Vol.2015-MUS-107 No.41
2015/5/23

米語 /r/-/l/ 知覚で生じる母語干渉における成人の年代変化

久保 理恵子[1,a)]　赤木 正人[1]

概要：言語への暴露により，成人以後も音韻知覚が変化するか調べるために，第二言語音韻聴取時に生じる母語干渉 (第一言語音韻体系の利用) が成人の年代で年齢とともに変化するか検討した．第一言語音韻体系の利用を音声マスキングで妨害し，これによる聴取正答率の変化を観測することで，母語干渉の程度を相対的に表すことを試みた．この方法により，第一言語音韻体系の利用の干渉の程度が成人の高い年代では大きくなることが示された．

1. はじめに

音声処理方法の形成や変化に関して乳幼児期の言語経験は重要な要因となる [1]．この時期に獲得された第一言語（L1）に即した音韻知覚は，第二言語（L2）音韻知覚にも関与し，L2 聴取時に L1 の音韻体系を利用するという L1 の干渉として知られている [2], [3]．

一方，成人以後の言語経験が音韻知覚に与える変化は少ないと考えられてきた．しかし，L2 音韻の聴取訓練により同定成績が向上するという報告 [4] もあり，成人以後も，音声処理方法の変化が言語経験により生じえる可能性がある．また，30–60 歳代までの高い年代の成人に対する米語 /r/–/l/ 聴取訓練で成績の向上幅が年代とともに減少し，高い年代の成績向上幅には音韻環境による違いが観察された [5]．音韻環境による同定難易度には L1 の干渉が寄与することが示唆されており [6]，高い年代では訓練過程において L1 の干渉がより強く寄与した可能性がある．年代上昇とともに L1 の言語経験は増加していると考えられることから，成人という高い年代でも，言語経験により音声処理方法の変化が生じた可能性が考えられる．

そこで本研究では，「成人以後においても言語経験が音韻知覚に変化を与えるか」という疑問に対する答えを得るために，L2 音韻知覚に対する L1 の干渉の寄与が，成人の中でも年代とともに大きくなるかを検討した．

L2 音韻知覚における L1 干渉の寄与を検討する手段として，目的音と妨害音が同時に存在するという音声によるマスキング作用を利用した．妨害音の言語が目的音の言語と一致するとき，また，聴取者の言語と一致するとき，妨害音の影響が大きくなることが報告されている [7], [8], [9]．そこで，音韻知覚の処理の干渉（i.e., 同定成績の低下）は，妨害音と目的音に対する処理の重複に伴い増加すること，目的音の言語と一致し音響的類似性が高い妨害音は末梢系の処理において干渉し，聴取者の L1 と一致する言語の妨害音は L1 干渉が関与する音韻処理において干渉することを仮定して，L1 干渉の寄与を測定した．

実験では，最初に，音韻知覚への干渉として音声によるマスキング作用が利用できるかを明らかにするため，L1 を目的音として妨害音の言語により音韻知覚の正答率が変動するか調べた（実験 1）．次に，L1 干渉の寄与の程度が聴取正答率の変動として現れるかを明らかにするために，想定される L1 の干渉が異なる L2 音韻対を目的音として，これらの音韻対の間で正答率の変動が異なるか調べた（実験 2）．最後に，年代にょり L2 音韻知覚に対する L1 の干渉が異なるか明らかにするため，実験 2 の結果を年代ごとに分析した．

2. 実験 1

2.1 方法

2.1.1 実験参加者

23 名の日本語話者と 8 名の米語話者が聴取者として実験に参加した．日本語話者の聴取者は，20 歳代が 7 名，30–40 歳代が 8 名，50–60 歳代が 8 名であった．聴力や発話に関する病歴がどの参加者にもないことを確認した．日本以外の国に 3 か月以上滞在した経験のある参加者はいなかった．8 名の米語話者のうち 4 名は日本の長期滞在者であり，滞在期間は 3–13 年であった．

2.1.2 刺激

目的音は，日本語話者の聴取者には日本語を，米語話者の聴取者には英語を，聴取者の L1 に応じて呈示した．日本語の目的音は 4 音節語を用いた．親密度別単語了解度試

