

研究題目	両耳聴における連続聴錯覚に音源位置情報が与える影響の計測と音源選択能力の工学的モデル化に関する研究	報告書作成者	岩城 護
研究従事者	岩城 護, 後藤 悠也		
研究目的	<p>本研究の目的は、両耳聴における連続聴知覚(錯覚)を計測することにより、人間の音源分離・音脈分凝能力に対する両耳聴の役割を明らかにすることである。特に、両耳間時間差(ITD)以外のパラメータの影響、自由音場での両耳聴の効果を調べる。連続聴知覚は、雑音により音が部分的にかき消されてもその内容を聴き取れることに関する基本的な聴覚現象のひとつであると考えられている。適切に音脈を構成し円滑な音声コミュニケーションを助ける聴覚機構の解明は、音声聴覚インターフェースによるQOL向上のための基礎技術として重要である。</p> <p>連続聴知覚に関する研究は、断続純音の間に帯域雑音を置くことによって連続純音を知覚するという錯覚現象から始まった。この研究は当初単耳聴(モノラル)の場合において研究され、連続聴が生じるための条件が説明されている。その後、両耳に提示する音の位相を制御することによる聴こえの変化が研究されているが、これは位相を正/逆に極端に変化させることに基づいておりかつ連続聴知覚を対象としていない。音源位置は音の聞き分けにとって重要な情報であるにもかかわらず、両耳聴での連続聴知覚という視点での研究はこれまでなかった。我々はこれまで、ヘッドホン提示によってターゲット音(純音)とマスキング音(帯域雑音)に両耳間時間差(ITD)の差を制御した時、各音源の ITD の差が連続聴知覚の閾値に影響することを示してきた。つまり、連続聴錯覚はターゲットとマスキングのITD差の影響を受けること、このITD差が零のときに連続聴錯覚の閾値が最小となること、その傾向は 1kHz を超える周波数帯域では消失していく、という傾向があることが分かっていた。しかし、その発生メカニズム、ITD以外の両耳聴条件や、より一般的な自由音場での効果がまだ調べられていなかった。本研究では、これらの点を明らかにすることを目指している。</p>		

研究内容

両耳聴で連続聴知覚・錯覚の実験を行い、連続聴が生じる閾値を計測した。ターゲット音としては純音を、とマスキング音としては帯域雑音を用いた。音の到来方向に関する情報(両耳間時間差、両耳間強度差)や音源自身に関する情報(周波数領域、変調の具合、リズム)を変化させて提示し、閾値の変化を計測した。ヘッドホン提示の場合、スピーカー提示の場合をそれぞれ計測した。ヘッドホン提示で行ってきたこれまでの研究結果からは、連続聴錯覚はターゲットとマスキング音のITD差の影響を受けること、このITD差が零のときに連続聴錯覚の閾値が最小となること、その傾向は1kHzを超える周波数帯域では消失していく、という傾向があることが分かっている。この結果から、両耳が協調して特定の音源を聞き分ける際に、連続聴錯覚を生じるような音源分離の過程が到来方向の違いによる分離処理の後に生じているという可能性が示唆されていた。そこで、本研究では次の3点に関して研究を実施した。

- (1) 両耳間レベル差(ILD)をターゲット音(純音)とマスキング音(帯域雑音)をヘッドホン提示した場合の、連続聴の閾値上昇を計測した。音源方位が正面、左右90度に相当するILDを各音源に対して独立に与えた。純音の周波数は500Hz、1kHz、2kHz、4kHzとした。ターゲット音のILDとマスキング音のILDの値、および周波数の値の組合せに対する閾値の変化を調べた。
- (2) 実音場での実験を実現するため、実験装置を開発し設置した。実験装置は、音刺激生成部と音刺激提示部、回答収集部とから成っている。音刺激提示部はスピーカーアレイとスピーカー切替器から成っている。これらの装置は実験制御用のコンピュータからの制御を可能とし、実験の効率や精度を改善した。
- (3) 実音場での実験装置を用いて、両耳聴での聴連続聴知覚に関する聴覚心理物理実験を行った。本研究に先だって実施してきた実験の手法を踏襲して出発点とした。刺激音の条件としては、音源方位は正面、左右45度、90度、音の種類は純音(250Hz、500Hz、1kHz、2kHz)とした。

