

平成 20 年度
卒業論文

「ええ」と「ああ」に対する
パラ言語情報の認識における F0 の
影響

指導教員 小林 聡 准教授

島根大学 総合理工学部
数理・情報システム学科 情報工学コース
s043080 藤原 路浩

目次

1	はじめに.....	1
2	聴取実験.....	5
2.1	音声試料.....	5
2.2	実験方法.....	9
3	実験結果.....	12
3.1	評価対象と方法.....	12
3.2	変化率による評価.....	13
3.3	平均F0による評価.....	19
3.4	最高音による分析.....	31
3.5	最低音による評価.....	35
3.6	まとめ.....	39
3.7	クラスター分析.....	40
3.8	音声の長さについて.....	42
4	「ええ」と「ああ」の比較.....	43
4.1	変化率・平均F0の違い.....	43
4.2	印象語の相関関係.....	52
4.3	「ええ」と「ああ」のクラスター分析.....	58
5	おわりに.....	60
	参考文献.....	61
	付録 去年の実験結果とクラスター分析の訂正.....	62

1 はじめに

我々は日常、コミュニケーションの手段として、音声を使用している。

例えば、ラジオを聴いていて、

「へえ～…、そういうこともあるんですね」

と聞こえてきたとする。この部分を聞けば、話者の性別や、喜んでいるのか、感心しているのか、疑問に感じているのか、といった情報が伝わってくる。このように、音声は話者の身体性や心理状態など様々な情報を伝達している。これらの情報は、活字化してしまうと欠落してしまう情報である。これらは、言語情報に対して、パラ言語情報、非言語情報と呼ばれている。

藤崎は音声で伝達する情報を意識的に制御できる情報と、意識的に制御できない情報に分類・定義した[1]。表 1.1 に藤崎による分類を示す。

表 1.1 藤崎による音声で伝達する情報の分類

	種類	内容	例
意識的に制御可能	言語情報	言語記号が伝達する情報	「わたしは」、「like」
	パラ言語情報	話者の意図や心的態度	「疑い」、「喜び」
意識的に制御不可能	非言語情報	話者の感情・身体性	「女」、「青年」、「驚き」

言語情報は、言語記号が伝達する情報であり、文字は言語情報の伝達を行っている。パラ言語情報は、対話の制御にかかわる情報のほか、発話の意図や話者の心的態度に関する情報である。具体的には、聞き手に新しい情報を伝達しようとしているのか、伝達された情報に対してどのような評価を下しているのか、などの情報である。非言語情報は、話者が意識的に制御できない情報であり、話者の身体性、性別や特徴、感情に関する情報である。

藤崎はパラ言語情報と非言語情報とを意識的に制御できるか、できないかで分類をおこなったが、本研究では、対話中に容易かつ動的に制御できるか、できないかという視点で図1.1のようにパラ言語情報と非言語情報を分類する。感情においても、その種類や強弱に応じて、対話中に音声の何らかの特徴が容易に制御されると考え、感情もパラ言語情報に含むものとする。

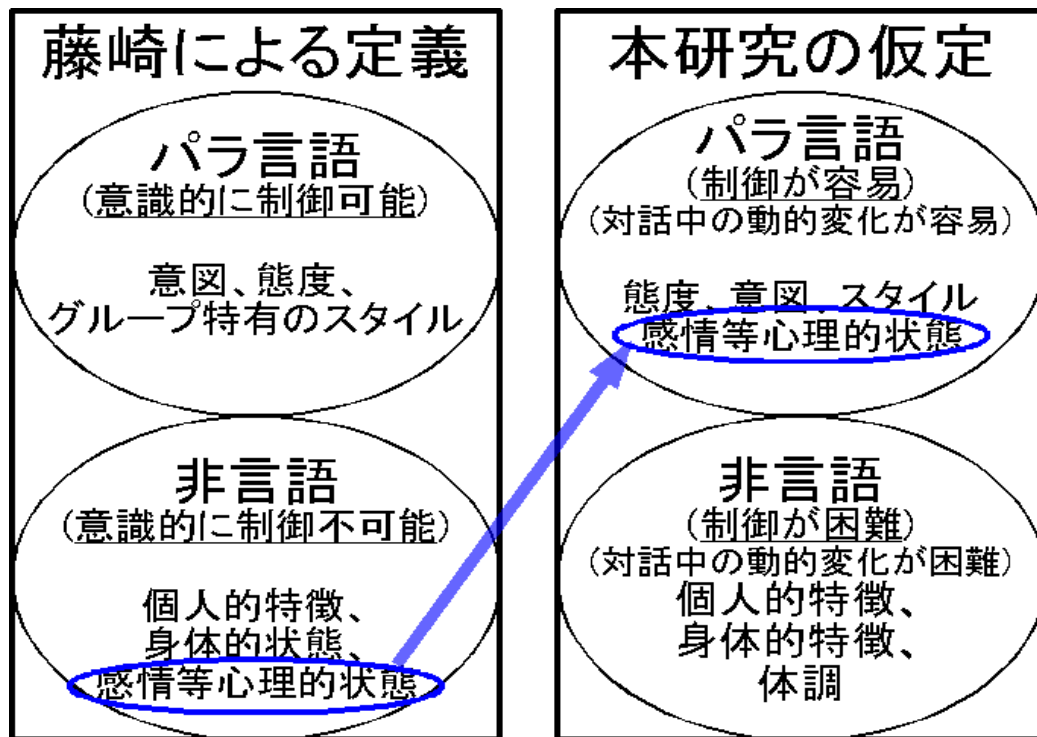


図 1.1 本研究と藤崎でのパラ言語情報と非言語情報の定義の違い

音声では同じ「あ」であっても、何かに気づいたときの「あ」であったり、落胆の「あ」であったり、相槌の「あ」であったりする。この際、我々は適切な声の高さや強さ、または長さなどの変化を付けて発声している。このようにパラ言語情報の伝達には、声の高さや強さ、大きさ、長さなどの音響的特徴が関係していると考えられており、パラ言語情報に関して様々な研究がなされている。

石井ら[2]は韻律と声質の特徴に注目し、様々な意図を伴って発話された「え」から、韻律特徴と声質特徴のパラ言語情報への影響を調べた。そして、韻律特徴は「肯定」・「聞き返し」・「フィラー」・「否定的な表現」などのパラ言語情報を

識別するのに有効であり、また、声質特徴は「驚き」・「嫌悪」・「疑い」・「感心」などのパラ言語情報に出現することを示した。

渋谷ら[3]は「ん」のF0パターンに着目し、F0パターンと聴覚印象との関係を調べた。その結果、句末に向けて大きく上昇する音声は、「疑念」・「否定」・「悪印象」の評価が高く、句末に向けて緩やかに下降する音声は、「確信」・「肯定」の評価が高い。また、句末に向けて大きく下降する音声と、最初上昇した後下降する音声は「確信」・「肯定」・「好印象」の評価が高いことが判明した。

大野ら[4]は発話に込められた感情音声について、どのような音響的特徴がその表現の伝達に寄与するか明らかにするため、声の高さ、長さ、強さの各特徴量を波形合成エンジンに与え、中立発話と感情発話を選択的に置換（長さは中立発話、高さ強さは感情発話など）した合成音声を用いて実験をおこなった。その結果、「喜び」についてはF0パターンおよび発話速度が、「怒り」については発話速度とパワーが、「嫌悪」については発話速度が、「悲しみ」については、F0パターンが、感情の種別の伝達に大きく寄与することを得ている。

鶴ら[5,6]は声優が感情を込めて発声した音声聞き手にどの程度正しく伝達されているのか、韻律的特徴から聴取実験を続けている。女性被験者を対象にした実験より、話者の意図を表現する韻律パラメータは、男性音声では、「アクセント指令の大きさ」、「フレーズ指令の大きさ」および「最高基本周波数」、女性音声では、「最低基本周波数」と「最高基本周波数」と推察できたとしている。また、男性被験者を対象にした実験と比較することで、被験者の性差で感情を判断する韻律的特徴に違いがあることが示唆された。

石井ら[7]は自然対話音声に出現する感動詞がもたらすパラ言語情報と発話スタイルのバリエーションを調べた。その結果「あ」や「え」、「うん」などの感動詞で表現可能なパラ言語情報をまとめ、感動詞の種類およびその発話スタイルをパラ言語情報の識別に考慮する必要があることを示した。

高見[8]は、声の高さおよびその変化から人間がどのような情報を受け取るのか調べるために、「ええ」という2モーラ語のF0の高さおよび変化に注目し、聴取実験を行った。そして、24個の印象語はF0の変化率の正負および、F0の平均の高低

によって、6つのグループに分けることができるという結果を得た。表 1.2 に高見が分類した6つのグループを示す。

表 1.2 高見による印象語の分類

印象語	F0の変化率	F0の平均		評価
		変化率が負	変化率が正	
驚き、疑問、高揚、強調	正	—	高	高
悲しみ、無関心、落胆	負	低	—	中
肯定	負	高	—	中
感心、満足、喜び、好意、信頼	—	高	高	低～中
不満、軽蔑、嫌悪、怒り、不安	—	低	低	中～高
冷静、安堵、同情、恐れ、中立、慎み	—	—	—	—

このように、実際の対話音声や、感情を込めて発声した音声、または、合成音声など様々な音声の韻律的特徴と、パラ言語情報との関係を調べるための研究が数多く行われている。しかし、多くの研究で「ええ」や「うん」などの単一の単語を対象としており、語彙の違いによって受け取られる印象が異なる可能性は石井ら[7]によるものなど少数であり、また評価者の主観に頼っている。そこで、本研究では、高見が行った実験と同様の条件で、「ええ」とは異なった母音2モーラ語「ああ」を用いて実験を行った。そして、「ああ」から受け取られるパラ言語情報を調査・分析し、その後に、「ええ」と「ああ」という異なった語彙に見られる違いを検討した。

2 聴取実験

2.1 音声試料

対話中の間投詞は「え（えー）」、「えと（えーと）」、「あ（あー）」、「あの（あの一）」、「ま（まー）」などが頻繁に使われる[9]。これらの字面には意味はないが、話し方により、何らかのパラ言語情報を伝達している。今回の実験では、対話に頻繁に使われ、話し方によって豊富な種類のパラ言語情報が伝達される多義的な母音2モーラ語「ああ」を用いた。様々なパラ言語情報を伝達可能であるような多義的な語彙でないと、被験者が受け取る印象が、その語彙自体の意味や印象に影響を受けてしまう可能性が考えられるからである。

「ああ」は2モーラからなる語である。モーラとは、音節と同じく、複数の分節音が強くまとまった単位をあらゆる音韻論的概念である。日本語音声学では拍と呼ばれ、ひとつの音節は常にひとつ以上のモーラを含むという関係がある[10]。

音節とは、母音を核として、その母音単独か、前後に子音を従える構造をとる。一方、モーラとは、母音、子音+母音、拗音（「子音+子音+母音」）、長音（「ー」）、促音（「っ」）、撥音（「ん」）を1モーラとする。例えば、「チョコレート」は「チョ」、「コ」、「レー」、「ト」の4音節だが、モーラで数えると、「チョ」、「コ」、「レ」、「ー」、「ト」の5モーラとなる。

今回の実験では、この「ああ」という2モーラ語の、前半の「あ」に対して後半の「あ」の高さを変えた合成音声と、120 Hzのまま一定で声の高さを変化させない合成音声を作成し実験に用いた。これらの合成音声をそれぞれ評価対象音声、基準音声と呼ぶ。この基準音声の3回の繰り返しと、それに続く1回の評価対象音声を1セットとして実験に使用する。なお、基準音声の120 Hzは、一般男性の基本周波数である[11]。

評価対象音声の前半の「あ」は120 Hzを中心とする1オクターブ幅、後半の「あ」は1オクターブ半幅である。また、後半の「あ」は、前半の「あ」に対して最大で上下1オクターブ幅の範囲内で変化させる。なお、音名の周波数を決める際の音律は十二平均律を用いている。十二平均律とは1オクターブ（高さの異なる同じ音）

を12の均等な音程に分割した音律で、隣り合う2音の周波数比は等しくなる。表2.1.1に評価対象音声の変化の幅を、表2.1.2に音程と周波数比の対応を、表2.1.3にF0の可能な組み合わせを示す。表2.1.3に示す音程の内、各音程から3種類ずつ選択し、合計75種類の評価対象音声を作成した（表中の濃い色の音声）。

表 2.1.1 評価対象音声の F0 の範囲

前半1モーラの範囲				後半1モーラの範囲			
音名	F0[Hz]	音名	F0[Hz]	音名	F0[Hz]	音名	F0[Hz]
		ド1	130.8			ド1	130.8
		デ1	138.6			デ1	138.6
		レ1	146.8	レ0	73.4	レ1	146.8
		リ1	155.6	リ0	77.8	リ1	155.6
		ミ1	164.8	ミ0	82.4	ミ1	164.8
ファ0	87.3			ファ0	87.3	ファ1	174.6
フィ0	92.5			フィ0	92.5	フィ1	185
ソ0	98			ソ0	98	ソ1	196
サ0	103.8			サ0	103.8		
ラ0	110			ラ0	110		
チ0	116.5			チ0	116.5		
シ0	123.5			シ0	123.5		

(平成20年 国立天文台編 理科年表より抜粋)