1 北陸先端科学技術大学院大学
JAIST, Nomi, Ishikawa 923–1292, Japan
a) rkubo@jaist.ac.jp

© 2015 Information Processing Society of Japan

験用音声データセット（FW03）[10] から音韻バランスを考慮して 70 語を選択した．男性話者（mya）による音声を用いた．英語の目的音は，/r/–/l/ で対立する英単語を用いた．尾（FP），語尾重子音（FC），語中（IN），語頭（IP），語頭重子音（IC）の 5 種類の音韻環境からなる 48 対（96 語）の男性話者による音声を用いた．妨害音は，英語または日本語による文章音声を用いた．英語は TIMIT [11] 収録音声から，日本語は ATR 音声データベース B-set [12] の収録音声からそれぞれ選択した．いずれも男性話者による発話を用いた．異なる話者と発話内容の発話を 2 個選択し，最大振幅値により正規化した後に加算して妨害音を作成した．

妨害音と目的音の加算は次の手順で行った．まず，すべての目的音について最大振幅値により正規化した．次に，同等のエネルギーマスキングを起こさせるために，目的音と妨害音の音声の重複範囲の信号対雑音比（SNR; 信号＝目的音，雑音＝妨害音）が −6 dB になるように妨害音を付加した．目的音の 800 ms 前に開始し，目的音が終了した後 800 ms 後に終了するように妨害音を目的音に付加した．1 つの目的音に対して，英語と日本語の妨害音を個別に付加した．また，1 つの目的音に対して，英語の妨害音と日本語の妨害音ごとに 3 種類の異なる妨害音を準備し，聴取者ごとに 1 種類の刺激を選択して呈示した．妨害音が付加されない目的音も刺激として使用した．日本語と英語それぞれの目的音に対して，妨害音なし，英語妨害音あり，日本語妨害音ありの 3 種類を刺激として準備した．

2.1.3 手順

防音室（暗騒音の A 特性音圧レベル 21 dB 以下）で行った．刺激呈示と反応収集には PC (ThinkPad x121e) を用いた．刺激は，オーディオインターフェース (Fostex HP-A3) とヘッドホン (AKG K272HD) を通じて両耳呈示した．練習試行の刺激に対して A 特性音圧レベル約 67 dB で呈示した．この呈示音圧は，予備検討時に 20–50 歳代が適切と答えた値を基にした．実験参加者には，音量が適切かどうか練習試行中に確認した上で，本試行中には必要な場合には音量調整が可能であることを伝えた．日本語が目的音の際は，音節の説明と練習試行の後に本試行を行った．呈示された音声刺激をキーボードを用いて書き取るよう求めた．英語が目的音の際は，2 肢強制選択同定課題とし，呈示された音声刺激を，PC 画面に表示された最小対の単語から選択させた．

妨害音なし，英語妨害音，日本語妨害音の妨害音の条件ごとに分けて呈示した．目的音が日本語の時は，妨害音がある条件を続けて呈示し，妨害音のない条件は最後に呈示した．目的音が英語の時は，妨害音のない条件を先に呈示し，その後に妨害音がある条件を続けて呈示した．目的音が日本語の時と英語の時とで妨害音条件の呈示順が異なるのは，妨害音がない目的音を先に呈示した場合に目的音の単語を記憶することによる影響が，目的音が日本語の時と英語の時とで異なると考えられること，また，次に行う実験との統制のためである．目的音の単語を記憶する影響については，日本語が目的音の時は，自由回答形式の課題であり，目的音の単語を記憶することによる影響は大きい．そこで，日本語が目的音の時には，妨害音がある条件を先に呈示した．対して英語が目的音の時は，強制選択課題であり，目的音の単語を記憶する影響は小さい．そこで，後に行う日本語話者の聴取者への同課題と一致した呈示順とした．英語妨害音条件と日本語妨害音条件の呈示順は，日本語・英語目的音いずれでも，実験参加者ごとに入れ替えて順序効果を低減させた．刺激音の再生は，1 つの刺激に対して最大 10 回まで繰り返し可能とした．

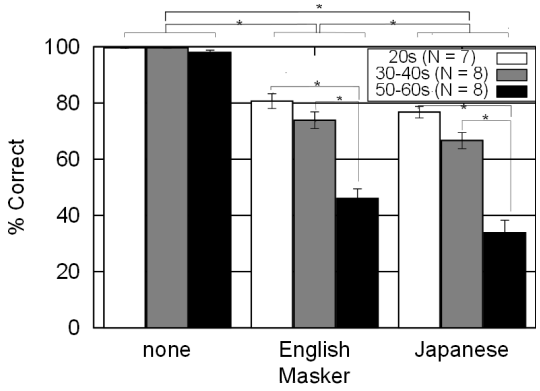

図 1 日本語音節の日本語話者による聴取正答率の平均と標準誤差
Fig. 1 Means and standard errors of identification performance for Japanese targets by Japanese listeners.

