

## 高親密度単語を用いた音声聴取能力測定の際の音場および話速の影響\*

佐藤 洋 (産総研), 上田麻理 (産総研/学振), 及川靖広 (早大), 荒井隆行 (上智大)

## 1 はじめに

音バリアフリー調査研究委員会では、2008年より「高齢者・聴覚障害者を対象とした音声聴取能力測定ガイドライン」を作成するためのプロジェクトを発足させた。前報ではプロジェクトの概要及び、若齢健聴者の日常生活環境下での音声聴取能力実験の概要を報告した<sup>[1]</sup>。本報では測定条件について考察するため、測定音場および話速を主要因とした分析を行ったので報告する。なお、本プロジェクトにおける実験では「聴き取りにくさ」を音表全体で評価させたため、本報は単語了解度についてのみ考察する。

## 2 音声聴取実験概要

本報では前報<sup>[1]</sup>のデータセットの一部より、測定条件が明確であり、被験者の年齢がそろっており、かつ別報<sup>[2]</sup>においてすべての条件における正答率間に有意差はなかったことが確認されている機関A、機関B1および機関B2の結果60名分をデータの母集団として用いた。被験者の平均年齢は21.7歳、標準偏差は0.9であった。

語表としてFW07<sup>[3]</sup>を用いた。実験条件として3種類の残響付加音場及び2種類の騒音付加音場(合計5音場)で話速を3パターン(時間長100%, 80%および60%の条件)に変化させた合計15条件を用いた。なお、話速は100%時に平均4.5mora/sとなり、音声録音されたとおりの話速となる。

実験音場は、m9(S/N=-9dB), p3(S/N=+3dB), i2(住宅), i3(駅), i4(会議室)である。なお、m9およびp3に関しては計算機上で騒音を加算し、i2, i3およびi4に関しては実際の室で測定を行ったインパルス応答を単語に畳み込んで音源を作成した。i2, i3, およびi4の500Hzオクターブ帯域の残響時間は0.6s, 2.8s, 0.8sである。音声の提示レベル(A特性)はインパルス応答を畳み込んだ後、提示時間中の $L_{Aeq}$ で60dBにそろえた。つまりFW07とは異なる音声提示レベルとした。

## 3 実験結果と考察

実験音場および話速の組み合わせ条件を要因として1元配置の分散分析、および音場と話速を要因とした2元配置分散分析を行った結果、それぞれ組み合わ

せ条件について、および実験音場、話速および実験音場と話速の交互作用のすべてについて変動が有意であった( $p < 0.01$ )。その後、組み合わせた15条件すべてについてTukeyの多重比較を行った(Table 1)。条件p3, i2およびi4については得点がほぼ100%であり有意差は確認されなかった。話速の影響も有意ではなかった( $p > 0.05$ , 1条件除く)。話速について、60%およびその他の話速の条件で有意差があったのはm9, i3の2条件であった( $p < 0.01$ )。

## 3.1 実験音場と話速について

実験音場について、STIr (Speech Transmission Index-revised)<sup>[4]</sup>を用いて整理した。STIrを求める際、音場m9, p3は音声の長時間平均オクターブバンドレベルを全単語を隙間無く接続した音声により求めて背景騒音のオクターブバンド値とのS/Nを用いて、女声の重み関数を適用して求めた。音場i2, i3, およびi4はインパルス応答および音声提示A特性音圧レベルを60dBとして求めた。STIrと単語了解度(S)の平均値との関係をFig. 1に示す。Fig. 1よりSTIrとSの対応関係はよく、話速が100%の場合はSTIrが0.6になると条件間の有意差が検出できなかった。また、話速の影響が有意に検出されるのはSTIrが0.5以下となるときであった。Fig. 1に示した曲線は式(1)に示すロジスティック曲線であり、単語了解度SはSTIrを用いて表すことができる。

$$S = \frac{100}{1 + \exp(m - s/\sigma)} [\%] \quad (1)$$

ただし、

s: 測定音場のSTIr

m: 50%値を与えるSTIr

$\sigma$ : 50%付近の曲線の傾き (=0.12)

式(1)に対するデータの適合度を表す $R^2$ 値は0.99であった。したがって、単語了解度に与える音場の影響は式(1)の関数で近似される。話速の影響はmの値の変化で表され、話速が100%, 80%, 60%のときに、それぞれ0.27, 0.30, および0.39となる。つまり話速100%から80%への変化はSTIrの変化0.03に相当し、話速100%から60%への変化はSTIrの変化0.12に相当する。STIrの弁別閾値は0.03といわれており<sup>[5]</sup>, Table 1にも示したように話速が100%か

\*Effect of sound field and speaking rate on word recognition scores with high-word-familiarity words. by SATO Hiroshi (AIST), UEDA Mari(AIST/JSPS), OIKAWA Yasuhiro (Waseda Univ.) and ARAI Takayuki (Sophia Univ.)

