

## ドイツ語弱音節ミニマル・ペアの知覚が習熟度に与える影響\*

◎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

言語間の違いは、分節から韻律レベルまで幅広い。強勢拍リズムに属するドイツ語は、強弱拍により母音の持続時間や質も大きく変動する。これが、日本語母語話者には難しい。なぜなら、日独の言語リズムは異なり、母音の音素数も異なるからである。例えば、Feta [fe:tʰa]と Väter [fe:tʰɐ]のように、語末の弱音節母音に [a] と [ɐ] のような類似音がある場合、日本語母語話者がこれを理解し、知覚・生成するのは容易ではない。よって、ヨーロッパ言語共通参照枠（CEFR: Common European Framework of Reference for Languages）に準じた習熟度別日本人ドイツ語学習者のドイツ語末弱音節母音の知覚能力を調べた。

## 2 先行研究

## 2.1 ドイツ語の中間母音

ドイツ語音韻論では、無強勢位置に出現する中間母音が2種 ([ɐ], [ə]) ある。これらは、targetlessにより出現し、フォルマント周波数における分散は個々の音素より大きい<sup>[1,2]</sup>。その中間母音の中でも、[ə]は [ɐ]より分散が小さく、一音素として明確な領域があるともいわれている<sup>[2]</sup>。[ɐ]は、[ə]と [a]の中間に位置し、r音化 (/ʀ/, /ʁ/)と関わりが深く、[ɐ]の異音とも解釈されている<sup>[3]</sup>。また、無強勢音節や、開母音を含む強勢音節のコーダに出現しやすく、二重母音とも関連が深い。しかし、/ʀ/が後続する母音を対象に（e.g. Paar [pa:] ‘Pair’）、第1から第3フォルマント周波数（以降、F1, F2, F3とする）の軌跡を比較すると<sup>[4]</sup>、r音化に関わるF3にもその兆候を確認できなかった<sup>[5,6]</sup>。また、[ɐ]と [ə]は持続時間も顎の開き具合も異なり<sup>[7]</sup>、[ɐ]の方が調音に時間を要するため両者の実際の調音は異なる。

## 2.2 無強勢音節の弱化のプロセス

無強勢母音は弱化しやすく<sup>[9,10]</sup>、通常、話

速の上昇、音環境、調音結合により、弱化の度合も変化する<sup>[11,12]</sup>。議論の中心は単母音であり、無強勢音節内においても多く議論されてきた。しかし、知覚上のエラーを起こしやすいコーダ子音 /r/の母音化については議論が浅い。例えば、先ほどの Feta [fe:tʰa]と Väter [fe:tʰɐ]では、IPA表記上、語末音は [a]と [ɐ]であり<sup>[13]</sup>、このことは2種の無強勢母音は知覚上も異なることを意味する。しかし、実際に母語話者の知覚・生成上に出現するかは別問題として考えなければならない。そのために、ドイツ語標準語話者を対象に、文末無強勢 [ɐ]と無強勢音節 [a]のミニマル・ペアの生成・知覚調査によると、実際にはIPA表記程の差がなかった<sup>[8]</sup>。しかし、一部話者の発話音声だけがやや高い知覚の正答率を出したことから、音響特徴量を分析すると、[ɐ]と [a]の僅かな違いをF2に確認した。

## 2.3 目的と仮説

本研究は、ドイツ語の弱音節開母音 [a]と [ɐ]を、日本人ドイツ語学習者がどう知覚しているのか明らかにする。先行研究<sup>[10,15-19]</sup>では、アクセント箇所、文末などで韻律の影響が強く出現している。よって、語末が、正書法で <-er>、音韻表記上で /əʀ/の2文字・2音素の時には、熟達した話者であるほど、音韻記述通り [ɐ]として知覚・生成するだろう。また、音声記述において、F1, F2の分散は、[a]よりも targetlessの影響を受けやすい [ɐ]の方が大きい。母音の違いはフォルマント周波数の軌跡にもその違いは観察されるだろう<sup>[3,13,19,20]</sup>。特に、[ɐ]が二重母音化するならば、母音のオンセットでは低いF1が、オフセットへ向かって上昇すると予想する。

よって、語末が [a]と [ɐ]音で終わるミニマル・ペアの知覚を行う。母音部のフォルマント周波数とその軌跡を分析し、日本人学習者の知覚特性を習熟度別に提示する。韻律習得過程を明らかにし、音声教育に還元していくための予備実験として本研究を位置づける。

\* Impacts of German language proficiency on the perception of unstressed vowels, by KASUYA, Marino (Toho College of Music) and ARAI, Takayuki (Sophia University).

