

発話意図判定における 文型・韻律・音色の相補的効果

益永祐吾[†] 川端豪[†]

韻律・音色情報に基づいて発話意図判定における新しい文型の分類を提案する。本報告では、「依頼文」、「質問文」、「感嘆文」の3つの文型分類を設定する。また、それぞれの文型を細分類する。例えば、依頼文を細分類すると意図に基づいて「依頼文型」と「命令文型」に分類する。発話意図と文型を指定し発声実験を行った結果、韻律的特徴と音色的特徴は相補的に意図の伝達に関わっていることが分かった。また、話者の肯定的/否定的姿勢を伝えるためには、適切な文型を選ぶことが必要であることが確認された。

Complementary Aspects of Prosodic and Tone Features with various Sentence Styles for Utterance Function Detection

Yugo Masunaga[†] and Takeshi Kawabata[†]

This paper proposes a new classification scheme of sentence styles for utterance function detection based on prosodic and tone features. In this scheme, three types of sentence style, REQUEST, QUESTION and EXCLAMATION, are assumed. Each sentence style is sub-classified again. For example, REQUEST is sub-classified into the request style and imperative style according to its utterance function. The discrimination experiments of the utterance function shows that the complementarities of prosodic and tone features are observed. Also the experiments show the necessity of adequate sentence styles for expressing the speaker's positive or negative mental state.

1. はじめに

人間とコンピュータが、音声によって情報交換を行うに際し、言語情報だけでなく、お互いの内部状態を理解することが重要になってくる。感情の判別についての研究は、これまでも感情（怒り、悲しみ、喜び）に加え、平静時の音声連続音声認識システムに与える影響を示した研究[1]や喜び、怒り、悲しみ、嫌々と平静の5感情を込めて発声した単文に含まれる感情の判別の可能性を3種類の方法で示した研究がある[2]。また、皮肉を発話者の心的状態によって軽い皮肉と重い皮肉に分け、それらの韻律上の特徴を利用して、皮肉について判定を試みた研究がある[3]。

本報告では、発話意図判定の視点から意図・文型・韻律の相互関係を観察しやすい文型の分類を考える。英文法における法的分類[4][5]では、文の種類は「命令文」、「疑問文」、「感嘆文」、「平叙文」に大別されるが、例えば、「～してくれない?」という文型は、疑問文の形をしているが意図的には依頼文的な機能が想像され、より発話意図判定に適した文型分類法の導入が必要と考えられる。

提案する分類では、文型の種類は「依頼文」、「質問文」、「感嘆文」に3分類する。また、さらにこれらを文型ごとに文中の表現に強く影響される内容的意図に基づき細分類する。各分類に対して、その分類の特徴を考慮した発声実験を行い、事例によって、この分類の有効性を検証する。

2. 発話意図判定における文型と韻律・音色

2.1 一般的な文型の分類

人間とコンピュータの音声によるコミュニケーションにおいて、韻律によって話者の発話意図を判定する試みが研究されている[3]。しかし、一方で、発話される文章の字面すなわち文型もまた、この発話意図の伝達に関係があると思われる。

本報告では、意図・文型・韻律の3者の相互関係をモデル化できないか検討する。まず、既存の発話意図の分類体系を構造化すると文法的分類と発話の力(機能)が制限されて組み合わせられることに気づく[4]。また、英文法における法的分類では、命令文、疑問文、感嘆文、平叙文が一般的であると言われている[5]。

本報告では、これらを参考に発話が聞き手に対して与える影響の視点に立ち、意図・文型・韻律の3者の相互関係を考える上で、有用な文型の分類を提案する。

2.2 発話意図判定を考慮した文型の分類

本報告では、発話が聞き手に対して与える影響の視点に立ち、意図・文型・韻律の3者の関係について図1のような構造を提案する。

[†] 関西学院大学 理工学研究科
School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University