Table 1 Indication of significances between experimental conditions

		m9			p3			i2			i3			i4		
		60	80	100	60	80	100	60	80	100	60	80	100	60	80	100
m9	60	-	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	80		-	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	100			-	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
p3	60				-	-	-	-	-	**	**	**	-	-	*	
	80					-	-	-	-	**	**	**	-	-	*	
	100						-	-	-	**	**	**	-	-	-	
i2	60							-	-	**	**	**	-	-	**	
	80								-	**	**	**	-	-	-	
	100									**	**	**	-	-	-	
i3	60											-	**	**	**	
	80												**	**	**	
	100												**	**	**	
i4	60													-	-	
	80														-	
	100														-	

\* p<0.05, \*\* p<0.01

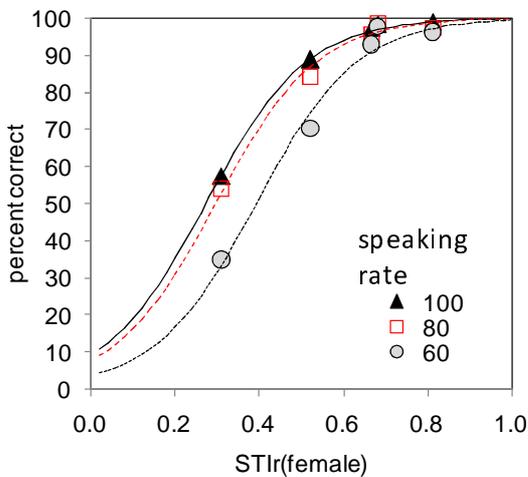


Fig. 1 Relationship between STIr and word recognition rate(S). Different marks presents data measured with different speaking rate. Regression curves are also indicated.

ら 80%に変化する状況が若齢者では弁別できるかどうかの境目となる。

#### 4 個人の音声聴取能力の測定のための測定条件に関する一考察

Fig. 1 に示したように若齢者の単語理解度は STIr を用いて推定できそうである。聴力損失が認められる聴取者の単語理解度は若齢者より低下するはずである。高齢者の場合は Fig. 1 の曲線が右側にずれていく、つまり話速が速くなる傾向と類似したスコアとなる。PTA(0.5-4kHz) が 20 dBHL の聴取者の場合、その程度は STIr でおおよそ 0.1 程度である [6]。このような変化を検出するためには測定音場として STIr > 0.6 となる音場では音場の影響が評価し難いであろう。今回の条件では m9 および i3 が測定音場として

は適切であるかもしれない。一方、音場 m9 の条件では若齢者でも話速が 60% であると 35% 程度とかなり厳しい試験結果であり、聴力損失を伴っている場合は非常に低い得点となることが予想される。したがって、STI で 0.5 程度となる S/N = 0 dB から - 3 dB 程度の条件が適切であろう。また、このような条件であると話速の影響も有意に観測できるであろう。

#### 5 おわりに

今回の結果から STIr=0.5 程度の音場において測定すると若齢者の場合でも話速の影響が観測され、かつ聴力損失によるスコアの低下の度合いも測定できる可能性があることがわかった。また、話速の変化は 100% から 80% 変化はあまり大きくなく、80% から 60% となるときに統計的に有意に変化することがわかった。ただし、残響と騒音とが聴力損失者の聞き取りに同様の影響を及ぼすとは限らないため、実際に音場の影響がどのように観測されるか確認が必要である。

謝辞 本研究は、音バリアフリー調査研究委員会における「高齢者・聴覚障害者を対象とした音声聴取能力測定ガイドライン」作成プロジェクトの一環として行った。

#### 参考文献

- [1] 白石ら, 音講論 (秋), pp.1355-1356, 2010.
- [2] 上田ら, 音講論 (春)(2011).
- [3] 近藤ら, "親密度別単語理解度試験用音声データセット (FW07)," NII(2007).
- [4] Steeneken et al., Speech Communication 38, 413-425(2002).
- [5] Bradley, J. S., et al., Applied Acoustics, 58, 99-108(1999).
- [6] H. Sato et al., Proc. of WESPAC IX, 199(2006).