

Title	第二言語音韻知覚における成人の年齢効果に関する研究
Author(s)	久保, 理恵子
Citation	
Issue Date	2015-06
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/12878
Rights	
Description	Supervisor: 赤木 正人, 情報科学研究科, 博士

博士論文

第二言語音韻知覚における
成人の年齢効果に関する研究

指導教官 赤木 正人 教授

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科専攻

久保 理恵子

2015年6月

Abstract

This research examined whether language experience in adulthood affects phonetic processing with the goal of examining age-related constraints on changes of speech processing. During early childhood, speech perceptual system is tuned to the ambient language, such that the listener becomes better at discriminating phonemes in their first language (L1). Adults apply the L1-based perceptual system to processes for sounds in second language (L2) (i.e., L1 interference). It was hypothesized that the L1 interference can increase in adulthood due to increasing experience with the L1. The hypothesis was tested with perception of American English /r-/l/ by native speakers of Japanese as a classic example of the L1 interference. Age-related decline in auditory processing, and the L1 interferences were examined as possible factors that are likely to contribute to perception of the phonemes.

First, the contribution of age-related decline in auditory processing to perception of the L2 phonemes was examined. By listening tests and acoustic analysis, temporal and spectral differences of acoustic features were investigated between phonemes which age-related decline in auditory processing affects identification performance, phonemes which the decline do not affects the performance, and the L2 phonemes. The results showed that the acoustic features of the L2 phonemes did not belong to the region where age-related decline affects phoneme identification performance. It allowed us tentatively conclude that the contribution of the age-related decline in auditory processing may have little influence on perceiving and processing acoustic information of the L2 phonemes.

Second, in order to examine the contribution of the L1-based processing, a speech-in-speech masking paradigm was employed. A phoneme identification task in a language was conducted in the presence or absence of an interferer of masker of the same or different language. It was postulated that the degree of interference (i.e., the decrease of identification performance) increases as the similarity of underlying processes for the target and masker increases. The first step was to examine whether the degree of the L1 interference can be estimated from the decrease of the identification performance. The results supported that the decrease of the identification performance can be an indicator of the L1 interference by showing that the decrease of identification performance were dependent on the putative degree of L1 interference. The second step was to examine the decreases of the identification performance with adults from in their 20s to those in their 60s in order to examine differences of the L1 interferences. The results showed that the performances differed among age groups. This implies that perception of /r-/l/ in initial singleton and initial cluster positions had high L1 interference in older adults. The findings support the hypothesis that the L1 interference increases with age in adulthood. This implies that language experiences affects processes underlying phonetic perception even in adulthood.

Keywords: Speech perception, Aging effect, Second-language phonetic processing, Influence of first language, Language experience

要旨

本論文は、音声知覚における情報処理の仕組みの変化に関する年齢条件を明らかにすることを旨として、音声の情報処理の仕組みの形成や変化に対して重要な要因と考えられる言語経験が、乳幼児期だけでなく成人でも音韻知覚様式に変化を与えるかどうかを検証した。このために、加齢に伴い第一言語 (L1) の言語経験が増加するとして、第二言語 (L2) 音韻知覚にどの程度影響を及ぼすかについて、L2 音韻知覚時に生じる L1 音韻体系の影響を定量的に評価することで検討した。

本論文では、L2 音韻知覚における L1 音韻体系の影響が、成人の中でも年代とともに大きくなるという仮説を設定した。この仮説設定に至る根拠は次の知見による。ある言語の言語経験は、その言語の音韻体系に即した音韻知覚の仕組みを形成することが、乳幼児期の言語経験の研究を通して示されている。また L2 音韻知覚において L1 音韻体系の影響が生じることが言語経験の影響として知られている。成人でも言語経験が音韻知覚の仕組みに影響を及ぼすならば、加齢に伴い増加する L1 の言語経験の影響として、L2 音韻知覚における L1 音韻体系の影響が増大することが考えられる。一方、加齢に伴う聴覚機能の変化が音声知覚に影響を及ぼすことも知られており、本論文で対象とする L2 音韻知覚に対する影響について検討する必要がある。本論文では、L1 音韻体系の影響の典型例とされる、日本語話者による米語 /r-/l/ 知覚を対象として仮説を検証した。

最初に、聴覚機能が加齢に伴い変化することについて、本論文で対象とする L2 音韻知覚には影響を与えるほどではないことを確認した。加齢に伴う聴覚機能変化が音韻知覚に影響する時間・周波数範囲に、L2 音韻対の音響的特徴に関する情報の受容や処理のために必要な時間・周波数範囲が含まれないことを示すことで、本論文で対象とした年代では加齢に伴う聴覚機能の変化が生じて、/r-/l/ の音響的特徴をきき分けられないほどではないことを明らかにした。

次に、音韻知覚が干渉された時の聴取正答率の低下を指標として、L1 の音韻体系の影響の大小を推定できるか検証した。ある処理過程の音韻知覚への寄与の大小は、その処理過程が干渉された時の聴取正答率の低下の大小として現れるという仮定に基づき、この指標を設計した。想定される L1 音韻体系の影響の大きさに応じて予測どおり聴取正答率が低下したことから、L1 音韻体系の影響の大小の推定にこの指標が利用可能であることが示された。成人の /r-/l/ 知覚にこの指標を適用したところ、聴取正答率の変動は年代によって異なり、L1 音韻体系の影響が高い年代では大きくなると推定された。

この推定結果は、L2 音韻知覚における L1 音韻体系の影響が成人の中でも大きくなるという仮説を支持する。本論文で得られた知見は、年齢時期によらず、音韻知覚の情報処理の変化に言語経験が関与することを支持するものであり、乳幼児期だけでなく成人においても音声処理に変化の余地があることを示唆するものである。

キーワード：音声知覚、年齢効果、第二言語音韻処理、L1 の影響

目次

1	序論	1
1.1	はじめに	1
1.2	音韻知覚における言語経験と時期の影響	4
1.2.1	乳児期の音韻知覚の変化	5
1.2.2	音韻習得における制約	5
1.2.3	成人による第二言語音韻知覚	7
1.2.4	加齢に伴う聴力変化	10
1.3	第二言語音韻知覚における成人の間の年齢効果に関する課題	10
1.4	本論文の目的	12
1.5	本論文のアプローチ	13
1.6	本論文の構成	16
2	本論文の背景	19
2.1	はじめに	19
2.2	音韻知覚	19
2.3	米語 /r-/l/	20
2.3.1	音響的特徴	20
2.3.2	米語話者・日本語話者の聴取者による知覚手がかり	21
2.4	日本語話者に対する米語 /r-/l/ 聴取訓練	22
2.4.1	若い年代の成人を中心とした訓練の方法	22
2.4.2	高い年代の成人に対する訓練の方法と結果	24
2.4.3	/r-/l/ 音韻環境からみた同定難易度と学習難易度との関係	27
2.5	情報マスキング	28
2.6	まとめ	32

3	加齢に伴う聴覚機能の変化による /r/-/l/ 知覚への影響	36
3.1	はじめに	36
3.2	純音聴力検査と語音聴取検査	38
3.2.1	実験参加者	38
3.2.2	語音聴取検査の刺激	39
3.2.3	手順	40
3.2.4	結果	41
3.2.5	考察	46
3.3	音響分析	47
3.3.1	材料	47
3.3.2	方法	50
3.3.3	結果	51
3.4	加齢に伴う聴覚機能の変化の影響についての考察	52
3.5	まとめ	53
4	L2 音韻知覚時に生じる L1 音韻体系の影響の推定方法	58
4.1	はじめに	58
4.2	言語の異なる妨害音声の音韻知覚に対する効果	60
4.2.1	方法	60
4.2.2	結果	63
4.2.3	考察	65
4.3	L1 音韻体系の影響の程度が想定可能な L2 音韻知覚	66
4.3.1	方法	66
4.3.2	結果	69
4.3.3	考察	70
4.4	まとめ	71
5	成人の L2 音韻知覚時の L1 音韻体系の影響の推定	74
5.1	はじめに	74
5.2	分析方法	75
5.3	結果	76

5.4	考察	77
5.5	まとめ	77
6	L2 音韻訓練における年齢効果への関わりの検討	81
6.1	はじめに	81
6.2	分析方法	82
6.3	結果	82
6.4	考察	83
6.5	まとめ	83
7	結論	86
7.1	本論文の要約	86
7.2	今後の展望	88
	謝辞	90
	参考文献	91
	本研究に関する発表論文	100
	付録	102

目 次

1.1	本論文の構成	18
2.1	“right”, “light” のスペクトログラム. 山田 (1997a) から引用	21
2.2	同定課題における, 米語話者と日本語話者の聴取者による F2-F3 平 面上の反応. Yamada and Tohkura (1990) から引用	33
2.3	聴取訓練の訓練前後テストにおける成績 (30-60 歳代). 久保他 (2011) から引用	34
2.4	音韻環境別に求めた聴取訓練のテスト 1 の訓練前から訓練後への成 績上昇幅 (20-60 代). FP: 語尾, IN: 語中, IP: 語頭, IC: 語頭重子 音. 久保他 (2011) から引用	35
3.1	気導純音聴力検査により計測した聴力レベル, 左右各耳で計測され た聴力レベルの平均および標準偏差	41
3.2	語音聴取検査における音節の聴取正答率の平均と標準誤差: 刺激音 の種類 (高親密度, 低親密度, 単音節), 年代, 音韻別	44
3.3	語音聴取検査における音節の聴取正答率の平均と標準誤差: 刺激音 の種類 (高親密度, 低親密度, 単音節), 年代, 音韻区分別	45
3.4	異聴音節韻対 (a), 正聴音節対 (b), /r-/l/ (c) の音響的特徴の時 間・周波数範囲	52
4.1	日本語話者の聴取者による日本語音節の聴取正答率の平均と標準誤差	64
4.2	米語話者の聴取者による米語音韻の聴取正答率の平均と標準誤差 . .	65

4.3	日本語話者の聴取者による英語音韻対の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英語音韻対 (/f-/s/ 等：L1 音韻対と類似性の高い対)，下：日本語音韻体系に類似の対立が存在しない英語音韻対 (/r-/l/：L1 音韻対と類似性の低い対 (語尾))	73
5.1	日本語話者の聴取者による /r-/l/ 同定課題の英語と日本語の妨害音による聴取正答率の差分の分布，逆正弦変換正答率 (英語)– 逆正弦変換正答率 (日本語)，() 内は妨害音の言語，「語尾群 (FP, FC)」と「語頭群 (IP, IC)」別	79
5.2	米語話者の聴取者による /r-/l/ 同定課題の英語と日本語の妨害音による聴取正答率の差分の分布，逆正弦変換正答率 (英語)– 逆正弦変換正答率 (日本語)，() 内は妨害音の言語，「語尾群 (FP, FC)」と「語頭群 (IP, IC)」別	80
6.1	妨害音下の正答率差分と訓練前後の正答率差分の年代ごとの平均	85

表 目 次

2.1	聴取訓練の参加者 (30–60 歳代)	24
2.2	平均聴力レベルが 25 dB を超えていた聴取訓練参加者の聴力レベル	25
2.3	聴取訓練の実験参加者 (30–60 歳代) のうち, 3 ヶ月以上の海外滞在 経験があった参加者の滞在経験	26
3.1	純音聴力検査と語音聴取検査の実験参加者の内訳	39
3.2	語音聴取検査の正答率: 年代, 刺激音の種類別	42
3.3	音響分析で分析対象とした単語 a)	55
3.4	音響分析で分析対象とした単語 b)	56
3.5	音響分析で分析対象とした単語 c)	56
3.6	異聴音節対 (a) の VOT と持続時間 / スペクトル重心の平均 (標準 誤差)	57
3.7	正聴音節対 (b) の音韻の持続時間, F1, F2 周波数の平均 (標準誤差)	57
3.8	/r/, /l/ (c) の持続時間, F3 周波数の平均 (標準誤差)	57
4.1	L1 音韻の聴取テストの参加者の内訳	62
4.2	英語音韻の聴取テストの参加者の内訳	68
5.1	英語と日本語の妨害音による聴取正答率の差分の平均値と標準偏差 (逆正弦変換値)	76

第 1 章

序論

1.1 はじめに

音声は意思伝達の便利な手段であるとしばしば表現される。とはいえ、実際に利用していても、その処理がどのように行われているかを意識することは少ないのではないだろうか。これを意識するきっかけの一つとして、言語を学ぶ、特に大人になってから外国語を学ぶ経験をあげることができるだろう。外国語を学ぶとき、音声のききとりや生成が難しいことはしばしば体験される。これに対して、子ども時代に自分の言語のききとりや話すことを学ぶことは、聴力などの条件が揃うならばほぼ確実である。この違いは何だろうか。多くのことは、大人になってからも学習できる。音声のききとりや生成で特に困難が生じがちなのはなぜだろうか。この疑問を突き詰めていくと、人はどのように音声を聴き、話しているのかという大きな疑問に帰結する。

音声知覚は、音響的信号 (音声) を受容し、情報処理を行い、言語的な情報 (音韻性情報) を取得するという過程である。音声の複雑な音響パターンは脳で解釈されて音韻や単語といった言語的な単位として知覚され、言語的な情報が取得され则认为られている (Moore, 1989, pp. 277-310)。しかし、この処理機構には十分には明らかになっていない部分が多い。

音韻は、言語的な情報を得るうえで最小の単位であるとみなせることもあり、音響的信号からいかに個々の音韻としての情報を得るかを明らかにすることは、音声知覚のうえで重要な課題である。なぜなら、音響的信号には話者による音響的性質

の違いや、言語学でいう異音としての音響的性質の違いが含まれるにも関わらず、聴き手はある特定の音韻として知覚することができるからである。音の性質と知覚の区分との間に生じる複雑な対応関係の問題は、音声知覚の中心的課題とされてきた (田窪他, 1998, p. 119)。音韻知覚の処理過程としては少なくとも、音響的信号を処理するための“auditory”な段階と、音韻として知覚するための“phonetic”な段階とが存在することを想定する必要がある。そして音声処理機構の解明には、「これらの過程における処理では、音韻知覚に余剰または必要な情報をどのように音響的信号に含まれる情報から取捨選択するのか」を明らかにする必要がある。

音韻知覚の研究に関して、言語によって音韻体系が異なることは重要な観点となる。世界には多くの言語があり、各言語が固有の音韻体系を有している。そのため、ある言語の音声を音韻として適切に知覚するためには、音響的信号に含まれる情報から音韻知覚に余剰または必要な情報を取捨選択する仕組みがその言語の音韻を区別できるように調整される必要がある。第一言語 (first language : L1) の音声知覚の研究を通じて、物理的な音の連続を不連続な語音に分割して知覚する範疇知覚 (Liberman et al., 1957) が確認されており、ある音韻の範疇内となる音響的変動に対しては鈍感になることが明らかになっている。また第二言語 (second language : L2) の音韻知覚も、言語の音韻体系の違いを通じた音韻知覚の仕組みを明らかにする試みの一環として研究の対象とされてきた。ある言語を L1 とする聴き手と L2 とする聴き手とでは、その言語に含まれる音韻対に対する範疇知覚が異なる場合があることがわかっている (Iverson et al., 2003; A. Yamada and Tohkura, 1992)。この現象は、聴き手が獲得した L1 という言語に応じて、音韻知覚の仕組みが調整されていることを示唆する。また同一の音韻を同定する際にも、L1 が異なる聴き手の間では、その音韻を同定する際に主に手がかりとする音響特徴が異なることも報告されており (Flege et al., 1997; Yamada and Tohkura, 1990)、聴き手の L1 が異なる場合には音響的信号の処理に違いがあることを示す証拠となる。音韻知覚の処理過程を明らかにするためには、このような言語に即した音響的信号の処理の仕組みを形成する要因が何であるか、それらの要因の作用を解明することが重要な課題となる。

まず、聴き手の L1 によって音韻知覚における音響的信号の処理が異なることは、言語経験が音韻知覚の処理を形成するのに大きく関与することを意味する。L1 が

どの言語になるかは、どのような言語にいつ暴露されるかという言語経験によって概して決定される。例えば、日本語が使用される環境に生まれ育ち、日本語への暴露経験を積むと、通常は日本語を L1 として獲得する。この場合には、日本語の音韻を区別するには重要でない音響的な差異を無視するといったように、L1 の音韻体系に即して処理を特殊化することで、音声処理の最適化を行い適切な音韻処理が行えるようになる。一方、ある言語の音韻体系に存在する音韻対が日本語の音韻体系では対として存在しない場合には、その音韻対を弁別できないといったことも生じる。例えば、日本語話者は米語の /r/, /l/ の生成・知覚ともに大きな困難を生じることがよく知られている。この現象は、聴き手の言語経験が音韻知覚の処理の形成に大きな要因となる典型的な例となる。

さらに、どの言語に暴露されるかだけでなく、どの時期に暴露されるかという年齢の効果も、音韻知覚の処理の形成に大きく関与すると考えられる。なぜなら、乳幼児期とその後の時期では、言語経験の影響が異なることが多く報告されているからである。周囲の言語環境に即した音声処理の特殊化が、乳幼児期に生じることが報告されている。新生児は、生育環境で主に用いられる言語において機能する音韻対だけでなく、生育環境で用いられない言語で機能する音韻対が呈示された場合にも敏感に反応するが、生後 1 年の間に、生育環境で用いられる言語において意味を持たない音響的差異は無視されるようになることが示されている (Werker and Tees, 1984; Kuhl et al., 1992; Bosch and Sebastian-Galles, 2003)。一方、年齢が高くなると L2 の言語経験を経ても L2 音韻習得が困難になることが報告されている。8-12 歳といった思春期以後に L2 の言語環境に居住を開始した場合には、それより早い時期に居住を開始した場合よりも L2 音韻知覚能力が低下し、生成では L1 のアクセントが強くなること (Flege et al., 1999) や、成人の L2 音韻知覚や生成は子どもよりも困難である例が数多く報告されている (Strange, 1995)。これらの報告は、年齢が音韻知覚の処理の形成に作用する要因となることを示す。

これらの一連の報告は、言語に即した音響的信号の処理の仕組みを形成する要因として、どの言語へ暴露されたかという言語経験と、暴露の時期とが重要であることを示す。先に示したある言語への暴露時期と音韻知覚の処理の形成との関係性は、人生初期の言語経験によって音韻知覚の処理機構はほぼ決定される可能

性があることを示している。この可能性は、子どもと大人の言語音声習得の困難さの違いに関する疑問を説明するように思われる。しかし、言語経験という要因がどう作用するのか、また、時期という要因がなぜ作用するのかという疑問に対して明確な解答を得るには至っていない。また、ある言語に対して特殊化された音声処理が他の言語に対して適応することは無いのか、それはなぜなのかという疑問に対しても明確な解答は得られていない。これらの疑問に答えることは、音響的信号に含まれる情報から音韻知覚に余剰または必要な情報を取捨選択する仕組みが、その言語の音韻を区別できるように調整されていく過程を明らかにすることでもあり、その結果として形成される音韻知覚の処理過程の一端を明らかにすることにつながる。音声処理の仕組みは、いつ、どうして決まるのか、また、決定後に仕組みを変えることはできないのか、という疑問への解答を得るための試みとして、以後、第 1 章では、これまでに行われた音韻知覚の獲得・学習と年齢に関して行われてきた研究や理論を紹介し、本研究の目的を明確にする。

1.2 音韻知覚における言語経験と時期の影響

乳幼児はいつ特定の言語に対して特殊化されるのか、何の作用によって特殊化が生じるのか、また、その後、他の言語に対して処理の変化が生じにくくなるのはいつ、そして、なぜなのかは重要な主題の 1 つとされてきた。この主題への取り組みは、対象とする年齢によってまず大きく 2 つに大別される。第一に、乳幼児を対象とすることで、幼少期での言語経験と音韻知覚の関わりについて、L1 といった特定の言語への特殊化がいつ生じるのかを明らかにするものである。第二に、乳幼児期より後の成人までの年代を対象として、L1 に特殊化された音韻知覚と L2 の音韻知覚との関わりについて検討するものである。近年はこれらの試みにおいて、脳活動や脳波計測などにより、知覚の違いを引き起こす基本的メカニズムを追及するようにもなっている (Callan et al., 2003)。一方、行動レベルでの研究は長くなされ、生物学的な発達などとの相互比較から、理論の構築や仮説の提唱が行われてきた。これらの実験で明らかになっていることと仮説を年代ごとに大別して述べる。

1.2.1 乳児期の音韻知覚の変化

人がいつ、いかに言語を身につけるかは長い間論争が続けられてきた。生得説では、全言語の音を弁別する能力を有して生まれてくるとしている (Chomsky, 1959)。生後すぐの時期には、その乳児の言語環境で L1 や L2 にあたる言語の音韻対立とともに弁別するなど、言語環境には依存しない音韻知覚が行われていることが報告されており (Werker and Tees, 1984; Kuhl et al., 1992; Bosch and Sebastian-Galles, 2003)、いわば生得的な音韻知覚能力を持っていると考えられる。さらに、生後数日～数か月の間に乳児の音韻知覚は変化することが報告されている。生後半年程度で、その乳児の生育環境で主に用いられる言語に存在する音韻対立へは選好反応を示すが、主に用いられる言語に存在しない音韻対立へは選好反応がなくなるという変化が生じることが確認されている (Werker and Tees, 1984; Kuhl et al., 2006)。また、音韻対立に対する反応を脳活動計測により調べると、7 ヶ月の乳児は生育環境で主に用いられる言語に存在する音韻対立、存在しない音韻対立ともに反応が観察されたが、月齢が 11 ヶ月の乳児では生育環境で用いられる言語には存在しない音韻対立に対する反応が消失し、生育環境で用いられる言語に存在する音韻対立に対してのみ反応するようになった (Kuhl and Coffey-Corina, 2001)。生得的に特定の音の区別に反応できる感受性を有すると同時に、ある言語を聴取する経験が、聴いた音の区別を維持するように働くことと説明することができる (Eimas, 1985)。つまり、乳児期には言語経験は、音韻知覚の仕組みの形成に強い影響を与える。

1.2.2 音韻習得における制約

成人の L2 音韻知覚が子どもよりも困難である例は多く報告されていること、年齢の効果が、音韻知覚の処理の形成に大きく関与すると考えられることは先に述べた。年齢に関する新たな音韻知覚の処理の形成についての制約は、何によって引き起こされるのかは議論が続いている。

まず、言語習得はいわゆる「臨界期仮説」(Lenneberg, 1967) の典型例とされることがしばしばある (Newport, 1990)。臨界期仮説では、言語習得の制約は生物学的 (biologically) に決定されているとする。つまり器官の神経機能 (neural function)

が外の刺激に反応する期間があり、神経学的な可塑性 (neurological plasticity) の消失 (loss) により、年齢の効果を説明しようとした。脳機能の局在化説 (Lenneberg, 1967) では、言語固有の生得的な生物学的基盤 (脳機能) があり、脳機能の成熟 (maturation) と経験による作用により脳機能が局在化されるが、一定の成熟期を過ぎると局在化は生じずに一般的な学習によるために、言語習得が困難になると考えた。この仮説は時間的な制約 (成熟) を想定しており、適切な時期を越えると能力が消失することによって年齢の効果を説明しようとした。

一方、生物学的な制約ではないという仮説もある。Kuhl et al. (2008); Kuhl (2004) は、時間的な制約 (成熟) のみによって年齢の効果が決定されるのではなく、ある時期の経験によって知覚の仕組みが形成されることが、重要な年齢に関わる要因だとして “Native language magnet theory (NLM)” を提唱した。この仮説では、乳児期という早い時期に L1 といった特定の言語に接し、その言語に含まれる情報に応じて “neural commitment” が生じることによって神経回路が形成されること、さらに特定の言語に含まれる情報に対して神経回路が特化していくことによって、他の言語の音韻体系についての感受性が低下することを考えた。より具体的には、乳児期にある言語を繰り返し聴取することで、典型 (prototype) を持つようになり、その言語に同調した脳内の処理が獲得されるとした。実在する音を知覚するのではなく、知覚は言語に従って変化しているとしており、典型に近い音は典型に引き寄せられるため、典型に近い音は典型と同様に知覚されることを仮定した。L1 などの特定の言語に対しての “neural commitment” が完全に安定すると、L2 音韻対の弁別に必要な差異を感知しづらくなるという感受性の低下が、新たな音韻知覚の処理の形成についての年齢に関する制約であると説明した。

一定年齢以後にみられる、年齢に関する音韻習得に関する制約については、何によって引き起こされるのか、さらには、本当に制約が存在するかですら明確な合意は得られていない。例えば、年齢が高くなっても、すべての L2 音韻対立の知覚が一律に困難になることはなく、新たな音韻習得の能力を有していることも考えられる。乳児期に形成された音韻知覚の仕組みが完全にその後の音韻知覚を決定するのか、さらに変化しえる余地があるかを明らかにする必要がある。

1.2.3 成人による第二言語音韻知覚

乳児期に形成された音韻知覚の仕組みが完全にその後の音韻知覚を決定するかについての主な研究は、年齢に関する制約が生じるとされている成人について第二言語音韻の知覚を調べることを通じて行われてきた。

第一言語の影響

成人では、L2 音韻知覚に L1 の音韻体系が影響を及ぼすことが知られている (Flege, 1995; Best, 1995; Kuhl and Iverson, 1995). この L1 の音韻体系の影響は、L2 の文法や単語に対する処理や生成というように音韻知覚以外でも観察される。L1 の影響は、L1 以外の言語に対して L1 の知識や体系を活用して処理することであり、母語干渉とも呼ばれている (類似の語として、母語または L1 の影響 (influence), 干渉 (interference), 転移 (transfer) などの表現があるが、本論文では特にこれらを区分せずに、音韻知覚における L1 の音韻体系の影響という包括的な表現を用いることとする)。

L1 の音韻体系の影響を通して L2 音韻知覚を説明する L2 音韻知覚モデルは複数提案されてきた。Kuhl and Iverson (1995) が提案した L1 同調知覚フィルタ (L1-attuned perceptual filter) では、NLM と同様に、乳児期といった初期の言語経験によって学習された音韻処理がその後の音韻処理を決定する。Flege et al. (1999) が提案した Speech Learning Model (SLM) では、神経学的に誘発された (neurologically triggered) 音声学習能力の消失ではなく、あらゆる年代が音声を学習する能力を有しているとしている。いずれのモデルでも、乳幼児期の言語経験がその後の音声処理に大きな影響を与えることを共通の前提としているが、この 2 つのモデルにみられるように、L1 に対して特殊化された処理が成人において変化しえるかは複数の立場がある。

乳幼児期後の第二言語の音韻知覚の変化

L1 に対して特殊化された音韻処理が成人期において変化しえるのかは、成人に L2 音韻学習が可能かという観点を通じても議論されてきた。L2 音韻学習の可能性は、L2 が用いられる環境に滞在経験が長い場合には、生成の明瞭度が向上する

ということ (Flege, 1995) や、20 歳前後の成人では、聴取訓練によって L2 音韻同定能力が向上すること (Bradlow et al., 1999; Lively et al., 1993; Logan et al., 1991; Strange and Akahane-Yamada, 1997) によって確認されてきた。L2 音韻の知覚訓練の効果については、L1 に対応した音韻知覚の処理を獲得した成人においても、音韻知覚手がかりへの選択的聴取を L2 に適応するように変化させたと論じられた (Pisoni et al., 1994)。また L1 に対して特殊化された音韻処理は、音韻処理の過程の中でも高次レベルで生じているということが論じられている (音韻的符号化 (phonological encoding) : Best (1995), 選択的注意 (selective attention to speech) : Pisoni et al. (1994))。また、山田 (1997b) は日本語話者の成人に対する /r-/l/ の音韻聴取訓練を行い、訓練を受けた成人が訓練の前と後で、L2 音韻の知覚手がかりが変化したことを報告し、L2 音韻知覚に必要な感受性が一定年齢以後も維持されていることを示唆した。いわゆる「臨界期仮説」で主張された神経学的な可塑性の消失については、可塑性は十分に残されている (McClelland et al., 2002; Pajak and Levy, 2011) ことが考えられる。

しかし、成人期の訓練では L1 話者と同等の音韻同定能力を獲得することが困難であり、また、注意を誘導できるように /r-/l/ の音響特徴を強調するように操作した音声を訓練刺激として用いた聴取訓練では、訓練効果が期待通りには増加しなかった報告もある (Kubo et al., 1999; Iverson et al., 2005)。Iverson et al. (2003, 2008) は、この理由について、前カテゴリー的 (pre-categorical) な音響-音韻処理過程 (“late auditory level” または “early phonetic level”) において L1 に適応した処理が行われているためと説明し、成人では L1 に対して特殊化された音韻処理の仕組みは他の言語に応じて変化する余地が少ないとして、乳幼児期の言語経験がその後の音声処理をほぼ決定することを支持した。

これらの報告は、成人期においても音韻知覚に言語経験が影響を与え、音韻処理が変化することを示唆する。しかし、乳児期の言語経験により形成された音韻処理の仕組みの変容の可否については、異なる立場をとっていることになり、成人期の言語経験の影響の大きさについては異なる立場があることになる。

