

# 音声に対する聴性脳幹反応を用いた残響下における 高齢者の音声聴取に関する研究

藤平, 晴奈

<https://doi.org/10.15017/1654896>

---

出版情報：九州大学, 2015, 博士（芸術工学）, 課程博士  
バージョン：  
権利関係：全文ファイル公表済

氏 名 : 藤平 晴奈

論 文 名 : 音声に対する聴性脳幹反応を用いた残響下における高齢者の  
音声聴取に関する研究

区 分 : 甲

## 論 文 内 容 の 要 旨

聴覚は人間が生きていく上で極めて重要な感覚である。しかし、高齢になると多くの人がノイズや残響の存在する日常生活での音声聴取が困難になる。その要因として **Committee on Hearing and Bioacoustics and Biomechanics: CHABA (1988)** は、①末梢説、②中枢説、③認知説を提唱しており、これまで多くの検討が行われてきた。しかし、残響に関しては未だ明らかになっていない部分が多く、特に聴力以外の要因に対する検討は、ほとんど行われていない。本研究では、**CHABA (1988)** が提唱する全ての説から、聴こえの良い高齢者の残響下における音声聴取成績の低下に関わる要因について検討を行った。

まず、聴こえの良い高齢者と若年者を対象に残響下での単語了解度を測定し、それらの音声聴取成績を比較することで、年齢による単語了解度の違いを調査した。その結果、残響のない条件下では若年者と高齢者ともに 90%以上の単語了解度を示し、有意差は認められなかったが、残響がある条件下では高齢者の方が若年者に比べて有意に単語了解度が低下した。また、高齢者の残響下における単語了解度の個人差は大きく、残響下においても良く聴き取れている人もいれば、大きく低下する人もいることも明らかになった。高齢者において聴力を統制していたにも関わらず残響下での単語了解度に大きな個人差が生じたことから、聴力レベル以外に残響下での単語了解度を低下させる要因がある可能性、もしくは統制した中でのわずかな聴力レベルのバラツキが単語了解度に関与している可能性が示唆された。

残響下での単語了解度の個人差に影響を与えている要因を明らかにするために、臨床で用いられている種々の聴覚機能の測定と、残響下における単語了解度との関連性について検討した。聴覚機能の測定としては、純音聴力測定、ティンパノメトリー、耳音響放射測定、クリック音に対する聴性脳幹反応 (**auditory brainstem response: ABR**) の測定、語音聴力測定を行った。その結果、8 kHzにおける聴力レベルと残響下での単語了解度との間に相関がある傾向は観察されたが、明確な関連性を示すことはできなかった。

次に、聴覚伝導路における音声の時間情報の処理の観点から、残響下での単語了解度の個人差に影響を与えている要因を検討した。そこで着目したのが音声に対する聴性脳幹反応 (**speech ABR**) である。**Speech ABR** は、脳幹における神経発火のタイミングや神経発火する神経の数の情報、そして内耳での位相同期による発火に関連する時間情報を反映すると考えられるため、**CHABA (1988)** の①末梢説の時間情報の処理の劣化や②中枢説への検討が可能だと考えた。

高齢者における **speech ABR** の検討に入る前に、若年者を対象として **speech ABR** の測定や分析に関する 2 つの基礎的な検討を行い、次のことを明らかにした。まず、正弦波的振幅変調音に対する周波数対応反応を測定し、**speech ABR** の測定で用いられている **Aiken and Picton (2008)** が提案した平均処理を行い、彼らが示した理論通りの波形が実際の測定においても得られていることを示した。次に **speech ABR** を測定し、従来多く用いられてきた分析方法により本実験の測定環境における若年者の値を示した。さらに、新たに提案した計算方法による“音声刺激波形と **speech ABR** 波形との最大相関係数”が従来方法の値よりも高くなったことから、類似性を評価するには新たに提案した方法の方がより適した方法であることを示した。