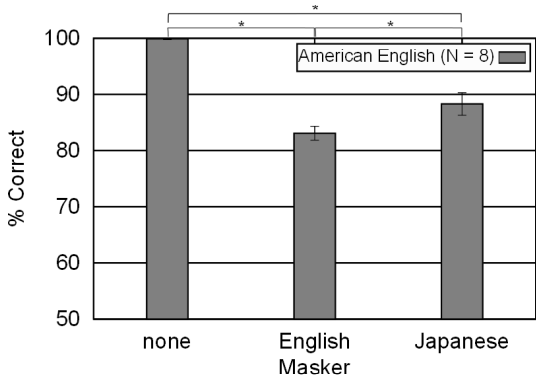

図 2 米語音韻の米語話者による聴取正答率の平均と標準誤差
Fig. 2 Means and standard errors of identification performance for English targets by English listeners.

2.2 結果

日本語目的音，英語目的音それぞれについて聴取正答率を求めた．日本語の目的音は実験参加者ごとに，モーラ正答率を妨害音の条件ごとに求めた．年代ごとの平均正答率を**図 1** に示す．逆正弦変換した正答率を従属変数として，妨害音（無 vs. 英語 vs. 日本語）を被験者内要因，年代（20s vs. 30–40s vs. 50–60s）を被験者間

要因とした 2 要因の分散分析を行った．その結果，妨害音の主効果 ($F(2,40) = 455.65, p < .01$)，年代の主効果 ($F(2,20) = 22.86, p < .01$) が有意であることが示された．Bonferroni 法を用いた多重比較により，すべての妨害音の間で有意差があり，日本語の妨害音で最も正答率が低いこと，50–60 歳代は 20 歳代，30–40 歳代いずれよりも正答率が低いことが示された ($p < .05$)．また，妨害音と年代の交互作用が有意であることが示された ($F(4,40) = 16.08, p < .01$)．Bonferroni 法を用いた多重比較により，50–60 歳代は英語の妨害音，日本語の妨害音いずれの条件でも，20 歳代と 30–40 歳代よりも低い正答率だったことが示された．米語の目的音は，実験参加者ごとに，単語正答率を妨害音の条件ごとに求めた．平均正答率を**図 2** に示す．逆正弦変換した正答率を従属変数として，妨害音（無 vs. 英語 vs. 日本語）を被験者内要因とした 1 要因の分散分析を行った．その結果，妨害音の主効果が有意であることが示された ($F(2,14) = 133.84, p < .01$)．Bonferroni 法を用いた多重比較により，すべての妨害音の間で有意差があり，英語の妨害音で最も正答率が低いこと示された ($p < .05$)．以上，日本語話者と米語話者の聴取者いずれも，L2 妨害音よりも L1 妨害音において正答率が低下することが示された

2.3 考察

妨害音がない条件に比べて聴取正答率が低下したことは，妨害音による音韻知覚の干渉の結果として聴取正答率が低下したことを示す．また，日本語話者，米語話者いずれの聴取者でも，L2 妨害音よりも L1 妨害音において正答率が低下した．妨害音の言語により正答率低下が異なったことは，妨害音の言語に関わる情報により異なる干渉が生じたことを意味する．目的音との音響的類似性と，聴取者の L1 との一致性のいずれも高い L1 による妨害音が，末梢系の音声処理や L1 干渉が関与する音韻処理とを干渉したことを示唆する．音韻知覚において，妨害音の言語に関わる情報による干渉が生じることが確認された．

3. 実験 2

3.1 方法

3.1.1 実験参加者

34 名の日本語話者が聴取者として実験に参加した．20 歳代が 12 名，30–40 歳代が 9 名，50–60 歳代が 13 名であった．聴力や発話に関する病歴がどの参加者にもないことを確認した．