成人の間の年齢効果

人生初期の言語経験によって音韻知覚の処理機構がほぼ決定されるとする立場では、成人期には言語経験の影響は小さいと仮定するため、成人期の言語経験の音韻知覚の影響を重視しない。そのため、聴取訓練による音韻知覚の変化における年齢の影響については、成人の年代ではほとんど考慮されてこなかった。成人を対象とした L2 音韻知覚の多くの研究が比較的広い年代の成人を同一視して研究対象としている (Lively et al., 1994; Iverson et al., 2008; Gordon et al., 2001; Hattori and Iverson, 2009; Strange et al., 2009)。

しかし、成人の間でも L2 音韻知覚の習得可能性には年齢効果があることが明らかになった。大学生を中心とした、成人でも若い年代を対象とした聴取訓練の効果 (Bradlow et al., 1997, 1999) に加え、30 歳代から 60 歳代という成人の中でも比較的高い年代の成人においても、訓練の効果が確認された (Kubo and Akahane-Yamada, 2006; Kubo et al., 2012)。これらすべての年代に聴取訓練の効果が確認された。しかしながら、訓練の効果は 20 歳代から 60 歳代にかけて年代上昇とともに低下した。なお、聴取訓練前の同定成績には年代による差異が確認されなかった。

年代ごとの訓練の効果は、聴取訓練で呈示された /r-/l/ の英単語中の音韻環境 (e.g., 語頭: “right-light”) によって大きく変化した (この聴取訓練の結果については、第 2 章にて詳しく述べる)。音韻環境は、日本語話者による /r-/l/ の同定の難易度に影響を与えること (Lively et al., 1994) や、音韻環境による同定難易度は聴取者が日本語話者の時と韓国語話者の時とでは異なること (Komaki and Choi, 1999) が報告されている。つまり音韻環境による同定難易度は、聴取者の L1 により異なる。音韻環境によって年代ごとの聴取訓練の効果の大きさが変化したことについては、同定難易度が訓練効果の年代による違いに関与した可能性がある。訓練の効果において観察された音韻環境による学習難易度の順と、日本語を L1 とする聴取者の音韻環境による同定難易度の順とが一致することから、L2 音韻知覚における L1 音韻体系の影響が年代上昇とともに大きくなることによって、L2 音韻聴取訓練が阻害されたことが考えられる。

成人の幅広い年代で L2 音韻聴取訓練により L2 音韻知覚能力が向上することと、聴取訓練の効果が年齢とともに減少したことをあわせて考えると、加齢に伴って、L1 の言語経験が蓄積されることを前提として、成人期の言語経験と音韻

知覚様式の変化について次の可能性を考えることができる。

- 音韻知覚様式の言語経験による変化は幅広い年代の成人で生じること
- L1 への暴露による加齢に伴う L1 言語経験の蓄積により，L1 への音声処理の適応が成人の間で進行したこと

この可能性が支持されるなら，音韻知覚様式が言語経験に応じて再構成される余地が乳幼児期より後の長い期間残されていること，つまり，言語経験が音韻知覚様式に影響を及ぼすのは乳幼児期には限定されないことが裏付けられることになる。

1.2.4 加齢に伴う聴力変化

音声知覚と年齢の関わりについては，加齢に伴う聴力の変化による音声知覚の変化を焦点とする研究が多い。高齢者は若年者と比較すると，音声の聴き取り能力が劣化することが知られている。原因として，聴覚閾値の上昇や，周波数分解能の低下，時間分解能の低下などの加齢に伴う聴覚機能の変化が挙げられる（日本音響学会，2013）。なぜなら，音韻を聴き分けるには，音韻を弁別する音響的特徴を聴覚的情報として適切に処理した上で，知覚手がかりとする必要がある。これには，音響的特徴の周波数や時間を弁別するのに十分な情報処理能力が必要である。これらの聴覚機能の加齢に伴う変化は，音声知覚時の明瞭度の低下，異聴といったような音韻知覚の劣化に影響を及ぼす。

成人の中でも高い年代まで対象として，音韻知覚を議論するには，このような加齢に伴う聴覚機能の変化による音声処理の変化も考慮することも必要となる。

1.3 第二言語音韻知覚における成人の間の年齢効果に関する課題

幅広い年代の成人に対する聴取訓練を通じて，L2 音韻知覚に年齢効果が存在し，音韻知覚の処理の仕組みに変化が生じている可能性が示された。乳幼児期の言語

経験による音韻知覚の変化だけでなく、時期によらず、音韻知覚の仕組みの形成や変化に対して言語経験が関与する可能性がある。しかし、聴取訓練の効果の大きさをもとに、L2 音韻知覚の成人の間の年齢効果を論じるには問題がある。現時点までに確認されていることは、訓練効果の大きさにおいて年代により差がみられることであり、この観察事実のみから知覚の差が存在することを示唆できるものではない。訓練の効果については、さまざまな要因が関係する。聴取訓練の訓練前テストでの成績に年代差は無く、この点からは、訓練の効果の差異は訓練中に生じたと考えることもできる。この場合は、音韻知覚様式の違いではなく、より一般的な学習能力の変化などにより、訓練効果が減少したという解釈になりえる。また、音韻知覚様式の違いだとしても、加齢に伴う聴覚機能の変化の影響によることも考えられる。

そのため、言語経験が成人期にも影響を与えること、その結果として、成人の間でも音韻知覚様式に差が存在するという前提に立つためには、L2 音韻聴取訓練を受けない時点において差が存在すること、また、加齢に伴う聴覚機能の変化による差でないかを明らかにする必要がある。さらに、L1 への暴露により L1 音韻体系に応じた音韻知覚が行われるように処理の適応が進行している可能性については、L2 音韻知覚における L1 の音韻体系の影響が成人の年代上昇とともに大きくなるかを明らかにする必要がある。

これらの影響を検討するにあたっての大きな問題点は、L2 音韻知覚における L1 の音韻体系の影響の検討方法である。L2 音韻知覚における L1 音韻体系の影響の大きさを判断できる適切な基準がなく、L1 音韻体系の影響の違いを成人の年代の間で比較することは現時点では困難である。一定年齢までに L1 に対応した音韻知覚が成立しているとする、成人は、その一定年齢をはるかに超えており、L1 の音韻体系に即した音韻知覚を確立していると考えてよい。成人の聴取者は多少の差はあるとしても、L1 の音韻体系の影響を受けた上で音韻知覚をしていると考えられる。また、/r-/l/ は日本語の音韻カテゴリとしては、基本的に同じラ行の音に同化する。つまり、本論文で対象とする年代では L1 の音韻体系の影響は大きく、/r/, /l/ いずれも同じラ行に同化すると考えられる。そのため、L2 音韻知覚における L1 音韻体系の影響の差異を成人の間で検出するには、微妙な差異まで検出できることが望ましい。L2 音韻知覚における L1 音韻体系の影響は、範疇知覚

や L2 音韻の L1 音韻カテゴリへの同化パターン (Guion et al., 2000; Strange et al., 1998; Nishi et al., 2008) によっても判断可能である。この方法は、異なる音韻カテゴリに同化される場合と同一のカテゴリに同化される場合との比較や、同化パターンが変化するような音韻カテゴリの形成過程での変化を調べる場合には有効である。しかし、同一の L1 音韻カテゴリに同化すると予測される L2 音韻について、L1 の音韻体系の影響を調べるには適切とはいえない。そのため新たな評価基準の提案が必要である。

1.4 本論文の目的

前節までで述べたように、音韻知覚は言語経験に即して変化するものであり、言語経験の影響を調べることは、音韻知覚様式の形成や変化を調べるうえで重要である。言語経験の影響には、その言語経験の時期も大きく関与する。乳幼児期の言語経験が音韻知覚の仕組みの形成や変化に影響が大きいこと、その後の言語経験も一定の影響はあることがわかっている。乳幼児期の言語経験はその後の音韻知覚に大きな影響を与えるが、聴取訓練でそれまで特に困難だった L2 音韻知覚が向上するように、再構築可能な音韻知覚様式として形成されていると捉えられる。また、幅広い年代の成人に対する聴取訓練を通じて、音韻知覚様式の言語経験による変化は幅広い年代の成人で生じること、L1 への暴露による加齢に伴う L1 言語経験の蓄積により、L1 への音声処理の適応が成人の間で進行した可能性が考えられる。

そこで、本論文では「L2 音韻知覚における L1 音韻体系の影響が、成人の中でも年代とともに大きくなる」という仮説をおく。成人の年齢を考慮しない研究は、L2 音韻に対する音声情報処理様式は一定年齢以後は変容しにくく、L1 の音韻体系の影響は成人の間で同等という仮定に基づいている。この仮定では、乳児期の言語経験が音韻知覚の仕組みの形成に影響を与え、その後の音韻処理をほぼ決定するという立場に立つ。本論文の「L2 音韻知覚における L1 音韻体系の影響が、成人の中でも年代とともに大きくなる」という仮説を検証することは、時期によらず、言語経験が音韻知覚という音声情報処理の形成や変化に関して重要な要因となることを検証することになる。本論文の仮説が支持されるならば、言語経験

の有効性を年齢という時期に関わらず示すこととなり、言語経験が音韻知覚の仕組みに与える変化は、乳幼児期に受ける特定の言語への特殊化があっても非可逆的な変化ではないこと、長い期間に渡り再構築可能なものと考えられることができる。これは、成人の L2 学習の可能性の理論的根拠の一つにもなりえる。

まずこの仮説検証において、対象となる L2 音韻に対して知覚様式の違いがあるとしても、加齢に伴う聴覚機能の変化に直接的にはよらないことを示し、音韻知覚の過程での情報の取捨選択といった音声処理の課題として取り扱えることを示す。さらに、聴取訓練で確認された年齢効果と、聴覚機能の年齢変化や L1 音韻体系の影響といった、音声処理の年齢変化との関連が示されるならば、訓練の効果の大きさにおける年齢効果も、音声知覚研究の観点から取り扱うことができる。

L2 音韻知覚における L1 音韻体系の影響が、成人の中でも年代とともに大きくなることを実証することで、言語経験による音韻知覚様式への影響が時期に関わらず存在することを示すこと、あわせて、聴取訓練で確認された年齢効果との対応について考察することで、音韻知覚の言語経験と時期に関し、聴取訓練の効果をもとにした議論の道筋をつけることが本論文の目的である。

1.5 本論文のアプローチ

音声処理の年齢変化として、L2 音韻知覚に影響を与える可能性があるのは、加齢に伴う聴覚機能の変化と、本論文で設定した仮説である L1 音韻体系の影響の変化である。すなわち、L2 音韻知覚における成人の年齢効果を検討するにあたっては、最初に次の 2 点を考慮する必要がある。

1. 加齢に伴う聴覚機能の変化の影響

加齢に伴う聴覚機能の変化は、信号受容や伝達といった音響的な情報処理段階での障害であり、聴取訓練で対象とした L2 音韻知覚に影響を与えるならば、言語経験に応じた音声処理過程の変容とは異なる要因として個別に扱う必要がある。

2. L1 の音韻体系の影響

音響的信号から音韻同定を適切に行うためには、言語の音韻体系に即した処

理が必要である。L2 音韻知覚では、この処理に L1 の音韻体系を利用するという L1 の音韻体系の影響が存在する (Best, 1995; Flege, 1995)。この L1 の音韻体系の影響は、幅広い年代の成人の聴取成績にも確認されており、L1 の音韻体系の影響があることは前提にすべきである。さらに、この L1 の音韻体系の影響が、成人以後の年代で異なるかを明らかにする必要がある。

そこで本論文では、仮説検証にあたりこれらを順に検討する。第一に、加齢に伴う聴覚機能の変化は、本論文で対象とする L2 音韻知覚に影響を与えうる年齢要因としては議論から除外できることを示し、第二に、L1 音韻体系の影響が年代により変化することを成人に対する聴取実験により明らかにする。L1 の音韻体系の影響の推定については、まず評価指標を設計し、次に指標を用いた L1 の影響の程度の推定の順で行う。

L1 音韻体系の影響の程度を推定するにあたり、本論文では、妨害音中の L2 音韻の聴取正答率を指標とすることを試みる。L1 の音韻体系を利用して L2 音韻を知覚しているのであれば、同定結果は L1 の音韻体系の利用の影響と対応関係があるはずである。すなわち、L1 の音韻体系の影響の大小を調べるにあたって、同定結果（聴取正答率）は指標となりえるだろう。また、処理が干渉されると聴取正答率は低下するであろう。すなわち、ある特定の処理過程による結果への寄与の大小を調べるにあたって、聴取正答率の低下の大小は指標になりえるだろう。これらを合わせると、まず、L2 音韻知覚において L1 が影響する音声情報処理に干渉することにより L2 音韻の聴取正答率が低下する。そして、聴取正答率の低下の大小から、L1 の音韻体系の影響が生じる処理過程の結果に対する寄与の大きさ、すなわち L1 の影響の大小が推定可能となる。この仮定に基づくと、L2 音韻知覚時に生じる L1 音韻体系の利用が干渉されれば、L1 音韻体系の影響の程度に応じて、L2 音韻聴取正答率は低下するはずである。聴取正答率が相対的に大きく低下するなら、L1 音韻体系の影響が大きく、相対的に正答率の低下が小さいならば、L1 音韻体系の影響は小さいと判断できる。

ここで問題になるのは L1 の音韻体系の影響が生じる音韻処理に干渉する方法である。そこで、L1 音韻体系の影響が生じる音韻知覚の処理に干渉するために、異なる言語の妨害音声による情報マスキング (informational masking) に着目する。第一に、聴覚系の情報伝達経路での干渉としては、聞きたい音 (目的音) と同時に

他の音 (妨害音) が競合して存在するというマスキングが知られている。妨害音の選び方により、特定の音韻処理に干渉を生じさせる方法として利用可能性がある。第二に、マスキングの中でも情報マスキングは、注意や記憶、他の認知処理能力などと関係した、聴覚末梢系より上位の作用の結果として生じると考えられている (Kidd et al., 2008)。そして L1 の音韻体系の影響は、末梢系ではなく、音韻処理過程の中でも言語的な処理として上位過程で生じる作用だとみなされている。したがって、L1 音韻体系を利用する音韻処理に関わる情報マスキングを生じさせることができるなら、L1 音韻体系の影響が生じる音韻知覚の処理に干渉することになる。

情報マスキングを対象とした研究には、目的音声と同時に妨害音声が表示される受聴条件 (speech-in-speech perception) を扱うものがある。これらの研究を通じて、妨害音声の言語や聴取者の言語経験によって、目的音に対する聴取正答率が変動する、つまり、言語に関わる情報が情報マスキングの効果の大きさに関与することが報告されている (Brouwer et al., 2012; Garcia Lecumberri et al., 2010)。言語に関わる情報によるマスキングの説明として、妨害音の言語と聴取者の L1 との一致による聴取した音声に対する言語的処理への干渉 (Garcia Lecumberri et al., 2006)、目的音声と妨害音声の言語の音響的 (acoustic)、韻律 (prosodic) といった低次の干渉であるとともに、音韻 (phonological) や語彙 (lexical) な高次の干渉である (Gautreau et al., 2013) ことなどが考察されている。このことから、適切な言語の妨害音声を用いることにより、L1 音韻体系を利用して行われる音韻処理に干渉できることが期待できる。

そこで、L1 の音韻体系の影響の推定については次の手順で行う。“speech-in-speech perception” を受聴条件として設定し、聴取正答率の低下により、L1 の音韻体系の影響の程度を推定可能であるか検証する。次に、L1 の音韻体系の影響の程度を推定する。聴取正答率の低下を指標として、幅広い年代の成人を対象として L1 の音韻体系の影響の程度を推定する。推定される L1 の音韻体系の影響が年代上昇とともに大きくなるか検証する。

なお、L2 音韻知覚における成人の年齢効果を検証するにあたり、本論文では、日本語話者による米語 /r/-/l/ 知覚を対象とする。この理由は、この L1 聴取者と L2 音韻の組み合わせは、L1 の音韻体系の影響の典型例とみなされていることと、

聴取訓練での年齢効果がこの組み合わせで確認されているためである。

1.6 本論文の構成

本論文は、7章で構成される。図 1.1 に本論文の構成を図示する。

第 1 章は序論で、本論文で対象としている研究分野の課題を示し、本論文の位置付けと本論文で検証する仮説を示した。

第 2 章では、本論文の背景について述べる。最初に、本論文で対象とする L2 音韻である、米語 /r/-/l/ の音響特徴と知覚について概説する。次に、本論文の出発点である、幅広い年代の成人に対して行われた /r/-/l/ 聴取訓練の方法と結果を紹介する。最後に、L1 音韻体系の影響の指標を定めるために利用する、音声聴取時の情報マスキングについて概説する。

第 3 章では、本論文で対象とする L2 音韻知覚に対して、加齢に伴う聴覚機能の変化による影響を明らかにするために行った、純音聴力検査・語音聴取検査と音響分析について述べる。本論文で対象とする年代では、加齢に伴う聴覚機能の変化が生じて、本論文で対象とする L2 音韻の音響的特徴をきき分けられないほどではないことを示し、加齢に伴う聴覚機能の変化は、本論文で対象とする L2 音韻知覚に影響を与えうる年齢要因としては議論から除外できることを示す。L2 音韻知覚に影響を与える可能性のある年齢効果のうち、加齢に伴う聴覚機能の変化の影響の可能性を排除することで、L2 音韻知覚に年代差が存在した場合に、L1 音韻体系利用の影響によるという本論文の仮説を補強する。

第 4 章では、L1 音韻体系の影響の検証に向け、L1 音韻体系の影響の程度の指標の設計について述べる。聴取正答率の低下により、L1 の音韻体系の影響の大きさを推定可能であることを明らかにする。

第 5 章では、本論文で検証する仮説である L1 音韻体系の影響について検討する。第 4 章で設計した指標を基に、L1 音韻体系の影響の程度を成人の幅広い年代の聴取者で検討し、その差異を明らかにする。

第 6 章では、聴取訓練で確認された、訓練の効果の大きさにおける年齢効果を、音声処理の年齢変化から捉えることが可能かを考察する。第 5 章で得られた L1 音韻体系の影響の程度と訓練効果について、年代に応じた変化としての対応を示

すか検討する。

第 7 章では，本論文で得られた結果を要約し，今後の課題を述べる。

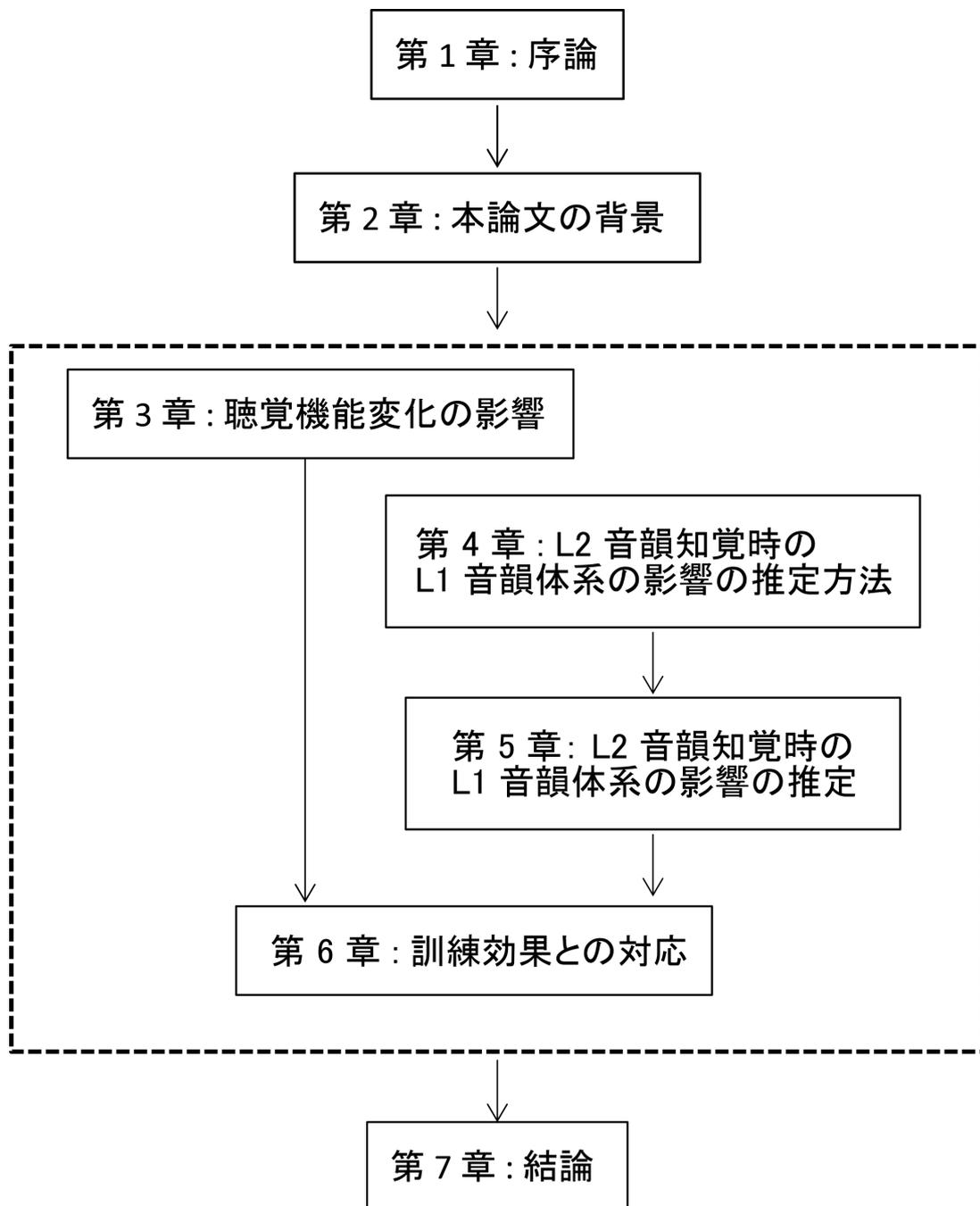


図 1.1: 本論文の構成

第 2 章

本論文の背景

2.1 はじめに

音声から言語的情報 (音韻性情報) を得る際には, 音響パタンの抽出や統合といった処理があり, またどのようにどんな情報を取り出しているかという処理過程には, 聴き手の言語経験や年齢は大きな影響を及ぼすと考えられている. 本章では, まず, 本論文の背景となる, 音韻知覚, また, 本論文で対象とする L2 音韻対の知覚や訓練に関する過去の知見を紹介する. 次に, 本論文で利用する情報マスキングに関する知見を略述する.

2.2 音韻知覚

音声の言語的情報を表す際の単位として, 音素 (phoneme) という概念が音声学では存在する. 音素は, 意味的対立の有無に注目した分類の形式であって (国際電気通信基礎技術研究所, 1994, p. 209), ある単語を他の単語と区別する際の単位である. たとえば, 語頭の音 (/r/ か /l/) のみが異なる英語単語 “right” と “light” は別の意味を持つ単語である. このように 1 つの音で対立する対を最小対 (minimal pair) と呼ぶ.

ただし, 同じ音素に属する場合でも, 実際に発話された時の音声の音響的性質は異なる場合がある. 英語の場合, “right” というように語頭に位置する “r” と “poor” というように語尾に位置する “r” は音響的には差異があるが, 英語話者は

いずれも同じ音素として捉える。また、同じ語でも異なる話者により発話された場合、それらの音響的性質は異なるが、聴き手は特定の音素からなる語として知覚することができる。さらに、/r/ を /l/ へと連続的に変化させた音を聴いても、英語話者は /r/ または /l/ として範疇知覚する (A. Yamada and Tohkura, 1992)。

このように音素を知覚的な面からみた場合には、主観的な存在であり (Moore, 1989, p. 279), 心理的な単位であるともいえる。本論文では、このような知覚的・心理的な側面を取り扱う。そのため、音声学で用いられる用語と区別するために、音素という用語と同等もしくは含有した意味で使用されることの多い「音韻」という用語を用いる。

2.3 米語 /r/-/l/

L2 音韻知覚が聴取者の L1 の音韻体系の影響を受けていることについて、本論文で扱う音韻の物理的側面と心理的側面を紹介する。本論文では、日本語話者による米語 /r/-/l/ 知覚を対象としている。これは、生成や知覚が困難な例として広く知られており、どの言語が L1 であるかといった言語経験が音声知覚に与える影響の典型例として扱われていることも理由の一つである。この音韻対の音響的特徴と、米語話者・日本語話者による知覚手がかりの違いについて紹介する。

2.3.1 音響的特徴

物理的に観測する限り、/r/ と /l/ の音声は決して類似性は高くない。むしろ、音響的特徴には顕著な違いが存在するといつてよい。/r/-/l/ の音響的特徴の顕著な違いは、第三フォルマント (F3) の周波数である。図 2.1 は、米語話者が発話した “right” と “light” という単語の音声のスペクトログラムである (山田 (1997a) より)。この図からも、F3 の周波数が大きく異なっていることが読み取れる。/r/ では、F3 の周波数の開始は約 1 kHz の低い帯域にあり、/l/ では、F3 の周波数の開始は約 2.8 kHz の高い帯域にある。F3 周波数以外の差異として他に、第二フォルマント (F2) も、周波数は /r/ の方が /l/ よりやや低い帯域であること、また、

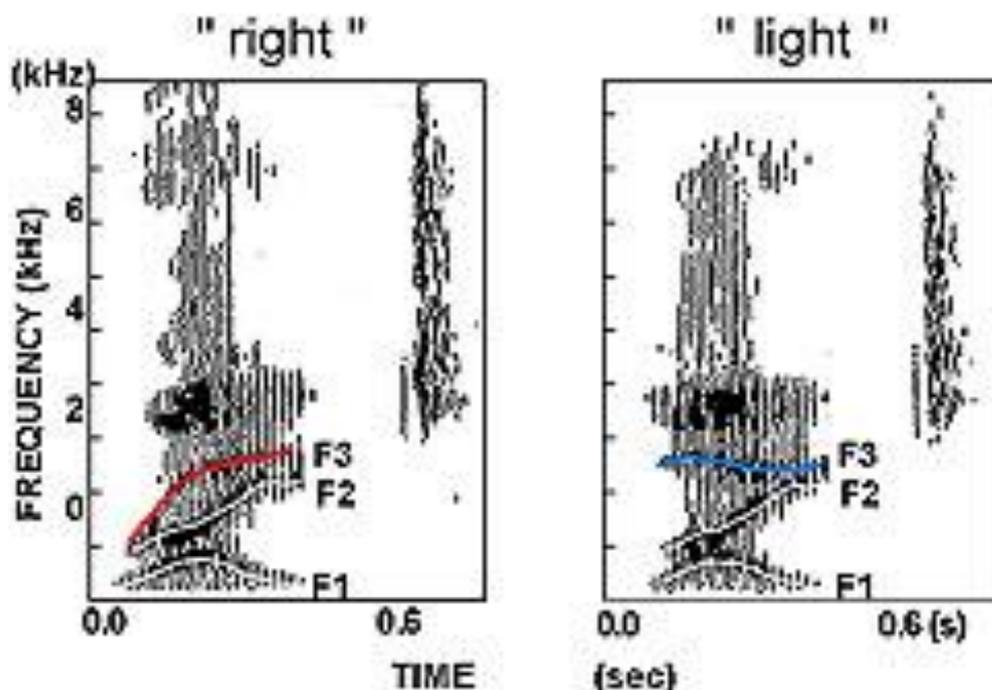


図 2.1: “right”, “light” のスペクトログラム. 山田 (1997a) から引用

第一フォルマント (F1) は /r/ では /l/ より時間的にゆっくり変化するという違いがあることが報告されている (国際電気通信基礎技術研究所, 1994, p. 232).

2.3.2 米語話者・日本語話者の聴取者による知覚手がかり

/r-/l/ を知覚する時の知覚手がかりは, 聴取者が米語話者と日本語話者の時とでは異なることが報告されている. 米語話者が /r-/l/ を同定する際にもっとも重きをおく知覚手がかりは, F3 周波数である (O'Connor et al., 1957; Yamada and Tohkura, 1990). 米語話者は, 顕著な音響的特徴を知覚手がかりとしていることになる. 一方, 日本語話者が /r-/l/ を同定する際には, 複数の手がかりを使うことが報告されている. 複数の手がかりの中でも, 知覚手がかりとして重きをおかれているとみられるのが, 図 2.2 に示すように F2 周波数である (Yamada and Tohkura (1990) より). 日本語話者は, 顕著な音響的特徴を知覚手がかりとはせず, また L1 話者である米語話者とは異なる知覚手がかりを用いていることになる.