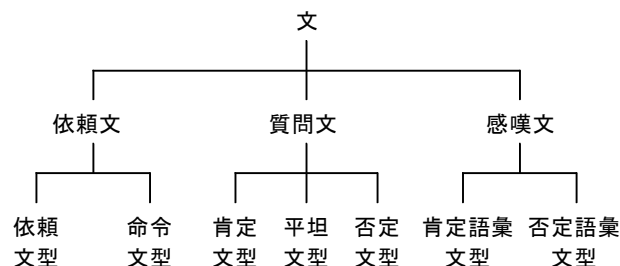


図1 発話意図判定を考慮した文型の分類

構造の頂点は、全ての文型を含む「文」とする。これを次の階層で「依頼文」、「質問文」、「感嘆文」に分類する。「依頼文」は、英文法における分類における「命令文と「疑問文の一部」に当てはまり、「質問文」は、「疑問文の一部」に当てはまる。そして、「感嘆文」は、英文法における文型分類における「感嘆文」にそのまま対応する。

まず、英文法における文型分類における「命令文と疑問文の一部」が、聞き手に対して行動や返答を求める機能を持つ文であると考え、提案する枠組みでは「依頼文」と分類する。英文法における文型分類における「疑問文の一部」には、聞き手に対して Yes-or-No の返答のみを求める機能を持つ文があると考え、提案する枠組みでは「質問文」と分類する。また、英文法における文型分類における「感嘆文」は、出来事に対して感嘆する内容を含める文であり、聞き手の内部状態に直接的に働きかける機能を持つ文であると考え、提案する枠組みでは「感嘆文」とそのまま分類する。西洋学的文型分類における「平叙文」に関しては、出来事の叙述をするだけで、聞き手に対してあまり影響を与える機能を持っておらず、聞き手に対して影響を与える発話とは関係がつけにくいので、今回は分類対象としないことにする。

次に「依頼文」、「質問文」、「感嘆文」を細分化する。まず、「依頼文」には用いる表現に違いがあると考え、柔らかい依頼表現を用いるものを「依頼文型」とし、強く命令的な依頼を求める表現を用いるものに「命令文型」として細分化した。

次に「感嘆文」は、肯定的な意味を持つ文と否定的な意味を持つ文に細分化でき、さらに肯定的/否定的な意味を持つ文は、語彙によって様々なものが存在すると考え「肯定語彙文型」と「否定語彙文型」とした。例えば、肯定語彙の例に「かわいい」や「かっこいい」など褒める表現を扱うものが考えられる。一方、否定語彙では、「かわいくない」や「かっこよくない」というように貶す表現を扱うものが考えられる。もちろん、これらの表現は、一例であり、他に肯定/否定語彙に当たる表現は存在する。

「質問文」の細分化には、「肯定文型」、「平坦文型」、「否定文型」とあるが、「質問

文」には、偏見や先入観つまりバイアスを含む文章も考えられる。例えば、発話例として「おいしかった?」というプレーン(平坦)な文章もあれば、「おいしかったよね?」と話し手は、おいしい(肯定的)と感じていて、聞き手に対して共感を求める質問文章も考えられる。また、「本当においしかった?」と話し手は、まずかった(否定的)と感じており、聞き手に質問する文章があると考えられることから「質問文」の細分化においては「肯定文型」、「平坦文型」、「否定文型」と3つに細分類した。このような分類体系が有効なものかどうか3章で実験的に検証していく。

2.3 事例による検証

前節で述べた文型構造が発話意図の判別に有効かどうかを検証するためにいくつかの事例を考える必要がある。それぞれの文型に対して、ある2種類の発話意図を込めて発声した音声データを用いて、発話意図の判定を試みる。

ここでは、検証のために設定した3つの事例について簡単に触れる。詳細な検討は3章に述べる。

【事例】肯定/否定語彙の使用による感嘆文の細分類の効果

感嘆文の細分類の効果を検証するために肯定語彙文型では、肯定語彙の例として「褒める」表現を用いる。否定語彙では、否定語彙の例として「貶す」表現を用いる。それぞれの文型で扱う意図は、「励ます」意図と「咎める」意図とした。

