

TR-A-0044

単音節のダイコック・リスニング：

耳の優位性における個人差、刺激の優位性

上田 和夫

岡田 斉

東倉 洋一

Kazuo Ueda

Hitoshi Okada

Yoh'ichi Tohkura

1989. 1. 10

ATR視聴覚機構研究所

単音節のダイコティック・リスニング： 耳の優位性における個人差、刺激の優位性

上田 和夫

京都大学文学部・A T R 視聴覚機構研究所

岡田 斉

新潟中央短期大学

東倉 洋一

A T R 視聴覚機構研究所

内容梗概：ダイコティック・リスニングの実験において、「刺激の優位性」の影響を減少させ、「耳の優位性」による左右差を精度よく取り出すことを目的として、PARCOR 合成した単音節 /ba/, /da/, /ga/ を用いた心理実験を行なった。まずダイコティック・リスニングにおいて二音節間の音圧バランスを調整することにより両者の明瞭性をバランスし、被験者ごとに調整された音圧バランスでダイコティック・リスニングの実験を行なった。その結果、音節間の明瞭性のバランス点が被験者によって大きく異なること、音節の組合せによって被験者内での左右差が変化し、その順位により、被験者をいくつかのグループに分けられることがわかった。さらに、刺激の優位性を消去するための効果的な実験方法について考察した。

まえがき

ダイコティック・リスニング(dichotic listening)の実験技法は、最初 Broadbent (1954) によって人間の記憶過程の研究を行なうために用いられ、後に Kimura (1967) が耳の有利性(ear advantage)を調べるための手段として用いた。実験結果に見られた左右差(laterality)を Kimura は、人間の聴覚神経は反対側の脳半球とのつながりが、同側の脳半球とのつながりよりも強い（反対側の入力と同側の入力を抑制する）、言語領のある左脳半球とのつながりが強い右耳の方が、左耳よりも音声の認識において有利となる、と説明した (Fig. 1)。そして、「音声の認識には右耳が有利 (REA: right-ear advantage)、旋律の認識には左耳が有利 (LEA: left-ear advantage)」とする二分法が主張された。

その後の研究は、このような単純な二分法、ないしは、これに左右差が見られない場合を含めての三分法に対して、以下のような疑問を投げかけている。無意識の注意が耳の有利性の決定に影響を与える (Studdert-Kennedy, 1975)、有利性は連続体で、被験者間で連続的に変化するものである (Shankweiler and Studdert-

Kennedy, 1975)。旋律の認識に関しても、Shepard(1964)の無限音階複合音を利用した実験により、成分周波数を固定してスペクトル包絡を動かして作った旋律の認識と、スペクトル包絡を固定して成分周波数を動かして作った旋律の認識とでは、有利性が逆転することが示されている(Charbonneau and Risset, 1975)。半球の機能差は、耳の有利性の元となる様々な要因のうちの単なるひとつに過ぎず(Repp, 1977a)、半球機能差と耳の有利性とを、現時点で直接結びつけてよいとは考えられない(Lauter, 1982; Speaks, Niccum, and Carney, 1982)。また、耳の有利性と刺激が音声として聞こえるかどうかということは関係がない(Lauter, 1983)。耳の有利性は--連続体であるから--右か左かだけではなく、有利性の大きさまで含めて考えなければならない。ある一つの刺激について、その絶対的有利性(absolute ear advantage)に関しては個人差がみられる。しかし、刺激の種類を考慮すると、相対的な有利性(relative ear advantage)--「比較的」右有利(左の有利性が小さい)であるか、左有利(右の有利性が小さい)であるか--については被験者間で一致がみられる(Lauter, 1982; Lauter, 1983)。

このようにダイコティック・リスニングにより得られる耳の有利性の要因は、当初考えられていたような単純なものではなく、様々な要因が絡まっている。それ故、実験を行なうにあたっては、特に方法上の問題点から生じる要因はできるだけ排除する必要がある。Repp(1977a)はダイコティック・リスニングの実験方法に関して、次のような提言を行なっている。(1)刺激音として、融合するように作られた合成音を用い、(2)被験者にはただ一つの回答を求める。そして、得られた結果は、耳の優位性(ear dominance)と、刺激の優位性(stimulus dominance)の、二つの要素が入り交じったものと考えるべきである、と主張している。ここで、耳の優位性とは、片方の耳が他方の耳よりも優位であることを、刺激の優位性とは、どちらの耳に提示されたかに関わらず、ある刺激が他の刺激よりも優位であることを指している。

この刺激の優位性の問題を解決するために次のような方法が考えられる。ダイコティック・リスニングの実験に先だって、ダイオティック(diotic)で二つの音節を同時に提示し、二つの音節が聞き取られる確率がちょうど等しくなるように両刺激間の音圧バランスを調整する。この調整された刺激を用いてダイコティック・リスニングの実験を行なえば、耳の優位性をより明確に調べることができるであろう。

今回我々はこのような実験方法の有効性を確かめることを目的として実験を行なった。また、従来ダイコティック・リスニングの実験で用いられた合成音は、明瞭性に関して必ずしも十分な品質のものではなく、そのために左右差が減少するという報告がある(Repp, 1977b)。今回の実験ではこの点も考慮し、PARCOR合成による明瞭性の高い刺激を用いることで改善をはかった(上田、岡田、東倉、1988; 上田、岡田、東倉、1989)。

1. 刺激の明瞭性をバランスさせるための実験

1.1 実験方法

刺激音として、女性話者の発話した /ba/, /da/, /ga/ (12 kHz サンプリング、16 bit 量子化) の PARCOR 分析合成音を用いた。分析合成のフローチャートを Fig. 2 に示す。ここで、時間窓は 20 ms のハミング窓、分析次数は12、分析フレーム周期は 2.5 ms とした。合成においては、スペクトル情報 (PARCOR 係数) として、各音節の分析結果をそのまま用いた。三つの音節のパワーと基本周波数パターンを完全に一致させるため、音源情報として平均音源パターンを用いた。平均音源パターンとは、三つの音節の分析で得られた音源パターンで、パワーについては dB 値の算術平均を、基本周波数については周期の算術平均をフレーム毎に取ったものである。これらの刺激音のバズ・バー (Bazz-bar) の長さ、全体の持続時間 (250 ms) は互いに等しくなるように調整した。刺激音の波形を Fig. 3 に示す。