※同じ音名が存在するため、便宜的に数字を付けて区別する

表 2.1.2 音程と周波数比の対応表

音程	周波数比	数値	変化率
完全一度	$\sqrt[12]{2^0}$	1.000	0.0%
短二度	$\sqrt[12]{2^1}$	1.059	5.9%
長二度	$\sqrt[12]{2^2}$	1.122	12.2%
短三度	$\sqrt[12]{2^3}$	1.189	18.9%
長三度	$\sqrt[12]{2^4}$	1.260	26.0%
完全四度	$\sqrt[12]{2^5}$	1.335	33.5%
減五度	$\sqrt[12]{2^6}$	1.414	41.4%
完全五度	$\sqrt[12]{2^7}$	1.498	49.8%
短六度	$\sqrt[12]{2^8}$	1.587	58.7%
長六度	$\sqrt[12]{2^9}$	1.682	68.2%
短七度	$\sqrt[12]{2^{10}}$	1.782	78.2%
長七度	$\sqrt[12]{2^{11}}$	1.888	88.8%
完全八度	$\sqrt[12]{2^{12}}$	2.000	100.0%

表 2.1.3 F0 の可能な組み合わせ

声の高さが同じ

音程	ファ0	フィ0	ソ0	サ0	ラ0	チ0	シ0	ド1	デ1	レ1	リ1	ミ1
完全1度	ファ0	フィ0	ソ0	サ0	ラ0	チ0	シ0	ド1	デ1	レ1	リ1	ミ1

声の高さが上がる

音程	ファ0	フィ0	ソ0	サ0	ラ0	チ0	シ0	ド1	デ1	レ1	リ1	ミ1
短2度	フィ0	ソ0	サ0	ラ0	チ0	シ0	ド1	デ1	レ1	リ1	ミ1	ファ1
長2度	ソ0	サ0	ラ0	チ0	シ0	ド1	デ1	レ1	リ1	ミ1	ファ1	フィ1
短3度	サ0	ラ0	チ0	シ0	ド1	デ1	レ1	リ1	ミ1	ファ1	フィ1	ソ1
長3度	ラ0	チ0	シ0	ド1	デ1	レ1	リ1	ミ1	ファ1	フィ1	ソ1	
完全4度	チ0	シ0	ド1	デ1	レ1	リ1	ミ1	ファ1	フィ1	ソ1		
減5度	シ0	ド1	デ1	レ1	リ1	ミ1	ファ1	フィ1	ソ1			
完全5度	ド1	デ1	レ1	リ1	ミ1	ファ1	フィ1	ソ1				
短6度	デ1	レ1	リ1	ミ1	ファ1	フィ1	ソ1					
長6度	レ1	リ1	ミ1	ファ1	フィ1	ソ1						
短7度	リ1	ミ1	ファ1	フィ1	ソ1							
長7度	ミ1	ファ1	フィ1	ソ1								
完全8度	ファ1	フィ1	ソ1									

声の高さが下がる

音程	ファ0	フィ0	ソ0	サ0	ラ0	チ0	シ0	ド1	デ1	レ1	リ1	ミ1
短2度	ミ0	ファ0	フィ0	ソ0	サ0	ラ0	チ0	シ0	ド1	デ1	レ1	リ1
長2度	リ0	ミ0	ファ0	フィ0	ソ0	サ0	ラ0	チ0	シ0	ド1	デ1	レ1
短3度	レ0	リ0	ミ0	ファ0	フィ0	ソ0	サ0	ラ0	チ0	シ0	ド1	デ1
長3度		レ0	リ0	ミ0	ファ0	フィ0	ソ0	サ0	ラ0	チ0	シ0	ド1
完全4度			レ0	リ0	ミ0	ファ0	フィ0	ソ0	サ0	ラ0	チ0	シ0
減5度				レ0	リ0	ミ0	ファ0	フィ0	ソ0	サ0	ラ0	チ0
完全5度					レ0	リ0	ミ0	ファ0	フィ0	ソ0	サ0	ラ0
短6度						レ0	リ0	ミ0	ファ0	フィ0	ソ0	サ0
長6度							レ0	リ0	ミ0	ファ0	フィ0	ソ0
短7度								レ0	リ0	ミ0	ファ0	フィ0
長7度									レ0	リ0	ミ0	ファ0
完全8度										レ0	リ0	ミ0

…作成した音声

なお、これらの合成音声はフォルマント合成方式の klatt の合声器を用いて作成した。klatt の合声器は基本周波数やフォルマント周波数などの 40 のパラメータを指定することで合成音声を作成することができる。表 2.1.4 に klatt の合声器への入力パラメータとその簡単な説明を示す。

この 40 のパラメータの内、声の高さの調整として f0、f1、f2 を、声の大きさの調整として avp を可変とし、それ以外は全て固定の値としている。パラメータの固

定値は、klattの合声器に付属するサンプルを参考にした。また、第1フォルマントと第2フォルマント周波数は以下の式により求めた。

$$F1 = 0.833964 \times F0 + 846.138$$

$$F2 = 0.173429 \times F0 + 1157.85$$

この式は小林による/a/のF0からのF1、F2の回帰式[12]を参考に、より「ああ」に聞こえやすいように修正をおこなった式である。

表 2.1.4 klattの合声器への入力パラメータの説明と用いた値

パラメータ	説明	実験での数値
f0	基本周波数	-
av	カスケード分岐のための有声音の振幅	0
f1	第1フォルマント周波数	-
b1	第1フォルマントのカスケード分岐帯域幅	0
f2	第2フォルマント周波数	-
b2	第2フォルマントのカスケード分岐帯域幅	0
f3	第3フォルマント周波数	2801
b3	第3フォルマントのカスケード分岐帯域幅	0
f4	第4フォルマント周波数	3892
b4	第4フォルマントのカスケード分岐帯域幅	0
f5	第5フォルマント周波数	5849
b5	第5フォルマントのカスケード分岐帯域幅	0
f6	第6フォルマント周波数	7085
b6	第6フォルマントのカスケード分岐帯域幅	0
fnz	鼻音の零の周波数	0
bnz	鼻音の零の帯域幅	0
fnp	鼻音の極の周波数	200
bnp	鼻音の極の帯域幅	30
asp	気音の振幅	0
kopen	有声音で発音する波形の開口音の比率	60
aturb	乱気流の振幅	0
tilt	スペクトルの傾き	0
af	狭帯的な気音の振幅	0
skew	スペクトルの歪み	0
a1	平行の分岐での第1フォルマンの振幅	42
b1p	平行の分岐での第1フォルマンの帯域幅	52
a2	平行の分岐での第2フォルマンの振幅	59
b2p	平行の分岐での第2フォルマンの帯域幅	79
a3	平行の分岐での第3フォルマンの振幅	64
b3p	平行の分岐での第3フォルマンの帯域幅	106
a4	平行の分岐での第4フォルマンの振幅	57
b4p	平行の分岐での第4フォルマンの帯域幅	87
a5	平行の分岐での第5フォルマンの振幅	44
b5p	平行の分岐での第5フォルマンの帯域幅	80
a6	平行の分岐での第6フォルマンの振幅	39
b6p	平行の分岐での第6フォルマンの帯域幅	80
anp	平行の分岐での鼻音のフォルマンの振幅	0
ab	狭帯的な気音バイパスの振幅	0
avp	平行の分岐のための有声音で発音することの振幅	-
gain	ゲイン	70

1つの音声ファイル再生時間は4.1秒となっており、1つの「ああ」は0.4秒、「ああ」と「ああ」の間の空白は0.8秒とした。

「ああ」の発声の始まりと終わりに、それぞれ0.03秒づつ声の大きさを徐々に上げる、下げるといった調整を行い、「ああ」の、前半の「あ」と後半の「あ」の間にも0.05秒で声の大きさの調整を行っている。また、評価対象音声のモーラ境界においても声の大きさの調整と、声の変化が自然なようにF0、F1、F2のわたりの制御を行っている。具体的には、モーラ境界の0.06秒でF0、F1、F2を後半の「あ」の値に徐々に近づけている。

2. 2 実験方法

音声の聴取にあたっては、75セットを各々15セットからなる5つの再生リストに振り分けた。表2.2.1に各再生リストの音声を示す。被験者に3つの再生リスト、計45セットの音声に対して、聴取実験を行った。ただし、被験者ごとに聴取する再生リストの組み合わせは変えている。また、再生リストは高見[8]と同じである。

表2.2.1 再生リストの音声と順番

再生リストA	再生リストB	再生リストC	再生リストD	再生リストE
短7度+フィ0ミ1	短3度+サ0シ0	長7度-レ1リ0	短7度-ド1レ0	短6度+ファ0デ1
短2度-レ1デ1	長3度-デ1ラ0	長2度+デ1リ1	短6度+チ0フィ1	短7度-ミ1フィ0
短3度+リ1フィ1	長6度+チ0ソ1	完全1度シ0シ0	長3度-サ0ミ0	短7度+ファ0リ1
減5度-リ1ラ0	長7度-デ1レ0	短6度-ド1ミ0	減5度+チ0ミ1	長2度-リ1デ1
短6度+フィ0レ1	長3度+ソ0シ0	完全5度+ド1ソ1	長2度-ファ0リ0	完全5度+ラ0ミ1
長6度-シ0レ0	短2度-ファ0ミ0	長6度-リ1フィ0	短7度+ラ0ソ1	短3度-ミ1デ1
完全1度フィ0フィ0	長7度+フィ0ファ1	長6度+ラ0フィ1	減5度-ラ0リ0	完全4度+ラ0レ1
減5度+ソ0デ1	短3度-チ0ソ0	短7度-リ1ファ0	完全5度+ソ0レ1	完全4度-ミ1シ0
完全5度-ラ0レ0	減5度+ド1フィ1	短3度+ド1リ1	完全8度-リ1リ0	完全8度+ファ0ファ1
長2度+ド1レ1	短6度-リ1ソ0	長3度-ソ0リ0	完全8度+フィ0フィ1	完全5度-ド1ファ0
短3度-レ1シ0	短2度+デ1レ1	長3度+チ0レ1	長6度-レ1ファ0	長7度+ソ0フィ1
短2度+フィ0ソ0	長2度-ラ0ソ0	完全4度-シ0フィ0	長2度+フィ0サ0	完全8度-レ1レ0
短6度-レ1フィ0	完全4度+ド1ファ1	完全4度+フィ0シ0	完全4度-デ1サ0	完全1度ミ1ミ1
長3度+リ1ソ1	減5度-チ0ミ0	完全8度-ミ1ミ0	長7度+サ0ソ1	長6度+ファ0レ1
長7度-ミ1ファ0	完全8度+ソ0ソ1	短2度+シ0ド1	完全5度-リ1サ0	短2度-ソ0フィ0

※各音声の名前は、音程、声の高さが上がるか下がるか、開始音、終了音の順

被験者には1セットごとに基準音声に対して、評価対象音声を聴取したときに受ける印象を、28個の印象語について各々「受け取れない」～「ハッキリ受け取れる」の5段階で評価してもらった。今回用いた印象語を表2.2.2に示す。なお、高見が行った実験に用いた印象語に「苛立ち」、「相槌」、「自信あり」、「自信なし」を加えた印象語を今回の実験で用いる。

表 2.2.2 印象語のリスト

悲しみ	無関心	不満	信頼	驚き	恐れ	落胆
感心	安堵	慎み	怒り	好意	中立	高揚
満足	疑問	冷静	同情	喜び	軽蔑	嫌悪
不安	強調	肯定	苛立ち	相槌	自信あり	自信なし

被験者はヘッドフォンを装着し、パソコンを用いて聴取実験を行った。また、音声の聴取と印象語の評価は被験者がマウスの操作だけで行えるように音声提示システムを作成し実験に用いた。音声提示システムを図2.2.1に示す。

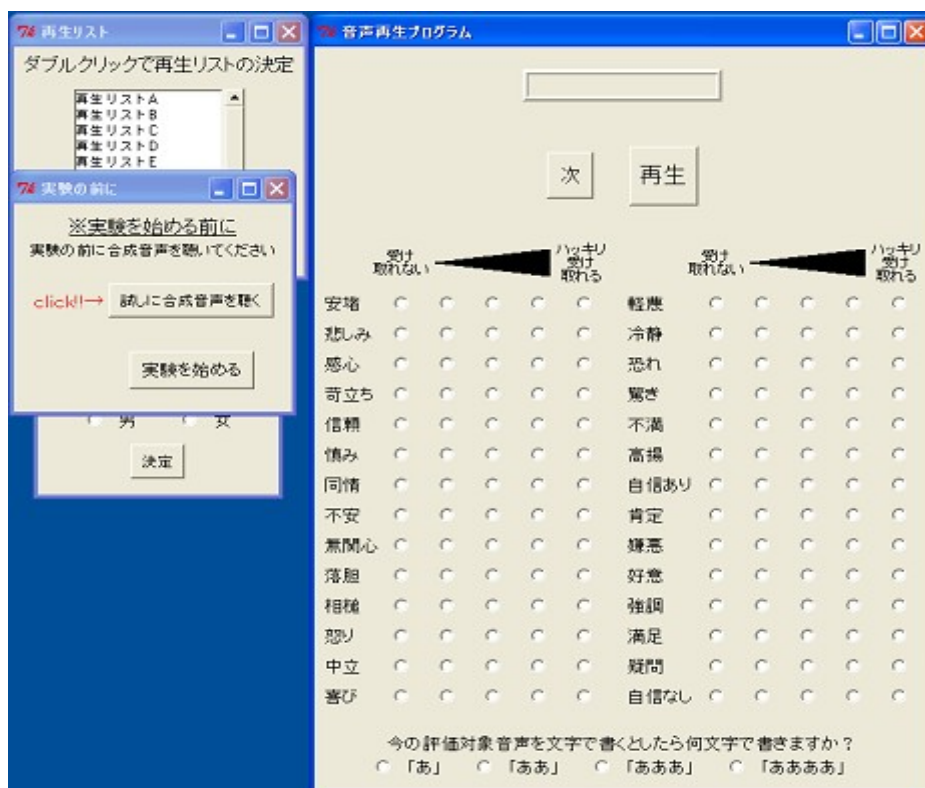


図 2.2.1 音声提示システム

まず実験前に被験者は合成音声に慣れるため、「試しに合成音声を聞く」ボタンを押し、練習用の5つの合成音声（表2.2.1にはない音声）を聞く。練習用合成音声聞き終わり、合成音声に慣れたと思えば、「実験を始める」ボタンを押し。慣れたと思えなければ、再度練習用合成音声を聞くことも可能である。そして、自身の性別をラジオボタンで選択し、「決定」ボタンを押し、実験を始める。