【事例】依頼/命令文型の違いによる依頼文の細分類の効果

依頼文の細分類の効果を検証するために依頼文型と命令文型を用いる。それぞれの文型で扱う意図は、「期待感」という意図と「嫌々」という意図にした。

【事例】肯定/平坦/否定文型の違いによる質問文の細分類の効果

質問文の細分類の効果を検証するために肯定文型、平坦文型、否定文型を用いる。それぞれの文型で扱う意図は「肯定的」という意図と「否定的」という意図にした。

事例₁、事例₂、事例₃ というように並べたのは、事例₁の肯定文型と否定文型が、事例₂の依頼文の要素と事例₃の感嘆文の要素を併せ持っていることから、事例₁と事例₂の実験の結果の両方を合わせもつような結果になるのではないかと予想しているからであり、このことから文型構造でも質問文を中間の位置に設定した。

2.4 特徴量の選択

本研究では、韻律情報と音韻情報とを調べ、喜び、怒り、悲しみ、嫌々と平静の5感情を込めて発声した単文に含まれる感情の判別の可能性を3種類の方法で示した研究[2]を参考にして、文型の影響を考慮した発話意図判定を試みた研究[6]で用いられた特徴量を扱い、発話意図判定を行う。発話意図判定の際に使用する特徴量は、表1に示すように2分類あり、韻律的特徴としては、基本周波数の平均値、分散値、最大値、最小値、発話速度、音色的特徴としては、音声の雑音成分の割合を示すN/S比の平均値、分散値、最大値、最小値の9つである。

表1 発話意図判定に用いる特徴量

韻律的特徴	音色的特徴
・基本周波数の最大値	・N/S 比の最大値
・基本周波数の最小値	・N/S 比の最小値
・基本周波数の平均値	・N/S 比の平均値
・基本周波数の分散値	・N/S 比の分散値
・発話速度	

2.5 発話意図判定の手法

判定の際には、収録した音声データを学習データ、適応データ、評価データの3つに分けたものを用いる。収録した音声データについての詳しい説明は3章で説明する。前節の9つの特徴量を用いて、後述する学習データに対し、対立する発話意図を最適に判別する判別主成分を2軸求める。この2軸上で、各発話意図に対し(1)式に基づく分散正規化距離を計算し、発話意図を判定する。

意図判定の手順について、より詳しく説明する。まず、学習データを用いて、カテゴリ全体に対する級間分散と級内分散の比(フィッシャー比)を最大化する基準で判別主成分である2軸を抽出し、その2軸上で、分散正規化距離で用いる平均値も求める。次に適応データを用いて、分散正規化距離の分散値を求める。最後に評価データを用いて、分散正規化距離による判定結果を得る。

$$D^{(j)} = \sqrt{\sum_{i=1}^M \frac{(x_i - \mu_i^{(j)})^2}{\sigma_i^2}} \quad (1)$$

i : 判別軸の数 μ_i : 平均値 x : 入力データ
 j : 意図の種類 σ_i^2 : 分散値

3. 実験結果と考察

この節では前節で提案した意図判定の視点から行った文型分類を前提に意図・文型・韻律の関係を観察していく。

3.1 共通実験条件

音声データの収録には、暗騒音 36dB の防音室で行った。被験者には、椅子に座ってもらい、マイクと顔の間には、5cm 程度の間隔をあけて発話してもらうようにした。マイクは単一指向性のダイナミックマイクロフォンを使用し、A/D 変換機、ミキサー

表2 各データの組み合わせ

学習データ	話者4×30文章×2意図×2発話=480
適応データ	30文章×2意図×1発話=60
評価データ	これらを1対2の割合で分ける(15通り)