3.1.2 刺激

目的音には英語を用いた．L1 音韻体系の利用の影響が異なると想定される L2 音韻対を 2 組準備した．これらの組は，日本語の音韻カテゴリにおいて類似の音韻対が存在するかが異なった．L2 音韻知覚に L1 が干渉するという前提では，L1 に類似の対が存在する場合 (“Good-fit”) には，L1 音韻体系を適用して知覚するために L1 音韻体系利用の影響が大きくなるが，存在しない場合 (“Poor-fit”) には，L1 音韻体系を適用できないために L1 音韻体系の利用の影響が小さくなると考えられる．“Good-fit” として，/f/–/s/ 等の最小対語を 16 語選択し，各語を 2 回発話した 32 個の音声を用いた．”Poor-fit” として，実験 1 で英語話者に対して呈示した /r/–/l/ を用いた．妨害音は実験 1 と同様に作成し目的音に付加した．

3.1.3 手順

実験 1 の英語目的音と同じ条件で実験を行った．音韻対種ごと，さらに妨害音条件ごとに分けて呈示した．妨害音のない条件を先に呈示し，その後に妨害音がある条件を続けて呈示した．妨害音がない条件で刺激を聴取して同定の基準を作り，妨害音がある条件でも引き続き一定の基準を用いて同定を行うことを期待した．英語妨害音条件と日本語妨害音条件の呈示順は，実験参加者ごとに入れ替えて順序効果を低減させた．また，/r/–/l/では，課題を行う前に，判断の基準を作成することを期待して練習課題を実施した．練習課題の刺激には，音韻環境ごとに 1 対を選択した．練習課題では，音声を一括して呈示した後，正誤のフィードバックを与える 2 肢強制選択課題を行うことで，同定判断の基準を持つことを促した．

3.2 結果

実験参加者ごと，妨害音の条件ごとに正答率を求めた．/r/–/l/ は音韻環境の影響を調べるために，実験参加者，妨害音，音韻環境ごとに正答率を求めた．この時，妨害音が無い条件で正答率がチャンスレベルを超えない実験参加者が確認された．妨害音が無い条件で正答率がチャンスレベルを超えないならば，その実験参加者は音韻対を同定できる能力を十分に持たないと思われる．同定能力が不十分な場合には，妨害音がある条件での正答率の変動が偶然なのか，妨害音の効果なのか判断が困難である．そのため，妨害音が無い条件でチャンスレベルを超えない正答率を持つ実験参加者の結果は，以後の分析から除外した．該当の実験参加者については，妨害音なし，英語妨害音，日本語妨害音のすべての条件について結果を除外した．この基準は音韻環境ごとに適用し，該当の音韻環境に対してのみすべての結果を除外した．/r/–/l/ は語尾 (FP) 以外の音韻環境に対する標本数が少なくなったため，以後本節では FP の結果を /r/–/l/ として示す．

年代ごとの平均正答率を，**図 3** に示す．音韻対種（”Good-fit”, ”Poor-fit”）ごとに，逆正弦変換した正答率を従属変数として，妨害音（無 vs. 英語 vs. 日本語）を被験者内要因，年代（20s vs. 30–40s vs. 50–60s）を被験者間要因とした 2 要因の分散分析を行った．“Good-fit” では，妨害音の主効果が有意であることが示された ($F(2,60) = 39.61, p < .01$)．Bonferroni 法を用いた多重比較により，すべての妨害音

