



## …平成20年度助成研究より…

# 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

新潟大学 大学院自然科学研究科  
准教授 博士（工学）

岩城 護

### 1. 連続聴錯覚と音脈・音源分離

人間の聴覚には、雑音により部分的にかき消されても音を聴き取れるという能力がある。例えば、雑踏や地下鉄の中でも会話が成り立ったり、携帯プレーヤーで音楽を聴けたりする。もし聴覚にこのような能力がなかったならば、我々の日常生活はうるさいだけで大変不便なものとなるであろう。単に音を大きくするだけの聴覚支援装置では役に立たない。適切に音脈を構成し円滑な音声コミュニケーションを支援してい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。

音声が部分的に雑音で置換されたとしても内容を聴きとれる場合がある。これと同様の現象は、音声のような言語情報を含まないようなもっと単純な音に対しても生じることが知られている。例えば、純音が断続的に雑音で置換されているとき、もとの純音は断続しているにもかかわらず、連続しているように知覚してしまうことがある（図1）。このような聴覚における錯覚は連続聴錯覚などと呼ばれる。これは、言語情報とは関係なく生じるため、より原始的な音脈形成・音源分離に関する聴覚の基本特性を示している。

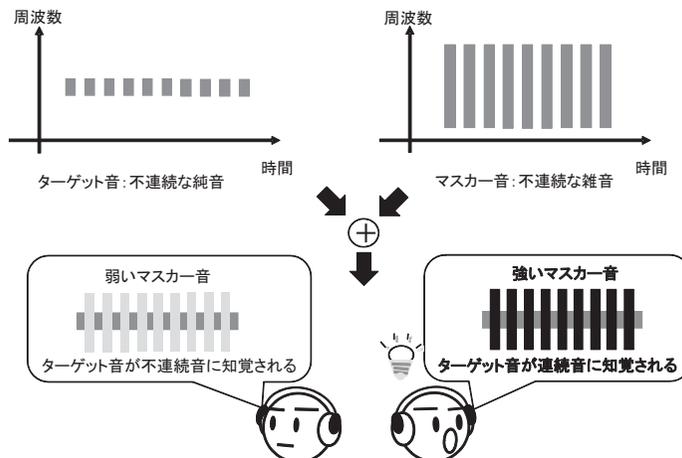


図1 連続聴の錯覚（断続純音をターゲット音として、その隙間を帯域雑音によるマスキング音で埋める。このマスキング音の音量を大きくしていくと、聴取者はターゲット音を連続であると知覚するようになる。）

## 2. 連続聴錯覚と両耳聴

連続聴知覚のもっとも単純な例は、断続純音の間に置かれた帯域雑音の音量を上げていくと連続純音を知覚するようになるというものである(図1)。連続聴錯覚の研究は当初モノラルで行われ、連続聴が生じるのは「ターゲット(断続純音)のマスクされた部分が連続していないという証拠が存在せず、連続していても不合理ではない」場合であると言われている。ターゲット音の不連続の確からしさは、情報源の数や種類、各情報の信頼性などに依存すると考えられる。モノラルの場合には、ターゲットとマスクの音量や周波数成分の相違がこの要因として関与している。

一方、我々は両耳で音を聴いており、モノラルでは得られない音源位置情報も取得できる。これが音源・音脈分離にかかわってくることは容易に予想される。そこで我々の研究グループでは、両耳聴での連続聴知覚に関する基礎的研究<sup>1) - 5)</sup>を続けている。コンピュータ内で合成されたターゲット音(断続純音)とマスク音(断続帯域雑音)をヘッドホンで提示し、ターゲット音の連続聴が生じるのに必要なマスク音の提示レベル(連続聴の閾値)の変化を調べるという手法である。例えば、ターゲット音とマスク音にそれぞれ独立に両耳間時間差(ITD)を付加したとき、そのITD差が連続聴知覚の閾値に影響することが示された(図

2)<sup>1) - 3)</sup>。一般にITD差が小さいほど連続聴の閾値は小さく、ITD差が大きいときよりも連続聴錯覚を生じやすかった。またITD差が零のときの閾値は、モノラルで提示されたときの値と変わらなかった。同様に、両耳間レベル差(ILD)の差が連続聴知覚の閾値に影響することが示されてきている<sup>4), 5)</sup>。このように両耳聴によって初めて得られる情報が影響していることから、初期の聴覚末梢系だけではなく両耳からの情報が交叉した後の聴覚神経系も連続聴錯覚に深く関連していることが示唆された。両耳

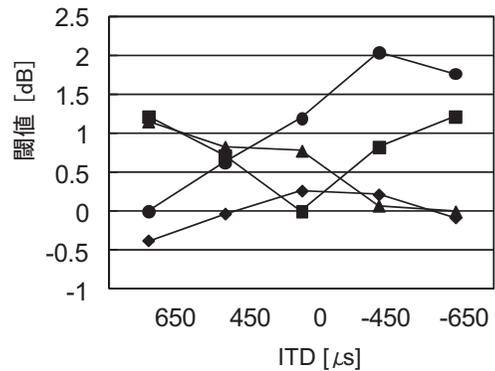


図2 ターゲット音が500Hzのときの連続聴閾値の上昇<sup>3)</sup>

(◆: ITD差なし、■: マスクのITDを0msに固定、▲: マスクのITDを-650msに固定、●: マスクのITDを650msに固定。ターゲットとマスクのITD差がないとき閾値は最少であった。ターゲットとマスクが同じITDであるときITDとは関係なく閾値は一定であった。)

