

# ドイツ語接尾辞にみられる弱化と鼻腔破裂 —日本人習熟度別学習者の生成分析—\*

○粕谷麻里乃（東邦音大・音楽）、荒井隆行（上智大・理工）

## 1 はじめに

強勢拍リズム言語に属するドイツ語は、発話中の強勢間で等時性を保ち、強弱リズムが弱化を誘発する。音節が形態素境界を定めるドイツ語において、弱音節にある接尾辞「子音+<en>」はその影響を受けやすい。弱化すると、<en>の母音部分は縮約し、子音部分<n>は伸長する。同時に、ドイツ語母語話者などの発話に「鼻腔破裂 (nasal plosion)」を伴う音声変異を確認した<sup>[1]</sup>。本研究は、成節化音節における音声現象の実態を明らかにするための予備実験として、有声・無声破裂音をもつ接尾辞<en>を対象に、鼻腔破裂現象の発生と話速との関連について調査する。

## 2 先行研究

### 2.1 ドイツ語の弱化

ドイツ語と英語は、インド・ヨーロッパ語族のゲルマン語派を起源とし、強勢が言語リズムを規定する。強弱のコントラストにより無強勢母音は弱化し<sup>[2,3]</sup>、母音の質は緊張から弛緩へ、やがて中間母音へと移り、母音削除に至る。前後の子音は、調音位置や調音方法により同化する。ドイツ語の同化は、鼻音が前後の子音環境の影響を受ける同化と、阻害音が無声音同化する2種類ある。話速、前後の音環境、調音結合により弱化は出現し<sup>[4,5]</sup>、その進行により弁別素性は大きく変化する。特に、語末の弱音節や機能語は出現しやすく、ドイツ語「子音+接尾辞<en>」は弱化の典型である。例えば、動詞“haben (持つ)”は、“ha・ben”のように2音節に分けられる。この時、強勢直後の弱音節では、59%もの/a/が脱落する<sup>[6]</sup>。弱音節は先行子音の影響も受けるため、それが阻害音であれば、後続母音は一層弱化や脱落を起こしやすく、語末の/n/は成節化した音節主音の子音(音節主音が母音ではなく、語末子音/n/が音節を形成する)となる。

### 2.2 ドイツ語弱化による音声変異

カジュアルな発話では、その程度により様々な音声変異形が存在する<sup>[7]</sup>。それは、スペクトログラムや時間波形において、持続時間やフォルマント周波数などの音響特徴量に観測される。その弱化の実現を分析するため、弱化の特徴を定義し、音響特徴量(フォルマント周波数 F1/F2, 持続時間)から弱化の進行過程について分析したところ、ドイツ語母語話者と一部上級学習者の発話に鼻腔破裂を観察した<sup>[1]</sup>。「子音+接尾辞<en>」の子音部破裂音における閉鎖の解放を口腔内で行う代わりに、鼻腔破裂を起こした直後、すぐに鼻音 /n/ に移行した。その際、鼻音の持続時間は比較的長く保たれ、スペクトログラム上には、鼻腔破裂直後から約 250~300Hz 付近に鼻音特有のスペクトルピークを観測した。この現象は、英語では同器官的な調音点をもつ語でよくみられ、sudden, cotton 等の弱音節における歯茎破裂音はその典型である<sup>[8]</sup>。/t/, /d/ の歯茎の閉鎖を保ちながら口蓋帆を下げて鼻腔共鳴を発生させる一方で、軟口蓋破裂音や両唇破裂音はこの限りではない。

### 2.3 目的と仮説

個別言語であるドイツ語は、英語の解釈を通して説明されることが多い。しかし、ドイツ語母語話者と英語母語話者の弱化の進行過程において、話速が速まった時に、ドイツ語と英語の、時間波形やスペクトログラム上における明らかな違いを観察した<sup>[9]</sup>。鼻腔破裂は、舌端の閉鎖を維持したまま口蓋帆が開放されることから、舌端の開閉運動に留まる口腔破裂も存在するだろう。

本研究では、[7]で鼻腔破裂を観察したドイツ語母語話者と日本人上級学習者を含む被験者を対象に、ドイツ語としての鼻腔破裂現象について明らかにする。

\* Nasal plosion on German suffixes in the unstressed syllables by German natives and Japanese German learners, by KASUYA, Marino (Toho College of Music) and ARAI, Takayuki (Sophia University).