三つの音節の組合せ三対のそれぞれについて、合計の音圧を一定に保ち、相対音圧差を 2 dB ステップで変化させた刺激を作った。相対音圧差の変化範囲は 0 ~ 8 dB である。対にされた音節の立ち上がり時点を揃えてワークステーション (MASSCOMP, MC5600) から DA 変換した後、アナログでミックスし、ダイオティックの刺激を作成した。刺激をランダムに並べて DAT (SONY DTC-1000ES) に録音し、防音室内で、ヘッドフォン (STAX SR A Pro) により被験者の両耳に提示した。相対音圧差が 0 dB の刺激の音圧を基準として提示音圧を調整した。具体的には、人工耳 (B&K, type 4153)、マイクロフォン (B&K, type 4134) 及び精密騒音計 (B&K, type 2231) を用いて、母音定常部の音圧が 80 dB SPL となるように調整した。ITI は 2 秒とした。被験者は /ba/, /da/, /ga/ のうちのどれが聞こえたかを答える。二つの音節が聞き取れた場合には、よりはっきりと聞こえた方を答えるように教示を与えた。各刺激対について 20 回の判断を求めた。被験者は 20 ~ 40 代の女性 10 名である。全被験者について聴力検査を行い、全員の聴力が正常であることを確認した。被験者のうち、1 名は筆記、食事のときのみ右手を使い、それ以外の作業には左手を使う、不完全な左利きである。他の 9 名の被験者は右利きである。

1. 2. 実験結果と考察

被験者の反応結果から、刺激ごとに認識された音節の率 (%) を求めた。誤答 (提示されなかった音節を答える) はきわめて少なく (平均 2.6%)、各被験者内では一つの刺激につきせいぜい 1 回の誤答が見られただけであった。反応結果の一例を Fig. 4 に示す。二つの音節が等確率で認識される相対音圧差を 50 % 点の前後のデータから直線補間により推定した。どちらかに誤答が含まれていた場合には、誤答のパーセントを二分して正答のデータに加えた。被験者 9 の /da/ - /ga/ については 50 % 点に到達できなかったため、刺激の変化範囲を広げて実験をやり直した。推定結果を Table I に示す。

この結果に見られる大きな個人差は重要である。それはこの結果は、ある一定の音圧差で /ba/ と /da/ をミックスしてダイオティックで提示したとすれば、ある被験者については /ba/ が 100 % の確率で認識され、別の被験者については /da/ が 100 % の確率で認識される可能性がある、ということを意味しているからである。従って、ダイオティック・リスニングの実験を行なう際には、個人ごとに最適

のバランスで組み合わされた刺激を用いて実験を行なう必要がある。

このような個人差が生じる原因としては、各音節を認識する際の手がかりが、人によって異なっていることが考えられる。そして、それらが競合した際の「勝ち負け」が、どのような手がかりを用いているかによって異なり、それが認識に影響すると考えられる。しかし、この問題について、客観的な証拠を得るためにはさらに検討が必要である。

2. ダイオティック・リスニングによる実験

2. 1. 実験方法

先の実験結果をふまえて、この実験では、各被験者にそれぞれ専用の刺激を作成し、被験者ごとに実験を行なった。これにより、刺激の優位性を減少させ、耳の優位性の個人差を明確にできるものと考えた。しかし一方では、左右の音圧が異なるために音像が左右に移動することになる。そこで、音像の位置が判断の手がかりとなることを防ぐために、音圧バランスの符号を逆転した刺激を作り、ダミー刺激とした。また、各音節について最小の音圧を持つ刺激を両耳に提示し（ダイオティック）、刺激の明瞭性をチェックすることとした。一人の被験者が聞く刺激は 16 種類である。ダイオティック刺激は左右についてカウンターバランスを取った。刺激をランダムな順番で DAT に録音し、被験者に提示した。刺激の基準音圧及び実験装置は先の実験と同様である。被験者は最もはっきり聞こえる音節を一つだけ回答する。我々は、従来よく用いられてきた方法、つまり、各々の試行で左右どちらかにだけ注意を集中し、当て推量を奨励して答えさせ、左右の正答率を比較する、あるいは特に注意を左右に振り向けることをせず、答えられるだけ答えさせる、という方法は取らなかった。それは、自然性の高い、明瞭な刺激については、被験者によっては正答率が高くなり過ぎ、天井効果のために左右差が不明確になる可能性があると考えたからである。実際このようなことはいくつもの実験例において認められている(Lauter, 1983)。なお、音像の移動は無視して判断するよう被験者に教示を与えた。

判断回数は一つの刺激につき 20 回である。判断回数について、信頼できる結果を得るためには 10 回以上必要(Repp, 1977a)、あるいは 6 回以上必要である(Speaks, Niccum, and Carney, 1982)と言われている。従って、この回数で十分信頼できる結果が得られるものと考えた。また、音圧バランスの推定値の妥当性を確かめるため、別の日に、推定されたバランスの刺激による実験（ダイオティック）を 1. と同様の方法により行なった。

2. 2. 実験結果と考察

実験結果を次のように整理した。まず、刺激ごとに、右耳に提示された刺激を答えた率(%）、左耳に提示された刺激を答えた率、両者の差、及び誤答（提示刺激以外の答え）の率を求めた。左右の差は答えた率の大きな方から小さな方を引き、有利

な側を L, R で表わした。これを Table II に示す。

この表から、被験者による個人差が非常に大きいこと、被験者により、また刺激により、有利性の大きさが大きく異なっていることがわかる。それ故、例えば、/da/ - /ga/ の刺激についての反応を平均すると、有利性はゼロになってしまうが、これ程大きな個人差があることを考えれば、これらのデータを単純に平均したもので有利性を評価すべきでない。

また、誤答の大部分は /ba/ - /ga/ の刺激において生じた。誤答率 (/da/ と答えた率) は平均 2.5 % であった。これは Cutting (1976) の言う「音響心理的融合 (psychoacoustic fusion)」にあたる。即ち、一種のスペクトルの平均化が起こり (第 2 フォルマントにおいて)、提示されなかった音が聞こえる現象である。これがあまり多いと実験上問題となるが (Repp, 1977a)、今回の結果については、問題にするほどではない。

