

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月26日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K10803

研究課題名(和文) カテゴリー知覚を用いた聴覚時間分解能検査器の開発

研究課題名(英文) Development of an equipment for auditory temporal resolution using categorical perception

研究代表者

相澤 直孝 (AIZAWA, Naotaka)

新潟大学・医歯学総合病院・特任教授

研究者番号：60464012

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：Gap検知による聴覚時間分解能を測定する携帯可能で音量調節なども簡便に行える検査機器の開発を行った。それを用いて健常聴力者での聴覚時間分解能の測定を行った。測定に用いる音刺激には白色雑音を用いて先行雑音と後続雑音の間に無音部分(Gap)を置いた。A音はGapを5msとし、B音は70msとし、X音はGapを5～70msで自由に設定できることとした。A・B・X音を聴取させ、X音がA音とB音のいずれかに聞こえたかを回答してもらいGap検知閾を測定したところ、検知閾は25msであった。また、X音のみを聴取させA音・B音どちらに聞こえたかを回答してもらったとGap検知閾は30msであった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来の報告で、類似した音声刺激によるGap検知閾は27msであるとの報告があり、今回の研究で白色雑音でもほぼ同等のGap検知閾であることが判明した。また、刺激音の聴取方法などを変更するとGap検知閾が数msで異なることも確認された。現在、臨床にて聴覚時間分解能を測定する方法はなく、今後の研究により聴覚時間分解能の測定が臨床に応用される可能性がある。

研究成果の概要(英文)：An equipment for temporal resolution which could be portable and easy to tune the volume level was developed. A series of the measurement for temporal resolution with normal hearing subjects was carried out. There were three types of sound stimuli with white noise and silence, where each sound stimuli consisted of white noise and silence. In A stimulus there was 5ms of the leading noise and 5ms silence (gap) and the trailing noise, in B stimulus 5ms of the leading noise and 70ms gap and the trailing noise. X stimulus had 5 to 70ms gap. The detection threshold of gap with the normal hearing subjects was 25ms, which result was similar to the result of the gap threshold using the speech stimulation.

研究分野：聴覚生理学

キーワード：聴覚時間分解能 ギャップ検知 カテゴリー知覚

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 聴覚機能は、聴力のみならず周波数分解能や時間分解能など多岐にわたっている。しかし、臨床では周波数分解能や時間分解能の測定は行われていない。今回、われわれは聴覚時間分解能の測定に着目し、新たな測定法や測定機器の開発を目指した。

(2) 聴覚時間分解能の測定法としてギャップテストがあげられる。特に Musiek らが開発した Gaps-in-Noise テストが聴覚心理学研究にて用いられることが多いが、そのギャップ検知閾は約 5ms である。しかし、測定法は複雑で再現性が低く臨床応用にはいたっていないのが実情である。また、言語認知でのギャップ検知閾とは異なっており、言葉の聞き取りの評価法としては適切ではない。

(3) 言語認知での聴覚時間分解能の評価法としてカテゴリー知覚を用いた検査法があげられる。カテゴリー知覚とは、子音と母音の間の有声開始時間 (Voice Onset Time : VOT) の長さにより有声閉鎖子音と無声閉鎖子音に知覚が分かれるという言語知覚現象である。具体的には、/b/、/p/、/t/、/d/、/k/、/g/ は閉鎖子音といわれ、口腔内のどこかが少なくとも一瞬は閉鎖される。子音と母音の間の無音部分が短いと無声閉鎖子音 /b/、/d/、/g/ に無音部分が長いと有声閉鎖子音 /p/、/t/、/k/ に分類される。無声閉鎖子音と有声閉鎖子音の組み合わせとして /ba/-/pa/ があげられる。どちらの子音も両唇音であるが、VOT が短ければ /ba/、VOT が長ければ /pa/ と知覚される。その際に、VOT 値を徐々に延長させて被験者に聴取させた場合、当初は /ba/ と知覚するが、ある VOT 値を境に /pa/ と知覚するようになる。/ba/ から /pa/ への変化は断続的であり、このように人間が連続的に変化する音声を聞くときに、あたかも 2 つのカテゴリーに分けられた断続的な 2 音として聞き分けており、このような言語知覚現象をカテゴリー知覚と呼ぶ。

(4) 研究者は、応募者は、Calgary 大学 Jos Eggermont 教授の研究室にて、ネコの大脳第一次聴覚野での神経生理学的研究を用いて神経細胞の興奮が単一 (single onset response) から複数 (double onset response) に変化した際にカテゴリー知覚が生じることを究明し、白色雑音でも同様の神経反応を認めることも発見した<sup>1,2)</sup> (図 1)。

