

雑音・残響環境下における外国語音声聴取

増田 斐那子*¹

Non-native speech perception in background noise and reverberation

Hinako MASUDA*¹

ABSTRACT : Perceiving speech in non-laboratory environments is challenging for both native and non-native listeners, even if they are able to perform well in laboratory (quiet) environment. The difficulty of speech perception by non-native listeners is caused by the differences in the phonological systems of the listener's native and target languages. This difficulty is magnified with the presence of background noise and reverberation, both of which are often present in real-life listening environments. Additionally, accurate perception of non-native speech sounds remains difficult regardless of the listeners' proficiency in the target language. This paper states an overview of the difficulty of non-native speech perception, focusing on consonants, and how its research results could be implemented to the development of perceptual training materials.

Keywords : non-native, speech perception, background noise, reverberation

(Received September 26, 2016)

1. はじめに

我々が日常生活で用いる『言語』はコミュニケーションを行うためのシステムである。本稿では、音声言語をコミュニケーション媒体として考え、音声知覚の観点から「非母語音声のコミュニケーション特性」を探り、言語教育に応用することを目的とする。

音声言語を用いてコミュニケーションを取る際、「話し手」と「聞き手」が存在する (Fig. 1 参照 [1])。音声を媒体としたコミュニケーションが成功するには「話し手」が意図したメッセージが「聞き手」に正しく伝わるのが前提となる。つまり、話し手が意図したメッセージと聞き手が受け取ったメッセージが一致した場合にコミュニケーションが成立する。ただし、日常生活で音声言語を用いてコミュニケーションを取る場合、「雑音(残響を含む)」および「文脈を手掛かりとした予測性の欠如」が正確なメッセージの伝達を妨げる要因となり得る。本稿では特に「雑音」に着目する。

空港、電車、駅のホーム、カフェテリアなど、周囲に

話し声や残響が蔓延している中で重要な情報を聴き取ることは、母語であっても困難となり得る[2, 3]。外国語音声聞き取る場合、非母語話者が雑音と残響から受ける影響は母語話者よりも大きく、子音や母音といった単音の正確な聴取能力が低下することが知られている[4-6]。外国語音声の聞き取りが困難である理由は、学習者の母語の音韻体系と学習対象とする外国語の音韻体系の違いにある。本稿で調査の対象とする聴取者グループはアメリカ英語母語話者と日本語母語話者(非英語母語話者)であるが、アメリカ英語は子音音素/p b t d k g tʃ dʒ m n ŋ f v θ ð s z ʃ ʒ h ɹ j w l/が 24 個あるのに対し、日本語は 16 個/p b t d k g t s n m n ɾ s z h j w/であり、英語子音よりも少ない[7]。したがって、8 個のアメリカ英語子音は日本語母語話者の音韻体系に存在せず、日本語母語話者が英語の /ɹ/-/l/を日本語の /r/ として知覚する傾向があるように[2, 3, 7]、日本語に存在しない音素は存在する音素と同化して知覚する傾向がある[8]。このような理由から多くの日本語母語話者にとって一部のアメリカ英語子音の知覚は困難となるが、日本語母語話者の英語習熟度が雑音環境下での英語子音の知覚にどのような影響を及ぼすか、その全貌はまだ明らかになっていない。さらに、英語習熟度

*¹ : 理工学部共通基礎講師 (h-masuda@st.seikei.ac.jp)

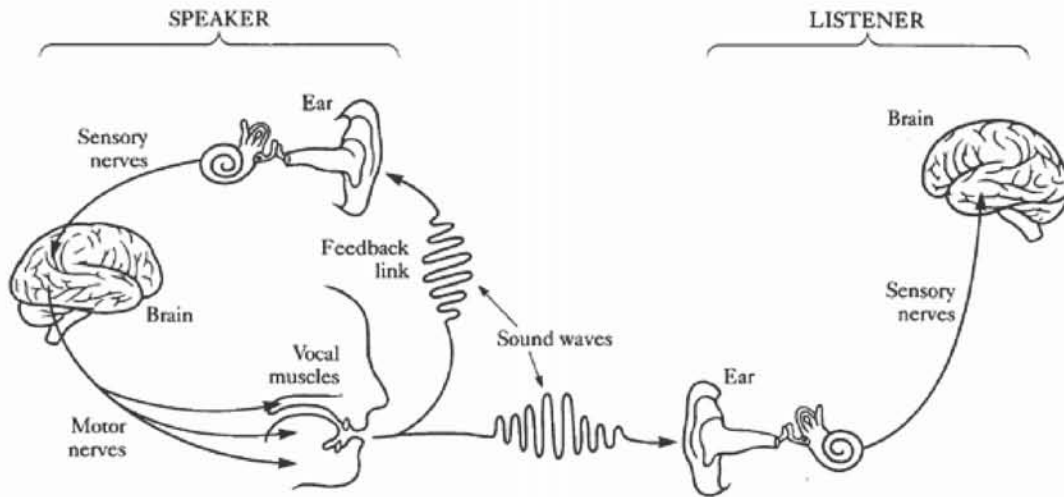


Fig. 1 Speech chain (Denes & Pinson, 1963)