2.4 日本語話者に対する米語 /r-/l/ 聴取訓練

実験室実験として行われる聴取訓練により，成人の L2 音韻同定能力が向上することが報告されてきた．本論文で対象とする L2 音韻対の聴取訓練により，成人の L2 同定成績が向上することについて，成人を対象とした L2 音韻の聴取訓練の方法と結果について詳述する．

成人を対象とした L2 音韻聴取訓練は，High Variability Phonetic Training (HVPT) method と呼ばれる方法によって行われた．これは，大きな音響的変動を含む複数の話者や単語を訓練刺激として用いた同定課題による訓練である．この訓練方法により，訓練で対象とならなかった単語や話者の発話に対しても同定成績が向上することが明らかになった (Logan et al., 1991; Lively et al., 1993, 1994)．これは，一定年齢以降では，特に困難な L2 音韻知覚の習得は困難である (Strange and Dittmann, 1984) とされていた，長く受け入れられていた見方を覆す知見であった．本論文の直接的な背景である，訓練効果の大きさにおける成人の間での年齢効果は，この訓練を行った結果として確認された．30–60 歳代の成人に対する訓練 (久保他, 2011) は，大学生を中心とした若い年代の成人に対する訓練 (Yamada, 1993; Akahane-Yamada, 1996) と同様の方法で実施され，これらの訓練の効果の比較により，成人の間での年齢効果が示された．そこで，まず，若い年代の成人を中心とした訓練 (Yamada, 1993; Akahane-Yamada, 1996) の方法を紹介し，次に，高い年代の成人を対象として行われた聴取訓練の方法と結果を紹介する．

2.4.1 若い年代の成人を中心とした訓練の方法

刺激 Bradlow et al. (1999) が行った，日本語話者の聴取者に対する米語 /r-/l/ 聴取訓練と同一の刺激が用いられた．米語話者 5 名 (男性 3 名，女性 2 名) により発話された英単語音声を用いられた．英単語は /r-/l/ で対立する最小対を構成する 68 対 (136 単語) であった．これらの対は，語尾 (FP)，語尾重子音 (FC)，語中 (IN)，語頭 (IP)，語頭重子音 (IC) の 5 種類の音韻環境で /r-/l/ が対立した．単語の例は，war–wall (FP)，beard–build (FC)，arrive–alive (IN)，read–lead (IP)，fry–fly (IC) であった．

訓練前後のテストには3セットの刺激が用いられた。セット1は、Lively et al. (1994) で用いられた2セットのうちの1つと同一であった。セット2と3は、訓練で用いられてなかった単語や話者によるもので、般化テストのために用いられた。単語数と話者は次の通りであった。セット1は、FCを除く4種類の音韻環境 (FP, IN, IP, IC) で対立する /r-/l/ 最小対が16対 (32単語), /r-/l/ 以外の音韻対立である最小対を8対 (16単語), 合計48語を男性話者 (訓練に出現しない話者) が2回発話した96音声ファイルが使用された。/r-/l/ 以外の音韻対立は、日本語音韻体系に類似の音韻対立が存在するために、日本語話者にとって同定が容易なことが期待される対であった。この対の同定成績が低い場合は聴取者が課題を理解していない可能性を示すことから、聴取者の課題理解の確認用に用いられた。セット2は、5種類の音韻環境で最小対を構成する /r-/l/ 単語 (訓練に出現しない単語) を女性米語話者 (訓練に出現する話者) が発話した99音声ファイルであった (新規単語・訓練話者)。セット3は、5種類の音韻環境で最小対を構成する /r-/l/ 単語 (訓練に出現しない単語) を女性米語話者 (訓練に出現しない話者) が発話した96音声ファイルであった (新規単語・新規話者)。セット間の単語の重複はセット2と3の間で3単語存在した。

手続き 訓練は、1名の話者による発話 (136語) を2回繰り返した272試行を1セッションとして行われた。5名の話者を順に呈示して3巡する15セッションを1ステップとして、3ステップの訓練が行われた。1ステップ終了ごとにテストが行われた。テストは訓練前にも実施された。般化テストは訓練後にのみ実施された。実験はPCを用いて行われた。ヘッドホン (SENNHEISER HD265) を通じて刺激音が呈示され、被験者の反応はマウスによる選択によって行われた。課題は、訓練とテストともに、聴覚呈示された刺激に対して、視覚呈示された最小対からの同定を行う強制選択課題であった。回答の正誤は、訓練では実験参加者にフィードバックされた。誤答の時は、同一の試行を正答するまで呈示する矯正試行が行われた。テストでは、回答の正誤や正答率は実験参加者にフィードバックされなかった。

表 2.1: 聴取訓練の参加者 (30–60 歳代)

	年齢 (平均) [歳]	人数 (男性, 女性) [人]
30 歳代	31–39 (35.8)	9 (3, 6)
40 歳代	41–49 (44.2)	10 (3, 7)
50 歳代	50–59 (53.5)	12 (2, 10)
60 歳代	60–69 (64.0)	14 (8, 6)

2.4.2 高い年代の成人に対する訓練の方法と結果

方法

若い年代の成人を中心とした訓練 (第 2.4.1 項) と同じ実験デザインに従って行われた。若い年代に対する訓練と異なる主な点は、高い年代に対する訓練では、一日あたりの訓練量が少なかったこと (1 セッション/日) と、般化テストも含めた 3 種類のテストは訓練前後ともに実施されたことであった。

実験参加者 31 歳から 69 歳 (平均年齢 51.1 歳 : 男性 53.5 歳, 女性 49.8 歳) の 45 名 (男性 16 名, 女性 29 名) が参加した (表 2.1)。いずれの実験参加者も、言語や聴力に関する病歴を持たないことが確認された。また、最小レベルを 15 dB とした 500, 1000, 2000, 4000 Hz の純音の気導聴力レベルが測定された。この測定において、いずれかの耳で平均聴力レベルが 25 dB を超えたのは 60 歳代の 2 名 (表 2.2) で、他の実験参加者は 25 dB 以下であることが確認された。表 2.2 に示した実験参加者 2 名も補聴器の使用はなく、また実験者との会話に支障は見られなかった。表 2.3 の 7 名以外の 44 名の参加者は、3 ヶ月以上の海外滞在経験を持たなかった。

刺激 若い年代の成人を中心とした日本語話者に対する訓練 (第 2.4.1 項) と同一刺激が用いられた。

表 2.2: 平均聴力レベルが 25 dB を超えていた聴取訓練参加者の聴力レベル

実験参加者	右耳平均聴力レベル [dB]	左耳平均聴力レベル [dB]
63 歳男性	40	40
69 歳女性	38	43

手続き 若い年代を中心とした日本語話者に対する聴取訓練 (第 2.4.1 項) と同様に, 訓練の前後にテストを行う pre-post デザインに基づいて行われた。刺激は, ヘッドホン (SENNHEISER HD265) から両耳呈示された。参加者はノート PC を貸与され, 自宅の静かな環境で 1 セッション/日, 3 セッション/週程度といった定期的な訓練を実施した。参加者は, 訓練日と成績を訓練の都度, 記録簿に記録した。参加者が実験手順を順守したか確認するため, 実施記録はノート PC との実験ログと照合された。訓練前後テストは, 訓練とは異なる日に, 実験室で実施された。テストは, 刺激セット 1, 2, 3 を用いて, それぞれテスト 1, 2, 3 として 3 種類行われた。訓練前テストからステップ 3 終了までの所要日数は, 50–178 日 (平均 74.3 日) であった。

結果

3 種類のテストの正答率が求められた。テスト 1 に含まれる /r-/l/ 以外の最小対を構成する 32 単語に対する回答は除き, /r-/l/ に対する回答についてのみ正答率が求められた。

高い年代の成人の訓練効果 実験参加者ごとに, テスト種類, テスト時期, 音韻環境, 音韻ごとの正答率が求められた。図 2.3 に, 訓練前後テストにおける年代ごとの平均正答率を示す。統計的検定のために, 実験参加者ごとにテスト時期ごとの正答率が求められた。逆正弦変換した正答率を従属変数として, テスト時期 (訓練前 vs. 訓練後) を被験者内要因, 年代 (30s vs. 40s vs. 50s vs. 60s) を被験者間要因とした 2 要因の分散分析が行われた。その結果, テスト時期と年代の交互作用が有意であることが確認された ($F(3, 41) = 3.02, p < .05$)。Bonferroni 法を用い

表 2.3: 聴取訓練の実験参加者 (30–60 歳代) のうち, 3 ヶ月以上の海外滞在経験があった参加者の滞在経験

実験参加者	滞在国	滞在時年齢 [歳]	滞在時の英語による 会話割合 [%]
37 歳男性	アメリカ	24	50
44 歳女性	サウジアラビア	30–31	5
	シンガポール	40–41	10
49 歳女性	アメリカ, カナダ	25	80
62 歳女性	アメリカ	26–29, 31–33	50
65 歳男性	韓国	0–12	0
65 歳女性	中国	0–10	無回答

た多重比較により, 訓練前の成績に年代間での有意な差はなく, 訓練後の成績には年代間での有意な差があることが確認された ($p < .05$). 訓練後テストでは, 60 歳代の成績が 30 歳代, 40 歳代の成績よりも低かった.

20 歳代も含めた成人の訓練効果の年代比較 訓練効果の年代 (20, 30, 40, 50, 60 歳代) 比較は, 若い年代の成人を対象とした訓練 (Yamada, 1993; Akahane-Yamada, 1996) の結果と合わせて, 次の手順で行われた. テスト 2, 3 は, 若い年代の成人を対象とした訓練では訓練後でのみ実施されたため比較から除外し, テスト 1 の訓練前後の成績が比較に用いられた. また, 若い年代を中心とした訓練には 20 歳代以外の参加者も含まれていたが, 20 歳代の実験参加者の結果のみが抽出され比較に用いられた ($N = 8$; 以後 20s と表記). 実験参加者ごとに, テスト時期, 音韻環境別の正答率が求められた. テスト 1 は, 語尾 (FP), 語中 (IN), 語頭 (IP), 語頭重子音 (IC) の 4 種類の音韻環境を含んでおり, 語尾重子音 (FC) は含まれていなかった. 逆正弦変換した正答率を従属変数として, テスト時期 (訓練前 vs. 訓練後) と音韻環境 (FP vs. IN vs. IP vs. IC) を被験者内要因, 年代 (20s vs. 30s vs. 40s vs. 50s vs. 60s) を

被験者間要因とした 3 要因の分散分析が行われた結果、1 次の交互作用がいずれも有意であることが示された（音韻環境と年代の交互作用 ($F(12, 144) = 2.26, p < .05$), テスト時期と年代の交互作用 ($F(4, 48) = 4.35, p < .01$), 音韻環境とテスト時期の交互作用 ($F(3, 144) = 3.11, p < .05$)). 2 次の交互作用は有意ではなかった。Bonferroni 法を用いた多重比較により次が示された ($p < 0.5$)。音韻環境が FP の時は、年代間の有意な差は確認されなかったが、他の音韻環境では年代間で有意な差が確認された (IC: 20 歳代と 60 歳代, IN: 20 歳代と 30, 50, 60 歳代, IP: 20 歳代と他の年代)。訓練前の成績に年代間の有意な差はなく、訓練後の成績では 20 歳代と他の年代との間に有意な差が確認された。図 2.4 に、訓練前から訓練後への正答率の変化すなわち同定成績の上昇幅について、年代と音韻環境別の平均を示す (逆正弦変換値)。FP の上昇幅は年代間で差がない一方、他の音韻環境では年代上昇とともに同定成績の上昇幅が減少したことが窺われる。

まとめ 成人の日本語話者に対する米語 /r-/l/ 聴取訓練の効果について次が示された。第一に、20 歳代から 60 歳代まですべての年代において、聴取訓練により同定成績が向上することが確認された。第二に、20-60 歳代の成人は、訓練前には同程度の同定能力を有することが示された。第三に、訓練による同定成績の上昇幅は、年代によって異なった。年齢上昇とともに上昇幅は低下し、訓練効果が年代上昇とともに減少した。音韻環境によっては、訓練効果が年代上昇とともに減少した。音韻環境は、この訓練効果の年代による変化に影響することが示唆される。

2.4.3 /r-/l/ 音韻環境からみた同定難易度と学習難易度との関係

以上、日本語話者に対する米語 /r-/l/ 聴取訓練により、一定年齢以後の成人でも、幅広い年代で同定成績が上昇することが示された。聴取訓練という、適切な言語への暴露経験により、一旦獲得された L1 音韻に適合した音声処理が変化したと考えられる。このような音声処理の変化は、かなり高い年代まで可能であることを示唆する。一方、聴取訓練の効果には年代差があり、さらに音韻環境がこの訓練効果の年代による変化に関与することが示唆された。

音韻環境の影響は、訓練効果の大きさだけでなく、知覚でも観察されている。日本語話者である聴取者の /r-/l/ の同定難易度は、音韻環境によって異なることが報告されている (Logan et al., 1991; Lively et al., 1993, 1994)。この音韻環境による同定難易度の違いについて、Komaki and Choi (1999) は、聴取者の L1 (日本語, 韓国語) について比較した。彼らは、同定難易度と L1 音韻カテゴリへの同化パターンが聴取者の L1 によって異なったことから、L1 音韻カテゴリへの同化パターンが同定難易度に影響すると考察した。

同定難易度についてみると、日本語話者にとって /r-/l/ の同定難度が高くなる音韻環境は、語頭や語頭重子音の場合であり、同定難度が低くなる音韻環境は語尾や語尾重子音の場合であった (Komaki and Choi, 1999; Lively et al., 1994)。一方、高い年代の日本語話者にとって、/r-/l/ の訓練効果が小さくなるのは音韻環境が語頭や語頭重子音の場合であり、訓練効果が大きくなるのは音韻環境が語尾や語尾重子音の場合であった (図 2.4)。つまり、同定難度が高い音韻環境では高い年代の訓練効果は小さくなり、同定難度が低い音韻環境では高い年代の訓練効果は大きくなることになる。成人の中でも高い年代については、日本語話者にとっての同定難易度と訓練効果の大きさとの間に何らかの関係性があることが窺われる。高い年代では、若い年代よりも、知覚における L1 の音韻体系の影響が訓練効果に影響している可能性があるだろう。

2.5 情報マスキング

以上、本論文の背景となる、本論文で対象とする L2 音韻対の知覚や訓練に関する過去の知見を紹介した。以下、本論文で利用する情報マスキングに関する過去の知見を紹介する。

ある音に対する最小可聴値が、他の音の存在によって上昇する現象をマスキングという (日本認知学会, 2002, p. 781)。妨害される音、妨害する音の 2 つの音について、本論文では以後、それぞれ「目的音」、「妨害音」という名称を用いる。心理物理学や聴覚研究の観点から、マスキングは大きく 2 種類に区分される (Cooke et al., 2008; Agus et al., 2009; Mattys et al., 2010; Brouwer et al., 2012)。第一は、目的音と妨害音が時間・周波数領域で重複することにより、聴覚末梢系の情報伝達

経路で目的音と妨害音が重複することにより生じるマスキングであり、エネルギーマスキング (energetic masking) と呼ばれる。第二は、このエネルギーマスキングでは説明できないマスキングであり、情報マスキング (informational masking) と呼ばれる。この区分には曖昧性がある (Durlach, 2006) が、多くの場合は次のように定義される。エネルギーマスキングは聴覚末梢系で目的音と妨害音が競合 (蝸牛や神経の興奮パターンが重複) することによるマスキングであり、末梢系のマスキングとみなされる。蝸牛は周波数分析装置として機能しており、エネルギーマスキングの大きさは基本的に興奮パターンに関する周波数領域の信号対雑音比 (SNR) によって決まる。一方、聴覚末梢系より上位の作用は情報マスキングであり、注意や記憶、他の認知処理能力などと関係する中枢性マスキングとみなされる (Kidd et al., 2008; Brouwer et al., 2012)。

音声知覚の研究における情報マスキングとして、妨害音の種類と目的音の種類の関係が検討されており、妨害音が音声である場合の情報マスキングについても報告されてきた。このような音声知覚は、“speech-in-speech perception” (または “speech-on-speech”) として取り上げられ、言語に関わる情報による影響が検討されてきた (Garcia Lecumberri et al., 2006; Brouwer et al., 2012; Van Engen and Bradlow, 2007; Calandruccio et al., 2013)。この言語に関わる情報としては、その言語特有の音響的、音声学的な性質、意味内容といった言語情報などがある。また、聴取者の L1 が何であるかといった聴取者の言語経験と、妨害音の音声の言語が何であるかが、情報マスキングに関与することが示されている (Garcia Lecumberri et al., 2006; Brouwer et al., 2012)。

まず、Garcia Lecumberri et al. (2006) は、英語子音の同定課題において聴取者の言語経験による違いを明らかにした。ある言語の音韻を知覚するに際しての妨害音の効果について、その言語を L1 とするか L2 とするかにより異なるか、それぞれの聴取者を対象として調べられた。この実験では、L1 が英語またはスペイン語である聴取者に対して、英語の無意味単語の音声を目的音として呈示した。英語またはスペイン語の音声の妨害音として呈示された。その結果、妨害音の効果は、聴取者の L1 により異なることが示された。目的音の言語である英語を L1 とする聴取者は、妨害音がスペイン語の時よりも英語の時に同定成績がより低下し、英語の妨害音の効果が大きくなった。一方、スペイン語を L1 とする聴取者は、妨

害音が英語の時とスペイン語の時の同定成績の間に有意な差は確認されず、妨害音の効果は英語・スペイン語ともに同等であった。聴取者の L1 といった言語経験が、妨害音の効果の大きさに関与する結果となった。

また、Brouwer et al. (2012) は、妨害音である音声の言語の影響について、目的音と妨害音の言語の一致性の効果について調べた。この実験では、目的音、妨害音、聴取者の L1 のそれぞれについての言語間比較を、英語とオランダ語を用いて行った。その結果、まず、いずれの聴取者と目的音の言語の組み合わせにおいても、目的音と妨害音の言語が一致しない時よりも、目的音と妨害音の言語が一致した時に同定成績が低下することが明らかになった。さらに、同一の目的音と妨害音の言語の組み合わせに対して、聴取者の言語経験が妨害音の効果の大きさに影響を及ぼすことが、Garcia Lecumberri et al. (2006) の報告と同様に確認された。目的音と妨害音の言語の一致性だけでは、妨害音の効果の大きさは説明できないことが示された。

さらに、Gautreau et al. (2013) は、目的音と妨害音の言語の一致性の効果について、情報マスキングは音響的な情報の重複によるものか、言語的な情報の重複によるものか検討した。この実験では、フランス語の単語音声为目的音として、フランス語を L1 とする聴取者に呈示された。妨害音は、目的音と言語が一致し、かつ、聴取者の L1 と一致するフランス語と、目的音と一致せず聴取者には親密度の低いイタリア語とアイルランド語であった。言語的な距離の違いの観点から、妨害音の言語が選ばれた。フランス語とイタリア語は、音節拍リズムの言語であり、アイルランド語は、強勢拍リズムの言語という違いがあり、音韻体系もフランス語とイタリア語が近く、フランス語はアイルランド語と大きく異なる。この実験の結果では、妨害音の言語によって効果の大きさに違いがあることが確認された。目的音の言語と一致しないイタリア語とアイルランド語の妨害音の効果を比較すると、イタリア語よりもアイルランド語の方が妨害の効果小さかった。目的音と言語的な距離が近い言語の妨害音の方が、効果が大きい結果となった。音声は妨害音として存在する聴取条件下での音声知覚において生じる情報マスキングには、韻律といった音響的情報に関わりの深い低次の言語に関わる情報や、高次の音韻 (phonological) や語彙 (lexical) 情報といった言語に関わる情報という、少なくとも 2 つの要因が関わることを示唆した。

このように、妨害音が音声である際の音声知覚では、情報マスキングが生じていること、また、この情報マスキングには、妨害音声の言語や聴取者の言語経験が関与していること、つまり、妨害音や目的音の言語に関わる情報によるマスキングが生じること、また、聴取者の言語経験が関与するような音声の言語処理において情報マスキングが生じることが示唆されている。つまり、妨害音が音声である場合に生じる音声知覚の干渉としては、言語に関わる情報の中でも、目的音と妨害音の音響特性の類似性による干渉や、音響信号からの音韻の復号化や意味理解といった言語的な処理段階で生じる干渉があることになるだろう。後者では聴取者の言語経験が関与することになる。目的音と妨害音の言語が一致する場合は、時間・周波数的に変化する音響的な情報は類似性が高い、すなわち音響特性の類似性が高く、音響的信号の受容や処理において重複が生じるため妨害音が目的音の知覚を干渉することが考えられる。また、目的音や妨害音の言語が、聴取者の L1 など言語的な処理に用いられる言語と一致する場合、音響的信号の抽出や統合による音韻処理や、語彙処理などといった高次処理に関して、目的音と妨害音に対する言語的な処理の類似性が高く、処理の重複が生じるため妨害音が目的音の知覚を干渉することが考えられる。

これを音韻知覚に限定して考えると、妨害音声による音韻知覚の干渉として、音韻対の音響的特徴を信号として受容し伝達するにあたっての干渉と、音韻処理においての干渉とが生じる可能性が考えられる。まず、目的音と言語が一致する妨害音は、音韻の音響的信号の受容が干渉される可能性がある。次に、聴取者の L1 が妨害音である場合には、L1 の音韻体系を利用した音響的信号の抽出や統合による音韻処理が干渉される可能性がある。これは、音韻処理では聴取者の L1 の音韻体系の利用の影響があるためである。そこで、ある L2 の音韻知覚において、その L2 による音声と聴取者の L1 による音声とを妨害音に用いた場合、それぞれ目的音と言語的 (音響特性上) 類似性の高い妨害音と、聴取者の L1 と一致する言語による妨害音となる。この条件では、音響的信号の受容を阻害する条件と、L1 の音韻体系の利用に干渉を生じさせる条件とを設定できる可能性がある。

もっとも、先に述べた “speech-in-speech perception” の先行研究は、目的音として単語や文章を多く対象としている。単語や文章が目的音の場合、語彙処理や統語処理といった高次処理の影響が大きく、妨害音に含まれる言語的な情報はこれら

の高次処理を干渉するものである可能性もある。音韻は言語的な情報としては最小ともいえ (日本認知学会, 2002, p. 90), 音韻処理は, 語彙処理や統語処理に比べ低次処理とみなされる場合がある。そのため, 音韻知覚では, 妨害音の言語的な情報による音声処理の干渉が生じない可能性はある。たとえば, Garcia Lecumberri et al. (2006) は, 英語 CVC (C: 子音, V: 母音) を目的音に用いているが, 妨害音の言語による目的音の聴取正答率の違いは, 目的音の言語を L1 とする聴取者のみにあられ, 目的音を L2 とする聴取者では確認されなかった。L2 音韻知覚において, 妨害音の言語に関わる情報がどのような干渉を及ぼすか実証が必要である。

2.6 まとめ

本章では, まず, 本論文で対象とする L2 音韻知覚について, 物理的な側面である音響的特徴と, 心理的な側面である知覚, さらに学習について述べた。本論文で対象とする 米語 /r/-/l/ は, 音響的には差が大きいものの, 日本語話者はそれぞれの音の区別が困難なこと, 聴取訓練によって同定成績が向上することが報告されている。また, 訓練の効果は幅広い年代で確認されたが, その一方で, 訓練効果の大きさには年齢効果があることも報告されている。また, 音声は妨害音として存在する中で目的音の音声を聴取するときには, 言語音を処理する過程での干渉として情報マスキングが生起することについて述べた。次章より, 幅広い年代の成人を対象として, 本論文で対象とする L2 音韻対の音響的な信号の受容の可否や, L1 の音韻体系の影響が生じる音韻処理の干渉を生じさせられるか検討を行うことで, 音韻知覚における年齢効果についての議論を進めていく。

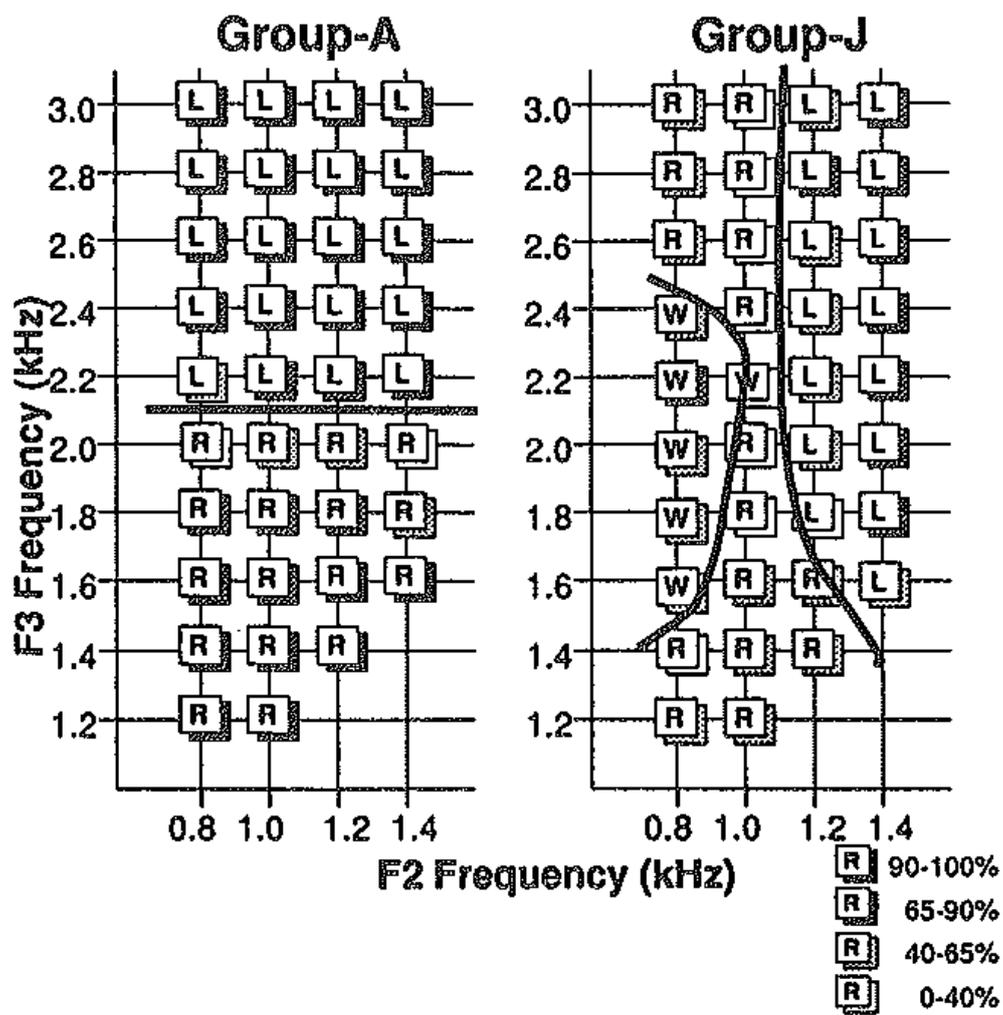


図 2.2: 同定課題における, 米語話者と日本語話者の聴取者による F2-F3 平面上の反応. Yamada and Tohkura (1990) から引用

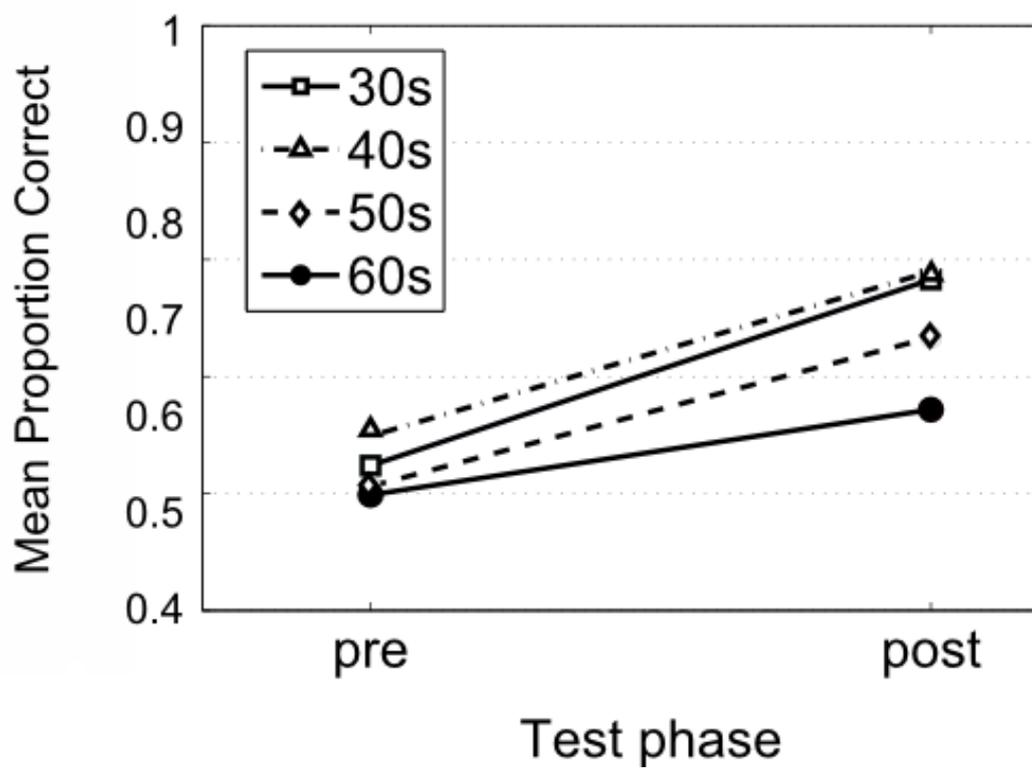


図 2.3: 聴取訓練の訓練前後テストにおける成績 (30–60 歳代). 久保他 (2011) から引用

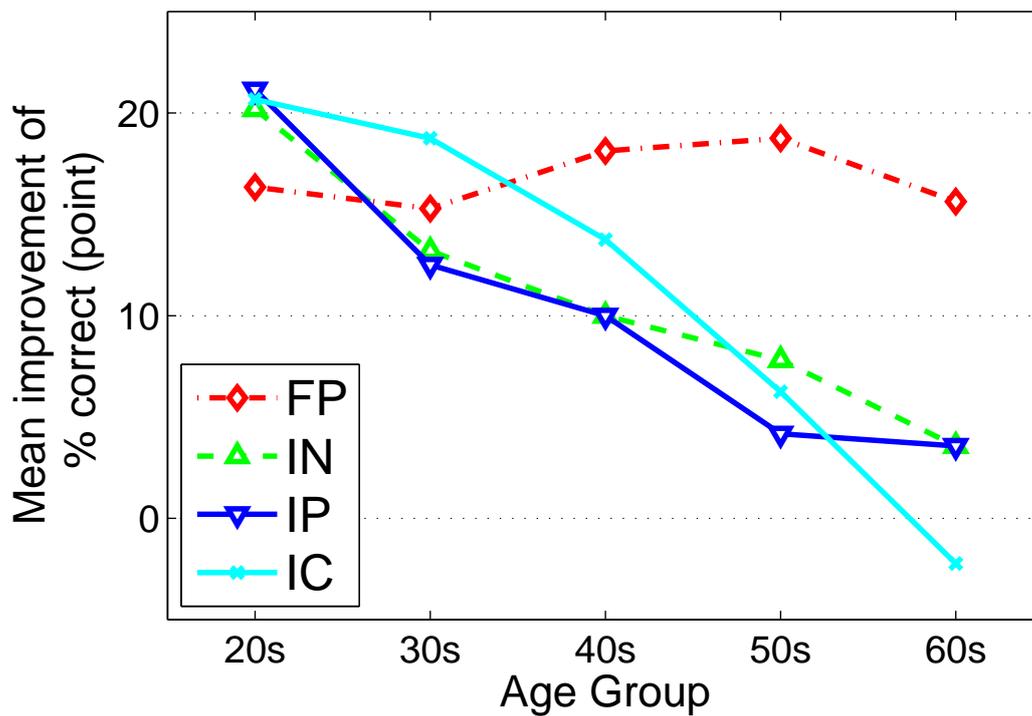


図 2.4: 音韻環境別に求めた聴取訓練のテスト 1 の訓練前から訓練後への成績上昇幅 (20–60 代). FP: 語尾, IN: 語中, IP: 語頭, IC: 語頭重子音. 久保他 (2011) から引用