聴こえの良い高齢者から音声刺激/da/に対する speech ABR を測定し、聴覚伝導路における音声の時間情報の処理の観点から、残響下での単語理解度の個人差に影響を与えている要因について検討した。その結果、speech ABR の 500 Hz に対する振幅が小さい高齢者ほど、残響下での単語理解度が低いことが明らかになった。また、500 Hz の周波数はフォルマント遷移の第 1 フォルマントに含まれる周波数であることから考えて、遷移する周波数を符号化する能力の低下が残響下における単語理解度の低下に関与している可能性が示唆された。

次に、残響を付加していない音声と残響を付加した音声の 2 種類の音声に対する speech ABR を聴こえの良い高齢者から測定し、残響が speech ABR に及ぼす影響と残響下での単語理解度との関連性について検討した。さらに、CHABA (1988) の③認知説の検討を行うために、知的能力の検査の 1 つであるレーヴン色彩マトリックス検査を行い、高齢者の残響下での単語理解度と知的能力との関連性についても検討した。その結果、残響により speech ABR 波形の形状が大きく変化する高齢者ほど、残響により単語理解度が大きく低下すること、そしてレーヴン色彩マトリックス検査の結果は、残響下での単語理解度と関連がないことが明らかになった。

以上のことから本研究では、聴力測定の結果に問題がなくとも高齢者では残響下における音声聴取成績が低下すること、その音声聴取成績の低下の程度には個人差があること、そして電気生理学的反応である speech ABR が確かに残響下での音声聴取成績に関連づけられるという 3 つの事柄を発見した。これらの成果により、speech ABR が高齢者特有の残響下における音声聴取の問題を調べるための貴重な手がかりとなることが明確となった。

氏 名 : 藤平 晴奈

論 文 名 : 音声に対する聴性脳幹反応を用いた残響下における高齢者の  
音声聴取に関する研究

区 分 : 甲

## 論 文 内 容 の 要 旨

It is well known that many elderly listeners have difficulty in understanding speech not only under noise but also under reverberation. Even elderly listeners with normal hearing often complain that they cannot understand the meaning under reverberation. It is, however, unclear what affects the difficulty understanding speech in elderly listeners under reverberation. In this study, we investigated the relationship between intelligibility under reverberation and various hearing characteristic measurements to clarify the factors to affect the difficulty in understanding speech under reverberation.

Word intelligibility in an anechoic and three reverberation conditions were obtained from 30 elderly listeners with almost normal hearing and 28 young listeners with normal hearing. All participants were female listeners. In the anechoic condition, there was no significant difference between the word intelligibility of elderly listeners and young listeners. In contrast, the word intelligibility obtained from elderly listeners in reverberant conditions were significantly lower than those obtained from young listeners. There were, moreover, an individual differences in the word intelligibility obtained from elderly listeners in reverberant conditions.

To investigate the relationship between word intelligibility under reverberation and clinical hearing tests, we obtained audiometric air conduction thresholds, tympanometric scores, TEOAE scores, DPOAE scores, speech audiometric scores and click-evoked ABR wave V latencies from 30 elderly listeners. There was no significant correlation between the word intelligibility under reverberation and the hearing test scores.

We also investigated the relationship between word intelligibility under reverberation and the speech ABR, which was considered an objective indicator of speech processing in the brainstem. The speech ABRs to an anechoic syllable /da/ were obtained from 30 elderly listeners. Root mean square (RMS) amplitudes and discrete Fourier transform (DFT) amplitudes were calculated for the speech ABRs. We found that the DFT amplitudes for 500 Hz significantly correlated with the word intelligibility scores under reverberation.

The speech ABRs to an anechoic syllable /da/ and a reverberant syllable /da/ were also obtained from 26 elderly listeners. Correlation coefficients between anechoic and reverberant speech ABR were significant correlation with the word intelligibility scores under reverberation.

Our results suggest that the subcortical neural representation of speech might account for the individual difference in word intelligibility under reverberation, which might provide clues of the factors to affect the difficulty in understanding speech under reverberation. Moreover, the speech ABR could be useful as an objective indicator to predict word intelligibility under reverberation.