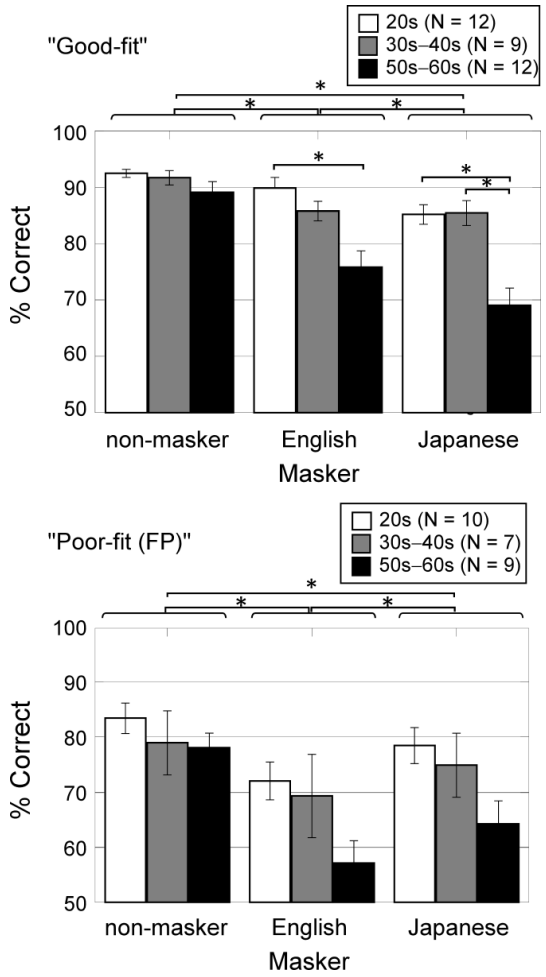

図 3 英語音韻対の日本語話者による聴取正答率の平均と標準誤差, 上：日本語音韻体系に類似の対が存在する音韻対, 下：日本語音韻体系に類似の対立が存在しない音韻対

Fig. 3 Means and standard errors of identification performance by Japanese listeners for English phonetic contrasts that highly and poorly fit to the associated Japanese phonetic categories are shown on the top and bottom panels, respectively.

の間で有意差があり，日本語の妨害音において正答率が最も低いことが示された ($p < .05$)．また，年代の主効果 ($F(2, 30) = 9.18, p < .01$)，妨害音と年代の交互作用 ($F(4, 60) = 6.06, p < .01$) も有意であることが示された．Bonferroni 法を用いた多重比較により，50–60 歳代は 20 歳代と 30–40 歳代よりも正答率が低いこと，50–60 歳代は英語の妨害音において 20 歳代よりも正答率が低く，日本語の妨害音において，20 歳代と 30–40 歳代いずれよりも正答率が低いことが示された ($p < .05$)．一方，“Poor-fit” (FP) でも，妨害音の主効果が有意であることが示された ($F(2, 46) = 29.93, p < .01$)．Bonferroni 法を用いた多重比較により，すべての妨害音の間で有意差があり，英語の妨害音において最も正答率が低いことが示された ($p < .05$)．年代の主効果と，年代と妨害音の交互作用は有意ではなかった．

いずれの音韻対種でも，L2 妨害音における正答率と L1 妨害音における正答率は異なった．さらに，どちらの妨害音でより正答率が低下するかは，目的音の言語が同一であっても，音韻対種により異なった．L1 音韻体系の利用の影響が大きい L2 音韻対として準備した音韻対は L1 妨害音による正答率低下が大きく，L1 音韻体系の利用の影響が小さいとして準備した音韻対は L1 妨害音による正答率低下が小さくなった．

3.3 考察

いずれの音韻対でも妨害音の種類により正答率の低下の大きさが異なったことは，妨害音の言語に関わる情報により異なる干渉が L2 音韻知覚において生じたことを示す．また，L1 音韻体系の利用の影響が大きいと想定される L2 音韻聴取時では，L2 妨害音より L1 妨害音の方が正答率の低下は大きく，L1 妨害音による干渉の効果が大きかった．逆に，L1 音韻体系の利用の影響が小さいと想定される L2 音韻聴取時では，L2 妨害音より L1 妨害音の方が正答率の低下が小さく，L1 妨害音による干渉の効果が小さかった．L1 音韻体系の利用の影響の大小が関与して，妨害音の言語に関わる情報による干渉が異なったことが考えられる．

L1 音韻体系の利用が小さいと想定される L2 音韻対で示された，目的音と言語の一致する妨害音による干渉の効果は，前節で英語音韻を聴取した英語話者聴取者の結果と類似している．また文献 [7] の結果とも合致する．一方，L1 音韻体系の利用の影響が大きいと想定される L2 音韻対で示された，聴取者の L1 と言語が一致する妨害音による干渉の結果は，むしろ前節で日本語音韻を聴取した日本語話者聴取者の結果と類似している．聴取者の L1 が干渉するような音韻処理が働いた結果として，妨害音の干渉が類似した結果となった可能性が考えられる．これは，聴取者の L1 と一致する言語による妨害音の効果として仮定した， L1 干渉が関与する音韻処理における干渉を裏付けるものといえる．

