

ロシア語における有声性の対立と対立弱化:  
音響と知覚

松井 真雪

2014年(平成26年)度 広島大学文学研究科 博士論文

2015年(平成27年) 3月

© 2015  
Mayuki Matsui, Japan  
All rights reserved.

# ロシア語における有声性の対立と対立の弱化:

## 音響と知覚

松井真雪

### 要旨

本論文の目的は2つある。第1の目的は、ロシア語における有声阻害音と無声阻害音の対立、ならびに対立弱化に関わる、音響特性と知覚特性を記述することである。第2の目的は、有声阻害音と無声阻害音の対立と対立弱化の理論的位置づけを検討することである。具体的には、次に挙げる5つの問題に答える。

1. ロシア語において、有声阻害音と無声阻害音の対立は音響的にどのように実現されるのだろうか？
2. 有声阻害音と無声阻害音はいかなる知覚特性を持っているのだろうか？
3. 有声阻害音と無声阻害音の対立が中和されるといわれる音声環境（語末）においては、有声性の対立と音響量の関係はどうなっているのだろうか？
4. 語末において、有声阻害音と無声阻害音の差異は、知覚可能なのだろうか？
5. ロシア語における阻害音の有声性の対立と対立弱化は、音韻論と音声学の間でどのように位置づけられるのだろうか？

ロシア語を含む諸言語の語末位置においては、有声阻害音が無声化するという記述

がなされている (final devoicing; 以降、FD と記す)。音韻理論は、FD の結果として、有声阻害音と無声阻害音の対立が完全に中和すること (complete neutralization) を予測する。その一方で、この予測を検証した諸言語の研究は、中和することが予測される音声間に、微細ではあるものの一貫した差異が観察されることを示している。このような観察は、音声研究者によって、不完全中和 (incomplete neutralization) という呼称で知られている。

ロシア語においても、FD による不完全中和が報告されているが、少なくとも、次の3種類の問題が未解決である。第1の問題は、対立が中和する環境における音声の産出 (speech production) に関する問題である。この問題を解決するためには、先行研究によって指摘されている副次的要因を考慮に入れた上で、新たな実証的資料に基づいて検討する必要がある。第2の問題は、音声知覚 (speech perception) に関する問題である。同一の聞き手が、閉鎖音と摩擦音における基底有声性の違いを、どのように知覚するのかという問題は、ロシア語のFDにとって極めて重要且つ基本的な問題でありながらも、いずれの先行研究においても未解決の重要課題である。最後に、第3の問題は、不完全中和の原理に関する問題である。中和は、対立の存在を前提としている。このことはつまり、ロシア語の不完全中和の原理は、ロシア語の有声阻害音と無声阻害音の対立をどのように定式化するのかに少なからず依存するということを意味する。より具体的には、ロシア語の有声阻害音と無声阻害音の喉頭素性 (laryngeal feature) をどのように仮定するか、そして、そこからいかに表層表示を導くかによって、不完全中和の原理や理論的意義は異なってくるだろう。

本論文では、喉頭特徴の類型論的研究 (Beckman et al. (2013)) で提案されている喉

## 和文要旨

頭素性の枠組みを批判的に検討しつつ、ロシア語における喉頭素性を再考する。その上で、再考された喉頭素性に基づいて、不完全中和を説明することを試みる。

本論文は、8つの章から成っている。第1章では、本論文の研究の動機や研究課題、論文の全体像が示されている。続いて第2章は、本論文の議論にとって重要な先行研究の検討に割かれている。第3～6章においては、ロシア語における有声性の対立と中和に関する経験的証拠を示す。第3章では、音声産出実験によって、有声性の対立が保たれる音声環境（語中母音間）における、ロシア語の有声阻害音と無声阻害音の音響特徴を示す。第4章では、音声知覚実験によって、有声性によって対立する音声の知覚特性を示す。第5章では、**final devoicing**によって有声性の対立が中和することが予測される音声環境（語末）における、有声阻害音と無声阻害音の音響特徴を示す。第6章では、音声知覚実験によって、不完全中和の音声知覚特性を検討する。第7章においては、第3章から第6章で示された知見を要約する。それと同時に、経験的証拠に基づいて喉頭素性に関する作業仮説を再検討し、改訂案を提案する。最後に、第8章において、本研究で明らかにしたことを要約し、論を結ぶ。

冒頭で提示した5つの問題に対する、本論文の主要な結論は、次の通りである。

語中母音間における有声阻害音と無声阻害音の音声実現を、疑似名詞を用いて検討した（“Wug test”，実験1）。その結果、ロシア語の語中母音間の有声阻害音には阻害音の狭窄部に顕著な声帯振動が観察され、無声閉鎖音は、有声音に両端を挟まれた音声環境にあっても、阻害音の狭窄部に声帯振動がほとんど観察されないことが示された。この観察に基づき、ロシア語の有声阻害音と無声阻害音のどちらの系列にも、喉頭素性が指定されている（**Voiced vs. voiceless = [voice] vs. [X]**）という解釈を提案した。そ

れと同時に、有声阻害音と無声阻害音の対立は複数の音響特徴によって具現されることを示した。

知覚混同のパターンを観察するために、音声に白色雑音を付加した条件下で、聞き手の音声知覚特性を検討した (実験 2)。その結果、閉鎖音と摩擦音の間に知覚上の非対称性が観察されることを示した。具体的には、閉鎖音における有声性は摩擦音における有声性よりも混同されやすい (知覚的類似性が高い) ことを示した。この結果は、先行研究が英語に関して報告している傾向とは、逆の傾向であった。

語末位置における有声阻害音と無声阻害音の音声実現を、疑似名詞を用いて検討した (“Wug test”, 実験 3)。この実験では、文中発話の FD (発話末ではない語末位置における FD) が検討された。その結果、(無声化した) 有声阻害音と無声阻害音の間に、微細ながら一貫した差異が認められることを示した。この観察は、いわゆる「不完全中和 (incomplete neutralization)」の一事例として位置づけられる。以上の観察から、ロシア語の FD は従来の理論において主張されてきたようなカテゴリー的な性質 (categorical) のプロセスというよりも、漸次的性質 (gradient) のプロセスであることが示唆される。さらに、語末位置における阻害音の音声実現は、後続する韻律境界 (prosodic boundary) の強度によっても左右されている可能性があることを指摘した。

実験 3 で採録された音声を、ロシア語を母語とする聞き手に聞かせることによって、語末位置における有声阻害音と無声阻害音の知覚特性を検討した (実験 4)。音声同定実験の結果、聞き手は不完全に中和した音声 (閉鎖音と摩擦音を含む) をある程度知覚可能であることを示した。また、有声性の知覚手がかりとされている音響特徴が、閉鎖音と摩擦音とで異なっていることが示唆された。

## 和文要旨

喉頭特徴の類型論的研究 (Beckman *et al.* (2013)) で提案されているロシア語の喉頭素性を再検討し、改定案を提案した。その提案に基づいて、ロシア語の FD を再解釈した。喉頭特徴の類型論において問題となっている「passive voicing の謎」と、ロシア語の語末位置に生じる漸次的性質の無声化 (FD) は、「音声学における不完全指定 (phonetic underspecification, Keating (1988))」という共通の原理によって説明できる可能性を提案した。

# Voicing contrast and contrast reduction in Russian:

## Acoustics and perception

by Mayuki Matsui

### ABSTRACT OF THE DISSERTATION

The present dissertation has two aims. One is to describe voicing contrast and contrast reduction of Russian obstruents (stops and fricatives) in terms of speech acoustics and perception. Another is to discuss the phonological interpretation of Russian voiced and voiceless obstruents and the devoicing of voiced obstruents in word-final position. The specific questions to be answered in this dissertation are as follows:

1. How is voicing contrast phonetically implemented in intervocalic positions by native speakers of Russian?
2. How is the contrast perceived by listeners in noise as well as in quiet conditions?
3. Is the voicing contrast completely neutralized in word-final positions?
4. Are the “incompletely” neutralized contrasts perceptible for listeners?
5. What is the phonological (re-)interpretation of Russian word-final devoicing?

Russian has two-way voicing contrast in obstruents (stops and fricatives). Previous studies have claimed that Russian voiced obstruents are devoiced in word-final positions, resulting in voicing neutralization. However, this neutralization may be incomplete: small but consistent acoustic/ perceptual differences have been observed between putative neutralized sounds in Russian (among others, Dmitrieva et al. (2010), Kharlamov (2012)) as well as in other languages (Among others, Port and O’Dell (1985), Roettger et al. (2014) for German; Dinnsen and Charles-Luce (1984) for Catalan; Warner et al. (2004) for Dutch). For Russian,

while previous acoustic and perceptual studies documented well the word-final devoicing in utterance-final positions (e.g., Kharlamov (2012)), less examined is word-final devoicing in utterance-medial positions. To summarize, the actual status of word-final devoicing and its implications to phonology remain open to debate. Since the concept of neutralization assumes the existence of contrast in the other position(s), it should also be reexamined how the contrast is implemented in non-neutralizing position and how it is interpreted, which more or less affects the theoretical implications of (incomplete) neutralization.

The present dissertation examines Russian voiced and voiceless obstruents both in a neutralizing position and in a non-neutralizing position. On the basis of such data, the underlying representation of Russian voicing contrast and word-final devoicing are discussed within the typological framework proposed by Beckman et al. (2013).

This dissertation consists of eight chapters. Chapter 1 describes the motivations of the study, the structure of the dissertation, and the main conclusions. Chapter 2 is devoted to reviewing the previous literature, and in particular, the theoretical background. Chapter 3 describes acoustic characteristics of voiced and voiceless obstruents in intervocalic positions, where the voicing contrast is maintained. Chapter 4 examines the perception of intervocalic stops and fricatives in noise and in quiet conditions. Chapter 5 examines acoustic characteristics of voiced and voiceless obstruents in word-final (but utterance-medial) position, where the voicing contrast is supposed to be lost. Chapter 6 examines the perception of voicing contrast in the (incompletely) neutralizing position examined in chapter 5. In chapter 7, experimental findings presented in the previous chapters are summarized, and then, phonological implications of those findings are discussed. Finally, chapter 8 describes the conclusions of the dissertation.

The main answers to above-mentioned five questions are as follows. The results of the



acoustic study in intervocalic positions showed that Russian voiced obstruents are typically realized with robust vocal fold vibration in non-neutralizing positions, replicating previous studies. The voiceless obstruents, on the other hand, are typically realized with only short voicing durations, even though the obstruents are flanked by voiced sounds (i.e., vowels). On the basis of these observations, the author posited that the phonological (underlying) representation of Russian voicing contrast is [voice] vs. [X] (where X is not [voice]). That is, laryngeal features are specified both in voiced and voiceless obstruents. The results also demonstrated that voicing contrast is maintained by some durational properties (e.g., preceding vowel duration) as well as some frequency properties (e.g., the value of fundamental frequency at the edge of the preceding vowel). The results of the noise-masking experiment demonstrated manner asymmetries in voicing contrast: voicing contrast in stops is harder to perceive than in fricatives. The results of the acoustic study in word-final positions showed that, although both the voiceless obstruents and their “devoiced” counterparts are realized with only short voicing tails, they are distinguished by some durational properties (for stops, the duration of the preceding vowel; for fricatives, the duration of the voicing during frication), suggesting the case of incomplete neutralization. Those “incompletely” neutralized sounds are correctly identified as being above chance-level. On the basis of these observations, the surface representation of “devoiced” and “true” voiceless obstruent in word-final positions is interpreted as [ ] (unspecified) vs. [X]. That is, laryngeal features are specified only in “true” voiceless obstruents in the surface representation. It is further proposed that both Russian incomplete word-final devoicing and gradient intervocalic voicing observed in other languages can be explained as a consequence of *phonetic underspecification* (Keating (1988), See also, Hsu (1996), Steriade (1997)).

## 謝辞/ Acknowledgements/ Благодарности

本論文は、身の回りの方々の支えがあったからこそ、完成する事が出来ました。博士論文の執筆過程における、様々な人との素晴らしい出会いや出来事に感謝します。以下に、本論文を完成させるにあたって、特に重要な意味を持った人々との出会いや出来事について、綴りたいと思います。

最初に、指導教員の五十嵐陽介先生に、感謝の意を表します。筆者は、2010年4月に広島大学大学院に入学して以来、五十嵐先生からご指導ご鞭撻を賜りました。研究内容に対する具体的な助言は勿論のこと、五十嵐先生自身の積極的な研究姿勢から、筆者は多大な影響を受けました。筆者にとって、五十嵐先生は、指導者としても、また研究者としても、尊敬できる師です。研究者として飛び立つ以前の「下積み」にあたる大学院生時代を、五十嵐先生のもとで過ごせたことは、筆者の今後の研究生活にとって、重要な意義を持つでしょう。

次に、博士論文外部審査委員を務めてくださった川原繁人先生に、感謝の意を表します。川原先生とは、2011年1月の促音ワークショップの場で知り合ってから、指導教員に次いで最も頻繁に研究上の交流をさせていただいてまいりました。川原先生の教え子で筆者と同分野の研究をしている Aaron Braver 博士と出会えたことも、博士論文執筆の大きな原動力となりました。博士論文審査会では、川原先生から、厳しくも的確で、学問的に興味深いコメントを多数いただき、今後の研究を進めていくことができますように楽しみになりました。審査会は、川原先生のおかげで大変有意義なものとなりました。

博士論文学内審査委員会の、今田良信先生、高永茂先生、今林修先生に対しても、心から感謝申し上げます。特に、今田良信先生には、修士課程時代から、筆者の副指導教員を務めていただきました。筆者は、今田先生のお人柄や立ち居振る舞いから、有形・無形の事を学ばせていただきました。

## 謝辞

本論文の資料収集に際しては、ロシア連邦オレンブルグ市の皆様に大変お世話になりました。音声実験に参加してくださった方々に、心よりお礼申し上げます。特に、オレンブルグ国立大学の Liudmila Dokashenko 先生には、言葉では表現し尽くせないほどの感謝の気持ちを持っています。なぜなら、同氏が筆者を信頼し、ロシアで研究をする機会を与えてくださったからこそ、博士論文に必要な資料を集めることができたからです。筆者とオレンブルグ国立大学との間にご縁が生まれた背景には、広島大学で出会った何人かの日本人・ロシア人学生の存在もあります。日本での予備実験に協力してくださった方々にも、お礼申し上げます。

本論文を執筆する過程において、国内外の学会で研究発表をさせていただきました。その際に有意義なコメントをくださった研究者の方々にもお礼申し上げます。紙面の都合上、全ての方のお名前を紹介することはできませんが、ここでは特に、Alexei Kochetov 先生に感謝の意を表します。Kochetov 先生は、2011年8月の International Congress of Phonetic Sciences でご一緒して以来、重要な文献をご教示いただいたり、参考資料を提供いただいたり、また時には、広島大学を訪問していただいたり、進路や研究上の相談に乗っていただいたりと、多大なご支援をいただきました。

ロシアでの在外研究も含めて、博士論文の執筆は決して楽な道のりではありませんでした。しかし、筆者にとって、大変重要な自己成長の機会となりました。

最後に、いつも温かく見守ってくれる友人たちと、現在に至るまで手のかかる娘を育てあげてくれた家族に対して、心から感謝します。

I would like to express my true gratitude to all the people and all the things I encountered during my dissertation project. Я благодарна за встречи с чудесными людьми и за все, что случилось со мной в магистратуре и в докторантуре. Огромное спасибо.

2015年3月

広島県東広島市にて

# 目次

<b>第1章 序論</b> -----	<b>1</b>
1.1 研究の動機	1
1.2 本研究が取り組む問題	4
1.2.1 対立位置 (語中母音間) における有声阻害音と無声阻害音の音響特徴	4
1.2.2 有声阻害音と無声阻害音の知覚混同パターン	5
1.2.3 中和位置 (語末) における有声阻害音と無声阻害音の音響特徴	5
1.2.4 中和位置 (語末) における有声阻害音と無声阻害音の音声知覚	5
1.2.5 音韻論と音声学をつなぐ表層表示の性質	6
1.3 用語	6
1.3.1 有声・無声 (voiced, voiceless)	6
1.3.2 阻害音 (obstruent)	7
1.3.3 中和 (neutralization)	7
1.4 論文の構成	9
<b>第2章 研究背景</b> -----	<b>10</b>
2.1 はじめに	10
2.2 生成音韻論の枠組みと措定	10
2.2.1 音声学と音韻論の棲み分け	11
2.2.2 音韻論と音声学の一方向性	13
2.2.3 要約	14
2.3 有声性の対立	14
2.3.1 喉頭特徴の類型論的研究 (Beckman <i>et al.</i> (2013)): 概観	15
2.3.2 ロシア語の喉頭特徴に関する弁別素性	16
2.3.3 欠如的素性か二項的素性か	17
2.3.4 未解決の問題	18
2.3.4.1 Passive voicing の謎	19
2.3.4.2 「Passive voicing の謎」に対する Beckman <i>et al.</i> (2013) の説明	19
2.3.4.3 素性 [constricted glottis]	22
2.3.4.4 摩擦音の喉頭素性	24
2.3.5 要約	25
2.4 有声性の (不完全) 中和	25

2.4.1	音韻理論における final devoicing	26
2.4.1.1	「音声的な」無声化と「音韻的な」無声化	26
2.4.1.2	「音韻的な」無声化としての final devoicing	26
2.4.1.3	線形音韻論による定式化	27
2.4.1.4	非線形音韻論による定式化	28
2.4.1.5	最適性理論による定式化	30
2.4.1.6	音韻論から音声学への橋渡し	31
2.4.2	不完全中和論争	32
2.4.3	ロシア語における不完全中和	35
2.4.3.1	音声産出	35
2.4.3.2	音声知覚	40
2.4.4	要約	42
2.5	有声性の対立と中和の理解に向けて	44
2.5.1	作業仮説	44
2.5.1.1	音声学における不完全指定	44
2.5.1.2	ロシア語の喉頭素性に関する作業仮説	45
2.5.1.3	Final devoicing に関する作業仮説	47
2.5.2	後続の章において取り組む課題	49
<b>第3章 有声阻害音と無声阻害音の対立に関連する音響特徴</b>		<b>----- 51</b>
3.1	はじめに	51
3.2	研究背景	51
3.2.1	ロシア語における有声阻害音と無声阻害音の記述	51
3.2.2	喉頭特徴の類型論的観点から見たロシア語有声阻害音と無声阻害音	52
3.2.3	本研究	53
3.3	実験 1	53
3.3.1	概要	53
3.3.2	音声刺激の準備	54
3.3.3	音声産出実験	54
3.3.3.1	実験参加者	54
3.3.3.2	試験語	55
3.3.3.3	手順	55
3.3.3.4	録音条件	57
3.3.4	音響分析	57
3.3.5	分析データ数	60

3.3.6	結果	61
3.3.6.1	閉鎖音	61
3.3.6.2	閉鎖音の音響特徴の要約	70
3.3.6.3	摩擦音	70
3.3.6.4	摩擦音の音響特徴の要約	81
3.4	考察	82
3.4.1	有声阻害音と無声阻害音を区別する音響特徴	82
3.4.2	有声摩擦音の一部に観察された部分的な無声化	83
<b>第4章</b>	<b>語中母音間の有声阻害音と無声阻害音の音声知覚特性</b>	<b>----- 86</b>
4.1	はじめに	86
4.2	研究背景	88
4.2.1	雑音マスキング実験	88
4.2.2	本研究	90
4.3	実験 2a	90
4.3.1	概要	91
4.3.2	音声刺激	91
4.3.2.1	素材	91
4.3.2.2	音声刺激の録音	91
4.3.2.3	録音音声の編集	92
4.3.3	実験参加者	93
4.3.4	実験手順	94
4.3.5	結果	95
4.3.6	実験 2a の要約	96
4.4	実験 2b	96
4.4.1	概要	96
4.4.2	音声刺激	97
4.4.2.1	マスクの種類	97
4.4.2.2	信号対雑音比	98
4.4.3	実験参加者	98
4.4.4	実験手順	99
4.4.5	分析	99
4.4.6	結果	101
4.4.6.1	雑音条件における知覚混同の割合	101
4.4.6.2	閉鎖音と摩擦音における有声性の知覚	103

4.4.6.3	アクセントの位置の影響	105
4.4.7	実験 2b の要約	107
4.5	考察	108
4.5.1	閉鎖音における有声性と摩擦音における有声性の間の非対称性	108
4.5.2	閉鎖音における、無声音へ回答の偏り	109
<b>第5章</b>	<b>語末位置における有声阻害音の無声化：音響</b>	<b>----- 111</b>
5.1	はじめに	111
5.2	研究背景	112
5.2.1	先行研究の方法論と韻律的環境	112
5.2.2	本研究	112
5.3	実験 3	114
5.3.1	概要	114
5.3.2	音声刺激の準備	114
5.3.3	音声産出実験	115
5.3.3.1	実験参加者	115
5.3.3.2	試験語	116
5.3.3.3	手順	116
5.3.3.4	場所・機材	118
5.3.4	音響分析	118
5.3.5	分析データ数	121
5.3.6	結果	122
5.3.6.1	音声刺激の確認	122
5.3.6.2	閉鎖音	123
5.3.6.3	摩擦音	128
5.4	考察	133
5.4.1	不完全中和の実在性	133
5.4.2	Final devoicing の音声的詳細と韻律的環境	134
<b>第6章</b>	<b>語末位置における有声阻害音の無声化：知覚</b>	<b>----- 137</b>
6.1	はじめに	137
6.2	研究背景	137
6.3	実験 4	138
6.3.1	概要	138
6.3.2	実験参加者	139

6.3.3	音声刺激	139
6.3.4	実験手順	141
6.3.5	問題数・音声提示順序	142
6.3.6	結果	142
6.3.6.1	全体傾向	142
6.3.6.2	聞き手の有声・無声の回答選択に影響を与える要因	144
6.3.6.3	回答の正誤に影響を与える要因	148
6.4	考察	149
6.4.1	音声刺激の基底有声性の違いが、回答選択に与える影響	150
6.4.2	聞き手の回答選択を左右する音響特徴	150
6.4.3	回答の正誤を左右する要因	151
6.4.4	総合考察	152
<b>第7章 実験結果の要約と考察</b>		<b>154</b>
7.1	はじめに	154
7.2	実験結果の要約	154
7.3	ロシア語における喉頭素性	158
7.3.1	有声阻害音	158
7.3.2	無声阻害音	159
7.3.3	無声閉鎖音に指定されている素性	160
7.3.4	要約	163
7.4	Final devoicing の解釈	163
7.5	理論的考察	164
7.5.1	Passive voicing とロシア語の final devoicing の原理	164
7.5.2	音声学と音韻論の関係論への含意	167
7.6	閉鎖音と摩擦音の間の非対称性	170
7.7	今後の課題	171
<b>第8章 結論</b>		<b>173</b>
8.1	本研究が取り組んだ問題	172
8.1.1	対立位置 (語中母音間) における有声阻害音と無声阻害音の音響特徴	172
8.1.2	有声阻害音と無声阻害音の知覚混同パターン	173
8.1.3	中和位置(語末) における有声阻害音と無声阻害音の音響特徴	173
8.1.4	中和位置 (語末) における有声阻害音と無声阻害音の音声知覚	173
8.1.5	音韻論と音声学をつなぐ表層表示の性質	173



引用文献	-----	175
付録	-----	185

# 第1章

## 序論

本論文の目的は2つある。第1の目的は、ロシア語における有声阻害音と無声阻害音の対立、ならびに対立弱化に関わる、音響特性と知覚特性を記述することである。第2の目的は、有声阻害音と無声阻害音の対立と対立弱化の理論的位置づけを再考することである。

本章ではまず、1.1 節において、本研究が上述の研究課題を取り扱う動機を述べ、1.2 節において、本研究が取り組む具体的な問題とそれらに対する主要な結論を予告する。1.3 節では、本論文において用いられる主要な用語の定義を明確にする。最後に1.4 節では、論文の構成を示す。

### 1.1 研究の動機

音韻論における基本的概念に、対立 (contrast, opposition) と中和 (neutralization) というものがある。対立とは、「特定の言語において、語の意味に差異をもたらさうるような音の違い」を指す (亀井他 (1996: 148))<sup>1</sup>。中和 (neutralization) とは、先述の「特定の言語において、語の意味に差異をもたらさうるような音の違い」が、特定の音声環境 (語末など) において消失することを指す。

---

<sup>1</sup> 亀井他 (1996: 149) に記載があるように、ここで言う「語の意味」とはいわゆる「知的意味」であって、発話に伴う感情表現 (怒り、悲しみなど) や話し手の属性 (男女、年齢など) についての情報などは含まない。

これらの概念は、Trubetzkoy (1939) で体系化され、後の生成音韻論 (generative phonology; Chomsky and Halle (1968) 以降) へと引き継がれて行った。生成音韻論は生成文法の音韻部門に位置づけられており、過去半世紀に渡って音声研究に多大な影響を与えてきた音韻理論である。

生成音韻論の教科書には、中和の典型例として、final devoicing という現象の記述がしばしば登場する (e.g., Kenstowicz (1994), Odden (2005))。Final devoicing (以降、FD と記す) とは、語末や音節末など、末尾位置 (final position) において、有声音が無声化する現象を総称する用語である。(1.1) にロシア語の FD の例を挙げる。

(1.1) a. *zuby* [zubi] ‘歯 (複数主格形)’ b. *zub* [zup] ‘歯 (単数主格形)’

(1.1a) の例から分かるように、母音 (または共鳴子音) が語中で後続する場合には、阻害音は有声性の違いによって対立する。一方、(1.1b) のように、問題の阻害音が語末に位置する場合には、有声阻害音が無声阻害音と交替すると言われる。FD は、ロシア語だけではなく、ドイツ語、オランダ語、カタロニア語、ポーランド語など、言語横断的に観察される (FD のレビューとして、Meyers (2012))。

FD は、生成音韻論の初期に提案された枠組み (Chomsky and Halle (1968)) において、中和規則 (neutralization rule) という形で定式化された。この枠組みは、中和規則が適用されるか否かの 2 者択一の出力を予測する。ここから予測される結果は、「中和する」か「中和しない (即ち、対立する)」かのいずれかである。このようにカテゴリー的 (categorical) ・離散的 (discrete) な性質を有する無声化現象は、生成音韻論の枠組

みにおいて、音韻論で扱う現象であると捉えられてきた (詳細は、第2章で検討する)。この見解の根拠とされてきたのは、言語学者の聴覚印象や、少数の母語話者による内省的な観察 - 定性的観察 - であった。

しかしながら近年、生成音韻論において理論の礎を担ってきたいくつかの音韻パターンを再考する必要性が喚起されている (e.g., Sproat and Fujimura (1993))。FD も同様に、音韻論的な現象なのか否かを、より慎重に議論すべきであると言える理由がいくつか指摘できる。FD の位置づけを再考する必要性や理論的背景については、第2章で詳述する。

音韻論の解釈が見直されるようになってきた背景には、音声観察方法の進歩と多様化がある。音韻論 (生成音韻論) が誕生した当時、音韻論における理論構築の基盤となる主要な資料は、言語学者の聴覚印象による記述資料もしくは、限られた数の母語話者による内省的観察資料に依拠せざるを得なかった。それと同時に、Trubetzkoy (1939) 以降、音韻論と音声学を二分するという伝統が根強く残っており、これによって、音韻論と音声学は別々に発展を遂げてきたという背景がある (cf. Kohler (1990)), Kawahara (2011))。しかし近年、音韻論と音声学が相互の知見を融合させながら、言語音のパターンを考える動きが活性化してきた (実験音韻論; laboratory phonology, Kingston and Beckman (1990))。実験音韻論とは、概して、資料体の客観的・定量的な分析に立脚して音韻理論を構築する姿勢を有する研究分野である。本論文では、ロシア語母語話者から得た資料体を客観的・定量的に分析することによって、ロシア語の音韻論上の問題 - 対立と中和 - を再考してみたい。さらに、ロシア語で得られた知見を基にして、喉頭特徴の類型論と音韻論と音声学の関係論に関する問題を考察するこ

とも目指す。具体的には、次節で挙げる問題に答える。

## 1.2 本研究が取り組む問題

本研究が取り組む具体的な研究課題は、次の5つである。

1. ロシア語において、有声阻害音と無声阻害音の対立は音響的にどのように実現されるのだろうか？
2. 有声阻害音と無声阻害音はいかなる知覚特性を持っているのだろうか？
3. 有声阻害音と無声阻害音の対立が中和されるといわれる音声環境（語末）においては、有声性の対立と音響量の関係はどうなっているのだろうか？
4. 語末において有声阻害音と無声阻害音の違いは、知覚可能なのだろうか？
5. ロシア語における阻害音の有声性の対立と対立弱化は、音韻論と音声学の間でどのように位置づけられるのだろうか？

1.2.1 節から 1.2.5 節において、以上の5つの問題とそれに対する主要な結論を予告する。

### 1.2.1 対立位置（語中母音間）における有声阻害音と無声阻害音の音響特徴

ロシア語母語話者によるロシア語語中母音間の有声・無声阻害音の音響分析をおこなう。主要な結果としては、ロシア語の語中母音間の有声阻害音には阻害音の狭窄部に顕著な声帯振動が観察され、無声閉鎖音には声帯振動がほとんど観察されないことが示される。この観察と、通言語的な知見を踏まえ、ロシア語の喉頭素性に関する議論がなされる。

また、有声阻害音と無声阻害音の対立は複数の音響特徴によって具現されることを示す。この観察は、後述する「不完全中和」の議論とも密接に関連し合ってくる。

### 1.2.2 有声阻害音と無声阻害音の知覚混同パターン

音声知覚にとって理想的とは言えない条件（背景に雑音がある条件）における、有声阻害音と無声阻害音の知覚混同のパターンを探る。主要な結果としては、閉鎖音と摩擦音の間に知覚上の非対称性が観察されることを示す。この観察と、他言語における研究やロシア語の音韻パターンとを突き合わせると、興味深い知見が得られる。

### 1.2.3 中和位置（語末）における有声阻害音と無声阻害音の音響特徴

有声性の対立が中和されると言われる語末における音響特徴を検討する。主要な結果としては、語末位置において無声化した有声阻害音と無声阻害音の間に、微細ながら一貫した差異が認められることを示す。この観察は、いわゆる「不完全中和 (incomplete neutralization)」の一事例として位置づけられる。

### 1.2.4 中和位置（語末）における有声阻害音と無声阻害音の音声知覚

不完全に中和した音声聞き手にどのように聞き取られるのかを検討する。主要な結果としては、聞き手は不完全に中和した音声のある程度知覚可能であることを示す。さらに、不完全に中和した音声を知覚する際に手がかりとされている音響特徴を探る。

### 1.2.5 音韻論と音声学をつなぐ表層表示の性質

喉頭特徴の類型論的研究 (Beckman *et al.* (2013)) で提案されているロシア語の喉頭素性を再検討し、改定案を提案する。その提案に基づいて、**final devoicing** の再解釈を提案する。提案の要となるのは、音韻論と音声学の間に位置する表層表示 (**surface representation**) の仮定の仕方である。表層表示において喉頭素性が指定されていない状態 (**phonetic underspecification**, Keating (1988)) を仮定することによって、ロシア語における不完全中和の謎と類型論上の謎が、共通の原理で捉えられる可能性を示す。

## 1.3 用語

この節では、本論文全体を通して頻出する基本的な用語の定義を明確にする。その用語とは、「有声・無声」、「阻害音」、「中和・対立弱化」の3つである。これらの用語の定義を、1.3.1 から 1.3.3 節で順に示す。

### 1.3.1 有声・無声 (voiced, voiceless)

声帯の振動を伴って発される音を有声(音)、声帯の振動を伴わずに発される音を無声(音)と呼ぶ (cf. Crystal (2008))。例えば、一般的に、日本語標準語の「蚊 /ka/ [ka]」の子音部 (k) は無声音、「蛾 /ga/ [ga]」の子音部 (g) は有声音と言われる。

文献によっては、有声・無声のことを有声性 (**voicing**) と表現している場合もある。本研究においても、「有声・無声」と「有声性」という用語を互換的に用いる。なお、音声学的な実体に関わらず音韻論的な意味での有声音や無声音について言及する場合には、「基底 (**underlying**) 有声音 (あるいは無声音)」と表現することにする。

### 1.3.2 阻害音 (obstruent)

阻害音 (obstruent) とは、「(調音音声学的には) 口腔内圧が高い音で、(音響音声学的には) 音声波形から非周期性が観察される音 — 具体的には、破裂音 (plosives) と摩擦音 (fricatives), 破擦音 (affricates)」を指す (Ashby (2011: 63), 括弧内の文言は筆者が補った)。例えば、上に挙げた日本語の「蚊 /ka/ [ka]」や「蛾 /ga/ [ga]」の子音部 (k, g) は 阻害音である。

本論文では、上述の「破裂音 (plosive)」の代わりに、閉鎖音 (stop) という用語を用いることにする<sup>2</sup>。したがって、阻害音の下位分類として、閉鎖音・摩擦音・破擦音を位置づける。ただし、本研究では、閉鎖音と摩擦音のみが検討対象となる。なぜなら、ロシア語の破擦音は、有声性の違いによって対立することがないからである。

### 1.3.3 中和 (neutralization)

中和は対立の存在を前提としている。1.1 で既に述べたように、対立 (contrast, opposition) とは、「特定の言語において、語の意味に差異をもたらさうような音の違い」と定義される (亀井他 1996: 148)。中和とは、共時的 (synchronically) に、対立する音声の弁別的機能が特定の音声環境において失われる現象を指す。

Yu (2014) は、中和と合流 (merger) を包括的に捉えることを提案している。合流とは、通時的 (diachronically) に、音声環境 (文脈) に関係なくあらゆる環境において対立が失われる現象である。共時的現象なのか通時的現象かという違いはあるものの、

---

<sup>2</sup> 本稿の議論には直接関わらないが、阻害音における破擦音の位置づけ方は研究者によって若干異なる点に留意されたい。例えば、Collins and Mees (2008) は、阻害音は閉鎖音 (stops) と摩擦音を包括する用語と定義しており、閉鎖音の下位に破裂音と破擦音を位置づけている (Collins and Mees 2008: 47)。



中和と合流には、対立する音声の弁別的機能が失われるという共通点がある。したがって、Yu は、これらを包含する用語として、「対立弱化 (contrast reduction)」という用語を導入している。

Kiparsky (1968) も Yu (2014) に相当する分類をおこなっているが、Kiparsky (1968) は、Yu (2014) の「中和」に相当するものを「位置的中和」、「合流」に相当するものを「絶対的中和」と呼び、両者を共に、「中和」と呼んでいる点に注意する必要がある。

本研究では、Yu (2014) の用語を用いることにする。ただし、本論文において取り扱われる問題は、共時的に観察される対立弱化現象 (即ち、Yu (2014) の定義によるところの「中和」) に限られることをここで断っておく。したがって、本論文では、「中和」と「対立弱化」という用語は、同義的に用いられている。表 1-1 に、先行研究と本研究における用語の対応関係を要約する。

表 1-1 先行研究と本研究における用語の対応関係

	対立が失われる音声環境		
	1 = 文脈依存 (Context-dependent)	2 = 文脈自由 (Context-free)	1 U 2
Kiparsky (1968)	位置的中和 (Positional neutralization)	絶対的中和 (Absolute neutralization)	中和 (Neutralization)
Yu (2014)	中和 (Neutralization)	合流 (Merger)	対立弱化 (Contrast reduction)
本研究	中和	合流	対立弱化

## 1.4 論文の構成

この論文は8つの章から成る。この章に続く第2章では、研究背景を検討し、問題の所在を明確にする。第3章では、有声阻害音と無声阻害音とが対立する音声環境（語中母音間）における音響特徴を検討する（実験1）。この実験では、音声産出実験によって、語中母音間に有声・無声阻害音を含む発話を話し手から導出し、それらの音声の音響分析がなされる。第4章では、語中母音間の有声阻害音と無声阻害音の音声知覚特性を知覚混同のパターンから検討する（実験2ab）。第5章では、先行研究において有声性の対立が（不完全に）中和すると記述されている阻害音に関する、新たな資料が示される（実験3）。第6章では、実験3で得た音声を使った知覚実験結果を示す（実験4）。この実験では、不完全に中和した音声を聞き手に聞かせ、その音声を同定してもらう。第7章では、第3～6章で示された音響・知覚資料を要約するとともに、対立と対立弱化の音韻論的解釈や類型論的な位置づけ、音韻論と音声学の間を結ぶ表層表示の性質について考察する。最後に第8章において、結論を述べる。

なお、本論文における音声の転写には、国際音声字母 (IPA) を用いる。また、音声学・音韻論の慣習にしたがい、音声表記はブラケット ([ ]) で括り、音素表記はスラッシュ (/) で括る。ただし、音声・音素表記の必要が特にならない箇所のロシア語は、キリル文字のラテン文字転写を用いることとする<sup>3</sup>。

また、音韻理論における慣習的な表現にしたがって、弁別素性を表す場合にも、ブラケットを用いる (e.g., [voice], [spread glottis] など)。

---

<sup>3</sup> ただし、 $\mathcal{s} = [\text{ʃ}]$ ,  $\mathcal{z} = [\text{ʒ}]$ ,  $c = [\text{tʃ}]$ ,  $\mathcal{c} = [\text{tʃʰ}]$ ,  $y = [\text{i}]$  とする。音韻論的な硬口蓋化を表す場合にはアポストロフィーを付す (例:  $n' = [\text{n}^h]$ )。

## 第2章

### 研究背景<sup>1</sup>

#### 2.1 はじめに

本章では、本論文での議論にとって重要な先行研究を再検討し、問題の所在を明確にする。この章では特に、理論的な研究背景が検討される。

本章の構成は次の通りである。2.2 節では、本論文における議論の大前提となる、生成音韻論 (generative phonology) の枠組みと措定を確認する。2.3 節では、有声性 (喉頭特徴) の対立に関する先行研究を検討する。具体的には、近年発展しつつある、閉鎖音の喉頭特徴に関する類型論 (Beckman *et al.* (2013)) を再検討し、この類型論において、ロシア語における有声性の対立がどのように位置づけられているのかを検討する。2.4 節では、対立弱化 (中和) に関する研究背景を検討する。具体的には、ロシア語の語末位置における有声性の不完全中和 (incomplete neutralization) の諸問題を検討する。最後に、2.5 節において、類型論研究からの知見と不完全中和研究からの知見とを多角的に検討した上で、本研究が取り組む問題を明確にする。

#### 2.2 生成音韻論の枠組みと措定

生成音韻論 (generative phonology) は生成文法の音韻部門に位置づけられており、Chomsky and Halle (1968) によってその初期理論が提案された。生成音韻論においては、音韻論と音声学は互いに独立した学問領域であるとするモジュール説 (modular

---

<sup>1</sup> 本章における議論の一部は、松井 (2014) に基づいている。

view) が支配的であった。モジュール説における重要な措定として、(I) 離散的 (discrete)・カテゴリー的 (categorical) な性質を有する現象は音韻論に、連続的 (continuous)・漸次的 (gradient) な性質を有する現象は音声学に棲み分けされること、(II) 音韻論と音声学との関係は一方向的であること、以上2点が挙げられる。2.2.1 節から 2.2.2 節において、これら2つの措定を順に確認していく。

### 2.2.1 音韻論と音声学の棲み分け

生成音韻論の重要な特徴の1つは、音韻論の最小単位として、有限個の弁別素性 (distinctive feature) を仮定する点である。例えば、有声阻害音と無声阻害音は、それぞれ、[+consonantal, -sonorant, +voice]、[+consonantal, -sonorant, -voice] と表現される。Gussenhoven and Jacobs (2005: 59) は、生成音韻論における弁別素性の要件 (requirement) として次の3点を挙げている。

1. They should be capable of characterizing natural segment classes.

(弁別素性は、自然音類の特徴を表現することができるべきである。拙訳)

2. They should be capable of describing all segmental contrasts in the world's languages.

(弁別素性は、世界の言語におけるあらゆる分節音の対立を記述することができるべきである。拙訳)

3. They should be definable in phonetic terms.

(弁別素性は、音声学的観点から定義可能であるべきである。拙訳)

現在まで広く受け入れられている弁別素性の目録は、Chomsky and Halle (1968; 以降、*SPE* と記す) で提案された調音音声学的知見に基づいた弁別素性である。弁別素性の目録は、*SPE* 以降、いくつかの改変を経つつ、現在に至るまで、世界の言語音や音声現象を記述・説明するための基本的な理論装置として用いられている。

弁別素性の枠組みが暗示していることは、話者が持つ語の音形に関する知識は、音韻論的対立にかかわる情報 (弁別的特徴) だけを含み、その他の音声的詳細情報 (例えば、調音結合 (coarticulation) の度合いや分節音の時間的詳細情報など) は捨象されるということである。つまりこのことは、音韻論は離散的 (discrete)・カテゴリー的 (categorical) な単位で構成されるという措定が存在していることを含意している。

音韻論が離散性によって特徴づけられるのだとしたら、音韻論と音声学は互いにもどのように位置づけられるのだろうか。生成音韻論においては、音韻論は物理的な音声から音声的詳細が捨象された記号 (音声素性) から成る体系である一方で、音声学は音声の物理的な実現そのものを扱う分野であるという考え方が広く受け入れられている。そのような背景から、音韻論が扱う現象は離散的 (discrete)・カテゴリー的 (categorical) な性質を有するのに対し、音声学が扱う対象は連続的 (continuous)・漸次的 (gradient) な性質を有する現象であると規定される。この枠組みのもとでは、人間言語の音声に関わるすべての現象は、音声学と音韻論のいずれかに棲み分けされることになり、その棲み分けは、観察される現象がカテゴリー性を有するか、漸次性を有するかという基準に委ねられることになる。

### 2.2.2 音韻論と音声学の一方向性

2.2.1において、生成音韻論のモジュール説では音声学と音韻論が分離した学問領域に位置づけられていることを述べた。では、そのような枠組みのもとで、我々が実際に発する言語音声はどのようなメカニズムで産出されると考えられているのだろうか。生成音韻論における音声産出モデルのうち、現在でも影響力のあるモデルは、一方向的な音声実現規則 (phonetic implementation) のモデルである。音声実現規則とは、離散的な音声素性 (音韻論の領域) を連続的な調音運動 (音声学の領域) へと写像 (mapping) する規則である。その規則は、普遍的・自動的であるとみなされてきた (cf. Gussenhoven and Jacobs (2005: 116))。例えば、音韻論の最終的な出力形 (表層表示 (surface representation)) において [+voice] という音声素性の指定がある場合、[+voice] に関する音声実現規則によって、音声実現形が普遍的・自動的に決定されると仮定される。このモデルは、(I) 音声実現規則は、言語間で共通していること、(II) 音韻論と音声学は一方向にしか作用しない (音韻論から音声学へ作用するが、その逆はあり得ない) こと、(III) 発話の音声実現は表層表示から完全に予測可能であることを含意する。

しかしながら、以上のモデルには、言語事実が正確に反映されていないことが、数十年前から指摘されており、音声学と音韻論の関係論に関心を払う研究者らにとって主要な議論の1つとなっている (among others, Pierrehumbert (1990), Kingston and Diehl (1994))。モジュール説における phonetic implementation model の問題点としてしばしば議題となることは、(I) 音声実現規則は必ずしも普遍的ではなく言語間で差異が認められること (e.g., F0 の同期パターンに関して、Atterer and Ladd (2004))、(II) 音声実現規

