

K-049

## 聴覚過敏を伴う自閉症スペクトラム障害の問題解消に向けた個人適応型アプローチの提案 Proposal of Personalized Approach for Solving Problems of Autistic Spectrum Disorders with Auditory Hypersensitivity

市川 樹<sup>†</sup> 大村 吉幸<sup>†</sup> 熊谷 晋一郎<sup>†</sup> 國吉 康夫<sup>†</sup>  
Itsuki Ichikawa Oomura Yoshiyuki Kumagaya Shinichiro Kuniyoshi Yasuo

### 1. はじめに

ASD(自閉症スペクトラム障害)の当事者は、聴覚刺激に対して過敏な反応を示す場合がある。しかし、聴覚過敏を抱える ASD 当事者同士であっても個人ごとに感覚特性は異なることから、こうした異常な反応によって引き起こされる問題を解消するにあたっては、全員に画一的な対処をすることは効果的ではないと考えられる。そこで、図 1 のような、個人ごとの聴覚特性のパラメータを参照し、それに応じて入力される聴覚刺激を変化させて利用者に提示するという方針(個人適応型アプローチ)に基づく聴覚過敏の緩和手法の開発を提案する。

しかしながら、こうした個人適応型アプローチによる聴覚過敏の緩和に関する研究は前例がなく、参照パラメータとすべき聴覚特性、及び変化させるべき聴覚刺激の特徴量は未知数である。そのため、本研究では既に存在する ASD 当事者の聴覚特性に関する知見をもとに参照する特性を決定し、それに対応させる形で聴覚刺激の特徴量を変化させ、それに伴う被験者の反応の変化、及び聴覚刺激のどの特徴量が反応に影響を及ぼしていたかを求めた。

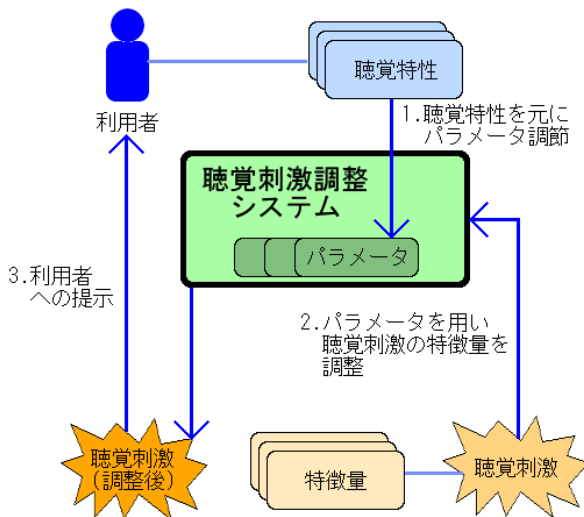


図1 個人適応型の聴覚刺激調整システム図

### 2. 本研究における個人適応型アプローチの扱い

個人適応型アプローチの評価を行うために、本研究においては、耳小骨筋反射(Stapedial reflex:SR)の発生音圧をパラメータとし、それを元に聴覚刺激の持つ周波数帯ごとの強度を変化させる音声フィルタを作成することとし

た。SR とは、強低音に対して発生して鼓膜の緊張を強める反射であり、鼓膜の振動を抑えることで聴覚器官に伝達する聴覚刺激のエネルギーを抑制する働きがあると考えられている。また、ASDにおけるSRの特性に関して健常者との差異があることが示唆されており、Lukoseらが行った研究では、ASDの児童を対象に複数の周波数(500, 1k, 2k[Hz])の純音を提示してSRが発生する音圧を測定したところ ASD 群の SR 発生音圧が対照群よりも小さい結果となった[1]。

### 3. うささ評価の実験

#### 3.1 被験者

本研究の実験の被験者として、ASD、広汎性発達障害(PDD)、自閉症(AD)、高機能自閉症(HFA)、アスペルガー障害またはアスペルガー症候群、特定不能の広汎性発達障害(PDD-NOS)のいずれかの診断を受けた成人14名(男性7名、女性7名、平均年齢41.3歳)、また対照群として健常者の成人21名(男性10名、女性11名、平均年齢42.0歳)が参加した。

