

研究題目	ヒト聴覚の時間、空間、音声の認識に共通する無音の役割	報告書作成者	森 周司
研究従事者	森 周司、伊良皆 啓治、Willy Wong		
研究目的	<p>本研究の目的は、時空間知覚と音声認識に無音が果たす役割を明らかにすることである。従来の聴覚研究では、無音はヒトの時間分解能を測定する無音検出課題でよく用いられてきた。無音検出課題では一般に無音前後の音(先行音と後続音)の周波数が同じであり、無音が1～5msec程度であれば十分に検出可能である。しかし先行音と後続音の周波数が異なる周波数間無音検出では2音の周波数が2オクターブ離れると無音検出閾値は50msec超に達する。</p> <p>周波数間無音検出で時間分解能が低下する原因は未だ解明されていない。一つの有力な説は、チャンネル間処理である。周波数内無音検出は同一周波数チャンネルに流れる音の不連続検出と考えられる。一方、周波数間無音検出では先行音と後続音が異なるチャンネルで処理されるため、二つのチャンネルの処理状況を監視する必要がある。これがチャンネル間処理であり、聴覚系中枢で行われると考えられる。周波数間無音検出での高い閾値は、このチャンネル間処理の時間分解能を反映するのであろう。</p> <p>チャンネル間処理は聴空間と音声の認識にも関わると考えられている。左右の耳をチャンネルと想定し、無音の先行音と後続音を左右別々の耳に呈示する両耳間無音検出実験を行うと、検出閾値が50msec超になる。これは先行音と後続音を別々のスピーカーから出しても同じであり、聴空間内の位置が異なるチャンネルとして機能していることを示唆する。音声に関しては、有声開始時間(voice onset time、以下 VOT)による音声同定が周波数間無音検出と類似している。VOT はほぼ無音の区間と言ってよく、その前後では周波数成分が全く異なる。/ba/と/pa/のような有声破裂音と無声破裂音は主にVOTの長さにより同定され、その境界は英語では40～50msecと周波数間無音検出閾値と近い。これまでも/ba/と/pa/の同定境界に相当するVOT値が周波数間無音検出閾値と有意な正の相関を有することが報告されている。</p> <p>以上より、本研究では、時間、空間、音声の認識に共通する無音の情報処理を解明し、これまで別々に研究されてきたこれらの認識機構を総合的に研究する土台を提供する。</p>		

研究内容	<p>無音に関する音響心理学実験と、聴性脳幹反応 (auditory brainstem response、以降 ABR) 測定を行なう。以下にそれぞれの概要を記す。</p> <p>(1) 音響心理学実験</p> <p>無音前後の周波数が異なる周波数間無音検出課題、無音前後の音を左右別々の耳に呈示する両耳間無音検出課題、VOT を操作した/ba/と/pa/の合成音の音声同定課題、を同一聴取者に行わせる。周波数間無音検出課題では、/ba/あるいは/pa/の子音と母音を模した広帯域雑音と狭帯域雑音をそれぞれ先行音と後続音に用いる。両耳間無音検出課題では、周波数間無音検出課題の狭帯域雑音を先行音及び後続音とし、それぞれを右耳及び左耳に呈示する。/ba/と/pa/の合成音作成では、日本語母語者の/pa/を録音し、そのVOT部を段階的に削除することにより、異なる VOT 長の音声に加工する。周波数間と両耳間無音検出課題では、2区間強制選択事態での適応法により、71%の検出率に相当するVOT長、即ち無音検出閾値を測定する。音声同定課題では、1区間強制選択事態で異なるVOT長の合成音を呈示し、それらを/ba/あるいは/pa/に同定する反応率を測定する。その結果から/ba/の同定率 50%に相当するVOT 値を推定し、音声カテゴリー境界値とする。これらの値の相関分析等により、無音の情報処理を共通とする時間、空間、音声の認識機構の関係を定量的に検討する。</p> <p>(2) ABR の測定</p> <p>(1)の音響心理学実験の刺激聴取時、特に無音区間に特有に現れる波形と、その発生部位を検討する。具体的には(1)から得られた無音検出閾値よりも短い無音区間長と長い無音区間長、あるいは音声カテゴリー境界値に相当するVOT 値またはそれより長いVOT 値、で誘発される ABR を測定する。ABR はその潜時により発生部位が特定されるので、周波数間と両耳間無音検出及び/ba/-/pa/聴取時の ABR 発生部位を比較する。また Wong が開発した信号処理法を用いて ABR から入力音を再現する。その再現音中の無音区間長を観察し、周波数間と両耳間無音検出及び/ba/-/pa/同定で無音が共通の処理を受けたか検討する。</p>
------	---

