

レーザー補聴器の開発：電気生理学と音響心理学による検討

玉井 湧太[†] 松井 優[†] 飛龍 志津子[†] 小林 耕太[†]

[†] 同志社大学生命医科学部医情報学科

1. はじめに

近年、赤外光レーザーを神経に照射することで活動電位が生じることが明らかとなった[1]。赤外光レーザーは刺激用プローブを組織に接触させることなく神経を刺激する事ができるため、電気刺激に代わる新たな刺激法として注目されている。本研究の最終的な目標は、この非接触刺激を用いて生体外の刺激用プローブから神経を刺激するレーザー補聴器を開発する事である。先行研究で赤外光レーザーをげっ歯類の聴神経に照射することで、被験体はレーザー刺激をクリック音と類似した音として知覚する可能性が示唆された[2]。この研究結果をもとに赤外光レーザー補聴器のシミュレーション音声を作成した。本研究ではヒトを被験者とした心理学的な実験でシミュレーション音声がどのような知覚を生み出すのかを調査した。

2. 実験方法

2.1. 被験者

日本語母国語者(22-27 歳)5 人(s1-s5)を被験者とした。

2.2. 刺激

4 モーラの日本語単語 50 種類を原音声として赤外線レーザー補聴器のシミュレーション音声を作成した。原音声のフォルマント周波数のピーク(F1、F2)および振幅の時間変化を抽出し、その情報にもとづきクリック列のピッチおよび振幅を変調させた音声を作成した(Fig.1)。音圧は 60 dB SPL に校正した。

2.3. 実験手順

シミュレーション音声を提示する前に 4 種類の日本語単語を文字により被験者に提示した。被験者は刺激音声を提示された後、上述の 4 つの選択肢の中からどの音声が提示されたのかを 5 秒以内に回答した。

2.4. 実験環境

実験は全て防音室の中で行われた。刺激はD/Aコンバーター(サンプリング周波数 48 kHz)を介してヘッドフォンから提示された。

3. 実験結果

実験結果を Fig.2 に示した。シミュレーション音声にたいする、被験者全体の平均正答率は 73%であった。この値はチャンスレベル(25%)に対して統計学的に有意に高い(p<0.001)。

4. 考察

実験結果はレーザー補聴器のシミュレーション音声は4つの選択肢がある場合、高い割合(73%)で知覚されることがわかった。正答率には個人差があるがすべての被験者で正答率がチャンスレベル(25%)を越えていることから、被験者はシミュレーション音声を無意味な音ではなく、日常会話で用いる「ことば」として知覚していた可能性が考えられる。

5. まとめ

本実験の結果からレーザー補聴器のシミュレーション音声は少なくとも部分的には理解できることがわかった。この結果は非侵襲赤外光レーザー補聴器を用いて「ことば」の知覚を再建できる可能性を示す。

6. 参考文献

- [1] Jonathon Wells, Peter Konrad, Chris Kao, E. Duco Jansen, Anita Mahadevan-Jansen. "Pulsed laser versus electrical energy for peripheral nerve stimulation" *Journal of Neuroscience Methods*, 163 (2007) 326-337.
- [2] Yuta Tamai, Suguru Matsui, Kohta I. Kobayashi and Hiroshi Riquimaroux. "Optic method for stimulating cochlear nerve in Mongolian gerbil" *日本音響学会聴覚研究会資料*, 45, 3, (2015) 135-139.

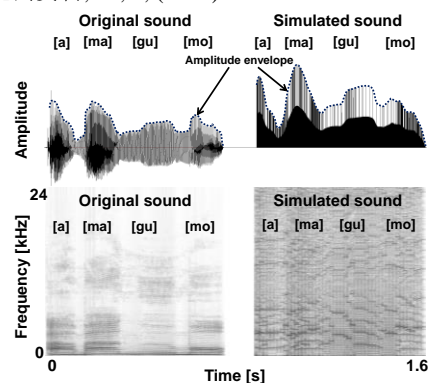


Fig.1 Original sound and simulated sounds of pulsed laser.

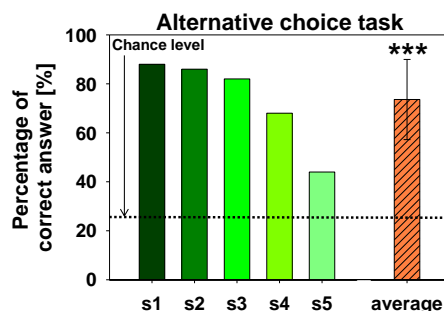


Fig.2 Intelligibility of simulated sound of pulsed laser. Vertical axis shows percentage of correct answer. s1 to s5 indicate individual subjects. Chance level was 25%.