### 3 実験

#### 3.1 被験者

日本語を母語とするドイツ語学習者 8 名の内訳は, 上級者男性 4 名 (CEFR:C2) と初級者男性 4 名 (A1) である. 年齢は 22 歳-25 歳. 習熟度は CEFR に準じた. 統制群として標準ドイツ語母語話者 2 名に協力いただいた.

#### 3.2 実験語と発話文

実験語は, 以下の語末に [a] と [ɐ] のあるドイツ語ミニマル・ペア 4 種, 発話文は先行研究<sup>[8]</sup>に準ずる (①フレーズ位置: 語末・文中 ②アクセント有無を考慮している).

Dina – Diener [di:na] – [di:nɐ]

Opa – Oper [ʔo:p<sup>h</sup>a] – [ʔo:p<sup>h</sup>ɐ]

Feta – Väter [fe:t<sup>h</sup>a] – [fe:t<sup>h</sup>ɐ]

Clara – klarer [kla:ɾa] – [kla:ɾɐ]

#### 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) および, 単一指向性マイクロフォン (SONY ECM-23F5) である. 発話文は紙で提示され, 被験者には自然な話速とトーンで発話するよう指示し 3 回復唱してもらった.

#### 3.4 音声分析

音声分析ソフトウェア Praat<sup>[21]</sup>により, 音節区間 ([a:]の強勢音節, [a]の弱音節, 弱化母音[ɐ]の弱音節), 母音区間を抽出し, 弱音節母音部の F1, F2, F3 を測定した. 母音境界は, [8] に倣い F2 に着目した. フレーズ末の有声化 (glottalization) は母音とした.

#### 3.5 知覚データ

標準ドイツ語を話す母語話者の生成データから, 間違い, 吃音, ためらい等ない箇所を Praat<sup>[21]</sup>により抽出した. 各単語の前後に 100ms の無音を追加した. 音声は, アクセント有無 2 種とフレーズ位置 2 種とミニマル・ペア 4 組 (8 個) の全 32 語 (2×2×8=32) とした.

#### 3.6 知覚実験

ヘッドフォンを装着し, Praat<sup>[21]</sup>に提示された音声を強制選択する知覚テストを実施した. 音声の提示に続き, ミニマル・ペアが記載された 2 種の選択ボタンを選定する. 毎回, 100ms 空のスクリーンも提示した. 同一音声はランダムに 2 回流された.

