

# 日本語母語話者によるドイツ語接尾辞の生成 ——弱化が学習者の発話に与える影響と音声教育——\*

粕谷麻里乃\*<sup>1</sup> 荒井隆行\*<sup>1</sup>

キーワード 音声教育, 母音弱化, 第二言語習得, ドイツ語, 音声生成  
Phonetic education, Vowel reduction, Second language acquisition, German, Speech production

## 1. はじめに

本研究は、ドイツ語非母語話者の弱化母音の生成について、母語話者とのギャップを明らかにし、ドイツ語音声教育への貢献を目的とする。外国語の韻律習得過程において、学習者の母語の韻律特性は大きく影響する。その一つに、イントネーションやリズムに関する母音弱化や語尾縮約、子音同化等があり、母音を明示的に知覚・生成するドイツ語を学習する日本語母語話者への影響も大きい。

そこで本研究では、弱化の特性を考慮して弱化の3分類を新たに定義し、学習者と母語話者の発話の比較分析を行った。弱化が頻発するとされるドイツ語接尾辞〈en〉を持つ2音節語を対象とし、母音の質（フォルマント周波数）や持続時間を測定した。結果、学習者の発話は、母音の質や持続時間ともに話速の影響を受けず、弱化が見られなかった。特に持続時間については、平均50msも母語話者よりも母音部分が伸長していた。この結果は、母語話者と学習者間のギャップを提示するだけでなく、複雑な音響パラメータを整理し、音声教育分野で活用できる教授法として還元するものである。以下では、まずドイツ語弱化母音の現象を再考した後、本研究に関わる実験の方法と結果を提示する。

## 2. 言語リズムに関わるドイツ語の弱化母音

ドイツ語と日本語には様々な違いがあり、言語リズム構造もその一つである。日本語は、発話がモーラ単

位に構成され、聞き手にモーラ等時性の感覚を与える一方、ドイツ語は、発話中の強勢間で等時性を保つ。この強勢拍リズム規定に関わる母音弱化が、発話中に母音の質変化や同時調音による子音連続をもたらす[1]、学習者の知覚・生成上の問題を誘発する。

弱化の主要因は、強勢の有無、子音環境、話速、語の種類等が挙げられる。弱化は、その程度によって、明示的な母音が /ə/ へ、次第に母音が脱落する以下のような段階がある[2]。スペクトル、並びに時間波形では、フォルマント周波数（母音の質は  $F_1$ ,  $F_2$ ）や持続時間に影響する。

de:m → dem → dəm → dm → bm → m

特に、強勢のない音節の弱化については十分な指摘がある。音節が形態素境界を決めるドイツ語では、「子音+接尾辞〈en〉」の構造を持つ語はその典型とされる。例えば、動詞“geben（与える）”は、“ge·ben”のように2音節に分類される。強弱の音節連続が弱化を誘発し、無強勢の弱音節は先行子音の影響も受ける。それが障害音であれば、後続母音は弱化や脱落を起こし易く、語末の /n/ は成節化された音節主音の子音となる[3]。一方で、先行子音によらず /ə/ は脱落するという主張もある[4]。[3]では、ドイツ語母語話者の発話コーパスにおいて弱化を定量的に分析したところ、強勢後音節における /ə/ は、59%が脱落する一方、強勢前音節では、93%にも達した。

本研究では、このような弱化特性を考慮して弱化の3分類を定義し、話速差による学習者と母語話者間の発話の比較分析を行った。接尾辞〈en〉を持つ語を対象とし、母音部分のフォルマント周波数（ $F_1$ ,  $F_2$ ）と持続時間を測定する。学習者の発話の実態について音響的側面から定量的考察を行う。

## 3. 実験方法

### 3.1 実験協力者

ドイツ語母語話者男性2名と日本語を母語とする学

\* Pronunciation of German suffixes by German learners of Japanese: The effect of vowel reduction on learners' speech production and its application to the phonetic education,

by Marino Kasuya and Takayuki Arai.