### 3 実験

#### 3.1 被験者

日本人ドイツ語上級学習者男性 3 名, Saarland 州出身のドイツ語母語話者男性 3 名 (28 歳, 25 歳, 20 歳) の全 6 名である。

#### 3.2 実験語とキャリア文

「有声・無声破裂音+ドイツ語接尾辞 <en>」の 2 音節語を対象とする。弱音節内の子音部分は破裂音 (/p/, /b/, /t/, /d/, /k/, /g/) とした (tappen, geben, mieten, reden, trinken, legen)。実験語は, 平叙のキャリア文 (Ich habe \_\_ gesagt.) に挿入した。

#### 3.3 録音

東邦音楽大学の防音室で実施した。録音は, サンプリング周波数 48 kHz, 量子化レベルは 24 bit の圧縮なしの条件下で行った。使用機器は, デジタルレコーダー(Marantz PMD 660) 及び, 単一指向性マイクロフォン(SONY ECM-23F5) である。文は PC 上に提示され, 被験者は 3 種の話速 (遅い・普通・速い) とトーンで繰り返し 3 回ずつ復唱した。

#### 3.4 音声分析

音声分析ソフトウェア Praat<sup>[10]</sup>を用いて, アノテーションを行った。[7] で規定した弱化の定義に基づき, 出現頻度を求めた。

ターゲット語の語音区間の注記は, [11] の手法に倣い, (イ) 先行音節子音区間, (ロ) 先行音節母音区間, (ハ) 接尾辞子音の閉鎖区間 (Closure: Fig.1, Fig.2 の 3), (ニ) 閉鎖解放後の声帯振動出現までの区間 (VOT: Fig.1, Fig.2 の 4), (ホ) 口腔共鳴区間 (PostV: Fig.2 の 5), (ヘ) 鼻腔共鳴区間 (PostN: Fig.1 の 5, Fig.2 の 6) に分類し, その持続時間を測定した。

Fig. 1 音声波形のアノテーション例 (鼻腔破裂あり)

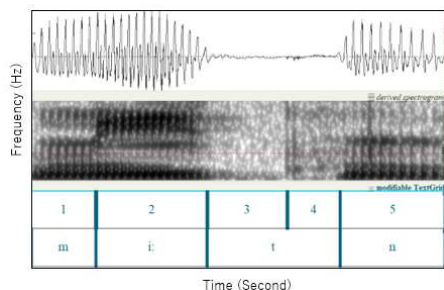
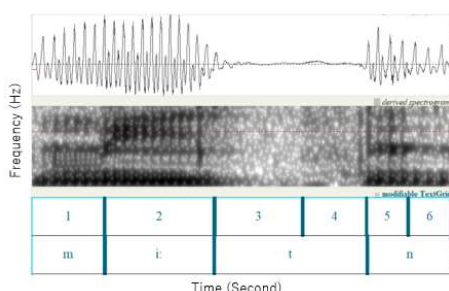


Fig. 2 音声波形のアノテーション例 (鼻腔破裂なし)



### 4 結果

#### 4.1 弱化の頻度

Table 1 は母語話者, Table 2 は上級学習者による異なる話速下での弱化の出現率を示す。表中の数値は弱化の頻度を子音別に 3 段階に分類している。話速別に割合 (%) を示す。

Table 1 母語話者における話速による弱化の頻度 (単位: %)

|             | 遅い  |     | 普通  |     | 速い  |     |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|             | /p/ | /b/ | /p/ | /b/ | /p/ | /b/ |
| not-reduced | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| reduced     | 100 | 100 | 11  | 0   | 0   | 0   |
| deleted     | 0   | 0   | 89  | 100 | 100 | 100 |

|             | 遅い  |     | 普通  |     | 速い  |     |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|             | /t/ | /d/ | /t/ | /d/ | /t/ | /d/ |
| not-reduced | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| reduced     | 100 | 100 | 11  | 15  | 0   | 0   |
| deleted     | 0   | 0   | 89  | 85  | 100 | 100 |

|             | 遅い  |     | 普通  |     | 速い  |     |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|             | /k/ | /g/ | /k/ | /g/ | /k/ | /g/ |
| not-reduced | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| reduced     | 100 | 100 | 19  | 0   | 0   | 0   |
| deleted     | 0   | 0   | 81  | 100 | 100 | 100 |

