

感情・感性的表現をもつ音声の韻律的特徴の解析 Analysis of Prosodic Features of Expressive Speech

帝京平成大学大学院情報学研究科
Graduate School of Informatics, Teikyo Heisei University

武田昌一
Shoichi TAKEDA

< 研究協力者 >

武蔵工業大学工学部
Faculty of Engineering,
Musashi Institute of Technology

村岡輝雄
Teruo MURAOKA

小平市
Kodaira-shi

大山 玄
Ghen OHYAMA

This paper reports a few results of analyses of prosodic features in various types of expressive speech. One is emotional speech that includes the expressions of “anger,” “joy,” “sadness,” “gratitude,” etc., and another is impressive speech such as reading of the *Hyakunin Isshu*, the collection of one hundred famous ancient Japanese poems of thirty-one syllables each, *Nohgaku* singing, etc. We analyzed the prosodic features of “anger,” “joy,” and “sadness” depending on the degree of emotion for expressions in Japanese speech. The degrees of emotion were “neutral,” “light,” “medium” and “strong.” Four announcers (two male and two female) uttered 6 words five times. The analysis results showed the following. (1) The most significant prosodic feature for expressing “anger” was to increase the fundamental frequency. (2) The most significant prosodic feature for expressing “joy” was also to increase the fundamental frequency. (3) As a method of expressing “sadness,” the female speakers made their pitch low and suppressed accents (i.e., flattened the F_0 contour). The male speakers did not seem to use prosodic features to express “sadness.” We then continued analyses for speech uttered by four radio actors and actresses, and obtained the common features with those for the announcers, as well as actor-specific or actress-specific features. As for impressive speech, we clarified spectral features of biphonic-singing voices from the Center of Asia, such as Mongolian *Xöömij*, Tuva’s *Kargiraa*, etc., and prosodic features of speech of the *Hyakunin-Isshu* read by professional readers. We obtained their specific features.

Key words: prosodic feature, expressive speech, biphonic singing, *Nohgaku*, *Hyakunin-Isshu*

1 研究の目的

本論文は、本研究プロジェクトで行った、音声に含まれる感情表現と感性的表現における音響的特徴の解析結果に関するものである。ここで、百人一首の読み上げや能の謡のように、人に何らかの感動を与えるような発声の仕方を「感性的表現」と呼ぶことにする。

本研究の目的の一つは、感情表現音声として「怒り」、「喜び」、「悲しみ」、「感謝」の感情を込めて発声した音声の、主に韻律（声の大きさ、声の高さ、発話速度など）の特徴を解析して明らかにすることである。筆者らのアプローチの最大の特徴は、これらの感情の度合いを「平常（感情を込めない）」、「軽い感情」、「普通の感情」、「激しい感情」の4段階

に分けて段階ごとの特徴の違いを明確にすることである。

まず、主としてアナウンサーが発声した感情音声の韻律的特徴について解析する。次に、声優が発声した感情音声の解析を行う。アナウンサーが発声する「喜び」、「悲しみ」ならびに「感謝」を表現する音声については、既にその特徴がほぼ明らかになっている。「怒り」の特徴については学会誌論文 [1] として発表した。

更に、感情音声の応用面に焦点を当て、ATM（銀行端末）を例題とした案内文音声に感情を付与した場合の韻律的特徴の解析も行い、その特徴を明らかにしてきた [2]。

本研究のもう一つの目的は、感性的な音声として、モンゴルの歌唱法「ホーミー」、中央アジア Tuva 地

方の歌唱法 “Kargiraa” など2音声唱法（1人の歌手が2つのピッチの音を出す歌唱法）、百人一首などを取り上げ、その音響的・韻律的特徴を明らかにすることである。これまでに解析を一通り済ませ、論文化 [3][4] した。

更に、感情音声と感性的音声の両面を持っている音声として、最近では「能・狂言」音声の収録・解析も行った。能・狂言音声については、能・狂言の響きそのものの人間の感性に及ぼす韻律的特徴の解明のみならず、能・狂言スタイルによる感情表現の特徴も解明し、人間の心との関係を明らかにすることを究極の目的とする。これまでに、アナウンサーや声優の発声とは異なる、特有の韻律的特徴が見られることが分かってきた。