が高いバイリンガル話者でも、非母語話者である限りは母語話者並みの正確性には満たないことも報告されている[9-11]。

しかし、一般的に用いられている外国語リスニング教材は雑音や残響を考慮したものは少なく、雑音や残響が蔓延する日常生活で外国語音声を正確に聴取できるようになるには教材開発の改良に余地があると考えられる。筆者の研究テーマは、日本人英語学習者を対象とした英語リスニング教材開発に貢献すべく、雑音・残響下で学習者にとって難しい英語音声を探り、また正確な聞き取りができない場合どのような聞き間違いがあるのか調べ、解析結果をもとに雑音・残響下で英語音声を正確に聞き取れるようになる聴取訓練教材を開発することである。

2. 雑音環境下における外国語音声聴取実験

以下に、2016年8月に開催されたInter-Noise 2016[12]で発表した実験結果を紹介する。

2.1 聴取実験の概要

本実験には、アメリカ英語話者25名と日本人英語学習者17名、合計42名の若年健聴者(20~30代)が参加した。実験で用いた刺激音は、アメリカ英語の23子音[p b t d k g tʃ dʒ m n f v θ ð s z ʃ ʒ h ɹ j w l]で、それぞれ“You are about to hear [aCa]”(C: ターゲット子音)というコンテキスト内に埋め込む形式を取った。これらの音声を、背景雑音なし・ありの聴取環境下で参加者に提示した。背景雑音は、刺激音[aCa]が始まる1秒前から終わる1秒後までの区間に渡って重畳した。雑音には、先行研究[2]で母語話者・非母語話者間で最も差が生じた複数の話者に

よるバブルノイズ[13]を用いた。このノイズは、外国語学習者が日常生活で遭遇することが多いであろう聴取環境を想定したもので、長時間スペクトルおよび時間的変動が人の音声に近い。重畳したバブルノイズは刺激音毎に異なった。

刺激音は日英バイリンガル話者(女性)による発話をデジタルサウンドレコーダ(Marantz PMD 660)およびマイクロホン(SONY ECM-23F5)を用い、サンプリング周波数48 kHzで録音し、録音後16 kHzにダウンサンプリングした。刺激音は、最も難易度が低い雑音のない条件からの学習効果を避けるため、1) 雑音あり (Signal-to-Noise Ratios = 0 dB, 5 dB, 10 dB) (以下、SNR)、2) 雑音なしの順番で提示した。全ての試行は各セッション内でランダムに提示した。

参加者はヘッドホン(STAX SR-303、またはSTAX SRM-323A、一部の英語母語話者はSennheiser HD280 Pro)、およびUSBオーディオアンプ(ONKYO MA-500U)を介して刺激音を聴取した。一部の英語母語話者はMacコンピュータから直接ヘッドホンを介して刺激音を聴取した。実験手順の確認を行うため、全ての参加者は練習問題23試行(SNR3条件×6子音+雑音なし条件5子音)を行った上で本実験460試行に進んだ(23子音×聴取環境4条件×5回繰り返す)。練習問題、本実験、ともに回答の正誤フィードバックはなかった。参加者は提示された音声を聴き、聴こえた音声と最も近い子音をパソコン上の実験インターフェースに表示された23子音から選択して回答した(Fig. 2 参照)。全ての実験手続きにはPraat [14]を用いた。

Please choose the consonant that is most similar to what you heard.

B as in Be	J as in Joke	P as in Pic	TH as in THe
CH as in CHin	J as in beiGE	R as in Row	V as in Very
D as in Do	K as in Car	S as in See	W as in Win
F as in Far	L as in Lie	SH as in SHe	Y as in Yell
G as in Go	M as in My	T as in Tie	Z as in Zoo
H as in Hi	N as in No	TH as in THin	

Fig. 2 Experimental interface

2. 2 結果

アメリカ英語話者、日本人英語学習者、ともに雑音のない条件と比較してSNRが低くなるにつれて正答率が低下した。本稿では、日本人英語学習者の結果のみに注目して報告する。