\*<sup>1</sup> 上智大学大学院理工学研究科

(問合せ先: 粕谷麻里乃 e-mail: mar3576ino\_7@hotmail.co.jp)

(2013年10月17日受付, 2013年12月27日採録決定)

表-1 弱化段階による 3 分類

観察対象		
	スペクトログラム	時間波形
not-reduced	other than /ə/	periodic waveform
reduced	/ə/	periodic or pseudo-periodic waveform
deleted	no formants	no waveform

習者男性 8 名に協力を仰いだ。学習者は、学習歴が 3 か月未満の初級者を対象とした。

### 3.2 実験語

ドイツ語の「子音+接尾辞<en>」で終わる実在語 9 語を対象とした。先行子音は、成節化し易い障害音とし、有声音/b/, /d/, /g/ に限定した。これらを、キャリア文 “Ich habe ... gesagt. (「私は～と言いました。）」” に挿入し、実験協力者は、話速 (速い・普通・遅い) を変えて各単語につき 9 回 (3 速度 × 3 回) 発話した。得られた、計 810 トークン ((9 語 × 9 回) × 10 人) を分析対象とした。

### 3.3 測定方法

音声分析ソフトウェア Praat [5] を用いて、語長・接尾辞<en>を持つ音節の母音・子音全体の持続時間、並びに話速に伴い変化する接尾辞母音部分のフォルマント周波数 ( $F_1$ ,  $F_2$ ) を測定した。各フォルマント周波数の測定は、スペクトログラムの視察により行った。主にフォルマントの出現によって母音区間を特定し、時間的にほぼ中央位置で計測した。判断に迷う場合は、音声学に従事する専門家 1 名と共に議論を進めた。

表-1 では、本研究で新たに定義する弱化の段階 (「not-reduced」, 「reduced」, 「deleted」の 3 分類) を示す。分類方法は、Masuda [6] で使われた測定方法を参考に、弱化母音仕様に作り替えたものである。中間母音と呼ばれるシュワ音以外の周期的な時間波形を持つものを「not-reduced」とした。わずかながらにも周期的な時間波形を持つシュワ音のみ持つものを「reduced」とした。フォルマントも時間波形も残っていないものを「deleted」とした。

「deleted」は、成節化の有無についても検討した。成節化の場合、音声学的に語末/n/ の持続時間が長くなることが指摘されているため [7], 子音部分<n>のみの持続時間も測定した。

## 4. 結果

### 4.1 弱化のレベル分類

「not-reduced」, 「reduced」, 「deleted」の 3 段階に分類した弱化の頻度を、話速ごとに表-2 と表-3 に示

表-2 日本語を母語とする学習者の弱化の頻度 (話速ごとに弱化の分類に対する頻度と各話速内での比率を示す。)

	遅い	普通	速い
not-reduced	648 (100%)	603 (93%)	428 (66%)
reduced	0 (0%)	45 (7%)	220 (34%)
deleted	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

表-3 ドイツ語母語話者の弱化の頻度 (話速ごとに弱化の分類に対する頻度と各話速内での比率を示す。)

	遅い	普通	速い
not-reduced	2 (1%)	0 (0%)	0 (0%)
reduced	148 (91%)	78 (48%)	40 (25%)
deleted	12 (8%)	84 (52%)	122 (75%)

す。網掛け部分は各話速に対して最も多い頻度を示す。

表-2 の学習者は、「not-reduced」が最も多く、フォルマント周波数や持続時間への影響はほぼ見られなかった。話速によらず、声帯振動に伴うパルスを明示的に残しながら発話することが確認された。

一方、表-3 の母語話者は、「deleted」が最も多く、通常の話速であっても約 52%, 速度が上がると 3/4 以上が母音を脱落させていることが分かる。「reduced」に関しても通常の話速時には半数程度を占めた。

### 4.2 母音のフォルマント周波数の変化

図-1 と図-2 は、「子音+接尾辞<en>」における母音のフォルマント周波数 ( $F_1$ ,  $F_2$ ) の測定結果 (「not-reduced」, 「reduced」が対象) である。横軸は第 1 フォルマント ( $F_1$ ), 縦軸は第 2 フォルマント ( $F_2$ ) を示す。ドイツ語母語話者は、母音弱化の進行に伴って /ə/ へと母音の質を変化させる傾向がある。これについて、各実験協力者が話速 (速い◆・普通□・遅い▲) を変えて発話したときのフォルマント周波数の遷移を図-1, 図-2 に示す。先述のとおり、区間に対するフォルマント周波数は、中央位置の結果とした。

学習者は、母語話者と比較して調音位置 ( $F_2$ ) の周波数が高く、母音を字義どおりに発話していた。つまり、母語話者が /ə/ として発話する音を、学習者は日本語の「え」として標記されることの多い /e/ や、より /i/ に近い /e/ を発話する傾向が見られた。これには、話速によるフォルマント周波数の違いは見られない。