母語話者のキャリア文全体の話速平均値は, 遅い 1.92 s, 普通 1.41 s, 速い 0.83 s である。

Table 2 上級学習者における話速による弱化の頻度 (単位: %)

|             | 遅い  |     | 普通  |     | 速い  |     |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|             | /p/ | /b/ | /p/ | /b/ | /p/ | /b/ |
| not-reduced | 21  | 43  | 12  | 18  | 0   | 0   |
| reduced     | 79  | 67  | 53  | 53  | 35  | 33  |
| deleted     | 0   | 0   | 35  | 28  | 65  | 67  |

|             | 遅い  |     | 普通  |     | 速い  |     |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|             | /t/ | /d/ | /t/ | /d/ | /t/ | /d/ |
| not-reduced | 11  | 9   | 9   | 0   | 0   | 0   |
| reduced     | 89  | 62  | 62  | 45  | 45  | 38  |
| deleted     | 0   | 0   | 48  | 41  | 41  | 49  |

|             | 遅い  |     | 普通  |     | 速い  |     |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|             | /k/ | /g/ | /k/ | /g/ | /k/ | /g/ |
| not-reduced | 15  | 21  | 8   | 2   | 0   | 0   |
| reduced     | 85  | 79  | 42  | 49  | 43  | 48  |
| deleted     | 0   | 0   | 50  | 49  | 57  | 52  |

上級者のキャリア文全体の話速平均値は, 遅い 2.02 s, 普通 1.48 s, 速い 0.89 s である。

母語話者は, 普通以上の話速で母音削除 (deleted) が目立つ。/b/, /g/ の時は母音削除する段階が他の子音よりやや速かった。上級学習者は母音の持続時間を保ちながら発話していた。このうち, deleted に該当するデータのみ, 4.2 節の分析対象とした。

## 4.2 子音別鼻腔破裂の出現率

Table 3 は、4.1 節で分析対象とした音声データのみ鼻腔破裂の出現率を子音別に示す。全 162 語 (実験語 6 語×話速 3 種×繰返し 3 回×各被験者群 3 人分) を分類した。子音項目総数の割合 (%) を示す。

Table 3 子音別鼻腔破裂の出現率

|     | ドイツ語母語話者 |        | 上級学習者 |        |
|-----|----------|--------|-------|--------|
|     | 総数       | 割合 (%) | 総数    | 割合 (%) |
| /p/ | 36       | 67     | 0     | 0      |
| /t/ | 36       | 67     | 9     | 15     |
| /k/ | 36       | 67     | 0     | 0      |
| /b/ | 0        | 0      | 0     | 0      |
| /d/ | 36       | 67     | 12    | 19     |
| /g/ | 0        | 0      | 0     | 0      |

ドイツ語母語話者は、普通以上の話速の場合に、破裂音 (/p/, /t/, /d/, /k/) において鼻腔破裂を観察した。有声の両唇破裂音 /b/ と有声の軟口蓋破裂音 /g/ は、普通の話速でも弱音節の母音削除の比率が高かった (Table 2 参照)。後者は、前音節の母音直後に鼻音のボイスバーを確認し、スペクトログラムは全体に白抜けしていた。しかし、/b/, /g/ の大半は、閉鎖区間に明確な子音のバーストが確認できなかったため、鼻腔破裂としてカウントはしていない。上級学習者は一名のみ、歯茎破裂音 (/t/, /d/) に鼻腔破裂を観察した。

## 4.3 持続時間

Fig. 2, Fig. 3 は、各区間の持続時間の平均値と中央値絶対偏差を子音別に示す。縦軸は持続時間 (msec) である。

鼻腔破裂を確認した Fig. 2 は、ドイツ語母語話者 3 名と上級学習者 1 名のいずれも、持続時間にみられる時間制御が類似した。閉鎖開放時に、spike が観察され、この時に口蓋帆の下降により鼻腔破裂が生じたと考えられる (Fig. 1 参照)。閉鎖解放後に声帯振動開始までの区間 (VOT) は、いずれの子音も短い。直後の鼻腔共鳴区間 (PostN) は十分に伸長し、この結果は [11] とも類似する。PostN のエラーバーが長い箇所は話速の影響と考えられる。