以下、研究成果のうち、アナウンサーが発声した感情音声における韻律的特徴、および2音声唱法の音響的特徴の解析結果に焦点を置いてやや詳しく述べ、それ以外の成果については、いくつかのテーマについてその概要を述べるに留める。

2 感情表現における韻律的特徴

2.1 まえがき

音声合成は様々な分野で応用されるようになってきており、それに伴って読み上げ音声から自然会話音声まで合成音声の多様化へのニーズは拡大しつつある。特に自然会話音声は極めて多種多様であり、種々の音声を自由自在に合成するためには、地道に多様な自然会話音声の解析を積み上げていかなければならない。

音声情報処理に関する研究として筆者らは、以前は主として読み上げ調音声の韻律解析と合成の研究 [5]-[7] を中心に行ってきたのに対し、それ以降は主として会話音声 [8][9] を対象としている。具体的には、座談会、落語等を対象として会話音声の韻律的特徴、特にプロミネンスの特徴を解析してきた [9]。

対象がこのように読み上げ音声から会話音声に移行してくると、言語情報の伝達を主目的とした解析に加えて、パラ言語あるいは非言語情報の特徴に目を向けることが必要となる。すなわち、種々の韻律スタイルや感情表現の特徴を解析していくことが、より自然な規則合成音声を実現するために必要となる。筆者らはここ数年、音声に含まれる「感情表現」の研究を手掛けてきた [1][2][10]-[25]。

国際的な視野で見ても、近年感情表現の研究の重要性は広く認識されるようになってきており、感情表

現のみに特定したワークショップも開催されるような状況である。2000年に開催された ISCA Workshop では、感情音声の理論的背景からデータベース、ツール、特徴解析、更に音声合成や音声認識への応用まで幅広く研究成果が発表されている [26]。しかし、その中で日本語音声を対象とした発表は数少ない。

日本語音声における感情表現の韻律的特徴の解析や合成の研究は、古くは中山らによって行われている [27]。その後北原ら [28]、小林ら [29] により、喜び、怒り等感情表現を大きな枠組でとらえ、それらの典型的な韻律的特徴を解析し、あるいは感情表現音声合成の研究が行われている。しかし、これらの検討は感情表現を大まかな枠組み（喜び、悲しみ、怒り）でとらえているに過ぎず、より詳細なニュアンスを表現するのに十分とは言い難い。

筆者らは、このように従来から行われている「数種類の感情表現の代表的な特徴を大雑把に調べる」というアプローチをとらず、各感情の表現をより細かく調べるというアプローチをとっている。その第一段階として、特徴の捉えやすい「怒り」を取り上げ、「怒り」の度合いに応じて4段階に分けて段階に応じた単語音声の韻律的特徴の違いを調べてきた [1][10]-[14]。更に次の段階として、最近では「喜び」 [15][22][23]、「悲しみ」 [15][19][20][22][23]、「感謝」 [16][18] についても同様のアプローチで解析を行ってきた [17]。

このように、それぞれの感情表現をより細かい度合いに分け、度合いの変化に応じて特徴がどのように異なるかを調べた研究は少ない。そのような研究の例として、広瀬らが「怒り」、「喜び」、「悲しみ」を対象として行ったものがある [30][31]。この中の一つは、特定1名の話者が発声する上記3感情音声の分析に関するものであり、短い文音声を対象としている。もう一つは、3名の話者が発声する「怒り」音声の分析に関するものであり、6モーラの短い言葉を対象としている。いずれも時間構造（モーラ持続時間短縮率）と基本周波数（フレーズ指令の大きさ、アクセント指令の大きさ、および最低周波数） [32] を特徴パラメータとして解析を行っている。

筆者らは更に、時間構造と基本周波数の特徴のみでなく、更に音声パワーの特徴も分析の対象として加え、3種類の韻律的特徴を総合的視点から明らかにしてきた。

以下、研究成果の例として、アナウンサーと声優が発声したそれぞれの感情音声の韻律的特徴を解析した結果を紹介する。

2.2 計測方法および分析条件

時間構造の特徴解析に関しては、時間軸拡大音声波形、サウンドスペクトログラム、およびスペクトル変化率 [33] を併用して視察により単音境界を求めることにより計測した。