左右耳に同一の音節が提示された場合の結果を Table III に示す。単独で提示された音節の同定結果は、全ての被験者についてほとんど 100% となった。ただし、これは単独で調べた音節の明瞭性が十分高かったことは示すが、各音節が同様の明瞭性を持っていたとは言えない。それは、天井効果により、音節間の明瞭性の差が出なかった可能性があるからである。

Table II に見られる個人差と刺激の種類との関係をより明確に示すために、Lauter (1982, 1983) と同様の方法で左右差のデータをグラフ化した (Fig. 5)。この図から、音節の組合せによって有利性が変化し、その順番が被験者によって異なっていることがわかる。しかし、有利性の順番 (相対的有利性) により、被験者を 3 つのグループに分けることができる。被験者 5, 7 (タイプ A)、被験者 2, 10 (タイプ B)、被験者 4, 8, 9 (タイプ C) の 3 グループである。タイプ A, B, C はそれぞれ、Fig. 1 の左から右に向かって、/da/ - /ga/, /ba/ - /ga/, /ba/ - /da/ の順、/ba/ - /ga/, /da/ - /ga/, /ba/ - /da/ の順、/da/ - /ga/, /ba/ - /da/, /ba/ - /ga/ の順で刺激が並んでいるものである。他の 3 人の被験者については、有利性がほとんど見られなかった (被験者 1, 3, 6)。なお、被験者 5 は不完全な左利きである。利き手と耳の有利性との間にはある程度の相関がみられるが (Shankweiler and Studdert-Kennedy, 1975)、この被験者の結果と利き手との関係については明かではない。それは、この被験者の結果は他の被験者の結果と比べて比較的「左寄り」ではあるものの、刺激の種類による差が大きく、一概に左有利であるとは言えないからである。

推定されたバランスの妥当性を調べた実験の結果を Table IV に示す。この表はバランス推定値が正確であれば、全ての反応が 50 % になるべきものである。ところが結果は明らかにそうではないことを示している。

刺激の優位性についてまとめた結果を Table V に示す。これは刺激毎に求めた反応率の差を取り、優位な側の刺激を 'B', 'D', 'G' で示したものである。これより、今回の実験方法によっても刺激の優位性を消去することはできなかったことがわかる。この原因として、1. の実験において求めた明瞭性のバランス点が不正確であったことが考えられる (Table IV)。例えば、刺激の変化範囲が狭かったため、被験

者の反応に刺激の係留効果の影響が現われた可能性が考えられる。そこで、明瞭性のバランス点をより正確に求めるために、刺激の変化範囲をより広くとって追加実験を行なった。

また、ダイオティックで求めた刺激の明瞭性のバランスが、ダイコティック提示でもそのまま通用するのかどうかについても疑問が残る。この点を調べるために、左右の刺激音圧を系統的に変化させた実験も併せて行なった。

3. 追加実験

3. 1. 実験方法

ダイオティックでの刺激の明瞭性バランス点をより正確に求めるため、刺激の相対音圧差の変化範囲を 16 dB まで広げて実験を行なった。変化ステップは 2 dB である。また、同じ刺激をダイコティックに提示して実験を行なった。1., 2. の実験に参加した被験者のうち 4 名について実験を行なった。判断回数は 4 回である。

3. 2. 実験結果と考察

判断回数が少ないこともあり、細かいデータは省略する。ダイオティックでの実験結果では、音圧差の変化にともない、反応に明確な逆転が生じた。バランス点での音圧差は以前の実験で求めたものと異なるものが見られた。ダイコティックの実験結果は刺激毎の反応のばらつきが大きく、あまり明確な結果ではなかった。また、刺激の優位性は音圧差の変化にあまり左右されない、という結果がみられた。さらに、耳の優位性も音圧差の変化にあまり左右されなかった。結論として、音圧の操作によりダイオティックでの刺激明瞭性のバランスを取るだけでは刺激の優位性を消去することはできない、といえる。

また、左右耳に与える刺激音圧を変化させることにより、耳の有利性が消去、または逆転されるかどうかを調べた実験結果によれば (Speaks and Bissonette, 1975)、右耳 (有利側) に与える刺激の音圧が 58 dB SPL 以下のときにのみ、左耳に与える刺激の音圧を増加することにより有利性の消去、逆転が見られる、という結果が得られている。これから考えて、今回の実験条件では、刺激の優位性のうち、たとえ音圧バランスの調整により消去される部分があったとしても、最終的に耳の有利性にはあまり影響しないものと考えられる。

4. 総合考察

Fig. 5 の結果は、Lauter (1982, 1983) の主張する耳の相対的有利性と、絶対的有利性 (ある一つの刺激について右耳有利か左耳有利かということ) の区別を支持するものである。さらに、我々は単音節刺激の中でも、その組合せにより相対的有利性が異なり、相対的有利性の観点から被験者を 3 つのグループに分けることがで

きることを示した。これら被験者のグループ化の要因についてはさらに検討が必要である。

刺激音の明瞭性が十分でないと、あるいは正答率が低すぎると左右差がはっきり現われないという指摘がある(Repp, 1977a; Lauter, 1983)。逆に刺激の明瞭性が高く、正答率が高すぎても、天井効果のために左右差が明確に出ないという指摘もある(Lauter, 1983)。この問題を解決するためには、十分に明瞭な刺激を用いた上で、天井効果が影響しないような被験者の反応法を工夫することが必要であると考えられる。今回の実験では、各単音節の明瞭性は十分確保できていたといえよう(Table III)。そして、被験者の反応法に関しては、はっきり聞こえる音節一つのみを答えさせる、という方法を取った。

Repp (1977a)は当て推量や選択的注意の問題を解決するための方法として、融合する刺激を用い、ただ一つの回答を要求するという方法を奨励している。しかし、この方法によっても問題は解決しないという意見もある(Speaks, Niccum and Carney, 1982)。我々は、これら当て推量や選択的注意の問題よりもむしろ、天井効果の影響を重視して、今回のような実験方法を用いた。

刺激の優位性と耳の優位性の関係について、Repp (1977a)は刺激の優位性が耳の優位性を打ち消すように作用する可能性を指摘した。このことは刺激の優位性が耳の優位性と完全に独立であることを暗に仮定している。もしこの仮定が正しければ、刺激の優位性の問題は、左右でカウンターバランスを取った刺激を提示することで解消されるはずである。実際、刺激の優位性はほとんどの場合、カウンターバランスによって消去されると言われている(Speaks et al., 1982)。ただし、刺激の明瞭性が極端に低い場合には、カウンターバランスだけでは刺激の優位性の問題が解決されない場合もある(Repp, 1977b)。