を経て、録音用の PC へ出力される。PC で録音される音声は、サンプリング周波数 16kHz, 16 ビット, モノラルの音声ファイルになる。

収録には4人の男性に被験者として協力してもらった。それぞれ A(兵庫県出身), B(兵庫県出身), C(大阪府出身), D(大阪府出身)である。音声資料を読み上げる際に話し手(被験者)と聞き手が1対1の状況であることをイメージし発話してもらうようにし、録音前には被験者本人が十分と考える量だけ練習してもらうようにした。一つの文型の音声資料につき、15文の発話文章を用意し、その15文に対して、ある意図を込めて発話する。これを3回繰り返した。3回の発話のうち、1,2回目を学習データとして扱い、3回目の発話を適応データと評価データとして扱う。学習データ、適応データ、評価データの用途については、2.5節で述べている。学習データ、適応データ、評価データ、それぞれのデータ数について表2に示す。

3.2 肯定/否定語彙の使用による感嘆文の細分類の効果の実験結果(事例①)

発話内容を構成する語彙には、発話意図を直接表すものがある。例えば、感嘆文に「褒める」や「貶す」意味の表現が含まれると、その音声を聞いて感じる意味に影響があると思われる。前述の通り、被験者は防音室の中で、聞き手を「励ます」及び「褒める」意図を込めて指定された文章を発話する。指定文章には、肯定語彙である「褒める」表現と否定語彙である「貶す」表現を設定する。

4名の話者が発話意図と肯定/否定語彙文型の各組み合わせに対し、15発話を3回繰り返して行う。3回繰り返して発話したうち、3回目の発話を距離の適応データと評価データに1対2の割合で分ける。分け方は15通りに設定する。分散正規化距離による発話意図が正しく判定された割合を意図判定精度(%)とする。データの分け方15通りについて精度を求め、累積度数分布図を作成したものを図2及び図3に示す。横軸が意図判定精度、縦軸が累積度数となっている。この累積度数分布図では、曲線が右に寄るほど判定精度が高くなる。

図2は、韻律的特徴による累積度数分布図であるが、この場合、右側の線である肯定語彙文型の方が、発話意図を表現しやすいということがわかる。

次に図3の音色的特徴による累積度数分布図では、肯定語彙文型と否定語彙文型の差が少なく、音声の歪みに関しては、文型はあまり関係していないことが分かる。

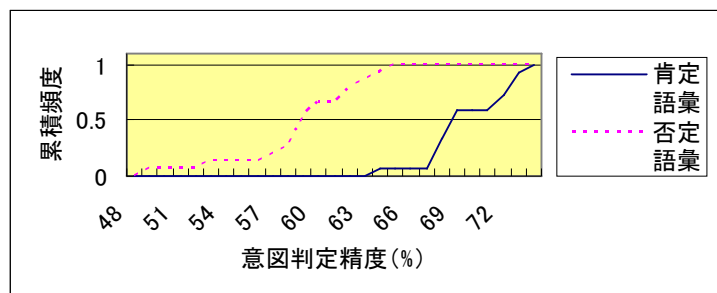


図2 韻律的特徴による累積度数分布図
文型: 肯定/否定語彙文型
意図: 励ます 咎める

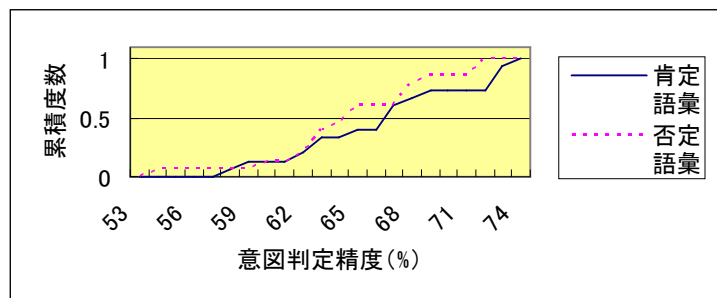


図3 音色的特徴による累積度数分布図
文型: 肯定/否定語彙文型
意図: 励ます 咎める

図2及び図3より、特定の発話意図に対し、それを表現しやすい文型、表現しにくい文型があることが分かり、対話システムの設計においては文型を留意する必要があることが分かった。

3.3 依頼/命令文型の違いによる依頼文の細分類の効果の実験結果(事例②)