則には、自動的に決定される側面と話者によってコントロールされている側面とが共存する (e.g., 有声性の対立の音声実現に関して、Kingston and Diehl (1994)) こと、(III) 音声学の規則が音韻論の規則よりも先行する可能性がある (Anderson (1975)) ことである。

### 2.2.3 要約

本研究における議論の大前提となる、生成音韻論における伝統的なモジュール説の措定は、(I) 離散的 (discrete)・カテゴリー的 (categorical) な性質を有する現象は音韻論に、連続的 (continuous)・漸次的 (gradient) な性質を有する現象は音声学に棲み分けられること、(II) 音韻論と音声学との関係は一方向的なモデルによって特徴づけられていることを確認した。

次節以降は、モジュール説の措定を考慮に入れた上で、ロシア語の有声阻害音と無声阻害音に関する検討を進めていく。

## 2.3 有声性の対立

第1章で述べたように、中和は、対立の存在を前提としている。したがって、中和の問題を考察するためには、中和の前提となる「対立」に関する問題から議論を進めることが有意義であろう。そこで、本節では、ロシア語における有声阻害音と無声阻害音の対立が、近年発展しつつある喉頭特徴の類型論 (Beckman *et al.* (2013)) においてどのように位置づけられているのかを検討する。喉頭特徴とは、発声 (phonation) の差異に関与する声門の諸特徴を指す。ここには勿論、いわゆる有声・無声のような特

徴も含まれる。まず、2.3.1節において、喉頭特徴の類型論的研究 (Beckman *et al.* (2013)) を概観する。2.3.2節では、類型論的な知見を踏まえて提案されている、ロシア語の音韻解釈について検討する。2.3.3節では、Beckman *et al.* (2013) の枠組みの要となっている措定 (privative feature hypothesis) を確認する。2.3.4節では、未解決の問題を検討する。最後に、2.3.5節では、先行研究の知見を要約する。

### 2.3.1 喉頭特徴の類型論的研究 (Beckman *et al.* (2013)): 概観

Beckman *et al.* (2013) が主要な検討対象としている言語は、喉頭特徴によって2系列の対立を有する (two-way laryngeal contrast) 言語である。このタイプの言語には、英語、ドイツ語、フランス語、スペイン語、そして、ロシア語などが含まれる。これらの言語は、その喉頭特徴から、2種類のパターンに大別されることが指摘されている。それは即ち、語頭閉鎖音が (I) prevoicing と unaspirated で実現されるパターンを有する言語 (以降、喉頭特徴の類型論における慣習にしたがって「true voice」言語と記す) と、(II) aspirated と unaspirated で実現されるパターンを有する言語 (以降、喉頭特徴の類型論における慣習にしたがって「aspirating」言語と記す) である。Prevoicing とは、閉鎖音の閉鎖が開放される以前に、声帯振動が開始する特徴を指す。Unaspirated とは、閉鎖音の閉鎖開放とほぼ同時に、声帯振動が開始する特徴を指す。Aspirated とは、閉鎖音の閉鎖開放よりもかなり遅れて、声帯振動が開始する特徴を指す。本研究が研究対象とするロシア語は、prevoicing と unaspirated の違いで対立する「true voice」言語に分類される (Ringen and Kulikov 2011)。表 2-1 に、「true voice」言語と「aspirating」言語を要約する。



表 2-1 喉頭特徴の類型論 (Beckman *et al.* (2013)) における、「true voice」言語と「aspirating」言語

Classification	True voice languages	Aspirating languages
Word-initial stops	voiced vs. voiceless = prevoicing vs. unaspirated	voiced vs. voiceless = unaspirated vs. aspirated
Example	Russian	German

### 2.3.2 ロシア語の喉頭特徴に関する弁別素性

Prevoicing, unaspirated, aspirated の差異は、音響的には、Voice Onset Time (VOT) に具現される。VOT とは、声帯振動の開始時点と閉鎖開放時点の間のずれを定量化する指標として知られている (Lisker and Abramson (1964))。したがって、喉頭特徴の類型論は、語頭閉鎖音の VOT 特徴に基づいて、「true voice」言語と「aspirating」言語に、異なる弁別素性を仮定することによって、喉頭特徴に関する言語間のバリエーションを説明する。具体的には、「true voice」言語には、素性 [voice] (声帯が振動するという特徴と表現するための素性) を、「aspirating」言語には素性 [spread glottis] (声門が拡張するという特徴を表現するための素性) を仮定することが提案されている。素性は、欠如的素性 (privative feature) が用いられている (詳しくは後述する)。例えば、「true voice」言語の 1 つであるロシア語の有声阻害音と無声阻害音の対立は、(2.1) のように解釈され、「aspirating」言語の 1 つであるドイツ語の有声阻害音と無声阻害音の対立は、(2.2) のように解釈される。

(2.1) ロシア語: Voiced vs. voiceless = [voice] vs. [ ]

(空括弧は、素性が無指定 (unspecified) であることを表す)

(2.2) ドイツ語: Voiced vs. voiceless = [ ] vs. [spread glottis]

### 2.3.3 欠如的素性が二項的素性が

Beckman *et al.* (2013) 枠組みの要となっている理論的措置は、喉頭素性は欠如的 (privative) である (Mester and Itô (1989), Lombardi (1991, 1995)) というものである。即ち、Chomsky and Halle (1968) で提案されているような「±」の違いで対立するような二項 (binary) 対立ではなく、素性が「指定されている・されていない」という特徴によって対立をなす欠如的対立であるという措置を設ける。Beckman *et al.* (2013) は欠如的素性を仮定することの利点として、2点を挙げている。

1つは、欠如的素性を仮定することによって、語頭閉鎖音の音声実現と音韻論の間に含意関係を見いだせるという点である。Beckman *et al.* (2013) は次のように述べている。

“If laryngeal features are privative, there is a clear relation between the phonetic cue and the phonological feature: prevoicing in initial position will implicate the feature [voice], and aspiration will implicate [sg]. (...) the presence of prevoicing on initial stops *does* implicate the feature [voice], and the presence of aspiration (long lag VOT) implicates the phonological feature [sg].” (Beckman *et al.* (2013: 291-292))

もう1つの利点は、喉頭素性が欠如的であると仮定することによって、「true voice」言語と「aspirating」言語の間の重要な差異を捉えることが可能になる点である。その重要な差異とは、語中における音響的差異である。Ringen and Kulikov (2012) の音響

音声学的観察によれば、ロシア語の語中母音間の有声閉鎖音の大多数 (97%) 以上が、閉鎖区間全域に顕著な声帯振動を伴って実現される (いわゆる、「full voicing」で実現される)。それに対し、ドイツ語においては、有声閉鎖音の 62.5%しか、full voicing で実現されず、閉鎖区間中の声帯振動の持続時間の長短は、周囲の音声環境など音声学的な要因に左右される (Jessen and Ringen (2002))。このことは、ロシア語の有声閉鎖音には素性 [voice] が指定されているのに対し、ドイツ語の有声音には、素性 [voice] が指定されていないと考えることによって説明できるとされている (Beckman *et al.* (2013), Jessen and Ringen (2002))。この説によれば、ロシア語の語中母音間の有声音に観察される声帯振動は定説通り、話者によって制御されている (音韻論で指定されている特徴である) のに対し、ドイツ語の語中母音間の有声音の声帯振動は、音声学的要因によって引き起こされた非制御的あるいは受動的な声帯振動 (passive voicing) である (音韻論で指定されている特徴ではない) と説明される (Beckman *et al.* (2013))。

### 2.3.4 未解決の問題

喉頭特徴に関する言語間のバリエーションを、経験的証拠に基づいて、記述・説明しようとする類型論的試みは、非常に興味深い。しかしながら、この類型論に基づいてロシア語の有声・無声阻害音の喉頭素性を考察するためには、少なくとも、次に挙げる3種類の問題を解決しなければならないと考える。

#### 2.3.4.1 Passive voicing の謎

Beckman *et al.* (2013) の類型論では、「aspirating」言語における有声閉鎖音は、素性

が無指定であり、「true voice」言語における無声閉鎖音には、素性 [voice] が指定されると解釈されることは、先述の通りである。

もしもこの解釈が正しければ、Beckman ら自身も言及しているように (Beckman *et al.* (2013: 291), Jansen (2004: 48) も参照)、「aspirating」言語における有聲閉鎖音の場合と「true voice」言語における無声閉鎖音の間には、対称的な効果が観察されることが予測される。即ち、先述のように、有声音の場合、[voice] 素性が指定されている有声音 (ロシア語など) は、語中母音間において、閉鎖区間のほぼ全域に渡って声帯振動が持続されるのに対し、素性が無指定の有声音 (ドイツ語など) は、比較的高い割合で声帯振動が停止する (Jessen (1998), Jessen and Ringen (2002))。これと対称的に、無声音の場合、[spread glottis] 素性が指定されている無声音 (ドイツ語など) は、語中母音間において、声帯振動をほとんど伴わずに実現されるのに対し、素性が無指定の無声音 (ロシア語など) は、語中母音間という、有声音が隣接した音声環境によって、比較的高い割合で声帯振動を伴うことが予測される。しかしながら、この予測に反して、ロシア語の無声音には、有声化は観察されない (Ringen and Kulikov (2012), Kulikov (2012))。このような「passive voicing の謎」は、どのように説明されるのだろうか？

#### 2.3.4.2 「Passive voicing の謎」に対する、Beckman *et al.* (2013) の説明

Passive voicing の謎を説明するために、Beckman 達は、任意の言語の音韻論において、役割を果たしている (原文: 「active」な) 素性は、音韻論の何らかの段階において「数値指定 (numerical specification)」を受け、役割を果たしていない (原文: 「not active」な) 素性は、数値指定を受けないという理論的措置を導入する。この措置を受

け入れた場合、*passive voicing* の謎がどのように説明されるのかを検討してみよう。

以下、Beckman *et al.* (2013) の説明を解説する。

まず、「true voice」言語の場合を検討しよう。「true voice」言語において、役割を果たしている（「active」な）素性は、[voice] である。したがって、「true voice」言語の有声音と無声音は、音声学へと至るまでの何らかの段階において、[voice] の数値指定を受ける（しかし、[spread glottis] の指定は受けない）。「true voice」言語の有声音は、基底表示で [voice] が指定されており、無声音の方は、基底表示では [voice] が指定されていない。その結果は、数値指定に反映される。例えば、有声音は [9voice]、無声音は [1voice] のような数値指定を受ける (Beckman *et al.* (2013: 291))。ここでの数値が表す内容については、後述する。いずれにしても、Beckman *et al.* (2013) の説明によれば、有声音も、（基底表示では無指定の）無声音も、音韻論の最終段階（表層表示）では [voice] に関する何らかの数値指定を受けることになる。Passive voicing は、「音声学的なプロセス (phonetic process) (Beckman *et al.* (2013: 292))」であるので、表層で指定されている [voice] の数値指定がされている無声音が passive voicing を被ることはない。以上が、Beckman *et al.* (2013) の「true voice」言語に関する説明の概要である。

次に、「aspirating」言語の場合を検討しよう。「aspirating」言語において、役割を果たしている（「active」な）素性は、[spread glottis] であるので、「aspirating」言語の有声音と無声音は、音声学へと至るまでの何らかの段階において、[spread glottis] の数値指定を受ける（しかし、[voice] に関する指定は受けない）。「aspirating」言語の無声音には、基底表示で [spread glottis] が指定されており、有声音の方は、基底表示では

[spread glottis] が指定されていない。その結果は、数値指定に反映される。例えば、無声音は [9spread glottis]、有声音は [1spread glottis] のような数値指定を受ける (Beckman *et al.* (2013: 291))。Beckman *et al.* (2013) の説明によれば、無声音も、(基底表示では無指定の) 有声音も、音韻論の最終段階では [spread glottis] に関する数値指定を受けることになる。しかしながら、「aspirating」言語には、[voice] の指定がなされない。したがって、[1spread glottis] と指定されている有声音は、passive voicing を被る。以上が、Beckman *et al.* (2013) の「aspirating」言語に関する説明の概要である。

要約すると、Beckman *et al.* (2013) は、passive voicing に関する予測の不一致は、索性 [voice] に関する数値指定が表層において指定されるか、されないかという違いによって、説明する。彼らは、「true voice」言語においては、[voice] に関する数値指定がなされるが故に passive voicing を被らず、「aspirating」言語においては、[voice] に関する数値指定がなされないが故に、passive voicing を被ると考える。

Beckman *et al.* (2013) の passive voicing の謎に対する説明には、いくつかの観点から議論の余地がある。

第1に、Beckman *et al.* (2013) の説明においては、「true voice」言語において無声閉鎖音が passive voicing を被らない事例 (e.g., ロシア語) のみが考慮されており、「true voice」言語であるにもかかわらず、無声閉鎖音が passive voicing を被る事例は考慮されていない。しかしながら、重要なことに、「true voice」言語に分類されている諸言語のうち、少なくとも、スペイン語には、語中母音間において無声閉鎖音の顕著な有声化が認められる (Torreira *et al.* (2011), 荒河 (2013) and the references therein)。「true voice」言語において、無声閉鎖音が passive voicing を被る事例 (e.g., ロシア語)と、

passive voicing を被らない事例 (スペイン語) の違いはいかに説明できるだろうか。<sup>2</sup>

第2に、Beckman *et al.* (2013) は、「数値指定 (numerical specification)」という措定を導入しているものの、上述の数値指定の数値が示す内容や数値の大小関係の意味、数値指定の仕方 (上限や下限値など) について明確に定義していない。したがって、彼らが具体例として挙げている言語 (ドイツ語、ロシア語など) 以外の言語における数値指定の仕方を、我々他の研究者が検討したり、論理的に予測することが不可能である。このことから、Beckman *et al.* (2013) が提案している passive voicing の説明は、反証可能性や説明力に欠けると考える。したがって、2.5 節において筆者は、Beckman *et al.* (2013) とは異なる措定によって、「passive voicing の謎」に答えることを試みる。

以上を要約すると、先行研究においては「passive voicing の謎」を説明することが、未解決である。

#### 2.3.4.3 素性 [constricted glottis]

もう1つの未解決の問題は、Beckman *et al.* (2013) で考慮されている喉頭素性の種類に関する問題である。Beckman *et al.* (2013) の枠組みにおいては、声帯が振動するという喉頭の特徴 ([voice]) と、声門が拡張するという喉頭の特徴 ([spread glottis], 以下 [sg] と記す) の2特徴から、言語間のバリエーションを記述・説明しようとして

---

<sup>2</sup> 可能性の1つとしては、素性 [voice] の数値指定の「数値」の違いによって、「true voice」言語の間のバリエーションを説明することが考えられるだろう。実際のところ、Beckman *et al.* (2013) では、「aspirating」言語での無指定の閉鎖音の語中母音間のバリエーション (e.g., ドイツ語 vs. アイスランド語) を、数値指定の「数値」の差異によって説明している。しかしながら、後続の段落で指摘しているように、Beckman *et al.* (2013) は数値指定の「数値」に関する明確な定義をおこなっていない。したがって、Beckman *et al.* (2013) の数値指定に依拠して passive voicing の説明をする場合、極めて恣意的な議論になってしまうという懸念がある。

いる。しかしながら、これらの2特徴だけでは、捉えることができない喉頭特徴がある。それは、声門の狭窄を伴うような喉頭の特徴 (以下、[constricted glottis], [cg] と記す) である。声門の狭窄を伴うような喉頭の特徴が、言語音の対立に関与している例は実際に報告されている (Kenstowicz (1994))。

Kenstowicz (1994: 38) によれば、喉頭特徴によって2系列が対立する言語には、3つの基本的なパターンが観察される。1つ目は、無声音 ([p]) が有声音 ([b]) と対立を成すパターン (e.g., French)、2つ目は、無声音 ([p]) が帯気音 ([p<sup>h</sup>]) と対立を成すパターン (e.g., Mandarin Chinese)、3つ目は、無声音 ([p]) が声門の狭窄を伴う喉頭化音 ([p<sup>ʔ</sup>]) と対立するパターン (e.g., Nootka) である。(2.3) に、Kenstowicz (1994: 38) で挙げられている3つのパターンの例を示す。

(2.3) 喉頭特徴によって2系列の対立する言語に観察されるパターン

<b>French</b>					
[p]as	'not'	[t]u	'you'	[k]uand	'when'
[b]as	'low'	[d]u	'of'	[g]ant	'glove'
<b>Mandarin</b>					
pei	'back'	tai	'to bring'	kan	'to do'
p <sup>h</sup> ei	'to match'	t <sup>h</sup> ai	'very'	k <sup>h</sup> an	'to see'
<b>Nootka</b>					
pa:-	'go'	ta:-	'long'	kaɫ-	'branch'
p <sup>ʔ</sup> a-	'give away'	t <sup>ʔ</sup> aq-	'just'	k <sup>ʔ</sup> o:-	'a little way'

(Kenstowicz (1994: 38))

Kenstowicz (1994: 38) で挙げられている事例のうち、フランス語のパターンと中国語 (Mandarin Chinese) のパターンは、Beckman *et al.* (2013) による枠組みにおける、「true voice」言語と「aspirating」言語に相当するパターンである。しかしながら、Nootka の



ように喉頭化が関与する対立は、Beckman *et al.* (2013) の枠組みでは考慮されていない。Nootka の事例のように、無声無気 ([p]) と喉頭化音 ([p<sup>h</sup>]) が対立するようなパターンも含めてより汎用性の高い類型をするためには、素性 [voice] [sg] だけではなく、[cg] を組み込む必要があることが強く示唆される。(2.3) のパターンを指摘している Kenstowicz (1994: 40) では、Halle and Stevens (1971) で提案されている喉頭素性を援用して、[voice] [sg] に加えて素性 [constricted glottis] (以下、[cg] と記す) を導入することによって、(2.3) のパターンを記述している。Iverson and Salmons による一連の理論的研究においても、[voice] [sg] [cg] の3種類の素性が考慮されている。以上の理論的研究背景を踏まえると、Beckman 達の類型論を今後さらに発展させるためには、[voice] [sg] だけではなく、[cg] についても考慮する必要があるだろう。

#### 2.3.4.4 摩擦音の喉頭素性

喉頭特徴の類型論が取り組むべきもう1つの問題は、閉鎖音だけではなく摩擦音の喉頭素性に関する類型論を発展させることである。上述のように、閉鎖音の喉頭特徴に関する類型論は飛躍的な発展を遂げつつある。その一方で、摩擦音の喉頭特徴に関する類型論は一部の研究を除き (e.g., Beckman and Ringen (2009))、ほとんど進められていない。Beckman and Ringen (2009) は、後続する共鳴音の無声化に関する通言語的観察から、ロシア語の無声摩擦音には、少なくとも [sg] が指定されている積極的な証拠はないことを指摘している<sup>3</sup>。摩擦音の類型論を発展させるためには、摩擦音に

<sup>3</sup> 摩擦音の喉頭素性は [sg] が無標であることが主張されている (Vaux (1998))。このことを踏まえると、ロシア語の摩擦音は、理論的・通言語的な観点から、比較的特殊な事例に位置づけられるかもしれない。

関する音声資料の蓄積が必要とされる。

### 2.3.5 要約

喉頭特徴の類型論 (Beckman *et al.* (2013)) は、ロシア語における有声閉鎖音と無声閉鎖音の素性を、[voice] vs. [ ] (無指定) の欠如的対立として捉えることを提案している。しかしながら、少なくとも現行の類型論で提案されている枠組みには、3種類の未解決の問題があることを検討した。その問題とは、第1に、「passive voicing の謎」を説明すること、第2に、喉頭素性の可能性として [cg] の存在を考慮に入れた上で、の類型化を進めること、第3に、閉鎖音だけではなく摩擦音の喉頭素性も検討することである。

ロシア語の喉頭素性に関する以上の問題については、2.5節で再度詳しく議論する。

## 2.4 有声性の（不完全）中和

前節では、ロシア語における有声性の対立が喉頭特徴の類型論においてどのように位置づけられているのかを検討した。この節では、語末位置における有声阻害音の無声化 (final devoicing, 以降 FD と記す) に関する諸問題を検討する。第1章で既に述べたように、ロシア語においては、語末位置において、有声阻害音と無声阻害音の対立が中和することが予測されている。その一方で、この予測と矛盾する結果を示す先行研究が存在する。

最初に、2.4.1節において、FD が音韻理論 (生成音韻論) においてどのように定式化されてきたのかを検討する。次に、2.4.2節において、FD の実験的な研究を検討す

る。最後に、2.4.3 節において、先行研究の知見を要約するとともに、未解決の問題を示す。

### 2.4.1. 音韻理論における final devoicing

#### 2.4.1.1 「音声的な」無声化と「音韻的な」無声化

ある環境においては有声音で実現される子音あるいは母音が、別の環境において声帯振動を伴わずに実現されることを、無声化 (devoicing) と呼ぶ。本論文が問題とするのは、音節末、語末、発話末など、末尾位置において観察される無声化現象である。

最初に、「音声的な」無声化と「音韻的な」無声化について簡潔に確認しておきたい。音節末、語末、発話末など、末尾位置において、子音 (特に、阻害音) が無声化する現象は、通言語的に観察される。しかしながら、無声化の帰結として有声音と無声音の対立が中和されると言われている言語 (ドイツ語、ロシア語など) と中和が生じないと言われている言語 (英語など) とがある。生成音韻論では、前者の無声化は音韻論的問題、後者の無声化は音声学的な問題であると位置づけられてきた。したがって、音韻論の文献においてふつう final devoicing と呼ばれるものは、前者の無声化のことであることに注意されたい。本研究が取り扱う現象も「音韻的な」無声化 (と分類されてきた) 現象であることをここで強調しておきたい。

#### 2.4.1.2 「音韻論的な」無声化としての final devoicing

ドイツ語、ロシア語など、ヨーロッパを中心とした諸言語において、観察者の聴覚印象や内省に基づく定性的観察から、末尾位置 (語末・音節末など) で有声阻害音が

無声化し、有声音と無声音の対立が中和するという記述がなされてきた。(2.4) にドイツ語の阻害音の有声性の中和の具体例を挙げる (例は、Port and O'Dell (1985: 456) より)。

- (2.4) a. *Alpen* [alpən] ‘mountation pasture (複数形)’ b. *Alben* [albən] ‘elf (複数形)’  
 c. *Alp* [alp] ‘mountation pasture (単数形)’ d. *Alb* [alp] ‘elf (単数形)’

(2.4ab) の例から分かるように、共鳴子音 (または母音) が語中で後続する場合には、有聲阻害音と無聲阻害音が対立する。一方、(2.4cd) のように、問題の阻害音が語末に位置する場合には、有聲阻害音が無声化することによって有聲性の対立が消失する。このような観察は、理論的にはどのように定式化されてきたのだろうか? 以下、生成音韻論の理論的変遷にしたがって提案されてきた 3 つの主要な定式化を概観する (2.4.1.3 節から 2.4.1.5 節)。

### 2.4.1.3 線形音韻論による定式化

線形音韻論 (linear phonology) は、生成音韻論の初期に提案された枠組み (Chomsky and Halle 1968 以降) である。この枠組みでは、FD は (2.5) のような音声素性の交替規則として一般化される。#は領域境界を表し、→は X (矢印左方) が Y (矢印右方) に変わることを表す。スラッシュ以後は、X→Y 規則が適用される条件 (音声環境) を表す。定式化には、二項素性 (binary feature) が用いられる。

(2.5) FD: [+consonantal, -sonorant, +voice] → [-voice]/\_# (Kenstowicz 1994)

(2.5) の規則に関して Kenstowicz は、ポーランド語の FD の分析の中で次のように述べている。

(...) the final devoicing rule neutralizes the underlying contrast by changing the specification of an obstruent from [+voiced] to [-voiced]. By virtue of this rule, underlying [b, d, g, z, ʒ] become identical with underlying [p, t, k, s, š]. (Kenstowicz 1994: 76)

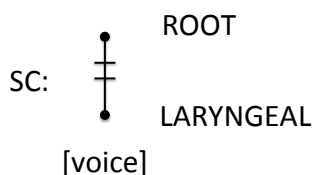
Kenstowicz が言及しているように、(2.5) は特定の音声環境において、基底有声障害音 [+consonantal, -sonorant, +voice] の指定が、[+consonantal, -sonorant, -voice] に置き換わり、その結果、対応する基底無声障害音 [+consonantal, -sonorant, -voice] と表層で同一になることを予測する。モジュール説における音声産出モデルに従えば、その後、基底有声・無声障害音は同一の音声実現規則によって、調音運動に写像されることになる。このモデルは、当該位置において基底有声・無声障害音の音声実現形の間には体系的な差異がないことを予測する。

#### 2.4.1.4 非線形音韻論による定式化

非線形理論 (non-linear phonology, Goldsmith (1976)) は、音韻パターンを規則によって説明する点で前述の線形音韻論と共通している一方で、規則の表現方法が異なる。非線形理論の要は、素性と分節音とが独立した層 (tier) を成し、音韻交替は、層と層の

間の連結規則の違いによって説明する点である。非線形音韻論は、主に、イントネーションなどの韻律的要素の記述・説明において、現在もなお重要な役割を担っているが、1980年代には、非線形音韻論の考え方を分節音の記述・説明にも援用する動きが活発化した（素性階層理論 (feature geometry; among others, Clements (1985), Sagey (1986), McCarthy (1988))<sup>4</sup>。(2.6) に、非線形音韻論 (特に、素性階層理論) による定式化の一例を示す。(2.6) は、Gussenhoven and Jacobs (2005: 167) の定式化を参考として筆者が定式化した (Lombardi (1991) も参照)。Gussenhoven and Jacobs (2005: 167) では、SD が syllable final となっている。これは、ドイツ語の観察に基づいて定式化をしているためである。一方で、(2.6) では、本研究が研究対象とするロシア語の事実に合わせて、SD を word-final とした。

(2.6)



(2.6) において、SC (structural change) は、線形理論の定式化におけるスラッシュより前の内容に相当する。縦線の上に重ねられている2本の横線は、層と層との連結がなくなることを示す。SD (structural description) は、スラッシュ以後の内容 (規則が適用される条件) に相当する。

<sup>4</sup> Final devoicing を素性階層理論の枠組みで定式化・類型化する動きは、近年の理論的研究にも見られる (例えば、Iverson and Salmons (2011))。

## 2.4.1.5 最適性理論による定式化

最後に、最適性理論による FD の定式化を検討する。最適性理論 (Optimality theory, Prince and Smolensky (1993, 2004)) は、現行の音韻論において主流となっている枠組みである。この枠組みでは、FD を制約間の相互作用によって説明する。(2.7) から (2.9) に、ロシア語の FD に関わる 2 つの制約を示し、(2.10) にそれらの順序付けを示す。以下に記す一連の制約と制約間の順序は、Padgett (2011) によるロシア語 FD の分析に依拠している。

(2.7) D\* 有声阻害音を禁止する

(2.8) IDENT (VOICE) 素性 [voice] の入力 (input) と出力 (output) は、同値でなければならない。

(2.9) IDENTps (VOICE) 共鳴音の直前 (pre-sonorant; ps) にある素性 [voice] の入力 (input) と出力 (output) は、同値でなければならない<sup>5</sup>。

(2.10) IDENT ps (VOICE) >> \*D >> IDENT (VOICE)

(制約間の優先順位は、IDENTps (VOICE) \*D IDENT (VOICE) の順である)

(2.7) から (2.10) に従って、実際のロシア語を分析した例を (2.11) に示す<sup>6</sup>。(2.11) に

<sup>5</sup> この制約は、知覚のしやすさ (perceptibility) に関する、通言語的な階層関係に基づいて設定されている (cf. Steriade (1997, 2001))。

<sup>6</sup> (2.11) は、Padgett (2011, (20)) の分析に基づいている。しかし、Padgett (2011, (20)) には記載されていないものの論理的に可能な出力候補 (kod) を付け加えている。

示すタブロー (tableau) は、最適性理論の慣習にしたがって、列に出力形の候補 (candidate)、行に制約を配置し、最終的に選ばれた出力形に「☞」印を記している。

「\*」印は、制約の違反数を表し、「!」印は、最終的な出力形の決定に重大な影響を及ぼした制約違反を表す。(2.11) で、制約に違反している箇所に着目すると、上位の制約 (D\*) に対する違反がより少ない got が、出力形 (表層形) として、導きだされる。

(2.11) ロシア語の /god/ 「年」という語の分析

Input: /god/	IDENT <sub>ps</sub> (VOICE)	*D	IDENT (VOICE)
a. god		**!	
b. ☞ got		*	*
c. kod	*!	*	*
d. kot	*!		**

2.4.1.6 音韻論から音声学への橋渡し

2.4.1.3 から 2.4.1.5 で示したように、生成音韻論による FD は、定式化の方法に違いはあるものの、語末位置における基底有声・無声阻害音の表層形として、同一の表示を予測する点で、共通している。2.2 節で既に検討したように、同一の表層表示は、同一の音声実現規則 (phonetic implementation rule) によって、調音運動に写像されると考えられるため、音声として実現された基底有声音と無声音の音声実現形の間には、一貫した差異は全くないことが予測される。



以上を要約すると、これまでに生成音韻論で提案されてきたいずれの定式化も、完全中和 (*complete neutralization*) を予測する。次節では、この予測を実験音声学的に検討した先行研究を検討してゆく。

#### 2.4.2 不完全中和論争

主に 1980 年代から、FD によって無声化した基底有声音と基底無声音とを定量的な手法を用いて比較する試みがなされてきた。それらの研究のいくつかは、2.4.1 節の予測に反する観察結果を報告している (*among others, for German, Post and o'Dell (1985), Charles-Luce (1985), Port and Crawford (1989), Piroth and Janker (2004), Roettger et al. (2011, 2014); for Dutch, Warner et al. (2004, 2006), Ernestus and Baayen (2006, 2007); for Catalan, Dinnsen and Charles-Luce (1984); for Polish, Slowiaczek and Dinnsen (1985); for Russian, Chen (1970), Pye (1986), Dmitrieva et al. (2010), Kanibolotskaia (2009), Shrager (2010), Kulikov (2012), Kharlamov (2012), Matsui (2011)*)。FD の実験研究史の主要な論点は、中和は完全 (*complete*) なのかそうでないのか、という点である。

FD の先駆的な実験研究である Port and O'Dell (1985) は、10 人のドイツ語母語話者によって発話されたドイツ語の語末位置の基底有聲閉鎖音と基底無聲閉鎖音の音響特徴を分析した。その結果、Port らは、両者の間に次のような持続時間の差が認められることを示した。

- ・ 基底有声音の直前の母音の持続時間は、基底無声音の直前の母音よりも、約 15ms 長い。
- ・ 基底有声音閉鎖音の直前の母音から閉鎖部にかけて生じる声帯振動の持続時間は基底無声音の場合よりも、約 5ms 長い。
- ・ 基底有声音の閉鎖開放時に生じるバーストノイズの持続時間は、基底無声音の場合よりも、約 15ms 短い。

Port らによれば、このような微細な差異は、聞き手によってある程度知覚可能であるという (Port and O'Dell 1985)。ただし、Port and O'Dell (1985) も指摘しているように、中和する位置で観察された音響差や知覚差は、対立が保持される位置 (語中母音間など) と比較すると、非常に微細な差である。このように対立が中和するはずの音声間に微細な差異が認められる状況は、Port and O'Dell (1985) の研究以来、不完全中和 (incomplete neutralization) と呼ばれている。さらに、Port and Crawford (1989) は、単語リスト読み、文リスト読み、最小対を並べた場合など、語用論的な条件を操作した場合でも、有声音閉鎖音 (/d/) と無声音閉鎖音 (/t/) の間に音響差が認められることを示した。

不完全中和は、ドイツ語、オランダ語、カタロニア語、ポーランド語、そして、ロシア語など、FD を持つ様々な言語において検討されている (among others, for German, Port and O'Dell (1985), Charles-Luce (1985), Port and Crawford (1989), Piroth and Janker (2004), Roettger *et al.* (2011, 2014); for Dutch, Warner *et al.* (2004, 2006), Ernestus and Baayen (2006, 2007); for Catalan, Dinnsen and Charles-Luce (1984); for Polish, Slowiaczek

and Dinnsen (1985); for Russian, Chen (1970), Pye (1986), Dmitrieva *et al.* (2010), Kanibolotskaia (2009), Shrager (2010), Kulikov (2012), Kharlamov (2012), Matsui (2011)). さらに、FD だけではなく、その他のいくつかの音韻パターン—英語の歯茎音の弾音化 (Herd *et al.* (2010), Braver (2012)), 英語の閉鎖音の挿入 (Fourakis and Port (1986), Kilpatrick *et al.* (2007)), 北京語の声調交替 (Yu (2007)), 日本語の短母音の長母音化 (Braver and Kawahara (2013)) など—についても、不完全中和の存在が示唆されている。

不完全中和はしばしば「音韻理論に対する脅威」(a threat to phonological theory) (Port and Crawford 1989: 257)、「理論にとっての悪夢」(theoretical bad dream) (Port 1996: 491) などと表現されているように、生成音韻論 (モジュール説) にとっての難題の1つとして位置づけられてきた。

不完全中和は、音声パタンのカテゴリー性と漸次性の位置づけ方の問題に示唆を与える。伝統的な見解では、FD は弁別素性の交替現象として説明されてきた。このことは、FD はカテゴリー的に起こる現象であるということを含意する。しかしながら、先行研究の実験結果からは、FD の帰結としての中和はカテゴリー的ではなく漸次的な側面を持つ可能性が示唆される。この問題に対して、少なくとも2通りの方策が考えられるだろう。1つは、FD を音声学的な現象に再分類するという方策である。4.2.1.1 節で確認したように、モジュール説の枠組みでは漸次的な現象は、音声学で扱うべき現象と位置づけられてきた。したがって、Ernestus (2011) も指摘しているように、FD はモジュール説の枠組みにおいて、音韻論ではなく、音声学的な現象に再分類される可能性がある。もう一つは、音韻論と音声学の間の境界線の有無や基準を再検討するという方策である (Cohn 2006: 5)。

不完全中和は音韻論と音声学を結ぶ、「表層表示」と「音声実現規則」の性質に対しても示唆を与える。第2節で述べたように、モジュール説では、音声実現規則は普遍的・自動的な規則であると仮定される。このことは、表層表示から音声実現形が完全に予測可能であることを含意する。しかしながら、少なくとも、先行研究で仮定されている表層表示からは不完全中和の観察を予測することができない。したがって、不完全中和の問題は、音韻論と音声学の間を結ぶ表層表示と音声規則の性質について、理論的な問題を投げかけていると言える。

不完全中和の重要性が強調されている一方で、方法論的観点から不完全中和の実在性に疑問を呈する研究が存在する（レビューとして、Kharlamov (2012) が詳しい）。Fourakis and Iverson (1984) は、不完全中和として観察された音響差は、綴り字上の視覚的な区別が話者に過剰に意識されるような環境においてのみ生じる実験上の副産物 (artifact) であると主張している。Jassem and Ritcher (1989) も、ポーランド語のFDにおいて、不自然な実験環境により生じた副産物である可能性を指摘している。

しかしながら、Fourakis and Iverson (1984) の指摘に対し、比較的最近の研究 (Roettger *et al.* (2011, 2014)) は、ドイツ語において綴り字を一切用いない実験デザインを用いた場合でも、音響差が生じることを報告しており、ドイツ語の中和位置に生じる音響差が専ら綴り字に起因するものであるという主張には議論の余地がある。

### 2.4.3 ロシア語における不完全中和

#### 2.4.3.1 音声産出

本研究が研究対象とするロシア語においても、中和が予測される無声阻害音と（無

声化した) 有声阻害音の間に、微細ではあるが一貫した音響差が認められることが、様々な条件下で観察されている (Chen 1970, Pye (1986), Dmitrieva *et al.* (2010), Shrager (2012), Kharlamov (2012), Kulikov (2012))。Dmitrieva *et al.* (2010) は、ロシア語語末位置の基底有声音・無声阻害音の発話を分析した。検討対象となった語はロシア語に実在する 64 の語の単独発話である (34 対の最小対もしくは最小対に近い語, 閉鎖音と摩擦音を半数ずつ含む)。それらの語は、語末位置に基底有聲阻害音もしくは基底無声阻害音を 1 つ含んでいた。実験に協力した話者は、モノリンガル話者 (4 人) とバイリンガル話者 (7 人) から構成されていた。Dmitrieva *et al.* (2010) のモノリンガル話者に関する結果は、(I) 基底有聲・無声阻害音の閉鎖・摩擦部の持続時間は、基底有聲阻害音の方が無声阻害音よりも有意に短いこと、(II) 閉鎖音の閉鎖開放後の持続時間は、基底有聲阻害音の方が無声阻害音よりも有意に短いことを示した。

Dmitrieva *et al.* (2010) と同様に、Chen (1970)、Pye (1986)、Kulikov (2012) も、ロシア語語末位置の基底有聲・無声阻害音の間に音響差を観察している。Chen (1970) は、母音の時間長に関する、英語・フランス語・ロシア語・朝鮮語の 4 言語対照研究の一部で、ロシア語の語末阻害音 (閉鎖音のみ) の母音長を報告している。Chen (1970) は、ロシア語母語話者 1 名が 5 対 10 語を単語単独で読み上げた場合 (reading task) に、語末の基底有聲閉鎖音の直前母音の持続時間は、基底無声閉鎖音の直前の場合よりも長いことを観察した。ただし、Chen (1970) では、観察された音響差の統計学的な検討は行なわれていない。

Pye (1986)<sup>7</sup> は、5 人の話者による、閉鎖音 (/p//b//t//d//k//g/) と摩擦音 (/s//z//ʃ//ʒ/) の

<sup>7</sup> As cited in Shrager (2012). 残念ながら原本を入手できなかった為、Pye (1986) の内容は、Shrager (2012) の記述に依拠する。

発話を分析した。試験語は 18 対 36 語から成り、試験語は枠文の文末に埋め込まれた状態で発話された (reading task)。その結果、(I) 直前母音の持続時間、(II) 閉鎖・摩擦部の持続時間、(III) 母音終了後に続く声帯振動持続時間に、基底有声阻害音と無声阻害音の差異が現れることを示した。ただし、Pye (1986) では、観察された音響差の統計学的な検討は行なわれていない。

Shrager (2012) は、3 人のロシア語母語話者による語末位置の /t//d/ の単独発話を分析した (reading task)。試験語は、8 対 16 語で構成されていた。音響分析の結果、主に、「閉鎖・摩擦部の持続時間」「閉鎖・摩擦部の持続時間と閉鎖開放後のノイズの持続時間」に差異が認められることが示された。

Kulikov (2012) は、閉鎖音 (/p//b//t//d//k//g/) を対象として、FD の音声実現を検討した。Kulikov が用いたのは 3 対 6 語から成る実在語であり、試験語は枠文の文中に入れた条件で録音された (reading task)。その結果、有声閉鎖音の直前母音の持続時間が、無声閉鎖音の直前母音の持続時間よりも有意に長いことを示した。また、直前母音終端の第 1 フォルマント周波数が、基底有声音の方が基底無声音よりも小さい値を取ることを示した。Kulikov (2012) の研究では、Dmitrieva *et al.* (2010) などが有意差を報告している「閉鎖・摩擦部の持続時間」や「閉鎖・摩擦部の持続時間と閉鎖開放後のノイズの持続時間」には、有意差が観察されなかった。この点については、後述する。

この他、Kanibolotskaia (2009) の空気力学的研究によっても、ロシア語の語末有声阻害音と無声阻害音の間に呼気圧の差異が認められることが観察されている。

最後に検討するのは、Kharlamov (2012) である。Kharlamov (2012) において主に検討されたのは、(I) 実験手法の違いが FD の音声実現に与える影響と、(II) レキシコン

における最小対の有無が FD に与える影響である。この 2 点を検討するために、Kharlamov (2012) は実験参加者に文字を見せる方法 (reading task) と文字を見せない方法 (fill-in-blank task と picture-naming task) によって語を引き出して録音し、その音響特徴を分析・比較した。試験語はロシア語に実在する 150 語であった。そのうち 30 語は語末の基底有声性の違いによって最小対をなす語群 (全て閉鎖音) で、残り 120 語は最小対をなしていない語群 (閉鎖音と摩擦音) であった。試験語は枠文に入れられずに単独で発話された。Kharlamov (2012) の実験結果は概して、(I) 基底有声・無声阻害音の「閉鎖・摩擦部の持続時間」は、基底有声阻害音の方が無声阻害音よりも有意に短い、(II) 閉鎖音の「閉鎖開放後のノイズの持続時間」は、基底有声阻害音の方が無声阻害音よりも有意に短いことを示した。文字を見せる条件と文字を見せない条件の発話を比較した結果、reading task で引き出した場合の方が音響差が大きかったが、いずれの実験条件においても基底有声音と無声音の間に音響差が認められた。このことから、実験手法の違いによって音声実現はある程度左右されるものの、中和は依然として不完全であることが示唆される。また、最小対を成す語群と最小対を成さない語群とを比較した結果、前者の方が、観察される音響差が大きかったが、いずれの語群においても、基底有声音と無声音の間に音響差が認められた。このことから、最小対の有無にかかわらず、中和は不完全であることが示唆される。

ロシア語における FD の音声産出を扱った先行研究を概観すると、いずれの研究においても、中和することが予測される基底有声阻害音と無声阻害音の間に音響差が報告されていることが分かる。しかしながら、有意差が観察される音響量の種類は、研究によって異なっていることが確認できる。このように、研究によって得られる結果

の詳細の違いが生じている背景には、Kharlamov (2012) が指摘しているように、話者から発話を引き出す際の方法論上の差異が少なからず関与していることが考えられる。

しかしながら、方法論上の差異の他に、もう1つ着目したい重要な差異がある。それは、試験語が発話された韻律的環境 (prosodic position) の差異である。ロシア語における先行研究を分析すると、(I) 試験語の単独発話 (あるいは、粋文の文末発話) を分析している研究と、(II) 文中発話を分析している研究の2種類が存在することが分かる。(I) の場合、試験語は、語末且つ発話末という韻律的環境で発話されているのに対し、(II) の場合、試験語は、語末 (しかし発話末ではない) という韻律的環境で発話されていることになる。先行研究で共通に計測されている時間特徴に着目すると、興味深いことに、(I) の研究では、主として、子音狭窄部の持続時間や閉鎖音の閉鎖開放後の持続時間の値の重要性が強調されている (Dmitrieva *et al.* (2010), Kharlamov (2012) など) のに対し、(II) の研究では、子音狭窄部の持続時間や閉鎖音の閉鎖開放後の持続時間の値には有意差が観察されておらず、直前母音の持続時間の値に差が観察されている (Kulikov (2012))。このことから、方法論的な問題だけではなく、試験語が位置する韻律的環境の違い (prosodic boundary の種類の違い) によっても、FD の音声的詳細が左右される可能性が示唆される。

ロシア語の FD の音声産出に関する未解決の問題の1つは、単純な語末 (発話末ではない) における、不完全中和の検討である。試験語が「語末且つ発話末」に位置するという、ある意味特殊な音声環境に関しては、前述の通り、既に網羅的な調査がおこなわれている (特に、Kharlamov (2012))。その一方で、試験語が単純な語末 (発話