一方、鼻腔破裂のない Fig. 3 は、Fig. 2 とは異なる持続時間パターンを示した。閉鎖解放後に声帯振動が開始するまでの区間 (VOT) の直後に、口腔へと開放させた (PostV)。PostV と鼻腔共鳴区間 (PostN) の合計が、鼻腔破裂を確認した場合の PostN 区間の平均値とほぼ等しい。閉鎖区間 (Closure) と鼻腔共鳴区間 (PostN) の平均値はやや長い。

Fig. 2 子音別平均持続時間と絶対偏差 (鼻腔破裂あり)

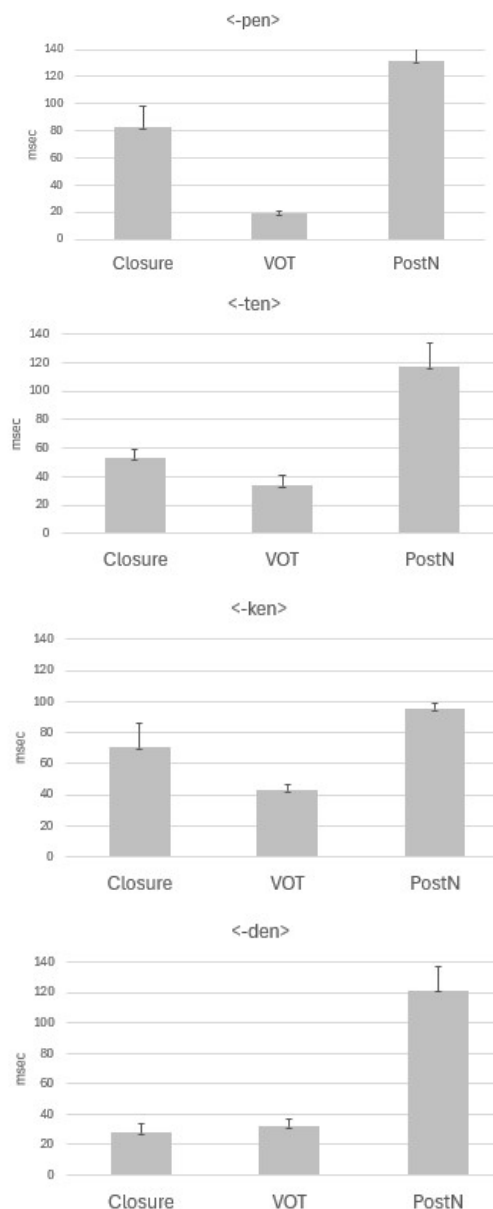
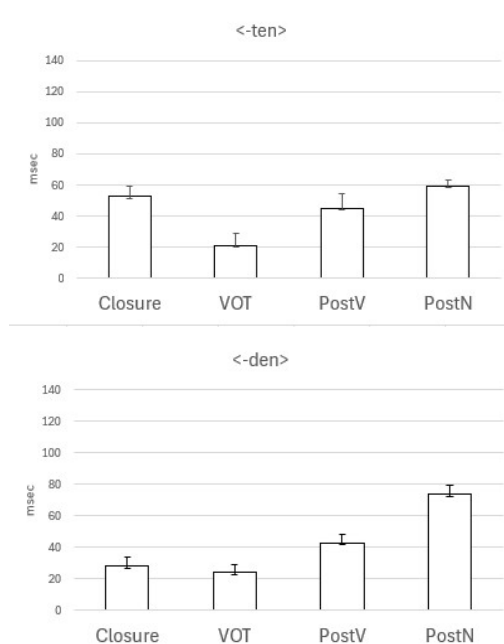


Fig. 3 子音別平均持続時間と絶対偏差 (鼻腔破裂なし)



## 5 考察

ドイツ語母語話者は、予想以上に鼻腔破裂を生じている可能性が考えられる。つまり、弱化が進行すると、ドイツ語接尾辞 <-en> の子音部破裂音が、口腔ではなく鼻腔へ向かうことを裏付けている。これは、ドイツ語が鼻腔破裂を起こしやすい可能性を示唆している。