第 3 章

加齢に伴う聴覚機能の変化による /r/-/l/ 知覚への影響

3.1 はじめに

本章では，加齢に伴う聴覚機能の変化は，本論文で対象とする L2 音韻知覚に影響を与えうる年齢要因としては議論から除外できるかを検証する。

高い年代で音声の聴き取りが困難になることについて，加齢に伴う聴覚機能の変化の関連が指摘されてきた。加齢に伴う閾値上昇，時間・周波数分解能の低下により，音韻知覚の手がかりとなる音響的特徴の周波数や時間情報の処理に障害が生じることが大きな原因になると考えられている。この加齢に伴う聴覚機能の変化により，本論文で対象とする L2 音韻の音響的特徴の情報処理が阻害される可能性はある。この可能性を検討しておくことは，高い年代も含めて年齢と音韻知覚との関係を問う本論文では必要である。

聴覚機能を調べる検査としては，純音聴力検査や語音聴力検査が知られている。純音聴力検査は，周波数と聴力との関係を明確に示すことができる。一方，言語聴取能力を直接に表現するものではないため，音声知覚に関しては語音聴取閾値検査や語音弁別検査といった語音聴力検査が用いられる。米語 /r/-/l/ への加齢に伴う聴覚機能の変化の影響を検討するためにも，純音聴力検査とともに語音聴取時について加齢に伴う聴覚機能の変化の影響から検討を加える必要がある。

語音聴取時の加齢に伴う聴覚機能の変化の影響について，様々な音韻の知覚に

障害が生じるかを調べることにより明らかにする。子音は、その波形の周期性、周波数スペクトル、継続時間長、時間変動特性などに音韻としての特徴が反映されている(大山他, 1994, p. 1123)。そのため、加齢に伴う閾値上昇、時間・周波数分解能の低下によって、音響的特徴の周波数情報や時間的情報の処理に障害が生じるのは、特定の音韻に多くなる。その音韻の音響的特徴が高い周波数情報や短い時間的情報を持つ場合、あるいは、その音響的特徴が周波数情報と時間的情報の両方またはいずれかで、他の音韻の音響的特徴と小さい差を持つ場合に音韻知覚に障害が生じる。逆に、音響的特徴が十分に低い周波数情報や長い時間的情報を持つ場合や、他の音韻と周波数や時間的な差が十分に大きい場合には、加齢に伴う閾値上昇、時間・周波数分解能の低下が生じていたとしても、その音韻の音響的特徴の周波数や時間的情報の処理に与える影響は非常に小さいと考えることができる。

もし本論文で対象とする L2 音韻対の音響的特徴の周波数が十分に低い帯域にあり、時間的情報として継続時間が長く、音韻対間の周波数や時間的情報について差が大きい場合、加齢に伴う聴覚機能の変化による該当音韻対の知覚への影響は小さいと判断することができる。この判断のためには、周波数の高低、時間的な長短について、加齢に伴う聴覚機能の変化が語音聴取に及ぶ範囲と及ばない範囲とを明らかにし、また、本論文で対象とする L2 音韻の音響的特徴が属する周波数、時間的な範囲を明らかにする必要がある。

本論文で対象とする L2 音韻の音響的特徴が加齢に伴う聴覚機能の変化の影響を受けるかを明らかにするためには、次が明らかになればよい。

- 加齢に伴い高周波数、短い時間的情報の音響的特徴を持つ語音の知覚が影響を受けること。また、その音韻の音響的特徴の周波数の高さや時間的情報の長さ。
- 対象とする L2 音韻対の音響的特徴について、周波数が上記の周波数よりも低い帯域にあり、上記より長い時間的情報を持つこと。

これらの時間・周波数情報のうち、後者は /r-/l/ の音声の音響分析によって、どの時間・周波数の範囲にあるのか得ることができる。前者は、語音知覚時に障害が生じる、すなわち聞き誤りという異聴が生じる音声を音響分析することによ

て、どの時間・周波数の範囲にあるのか得ることができる。そこで、語音聴取検査を行い、聴き誤られるまたは正しく聴き取られる語音、つまり異聴が生じる語音、正聴される語音を求め、それらの音声を音響分析して、これらの範囲を求める。

語音聴取検査では、語音に対する聴力の年齢変化を調べることができる。L1 の語音は、発話が明瞭であって適切な聴取環境であれば、聴覚機能に問題がなければ明瞭度は非常に高いと考えられる。しかし、語音弁別のための音響的手がかりが、加齢に伴う聴覚機能の変化により使えない場合、その語音の明瞭度は低下する。そのため、特定の語音の明瞭度から、聴覚機能の変化が生じているかを知ることができる。さらに異聴傾向から異聴の特徴を音声学的あるいは物理音響的に把握できるため、高い年代で生じる音声知覚の劣化はどの音響的手がかりを持つ音声で生じるのか、また、加齢に伴う聴覚機能の変化は、どのような音響的手がかりの間の弁別に影響するかを調べることができる。

そこで、語音聴取検査と音響分析をもとに、次の 3 種類の範囲を時間、周波数軸上で示す。

- A) 加齢に伴う聴覚機能の変化により、語音知覚が影響を受ける範囲
- B) 加齢に伴う聴覚機能の変化があっても、語音知覚が影響を受けない範囲
- C) /r-/l/ の音響的特徴の処理に必要な範囲

C が A に含まれた場合は、本論文で対象とする L2 音韻知覚は、加齢に伴う聴覚機能の変化の影響を受けると結論づけられる。一方、C が B に含まれた場合は、加齢に伴う聴覚機能の変化による本論文で対象とする L2 音韻知覚への影響は非常に小さいと結論づけることができる。

3.2 純音聴力検査と語音聴取検査

3.2.1 実験参加者

20 歳代 (20s), 30–40 歳代 (30–40s), 50–60 歳代 (50–60s) の成人が参加した。全員が日本語話者であった。内訳を表 3.1 に示す。高齢者はタイプ入力能力を条件

表 3.1: 純音聴力検査と語音聴取検査の実験参加者の内訳

	Age (mean) [year]	N (Male, Female)
20s	22 – 28 (23.9)	9 (9, 0)
30–40s	34 – 49 (38.6)	8 (3, 5)
50–60s	62 – 67 (64.0)	7 (4, 3)

として主にシルバー人材センターを通じて募集した。いずれの実験参加者も、言語や聴力に関する病歴を持たないことを確認した。

3.2.2 語音聴取検査の刺激

聴取者の L1 である日本語の音節を用いた。聴取対象の音節の前後に他の音節が連続することにより音韻知覚が変わることの影響を含めるために、単語と単音節をあわせて用いた。また単語の親密度による影響を含めるために、親密度が高い単語と低い単語をあわせて用いた。そのため刺激音の種類は、高親密度語、低親密度語、単音節の 3 種類となった。

刺激音は、いずれも親密度別単語理解度試験用音声データベース (FW03) (天野他, 2006) の収録語から選定した。親密度 1.0–2.5 から高親密度語、親密度 5.5–7.0 から低親密度語を選択した。各親密度内での音節の出現数のバランスを考慮して単語を選定した。高親密度、低親密度ごとに 200 語を選定した。また単音節 100 音を、単音節として用いた。しかし、すべての問題に回答できなかった実験参加者が複数存在したため、全参加者が回答した刺激のみを分析の対象とした。分析の対象となったのは、高親密度語 133 語、低親密度語 127 語と単音節 100 語であった。この単語の一覧は付録に示した。女性話者 (fto) 1 名による発話を音声刺激とした。FW03 の収録音声は、等価騒音レベルが等しくなるよう校正されている。しかし予備実験の段階で、単語や音節の間でラウドネスが大きく異なることが報告された。ラウドネスの違いを簡便に軽減するために、音声刺激の最大振幅値を正規化した。これにより、ラウドネスの違いが軽減されたことを予備検討で

確認した。

また、練習試行で呈示する刺激として、本試行で呈示する刺激とは異なる単語を FW03 から選定した。高親密度語 2 語と低親密度語 3 語を選定した。男性話者 (mya) 1 名による発話を音声刺激とした。

3.2.3 手順

語音聴取検査とともに、気導純音聴力検査を行った。気導純音聴力検査と語音聴取検査のいずれも、北陸先端大内の防音室で行った。防音室の暗騒音は、A 特性音圧レベル 21 dB 以下だった。

気導純音聴力検査には、オーディオメータ (RION AA-72B) を用いた。125, 250, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000 Hz の断続音を検査音に使用し、単耳聴で左右各耳を検査した。

語音聴取検査での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。

語音聴取検査では、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。語音聴取検査の開始前に音節の説明を行った。また練習試行を行うことで、音節の数え方と課題について実験参加者が理解したか確認した。本試行での刺激呈示は、音節数により別のセッションとし、単音節と 4 音節語とは別のセッションで行った。4 音節語のセッションでは、高・低親密度語を混合して呈示した。いずれのセッションでも、刺激は無作為な順序で呈示された。各セッションの開始前に、そのセッションで呈示される刺激の音節数を教示し、その音節数 (1 または 4) に一致しない場合は再入力を求めた。刺激音の再生は、繰り返し可能とした。

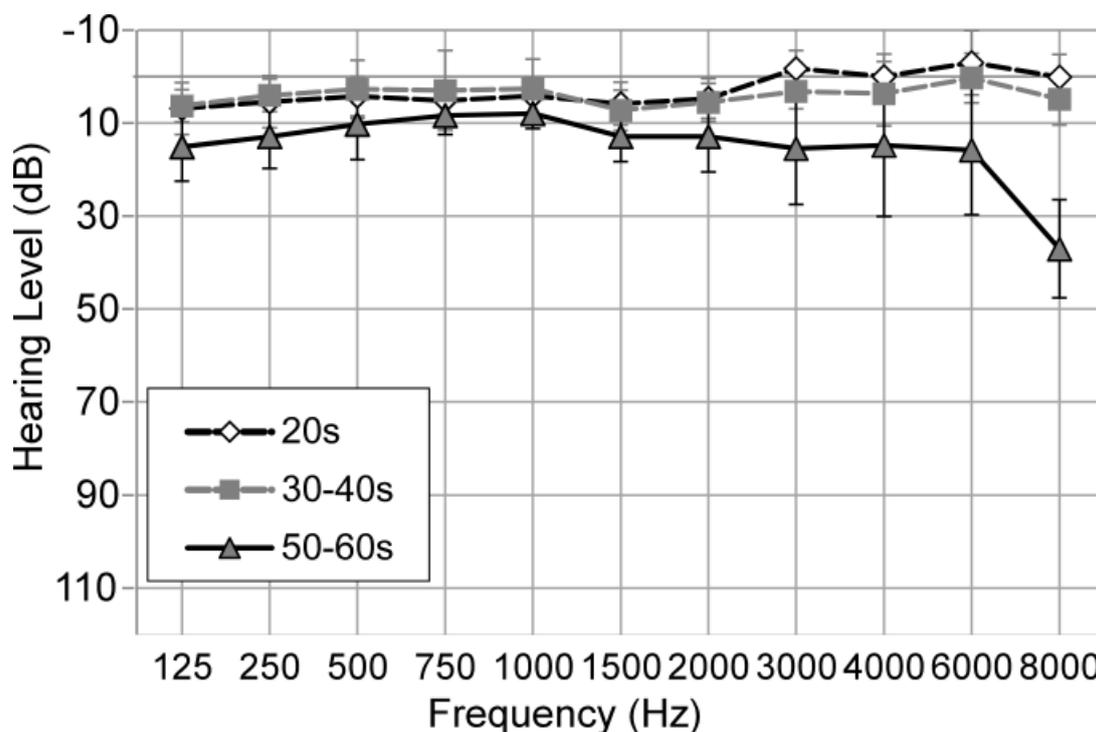


図 3.1: 気導純音聴力検査により計測した聴力レベル, 左右各耳で計測された聴力レベルの平均および標準偏差

3.2.4 結果

純音聴力検査

実験参加者ごとの周波数別の聴力レベルの平均値を, 左耳と右耳との聴力レベルを平均して求めた. 各年代の聴力レベルの平均と標準偏差を図 3.1 に示す. 50-60 歳代は他の年代に比べ, 特に高周波数において高い聴力レベルを示した.

統計的検定として, 聴力レベルを従属変数として, 年代 (20s vs. 30-40s vs. 50-60s) を被験者間要因, 周波数 (125 vs. 250 vs. 500 vs. 750 vs. 1000 vs. 1500 vs. 2000 vs. 3000 vs. 4000 vs. 6000 vs. 8000 Hz) 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, 年代と周波数の交互作用が有意であることが示された ($F(11.36, 119.30) = 6.18, p < .01$). Bonferroni 法を用いた多重比較を行ったところ, 次の周波数で 50-60 歳代と, 他の年代のいずれかの年代との間に有意な差が示された (50-60s と 20s, 30-40s 間: 125, 3000, 6000, 8000; 50-60s と 20s 間:

表 3.2: 語音聴取検査の正答率：年代，刺激音の種類別

	High familiarity [%]	Low familiarity [%]	mono [%]
20s	99.58	99.50	98.44
30-40s	99.53	99.21	98.00
50-60s	98.74	96.12	91.57

1500, 2000, 4000 Hz; 50-60s と 30-40s 間: 250 Hz; $p < .01$). 20 歳代と 30-40 歳代との間では有意差は示されなかった。

500, 750, 1000 Hz に対しては年代間で聴力レベルの有意な差は示されなかった。他の周波数に対しては、50-60 歳代の聴力レベルは若い年代に比べて上昇していることが示された。

語音聴取検査

実験参加者と、刺激音の種類 (高親密度語, 低親密度語, 単音節) ごとに、モータ正答率を求めた。

主に外来語に見られた表記の揺れは、内閣告示第 2 号「外来語の表記」(平成 3 年 6 月 28 日) に従って、回答の正誤を決定した。たとえば、長音を表すには長音符 (ー) と母音字を用いる場合があり、刺激語「リユーマチ」に対する「リュウマチ」という回答が存在した。長音と母音字は、同じ音を表すとして正答とした。「ヅ」と「ズ」, 「ヂ」と「ジ」も同様に正答として扱った。ただし、刺激語「ピラニア」に対して「ピラニヤ」という回答があったが、これらは同一の対象を指すものの、日本語の音としては別と考えることができるため、本実験の分析では誤答として扱った。この例では「ア」に対する「ヤ」は誤答として処理した。

まず、年代、刺激音の種類ごとに求めた平均正答率を表 3.2 に示す。20 歳代と 30-40 歳代では、高親密度語・低親密度語に対しては 99 % 以上、単音節に対しても 98 % 以上の正答率を示した。一方 50-60 歳代では、高親密度語に対しては

98 % を超えたものの、低親密度語に対しては 96 % 台、単音節に対しては 91 % 台の正答率となり、他の年代よりも正答率が低くなった。

さらに語音の音響的特徴に基づいた区分ごとに分析するため、音韻別の正答率と、音韻の区分別の正答率を求めた。まず、音韻別の正答率は、音節頭の音韻ごとに平均正答率を求めた。母音のみから構成される V 音節の場合は、母音として平均正答率を求めた。子音と母音からなる CV 音節の場合、音節頭の子音別に平均正答率を求めた。次に、音韻の区分別の正答率は、音節頭の音韻について、音響的特徴において弁別的とされる音韻の区分による平均正答率を求めた。音韻の区分は以下とした。「母音、長母音、半母音 (w, y), 拗音 (ry, my, ny, shy, hy, py, ky, by, gy), 弾音 (r), 鼻音 (m, n, N), 無声摩擦音 (f, s, h), 有声摩擦音 (z, j), 無声閉鎖音 (p, t, k), 有声閉鎖音 (b, d, g), 破擦音 (ts, ch), 促音 (Q)」(鹿野他, 1997)。音韻別の正答率を図 3.2 に、音韻区分別の正答率を図 3.3 に示す。

統計的検定として、音韻区分別の正答率について、逆正弦した正答率を従属変数として、年代 (20 歳代 vs. 30-40 歳代 vs. 50-60 歳代) を被験者間要因、音韻区分 (母音 vs. 半母音 vs. 拗音 vs. 弾音 vs. 鼻音 vs. 無声摩擦音 vs. 有声摩擦音 vs. 無声閉鎖音 vs. 有声閉鎖音 vs. 破擦音) と刺激音の種類 (高親密度 vs. 低親密度 vs. 単音節) を被験者内要因とした 3 要因の分散分析を行った。長母音と促音は単音節には存在しないため、これらの音韻区分はこの分析から除外した。その結果、年代と音韻区分と刺激音の種類の交互作用が有意であることが示された ($F(18.50, 194.27) = 2.25, p < .01$)。Bonferroni による多重比較により、50-60 歳代の正答率が、20 歳代より、または 20 歳代と 30-40 歳代のいずれよりも低くなる音韻区分があることが次のように示された ($p < .01$)。50-60 歳代の正答率が 20 歳代より低かったのは、高親密度の拗音、有声閉鎖音、低親密度の鼻音、有声閉鎖音であった。50-60 歳代の正答率が、20 歳代と 30-40 歳代のいずれよりも低くなったのは、低親密度の拗音、無声摩擦音、有声摩擦音、無声閉鎖音、単音節の拗音、無声閉鎖音であった。

以上、20 歳代と 30-40 歳代とでは、正答率に有意な差は示されなかったが、50-60 歳代は、20 歳代と、あるいは 20 歳代と 30-40 歳代いずれよりも正答率が低くなる音韻区分があることが示された。

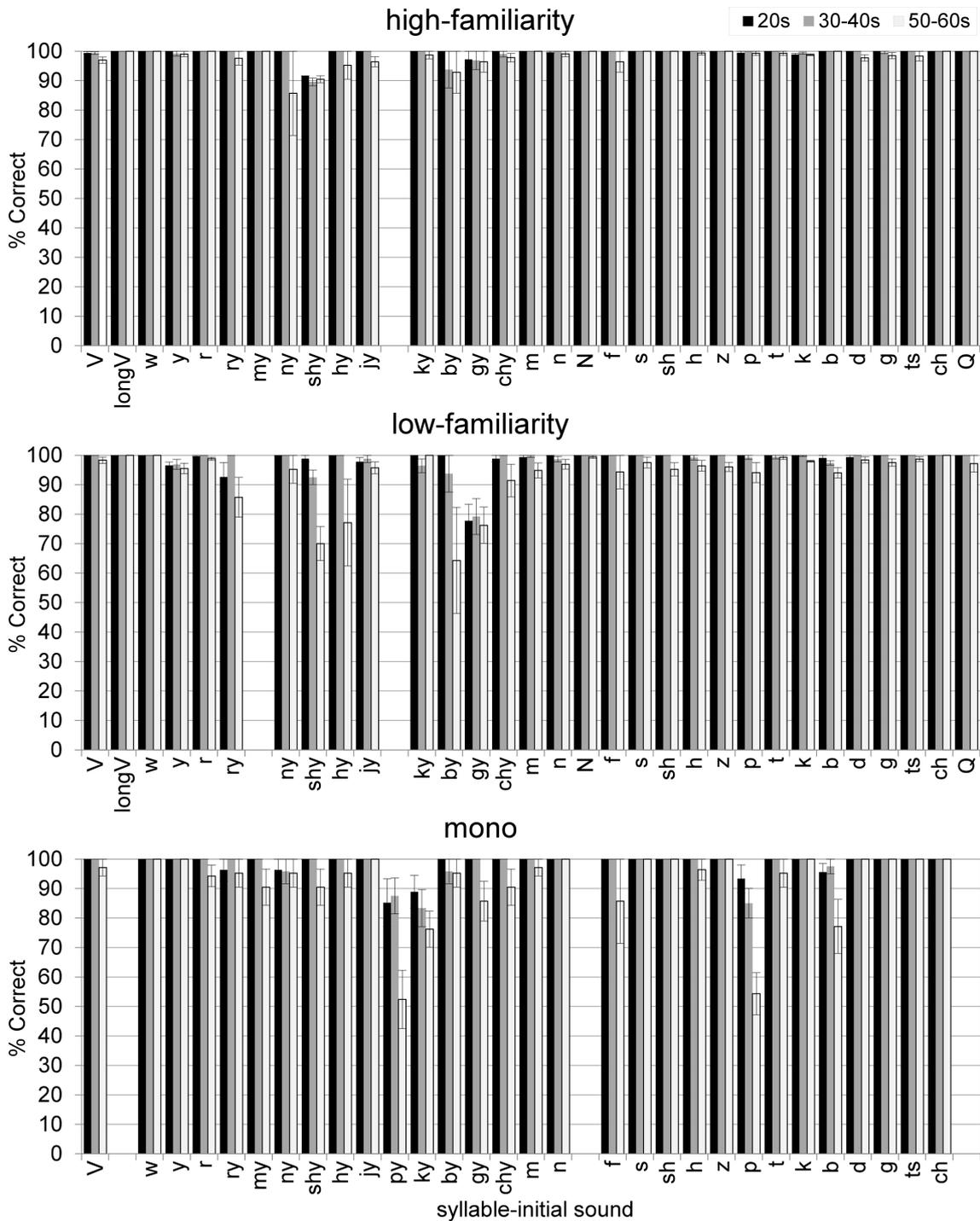


図 3.2: 語音聴取検査における音節の聴取正答率の平均と標準誤差：刺激音の種類 (高親密度, 低親密度, 単音節), 年代, 音韻別

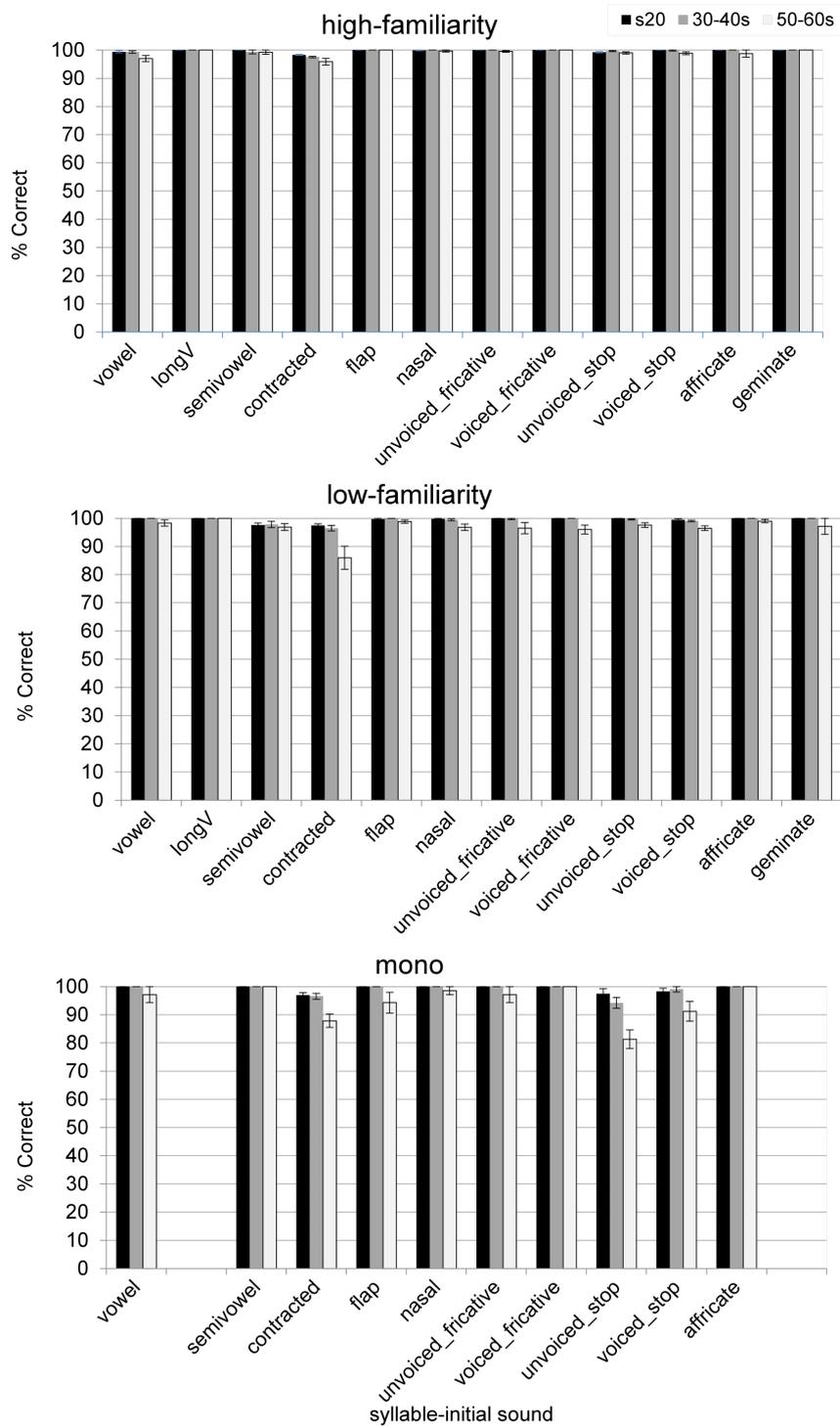


図 3.3: 語音聴取検査における音節の聴取正答率の平均と標準誤差：刺激音の種類 (高親密度, 低親密度, 単音節), 年代, 音韻区分別

3.2.5 考察

純音聴覚検査により、50–60 歳代の聴力レベルは、20 歳代、30–40 歳代よりも上昇している帯域があること、上昇が確認された帯域は、250 Hz 以下の低域とともに 1500–8000 Hz の高域であることが示された。高帯域で閾値が上昇する高音前傾型は、加齢による難聴に多くみられ、音響特徴が高帯域にありかつ音響強度が比較的低くなる音の知覚に影響すると考えられている (Park and Schwarz, 2000, p. 166).