#### 3.2 実験手続

##### 3.2.1 SR 発生音圧の測定と音声フィルタの作成

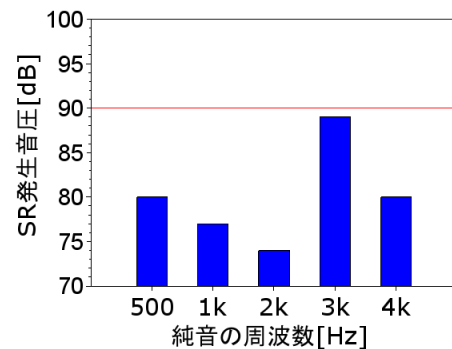


図2 ある被験者のSR発生音圧の測定結果

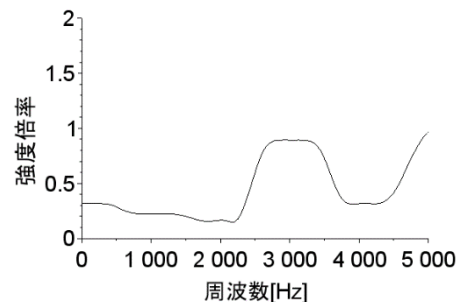


図3 図2の結果より計算された音声フィルタ

実験では、まず Diatec 社のインピーダンスオージオメータ Titan を用いて、被験者ごとに左右の耳それぞれに

<sup>†</sup> 東京大学 Tokyo University

500, 1k, 2k, 3k, 4k[Hz]の純音を提示し、それらに対する SR の発生音圧を求めた。続いて、測定した SR 発生音圧に対応するように、500, 1k, 2k, 3k, 4k[Hz]の各周波数帯でそれぞれ聴覚刺激の強度を変化させる音声フィルタを耳ごとに作成した。この音声フィルタは被験者の周波数ごとの SR 発生音圧の測定結果から Lukose の研究において SR 発生音圧の平均値として提示された 90dB を引き、その結果得られた dB 差を周波数帯ごとの強度の変化倍率とするものである。例えば、図 2 は、500Hz, 1kHz, 2kHz, 3kHz, 4kHz に対する SR 発生音圧がそれぞれ 80, 77, 74, 89, 80dB であった被験者のデータを示したものであるが、このデータに対して計算された音声フィルタは図 3 に示されたようなものとなっている。

### 3.2.2 聴覚刺激の提示

被験者ごとの音声フィルタを作成した後、被験者に対して聴覚刺激の提示を行い、フィルタを通す場合と通さない場合とで被験者の聴覚刺激に対する反応を比較した。提示する聴覚刺激としては感情を伴う音声群を収録したコーパスである感情評定値付きオンラインゲーム音声チャットコーパス(OGVC)[2]から 4 種(驚きの音声 が 2 種, 怒りが 1 種, 恐れが 1 種)の音声を用いた。実験に際して使用した OGVC の音声の一覧を、表 1 に示す。

| 音声 | 発話内容      | 性別 | 感情 |
|----|-----------|----|----|
| 1  | 「えー」      | 男性 | 驚き |
| 2  | 「えー」      | 女性 | 驚き |
| 3  | 「ほんとひどいよ」 | 女性 | 怒り |
| 4  | 「大丈夫かな」   | 男性 | 恐れ |

表 1 使用した音声の一覧

これらの音声に対し、音声フィルタを適用したものと適用しなかったもの、さらにオリジナルの音声データから音圧を 5dB, 10dB, 15dB, 20dB 分上昇させたものを用意し、合計 40 種類の聴覚刺激を用意した。これらの聴覚刺激はランダムな順番に並び替えられ、5 つずつ 1 セットとして合計 8 セットを被験者に提示した。ただし、同一セット内では提示のたびに音圧レベルが上昇するようにした。即ち、音圧レベルがオリジナルのままの聴覚刺激から提示を開始し、次に 5dB 分上昇させたもの、3 番目に 10dB, 4 番目に 15dB, 最後に 20dB 上昇させたものを提示した。