末ではない) という環境に位置する場合の音声実現に関しては、さらなる資料が必要とされている。なぜなら、ロシア語において試験語の文中発話を検討した先行研究 (Kulikov (2012)) は、ごく少数の試験語を reading task によって引き出しており、実験結果が綴り字等の影響を受けている可能性が高いからである。

「語末且つ発話末」だけではなく、単純な「語末」に関する資料を検討することは、記述的な意義だけではなく、理論的にも重要な意義を持つ。もしも、「語末且つ発話末」と単純な「語末」とで、FD の音声実現が異なっているのだとしたら、今後の不完全中和研究においては、語という領域の末尾で適用される FD と、発話という領域の末尾で適用される現象との相互作用を考慮する必要性が示唆されるため、理論的に興味深い問題を含んでいると考える。

### 2.4.3.2 音声知覚

前節では、音声産出に関する先行研究を検討した。本節では、音声知覚に関する先行研究を検討する。ロシア語の語末阻害音の音声知覚に関する先行研究は、語末において有声性が中和することが予測されている語をある程度同定することが可能であることを示しているものの、その同定能力は限定的であることを指摘している (閉鎖音に関して、Matsui (2011)、閉鎖音と摩擦音に関して、Kharlamov (2012))。

Matsui (2011) は、ロシア語に実在する 2 対の最小対語 (/rok/ vs. /rog/, /luk/ vs. /lug/) を 6 人のロシア語母語話者に聞かせることによって、語末阻害音がどのように知覚されるのかを検討した (音声同定実験と音声弁別実験)。Matsui (2011) の結果は、(I) 聞き手は、基底有声性が異なる語を有意傾向で同定 (identify) できること、(II) 基底有

声性の異なる語を有意に弁別 (discriminate) できることを示した。ただし、その同定、弁別能力は限定的であることも示された。Matsui (2011) は、ロシア語 FD の音声知覚を検討した最初の研究である点で、重要な貢献をしているものの、試験語の数が限られているという問題があった (語末位置に軟口蓋閉鎖音を含む語 2 対 4 語のみ)。

Kharlamov (2012) は、Matsui (2011) よりも大規模な音声知覚実験 (音声同定実験) によって、聞き手が基底有声性が異なる語を同定できることを示した。ただし、Matsui (2011) と同様に、その同定能力は限定的であることを報告している。さらに Kharlamov (2012) は、重回帰分析の結果から、彼が検討したすべての実験条件 (全 5 条件) において聞き手の回答 (response) に一貫して影響を与える音響特徴は、「狭窄部における声帯振動持続時間」であることを指摘している。

管見の及ぶ限り、Kharlamov (2012) は、不完全中和研究史において最大規模の実験をおこなっており、ロシア語のみならず、他言語の研究に対しても、重要な知見を与える研究であると言える。ただし、Kharlamov (2012) で得られた結果の解釈には、注意する必要がある。Kharlamov (2012) の実験では、閉鎖音の実験参加者と、摩擦音の実験参加者は、同一ではない。したがって、もしも同一の聞き手が、Kharlamov (2012) で検討されたすべての実験条件を経験した場合に、果たして、すべての実験条件において、基底有声性の違いを聞き分けられるのか、また、個人差を超えて、閉鎖音と摩擦音に共通して「狭窄部における声帯振動持続時間」が影響を与えるのか否かは、不明である。

## 2.4.4 要約

ロシア語を含む諸言語の語末位置においては、有声阻害音と無声阻害音の対立が中和すると記述され、音韻理論は、完全中和 (**complete neutralization**) を予測する。その一方で、この予測を検証した諸言語の研究は、中和することが予測される音声間に、微細ではあるものの一貫した音声的差異が観察されることを示している。このような観察は、音声研究者によって、不完全中和 (**imcomplete neutralization**) という呼称で知られている。しかしながら、上述の音声的差異の解釈をめぐっては、大きく分けて (I) 中和することが予測される音声間に観察される差異を、基底表示に存在していた対立の痕跡と見なす立場 (e.g., Port and O'Dell (1985)) と、(II) 同上の差異を、方法論上の副産物として位置づける立場 (e.g., Fourakis and Iverson (1984)) とが存在する。概して、不完全中和の原理や、音韻論と音声学における不完全中和の位置づけ方に関しては、研究者の間で未だ一致した見解を得ていない。

ロシア語においても、FD による不完全中和が報告されているが (Dmitrieva *et al.* (2010) など)、少なくとも、次の3種類の問題が未解決である。

第1の問題は、対立が中和する環境における音声の産出 (**production**) に関する問題である。具体的には、試験語が語末 (しかし発話末ではない) という環境に位置する場合 (つまり、試験語の文中発話) において、中和が不完全であるか否か、議論の余地が残る。この問題を解決するためには、先行研究 (Kharlamov (2012) など) によって指摘されている副次的要因を考慮に入れた上で、試験語が語末 (しかし発話末ではない) という環境に位置する場合のFDの音声実現を検討する必要がある。

第2の問題は、音声知覚 (**perception**) に関する問題である。具体的には、同一の聞

き手が、閉鎖音と摩擦音における基底有声性の違いを、どのように知覚するのかという問題が、ロシア語のFDにとって極めて重要且つ基本的な問題でありながらも、未解決である。

最後に、第3の問題は、不完全中和の原理に関する問題である。2.3節の冒頭で強調したように、中和は、対立の存在を前提としている。このことはつまり、ロシア語の不完全中和の原理は、ロシア語の有声阻害音と無声阻害音の**対立**をどのように定式化するのに少なからず依存するということの意味する。より具体的には、ロシア語の有声阻害音と無声阻害音の喉頭素性をどのように仮定するか、そして、それを基に表層表示をどのように設定するかによって、不完全中和の原理や理論的意義は異なってくるだろう。

それにもかかわらず、ロシア語の有声阻害と無声阻害音の喉頭素性がいかなるものであるかについての議論が、これまでの不完全中和研究において、十分になされていない。2.4.1.3から2.4.1.5で検討したように、語末阻害音の基底表示は、理論の変遷や研究者によって、多種多様に仮定されてきた。これに対し、2.3節で検討したように、近年の喉頭特徴の類型論は、経験的証拠から、ロシア語の有声阻害音と無声阻害音の喉頭素性を提案している。類型論的研究の発展によって、ロシア語の喉頭素性のみならず、不完全中和の原理への理解も促進することが期待される。しかしながら、2.3節で検討したように、現行の類型論において提案されているロシア語の喉頭素性には、議論の余地が残る。したがって、不完全中和の原理を考察するためには、ロシア語における喉頭素性を再考することが不可欠であると考えられる。

## 2.5 有声性の対立と中和の理解に向けて

2.3 節では有声性の対立に関する研究背景を、2.4 節では有声性の中和に関する研究背景を検討した。本節ではまず、未解決の問題を解決するための第一段階として、ロシア語における有声・無声阻害音の音韻論に関する作業仮説を提案する (2.5.1 節)。次に、後続の章において検討される具体的な研究課題を明確にする (2.5.2 節)。

### 2.5.1 作業仮説

#### 2.5.1.1 音声学における不完全指定

以下の節において提案される本研究の作業仮説は、「音声学における不完全指定 (phonetic underspecification, Keating (1988))」の考え方を導入するものである。Beckman *et al.* (2013) では、基底表示では無指定の素性が、表層では「数値指定」を受けるという仮定を導入することによって、「passive voicing の謎」を説明しようとしていた。しかしながら、Beckman *et al.* (2013) には議論の余地があることを指摘した。

そこで本研究では、表層表示 (音韻論の最終段階) において、素性が無指定である場合がありえると仮定する (Keating (1988))。その上で、ロシア語の喉頭特徴の音韻論と、他言語で観察される「passive voicing の謎」を再解釈する。

音声学における不完全指定の考え方を導入する利点は2つある。1つは、2.5.1.2 で示すように、Beckman *et al.* (2013) の提案よりも単純に「passive voicing の謎」に答えることができるという利点である。もう1つの利点は、2.5.1.3 で示すように、「passive voicing の謎」とロシア語内部における不完全中和の観察を、共通の原理によって捉えることができるという利点である。

## 2.5.1.2 ロシア語の喉頭素性に関する作業仮説

Beckman *et al.* (2013) は、喉頭素性は、欠如的 (privative) な素性であるという仮説を支持していることは、既に検討した通りである。本研究の作業仮説においては、Beckman *et al.* (2013) に従って、欠如的素性の立場を取る<sup>8</sup>。その場合、2種類の可能性が浮上する。第1の可能性は、片方に欠如的素性を指定しもう片方は無指定とする仮説である。第2の可能性は、両方に欠如的素性を指定するという仮説である。Beckman *et al.* (2013) は、前者を提案していた (2.12)。

(2.12) 「true voice」言語における喉頭素性 (Beckman *et al.* (2013)) ※再掲 (2.1)

Voiced vs. voiceless = [voice] vs. [ ]

しかしながら、(2.12) の提案では、ロシア語の語中無声閉鎖音が、普通、顕著な声帯振動を伴うことがない観察 (「passive voicing」の謎) を単純に説明できないという問題があった (2.3.3 の議論を参照)。

本研究の提案は、後者の仮説である。即ち、passive voicing の謎をより単純に説明するための作業仮説として、(2.13) を提案する。

<sup>8</sup> 喉頭素性を二項的素性と仮定するのか、欠如的素性と仮定するののかに関しては、研究者によって意見が分かれるところである。どちらの仮定がより妥当であるのかに関しては、未だ一致した見解が得られていないという現状がある。欠如的素性を仮定する研究例としては、Mester and Itô (1989)、Lombardi (1991, 1995) などが挙げられる。二項的素性を仮定する研究例としては、Rubach (1996)、Wetzels and Mascaró (2001) などが挙げられる。本論文では、欠如的素性を仮定して議論を進めるが、今後の研究において、欠如的素性と二項的素性を用いた分析のいずれがより妥当であるのかを検討することも重要で興味深い課題である。

## (2.13) ロシア語における喉頭素性の作業仮説 (閉鎖音)

Voiced vs. voiceless = [voice] vs. [X]

(2.13) は、有声閉鎖音と無声閉鎖音の両方に欠如的素性が指定されているという仮説である。この仮説の下では、ロシア語の語中母音間の無声閉鎖音に *passive voicing* が生じないのは、無声閉鎖音に、意図的な調音動作 (*gesture*) を特徴づける素性が指定されているからであると説明される。本論文の作業仮説においては、無声阻害音に指定されている素性は、任意の素性 X としておく。その一方で、ロシア語とは異なり、「*true voice*」言語で無声閉鎖音が語中母音間において声帯振動を伴う事例 (スペイン語) は、表層において [voice] が無指定であるために、*passive voicing* を被ると説明される<sup>9</sup>。

次に、摩擦音の喉頭素性に関する作業仮説を提案する。摩擦音の場合にも、閉鎖音の場合と同様の喉頭素性を仮定する (2.14)。摩擦音に関する類型論が十分に発展しておらず、予測が立ちにくいことと、ロシア語において、閉鎖音と摩擦音とで異なる素性を仮定する独立した根拠がないことから、閉鎖音と摩擦音の喉頭素性は同一であると仮定した。

## (2.14) ロシア語における喉頭素性の作業仮説 (摩擦音)

Voiced vs. voiceless = [voice] vs. [X]

<sup>9</sup> 「*aspirating*」言語で (いわゆる) 有声閉鎖音が語中母音間において声帯振動を伴う事例 (ドイツ語など) も、共通の原理で解釈できるであろう。

## 2.5.1.3 Final devoicingに関する作業仮説

Beckman *et al.* (2013) で現在提案されている喉頭素性を基底表示 (underlying representation) とした場合の FD の定式化が、Iverson and Salmons (2011) において提案されている。彼らは、素性階層理論の枠組みによって FD を分析している。即ち、FD を語末位置における素性の切り離し (delinking) として説明している。Delinking の結果、語末位置の表層表示においては、双方の系列の喉頭素性が無指定となる。Iverson and Salmons (2011) の分析に依拠する場合、ロシア語語末位置における喉頭素性の基底表示と表層表示は、(2.15) のようになる<sup>10</sup>。

(2.15) Beckman *et al.* (2013) におけるロシア語の語末位置の喉頭素性 (閉鎖音)

Underlying representation: Voiced vs. voiceless = [voice] vs. [ ]

Surface representation: Voiced vs. voiceless = [ ] vs. [ ]

(2.15) から分かるように、表層表示において、喉頭素性の区別がない。したがって、この環境において、有声阻害音と無声阻害音の対立は完全に中和することを予測する。つまり、この仮説から、不完全中和を記述・予測することはできない。

一方、本研究の作業仮説 (2.13) を基底表示に仮定してみよう。その場合、ロシア語語末位置における喉頭素性の表層表示は、(2.16) のように表現される。

<sup>10</sup> Iverson and Salmons (2011) が音声学における不完全指定を仮定しているのか、表層では何らかの素性が指定されると考えているのかは、明記されていないので、不明である。いずれにしても、彼らの分析は、中和が完全であるという説を支持した分析である。



(2.16) ロシア語語末位置の喉頭素性の作業仮説 (閉鎖音・摩擦音)

Underlying representation: Voiced vs. voiceless = [voice] vs. [X]

Surface representation: Voiced vs. voiceless = [ ] vs. [X]

(2.16) は、表層表示においては、無声阻害音の系列のみに、素性が指定されているという仮説である。(2.16) によって、ロシア語の語末位置における「不完全中和」の観察を捉えることが可能になる。

この仮説の下では、語末位置における有声阻害音と無声阻害音は、[voice] が無指定であることによって、基底有声音が声帯振動を伴わないことが予測される一方で、表層表示が異なっているため、基底有声音と無声音が完全に中和することは予測されない。

以上を要約すると、本研究の提案 (作業仮説) は、先行研究で提案されている類型的な枠組みを生かしながら、音韻論と音声学の間にある「表層表示」の性質を見直すことによって、「passive voicing の謎」と「不完全中和」の双方を説明しようとするものである。

中和と phonetic underspecification とを関連づける分析は、本研究だけではなく、Hsu (1996) ならびに Steriade (1997) においても提案されている。Steriade (1997) は、Hsu (1996) の台湾語閉鎖音の final devoicing の研究を引用しながら、対立する位置に現れる無声音と中和位置に現れる無声音の差異を指摘している。前者は、周囲の環境にかかわらず声門筋の顕著な外転運動を伴って実現されるのに対し、後者は周囲の音声からの影響に左右されやすいという。この観察を捉えるために、前者の環境における無

声音は音韻論的には [-voiced]、後者の環境における「無声音 (基底有声音と基底無声音を含む)」は、無指定 (unspecified) であると仮定している。即ち、Steriade (1997) や Hsu (1996) は、喉頭素性の音韻表示として、[+voiced]、[-voiced]、[ ] (unspecified) の3種類の表示を認めている。Steriade (1997)、Hsu (1996) の分析と本研究には、重要な相違点が2つある。第1に、Steriade (1997: 23) に明記されているように、彼らは二項的素性を採用している点で、本研究と異なる。既述のように、本研究では、欠如的素性が採用されている。第2に、彼らの台湾語の分析においては、「不完全」中和の事例は考慮されていない点で本研究と異なる。Steriade (1997)、Hsu (1996) では、対立位置に現れる閉鎖音と中和位置に現れる閉鎖音を区別するために、後者の閉鎖音を、基底有声音の違いにかかわらず「無指定」と解釈している。彼らの解釈においては、不完全中和の事例は考慮されていない。一方、本研究では、**phonetic underspecification** によって、不完全中和の観察を説明することを試みている。本研究ではさらに、(不完全) 中和の観察だけではなく対立位置における **passive voicing** の観察に関しても考察を拡げ、一見異なる2つの音声現象の類似性を **phonetic underspecification** という共通の原理によって捉えることを目指す。

### 2.5.2 後続の章において取り組む問題

後続の章においては、ロシア語における有声音の対立と中和に関する経験的証拠を示す (第3章から第6章)。第3章では、音声産出実験によって、有声音の対立が保たれる音声環境 (語中母音間) における、ロシア語の有声阻害音と無声阻害音の音響特徴を示す。第4章では、音声知覚実験によって、有声音によって対立する音声の知覚

特性を示す。第 5 章では、音声産出実験によって、FD によって有声性の対立が中和することが予測される音声環境 (語末) における、有声阻害音と無声阻害音の音響特徴を示す。第 6 章では、音声知覚実験によって、不完全中和の音声知覚特性を検討する。第 7 章においては、第 3 章から第 6 章で示された知見を要約する。それと同時に、経験的資料に基づいて喉頭素性に関する作業仮説を再検討する。最後に、第 8 章において、本研究で明らかにしたことを要約し、論を結ぶ。

## 第3章

### 有声阻害音と無声阻害音の対立に関連する音響特徴

#### 3.1 はじめに

本章は、ロシア語における有声阻害音と無声阻害音の対立の音声的実態を正確に理解するための、基礎的な音響資料を示すことを目的とする。本研究では特に、語中母音間という音声環境における有声阻害音と無声阻害音の音声的実体に焦点を当てる<sup>1</sup>。語中母音間という音声環境において、ロシア語の有声阻害音と無声阻害音は、対立する (e.g., Akishina and Baranovskaia (2010), Wade (2011))。

本章の構成は次の通りである。まず、3.2節にて、研究背景を検討する。次に、3.3節にて、ロシア語の語中母音間の有声・無声阻害音の音響資料を示す。最後に、3.4節では、ロシア語の有声阻害音と無声阻害音の対立に関連する音響特徴を要約する。

#### 3.2 研究背景

##### 3.2.1 ロシア語における有声阻害音と無声阻害音の記述

ロシア語における有声音と無声音の間の差異は、閉鎖や摩擦区間で声帯が振動しているか否かにあるという記述が定説的になされる (例えば、Wade (2011:11) など)。この記述は、音響音声学的研究とも整合性がある。Ringen and Kulikov (2012) の音響音

---

<sup>1</sup> 語中母音間という音声環境は、その他の音声環境と比較した場合、阻害音の有声性の対立を知覚する手がかり (perceptual cue) となり得る音響特徴が最も豊富に存在すると考えられている音声環境である (cf. Steriade (1997))。

声学的観察によれば、ロシア語の語中母音間の有声閉鎖音の大多数 (97%) が、閉鎖区間全域に渡って声帯振動を伴って実現されるという。Kulikov (2012) や Barry (1995) も、Ringen and Kulikov (2012) と類似した結果を示している。

その一方で、有声摩擦音に関しては、摩擦区間の途中で声帯振動が停止する事例が比較的頻繁に観察される (Barry (1995))。具体的には、有声摩擦音の 25.6% に、摩擦区間の途中で声帯振動の停止が認められることを示されている (Barry (1995))。

ロシア語の有声阻害音と無声阻害音の対立は、閉鎖・摩擦区間の声帯振動にかかわる音響特徴だけではなく、調音のタイミング詳細に関わる特徴や、阻害音に隣接する母音の周波数に関わる特徴などによっても実現される (Kulikov (2012))。Kulikov (2012) のロシア語閉鎖音に関する音響音声学的研究によれば、(I) 有声閉鎖音の「直前母音」の持続時間が、無声閉鎖音の直前よりも長いこと、(II) 無声閉鎖音の「閉鎖区間」の持続時間が、有声閉鎖音の場合よりも長いこと、(III) 無声閉鎖音に後続する母音の声帯振動の開始が、閉鎖開放よりも遅れて生じること、(IV) 有声閉鎖音の直前と直後の母音の第1フォルマント周波数が、無声閉鎖音の場合よりも、低い値を取ることが報告されている。

Kulikov (2012) におけるロシア語語中母音間の閉鎖音の分析では、少数の最小対語 (3 対 6 語) を用いて、有声閉鎖音と無声閉鎖音の間の差異が検討されている。その一方で、摩擦音は研究対象としていない。しかしながら、先述のように、ロシア語の有声摩擦音にはかなりの頻度で部分的な声帯振動の停止が認められること (Barry (1995)) を考慮すると、閉鎖音だけではなく、摩擦音においても、ロシア語の有声音が音響的にどのように実現されるのかを、複数の音響特徴の観点から、多角的に記述

することが必要である。

### 3.2.2 喉頭特徴の類型論的観点から見たロシア語有声阻害音と無声阻害音

第2章で検討したように、近年発展しつつある、閉鎖音の喉頭特徴に関する類型論 (Beckman *et al.* (2013)) は、喉頭特徴によって2系列が対立する (two-way contrast) 言語を、「true voice」言語と「aspirating」言語に大別する。第2章で既に検討した通り、本研究が対象とするロシア語は、類型論的に、「true voice」言語の1つに分類されており、その喉頭素性は、voiced vs. voiceless = [voice] vs. [ ] (空欄の括弧は、素性が無指定であることを表す) であるという説が提案されている (Beckman *et al.* (2013))。しかしながら、この説には議論の余地が残されていた。ロシア語における有声音と無声音の対立の基底にある音韻表示が、[voice] vs. [ ] であるとする説が妥当であるならば、ロシア語の無指定 (unspecified) の無声音は、ドイツ語の無指定の有声音の場合と対称的に、語中位置の隣接環境の影響によって、比較的高い頻度で、非随意的な声帯振動 (passive voicing) を伴うことが予測される。しかしながら、ロシア語の閉鎖音を対象とした先行研究 (Ringen and Kulikov (2012), Kulikov (2012)) に関する限り、ロシア語の語中無声閉鎖音が顕著な声帯振動を伴って実現されることは観察されていない。第2章で、このような「passive voicing の謎」に対する Beckman *et al.* (2013) の説明には、議論の余地があることを指摘した。また、閉鎖音だけではなく、摩擦音に関する喉頭素性を検討・提案することも重要な問題として残されていた。

### 3.2.3 本研究

ロシア語における有声阻害音と無声阻害音に関する先行研究の知見を要約すると、閉鎖音に特化したものが多く、総じて、摩擦音に関する検討が進んでいないと言える。また、類型論的観点からは、閉鎖音と摩擦音の双方に関する知見の蓄積が必要とされている。そこで本章では、閉鎖音と摩擦音の双方を対象として、ロシア語における有声音と無声音の音響音声学的資料を示す。

## 3.3 実験1

### 3.3.1 概要

本章で示される資料は、複数のロシア語母語話者の発話の音声資料である。この資料は、筆者がロシアでの現地調査によって収集した。資料収集の基本的な流れを図3-1に示す。

まず、ロシア語母語話者1名(以降、研究補助者と呼ぶ)の発話を録音し、その録音から音声刺激(auditory stimuli)を作成する。次に、音声刺激を別の話者(以降、実験参加者と呼ぶ)に聞かせ、音声刺激に応じて特定の応答をしてもらい、その発話を録音する。そして、実験参加者に発話してもらった発話の音響特徴を分析する。

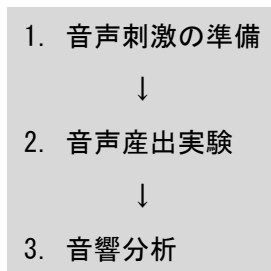


図3-1 実験1の資料収集と分析の流れ

### 3.3.2 音声刺激の準備

音声刺激を作るために、研究補助者（ロシア語母語話者の女性、1990年生まれ）にロシア語の文をいくつか読み上げてもらい、録音した。その後、音響分析ソフト Praat を用いて、ステレオ録音の第1チャンネルから発話を切り出し、平均的な音の強さ (intensity) を 70dB SPL に調整した上で、各音声ファイルを音声刺激として保存した。音声刺激の具体的な内容については、3.3.2 節で述べる。

### 3.3.3 音声産出実験

#### 3.3.3.1 実験参加者<sup>2</sup>

ロシア語母語話者 10 人が実験に参加した（平均年齢: 19 歳、レンジ: 17-22 歳、標準偏差: 1.6、男性 5 名、女性 5 名）。このうち、半数以上のデータに言い間違いが認められた話者 (F03 と M04) のデータは、除外した。したがって、最終的には 8 人の発話が分析対象とされた。

実験参加者の多くは、実験当時、ロシア連邦オレンブルグ国立大学で学ぶ大学生もしくは大学院生であった。言語学や音声学の専門的なトレーニングを受けた経験がある者は含まれていない。また、実験参加者は実験の目的を知らされていない。

また、フェイスシートと面談から、すべての実験参加者が、(I) 日常的に使用する言語はロシア語のみであること、(II) 幼少時から家庭内で話している言語はロシア語

---

<sup>2</sup> 本論文では、研究で分析対象となる資料を提供いただく方を「実験参加者」と呼ぶことにする。英語圏では、“subjects”という用語が主従関係を暗示するという理由で、現在は“participants”などと呼ばれることが多い（日本心理学会 2009: 8）。ただし、日本心理学会の倫理規定（2009: 8）でも言及されているように、日本語の「被験者」には英語の subjects のような意味はないと思われるが、本論文では、より中立的な言葉であると考えられる「実験参加者」という言葉を用いることにする。



であること、(III) ロシア語以外の言語の運用能力は皆無もしくは非常に限定的な運用能力にとどまるということの3点を確認した。言語障害歴や聴覚障害歴がある者は含まれていない。

実験に際して、実験参加者は個人情報の取り扱いについて書面と口頭で説明を受け、内容について同意した者のみが実験に参加した。実験参加者には原則として無償で参加していただいたが、実験後に少額の菓子を配布した。

### 3.3.3.2 試験語

試験語 (test word) として、有声と無声の違いで最小対 (minimal pair) を成す疑似名詞 (定義上、実験参加者にとって初めて出会う名詞) 60語を用意した。検討対象の阻害音には閉鎖音と摩擦音が含まれる。閉鎖音は、両唇閉鎖音 (/p, b/)・歯閉鎖音 (/t, d/)・軟口蓋閉鎖音 (/k, g/) から成る。摩擦音は、唇歯摩擦音 (/f, v/)・歯茎摩擦音 (/s, z/)・後部歯茎摩擦音 (/ʃ, ʒ/) から成る。すべての試験語は2音節であり、問題の阻害音は母音間に位置する。阻害音の直前の母音は /i/ /e/ /a/ /o/ /u/ のいずれかである。直後の母音は、/a/とした。第1音節の音節頭には子音を1つないし2つ含む。

### 3.3.3.3 手順

音声産出実験は、オレンブルグ国立大学内の静かな教室で1人ずつ実施した。

実験参加者に次のような音声刺激を聞かせることによって、発話を引き出した: *On byl u X<sub>GEN.SG</sub>*. (「彼は、Xのところに居た」)。Xの部分には試験語 (語尾に男性単数属格形語尾 *-a* [a] が付く語形) が埋め込まれている。このような文においては、我々

が検討対象とする阻害音が語中母音間に含まれることになる。先述のように、語中母音間という音声環境において、ロシア語の有声音と無声音は対立する。

音声刺激を聞いた後、実験参加者は、X を次の枠文に埋め込んで発話するように指示された。*Mama X-GEN.SG. prišla.* (「X の母親がやって来た。」)。(3.1a) に音声刺激の例を示す。(3.1b) には、(3.1a) に対して期待される応答例を記す。(3.1b) において下線が引かれている語が、本研究で分析対象となる箇所である。

(3.1a) *On byl u pri[g]-a.*

(彼は、*prig-GEN.SG.* のところに居た。)

(3.1b) *Mama pri[g]-a prišla.*

(*prig-GEN.SG.* の母親がやって来た。)

以上の手順で導出した発話を、録音した。問題数 (つまり、実験参加者が音声刺激を聞いて発話する回数) は、1 人につき 120 問とした (試験語を含む 60 文 + 実験の目的を隠すために追加されたフィラー60文)。120 の問題は 30 問ごとに 4 つのブロックに分割した。最小対語は 30 問以上の間隔を開けて配置する一方で、ブロック内での出題順序は実験参加者ごとにランダム化した。1 ブロックが終わる毎に、実験参加者は必要に応じて休憩の機会を与えられた。

一連の実験プログラムは、音響分析ソフト Praat (Boersma and Weenink (2010)) のスクリプトを用いて作成・実行した。音声産出実験をはじめる前に、実験実施者 (筆者) が実験参加者に対して 3 回のデモンストレーションを行なった。デモンストレーショ

ンには、ロシア語に実在する名詞を使用した。その後、実験参加者は7回の予行練習をおこない、実験の手順やコンピュータの操作方法を確認した。実験時の指示や説明にはロシア語を用いた。

#### 3.3.3.4 録音条件

音声刺激を提示するために用いたヘッドフォンは、SONY MDR-Z700であった。録音機器はSONY PCM-M10 ポータブルレコーダを使用し、マイクロフォンはSONY ECM-MS907を使用した。標本化周波数は44.1 kHz、量子化ビット数は16ビットの設定でデジタル録音した。

#### 3.3.4 音響分析

音響分析ソフト Praat (Boersma and Weenink (2010)) を用いて、音声資料の音響分析を行なった。研究の射程を定めるために、計測尺度は、以下に挙げる時間特徴、周波数特徴に焦点を絞って観察した。これらの尺度は、ロシア語の先行研究 Kulikov (2012) と基本的に同一である (但し、Kulikov (2012) は閉鎖音のみを対象としている)。

##### 【時間特徴】

- (1) 閉鎖・摩擦区間における、声帯振動持続時間 (以降、Voicing と記す)
- (2) 直前母音の持続時間 (以降、V1 と記す)
- (3) 阻害音の狭窄部の持続時間 (以降、C と記す)
- (4) (閉鎖音のみ) 閉鎖開放時刻と後続母音の声帯振動開始時刻とのずれ (以降、Voicing lag と記す)

【周波数特徴】

- (5) 阻害音の直前母音末端の基本周波数 (以降 F0 pre C と記す)
- (6) 阻害音の直前母音末端の第1フォルマント周波数 (以降 F1 pre C と記す)
- (7) 阻害音の直後の母音の始端の基本周波数 (以降 F0 post C と記す)
- (8) 阻害音の直後の母音始端の第1フォルマント周波数 (以降 F1 post C と記す)

V1 は、母音の直前にある子音が鼻音、側面音、摩擦音の場合は、音声波形が急激に変化する時点を V1 の開始時点とした。ふるえ音が先行する場合には、音声波形の振幅が一時的に 0 になる短区間 (舌と口蓋とがふるえ音の調音のためにごく短時間接触することを反映する区間) の最終時点を開始時点とした。V1 の終了時点は、音声波形の振幅の急激な降下と波形の形状の急激な変化が認められる時点とした。

Voicing は、V1 の終了時点以降に続いている準周期波の持続時間を計測した。本調査は現地調査であったため、防音室を用いることができなかった。そのため、録音場所の周囲の壁からの反響と考えられる雑音成分などが音声波形に入り込んでいることがあった。このことは特に、閉鎖音の声帯振動持続時間を波形から確定する際に困難を伴う。その場合には、スペクトログラムの低周波数域を参照し、声帯振動を反映するボイスバー (voice bar) と呼ばれる低周波数域のエネルギーの有無と波形の形状の双方を確認しながら、閉鎖音の声帯振動の終了時点を確認した。摩擦音の場合には、声帯振動を反映する準周期波の上に摩擦噪音 (frication noise) を反映する非周期波が被さるので、音声波形のみから終了時点を確認することが困難である。したがって、閉鎖音の場合と同様に、スペクトログラムの低周波数域を参照し、声帯振動を反映す

るボイスバーの有無と波形の形状の双方を確認しながら、声帯振動の終了時点を確認した。

Cは、閉鎖音の場合、V1終了時点から閉鎖開放を反映するburst noiseの開始時点までを計測した。摩擦音の場合、V1終了時点から摩擦雑音を反映する非周期波が続く時点までを計測した。

Voicing lagは、閉鎖音の閉鎖開放の時点からburst noiseの開始時点から、後続母音を開始する時点までの時間長を計測した。

F0 pre Cは、V1終了時点のF0を計測した。F0 post Cは、後続の母音の始端のF0を計測した。基本周波数の抽出には、Praatの自己相関法 (autocorrection) を用いた。

F1 pre Cは、V1終了時点のF1を計測した。F1 post Cは、後続の母音の始端のF1を計測した。フォルマント周波数の抽出には、PraatのBurg法を用いた。

図3-2に閉鎖音の計測例を、図3-3に摩擦音の計測例を示す。

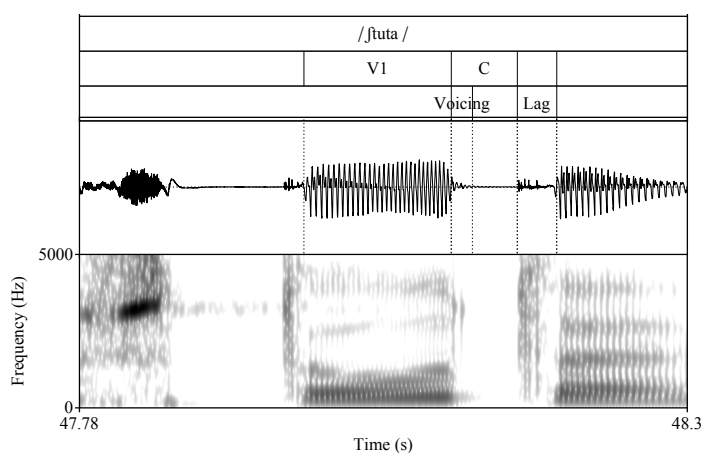


図3-2 実験1、閉鎖音の計測例 (/ftuta/)

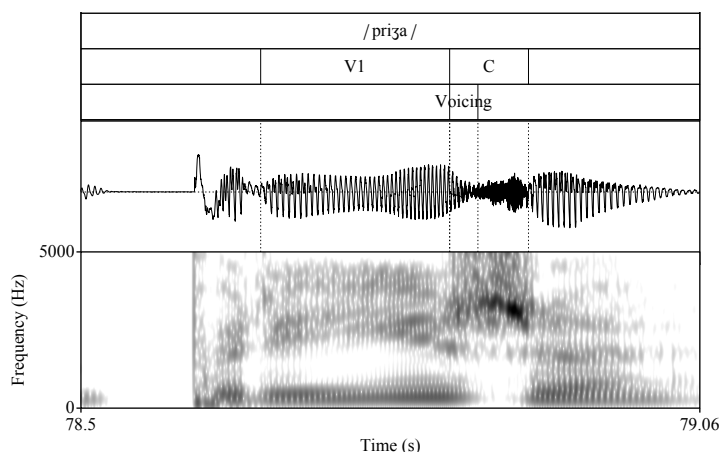


図 3-3 実験 1、摩擦音の計測例 (/priza/)

### 3.3.5 分析データ数

音声産出実験により、総計 600 の発話を得た (60 の試験語 × 10 人の実験参加者)。3.2.1 で述べたように、このうち、発話の言い間違いや欠損が著しく多い 2 名の実験参加者の発話は一律に除外した (600-120=480)。残された 8 名の実験参加者の発話のうち、言い間違いや言いよどみ、音声的な弱化が著しいトークン、あるいは録音上の問題があるトークンをあらかじめ除外した。その結果、28 トークン (5.8%) が除外され、残りの 452 トークン (閉鎖音 228 トークン + 摩擦音 222 トークン) が音響分析の対象となった。

音響分析がなされた 452 トークンのうち、時間特徴の計測のために必要な時間区間が確定困難である事例は、その値を個別に除外した。また、F0 が正確に算出されない事例 (母音がきしみ音 (creaky voice) 気味に実現された場合など) も、個別に除外した。F0 post C の値に関して、半数以上の値が除外された実験参加者 (M02 と M03) のデータは、F0 post C の分析からは一律に除外した。

## 3.3.6 結果

## 3.3.6.1 閉鎖音

最初に、閉鎖音の閉鎖区間中の声帯振動に関するいくつかの結果を示す。

有声閉鎖音は、閉鎖区間の全域に渡って声帯振動を伴って実現される例 (full voicing) が典型的であった。一方、無声閉鎖音の大半は、先行母音から閉鎖にかけて続く残余的な声帯振動を除き、閉鎖区間中に声帯振動を伴わずに実現される例が典型的であった。有声閉鎖音と無声閉鎖音の典型的なトークンを、図 3-4 と図 3-5 にそれぞれ示す。

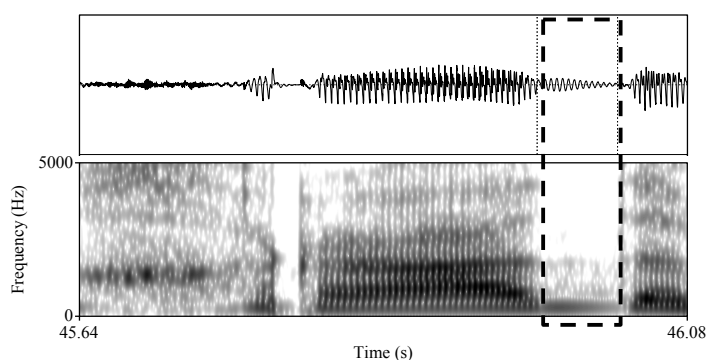


図 3-4 ロシア語の語中母音間の有声閉鎖音の典型例 (試験語: /xrada/, 話者: F02). 閉鎖区間(破線で囲まれた区間)に声帯振動が観察できる。

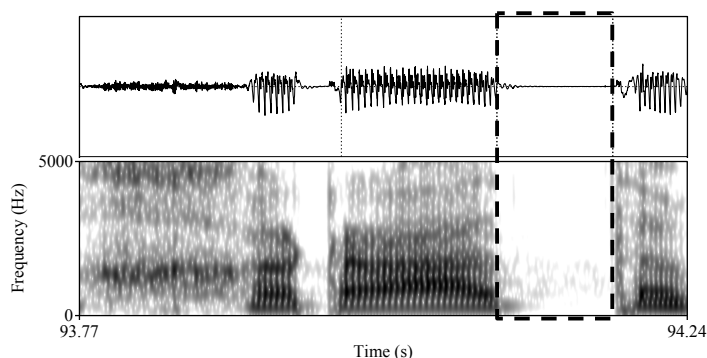


図 3-5 ロシア語語中無声閉鎖音の典型例（試験語：/xrata/, 話者：F02）。有声閉鎖音の場合とは対照的に、閉鎖区間（破線で囲まれた区間）に声帯振動がほとんど観察されない。

図 3-6 に、本研究で採録したデータ中の有声閉鎖音と無声閉鎖音の閉鎖区間中の声帯振動持続時間の分布を示す。図 3-7 には、有声閉鎖音と無声閉鎖音の閉鎖の持続時間の分布を示す。図 3-6 から、両唇 (/b/, /p/)、歯 (/d/, /t/)、軟口蓋 (/g/, /k/) のいずれの調音位置においても、有声音の閉鎖区間中の声帯振動持続時間が無声音の閉鎖区間中の声帯振動持続時間よりも長いという一貫した傾向が読み取れる。一方、図 3-7 からは、いずれの調音位置においても、有声音の閉鎖の持続時間が無声音の閉鎖の持続時間よりも短いという一貫した傾向が読み取れる。



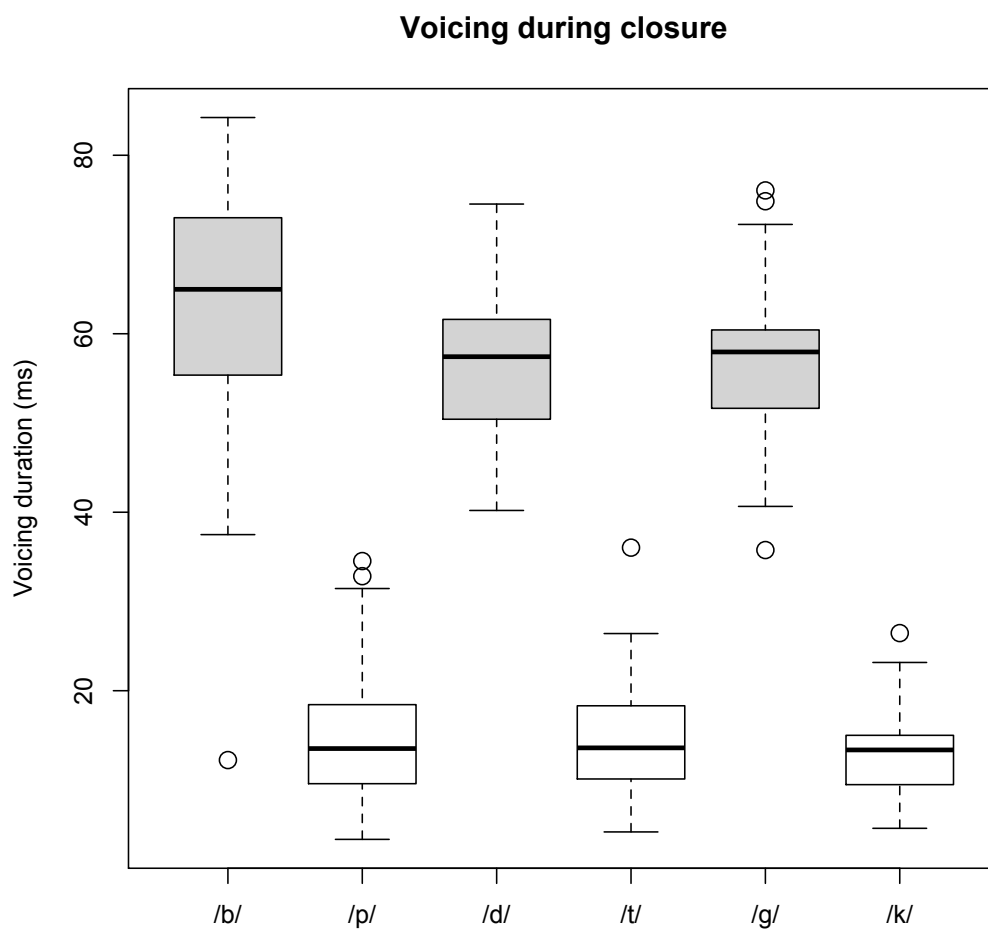


図 3-6 各調音位置における、語中閉鎖音の声帯振動持続時間の分布 (N=222)  
 灰色の箱ひげ図は有声音、白色の箱ひげ図は無声音を表す。箱ひげ図の箱内部の太線は中央値、上下のひげはそれぞれ最大値と最小値を表す。

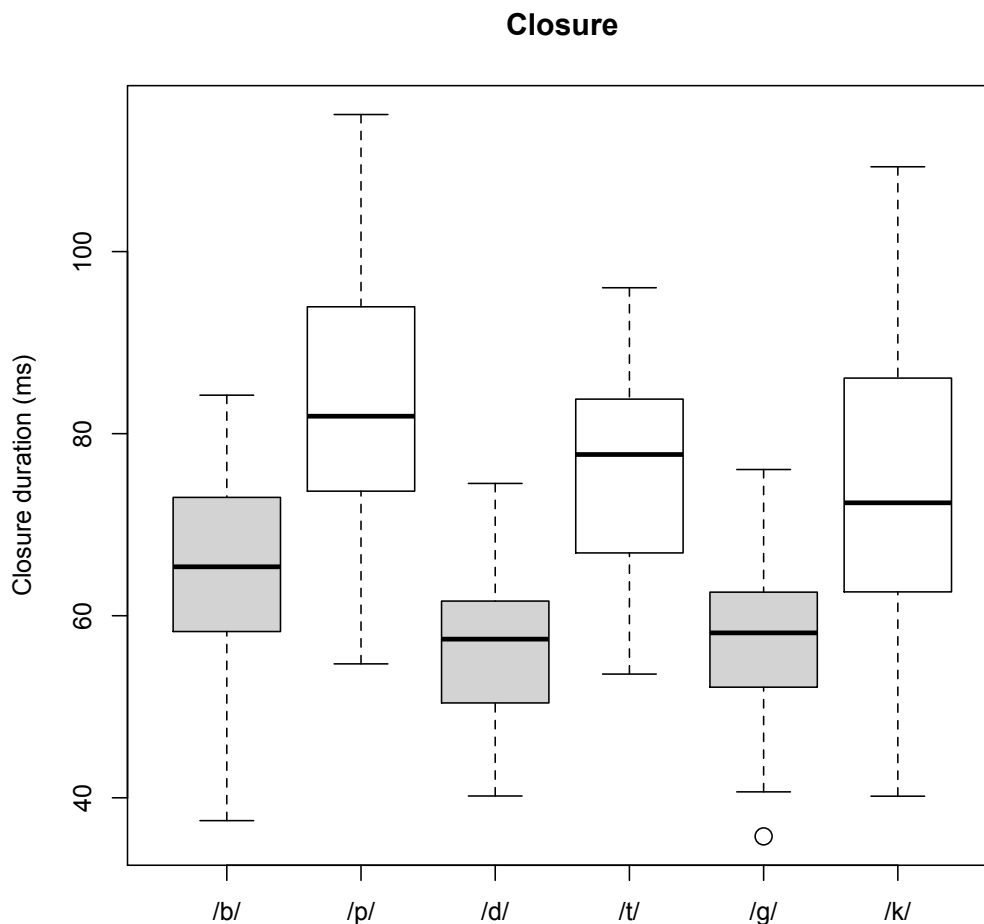


図 3-7 各調音位置における、語中閉鎖音の閉鎖の持続時間の分布 (N=222)

灰色の箱ひげ図は有声音、白色の箱ひげ図は無声音を表す。

実験参加者や試験語の個体差を超えて観察される傾向を推定するために、線形混合モデル (Linear Mixed-effect model; 以降、LME と記す) による分析をおこなった。統計量の計算には、統計分析ソフトウェア R の lme4 パッケージを用いた。有声性の違いと調音位置の違いを固定効果 (fixed effect)、実験参加者の違いと試験語の違いをランダム効果 (random effect) とした<sup>3</sup>。従属変数は閉鎖の持続時間 (C) と閉鎖区間中の

<sup>3</sup> LME では、ランダム切片 (random intercept) のみを仮定するモデルと、ランダム切片とランダムスロープ (random slope) の両方を仮定するモデルを構築することが可

声帯振動持続時間 (Voicing) である。p 値は、尤度比検定 (Likelihood-ratio test) によって推定した。LME の結果を、表 3-1 に要約する。

表 3-1 LME による、語中母音間の閉鎖音の推測統計結果の要約 (C, Voicing)  
 記号 “\*\*\*” は  $p < 0.001$  で「有意差あり」、「\*\*」は  $p < 0.01$  で「有意差あり」、「\*」は  $p < 0.05$  で「有意差あり」、「†」は「有意傾向 (marginal,  $p < 0.1$ )」、「n. s.」は「有意差なし ( $p \geq 0.1$ )」を表す。「調音位置」の固定効果が有意であった場合には、多重比較の結果を併記している。

Dependent variable	Fixed effect	Interaction
	Voicing	Voicing: POA
Voicing	***	n.s.
C	***	n.s.
Dependent variable	Fixed effect	Multiple comparison
	POA	POA
Voicing	*	Bilabial > Dental † Bilabial > Velar** Dental vs. Velar, n.s.
C	*	Bilabial > Dental** Bilabial > Velar*** Velar vs. Dental, n.s.