一方、ドイツ語母語話者の発話は、/ə/ が観察された。また、話速によってわずかながら母音の質にも変

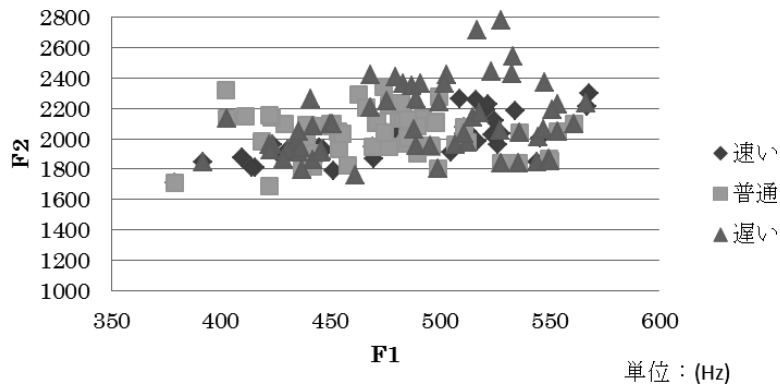


図-1 接尾辞の母音のフォルマント周波数 (日本語を母語とする学習者)

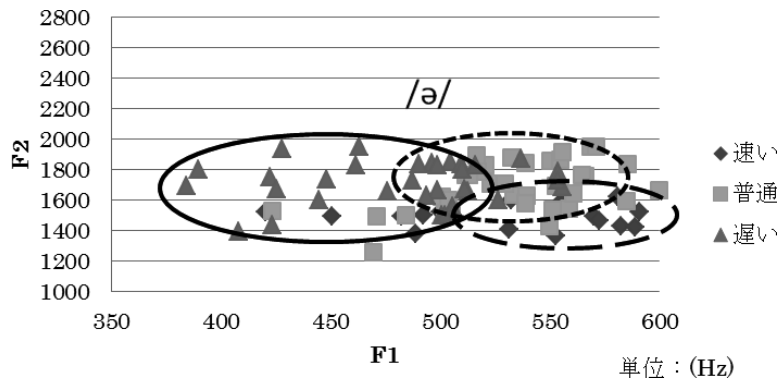


図-2 接尾辞内の母音のフォルマント周波数 (ドイツ語母語話者)

表-4 日本語を母語とする学習者による弱音節内の母音の平均持続時間 (ms) と割合 (%)

	遅い	普通	速い
not-reduced	69 (15%)	58 (19%)	53 (20%)
reduced	—	59 (17%)	50 (19%)
deleted	—	—	—

表-5 ドイツ語母語話者による弱音節内の母音の持続時間 (ms) と割合 (%)

	遅い	普通	速い
not-reduced	19 (5%)	—	—
reduced	15 (3%)	8 (2%)	7 (2%)
deleted	—	—	—

化が見られた。特に、 $F_1$  の上昇は顕著であり、話速によって開口度が小さくなる傾向が見られた (図-2 では、話速によって楕円線の種類が異なる：実線「遅い」、細かい点線「普通」、粗い点線「速い」を表す)。

4.3 弱化の持続時間変化

表-4 と表-5 は、話速による弱化の段階について、「子音+接尾辞 <en>」の母音の平均持続時間 (ms) と音節内での母音の占める割合 (%) を示す。

学習者は、母語話者に比べて「not-reduced」では平均 50 ms、「reduced」では平均 47 ms も音節内の母音の持続時間が長かった。同様に、音節内での母音の割

合も、平均 15 ポイントも多く、この結果は話速の違いによらない。学習者の発話は、日本語の影響を受け、子音に後続する母音を常に明示的に発話しており、音声教育での適切な指導は急務である。

一方、ドイツ語母語話者は、話速の上昇に伴い音節内の母音の持続時間は減少したが、音節内での割合はほぼ一定であった。なお、弱化が最も進行した「deleted」のときに母語話者に見られた成節化 [7] は、同時調音として脱落した母音の割合分、弱音節内語末/n/の持続時間が伸長していた。

5. 考 察

ドイツ語母語話者では、「破裂子音+<en>」での弱化が進むに従い破裂音における閉鎖の解放を口腔内では行わず、代わりに鼻腔破裂を起こした直後、すぐに鼻音/n/へと移行した。その際、図-3 のように鼻音の持続時間は比較的長く保たれ、鼻腔破裂直後から約 250~300 Hz 付近に鼻音に特有のスペクトルピークがスペクトログラム上において観測された。

英語子音の鼻腔破裂について調査した Hall [8] によると、「破裂音+鼻音」のときに発生し易く、厳密にはこの両音の調音点が同じ条件で発生するといい、ドイツ語でも、鼻腔破裂現象が標準的発音として存在することを説明している。鼻腔破裂を含め、学習者の発話