研究のポイント	<p>これまでの研究でも、同一の聴取者において異なる無音検出課題の閾値間の関係、あるいは無音検出閾値と音声カテゴリー境界値の間の関係は検討されている。しかし、本研究課題では、時間、空間、音声の認識にそれぞれ対応する課題の測定値の間の関係を検討することになり、これら3つの認識機構の共通性を解明しようとする初めての試みとなる。また ABR の発生部位からそれら認識機構に共通する脳部位を特定しようとする試みもこれまでにない。Wong の信号処理法により ABR から再現される音は、まさに「脳が聴いた音」であり、その解析は無音の脳内処理の解明に大きな役割を果たす。</p>
研究結果	<p>22名の聴取者に音響心理学実験を行った結果、周波数間と両耳間無音検出の閾値の間、及び周波数間無音検出閾値と/ba/-/pa/のカテゴリー境界値の間に有意な正の相関が得られた(説明書 図 1、2)。しかし、両耳間無音検出閾値とカテゴリー境界値の間の相関は有意ではなかった(図 3)。</p> <p>ABRの測定では、周波数間無音検出閾値の0.5倍と1.5倍の長さの無音、及び閾値と同じ長さの無音を用いた。その結果、閾値の長さに応じて ABR のV波の振幅が変化した。V波の発生源は下丘と考えられており、この結果は周波数間無音検出に下丘が関与することを示唆している。</p>
今後の課題	<p>音響心理学実験では、時間と空間、及び時間と音声の認識の間の関連性は示唆されたものの、空間と音声の認識の間の関連性を示すデータは得られなかった。今後は聴取者数を増やす、あるいは呈示刺激を工夫することにより、関連性の有無が確定されるようなデータの取得を目指す。ABRの測定では、両耳間無音検出及び/ba/-/pa/同定時の ABR 発生部位の同定を目指し、更に ABR からの音再現も試みる。平成25年度より本研究課題と関連したテーマで科学研究費基盤研究(A)(研究代表者:森周司)の補助が得られることになっており、本研究の進展が促進されると期待される。</p>

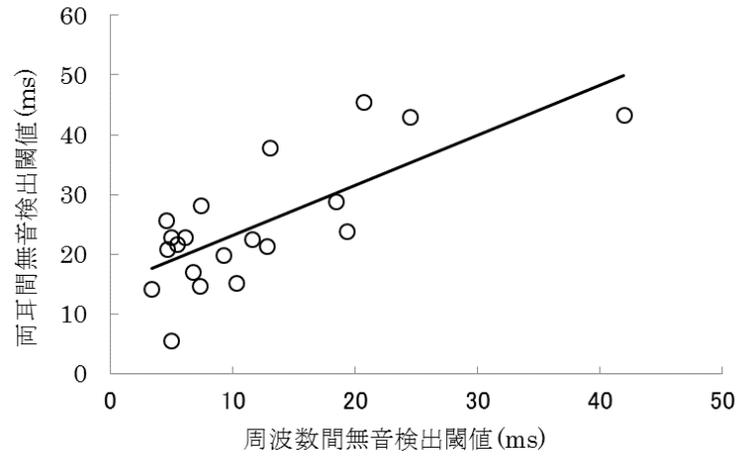


図1. 周波数間と両耳間無音検出閾値

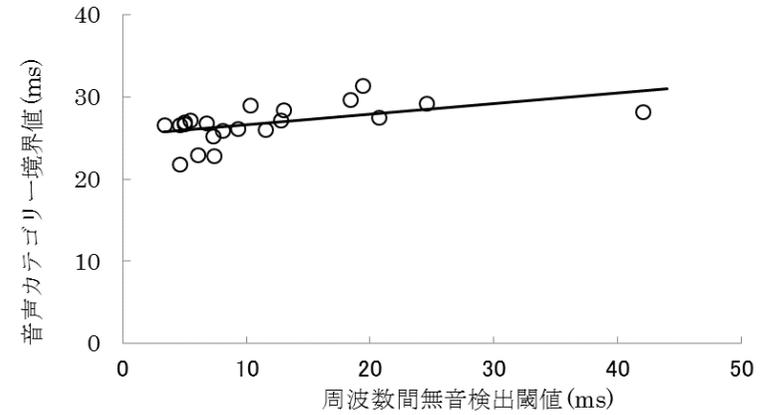


図2. 周波数間無音検出閾値と音声カテゴリー境界値

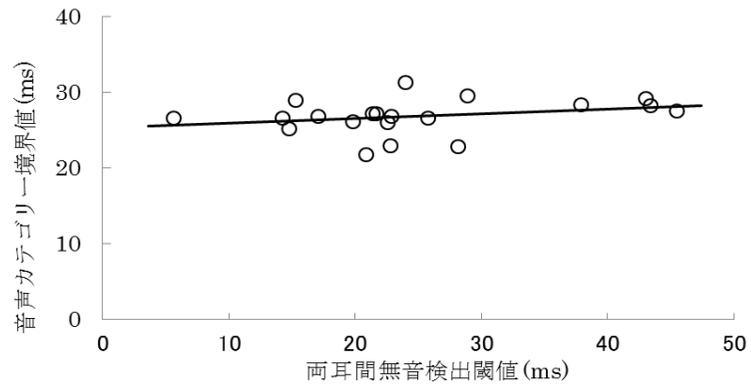


図3. 両耳間無音検出閾値と音声カテゴリー境界値