能である。本論文において実施される各種の推測統計は、事前に、上記 2 種類のモデルに有意差があるか否かを、尤度比検定によって推定している。両者の間に有意差が認められなかった場合には、より単純なモデルである、ランダム切片のみを仮定するモデル (random intercept model) を用いている。

LMEによる推定の結果、CとVoicingのいずれの尺度に関しても、有声性の固定効果が有意であった [C:  $X^2(3)=16.398, p<0.001$ ] [Voicing:  $X^2(3)=455.49, p<0.001$ ]。「有声性 (Voicing)」と「調音位置 (POA)」の間の交互作用は、Cに関しても、Voicingに関しても、認められなかった [C:  $X^2(2)=4.9677, p=0.08, n.s.$ ] [Voicing:  $X^2(2)=0.4591, p=0.79, n.s.$ ]。

「調音位置」にかかわる結果について、検討する (表 3-1 太線以下)。Cに関して、「調音位置」の固定効果が有意であった [C:  $X^2(4)=14.767, p<0.01$ ]。そこで、両唇、歯、軟口蓋の3調音位置間で多重比較をおこなった。多重比較には、TukeyのHSD法を用いた。多重比較の結果、Cに関して、両唇音が歯・軟口蓋音よりも大きな値を取るパターンが得られた [両唇音と歯音の差: 3ms,  $p<0.1$  (有意傾向), 両唇音と軟口蓋音の差: 4ms,  $p<0.01$ , 歯音と軟口蓋音の差:  $p=0.58$ , 有意差なし]。

次に、閉鎖音の閉鎖区間の大小と閉鎖区間の声帯振動持続時間の割合がどのような関係にあるのかを定量的に把握しておこう。閉鎖の持続時間と声帯振動持続時間の関係を図 3-6 に示す。

図 3-6 から明らかなように、有声閉鎖音の場合、voicing proportion は、閉鎖区間の長短に関わらず、100%を取るパターンが大多数であり、voicing proportion の平均値は 98.8% (SD=8) であった。一方、無声閉鎖音の場合、40%未満の値を取るのが大多数であり、voicing proportion の平均値は、19.1% (SD=11) であった。

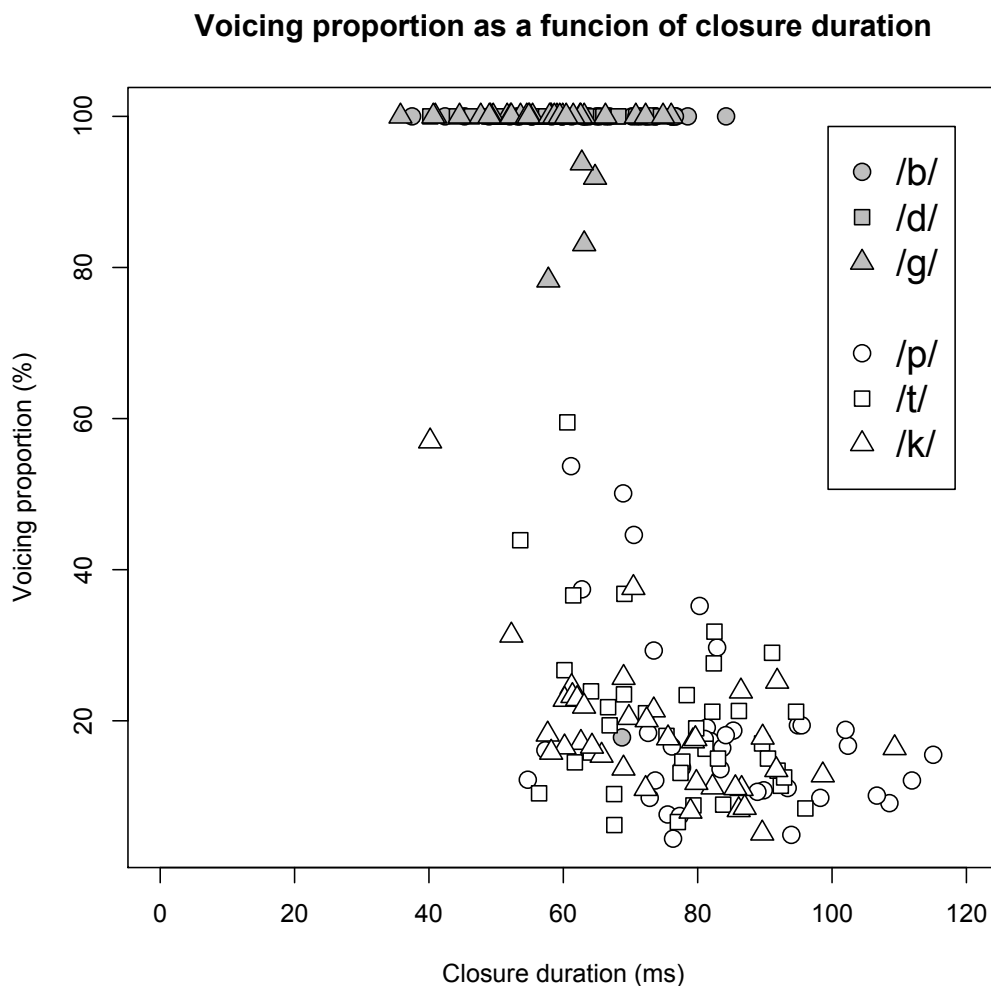


図 3-6 語中母音間の閉鎖音の閉鎖区間の持続時間と閉鎖区間中の声帯振動の割合との関係 (N=222)

最後に、有声閉鎖音と無声閉鎖音の特徴とを区別する、その他の音響特徴を検討する。表 3-2 に、計測尺度別に、計測結果を要約する。なお、有声閉鎖音の大多数 (99.1%) は prevoicing で実現されたため、voicing lag に相当する区間が存在しなかった。Prevoicing で実現されたこれらのトークンの voicing lag の値は計測していない。したがって、表 3-2 においては、有声閉鎖音の voicing lag の平均値・標準偏差は記載されていない。

表 3-2 ロシア語の語中有声・無声閉鎖音の音響特徴の全体平均値 (V1, Voicing lag, F0, F1)。括弧内の数値は、標準偏差を表す。

Measurement	Bilabial		Dental		Velar	
	Voiceless /p/	Voiced /b/	Voiceless /t/	Voiced /d/	Voiceless /k/	Voiced /g/
V1 (ms)	118(19)	128(22)	115(29)	126(29)	114(22)	131(22)
Voicing lag (ms)	19(9)	-	22(9)	-	32(8)	-
F0 pre C (Hz)	192(69)	185(68)	189(66)	185(65)	188(71)	180(64)
F1 pre C (Hz)	435(133)	404(110)	410(112)	399(93)	375(93)	351(81)
F0 post C (Hz)	224(55)	226(54)	230(61)	224(60)	219(55)	217(66)
F1 post C (Hz)	465(156)	417(64)	470(206)	413(70)	422(174)	399(92)

実験参加者や試験語の個体差を超えて観察される傾向を推定するために、LME による分析をおこなった。有声性の違いと調音位置の違いを固定効果、実験参加者の違いと試験語の違いをランダム効果とした。従属変数は各計測尺度である。p 値は、尤度比検定によって推定した。LME による推測統計の結果を、表 3-3 に要約する。なお、Voicing lag は、1 例を除くすべての有声閉鎖音において該当箇所が存在しなかった（つまり、full voicing で実現された）ため、Voicing lag の値を従属変数とした LME は実施していない<sup>4</sup>。

<sup>4</sup> 無声閉鎖音の Voicing lag のみを対象として、3つの調音位置間に差異があるか否かを検討した。その結果、軟口蓋音が両唇音・歯音よりも有意に大きい値を取ることが明らかになった [軟口蓋音と両唇音の差: 13ms,  $p < 0.001$ ] [軟口蓋音と歯音の差: 10ms,  $p < 0.001$ ]。

表 3-3 LME による、語中母音間の閉鎖音の推測統計結果の要約 (V1, F0 pre C, F1 pre C, F0 post C, F1 post C)。記号 “\*\*\*” は  $p < 0.001$  で「有意差あり」、 “\*\*” は  $p < 0.01$  で「有意差あり」、 “\*” は  $p < 0.05$  で「有意差あり」、 “†” は「有意傾向 (marginal,  $p < 0.1$ )」、 “n. s.” は「有意差なし ( $p \geq 0.1$ )」を表す。「調音位置」の固定効果が有意であった場合には、多重比較の結果を併記している。

Dependent variable	Fixed effect	Interaction
	Voicing	Voicing: POA
V1	***	n. s.
F0 pre C	**	n. s.
F1 pre C	†	n. s.
F0 post C	n. s.	n. s.
F1 post C	n. s.	n. s.

	Fixed effect	Multiple comparison
	POA	POA
V1	n. s.	
F0 pre C	n. s.	
F1 pre C	n. s.	
F0 post C	n. s.	
F1 post C	n. s.	

表 3-3 に示したように、「有声性」の固定効果が有意であったのは、V1 と F0 pre C であった [V1:  $X^2(3)=41.162, p < 0.001$ ] [F0 pre C:  $X^2(3)=11.679, p < 0.01$ ]。「有声性」と「調音位置」の交互作用の有意性は認められなかった [V1:  $X^2(2)=2.1955, n. s.$ ] [F0 pre C:  $X^2(2)=1.5067, n. s.$ ]。F1 pre C は、「有意性」の固定効果が有意傾向であった [ $X^2(3)=7.574, p < 0.1, marginal$ ]。その他の音響量における、「有声性」の固定効果の有意性は認められなかった [F1 post C:  $X^2(3)=6.1286, n. s.$ ] [F0 post C:  $X^2(3)=2.3331, n. s.$ ]。

「調音位置」にかかわる結果について、検討する (表 3-3 太線以下)。V1、F0 pre C、F1 pre C、F0 post C、F1 post C のいずれの音響量に関しても、「調音位置」の固定効果の有意性は認められなかった。

### 3.3.6.2 閉鎖音の音響特徴の要約

有声閉鎖音の声帯振動の持続時間は、無声閉鎖音の声帯振動持続時間よりも長いこと、有声閉鎖音の閉鎖の持続時間は、無声閉鎖音の持続時間よりも短いことを示した。総じて、ロシア語の語中母音間の有声閉鎖音は、ほぼ全域に声帯振動を伴って実現されるパターンが典型的であるのに対し、無声閉鎖音では、声帯振動はごく短い時間のみ持続するパターンが典型的であることを示した。

閉鎖音に隣接する母音の時間長や母音末端の周波数特徴についても検討した。その結果、有声閉鎖音の直前母音の持続時間は、無声閉鎖音の直前母音の持続時間よりも、長いこと、有声閉鎖音の直前母音末端の F0 値は無声閉鎖音の末端の場合よりも、低いことを示した。

### 3.3.6.3 摩擦音

最初に、摩擦音の摩擦区間中の声帯振動に関するいくつかの結果を示す。

無声摩擦音は、先行母音から摩擦部にかけて続く残余的な声帯振動を除き、摩擦区間中に声帯振動をほとんど伴わずに実現される例が典型的であった。有声摩擦音は、摩擦区間の全域に渡って声帯振動を伴って実現される例 (full voicing) が典型的であった。有声摩擦音と無声摩擦音の典型的なトークンを、図 3-7 と図 3-8 にそれぞれ示す。



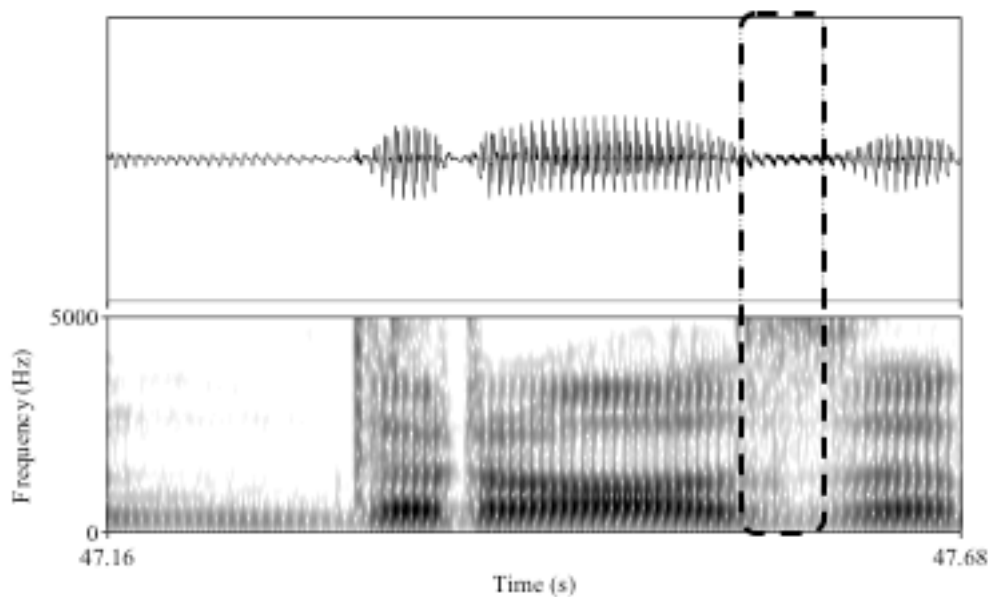


図 3-7 語中母音間におけるロシア語有声摩擦音の典型例（試験語：/droza/, 話者：M01）。破線で囲まれた区間に声帯振動が観察できる。

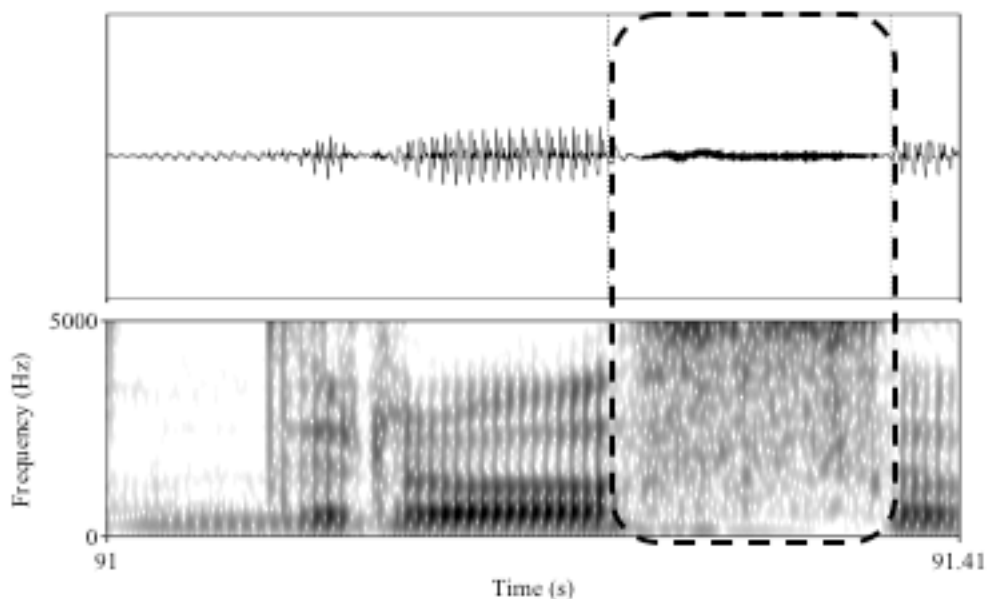


図 3-8 語中母音間におけるロシア語無声摩擦音の典型例（試験語：/droza/, 話者：M01）。有声摩擦音の場合とは対照的に、破線で囲まれた区間のほとんどが摩擦音の調音時の摩擦的噪音のみで構成されている。

計測された有声摩擦音 (N=110) の3分の2以上 (76.3%) は、図 3-7 のように摩擦区間の全域に渡って声帯振動を伴って実現されるパターンであった。ただし、一部の有声摩擦音 (23.6%) には、摩擦区間の途中で声帯振動が停止していることが観察された (cf. 図 3-3)。

図 3-9 に、実験 1 で採録した摩擦音のデータ全体における、有声摩擦音と無声摩擦音の摩擦区間における声帯振動の持続時間の分布を示す。図 3-10 には、摩擦の持続時間の分布を示す。

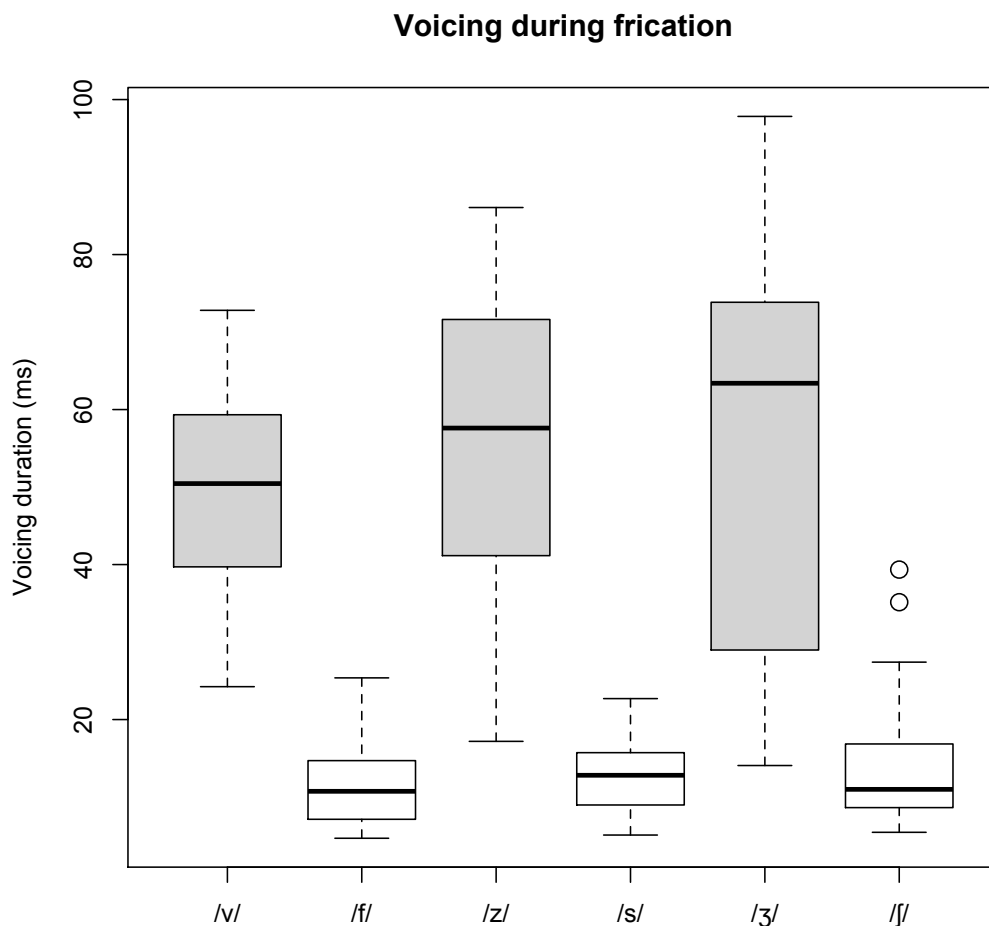


図 3-9 各調音位置における、摩擦区間の声帯振動持続時間の分布 (N=220)  
 灰色の箱ひげ図は有声音、白色の箱ひげ図は無声音を表す。

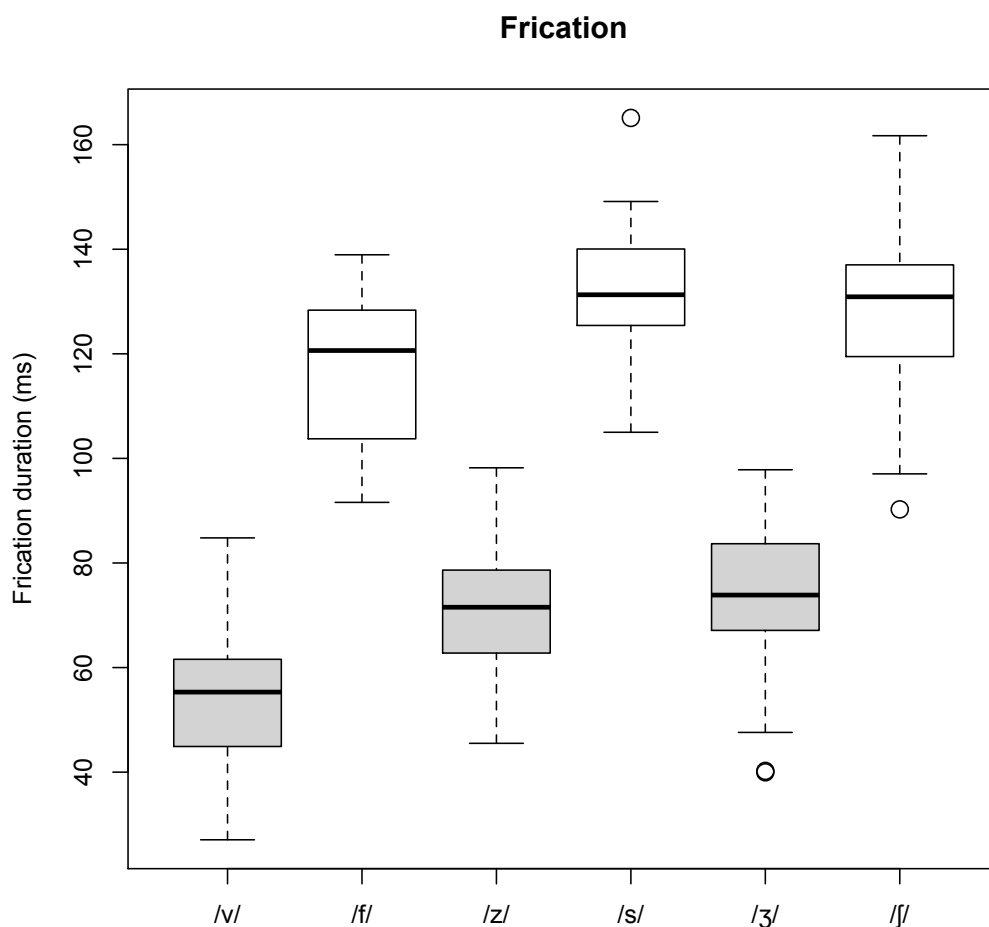


図 3-10 各調音位置における、語中摩擦音の摩擦の持続時間の分布 (N=220)  
 灰色の箱ひげ図は有声音、白色の箱ひげ図は無声音を表す。

図 3-9 から、唇歯 (*/v, /f/*)、歯茎 (*/z/, /s/*)、後部歯茎 (*/ʒ/, /ʃ/*) のいずれの調音位置においても、有声音の摩擦区間における声帯振動持続時間が無声音の摩擦区間における声帯振動持続時間よりも長いという一貫した傾向が読み取れる。一方、図 3-10 から、いずれの調音位置においても、有声摩擦音の摩擦の持続時間が無声摩擦音の摩擦の持続時間よりも長いという一貫した傾向が読み取れる。

実験参加者や試験語の個体差を超えて観察される傾向を推定するために、LME による分析をおこなった。閉鎖音の分析と同様に、「有声性」と「調音位置」を固定効果、実験参加者の違いと試験語の違いをランダム効果とした。従属変数は、摩擦区間中の声帯振動持続時間 (Voicing) と摩擦の持続時間 (C) の値である。p 値は、尤度比検定によって推定した。LME の結果を、表 3-4 に要約する。

LME による推定の結果、Voicing と C のいずれの尺度に関しても、有声性の固定効果が有意であった [Voicing:  $X^2(3)=26.936, p<0.001$ ] [C:  $X^2(3)=37.312, p<0.001$ ]。「有声性」と「調音位置」の間の交互作用は、Voicing に関しても、C に関しても、認められなかった [Voicing:  $X^2(2)=1.1875, n.s.$ ] [C:  $X^2(2)=42.4322, n.s.$ ]。

「調音位置」にかかわる結果について、検討する (表 3-4 太線以下)。まず、C に関して、「調音位置」の固定効果が有意であった [ $X^2(4)=29.844, p<0.001$ ]。そこで、唇歯、歯茎、後部歯茎の 3 調音位置間の多重比較をおこなった。多重比較には、Tukey の HSD 法を用いた。多重比較の結果、C に関して、唇歯音が歯茎・後部歯茎音よりも有意に低い値を取ることが示された [唇歯音と歯茎音の間の差: 16ms,  $p<0.001$ , 唇歯音と後部歯茎音の間の差: 16ms,  $p<0.001$ , 歯茎音と後部歯茎音の間の差: n.s.]。

表 3-4 LME による、語中母音間の摩擦音の推測統計結果の要約 (Voicing, C)  
 記号 “\*\*\*” は  $p < 0.001$  で「有意差あり」、 “\*\*” は  $p < 0.01$  で「有意差あり」、 “\*” は  $p < 0.05$  で「有意差あり」、 “+” は「有意傾向 (marginal,  $p < 0.1$ )」、 “n. s.” は「有意差なし ( $p \geq 0.1$ )」を表す。本研究における議論に直接関係がある結果は、太線より上に、直接関係がない結果は、太線より下に記載した。「調音位置」の固定効果が有意であった場合には、多重比較の結果を併記している。

Dependent variable	Fixed effect	Interaction
	Voicing	Voicing: POA
Voicing (ms)	***	n.s.
C (ms)	***	n.s.

---

Dependent variable	Fixed effect	Mutliple comparison
	POA	POA
Voicing (ms)	n.s.	
C (ms)	***	Labiodental < Alveolar*** Labiodental < Postalveolar*** Alveolar = Poatalveolar, n.s.

次に、摩擦音の摩擦の持続時間の長短と摩擦区間における声帯振動持続時間の割合がどのような関係にあるのかを定量的に把握しておこう。摩擦の持続時間と声帯振動持続時間の割合の関係を図 3-11 に示す。

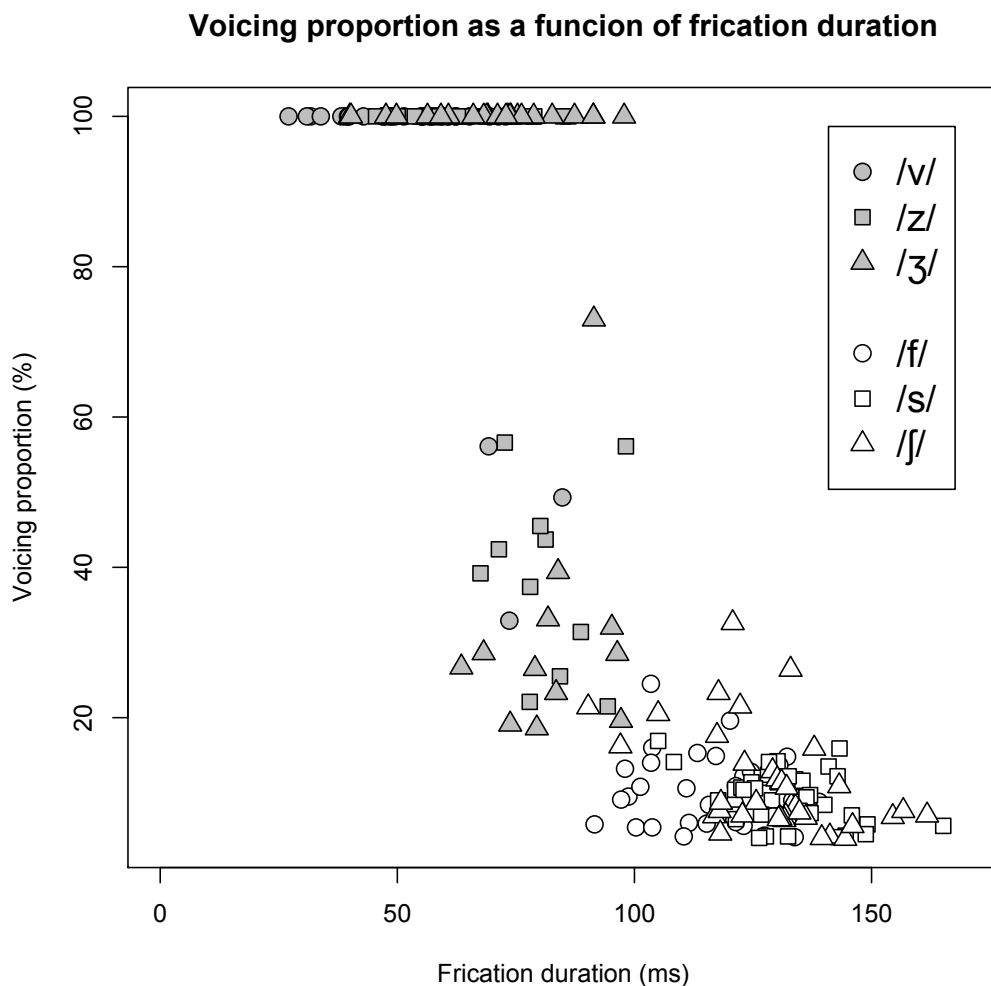


図 3-11 摩擦音の摩擦の持続時間と摩擦区間中の声帯振動の割合との関係 (N=220)

図 3-11 から、無声摩擦音の場合、摩擦区間の長短に関わらず、大多数が摩擦区間の 40%以下の領域に分布していることが読み取れる。一方、有声摩擦音には、2種類の分布パターンが観察される。一方は、voicing proportion が摩擦区間の 100%の値を取るグループであり、もう一方は、voicing proportion が摩擦区間の 80%未満の値を取るグループである。ここで便宜的に、前者を、「full voicing」、後者を「partial voicing」と呼ぶことにする。この節の冒頭で既に言及したように、Full voicing のトークンは有

声摩擦音 (N=110) の 76.3%、partial voicing のトークンは 23.6%を占めていた。Partial voicing のトークンの内訳を分析すると、調音位置による違いが認められた。

図 3-12 に、調音位置別の full voicing と partial voicing の生起状況を示す。図 3-12 から分かるように、partial voicing は主に歯茎音 (/z/)、後部歯茎音 (/ʒ/) に観察された。一方、唇歯音 (/v/) には、partial voicing はほとんど観察されなかった。

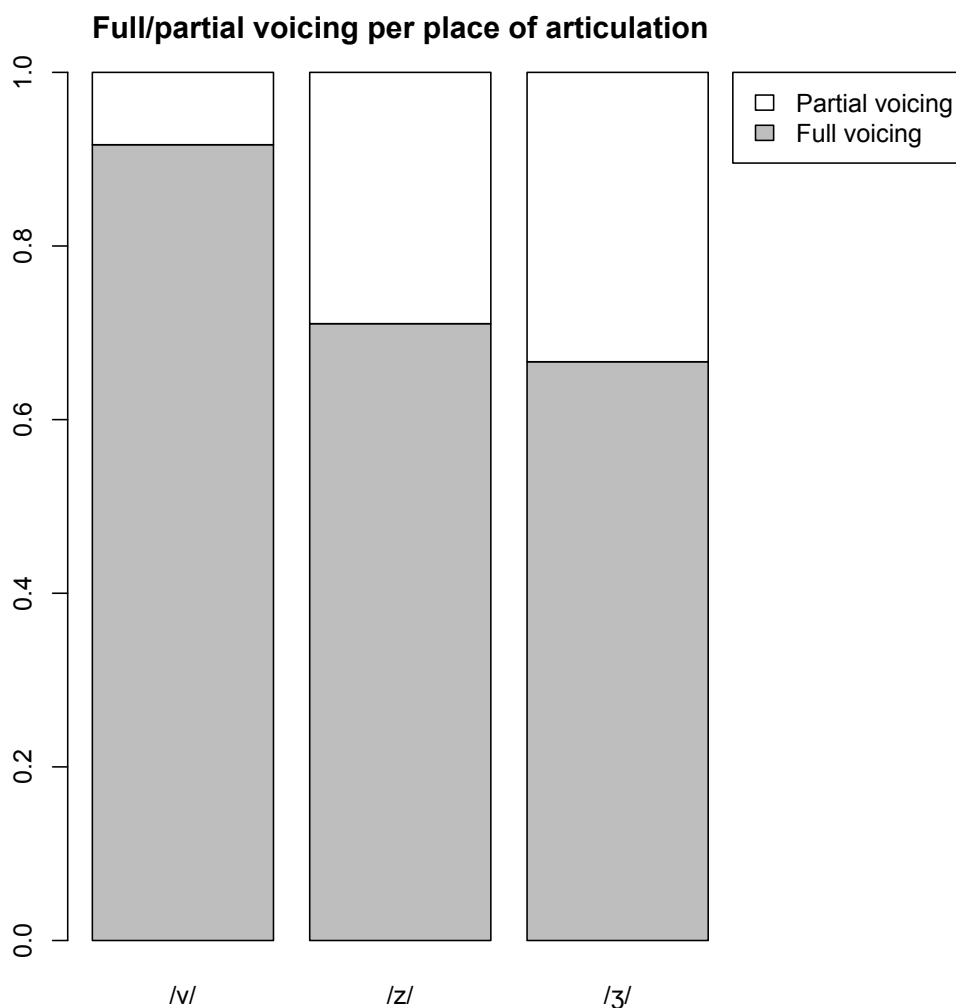


図 3-12 語中母音間の有声摩擦音の「partial voicing」と「full voicing」の生起率 (調音位置別)。X 軸は調音位置を表す。

Partial voicing の生起率には、性差も認められた。図 3-13 に、実験参加者別の full voicing と partial voicing の生起状況を示す。図 3-13 から分かるように、partial voicing は女性の発話に多く、男性にはほとんど観察されない。

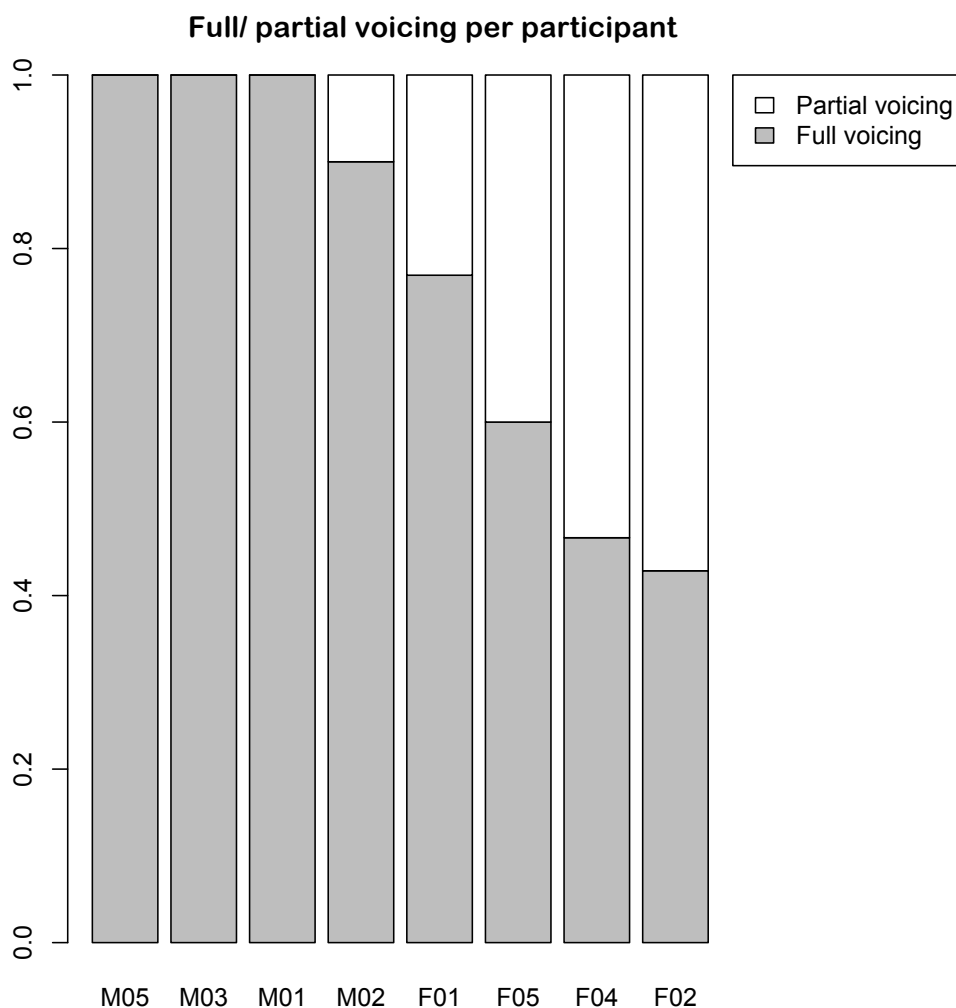


図 3-12 語中母音間の有声摩擦音の「partial devoicing」と「full devoicing」の生起率（実験参加者別）。X 軸は個々の実験参加者を表す。記号 F が付されている話者は女性、M が付されている話者は男性である。

最後に、有声摩擦音と無声摩擦音の特徴を、その他の時間特徴と周波数の観点から検討する。表 3-5 に、計測結果を要約する。



閉鎖音の場合と同様に、LMEによる分析をおこなった。有声性の違いと調音位置の違いを固定効果、実験参加者の違いと試験語の違いをランダム効果とした。従属変数は各計測尺度である。p値は、尤度比検定によって推定した。表3-6に、LMEの結果を要約する。

表3-5 ロシア語の語中有声・無声摩擦音の音響特徴の全体平均値 (V1, F0, F1)。括弧内の数値は、標準偏差を表す。

	Labiodental		Alveolar		Post alveolar	
	Voiceless	Voiced	Voiceless	Voiced	Voiceless	Voiced
	/f/	/v/	/s/	/z/	/ʃ/	/ʒ/
V1 (ms)	123(22)	147(25)	114(25)	142 (29)	127(28)	146 (26)
F0 pre C (Hz)	199(69)	193(64)	195(64)	185(68)	194(72)	194(70)
F1 pre C (Hz)	472(180)	429(97)	414(162)	353(69)	476(315)	384(90)
F0 post C (Hz)	218(62)	221(63)	236(59)	216(59)	222(57)	217(63)
F1 post C (Hz)	405(108)	409(67)	410 (85)	358(49)	404(188)	405(117)

表 3-6 LME による、語中母音間の摩擦音の推測統計結果の要約 (V1, F0, F1)。記号 “\*\*\*” は  $p < 0.001$  で「有意差あり」、「\*\*」は  $p < 0.01$  で「有意差あり」、「\*」は  $p < 0.05$  で「有意差あり」、「+」は「有意傾向 (marginal,  $p < 0.1$ )」、「n. s.」は「有意差なし ( $p \geq 0.1$ )」を表す。「調音位置」の固定効果ならびに「調音位置」と「有声性」の相互作用が有意であった場合には、多重比較の結果を併記している。

Dependent variable	Fixed effect	Interaction
	Voicing	Voicing: POA
V1	***	n. s.
F0 pre C	**	n. s.
F1 pre C	**	n. s.
F0 post C	**	*
F1 post C	n. s.	n. s.

	Fixed effect	Multiple comparison
	POA	POA
V1	n. s.	
F0 pre C	n. s.	
F1 pre C	n. s.	
F0 post C	*	(Simple effect of Voicing) Alveolar**
F1 post C	n. s.	