実験に入ると、被験者は再生リストをダブルクリックで選択し、「再生」ボタンを押し。そして流れた音声に対して、「受け取れない」から「ハッキリ受け取れる」までの5段階で評価を行い、各印象語の横にあるラジオボタンを選択する。また数回に1回、音声の長さを問う表示があるので、その場合は、音声の聞こえた長さをラジオボタンで選択する。再度音声を知りたい場合は「再生」ボタンを押せば何度でも聴取可能であるが、前の音声には戻れない。全ての印象語（と音声の長さ）を評価し終わると、「次」ボタンを押し、同様に音声に対して聴取・評価を行っていく。選んだ再生リストが終わると、次の再生リストを選択し、同様に聴取・評価を行っていく。

また、実験の正当性、妥当性のため、このシステムは全ての印象語を評価しないと次の音声には進めないチェック機能を備えている。さらに、評価する際の印象語の並びも順序効果の影響を抑えるため、各セットごとに並び変えを行っている。

なお、今回の実験の被験者は20歳前後の大学生25名（男性16名、女性9名）である。

3 実験結果

3.1 評価対象と方法

被験者による各印象語の評価結果に、声の高さとその変化により、どのような影響があるかを探る。音声と印象語との関係を調べるために変化率、平均F0、最高音、最低音を用いる。なお、変化率とは、評価対象音声の変化の程度を表し、以下の式で定義する。

第1モーラの \leq 第2モーラの場合（変化率が正）：

$$\text{変化率} = \left[\frac{\text{第2モーラのF0}}{\text{第1モーラのF0}} - 1 \right] \times 100[\%]$$

第1モーラの $>$ 第2モーラの場合（変化率が負）：

$$\text{変化率} = - \left[\frac{\text{第1モーラのF0}}{\text{第2モーラのF0}} - 1 \right] \times 100[\%]$$

また、相関係数の目安として表3.1.1の指標を用いる[13]。なお、相関係数は、変化率が正、変化率が負、そして変化率が正と変化率が負の音声に声の高さが変わらない（変化率0%）音声を加えたものをそれぞれ算出する。以降、それぞれを「プラス」、「マイナス」、「全体」と表す。

表 3.1.1 相関係数

相関係数の絶対値	
0.9以上	非常に強い相関
0.7以上0.9未満	強い相関
0.5以上0.7未満	やや強い相関
0.3以上0.5未満	やや弱い相関
0.3未満	弱い相関
0	無相関

3. 2 変化率による評価

各印象語に対する評価結果を変化率ごとに平均した結果を表3.2.1、表3.2.2に示す。また、各印象語に対する変化率と評価の相関係数を表3.2.3に示す。

表3.2.1 変化率ごとの各印象語の評価 (1/2)

変化率	悲しみ	無関心	不満	信頼	驚き	恐れ	落胆	感心	安堵	慎み	怒り	好意	中立	高揚
-100.0%	2.44	2.07	2.73	1.51	1.47	1.67	3.02	1.69	1.76	1.56	1.87	1.49	1.78	1.33
-88.8%	3.09	2.44	3.29	1.22	1.47	1.89	3.64	1.58	1.58	1.64	2.16	1.33	1.64	1.33
-78.2%	2.24	2.62	2.58	1.49	1.60	1.71	3.29	1.82	1.98	1.62	1.56	1.60	1.82	1.47
-68.2%	2.89	2.36	3.38	1.44	1.58	1.69	3.51	1.64	1.53	1.47	2.13	1.31	1.73	1.27
-58.7%	2.76	2.31	2.82	1.51	1.44	1.76	3.11	1.76	1.84	1.69	1.96	1.47	2.00	1.42
-49.8%	2.56	2.76	3.13	1.38	1.33	1.71	3.24	1.53	1.67	1.69	1.84	1.47	1.91	1.33
-41.4%	3.02	2.98	3.24	1.24	1.40	1.58	3.87	1.51	1.64	1.64	2.27	1.31	1.76	1.24
-33.5%	2.29	2.07	2.62	1.56	1.78	1.60	2.89	1.87	1.84	1.56	1.76	1.56	1.67	1.64
-26.0%	2.96	2.67	3.29	1.44	1.69	1.82	3.60	1.64	1.58	1.73	1.93	1.53	1.82	1.47
-18.9%	2.22	2.36	2.49	1.60	1.67	1.69	2.82	1.67	1.67	1.76	1.98	1.76	1.64	1.80
-12.2%	2.84	2.38	3.24	1.44	1.64	1.73	3.64	1.44	1.38	1.67	2.04	1.40	1.78	1.56
-5.9%	2.73	2.09	3.31	1.31	1.60	2.33	3.76	1.60	1.56	1.71	2.24	1.20	1.49	1.44
0.0%	1.87	2.93	2.27	1.53	2.29	1.47	2.27	1.91	1.53	1.51	1.71	1.51	1.93	1.91
5.9%	1.91	2.31	2.89	1.53	1.64	1.67	2.62	1.73	1.60	1.62	2.18	1.64	1.76	1.67
12.2%	1.67	2.07	2.24	1.73	2.47	1.69	1.78	2.07	1.73	1.82	1.82	1.78	1.71	2.38
18.9%	1.71	2.20	2.49	1.82	2.18	1.62	1.89	2.11	2.09	1.56	2.00	2.07	1.89	2.29
26.0%	1.76	1.89	2.20	1.82	2.53	1.67	2.09	2.44	2.00	1.62	1.44	2.04	1.78	2.33
33.5%	1.64	2.02	2.16	1.91	2.53	1.58	1.89	2.27	2.02	1.73	1.84	1.96	1.89	2.02
41.4%	1.40	1.56	1.78	1.78	3.11	1.42	1.71	2.58	1.76	1.64	1.78	2.20	1.84	2.73
49.8%	1.69	1.53	2.13	1.56	2.71	1.67	1.91	2.11	1.71	1.69	2.36	1.96	1.76	2.02
58.7%	1.67	2.02	2.42	1.60	2.62	1.76	1.96	2.00	1.71	1.67	2.20	1.73	1.71	2.13
68.2%	1.49	1.73	2.27	1.71	3.13	1.58	1.71	2.22	1.71	1.60	2.20	1.84	1.71	2.58
78.2%	1.69	1.51	2.13	1.76	2.98	1.49	1.67	2.11	1.60	1.42	2.31	1.76	1.64	2.84
88.8%	1.33	1.40	2.07	1.82	3.27	1.53	1.49	2.51	1.98	1.53	2.31	2.13	1.71	3.16
100.0%	1.47	1.33	2.18	1.80	3.44	1.44	1.67	2.29	1.82	1.76	2.49	2.04	1.64	2.98

表 3.2.2 変化率ごとの各印象語の評価 (2/2)

変化率	満足	疑問	冷静	同情	喜び	軽蔑	嫌悪	不安	強調	肯定	苛立ち	相槌	自信有	自信無
-100.0%	1.47	2.11	1.93	1.84	1.47	2.31	2.27	2.31	1.62	1.91	2.09	2.00	1.60	2.69
-88.8%	1.27	1.71	2.33	2.27	1.24	2.53	2.58	2.73	1.64	1.60	2.47	1.91	1.51	2.78
-78.2%	1.53	1.82	2.02	2.40	1.42	2.51	2.44	2.47	1.84	1.89	1.89	2.02	1.62	2.20
-68.2%	1.31	1.82	2.24	2.02	1.24	2.62	2.76	2.53	1.51	1.78	2.47	1.71	1.56	3.04
-58.7%	1.36	1.93	2.00	2.38	1.36	2.58	2.64	2.44	1.53	2.00	1.93	2.13	1.40	2.53
-49.8%	1.49	1.87	2.27	2.13	1.31	2.33	2.31	2.38	1.67	1.89	2.04	2.07	1.53	2.62
-41.4%	1.24	1.60	2.18	2.20	1.29	2.89	3.09	2.78	1.64	1.69	2.36	2.22	1.36	2.69
-33.5%	1.56	1.60	2.29	1.80	1.47	2.36	2.18	2.24	1.78	2.20	2.07	2.07	1.80	2.36
-26.0%	1.47	1.87	2.09	2.04	1.38	2.98	3.00	2.51	1.98	1.91	2.60	2.07	1.67	2.87
-18.9%	1.62	1.80	2.49	1.98	1.49	2.20	2.24	2.49	2.02	2.40	2.07	2.22	1.80	2.29
-12.2%	1.33	1.67	2.29	2.00	1.36	2.51	2.87	2.76	1.89	1.76	2.18	2.02	1.47	2.58
-5.9%	1.29	1.80	2.07	1.98	1.29	2.80	2.96	3.11	1.69	1.49	2.51	1.87	1.62	3.13
0.0%	1.51	1.80	1.80	1.73	1.67	2.27	2.09	1.80	1.89	1.89	2.04	1.69	1.76	2.02
5.9%	1.42	2.22	2.20	1.56	1.36	2.69	2.58	2.20	1.89	1.96	2.47	1.69	1.78	2.22
12.2%	2.07	2.11	1.87	1.64	1.98	2.07	2.04	1.96	2.47	2.02	2.20	1.80	2.13	2.09
18.9%	2.11	2.09	1.98	1.78	2.24	2.18	2.07	1.96	2.71	2.16	2.13	1.93	2.40	1.98
26.0%	1.98	1.98	1.82	1.62	1.96	1.78	1.89	2.00	2.64	2.20	1.62	1.96	2.02	1.93
33.5%	1.87	1.98	1.80	1.76	1.82	1.73	2.16	1.69	2.31	2.02	2.20	1.84	1.98	1.93
41.4%	2.16	2.33	1.73	1.56	2.29	1.82	2.04	1.53	2.69	2.18	1.89	1.73	2.31	1.76
49.8%	1.87	2.00	1.44	1.69	1.76	2.22	2.33	1.62	2.82	2.13	2.44	1.84	1.87	1.44
58.7%	1.71	2.42	1.71	1.73	1.71	2.22	2.49	1.80	2.64	1.89	2.51	1.73	1.80	1.96
68.2%	2.04	2.49	1.69	1.64	1.96	1.96	2.09	1.73	3.09	2.13	2.20	1.82	2.20	1.67
78.2%	2.24	2.40	1.29	1.40	2.02	1.98	2.04	1.58	3.22	1.93	2.40	1.73	2.31	1.47
88.8%	2.09	2.00	1.42	1.42	2.29	1.73	2.16	1.49	3.47	2.11	2.53	1.73	2.56	1.33
100.0%	2.07	2.33	1.40	1.51	2.11	1.87	2.20	1.60	3.67	2.20	2.44	1.62	2.76	1.40

表 3.2.3 各印象語の変化率と評価の相関係数

	悲しみ	無関心	不満	信頼	驚き	恐れ	落胆	感心	安堵	慎み	怒り	好意	中立	高揚
マイナス	0.01	0.00	0.16	0.07	0.48	0.32	0.18	-0.28	-0.43	0.56	0.28	0.00	-0.32	0.55
プラス	-0.68	-0.85	-0.45	0.16	0.87	-0.55	-0.69	0.39	-0.10	-0.27	0.67	0.23	-0.62	0.76
全体	-0.82	-0.73	-0.71	0.72	0.91	-0.40	-0.83	0.76	0.22	0.02	0.41	0.74	-0.21	0.90

	満足	疑問	冷静	同情	喜び	軽蔑	嫌悪	不安	強調	肯定	苛立ち	相槌	自信有	自信無
マイナス	0.05	-0.46	0.35	-0.33	0.06	0.25	0.37	0.42	0.54	0.10	0.22	0.26	0.23	0.08
プラス	0.42	0.39	-0.88	-0.54	0.40	-0.46	-0.05	-0.79	0.91	0.13	0.44	-0.51	0.61	-0.89
全体	0.80	0.66	-0.78	-0.83	0.80	-0.67	-0.47	-0.78	0.92	0.46	0.23	-0.60	0.82	-0.83