フレーズ指令とアクセント指令の大きさは、筆者らが開発した基本周波数パターン生成過程モデル (藤崎モデル) [32] パラメータ推定プログラムを用いて求めた。

2.3 アナウンサーが発声する感情表現

2.3.1 実験方法

音声試料として、平板、中高、頭高の3種類のアクセント型を持つ、4モーラと6モーラの有意味単語および無意味単語を用いた。話者には、有意味単語の発話直後に「まなまな」または「まなまなまな」を同一アクセント、発話速度、感情表現で発話させた。1つの単語につき5回発話させた。話者は、NHKアナウンサー4名 (男性2名、女性2名、全員60代) である。

時間構造に関するパラメータとして、(1) 単語の発話速度、基本周波数に関するパラメータとして、(2) フレーズ指令の大きさ A_p 、(3) アクセント指令の大きさ A_a 、および (4) 最高基本周波数 F_{0max} の4種類である。

なお、パワーの特徴に関しては、未解析の部分が残っているため、全てのデータの解析が終了した時点で別途報告する。

2.3.2 怒りの韻律的特徴

1. 発話速度

(a) 「平常」、「軽い怒り」、「怒り」の順に増大傾向、逆に「激怒」で減少傾向 (話者依存)

(b) 「激怒」ではモーラごとのばらつきは増大する傾向

2. 基本周波数

(a) フレーズ指令の大きさ A_p : 「怒り」の度合いに応じて、一部増大傾向を見せることを除き、顕著な特徴認められず (川波、広瀬の結果 [30] と概略一致)

(b) アクセント指令の大きさ A_a : 増大傾向 (川波、広瀬の結果 [30] と概略一致)、アクセント型の違いによる差異大

(c) 最高基本周波数 F_{0max} : 怒りの度合いの増大とともに増大、「平常」、「軽い怒り」、「怒り」でアクセント型依存傾向、「激怒」ではアクセント型依存傾向少ない

2.3.3 喜びの韻律的特徴

1. 最も顕著な特徴: 最高基本周波数 F_{0max} の増大
2. 次に顕著な特徴: アクセント指令の大きさ A_a の増大
3. 一部の話者を除き、発話速度は使っていない

以上より、声を高くし、しかもアクセントを強調することにより、喜びを表現していると言えよう (短文を用いた過去の実験結果 (川波、広瀬、1997) [30] と概略一致)。

2.3.4 悲しみの韻律的特徴

1. 基本周波数の特徴については、女性話者 YK は
 - (a) 最も顕著な特徴: 最高基本周波数 F_{0max} の減少
 - (b) 次に顕著な特徴: アクセント指令の大きさ A_a の減少傾向

以上より、声を低くして、しかもアクセントを押さえる (F_0 パターンを平坦化する) ことにより「悲しみ」を表現していると言えよう (短文を対象とした過去の実験結果 (川波、広瀬、1997) [30] と共通)。

2. 男性話者 TA は基本周波数の特徴をほとんど使っていない
3. 男性話者 IK は女性話者 YK とは逆に、最高基本周波数を上昇させて「悲しみ」を表現

以上の結果は、「悲しみ」の表現は状況や話者に依存することを示唆している。

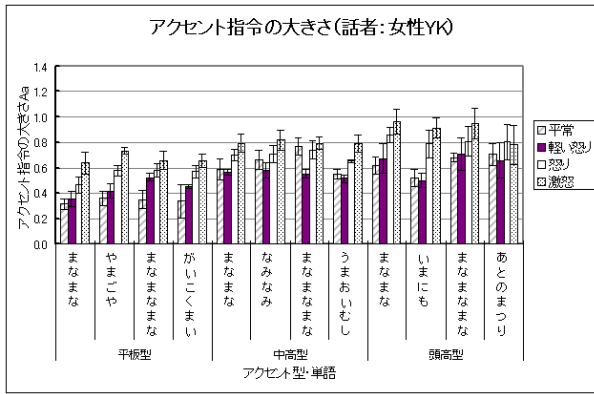


図 1: 解析結果の例 (怒り)