表 3-6 に示したように、V1、F0 pre C、F1 pre C、F0 post C に関して、「有声性」の固定効果が有意であった [V1:  $X^2(3)=68.615, p < 0.001$ ] [F0 pre C:  $X^2(3)=8.951, p < 0.05$ ] [F1 pre C:  $X^2(3)=11.666, p < 0.01$ ] [F0 post C:  $X^2(3)=14.088, p < 0.01$ ]。このうち、V1、F0 pre C、F1 pre C に関しては「有声性」と「調音位置」の交互作用は認められなかった [V1:  $X^2(2)=1.9478, n. s.$ ] [F0 pre C:  $X^2(2)=3.6235, n. s.$ ] [F1 pre C:  $X^2(2)=0.9954, n. s.$ ]。

F0 post C に関しては、「調音位置」の固定効果も有意であり [ $X^2(4)=10.528, p<0.05$ ]、  
「有声性」と「調音位置」の交互作用が認められた [ $X^2(2)=9.0942, p<0.05$ ]。そこで、  
調音位置別に有声性の単純効果を検討したところ、歯茎音のみ、F0 post C の値に対す  
る Voicing の単純効果が有意であった [ $X^2(1)=21.013, p<0.001$ ]。したがって、F0 post C  
に関しては、有声性の効果は、全ての調音位置の違いを超えて有意性が認められたわ  
けではなく、歯茎音に限られていた。

#### 3.3.6.4 摩擦音の音響特徴の要約

有声摩擦音の声帯振動の持続時間は、無声摩擦音の声帯振動持続時間よりも長いこ  
と、有声摩擦音の摩擦の持続時間は、無声摩擦音の場合よりも短いことを示した。有  
声摩擦音の一部には、摩擦区間の途中で声帯振動が停止している事例も観察されたも  
の、摩擦区間の全域に渡って声帯振動を伴うパターンの方が優勢であった (76.3%)。  
無声摩擦音は、声帯振動はごく短い時間のみ持続するパターンが典型的であることを示  
した。

摩擦音に隣接する母音の時間長や母音末端の周波数特徴について検討した結果、有  
声摩擦音の直前母音の持続時間は、無声摩擦音の直前母音の持続時間よりも長いこと、  
有声摩擦音の直前母音末端の F0、F1 の値はともに、無声摩擦音の直前母音末端より  
も低い値を取ることが示された。また、歯茎音のみであったが、有声摩擦音の直後の  
母音の始における F0 値が、無声摩擦音の場合よりも低い値を取ることが示された。

### 3.4 考察

#### 3.4.1 有声阻害音と無声阻害音を区別する音響特徴

実験1によって、ロシア語の語中母音間の有声閉鎖音の大多数は、閉鎖区間のほぼ全域に声帯振動を伴って実現される例が典型的であるのに対し、無声閉鎖音では、声帯振動はごく短い時間のみ持続していることを示した。この結果は、聴覚印象的な記述や、Ringen and Kulikov (2011) や Kulikov (2012) の音響音声学的観察と一致する。

閉鎖音と概ね同様に、有声摩擦音の3分の2以上は、閉鎖区間のほぼ全域に声帯振動を伴って実現されるのに対し、無声摩擦音では、声帯振動はごく短い時間のみ持続していることを示した。有声摩擦音のうち一部 (23.6%) の発話は、摩擦区間の途中で声帯振動が停止していることが観察された。このような有声摩擦音の *partial devoicing* の事例が示唆する内容については、後述する。

子音の狭窄部における音響特徴だけではなく、隣接する母音の時間長や周波数特徴によっても、有声阻害音と無声阻害音が区別されていることを示した。表3-7に、実験1で明らかにした有声阻害音と無声阻害音を区別する音響特徴を要約する。

表 3-7 語中母音間の有声阻害音と無声阻害音を区別する音響特徴

Intervocalic stops		
	Voiced	Voiceless
V1 duration	Longer	Shorter
Voicing duration	Longer	Shorter
Closure duration	Shorter	Longer
Voicing lag	No	Yes
F0 pre C	Lower	Higher
Intervocalic fricatives		
	Voiced	Voiceless
V1 duration	Longer	Shorter
Voicing duration	Longer	Shorter
Frication duration	Shorter	Longer
F0 pre C	Lower	Higher
F1 pre C	Lower	Higher
F0 post C (only for alveolar)	Lower	Higher

### 3.4.2 有声摩擦音の部分的な無声化

実験1で計測された語中母音間の有声摩擦音の一部(23.6%)に、部分的な無声化が観察された。Barry(1995)も、彼女が計測した25.6%の有声摩擦音に部分的無声化が認められることを報告している。本研究で語中母音間の有声摩擦音の一部に観察された部分的無声化の内訳を検討すると、調音位置や実験参加者の性別によって、分布には偏りがあることが示唆された。

実験1で検討した音声環境が語中母音間という、有声音に囲まれた環境であったことを考慮すると、部分的無声化が周囲の音声環境の影響で生じたとは考えにくい。したがって、有声摩擦音に部分的無声化が生じる理由は、少なくとも、周囲の音声環境

という要因以外にあると考えられる。それと同時に、同一の音声環境で観察された有声閉鎖音には、部分的無声化がほとんど観察されないことから、有声摩擦音の部分的無声化を引き起こす要因の1つは、摩擦音それ自体にあることが推測される。

有声の摩擦音は、調音的・空気力学的な理由から、比較的産出が難しいことが予めから指摘されている (Ohala (1981))。声帯を振動させるためには、声門上圧を声門下圧よりも上げる必要がある。その一方で、摩擦的噪音を作り出す為に、口腔の狭窄部から外部に空気 (呼気) を送り出す必要があるため、声門上圧が比較的上がりにくい。

全体数としてみれば、**partial devoicing** の事例よりも **full voicing** の事例の方が優勢であったものの、**partial devoicing** という音声変異形が一定数存在しているという事実は、今後、喉頭素性に関する議論に関わってくる可能性がある。具体的に言えば、ドイツ語の有声閉鎖音に観察される「**passive voicing**」と類似した音声的なプロセスが、ロシア語の無声摩擦音にも起こっている可能性がある。その場合、本研究や Barry (1995) が観察した摩擦音の **partial devoicing** は、ロシア語の摩擦音の喉頭素性の指定の有無に関する議論に大きく関わってくるだろう。しかしながら、先に記した通り、有声摩擦音の部分的な無声化が周囲の音声環境によって引き起こされたとは考えにくい。摩擦音における **partial voicing** の要因を確定することは、本研究の射程を超える問題である。今後の研究において、ロシア語の有声摩擦音の **partial voicing** がどのような要因に左右されるのか、どのような頻度で生じるのかに関する資料の蓄積が必要とされる。

以上から、摩擦音の喉頭特徴の検討を実験1の結果のみに依拠しておこなうべきではないと考える。本論文で示されるその他の実験結果も考慮した上で考察するのが妥当であろう。ロシア語の喉頭特徴に関する総合的な議論は、第7章でおこなうことに

する。

## 第4章

### 語中母音間の有声阻害音と無声阻害音の音声知覚特性

#### 4.1 はじめに

本章では、語中母音間の有声阻害音と無声阻害音の対立を聴覚音声学的観点から検討する。

私たちの日常生活での経験を振り返ってみると、静かな環境で音声を聞き取る場合には難なく聞き取ることができる音声の違いが、雑音が多い環境では聞き取れない場合がある。例えば、静まり返った教室で人の話を聞く場合よりも、人ごみの中や雑音が大きい飛行機の機内で人の話を聞く場合の方が、聞き間違いが生じやすいことは、想像に難くない。

実際に、雑音が多い環境において知覚混同が誘発されることは、数多くの雑音マスキング実験 (noise-masking experiment) によって実験的に検討されてきた。ロシア語における子音の知覚混同を扱った先行研究は、管見の及ぶ限り、存在しないが、他言語における子音の知覚混同を検討した研究は複数存在する (Miller and Nicely (1955), Grand and Walden (1999), Phatak and Allen (2007), Phatak *et al.* (2008), among others)。これらの先行研究は、雑音下で生じる知覚混同パターンは、分節音の種類によって異なることを指摘している (Miller and Nicely (1955), Grand and Walden (1999), Phatak and Allen (2007), Phatak *et al.* (2008), among others)。



知覚混同のパターンは、その音声同士の知覚的類似性を評価する尺度の1つであると考えられている (cf. Johnson (2003))。即ち、比較的混同されやすい音声同士は類似性が高く、比較的混同されにくい音声同士は類似性が低いと考えられている。

知覚的な類似性は、個別言語内での異音関係 (Johnson (2002), Boomershine *et al.* (2008), Huang and Johnson (2010)) や、言語横断的に見られる音韻パターン (Steriade (1997, 2001), Kawahara (2006), Kawahara and Garvey (2014)) と関連することが知られている。このような、音声同士の類似性に関する知見は、近年の音韻理論の発展に対しても、重要な役割を果たしている (Steriade (2001) など)。

本章は、ロシア語の有声阻害音と無声阻害音の知覚特性を知覚混同パターンの観点から検討することを主目的とする。

本章の構成は次の通りである。まず、4.2 節において、本章の議論に関わる先行研究を検討する。次に、4.3 節と 4.4 節において、2 種類の音声知覚実験の結果を示す。そして最後に、4.5 節において、音声知覚実験の結果を要約する。

## 4.2 研究背景

### 4.2.1 雑音マスキング実験

母語話者の知覚混同を検討した古典的研究である Miller and Nicely (1955) は、英語における 16 種類の子音が、白色雑音<sup>1</sup>を付加した条件で、英語を母語とする聞き手 5

---

<sup>1</sup> (厳密に言うと) 私たちの身の回りで聞こえる音のすべては、音響的にいくつかの周波数成分が合わさってできている (このような音を複合音という)。雑音も複合音の一種で、いくつかの周波数成分が不規則に合わさってできている。白色雑音 (white noise) は、「あらゆる周波数成分の音をほぼ同量ずつ含む雑音」である (日本音響学会編 1996: 278)。

人に、どのように知覚されるのかを検討した。Miller and Nicely (1955) の実験では、「有声性」の違いで異なる子音 (例えば、/t/ - /d/, /s/ - /z/ など) の混同はほとんど観察されなかった。Miller and Nicely (1955) は、白色雑音が有声性の知覚に関わる低周波数域の音響情報が、白色雑音では十分にマスクされないためであると指摘している (Miller and Nicely (1955), Kawahara (2006: 563) も参照)。しかしながら、Miller and Nicely (1955) をほぼ同一の条件で追試した Phatak *et al.* (2008) は、阻害音のうち、有声摩擦音と無声摩擦音の間には、顕著な知覚混同が認められることを報告している。さらに興味深いことに、Phatak *et al.* (2008) は、無声摩擦音と有声摩擦音の知覚混同には非対称性があることを示している。即ち、無声摩擦音が有声摩擦音と混同されることはあるが、その逆はほとんどないという。重要なことに、摩擦音の有声性に関して比較的知覚混同が起こりやすい傾向は、白色雑音を用いた実験 (Allen *et al.* (2008)) だけではなく、スピーチ型雑音 (speech-shaped noise) を用いた実験によっても観察されている (Phatak and Allen (2007), Grand and Walden (1999))。このことから、英語を対象としたマスキング実験で観察された摩擦音の有声性知覚の際の混同パターンは、少なくとも、音声刺激や音声に付加する雑音 (マスカー) の種類の違い (白色雑音 vs. スピーチ型雑音) とは独立して生じるパターンであることが示唆される<sup>2</sup>。

英語に関する先行研究からは、概して、有声性の知覚に関する調音様式間の非対称性が示唆される。即ち、摩擦音における有声性は、閉鎖音における有声性と比較して、

---

<sup>2</sup> Miller and Nicely (1955) においてのみ摩擦音の有声性の知覚混同が観察されなかった原因として、実験参加者が音声刺激の音声に十分に慣れていたことが、知覚上有利に働いた可能性がある (Phatak *et al.* (2008:9))。Miller and Nicely (1955) の実験では、実験参加者 (5人) がお互いの音声を生声刺激として提供するとともに、聞き手として実験に参加していた。

混同されやすい傾向があることが示唆される。また、有声摩擦音と無声摩擦音を比較した場合、無声摩擦音は有声摩擦音と混同されやすいが、その逆はあり得ないという傾向、即ち、有声音への回答の偏り (response bias) の存在が示唆される。

#### 4.2.2 本研究

本研究は、英語において観察されている阻害音の有声性に関する2種類の非対称性が、ロシア語の有声阻害音と無声阻害音の場合にも観察されるのか否かを検討する。これによって、英語に関するマスキング実験で得られた傾向が、英語母語話者に特有の傾向なのか、別の言語の母語話者にも一般化できる傾向なのかを考察することが可能となる。もしも、閉鎖音における有声性よりも、摩擦音における有声性の方が知覚的混同が生じやすいという傾向が、英語には観察され、ロシア語には観察されない場合、先述の傾向は、別の言語の母語話者にも一般化できる傾向とは言えない。一方、閉鎖音における有声性よりも、摩擦音における有声性の方が知覚的混同が生じやすいという傾向が、英語だけではなくロシア語においても観察される場合、先述の傾向は、異なる言語間で共通して観察される知覚特性である可能性が示唆される。

上述の課題に答えるために、本研究では、2種類の知覚実験を実施する (実験 2a, b)。実験 2a では、音声知覚にとって理想的な条件 (quiet condition; 静寂条件) における、有声性の知覚特性を検討する。実験 2a によって、語中母音間の有声・無声阻害音がロシア語を母語とする聞き手によって、聞き分けられることを確認する。その上で、実験 2b では、音声知覚にとって理想的とは言えない条件 (noise condition; 雑音条件) における、有声性の知覚特性を検討する。

### 4.3 実験 2a

#### 4.3.1 概要

実験 2a の目的は、静かな実験条件 (以降、「静寂条件」と記す) において、ロシア語の語中母音間の有声阻害音と無声阻害音が十分に聞き取り可能なものであるのか否かを、確認することである。この実験では、ロシア語を母語とする聞き手に当該の阻害音を聞かせ、音声を同定してもらった。

第3章で検討したように、語中母音間という音声環境で、ロシア語の有声阻害音と無声阻害音は対立する。したがって、聞き手は、語中母音間の阻害音の有声性をほぼ間違いなく聞き取ることができることが予測される。

#### 4.3.2 音声刺激

##### 4.3.2.1 素材

音声刺激に用いた素材は、/aCa/ という音連続から成る2音節である。Cの部分には、阻害音が入る。本実験では、Cに入る阻害音として、有声・無声閉鎖音 /t, d/、有声・無声摩擦音 /s, z/ をそれぞれ知覚実験の分析対象とした。

##### 4.3.2.2 音声刺激の録音

研究補助者のロシア語母語話者2名 (男性・女性1名ずつ) の協力を経て、4.3.2.1の素材を録音した。これらの話者はロシア連邦オレンブルグ州出身で、実験当時、オレンブルグ国立大学で学ぶ大学生・大学院生であった。

録音は次のように行なった。/aCa/ 音節が記された紙を無作為な順序で研究補助者

に提示し、それぞれ1回ずつ読み上げてもらうという行程を合計3回繰り返した。結果として、各音節条件につき3回分の発話を得た<sup>3</sup>。読み上げの際には、アクセント（ストレスアクセント）が第1音節に付与される条件と、第2音節に付与される条件の2条件を録音した<sup>4</sup>。アクセントの位置は、文字の上にアクセント記号を付与することによって研究補助者に明示した。

録音は、オレンブルグ国立大学内の静かな教室で実施した。録音機は MARANTZ 社の PMD661 ポータブルレコーダを使用し、マイクロフォンは AKG 社の C520 ヘッドセットを使用した。音声は、標本化周波数 44.1 kHz、量子化ビット数は 16 ビットの設定でステレオ録音した。音声刺激を作るためにステレオ録音から第1チャンネルを取り出した。

#### 4.3.2.3 録音音声の編集

録音した音声の編集には音響分析ソフト Praat (Boersma and Weenink 2010) を使用した。編集の手順は次の通りである。まず、録音した音声（各音節につき、3 トークン）のうち、原則として1回目と2回目のトークンを音声刺激として用いた。1回目もしくは2回目のトークンに何らかの不備があった場合には、3回目のトークンを代用した。ここで選ばれたトークンは、音節ごとに切り出し、切り出した音声ファイルを .wav 形式で保存した。音声刺激は、平均インテンシティレベル (intensity level; 音

---

<sup>3</sup> 今後の研究に活用するために、この録音では、ロシア語において有声・無声の対立がある非硬口蓋化子音を全種類収録しているが、4.3.1.1 で述べたように、本実験で音声刺激として用いられるのは、/t, d, s, z/ のトークンである。

<sup>4</sup> ロシア語は、アクセントの位置が特定の音節等に固定されているような固定アクセントではなく、基本的に、自由アクセントの言語である。したがって、2音節語であれば、2通りのアクセントパターンが論理的に可能である。

の強さ) を 70dB SPL に統一し、再保存した。

音声刺激の音響特徴を表 4-1 に要約する。

表 4-1 実験 2a の音声刺激の音響特徴の平均値。括弧内の数値は、標準偏差を表す。

	Stop		Fricative	
	Voiceless	Voiced	Voiceless	Voiced
	/t/	/d/	/s/	/z/
Voicing during constriction (ms)	12(4)	141(46)	10(4)	139(41)
Constriction duration (ms)	182(54)	141(46)	231(58)	145(46)
Preceding vowel duration (ms)	180(87)	215(89)	182(73)	242(90)
Voicing lag (ms)	22(8)	-	-	-

### 4.3.3 実験参加者

ロシア語母語話者 16 人が実験に参加した (平均年齢: 21 歳、レンジ: 18-28 歳、標準偏差: 2.7)。そのうち男性は 5 名、女性は 12 名であった。このうち、1 人 (M04) は、実験当時耳につけていた装飾品によって、実験時のヘッドフォンの装着に不具合が生じたため、実験を途中で中断した。この者の資料は、分析から除外した。したがって、最終的には、16 人のデータを分析対象とした。

実験参加者の多くは、実験当時、ロシア連邦オレンブルグ国立大学で学ぶ大学生もしくは大学院生であった。言語学や音声学の専門的なトレーニングを受けた経験がある者は含まれていない。また、実験参加者は実験の目的を知らされていない。

フェイスシートと面談から、すべての実験参加者が、(I) 日常的に使用する言語は

ロシア語のみであること、(II) 幼少時から家庭内で話している言語はロシア語であること、(III) ロシア語以外の言語の運用能力は皆無もしくは非常に限定的な運用能力にとどまるということの3点を確認した。また、いずれの参加者に関しても、これまで聴覚に関連する障害歴は報告されていない。

実験に際して、実験参加者は個人情報の取り扱いについて書面と口頭で説明を受け、内容について同意した者のみが実験に参加した。実験参加者には原則として無償で参加していただいたが、実験終了後に、少額の菓子を配布した。

#### 4.3.4 実験手順

実験はオレンブルグ国立大学内の静かな教室で1人ずつ実施した。実験参加者は、音声刺激を聞き、聞いた音声は何であったのかをできるだけ速く回答するように指示された(音声同定実験、強制2択方式)。回答の選択肢は、常に、有声音か、それに対応する無声音の音節であった。例えば、/ata/ という音声刺激に対する回答の選択肢は、“ata”と“ada”であった。選択肢はコンピュータの画面上にキリル文字で提示され、実験参加者はコンピュータ上のボタンをマウスでクリックすることによって回答した。

問題数は、1人につき64問であった(阻害音4種類 \* アクセントの位置2種類 \* 話者2名 \* 2トークン \* 各2回提示)。問題順序は実験参加者ごとに無作為化した。

回答ボタンの位置効果を相殺するために、半数の実験参加者には、コンピュータ画面上で「有声」ボタンを右に、「無声」ボタンを左に配置し、実験をおこなった。残り半数の者は、逆のボタン配置で実験をおこなった。

音声は、ヘッドフォン (SONY MDR-Z700) を通じて実験参加者に提示した。音声の提示には、Praat (Boersma and Weenink 2011) のスクリプトを用いた。実験参加者には、実験の前に、練習問題 9 問を回答してもらい、動作確認をもらった。

#### 4.3.5 結果

表 4-2 に閉鎖音、表 4-3 に摩擦音のクロス集計結果を示す。表 4-2 と表 4-3 から、有声音の音声刺激のほぼ全てが「有声」と回答され、無声音の音声刺激のほぼ全てが「無声」と正しく回答されていることが読み取れる。

表 4-2 静寂条件のクロス集計結果 (閉鎖音)

行には、音声刺激を配置し、列には回答の種類を配置している。各セルの数字は回答数を表し、括弧内には、音声刺激の総数 (Row total) に占める、各回答数の割合が示されている (小数点第 2 位以下を端数処理しているため、合計が 100%にならない場合がある)。

Stop, quiet Stimulus	Response		Row total
	Voiceless	Voiced	
Voiceless	256 (100%)	0 (0%)	256 (100%)
Voiced	1 (0.3%)	255 (99.6%)	256 (100%)
Column total	257 (50.1%)	255 (49.8%)	512 (100%)



表 4-3 静寂条件のクロス集計結果（摩擦音）

行には、音声刺激を配置し、列には回答の種類を配置している。各セルの数字は回答数を表し、括弧内には、音声刺激の総数（Row total）に占める、各回答数の割合が示されている（小数点第2位以下を端数処理しているため、合計が100%にならない場合がある）。

Fricative, quiet	Response		
	Voiceless	Voiced	Row total
Stimulus			
Voiceless	255 (99.6%)	1 (0.3%)	256 (100%)
Voiced	1 (0.3%)	255 (99.6%)	256 (100%)
Column total	256 (0.5%)	256 (0.5%)	512 (100%)

#### 4.3.6 実験 2a の要約

実験 2a の目的は、静寂条件において、ロシア語の語中母音間の有声阻害音と無声阻害音が聞き分けられていることを確認することであった。クロス集計の結果は、当該の有声阻害音と無声阻害音が聞き手によってほぼ完璧に聞き分けられていることを示した。

後続する 4.4 節では、この音声刺激に雑音を付加した条件において、有声性の知覚に関する閉鎖音と摩擦音の間の非対称性を検討する。

### 4.4 実験 2b

#### 4.4.1 概要

実験 2a では、ロシア語を母語とする聞き手は、静寂条件において、語中母音間の有声阻害音と無声阻害音をほぼ完璧に聞き分けられることを確認した。しかし、実験 2a のような静寂条件においては、実験参加者にとって課題の難易度があまりにも低く、

ほとんどの実験参加者が一律に天井値を取ることが観察された (いわゆる「天井効果; ceiling effect」)。この実験条件は、有声性に関する非対称性を検討する目的には適さない。有声性に関する非対称性を適切に検討するためには、課題の難易度を上げ、天井効果を抑制することが必要である。

そこで、実験 2b では、実験 2a で用いた音声刺激に雑音を付加したものを、ロシア語を母語とする聞き手に聞かせ、音声を同定してもらった。

#### 4.4.2 音声刺激

音声刺激の素材は、実験 2a と共通している。実験 2a で用いた音声刺激を複製し、ここに雑音を加えた音声刺激を新たに生成した。

##### 4.4.2.1 マスキングの種類

音声の背景に付加された雑音 (マスキング) は白色雑音である。

マスキング実験では、慣習的に、マスキングの性質を、(I) エネルギー・マスキング (energetic masking; EM) と、(II) インフォメーション・マスキング (informational masking; IM) に二分する (Cooke *et al.* (2008))。EM は、特定の周波数域の情報が背景雑音によって物理的に聞こえなくなることによって生じるマスキングである。IM は、物理的要因に加え、聞き手の理解度を低下させるその他の様々な要因も複合的に関わって生じるマスキングである (EM と IM の分類については、Cooke *et al.* (2008) が詳しい)。EM と IM を比較すると、EM より IM の方が複雑な要因によって引き起こされているといえる。本研究では、ロシア語における有声性の知覚特性に関する基礎的

な知見を確立することに主眼を置き、EMによる知覚混同を検討することにした。そこで、EMを誘出する背景雑音の1つに分類されている、白色雑音(定常雑音)を用いることにした。

#### 4.4.2.2 信号対雑音比

音声の平均的な音の強さ(intensity)を70dB SPLに調整<sup>5</sup>した音声信号に対して、75dB、78dB、80dBのマスキングを用いた。したがって、音声とマスキングの間の信号対雑音比(signal-to-noise ratio; 以降、SNRと記す)は、それぞれ、-5dB(70dB - 75dB)、-8dB(70dB - 78dB)、-10dB(70dB - 80dB)であった<sup>6</sup>。

白色雑音は有声性の知覚に関わる低周波数域の音響情報が、比較的マスクされにくいことが指摘されている(Miller and Nicely (1955), Kawahara (2006: 563)も参照)。このことを考慮に入れ、本研究では、予備実験を重ねた上で、知覚混同が生じる信号対雑音比を慎重に設定し、且つ、信号対雑音比の条件に-5dBから-10dBの幅を持たせることによって、知覚混同を確実に観察できるように十分に配慮した。

音声とマスキングの合成には、音声分析ソフトPraat(Boersma and Weenink 2010)のVocal Tool Kitを使用した。

#### 4.4.3 実験参加者

実験参加者は、実験2aと共通している。実験参加者は、実験2aの後に続けて実験2bをおこなった。

---

<sup>5</sup> Praat(Boersma and Weenink 2010)によって、事前に調整した。

<sup>6</sup> 事前に小規模の予備実験をおこない、最適なSN比を決定した。

#### 4.4.4 実験手順

実験手順は、基本的に実験 2a と共通している。

ただし、実験 3 の問題数は実験参加者 1 人につき 192 問であった (阻害音 4 種類 \* アクセントの位置 2 種類 \* 話者 2 名 \* 2 トークン \* 雑音条件 3 種類 \* 各 2 回提示)。192 問の問題は、雑音の SNR 別に 3 つのブロックに分割した。ブロックの順序は、平易なものから困難なものになるように配置した。即ち実験参加者は、「SNR-5dB」、  
「SNR-8dB」、  
「SNR-10dB」の順に音声を聞き、回答した<sup>7</sup>。各ブロック内での問題順序は実験参加者ごとに無作為化した。

音声刺激は、ヘッドフォン (SONY MDR-Z700) を通じて提示した。音声の提示には、Praat (Boersma and Weenink 2011) の知覚実験用スクリプトを用いた。被験者には、「SNR-5dB」のブロックの前に、練習問題 9 問を回答してもらい、動作確認をもらった。

#### 4.4.5 分析

音声刺激への知覚感度を定量的に表す指標として、信号検出理論 (signal detection theory; cf. Macmillan and Creelman (2005), Stanislaw and Todorov (1999)) で提案されている統計量  $d'$  を算出する。信号検出理論は、概して、「信号」と「それ以外 (noise)」の 2 種類の異なる標準正規分布を仮定し、それら 2 つの分布の間のずれを推定することによって、「信号」を「それ以外」から検出する検出力を定量化しようとする理論である。ここでは、「信号」を音声刺激 X、「それ以外」を音声刺激 Y に置き換えて考え

---

<sup>7</sup> 事前に小規模のパイロットスタディをおこなうことによって、実験参加者にとって最も心理的負担が少ないと考えられるブロック順序を決定した。

てみよう。 $d'$ は、(4.1) の公式によって算出される。

$$(4.1) \quad d' = z(H) - z(F)$$

(4.1) において、H (Hit rate) は、提示された刺激 X が、X と回答された割合である。

F (False alarm rate) は、提示された刺激 Y が、X と回答された割合である。これら H と F を、z 得点 (標準正規分布に置き換えた場合の得点) に変換した値が、それぞれ  $z(H)$  と  $z(F)$  である。割合 0.5 が z 得点 0 に変換される。値が 0.5 より小さい場合には、負の値を取り、0.5 より大きい場合には、正の値を取る。

(4.1) から分かるように、 $d'$ は、正答 (H) と誤答 (F) の双方を考慮して算出される値であるので、個々の実験参加者の回答の偏りと独立して知覚感度を評価できるという利点がある。

$d'$ は、 $d' = 0$  を知覚感度 0 として、正の値も負の値も取りうる。値が正の方向に大きいほど、提示された刺激に対する知覚感度が高いと解釈される。

本研究では、「無声音」の音声刺激に対して、「無声音」と回答された割合を H、「有声音」の音声刺激に対して、「無声音」と回答された割合を F とし、 $d'$ の値を算出した。

$d'$ の他に、回答の偏り (response bias) を定量的に示す指標として、信号検出理論で提案されている、 $c$  (decision criterion) の値を算出する。 $c$ は、(4.2) の公式によって算出される。

$$(4.2) \quad c = -\frac{z(H) + z(F)}{2}$$

$c$  は、 $c=0$  の場合を回答の偏り 0 として、正の値も負の値も取りうる。値が正の方向に大きいほど、提示された刺激に対して、「有声」と答える割合が高いことになり、負の方向に向かうほど、提示された刺激に対して、「無声」と答える割合が高いことになる。

#### 4.4.6 結果

##### 4.4.6.1 雑音条件における知覚混同の割合

まず、雑音を付加したことによって、聞き手の知覚混同が十分に誘発されたのか否かを確認しておこう。表 4-4 に閉鎖音、表 4-5 に摩擦音のクロス集計結果を示す。

表 4-4 と表 4-5 からは、雑音を付加したことによって、我々の期待通り、聴取の難易度が上がり、静寂条件 (cf. 表 4-2, 4-3) と比較して誤答が増加したことが確認できる。また、驚くべきことではないが、信号対雑音比 (SNR) が下がる (音声信号に対する雑音の音量が大きくなる) につれて誤答が増えていることも読み取れる。

いずれにしても、SNR-5, SNR-8, SNR-10 の雑音条件においても、知覚混同が起きていることが確認できたので、以降の分析では、これら全ての条件で得た回答を分析対象とする。

表 4-4 雑音条件別のクロス集計結果（閉鎖音）

行には、音声刺激の種類を配置し、列には回答の種類を配置している。各セルの数字は回答数を表し、括弧内には、音声刺激の総数（Row total）に占める、各回答数の割合が示されている（小数点第2位以下を端数処理しているため、合計が100%にならない場合がある）。有声音と無声音の間の知覚混同が起こっている割合を太字で強調した。

Stop, SNR-5		Response		
Stimulus	Voiceless	Voiced	Row total	
Voiceless	222 (86.7%)	<b>34 (13.2%)</b>	256 (100%)	
Voiced	<b>82 (32%)</b>	174 (68%)	256 (100%)	
Column total	304 (59.3%)	208 (40.6%)	512 (100%)	
Stop, SNR-8		Response		
Stimulus	Voiceless	Voiced	Row total	
Voiceless	185 (72.2%)	<b>71 (27.7%)</b>	256 (100%)	
Voiced	<b>97 (37.9%)</b>	159 (62.1%)	256 (100%)	
Column total	282 (55%)	230 (44.9%)	512 (100%)	
Stop, SNR-10		Response		
Stimulus	Voiceless	Voiced	Row total	
Voiceless	154 (60.1%)	<b>102 (39.8%)</b>	256 (100%)	
Voiced	<b>119 (46.4%)</b>	137 (53.5%)	256 (100%)	
Column total	273 (53.3%)	239 (46.7%)	512 (100%)	

表 4-5 雑音条件のクロス集計結果 (摩擦音)

行には、音声刺激の種類を配置し、列には回答の種類を配置している。各セルの数字は回答数を表し、括弧内には、音声刺激の総数 (Row total) に占める、各回答数の割合が示されている (小数点第2位以下を端数処理しているため、合計が100%にならない場合がある)。有声音と無声音の間の知覚混同が起こっている割合を太字で強調した。

Fricative, SNR-5		Response		
Stimulus	Voiceless	Voiced	Row total	
Voiceless	203 (79.2%)	<b>53 (20.7%)</b>	256 (100%)	
Voiced	<b>23 (8.9%)</b>	233 (91%)	256 (100%)	
Column total	226 (44.1%)	286 (55.8%)	512 (100%)	

SNR-8		Response		
Stimulus	Voiceless	Voiced	Row total	
Voiceless	175 (68.4%)	<b>81 (31.6%)</b>	256 (100%)	
Voiced	<b>76 (29.7%)</b>	180 (70.3%)	256 (100%)	
Column total	251 (49.0%)	261 (51%)	512 (100%)	

SNR-10		Response		
Stimulus	Voiceless	Voiced	Row total	
Voiceless	185 (72.2%)	<b>71 (27.7%)</b>	256 (100%)	
Voiced	<b>105 (41%)</b>	151 (59%)	256 (100%)	
Column total	290 (56.6%)	222 (43.4%)	512 (100%)	

#### 4.4.6.2 閉鎖音と摩擦音における有声性の知覚

SNR条件の違いを捨象し、実験参加者ごとに、閉鎖音と摩擦音の $d'$ 値と $c$ 値をそれぞれ1つずつ算出した。表4-6に、調音様式別に有声性の知覚感度( $d'$ )と回答の偏り( $c$ )の統計量を要約する。 $d'$ は、実験参加者が「有声音」と「無声音」の音声刺激



を正確に知覚しているほど、 $d'$ の値は正の方向に大きい値を取る。図 4-1 からは、ほとんどの  $d'$ 値が 0 より大きい値を取っていることが読み取れる。 $c$ は、実験参加者が「有声」と「無声」回答を同程度に回答している場合には、0 を取る。「有声」回答への偏りが見られる場合には、正の値を取る。「無声」回答への偏りが見られる場合には、負の値を取る。

表 4-6 雑音条件での、有声性の知覚感度 ( $d'$ ) と回答の偏り ( $c$ ) の平均値。括弧内の数字は標準偏差を表す。

	Voicing in stop	Voicing in fricative
$d'$	1.79(0.96)	2.31(0.8)
$c$	-0.18(0.31)	-0.004(0.2)

まず、実験参加者の個体差を超えて、閉鎖音と摩擦音の間に知覚感度の違いが認められるか否かを検討するために、線形混合モデル (linear mixed-effect model) による固定効果の推定をおこなった。「調音様式 (MOA)」を固定効果とし、実験参加者の違いをランダム効果とした。従属変数は、各実験参加者の  $d'$ の値である。

線形混合モデルによる推定の結果、MOAの固定効果が有意であった [ $X^2(1) = 7.5232$ ,  $p < 0.01$ ]。閉鎖音における有声性の知覚感度よりも、摩擦音における有声性の知覚感度の方が、高い値を取ることが示された。

次に、有意な回答の偏り (response bias) が認められるか否かを検討するために、閉鎖音ならびに摩擦音の  $c$ の分布が、0 を平均とする分布と有意に異なるか否かを、一標本の  $t$  検定によって検討した。その結果、閉鎖音の  $c$ の平均値は、0 と有意に異な

る値を取ることが認められた [ $t(15) = -2.303, p < 0.05$ ]。閉鎖音の音声刺激に対しては、「無声」回答への偏りが認められる。一方、摩擦音の  $c$  の値と  $0$  の間には有意差が認められなかった [ $t(15) = -0.0738, p = 0.9421, \text{n.s.}$ ]。

#### 4.4.6.3 アクセントの位置の影響

本研究の目的とは直接関係がないが、アクセントの位置の違いによって、有声性の知覚に差異が生じるのかについても、付記しておこう。4.3.2.2 節に記したように、本研究で用いられた音声刺激は2音節から成り、検討対象の阻害音は第2音節頭に位置していた。アクセントの位置は、第1音節に付与される場合と、第2音節に付与される場合とを含んでいた。そこで、実験参加者からの回答をアクセント位置の条件別に細分し、 $d'$ と  $c$  を算出した。二次元平面上に  $d'$ と  $c$  を付置した結果を図 4-1ab に示す。

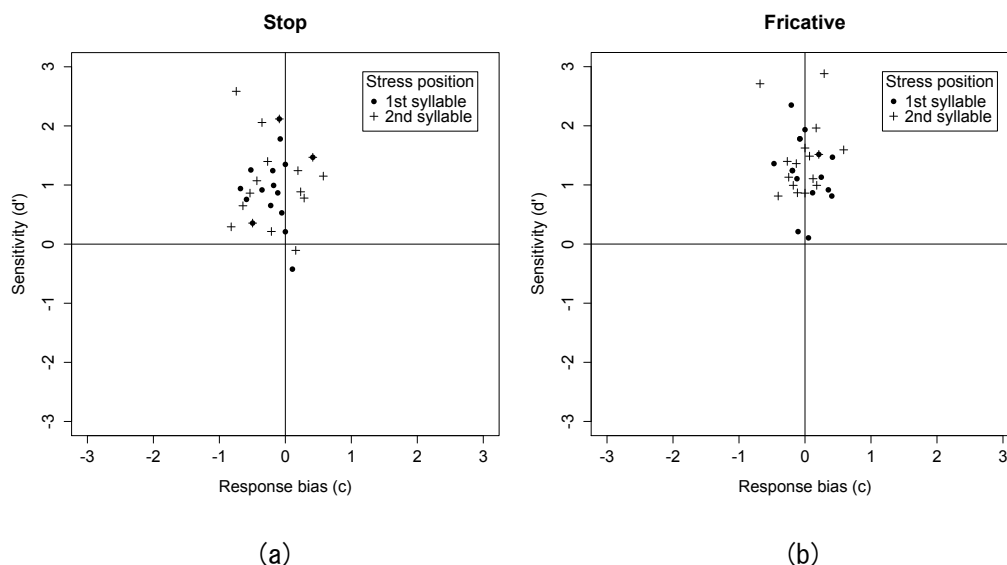


図 4-1 a, b 音声刺激のアクセントの位置別に見た回答の偏り (c) と知覚感度 ( $d'$ ) の分布。正の  $c$  値は、「有声」回答への偏りがあることを意味し、負の  $c$  値は、「無声」回答への偏りがあることを意味する。 $d'$  は、有声性の違いを正しく知覚しているほど、正の方向に大きな値を取る。

有声性の知覚感度がアクセントの位置の影響を受けるか否かを検討するために、線形混合モデル (linear mixed-effect model) による固定効果の推定をおこなった。「アクセント位置 (Stress)」を固定効果とし、実験参加者の違いをランダム効果とした。従属変数は、各実験参加者の  $d'$  の値である。

線形混合モデルによる推定の結果、閉鎖音に関しても、摩擦音に関しても、 $d'$  の値に対する Stress の固定効果は有意ではなかった [閉鎖音:  $X^2(1) = 1.4015, p=0.2365, n.s.$ ] [摩擦音:  $X^2(1) = 0.2021, p=0.6531, n.s.$ ]

さらに、回答の偏り (response bias) がアクセント位置の影響を受けるか否かを検討するために、 $c$  の値を従属変数とした線形混合モデル (linear mixed-effect model) による推定をおこなった。上記の分析と同様に、Stress を固定効果、実験参加者の違いを

ランダム効果とした。

その結果、閉鎖音に関しては、 $c$ の値に対する Stress の有意な固定効果は認められなかった [ $X^2(1) = 0.9262, p = 0.3358, \text{n.s.}$ ]。摩擦音に関しては、 $c$ の値に対する Stress の固定効果が、有意傾向であった [ $X^2(1) = 3.397, p = 0.06532$ ]。音声刺激の第1音節にアクセントが付与されている場合の方が、第2音節にアクセントが付与されている場合よりも、摩擦音に対する「無声」回答の割合が多い傾向が認められた。しかしながら、第1音節にアクセントが付与されている条件における  $c$ の値と、0との差異を検討してみたところ、0より有意に大きい値を取っているとは言えなかった [One sample  $t$ -test,  $t(15) = -1.23, p = 0.2376, \text{n.s.}$ ]。

有声性の知覚に対するアクセント位置の影響の分析結果を総合すると、有声性の知覚感度や回答の偏りに対して、アクセントの位置が重大な影響を与えていると言いがたい。

#### 4.4.7 実験 2b の要約

実験 2b の目的は、聴取の難易度を上げた場合に、ロシア語の有声阻害音と無声阻害音がどのように混同されるのかを、閉鎖音と摩擦音の間で比較することであった。聴取の難易度を上げるために、実験 2a で用いた音声に白色雑音を付加したものを音声刺激として提示した。

知覚感度の指標である  $d'$ の値を検討した結果は、摩擦音における有声性の方が閉鎖音における有声性よりも混同が少ないことを示した。回答の偏りの指標である  $c$ の値を検討した結果は、閉鎖音に関して「無声」への回答の偏りが認められることを示し

た。摩擦音に関しては、回答の偏りは認められなかった。音声刺激のアクセントの位置の違いは、有声性の知覚に重大な影響を与えているとは言えなかった。

## 4.5 考察

本章の主目的は、有声阻害音と無声阻害音の知覚特性を知覚混同パタンの観点から検討することであった。

### 4.5.1 閉鎖音における有声性と摩擦音における有声性の間の非対称性

4.2 節で検討したように、英語を対象としたマスキング実験からは、雑音条件において、摩擦音における有声性の方が、閉鎖音における有声性よりも、混同されやすいことが示唆されている (Grand and Walden (1999), Phatak and Allen (2007), Phatak *et al.* (2008))。このような傾向が英語に特有の傾向なのか、通言語的に観察される傾向なのかを把握するためには、英語だけではなく、他言語におけるパターンを考慮する必要がある。もしも、閉鎖音における有声性よりも、摩擦音における有声性の方が知覚的混同が生じやすいという傾向が、英語には観察され、英語以外の言語には観察されない場合、先述の傾向は、英語に特有の知覚特性であることが示唆される。一方、閉鎖音における有声性よりも、摩擦音における有声性の方が知覚的混同が生じやすいという傾向が、英語だけではなくロシア語においても観察される場合、先述の傾向は、異なる言語間で共通して観察される知覚特性である可能性が高い。

この問題に答えるために、本研究では、ロシア語において閉鎖音と摩擦音の有声性が雑音下でどのように混同されるのかを検討した。

マスキング実験の結果は、英語の場合とは異なる傾向を示した。即ち、ロシア語の場合、摩擦音における有声性の方が、閉鎖音における有声性よりも知覚感度が高い(混同されにくい)ことを示した。この結果からは、英語において報告されている「閉鎖音における有声性よりも、摩擦音における有声性の方が知覚的混同が生じやすい」という傾向が、言語間で共通して観察される知覚特性であるという考えは支持されない。(4.3) に、英語において観察された傾向を示し、(4.4) に、ロシア語において観察された傾向を示す。(4.3) と (4.4) で、記号“<<”は、左辺の方が右辺よりも「聞き分けにくい」ことを指す。また、(4.5) に、論理的に考慮すべきもう1つの可能性を示す。(4.5) で、記号“==”は、左辺と右辺の間には差がないことを指す。

(4.3) 英語 (Phatak *et al.* (2008) 他): 摩擦音の有声性 << 閉鎖音の有声性

(4.4) ロシア語 (本研究): 閉鎖音の有声性 << 摩擦音の有声性

(4.5) 言語 X: 閉鎖音の有声性 == 摩擦音の有声性

(4.3)、(4.4)、(4.5) のいずれのパターンが通言語的に頻出する(あるいは、無標)なパターンであるのかを議論するためには、今後の研究によって、英語とロシア語以外の言語におけるパターンを考慮する必要がある。

#### 4.5.2 閉鎖音における、無声音へ回答の偏り

本研究の結果は、雑音条件の場合、閉鎖音に関して「無声」への回答の偏りが認め

られることを示した。即ち、音声知覚にとって理想的とは言えない条件下（雑音下）においては、有声閉鎖音は頻繁に無声閉鎖音と混同されるが、その逆はほとんどないという非対称的な関係が観察された。このことから、ロシア語の有声閉鎖音は、無声閉鎖音と知覚的に混同されやすい（ただし、逆は真ならず）という特性があることが示唆される。一方、摩擦音の場合は、有声音と無声音の間に非対称的な関係は観察されなかった。