聞き手に対して行動や返答を求める依頼文では、聞き手に対して依頼表現で依頼を求める依頼文型と命令表現で依頼を求める命令文型を用いて、聞き手に対して「期待感」及び「嫌々」の意図を込めて発話する。同じ依頼を求める内容の文章でも、表現の違いにより、発話意図の判定にどのような影響があるか観察する。

依頼文型と命令文型を用いて発話意図「期待感」、「嫌々」の意図判定精度を累積度

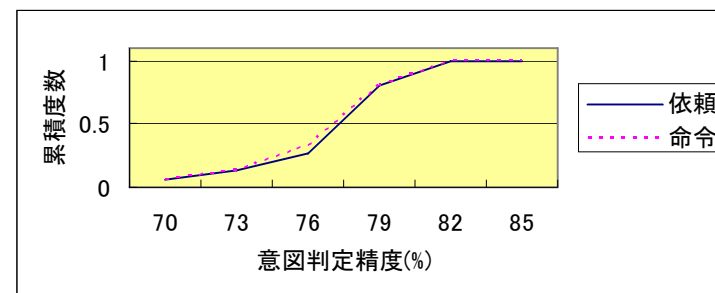


図4 韻律的特徴による累積度数分布図
文型: 依頼/命令文型
意図: 期待感 嫌々

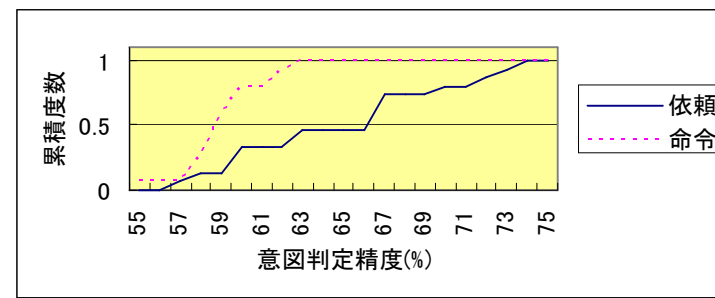


図5 音色的特徴による累積度数分布図
文型: 依頼/命令文型
意図: 期待感 嫌々

数分布で表したものを図4及び図5に示す。図4は韻律的特徴の組によるもの、図5は音色的特徴の組によるものである。

まず、韻律的特徴による発話意図判定では、事前の予想として、依頼文型は、語尾のピッチが跳ね上がる表現であることから命令文型と比べると意図判定の際に文型の影響の違いが観察できるのではないかと予想していたが、実際に図4を観察すると韻律的特徴による意図判定では影響の違いが現れなかった。そこで、話者ごとに文型の影響の違いについて分散分析による観察を続けた(表3)。文型の影響を話者ごとに分散分析してみた結果、有意水準5%で、有意差が大きかったものには、有意差が無かったものには×とした。また、表中の数値は、各話者の15通り算出した意図判定精

表3 韻律的特徴による分散分析
文型: 依頼文型/命令文型
有意水準 5%

話者	依頼	命令	F検定
A	85.0%	99.3%	
B	57.1%	52.3%	×
C	87.6%	92.3%	
D	79.3%	60.6%	

表4 音色的特徴による分散分析
文型: 依頼文型/命令文型
有意水準 5%

話者	依頼	命令	F検定
A	78.0%	76.0%	×
B	43.1%	51.3%	
C	77.6%	79.3%	×
D	60.3%	29.6%	

度の平均値である。表3から話者A,C,Dには有意差があり、Bは有意差が無いという結果が分かり、韻律を発話意図の伝達に使うかどうかについて大きな個人差があることが分かった。

一方、音色的特徴による意図判定の結果を示した図5では、文型の違いが意図判定精度に大きく影響を及ぼしていることが分かる。また、話者ごとに文型の違いに関する分散分析(表4)を行うと韻律的特徴では、文型による違いのなかったBは、音色的特徴では有意差が表れ、逆にA,Bは共に文型による違いが表れなかった。話者Dに関しては、音色的特徴に関しても文型による違いが観察された。