高い年代は妨害音のある条件の正答率の低下が他の年代よりも大きかった．高い年代の成人は，若い年代の成人よりも妨害音の干渉の効果が大きくなることが知られており [13]. 高い年代も含めて妨害音の効果を扱うには注意を要する．だが，高い年代でも音韻対種に応じた正答率の変動は，他の年代と同様に表れていた．干渉の効果としての正答率の相対的な変動は，年代に関わらず L1 音韻体系の利用の影響の大小が関与したためとみなせることを支持する．

妨害音の正答率の低下における音韻対種による違いは，正答率の変動が，L1 の音韻体系の利用の影響と関係があることを示している．妨害音による正答率の低下を通じて L1 の音韻体系利用の影響の程度を推定可能である．L1 の妨害音の干渉は，L1 の干渉が生じる音韻処理で生じると考えられ，L1 の妨害音による正答率の低下が大きくなる

表 1　/r/–/l/ に対する聴取正答率の英語と日本語の妨害音との差分の平均値と標準偏差（逆正弦変換値）

Table 1　Means and standard deviations of intelligibility difference between English and Japanese maskers (arcsine transformed score)

Group		FP, FC	IP, IC
Japanese	20s	-5.28 (6.87)	-4.48 (6.35)
	30–40s	-3.16 (7.44)	-3.68 (8.60)
	50–60s	-4.09 (7.53)	5.32 (8.67)
American English		-1.69 (9.94)	-7.13 (6.20)

のは，L1 の音韻体系利用の影響が大きい場合であることが示唆された．

4.　年代による妨害音の効果の差異

妨害音による正答率の低下を通じて L1 の干渉の程度を年代ごとに推定するため，相対的な正答率の変動を年代ごとに求める．実験 2 で得られた /r/–/l/ の結果を再分析し，相対的な正答率の変動を得る．聴取者の L1 の比較のため，実験 1 で得られた米語話者の聴取者について，同様に正答率の変動を求めた．

4.1　分析方法

英語・日本語妨害音中の相対的な正答率の変動を求めるため，英語と日本語の 2 つの妨害音による正答率の差分を求めた．まず，実験参加者，音韻環境ごとに，英語妨害音，日本語妨害音における正答率をそれぞれ逆正弦変換した．次に，逆正弦変換された値を用い，英語妨害音から日本語妨害音の正答率を引いた．音韻環境について，語尾である時と，語頭である時という音韻環境群に重子音も含め分類した．すなわち語尾群（FP, FC）と語頭群（IP, IC）とに分類した．

4.2　結果

年代と音韻環境群ごとに，正答率差分の平均値と標準偏差を求めた（**表 1**）．また，ヒストグラムにより分布を視覚化した（**図 4, 図 5**）．正答率差分を従属変数として，年代（20s vs. 30–40s vs. 50–60s）を被験者間要因，音韻環境（語尾群 vs. 語頭群）を被験者内要因とした 2 要因の分散分析を行った．その結果，年代の主効果 ($F(2, 59) = 3.18, p < .05$) が有意であることが示された．Bonferroni 法を用いた多重比較により，50–60 歳代は 20 歳代よりも，正答率差分の値が大きかったことが示された ($P < .05$)．また，年代と音韻環境の交互作用は有意傾向であることが示された ($F(2, 59) = 2.54, p < 0.09$)．50–60 歳代の標本数は少ないが，図 4 の分布から，有意傾向の交互作用は，50–60 歳代の差分が 20 歳代と異なるのは，語尾群と語頭群で異なる分布をするところにあると推測される．統計的には有意傾向に過ぎないが，平均値や分布を合わせて鑑みると，50–60 歳代と 20 歳代との差異は，語尾群ではなく，主に語頭群にあるのではないかと推測される．また，30–40 歳代の正答率差分は，20 歳代と 50–60 歳代との間に位置するとみられる．