第2章で検討したように、ロシア語は、語末位置において、有声阻害音が無声化するという音韻パターンを取る言語である（e.g., Akishina and Baranovskaia 2010, ただし、第5, 6章も参照）が、興味深いことに、実験2bで観察された雑音下での閉鎖音の知覚特性と、語末位置において観察される音韻パターンが相関している。即ち、雑音下における閉鎖音の音声知覚特性と、語末位置における音韻パターンは、いずれも「有声音よりも無声音が選ばれる」という点で共通している。その一方で、有声摩擦音と無声摩擦音の間には知覚上の非対称性は観察されず、語末位置における音韻パターンとの相関関係は一見認められない。閉鎖音と摩擦音の間になぜこのような非対称性が認められるのかを議論することは、今後の課題となる。可能性の1つとしては、有声音と無声音の間の出現頻度の違いが異なることが関係しているかもしれない。したがって、今後の研究の方向性として、いくつかのデータベース（コーパス等）にあたってロシア語の有声音と無声音の出現頻度の違いの有無を検討し、有声性知覚と使用頻度との関係を探ることが挙げられる。

要約すると、本章では、有声阻害音と無声阻害音の知覚特性を知覚混同パターンの観点から検討した。ロシア語の語中母音間の有声阻害音と無声阻害音は、音声知覚にと

って理想的とは言えない雑音下において、以下に挙げるような非対称的な知覚混同パターンを取ることを示した。

- (I) 閉鎖音における有声性は、摩擦音における有声性よりも、混同されやすい。
- (II) 閉鎖音において、無声音への回答の偏り (response bias) が存在する。摩擦音にはそのような傾向は観察されない。



## 第5章

### 語末位置における有声阻害音の無声化：音響

#### 5.1 はじめに

本章では、ロシア語語末位置における有声阻害音の無声化 (final devoicing; 以降、FD と記す) を音響音声学的観点から検討する。

第2章で検討したように、世界の言語には、末尾位置 (語末・音節末など) で有声阻害音が無声化するというパターンを取る言語が存在する。ロシア語もそのような言語の1つである。FD は、音韻論における中和の典型例として、受け入れられてきた。即ち、FD の結果、語の弁別に関与する音声的差異が失われるという分析がなされてきた。しかしその一方で、中和が予測される有声阻害音と無声阻害音の間に、微細ではあるが一貫した音響差が認められること (ロシア語では Dmitrieva *et al.* (2010), Kharlamov (2012), Kulikov (2012) など; 他言語においては、Port and O'Dell (1985), Warner *et al.* (2004) など) や、知覚差が認められること (ロシア語では Matsui (2011), Kharlamov (2012); 他言語においては、Port and O'Dell (1985), Warner *et al.* (2004) など) が報告されている。このように、特定の音声環境において対立が中和することが予測される語に、対立を反映する様な微細な音声的差異が認められる状態は、不完全中和 (incomplete neutralization) と呼ばれ、1980年代から言語横断的に研究が進められている。しかしながら、第2章で指摘したように、不完全中和の実在性に関しては、未だ一致した見解を得ていない。

本章の構成は次の通りである。5.2 節において、ロシア語の語末位置における有声阻害音と無声阻害音に関する研究背景を再確認する。5.3 節において、新たな音響音声学的資料を示す (実験 3)。5.4 節では、実験 3 の結果を要約する。

## 5.2 研究背景

### 5.2.1 先行研究の方法論と韻律的環境

第 2 章で検討したように、ロシア語の FD に関しては、「語末且つ発話末」という韻律的環境における FD に関しては、既に比較的豊富な知見が得られている (Dmitrieva *et al.* (2010)、Kharlamov (2012) 他)。その一方で、「単純な語末 (しかし発話末ではない)」という韻律的環境での FD に関しては、資料が不足していることを指摘した。ロシア語において「単純な語末 (しかし発話末ではない)」における FD を検討している先行研究 (Kulikov (2012)) は、ごく少数の試験語を reading task によって引き出しており、実験結果が綴り字、語彙に特有の要因 (token frequency の違いなど。cf., Whalen (1991, 1992), Pierrehumbert (2002), VanDam and Port (2005)) の影響を受けている可能性が高いという問題があった。

### 5.2.2 本研究

上述の問題を解決するためには、先行研究 (Kharlamov (2012) など) によって指摘されている副次的要因を考慮に入れた上で、試験語が単純な語末 (しかし発話末ではない) に位置する場合の FD の音声実現を検討する必要がある。副次的な要因を排除するために、本研究では、Wug test と呼ばれる手法を用いて、ロシア語 FD における

不完全中和の実在性を検討してみたい。

*Wug test* とは、概して、実在語の代わりに疑似名詞を調査語として用いる手法で、Berko (1958) 以降、言語学、特に心理言語学の分野を中心に、広く用いられている (例えば、Roettger *et al.* (2014) のドイツ語 FD の研究、Braver (2012) の英語歯茎音の弾音化に関する研究、Kawahara (2012) の日本語の連濁に関する研究など)。

*Wug test* という名称の緒となっている Berko (1958) の研究では、英語を母語とする子供たちに、未知の名詞 (例えば、“*Wug*”のような、英語に実在しない名詞) の単数形を示し、子供たちに、その語の複数形を尋ねた。その結果、子供たちは、未知の名詞に対しても、既存語に認められる形態音韻規則と同様に、複数形を作り出すことが示された。例えば、既存語の単数形 *dog* から *dog*-[z] (\**dog*-[s], \**dog*-[əz]) という複数形が作り出されるのと同様に、多くの子供たちは、*Wug* という語から、*Wug*-[z] という複数形を作り出した (\**Wug*-[s], \**Wug*-[əz])。

このような *Wug test* の手法を本研究に導入する主要な理由は、「語の使用頻度」の条件を一律にすることにある。*Wug test* を用いることによって、前節で指摘した、語の「使用頻度 (frequency) の違い」による音声実現の差異の影響を最小限に押さえることができる。*Wug test* で用いられるのは疑似名詞であるため、話者にとっては、定義上、初めて出会う語である。疑似名詞は、語の使用頻度という観点からは、使用頻度が皆無、(もしくは極めて低い) と言える。したがって、疑似名詞を用いることによって、語の使用頻度の違いによる影響を最小限にした上で、FD の音声実現を検討することが可能になる。

本研究ではさらに、話者が綴り字読みをすることを避けるために、綴り字を一切用

いない方法によって、発話を導出する。具体的には、文字を読ませるのではなく、音声に対して応答してもらう方法で、話者から発話を導出する。

### 5.3 実験3

#### 5.3.1 概要

実験3で示す資料は、複数のロシア語母語話者の発話の音声資料である。この資料は、筆者がロシアでの現地調査によって収集した。資料収集の基本的な流れを図5-1に示す。

まず、ロシア語母語話者1名(以降、研究補助者と呼ぶ)の発話を録音し、その録音から音声刺激(auditory stimuli)を作成する。次に、音声刺激を別の話者(以降、実験参加者と呼ぶ)に聞かせ、音声刺激に応じて特定の応答をしてもらい、その発話を録音する。実験参加者に発話してもらった発話の音響特徴を分析することによって、ロシア語語末位置の有声阻害音と無声阻害音とが、音響的にどのように実現されるのかを検討する。

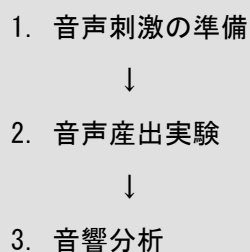


図5-1 実験3の資料収集と分析の流れ

#### 5.3.2 音声刺激の準備

実験参加者に聞かせる音声刺激を作るために、研究補助者(ロシア語母語話者の女性、1990年生まれ)にロシア語の文をいくつか読み上げてもらい、録音した。その後、

音声刺激を作るために、ステレオ録音の第1チャンネルから発話を切り出し、平均的な音の強さ (intensity) を 70dB SPL に調整した上で、音声刺激として保存した。音声刺激の具体的な内容については、5.3.3 節で述べる。

録音素材は A4 紙に印刷し、各語にアクセント記号を付与した。ロシア語のアクセント (ストレスアクセント) の位置は語によって自由に決まる (自由アクセント)。本研究では、実験参加者が語強勢の位置を語末から数えて 2 番目の位置 (問題の阻害音の直前音節) に置くようにアクセント記号を付与した。

### 5.3.3 音声産出実験

#### 5.3.3.1 実験参加者

ロシア語母語話者 12 人を対象とした (平均年齢: 20.8 歳、レンジ: 19-22 歳、標準偏差: 0.9)。そのうち男性は 5 名、女性は 7 名である。

実験当時、実験参加者の多くはロシア連邦オレンブルグ国立大学で学ぶ大学生もしくは大学院生であった。言語学や音声学の専門的なトレーニングを受けた経験がある者は含まれていない。また、実験参加者は実験の目的を知らされていない。

また、フェイスシートと面談から、すべての実験参加者が、(I) 日常的に使用する言語はロシア語のみであること、(II) 幼少時から家庭内で話している言語はロシア語であること、(III) ロシア語以外の言語の運用能力は皆無もしくは非常に限定的な運用能力にとどまるということの 3 点を確認した。

実験に際して、実験参加者は個人情報の取り扱いについて書面と口頭で説明を受け、内容について同意した者のみが実験に参加した。実験参加者には原則として無償で参加していただいたが、実験後に少額の菓子を配布した。

## 5.3.3.2 試験語

試験語 (test word) として、語末位置の阻害音の基底有声性の違いのみで最小対 (minimal pair) を成す疑似名詞 60 語を用意した。本研究で言う疑似名詞とは、定義上、ロシア語に実在しない名詞である。検討対象の阻害音には、破裂音と摩擦音が含まれる。破裂音は、両唇破裂音 (/p, b/)・歯破裂音 (/t, d/)・軟口蓋破裂音 (/k, g/) から成る。摩擦音は、唇歯摩擦音 (/f, v/)・歯茎摩擦音 (/s, z/)・後部歯茎摩擦音 (/ʃ, ʒ/) から成る<sup>1</sup>。すべての試験語は 1 音節であり、音節の核を成す母音は /i/ /e/ /a/ /o/ /u/ のいずれかである。音節頭には子音を 1 つないし 2 つ含む。

試験語 60 語の他に、実験目的を隠すためのフィラー (filler) を 60 語加えた。

## 5.3.3.3 手順

実験参加者はヘッドフォンを装着し、次のような音声刺激を聞いた: *V kafe sideli p'at X.GEN.PL.* (‘喫茶店に 5 人 (匹) の X が座っていた。’)。X の部分には試験語の複数属格形 (試験語の語尾に *-ov [əf]* が付く形) が埋め込まれている。このような文においては、我々が検討対象とする阻害音が語中母音間に含まれている。したがって、この環境においては中和は起こらず、有声音と無声音は対立する。実験参加者はこのような音声刺激を聞いた後、X を語形変化させ、単数主格形を作り出す。ロシア語男性複

<sup>1</sup> ロシア語の阻害音には、閉鎖音・摩擦音の他に、無声破擦音 /ts, tʃ/ も含まれるが、どちらも有声性の違いによる対立がない。したがって分析対象には含まない。また、硬口蓋化 (palatalized) 系列の子音は、本研究の分析対象からは除外した。その理由は 2 つある。第 1 に、先行研究と分析対象を統一するためである。第 2 に、硬口蓋化子音系列は非硬口蓋化子音系列と比較すると、体系に空き間 (gap) があるといえるからである (例えば、後部歯茎摩擦音には基底形での硬口蓋化子音が認められないこと、硬口蓋化軟口蓋閉鎖音 *ki, gi, xi* は非硬口蓋化軟口蓋閉鎖音 *k, g, x* と相補分布していることが挙げられる)。

数属格形を単数主格形にする場合は、複数属格形語尾の*-ov*を落とし、子音終わりにする。その結果、単数主格形の語末において *final devoicing* が適用される音韻的環境が出来る。したがって、有声・無声阻害音が中和することが予測される。実験参加者は、試験語を次の枠文に埋め込んで発話するよう指示された（例えば、‘*Odin X-NOM.SG. el pečen’e.*（「1匹（人）のXはクッキーを食べていた。」）。Xの部分は各試験語）。

以下、(5.1a) に音声刺激の例を、(5.1a) に対して期待されている応答例を (5.1b) に記す。(5.1b) において下線が引かれている語が試験語である。

(5.1a) *V kafe sideli p’at’ pri[g]-ov*

（喫茶店に5人（匹）の *prig-GEN.PL.* が座っていた。）

(5.1b) *Odin pri[k] el pečen’e.*

（1人（匹）の *prig-NOM.SG.* はクッキーを食べていた。）

総問題数は、1人につき120問であった（試験語60語 + フィラー60語）。120の問題は30問ごとに4つのブロックに分割し、疑似ランダム順序にした。即ち、最小対語は30問以上の間隔を開けて配置する一方で、ブロック内での出題順序は実験参加者ごとにランダム化した。1ブロックが終わる毎に、実験参加者は必要に応じて休憩の機会を与えられた。

一連の実験は、Praat (Boersma and Weenink 2011) のスクリプトを用いて実行した。音声産出実験をはじめる前に、実験者（筆者）が実験参加者に対して3回のデモンストレーションを行なった。デモンストレーションには、ロシア語に実在する名詞を使

用した。その後、実験参加者は 7 回の予行練習をおこない、実験の手順やコンピュータの操作方法を確認した。予行練習には、産出実験には使用されていない疑似名詞を使用した。実験時の指示や説明にはすべてロシア語を用いた。

#### 5.3.3.4 場所・機材

実験はオレンブルグ国立大学内の静かな教室で 1 人ずつ実施した。

音声刺激を提示するために用いたヘッドフォンは、SONY MDR-Z700 であった。録音機器は SONY PCM-M10 ポータブルレコーダを使用し、マイクロフォンは SONY ECM-MS907 を使用した。標本化周波数は 44.1 kHz、量子化ビット数は 16 ビットの設定でデジタル録音した。ステレオ録音の第 1 チャンネルを取り出し、音響分析をおこなった。

#### 5.3.4 音響分析

音響分析ソフト Praat (Boersma and Weenink 2010) を用いて、音声資料の音響分析を行なった。研究の射程を定めるために、計測尺度は、以下に挙げる時間特徴、周波数特徴に焦点を絞って観察した。これらの尺度は、本研究の実験 1 や先行研究 Kulikov (2012) と基本的に同一である<sup>2</sup>。

---

<sup>2</sup> ただし実験 3 では、実験 1 とは異なり、F0 post C、F1 post C の値は、計測されていない。なぜなら、実験 1 では阻害音が語中母音間に位置しているのに対して、実験 3 では阻害音が語末に位置しているからである。語末の阻害音が語境界を挟んだ状態で後続する共鳴音の周波数特徴に対する影響を検討することも物理的には可能であるが、これは、本論文の射程を超える問題である。



【時間特徴】

- (1) 閉鎖・摩擦区間における、声帯振動持続時間 (以降、Voicing と記す)
- (2) 直前母音の持続時間 (以降、V1 と記す)
- (3) 阻害音の狭窄部の持続時間 (以降、C と記す)
- (4) (閉鎖音のみ) 閉鎖開放後に続くノイズの持続時間 (以降、Release と記す)

【周波数特徴】

- (5) 阻害音の直前母音末端の基本周波数 (以降 F0 pre C と記す)
- (6) 阻害音の直前母音末端の第1フォルマント周波数 (以降 F1 pre C と記す)

V1 は、母音の直前にある子音が鼻音、側面音、摩擦音の場合は、音声波形が急激に変化する時点を V1 の開始時点とした。ふるえ音が先行する場合には、音声波形の振幅が一時的に 0 になる短区間 (舌と口蓋とがふるえ音の調音のためにごく短時間接触することを反映する区間) の最終時点を開始時点とした。V1 の終了時点は、音声波形の振幅の急激な降下と波形の形状の急激な変化が認められる時点とした。

Voicing は、V1 の終了時点以降に続いている準周期波の持続時間を計測した。閉鎖音の閉鎖部の声帯振動持続時間を波形から確定する際に困難を伴う場合には、スペクトログラムの低周波数域を参照し、声帯振動を反映するボイスバー (voice bar) と呼ばれる低周波数域のエネルギーの有無と波形の形状の双方を確認しながら、声帯振動の終了時点を確認した。摩擦音の場合には、声帯振動を反映する準周期波の上に摩擦噪音 (frication noise) を反映する非周期波が被さるので、音声波形のみから終了時点を確認することが困難である。したがって、閉鎖音の場合と同様に、スペクトログラ

ムの低周波数域を参照し、声帯振動を反映するボイスバーの有無と波形の形状の双方を確認しながら、声帯振動の終了時点を確認した。

Cは、閉鎖音の場合、V1終了時点から閉鎖開放を反映する **burst noise** の開始時点までを計測した。摩擦音の場合、V1終了時点から摩擦音を反映する非周期波が続く時点までを計測した。

閉鎖音の **Release** は、閉鎖開放時点から **burst noise** の開始時点から、噪音が続く時点までの時間長を計測した<sup>3</sup>。噪音には **burst noise** による噪音と呼気による噪音 (**aspiration noise**) とが含まれている。ロシア語の先行研究はこれら2種類の噪音区間を合わせた区間を “**Release portion duration**” として計測している。本研究でもロシア語の先行研究に準じる基準を取ることにする。

**F0 pre C** は、V1終了時点の **F0** を計測した。**F0 post C** は、後続の母音の始端の **F0** を計測した。基本周波数の抽出には、**Praat** の自己相関法 (**autocorrection**) を用いた。

**F1 pre C** は、V1終了時点の **F1** を計測した。**F1 post C** は、後続の母音の始端の **F1** を計測した。フォルマント周波数の抽出には、**Praat** の **Burg** 法を用いた。

図5-2に計測の一例を示す。

---

<sup>3</sup> ロシア語の語末閉鎖音は、ほとんどの場合、口腔の閉鎖開放を伴って実現される。

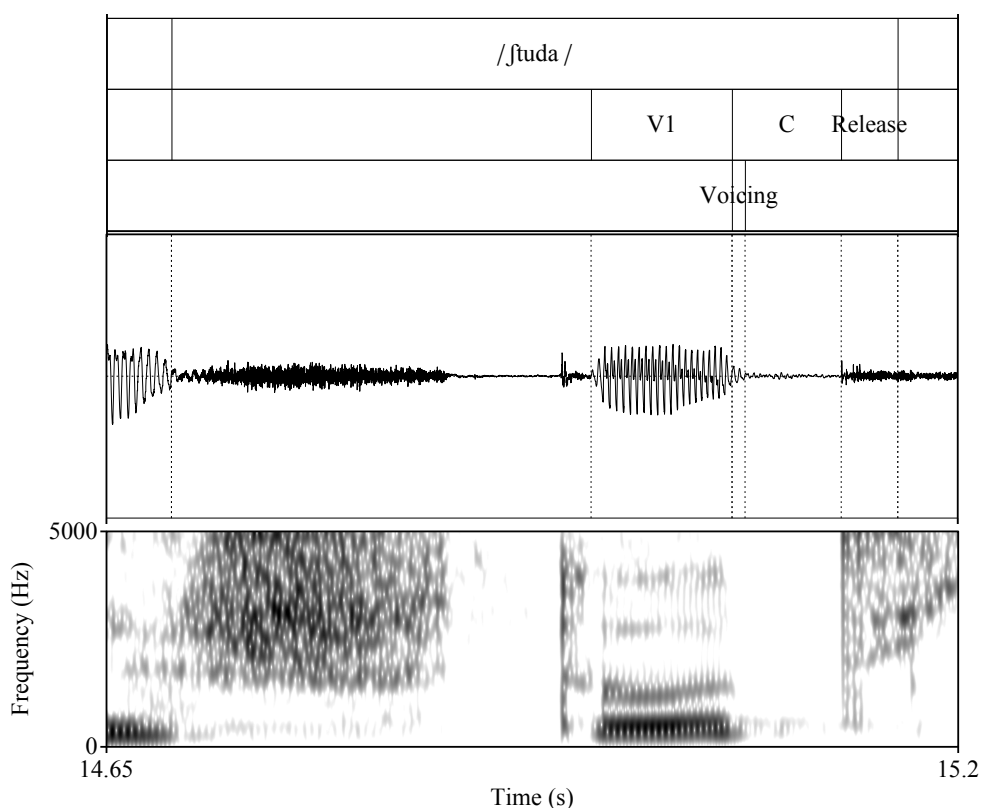


図 5-2 実験 3、計測の一例 (閉鎖音)

### 5.3.5 分析データ数

音声産出実験により、総計 720 の発話を得た (60 の試験語 × 12 人の話者)。

このうち、言い間違いや言いよどみ、音声的な弱化が著しいトークン、あるいは録音上の問題 (予期せぬ雑音が被っていた場合など) があるトークンをあらかじめ除外した。その結果、28 トークン (3.8%) が除外され、残りの 692 トークン (閉鎖音 340 トークン + 摩擦音 352 トークン) が音響分析の対象となった。

音響分析がなされた 692 トークンのうち、F1 pre C の分析においては、/dnek/, /dneg/, /ses/, /sez/ の 4 語の計測数値を除外した。その理由は、これらの語において、音節頭子音が硬口蓋化子音で発話される場合とがあり、硬口蓋化子音の直後の母音の音色が安定しなかったためである。したがって、F1 pre C の分析から、上記 4 語を除外した。

この他、時間特徴の計測のために必要な時間区間が確定困難である事例は、その値を個別に除外した。F0が正確に算出されない事例（直前母音がきしみ音（creaky voice）気味に実現された場合など）も、個別に除外した。

### 5.3.6 結果

#### 5.3.6.1 音声刺激の確認

結果を論じる前に、実験 3 で用いた音声刺激の音響特徴を簡潔に記す。表 5-1 に音声刺激に含まれる音響特徴の要約を示す。

表 5-1 音声刺激に含まれる音響特徴

Stop		Fricative	
Measurement	Pattern	Measurement	Pattern
V1	voiced > voiceless	V1	voiced > voiceless
Voicing	voiced > voiceless	Voicing	voiced > voiceless
C	voiced < voiceless	C	voiced < voiceless
Release	voiced < voiceless	F0 pre C	voiced < voiceless
F0 pre C	voiced < voiceless	F1 pre C	voiced < voiceless
F1 pre C	voiced < voiceless		

先述のように、音声刺激において問題の有声・無声音は語中の母音間に配置されている。したがって、この音声環境では有声・無声の中和は起こらないことが予測される。表 5-1 から分かるように、有声と無声音の間にはいくつかの音響差が認められる。

さらに、事前に 10 名のロシア語母語話者に音声刺激を聞かせることによって、音声刺激に含まれている有声音と無声音とが、十分に聞き取りやすいか否かを確認した。

これらの話者は、後述する音声産出実験には参加していない。

この事前調査 (強制選択方式の音声同定実験) の結果、ロシア語母語話者は音声刺激に含まれている複数属格名詞の有声性の違いをほぼ確実に知覚できることを確認した (聞き手の  $d'$  の平均: 4.135, 標準偏差: 0.2)<sup>4</sup>。

音声刺激の音響分析と確認知覚実験から、本研究で用いる音声刺激には有声・無声を区別するための音響的手がかりが十分に含まれており、それらの母語話者にとって問題なく知覚可能であることを確認した。次節では、これらの音声刺激を用いて実施した、音声産出実験の結果について記す。

#### 5.3.6.2 閉鎖音

最初に、閉鎖音の閉鎖区間中の声帯振動に関するいくつかの結果を示す。

基底有声閉鎖音も無声閉鎖音も、先行母音から閉鎖にかけて続く残余的な声帯振動を除き、閉鎖区間中に声帯振動をほとんど伴わずに実現される例が典型的であった。語末位置における基底無声閉鎖音と基底有声閉鎖音の一例を、図 5-3 と図 5-4 にそれぞれ示す。

---

<sup>4</sup> 正答率が 95% に対応する  $d'$  の値が 3.29 であることを考慮すると、予備実験で得られた  $d'$  が相当に高い値を取っていることが理解できる。

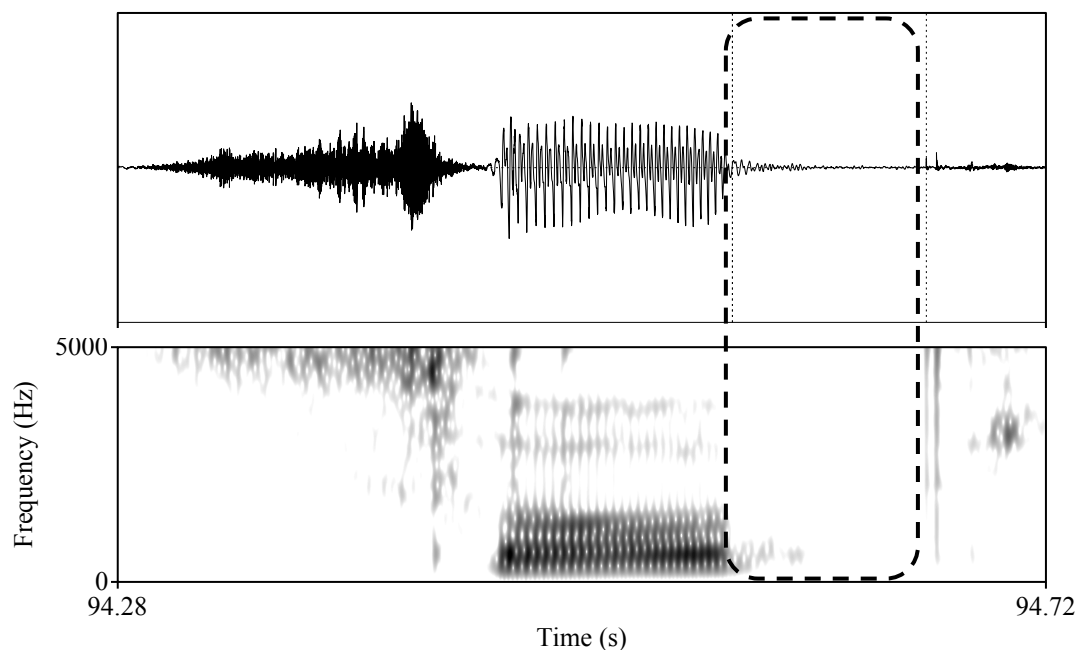


図 5-3 ロシア語語末基底無声閉鎖音の一例（試験語：/tsot/, 話者：F01）。閉鎖区間(破線で囲まれた区間)に声帯振動がほとんど観察されない。

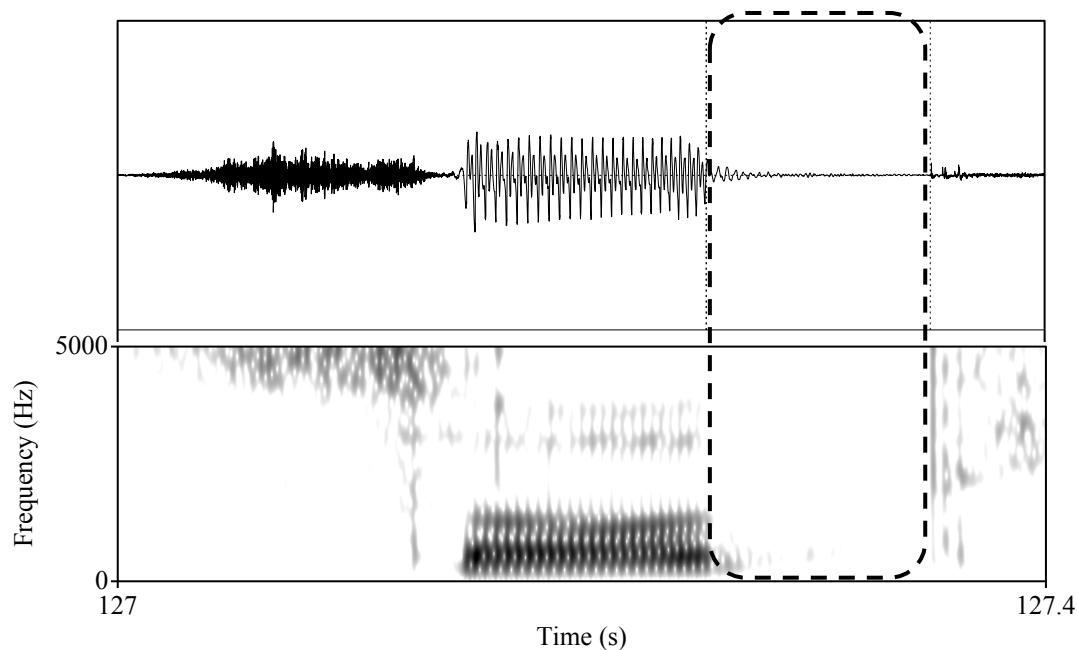


図 5-4 ロシア語語末基底有声閉鎖音の一例（試験語：/tsod/, 話者：F01）。閉鎖区間(破線で囲まれた区間)に声帯振動がほとんど観察されない。

次に、閉鎖音の閉鎖区間の大小と閉鎖区間の声帯振動持続時間の割合がどのような

関係にあるのかを定量的に把握しておこう。閉鎖の持続時間と声帯振動持続時間の割合の関係を図 5-5 に示す。

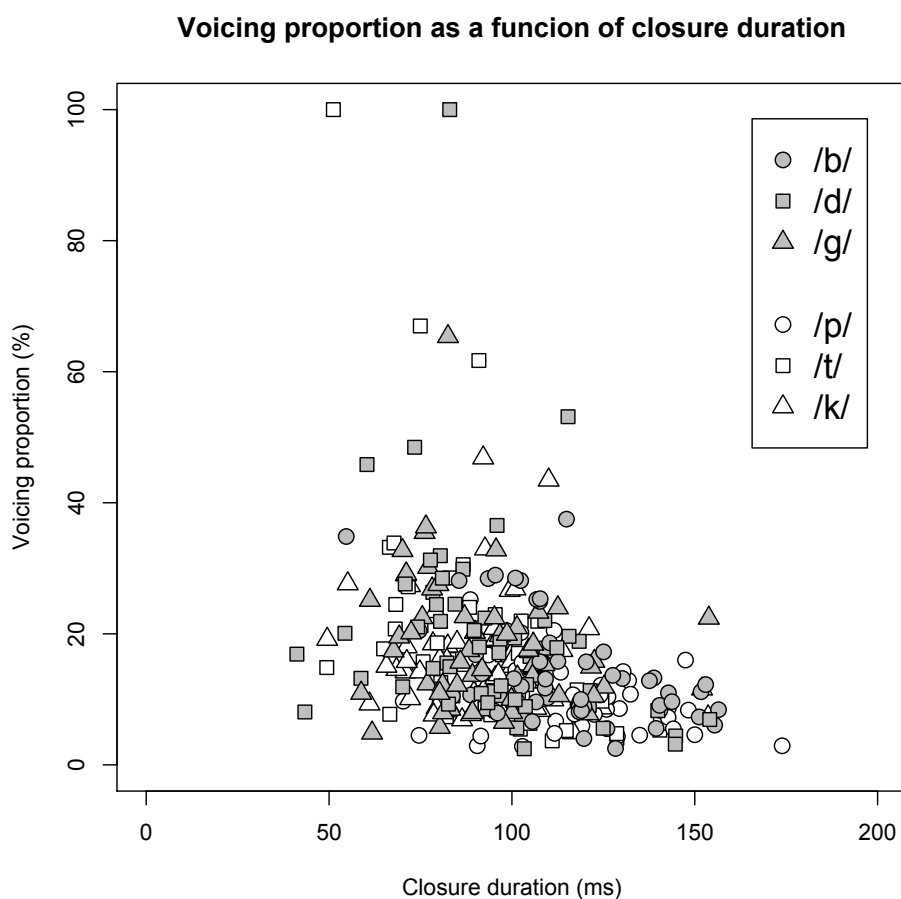


図 5-5 語末閉鎖音の閉鎖区間の持続時間と閉鎖区間中の声帯振動の割合との関係 (N=334)

図 5-5 から読み取れるように、基底有声閉鎖音の場合も、基底無声閉鎖音の場合も、閉鎖区間の長短に関わらず、40%未満の値を取るのが大多数である。したがって、voicing proportion の観点からは、基底有声閉鎖音と基底無声閉鎖音は、一見、ほぼ同一の特徴を有しているように見える。

次に、各種時間特徴・周波数特徴を検討する。表 5-2 に、計測値を平均した値と標準偏差を示す。

表 5-2 ロシア語の語末基底有声・無声閉鎖音の音響特徴の全体平均値。括弧内の数値は、標準偏差を表す。

	Bilabial		Dental		Velar	
	Voiceless /p/	Voiced /b/	Voiceless /t/	Voiced /d/	Voiceless /k/	Voiced /g/
V1	106(18)	112(17)	106(25)	111(21)	106(19)	115(23)
Voicing	13(5)	16(7)	15(11)	17(13)	14(8)	16(9)
C	115(20)	114(22)	93(20)	95(23)	92(20)	92(18)
Release	54(29)	47(25)	52(21)	48(24)	61(25)	64(31)
F0 pre C	239(72)	238(76)	238(70)	236(69)	241(74)	244(75)
F1 pre C	453(108)	454(104)	450(106)	445(108)	428(123)	422(104)

実験参加者や試験語の個体差を超えて観察されるような傾向を推定するために、線形混合モデル (Linear Mixed-effect model; 以降、LME と記す) による分析をおこなった。「有声性の違い」と「調音位置の違い」を固定効果 (fixed effect)、「実験参加者者の違い」と「試験語の違い」をランダム効果 (random effect) とした。従属変数は各計測尺度である。p 値は、尤度比検定 (Likelihood-ratio test) によって推定した。閉鎖音の分析では、6 つの音響特徴から有声音と無声音の差を多重的に検討するため、



Bonferroni correction によって有意水準を調整した ( $\alpha_{\text{adjusted}} = 0.008 (0.05/6)$ )。LME の結果を表 5-3 に要約する。

まず、本研究の議論に直接関係のある、「基底有声性の違い」の固定効果の結果を検討しよう。表 5-3 に示したように、V1 に関して、「有声性の違い」の固定効果が有意であった [推定された差の大きさ: 5.1ms,  $X^2(3)=19.207$ ,  $p<0.001$ ]。「有声性」と「調音位置」の固定効果の間には、有意な交互作用は認められなかった [V:  $X^2(2)=1.8199$ ,  $p>0.4$ , n.s.] [Voicing:  $X^2(2)=0.3765$ ,  $p>0.8$ , n.s.]。その他の音響特徴に関しては、「有声性」の有意な固定効果は認められなかった [ $X^2(3)=7.4815$ ,  $p>0.05$ , n.s.] [C:  $X^2(3)=0.5268$ ,  $p>0.9$ , n.s.] [Release:  $X^2(3)=4.5532$ ,  $p>0.2$ , n.s.] [F0:  $X^2(3)=1.9466$ ,  $p>0.5$ , n.s.] [F1:  $X^2(3)=0.5399$ ,  $p>0.9$ , n.s.]。

「調音位置」にかかわる結果について、検討する (表 5-2 太線以下)。C と Release の音響量に関して、「調音位置」の固定効果が有意であった [C:  $X^2(4)=27.529$ ,  $p<0.001$ ] [Release:  $X^2(4)=16.687$ ,  $p<0.001$ ]。そこで、両唇音、歯音、軟口蓋音の 3 調音位置間の多重比較をおこなった。多重比較には、Tukey の HSD 法を用いた<sup>5</sup>。

多重比較の結果、C に関しては、両唇音が歯音・軟口蓋音よりも有意に大きな値を取ることが示された [両唇音と歯音の差: 20ms,  $p<0.001$ , 両唇音と軟口蓋音の差: 22ms,  $p<0.001$ , 歯音と軟口蓋音の差:  $p>0.8$ , n.s.]。Release に関しては、軟口蓋音の値が、両唇音・歯音よりも有意に大きいことが認められた [軟口蓋音と両唇音の差: 12ms,  $p<0.001$ , 軟口蓋音と歯音の差: 12ms,  $p<0.001$ , 両唇音と歯音の差:  $p>0.9$ , n.s.]。

<sup>5</sup> 計算は、統計分析ソフト R の Multcomp パッケージによっておこなった。

表 5-3 LME による、語末閉鎖音の推測統計結果の要約

記号 “\*\*” は  $p < 0.008$  (Bonferroni correction), “\*\*\*” は  $p < 0.001$  で「有意差あり」、 “n. s.” は「有意差なし」を表す。「調音位置」の固定効果が有意であった場合には、多重比較の結果を併記している。

Dependent variable	Fixed effect	Interaction
	Underlying voicing	Uvoicing: POA
V1	***	n.s.
Voicing	n.s.	n.s.
C	n.s.	n.s.
Release	n.s.	n.s.
F0 edge	n.s.	n.s.
F1 edge	n.s.	n.s.

Dependent variable	Fixed effect	Multiple comparison
	POA	POA
V1	n.s.	
Voicing	n.s.	
C	***	Bilabial vs. Dental*** Bilabial vs. Velar*** Velar vs. Dental, n.s.
Release	**	Velar vs. Bilabial*** Velar vs. Dental*** Bilabial vs. Dental, n.s.
F0 edge	n.s.	
F1 edge	n.s.	

### 5.3.6.3 摩擦音

最初に、摩擦音の摩擦区間中の声帯振動に関するいくつかの結果を示す。

基底有声摩擦音の場合も、基底無声摩擦音の場合も、先行母音から摩擦部にかけて続く残余的な声帯振動を除き、摩擦区間中に声帯振動をほとんど伴わずに実現される例が典型的であった。基底無声摩擦音と基底有声摩擦音の一例を、図 5-5 と図 5-6 にそれぞれ示す。

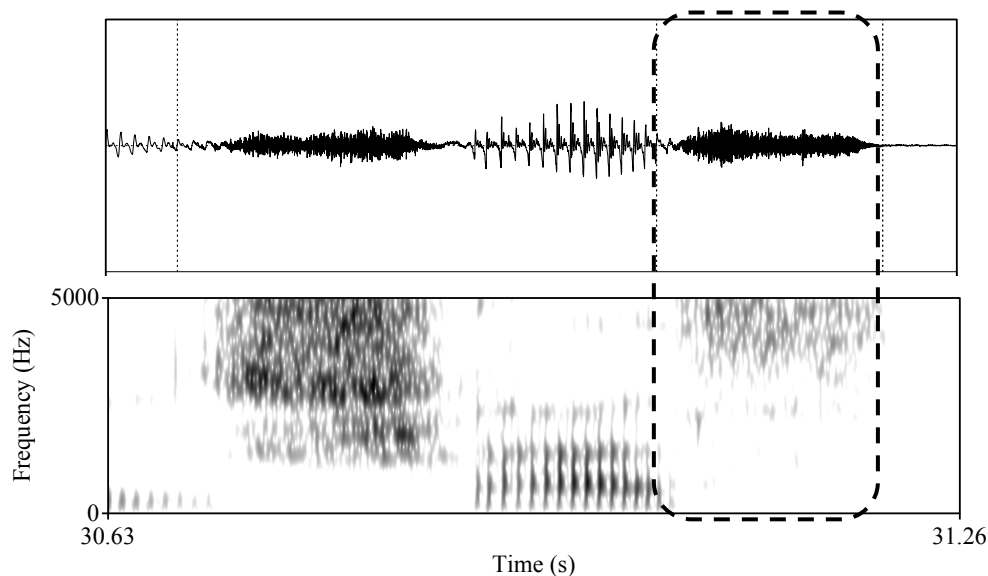


図 5-6 ロシア語の語末基底無声摩擦音の一例（試験語: /fas/, 話者: M01）。摩擦区間（破線で囲まれた区間）のほとんどが摩擦音の調音時の摩擦的噪音のみで構成されている。

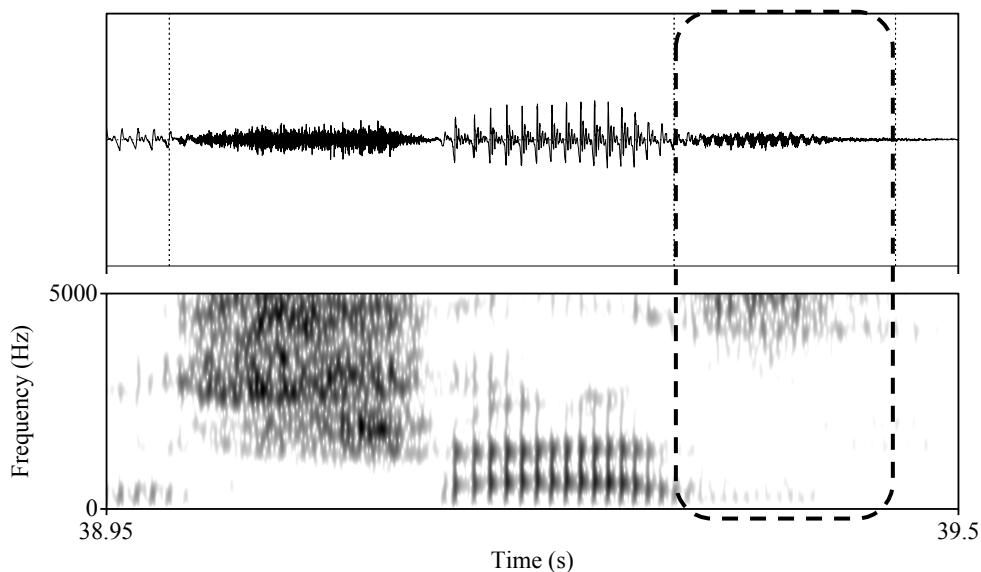


図 5-7 ロシア語の語末基底有声摩擦音の一例（試験語：/ʃaz/, 話者：M01）。摩擦区間（破線で囲まれた区間）のほとんどが摩擦音の調音時の摩擦的噪音のみで構成されている。

次に、摩擦音の摩擦の持続時間の長短と摩擦区間における声帯振動持続時間の割合がどのような関係にあるのかを定量的に把握しておこう。摩擦の持続時間と声帯振動持続時間の割合の関係を図 5-8 に示す。

図 5-8 から、有声摩擦音の場合も、無声閉鎖音の場合も、摩擦区間の長短に関わらず、40%未満の値を取るのが大多数であることが読み取れる。したがって、voicing proportion の観点からは、基底有声摩擦音と基底無声摩擦音は、一見、ほぼ同一の特徴を有しているように見える。

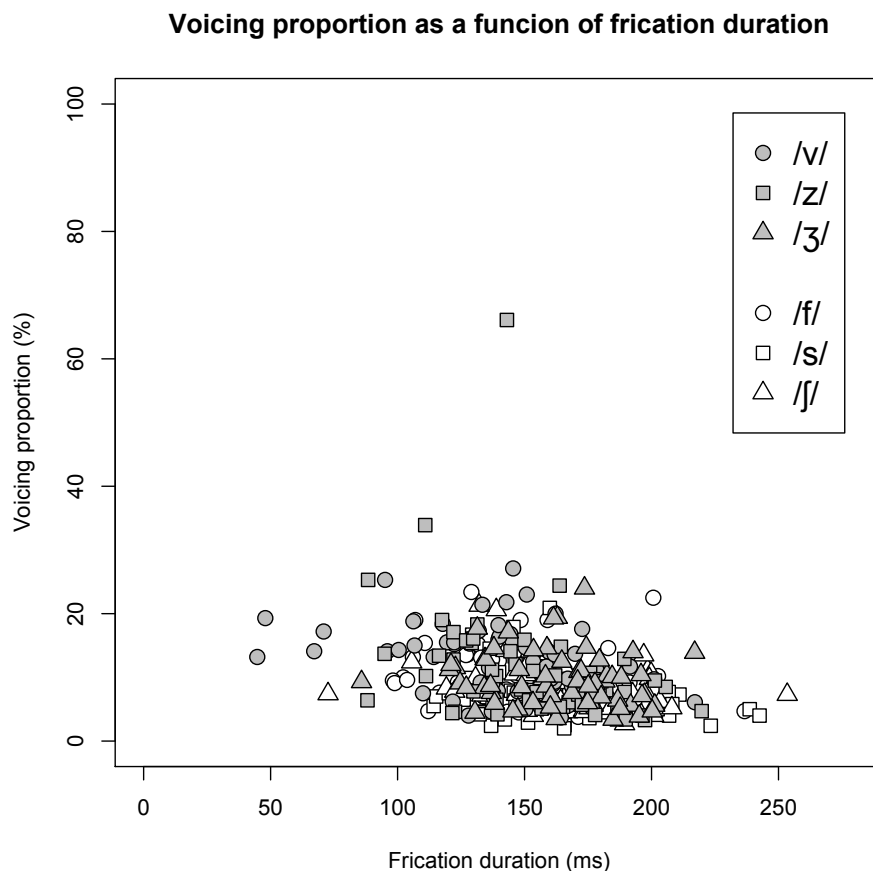


図 5-8 摩擦音の摩擦の持続時間と摩擦区間中の声帯振動の割合との関係  
(N=352)

表 5-4 に、各種時間特徴・周波数特徴の計測結果を要約する。閉鎖音と同様に、摩擦音に関しても、線形混合モデル (Linear Mixed-effect model; 以降、LME と記す) による分析をおこなった。「有声性の違い」と「調音位置の違い」を固定効果 (fixed effect)、「実験参加者の違い」と「試験語の違い」をランダム効果 (random effect) とした。従属変数は各計測尺度である。 $p$  値は、尤度比検定 (Likelihood-ratio test) によって推定した。摩擦音の分析では、5つの音響特徴から有声音と無声音の差を多重的に検討するため、Bonferroni correction によって有意水準を調整した ( $\alpha_{\text{adjusted}} = 0.01(0.05/5)$ )。

表 5-4 ロシア語の語末基底有声・無声摩擦音の音響特徴の全体平均値。括弧内の数値は、標準偏差を表す。

	Labiodental		Alveolar		Post alveolar	
	Voiceless	Voiced	Voiceless	Voiced	Voiceless	Voiced
	/f/	/v/	/s/	/z/	/ʃ/	/ʒ/
V1	122(22)	125(21)	123(21)	126(26)	124(20)	130(23)
Voicing	15(7)	17(8)	11(6)	16(13)	14(5)	16(7)
C	150(30)	141(34)	163(29)	155(30)	165(29)	163(26)
F0 edge	241(72)	243(75)	247(77)	248(79)	250(74)	248(73)
F1 edge	455(130)	459(119)	422(110)	423(98)	453(132)	445(119)

LME の結果を表 5-5 に要約する。最初に、本研究の議論に直接関係のある、「基底有声性 (Underlying voicing)」の固定効果の結果を検討しよう。表 5-5 に示したように、Voicing に関して、「基底有声性」の固定効果が有意であった [推定された差: 4.8ms,  $X^2(3)=15.89, p<0.001$ ]。なお、「基底有声性」と「調音位置」の交互作用は有意でなかった [ $X^2(2)=2.9364, n.s.$ ]。その他の音響特徴に関しては、「基底有声性」の固定効果の有意性は認められなかった [V1:  $X^2(3)=6.436, n.s.$ ] [C:  $X^2(3)=0.5268, n.s.$ ] [F0:  $X^2(3)=0.7887, n.s.$ ] [F1:  $X^2(3)=0.6267, n.s.$ ]。

「調音位置 (POA)」にかかわる結果を検討する (表 5-5 太線以下)。C の音響量に関して、「調音位置」の固定効果が有意であった [C:  $X^2(4)=14.767, p<0.01$ ]。そこで、両唇、歯、軟口蓋の 3 調音位置間の多重比較をおこなった。多重比較には、Tukey の HSD 法を用いた。

多重比較の結果、Cに関して、唇歯音が歯茎・後部歯茎音よりも有意に大きな値を取ることが示された [唇歯音と歯茎音の差: 14ms,  $p < 0.01$ , 唇歯音と後部歯茎音の差: 18ms,  $p < 0.001$ , 歯音と軟口蓋音の差: n.s.]。

表 5-5 LME による、語末摩擦音の推測統計結果の要約

記号 “\*\*” は  $p < 0.01$  (Bonferroni correction), “\*\*\*” は  $p < 0.001$  で「有意差あり」、 “n. s.” は「有意差なし」を表す。「調音位置」の固定効果が有意であった場合には、多重比較の結果を併記している。

Dependent variable	Fixed effect	Interaction
	Underlying voicing	Uvoicing: POA
V1	n.s.	n.s.
Voicing	**	n.s.
C	n.s.	n.s.
F0 edge	n.s.	n.s.
F1 edge	n.s.	n.s.