英語の鼻腔破裂は、語末のストレスのない音節の弱化傾向が強まり、母音弱化から母音削除の過程によって生じたとされるが<sup>[12]</sup>、本研究結果もこれを支持すると同時に、英語の鼻腔破裂音の閉鎖区間は、/t/ /d/ のはじき音化と異なり、話速の上昇による時間的圧縮を与えても持続時間が比較的变化（短縮化）しなかった<sup>[13]</sup>。同時に、無声軟口蓋破裂音 /k/ と無声両唇破裂音 /p/ にも鼻腔への開放が観察された。いずれも、弱化が進行すると、前者 /-ken/ は [kən] の母音削除後に成節化した [kɐ̃] や、鼻腔へ向かう [k<sup>n</sup>] へと調音点を同化させ、/-pen/ は [pən] の母音脱落后に [pɐ̃] や、鼻腔へと向かう [p<sup>n</sup>] や、[pm] へと移行させていた。つまり、同器官的調音に到達することで、閉鎖後の鼻腔破裂が出現したと考えられる。

今回実験語とした *legen*（置く）では、<-gen> の子音 /g/ の時間波形がスペクトログラム上に観察されなかったのは、今回の被験者の出身であるドイツ Saarland 地方の言葉も関係している可能性がある。語の構成要素に <-agen> がある場合、/-aan/ と発音することがある。例えば *sagen*（言う）は、*saan* と発音されることがあり、この影響も否定できない。

鼻腔発話のある音声データの大半において、<-gen>、<-ben> の破裂音の有声の閉鎖区間に明確な破裂のバーストが確認できず、破裂音の閉鎖調音が弱化していた。この結果は、語中における有声破裂音において、明確な破裂開始部がなくとも音韻的に問題なく知覚されていることも示唆する。

## 6 おわりに

本稿は、鼻腔破裂の観点からドイツ語の音声変化について調査した。ドイツ語の音声現象として、予測以上に日常発話で鼻腔破裂が出現していると考えられる。また、弱音節頭の有声破裂音の弱化も確認された。この結果を整理し、今後は被験者の追加、特に多様な

出身の母語話者を調査し、検討を深める。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 22K13179 の助成を受けたものである。東邦音大粕谷宏美先生、被験者皆様に感謝の意を表す。

## 参考文献

- [1] Lindblom, Spectrographic study of vowel reduction, JASA 35, 1773-1781, 1963.
- [2] Mooshammer, *et al.*, Acoustic & articulatory manifestations of vowel reduction in German, JIPA 38(2), 117-136, 2008.
- [3] Crosswhite, Vowel reduction, Phonetically based phonology, 191-231, 2004.
- [4] Padgett *et al.*, Adaptive dispersion theory and phonological vowel reduction in Russian. *Phonetica* 62(1), 14-54, 2005.
- [5] Helgason *et al.*, Vowel deletion in the Kiel Corpus of Spontaneous Speech, AIPUK, 30, 115-157, 1996.
- [6] Kohler, Segmental reduction in connected speech in German: Phonological facts and phonetic explanations. In Hardcastle, W. J. & Marchal, A. (ed.) *Speech production and Speech Modelling*. Kluwer, 69-92, 1990.
- [7] 粕谷・荒井, 「ドイツ語接尾辞における母音弱化に学習者の習熟度を与える影響」, 日本音響学会誌 71(1), 7-13, 2014.
- [8] Ladefoged *et al.*, *A Course in Phonetics* 6<sup>th</sup> edition. Stamford, CT: Wadsworth, Cengage Learning, 2006.
- [9] Kasuya, Arai, An acoustical analysis of pronunciation of German suffixes by learners with different language rhythms, 日本音響学会講演論文集, 421-424, 2013.
- [10] Boersma *et al.*, Praat: doing phonetics by computer. Version 6.4.13, retrieved 10 June 2024 from <http://www.praat.org/>.
- [11] 吉田他, 「日本語福井方言の鼻的破裂音: 持続 時間パターンの特徴」, 日本音声学会第 32 回全国大会予稿集, 144-149, 2018.
- [12] Bybee, Joan. *Language Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2015.
- [13] 吉田他, 「鼻的破裂音の産出に関する予備的検討: 英語と謡の対照」, アクセント史資料研究会論集 XII 39, 47-63, 2017.