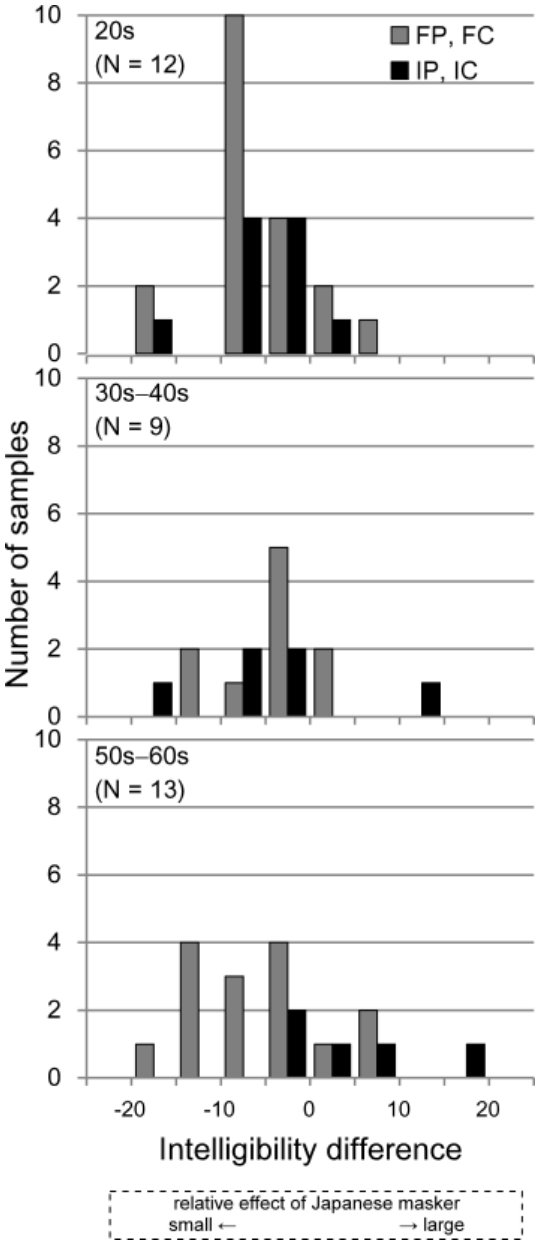

図 4　日本語話者の /r/–/l/ に対する聴取正答率の英語と日本語の妨害音との差分の分布（逆正弦変換値）

Fig. 4　Japanese listeners' intelligibility difference between English and Japanese maskers for each age group. The x-axis represents the difference calculated by subtracting the arcsine-transformed score in the Japanese maskers from that in the English maskers. The y-axis represents frequency per age group.

4.3　考察

英語・日本語妨害音中の相対的な正答率の変動が年代で異なることは，L2 音韻知覚における処理が年代により異

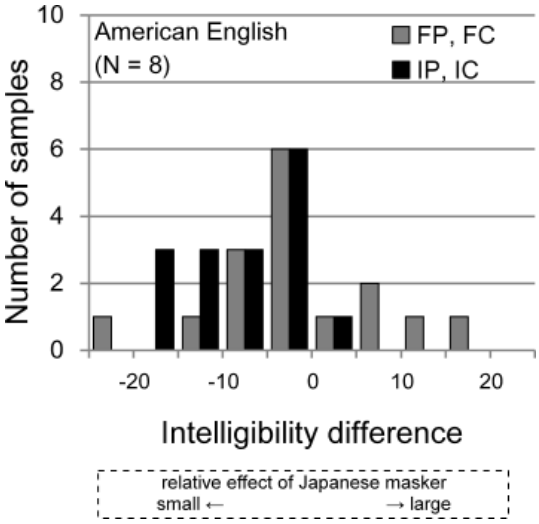

図 5 英語話者の /r/–/l/ に対する聴取正答率の英語と日本語の妨害音との差分の分布（逆正弦変換値）

Fig. 5 English listeners' intelligibility difference between English and Japanese maskers. The x-axis represents the difference calculated by subtracting the arcsine-transformed score in the Japanese maskers from that in the English maskers. The y-axis represents frequency.