日本人英語学習者における聴取条件間の正答率の低下は、子音の聞こえ度 (sonority)、すなわち鼻音—閉鎖音—破擦音—接近音—摩擦音の順とほぼ一致することが分かった。日本人英語学習者の結果をさらに海外在住経験を踏まえて再解析すると、海外在住経験 (英語圏) のある聴取者グループは経験のないグループと比較して、摩擦音 ($t(7795) = 4.028, p < 0.00$) と接近音approximants ($t(7795) = 3.28, p = 0.001$) の正答率が有意に高いことが明らかになった。

摩擦音と接近音は日本人英語学習者にとって困難とされる代表的な子音グループであることから、海外在住経験、つまり雑音を含む環境下で英語に触れる時間が海外在住未経験者と比較して長い学習者は特定の子音聴取の正確性が上昇する可能性が示唆された。また、このような聴取傾向は雑音のみならず、残響環境下でも類似する結果が得られた (2016年9月に開催されたInternational Congress of Acoustics[15]で報告済)。

3. 今後の課題：聴取訓練教材の開発

現在、英語の聴き取り訓練を目的とした教材の多くは、実環境から程遠い雑音・残響のない理想的な聴取環境で訓練を行うものである。これまでの研究結果により、たとえ雑音・残響が付加されていない試験環境や学習時に正確に聞き取れたとしても、実環境では同様に聞き取れるとは限らないことが分かっている。したがって、これまでの研究結果を用いて、より実環境に近い雑音・残響環境下において日本人英語学習者が正確な聴取が困難である音を突き止め、さらには習熟度、雑音・残響の量を

考慮した聴取訓練教材を開発することが最終的な研究目的となる。より実環境に近い中で聴取できる訓練を行うという、これまでにない新しい聴取訓練方法を学習者に提供することで今後英語を使用して世界で活躍する人材育成につながることを期待される。

参考文献

- [1] Denes PB & Pinson EN. The Speech Chain: The Physics and Biology of Spoken Language. Bell Telephone Laboratories, Inc., 1963.
- [2] Cutler A; Weber A; Smits R & Cooper N. Patterns of English phoneme confusions by native and non-native listeners. Journal of the Acoustical Society of America, 116 (6), pp. 3668-3678, 2004.
- [3] Garcia Lecumberri ML & Cooke M. Effect of masker type on native and non-native consonant perception in noise, Journal of the Acoustical Society of America, 119 (4), pp.2445-2454, 2006.
- [4] Takata Y & Nabelek AK. English consonant recognition in noise and in reverberation by Japanese and American listeners, Journal of the Acoustical Society of America, 88 (2), pp.663-666, 1990.
- [5] Nabelek AK & Donahue AM. Perception of consonants in reverberation by native and non-native listeners. Journal of the Acoustical Society of America, 75 (2), pp.632-634, 1984.
- [6] Masuda H & Arai T. Identification of English voiceless fricatives in multispeaker babble noise by native Japanese and English listeners: Influence of English proficiency, Acoustical Science and Technology, 34 (5), pp.356-360, 2013.
- [7] Vance TJ. The Sounds of Japanese. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
- [8] Masuda H. Misperception patterns of American English consonants by Japanese listeners in reverberant and noisy environments, Speech Communication, 79, pp.74-87, 2016.
- [9] Mayo LH; Florentine M; Buus S. Age of second-language acquisition and perception of speech in noise, Journal of Speech, Language and Hearing Research, 40, pp.686-693, 1997.
- [10] Rogers CL; Lister JJ; Febo DM; Besing JM; Abrahams HB. Effects of bilingualism, noise, and reverberation on

- speech perception by listeners with normal hearing, *Applied Psycholinguistics*, 27, pp.465-485, 2006.
- [11] Masuda H; Arai T & Kawahara S. Identification of English consonants in intervocalic contexts in multispeakers babble noise by Japanese listeners – Correlation between English proficiency and consonant identification ability, *Acoustical Science and Technology*, 36 (1), pp.31-34, 2015.
- [12] Masuda, H. Effect of consonant manner on L2 speech perception in multispeaker babble noise, *Proceedings of Inter-noise 2016*, pp.402-407, Hamburg, Germany, August 21-24, 2016.
- [13] Varga A; Steeneken HJM. Assessment for automatic recognition II: NOISEX-92: a database and an experiment to study the effect of additive noise on speech recognition systems, *Speech Communication*, 12(3), pp.247-251, 1993.
- [14] Boersma P & Weenink D. Praat: doing Phonetics by computer [Computer program] Version 5.3.66, retrieved from [http:// www.praat.org/](http://www.praat.org/), 2014.
- [15] Masuda, H. Effect of consonant manner on L2 speech perception in reverberation, *Proceedings of International Congress of Acoustics 2016*, Paper ICA2016-185, Buenos Aires, Argentina, September 5-9, 2016.