

学習者の理解度把握へ向けた eラーニング学習中の 音声の音響的特徴分析

戸上 雅夫[†] 飯田 仁[‡]

東京工科大学大学院 バイオ・情報メディア研究科[†] メディア学部[‡]

1. はじめに

現在、普及している eラーニング・システムは、学習者の理解度を単に解答の正誤のみで判定しているものが多く、本当に学習者に適した問題が提供されているかどうか疑問である。そこで eラーニング・システムが、学習中に発する学習者の音声から学習者の様子を把握することができれば、その場に応じた問題を適宜提供することが可能となる。本稿では、学習中の音声を学習者の様子を知る手がかりになるとされる 4 つの音声タイプ分類し、句末のイントネーションに関する音響的特徴の分析を行い、学習者の理解度との関係について考察する。

2. 分析音声

音響分析を行うため、簡易な eラーニング・システムを用いて収録した音声を学習者の様子の手がかりになるとされる 4 つの音声タイプに分類した。これは、理解の変化点における音声の特徴から分類する。

2.1 音声収録[1][2]

学習中の音声を収録するために簡単な問題を用意した。内容は物理の滑車に関する基本的な問題である。学習者が簡易防音室内で問題を解いているときの自然な音声を収録した。収録状況は以下の通りである。学習者人数：大学生 10 名(男 6 女 4)、学習時間：6 分半 / 1 人、収録音声発話数：484 発話。その他、学習中の様子を把握するために学習者の顔の表情と学習画面をビデオカメラによって映像収録した。

2.2 評価実験

収録した学習者の映像と音声の関係を調べるため、アノテーションソフトの“Anvil” [3]を利用して、音声の驚きや疑問などについて第三者に主観評価させた。その評価は次のように行った。評価者[大学生 18 名(男 9 女 9)]は Anvil の画面を見ながら、各発話が“驚き”や“疑問”などを表しているか自由記述形式による主観評価を行った。併せて、学習者の理解の様子が変化している時点として定めた 理解の変化点 をタグ付けした。第三者による主観評価具体例を図 1 に示す。

音声評価	評価者1	評価者2
えっ	驚いている	驚いている 意外そう 疑問に思っている
え～	疑問に思っている	驚いている 困っている
あれ	困っている	不安そう 疑問に感じている 困っている
なんでだ	疑問に思っている	疑問に思っている 集中している 必死に考えている
あれ	困っている	驚いている
あ	困っている	驚いている

図 1. 音声内容の評価例

また、理解の変化点については、変化したと思われる所で映像を一時停止し、Anvil によるマーキングを行い、その箇所で理解の様子が上昇したと判断できる場合には“ ”を、下降したと判断できる場合には“ ”をコメントスペースに記入してもらった。この変化点は、音声だけでなく顔の表情や動作についても判断してもらっている。

2.3 有効な分析のための発話絞込み

2.3.1. 変化点における音声の分析

まず、理解の変化点が、音声の前後 0.5 秒の区間に含まれている音声を抜き出した。その音声が“ ”、“ ”のどちらに判断されたか記述した。“ ”のみを含んだ音声を理解の様子が上昇した時の音声とし、“ ”のみを含んだ音声を理解が下降した時の音声”と判断した。その内訳は、“ ”と判断されたの音声が 118、“ ”と判断された音声が 124 であった。なお、今回は、“ ”と“ ”両方を含んだ 29 の音声に関しては判断していない。理解が上昇したと判断された音声の評価には、“理解”、“納得”、“驚き”という表現が、理解の様子が下降したと判断された音声では、“困っている”、“疑問”、“驚き”といった表現が多くみられた。

2.3.2. 音声タイプへの分類

表 1 にあるような音声内容の表現例に基づき、収録された音声を「驚き」「疑問」「困惑」「理解」という 4 つの音声タイプに分類した。評価欄に 1 つでも“驚き”という表現があればその音声を「驚き」のタイプに分類した。“意外”や“びっくり”などの類似した表現は、シソーラス[4]を参考に「驚き」と分類した。他のタイプについても同様な方法で分類を行った。「驚き」に分類されたのは 133、「疑問」が 129、「困惑」が 242、「理解」139 であった。

表 1. 音声タイプと分類基準の表現

タイプ	音声内容の表現例
驚き	驚き、意外、びっくり
疑問	疑い、不思議、謎
困惑	困った、困り果てる
理解	納得、把握、分かった

2.3.3 分析対象

2.3.2 の分類した音声数から分かるように、重複して分類しているため、各タイプの音声に何人の評価者がその評価をつけたのかスコアを付けた。本稿ではより典型的な音声に絞り分析を行うため、スコアが上位 10% に含まれる音声を取り出した。

その内訳は、「驚き」と「疑問」がそれぞれ 20、「理解」が 24、「困惑」が 25 であった。さらに“WaveSurfer” [5] を用いて、10ms 毎に F0 値[Hz]をもとめ、F0 を抽出できなかった音声は対象外とした。最終的な分析対象例と各タイプの音声数を表 2 にまとめる。