刺激の優位性が生じる原因について、Speaks, Niccum, Carney, and Johnson (1981)はバーストの振幅の大きさを最も有力な候補として上げている。しかし、我々の実験ではフレーム毎のパワーが等しい刺激を用いたにも関わらず、刺激の優位性が見られた。従って、バーストの振幅以外の要因で刺激の優位性に大きく影響する要因が存在するものと考えられる。ただし、Speaks et al. (1981)も指摘する通り、刺激の優位性には複数の要因が影響している可能性が強い。このことについてはさらに検討を要する。

耳の優位性を刺激の優位性とを分離することは今回の実験ではできなかった。刺激の優位性の影響を最小にとどめ、耳の優位性を純粹に測定するためには、今回用いた方法よりも、Efron and Yund (1976), Divenyi and Efron (1979)の用いた二肢強制選択法(Two-Alternative Forced-Choice method: 2AFC)がより有効であると考えられる。これは Fig. 6 に示すようなやり方で刺激を提示し、A-B と B-A のどちらの順番が、より被験者の聞こえに近いかを強制的に選択させる方法である。そして、得られた反応がどちらの耳に提示された刺激の順序に従ったものであったかを調べる。もし、耳の有利性に差があれば、有利な側の耳に提示された刺激の順序に従った反応が多くなるであろうと予想される。逆に耳の有利性に差が無い場合には、被験者はランダムに反応し、結果的に左右の刺激に対する反応率は等しくなるもの

と考える。この方法によれば、刺激の左右を入れ換えたときの聞こえになんらかの検知可能な差があれば、刺激の優位性に関わりなく、耳の優位性を測定することができる、と考えられる。ただし、もし刺激の優位性が非常に大きく、耳の優位性による聞こえの差が検知できないほどであった場合には耳の優位性が測定できないことになる。しかしながら、Divenyi and Efron (1979)に示された被験者毎の実験結果で、耳の左右差が見られなかった例は一つしかなく、それも従来左右差が見られないと報告されている(Lauter, 1983)母音についてであった。従って、Divenyiらの実験方法によれば、刺激の優位性の問題は解決するものと考えられる。また、この方法によれば、天井効果も影響しないものと考えられる。

被験者の判断のばらつきを減少させるために、次のようなことが考えられる。音素の認識にはスペクトル変化極大点付近の情報が最も重要であるといわれている(Furui, 1986)。今回用いた刺激の間では、最大 10 ms 前後のスペクトル変化極大点の位置のずれが存在する。このずれは、ダイオティック提示の場合にはほとんど知覚されないが、ダイコティックにすると知覚される場合がある。今回の実験ではスペクトル変化極大点の位置のずれは直接結果には反映されていない。しかし、判断のばらつきを増やす要因となった可能性があるので、この点についてはさらに検討する価値があるだろう。

今回の研究結果は単音節刺激についても、その組合せによる相対的有利性を考慮に入れなければならないことを示している。従って、「音声なら（あるいは単音節なら）右耳有利」というような考えは通用しない(Lauter, 1983)。従来は音声知覚に特に見られる特性であるとされてきた範疇的知覚や音素知覚に対する前後関係の影響は、音声のような音響的特徴を持つ刺激に対する聴覚系の一般的な反応であり、音声として聞こえるかどうかとは無関係である、という主張がある(Pisoni, 1987)。このように、音声として聞こえるかどうかということではなく、被験者がどのような音響的特徴を刺激音知覚の手がかりとして判断しているのか、どのような音響的特徴が競合を起こしているのか、ということの問題とすべきである。

5. 結び

ダイコティック・リスニングの実験において問題となる「刺激の優位性」を減少させ、「耳の優位性」をより明確にするための実験方法を提唱し、その有効性を検討した。その結果、ダイオティックで二つの音節をミックスしたとき、二つの音節が等確率で認識される音圧に大きな個人差が存在することが明かとなった。さらに、ダイコティック・リスニングの実験結果から、音節の組合せによっても有利性が変化し、相対的有利性を考慮することの重要性を示した。また、相対的有利性の観点から、被験者を三つのグループに分類した。今後の実験のための指針として、刺激の優位性とは無関係に耳の優位性を求めるために有効と考えられる実験方法について述べた。

REFERENCES

- Broadbent, D. E. (1954). "The role of auditory localization in attention and memory span," *J. Exp. Psych.* **47**, 191-196.
- Charbonneau, G. and Risset, J. C. (1975). "Différences entre oreille droite et oreille gauche pour la perception de la hauteur des sons," *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 281, Série D, 163-166.
- Cutting, J. E. (1976). "Auditory and linguistic processes in speech perception: Inferences from six fusions in dichotic listening," *Psycho. Rev.* **83**, 114-140.
- Divenyi, P. L. and Efron, R. (1979). "Spectral versus temporal features in dichotic listening," *Brain and Language*, **7**, 375-386.
- Efron, R. and Yund, E. W. (1976). "Ear dominance and intensity independence in the perception of dichotic chords," *J. Acoust. Soc. Am.* **59**, 889-898.
- Furui, S. (1986). "On the role of spectral transition for speech perception," *J. Acoust. Soc. Am.* **80**, 1016-1025.
- Kimura, D. (1967). "Functional asymmetry of the brain in dichotic listening," *Cortex*, **3**, 163-178.
- Lauter, J. L. (1982). "Dichotic identification of complex sounds: Absolute and relative ear advantages," *J. Acoust. Soc. Am.* **71**, 701-707.
- Lauter, J. L. (1983). "Stimulus characteristics and relative ear advantages: A new look at old data," *J. Acoust. Soc. Am.* **74**, 1-17.
- Pisoni, D. B. (1987). "Auditory perception of complex sounds: Some comparisons of speech vs. nonspeech signals," in *Auditory Processing of Complex Sounds*, edited by W. A. Yost and C. S. Watson (Erlbaum, Hillsdale, NJ), pp. 247-256.
- Repp, B. H. (1977a). "Dichotic competition of speech sounds: The role of acoustic stimulus structure," *J. Exp. Psycho.: Human percept. Perform.* **3**, 37-50.
- Repp, B. H. (1977b). "Measuring laterality effects in dichotic listening," *J. Acoust. Soc. Am.* **62**, 720-737.
- Shankweiler, D. and Studdert-Kennedy, M. (1975). "A continuum of lateralization for speech perception?" *Brain and Language*, **2**, 212-225.
- Shepard, R. N. (1964). "Circularity in judgments of relative pitch," *J. Acoust. Soc. Am.* **36**, 2345-2353.
- Speaks, C. and Bissonette, L. (1975). "Interaural-intensive differences and dichotic listening," *J. Acoust. Soc. Am.* **58**, 893-898.
- Speaks, C., Niccum, N. and Carney, E. (1982). "Statistical properties of responses to dichotic listening with CV nonsense syllables," *J. Acoust. Soc. Am.* **72**, 1185-1194.
- Speaks, C., Niccum, N., Carney, E., and Johnson, C. (1981). "Stimulus dominance in dichotic listening," *Journal of Speech and Hearing Research*, **24**, 430-437.