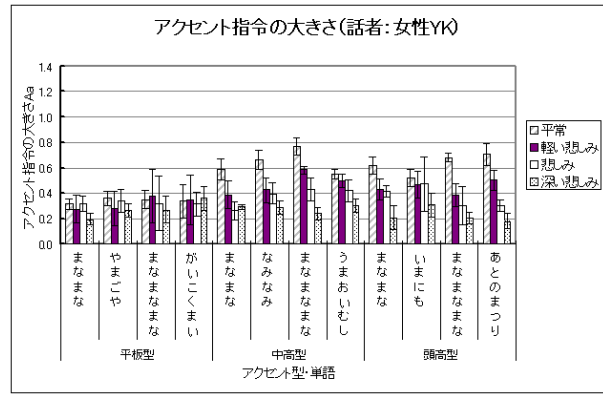


図 3: 解析結果の例 (悲しみ)

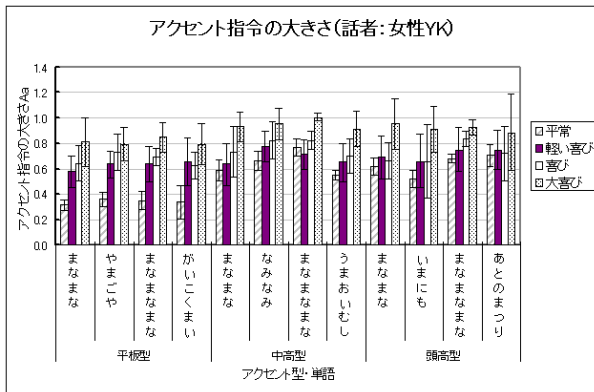


図 2: 解析結果の例 (喜び)

2.3.5 解析結果のまとめ

図 1-3 に「怒り」、「喜び」、「悲しみ」について解析した結果の例を示す。これらの図は、女性話者 YK が発声した音声について求めたアクセント指令の大きさの感情の度合いによる変化を示している。

韻律的特徴の解析結果を表 1 に要約して示す。今回の結果は、少数のデータを解析したときの結果 [17] と共通する点が多いものの、話者の違いによる異なった傾向もいくつか見られた。

2.4 声優が発声する感情表現

「アナウンサー」は仕事柄、正確に本来の情報を伝えることが重要であるため、感情を抑制して発声することが要求されている。中には、感情を韻律にほとんど反映しないで発話をする話者もいた。特に「悲しみ」の場合、話者によっては明確な結果がほ

とんど得られない場合もあった [15]。

そのため、次の段階として、感情を誇張して表現することが重要とされる「声優」の感情音声を取り上げることとした。

ここでは、感情として「喜び」と「悲しみ」に焦点を絞り、声優が発声する音声の韻律的特徴について解析した。

2.4.1 実験方法

音声試料としては、平板、中高、頭高の 3 種類のアクセント型を持つ 4 モーラと 6 モーラの有意味単語各 5 サンプルを用いた。

話者は、年齢 20 代の男性声優 1 名 (KF) であり、感情を 4 段階の度合いで上記単語を発声した。用いた音声サンプルは、各感情 120 サンプルで、合計 240 サンプルについて解析をした。

2.4.2 解析結果のまとめ

韻律的特徴として、平均発話速度、フレーズ指令の大きさ、アクセント指令の大きさ、および最高基本周波数の特徴を解析した。その結果より、以下のことが分かった。

1. 声を高くして、発話速度を落とすことによって、「喜び」を表現しているという結果が得られた。この結果は、文献 [15] の結果とほぼ同じである。
2. 発話速度を落として、声を高くし、アクセントを強調することによって、「悲しみ」を表現しているという結果が得られた。男性 KF は、文献 [15] で得られた女性アナウンサーの発声方法

表 1: 韻律的特徴のまとめ

	時間構造	基本周波数		
		フレーズ指令の大きさ	アクセント指令の大きさ	最高基本周波数
怒り	軽い怒り, 怒りで増大 激怒で減少 (話者依存)	傾向無し	増大傾向(話者によってはアクセント型依存)	度合いの増大と共に増大(話者により程度の差あり)
	増大傾向(話者依存)	増大傾向(話者, 単語に依存)		
喜び	傾向無し	傾向無し	度合いの増大と共に増大(話者, 単語に依存)	度合いの増大と共に増大(全話者共通)
	話者によっては増大傾向			
悲しみ	傾向無し	傾向無し	度合いの増大と共に減少(中高型, 頭高型)	度合いの増大と共に増大
	軽い悲しみ, 悲しみに増大(男性話者IK)		傾向無し	度合いの増大と共に減少

