

2 kHz 付近の聴覚フィルタ帯域幅の広がり と単音節/de/, /ge/の弁別・識別との関係 —若年者と高齢者との比較—*

☆遠藤辰徳, 荒井隆行, 安啓一 (上智大・理工),
小林敬 (オークランド大), △進藤美津子 (上智大・外国語)

1 はじめに

聴覚フィルタ帯域幅と音声知覚の関係についてはこれまで様々な調査が行われてきた。Thibodeau *et al.* (1987) は単音節/di/, /gi/の F2 が存在する 2 kHz 周辺における聴覚フィルタ帯域幅の広がりや音声知覚との関係について調査した。そこで後続母音が/i/の場合の音声知覚は、2 kHz 周辺における周波数分解能との間に有意な相関があると示した [1]。

一方 F2 付近の弁別・識別に着目した研究において、李ら (1998) はフォルマント弁別閾と語音識別との間に高い負の相関があることを示した [2]。また、平均聴力レベルと F2 の弁別能力との間には相関が見られないことも報告した [2]。阿部ら (2002) は、/ba/ と /wa/ の識別実験を行い、カテゴリ知覚の精度とフォルマント遷移の弁別閾には高い負の相関が見られることを示した [3]。

著者らは、smearing [4] で模擬した聴覚フィルタ帯域幅の広がりによって、フォルマント弁別閾・フォルマント遷移の弁別閾が上昇することを確認した [5]。また、聴覚フィルタの広がりや音声知覚との関係に負の相関があることを確認した [5]。本報告では、実際に聴覚フィルタの広がっている高齢者に対しても同傾向を示すか調査した。そのため、著者ら [5] と同様の実験を高齢者・若年者を対象に行い、聴覚フィルタの広がりや単音節/de/, /ge/の弁別・識別との関係について検討した。

2 実験

2.1 実験参加者および聴覚フィルタ帯域幅の測定

実験参加者は男性 2 名、女性 18 名の高齢者 20 名 (年齢 63–80 歳、平均年齢 72.2 歳) と男性 6 名、女性 3 名の若年者 9 名 (年齢 21–35 歳 平均 24.0 歳) で、全て日本語母語話者であった。参加者は高齢者・若年者ともに 2 kHz における最小可聴値が低い方の耳で聴取した。さらに実験前に聴覚フィルタ帯域幅の測定を行った。測定には Nakaichi *et al.* (2003) の簡易測定法 [6] による簡易聴覚フィルタ測定システム HD-AF (リオン株式会社製) [7] を用いた。測定周波数帯域は 2 kHz とし、提示レベルは感覚レベルで 30 dB SL とした。測定した最小可聴値と ERB の平均及び標準偏差を Table 1 に示す。

2.2 実験で使った刺激および手順

実験環境及び用いられた刺激は著者らによって行われた実験 [5] とすべて同様である。ただし、実験 2 の/de/, /ge/の識別実験では刺激の条件数を減らした。

Table 1 若年者と高齢者の最小可聴値、聴覚フィルタ帯域幅 (ERB), F2 遷移弁別閾, カテゴリ知覚の精度。それぞれの平均、標準偏差および、若年者と高齢者との間でマンホイットニーの U 検定を行った際の有意確率を示す。

	若年者	高齢者	U 検定
Threshold (dB HL)	6.11 ±2.54	23.5 ±2.00	($p < 0.05$)
ERB (Hz)	374 ±27.7	532 ±43.3	($p < 0.05$)
JND (Hz)	564 ±39.0	703 ±41.0	($p < 0.05$)
Category	0.16 ±0.09	0.11 ±0.00	($p < 0.1$)

実験に用いた刺激はすべて Klatt Speech Synthesizer [8] によって作成した。作成された刺激の F0 は 100 Hz, F1 の定常部は 450 Hz, F2 は 1.9 kHz とし、遷移部は開始 0–30 ms の区間とした。実験は遮音室内で行われ、提示音圧は、簡易測定法 [6] と対応させるため、30 dB SL で提示した。実験は合間に休憩を挟み、全体で約 60 分を要した。