まず、「驚き」、「感心」、「好意」、「高揚」、「満足」、「喜び」、「強調」、「自信あり」に対する、変化率ごとの評価を図 3.2.1、図 3.2.2 に示す。これらの印象語は変化率が正のときに評価が高くなる印象語である。特に、「驚き」、

「高揚」、「強調」、「自信あり」は変化率が正の方向に大きくなるにつれて評価も高くなる傾向がある。相関係数を見ても、これらの印象語はプラスで0.61~0.91と強い正の相関がある。また、「感心」、「好意」、「満足」、「喜び」では、変化率が負のときは相関がなく（マイナスの相関係数は-0.28~0.06）、ほぼ横ばいである。変化率が正のときも、変化率が負のときと比べて評価は相対的に高いが、相関は弱く（プラスの相関係数は0.23~0.42）、変化率が大きければ評価が高くなるといった傾向は見られない。

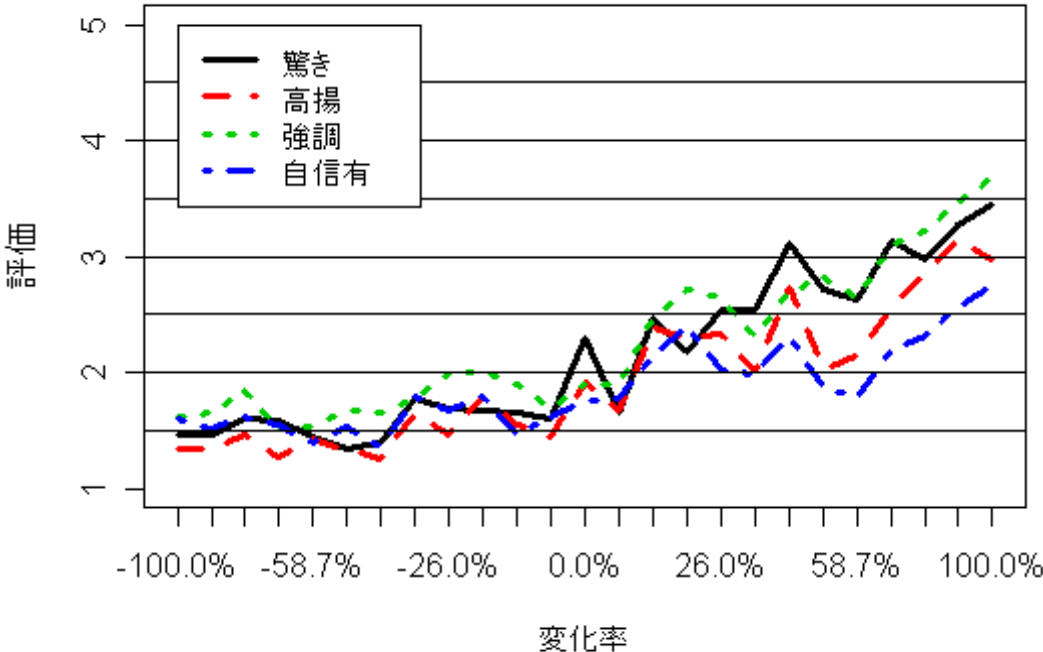


図 3.2.1 「驚き」、「高揚」、「強調」、「自信あり」
の変化率ごとの評価の変化

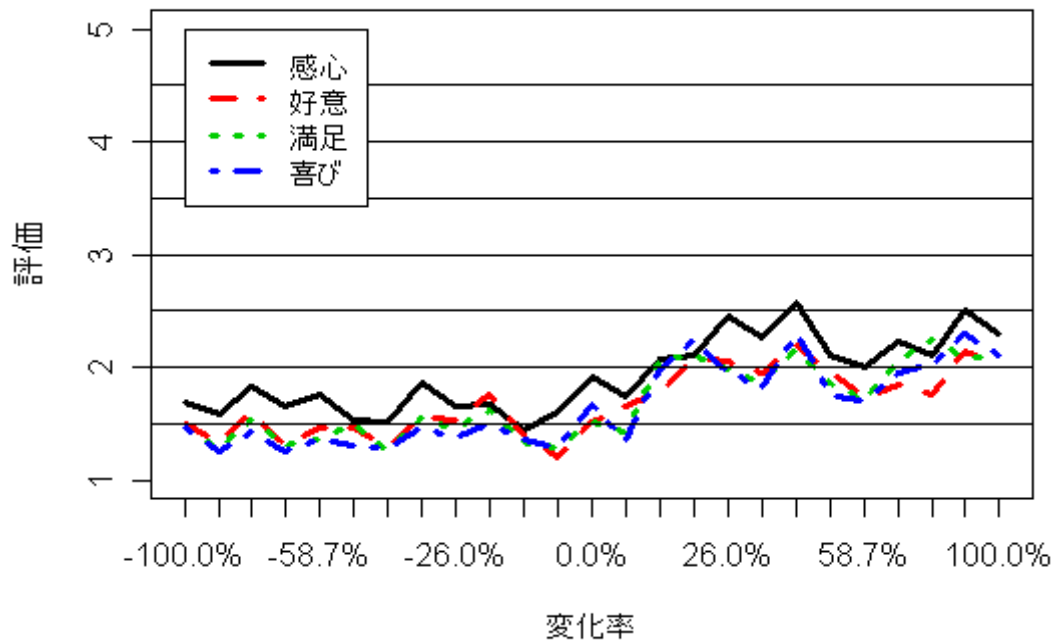


図 3.2.2 「感心」、「好意」、「満足」、「喜び」
の変化率ごとの評価の変化

次に、「悲しみ」、「不満」、「落胆」、「不安」、「自信なし」、「無関心」、「冷静」、「軽蔑」、「嫌悪」に対する、変化率ごとの評価を図 3.2.3、図 3.2.4 に示す。これらの印象語は変化率が負のときに評価が高くなる印象語である。また、「嫌悪」以外の印象語では変化率が正の方向に大きくなるにつれて評価も低くなっていて、相関係数を見ても、プラスで $-0.45 \sim -0.89$ と負の相関があり、先の「驚き」、「高揚」、「強調」、「自信あり」とは逆の結果となった。「悲しみ」、「不満」、「落胆」、「不安」、「自信なし」は変化率0%を境に評価が低くなっている。また、「無関心」、「冷静」、「軽蔑」、「嫌悪」も変化率0%を境に評価が相対的に低くなるが、変化率が負の場合はほぼ横ばいとなっている（マイナスの相関係数は $0.00 \sim 0.37$ ）。

これらの印象語の多くは変化率 $-41.4\% \sim -12.2\%$ で特異な形状をしていることが分かる。印象語と声の高さの関係については次節で述べるが、この特異な形状は、変化率 $-41.4\% \sim -12.2\%$ のところで声の高い音声を多く含む変化率と声の低い音声を多く含む変化率が交互に並んだために起こったという可能性が考えられる。

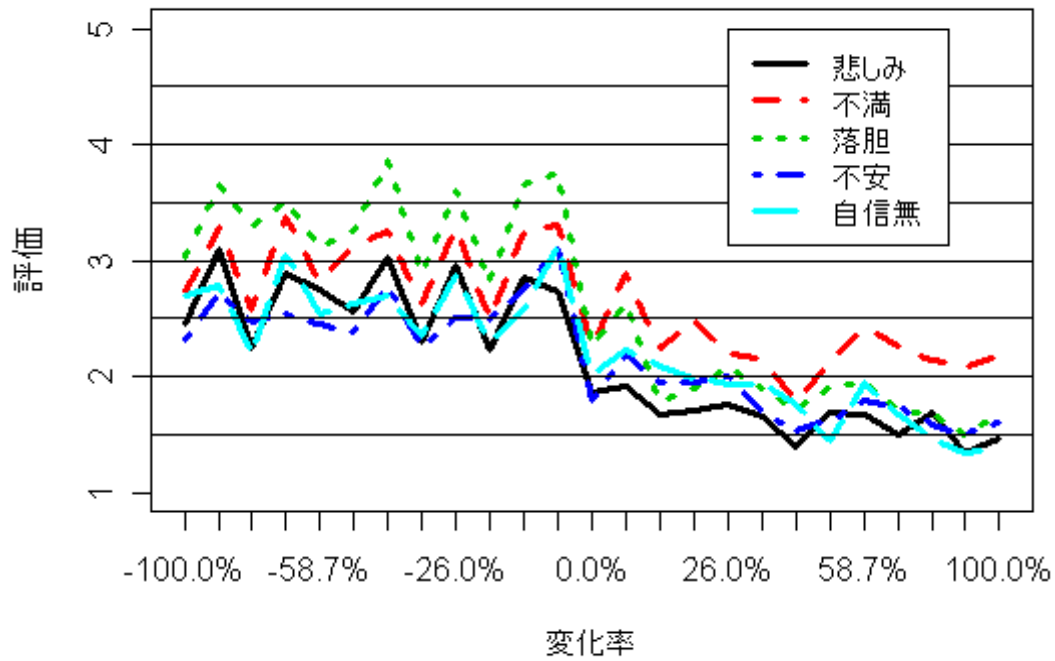


図 3.2.3 「悲しみ」、「不満」、「落胆」、「不安」、「自信なし」
の変化率ごとの評価の変化

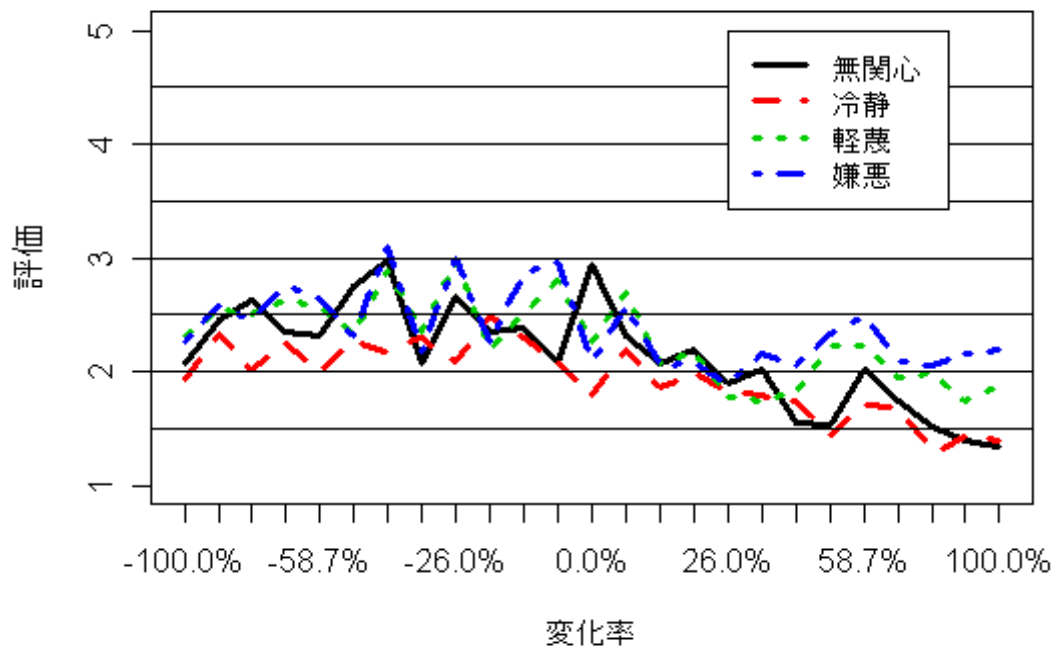


図 3.2.4 「無関心」、「冷静」、「軽蔑」、「嫌悪」
の変化率ごとの評価の変化

「信頼」、「恐れ」、「安堵」、「慎み」、「中立」、「怒り」、「疑問」、「同情」、「肯定」、「苛立ち」、「相槌」に対する、変化率ごとの評価を図3.2.5、図3.2.6に示す。これらの印象語では、変化率の差で評価に大きな違いは見られなかった。相関係数を見ても、プラス、マイナス共に、概ね低い値となっているが、マイナスで「慎み」が-0.56、プラスで「恐れ」が-0.55、プラスで「怒り」が0.67、プラスで「中立」が-0.62、プラスで「同情」が-0.54、プラスで「相槌」-0.51と絶対値で0.50を超える印象語もあった。相関係数でははずれ値が大きな影響を与えるが、これらの印象語はやや値が大きいところや小さいところが見受けられ、この影響で相関係数が大きい値となってしまったと推測できる。ただ、これらの印象語はグラフの形状から、評価の変化の幅が小さいので、ほとんど相関はないと言える。また、「信頼」、「恐れ」、「安堵」、「慎み」、「中立」では、評価が2.0付近を、「怒り」、「疑問」、「同情」、「肯定」、「苛立ち」、「相槌」では評価が2.5付近を超える印象語がないので、28個の印象語の中では、印象を受けにくい印象語であると考えられる。