語音聴取検査では、この知見どおり 50–60 歳代の聴取正答率は若い年代よりも低下した。特に拗音、摩擦音、閉鎖音で年代による違いが示された。摩擦音は、比較的長い定常的雑音成分における高い周波数を音響的な特徴とする (鹿野他 (1997, p. 29); 大山他 (1994, p. 1127); Pickett (1998, p. 152)). 閉鎖音は、過渡区間が 40–50 ms 以内の速い変化である。また、閉鎖音が無声か有聲かの区別は、破裂時点から有聲音の立ち上がり時点までの休止区間の長さ (Voice Onset Time : VOT) が重要な手がかりとなる (Park and Schwarz (2000, p. 1127); Kent and Read (1992, p. 146)). 有聲閉鎖音は閉鎖の開放 (破裂) に先行して声帯振動が始まるので、マイナスの VOT の値になる。そのため有聲・無声を弁別する音響的な特徴として時間的な短さがある (Kent and Read (1992, p. 129–146); (Pickett, 1998, p. 152)). また弾音は、舌で歯茎を弾き瞬間的な閉鎖を作ることで生成される。持続時間は閉鎖音と同様に短い (中川他, 1999). そのため、聴力レベルの上昇や、周波数分解能の低下、時間分解能の低下などの加齢に伴う聴覚機能の変化が、語音聴取に影響したと考えられる。

20 歳代で測定された聴力レベルは 30–40 歳代との差は確認されず、語音聴取検査でも 20 歳代と 30–40 歳代との差は確認されなかった。このことから、語音聴取に影響を及ぼすような加齢に伴う聴覚機能の変化は、20 歳代と 30–40 歳代との間ではなく、これらの年代と 50–60 歳代との間に主に生じ始めると考えられる。

以上、語音聴取に影響を及ぼす程度の聴覚機能の変化は、50–60 歳代では生じていると考えられることが確認された。

3.3 音響分析

語音聴取検査の結果を用い、次の3組の音韻の音響分析を行い、周波数、時間的な範囲を比較する。

- a) 語音聴取検査で年代により正答率が異なり、高い年代で異聴された音韻 (異聴音節対)
- b) 語音聴取検査で年代による正答率の差が示されず、正答された音韻 (正聴音節対)
- c) 米語 /r-/l/

これらの音響分析により、語音の周波数、時間的な処理が加齢に伴う聴覚機能の変化により影響を受ける範囲、影響を受けにくい範囲、/r-/l/の音響的特徴を捉えるのに必要な範囲を示す。これらの比較により、加齢に伴う聴覚機能の変化が語音聴取に影響しえる範囲に、/r-/l/の音響的特徴が属するか否かを調べる。

3.3.1 材料

分析の対象となる語は、次の手順で選定した。

a) 異聴音節対

まず、正しく回答されなかった音節が、どの音節に聴き取られたかという異聴傾向を求めた。その結果、次の7種類の異聴傾向が確認された。i) 閉鎖音間または閉鎖音と弾音との間、ii) 摩擦音間、摩擦音と破擦音との間、iii) 鼻音間、iv) 拗音と非拗音との間、v) 母音と“y”の間、vi) CV音節のVの間、vii) その他。これらのうち、i) からiv)の異聴傾向の詳細は次の通りであった。

i). 閉鎖音間または閉鎖音と弾音との間

p → b, k, r, t; k → g, t, b → d, g, r; g → b; py → by; ky → gy; by → gy, ry; gy → ry; r → d; ry → by, gy;

ii). 摩擦音間, 摩擦音と破擦音との間

$h \rightarrow sh; sh \rightarrow h; shy \rightarrow chy; s \rightarrow shy, ts; chy \rightarrow jy;$

iii). 鼻音間

$m \rightarrow n; n \rightarrow m;$

iv). 拗音と非拗音との間

$shy \rightarrow sh; chy \rightarrow ch;$

これらの異聴が生じた語音は, 50–60 歳代が他の年代より正答率が低下した語音とほぼ一致する。また, これらの異聴傾向から, 加齢に伴い高周波数, 短い時間的情報の音響的特徴を持つ語音の知覚が影響を受けたこと, 周波数差が小さい語音間で混同が生じたことがわかる。閉鎖音間または閉鎖音と弾音との異聴傾向については, いずれも持続時間が短いため, 語音知覚に障害が生じたと考えられる。中でも, $p \rightarrow b$ のように無声と有声との間での異聴傾向については, 無声有声を判別する主要な特徴である VOT の知覚に障害があったと考えられる。同様に, 摩擦音間, 摩擦音と破擦音との異聴傾向については, 音響特徴としていずれも高い周波数成分を持つため, 高い周波数の知覚での障害と考えられる。鼻音間, 拗音と非拗音との間での異聴傾向については, これらの音韻を弁別する手がかりとなる周波数の差が小さいため, 周波数分解に障害があったためと考えられる。

そこで, i) から iv) の異聴を, 加齢に伴う聴覚機能の変化による語音聴取の障害が生じた語音として扱う。ただし, iii) 鼻音間の異聴, iv) 拗音と非拗音との間の異聴については, 後続母音のフォルマント遷移抽出が困難であったため, 本論文では分析の対象外とした。i), ii) の異聴傾向を異聴音節対として分析する上で, 分析対象の異聴語音と異聴先語音は次のように選択した。まず, 語音聴取検査において複数の 50–60 歳代の聴取者で異聴が確認された刺激を異聴語音として分析の対象とした。これは, 加齢に伴う聴覚機能の変化によると考えられる異聴のうち, 実際に確認された異聴を分析対象とすることで, 語音聴取の障害が生じた語音の音響特徴の時間・周波数情報を得るためである。音韻環境の違いにより音韻の同定成績は変わりえるが, 実際に異聴が生じた語音の異聴を対象とすることにより, 加齢に伴う聴覚機能の変化によると考えられる, 語音知覚に影響を与える時間・周波数情報がおおまかながら得ることができる。また, 異聴先の語音とし

ては、異聴された語音の前後の音韻環境が同一になるような語音を FW03 から選定して分析の対象とした。この選定の結果、分析の対象となった語を、表 3.3 に示した。

b) 正聴音節対

50–60 歳代も含め、すべての年代で正聴された音節の中から音節対を選定した。/r-/l/ の F3 の周波数の高さや差とそれぞれ近い周波数の高さや差を持つ音響的特徴を持つ音韻対を選定することで、語音の周波数、時間的な処理が加齢に伴う聴覚機能の変化により影響を受けにくい範囲と、/r-/l/ の音響的特徴を捉えるのに必要な周波数・時間的な範囲の比較を試みた。

母音の同定には、第一、第二フォルマント (F1, F2) が重要な音響的手がかりになる (Kent and Read, 1992, p. 124)。日本語母音の /i/, /u/ では、F1 の周波数はこれらの音韻間で重複する範囲が広く、F2 の周波数はこれらの音韻間で重複する範囲は狭い (Hirahara and Akahane-Yamada, 2004)。これらの音を区別する重要な手がかりとして F2 の周波数が使われているとみられる。また /i/, /u/ の F2 の周波数は、成人男性で 1,000–1,500 Hz と 2,000–2,500 Hz 前後となっており (Hirahara and Akahane-Yamada, 2004)、/r-/l/ の音響的特徴である F3 の周波数の高さや差 (/r/: 1 kHz, /l/ : 2.8 kHz 前後; 図 2.1) と近い。/i/, /u/ の F2 の周波数の高さや差は、/r-/l/ の F3 の周波数の高さや差とそれぞれ近い周波数を持つとして比較できることが期待できる。/i/, /u/ は、/r-/l/ の F3 の周波数が加齢に伴う聴覚機能の変化の影響を受けない範囲に含まれるかを調べるのに適切な対であると考えられる。そこで、正聴音節対として /i/, /u/ を選択した。

分析対象は、/i/, /u/ が単語中の CV 音節の V として含まれる単語から選定した。/i/, /u/ に先行する子音の影響を考慮するため、/i/, /u/ に先行する子音について、閉鎖音等のすべての子音の音韻区分が含まれるように選定した。ただし摩擦音は、同じ子音に対して /i/, /u/ が対として存在することができなかったため除外した。/i/, /u/ の後続の子音についても、音韻対間で一致するように選定した。この選定の結果、分析の対象となった語を、表 3.4 に示した。

c) /r/-/l/

聴取訓練 (第 2.4.2 項) で用いられた女性話者による音声から選択した。音韻環境による /r/, /l/ の音響的特徴の変動を含めるため、音韻環境は、語尾、語尾重子音、語頭、語頭重子音の 4 種類の音韻環境から 4 語ずつ最小対を選択した。分析の対象となった語は、表 3.5 に示した。

3.3.2 方法

分析には、praat (Boersma and Weenink, 2011) を用いた。異聴音節対と正聴音節対ともに、音節中の該当する子音または母音部分を分析の対象とした。

異聴音節対では、加齢に伴う聴覚機能の変化によって処理に障害が生じたと考えられる音響的特徴について分析した。まず、閉鎖音間または閉鎖音と弾音との異聴では、音韻の持続時間の短さのために異聴が起きたと考えられるため、子音部分の持続時間を計測した。破裂開始から後続母音の有声開始点までの持続時間を求めた。無声と有声との間での異聴は、VOT の処理誤りのために異聴が起きたと考えられるため、VOT を計測した。これらの時間的情報に加え、周波数に関する情報としてスペクトルの概形をあらわす子音区間のスペクトル重心を求めた。次に、摩擦音間、摩擦音と破擦音との異聴は、音響的特徴が高い周波数成分を持つために異聴が起きたと考えられるため、音韻のスペクトル重心を求めた。この周波数に関する情報に加え、時間に関する情報として音韻の持続時間を求めた。

正聴音節対では、音韻の持続時間と F2 の周波数を次の手順で求めた。音韻の開始点と終了点は、波形とサウンドスペクトログラムを用い、該当母音の有声区間の始端と終端とした。開始点から終了点までの時間的長さを持続時間として求めた。F2 の周波数は、開始点から終了点までの区間の中心での値を求めた。音韻間での F1 の違いを確認するため、F1 の周波数も F2 と同様に求めた。

/r/-/l/ では、音韻の持続時間とともに F3 の周波数を次の手順で求めた。音韻の開始点と終了点は、波形とサウンドスペクトログラムを用いて次の手順で定めた。先行または後続の母音がある場合は、母音と該当音韻のフォルマントがピークをなす点をそれぞれ決定し、このフォルマント遷移区間の中央を、それぞれ音韻の開始点または終了点とした。先行または後続の子音がある場合、また音韻が語

頭または語尾にある場合は、有声区間の始端と終端をそれぞれ音韻の開始点と終了点と定めた。開始点から終了点までの時間的長さを持続時間として求めた。F3の周波数は、開始点から終了点までの区間の中心での値を求めた。

3.3.3 結果

a) 異聴音節対

閉鎖音間、閉鎖音と弾音間の異聴、無声・有声間での異聴について、それぞれの子音の持続時間と VOT の平均と標準誤差とを表 3.6 に示す。また摩擦音間の異聴について、音韻のスペクトル重心の平均と標準誤差を表 3.6 に示す。異聴音節対の持続時間または VOT が、数十ミリ秒の長さであること、または、異聴音節対のスペクトル重心が、5,000 Hz 以上の高さにあることがわかる。

b) 正聴音節対

/i/, /u/ の持続時間と、F1 と F2 周波数の平均と標準誤差を表 3.7 に示す。正聴音節対の持続時間は、およそ 100 ms より長い長さであること、また、音韻対の F1 は、300–400 Hz 前後の帯域にあること、F2 は、1,500–2,000 Hz 前後および 2,500–2,900 Hz 前後の帯域にあることがわかる。異聴音節対と比較して、時間情報は長い範囲内にあること、周波数情報は低い範囲内にあることがわかる。

c) /r-/l/

/r/, /l/ の持続時間と、F3 周波数の平均と標準誤差を表 3.8 に示す。/r/, /l/ の持続時間は、およそ 120 ms より長い長さであること、また、F3 は、2,000 Hz 前後および 3,000 Hz 前後の帯域にあることがわかる。異聴音節対と比較して、時間情報は長い範囲内にあること、周波数情報は低い範囲内にあることがわかる。さらに、正聴音節対と比較して、時間情報は同等か長い範囲にあること、周波数情報は、やや高いもののほぼ同等の範囲にあることがわかる。

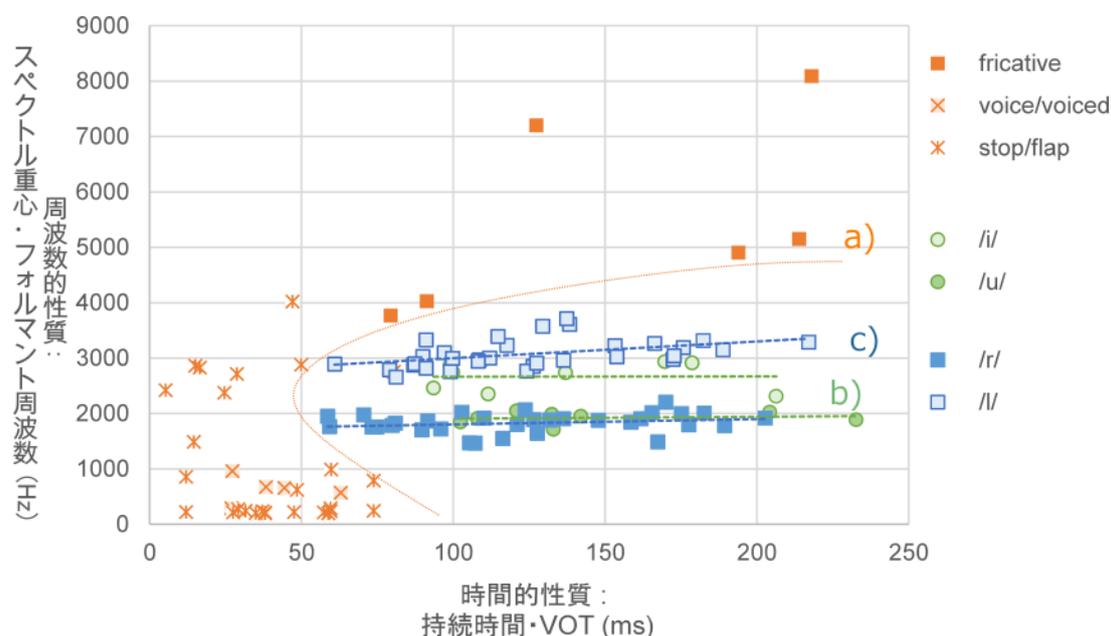


図 3.4: 異聴音節韻対 (a), 正聴音節対 (b), /r-/l/ (c) の音響的特徴の時間・周波数範囲

各分析で得られた時間・周波数情報をあわせて図 3.4 に示す。b) 正聴音節対, c) /r-/l/ の中心的な分布傾向として, 回帰直線をあわせて表示した。a) 異聴音節対の範囲は模式的に示した。

c) の範囲は a) の範囲に含まれないこと, すなわち /r-/l/ の音響的特徴は, 加齢に伴う聴覚機能が語音聴取に影響しえる範囲には属さないことがみてとれる。

3.4 加齢に伴う聴覚機能の変化の影響についての考察

50-60 歳代では, 語音の知覚に支障が生じる場合があることが確認された。高周波数, 短い時間的情報の音響的特徴を持つ語音の知覚が困難となっており, 語音の音響的特徴の周波数・時間的な処理において, 加齢に伴う聴覚機能の変化の影響が及んでいると考えられる。

また, 加齢に伴う聴覚機能の変化の影響が生じる周波数・時間的情報, および加齢に伴う聴覚機能の変化の影響が生じない周波数・時間的情報, またさらに /r-/

/l/ の音響的特徴の周波数・時間的情報がそれぞれ含まれている範囲を比較すると、/r/-/l/ の音響的特徴の周波数・時間的情報は、加齢に伴う聴覚機能の変化の影響が生じる範囲ではなく、影響が生じない範囲に含まれることが示された。これは、本論文で対象とする L2 音韻の音響的特徴は、加齢に伴う聴覚機能の変化の影響を受けない範囲にあるということを表している。

ただし、聴覚機能の変化が影響する周波数・時間的な範囲を厳密に特定するには音声の冗長性などさまざまな要因を考慮する必要がある。本章で検討した音響的特徴の周波数・時間的情報は、語音の同定に必要な単純な音響的特徴のみを検討することで、本論文で対象とする L2 音韻知覚に加齢に伴う聴覚機能の変化が影響しえるかを簡便に検討している。加齢に伴う聴覚機能の変化による、本論文で対象とする L2 音韻知覚の影響については、最も基礎的な検討に過ぎない。しかしながら、本論文で対象とする L2 音韻知覚に対する主要な年齢要因として、加齢に伴う聴覚機能の変化を主要因とすることは否定できるだろう。本章の検討では、3つの年代を対象としたが、若い方の年代の間には差が確認されず、加齢に伴う聴覚機能の変化による語音知覚への影響は同等に小さいとみていいだろう。また、最も高い年代の時間・周波数的に聴覚機能の変化が及ぶ範囲についても、本論文で対象とする L2 音韻知覚の範囲外であることが示された。これらの3つの年代にとって、本論文で対象とする L2 音韻の音響的特徴の信号受容は基本的には可能であるといっていだろう。

本論文で対象とする L2 音韻の音響的特徴は、加齢に伴う機能の変化によりきき分けられないほどではなく、加齢に伴う聴覚機能の変化は、本論文で対象とする L2 音韻知覚に影響を与えうる主要な年齢要因としては、当面の議論から除外可能であると結論づけられる。

3.5 まとめ

本章では、L2 音韻の音響的特徴の聴き取りに対する加齢に伴う聴覚機能の変化の影響について検討した。

20 歳代、30–40 歳代、50–60 歳代の日本語話者に対し、日本語音節の語音聴取検査を行い、異聴が生じた語音、正聴された語音を求めた。語音知覚時に障害が

生じたことを示す異聴が生じた音節の音響分析によって、50–60 歳代では拗音、摩擦音、閉鎖音で若い年代よりも正答率が低下し、聴覚閾値上昇、周波数・時間分解能の低下といった聴覚機能の変化が生じていることが窺われた。また、聴覚機能の変化が影響する周波数・時間的な範囲を得た。同様に正聴音節の音響分析によって、聴覚機能の変化が影響しない周波数・時間的な範囲を、/r-/l/ の音響分析によって、また /r-/l/ の音響的特徴の処理に必要な周波数・時間的な範囲を得た。これらの範囲を比較すると、/r-/l/ の音響的特徴を処理するために必要な周波数・時間的な範囲は、加齢に伴う聴覚機能の変化が影響する範囲には含まれず、影響しない範囲に含まれるとみなせることが明らかになった。この結果は、本論文で対象とする L2 音韻の音響的特徴が加齢に伴う聴覚機能の変化の影響を受けないと考えられること、すなわち、加齢に伴う聴覚機能の変化は、本論文で対象とする L2 音韻知覚に影響を与えうる年齢要因としては、議論から除外できることを示している。

表 3.3: 音響分析で分析対象とした単語 a)

a) 異聴音節対 (下線部の子音を分析)		
voiceless → voiced	<u>パ</u>	<u>バ</u>
	<u>ピ</u>	<u>ビ</u>
	<u>ペ</u>	<u>ベ</u>
	<u>コ</u> クフク	<u>ゴ</u> クネツ
	<u>ピ</u> ャ	<u>ビ</u> ャ
	<u>ピ</u> ョ	<u>ビ</u> ョ
	<u>キ</u> ャ	<u>ギ</u> ャ
	between stops	リン <u>ペ</u> ン
<u>プ</u> チブル		<u>ク</u> チダシ
<u>カ</u> シャガタ		<u>タ</u> カヒモ
<u>ベ</u> ンベツ		<u>デ</u> ンテツ
<u>ビ</u> ャクサン		<u>ギ</u> ャクビキ
stop → flap	<u>ピ</u>	<u>リ</u>
	<u>ベ</u>	<u>レ</u>
	<u>ビ</u> ンパツ	<u>リ</u> ンバン
	<u>ベ</u> ンベツ	<u>レ</u> ンサツ
	<u>ビ</u> ャクゴウ	<u>リ</u> ャクダツ
	<u>ギ</u> ョクダイ	<u>リ</u> ョウワキ
flap → stop	<u>リ</u> ャクボウ	<u>ギ</u> ャクエン
between fricatives	キョク <u>ヒ</u> ツ	ニク <u>シ</u> ツ
	ニュウ <u>シ</u> チ	ユウ <u>ヒ</u> ツ
	<u>ズ</u> クニュウ	<u>ジュ</u> クミン

表 3.4: 音響分析で分析対象とした単語 b)

b) 正聴音節対 (下線部の母音を分析)		
/i/, /u/	<u>イ</u>	<u>ウ</u>
	ピ <u>ン</u> ボケ	ザ <u>ッ</u> プ <u>ン</u>
	ヤ <u>キ</u> フデ	シ <u>ョ</u> ク <u>フ</u> ク
	サ <u>ゲ</u> ビ <u>ラ</u>	チュウ <u>ブ</u> ル
	シ <u>ナ</u> ギ <u>レ</u>	ハ <u>グ</u> ロ <u>メ</u>
	ヘ <u>ナ</u> ブ <u>リ</u>	チュウ <u>ブ</u> ル
	チュウ <u>ミ</u> ツ	ク <u>レ</u> ム <u>ツ</u>
	<u>ニ</u> コ <u>ポ</u> ン	<u>ヌ</u> キ <u>ホ</u> ン

表 3.5: 音響分析で分析対象とした単語 c)

c) /r/, /l/		
/r/, /l/	DARE	DALE
	FAIR	FAIL
	FEAR	FEEL
	HARE	HAIL
	BIRD	BUILD
	MIRE	MILD
	SHEARED	SHIELD
	WIERD	WIELD
	BRAID	BLADE
	BRAIN	BLAIN
	BRAZE	BLAZE
	BREACH	BLEACH
	RATE	LATE
	RED	LED
	REAR	LEER
	RIM	LIMB

表 3.6: 異聴音節対 (a) の VOT と持続時間 / スペクトル重心の平均 (標準誤差)

	VOT [ms]	Duration [ms]	VOT [ms]	Duration [ms]
voiceless → voiced	–	17.0 (4.0)	-39.6 (-6.63)	20.8 (6.8)
between stops				
stop ↔ flap	-53.9 (-5.0)	17.6 (4.1)	-48.7 (-7.8)	32.1 (5.6)
		Center of gravity [Hz]	Center of gravity [Hz]	
between fricatives		5588.3 (1294.4)	5460.8 (930.2)	

表 3.7: 正聴音節対 (b) の音韻の持続時間, F1, F2 周波数の平均 (標準誤差)

	Duration [ms]	F1 [Hz]	F2 [Hz]
/i/	136.8 (15.2)	344.1 (10.7)	2665.7 (90.0)
/u/	146.9 (16.5)	375.6 (21.5)	1922.2 (37.9)

表 3.8: /r/, /l/ (c) の持続時間, F3 周波数の平均 (標準誤差)

	Duration [ms]	F3 [Hz]
/r/	142.5 (9.8)	1802.4 (57.3)
/l/	141.9 (9.7)	3273.0 (53.7)

第 4 章

L2 音韻知覚時に生じる L1 音韻体系 の影響の推定方法

4.1 はじめに

前章では、加齢に伴う聴覚機能の変化は、本論文で対象とする L2 音韻知覚に影響を与えうる年齢要因としては、議論から除外可能であることを示した。本章では、L1 音韻体系の影響の推定に向け、L1 音韻体系の影響の程度についての指標を設定する。

指標として、本論文では、妨害音中の L2 音韻の聴取正答率を用いることを試みる。音声処理過程でのある処理の関与の大きさは、その処理が干渉されたことによる聴取正答率の低下にあらわれる、という枠組に基づき、L1 の音韻体系を利用した音韻処理過程に干渉する。この処理過程に干渉した場合に、聴取正答率が相対的に低下するなら、L1 音韻体系の影響が大きく、相対的に正答率が低下しないなら、L1 音韻体系の影響は小さいと判断できることになる。

L1 の音韻体系を利用した音韻処理に干渉するために、妨害音声に含まれる情報による情報マスキングを利用する。妨害音声には異なる言語による音声を使用し、言語に関わる情報による干渉を生じさせる。言語に関わる情報には、その言語特有の音響的、音声学的な性質、意味内容といった情報などがある。このような言語に関わる情報により、L1 音韻体系を利用する音韻処理に干渉することを試みる。この試みにあたり、先行研究の知見 (Brouwer et al., 2012; Garcia Lecumberri et al.,

2006; Gautreau et al., 2013) をもとに聴取者の L1 と一致する言語による妨害音は、L1 音韻体系の影響が生じる音響的信号の抽出や統合による音韻処理に干渉を生じさせると仮定をおく。聴取正答率の低下は音韻知覚の処理への干渉の結果であるというモデルに基づいて、L1 妨害音による正答率の変動を、L2 音韻知覚における L1 音韻体系の影響の指標として利用する。

妨害音声が存在する状況での目的音声の聴取については、Brouwer et al. (2012), Garcia Lecumberri et al. (2006) らにより、目的音声の言語と、妨害音声の言語、聴取者の L1 との相互作用が情報マスキングの生起に関わることが報告されている。そこで、これらの研究を踏まえ、妨害音声が存在する状況での音韻知覚について次の仮定をおく。第一は、目的音および妨害音に対する処理が重複するほど、干渉が大きくなる、すなわち干渉の結果である聴取正答率が低下する、ということである。第二は、言語に関するものである。最初に、目的音と妨害音の音響的類似性は、音響的信号の受容や伝達に干渉することである。次に、妨害音と聴取者の L1 が一致する場合には、妨害音は L1 音韻体系が利用される音韻処理に干渉することである。仮定に従えば、目的音と言語が一致する音声と、聴取者の L1 と一致する言語の音声とを妨害音声として利用すると、音響的信号の受容や伝達という音響的な信号処理と、L1 音韻体系が利用される音韻処理というそれぞれの処理に干渉することができると予測される。本論文の対象は、日本語話者による米語音韻知覚であるため、英語音声と日本語音声とを妨害音に用いることとする。

この指標の妥当性が示されるためには、まず、処理の重複に伴い、干渉すなわち聴取正答率の低下が大きくなること、次に、L1 の影響に応じて聴取正答率が低下することが示される必要がある。前者は、妨害音と目的音に対する処理の重複が多いまたは少ないと想定される妨害音との間で、聴取正答率の低下が異なればよい。後者は、想定される L1 の影響が異なる音韻対に対して、L1 の大小に伴い予測通り聴取正答率変動すればよい。これらの手続きにより、音韻知覚に対する干渉の大きさ、すなわち聴取正答率の変動より L1 音韻体系の影響の大きさが判断可能であることを示す。

4.2 言語の異なる妨害音声の音韻知覚に対する効果

処理の重複に伴い、干渉すなわち聴取正答率の低下が大きくなることを明らかにするために、妨害音と目的音に対する処理の重複が多いまたは少ないと想定される妨害音との間で、聴取正答率の低下が異なるか検討する。妨害音と目的音に対する処理の重複の大小が想定されるときに、聴取正答率の低下が予測通りに異なれば、処理の重複の大小と聴取正答率に対応があることが確認される。

4.2.1 方法

妨害音声による干渉として、妨害音声の言語に関わる情報が、目的音の言語との一致性、聴取者の L1 との一致性による音響的信号の受容や伝達、L1 音韻体系が利用される音韻処理に干渉することを仮定している。もし、これらの干渉が同時にではなく妨害音の種類によって別個に生じるなら、干渉の結果としての正答率の変動を妨害音間で比較することは困難である。そこで、音響的信号の受容や伝達、L1 音韻体系が利用される音韻処理への干渉の両者を同時に生じさせる。

そのために、本実験では、妨害音声の言語の目的音との言語の一致性、聴取者の L1 との一致性が同時に増減されるように、聴取者の L1 を目的音とし、聴取者の L1 と L2 を妨害音声に用いる。聴取者の L1 による妨害音声は、目的音の言語 (L1) との一致性と聴取者の L1 との一致性いずれも高くなり、逆に、聴取者の L2 である妨害音声は、目的音の言語 (L1) との一致性と聴取者の L1 との言語の一致性いずれも低くなる。そのため、音韻知覚で言語に関わる情報による干渉が生じるのであれば、聴取者の L1 による妨害音声による干渉の方が、聴取者の L2 による妨害音声による干渉よりも大きくなると予測される。つまり、聴取者の L1 による妨害音声が表示された時の方が、目的音の聴取正答率がより低下すると予測される。

聴取者として、日本語話者と、L1 に関する対照として米語話者とを対象とした。妨害音声には日本語と英語を用い、目的音は、それぞれの L1 である日本語または英語を用いた。

この予測どおりの聴取正答率の低下が確認できれば、妨害音声に含まれる言語に関わる情報により、音韻の知覚に干渉が生起することが確認できる。

刺激

目的音は、聴取者の L1 に応じた言語による音声を用いた。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呈示した。日本語では 4 音節語を用いた。親密度別単語理解度試験用音声データセット (FW03) (天野他, 2006) 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。英語では、/r/-/l/ で対立する英単語を用いた。対立の音韻環境は、語尾 (FP)、語尾重子音 (FC)、語中 (IN)、語頭 (IP)、語頭重子音 (IC) の 5 種類とした。聴取訓練 (Bradlow et al., 1999) で用いられた訓練刺激から音韻環境の出現回数のバランスを考慮して 48 対 (96 語) を選択した。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。同一の言語からなる文章発話から 2 話者競合音声を作成し妨害音とした。英語は、TIMIT (Garofolo et al., 1993) 収録音声から選択した。日本語は、ATR 音声データベース B-set (阿部他, 1990) の収録音声から選択した。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、最大振幅値による正規化により振幅を正規化した後、それらの音声を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る正規化により振幅を正規化した。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。エネルギーマスキングの大きさは基本的に興奮パターンに関係する周波数領域の信号対雑音比 (SNR) によって決まる。音声の長時間スペクトルは、言語が異なってもほぼ同一であり (Byrne et al., 1994), SNR が一定であればほぼ同じ量のエネルギーマスキングが生じると考えられる。妨害音は、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た。結果、1 つの目的音に対して合計 6 種類の妨害音が付加されて刺激が準備された。聴取者には、英語または日本語の妨害音それぞれから、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