Studdert-Kennedy, M. (1975). "Dichotic studies II: Two questions,"
Brain and Language, 2, 123-130.

上田和夫、岡田斉、東倉洋一(1988). "単音節のダイコティック・リスニング: 耳の
優位性における個人差," 聴覚研究会資料, H-88-67.

上田和夫、岡田斉、東倉洋一(1989). "明瞭性のバランスされた単音節のダイコティ
ック・リスニング," 音響学会講演論文集 (印刷中) .

その他の参考文献

岡田斉(1988). "大脳機能の聴覚的検査法に用いる刺激作成の検討," A T R テクニ
カルレポート, TR-A-0032 (非公開) .

LEFT HEMISPHERE
(DIGITS)

RIGHT HEMISPHERE
(MELODIES)

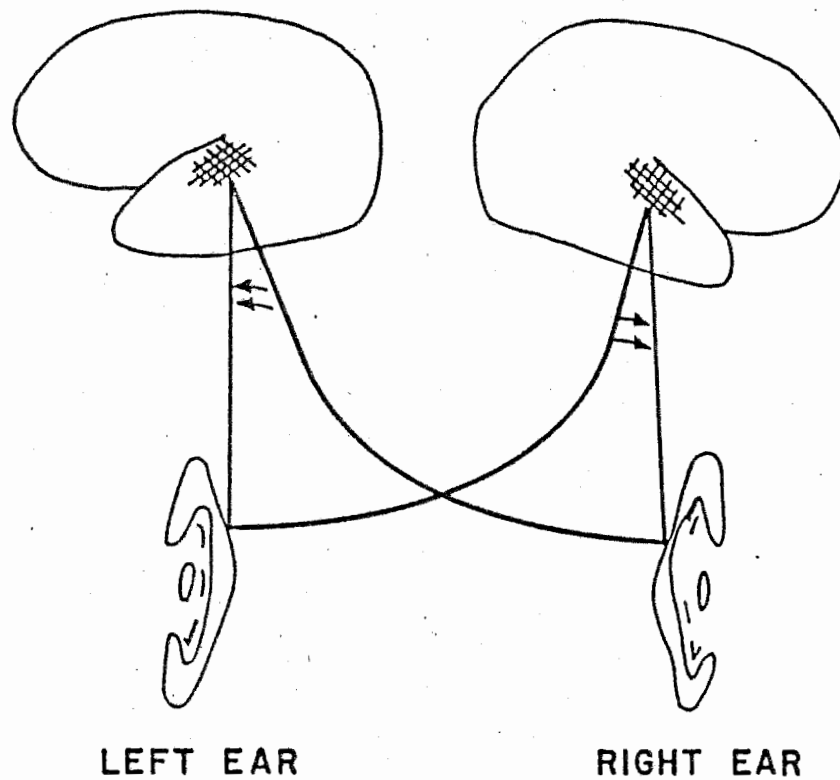


Fig. 1 *Neuroanatomical schema for the auditory asymmetries.*

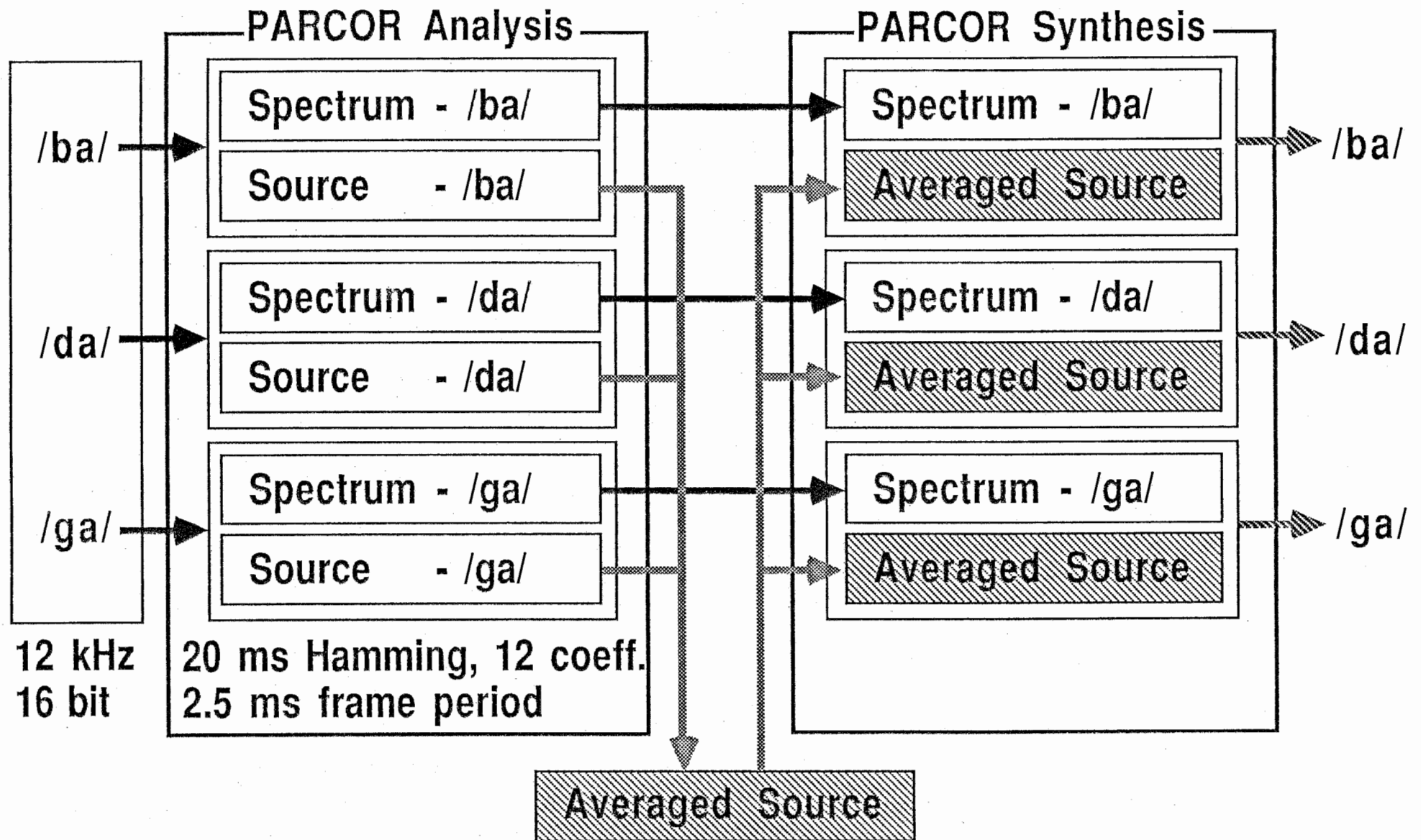


Fig. 2 Synthesis of CV-syllable Stimuli

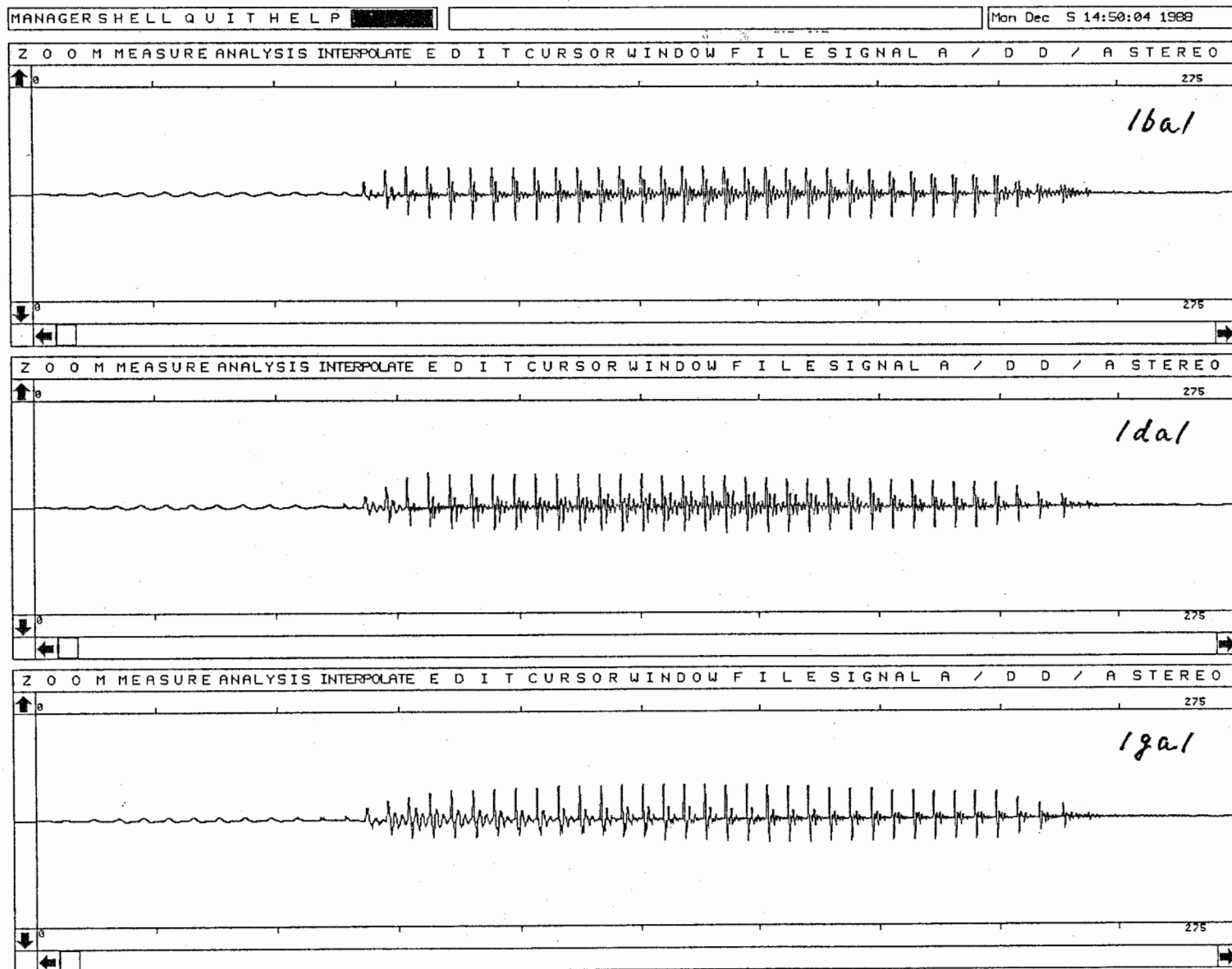


Fig. 3 Wave forms of the stimuli.