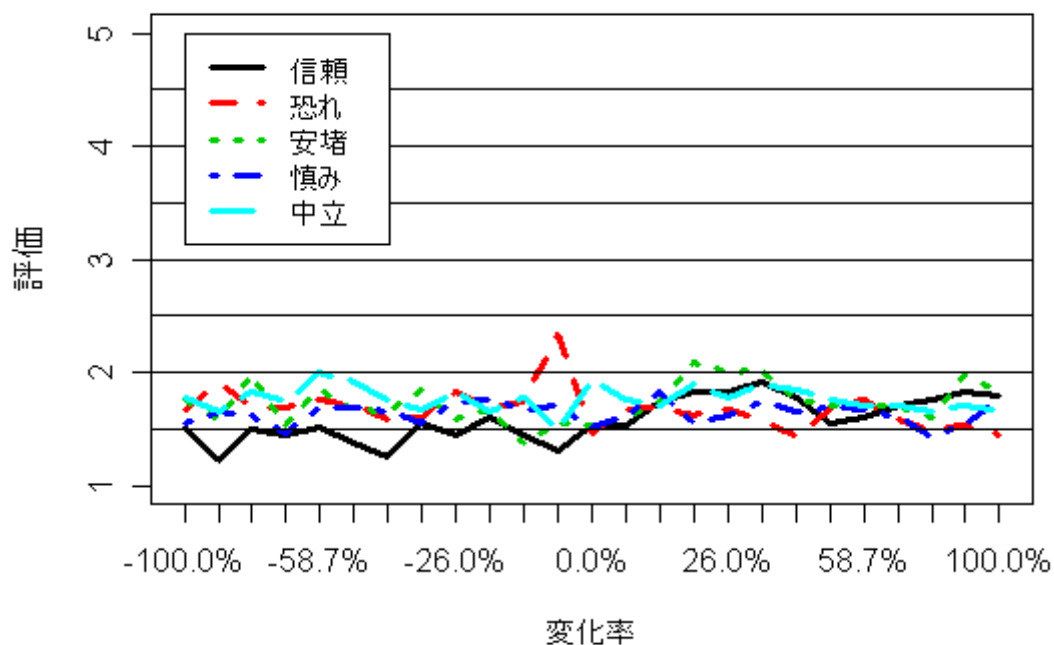


図3.2.5 「信頼」、「恐れ」、「安堵」、「慎み」、「中立」
の変化率ごとの評価の変化

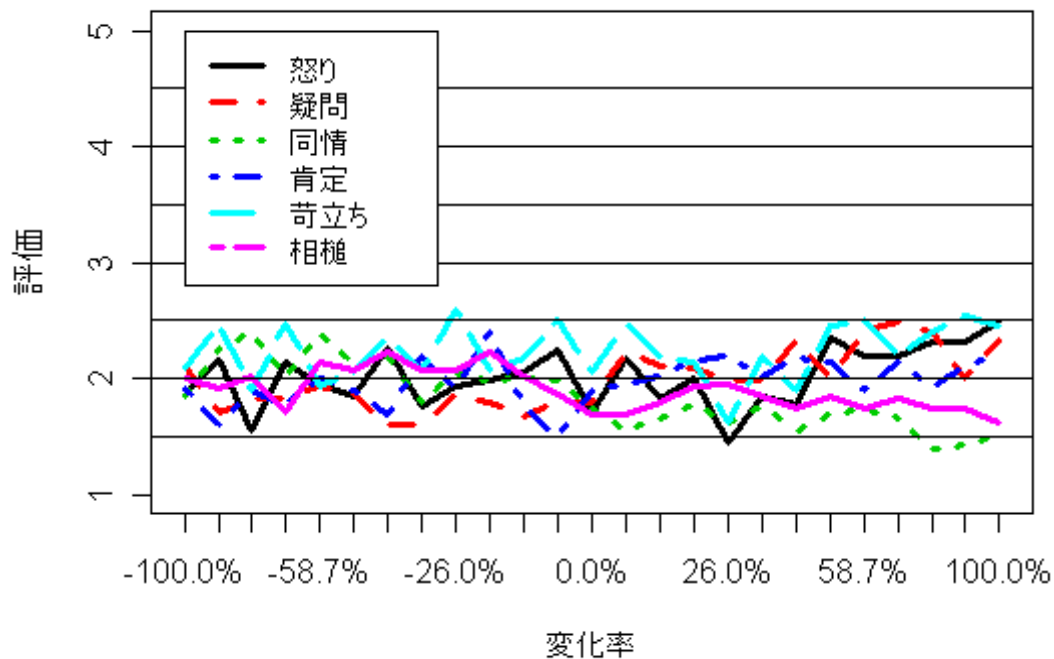


図 3.2.6 「怒り」、「疑問」、「同情」、「肯定」、「苛立ち」、「相槌」
の変化率ごとの評価の変化

3. 3 平均F0による評価

75種類の各音声に対する評価の平均値と平均F0の相関係数を表3.3.1に、評価の平均を表3.3.2、表3.3.3、表3.3.4、表3.3.5、表3.3.6、表3.3.7に示す。同じ変化率でも平均F0の変化によって評価にどのような違いがあるか述べる。

表 3.3.1 各印象語の平均F0と評価の相関係数

	悲しみ	無関心	不満	信頼	驚き	恐れ	落胆	感心	安堵	慎み
マイナス	-0.63	-0.52	-0.72	0.59	0.66	-0.30	-0.80	0.60	0.61	0.37
プラス	-0.57	-0.76	-0.78	0.62	0.76	-0.28	-0.76	0.75	0.46	0.26
全体	-0.70	-0.73	-0.81	0.69	0.77	-0.38	-0.80	0.76	0.55	0.24
	怒り	好意	中立	高揚	満足	疑問	冷静	同情	喜び	軽蔑
マイナス	-0.44	0.60	0.51	0.80	0.69	0.15	-0.20	0.16	0.71	-0.76
プラス	-0.40	0.80	-0.05	0.79	0.79	-0.26	-0.64	-0.39	0.80	-0.73
全体	-0.28	0.78	0.21	0.81	0.79	0.12	-0.62	-0.41	0.79	-0.81
	嫌悪	不安	強調	肯定	苛立ち	相槌	自信有	自信無		
マイナス	-0.70	-0.56	0.62	0.56	-0.58	0.46	0.48	-0.72		
プラス	-0.73	-0.53	0.78	0.51	-0.56	-0.10	0.70	-0.65		
全体	-0.77	-0.69	0.77	0.58	-0.49	-0.01	0.71	-0.77		

表 3.3.2 各音声の評価 (1/6)

変化率	音名	平均F0	悲しみ	無関心	不満	信頼	驚き	恐れ	落胆	感心	安堵	慎み
-100.0%	レ1レ0	110.1	2.87	2.20	3.27	1.33	1.47	1.93	3.07	1.47	1.80	1.60
	リ1リ0	116.7	2.40	2.07	2.47	1.47	1.53	1.60	3.00	1.93	1.73	1.53
	ミ1ミ0	123.6	2.07	1.93	2.47	1.73	1.40	1.47	3.00	1.67	1.73	1.53
-88.8%	デ1レ0	106	3.53	2.40	3.53	1.13	1.40	2.13	3.67	1.40	1.47	1.80
	レ1リ0	112.3	3.07	2.60	3.07	1.40	1.53	1.93	3.60	1.67	1.87	1.60
	ミ1ファ0	126.05	2.67	2.33	3.27	1.13	1.47	1.60	3.67	1.67	1.40	1.53
-78.2%	ド1レ0	102.1	2.20	2.53	2.67	1.53	1.53	2.07	3.47	2.27	2.07	1.93
	リ1ファ0	121.45	2.47	2.60	2.87	1.47	1.53	1.80	3.93	1.40	1.80	1.53
	ミ1フィ0	128.65	2.07	2.73	2.20	1.47	1.73	1.27	2.47	1.80	2.07	1.40
-68.2%	シ0レ0	98.45	3.47	2.27	4.07	1.07	1.33	1.67	4.20	1.20	1.20	1.27
	レ1ファ0	117.05	2.40	2.47	2.53	1.93	1.53	1.80	3.20	2.00	1.93	1.87
	リ1フィ0	124.05	2.80	2.33	3.53	1.33	1.87	1.60	3.13	1.73	1.47	1.27
-58.7%	ド1ミ0	106.6	3.20	2.13	3.07	1.20	1.40	2.13	3.60	1.53	1.67	1.53
	レ1フィ0	119.65	2.20	2.47	2.47	2.07	1.47	1.53	2.40	2.13	2.20	1.93
	リ1ソ0	126.8	2.87	2.33	2.93	1.27	1.47	1.60	3.33	1.60	1.67	1.60
-49.8%	ラ0レ0	91.7	2.27	3.27	4.00	1.07	1.33	1.80	4.07	1.07	1.27	1.53
	ド1ファ0	109.05	3.20	2.40	3.20	1.33	1.13	1.73	3.47	1.80	1.87	1.60
	リ1サ0	129.7	2.20	2.60	2.20	1.73	1.53	1.60	2.20	1.73	1.87	1.93
-41.4%	ラ0リ0	93.9	3.13	2.53	3.73	1.33	1.20	1.47	3.87	1.33	1.47	1.67
	チ0ミ0	99.45	2.80	3.60	2.47	1.13	1.53	1.67	4.00	1.47	1.47	1.53
	リ1ラ0	132.8	3.13	2.80	3.53	1.27	1.47	1.60	3.73	1.73	2.00	1.73
-33.5%	シ0フィ0	108	2.67	2.53	3.60	1.13	1.47	1.47	3.53	1.47	1.47	1.47
	デ1サ0	121.2	2.00	1.87	2.13	1.93	2.00	1.53	2.53	2.00	2.13	1.67
	ミ1シ0	144.15	2.20	1.80	2.13	1.60	1.87	1.80	2.60	2.13	1.93	1.53
-26.0%	ソ0リ0	87.9	3.53	3.00	3.60	1.13	1.27	1.20	4.27	1.33	1.13	1.47
	サ0ミ0	93.1	2.87	2.60	3.87	1.33	1.47	2.20	3.67	1.47	1.47	1.60
	デ1ラ0	124.3	2.47	2.40	2.40	1.87	2.33	2.07	2.87	2.13	2.13	2.13
-18.9%	チ0ソ0	107.25	2.73	2.67	3.13	1.27	1.40	2.07	3.93	1.47	1.47	1.73
	レ1シ0	135.15	2.13	2.40	2.40	1.73	1.67	1.47	2.53	1.87	1.93	1.67
	ミ1デ1	151.7	1.80	2.00	1.93	1.80	1.93	1.53	2.00	1.67	1.60	1.87
-12.2%	ファ0リ0	82.55	3.40	3.00	3.27	1.33	1.27	1.87	4.27	1.33	1.13	1.53
	ラ0ソ0	104	2.93	2.53	4.00	1.27	1.53	1.93	3.73	1.33	1.47	1.60
	リ1デ1	147.1	2.20	1.60	2.47	1.73	2.13	1.40	2.93	1.67	1.53	1.87
-5.9%	ファ0ミ0	84.85	3.00	2.13	4.13	1.20	1.40	2.13	4.33	1.40	1.27	1.53
	ソ0フィ0	95.25	2.73	2.13	3.47	1.20	1.60	2.53	4.00	1.33	1.27	1.60
	レ1デ1	142.7	2.47	2.00	2.33	1.53	1.80	2.33	2.93	2.07	2.13	2.00
0.0%	フィ0フィ0	92.5	2.40	3.47	3.07	1.33	1.33	1.53	3.07	1.67	1.47	1.60
	シ0シ0	123.5	1.60	3.73	2.20	1.53	1.67	1.47	2.27	1.73	1.33	1.40
	ミ1ミ1	164.8	1.60	1.60	1.53	1.73	3.87	1.40	1.47	2.33	1.80	1.53

表 3.3.3 各音声の評価 (2/6)