表 4.1: L1 音韻の聴取テストの参加者の内訳

Group	Age (mean) [歳]	N [人]
Japanese		
20s	22–27 (24.4)	7
30–40s	35–41 (38.8)	8
50–60s	55–68 (64.0)	8
American English		
	28–68 (42.3)	8

激として準備した。

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、年齢に応じて3つの年代群に分類した(表4.1)。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。日本語話者に対して、聴力レベル15 dB以上で、250–8000 Hzの範囲で純音聴力検査を行った。第3章で確認された(図3.1)ように、50–60歳代は20歳代や30–40歳代に比べて、高い周波数で聴力の低下がみられた。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。

手続き

北陸先端大内の防音室(暗騒音は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、第 3 章の語音聴取検査と同様に、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。

4.2.2 結果

日本語話者、英語話者それぞれについて聴取正答率を求めた。

日本語話者の実験参加者ごとに、日本語音節の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 4.1 に示す。統計的検討として、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

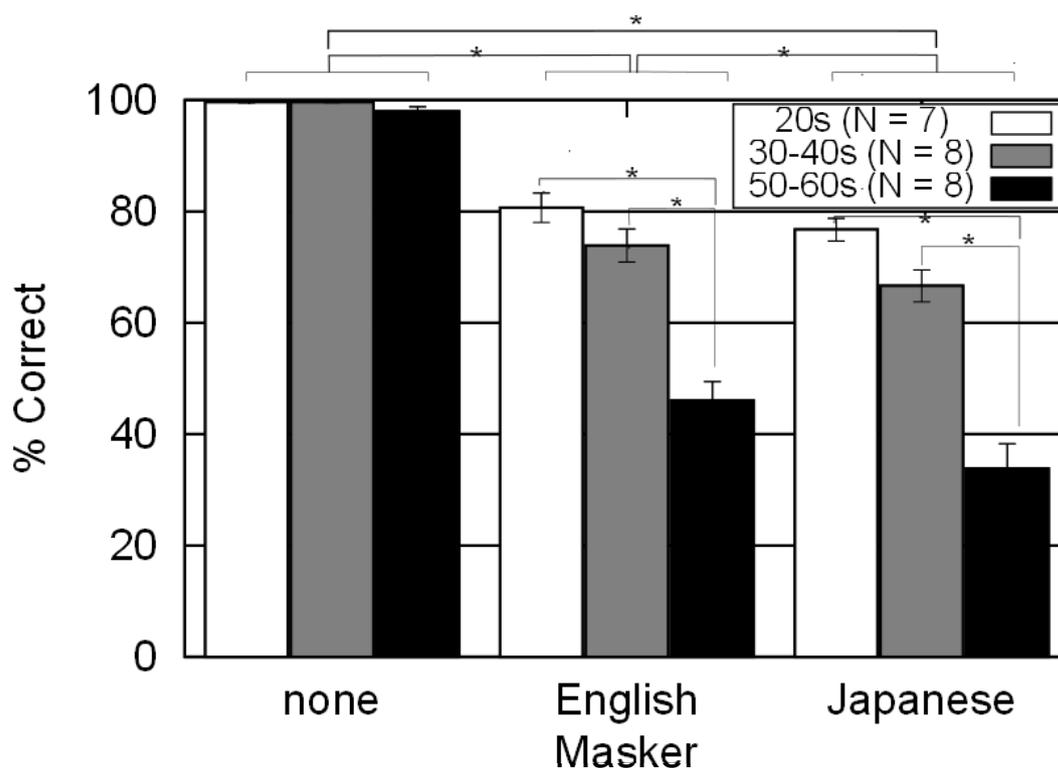


図 4.1: 日本語話者の聴取者による日本語音節の聴取正答率の平均と標準誤差

($F(2, 20) = 22.86, p < .01$) 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、また 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。

米語話者の実験参加者ごとに、米語音韻の正答率を妨害音の条件ごとに求めた。平均正答率を図 4.2 に示す。統計的検定として、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な差があり、英語の妨害音で最も正答率が低いことが示された ($p < .05$)。

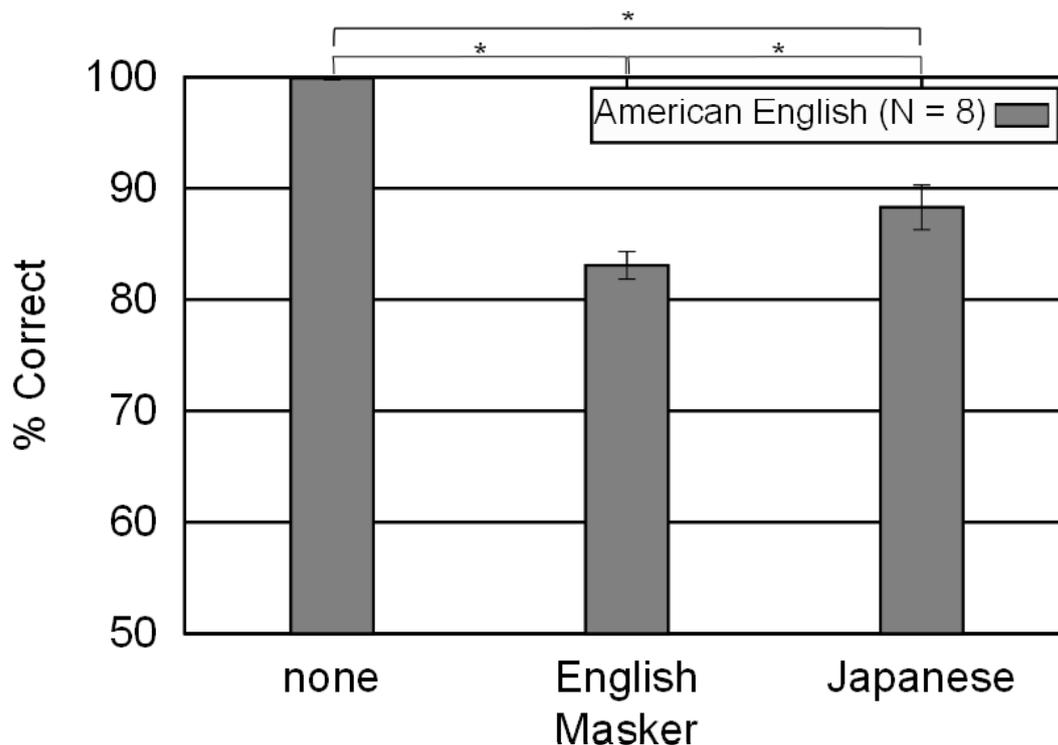


図 4.2: 米語話者の聴取者による米語音韻の聴取正答率の平均と標準誤差

結果をまとめると、日本語話者の聴取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。

4.2.3 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へ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 L1 音韻の聴取正答率が低下した。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生じたことを意味する。また、L1 による妨害音でより正答率が低下したことは、本検討での予測と一致する。目的音との言語の一致性と聴取者の L1 との一致性のいずれも高い L1 による妨害音が、音響的信号の受容・伝達や L1 音韻体系が利用される音韻処理に干渉したこと

を示唆する。

以上、処理の重複に伴い、干渉すなわち同定成績の低下が増加することが確認された。

4.3 L1 音韻体系の影響の程度が想定可能な L2 音韻知覚

音韻処理に対する干渉の影響の大きさ、すなわち聴取正答率の変動から、その処理の関与の大きさが判断が可能かという検証の過程として、前節では、処理の重複に伴い、干渉すなわち同定成績の低下が増加することを示した。本節では、干渉による聴取正答率の低下は、L1 音韻体系の影響の大きさに伴って変動するかを明らかにするために、L1 音韻体系の影響を想定可能な L2 音韻対を用いた際の正答率の変動を検証する。

聴取者の L1 音韻体系の影響が大きいと想定される L2 音韻と、影響が小さいと想定される L2 音韻を目的音とし、L2, L1 妨害音による正答率の低下を比較する。妨害音の言語に関わる情報による干渉として、妨害音の言語と聴取者の L1 が一致する場合には、L1 音韻体系が利用される音韻処理に干渉することを仮定している。この仮定に従えば、L1 音韻体系の影響が大きいと想定される L2 音韻聴取時には、L1 妨害音による干渉の影響は大きくなる。反対に、L1 音韻体系の影響が小さいと想定される L2 音韻聴取時には、L1 妨害音による干渉の影響は小さくなる。すなわち、L1 音韻体系の影響が大きい L2 音韻対の聴取時に、L1 音韻体系の影響が小さい L2 音韻対の聴取時よりも、L1 妨害音による干渉の効果は大きくなり、聴取正答率がより低下することが期待される。

このような正答率の変動が示されれば、干渉の大きさすなわち聴取正答率の低下は、L1 音韻体系の影響の大きさに伴い変動することが確認される。

4.3.1 方法

日本語話者による英語音韻対聴取を対象とした。

刺激

目的音には英語を用いた。L1 音韻対の影響が異なると想定される L2 音韻対として、英単語の最小対からなる英単語を 2 組準備した。序論で述べたように、L2 音韻知覚に L1 音韻体系が利用されることは多くの先行研究で報告されている。ある英語音韻対が日本語の音韻体系に類似の対立として存在する場合、日本語話者の聴取者は日本語音韻体系を適用できることから、L2 音韻知覚における L1 音韻体系の影響は大きくなると想定される。一方、日本語の音韻体系に類似の対立として存在しない場合、日本語音韻体系を利用して音韻同定することは困難であり、L1 音韻体系を利用する以外の方略をとる必要性がある。この場合、L2 音韻知覚における L1 音韻体系の影響は相対的に小さくなると想定される。

そこで、想定される L1 音韻体系の影響が大きい音韻対として、/f-/s/ といった日本語の音韻体系に類似の対立が存在する音韻対を用いた。一方、想定される L1 音韻体系の影響が小さい音韻対として、/r-/l/ という日本語の音韻体系に対立として存在しない音韻対を用いた。以後、これらの L2 音韻対を、「L1 類似性高」「L1 類似性低」として L1 音韻対との類似性の高さにより区別する。

L1 音韻対と類似性が高い対として、/f-/s/ などで対立するミニマルペア 8 対を準備した。それぞれの語を 2 回発話した音声 32 個を音声刺激として使用した。L1 音韻対と類似性が低い対としては、/r-/l/ 96 語を準備した。前節で米語話者に対して呈示した刺激と同一であった。これらの単語のリストは付録に示した。それぞれ米語男性話者による発話を用いた。

妨害音は、英語と日本語のそれぞれの妨害音を前節と同一の方法で作成した。目的音と妨害音の付加も前節と同一の方法で行った。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。

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。年齢に応じて 3 つの年代群に分類した (表 4.2)。50-60 歳代の実験参加者のうち、1 名は L1 音韻対と類似性が高い L2 音韻対の課題には参加したが、類似性の低い音韻対の課題には参加し

表 4.2: 英語音韻の聴取テストの参加者の内訳

Group	Age (mean) [歳]	N [人]
Japanese		
20s	22–29 (24.8)	12
30–40s	35–44 (39.3)	9
50–60s	51–68 (60.1)	13

なかった。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。聴力レベル 15 dB 以上で、250–8000 Hz の範囲で純音聴力検査を行った。第 3 章で確認された (図 3.1) ように、50–60 歳代は 20 歳代や 30–40 歳代に比べて、高い周波数で聴力の低下がみられた。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。

手続き

前節の L1 音韻を目的音とした実験と同じ環境で実験を行った。また、前節で英語音韻を目的音とした時と同じ 2 肢強制選択同定課題とした。L1 音韻対との類似性ごと、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。L2 聴取時の妨害音の効果をより正確に求めるためにこの呈示順とした。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、実験参加者ごとに代入替えて順序効果を低減させた。

また、L1 音韻対と類似性が低い対 (/r-/l/) では、同定するための基準を持たない聴取者が居る可能性があった。そのため、課題を行う前に、/r-/l/ 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、刺激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。

4.3.2 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。L1 音韻対と類似性の低い対では、/r-/l/ の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。ただし、L1 音韻対と類似性の低い対では音韻環境ごとに分析を行ったため、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。この除外基準のため、L1 音韻対と類似性の低い対では、語尾 (FP) 以外の音韻環境に対する標本数が少なくなった。そこで、本章では以後 L1 音韻対と類似性の低い対の代表的な結果として FP の結果を示し、L1 音韻対との類似性の高低についての比較を行う。

L1 音韻対と類似性の高い対、低い対 (FP) に対する年代ごとの平均正答率を図 4.3 に示す。統計的検定として、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、L1 類似度 (L1 類似性高 vs. L1 類似性低) と年代 (20s vs. 30-40s vs. 50-60s) を被験者間要因とした 3 要因の分散分析を行った。その結果、妨害音と L1 類似度、妨害音と年代の交互作用が有意であることが示された (妨害音と L1 類似度: $F(2, 106) = 9.54, p < .01$), 妨害音と年代: $F(4, 106) = 4.83, p < .01$)。妨害音と L1 類似度の交互作用について、Bonferroni 法を用いた多重比較により、L1 音韻対と類似性の高い対と低い対 (FP) とともに、すべての妨害音の間で正答率が有意に異なり、類似性の高い対に対しては日本語妨害音で最も正答率が低く、類似性の低い対に対しては英語妨害音で最も正答率が低いことが示された ($p < .05$)。妨害音と年代の交互作用について、Bonferroni

法を用いた多重比較により、妨害音なしでは年代の間に有意な差はなく、英語または日本語の妨害音のある時は、すべての年代の間に有意な正答率の差があり、いずれでも 50–60 歳代が最も正答率が低いことが示された ($p < .05$)。L1 類似度と年代の交互作用、2 次の交互作用はいずれも有意ではなかった。

L1 音韻体系との類似性の高い対、低い対のいずれにおいても、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、L1 類似性の高低により、どちらの妨害音でより正答率が低下するかが異なった。L1 音韻対と類似性が高い英語音韻対の聴取時は、目的音と言語が一致する英語の妨害音より、聴取者の L1 と言語が一致する日本語の妨害音において正答率が低下した。L1 音韻対と類似性が低い英語音韻対の聴取時は、逆に、聴取者の L1 と一致する言語である日本語の妨害音より、目的音と言語が一致する英語の妨害音において正答率が低下した。

以上、目的音が L2 音韻の時に、妨害音による正答率の低下の大きさは妨害音の言語によって異なること、目的音である音韻対の言語が同一であっても、目的音の L1 音韻対との類似性の高低によって正答率の低下は変動することが示された。L1 音韻体系の影響が大きい 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。

4.3.3 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。これらの結果は、期待された正答率の変動つまり干渉の効果と一致した。

想定される L1 音韻体系の影響の大小に関わらず、目的音と妨害音の言語は一定

であった。にもかかわらず妨害音の言語に関わる情報による干渉の効果が異なったのは、L1 音韻体系の影響の大小が関与したためとみなすことができる。想定される L1 音韻体系の影響が小さい 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、Brouwer et al. (2012) の結果とも合致する。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た結果である。一方、想定される L1 音韻体系の影響が大きい 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た結果である。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、妨害音による干渉が類似した結果となった可能性が考えられる。さらに期待された正答率の変動と一致していることから、L1 妨害音が L1 音韻体系が利用される音韻処理に干渉するために、L1 音韻体系の影響が大きくなるのに伴い正答率が低下するという予測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による干渉の効果が大きくなることが知られている (Rajan and Cainer, 2008)。そのため、高い年代も含めて妨害音の効果を扱うには、注意が必要である。だが、高い年代でも L2 音韻対の想定される L1 音韻体系の影響の大小に応じた正答率の変動は、他の年代と同様の傾向として表れていた。このことは、干渉の効果は、年代に関わらず L1 音韻体系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。ここで用いた L2 音韻対について、想定される L1 音韻体系の影響の大小が年代により逆転することは、L2 音韻知覚に対する L1 の影響についての様々な知見やモデルからは考えにくい。そのため、想定される L1 音韻体系の大小の関係は年代によらず一定と考えることができる。L1 音韻体系の影響の大小に応じた正答率の変動が年代で一定の傾向であったことは、L1 音韻体系の影響の大きさについての指標として、L2, L1 による妨害音による正答率の変動を利用できることを支持する。

4.4 まとめ

本章では、聴取正答率の低下は音韻知覚の処理への干渉の結果であるというモデルに基づいて、L1 音韻体系が利用される音韻処理を妨害音声により干渉し、干

渉の結果である聴取正答率の変動から L1 音韻体系の影響の程度が判断できるか検証した。まず、処理の重複に伴い、干渉すなわち同定成績の低下が増加することを、妨害音と目的音に対する処理の重複の大小が想定されるときに、同定成績の低下が異なることにより明らかにした。次に、L1 の影響に応じて聴取正答率が低下することを、想定される L1 の影響が異なる音韻対を用い、予想どおり L1 の大小に伴い、聴取正答率が変動することにより明らかにした。これらにより、L1 音韻体系の影響の大きさは、L2, L1 妨害音による干渉の結果である聴取正答率の相対的な変動により推定可能であることを示した。

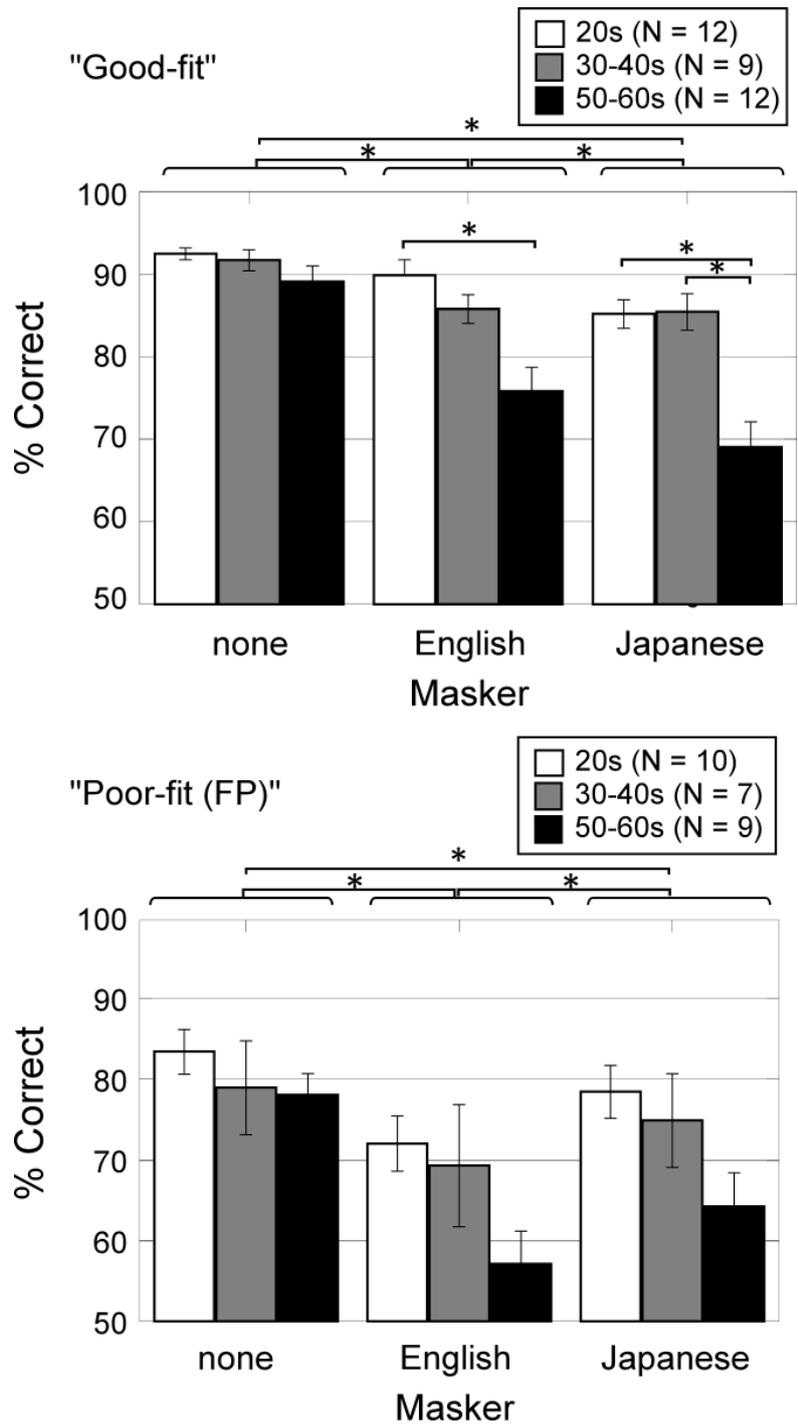


図 4.3: 日本語話者の聴取者による英語音韻対の聴取正答率の平均と標準誤差, 上: 日本語音韻体系に類似の対が存在する英語音韻対 (/f-/s/ 等: L1 音韻対と類似性の高い対), 下: 日本語音韻体系に類似の対立が存在しない英語音韻対 (/r-/l/: L1 音韻対と類似性の低い対 (語尾))

第 5 章

成人の L2 音韻知覚時の L1 音韻体系 の影響の推定

5.1 はじめに

前章では、L1 音韻体系の影響の推定に向け、妨害音中の L2 音韻の聴取正答率を指標とする、L1 音韻体系の影響の程度の判断基準を設定した。

本章では、この指標を用いて L1 音韻体系の影響を成人の幅広い年代の聴取者で検討し、その差異を明らかにする。これにより、本論文で検証する仮説である、L1 音韻体系の影響について年代差が存在するかを検証する。

L2 音韻知覚時の L2, L1 妨害音の相対的な正答率の変動を、L1 音韻体系の影響の大きさの指標として用いる。相対的な正答率の変動が年代によって異なるなら、L1 音韻体系の影響の大きさが年代により異なることを意味する。そこで、/r/-/l/ 知覚時の L2, L1 妨害音の相対的な正答率の変動を、年代ごとに求める。/r/-/l/ の英語・日本語妨害音中の正答率は、第 4.3 節において、想定される L1 音韻体系の影響が小さい L2 音韻対の実験結果として得られている。この結果を再分析し、相対的な正答率の変動を得る。

5.2 分析方法

L1 音韻体系の利用の影響の大きさには、/r-/l/ の音韻環境も関与することが示唆されている (Komaki and Choi, 1999; Lively et al., 1994). そこで、第 4.3 節で得られた /r-/l/ の英語・日本語妨害音中の相対的な正答率の変動が、年代と音韻環境によって異なるかを調べた。本分析では、第 4.3.2 節で除外された音韻環境も含めた。

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、英語妨害音における正答率、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。

この正答率差分の年代と音韻環境ごとの分布が、その年代と音韻環境での相対的な正答率の変動を表すことになる。ある年代の聴取者らがある音韻環境で、主に、日本語の妨害音より英語の妨害音で正答率がより低下したとすれば、正答率差分は主に負の値をとる。このとき、正答率差分は主に負 (< 0) に分布する。反対に、ある年代の聴取者らがある音韻環境で、主に、英語妨害音より日本語の妨害音で正答率がより低下したとすれば、正答率差分は主に正の値をとる。このとき、正答率差分は主に正 (> 0) に分布する。前章では、L1 音韻体系の影響が大きいと想定される L2 音韻聴取時では、L1 妨害音の方が正答率の低下は大きく、L1 音韻体系の影響が小さいと想定される L2 音韻聴取時では、L1 妨害音の方が正答率の低下が小さいことが示された。この結果に沿うと、正答率差分の分布をみたときに、0 より小さい範囲に分布があるならば、英語の妨害音で相対的に正答率が低く、L1 音韻体系の影響が小さいといえ、0 より大きい範囲に分布があるならば、日本語の妨害音で相対的に正答率が低く、L1 音韻体系の影響が大きいといえる。

音韻環境は、重子音も含め、音韻環境が語尾であるときと、語頭にある時という音韻環境群に分類した。すなわち語尾群 (FP, FC) と語頭群 (IP, IC) とに分類した。

表 5.1: 英語と日本語の妨害音による聴取正答率の差分の平均値と標準偏差 (逆正弦変換値)

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)

5.3 結果

年代と音韻環境ごとの正答率分布を表すため、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。また、ヒストグラムにより分布を視覚化した。各年代の正答率差分の平均値と標準偏差を表 5.1 に、ヒストグラムを図 5.1 に示した。また、第 4.2 節で得られた米語話者の聴取者について、同様に正答率差分を求めた。平均値と標準偏差を、表 5.1 にあわせて示した。米語話者の正答率差分の分布は、図 5.2 に示した。

統計的検定として、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 5.1 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ことでないと推測される。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。

以上をまとめると、正答率差分は聴取者の年代、おそらく音韻環境によっても異なることが明らかになった。音韻環境が語尾群である時には、いずれの年代でも正答率差分の値は小さく、音韻環境が語頭群である時には、高い年代では正答率差分の値は大きくなった。

5.4 考察

正答率差分が聴取者の年代によって異なること、また音韻環境によっても異なるという傾向が示されたことから、英語・日本語妨害音中の相対的な正答率は、年代に応じて変動することが認められ、また、年代と音韻環境によって変動することが窺われた。英語・日本語妨害音中の相対的な正答率の変動を指標として、L1 音韻体系の影響の大きさを判断するならば、正答率の変動の違いは、L1 音韻体系の影響が異なることを意味している。年代と音韻環境によって L1 音韻体系の影響の大きさが異なることを示唆する。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、語尾または語尾重子音においては、L1 音韻体系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 音韻体系の影響が大きくなると考えられる。

5.5 まとめ

本章では、L1 音韻体系の影響の年代による違いを検討した。L1 音韻体系の影響の程度の指標として、聴取者の年代や L2 音韻環境ごとに L2, L1 妨害音中の L2 音韻聴取正答率の差分を求めた。正答率差分は、年代により異なること、音韻環境によっても異なるという傾向が示された。高い年代では音韻環境により、L1 音韻体系の影響が大きくなることが示唆された。これは、本論文で検証する仮説で

ある，L1 音韻体系の影響の大きさにおいて年代差があり，高い年代では L1 音韻体系の影響が大きくなることを支持する．

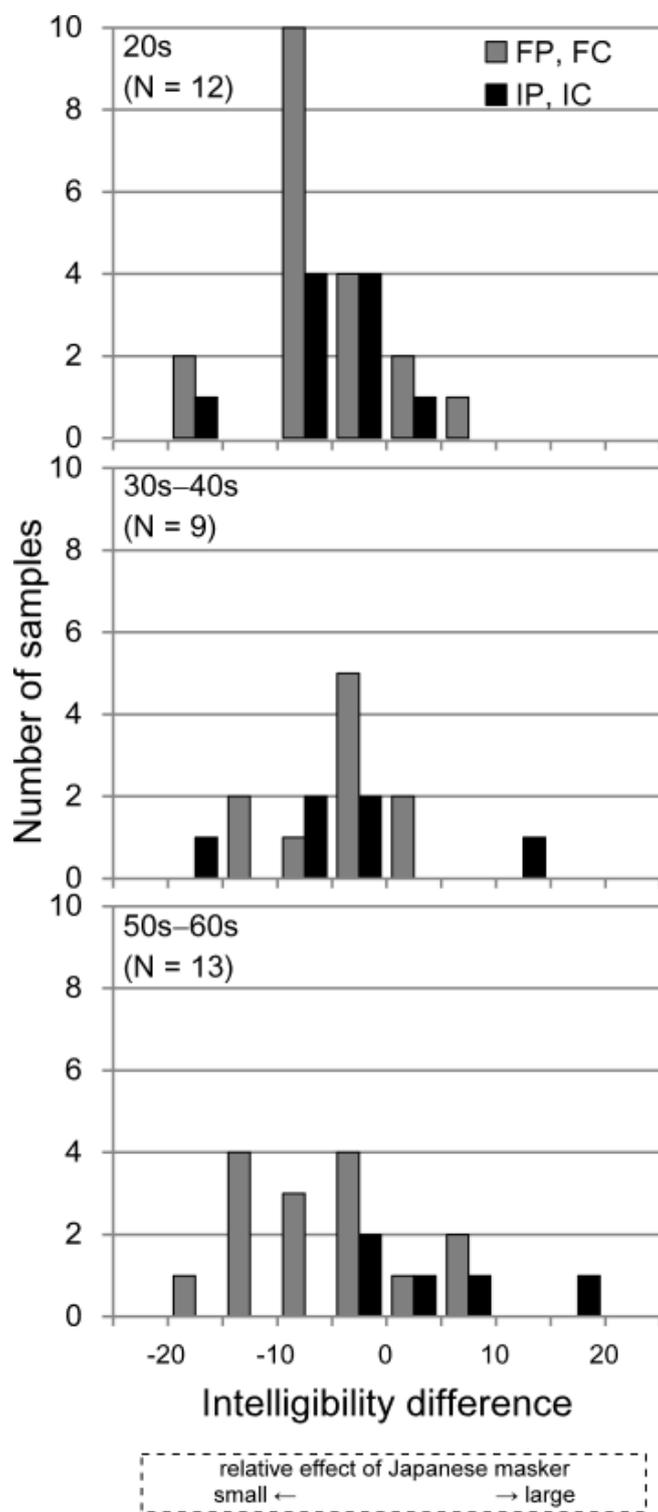


図 5.1: 日本語話者の聴取者による /r/-/l/ 同定課題の英語と日本語の妨害音による聴取正答率の差分の分布, 逆正弦変換正答率 (英語) - 逆正弦変換正答率 (日本語), () 内は妨害音の言語, 「語尾群 (FP, FC)」と「語頭群 (IP, IC)」別。

