

## 論文内容の要旨

Central processing of speech and non-speech sounds with similar spectral distributions: An auditory evoked potential study

(聴性誘発電位を用いた語音と非語音の中樞処理)

(金城伸祐、平海晴一、佐藤宏昭)

(Auris Nasus Larynx, 2020 年掲載予定)

## I. 研究目的

語音とは声帯を音源として基本周波数とその複数の整数倍の周波数からなる複合音である。各語音はフォルマントと呼ばれる特有の周波数での強弱パターンを持っている。近年の人工聴覚器の進歩により難聴患者の大部分は音を認識できるようになったが、予想外に話しかけられたときなどの条件では語音認識に難渋することがある。我々は音を聞いた際に『スピーチモード』とよばれる条件で語音を認識すると報告されている。音の『語音らしさ』が『スピーチモード』を惹起すると考えられているが、中樞で『語音らしさ』を認識する機構は未だに十分に解明されていない。

音に対する経時的な変化の検出は聴性誘発反応が優れており、刺激から約 100ms で出現する N1、約 200ms で出現する P2 と呼ばれる反応が主に臨床・研究に用いられる。『語音』と『非語音』への聴性誘発反応の差をみた過去の研究では、『語音』での N1 の潜時が遅延していることが複数報告されている。しかしこれらの報告では『非語音』としては純音などの単純な構造の音を用いている。聴性誘発反応は音の複雑さでも変化するため、過去の結果は『語音』特異的な成分を反映していない可能性がある。

今回我々は『語音』と『非語音』での聴覚情報処理の違いに関し検討した。そのために『語音』と認識される『自然音声』と、それ同様の周波数・強さといった複雑さを持ち合わせてはいるものの『非語音』と認識される『人工合成音』を作成し、音源が実験に適切か評価した上で各々の聴性誘発反応を測定・解析した。

## II. 対象と方法

## 1) 刺激音の作成

男性アナウンサーの発声した日本語母音 5 つを録音した。録音した音と同一の基本周波数とその 2~15 倍までの倍音を重ね、さらに録音した音と周波数分布を類似させた音を作成した。両者に 2000 Hz 低域通過フィルタをかけ、それぞれ『自然音声』と『人工合成音』とした。音の持続時間は 220 ms とした。

## 2) 聴覚心理学的実験

健聴被験者 8 人を対象に『ア』、『イ』、『ウ』、『エ』、『オ』の『自然音声』と『人工合成音』それぞれの音源を快適レベルで 8 回ずつ提示し、刺激音に対して『語音』もしくは『非語音』のいずれかであることを解答用紙に記載するように指示した。『語音』として認識された割合を、それぞれの『自然音声』、『人工合成音』で解析した。解析はフィッシャーの正確確率検定を用いた。

## 3) 聴性誘発反応

健聴被験者 10 人を対象とし、『オ』の『自然音声』と『人工合成音』をそれぞれ刺激間隔 2000 ms で両耳から快適レベルで交互に提示した。刺激音提示の間は無声ビデオに集中するように指示した。関電極を Cz に、不関電極を左乳様突起に置き、各刺激音提示で得られた反応の 100 回を加算平均し得られた波形の N1、P2 の反応の大きさ、潜時の解析をした。解析は対応のある T 検定を用いた。

# III. 結果

## 1) 聴覚心理学的実験

『イ』を除く全ての母音で、『自然音声』は高率で『語音』と、『人工合成音』は『非語音』と認識された。統計学的有意差も得られた ( $p < 0.01$ )。『イ』は 2000 Hz 低域通過フィルタで第 2 フォルマントが失われたため、いずれの刺激音も大部分で『非語音』と認識された。『オ』の音では『自然音声』、『人工合成音』はそれぞれ 96.9%、9.4%が『語音』と認識され、最も両者の差が大きかった。

## 2) 聴性誘発反応

それぞれ『自然音声』、『人工合成音』提示時の聴性誘発反応は 10 人全てで N1、P2 が確認できた。N1 に関しては、『自然音声』、『人工合成音』提示時の反応の大きさ、潜時、いずれも有意な差を認めなかった。P2 に関しては、反応の大きさには『自然音声』と『人工合成音』で差が無かったものの、潜時に関してはほぼ全例で『自然音声』の潜時が『人工合成音』の潜時より短くなっており、統計学的にも有意差 ( $p < 0.01$ ) を認めた。

# IV. 結 語

本実験において『自然音声』刺激の P2 の潜時は同等の複雑さを持つ『人工合成音』刺激での潜時に対して有意に短かった。P2 潜時の短縮が複雑な音の『語音らしさ』に対する聴覚中枢処理を表している可能性がある。

## 論文審査の結果の要旨

## 論文審査担当者

主査 別府 高明 (脳神経外科)

副査 諏訪部 章 (臨床検査医学)

副査 中隴 克己 (生理学統合生理学分野)

語音を認識するメカニズムは十分に解明されていない。著者らは、語音と認識される自然音声と、それ同様の周波数・強さといった複雑さを持ち合わせた非語音である人工合成音を作成し、語音と非語音を聴いた際の聴覚情報処理の違いについて聴性誘発反応を用いて比較した。

結果として、それぞれ自然音声、合成音提示時の聴性誘発反応は、被験者 10 人全てで N1、P2 が反応した。しかし、P2 においては自然音声と人工合成音で反応の大きさには差が無いものの、自然音声の潜時が人工合成音の潜時より有意に短くなっていた。

本研究では、今までにない新たな非語音合成音を作成することに成功し、この音源を用いて語音と非語音の情報処理過程を厳密に聴性誘発反応で解析した結果、非語音では P2 の潜時が有意に延長することが示された。本研究は価値ある研究であると言える。以上から学位に値する研究・論文である。

## 試験・試問の結果の要旨

研究方法の妥当性、統計解析の妥当性、研究結果の考察、本研究の今後の発展・展望などについて試問を行い、適切な解答を得た。学位に値する学識を有していると考え。また、学位論文の作成にあたっては、剽窃・盗作等の研究不正は無いことを確認した。

## 参考論文

- 1) Cochlear implant function in patient with Jervell and Lange-Nielsen syndrome after defibrillation by countershock. (金城伸祐、他 5 名と共著) *Auris Nasus Larynx* 45: 4 (2018): p890-893.
- 2) 中低音障害型感音難聴を呈した *TMPRSS3* 遺伝子変異例 (笹森かおり、他 5 名と共著) *耳鼻咽喉科臨床* 110 巻: 9 号 (2017) : p575-579