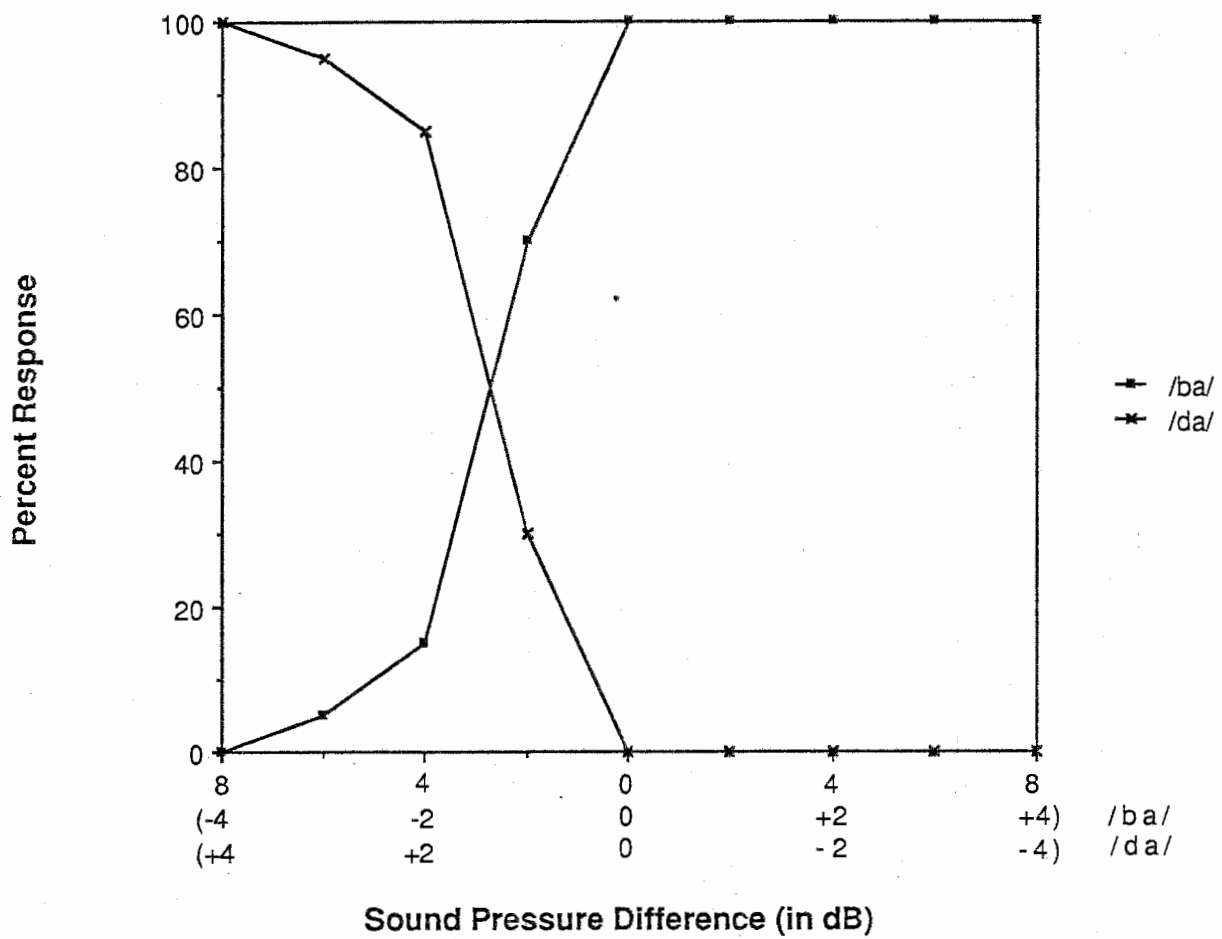


Fig. 4 Percent response by a subject:
diotically presented /ba/ and /da/

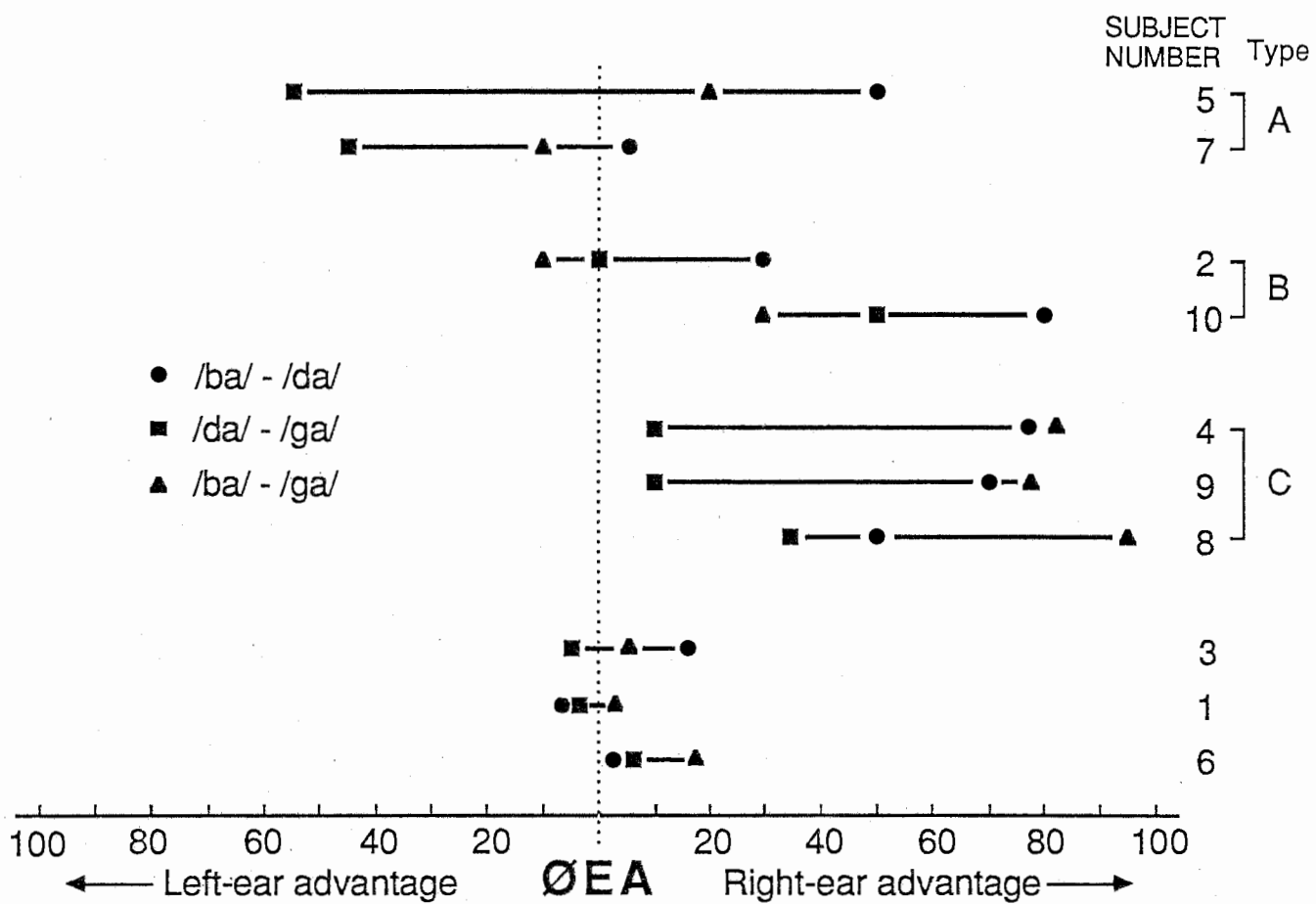


Fig. 5. Relative ear advantages shown by ten listeners.