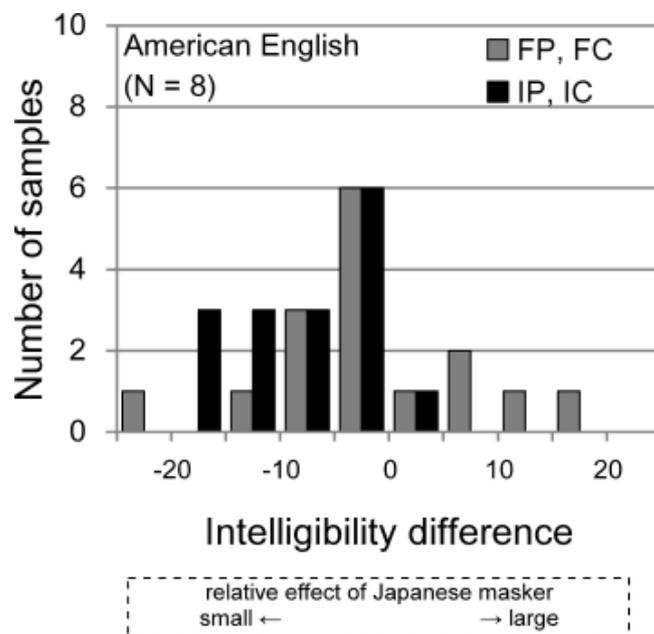


図 5.2: 米語話者の聴取者による /r/-/l/ 同定課題の英語と日本語の妨害音による聴取正答率の差分の分布, 逆正弦変換正答率 (英語)– 逆正弦変換正答率 (日本語), () 内は妨害音の言語, 「語尾群 (FP, FC)」と「語頭群 (IP, IC)」別

第 6 章

L2 音韻訓練における年齢効果への関 わりの検討

6.1 はじめに

これまでの検討により，L2 音韻知覚時の音声処理の年齢に関わる変化として，次の知見が得られた．加齢に伴う聴覚機能の変化による，L2 音韻の音響的特徴を捉えるのに必要な周波数・時間的情報処理への影響については，本論文で対象とする L2 音韻知覚に影響を与えうる主な年齢要因としては当面の議論から除外可能なこと，また，音韻環境によっては，年代に応じて L1 音韻体系の影響が大きくなるということが示された．これらの知見は，L2 音韻知覚における L1 音韻体系の影響が，成人の中でも年代とともに大きくなるという仮説を支持する．

本論文では聴取訓練を受けていない聴取者を対象としており，本論文で得られた知見はいわば，成人による L2 音韻知覚に年代と関わる差異が訓練前の時点で存在するかを検証するものであった．一方，聴取訓練後の時点では同定成績の年代による差異が存在し，聴取訓練の効果の大きさに年代差に関わる差異が存在することが示されている (第 2 章)．この聴取訓練の効果の大きさにおける年代差には，年代により異なる音韻知覚様式が関与している可能性があった．本論文の知見と聴取訓練の効果の知見について，年代に関する何らかの関わりがあることが示されれば，この可能性を裏付けることが可能である．

そこで，本章では，本論文で得られた知見である，L2 音韻知覚における年代に

よる違いと、聴取訓練で得られた年齢効果とに関わりがあるか検討する。聴取訓練の実験参加者と、本論文の実験参加者は異なるが、いずれも年代についての変化といえるため、両者を年代に関する変化として比較検討する。関連があるならば、訓練を受ける前の時点での L2 音韻知覚様式の違いが訓練の効果の大きさの違いに関わることを意味する。であれば、訓練での年齢効果は音韻知覚様式の違いが一因だと考えることができ、訓練で確認された年齢効果を、音声知覚研究の観点から取り扱いが可能であるといえるだろう。

6.2 分析方法

L2 音韻知覚における L1 音韻体系の影響の大きさと、訓練効果の大きさについて、年代と、音韻環境を語尾群 (語尾, 語尾重子音), 語頭群 (語頭, 語頭重子音) に分けた音韻環境群ごとに求めた。L1 音韻体系の影響の大きさとしては、英語と日本語の 2 つの妨害音による聴取正答率の変動について、第 5 章で得られた正答率差分を用いた。正答率差分について、年代と音韻環境群ごとに平均を求めた。一方、訓練効果の大きさとしては、訓練前から訓練後への正答率の上昇幅を用いた。訓練前の正答率、訓練後の正答率それぞれを逆正弦変換した後、訓練後から訓練前の値を引いた (訓練後の正答率 - 訓練前の正答率)。正答率上昇幅について年代と音韻環境群ごとに平均を求めた。

6.3 結果

年代、音韻環境群ごとの妨害音下の正答率差分の年代ごとの平均と、訓練による正答率上昇幅の年代ごとの平均を図 6.1 に示す。

語尾群と語頭群との間には、年代に伴う変化に関する違いが見られた。語尾群では、妨害音下の正答率差分、訓練による正答率上昇幅ともに、年代による変化は少なかった。年代に関わらず、妨害音下の正答率差分が小さい値となり、訓練による正答率上昇幅が大きい値となった。一方、語頭群では、妨害音下の正答率差分、訓練による正答率上昇幅ともに、年代による変化が大きかった。妨害音下の正答率差分が年代上昇に伴い大きい値となり、訓練による正答率上昇幅は年代上

昇に伴い小さい値となった。妨害音下の正答率差分が大きい場合には、訓練による正答率上昇幅が小さいという負の相関関係があることが窺われる。

6.4 考察

年代に関する変化として比較すると、L2 音韻知覚における L1 音韻体系の影響の大小と、訓練効果の大小とに関連があることが示唆された。また、これらの関連として負の相関関係が窺われた。L1 音韻体系の影響の大きさは訓練効果の大きさに関与する可能性があり、関与の仕方としては、L1 音韻体系を利用することで L2 聴取訓練の効果が減少する阻害要因になった可能性が考えられる。

成人の L2 音韻知覚や習得において、L1 の音韻体系の影響は、L2 音声知覚や習得の重要な要素であることは広く受け入れられている。L2 音韻習得の成否への L1 の音韻体系の影響や、習得過程における L1 の音韻体系の影響の変化が議論されてきたが、L2 音韻習得可能性と L1 の音韻体系の影響の関わりについては、対象となる音韻、習得段階による違いなどさまざまな議論がある。本検討で示されたように知覚と訓練結果との関連を解明するには今後の検討が必要である。しかし、いずれにせよ、聴取訓練で確認された効果の差異が、訓練前または訓練過程における音声処理の違いと結びつけること、すなわち音韻知覚様式の違いによって生じたと考えることは妥当性があるといえるだろう。

6.5 まとめ

本章では、本論文で得られた知見である、L2 音韻知覚における年代による違いと、聴取訓練で確認された年齢効果とに関連があるかを検証した。

これらの実験参加者は異なるが、両者を年代に関する変化として、関連があるか比較検討した。L2 音韻知覚における L1 音韻体系の影響の大小と、訓練効果の大小とは、年代上昇に対して音韻環境ごとに同様の変化をした。また、L2 音韻知覚における L1 音韻体系の影響の大小と、訓練効果の大小とは負の相関関係があることが示唆された。訓練を受ける前の時点での L2 音韻知覚の違いが訓練の効

果に関わることを示唆し，訓練での年齢効果は音韻知覚様式の違いを一因とする可能性がある。

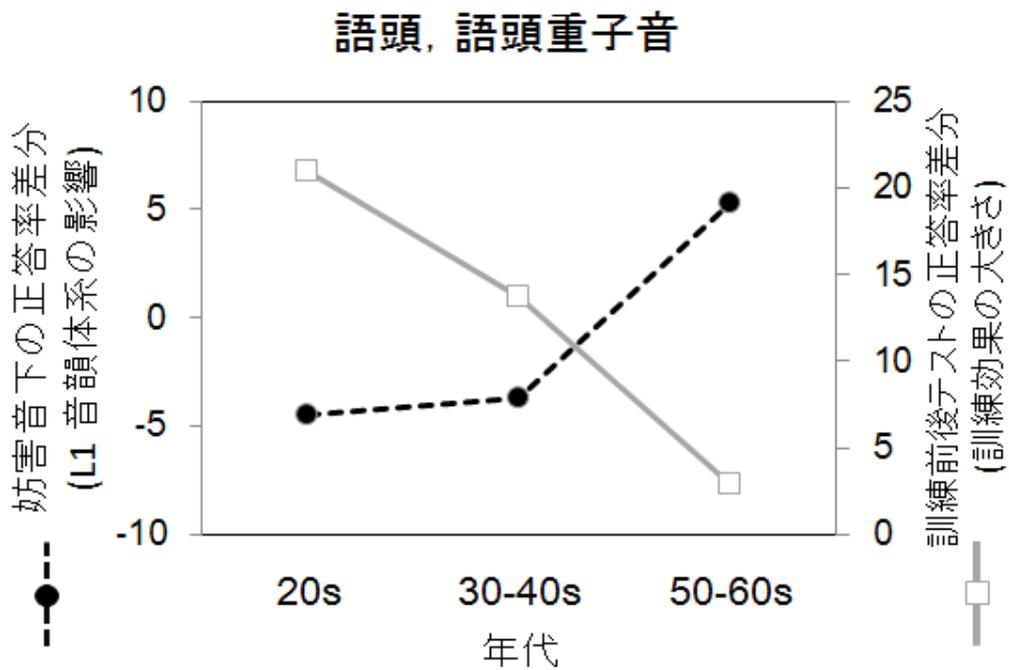
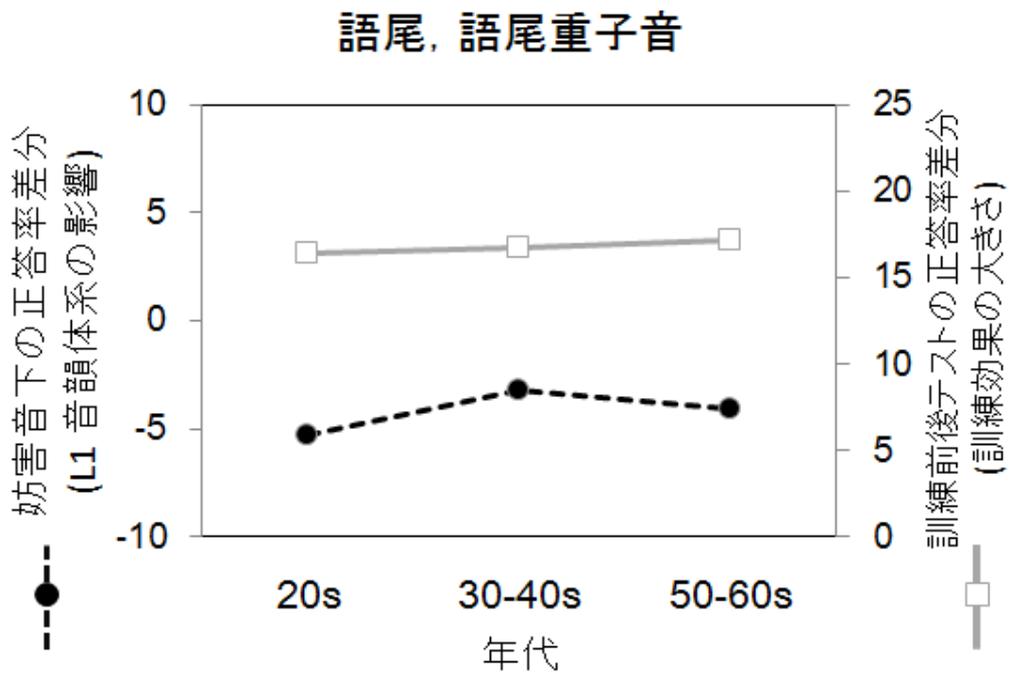


図 6.1: 妨害音下の正答率差分と訓練前後の正答率差分の年代ごとの平均

第 7 章

結論

7.1 本論文の要約

本論文では、人生初期の言語経験によって音韻知覚の処理機構はほぼ決定されるかについて、言語経験による音韻知覚様式への影響は時期に関わらず存在することを示すことを目指して、音声の情報処理の仕組みの形成や変化に対して重要な要因と考えられる言語経験が、乳幼児期だけでなく成人でも音声処理様式に変化を与えるかどうかを検証した。このために、L2 音韻知覚における L1 音韻体系の影響が、成人の中でも年代とともに大きくなるという仮説をおき、この仮説を検証した。

第 3 章では、本論文で対象とする L2 音韻知覚への加齢に伴う聴覚機能の変化による影響の有無について検討した。本論文で対象とする年代では、加齢に伴う聴覚機能の変化が生じて、本論文で対象とする L2 音韻の音響的特徴をききわけられないほどではないことを示した。L2 音韻知覚に影響を与える可能性のある年齢効果のうち、加齢に伴う聴覚機能の変化は、本論文で対象とする L2 音韻知覚に影響を与えうる年齢要因としては、議論から除外できることを明らかにした。

第 4 章では、L1 音韻体系の影響の検証に向け、L1 音韻体系の影響の程度の指標を設定するために、聴取正答率の低下は音韻知覚の処理に干渉が生じた結果であるというモデルに基づいて、L1 音韻体系が利用される音韻処理に干渉し、干渉の結果である聴取正答率の変動から L1 音韻体系の影響の程度が判断できるか検証した。目的音と妨害音の音響的類似性が、音響的信号の受容や伝達に干渉する

ことと、妨害音と聴取者の L1 が一致する場合には、妨害音は L1 音韻体系が利用される音韻処理に干渉することを仮定におき、この仮定通りに聴取正答率が低下することを L1, L2 による音声を目的音, L2, L1 による音声を妨害音として用いた聴取実験により明らかにした。この結果より、L1 音韻体系の影響の大きさの指標について、L2 音韻知覚時の L2, L1 妨害音の相対的な正答率の変動の利用可能性を示した。

第 5 章では、本論文で検証する仮説の検証として、L1 音韻体系の影響の大きさについて年代による違いを検討した。L2, L1 妨害音中の L2 音韻聴取成績の差異を求め、第 4 章の結果を基に、L1 音韻体系の影響の大きさを年代や音韻環境について相対的に推定した。その結果、語頭や語頭重子音といった音韻環境においては、高い年代では L1 音韻体系の影響が大きくなると推定された。これは、本論文で設定した仮説である、L1 音韻体系の影響が大きくなるという仮説を支持する推定結果であった。

第 6 章では、聴取訓練で確認された、訓練の効果の大きさにおける年齢効果を、音韻知覚様式の違いとして、音韻知覚での年齢効果という観点から捉えることが可能であるかを、本論文で得られた知見をもとに検討した。この検討により、L1 音韻体系の影響の大きさについての年代変化と、聴取訓練で確認された訓練効果についての年代変化との間に負の相関関係があることが示唆された。これは、訓練を受ける前の時点での L2 音韻知覚様式の違いが訓練の効果の大きさに関わることを意味し、訓練での年齢効果は音韻知覚様式の違いを一因とする可能性が示された。

本論文の実験に参加した日本語話者の聴取者は、L1 環境に滞在して生活しており、加齢に応じて L1 の知覚や生成といった L1 の言語経験が増加していると考えられる。年代上昇につれて、L1 の言語経験が増加することと、L1 音韻体系の影響が大きくなることを考え合わせると、L2 音韻知覚様式が L1 言語経験により変化した可能性は高い。L2 音韻知覚の研究においては成人の間での年齢による差を考慮すべきであろう。また、一定年齢以後の幅広い年代の成人で、L2 音韻聴取訓練の効果が確認されている (第 2 章)。聴取訓練は、統制された L2 の言語経験であり、この例も成人において L2 音韻知覚様式が言語経験に応じて変化しえることを示す。言語経験による音韻知覚様式への影響が乳幼児期といった時期に関わ

らず存在することを裏付けたものである。また、音韻知覚の言語経験と時期に関し、聴取訓練の効果をもとにした議論が可能であることが確認された。

時期によらず、言語経験が音韻知覚という音声情報処理の形成や変化に関して重要な要因となりえることが確認された。言語経験が音韻知覚様式に与える変化は、乳幼児期に受ける特定の言語への特殊化があっても非可逆的な変化ではないこと、長い期間に渡り再構築可能なものと捉えることができる。本論文での言語経験についての検討は、L1 に関するものであり、言語経験による音韻知覚様式の変化がどのように生じるかは今後検討が必要であるが、音韻知覚様式の違いが聴取訓練で確認された年齢効果に関与する可能性が示されたことから、聴取訓練による L2 音韻知覚の変化などを通じて検討が有効と考えられる。また、乳幼児期に L1 に即して形成される音韻知覚の仕組みと、L2 の言語経験に即して再構築される音韻知覚様式との関係も、音声処理の仕組みを明らかにする上で考察していく必要があるだろう。

音韻知覚に必要な情報の取捨選択の方法は、ある年代で完成するようにも思われるが、その後繰り返される音声情報処理が最適化されるように適応的に処理の強化が続くと考えることもできる。この点では大人は若い年代よりも新しい言語の習得に困難を覚えるとしても、適切な刺激を与えられれば習得が可能になるような能力は言語音声処理においても維持されているとも言えるのではないだろうか。

7.2 今後の展望

1. 聴取訓練での音韻知覚の変化

聴取訓練の結果をもとに L2 音韻知覚における成人の年齢効果を議論するためには、本論文で示した、聴取訓練を受ける前の時点に加え、聴取訓練による変化を検討する必要がある。本論文では、聴取訓練を受ける前の時点での年代による音韻知覚の差異を示した。また、訓練の効果にも関与している可能性を示した。聴取訓練を経て、訓練を受ける前の音韻知覚がどのように変容するのかを検討することにより、音声処理のどの処理過程が変化していくのかを解明する手がかりを得ることが期待できる。

2. L1 音韻体系の影響増加の要因

L1 音韻体系の影響が変化する理由は明らかではない。音声処理のどの処理過程が変化していくのかを解明するためには、差異が生じる原因となるメカニズムの変化も検討する必要がある。L1 言語経験に適応したいわば能動的な音声処理の変化であるのか検討が必要である。

謝辞

本研究を行うにあたり，多大なるご指導ならびにご鞭撻を賜りました赤木正人教授に深く感謝の意を表します．この４年半の経験は，大きな財産となりました．

本研究の遂行にあたり，熱心なご指導を賜りました鶴木祐史准教授，研究の進め方から技術的な相談に至るまで，常に適切なお助言を賜りました宮内良太助教，森川大輔助教に心より感謝いたします．

本研究の遂行にあたり，多面にわたり有益な助言を多く賜りました，党建武教授，田中宏和准教授，末光厚夫助教，川本真一助教に深くお礼申し上げます．赤木・鶴木研究室の皆様，党・田中研究室の皆様には，研究の心構えから文章の書き方まで，折に触れて助言をいただきました，心よりお礼申し上げます．

本研究は，実験に参加いただいた皆様，ご紹介いただいた皆様のご協力なしには成り立ちませんでした．快いご協力に心から感謝いたします．

本研究をはじめの基礎をいただきました ATR の山田玲子博士をはじめ，ATR の諸先輩方には，院進学時から学会発表の折々に様々なご意見やお助言をいただきました．深く感謝いたします．当時の同僚・友人たちの折に触れた励ましの言葉は，研究を続ける大きな励みとなりました．お礼申し上げます．

最後に，学生生活を通じて見守り，支援してくれた家族に感謝を捧げます．

参考文献

- A. Yamada, R. and Y. Tohkura (1992) “The effects of experimental variables on the perception of American English /r/ and /l/ by Japanese listeners,” *Perception & Psychophysics*, Vol. 52, No. 4, pp. 376–392.
- Agus, T. R., M. A. Akeroyd, S. Gatehouse, and D. Warden (2009) “Informational masking in young and elderly listeners for speech masked by simultaneous speech and noise,” *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 126, No. 4, pp. 1926–1940.
- Akahane-Yamada, R. (1996) “Learning non-native speech contrasts: What laboratory training studies tell us,” in *Proceedings of the third joint meeting of the Acoustical Society of America and the Acoustical Society of Japan*, pp. 953–958.
- Best, C. T. (1995) “A direct realist view of cross-language speech perception,” in Strange, W. ed. *Speech perception and linguistic experience: Issues in cross-language research*: Timonium, MD: York Press, pp. 171–204.
- Boersma, P. and D. Weenink (2011) “Praat: doing phonetics by computer [Computer program],” version 5.3.03.
- Bosch, L. and N. Sebastian-Galles (2003) “Simultaneous bilingualism and the perception of a language-specific vowel contrast in the first year of life,” *Language and Speech*, Vol. 46, pp. 217–243.
- Bradlow, A. R., D. B. Pisoni, R. Akahane-Yamada, and Y. Tohkura (1997) “Training Japanese listeners to identify English /r/ and /l/: IV. Some effects of perceptual learning on speech production,” *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 101, No. 4, pp. 2299–2310.

- Bradlow, A. R., R. Akahane-Yamada, D. B. Pisoni, and Y. Tohkura (1999) “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.
- Brouwer, S., K. J. Van Engen, L. Calandruccio, and A. R. Bradlow (2012) “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.
- Byrne, D., H. Dillon, K. Tran, and S. Arlinger (1994) “An international comparison of long-term average speech spectra,” *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 96, No. 4, pp. 2108–2120.
- Calandruccio, L., S. Brouwer, K. J. Van Engen, S. Dhar, and A. R. Bradlow (2013) “Masking release due to linguistic and phonetic dissimilarity between the target and masker speech,” *American Journal of Audiology*, Vol. 22, No. 1, pp. 157–164.
- Callan, D. E., K. Tajima, A. M. Callan, R. Kubo, S. M. u, and R. Akahane-Yamada (2003) “Learning-induced neural plasticity associated with improved identification performance after training of a difficult second-language phonetic contrast,” *Neuroimage*, Vol. 19, No. 1, pp. 113–124.
- Chomsky, N. (1959) “Review of Skinner’s Verbal Behavior,” *Language*, Vol. 35, pp. 26–58.
- Cooke, M., M. L. Garcia Lecumberri, and J. Barker (2008) “The foreign language cocktail party problem: Energetic and informational masking effects in non-native speech perception,” *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 123, No. 1, pp. 414–27.
- Durlach, N. (2006) “Auditory masking: Need for improved conceptual structure,” *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 120, pp. 1787–1790.

- Eimas, P. D. (1985) “The perception of speech in early infancy,” *Scientific American*, Vol. 252, pp. 46–52.
- Flege, J. E. (1995) “Second language speech learning: Theory, findings, and problems,” in Strange, W. ed. *Speech perception and linguistic experience: Issues in cross-language research*: Timonium, MD: York Press, pp. 233–277.
- Flege, J. E., G. H. Yeni-Komshian, and S. Liu (1999) “Age Constraints on Second–Language Acquisition,” *Journal of Memory and Language*, Vol. 41, pp. 78–104.
- Flege, J., O.-S. Bohn, and S. Jang (1997) “Effects of experience on non–native speakers’ production and perception of English vowels,” *Journal of Phonetics*, Vol. 25, pp. 437–470.
- Garcia Lecumberri, M. L., M. Cooke, and A. Cutler (2006) “Effect of masker type on native and non-native consonant perception in noise,” *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 119, pp. 2445–2454.
- Garcia Lecumberri, M. L., M. Cooke, and A. Cutler (2010) “Non-native speech perception in adverse conditions: A review,” *Speech Communication*, Vol. 52, pp. 864–886.
- Garofolo, J. S., L. F. Lamel, W. M. Fisher, J. G. Fiscus, D. S. Pallett, N. L. Dahlgren, and V. Zue (1993) “TIMIT Acoustic-Phonetic Continuous Speech Corpus,” <http://www.ldc.upenn.edu/Catalog/CatalogEntry.jsp?catalogId=LDC93S1>.
- Gautreau, A., M. Hoen, and F. Meunier (2013) “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.
- Gordon, P. C., L. Keyes, and Y. F. Yung (2001) “Ability in perceiving nonnative contrasts: performance on natural and synthetic speech stimuli,” *Perception & psychophysics*, Vol. 63, No. 4, pp. 746–58.

- Guion, S. G., J. E. Flege, R. Akahane-Yamada, and J. C. Pruitt (2000) “An investigation of current models of second language speech perception: The case of Japanese adults’ perception of English consonants,” *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 107, No. 5, pp. 2711–2724.
- Hattori, K. and P. Iverson (2009) “English /r-/l/ category assimilation by Japanese adults: Individual differences and the link to identification accuracy,” *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 125, No. 1, pp. 469–479.
- Hirahara, T. and R. Akahane-Yamada (2004) “Acoustic characteristics of Japanese vowels,” in *Proc. 18th International Congress on Acoustics*, pp. IV-3287–3290.
- Iverson, P., P. Kuhl, R. Akahane-Yamada, E. Diesch, Y. Tohkura, A. Kettermann, and C. Siebert (2003) “A perceptual interference account of acquisition difficulties for non-native phonemes,” *Cognition*, Vol. 87, pp. B47–B57.
- Iverson, P., V. Hazan, and K. Bannister (2005) “Phonetic training with acoustic cue manipulations: A comparison of methods for teaching English /r-/l/ to Japanese adults,” *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 118, No. 5, pp. 3267–3278.
- Iverson, P., V. Hazan, and K. Bannister (2008) “Category and perceptual interference in second–language phoneme learning: An examination of English /w-/v/ learning by Sinhala, German, and Dutch speakers,” *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol. 3, No. 5, pp. 1305–1316.
- Kent, R. D. and C. Read (1992) *The acoustic analysis of speech*: Singular Publishing Group, (荒井隆行・菅原勉訳, 『音声の音響分析』, 海文堂出版, 1992年) .
- Kidd, J., Gerald, C. R. Mason, V. M. Richards, F. Gallun, and N. Durlach (2008) “Informational Masking,” in Yost, W., A. Popper, and R. Fay eds. *Auditory Perception of Sound Sources*, Vol. 29 of Springer Handbook of Auditory Research: Springer US, pp. 143-189.

- Komaki, R. and Y. Choi (1999) “Effects of native language on the perception of American English /r/ and /l/: A comparison between Korean and Japanese,” in *Proceedings of the 14th International Congress of Phonetic Sciences*, pp. 1429–1433.
- Kubo, R. and R. Akahane-Yamada (2006) “Influence of aging on perceptual learning of English phonetic contrasts by native speakers of Japanese,” *Acoust. Sci. & Tech.*, Vol. 27, No. 1, pp. 59–61.
- Kubo, R., Reiko-Akahane-Yamada, and H. Kawahara: (1999) “Using resynthesized speech in /r/-/l/ production and perception training,” in *Proceedings of the 138th meeting of the Acoustical Society of America*, p. 2150.
- Kubo, R., R. Akahane-Yamada, and M. Akagi (2012) “Effects of perceptual training on the ability of elderly adults of Japanese speakers to identify American English /r/-/l/ phonetic contrasts,” in *Acoustics 2012 Hong Kong*, p. 124.
- Kuhl, P. K. (2004) “Early language acquisition: Cracking the speech code,” *Nature Reviews Neuroscience*, Vol. 5, pp. 831–843.
- Kuhl, P. K. and S. Coffey-Corina (2001) “Language and the developing brain: changes in ERPs as a function of linguistic experience,” in *Paper presented at the annual meeting of the Cognitive Neuroscience*.
- Kuhl, P. K., B. T. Conboy, S. Coffey-Corina, D. Padden, R.-G. M., , and T. Nelson (2008) “Phonetic learning as a pathway to language: new data and native language magnet theory expanded (NLM-e),” *Philos. Trans. R. Soc.*, Vol. 363, pp. 979–1000.
- Kuhl, P. K. and P. Iverson (1995) “Linguistics experience and the perceptual magnet effect,” in Strange, W. ed. *Speech perception and linguistic experience: Issues in cross-language research*: Timonium, MD: York Press, pp. 121–154.
- Kuhl, P. K., K. A. Williams, F. Lacerda, K. N. Stevens, and B. Lindblom (1992)

- “Linguistic experience alters phonetic perception in infants by 6 months of age,” *Science*, Vol. 255, pp. 606–608.
- Kuhl, P. K., E. Stevens, A. Hayashi, T. Deguchi, S. Kiritani, and P. Iverson (2006) “Infants show a facilitation effect for native language phonetic perception between 6 and 12 months,” *Developmental Science*, pp. F13–F21.
- Lenneberg, E. H. (1967) *Biological Foundations of Language*, New York: John Wiley & Sons.
- Liberman, A. M., K. S. Harris, H. S. Hoffman, and B. C. Griffith (1957) “The discrimination of speech sounds within and across phoneme boundaries,” *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 54, pp. 358–368.
- Lively, S. E., J. S. Logan, and D. B. Pisoni (1993) “Training Japanese listeners to identify English /r/ and /l/. II: The role of phonetic environment and talker variability in learning new perceptual categories,” *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 94, pp. 1242–1255.
- Lively, S. E., D. B. Pisoni, R. A. Yamada, Y. Tohkura, and T. Yamada (1994) “Training Japanese listeners to identify English /r/ and /l/. III. Long-term retention of new phonetic categories,” *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 96, pp. 2076–2087.
- Logan, J. S., S. E. Lively, and D. B. Pisoni (1991) “Training Japanese listeners to identify English /r/ and /l/: A first report,” *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 89, No. 2, pp. 874–886.
- Mattys, S. L., L. M. Carroll, C. K. Li, and S. L. Chan (2010) “Effects of energetic and informational masking on speech segmentation by native and non-native speakers,” *Speech Communication*, Vol. 52, pp. 887–899.
- McClelland, J. L., J. A. Fieza, and B. D. McCandlisse (2002) “Teaching the /r/-/l/ discrimination to Japanese adults: behavioral and neural aspects,” *Physiology & Behavior*, Vol. 77, pp. 657–662.