と逆の方法を取り、悲しみの中で泣き崩れるような発声方法を用いて、悲しみを表現していることが分かった。

今後の課題としては、残り3名の声優の声をを用いてデータを増やし、更にスペクトル等、他の特徴についても解析していく予定である。

2.5 その他の研究成果

その他の研究成果として、案内文音声における感情表現 [2]、能・狂言における感情表現 [24][25]、などの解析結果、アナウンサーが発声した感情音声の聴取実験 [34] などがあるが、紙数の制限のため割愛する。

3 感性的表現における韻律的特徴

3.1 2音声唱法の音響的特徴

1人の歌手が2声を同時に発声して歌っているように聞こえるいわゆる2音声唱法で代表的なものにモンゴル歌唱法「ホーミー」がある。ホーミーの発声原理については、これまでに男声ホーミーを対象に種々の解明がなされ、「共振説」を支持する結果が得られている [3][35][36][37]。

本稿では、従来から発声が難しいとされていた2種類の2音声唱法、(1) 女声ホーミー、および (2)

聴覚的に/a/に近いTuvaの歌唱法 *Steppe Kargiraa* 等、に焦点を当ててそれらの音響的、特にスペクトル的特徴を解析した結果について述べる。

3.1.1 女声ホーミーの特徴

図4(a)は、2声に移る前の通常発声の部分、(b)は2声に聞こえる部分(ホーミー)の波形を時間軸方向に拡大表示したものである。ホーミー波形では、

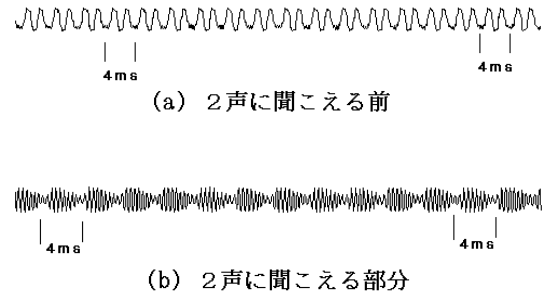


図 4: 女声ホーミーの時間軸拡大波形

高い周波数成分が異常に大きくなっていることがわかる。しかも約4msの周期性が認められる。図5(a), (b)はそれぞれ図4(a), (b)の波形の短時間スペクトルであり、2声に聞こえる部分では第2ホルマントのパワーが顕著に増大している。波形およびスペクトルの視察より、女声ホーミーの場合も「基本周波数の高調波成分の声道共振により第2ホルマントのパワーが強調され高音部として知覚される」とする「共振説」[3][35][36][37]を支持する結果となっていることがわかる。この結果は、今回解析した全ての女声ホーミー音サンプルに共通している。

男声スペクトル(例えば図6(b))との顕著な差異は、女声の場合基本周波数が高いため、スペクトルの調波構造が男声と比較して粗い、ということである。このことが、女性にとって音高のコントロールが困難な理由となっていると考えられる [36]。

3.1.2 2音声唱法男声/a/音の特徴

*Steppe Kargiraa*も男声ホーミー [3][35]や女声ホーミーと同様、周期性あるいは概周期性(周期:約10ms)を示しており、かつ高い周波数の大きい振幅が見られる。波形のスペクトル(図6)の視察より、2音声唱法では通常発声の/a/より F_1 パワーが周辺パワーに対して相対的に際立って増大していることがわかる。