2.3 実験 1 : F2 遷移弁別実験

F2 が上昇、下降する単音節/CV/刺激 [5] を 1 組とし、F2 の遷移開始周波数の弁別実験を行った。/CV/刺激の F2 遷移開始周波数は 1500 及び 2500 Hz とし、2up–1down 法 [9] で 2000 Hz を限界として提示した。遷移開始周波数が極端な組である 1500, 2500 Hz の/CV/刺激はそれぞれ/de/, /ge/に相当する。2up–1down 法のステップ幅は最初の 20 回までは 50 Hz、それ以降はステップ幅を 20 Hz とした。測定法は 3 区間 3 肢強制選択法 (three-interval three-alternative forced-choice: 3I–3AFC) で行った。参加者に対しランダムな順序で提示された 3 つの刺激のうち、1 つだけ異なる刺激を選択させた。全試行回数 50 回とし、試行の内、30–50 回の F2 遷移開始周波数差を平均して最終的な弁別閾 (JND) とした。

2.4 実験 2 : /de/, /ge/の識別実験

F2 のフォルマント遷移開始周波数を変化させた/de/, /ge/の連続体刺激 [5] に対して/de/, /ge/のどちらに聴こえるかを調査した。刺激は F2 の遷移開始周波数を 1500 から 2500 Hz の間で 50 Hz ずつ変化させ、21 種類作成された。実験手順に慣れるために、F2 の遷移開始周波数が 1500 Hz の刺激「で」と 2500 Hz の刺激「げ」をそれぞれ 5 回ずつ提示した。次に全ての刺激がランダムに 1 回ずつ提示され、それぞれの刺激に対して「で」、「げ」の選択を行い、全 21 試行を 10 回繰り返した。実験参加者が /ge/と反応した割合 (/ge/ 反応率) を算出した。阿部ら [3] を参考にシグモイド関数 $f(x) = 1/(1 + e^{-ax+b})$ によってフィッティングを行い、/d/, /g/の音素境界である

*Relationship between spread of auditory-filter-bandwidth near 2 kHz and speech discrimination/identification of monosyllables /de/, /ge/: Comparison between young and elderly participants, by ENDOH, Tatsunori, ARAI, Takayuki, and YASU, Keiichi (Faculty of Science and Technology, Sophia University), KOBAYASHI, Kei (The University of Auckland), SHINDO Mitsuko (Faculty of Foreign Studies, Sophia University)

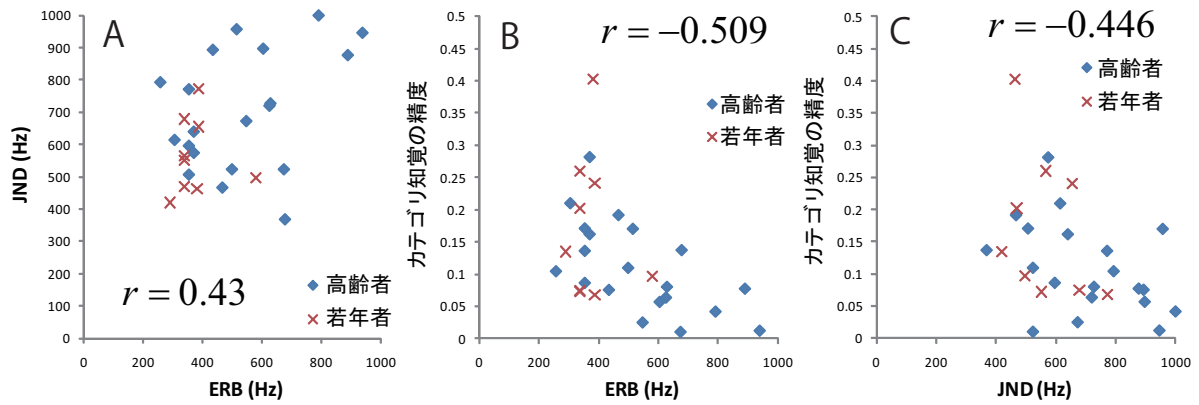


Fig. 1 高齢者と若年者の聴覚フィルタ帯域幅, フォルマント遷移の弁別閾及び単音節/de/, /ge/のカテゴリ知覚の精度の関係. A: 聴覚フィルタ帯域幅とF2 遷移弁別閾との関係. B: 聴覚フィルタ帯域幅とカテゴリ知覚の精度との関係. C: F2 遷移弁別閾とカテゴリ知覚の精度との関係. 図中の r は参加者全体の相関係数を示す.

$f(x) = 0.5$ となる時の反応曲線の傾きをカテゴリ知覚の精度として計算した.

3 結果および考察

3.1 若年者と高齢者との比較

若年者と高齢者の最小可聴値, 聴覚フィルタ帯域幅 (ERB), F2 遷移弁別閾, カテゴリ知覚の精度についての測定結果, および若年者と高齢者との間の有意差について Table 1 に示す. 若年者と高齢者の中で加齢による聴力特性の劣化を確認した.