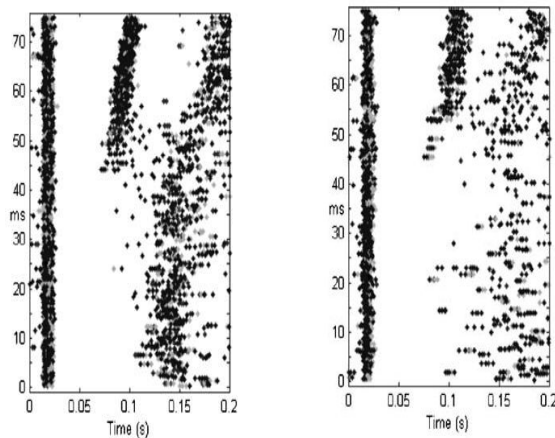


図 1 : ネコ第一次聴覚野での /ba/-/pa/ 音節と白色雑音での神経反応

/ba/-/pa/ 音節 (左図)、白色雑音による Gap 検知 (右図) のいずれの音刺激でも VOT や Gap が延長するとある時点で second-onset の発生を認める。

(5) 以上より言語知覚現象のカテゴリー知覚は、神経生理学的に時間分解能に深く関与していることが判明し、聴覚時間分解能の測定法の一つとなりえると考えられた。また、言語のみならず白色雑音でも同様に聴覚時間分解能の測定を行うことも可能であると考えられた。

#### <参考文献>

1. Aizawa N., Eggermont J.J.: Effects of noise-induced hearing loss at young age on voice onset time and gap-in-noise representations in adult cat primary auditory cortex. J Assoc. Res. Otolaryngol. 7: 71-81, 2006
2. 高橋 姿 : 聴覚中枢伝導路のイメージング解析とその展望 . 第111回日本耳鼻咽喉科学会総会宿題報告モノグラフ . ; 2010 : 160-170 .

### 2. 研究の目的

(1) これまでに白色雑音を用いたギャップ検知閾の測定機器の開発を行った。ただし、デジタルサウンドプロセッサやコンピュータ、ヘッドフォンなどを組み合わせて使用していたため重く持ち運ぶことが困難であった。そのため、聴力検査器や音響機器を製作しているリオン株式会社医療機器事業部補聴器開発三課と連携し、一体型で携帯可能な検査器の開発を行う。携帯型検査器には、音圧調整チャンネルやヘッドフォン接続端子、デジタルサウンドプロセッサに加えて、外部のコンピュータから白色雑音や語音などを操作できる接続端子も内包する検査器の開発を目的とした。

(2) 従来の測定機器では音圧の調節が煩雑で不安定となりやすいことからヘッドフォンからの音出力は一定としていた。新しい測定機器では音圧調整チャンネルを装備し、音圧を容易に調整できるようにし難聴者でも検査を可能にすることを目的とした。

(3) 従来の測定法では二肢強制選択法によるギャップ検知閾の測定を行っていたが、検査時間が長いのが問題点であった。検査時間の短縮のため従来とは異なる測定法で再現性

の高い検査法の開発を目的とした。

### 3. 研究の方法

(1) リオン株式会社医療機器事業部補聴器開発三課と連携し、一体型で携帯可能な検査器の開発を行った。それにより音圧調整が簡便に行えるようになり、時間分解能の測定の音量を健常聴力者では 50dB SPL に、難聴者では純音聴力検査の 3 分法平均値より 30dB 音圧を高めて測定オムニートとした。

B-A-X (2) 先行研究で、健常聴力者にて二肢強制選択法によるギャップ検知閾の測定を行いギャップ検知域は 25ms であることが判明しており、より簡便な測定法でも同様の結果が得られるかを検討した。具体的には、二肢強制選択法は A 音、B 音、X 音を A B X もしくは B A X の順で聴取させ X 音が A 音と B 音のどちらに聞こえたかを選択するものであった (図 1)。簡便な測定法は測定を行う前に A 音と B 音を繰り返し聴取させ、A 音と B 音の相違を被験者が理解したと判断した時点で測定を開始することとした。測定時は X 音のみを聴取させ、A 音と B 音どちらに聞こえたかを選択させた。

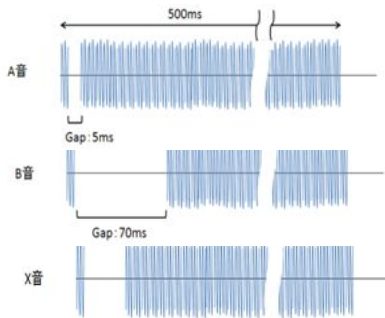


図 1. 各々の音刺激は先行する白色雑音 (先行雑音) を 5ms とし、後続する白色雑音 (後続雑音) との間に無音部分 (Gap) を置いた。先行雑音から後続雑音までを一つの音刺激とし、Gap を A 音は 5ms、B 音は 70ms として一つの音刺激が 500ms となるように後続雑音の持続時間を調整した。また、Gap を 5ms 刻みで 5~70ms で自由に設定できる音刺激を X 音とした。