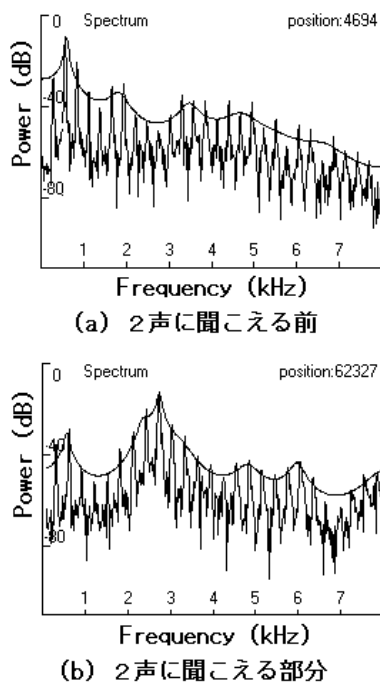


図 5: 女声通常発声と女声ホーミーのスペクトル

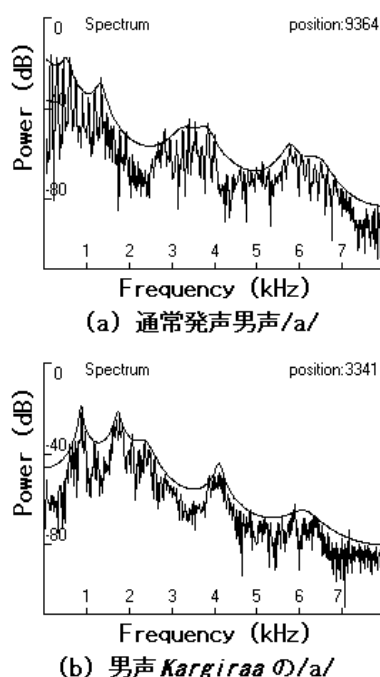


図 6: 通常男声/a/と *Steppe Kargiraa* のスペクトル

3.1.3 解析結果のまとめ

従来から発声が難しいとされていた 2 種類の 2 音声唱法、(1) 女声ホーミーと (2) 男声 2 音声唱法音のうち聞こえが/a/に近い音、の音響的特徴を解析した。その結果、両 2 音声唱法ともにホルマントパワーの増大により高音部が知覚されるという「共振説」を支持する結果が得られた。

女声の場合、スペクトルが粗い調波構造を持つため、ホルマント周波数の測定が難しい。スペクトルピークのどの部分が聴覚的なピッチ周波数に相当するのかを調べるのが今後の課題である。

3.2 百人一首音声の韻律的特徴 [4][38]

全日本かるた協会公認の男性読手 1 人が朗詠する小倉百人一首 100 首の音声の韻律的特徴を解析した。その結果、基本周波数に関しては、(1) 発声開始あるいは小節開始時に立ち上がり後ほぼ一定の値であること、(2) 局在する基本周波数の跳ね上がり下降、(3) 基本周波数の概周期的揺らぎ、が全首に共通の特徴であることが分かった。但し、他の読手音声との比較により、(2)、(3) は読手に依存することが分かった。時間構造の特徴としては、(1) 単語の区切り部分におけるモーラの伸長、(2) 歌の終わりの極端な伸長、更に (3) 上の句と比較して下の句において平均モーラ持続時間が伸長していること (有意水準 1%) が認められた。

4 まとめ

最後に本論文をまとめる。

本論文では、音声に含まれる感情表現と感性的表現における音響的特徴の解析に関する研究結果の一部を紹介した。

最初に、感情表現音声として、4 人のアナウンサーが発声した「怒り」、「喜び」、「悲しみ」の感情を込めて発声した音声の感情の度合ごとの韻律的特徴を明らかにした結果について述べた。続いて、1 人の声優が発声した感情音声の解析を行った結果を紹介した。次に、感性的な音声として、2 音声唱法、および百人一首の音響的・韻律的特徴を明らかにした結果について述べた。以上一連の解析の結果、それぞれの感情特有の特徴を見出した。

今後は、声優の声の解析を完了させ、アナウンサーの声の特徴と比較すると共に、感情の組合せ効果について分析的・合成的研究を進める。

長期的には、脳機能研究と組み合わせて、人間の感情・感性メカニズムの本質に迫っていききたい。

謝辞 貴重なご助言を賜った元帝京平成大学教授中村 勲博士、帝京平成大学隈 久雄ならびに加藤修一教授に深謝する。また、能楽音声を発声して下さった能楽師の善竹十郎氏、擬似感情音声を発声して下さったNHK アナウンサーならびに劇団青年座の声優の方々に謝意を表す。

百人一首に関する論文をまとめる段階で競技かるたにおける朗詠法についてご教示賜った、全日本かるた協会専任読手の稲葉修至氏に深謝する。同様に全日本かるた協会の元東海大学教授津久井 勤博士にも競技かるたにおける朗詠法に関してご指導を賜った。厚くお礼申し上げたい。そして、NTTヒューマンインタフェース研究所主任研究員(当時)阿部匡伸博士には、音声規則合成プログラムを提供して頂き、本研究の参考にさせて頂いた。ここに謝意を表したい。

更に、韻律解析のプログラムを提供・利用許可して頂いた日立中研マルチメディアシステム研究部関係諸氏ならびに韻律解析の実験を行った武蔵工業大学ならびに帝京平成大学学生諸氏にも謝意を表す。

