINDO FILE SIGNA A / D D / A STERE ZOOM MEASU ANALY INTER EDIT CURSO WINDO FILE SIGNA A / D D / A STERE 53.76

スペクトル京れのプロット

ba Pa

da to

ga ka

Dichotic listening test

名前:

年齢 才

右きき・左きき

このヘッドホンからは、両耳にそれぞれ1つずつ "ば"、"だ"、"が"、"は"、"た"、"か"のうちのいずれかが提示されます。あなたにやっていただくことは、

- 1. どんな音素が
- 2. どちらの耳に
- 3. どちらが早く

聞こえたか、についての判断を手元にあります用紙に記入していただくことです。 ・記入例

L R

O Ba 先

Ta 後

1 Ga Da 先

2 先

- O. O回目ではBaとTaが聞こえ、Baが 右耳に先に聞こえたと判断したのでR、先 の場所にBa、L、後の場所にTaと記入 しました。
 - 1. 1回目では右、左同時にDa, Gaが それぞれ聞こえたので "先"の箱に両 法の答えを記入しました。
 - 2. 2回目では先にでたものがわからず、後から左にBaが出たことだけわかったので
 L、後の箱にBaと記入しました。

	L	R			L .	R	_
1			先	6			先
			後				後
2			先	7			先
	-		後			·	後
3		·	先	8			先
			後				後
4		·	先	9			先
•			後	•			後
5			先	10			先
			後				後
							1

1

L R L R 先 i 先 7 後 後 先 先 2 8 後 後 冼 先 3 9 後 後 先 先 10 4 後 後 先 先 5 11 後 後 先 先 12 6 後 後 /

Ç

Dichotic listening test

ver. 2. 0

名前:

右きき・左きき・両方

このヘッドホンからは、ピーという音の後から"ば"、 "だ"、 "が"、 "ば "、 "た"、 "か"のうちのいずれか1つが聞こえます。 あなたにやっていただ くことは、音が終わったら

どんな音素が

聞こえたかについて、手元にある用紙に記入して頂くことです。 記入の時間は 5 秒です。 5 秒たつと次の音が出ます。 あわてず、 聞こえた通りに記入してください。 なお、 記入は平仮名でもカタカナでも結構です。

(練習)

1	6	
2	7	
3	8	
4	9	
5	 10	

	 , ,	 			
1	13	25		37	
2	14	26	,	38	
3	15	27		39	
4	 16	28		40	
5	17	29		41	
6	 18	30		*42	
7	 19	31		43	
8	 20	32		4 4	
9	 21	33		45	
10	 22	 34		46	
11	 23	 35		47	
12	24	 36		48	
	1	 4		-	

,