なることを意味する．前節では，L1 の妨害音の干渉は L1 の干渉が生じる音韻処理で生じ，L1 の妨害音による正答率の低下が大きくなるのは，L1 の音韻体系利用の影響が大きい場合であることが示唆された．このように相対的な正答率の変動を L1 の音韻体系の利用の影響の程度の指標とすると，L1 音韻体系利用の影響の大きさは年代により異なることになる．音韻環境が語尾または語尾重子音の時には，正答率の変動の年代による差は小さいことから，L1 音韻体系利用の影響について年代の間の差は小さいと判断される．一方，音韻環境が語頭または語頭重子音の時には，正答率の変動の年代による差が大きく，高い年代では差分の値が大きくなったことから，語頭または語頭重子音においては，高い年代では他の年代よりも L1 音韻体系の利用の影響が大きいと判断される．音韻環境によっては，高い年代では L1 音韻体系の利用の影響が大きくなると考えられる．

5. おわりに

本研究では，L1, L2 妨害音による音韻知覚の妨害音の効果を聴取者の年代ごとに検討した．目的音と妨害音に対して内在する処理過程が重複すると目的音韻の正答率が低下することが示された．L2 音韻知覚時に生じる L1 干渉の程度を推定するために，妨害音中の正答率の低下を指標とできる可能性が確認された．年代と音韻環境により /r/-/l/ 知覚への妨害音の効果は異なり，高い年代では音韻が語頭や語頭重子音にある時に L1 の干渉が大きいことが示唆された．

謝辞

本研究の一部は，総務省 H25 年度戦略的情報通信研究開発推進事業（SCOPE，131205001）の支援を受けて行われた．

参考文献

[1] Kuhl, P. K.: Early language acquisition: Cracking the speech code, *Nature Reviews Neuroscience*, Vol. 5, pp. 831–843 (2004).

[2] Best, C. T.: A direct realist view of cross-language speech perception, *Speech perception and linguistic experience: Issues in cross-language research* (Strange, W., ed.), Timonium, MD: York Press, pp. 171–204 (1995).

[3] Flege, J. E.: Second language speech learning: Theory, findings, and problems, *Speech perception and linguistic experience: Issues in cross-language research* (Strange, W., ed.), Timonium, MD: York Press, pp. 233–277 (1995).

[4] Bradlow, A. R., Akahane-Yamada, R., Pisoni, D. B. and Tohkura, Y.: Training Japanese listeners to identify English /r/and /l/: Long-term retention of learning in perception and production, *Attention, Perception, & Psychophysics*, Vol. 61, No. 5, pp. 977–985 (1999).

[5] 久保理恵子，山田玲子，山田恒夫，赤木正人：中高齢者の日本語話者に対する米語音韻対/r/–/l/聴取訓練，日本音響学会聴覚研究会資料，Vol. 41, No. 7, pp. 535–540 (2011).

[6] Komaki, R. and Choi, Y.: Effects of native language on the perception of American English /r/ and /l/: A comparison between Korean and Japanese, *Proceedings of the 14th International Congress of Phonetic Sciences*, pp. 1429–1433 (1999).

[7] Brouwer, S., Van Engen, K. J., Calandruccio, L. and Bradlow, A. R.: Linguistic contributions to speech-on-speech masking for native and non-native listeners: Language familiarity and semantic content, *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 131, No. 2, pp. 1449–1464 (2012).

[8] Van Engen, K. J. and Bradlow, A. R.: Sentence recognition in native- and foreign-language multi-talker background noise, *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 121, No. 1, pp. 519–526 (2007).

[9] Gautreau, A., Hoen, M. and Meunier, F.: Let's All Speak Together! Exploring the Masking Effects of Various Languages on Spoken Word Identification in Multi-Linguistic Babble, *PLoS ONE*, Vol. 8, p. e65668 (2013).

[10] 天野成昭，近藤公久，鈴木陽一，坂本修一：親密度別単語了解度試験用音声データセット（FW03），NII 音声資源コンソーシアム (2006).

[11] Garofolo, J. S., Lamel, L. F., Fisher, W. M., Fiscus, J. G., Pallett, D. S., Dahlgren, N. L. and Zue, V.: TIMIT Acoustic-Phonetic Continuous Speech Corpus, http://www.ldc.upenn.edu/Catalog/CatalogEntry.jsp?catalogId=LDC93S1 (1993).

[12] 阿部匡伸，匂坂芳典，梅田哲夫，桑原尚夫：研究用日本語音声データベース利用解説書 (連続音声データベース)，ATR Technical Report TR-I-0166, ATR 自動翻訳通信研究所 (1990).

[13] Rajan, R. and Cainer, K. E.: Ageing without hearing loss or cognitive impairment causes a decrease in speech intelligibility only in informational maskers, *Neuroscience*, Vol. 154, No. 2, pp. 784–795 (2008).

© 2015 Information Processing Society of Japan