参考文献

- [1] 武田昌一, 大山 玄, 朽谷綾香, 西澤良博, “日本語音声における「怒り」を表現する韻律的特徴の解析,” 音響学会誌 58 巻 9 号, 561-568 (2002)
- [2] 武田昌一, 朽谷綾香, 橋澤保輝, 加藤修一, 大山 玄, “感情を含む案内文音声の韻律的特徴の解析,” 音響学会誌 60 巻 11 号, pp.629-638 (2004)
- [3] 村岡輝雄, 武田昌一, 糸賀昌士, “モンゴル歌唱法「ホーミー」の音響的特徴の解析,” 音響学会誌 56 巻 5 号, 308-317 (2000)
- [4] 武田昌一, 横里 恵, 比嘉 誠, 村岡輝雄, 山田麻衣子, “百人一首音声の韻律的特徴の解析,” 音響学会誌 60 巻 8 号, 429-440 (2004)
- [5] 武田昌一, 市川 薫, “日本語文音声におけるプロミネンスの韻律的特徴の解析,” 音響学会誌 47 巻 6 号, 386-396 (1991)
- [6] 武田昌一, 市川 薫, “日本語文音声のプロミネンス生成規則の作成と評価,” 音響学会誌 47 巻 6 号, 397-404 (1991)
- [7] S. Takeda and A. Ichikawa, “Analysis of prominence in spoken Japanese sentences and application to text-to-speech synthesis,” *Speech Communication* 14, 2, 171-196 (1994)
- [8] S. Takeda, Y. Itoh, N. Sakuma, and K. Yokosato, “Analysis of Prosodic and Linguistic Features of Spontaneous Japanese Conversational Speech,” *Proceedings of ICSLP 94*, 20.8, pp.1107-1110 (1994)
- [9] 武田昌一, 横里 恵, 海老義人, 鈴木修平, “座談会および落語における日本語会話音声の韻律的特徴の解析,” 音響学会誌 54 巻 3 号, 199-206 (1998)
- [10] 武田昌一, 佐藤 学, 柳下絵美子, “ドラマの中の会話に含まれる「怒り」表現の韻律的特徴の解析,” 音講論集 1-7-2, pp.203-204 (1997.3)
- [11] 武田昌一, 石塚 太, 平松幹常, “パワーで見た擬似会話音声における「怒り」表現の特徴,” 音講論集 2-1-9, pp.191-192 (2000.9)
- [12] 武田昌一, “日本語音声における「怒り」表現の特徴解析,” 科学研究費補助金特定研究(B)「韻律に着目した音声言語情報処理の高度化」第2回全体会議(成果発表会)資料(2001)
- [13] 武田昌一, 西澤良博, 大山 玄, “「怒り」の音声の特徴分析に関する1考察,” 信学技報 SP2001-164, pp.33-40, 聴覚研資 Vol.31, No.2, H-2001-20, pp.143-150 (2001)
- [14] S. Takeda, G. Ohyama, and A. Tochtani, “Japanese project research on “Diversity of Prosody and its Quantitative Description” and an example: analysis of “anger” expressions in Japanese speech,” *Proc. ICSP2001*, Taejeon, Korea, pp.423-428 (2001)
- [15] 朽谷綾香, 武田昌一, 小柴安代, 宗像美絵, 大山 玄, 加藤修一, “日本語「喜び」, 「悲しみ」表現音声の感情の程度に応じた韻律的特徴の差異,” 音講論集 1-P-6, pp.363-364 (2002.3)
- [16] M. DZULKHIFLEE HAMZAH, 武田昌一, 朽谷綾香, “日本語「感謝」表現音声の感情の程度に応じた韻律的特徴の差異,” 音講論集 1-10-22 (2002.9)