- Moore, B. C. J. (1989) *An Introduction to the Psychology of Hearing*: Academic Press Limited, 3rd edition, (大串健吾訳,『聴覚心理学概論』, 誠信書房, 2009年) .
- Newport, E. (1990) “Maturational constraints on language learning,” *Cognitive Science*, Vol. 14, pp. 11–28.
- Nishi, K., W. Strange, R. Akahane-Yamada, R. Kubo, and S. A. Trent-Brown (2008) “Acoustic and perceptual similarity of Japanese and American English vowels,” *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 124, No. 1, pp. 576–588.
- O’Connor, J. D., L. J. Gerstman, A. M. Liberman, P. C. Delattre, and F. S. Cooper (1957) “Acoustic cues for the perception of initial /w, j, r, l/ in English,” *Word*, Vol. 13, pp. 24–43.
- Pajak, B. and R. Levy (2011) “Distributional Learning of L2 Phonological Categories by Listeners with Different Language Backgrounds,” in *36th Boston University Conference on Language Development*.
- Park, D. C. and N. Schwarz eds. (2000) *Cognitive aging : A primer*: Taylor & Francis, (口ノ町康夫・坂田陽子・川口潤訳,『認知のエイジング入門編』, 北大路書房, 2004年) .
- Pickett, J. M. (1998) *The Acoustics of Speech Communication*: Allyn and Bacon.
- Pisoni, D. B., S. E. Lively, and J. S. Logan (1994) “Perceptual learning of nonnative speech contrasts: Implications for theories of speech perception,” in Goodman, J. C. and H. C. Nusbaum eds. *The development of speech perception: The transition from speech sounds to spoken words*: MIT Press, pp. 121–166.
- Rajan, R. and K. E. Cainer (2008) “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.
- Strange, W. ed. (1995) *Speech perception and linguistic experience: Issues in cross-language research*: Timonium, MD: York Press.

- Strange, W. and R. Akahane-Yamada (1997) “Effects of identification training on Japanese adults’ perception of American English vowels,” *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 102, No. 5, p. 3137.
- Strange, W. and S. Dittmann (1984) “Effects of discrimination training on the perception of /r-/l/ by Japanese adults learning English,” *Perception & Psychophysics*, Vol. 36, pp. 131–145.
- Strange, W., R. Akahane-Yamada, R. Kubo, S. A. Trent, K. Nishi, and J. J. Jenkins (1998) “Perceptual assimilation of American English vowels by Japanese listeners,” *Journal of Phonetics*, Vol. 26, No. 4, pp. 311 – 344.
- Strange, W., E. S. Levy, and F. F. Law (2009) “Cross-language categorization of French and German vowels by naive American listeners,” *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 126, No. 3, pp. 1461–76.
- Van Engen, K. J. and A. R. Bradlow (2007) “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.
- Werker, J. F. and R. C. Tees (1984) “Cross-language speech perception: Evidence for perceptual reorganization during the first year of life,” *Infant Behavior and Development*, Vol. 7, No. 1, pp. 49–63.
- Yamada, R. A. (1993) “Effect of extended training on /r/ and /l/ identification by native speakers of Japanese,” *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 93, No. 4, p. 2391.
- Yamada, R. A. and Y. Tohkura (1990) “Perception and Production of Syllable-Initial English /r/ and /l/ by Native Speakers of Japanese,” in *International Conference on Spoken Language Processing*, pp. 757–760.
- 阿部匡伸・匂坂芳典・梅田哲夫・桑原尚夫 (1990) 「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.

久保理恵子・山田玲子・山田恒夫・赤木正人 (2011) 「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』, 第 41 巻, 535-540 頁.

国際電気通信基礎技術研究所 (編) (1994) 『視聴覚情報科学』, ATR 先端テクノロジーシリーズ, オーム社.

山田玲子 (1997a) 「言語音知覚 -なぜ わからない, R と L」, 『遺伝』, 第 51 巻, 第 1 号, 20-24 頁.

山田玲子 (1997b) 「日本語話者に対する米語 /r//l/ 音の聴取訓練 -知覚の手掛かりとカテゴリー知覚への影響-」, 『日本音響学会平成 8 年度春季研究発表会講演論文集』, 393-394 頁.

鹿野清宏・中村哲・伊勢史郎 (1997) 『音声・音情報のデジタル信号処理』, デジタル信号処理シリーズ, 昭晃堂.

大山正・今井省吾・和氣典二 (編) (1994) 『新編感覚・知覚心理学ハンドブック』, 誠信書房.

中川聖一・東倉洋一・鹿野清宏 (1999) 『音声・聴覚と神経回路網モデル』, ニューロサイエンス & テクノロジーシリーズ, オーム社.

天野成昭・近藤公久・鈴木陽一・坂本修一 (2006) 「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.

田窪行則・窪園晴夫・白井克彦・前川喜久雄・本多清志・中川聖一 (1998) 『音声』, 言語の科学, 岩波書店.

日本音響学会 (編) (2013) 『音と人間』, 音響入門シリーズ, コロナ社.

日本認知学会 (編) (2002) 『認知科学辞典』, 共立出版.

本研究に関する発表論文

論文

- [1] Rieko Kubo, Masato Akagi, Reiko Akahane-Yamada: "Dependence on age of interference with phoneme perception by first- and second-language speech maskers," *Acoustical Science and Technology*, (accepted)

国際会議

- [2] Rieko Kubo, Masato Akagi, Reiko Akahane-Yamada: "Perception of second language phoneme masked by first- or second-language speech in 20–60 years old listeners," *Proc. 167th Meeting of the Acoustical Society of America*, 5aSC17 (2014.5)
- [3] Rieko Kubo and Masato Akagi: "Exploring auditory aging can exclusively explain Japanese adults' age-related decrease in training effects of American English /r/-/l/," *Proc. 21th International Congress on Acoustics (ICA 2013)*, 2aSC34 (2013.6)
- [4] Rieko Kubo, Reiko Akahane-Yamada and Masato Akagi: "Effects of perceptual training on the ability of elderly adults of Japanese speakers to identify American English /r/-/l/ phonetic contrasts," *Proc. Acoustics 2012 Hong Kong*, 1pSC3 (2012.5)

口頭発表

- [5] 久保理恵子, 赤木正人, 山田玲子: ”第二言語音韻知覚時におけるマスク音の影響 –異なる言語のバブルノイズをマスク音とした場合の比較–,” 日本音響学会 2014 年秋期研究発表会講演論文集, 3-Q-43, pp. 495-496 (2014.9)
- [6] 久保理恵子, 赤木正人, 山田玲子: ”音声マスクを用いた第二言語音韻知覚の年齢効果の検討,” 日本音響学会 2014 年春期研究発表会講演論文集, 2-P5-26, pp. 651-654 (2014.3)
- [7] 久保理恵子, 赤木正人: ”聴覚機能低下が/r/-/l/音韻訓練へ与える影響,” 日本音響学会 2013 年春期研究発表会講演論文集, 1-8-6, pp. 563-564 (2013.3)
- [8] 久保理恵子, 赤木正人, 山田玲子: ”競合音声マスクを用いた第二言語音韻知覚における年齢効果の検討,” 日本音響学会聴覚研究会資料, H-2014-5, (2014.2)
- [9] 久保理恵子, 赤木正人: ”/r/-/l/訓練における年齢効果: 聴覚機能劣化の影響の有無,” 日本音響学会聴覚研究会資料, H-2013-61, (2013.6)
- [10] 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, H-2011-95, (2011.10)

付録

第 3 章の語音聴取検査で用いた刺激

高親密度語

4a06 ga.ni.ma.ta ガニマタ	4e31 pa.no.ra.ma パノラマ
4a17 shya.bu.shya.bu シャブシャブ	4e32 ha.ra.pe.ko ハラペコ
4a20 so.ra.mi.mi ソラミミ	4e35 he.da.ta.ri ヘダタリ
4a29 na.tsu.ba.shyo ナツバシヨ	4e37 bo.ke.na.su ボケナス
4a45 rya.ku.da.tsu リャクダツ	4e39 ma.:.jya.N マージャン
4b14 sa.ki.yu.ki サキユキ	4e41 me.chya.me.chya メチャメチャ
4b16 ji.gu.za.gu ジグザグ	4e45 yo.se.na.be ヨセナベ
4b19 jyu.N.su.i ジュンスイ	4f30 hi.ge.zu.ra ヒゲヅラ
4b27 te.N.pu.ra テンプラ	4f31 byo.:.yo.mi ビョウヨミ
4b43 ya.ke.za.ke ヤケザケ	4f32 pi.N.bo.ke ピンボケ
4c26 do.ro.nu.ma ドロヌマ	4g06 ka.be.ga.mi カベガミ
4c28 ni.chi.bo.tsu ニチボツ	4g13 ko.re.ho.do コレホド
4c29 no.bi.no.bi ノビノビ	4g19 ze.tsu.bo.: ゼツボウ
4d07 gya.ku.ta.i ギャクタイ	4g30 ne.bu.so.ku ネブソク
4d08 kya.ku.ho.N キャクホン	4g36 pu.ro.pe.ra プロペラ
4d20 ta.ka.bi.shya タカビシャ	4g38 be.tsu.be.tsu ベツベツ
4e07 kya.ra.me.ru キャラメル	4h05 ka.ke.so.ba カケソバ
4e18 zo.:.ze.: ゾウゼイ	4h16 su.po.N.ji スポンジ
4e24 de.ka.se.gi デカセギ	4h23 chyo.ku.ze.N チョクゼン
4e26 to.mo.da.chi トモダチ	4h31 nu.re.gi.nu ヌレギヌ
4e29 ne.ko.ba.ba ネコババ	4h35 hi.to.zu.ma ヒトヅマ

4h46 ryo.:.wa.ki リヨウワキ	4m07 kyo.:.yu.: キョウユウ
4h50 ri.re.ki.shyo リレキシヨ	4m13 ko.ku.fu.ku コクフク
4i18 zu.bu.nu.re ズブヌレ	4m16 jyo.gi.N.gu ジョギング
4i21 so.pu.ra.no ソプラノ	4m35 bi.shyo.nu.re ビシヨヌレ
4i24 chya.ru.me.ra チャルメラ	4m36 hi.to.ji.chi ヒトジチ
4i35 ha.ba.yo.se ハバヨセ	4m41 po.N.ko.tsu ポンコツ
4i36 fu.yu.mo.no フユモノ	4n09 kyo.:.ha.N キョウハン
4i38 he.:.bo.N ヘイボン	4n19 jyu.ku.su.i ジュクスイ
4i39 ho.ya.ho.ya ホヤホヤ	4n20 shyo.Q.pa.na ショツパナ
4i40 ma.bo.ro.shi マボロシ	4n25 chyu.:.ji.tsu チュウジツ
4i49 hi.da.ri.te ヒダリテ	4n36 byo.:.shyu.tsu ビョウシュツ
4j08 kyu.:.ge.ki キュウゲキ	4n37 hyo.:.ba.N ヒョウバン
4j27 do.ku.ze.tsu ドクゼツ	4n43 mu.da.gu.chi ムダグチ
4j35 hi.to.zu.te ヒトヅテ	4n49 ryu.:.ma.chi リューマチ
4k05 ga.ku.bu.chi ガクブチ	4o05 ga.ku.wa.ri ガクワリ
4k07 ki.ki.to.ri キキトリ	4o07 kyu.:.kyo.ku キュウキョク
4k09 ge.tsu.ma.tsu ゲツマツ	4o32 hyo.:.ha.ku ヒョウハク
4k13 za.ru.so.ba ザルソバ	4o36 he.na.chyo.ko ヘナチヨコ
4k15 shi.wa.yo.se シワヨセ	4o37 po.ro.shya.tsu ポロシャツ
4k35 pu.re.ha.bu プレハブ	4o45 ryo.:.ga.wa リョウガワ
4l05 ga.mu.shya.ra ガムシャラ	4o48 kyo.da.i.sa キョダイサ
4l08 kyu.:.gyo.: キュウギョウ	4p06 ka.ra.Q.po カラッポ
4l09 kyo.:.fu.: キョウフウ	4p08 gyu.:.ni.ku ギュウニク
4l16 jya.jya.u.ma ジャジャウマ	4p19 su.pe.:.do スペード
4l20 su.pi.:.do スピード	4p21 ze.tsu.me.tsu ゼツメツ
4l25 chyo.N.ma.ge チョンマゲ	4p23 chyu.:.to.ro チュウトロ
4l36 hyo.:.sa.tsu ヒョウサツ	4p24 chyo.ku.ge.ki チョクゲキ
4l37 pi.ra.ni.a ピラニア	4p29 nyu.:.yo.ku ニュウヨク
4l46 ryo.:.u.de リョウウデ	4p32 hi.ru.me.shi ヒルメシ
4m06 ka.su.te.ra カステラ	4p42 yo.bi.su.te ヨビステ

4p44 ryu.:.ne.N リュウネン	4r36 mya.ku.ha.ku ミヤクハク
4p47 jyu.:.ji.ka ジュウジカ	4r37 mu.chya.ku.chya ムチャクチャ
4p48 ni.ho.N.shyu ニホンシュ	4r50 ho.ke.N.jyo ホケンジョ
4p49 ha.shyu.tsu.jyo ハシュツジョ	4s06 ka.za.ka.mi カザカミ
4p50 fu.shi.gi.sa フシギサ	4s08 kya.ku.se.ki キャクセキ
4q12 go.ta.go.ta ゴタゴタ	4s12 go.chya.ma.ze ゴチャマゼ
4q22 ta.be.go.ro タベゴロ	4s16 shi.na.gi.re シナギレ
4q26 na.zo.na.zo ナゾナゾ	4s36 pa.ri.pa.ri パリパリ
4q31 pi.su.to.ru ピストル	4t06 ga.Q.pe.: ガッペイ
4q36 mu.ne.ya.ke ムネヤケ	4t07 ki.zu.mo.no キズモノ
4q45 sa.ke.gu.se サケグセ	4t11 ke.shi.go.mu ケシゴム
4q46 do.ku.he.bi ドクヘビ	4t16 shi.na.mo.no シナモノ
4q48 no.zo.ki.mi ノゾキミ	4t17 jyu.:.go.ya ジュウゴヤ
4r08 gya.ku.te.N ギャクテン	4t24 chyu.:.jyu.N チュウジュン
4r15 jya.ga.i.mo ジャガイモ	4t42 yu.de.da.ko ユデダコ
4r17 ji.N.mya.ku ジンミヤク	

低親密度語

1a01 a.i.kya.ku アイキヤク	1a32 nyu.:.shi.chi ニュウシチ
1a06 ga.ra.yu.ki ガラユキ	1a36 bya.ku.sa.N ビヤクサン
1a07 ka.wa.da.chi カワダチ	1a37 hya.ku.ra.i ヒヤクライ
1a09 kyu.:.ka.tsu キュウカツ	1a38 bi.ru.shya.na ビルシャナ
1a10 ku.ni.ta.mi クニタミ	1a42 ma.N.pi.tsu マンピツ
1a14 jya.ku.jya.ku ジャクジャク	1b08 gya.ku.e.N ギャクエン
1a18 ji.ri.da.ka ジリダカ	1b09 kyu.:.ha.N キュウハン
1a19 shi.wa.ba.ra シワバラ	1b10 gyo.ku.da.i ギョクダイ
1a20 zu.ku.nyu.: ズクニュウ	1b11 kyo.ku.hi.tsu キョクヒツ
1a21 su.mi.ga.ne スミガネ	1b18 za.Q.pa.ku ザッパク
1a25 ta.ka.hi.mo タカヒモ	1b22 jyu.:.ni.ku ジュウニク
1a27 chyu.:.ni.N チュウニン	1b25 jyo.sa.i.ya ジョサイヤ

1b30 chyū.:.bu.ru チュウブル	1f22 so.de.shyō.: ソデシヨウ
1b31 chyō.:.da.tsu チョウダツ	1f24 chyō.ki.bu.ne チョキブネ
1b39 hyō.:.bi.N ヒョウビン	1f27 te.tsu.mu.ji テツムジ
1b44 mi.zu.gu.shi ミズグシ	1f31 ni.ko.po.N ニコポン
1b48 ryō.:.ma.tsu リョウマツ	1f32 nu.ki.ho.N ヌキホン
1b49 ri.N.po.N リンポン	1f35 hi.to.o.to ヒトオト
1c29 te.Q.pa.tsu テッパツ	1f40 he.ki.se.tsu ヘキセツ
1c39 ma.chi.ya.ne マチヤネ	1f47 ri.N.pe.N リンペン
1c41 mu.shi.ba.ra ムシバラ	1g09 ge.ki.ze.tsu ゲキゼツ
1c49 wa.ta.yu.mi ワタユミ	1g17 se.se.na.gi セセナギ
1c50 hya.Q.so.ku ヒヤツソク	1g18 ze.N.sa.tsu ゼンサツ
1d10 ke.N.ze.tsu ケンゼツ	1g19 so.ra.do.ke ソラドケ
1d18 se.N.pi.tsu センピツ	1g26 to.me.ya.ma トメヤマ
1d23 chya.ku.ha.tsu チャクハツ	1g33 bya.ku.go.: ビヤクゴウ
1d28 na.ki.yo.ri ナキヨリ	1g36 he.na.bu.ri ヘナブリ
1d48 wa.ru.do.me ワルドメ	1g41 me.N.pe.ki メンペキ
1e05 ka.ne.za.shi カネザシ	1g44 yu.bi.shya.ku ユビシヤク
1e07 kya.ra.bo.ku キャラボク	1h13 ko.mo.da.re コモダレ
1e22 ta.wa.re.me タワレメ	1h27 te.N.po.N テンポン
1e29 pa.:.go.ra パーゴラ	1h49 kyo.:.ji.ya キョウジヤ
1e30 ha.ko.se.ko ハコセコ	1i09 gyo.ku.ta.i ギョクタイ
1e34 he.ra.zu.ke ヘラヅケ	1i13 za.Q.pu.N ザップン
1e35 be.N.be.tsu ベンベツ	1i15 jya.Q.kyu.: ジャツキュウ
1e38 ma.N.chya.ku マンチャク	1i17 jyu.N.pi.tsu ジュンピツ
1e44 yo.na.ge.ya ヨナゲヤ	1i22 su.e.fu.ro スエフロ
1e46 rya.ku.bo.: リヤクボウ	1i26 chyō.ku.da.i チョクダイ
1e50 so.ho.N.sa ソホンサ	1i31 nyu.:.jya.ku ニュウジャク
1f13 sa.ge.bi.ra サゲビラ	1i35 hya.ku.shyu.tsu ヒヤクシュツ
1f15 jyo.:.go.ya ジョウゴヤ	1i36 hyō.:.yu.: ヒョウユウ
1f16 shyō.:.mo.no ショウモノ	1i38 bi.N.pa.tsu ビンパツ

1i47 ryu.:.ni.chi リュウニチ	1p24 de.ko.mo.no デコモノ
1j06 ka.wa.ho.ne カワホネ	1p27 to.ki.gi.nu トキギヌ
1j10 ke.mu.da.shi ケムダシ	1p37 bo.te.fu.ri ボテフリ
1j17 jya.ku.do.ku ジャクドク	1q27 ha.gu.ro.me ハグロメ
1j19 su.te.ga.na ステガナ	1q47 ko.ro.mo.de コロモデ
1j25 tsu.ke.za.shi ツケザシ	1r11 ge.ba.ru.to ゲバルト
1j36 be.ni.ga.ra ベニガラ	1r21 so.ma.go.ya ソマゴヤ
1j42 mo.to.go.me モトゴメ	1r23 da.tsu.zo.ku ダツゾク
1k05 ka.shya.ga.ta カシャガタ	1r24 chyu.:.mi.tsu チュウミツ
1k24 chya.ku.ji.N チャクジン	1r41 mo.no.no.gu モノノグ
1k41 mi.sa.sa.gi ミササギ	1r47 wa.re.bo.me ワレボメ
1l44 ya.ki.fu.de ヤキフデ	1r50 shyu.ro.chi.ku シュロチク
1l50 shi.ki.ri.shyo シキリシヨ	1s09 ku.re.mu.tsu クレムツ
1m17 sa.su.pu.ro サスプロ	1s26 do.bu.zu.ke ドブツケ
1m43 mu.ka.ba.ki ムカバキ	1s29 nu.ri.go.me ヌリゴメ
1n26 te.N.pe.ra テンペラ	1s33 hi.ro.bu.ta ヒロブタ
1n49 chyo.:.zu.ba チョウズバ	1s34 be.ta.gu.mi ベタグミ
1o17 shyo.ku.fu.ku ショクフク	1s50 fu.ji.gi.nu フジギヌ
1o24 chi.yo.ro.zu チヨロズ	1t16 jyu.:.shyu.tsu ジュウシュツ
1o31 ne.no.ho.shi ネノホシ	1t21 so.ma.ya.ma ソマヤマ
1o33 ha.na.mi.zo ハナミゾ	1t34 pu.chi.bu.ru プチブル
1o36 pu.re.re.ko プレレコ	

単音節

001 a ア	007 ki キ	013 su ス
002 i イ	008 ku ク	014 se セ
003 u ウ	009 ke ケ	015 so ソ
004 e エ	010 ko コ	016 ta タ
005 o オ	011 sa サ	017 chi チ
006 ka カ	012 shi シ	018 tsu ツ

019 te テ	047 gu グ	075 chyū チュ
020 to ト	048 ge ゲ	076 chyō チョ
021 na ナ	049 go ゴ	077 nya ニヤ
022 ni ニ	050 za ザ	078 nyū ニュ
023 nu ヌ	051 ji ジ	079 nyo ニョ
024 ne ネ	052 zu ズ	080 hya ヒヤ
025 no ノ	053 ze ゼ	081 hyū ヒュ
026 ha ハ	054 zo ゾ	082 hyō ヒョ
027 hi ヒ	055 da ダ	083 mya ミヤ
028 fu フ	056 de デ	084 myū ミュ
029 he ヘ	057 do ド	085 myō ミョ
030 ho ホ	058 ba バ	086 rya リヤ
031 ma マ	059 bi ビ	087 ryū リュ
032 mi ミ	060 bu ブ	088 ryō リョ
033 mu ム	061 be ベ	089 gya ギヤ
034 me メ	062 bo ボ	090 gyū ギュ
035 mo モ	063 pa パ	091 gyo ギョ
036 ya ヤ	064 pi ピ	092 jya ジャ
037 yu ユ	065 pu プ	093 jyu ジュ
038 yo ヨ	066 pe ペ	094 jyo ジョ
039 ra ラ	067 po ポ	095 bya ビヤ
040 ri リ	068 kya キヤ	096 byū ビュ
041 ru ル	069 kyū キュ	097 byō ビョ
042 re レ	070 kyo キョ	098 pya ピヤ
043 ro ロ	071 shya シャ	099 pyū ピュ
044 wa ワ	072 shyū シュ	100 pyō ピョ
045 ga ガ	073 shyo ショ	
046 gi ギ	074 chya チャ	

第 4.2 節で用いた刺激

高親密度語

4h05	カケソバ	ka.ke.so.ba	4m36	ヒトジチ	hi.to.ji.chi
4k05	ガクブチ	ga.ku.bu.chi	4i39	ホヤホヤ	ho.ya.ho.ya
4k07	キキトリ	ki.ki.to.ri	4a06	ガニマタ	ga.ni.ma.ta
4e07	キャラメル	kya.ra.me.ru	4s08	キヤクセキ	kya.ku.se.ki
4k09	ゲツマツ	ge.tsu.ma.tsu	4t11	ケシゴム	ke.shi.go.mu
4g13	コレホド	ko.re.ho.do	4q45	サケグセ	sa.ke.gu.se
4q12	ゴタゴタ	go.ta.go.ta	4p21	ゼツメツ	ze.tsu.me.tsu
4t16	シナモノ	shi.na.mo.no	4i21	ソプラノ	so.pu.ra.no
4b16	ジグザグ	ji.gu.za.gu	4e26	トモダチ	to.mo.da.chi
4p42	ヨビステ	yo.bi.su.te	4q26	ナゾナゾ	na.zo.na.zo
4s06	カザカミ	ka.za.ka.mi	4i35	ハバヨセ	ha.ba.yo.se
4o05	ガクワリ	ga.ku.wa.ri	4s36	パリパリ	pa.ri.pa.ri
4t07	キズモノ	ki.zu.mo.no	4m35	ビショヌレ	bi.shyo.nu.re
4s16	シナギレ	shi.na.gi.re	4t42	ユデダコ	yu.de.da.ko
4a17	シャブシャブ	shya.bu.shya.bu	4g06	カベガミ	ka.be.ga.mi
4i24	チャルメラ	chya.ru.me.ra	4m13	コクフク	ko.ku.fu.ku
4c26	ドロヌマ	do.ro.nu.ma	4q31	ピストル	pi.su.to.ru
4e29	ネコババ	ne.ko.ba.ba			

低親密度語

1i35	ヒヤクシュツ	hya.ku.shyu.tsu	1m17	サスプロ	sa.su.pu.ro
1a06	ガラユキ	ga.ra.yu.ki	1p37	ボテフリ	bo.te.fu.ri
1a07	カワダチ	ka.wa.da.chi	1a10	クニタミ	ku.ni.ta.mi
1a38	ビルシャナ	bi.ru.shya.na	1a18	ジリダカ	ji.ri.da.ka
1b44	ミズグシ	mi.zu.gu.shi	1a19	シワバラ	shi.wa.ba.ra
1e30	ハコセコ	ha.ko.se.ko	1c39	マチヤネ	ma.chi.ya.ne
1g26	トメヤマ	to.me.ya.ma	1f24	チョキブネ	chyo.ki.bu.ne

1f27	テツムジ	te.tsu.mu.ji	1r11	ゲバルト	ge.ba.ru.to
1g17	セセナギ	se.se.na.gi	1r21	ソマゴヤ	so.ma.go.ya
1j42	モトゴメ	mo.to.go.me	1s50	フジギヌ	fu.ji.gi.nu
1r41	モノノグ	mo.no.no.gu	1g09	ゲキゼツ	ge.ki.ze.tsu
1s26	ドブツケ	do.bu.zu.ke	1j06	カワホネ	ka.wa.ho.ne
1a14	ジャクジャク	jya.ku.jya.ku	1j36	ベニガラ	be.ni.ga.ra
1a25	タカヒモ	ta.ka.hi.mo	1o33	ハナミゾ	ha.na.mi.zo
1d28	ナキヨリ	na.ki.yo.ri	1p24	デコモノ	de.ko.mo.no
1e22	タワレメ	ta.wa.re.me	1b11	キョクヒツ	kyo.ku.hi.tsu
1e34	ヘラツケ	he.ra.zu.ke	1150	シキリシヨ	shi.ki.ri.shyo
1j25	ツケザシ	tsu.ke.za.shi			

第 4.3 節で用いた刺激

日本語音韻体系に同様の対立として存在する英語音韻対

deep–keep hope–soap boat–boot get–got swimming–swinging defend–descend him–hip mad–man

日本語音韻体系に同様の対立として存在しない英語音韻対

[FP] bare–bail boar–bowl dare–dale dire–dial fair–fail fear–feel hare–hail mare–mail mire–mile pare–pail roar–roll sore–soul tear–tail wire–while [FC] bird–build card–called cord–cold gourd–gold heart–halt mart–malt mired–mild sheared–shield tired–tiled wierd–wield [IP] rate–late red–led rear–leer rude–lewd rice–lice rim–limb rhyme–lime rip–lip writ–lit rock–lock wrong–long rot–lot [IC] grew–glue pray–play pry–ply braze–blaze bruise–blues cram–clam crowd–cloud kraut–clout crown–clown goat–gloat prop–plop bracken–blacken