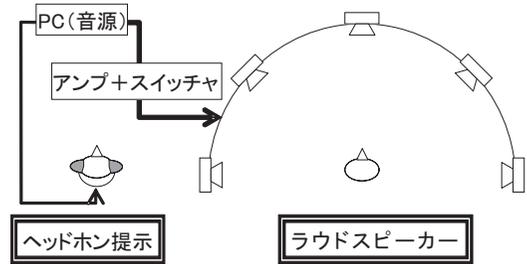


図3 実験装置の改善（従来行ってきたヘッドホン提示による実験からラウドスピーカー提示による実音場での実験への改善）

聴における連続聴錯覚の場合には、音源方位に関する情報が不連続の確からしき判断のために利用可能となる。例えば、ITDやILDを人工的に付加した上記の実験では、定位の異なる別々の音としてターゲット音とマスキング音が知覚され、ターゲット音の不連続に気づき易くなっていたのだと考えられた。しかしITDやILDをそれぞれ単独に付加した音は、音源の定位が曖昧であったり、頭内に定位してしまったりするという問題があった。

そこで本研究では、両耳聴での連続聴錯覚に関して、両耳間差（ITD差やILD差など）の影響を詳細に継続して計測するとともに、実音場（スピーカー提示）での連続聴の閾値計測を目的とした。

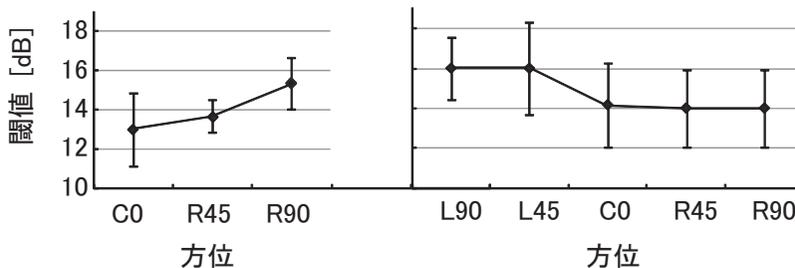
### 3. スピーカー提示された音源の連続聴錯覚の計測

現在、刺激音をスピーカーから提示する実験環境を構築し、両耳聴による連続聴錯覚の閾値

測定を実音場で行っている（図3）。現段階では、ターゲット音として500Hz純音、マスキング音として500Hzを中心とした1/3オクターブ帯域雑音とし、スピーカー配置として正面、左右45度、左右90度の5ヶ所とした。音が提示されるスピーカーの切り替えは、専用で作成したスイッチャと実験制御コンピュータプログラムにより行った。ある被験者に対する途中結果を図4に示す。現在のところ、ITDやILDを単独で付加した実験の場合と同様の傾向が表れてきているように思われる。

### 4. 今後の展望

今後は、ターゲット純音の周波数帯域の依存性を含めて実験条件を拡充していく予定である。また、計測された閾値の特性に基づいた両耳聴モデルの提案、聴覚イメージ計算モデルに



(a) マスキング音が正面にある場合 (b) マスキング音が右90度にある場合

図4 スピーカー提示音に対する両耳聴による連続聴錯覚の閾値の変化例

よるコンピュータシミュレーションを予定している。更に将来には、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へと応用したいと考えている。

### 謝辞

本研究に対して研究助成を賜りましたサウンド技術振興財団に心より感謝申し上げます。

### 参考文献

- 1) 杉浦夏樹, 岩城護: “ITDによる方向感覚を伴った音に対する連続聴効果”, 日本音響学会聴覚研究会資料, H-2001-85, vol.31, no.9, pp.629-635, 2001.
- 2) Mamoru Iwaki, Norio Nakamura: “Illusory Continuity of Intermittent Pure Tone in Binaural Listening and Its Dependency on Interaural Time Difference”, 8th European Conference on Speech Communication and Technology, pp.2065-2068, 2003.
- 3) Mamoru Iwaki, Hiroki Kitajima: “Frequency Dependency of Illusory Continuity in Binaural Hearing with Respect to Interaural Time Difference”, The Journal of the Acoustical Society of America, vol.120, iss.5, p.3082, 2006.
- 4) 後藤悠也, 岩城護: “両耳間レベル差による連続聴効果の閾値の変化”, 信学技報, EA2008-71, vol.108, no.255, pp.37-42, 2008.
- 5) 後藤悠也, 岩城護: “両耳聴における両耳間レベル差に関する連続聴錯覚”, 平成20年度(第18回)電気学会東京支部新潟支所 研究発表会予稿集, P-23, p.119, 2008.