### 4 結果

#### 4.1 フォルマント周波数 (F1, F2)

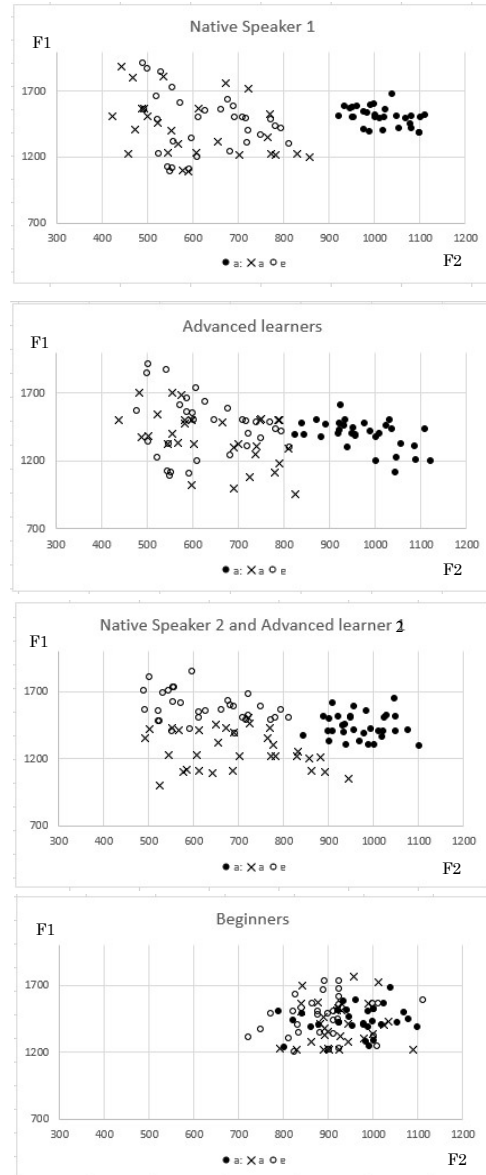


Fig. 1 習熟度別フォルマント周波数 (F1, F2)

Fig. 1 は, 弱化母音の [ɐ] (○), 無強勢母音の [a] (×), 強勢母音の [a:] (●) の F1, F2 の分布を示している ([a:] は, Clara や Klarer の強勢のある第 1 音節の母音を測定).

母語話者と上級者の [ɐ] と [a] はほぼ重複した. 弱化の [ɐ] も無強勢の [a] も顎の開きは狭く, 舌の位置は高かった. 初級者は母音 3 種がほぼ重なりあった. [a:] は, 母語話者のみ F2 が高く, 他との独立性が高い.

F1, F2 は, LME モデルにより検定した結果, [ɐ] と [a] の F1, F2 のいずれも, 主効果, 相互作用はなかったが, 母語話者と上級者には, アクセント, フレーズ位置に F1 の主効果を確認した. アクセントのある位置や語末では F1 のみ高く F2, F3 は低値であった.

## 4.2 フォルマント周波数の軌跡

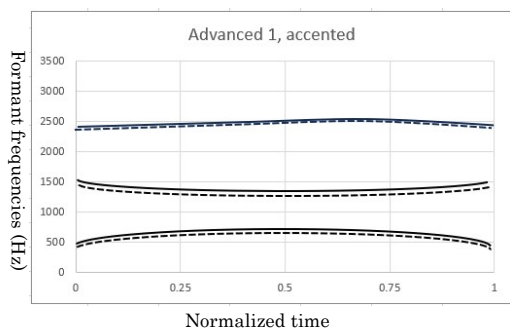


Fig. 2A [e]と[a]のF1, F2, F3の遷移(アクセント有, 上級者 1)

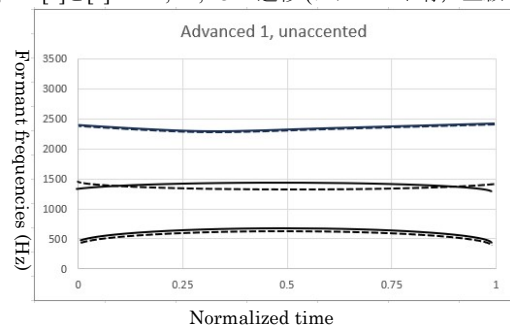


Fig. 2B [e]と[a]のF1, F2, F3の遷移(アクセント無, 上級者 1)

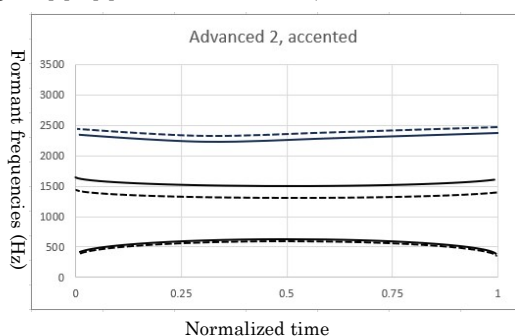


Fig. 2C [e]と[a]のF1, F2, F3の遷移(アクセント有, 上級者 2)

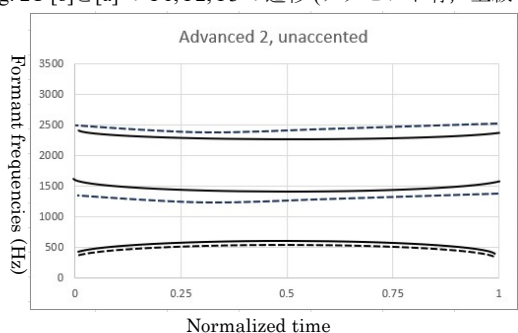


Fig. 2D [e]と[a]のF1, F2, F3の遷移(アクセント無, 上級者 2)