X 音が B 音に聞こえたときと回答した際のギャップの時間をギャップ検知閾とした。

### 4. 研究成果

(1) 先行研究で、健常聴力者で A B X および B A X の音聴取いずれもギャップが 25ms でギャップ検知率が 50% であり、他者の /ba-/pa/ 音節におけるカテゴリー知覚を生じる VOT (平均 27ms) と近似する結果であった (図 1)。

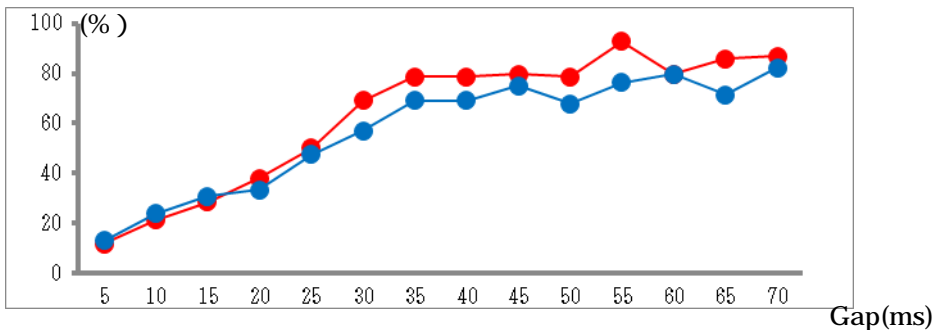


図 1. 健常聴力者におけるギャップ検知率 (赤線: A B X、青線: B A X) A B X 法、B A X 法ともにギャップ検知率が 50% となるのはギャップが 25ms である。

(2) A-B-X 法、B-A-X 法ともに測定時間が長く、被験者の集中力の低下による信頼性の低下が懸念された。そのため、簡便な検査法として X 法を試行した。X 法は、測定開始前に A 音・B 音を繰り返し聴取させ、A 音と B 音の相違を認識したと判断してから X 音のみを提示し X 音が A 音と B 音のどちらに聞こえたかを回答してもらうこととした。実際には、測定開始前の A 音・B 音の聴取は 4 回ずつの計 8 回行い、正答が 6 回以上となった場合に測定を開始した。X 法では Gap 検知閾は 30ms であった (図 2)。

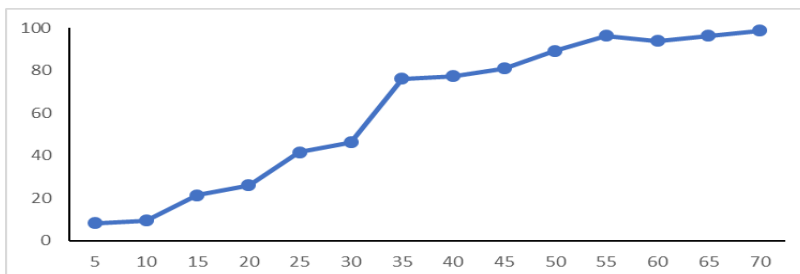


図 2. 健常聴力者における X 法によるギャップ検知率  
ギャップ検知率が 50% となるのはギャップが 30ms である。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

相澤 直孝、成人 OSAS において CPAP は本当に第一選択なのか？口腔・咽頭科、31 巻、2018、21-26

高橋 奈央、相澤 直孝、他、小児の口蓋扁桃細菌叢：16SrRNA 解析を用いた検討、日耳鼻、査読有、2016、29-36

Shimohata T, Aizawa N, et al. Mechanism and prevention of sudden death in multiple system atrophy. Parkinsonism Relat Disord, 2016, 1-6

DOI:10.1093/ndt/gfw343

〔学会発表〕(計 0 件)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年：

国内外の別：

取得状況 (計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：堀井 新

ローマ字氏名：(HORI, arata)

所属研究機関名：新潟大学

部局名：医歯学系

職名：教授

研究者番号 (8 桁)：30294060

研究分担者氏名：泉 修司

ローマ字氏名：(IZUMI, shuji)

所属研究機関名：新潟大学

部局名：医歯学総合病院

職名：講師

研究者番号 (8 桁)：20452055

研究分担者氏名：窪田 和

ローマ字氏名：(KUBOTA, yamato)

所属研究機関名：自治医科大学

部局名：医学部

職名：講師

研究者番号(8桁): 40547593

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。