研究概要報告書

(3 / 3)

<p>研究のポイント</p>	<p>ターゲット音(純音)とマスキング音(帯域雑音)の到来方向に関する情報(両耳間時間差、両耳間強度差)や音源自身に関する情報(周波数領域)を変化させて提示し、両耳聴において連続聴錯聴が生じる閾値を計測した。先行研究ではヘッドホン提示の場合に関して閾値を計測してきたが、自然な両耳聴での特性を計測するためにスピーカーアレイを構成し、それを用いた実音場での特性も計測した。スピーカーアレイを用いた実音場でも両耳聴による連続聴知覚が発生することを確認し、音源方位に対する閾値の変化を測定した。</p>
<p>研究結果</p>	<p>ヘッドホン提示による両耳間レベル差を付けた場合、スピーカーアレイを用いた実音場での場合、それぞれで両耳聴による連続聴知覚が発生することを確認し、音源方位に対する閾値の変化を測定した。</p> <p>(1) 両耳間レベル差(ILD)をターゲット音(純音)とマスキング音(帯域雑音)をヘッドホン提示した場合の、連続聴の閾値上昇を計測した。音源方位が正面、左右 90 度に相当するILDを各音源に対して独立に与えた。純音の周波数は 500Hz、1kHz、2kHz、4kHzとした。ターゲット音のILDとマスキング音のILDが同じときには、ILDの値にかかわらず閾値に変化はなかった。一方、ターゲット音とマスキング音がそれぞれ異なるILDもつときには、ILDによって閾値が変化した。特に純音の周波数が 500Hz、1kHzの場合、ターゲット音のILDとマスキング音のILDが同じときに閾値が最小となり、ILDが異なるときに上昇する傾向が見られた。一方、2kHz、4kHzの場合には、この傾向にバラツキが大きくなった。</p> <p>(2) 実音場での実験を実現するため、実験装置を開発し設置した。音刺激生成部は、市販のパーソナルコンピュータと音源ボードを用いて構成した。音刺激提示部は、市販のスピーカーボックスとアンプを使用した。コンピュータ制御可能な多チャンネルスピーカ切替器は、PICマイコンとリレーを用いて専用で作成した。回答収集部は、市販のパーソナルコンピュータのモニタとマウスを延長して使用した。これらは無響室内に設置した。</p> <p>(3) 実音場での実験装置を用いて、両耳聴での聴連続聴知覚に関する聴覚心理物理実験を行った。刺激音の条件としては、音源方位は正面、左右 45 度、90 度、音の種類は純音(500Hz、2kHz)とし、被験者 5 名での結果を得た。ターゲット純音とマスキング帯域雑音が同じ方位から提示されるときは、連続聴の閾値は音源方位に関係なく一定であった。ターゲット純音とマスキング帯域雑音が異なる方位から提示されるときは、同じ方位から提示されるときと比較して閾値が約 2dB だけ増加した。これらは、ヘッドホン提示のときと同様であった。一方、ヘッドホン提示のときに見られた周波数帯域に対する依存性が、今回は見られなかった。</p>
<p>今後の課題</p>	<p>本研究では、閾値変化の概要が明らかになってきた。今後は、閾値変化の特性の一般性の確認と定量化の精度向上が必要である。また、音刺激の時間・周波数特性に対する特性の依存性など、音刺激のどのような特徴が関係しているのかを解明することも重要である。さらには、聴覚イメージ計算モデル・両耳信号処理モデルなどによる聴覚の計算法や計算原理を検討する予定である。最終的には、音源を選択的に聴き分ける能力をもった装置、騒がしい環境下での音声認識装置・集音装置、聴覚障害者のための補聴器や音環境提示装置などの開発に応用することを目指す。</p>