Fig.2は、上級者発話による [e] と [a] の F1, F2, F3 の遷移を観察した ([e] は実線, [a] は破線). 2A-2D は、上級者のアクセント有無の遷移である. 当初予想した [e] の二重母音化 ([æe]) は、本研究でも確認できなかった. 母語話者 1 名と上級者 3 名 (2A, 2B) は [e] と [a] がほぼ重なった一方で、母語話者 1 名と上級者 1 名 (2C, 2D) の [e] の F2, F3 に偶然とは思えない違いを観察した. 先行研究<sup>[8]</sup>で、一部母語話者にもこの現象は確認されている.

## 4.3 知覚

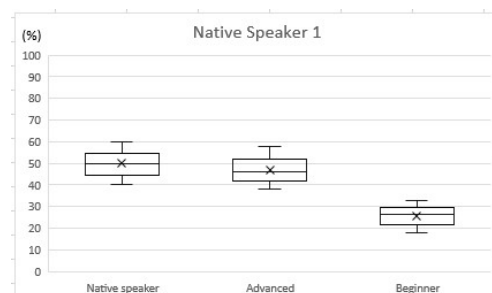


Fig. 3A-1 母語話者 1 の発話音声による知覚正答率 (習熟度別)

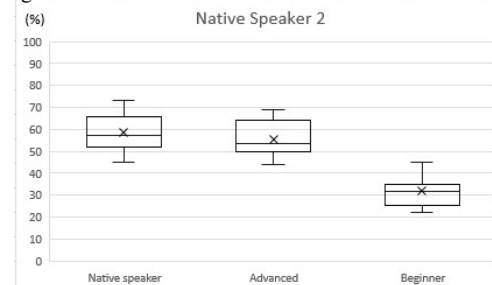


Fig. 3A-2 母語話者 2 の発話音声による知覚正答率 (習熟度別)

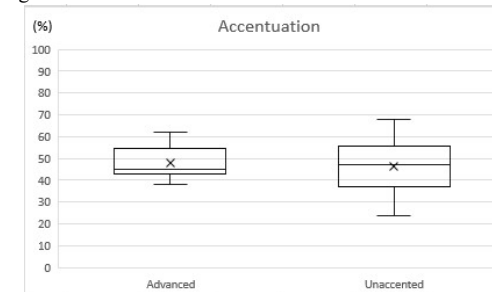


Fig. 3B 知覚正答率 (アクセント有無)

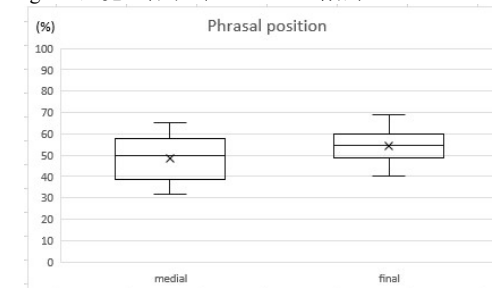


Fig. 3C 知覚正答率 (文中・文末)

Fig.3 では、母語話者 1 の発話音声 (3A-1), 母語話者 2 の発話音声 (3A-2), アクセント有無 (3B), フレーズ位置 (3C) の知覚の正答率を示す. 3A は母語話者と多数上級者の正答率が 50%前後であったが、3A-2 では 60%以上の正答率をだした. 初級者の半数は 30%程度であったが、中には 40%の正答率を出した被験者がいたのは予想以上であった. 高正答率へと導いた母語話者の F1, F2, F3 の遷移は Fig.2C, Fig.2D に非常に類似していた. 3Cでは、文末の方が正しく識別された.

ロジスティック混合効果モデルによる分析の結果、フレーズ位置、発話者に有意差があった. 3B は、アクセント有の方が正しく識別されたが有意差はない.