表 2 . 分析対象例と音声数

タイプ	音声例	音声数
驚き	あっ、えっ、うわっ	14
疑問	ん、あれ、なんで	14
困惑	え～、うわ～、なんだ	14
理解	あ～、へえ～、はいはい	18

3 . 音響的分析結果

表 2 で示した 4 つの音声タイプの音声において、句末のイントネーションの様子がどのように変化しているのか、石井ら [6] を参考に音響的な分析を行った。句末の定義は原則「最後の母音」とし、「あっ」・「え～」のように「母音 + 促音、長音」の音声や「ん」・「ん～」のように撥音の音声は、その音声を句末とした。例として、表 3 の音声例の斜体の部分が句末に当たる。分析に用いたパラメータは、句末の F0 の傾きであり、句末の音声時間 [ms] と F0 値 [Hz] より回帰分析によって求めたものである。句末における F0 傾きを音声タイプごとに求めると、図 2 のような分布となった。「理解」の音声は、句末の F0 の傾きに大きな変化が見られず、標準偏差も 0.17 と小さく平均は -0.09 であり 0 近辺に集中している。また、「疑問」の音声は、句末の F0 の傾きの平均が 0.23 と正であり、統計的にも有意差がみられた ($t = 2.23$, $p < 0.05$)。さらに、「疑問」は標準偏差が 0.39 と比較的小さく狭い範囲に傾きが分布していることがわかる。それに比べ、「驚き」と「困惑」の音声は、句末の F0 の傾き句末の傾きが広い範囲に分散しており標準偏差の値はそれぞれ 0.63 と 0.50 となっていることがわかる。

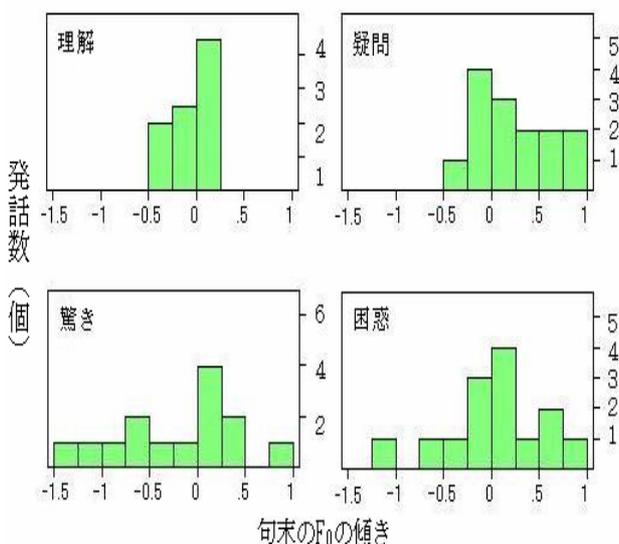


図. 2 句末における F0 傾きの分布

4 . 考察とまとめ

「理解」の音声は、句末がほぼ一貫して平坦であり、「疑問」の音声には句末が上がる傾向がみられる。このように「理解」と「疑問」は理解の様子を知るための手がかりとして有効であると考えられる。「困惑」と「驚き」の音声は、分析結果がほぼ同じ傾向を示しており、今回分析に用いたパラメータでは、学習者の理解の様子を知る手がかりとしては有効ではないと考えられる。今後、有効性の認められる他のパラメータを模索する必要がある。

「驚き」の音声は、今回分析に用いたパラメータでは学習者の理解の様子を知る手がかりとしては有効ではないという結果になった。しかし 2.3.1. の分析で、理解の様子の変化点において、上昇時と下降時の両方に特徴的な表現として現れていることに着目した。もし、理解の様子に変化があったときに「驚き」の音声が見れるとすれば、学習者の理解の様子が上昇したのか、下降したのかということまで意味をつかむことができないかもしれないが、理解の様子の変化点を示すための重要な音声といえる可能性がある。この現象の原因に関して、2 つの仮説を考えることができる。1 つ目は、「驚き」のタイプの音声を評価することが難しく評価者がうまく判別できていないという可能性である。これは、「驚き」の音声は、瞬時性を持っており、その後に見れる別の音声に引きずられ、評価者が他のタイプの音声として評価してしまったということである。2 つ目は「驚き」のタイプの音声には、そもそも 2 種類以上の音声が存在しており、評価者はきちんと評価できているという可能性である。今後は、「困惑」、「驚き」の音声を他のパラメータを模索してゆくと共に「驚き」の音声に可能性についても分析を進めたい。

5 . おわりに

e ラーニング・システム学習中の音声から学習者の理解度の把握することを目指し、本稿ではその手がかりになると思われる 4 つの音声タイプに分類し、句末のイントネーションに関する音響的特徴の分析を行い、学習者の理解の様子との関係について考察した。その結果、「理解」と「疑問」の音声において、学習者の理解の様子を知る手がかりとして有効である可能性を示した。一方、「困惑」、「驚き」の音声においては、今回用いたパラメータの有効性を示すことは難しくことが分かった。また、「驚き」のタイプの音声の分析の可能性を見出した。今後は音声データの質的・量的拡充を行い、より多くのデータで分析を進める。

参考文献

- [1] 有本泰子, 大野澄雄, 飯田仁, “感情音声の収録と言語表現に現れる感情表現の分析”, 電子通信学会総合大会 AS-4-5 S-42 2006
- [2] 戸上雅夫, 飯田仁, “e ラーニングにおける学習者の「驚き」感情表現の分析” 電子情報通信学会 基礎・境界ソサイエティ大会 A-13-5 p172 *発表当日改定稿を配布
- [3] Michael Kipp, Anvil, <http://www.dfki.de/~kipp/anvil>
- [4] 山口 翼 “日本語大シソーラス 類語検索大辞典” 2003, 9
- [5] WaveSurfer <http://www.speech.kth.se/wavesurfer/>
- [6] 石井カルロス寿憲, 広瀬啓吉, 峯松信明, “発音教育システムにおけるイントネーションの自動分類”, 日本音響学会春季講演論文集, 3-6-4, pp. 327-328 2001