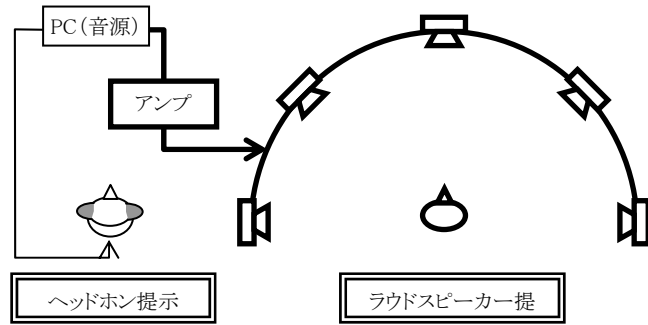


図1. 実験装置の改善(従来行ってきたヘッドホン提示による実験からラウドスピーカー提示による実音場での実験への改善)

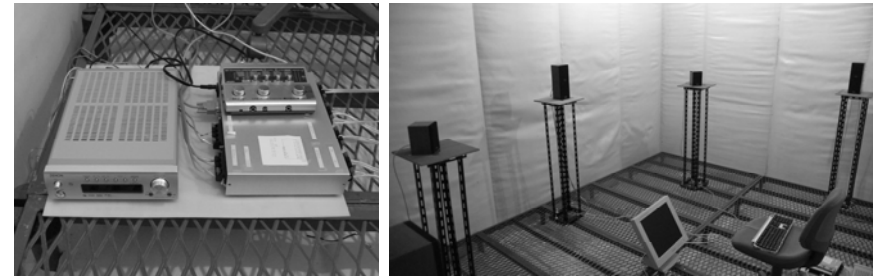


図3. 開発したスピーカーアレイによる実音場実験装置(左写真:スピーカーアレイ切替機とアンプ, 右写真:無響室内の様子)

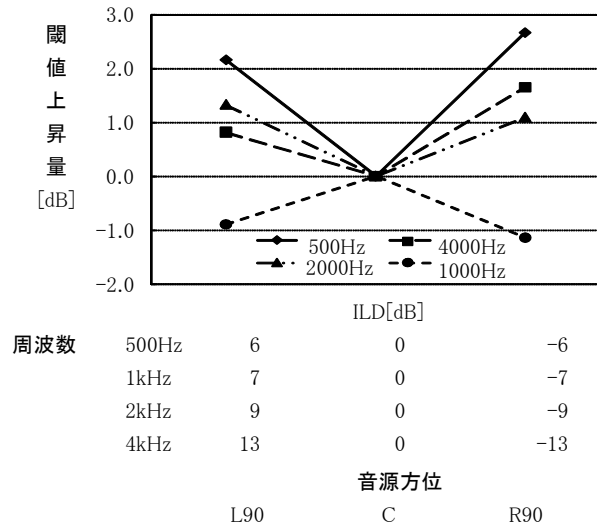


図2. 両耳聴での連続聴錯覚の閾値上昇の例: マスキ어의ILDを零とした場合(ヘッドホン提示、音源方位相当の両耳間レベル差を付加)

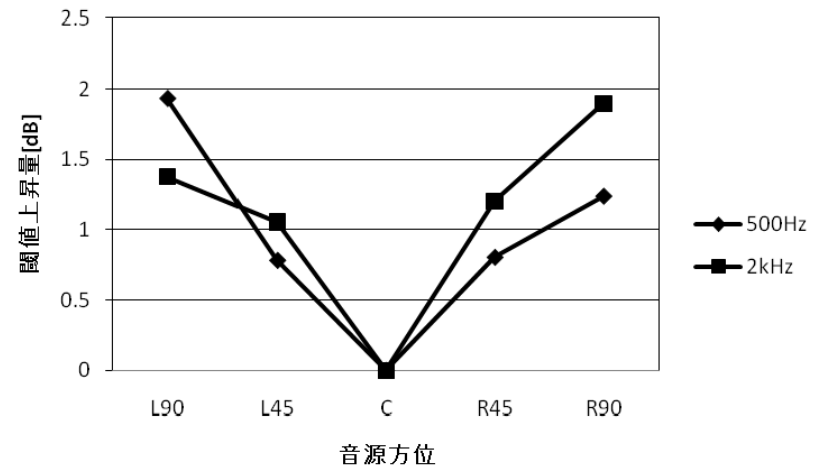


図4. 両耳聴での連続聴錯覚の閾値上昇の例: マスキ어音源を中央Cに固定した場合(スピーカーアレイから提示)