	Fixed effect	Multiple comparison
	POA	POA
V1	n.s.	
Voicing	n.s.	
C	**	Labiodental vs. Alveolar** Labiodental vs. Postalveolar*** Alveolar vs. Postalveolar, n.s.
F0 edge	n.s.	
F1 edge	n.s.	

## 5.4 考察

### 5.4.1 不完全中和の実在性

実験3では、先行研究 (Kharlamov (2012) など) によって指摘されている副次的要

因を考慮に入れた上で、試験語が**単純な語末（しかし発話末ではない）**という韻律的環境に位置する場合の FD の音声実現を検討した。実験結果に影響を与える可能性のある副次的な要因を排除するために、**Wug test** と呼ばれる手法を用いて、ロシア語の FD の音声実現を検討した。その結果、中和することが予測されている基底有声阻害音と基底無声阻害音の間に、次のような差異が認められることを示した。

- ・ 語末閉鎖音の「**直前母音の持続時間**」は、基底有声音の直前の方が基底無声音の直前よりも長い。(およそ 5.1 ミリ秒)
- ・ 語末摩擦音の「**摩擦部の声帯振動持続時間**」は、基底有声音の方が基底無声音よりも長い。(およそ 4.8 ミリ秒)

綴り字読みの危険性を避け、試験語の使用頻度を一律に（低く）した場合にも、基底有声阻害音と無声阻害音は、異なる性質を持っていることを示した。このことから、FD による有声性の中和は不完全であることが示唆される。

#### 5.4.2 Final devoicing の音声的詳細と韻律的環境

第 2 章と 5.2 節で検討したように、本研究と同一の韻律的環境における FD を検討した先行研究に Kulikov (2012) がある。基底有声閉鎖音と無声閉鎖音の「直前母音の持続時間」と「母音末端の第 1 フォルマント周波数」の値に有意差が認められることを報告した。しかしながら Kulikov (2012) は、reading task によって試験語を引き出しているため、実験結果が綴り字の影響を受けている可能性を排除できなかった。本研究では、綴り字の影響などの副次的な要因を可能な限り排除した条件を用意し、且つ、



Kulikov (2012) よりも多数の試験語の音声実現を検討した。その結果、「直前母音の持続時間」に音響差が認められた。この結果は、Kulikov (2012) と一貫している。一方、本研究では、基底有声閉鎖音と無声閉鎖音の「直前母音末端の第1フォルマント周波数」には有意差は認められなかった。このことから、Kulikov (2012) で観察された「直前母音末端の第1フォルマント周波数」に関する結果は、綴り字の影響による産物であったことが示唆される。

Kulikov (2012) と本研究の結果を総合すると、少なくとも単純な語末位置（非発話末）においては、基底有声閉鎖音と無声閉鎖音の差異は「直前母音の持続時間」という音響特徴に具現されることが示唆される。なお、摩擦音に関しては、Kulikov (2012) では研究対象とされていない。本研究の結果に関する限り、少なくとも単純な語末位置（非発話末）において、基底有声摩擦音と無声摩擦音の差異は「摩擦部における声帯振動持続時間」という音響特徴に具現されることが示唆される。

その一方で、Dmitrieva *et al.* (2010)、Kharlamov (2012) は、「狭窄部の持続時間」や「閉鎖開放後のノイズの持続時間」に有意差を観察している。本研究や Kulikov (2012) では、これらの音響特徴には有意差が認められなかった。このような違いは、発話の韻律条件の違いに起因する可能性がある。Kulikov (2012) と本研究は、試験語を枠文に入れた状態の発話を分析しているのに対し、Dmitrieva *et al.* (2010)、Kharlamov (2012) は、試験語の単独発話を分析している。したがって、前者の韻律的な条件は単純な語末（発話末ではない）、後者は語末且つ発話末という点で、韻律的環境の違いがある<sup>6</sup>。

<sup>6</sup> Chen (1970) は、単独発話の条件で、「直前母音の持続時間」に差異を報告している。ただし、Chen (1970) の話者は1名（年齢、性別は不明）であったため、彼が単語の単独発話で観察した母音長のパターンが、ロシア語母語話者に一般的に言える傾向なのか否かは、不明である。また、Chen (1970) の研究上の関心は、母音長であったため、

様々な言語の様々な音声現象に関して、調音結合の度合いや同化が韻律境界 (prosodic boundary) の強度の影響を受けうるということが指摘されている (e.g., Kuzla (2003))。したがって、ロシア語においても、韻律境界の強度がFDの音声的詳細に体系的に影響を及ぼしていたとしても不思議ではないだろう。本研究では、先行研究の分析と実験3の結果から、ロシア語におけるFDの音声実現と韻律境界の関係に関してごく初期的な考察をした。今後の研究において、韻律境界の強度の違いがFDの音声実現に与える影響を体系に調査することが必要である。

本章では、綴り字読みの危険性を避け、試験語の使用頻度を一律に(低く)した場合にも、単純な語末位置(非発話末)という韻律的環境における基底有声阻害音と無声阻害音は、異なる性質を持っていることを示した。この結果は、ロシア語における不完全中和の存在性を支持する新たな証拠の1つとして位置づけられる。FDの音声的詳細に関して、先行研究と本研究の結果を総合すると、FDの音声実現が韻律的環境の違いの影響を受けている可能性が示唆される。

---

「狭窄部の持続時間」や「閉鎖開放後のノイズの持続時間」の音響差の有無については報告されていない。

## 第 6 章

### 語末位置における有声阻害音の無声化：知覚

#### 6.1 はじめに

本章は、ロシア語語末位置における有声阻害音の無声化 (final devoicing; 以降、FD と記す) を、音声知覚の観点から検討することを目的とする。第 5 章において、ロシア語語末位置で中和することが予測される有声阻害音と無声阻害音の間には音響差が認められることが示された。そこで本章では、このような音響差が、聞き手にどのように知覚されるのかを検討する。本章の構成は次の通りである。まず 6.2 節において、研究背景を検討する。次に 6.3 節において、ロシア語の不完全中和に関する新たな知覚実験結果 (実験 4) を報告する。最後に 6.4 節では知覚実験結果を要約する。

#### 6.2 研究背景

第 2 章で既に検討したように、音声知覚に関する先行研究は、ロシア語の語末位置の基底有声阻害音と無声阻害音をある程度同定できることを示している (Matsui (2011), Kharlamov (2012))。しかしながら、同一の聞き手が閉鎖音と摩擦音における基底有声性の違いをどのように知覚するのかという問題は、ロシア語の FD にとって極めて重要且つ基本的な問題でありながらも、いずれの先行研究においても未解決の重要課題であった。

そこで、本章では、先行研究において未解決の問題 2 点を検討する。

- (1) 同一の聞き手が、語末閉鎖音と語末摩擦音における基底有声性の違いをどのように知覚するのだろうか？閉鎖音と摩擦音の間には、共通の傾向が見られるだろうか？それとも、非対称性が見られるだろうか？
- (2) 話し手が音声産出段階で区別している音響特徴を、聞き手は、基底有声阻害音と無声阻害音の知覚に利用しているのだろうか？利用しているとしたら、いかなる音響特徴が利用されているのだろうか？

(1) を検討するために、本研究は、被験者内 (within-subject, or repeated-measures) 計画によって、閉鎖音と摩擦音の2条件を比較検討する。(2) を検討するために、「直前母音の持続時間」と「狭窄部の声帯振動持続時間」の大小に基づいて音声刺激を用意し、それらの音響量が聞き手の有声性の知覚判断に対して与える影響を探る。これらの音響特徴は、第5章の音声産出実験 (実験3) において、基底有声性の違いと関連があることが示されている。したがって、もしも話し手によって区別された音響差を聞き手が知覚にも利用可能であるならば、上記の音響特徴の増減によって、聞き手の回答が影響されることが予測される。

## 6.3 実験4

### 6.3.1 概要

実験4において実験参加者は、ある発話を聞き、その中に含まれている試験語 (語末位置に基底有声音ないし基底無声音を含む語) が何であったのかを回答した (同定実験)。回答方法は強制2択方式を採用し、聞き手が選択した答えの種類 (response type)

を得た。以降、話し手が語末阻害音を「基底有声音」のつもりで発した語が含まれる音声刺激を、「基底有声音の音声刺激」と呼び、「基底無声音」のつもりで発した語が含まれる音声刺激を、「基底無声音の音声刺激」と呼ぶことにする。

### 6.3.2 実験参加者

17歳から36歳のロシア語母語話者16名が参加した（平均年齢: 22歳、標準偏差: 4.8）。そのうち半数が男性、残り半数が女性である。実験当時、実験参加者の多くはロシア連邦オレンブルグ国立大学で学ぶ大学生もしくは大学院生であった。言語学や音声学の専門的なトレーニングを受けた経験がある者は含まれていない。聴覚に障害歴がある者は含まれていない。また、これらの話者は、実験3の音声産出実験に参加していない。

また、フェイスシートと面談調査から、すべての実験参加者が、(1) 日常的に使用する言語はロシア語のみであること、(2) 幼少時から家庭内で話している言語はロシア語であること、(3) ロシア語以外の言語の運用能力は皆無もしくは非常に限定的な運用能力にとどまるということの3点を確認した。

実験に際して、実験参加者は個人情報の取り扱いについて書面と口頭で説明を受け、内容について同意した者のみが実験に参加した。実験参加者には原則として無償で参加していただいたが、実験後に、少額の菓子を渡した。

### 6.3.3 音声刺激

実験参加者に聞かせた音声刺激は、実験3で採録した発話データのサブセット（48種類）であり、複数の母語話者の発話が含まれている。これらの音声刺激は語末位置

に阻害音（破裂音と摩擦音）を含む発話から成る。破裂音は、両唇破裂音 (/p, b/)・歯破裂音 (/t, d/)・軟口蓋破裂音 (/k, g/) から成る。摩擦音は、唇歯摩擦音 (/f, v/)・歯茎摩擦音 (/s, z/)・後部歯茎摩擦音 (/ʃ, ʒ/) から成る。音声刺激を選定するために、「阻害音の直前母音の持続時間」と「狭窄部の声帯振動持続時間」の値を考慮した。これらの音響特徴は、実験3で示されたように、話し手が音声を産出する段階で、基底有声音と無声阻害音の間に有意差が観察されている（差の方向：基底有声音を含む語 > 無声音を含む語）<sup>1</sup>。聞き手の知覚可能性を幅広く検討するために、次の2群の音声刺激群を用意した。すなわち一方は、語末に基底有声音を含む語とそれに対応する無声音を含む語の間の音響特徴の差が比較的大きい群（差の方向：基底有声音を含む語 > 無声音を含む語）であり、他方は、音響特徴の差がほとんど無いか逆方向のパターンをとる群の2群である。以降、便宜的に、前者を +cue 群、後者を -cue 群と呼ぶことにする。

実験に用いた音声に含まれる音響特徴を表6-1（閉鎖音）と表6-2（摩擦音）に要約する。

<sup>1</sup> 基底有声音閉鎖音と基底無声音閉鎖音は、「直前母音の持続時間」に有意差が認められ、基底有声音摩擦音と基底無声音摩擦音は、「狭窄部の声帯振動持続時間」に有意差が認められた（詳細は、実験3を参照）。

表 6-1 知覚実験に用いた音声刺激(語末に閉鎖音を含む語)の「閉鎖音の直前母音の持続時間 (V)」と「閉鎖部の声帯振動の持続時間 (Voicing)」の平均値 (単位: ミリ秒)。括弧内の数値は標準偏差を表す。“±cue”は音響差の大小による分類を表す。

	V		Voicing	
	基底無声音	基底有声音	基底無声音	基底有声音
+cue	85(17)	111(18)	+cue	11(3) 18(5)
-cue	126(13)	118(16)	-cue	17(4) 15(4)

表 6-2 知覚実験に用いた音声刺激(語末に摩擦音を含む語)の「摩擦音の直前母音の持続時間 (V)」と「摩擦部の声帯振動の持続時間 (Voicing)」の平均値 (単位: ミリ秒)。括弧内の数値は標準偏差を表す。“±cue”は音響差の大小による分類を表す。

	V		Voicing	
	基底無声音	基底有声音	基底有声音	基底無声音
+cue	102( 9)	127(16)	+cue	16(5) 23(6)
-cue	144(16)	132(11)	-cue	14(4) 12(6)

#### 6.3.4 実験手順

実験はオレンブルグ国立大学内の静かな教室で実施した。各問題につき、実験参加者は、ヘッドフォンから流れてくる次のような音声刺激を聞いた: *Odin X<sub>NOM.SG.</sub> el pečen'e.* (‘一匹 (人) の X はクッキーを食べていた。’)。X には試験語が入る。このような音声刺激を聞いた後、実験参加者は、X に入る語が何であるかを2種類の選択肢から選ぶように指示された (強制2択方式)。選択肢は常に、「基底有声音」とそれに対応する「基底無声音」が与えられた。例えば、X に /prik/ という語が入った音声刺激を聞かせた場合、回答の選択肢として “prik” と “prig” が与えられた<sup>2</sup>。回答の選

<sup>2</sup> ロシア語では、ドイツ語などと同様、基底有声性の区別と正書法の間に対応がある (例: /luk/‘лук’ – /lug/‘луг’)

択肢はキリル文字で提示された。回答ボタンの位置による効果を相殺するために、同一の音声は回答ボタンの左右配置を入れ換えて2回提示されるようにした。

### 6.3.5 問題数・音声提示順序

問題数は、1人につき96題とした(48種類の音声刺激×2種類のボタン配置)。96の問題は8つのブロックに分割した。1ブロックが終わる毎に、実験参加者は必要に応じて休憩の機会を与えられた。ヘッドフォンは、SONY MDR-Z700を使用した。一連の実験は、Praat (Boersma and Weenink (2011)) の知覚実験用スクリプトを用いて実行した。

次の2種類の順序で音声刺激を実験参加者に提示した：半数の実験参加者には、同一話者の音声を同一ブロックにまとめて聞かせ(ブロック順序は実験参加者ごとに無作為化)、残りの者には複数の話者音声を混合させた無作為な順序で聞かせた。

### 6.3.6 結果

#### 6.3.6.1 全体傾向

まず、全体的な回答の分布を把握するために、表6-3に閉鎖音、表6-4に摩擦音のクロス集計結果を示す。



表 6-3 実験 3 のクロス集計結果（閉鎖音）

行には、音声刺激の基底有声性を配置し、列には実験参加者からの有声・無声回答を配置している。各セルの数字は回答数を表し、括弧内には、音声刺激の総数（Row total）に占める、各回答数の割合が示されている。

Stimulus	Response		Row total
	Voiceless	Voiced	
Voiceless	248 (64.6%)	136 (35.4%)	384 (100%)
Voiced	232 (60.4%)	152 (40%)	384 (100%)
Column total	480 (62.5%)	288 (37.5%)	768 (100%)

表 6-4 実験 3 のクロス集計結果（摩擦音）

行には、音声刺激の基底有声性を配置し、列には実験参加者からの有声・無声回答を配置している。各セルの数字は回答数を表し、括弧内には、音声刺激の総数（Row total）に占める、各回答数の割合が示されている。

Stimulus	Response		Row total
	Voiceless	Voiced	
Voiceless	259 (67.4%)	125 (32.6%)	384 (100%)
Voiced	220 (57.3%)	164 (42.7%)	384 (100%)
Column total	479 (62.3%)	289 (37.6%)	768 (100%)

表 6-3 と表 6-4 の “column total” の行にそれぞれ着目すると、全体的に「有声」よりも「無声」と回答された数が多いことが読み取れる。また、“response” の “voiceless” 列と “voiced” 列にそれぞれ着目すると、音声刺激の基底有声性の違いによって、回答分布にやや差異があることが読み取れる。これらの特徴は、表 6-3 と表 6-4 とで共

通している。実験参加者別に算出した知覚感度の指標  $d'$  の平均値は、閉鎖音で 0.14 (標準偏差: 0.38)、摩擦音で 0.31 (標準偏差: 0.41) であった ( $d'$  の算出方法については、第4章を参照)。正答率が 95% に対応する  $d'$  の値が 3.29 であることを考慮すると、本実験で得られた  $d'$  が相当に低い値を取っていることが理解できる。

実験参加者や音声刺激の個体差を考慮に入れた上で、回答の選択に影響を与える要因を検討するために、混合ロジットモデル (Mixed logit model) による統計解析を実施した。統計量の計算には統計分析ソフト R の lme4 パッケージ中の glmer 関数を使用した。混合ロジットモデルとは、概して、ロジスティック回帰分析の一種であり、従属変数が「有声」vs. 「無声」、「正」vs. 「誤」のようにカテゴリカル変数で構成されている場合に、従属変数の確率分布に影響を与える要因を推定する手法である<sup>3</sup>。本研究の目的に合わせて、2種類の分析を実施した。即ち、「有声・無声の回答選択を左右する要因を推定するモデル」と「回答の正解・不正解を左右する要因を推定するモデル」である。前者については 6.3.6.2 に、後者については 6.3.6.3 に記す。

#### 6.3.6.2 聞き手の有声・無声の回答選択に影響を与える要因

聞き手の有声・無声の回答選択に影響を与える要因を検討するために、次のモデルを検討した (モデル 1)。モデル 1 では、「音声刺激における語末阻害音の基底有声性

<sup>3</sup> 言語学の分析においては、確率で構成されるデータ (回答率など) に対して、分散分析 (ANOVA) を適用するのが慣習的であり、本研究の初期段階の研究 (松井 2013) や先行研究 (Matsui (2011), Kharlamov (2012) など) においても、ANOVA を用いた分析がなされている。しかしながら、近年、確率分布に対する ANOVA の適用には問題点があることが指摘されており、代替策として混合ロジットモデルを使用することが推奨されている (Jaeger (2008))。本論文では、言語学の最新の動向に配慮して、混合ロジットモデルによる分析を行なうこととした。なお、この点は川原繁人氏から助言をいただいた。ここに記して感謝する。

(StimVoi)」、「語末阻害音の調音様式 (StimManner)」を固定効果 (fixed effect) とし、実験参加者と音声刺激の違いをランダム効果 (random effect) とした。従属変数は、回答の種類 (「有声」 vs. 「無声」) とした。

モデル1の結果を、表6-5に要約する。モデル1を検討した結果、StimVoiの固定効果が有意であった [ $z=2.078, p<0.05$ ]。表3に示したように、偏回帰係数から算出したオッズ比 (odds-ratio) は1.7であった<sup>4</sup>。このことは、Voicelessの音声刺激を聞かせた場合に「無声」回答がなされる確率は、Voicedの音声刺激を聞かせた場合に比べて、推定上1.7倍上回っていることを意味する。

表6-5 混合ロジットモデルによる推測統計の要約 (モデル1, サンプル数=1536)。従属変数は、回答の種類 (有声 vs. 無声) である (0=Voiced)。記号 “\*” は  $p<0.05$ 、 “\*\*” は  $p<0.01$ 、 “\*\*\*” は  $p<0.001$  で「有意差あり」、 “n. s.” は「有意差なし」を表す。固定効果が有意であった場合には、オッズ比 (odds-ratio) の推定値を併記した。

Fixed effect	Significance	Odds
StimVoi	*	1.703185
StimManner	n.s.	
StimVoi: StimManner	n.s.	

次に、具体的にどのような音響特徴が聞き手の回答に影響を与えているのかを検討

<sup>4</sup> オッズ比 (Odds-ratio)は、偏回帰係数を指数に変換した値である。

するために、データを閉鎖音と摩擦音に分離し、閉鎖音のデータセットと摩擦音のデータセットそれぞれに対して、下記のモデルを検討した (モデル 2a, モデル 2b)<sup>5</sup>。モデル 2a では、「音声刺激における語末阻害音の直前母音の持続時間 (以下、V)」、モデル 2b では、「音声刺激における語末阻害音の狭窄部における声帯振動の持続時間 (以下、Voicing)」を固定効果とした。実験参加者と音声刺激の違いをランダム効果とした。従属変数は、回答の種類 (「無声」か「有声 (=無声でない)») である。いずれのモデルにおいても、従属変数は、回答の種類 (「無声」か「有声 (=無声でない)») である。

モデル 2a の結果を、表 6-6 に要約する。モデル 2a を検討した結果、閉鎖音では、V の固定効果が有意であった [ $z=-3.365, p<0.001$ ]。オッズ比 (odds-ratio) は 0.99 であった。このことは、Voiceless の音声刺激を聞かせた場合に「無声」回答がなされる確率は、直前母音の持続時間が 10 ミリ秒増加すると、0.1 倍減少する (つまり、0.9 倍になる) ことを意味する。一方、摩擦音では、V の固定効果の有意性は認められなかった [ $z=-1.669, p=0.0951$ ]。

---

<sup>5</sup> V と Voicing は、第 5 章の音声産出実験において、基底有声性の違いと関連することが既に示されている (詳しくは、第 5 章実験 3 を参照)。したがって、StimVoi, V, Voicing の 3 変数の間には互いに強い相関関係があることが予測される。そこで、独立変数 (i.e., 固定効果) 間の多重共線性 (multicollinearity) の危険性を考慮して、3 種類の別々のモデルによって検討した。また、阻害音の種類が閉鎖音なのか摩擦音なのかによっても、音声刺激中の V と Voicing の絶対値の分布が異なっているため (表 6.1、6.2 を参照)、閉鎖音と摩擦音のデータセットを分離し、検討した。

表 6-6 混合ロジットモデルによる推測統計の要約 (モデル 2a, 調音様式別). 従属変数は、回答の種類 (有声 vs. 無声) である。記号 “\*” は  $p < 0.05$ 、 “\*\*” は  $p < 0.01$ 、 “\*\*\*” は  $p < 0.001$  で「有意差あり」、 “n. s.” は「有意差なし」を表す。固定効果が有意であった場合には、オッズ比 (odds-ratio) の推定値を併記した。

Stop (N=768)			Fricative (N=768)		
Fixed effect	Significance	Odds	Fixed effect	Significance	Odds
V	***	0.99	V	n.s.	

モデル 2b の結果を、表 6-7 に要約する。モデル 2b を検討した結果、閉鎖音においても、摩擦音においても、Voicing の固定効果の有意性は認められなかった [閉鎖音:  $z = -0.386, p = 0.700$ ] [摩擦音:  $z = -0.725, p = 0.4683$ ]。

表 6-7 混合ロジットモデルによる推測統計の要約 (モデル 2b, 調音様式別). 従属変数は、回答の種類 (有声 vs. 無声) である。記号 “n. s.” は「有意性なし」を表す。

Stop (N=768)			Fricative (N=768)		
Fixed effect	Significance	Odds	Fixed effect	Significance	Odds
Voicing	n.s.		Voicing	n.s.	

最後に、本研究の目的とは直接関係がある訳ではないが、回答の種類に対する、音声提示方法の違いの影響を検討した結果について付記する。従属変数を回答の種類 (response type)、固定効果を音声提示方法 (Presentation) として、混合ロジットモデルによって検討した (モデル 3)。

モデル 3 を検討した結果、Presentation の効果が有意であった [ $z=2.472, p<0.05$ ]。

Multi-voice と Single-voice のオッズ比は、2.8 であった。

### 6.3.6.3 回答の正誤に影響を与える要因

この節では、聞き手の回答の正誤が、基底有声性の違いや調音様式の違いによって異なるのか否かを検討してみたい。

回答の正誤に影響を与える要因を推定するために、回答の正誤（「正解答」か「誤回答」か）を従属変数として、以下のモデルを構築した（モデル 4）。モデル 4 では、「音声刺激における語末阻害音の基底有声性 (StimVoi)」、「調音方法 (StimManner)」を固定効果 (fixed effect) とし、実験参加者と音声刺激をランダム効果 (random effect) とした。

モデル 4 の結果を、表 6-8 に要約する。モデル 4 を検討した結果、回答の正誤に対する、StimVoi の固定効果が有意であった [ $z=-2.402, p<0.05$ ]。オッズ比は 0.28 であった。このことは、Voiced の音声刺激を聞かせた場合に正解する確率は、Voiceless の音声刺激を聞かせた場合の、0.78 倍である（つまり、Voiced の音声刺激を聞かせた場合の正解率は、Voiceless の音声刺激の場合よりも下回る）ことを意味する。StimManner の固定効果と交互作用は、有意であるとは言えなかった [StimManner:  $z=0.598, p=0.5496$ , 有意性なし] [交互作用:  $z=0.029, p=0.9772$ , 有意性なし]。以上の結果から、全体的に、「無声音」への回答の偏りがあることが示唆される。

表 6-8 混合ロジットモデルによる推測統計の要約 (モデル 4, サンプル数=1536). 従属変数は、回答の正誤 (正答 vs. 誤答) である。記号 “\*” は  $p < 0.05$ 、 “\*\*” は  $p < 0.01$ 、 “\*\*\*” は  $p < 0.001$  で「有意差あり」、 “n.s.” は「有意性なし」を表す。固定効果が有意であった場合には、オッズ比 (odds-ratio) の推定値を併記した。

Fixed effect	Significance	Odds
StimVoi	*	0.28
StimManner	n.s.	
StimVoi: StimManner	n.s.	

最後に、本研究の目的とは直接関係がないが、回答の正誤に対する、音声提示方法の違いの影響を検討した結果について、付記する。従属変数を「回答の正誤」、固定効果を音声提示方法 (Presentation) として、混合ロジットモデルによって検討した (モデル 5)。モデル 5 を検討した結果、回答の正誤に対する、Presentation の効果の有意性は認められなかった [ $z = -0.383, p = 0.702$ ]。

#### 6.4 考察

本章では、語末位置において中和することが予測されている有声阻害音と無声阻害音における、基底有声性の違いを、ロシア語を母語とする聞き手が知覚可能であるか否かを、音声同定実験によって検討した。音声知覚実験の結果は次の 3 点を示した。

#### 6.4.1 音声刺激の基底有声性の違いが、回答選択に与える影響

聞き手が「有声」回答をするか、「無声」回答をするかの選択は、音声刺激の語末位置の阻害音が、基底有声音であるか、基底無声音であるかによって有意に異なることを示した。このことは、聞き手は、語末阻害音の基底有声性の違いをある程度知覚可能であることを示唆する。ただし、聞き手の同定能力は限られていた。また、「無声音」への回答の偏りが観察された。この結果は、ロシア語の实在語を対象とした知覚研究 (Matsui (2011), Kharlamov (2012)) と共通の傾向を示している。

#### 6.4.2 聞き手の回答選択を左右する音響特徴

本研究では、「直前母音の持続時間」と「狭窄部における声帯振動持続時間」が聞き手の回答に影響を与えているか否かを検討した。これらの音響特徴は、音声産出実験 (第5章、実験3) において、基底有声音と基底無声音の間に有意差が確認されている音響特徴であった。

「直前母音の持続時間」は、阻害音の種類が閉鎖音の場合、聞き手の回答に影響を与えていることが示された。その一方で、阻害音の種類が摩擦音の場合には、直前母音の持続時間は聞き手の回答に影響を与えているとは言えなかった。「狭窄部における声帯振動の持続時間」は、閉鎖音の場合にも、摩擦音の場合にも、聞き手の回答に影響を与えているとは言えなかった。しかしながら、6.4.1節で示したように、聞き手は、摩擦音における基底有声性の違いを聞き取ることができるようである。このことから、摩擦音に関しては、「直前母音の持続時間」と「狭窄部における声帯振動持続時間」以外の音響特徴を手がかりとして、有声性の同定がおこなわれていることが強



く示唆される。

先行研究の Kharlamov (2012) は、彼が検討したすべての条件において「狭窄部の声帯振動持続時間」が聞き手の回答に影響を与えていることを示していたが、本研究では、「狭窄部の声帯振動持続時間」が聞き手の回答に影響を与えているとは言えなかった。

実験4の知覚実験結果を、音声産出実験の結果(第5章、実験3)と照合した結果を、表6-9に示す。

表6-9 音声産出実験(実験3)と音声知覚実験(実験4)の比較

○印は、基底有声音と基底無声音の間に「有意性あり」を、×印は「有意性なし」を表す。

Acoustic cue	Speech production (実験3)	Speech perception (実験4)
V	閉鎖音: ○ 摩擦音: ×	閉鎖音: ○ 摩擦音: ×
Voicing	閉鎖音: × 摩擦音: ○	閉鎖音: × 摩擦音: ×

#### 6.4.3 回答の正誤を左右する要因

実験結果は、「音声刺激における基底有声音性の違い」が回答の正誤に影響を与えることを示した。具体的には、基底有声音よりも、基底無声音の音声刺激を提示した場合の方が、正答率が高いことが分かった。この結果の背後には、6.4.1で言及したように、聞き手の回答の偏り(response bias)があると考えられる。即ち、聞き手は、「有

声」回答よりも、「無声」回答をする割合が高いため (cf. 表 6-3、表 6-4)、「有声」の音声刺激に比べて、「無声」の音声刺激に対する正答率が高くなったと考えられる。

#### 6.4.4 総合考察

本章では、概して、聞き手は、ロシア語語末位置において中和することが予測されている基底有声阻害音と無声阻害音をある程度同定できることを示した。ただし、有声性の知覚のされ方は、閉鎖音と摩擦音とで必ずしも一様でないことが示唆される。この結果は、「閉鎖音と摩擦音は、ロシア語語末位置において一様に中和する」という生成音韻論やロシア語学における定説的見解とは異なる。より具体的に言えば、閉鎖音と摩擦音とで、基底有声性の知覚手がかりとしている音響量に違いがあることが示された。「直前母音の持続時間」は、閉鎖音においては、基底有声性の知覚手がかりとなるのに対し、摩擦音においては、そうであるとは言えなかった。「狭窄部における声帯振動持続時間」は、閉鎖音、摩擦音のいずれにおいても、知覚手がかりとなっているとは言えなかった。

最後に、今後の知覚研究の可能性の1つについて、触れておく。本研究では自然音を用いて特定の音響差の大小をコントロールしたが、特定の音響特徴のみを操作した音声を聞かせた場合に、聞き手の知覚がどのように変化するかを検討してみることもできるであろう。本研究では、閉鎖音の「直前母音の持続時間」が聞き手の回答に影響を与えていることが示された。したがって、上述の音響特徴の大小のみを操作した音声を聞き手に聞かせた場合には、音響特徴の増減に伴って、聞き手の回答が変化することが予測される。摩擦音に関しては、本研究が検討対象とした2種類の音響特徴

-直前母音の持続時間と狭窄部における声帯振動の持続時間-のいずれも、聞き手の回答に影響を与えているとは言えなかった。したがって、摩擦音に関しては、本研究で扱った音響特徴以外の特徴が、聞き手の回答に影響を与えている可能性が高い。したがって、6.4.3節で既に述べたように、今後の研究においては、本研究で扱った音響特徴以外の特徴が、知覚に与える影響を探求することも重要な課題の1つとなる。例えば、Dmitrieva *et al.* (2010) や Kharlamov (2012) は、実在語 (韻律的環境: 語末且つ発話末) において「閉鎖・摩擦部の持続時間」が基底有声性の区別に関連していることを報告しているため、「閉鎖・摩擦部の持続時間」の増減が聞き手の回答に与える影響を検討することは有意義であろう。

## 第 7 章

### 実験結果の要約と考察

#### 7.1 はじめに

本章では、第 3 章から第 6 章で示した結果を要約するとともに、第 2 章で提案したロシア語における阻害音の有声性の対立と対立弱化に関する作業仮説を再検討する。

本章の構成は次の通りである。まず、7.2 節では、実験 1 から実験 4 の実験結果を要約する。次に、7.3 節では、結果に基づいて、第 2 章で提案した喉頭素性に関する作業仮説を再検討する。7.4 節では、本研究で提案した喉頭素性を基底表示とした場合に、final devoicing がどのように解釈されるのかを考察する。7.5 節では、本研究で示したロシア語の事例が、音韻論と音声学の関係についてどのような示唆を与えるのかについて考察する。7.6 節では、閉鎖音と摩擦音の間の非対称性について考察する。7.7 節では、本研究の限界と今後の研究に残された課題について言及する。

#### 7.2 実験結果の要約

ロシア語における有声性の対立と対立弱化を理解するために、本研究では、4 種類の実験を実施した。

実験 1 (第 3 章) では、音声産出実験によって、有声性の対立が保たれる音声環境 (語中母音間) における、ロシア語の有声阻害音と無声阻害音の音響特徴を検討した。表 7-1 に、実験 1 で得た主要な結果を示す。有声阻害音に関しては、子音狭窄部の全域に渡って顕著な声帯振動が観察されるパターンが典型的であった。無声阻害音に関して

は、先行する母音から続く残余的な声帯振動を除き、子音狭窄部には声帯振動がほとんど観察されないパターンが典型的であった。それと同時に、有声阻害音と無声阻害音を区別する音響特徴は複数存在することを示した。

表 7-1 実験 1 の要約

	Intervocalic stops	
	Voiced	Voiceless
General pattern	Robust vocal fold vibration	Only voicing tail
V1 duration	Longer	Shorter
Voicing duration	Longer	Shorter
Closure duration	Shorter	Longer
Voicing lag	No	Yes
F0 pre C	Lower	Higher
	Intervocalic fricatives	
	Voiced	Voiceless
General pattern	Robust vocal fold vibration	Only voicing tail
V1 duration	Longer	Shorter
Voicing duration	Longer	Shorter
Frication duration	Shorter	Longer
F0 pre C	Lower	Higher
F1 pre C	Lower	Higher
F0 post C (only for alveolar)	Lower	Higher

実験 2 (第 4 章) では、語中母音間における、有声阻害音と無声阻害音の音声知覚特性を知覚混同パターンの観点から検討した。表 7-2 に、実験 2 で得た主要な結果を示す。

実験 2a では、音声知覚にとって理想的と言える条件 (静寂条件) においては、有声阻害音と無声阻害音の差異は聞き手に間違いなく聞き取られることを客観的に確認し

た。実験 2b では、音声知覚にとって理想的とは言えない条件 (雑音条件) における知覚混同のパターンを検討し、閉鎖音と摩擦音の間で有声性の知覚混同パターンが非対称的であることを示した。

表 7-2 実験 2 の要約

Perception of intervocalic obstruents		
	Voicing in stop	Voicing in fricative
Perceptible?	Yes	Yes
Perception in noise	Harder	Easier

実験 3 (第 5 章) は、有声性の対立が失われると言われる音声環境 (語末) における、いわゆる「不完全中和 (incomplete neutralization)」の事例の音響音声的検討に割かれた。表 7-3 に、実験 3 で得た主要な結果を示す。語中位置の有声阻害音も、無声阻害音も、子音狭窄部中における声帯振動がほとんど観察されないパターンが典型的であった。その一方で、(基底) 有声閉鎖音と無声閉鎖音は、直前母音の持続時間に微細ながら一貫した差異が認められることを示した。(基底) 有声摩擦音と無声摩擦音の間には、声帯振動の持続時間に、微細ながら一貫した差異が認められることを示した。

表 7-3 実験 3 の要約

Word-final stops		
(Underlying)	Voiced	Voiceless
General pattern	Only voicing tail	Only voicing tail
V1 duration	Longer	Shorter
Word-final fricatives		
	Voiced	Voiceless
General pattern	Only voicing tail	Only voicing tail
Voicing duration	Longer	Shorter

実験 4 (第 6 章) では、語末位置における (基底) 有声阻害音と無声阻害音が、聞き手によってどのように知覚されるのかを検討した。表 7-4 に、実験 4 で得た主要な結果を示す。語末位置における有声性の知覚は、語中位置と比べて精度が下がるものの、ある程度は知覚可能であることを示した。また、聞き手の有声音と無声音の回答選択に影響を与える音響特徴を検討したところ、閉鎖音の場合、直前母音の持続時間が聞き手の有声・無声回答の選択に影響を与えていることを示した。一方、摩擦音の場合は、少なくとも実験 4 で考慮された音響特徴 (V1 duration, voicing during frication) が回答選択に影響を与えているとは言えなかった。したがって、摩擦音の場合は、上述の音響特徴以外の何らかの特徴を手がかりとして、語末の (基底) 有声音と無声音を知覚している可能性が高いことを指摘した。

表 7-4 実験 4 の要約

Perception of word-final obstruents		
	Voicing in stop	Voicing in fricative
Perceptible?	Yes (but limited)	Yes (but limited)
Possible cues to voicing	V1 duration	?