これらの観察により、依頼文における発話意図伝達においては、韻律的特徴と音色的特徴が相補的に機能するのではないかと仮説が浮かんだ。

3.4 肯定/平坦/否定文型の違いによる質問文の細分類の効果の実験結果(事例③)

聞き手に対して Yes-or-No の返答のみを求めるものと位置付けた質問文では、平坦文型を中心として、感情のずれを表したものに肯定文型と否定文型が設定できると考えた。質問文-平坦文型の文章の表現を土台として、肯定文型では、肯定的な意味を含む文章となっており、否定文型では、否定的な意味を含む文章となっている。質問文は、事例の感嘆文のように出来事に対して感嘆する表現という要素と事例の依頼文のように相手に返答を求めるという要素の両方を持っていると考えている。そこで、事例による実験では、事例の結果と事例の結果の両方の結果が反映されたような結果が見られるのではないかと予想している。

韻律的特徴による意図判定精度の累積度数分布図を図6に示し、音色的特徴による意図判定精度の累積度数分布図を図7に示す。

図6、図7の両方とも、平坦文型を中心として感情のずれを文章で表現した肯定文型と否定文型では、平坦文型に比べて、意図判定精度の分布が大きくずれていることが分かる。まず、否定文型の分布は、一番左側にあり、平坦文型より意図判定精度が悪い。一方、肯定文型の分布は、一番右側にあり、平坦文型に比べ意図判定精度が良いとなった。これらの結果から事例と同様に特定の発話意図に対し、それを表現し

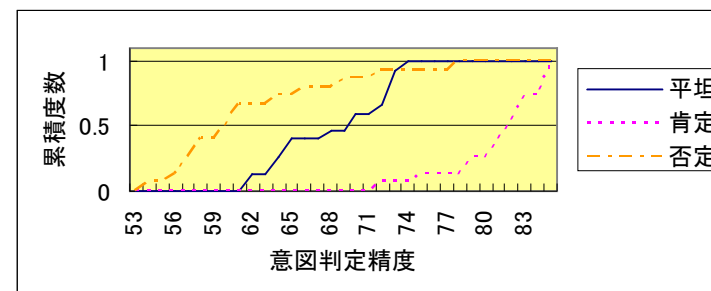


図6 韻律的特徴による累積度数分布図
文型: 肯定/平坦/否定文型
意図: 肯定的 否定的

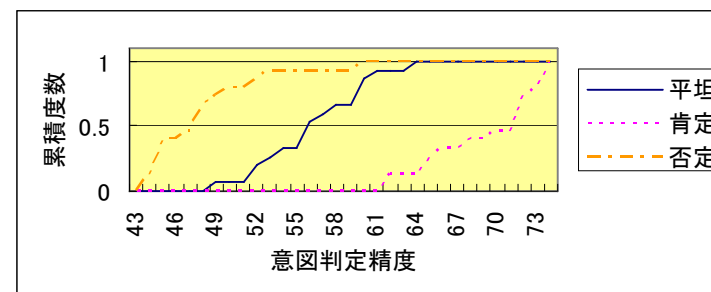


図7 音色的特徴による累積度数分布図
文型: 肯定/平坦/否定文型
意図: 肯定的 否定的

やすい文型、表現しにくい文型があることが分かった。

次に平坦文型を中心として、肯定文型と否定文型との分散分析を行った(表5 - 表8)。まず、平坦文型と肯定文型の分散分析について述べる。表5の韻律的特徴の組による平坦文型と肯定文型の分散分析では、話者Bに有意差が無いことがわかり、表6の音色的特徴の組による平坦文型と肯定文型の分散分析では、話者Dに有意差がなかった。話者Bと話者Dは、これらの文型において発話意図の伝達に関して、韻律的特徴と音色的特徴が相補的に機能することが分かった。