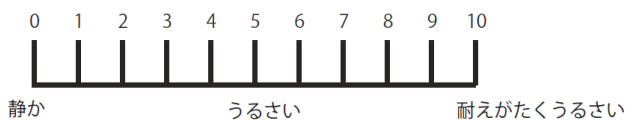


図 4 うるささ評価シート

被験者は、提示された聴覚刺激に対して感じたうるささを、図 4 に示された専用のシートの 0(静か)から 10(耐えがたくなる)の 11 段階の数値のうち、いずれかに丸をつけることで評価するよう指示された。

なお、実際の実験では被験者に過度のストレスを与えることを避けるため、必要に応じ聴覚刺激の提示数を減らす措置を行っている。

## 4. 実験結果

### 4.1 フィルタのうるささ評価への影響

フィルタの効果として、フィルタによって生じた聴覚刺激の強度差の合計[dB]とフィルタの有無によるうるささの評価平均値差が、Wilcoxon の順位和検定から相関することが確かめられた(左耳: $\rho=0.6674$ ,  $p<.001$  右耳: $\rho=0.6598$ ,  $p<.001$ )。

### 4.2 個人ごとのうるささ評価モデル

被験者の反応と聴覚刺激の持つ個々の特徴量の関係を評価するため、提示した聴覚刺激の特徴量を説明変数、うるささの評価を目的変数とする重回帰分析を、被験者の耳ごと、及び ASD 群全体に対して行った。ここで聴覚刺激の特徴量としては周波数帯ごとの SR 発生音圧(被験者全体での評価時のみ)、信号としての大きさを示す二乗平均平方根(RMS)、音声刺激の話者の性別および感情、音声刺激を高速フーリエ変換して得られた一定周波数帯(500Hz, 1kHz, 2kHz, 3kHz, 4kHz)ごとにおける最大の強度を用いた。

被験者の耳ごとに作成したモデルのうち最良のもの決定係数の平均値と、ASD 群全体のデータモデルの内 AIC(赤池情報量基準)が 2 以内となるものの決定係数の平均値を Wilcoxon の順位和検定で比較したところ、被験者ごとのモデルの決定係数平均値が有意に大きいことが確認された(ASD 群被験者ごとのモデルの決定係数平均値: 0.695, ASD 群全体のモデルの決定係数平均値: 0.465,  $p<.005$ )。

## 5. 考察と結論

本研究では、ASD の聴覚過敏の問題に対処するための個人適応型アプローチの提案として、個々人の SR の特性に基づく音声フィルタを作成する手法を試みた。この音声フィルタの効果に関しては、純粋により聴覚刺激の強度を減らすフィルタほど、被験者が感じるうるささの評価を低下させるという結果に留まった。

一方で、被験者のうるささ評価結果に対して聴覚刺激の各要素を用いて行った重回帰分析の結果から、今回の実験で用いた要素(聴覚刺激の周波数帯域ごとの強度)においては、被験者ごとに聴覚刺激の特徴量ごとの影響が異なることが確かめられた。このことは、個人適応型アプローチが、画一的な対処に比べ ASD の聴覚過敏の緩和に有効である可能性を示唆している。

### 参考文献

- [1] Lukose, R. et al. 2013. Quantification of the Stapedial Reflex Reveals Delayed Responses in Autism. *Autism Research*, 6, 5 (2013), 344–353.
- [2] 有本泰子, 河津宏美. 音声チャットを利用したオンラインゲーム感情コーパス. 日本音響学会 2013 年秋季研究発表会講演論文集, 2013, 385–388.