- [17] 武田昌一, 朽谷綾香, 堂下雅和, M. DZULKHIFLEE HAMZAH, 大山 玄, “種々の日本語感情表現音声の感情の程度に応じた韻律的特徴の比較,” 音講論集 1-10-20, pp.269-270 (2002.9)
- [18] 武田昌一, M. DZULKHIFLEE HAMZAH, “声優が発声した日本語「感謝」表現音声の感情の程度に応じた韻律的特徴の比較,” 音講論集 2-Q-34, pp.441-442 (2003.3)
- [19] 堂下雅和, 武田昌一, “声優が発声した日本語「悲しみ」表現音声の感情の程度に応じた韻律的特徴の比較,” 音講論集 2-Q-35, pp.443-444 (2003.3)
- [20] 高橋 毅, 武田昌一, M. DZULKHIFLEE HAMZAH, “日本語単語音声における「悲しみ」表現の感情の程度に応じた韻律的特徴の差異,” 音講論集 2-Q-9, pp.391-392 (2003.3)
- [21] 朽谷綾香, 武田昌一, “ATM案内文音声における感情を込めて発声した場合とそうでない場合の韻律的特徴の比較,” 音講論集 2-Q-28, pp.429-430 (2003.3)
- [22] M. DZULKHIFLEE HAMZAH, 武田昌一, 大山 玄, “声優が発声した日本語「喜び」「悲しみ」表現音声の感情の程度に応じた韻律的特徴の比較,” 音講論集 2-Q-28, pp.367-368 (2003.9)
- [23] Y. Hashizawa, S. Takeda, M. Dzulkhiflee H., and G. Ohyama, “On the Differences in Prosodic Features of Emotional Expressions in Japanese Speech according to the Degree of the Emotion,” Proc. 2nd Int. Conf. Speech Prosody, Nara (Japan), pp.655-658 (2004)
- [24] M. Dzulkhiflee Hamzah, S. Takeda, T. Muraoka, and T. Ohashi, “Analysis of Prosodic Features of Emotional Expressions in Noh Farce (“Kyohgen”) Speech according to the Degree of Emotion,” Proc. 2nd Int. Conf. Speech Prosody, Nara (Japan), pp.651-654 (2004)
- [25] 山田麻衣子, 村岡輝雄, 武田昌一, “狂言音声の解析,” 音講論集 2-6-7, pp.419-420 (2004.3)
- [26] Proceedings of the ISCA Workshop on Speech and Emotion, A Conceptual Framework for Research (2000)
- [27] 中山 剛, 市川 薫, 中田和男, 三浦種敏, “合成音声の音源特性制御法則,” 音声研資 (1969)
- [28] Y. Kitahara and Y. Tohkura, “Prosodic Control to Express Emotions for Man-Machine Speech Interaction,” IEICE Trans. Fundamentals, Vol. E75-A, No.2, pp.155-163 (1992)
- [29] 小林 豊, 新美康永, “音声の感情を反映する韻律情報制御方式について” 音講論集 2-8-7, pp.233-234 (1993.10)
- [30] 川波弘道, 広瀬啓吉, “態度・感情音声における韻律的特徴の考察,” 信学技報 SP97-67, pp.73-80 (1997)
- [31] K. Hirose, N. Minematsu, and H. Kawanami, “Analytical and perceptual study on the role of acoustic features in realizing emotional speech,” Proc. ICSLP2000, Beijing, China, pp.369-372 (2000)
- [32] H. Fujisaki and K. Hirose, “Analysis of voice fundamental frequency contours for declarative sentences of Japanese,” J. Acoust. Soc. Jpn (E), Vol.5, No.4, 233-242 (1984)
- [33] 嵯峨山茂樹, 板倉文忠, “音声の動的尺度に含まれる個人性情報,” 音講論集 3-2-7, pp.589-590 (1979.6)
- [34] 鶴 真紀子, 武田昌一, “感情表現音声の韻律的特徴 聴取実験による検討 -,” 久留米信愛女学院短期大学研究紀要 第27号, pp.67-73 (2004)
- [35] 村岡輝雄, 我妻幾久寿, 土金由幸, 堀内正人, “モンゴル歌唱「ホーミー」とその特徴について,” 音楽音響研資 MA84-1, pp.1-6 (1984)
- [36] 武田昌一, 糸賀昌士, “モンゴルの歌唱法「ホーミー」の音響的特徴の解析,” 音楽情報科学 1-4, pp.25-32 (1993)
- [37] S. Adachi, and M. Yamada, “An Acoustical Study of Sound Production in Biphonic Singing, Xöömij,” JASA, 105, pp.2920-2932 (1999)
- [38] 武田昌一, 横里 恵, “百人一首音声の特徴解析と規則による合成,” 音講論集 1-4-8, pp.205-206 (1996.9)