今度は、平坦文型と否定文型の分散分析について述べる。表7の韻律的特徴による平坦文型と否定文型の分散分析の結果を見ると話者B以外には有意差があったが、話者

表5 韻律的特徴による分散分析
文型: 平坦文型/肯定文型

話者	有意水準 5%		
	平坦	肯定	F検定
A	71.2%	96.8%	
B	64.2%	64.2%	x
C	69.8%	86.3%	
D	66.6%	76.1%	

表7 韻律的特徴による分散分析
文型: 平坦文型/否定文型

話者	有意水準 5%		
	平坦	否定	F検定
A	71.2%	53.3%	
B	64.2%	57.8%	x
C	69.8%	58.2%	
D	66.6%	76.8%	

Bは有意差が無いことがわかる。表8の音色的特徴による平坦文型と否定文型の分散分析では、話者Bに有意差があるという結果が出た。それぞれの分散分析の結果からは、韻律的特徴と音色的特徴が相補的に機能することが分かった。

これらの観察により、事例 では、図6及び図7より、事例 の知見である特定の発話意図に対し、それを表現しやすい文型、表現しにくい文型があることが分かり、表5 - 表8より、発話意図の伝達には、韻律的特徴と音色的特徴が相補的に機能することが分かった。

以上の結果より事例 は、事例 と事例 の両方の特徴を持ち、図1において質問文を依頼文と感嘆文の間に配置する根拠となっている。

3.5 まとめ

本報告で提案した発話意図判定を考慮した文型分類の有効性を3つの事例を通して観察してきた。

事例 の結果より、特定の発話意図に対し、それを表現しやすい文型、表現しにくい文型があることが分かった。

事例 の結果より、発話意図の伝達には、韻律的特徴と音色的特徴が相補的に機能することが分かった。

事例 では、事例 と事例 の両方の知見が得られ、第2章で示した文型の構造は、

表6 音色的特徴による分散分析
文型: 平坦文型/肯定文型

話者	有意水準 5%		
	平坦	肯定	F検定
A	51.5%	74.0%	
B	50.5%	60.7%	
C	58.5%	78.2%	
D	63.1%	62.4%	x

表8 音色的特徴による分散分析
文型: 平坦文型/否定文型

話者	有意水準 5%		
	平坦	否定	F検定
A	51.5%	38.5%	
B	50.5%	43.5%	
C	58.5%	52.9%	
D	63.1%	55.7%	

あのように並べるのが良いとわかった。

4. むすびに

発話意図判定を行うことを考慮し、文型を分類することを試みた。「依頼文」、「質問文」、「感嘆文」の分類を導入し、さらにそれらを、例えば、肯定/平坦/否定文型と細分化し、それらの発話意図判定を及ぼす影響を観察した。4名の被験者に対する文型と意図の組み合わせ発声実験を行い、韻律と音色を用いて、発話意図の判定、文型、韻律/音色の相互関係を観察した。

得られた知見として、特定の発話意図に対し、それを表現しやすい文型、表現しにくい文型があることが分かり、発話意図の伝達には、韻律的特徴と音色的特徴が相補的に機能することが分かった。また、質問文には、依頼文と感嘆文の両方の性質があることが分かった。

参考文献

- 1) 門谷信愛希, 阿曾弘具, 鈴木基之, 牧野正三: 音声に含まれる感情の判別に関する検討, 信学技報, NLC2000-34, SP2000-82, pp.43-48, (2000.12)
- 2) 重永實: 感情の判別分析からみた感情音声の特性, 信学論(A), Vol.J83-A, No.6, pp.726-735 (2000.6)
- 3) 浜崎敏幸, 光本浩士, 大多和寛, 田村進一, 柳田益造: 皮肉発声に対する知覚的印象の韻律からの推定, 情処研報, Vol.1999-SLP-27, No.64, pp.1-8 (1999.7)
- 4) 山梨正明: 発話行為, 新英文法選書, 大修館書店(1986.5)
- 5) 鈴木英一: 統語論, 現代の英語学シリーズ(5), 開拓社(1990.11)
- 6) 益永祐吾, 川端豪: 発話意図判定における文型と韻律の関係, 情処研報, Vol.2009-SLP-77, No.25(2009.7)