若年者と高齢者との間の最小可聴値, 聴覚フィルタ帯域幅 (ERB), カテゴリ知覚の精度, F2 遷移弁別閾の相関係数を Table 2 に示す. 最小可聴値とフォルマント遷移弁別閾には相関はみられず, 李らの平均聴力とフォルマント弁別閾との関係 [2] と同様の結果となった.

高齢者においては ERB とカテゴリ知覚の精度との間で高い負の相関 ($r = -0.618, p < 0.001$) を確認した. 対して, 若年者では ERB は高齢者ほど広がっていないため, ERB との相関はみられなかった. 加齢で劣化した聴覚特性において聴覚フィルタ帯域幅はカテゴリ知覚の精度に大きく影響を及ぼすことが確認された.

3.2 聴覚フィルタ帯域幅とフォルマント遷移の弁別閾及び単音節/de/, /ge/のカテゴリ知覚の精度の関係

実験 1 において測定されたフォルマント遷移の弁別閾と聴覚フィルタ帯域幅との関係を Fig. 1 の A に示す. 最小可聴値とフォルマント遷移弁別閾の間では相関は確認できなかったが, ERB と F2 遷移の弁別閾の間では相関を確認した ($r = 0.430, p < 0.005$). この結果は, 著者ら [5] の模擬難聴による結果と一致する. よって, 2 kHz 付近の ERB の増加が/de/, /ge/の F2 遷移の知覚に影響し, 弁別閾を上昇させたことが示唆された.

実験 2 において, カテゴリ知覚の精度と聴覚フィルタ帯域幅との関係を Fig. 1 の B に示す. ERB の増加に伴い, カテゴリ知覚の精度が低下していく傾向が確認できた ($r = -0.509, p < 0.001$). 参加者ごとに測定された実験 1 での F2 遷移弁別閾と実験 2 でのカテゴリ知覚の精度との関係を Fig. 1 の C に示す. F2 遷移弁別閾の上昇と共に, カテゴリ知覚の精度が低下することが確認された ($r = -0.446, p < 0.005$). こ

の結果は阿部ら [3] と同様であった.

Table 2 高齢者と若年者における最小可聴値, 聴覚フィルタ, F2 遷移弁別の相関係数, カテゴリ知覚の精度. **は 1%水準で有意, *は 5%水準で有意であった条件である.

		ERB	JND	Category
全体	Threshold	0.659*	0.257	-0.183
	ERB		0.430*	-0.509**
	JND			-0.446*
高齢者	Threshold	0.586**	0.070	-0.137
	ERB		0.366	-0.618**
	JND			-0.412
若年者	Threshold	0.371	-0.279	0.534
	ERB		0.012	-0.111
	JND			-0.383

4 まとめ

本研究では, 高齢者と若年者を対象に 2 kHz 付近の聴覚フィルタ帯域幅の広がり と F2 の弁別・識別の関係について調査を行った. 高齢者と若年者を比較した結果, 高齢者の聴覚フィルタの広がりに伴い, 若年者と比べて F2 遷移弁別閾が上昇し, /de/, /ge/のカテゴリ知覚の精度が低下していることが確認された.

謝辞

本研究の一部は文部科学省私立大学学術研究高度化推進事業上智大学オープン・リサーチ・センター「人間情報科学研究プロジェクト」の支援を受けて行われた.

参考文献

- [1] L. M. Thibodeau *et al.*, *J. Acoust. Soc. Am.*, 82 (3), 864-873, 1987.
- [2] 李ら, 特殊教育学研究, 36 (3), 1-9, 1998.
- [3] 阿部ら, 特殊教育学研究, 40 (1), 11-23, 2002.
- [4] T. Baer *et al.*, *J. Acoust. Soc. Am.*, 94 (3), 1229-1241, 1993.
- [5] 遠藤ら, 音講論 (秋), 50-51, 2010.
- [6] T. Nakaichi *et al.*, *Acoust. Sci. Tec.*, 24 (6), 365-375, 2003.
- [7] 中市ら, 音講論 (秋), 62 (3), 214-223, 2006.
- [8] D. H. Klatt and L. C. Klatt., *J. Acoust. Soc. Am.*, 87 (2), 820-857, 1990.
- [9] H. Levitt., *J. Acoust. Soc. Am.*, 46 (2B), 467-477, 1971.