変化率	音名	平均F0	悲しみ	無関心	不満	信頼	驚き	恐れ	落胆	感心	安堵	慎み
5.9%	フィソ0	95.25	2.20	2.47	4.00	1.13	1.53	1.53	3.60	1.53	1.07	1.27
	シド1	127.15	1.87	2.33	2.60	1.40	1.47	1.67	2.33	1.53	1.33	1.60
	デ1レ1	142.7	1.67	2.13	2.07	2.07	1.93	1.80	1.93	2.13	2.40	2.00
12.2%	フィサ0	98.15	1.87	2.80	2.80	1.33	1.67	1.67	2.47	1.27	1.33	1.67
	ド1レ1	138.8	1.20	1.20	1.67	2.07	3.20	1.47	1.27	2.67	2.07	1.93
	デ1リ1	147.1	1.93	2.20	2.27	1.80	2.53	1.93	1.60	2.27	1.80	1.87
18.9%	サ0シ0	113.65	2.40	3.40	3.20	1.40	1.60	2.07	2.87	1.67	2.00	1.67
	ド1リ1	143.2	1.60	2.07	2.47	1.93	1.80	1.67	1.60	1.93	1.87	1.67
	リ1フィ1	170.3	1.13	1.13	1.80	2.13	3.13	1.13	1.20	2.73	2.40	1.33
26.0%	ソ0シ0	110.75	2.07	2.80	3.07	1.87	1.67	2.07	2.60	2.13	2.27	1.80
	チ0レ1	131.65	1.80	1.80	2.27	1.80	1.80	1.60	2.27	1.87	1.80	1.47
	リ1ソ1	175.8	1.40	1.07	1.27	1.80	4.13	1.33	1.40	3.33	1.93	1.60
33.5%	フィシ0	108	1.87	2.60	2.33	1.40	1.67	1.53	2.33	1.60	1.73	1.47
	ラ0レ1	128.4	1.67	2.13	2.60	1.73	2.13	1.67	2.00	2.07	1.87	1.47
	ド1ファ1	152.7	1.40	1.33	1.53	2.60	3.80	1.53	1.33	3.13	2.47	2.27
41.4%	ソ0デ1	118.3	1.40	2.00	2.20	1.53	2.67	1.27	1.87	2.13	1.67	1.60
	チ0ミ1	140.65	1.67	1.47	1.93	1.80	2.67	1.60	1.80	2.40	1.73	1.60
	ド1フィ1	157.9	1.13	1.20	1.20	2.00	4.00	1.40	1.47	3.20	1.87	1.73
49.8%	ソ0レ1	122.4	1.53	2.13	2.20	1.67	2.07	1.80	1.80	2.20	1.80	1.33
	ラ0ミ1	137.4	1.80	1.27	2.33	1.27	2.73	1.67	2.13	1.73	1.87	1.67
	ド1ソ1	163.4	1.73	1.20	1.87	1.73	3.33	1.53	1.80	2.40	1.47	2.07
58.7%	ファ0デ1	112.95	1.27	2.00	2.60	1.53	2.13	1.47	2.00	1.53	1.60	1.47
	フィ0レ1	119.65	2.13	2.27	2.93	1.33	2.33	1.87	2.27	1.67	1.47	1.93
	チ0フィ1	150.75	1.60	1.80	1.73	1.93	3.40	1.93	1.60	2.80	2.07	1.60
68.2%	ファ0レ1	117.05	1.87	2.27	2.20	1.40	2.20	1.67	1.93	1.60	1.33	1.60
	ラ0フィ1	147.5	1.47	1.53	2.33	1.87	3.40	1.73	1.87	2.47	1.73	1.67
	チ0ソ1	156.25	1.13	1.40	2.27	1.87	3.80	1.33	1.33	2.60	2.07	1.53
78.2%	ファ0リ1	121.45	1.60	1.53	2.40	1.73	2.73	1.40	1.47	1.87	1.53	1.40
	フィ0ミ1	128.65	1.73	1.67	2.13	1.60	2.73	1.53	2.07	2.27	1.67	1.27
	ラ0ソ1	153	1.73	1.33	1.87	1.93	3.47	1.53	1.47	2.20	1.60	1.60
88.8%	フィ0ファ1	133.55	1.27	1.47	2.00	2.33	3.73	1.20	1.33	3.27	2.47	1.87
	ソ0フィ1	141.5	1.20	1.60	2.33	1.60	2.60	1.60	1.73	2.27	1.73	1.27
	サ0ソ1	149.9	1.53	1.13	1.87	1.53	3.47	1.80	1.40	2.00	1.73	1.47
100.00%	ファ0ファ1	130.95	1.53	1.20	2.67	1.53	3.07	1.33	2.07	1.93	1.47	1.60
	フィ0フィ1	138.75	1.60	1.40	2.40	1.67	3.73	1.53	1.47	2.13	2.07	1.60
	ソ0ソ1	147	1.27	1.40	1.47	2.20	3.53	1.47	1.47	2.80	1.93	2.07

表 3.3.4 各音声の評価 (3/6)

変化率	音名	平均F0	怒り	好意	中立	高揚	満足	疑問	冷静	同情	喜び	軽蔑
-100.0%	レ1レ0	110.1	1.73	1.53	1.67	1.33	1.53	2.20	2.07	1.80	1.60	2.33
	リ1リ0	116.7	2.13	1.53	1.80	1.47	1.27	2.20	1.87	2.07	1.47	2.13
	ミ1ミ0	123.6	1.73	1.40	1.87	1.20	1.60	1.93	1.87	1.67	1.33	2.47
-88.8%	デ1レ0	106	2.47	1.13	1.40	1.20	1.13	1.87	2.40	2.27	1.13	2.53
	レ1リ0	112.3	2.07	1.47	1.60	1.40	1.13	1.53	2.47	2.20	1.20	2.80
	ミ1ファ0	126.05	1.93	1.40	1.93	1.40	1.53	1.73	2.13	2.33	1.40	2.27
-78.2%	ド1レ0	102.1	1.93	1.60	1.73	1.53	1.53	1.87	2.20	2.67	1.40	2.60
	リ1ファ0	121.45	1.53	1.40	1.60	1.40	1.40	1.60	1.73	2.20	1.27	2.80
	ミ1フィ0	128.65	1.20	1.80	2.13	1.47	1.67	2.00	2.13	2.33	1.60	2.13
-68.2%	シ0レ0	98.45	2.27	1.07	1.47	1.07	1.20	1.53	2.80	2.00	1.07	3.27
	レ1ファ0	117.05	1.67	1.53	2.13	1.40	1.53	1.87	2.07	2.33	1.53	1.93
	リ1フィ0	124.05	2.47	1.33	1.60	1.33	1.20	2.07	1.87	1.73	1.13	2.67
-58.7%	ド1ミ0	106.6	2.27	1.20	1.73	1.33	1.33	2.13	1.73	2.20	1.27	2.93
	レ1フィ0	119.65	1.67	2.00	2.00	1.53	1.67	1.73	2.27	2.33	1.60	2.20
	リ1ソ0	126.8	1.93	1.20	2.27	1.40	1.07	1.93	2.00	2.60	1.20	2.60
-49.8%	ラ0レ0	91.7	2.07	1.13	2.00	1.07	1.13	1.53	2.47	1.80	1.13	2.80
	ド1ファ0	109.05	1.73	1.33	1.73	1.27	1.47	1.80	2.33	2.47	1.20	2.27
	リ1サ0	129.7	1.73	1.93	2.00	1.67	1.87	2.27	2.00	2.13	1.60	1.93
-41.4%	ラ0リ0	93.9	2.47	1.47	1.73	1.20	1.20	1.20	1.87	2.47	1.40	3.00
	チ0ミ0	99.45	1.80	1.27	1.80	1.20	1.13	1.67	2.53	2.13	1.20	2.93
	リ1ラ0	132.8	2.53	1.20	1.73	1.33	1.40	1.93	2.13	2.00	1.27	2.73
-33.5%	シ0フィ0	108	2.00	1.20	1.33	1.27	1.13	1.60	2.53	1.53	1.27	2.87
	デ1サ0	121.2	1.60	1.80	2.13	1.73	1.87	1.47	2.33	1.80	1.47	2.27
	ミ1シ0	144.15	1.67	1.67	1.53	1.93	1.67	1.73	2.00	2.07	1.67	1.93
-26.0%	ソ0リ0	87.9	1.87	1.13	1.40	1.13	1.07	1.60	2.00	1.60	1.13	3.27
	サ0ミ0	93.1	2.13	1.40	1.60	1.47	1.33	2.00	1.87	2.13	1.27	3.33
	デ1ラ0	124.3	1.80	2.07	2.47	1.80	2.00	2.00	2.40	2.40	1.73	2.33
-18.9%	チ0ソ0	107.25	2.13	1.27	1.27	1.20	1.07	2.20	3.13	1.73	1.20	2.67
	レ1シ0	135.15	2.07	1.80	1.60	1.67	1.60	1.67	2.27	2.13	1.47	2.27
	ミ1デ1	151.7	1.73	2.20	2.07	2.53	2.20	1.53	2.07	2.07	1.80	1.67
-12.2%	ファ0リ0	82.55	2.00	1.33	1.47	1.20	1.33	1.53	1.80	1.73	1.27	2.80
	ラ0ソ0	104	2.40	1.20	1.87	1.13	1.07	1.87	3.07	2.00	1.20	2.53
	リ1デ1	147.1	1.73	1.67	2.00	2.33	1.60	1.60	2.00	2.27	1.60	2.20
-5.9%	ファ0ミ0	84.85	2.87	1.13	1.20	1.13	1.07	1.67	2.20	2.13	1.00	3.33
	ソ0フィ0	95.25	2.07	1.13	1.33	1.20	1.13	1.93	2.07	1.93	1.13	2.73
	レ1デ1	142.7	1.80	1.33	1.93	2.00	1.67	1.80	1.93	1.87	1.73	2.33
0.0%	フィ0フィ0	92.5	1.67	1.27	2.00	1.33	1.27	2.07	2.60	1.87	1.27	2.80
	シ0シ0	123.5	1.73	1.40	1.73	1.47	1.33	1.93	1.47	1.80	1.47	2.60
	ミ1ミ1	164.8	1.73	1.87	2.07	2.93	1.93	1.40	1.33	1.53	2.27	1.40

表 3.3.5 各音声の評価 (4/6)

変化率	音名	平均F0	怒り	好意	中立	高揚	満足	疑問	冷静	同情	喜び	軽蔑
5.9%	フィソ0	95.25	3.07	1.07	1.33	1.60	1.07	2.07	2.20	1.40	1.07	3.60
	シド1	127.15	2.00	1.47	1.67	1.53	1.20	2.60	1.87	1.60	1.33	2.33
	デ1レ1	142.7	1.47	2.40	2.27	1.87	2.00	2.00	2.53	1.67	1.67	2.13
12.2%	フィサ0	98.15	2.47	1.33	1.53	1.40	1.27	2.13	2.07	1.93	1.33	3.13
	ド1レ1	138.8	1.40	2.33	1.60	3.47	2.93	1.67	1.53	1.73	2.73	1.27
	デ1リ1	147.1	1.60	1.67	2.00	2.27	2.00	2.53	2.00	1.27	1.87	1.80
18.9%	サ0シ0	113.65	2.33	1.33	2.07	1.40	1.47	2.67	2.53	2.13	1.40	2.87
	ド1リ1	143.2	1.93	2.07	2.13	1.93	1.93	1.93	2.33	1.60	1.80	1.87
	リ1フィ1	170.3	1.73	2.80	1.47	3.53	2.93	1.67	1.07	1.60	3.53	1.80
26.0%	ソ0シ0	110.75	1.80	1.73	2.20	1.33	1.47	2.53	2.53	2.00	1.27	2.40
	チ0レ1	131.65	1.40	1.73	1.73	1.67	1.80	1.60	1.87	1.47	1.67	1.67
	リ1ソ1	175.8	1.13	2.67	1.40	4.00	2.67	1.80	1.07	1.40	2.93	1.27
33.5%	フィシ0	108	2.27	1.53	2.00	1.40	1.27	2.13	2.13	1.87	1.33	2.07
	ラ0レ1	128.4	1.80	1.40	1.53	1.40	1.40	2.13	1.93	1.93	1.27	1.93
	ド1ファ1	152.7	1.47	2.93	2.13	3.27	2.93	1.67	1.33	1.47	2.87	1.20
41.4%	ソ0デ1	118.3	1.67	1.93	2.13	1.67	1.80	2.67	2.13	1.33	1.47	2.20
	チ0ミ1	140.65	2.20	2.07	1.67	2.80	1.80	1.93	1.53	1.80	2.27	1.80
	ド1フィ1	157.9	1.47	2.60	1.73	3.73	2.87	2.40	1.53	1.53	3.13	1.47
49.8%	ソ0レ1	122.4	2.27	2.00	2.00	1.67	1.67	1.73	1.60	1.93	1.73	2.27
	ラ0ミ1	137.4	2.53	1.53	1.47	1.73	1.67	2.00	1.33	1.53	1.47	2.53
	ド1ソ1	163.4	2.27	2.33	1.80	2.67	2.27	2.27	1.40	1.60	2.07	1.87
58.7%	ファ0デ1	112.95	2.53	1.40	1.80	1.80	1.60	2.40	1.80	1.33	1.47	2.27
	フィ0レ1	119.65	2.40	1.27	1.40	1.53	1.40	2.80	1.93	2.27	1.27	3.07
	チ0フィ1	150.75	1.67	2.53	1.93	3.07	2.13	2.07	1.40	1.60	2.40	1.33
68.2%	ファ0レ1	117.05	2.13	1.47	1.60	1.47	1.33	2.80	2.20	1.87	1.40	2.27
	ラ0フィ1	147.5	2.47	1.87	1.87	2.87	2.07	1.67	1.60	1.60	2.00	1.53
	チ0ソ1	156.25	2.00	2.20	1.67	3.40	2.73	3.00	1.27	1.47	2.47	2.07
78.2%	ファ0リ1	121.45	2.13	1.53	1.67	2.13	1.87	2.27	1.20	1.40	1.53	2.07
	フィ0ミ1	128.65	2.40	1.73	1.60	2.80	2.20	2.73	1.40	1.47	2.20	2.27
	ラ0ソ1	153	2.40	2.00	1.67	3.60	2.67	2.20	1.27	1.33	2.33	1.60
88.8%	フィ0ファ1	133.55	1.47	2.53	2.13	3.73	2.53	1.60	1.40	1.53	2.87	1.20
	ソ0フィ1	141.5	2.53	2.07	1.40	3.13	2.13	1.93	1.53	1.40	2.00	2.00
	サ0ソ1	149.9	2.93	1.80	1.60	2.60	1.60	2.47	1.33	1.33	2.00	2.00
100.00%	ファ0ファ1	130.95	3.13	1.80	1.40	2.73	1.80	2.53	1.40	1.40	1.87	1.87
	フィ0フィ1	138.75	2.80	2.07	1.73	2.73	1.87	1.93	1.40	1.47	2.00	2.13
	ソ0ソ1	147	1.53	2.27	1.80	3.47	2.53	2.53	1.40	1.67	2.47	1.60

表 3.3.6 各音声の評価 (5/6)