## 5 考察

当初仮説では, [a] よりも targetless の [ɐ] の方が, 分散が大きいと予想したが, 母語話者と上級者の [a:] の分散のみ小さく, [ɐ] と [a] はほぼ重なりあっていた (Fig.1 参照). このことから, 両者に音韻表記のような明確な差はないことが示唆される. 近年は発話の簡略化が進み, 実際には明確に発音されていないことが指摘されるが, 知覚の正答率が, 母語話者と上級者ですら 50%程度であったことから彼らにとっても判断が難しい様子がかげえる. しかし, 上級者は 60%, 一部初級者も 40%の正答率を出したことは, 母語話者にも両母音を区別して発話する場面があると考えられる. 有意差こそ確認できなかったが, F2, F3 の遷移に特徴を確認しており, 一部高い正答率を出した被験者は, この特徴を聞き分けている可能性もある. [8] と同様に, 母語話者全員が知覚・生成しているものではないが, 母語話者と上級者においては違いを発音する話者と知覚する話者が同一であったことは大変興味深い事実である. 一方, 初級者は発音上では F2, F3 の違いがほぼなかったため, この結果が事実だとすると, 知覚は生成よりも早くに目標言語に近づく可能性も考えられる. 特に, 高い正答率を出した初級者の今後の学習への影響は追調査が必要だと考える. 上級者は, 知覚・生成共に母語話者と近い結果となったが, 彼らの習熟度は非常に高いため, 被験者数も群も大幅に増大し, 今後は知覚と生成の相関について議論する.

## 6 おわりに

今回の結果は, 過大調音など個人差と解釈するには性急と考える. 今後被験者数を増やし, 生成・知覚両面からの分析に従事する.

### 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] Browman, *et al.*, Articulatory phonology: An overview, *Phonetica* 49, 155-180, 1992.
- [2] Barry, Schwa vs. schwa + /r/ in German, *Phonetica* 52, 228-235, 1995.
- [3] Meinhold, Das problematische [ɐ], 1989.
- [4] Dittrich, *et al.*, An acoustic study of /r/-

vocalization in word-final position, *Arbeitsberichte und digitale Sprachverarbeitung*, 19-26, 2006.

- [5] Espy-Wilson, *et al.*, Acoustic modelling of Amer. English /r/, *JASA* 108, 343-356, 2000.
- [6] Harrington, *et al.*, Acoustic phonetics, *The handbook of phon. science* 2, 81-129, 2010.
- [7] Solé, *et al.*, What is and what is not under the control of the speaker: Intrinsic vowel duration, *Lab. Phon.* 10, 607-655, 2010.
- [8] Rathcke *et al.*, ‘Grandpa’ or ‘opera’? Production and perception of unstressed /a/ and /ə/ in German, *JIPA* 52(1), 33-58, 2020.
- [9] Lindblom, Spectrographic study of vowel reduction, *JASA* 35, 1773-1781, 1963.
- [10] Mooshammer, *et al.*, Acoustic & articulatory manifestations of vowel reduction in German, *JIPA* 38(2), 117-136, 2008.
- [11] Crosswhite, Vowel reduction, 191-231, 2004.
- [12] Padgett, *et al.*, 2005. Adaptive dispersion theory and phonological vowel reduction in Russian. *Phonetica* 62(1), 14-54, 2005.
- [13] Kohler, Illustrations of the IPA: German. *JIPA* 20(1), 48-60, 1990.
- [14] Jong, *et al.*, The interplay between prosodic structure and coarticulation, *Language and Speech* 36(2-3), 197-212, 1993.
- [15] Harrington, *et al.*, Coarticulation & the accented/unaccented distinction, *J Phon.* 23, 305-322, 1995.
- [16] Hoole, *et al.*, Articulatory analysis of the German vowel system, 129-152, 2002.
- [17] Mooshammer, *et al.*, Stress distinction in German, *J Phon.* 30, 337-355, 2002.
- [18] Lindblom, *et al.*, The effect of emphatic stress on consonant vowel coarticulation. *JASA* 121(6), 2007.
- [19] Kohler, Einführung in die Phonetik des Deutschen. Berlin: Erich Schmidt, 1995.
- [20] Hall, The phonology of German /R/. *Phonology* 10(1), 83-105, 1993.
- [21] Boersma *et al.*, <https://www.fon.hum.uva.nl/praat/>, 2016.
- [22] Adank, *et al.*, A comparison of vowel normalization procedures for language variation research, *JASA* 116, 3099-3107, 2004.