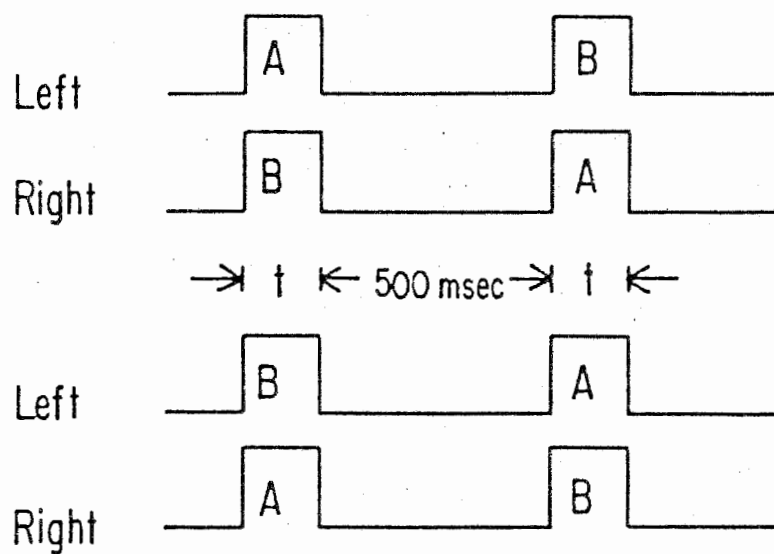


FIG. 6. Schematic diagram of the dichotic stimulus pattern. "A" and "B" were two sounds having identical duration t . The temporal separation of the two dichotic sounds was 500 ms. For any given trial, the configuration in the upper half of the figure and that in the lower half of the figure occurred with equal probability.

Table I. Estimated relative sound pressure: at these sound pressure, both stimuli are expected to be equally perceived.

Subject number	Estimated relative sound pressure (in dB)					
	/b a/	- /d a/	/d a/	- /g a/	/b a/	- /g a/
1	+1.2	-1.2	-1.8	+1.8	-1.54	+1.54
2	-0.29	+0.29	+0.33	-0.33	-0.73	+0.73
3	-2.5	+2.5	-0.2	+0.2	-3.67	+3.67
4	+0.26	-0.26	+1.13	-1.13	+0.57	-0.57
5	-1.24	+1.24	+2.14	-2.14	-1.2	+1.2
6	-1.43	+1.43	+0.7	-0.7	-1.62	+1.62
7	+1.77	-1.77	+1.0	-1.0	+1.17	-1.17
8	-1.58	+1.58	+0.5	-0.5	-1.9	+1.9
9	+0.7	-0.7	+4.5	-4.5	+0.45	-0.45
10	-1.36	+1.36	+0.3	-0.3	-2.22	+2.22
Group	-0.45	+0.45	+0.86	-0.86	-1.69	+1.69

Table II. Subject response for the stimuli: percent responded in terms of stimuli direction (L and R), ear advantages including direction and magnitude (EA), and percent error.

Subject number	/ba/ - /da/				Stimuli /da/ - /ga/				/ba/ - /ga/			
	Response				Response				Response			
	L	R	EA	error	L	R	EA	error	L	R	EA	error
1	52.5	47.5	L5	0	52.5	47.5	L5	0	47.5	50	R2.5	2.5
2	35	65	R30	0	50	50	0	0	52.5	42.5	L10	5
3	42.5	57.5	R15	0	52.5	47.5	L5	0	47.5	52.5	R5	0
4	10	87.5	R77.5	2.5	45	55	R10	0	7.5	90	R82.5	2.5
5	25	75	R50	0	77.5	22.5	L55	0	35	55	R20	10
6	47.5	50	R2.5	2.5	47.5	52.5	R5	0	40	57.5	R17.5	2.5
7	47.5	52.5	R5	0	72.5	27.5	L45	0	55	45	L10	0
8	25	75	R50	0	32.5	67.5	R35	0	2.5	97.5	R95	0
9	15	85	R70	0	45	55	R10	0	12.5	85	R72.5	2.5
10	10	90	R80	0	25	75	R50	0	35	65	R30	0
Group	31	68.5	R37.5	0.5	50	50	0	0	33.5	64	R30.5	2.5

Table III. Mean percent of response: stimuli were presented diotically.

Stimuli	Response		
	/b a/	/d a/	/g a/
/b a/	99	1	0
/d a/	1.5	97.5	1
/g a/	0	0	100

Table IV. Percent responded for monaurally mixed stimuli. Stimuli were customized for each subject, according to the results of the first experiment.

Subject number	Stimuli					
	/ba/ - /da/		/da/ - /ga/		/ba/ - /ga/	
	/b a/	/d a/	/d a/	/g a/	/b a/	/g a/
1	100	0	100	0	90	10
2	40	60	15	85	0	100
3	75	25	95	5	100	0
4	15	85	10	90	5	95
5	0	100	5	95	0	100
6	10	90	0	100	0	100
7	0	100	60	40	0	100
8	25	75	30	70	75	25
9	60	40	30	70	75	25
10	80	20	5	95	0	100
Group	40.5	59.5	29	71	34.5	65.5

Table V. Stimulus dominance shown by ten listners.

Subject number	Stimuli		
	/ba/-/da/	/da/-/ga/	/ba/-/ga/
1	B95	D95	B97.5
2	B30	G80	G55
3	B65	D65	B95
4	B22.5	D40	G2.5
5	D20	G15	B50
6	B87.5	G85	G7.5
7	D5	D45	G15
8	B50	G65	B5
9	D20	G50	B27.5
10	B20	D10	B50