### 7.3 ロシア語における喉頭索性

7.2 節では、ロシア語における有声阻害音と無声阻害音に関して本研究が得た経験的証拠を要約した。この節では、これらの経験的証拠を踏まえながら、ロシア語における有声阻害音と無声阻害音の喉頭索性に関する作業仮説を再検討する。第2章で提案した、ロシア語の有声閉鎖音と無声閉鎖音の喉頭索性に関する作業仮説は次のような仮説であった (7.1)。

(7.1) ロシア語における喉頭索性の作業仮説 (閉鎖音・摩擦音) ※再掲 (2.13)

Voiced vs. voiceless = [voice] vs. [X]

#### 7.3.1 有声阻害音

第2章で検討したように、現行の喉頭特徴に関する類型論的研究は、ロシア語を含む「true voice」言語における有声閉鎖音の喉頭索性として、索性 [voice] を指定することを提案している (Beckman *et al.* (2013))。同様に、本研究における作業仮説 (7.1) も、ロシア語の有声阻害音の喉頭索性として、索性 [voice] を指定することを提案す



るものである。

実験1によって、ロシア語の語中母音間における有声閉鎖音は、閉鎖区間の全域に渡って声帯振動を伴って実現されるパターンが典型的であることを示した。このような閉鎖区間に観察される頑強な声帯振動は、ドイツ語に代表される「*aspirating*」言語の語中母音間の（いわゆる）有声閉鎖音におけるふるまいとは明らかに異なっている (Jessen and Ringen (2002))。Ringen and Kulikov (2011) も指摘しているように、ロシア語の語中母音間の閉鎖音の閉鎖区間に観察される頑強な声帯振動のパターンからは、有声閉鎖音の閉鎖区間において声帯振動を持続させるための調音動作が指定されていることが強く示唆される。したがって、作業仮説の通り、ロシア語の有声閉鎖音に、素性 [voice] を指定する提案を支持する。

### 7.3.2 無声阻害音

第2章で検討したように、現行の喉頭特徴に関する類型論的研究は、ロシア語を含む「*true voice*」言語における無声閉鎖音の喉頭素性は無指定であるという説を提案している (Beckman *et al.* (2013))。一方、本研究における作業仮説 (7.1) は、ロシア語の無声阻害音は無指定ではなく、何らかの音声素性 X が指定されているという仮説であった。

実験1の結果は、ロシア語の語中母音間における無声閉鎖音は、先行母音から続く残余的な声帯振動を除き、閉鎖区間に声帯振動をほとんど伴わずに実現されるパターンが典型的であることを示した。この結果は、先行研究 (Ringen and Kulikov (2012), Kulikov (2012) など) と一貫している。このような無声閉鎖音のふるまいは、ドイツ

語など「aspirating」言語において「無指定」と考えられている有声閉鎖音とは明らかに異なっている。また、語中母音間という有声音に囲まれた音声環境においては、無声音と比較して有声音の方が、音声学的に無標であると考えられるが、それにもかかわらず、ロシア語の無声阻害音が周囲の有声音（母音）からの調音結合の影響を受けにくい理由は、音声環境からは予測できない。以上の観察から、ロシア語の無声阻害音には、喉頭素性が指定されていると解釈するのが妥当であると考えられる。このように考えることの利点については、7.5節でもう少し詳しく考察する。

### 7.3.3 無声阻害音に指定されている喉頭素性

ロシア語の無声閉鎖音に素性が指定されていると仮定することの妥当性を主張したが、では具体的に、いかなる素性が指定されていると解釈するのが妥当だろうか。この問題に答えることは、今後の研究に引き継がれる課題の1つと位置づけるが、この節では、2種類の可能性を提示したい。

第1の可能性は、[constricted glottis]を指定する可能性である。第2章で、通言語的なバリエーションをもれなく捉えるためには、少なくとも[voice] [spread glottis (sg)] [constricted glottis (cg)]の3つを考慮すべきであることを指摘した。Beckman *et al.* (2013) は、[voice] と [sg] のみによって言語間のバリエーションを記述・説明しようとしており、[cg] は考慮されていない。

[voice] [sg] [cg] の3種類の喉頭素性の可能性を考慮に入れた場合、ロシア語の無声閉鎖音指定される喉頭素性は、論理的には、上述の3種類である。3つの可能性を順に検討していこう。

まず、ロシア語の無声閉鎖音に [voice] が指定されている可能性は、棄却される。なぜなら、ロシア語の「有声」閉鎖音にも [voice] が指定されていると考えられるので、無声閉鎖音と有声閉鎖音が対立をなす事実を妥当に説明できないからである。また、Beckman *et al.* (2013)による、「prevoicing は 素性 [voice] の指定を含意する」という記述に基づくならば、「ロシア語の無声閉鎖音には、prevoicing が観察されないの

で、[voice] の指定を含意しない」と言えるだろう。

同様に、[sg] が指定されている可能性も、棄却される。なぜなら、ロシア語の無声閉鎖音に [sg] を仮定した場合、「true voice」言語と「aspirating」言語の間の違いを捉えられなくなってしまう。また、Beckman *et al.* (2013) による、「Aspiration は 素性 [sg] の指定を含意する」という記述に基づくならば、「ロシア語の無声閉鎖音には、aspiration が観察されないの

で、[sg] の指定を含意しない」と言えるだろう。

残された可能性は、[cg] である。[cg] が指定されていると仮定するならば、そのような仮説を支持する何らかの積極的な根拠（例えば、声門の狭窄を伴うような調音動作と相関する音響特徴など）を示すことが必要である。筆者は現時点で、ロシア語の無声閉鎖音に指定されている素性は、[cg] ではないかと推測している。そのような仮説を支持する音声学的証拠は、ロシア語の語中有声音と無声音の直後の母音における jitter の値である。Jitter は、声門の狭窄と相関する音響特徴の1つとして知られており、声門の緊張を伴う発話においては、jitter が比較的高い値を取ることが知られている (Gordon and Ledefoged (2001))。筆者は、実験1の事後分析として、4人 (男女2人ずつ) の発話における、有声閉鎖音と無声閉鎖音に後続する母音の jitter の値を比較してみた。その結果、一貫して、無声閉鎖音に後続する母音の jitter の値が、有声閉鎖

音の場合よりも高いという傾向が明らかになった<sup>1</sup>。未だ予備的な分析であることを断っておくが、このような jitter のパターンは、ロシア語の無声閉鎖音に [cg] が指定されていることを支持する積極的な証拠の1つとして位置づけられるのではないかと考えている。

もう1つの可能性は、ロシア語の喉頭素性を二項素性を用いて解釈し、無声阻害音に [-voiced] を指定する可能性である。第2章に示した通り、本研究では、Beckman *et al.* (2013) の類型論的な枠組みを採用し、欠如的素性を前提とした解釈を提案した。しかしながら、第2章注8に記したように、Beckman *et al.* (2013) 以外の枠組みにも目を向けると、喉頭素性を二項的素性と仮定するのか、欠如的素性と仮定するのかに関しては、研究者によって意見が分かれるところであり、どちらの仮定がより妥当であるのかに関しては、未だ一致した見解が得られていないという現状がある。第2章注8に既に記したように、欠如的素性を仮定する研究例としては、Mester and Itô (1989)、Lombardi (1991, 1995) などが挙げられる。二項的素性を仮定する研究例としては、Rubach (1996)、Wetzels and Mascaró (2001)) などが挙げられる。

本論文では、欠如的素性を仮定して議論を進めたが、今後の研究において、ロシア語の有声・無声阻害音を、欠如的素性を用いて解釈した場合と二項的素性を用いて解釈した場合のいずれの解釈がより妥当であるのかを検討することは、喉頭素性に関する理論的研究にとっても、有意義であると考えられる。

---

<sup>1</sup> この傾向は、閉鎖音だけではなく、摩擦音にも認められた。

#### 7.3.4 要約

以上の議論を踏まえて、本研究が提案するロシア語閉鎖音の喉頭素性は次の通りである (7.2)。

##### (7.2) ロシア語における喉頭素性 (閉鎖音・摩擦音)

Voiced vs. voiceless = [voice] vs. [X]

無声阻害音に指定されている何らかの素性 [X] がいかなるものであるかを確定することは、今後の課題の1つに位置づけられる。

#### 7.4 Final devoicing の解釈

第2章で検討したように、Iverson and Salmons (2011) は、FD を語末位置における喉頭素性の切り離し (delinking) として説明している。Delinking の結果、語末位置の表層表示においては、双方の系列の喉頭素性が無指定となる。本研究は、Iverson and Salmons (2011) の分析を援用し、前節において提案した喉頭素性を基底表示と仮定して、final devoicing は次のように再解釈する (7.4)。

##### (7.4) ロシア語語末位置の final devoicing (閉鎖音・摩擦音)

Underlying representation: [voice] vs. [X]

Surface representation: [ ] vs. [X]

(7.4) は、語末位置においては、表層で、無声阻害音の系列のみに、素性が指定されているという解釈である。この解釈の下では、語末位置における有声阻害音と無声阻害音は、表層表示が異なっているため、完全に中和することは予測されない。この予測が正しいことは、実験3、4の音声産出・知覚実験によって確認された<sup>2</sup>。

## 7.5 理論的考察

### 7.5.1 Passive voicing とロシア語の final devoicing の原理

本研究の提案の要は、音韻論と音声学の間を結ぶ表層表示の捉え方にある。具体的には、表層表示において素性が無指定である状態 (phonetic underspecification, Keating (1988)) を仮定する点にある。Phonetic underspecification を仮定することの利点は、類型論上の「passive voicing の謎」とロシア語語末位置における「不完全中和」を、統一的に説明することができる点である。

まず、passive voicing について検討する。第2章で指摘したように、「true voice」言語に分類されている言語のうち、少なくともロシア語の語中母音間の無声閉鎖音には、passive voicing が通常観察されない。一方、同じく「true voice」言語に分類されている一部の言語 (e.g., スペイン語) の無声閉鎖音においては、passive voicing と考えら

---

<sup>2</sup> 表層表示において区別がなされているにもかかわらず、語末位置における基底有声阻害音と無声阻害音の間の音響差が小さく、聞き手にもしばしば聞き間違えられやすい理由は、語末という音声環境に起因するかもしれない。語末という音声環境は、例えば語中母音間と比較した場合、有声性の対立を知覚するための手がかり (perceptual cue) となり得る音響特徴が比較的少ない音声環境と考えられており、知覚上の聞き分けやすさと通言語的に観察される音韻パターンが相関することが知られている (Steriade (1997))。このような知覚上の要因が音声産出や音声知覚に与える影響を考慮に入れると、(表層表示において区別がなされているにもかかわらず) 語末位置における有声性の区別に関わる音響差や知覚差が、比較的小さく実現されることは理解できそうである。

れるような有声化が頻繁に観察されることが指摘されている。本研究は、**passive voicing** を被らない無声閉鎖音 (e.g., ロシア語) には、表層で喉頭素性が指定されており、**passive voicing** を被る無声閉鎖音 (e.g., スペイン語) には、表層で喉頭素性が指定されていないと仮定することによって、捉えることができると考える。

語中母音間という環境において問題の閉鎖音に隣接する母音は、有声音である。したがって、間に挟まれた無声閉鎖音の喉頭素性<sup>3</sup>が表層において無指定である場合、両端の有声音同士の調音結合によって、間の無声閉鎖音に、音声学的・非意図的な性質の **passive voicing** が生じると説明できる。一方、無声閉鎖音の喉頭素性が、表層において指定されている場合には、**passive voicing** が生じないことが予測される。なぜなら、間の無声閉鎖音に喉頭素性が指定されていることによって、両端の母音の調音結合の影響をほとんど被らないと考えられるからである。以上の考察を (7.5) に要約する。

(7.5) Variations of intervocalic voiceless stops in true voice languages

Underlying	Not specified	Specified [X]
Surface	Not specified	Specified [X]
Active gesture	No	gesture X
Vowel-to-vowel coarticulation	Robust	Minimum effect
Acoustic realization	Passive voicing	No passive voicing
Example	Spanish	Russian

次に、ロシア語の **final devoicing** について検討する。実験3において、ロシア語の基底有声阻害音は、語末において、声帯振動をほとんど伴わずに実現されることを示

<sup>3</sup> 発声に関与する意図的な動作 (gesture) と読み替えても良いだろう。

した。その一方で、基底有声阻害音と基底無声阻害音を比較すると、両者は完全に中和している訳ではなく、微細ながらも一貫した差異があることが認められた。このような観察は、不完全中和 (*incomplete neutralization*) の一例として位置づけられる。

まず、表層表示で [X] が指定されている阻害音 (基底無声阻害音) は、素性 [X] によって指定されているなんらかの意図的な動作の結果として、ごく短い声帯振動を伴った音声として実現されると説明される。次に、語末の有声阻害音に関しては、表層表示で喉頭素性 [ ] が指定されていないため、基底無声音に比べて、直前にある有声音 (母音) との調音結合効果の影響を受ける。その結果、意図せずとも、調音結合の影響によって、やや有声音の特徴を持つ音声として実現されると説明される。結果として、語末位置の基底有声阻害音と無声阻害音は、一見、非常に類似した音響特徴を持った音声として実現される。

その一方で、基底有声阻害音と基底無声阻害音を比較すると、両者の間に微細な差異があるという事実 (不完全中和の観察) は、表層表示にある違いによって説明される。即ち、基底無声阻害音には表層において [X] が指定されている一方で、基底無声阻害音には表層表示において喉頭素性が指定されていない。したがって、表層表示が異なる両者が完全に中和することは予測されない。

ロシア語の不完全中和の原理に関する考察を (7.6) に要約する。



## (7.6) Word-final incomplete neutralization in Russian

Underlying	Specified [voice]	Specified [X]
Surface	Not specified	Specified [X]
Active gesture	No	Gesture X
Acoustic realization	Short voicing tail	Short voicing tail

この節における考察を要約すると、音声学における不完全指定を仮定することによって、「passive voicing の謎」とロシア語の語末位置における「不完全中和」を、統一的に理解することができる。スペイン語などの語中母音間で観察される、漸次的な性質の有声化パターン（「passive voicing」）は、喉頭素性が無指定の閉鎖音が、音声学的・非意図的な要因（周辺の音声環境との調音結合効果など）の影響を被った結果であると解釈できる。それと同様に、ロシア語の語末位置において観察される漸次的な性質の無声化パターン（incomplete devoicing）は、語末における喉頭素性[voice]の無指定化と、調音結合の間の相互作用の結果であると解釈される。

## 7.5.2 音声学と音韻論の関係論への含意

7.5.1 節の説明が妥当であるとした場合、passive voicing の事例とロシア語の final devoicing の事例は、音韻論と音声学の関係について、興味深い問題を喚起する。

まず、passive voicing に対して、本研究は、基底表示で喉頭素性が無指定の分節音が、表層表示でも無指定のままであるという解釈を提案した (7.7)。

(7.6) Passive voicing (e.g., Spanish<sup>4</sup>)

Underlying representation: [voice] vs. [ ]

Surface representation: [voice] vs. [ ]

Passive voicing は、母中母音間という周囲の音声環境によって生じるものである。周囲の音声環境によって生じる現象は、音声学における問題として位置づけられるだろう。Jessen and Ringen (2002) も、ドイツ語における passive voicing に関して、「phonetic process」と解釈している。

その一方で、ロシア語の final devoicing の場合は複雑な問題を呈する。Final voicing に関して、本研究は、基底表示で喉頭素性が指定されている閉鎖音が、表層表示では無指定になるという解釈を提案した (7.7)。

## (7.7) ロシア語の final voicing

Underlying representation: [voice] vs. [X]

Surface representation: [voice] vs. [ ]

Final devoicing の無声化自体は、[voice] の表層表示における無指定化であると考えられる。モジュール説では、基底表示から表層表示に至るまでは、音韻論で扱われる問題であるとされている (cf. Chomsky and Halle (1968))。したがって、この観点からは、final devoicing は、音韻論における問題として位置づけられる。その一方で、基

<sup>4</sup> 「aspirating」言語の場合には、(7.6) における [voice] を [sg] に置き換えて考えることになる。

底有声阻害音と無声阻害音の間の音響差 (不完全中和) は、*passive voicing* の事例と同様に、周囲の音声環境との調音結合の度合いの違いによって生じると考えられるので、この観点からは、*phonetic process* として位置づけられるだろう。重要なことは、*phonetic* な無声化が引き起こされる引き金となっていると考えられるのは、先述の、[voice] 素性の無指定化である。したがって、ロシア語の語末位置において観察される漸次的な性質の無声化パターン (*incomplete devoicing*) は、音韻論的なプロセス (語末における喉頭素性 [voice] の無指定化) と、音声学的なプロセス (調音結合) の相互作用の産物であることが示唆される。

この節での議論を要約すると、本研究における提案を受け入れた場合、スペイン語などの語中母音間で観察される、漸次的な性質の有声化パターン (*passive voicing*) は、音声学的なプロセス (調音結合の度合いの違い) として位置づけられるのに対し、ロシア語の語末位置において観察される漸次的な性質の無声化パターン (*incomplete devoicing*) は、音韻論的なプロセス (語末における喉頭素性 [voice] の無指定化) と、音声学的なプロセス (調音結合の度合いの違い) の相互作用として位置づけられる。

2.2.1 節においてモジュール説の措定として、音韻論が扱う現象は離散的 (*discrete*)・カテゴリー的 (*categorical*) な性質を有するのに対し、音声学が扱う現象は連続的 (*continuous*)・漸次的 (*gradient*) な性質を有する現象であることを検討した。この枠組みのもとでは、人間言語の音声に関わるすべての現象は、音声学と音韻論のいずれかに棲み分けされることになり、その棲み分けは、観察される現象がカテゴリー性を有するか、漸次性を有するかという基準に委ねられることになることを検討した。しかしながら、ロシア語の語末位置において観察される漸次的な性質の無声

化パターン (*incomplete devoicing*) は、本研究の理論的考察に依拠する限り、漸次的な性質を有しているにも関わらず、音声学の領域に棲み分けすることができない現象に位置づけられる。本研究が示した結果からは、漸次的な性質を有する音声パターンには、少なくとも2種類あることが示唆される。1つは、従来の措定通り、音声学的な問題に位置づけることができる音声パターン (スペイン語などの語中母音間における *passive voicing*)、もう1つは、音声学と音韻論の相互作用の産物として位置づけられる音声パターン (ロシア語の語末における *incomplete devoicing*) である。近年、音韻論と音声学の関係論に関心を持つ研究者たちによって、漸次的性質の音声パターンの一部を音韻論に位置づけるべきか否かという議論がなされてきているが (cf. Cohn (2006))、本研究が指摘した事例も、理論的には、このような研究史の中に位置づける事ができるかもしれない。

## 7.6 閉鎖音と摩擦音の非対称性

本研究で示した実験結果は、閉鎖音と摩擦音は、典型的なパターンとしては共通している一方で、非対称性があることを示した。

音声産出面では、閉鎖音と摩擦音では、有声性の対立に関連する音響特徴に違いがあることが示された (第3章実験1)。閉鎖音と摩擦音における有声性の音響的詳細が異なることは、通言語的に、有声と無声の対立に関わる声道内の調節機序が閉鎖音調音時と摩擦音調音時とで異なる (e.g., Kochetov (2014)) ことに由来していると考えられる。

本研究では、音声知覚面でも、閉鎖音における有声性は、摩擦音における有声性よ

りも知覚的に混同されやすい (類似性が高い) ことを示した (第4章実験 2b)。このような知覚上の非対称性は、知覚の手がかり (cue) となりうる音響特徴の数の違いによって説明できるかもしれない。

音声環境が同一 (例えば語中母音間) である場合、摩擦音は閉鎖音よりも有声性を区別する知覚手がかりとなる音響特徴が豊富に存在すると考えられる。実験1で示したように有声摩擦音と無声摩擦音の場合には、F1 pre C の値に有意差が認められたのに対して、有声・無声閉鎖音では同上の値に有意差が認められなかった。また、本研究では検討することができなかったが、摩擦音はその摩擦的噪音の振幅特徴やスペクトル特徴等によっても、有声音と無声音を区別しうる (他言語における研究として、Crystal and House (1988), Baum and Blumstein (1987), Jongman *et al.* (2000), Jesus and Shadle (2002))。閉鎖音にも閉鎖開放時に生ずる噪音 (バーストノイズ) が存在するが、ロシア語の閉鎖音はほとんどの場合帯気を伴わないので、閉鎖音の閉鎖開放時に生ずる噪音の持続時間が、摩擦音の摩擦部よりも短く、音圧としても弱い。以上の点から、少なくともロシア語の場合、閉鎖音よりも摩擦音の方が有声音と無声音を区別する音響特徴が豊富に存在することが示唆される。したがって、(少なくともロシア語の場合)、閉鎖音よりも摩擦音の方が、有声音と無声音を区別する音響特徴が豊富に存在するために、閉鎖音よりも摩擦音の方が知覚的に混同されにくい可能性が考えられる。

## 7.7 今後の課題

この章の最後に、今後に残された課題について3点に絞って述べる。

第1の課題は、無声阻害音に指定されていると考えられる何らかの喉頭素性 X を検

討することである。具体的には、(I) ロシア語の無声閉鎖音がいかなる特徴を持った音であるのかを、音響音声学や調音音声学の方法によってさらに検討することが必要であると考え。特に、本論文では扱われなかった、調音音声学の観点から見たロシア語の無声阻害音の特徴の定量的検討は、今後の研究において取り組むべき重要課題の1つに位置づけられる。7.3節で述べたように、喉頭素性 X がいかなるものであるかを検討することは、喉頭素性を欠如的素性で捉えるのか、二項的素性で捉えるのか、という係争中の理論的問題とも密接に関わってくる。

第2に、本研究で提案した *phonetic underspecification* による不完全中和の分析と、その他の言語を対象としたモデル (例えば、*Exemplar-based theory* による Kirby (2010) のモデル、*Weighted-constraint* による Braver (2012) のモデルなど) とを比較することである。本研究では、喉頭特徴の類型論における議論とロシア語の個別言語内における FD の記述・説明に主眼を置いたため、ロシア語以外の言語における不完全中和に対する考察を広げるまでには至らなかった。今後の課題は、本研究の提案が、他の不完全中和にも適用できるか否かを検討すること、その他の不完全中和のモデルとの比較をすることである。

第3に、閉鎖音と摩擦音の間の非対称性に関する検討を進めることである。本研究では、閉鎖音における有声性の方が、摩擦音における有声性よりも知覚的に混同されやすい (類似性が高い) ことを示した。第4章で指摘したように、この傾向は、英語とは逆の傾向である (e.g., Phatak *et al.* (2008))。今後の研究に残された課題の1つは、上記の音声知覚特性と音韻パタンとの間の因果関係を議論することである。本研究は、ロシア語という単一の言語を研究対象としたため、英語とロシア語の間の差異の背後

にある要因を議論するには限界があった。英語とロシア語、あるいはその他の言語に見られるパターンを検討することは、今後の課題の1つである。

## 第8章

### 結論

#### 8.1 本研究が取り組んだ問題

第1章に記した通り、本研究が取り組んだ問題は、次の5つであった。

1. ロシア語において、有声阻害音と無声阻害音の対立は音響的にどのように実現されるのか？
2. 有声阻害音と無声阻害音はいかなる知覚特性を持っているのだろうか？
3. 有声阻害音と無声阻害音の対立が中和されるといわれる音声環境（語末）においては、有声性の対立と音響量の関係はどうなっているのか？
4. 語末において有声阻害音と無声阻害音の違いは、知覚可能なのか？
5. ロシア語における阻害音の有声性の対立と対立弱化は、音韻論と音声学の間でどのように位置づけられるだろうか？

これらの問題に対する本研究の答えは、次に記す通りである。

##### 8.1.1 対立位置（語中母音間）における有声阻害音と無声阻害音の音響特徴

ロシア語の語中母音間の有声阻害音には阻害音の狭窄部に顕著な声帯振動が観察され、無声阻害音の狭窄部には声帯振動がほとんど観察されないことが示された。この観察から、ロシア語の有声阻害音と無声阻害音の双方に喉頭素性が指定されていると再解釈した。具体的には、Voiced vs. voiceless = [voice] vs. [X] と解釈することを提



案した。また、有声阻害音と無声阻害音の対立は複数の音響特徴によって具現されることを示した。

#### 8.1.2 有声阻害音と無声阻害音の知覚混同パターン

閉鎖音と摩擦音の間に知覚上の非対称性が観察されることを示した。具体的には、閉鎖音における有声性は摩擦音における有声性よりも混同されやすい（類似性が高い）ことを示した。この結果は、英語における傾向とは逆のパターンであった。

#### 8.1.3 中和位置（語末）における有声阻害音と無声阻害音の音響特徴

語末位置において無声化した有声阻害音と無声阻害音の間に、微細ながら一貫した差異が認められることを示した。この観察は、いわゆる「不完全中和 (incomplete neutralization)」の一事例として位置づけられる。

#### 8.1.4 中和位置（語末）における有声阻害音と無声阻害音の音声知覚

聞き手は不完全に中和した音声のある程度知覚可能であることを示した。また、知覚的な手がかりとされている音響特徴が、閉鎖音と摩擦音とで異なっていることを示唆した。

#### 8.1.5 音韻論と音声学をつなぐ表層表示の性質

喉頭特徴の類型論的研究 (Beckman *et al.* (2013)) で提案されているロシア語の喉頭素性を再検討し、改定案を提案した。その提案に基づいて、final devoicing を再解釈

した。通言語的に観察される語中母音間の「passive voicing」と、ロシア語の語末位置に生じる漸次的性質の無声化 (final devoicing) は、「音声学における不完全指定 (phonetic underspecification, Keating (1988))」を仮定することによって、共通の原理で説明できる可能性を提案した。

## 引用文献

- 荒河翼 (2013) 「スペイン語における語中母音間の無声閉鎖音の有声化に関する考察」  
2012 年度卒業論文. 広島大学.
- 亀井孝、河野太郎、千野栄一 [編] (1996) 『言語学大辞典』, 第 6 巻. 東京: 三省堂.
- 日本心理学会 (2011) 『日本心理学会倫理規定』, 第 3 版. 東京: 金子書房.
- 松井真雪 (2012) 「阻害音の有声性の不完全中和: ロシア語からの証拠」 2011 年度修士論文. 広島大学.
- 松井真雪 (2013) 「対立が “不完全に” 中和した語の音声知覚: ロシア語の語末無声化の事例」『日本言語学会第 147 回大会予稿集』, 392-397.
- 松井真雪 (2014) 「不完全中和 (incomplete neutralization): 音韻理論への貢献と残された課題」『ニダバ』 第 43 号, 11-20.
- Akishina, Alla A. and Baranovskaia, Svetlana A. (2010) *Russkaia Fonetika na Fone Obshei*. 5<sup>th</sup> edition. Moscow: LKI.
- Anderson, Stephen R. (1975) On the interaction of phonological rules of various types. *Journal of Linguistics*, 11(1), 39–62.
- Ashby, Patricia (2011) *Understanding Phonetics*. London: Hodder Education.
- Atterer, Michaela and Ladd, Robert. D. (2004) On the phonetics and phonology of “segmental anchoring” of F0: evidence from German. *Journal of Phonetics*, 32, 177-197.
- Barry, Susan M.E. (1995) Variations in vocal fold variation during voiced obstruents in Russian. *European Journal of Disorders of Communication* 30, 124-131.
- Baum, Stephen R., and Blumstein, Sheila E. (1987) Preliminary observations on the use of duration as a cue to syllable-initial fricative consonant voicing in English. *Journal of the*

- Acoustical Society of America*, 82, 1073–1077.
- Beckman, Jill, and Ringen, Catherine (2009) A typological investigation of evidence for [sg] for fricatives. Paper presented at the 17<sup>th</sup> Manchester Phonology Meeting.
- Beckman, Jill, Helgason, Petur, McMurray, Bob, and Ringen, Catherine (2012) Rate effects on Swedish VOT: Evidence for phonological overspecification. *Journal of Phonetics*, 39, 39-49.
- Beckman, Jill, Jessen, Michael, and Ringen, Catherine (2013) Empirical Evidence for Laryngeal Features: Aspirating vs. True Voice Languages. *Journal of Linguistics*, 49 (2), 259-284.
- Berko, Jean (1958) The child's learning of English morphology. *Word*, 14, 150-177.
- Boersma, Paul, and Weenink, David (2010) Praat: doing phonetics by computer (Version 5.1.31) [Computer program]. Last retrieved on April 4, 2010 from <http://www.praat.org/>.
- Boomershine, Amanda, Hall, Kathleen C., Hume, Elizabeth and Johnson, Keith (2008) The impact of allophony vs. contrast on speech perception. In P. Avery, E. Dresher and K. Rice [eds.], *Contrast in Phonology: Perception and Acquisition*, 143-172. New York: Mouton de Gruyter.
- Braver, Aaron (2013) Degrees of incompleteness in neutralization: Paradigm uniformity in a phonetics with weighted constraints. Unpublished dissertation, Rutgers, the State University of New Jersey.
- Braver, Aaron and Kawahara, Shigeto (2013) Incomplete vowel lengthening: Japanese monomoraic lengthening as incomplete neutralization. *WCCFL* 31. Arizona State University.
- Charles-Luce, Jan (1985) Word-final devoicing in German: Effects of phonetic and sentential contexts. *Journal of Phonetics*, 13, 309-324.

- Chen, Matthew (1970) Vowel length as a function of the voicing of the consonant environment. *Phonetica*, 22, 129-159.
- Chomsky, Noam, and Halle, Morris (1968) *The Sound Pattern of English*. New York: Harper and Row.
- Cohn, Abigail C. (2006) Is there gradient phonology? In G. Fanselow, C. Féry, M. Schlesewsky, and R. Vogel [eds.], *Gradience in grammar: Generative perspectives*, 25-44. Oxford: Oxford University Press.
- Collins, Beverley and Mees, Inger M. (2008) *Practical Phonetics and Phonology*, 2<sup>nd</sup> edition. New York: Routledge.
- Cooke, Martin M., Lecumberri, Luisa G., Barker, Jon (2008) The foreign language cocktail party problem: energetic and informational masking effects in non-native speech perception. *Journal of the Acoustical Society of America*, 123, 414-427.
- Crystal, David (2008) *Dictionary of Linguistics and Phonetics*. 6<sup>th</sup> edition. Malden, MA & Oxford: Wiley-Blackwell.
- Dinnsen, Daniel A. and Charles-Luce, Jan (1984) Phonological neutralization, phonetic implementation and individual differences. *Journal of Phonetics*, 12, 49-60.
- Dmitrieva, Olga (2005) Incomplete neutralization in Russian final devoicing: Acoustic evidence from native speakers and second language learners. Poster presented at the 149th Meeting of the Acoustical Society of America.
- Dmitrieva, Olga, Jongman, Allard and Sereno, Joan (2010) Phonological neutralization by native and non-native speakers: The case of Russian final devoicing. *Journal of Phonetics*, 38, 483- 492.
- Ernestus, Mirjam (2011) Gradience and categoricity in phonological theory. In M. van Oostendorp, C. J. Ewen, E. Hume, and K. Rice [eds.], *The Blackwell Companion to*

- Phonology*, vol.4, *Phonological Interfaces*, 2115-2136. Malden, MA & Oxford: Wiley-Blackwell.
- Ernestus, Mirjam, Baayen, Halald (2006) The functionality of incomplete neutralization in Dutch: The case of past tense formation. In L.M. Goldstein, H.H. Whalen and C.T. Best [eds.], *Laboratory Phonology* 8, 27-49. Berlin: Mouton de Gruyter.
- Ernestus, Mirjam and Baayen, Halald (2007) Intraparadigmatic effects on the perception of voice. In E.J. van der Torre and J. van de Weijer [eds.], *Voicing in Dutch*, 153-173. Amsterdam: John Benjamins.
- Fourakis, Marios and Iverson, Gregory (1984) On the 'incomplete neutralization' of German final obstruents. *Phonetica*, 41, 140-149.
- Gussenhoven, Carlos and Haike, Jacobs (2004) *Understanding Phonology*. 2<sup>nd</sup> edition. London: Hodder Arnold.
- Gordon, Matthew and Ladefoged, Peter (2001) Phonation types: a cross-linguistic overview. *Journal of Phonetics*, 29(4), 383-406.
- Grant, Kenneth W. and Walden, Brian E. (1996) Evaluating the articulation index for auditory-visual consonant recognition. *Journal of the Acoustical Society of America*, 100, 2415-2424.
- Halle, Morris and Stevens, Kenneth, N. (1971) A note on laryngeal features. *Quarterly progress report*, 101, 198-212. Cambridge, MA: Research Laboratory of Electronics, MIT.
- Herd, Wendy, Jongman, Allard and Sereno, Joan (2010) An acoustic and perceptual analysis of /t/ and /d/ flaps in American English. *Journal of Phonetics*, 38, 504-516.
- Huang, Tsan and Johnson, Keith (2010) Language specificity in speech perception: Perception of Mandarin tones by native and nonnative listeners. *Phonetica*, 67, 243-267.

- Hsu, Chai-Shune (1996) Laryngeal features of Taiwanese. Ms. UCLA. \*Quoted in Steriade (1997).
- Iverson, Gregory K. and Salmons, Joseph, C. (1995) Aspiration and laryngeal representation in Germanic. *Phonology* 12, 369–396.
- Jaeger, Florian T. (2008) Categorical data analysis: Away from ANOVAs (transformation or not) and towards Logit Mixed Models. *Journal of Memory and Language*, 59 (4), 434-446.
- Jassem, Wiktor and Richter, Lutoslaw (1989) Neutralization of voicing in Polish obstruents. *Journal of Phonetics*, 17, 317-325.
- Jesus, Luis M.T. and Shadle, Christine H. (2002) A parametric study of the spectral characteristics of European Portuguese fricatives. *Journal of Phonetics*, 30, 437–464.
- Johnson, Keith (2003) *Acoustic and Auditory Phonetics*. 2<sup>nd</sup> edition. Oxford: Blackwell.
- Jongman, Allard, Wayland, Ratre and Wong, Serena (2000) Acoustic characteristics of English fricatives, *Journal of the Acoustical Society of America*, 108(3), 1252–1263.
- Kawahara, Shigeto (2006) A faithfulness ranking projected from a perceptibility scale: The case of [+voice] in Japanese. *Language*, 82 (3), 536-574.
- Kawahara, Shigeto (2011) Experimental approaches in theoretical phonology. In M. van Oostendorp, C.J. Ewen, E.Hume, K. Rice [eds.], *The Blackwell Companion to Phonology*, vol. IV, *Phonological Interfaces*, 2283-2303. Malden, MA & Oxford: Wiley-Blackwell.
- Kawahara, Shigeto (2012) Lyman's law is active in loanwords and nonce words: Evidence from naturalness judgment studies. *Lingua*, 122, 1193-1206.
- Kawahara, Shigeto and Garvey, Kelly (2014) Nasal place assimilation and the perceptibility of place contrasts. *Open Linguistics*, 1, 17–36.
- Kanibolotskaia, Sofia (2009) Aerodynamic study of word-final devoicing in Russian.

- Unpublished MA Forum paper. University of Toronto.
- Keating, Patricia A. (1988) Underspecification in phonetics. *Phonology*, 5(2), 275-292.
- Kenstowicz, Michael (1994) *Phonology in Generative Grammar*. Malden: Blackwell.
- Kharlamov, Viktor (2012) Incomplete neutralization and task effects in experimentally-elicited speech: Evidence from the production and perception of word-final devoicing in Russian. Unpublished dissertation. University of Ottawa.
- Kilpatrick
- Kingston, J., Beckman, M.E. [eds.] (1990) *Papers in Laboratory Phonology I: Between the Grammar and Physics of Speech*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kingston, John and Diehl, Randy L. (1994) Phonetic Knowledge. *Language*, 3, 419-454.
- Kiparsky, Paul (1968) How abstract is phonology? Distributed by Indiana University Linguistics Club, Bloomington. Reprinted in P. Kiparsky, *Explanation in Phonology*. Dordrecht: Foris (1982).
- Kochetov, Alexei (2014) Voicing and tongue-palate contact differences in Japanese obstruents. *Journal of Phonetic Society of Japan*, 18 (2), 63-76.
- Kohler Klaus J. (1990) Segmental reduction in connected speech: Phonological facts and phonetic explanations. In W.J. Hardcastle and A. Marchal [eds.], *Speech Production and Speech Modeling*, 69-72. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Kulikov, Vladimir (2012) Voicing and voice assimilation in Russian stops. Unpublished Dissertation. The University of Iowa.
- Lisker, Leigh and Abramson, Arther S. (1964) A cross-language study of voicing in initial stops: acoustical measurements. *Word*, 20, 384-422.
- Lombardi, Linda (1991) Laryngeal Features and Laryngeal Neutralization. Dissertation, University of Massachusetts, Amherst. Published in 1994, Garland, New York.



- Lombardi, Linda (1995) Dahl's law and privative [voice]. *Linguistic Inquiry*, 26, 365–372.
- Macmillan, Neil A. and Creelman, Douglas C. (2005) *Detection Theory: A User's Guide*. 2<sup>nd</sup> edition. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Matsui, Mayuki (2011) The identifiability and discriminability between incompletely neutralized sounds: Evidence from Russian. *Proceedings of the 17th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS)*, 1342-1345.
- Mester, Armin and Junko Itô. (1989) Feature predictability and underspecification: Palatal prosody in Japanese mimetics. *Language* 65, 258–293.
- Miller, George A. and Nicely, Patricia E. (1955) An analysis of perceptual confusions among some English consonants. *Journal of the Acoustical Society of America*, 27, 338-352.
- Myers, Scott. (2012) Final devoicing: Production and perception studies. In T. Borowsky, S. Kawahara, T. Shinya, and M. Sugahara [eds.], *Prosody Matters: Essays in Honor of Elisabeth Selkirk*, 148-180. Equinox Press: London.
- Odden, David (2005) *Introducing Phonology*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Padgett, Jaye (2012) The role of prosody in Russian voicing. In T. Borowsky, S. Kawahara, T. Shinya, and M. Sugahara [eds.], *Prosody Matters: Essays in Honor of Elisabeth Selkirk*, 181-207. Equinox Press: London.
- Phatak, Sandeep A. and Allen, Jont B. (2007) Consonant and vowel confusions in speech-weighted noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 121(4), 2312-2126.
- Phatak, Sandeep A. Lovitt, Andrew and Allen, Jont B. (2008) Consonant confusions in white noise. *Journal of the Acoustical Society of America* 124 (2), 1220-1233.
- Pierrehumbert, Janet (1990) Phonological and phonetic representation. *Journal of Phonetics*, 18, 375-394.

- Pierrehumbert, Janet (2002) Word-specific phonetics. In N. Warner and C. Gussenhoven [eds.], *Laboratory Phonology 7*, 101-139. Berlin: Mouton de Gruyter.
- Ohala, John J. (1983) The origin of sound patterns in vocal tract constraints. In P.F. MakNeilage [ed.], *The Production of Speech*, 189-214. New York: Springer.
- Piroth, Hans G. and Janker, Peter M. (2004) Speaker-dependent differences in voicing and devoicing of German obstruents. *Journal of Phonetics*, 32, 81-109.
- Port, Robert F. (1996) The discreteness of phonetic elements and formal linguistics: Response to A. Manaster Ramer. *Journal of Phonetics*, 24, 491-511.
- Port, Robert and O'Dell, Michael (1985) Neutralization of syllable-final devoicing in German. *Journal of Phonetics*, 13, 455-471.
- Port, Robert and Crawford, Penny (1989) Incomplete neutralization and pragmatics in German. *Journal of Phonetics*, 17, 257-282.
- Prince, Alan and Smolensky, Paul (2004), 深澤はるか [訳] (2008) 『最適性理論—最適性理論における相互制約作用』 東京: 岩波書店.
- Pye, Shizuka (1986) Word-final devoicing of obstruents in Russian. *Cambridge Papers in Phonetics and Experimental Linguistics*, 5, 1-10. Cambridge university, department of Linguistics. \*Quoted in Shrager (2012).
- Ringen, Catherine and van Dommelen Wim A. (2013) Quantity and laryngeal contrasts in Norwegian. *Journal of Phonetics*, 41, 479-490.
- Ringen, Catherine and Kulikov, Vladimir (2012) Voicing in Russian stops: Cross-linguistic implications. *Journal of Slavic Linguistics*, 20(2), 269-286.
- Roettger, Timo B., Winter, Bodo and Grawunder, Sven (2011) The robustness of incomplete neutralization in German. *Proceedings of the 17th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS)*, 1722-1725.

- Roettger, Timo B., Winter, Bodo, Grawunder, Sven, Kirby, James and Grice, Martine (2014) Assessing incomplete neutralization of final devoicing in German. *Journal of Phonetics*, 43, 11-25.
- Rubach, Jerzy (1996) Nonsyllabic analysis of voice assimilation in Polish. *Linguistic Inquiry*, 27, 69-110.
- Shrager, Mirjam (2012) Neutralization of Word-Final Voicing in Russian. *Journal of Slavic Linguistics*, 20(1), 71-99.
- Slowiaczek, Louisa M. and Daniel A. Dinnsen (1985) On the neutralization status of Polish word final devoicing. *Journal of Phonetics*, 13, 325-341.
- Sproat, Richard and Fujimura, Osamu (1993) Allophonic variation in English /l/ and its implications for phonetic implementation. *Journal of Phonetics*, 21, 291-311.
- Stariade, Donca (1997) Phonetics in phonology: The case of laryngeal neutralization. Ms. UCLA.
- Steriade, Donca (2001) The Phonology of Perceptibility Effects: the P-map and its consequences for constraint organization. From: <http://web.mit.edu/linguistics/people/faculty/steriade/publications.html>
- Trubetzkoy, Nikolai S. (1939) *Grundzüge der Phonologie*. 長嶋善郎 [訳] (1980) 『音韻論の原理』 東京: 岩波書店.
- VanDam, Mark and Port, Robert F. (2005) VOT is shorter in high frequency words. Poster presented at the 149th Meeting of the Acoustical Society of America, Vancouver, BC, Canada.
- Vaux, Bert (1998) The laryngeal specifications of fricatives. *Linguistic Inquiry* 29, 497-511.
- Wade, Terence (2011) *A Comprehensive Russian Grammar* 3<sup>rd</sup> edition. Malden, MA: Wiley-Blackwell.

- Warner, Natasha, Jongman, Allard, Sereno, Joan and Kems, Rachel (2004) Incomplete neutralization and other sub-phonemic durational differences in production and perception: Evidence from Dutch. *Journal of Phonetics*, 32, 251-276.
- Wetzels, W. Leo and Mascaró, Joan (2001) The typology of voicing and devoicing. *Language* 77: 207–244.
- Whalen, Douglas H. (1991). Infrequent words are longer in duration than frequent words. *Journal of the Acoustical Society of America*, 90(4), 2311.
- Whalen, Douglas H. (1992) Further results on the duration of infrequent and frequent words. *Journal of the Acoustical Society of America*, 91(4), 2339–2340.
- Yu, Alan C.L. (2007) Understanding near mergers: The case of morphological tone in Cantonese. *Phonology* 24(1), 187-214.
- Yu, Alan C.L. (2014) Contrast reduction. In J.A. Goldsmith, J.Riggle and A.C.L. Yu [eds.], *The Handbook of Phonological Theory*. 2<sup>nd</sup> edition, 291-318. Malden, MA & Oxford: Wiley-Blackwell.

## 付録 1: 実験 1 の録音素材

Materials for stops (a phonological transcription)

Bilabial		Dental		Velar	
Voiceless	Voiced	Voiceless	Voiced	Voiceless	Voiced
ripa	riba	zita	zida	prika	priga
lepa	leba	zeta	zeda	dneka	dnega
tʃapa	tʃaba	xrata	xrada	tsaka	tsaga
nopa	noba	tsota	tsoda	zoka	zoga
mupa	muba	ʃtuta	ʃtuda	bruka	bruga

Materials for fricatives (a phonological transcription)

Labiodental		Alveolar		Post alveolar	
Voiceless	Voiced	Voiceless	Voiced	Voiceless	Voiced
krifa	kriva	zisa	ziva	priʃa	priʒa
tsefa	tseva	sesa	seza	neʃa	neʒa
nafa	nava	ʃasa	ʃaza	plaʃa	plaʒa
ʒofa	ʒova	drosa	droza	moʃa	moʒa
rufa	ruva	plusa	pluzo	luʃa	luʒa

## 付録 2: 実験 3 の録音素材

Materials for stops (a phonological transcription)

Bilabial		Dental		Velar	
Voiceless	Voiced	Voiceless	Voiced	Voiceless	Voiced
rip	rib	zit	zid	prik	prig
lep	leb	zet	zed	dnek	dneg
tʃap	tʃab	xrat	xrad	tsak	tsag
nop	nob	tsot	tsod	zok	zog
mup	mub	ʃtut	ʃtud	bruk	brug

Materials for fricatives (a phonological transcription)

Labiodental		Alveolar		Post alveolar	
Voiceless	Voiced	Voiceless	Voiced	Voiceless	Voiced
krif	kriv	zis	ziz	priʃ	priʒ
tsef	tsev	ses	sez	neʃ	neʒ
naf	nav	ʃas	ʃaz	plaf	plaz
ʒof	ʒov	dros	droz	moʃ	moʒ
ruf	ruv	plus	pluz	luʃ	luʒ