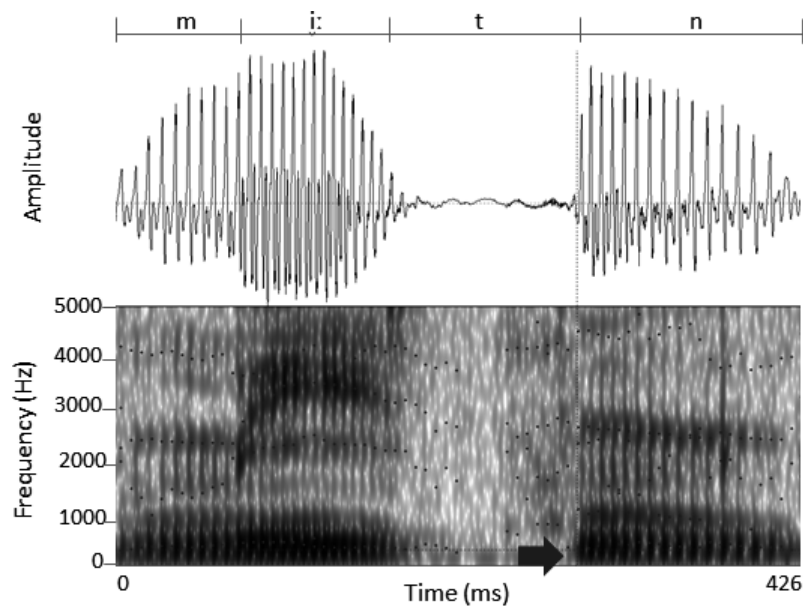


図-3 鼻空破裂を伴う発話の例 (“mieten (借りる)”) のスペクトログラム  
矢印の付近に鼻音特有の 250~300 Hz のピークが観察される。

を弱化の分類に従い引き続き観察する予定である。

## 6. ま と め

本研究より、弱化の3分類(「not-reduced」, 「reduced」, 「deleted」)によって、ドイツ語を学習する日本語母語話者とドイツ語母語話者の発話との間の乖離を定量的に示す結果が得られた。母語話者は、話速の上昇に伴い「deleted」が増える一方、学習者は、「not-reduced」が多かった。学習者は、話速によらず、平均して50msも母音部分を発話しており、その部分のフォルマント周波数は日本語の影響を受けているものとも見られる。この結果は、母語話者と学習者間のギャップを提示するだけでなく、複雑な音響パラメータを整理し、音声教育分野で活用できる教授法として還元しうるものである。

今後は、母語話者の発話から、弱化の進行に伴って見られた成節化や鼻腔破裂についても継続して観察する。その際は、学習者の習熟度を考慮し、習得可能性についても議論を深めたい。

## 謝 辞

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金(24・10524)の助成を得て行われました。また、日本音響

学会 2012 年秋季研究発表会での発表に基づきます。

## 文 献

- [1] B. Lindblom, “Explaining phonetic variation: A sketch of the H&H theory,” in *Speech Production and Speech Modelling*, W.J. Hardcastle and A. Marchal, Eds. (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1990), pp. 403–439.
- [2] C. Widera and T. Portele, “Levels of reduction of German tense vowels,” *Proc. Eurospeech '99*, Vol. 4, pp. 1695–1698 (1999).
- [3] P. Helgason and K.J. Kohler, “Vowel deletion in the Kiel Corpus of Spontaneous Speech,” in *Sound Patterns in Spontaneous Speech, AIPUK 30*, K.J. Kohler, C. Rehor and A.P. Simpson, Eds. (Universität Kiel, Kiel, 1996) pp. 115–157.
- [4] B. Lindblom, “Spectrographic study of vowel reduction,” *J. Acoust. Soc. Am.*, 35, 1773–1779 (1963).
- [5] P. Boersma and D. Weenink, “Praat, a system for doing phonetics by computer,” *Glott International*, 5, 341–345 (2001).
- [6] H. Masuda and T. Arai, “Processing of consonant clusters by Japanese native speakers: Influence of English learning backgrounds,” *Acoust. Sci. & Tech.* 31, 320–327 (2010).
- [7] K.J. Kohler, *Einführung in die Phonetik des Deutschen* (Erich Schmidt, Berlin, 1995).
- [8] C. Hall, *Modern German Pronunciation: An Introduction for Speakers of English* (Manchester University Press, Manchester, 2003), p. 55.