変化率	音名	平均F0	嫌悪	不安	強調	肯定	苛立ち	相槌	自信有	自信無
-100.0%	レ1レ0	110.1	2.27	2.40	1.60	1.87	2.00	1.80	1.47	3.27
	リ1リ0	116.7	2.00	2.20	1.60	2.07	2.00	2.47	1.60	2.73
	ミ1ミ0	123.6	2.53	2.33	1.67	1.80	2.27	1.73	1.73	2.07
-88.8%	デ1レ0	106	2.73	3.00	1.53	1.60	2.47	1.67	1.40	2.87
	レ1リ0	112.3	2.73	2.73	1.53	1.47	2.80	2.07	1.53	3.00
	ミ1ファ0	126.05	2.27	2.47	1.87	1.73	2.13	2.00	1.60	2.47
-78.2%	ド1レ0	102.1	3.07	2.73	1.87	2.00	2.27	2.33	1.53	2.33
	リ1ファ0	121.45	2.73	2.60	1.80	1.60	1.87	1.53	1.47	2.80
	ミ1フィ0	128.65	1.53	2.07	1.87	2.07	1.53	2.20	1.87	1.47
-68.2%	シ0レ0	98.45	3.07	2.67	1.60	1.60	2.87	1.40	1.53	3.67
	レ1ファ0	117.05	2.13	2.33	1.33	2.13	1.73	2.20	1.87	2.13
	リ1フィ0	124.05	3.07	2.60	1.60	1.60	2.80	1.53	1.27	3.33
-58.7%	ド1ミ0	106.6	2.93	2.93	1.47	1.47	1.93	1.53	1.33	2.80
	レ1フィ0	119.65	2.13	1.87	1.53	2.40	1.87	2.93	1.73	2.07
	リ1ソ0	126.8	2.87	2.53	1.60	2.13	2.00	1.93	1.13	2.73
-49.8%	ラ0レ0	91.7	2.87	2.47	1.47	1.47	2.13	2.00	1.60	3.07
	ド1ファ0	109.05	2.27	2.33	1.87	2.07	1.87	1.93	1.27	2.27
	リ1サ0	129.7	1.80	2.33	1.67	2.13	2.13	2.27	1.73	2.53
-41.4%	ラ0リ0	93.9	2.93	2.87	1.33	1.73	2.13	1.93	1.47	2.67
	チ0ミ0	99.45	3.00	3.07	1.87	1.73	2.40	2.40	1.27	2.60
	リ1ラ0	132.8	3.33	2.40	1.73	1.60	2.53	2.33	1.33	2.80
-33.5%	シ0フィ0	108	2.80	2.20	1.40	2.07	2.53	1.40	1.53	3.20
	デ1サ0	121.2	1.93	2.20	1.80	2.27	1.73	2.27	2.07	2.00
	ミ1シ0	144.15	1.80	2.33	2.13	2.27	1.93	2.53	1.80	1.87
-26.0%	ソ0リ0	87.9	3.33	2.00	1.53	1.40	3.20	1.73	1.80	2.80
	サ0ミ0	93.1	3.13	3.00	1.47	1.47	2.27	1.93	1.33	3.73
	デ1ラ0	124.3	2.53	2.53	2.93	2.87	2.33	2.53	1.87	2.07
-18.9%	チ0ソ0	107.25	3.00	3.20	1.40	2.13	2.20	2.07	1.27	3.13
	レ1シ0	135.15	2.00	2.20	1.93	2.60	2.07	2.40	1.80	2.07
	ミ1デ1	151.7	1.73	2.07	2.73	2.47	1.93	2.20	2.33	1.67
-12.2%	ファ0リ0	82.55	3.20	3.20	1.67	1.73	2.53	1.73	1.13	3.27
	ラ0ソ0	104	3.47	2.80	1.47	1.73	2.40	2.00	1.53	3.00
	リ1デ1	147.1	1.93	2.27	2.53	1.80	1.60	2.33	1.73	1.47
-5.9%	ファ0ミ0	84.85	3.67	3.53	1.67	1.27	3.07	1.87	1.60	3.80
	ソ0フィ0	95.25	2.73	3.00	1.40	1.40	2.67	1.53	1.60	3.33
	レ1デ1	142.7	2.47	2.80	2.00	1.80	1.80	2.20	1.67	2.27
0.0%	フィ0フィ0	92.5	2.73	2.20	1.33	1.60	2.47	1.87	1.53	2.40
	シ0シ0	123.5	2.07	2.07	1.67	2.00	1.93	1.40	1.47	2.47
	ミ1ミ1	164.8	1.47	1.13	2.67	2.07	1.73	1.80	2.27	1.20

表 3.3.7 各音声の評価 (6/6)

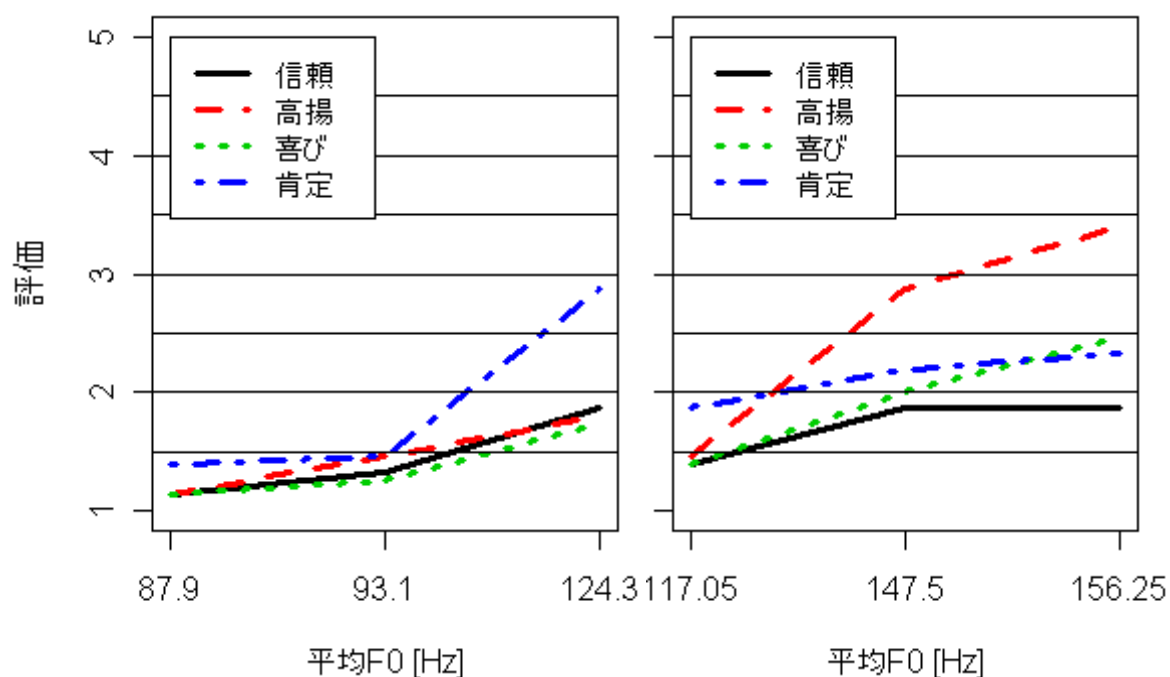
変化率	音名	平均F0	嫌悪	不安	強調	肯定	苛立ち	相槌	自信有	自信無
5.9%	フィソ0	95.25	3.33	1.87	1.47	1.33	3.20	1.67	1.93	2.20
	シド1	127.15	2.27	2.80	1.87	1.87	2.40	1.20	1.33	2.53
	デ1レ1	142.7	2.13	1.93	2.33	2.67	1.80	2.20	2.07	1.93
12.2%	フィサ0	98.15	2.60	2.60	1.47	1.93	2.87	1.60	1.80	2.93
	ド1レ1	138.8	1.53	1.53	3.13	2.13	1.60	2.07	2.67	1.20
	デ1リ1	147.1	2.00	1.73	2.80	2.00	2.13	1.73	1.93	2.13
18.9%	サ0シ0	113.65	3.07	2.67	2.00	1.93	2.73	2.13	1.60	2.73
	ド1リ1	143.2	1.53	2.00	2.67	2.60	2.07	2.13	2.27	1.93
	リ1フィ1	170.3	1.60	1.20	3.47	1.93	1.60	1.53	3.33	1.27
26.0%	ソ0シ0	110.75	2.33	2.73	1.53	2.47	2.00	1.93	1.20	2.60
	チ0レ1	131.65	1.87	1.93	2.40	2.07	1.47	2.33	2.00	2.00
	リ1ソ1	175.8	1.47	1.33	4.00	2.07	1.40	1.60	2.87	1.20
33.5%	フィシ0	108	2.80	1.60	1.53	1.93	2.80	1.60	1.87	2.00
	ラ0レ1	128.4	2.07	1.87	1.73	1.67	2.07	1.87	1.47	2.20
	ド1ファ1	152.7	1.60	1.60	3.67	2.47	1.73	2.07	2.60	1.60
41.4%	ソ0デ1	118.3	2.40	1.67	1.73	2.00	1.93	1.87	1.67	1.87
	チ0ミ1	140.65	2.40	1.73	1.87	2.00	2.27	1.80	2.00	1.93
	ド1フィ1	157.9	1.33	1.20	4.47	2.53	1.47	1.53	3.27	1.47
49.8%	ソ0レ1	122.4	2.00	1.47	2.73	2.13	2.20	2.20	1.47	1.47
	ラ0ミ1	137.4	3.00	2.00	2.33	1.73	3.20	1.60	1.67	1.47
	ド1ソ1	163.4	2.00	1.40	3.40	2.53	1.93	1.73	2.47	1.40
58.7%	ファ0デ1	112.95	2.67	1.47	2.47	1.47	3.00	1.60	1.47	1.73
	フィ0レ1	119.65	3.00	2.00	1.80	1.67	2.60	1.73	1.60	2.27
	チ0フィ1	150.75	1.80	1.93	3.67	2.53	1.93	1.87	2.33	1.87
68.2%	ファ0レ1	117.05	2.53	1.93	1.80	1.87	2.40	1.87	1.73	1.93
	ラ0フィ1	147.5	1.87	1.67	3.00	2.20	2.07	2.20	2.20	1.40
	チ0ソ1	156.25	1.87	1.60	4.47	2.33	2.13	1.40	2.67	1.67
78.2%	ファ0リ1	121.45	2.40	1.40	3.07	1.87	2.47	1.87	2.07	1.60
	フィ0ミ1	128.65	1.93	1.53	2.87	1.93	2.47	1.80	2.53	1.53
	ラ0ソ1	153	1.80	1.80	3.73	2.00	2.27	1.53	2.33	1.27
88.8%	フィ0ファ1	133.55	1.73	1.60	3.67	2.33	1.60	2.00	2.87	1.33
	ソ0フィ1	141.5	2.27	1.47	3.33	2.20	3.13	1.73	2.53	1.20
	サ0ソ1	149.9	2.47	1.40	3.40	1.80	2.87	1.47	2.27	1.47
100.00%	ファ0ファ1	130.95	2.40	1.60	3.53	1.87	2.67	1.33	2.80	1.20
	フィ0フィ1	138.75	2.53	1.73	2.93	2.07	2.80	1.67	2.27	1.60
	ソ0ソ1	147	1.67	1.47	4.53	2.67	1.87	1.87	3.20	1.40

まず「信頼」、「高揚」、「喜び」、「肯定」に対する、変化率が-26.0%、68.2%における評価を図 3.3.1 に示す。図 3.3.1 から、変化率-26.0%では、どの印象語も声の高い順に評価が高くなっている。また変化率68.2%においても、同様に声の高い順に評価が高くなっている。相関係数を見ても 0.51~0.80 程度の正の相

関がある。よって、これらの印象語は変化に関係なく声が高くなれば、印象も受けやすくなる傾向があると言える。

次に「悲しみ」、「無関心」、「不満」、「落胆」、「冷静」に対する、変化率が-18.9%、26.0%における評価を図3.3.2に示す。図3.3.2から、変化率-18.9%では、どの印象語も声の低い音声が高くなる音声に比べて評価が高くなっている。また変化率26.0%においても、声の低い音声の評価が高くなっている。相関係数を見ると、「冷静」のマイナス以外は、-0.52から-0.80と負の相関となっている。

「冷静」のマイナスの相関係数は-0.2と小さくなっているが、グラフの形状を見ると、声の低い音声の評価が相対的に高いといえる。よって、これらの印象語は、変化に関係なく声が低くなれば、印象も受けやすくなる傾向があると言える。



a) 変化率=-26.0% b) 変化率=68.2%

図3.3.1 「信頼」、「高揚」、「喜び」、「肯定」
の平均F0の評価

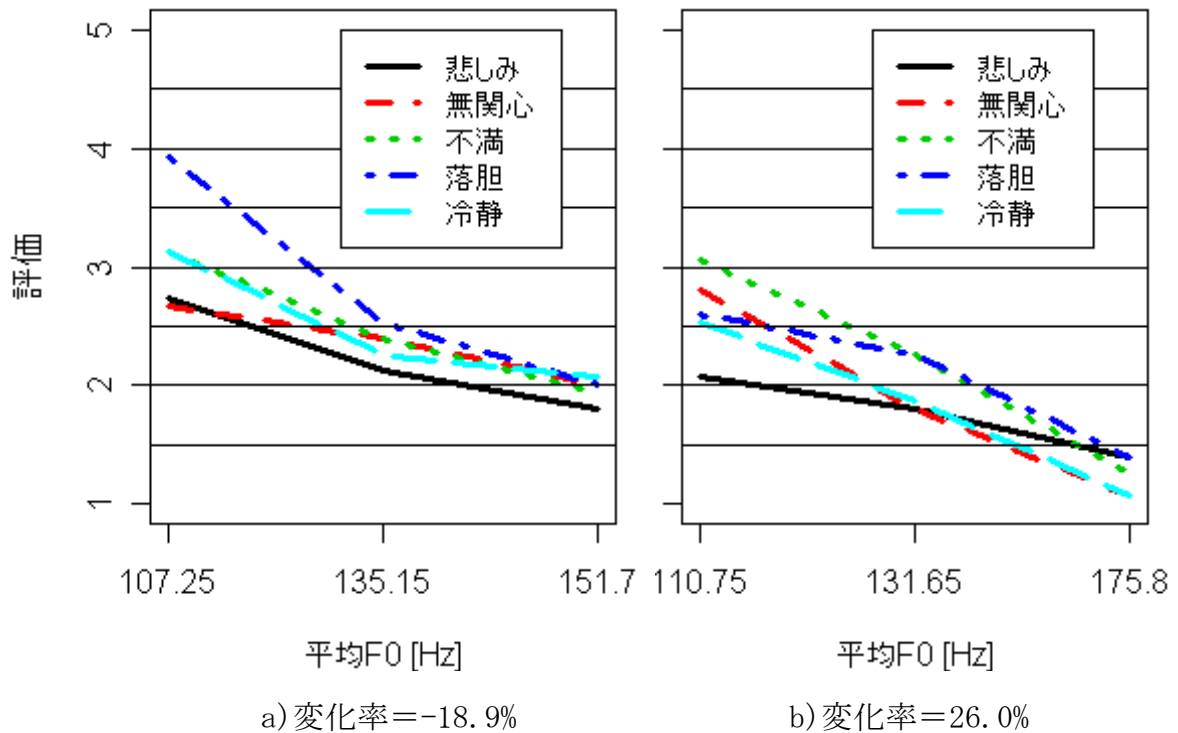


図 3. 3. 2 「悲しみ」、「無関心」、「不満」、「落胆」、「冷静」の平均 F0 の評価

次に「驚き」、「感心」、「好意」、「満足」、「強調」、「自信あり」に対する、変化率が-78.2%、68.2%における評価を図 3. 3. 3、図 3. 3. 4 に示す。図 3. 3. 3、図 3. 3. 4 から、変化率 68.2% では、どの印象語も声の高い音声の評価が高く、相関係数を見ても、0.70 以上の強い正の相関がある。変化率が負のときでも、変化率が正のときと比べると変化の幅が小さいが、声の高い音声の評価が高い。相関係数を見ると、0.48~0.69 とやや正の相関がある。よって、これらの印象語は、変化率が正のときに声が高くなれば、印象を受けやすくなる傾向があると言える。

次に「自信なし」に対する、変化率が-18.9%、49.8%における評価を図 3. 3. 5 に示す。図 3. 3. 5 から変化率-18.9%では、声の低い音声の評価が高く、相関係数が-0.72 と強い負の相関がある。変化率が正のときでは、変化率が負のときと比べると変化の幅が小さいが、声の低い音声の評価が高い。相関係数を見ると-0.65 と負の相関がある。よって、「自信なし」では、変化率が負のときに声が低くなれば、印象を受けやすくなる傾向があると言える。

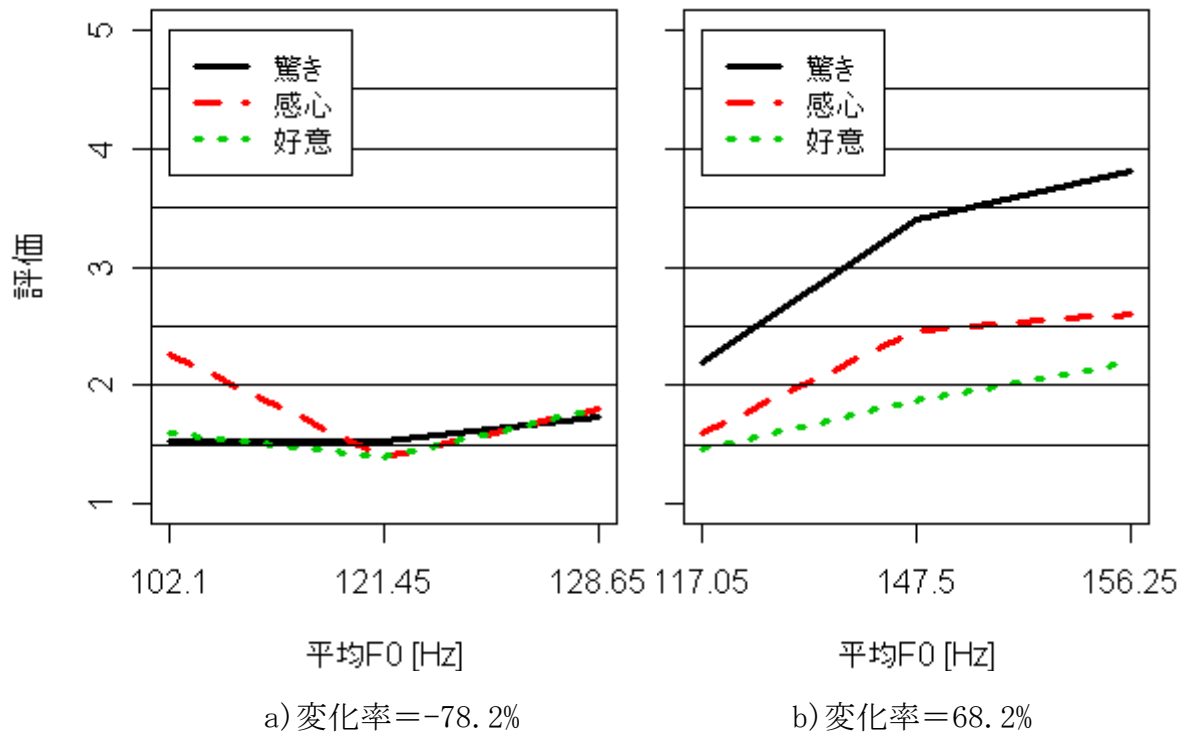


図 3.3.3 「驚き」、「感心」、「好意」の平均 F0 の評価

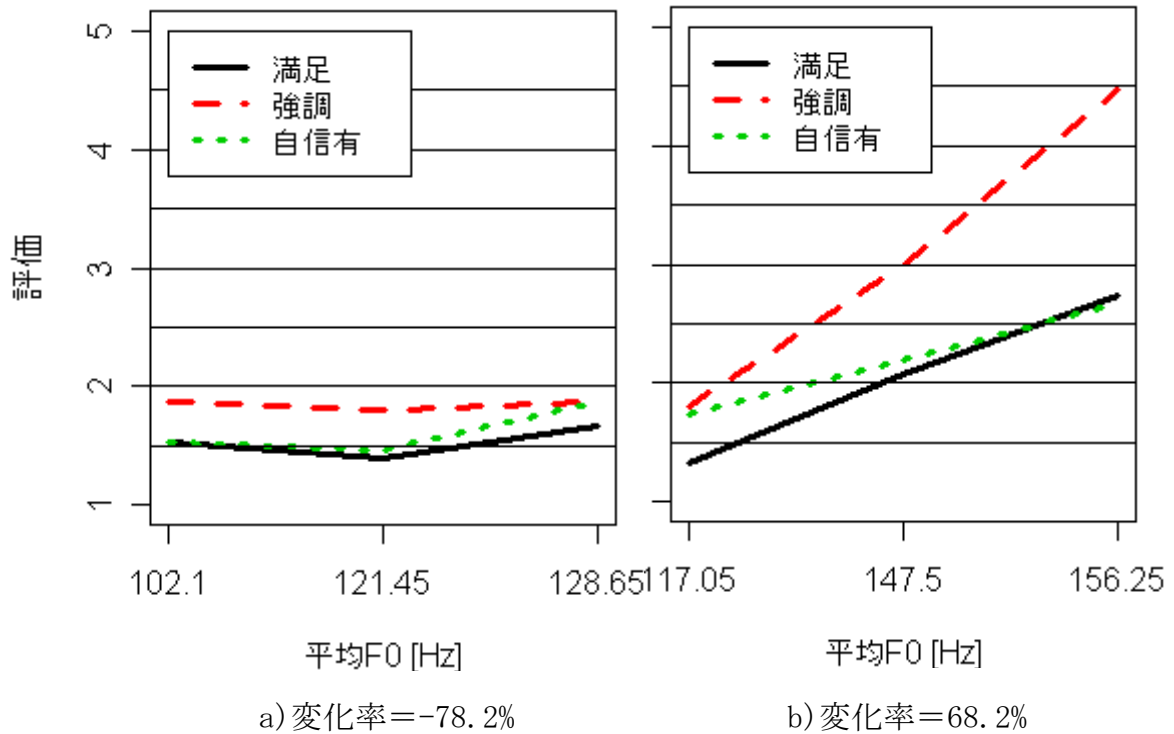


図 3.3.4 「満足」、「強調」、「自信あり」の平均 F0 の評価

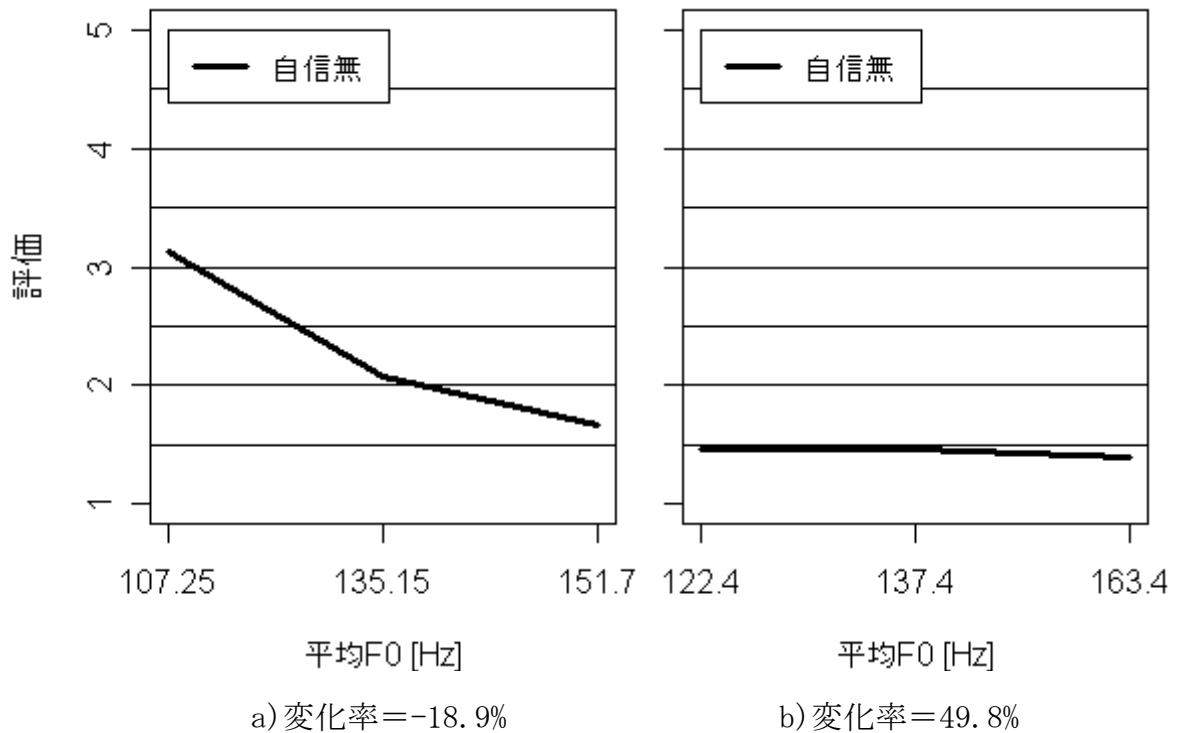


図 3.3.5 「自信なし」の平均F0の評価

次に「安堵」、「中立」に対する、変化率が-26.0%、78.2%における評価を図 3.3.6 に示す。図 3.3.6 から、変化率が-26.0%では、声の高い音声の評価が高い。相関係数は「安堵」が 0.61、「中立」が 0.51 と正の相関がある。変化率が正のときでは、評価に大きな違いは見られなかった。（相関係数は「安堵」が 0.46、「中立」は-0.05）。よって、これらの印象語は、変化率が負のときに、声が高くなれば、印象を受けやすくなる傾向があると言える。

最後に「恐れ」、「慎み」、「怒り」、「疑問」、「同情」、「相槌」に対する、変化率が-49.8%、78.2%における評価を図 3.3.7 に示す。これらの印象語では、図 3.3.7 のように、変化率が正負どちらのときでも大きな傾向が見られなかった。また、相関係数も-0.44~0.46 程度と相関があまり見られなかった。よって、これらの印象語は、声の高さの高低で印象の受けやすさに変化がない傾向があると言える。

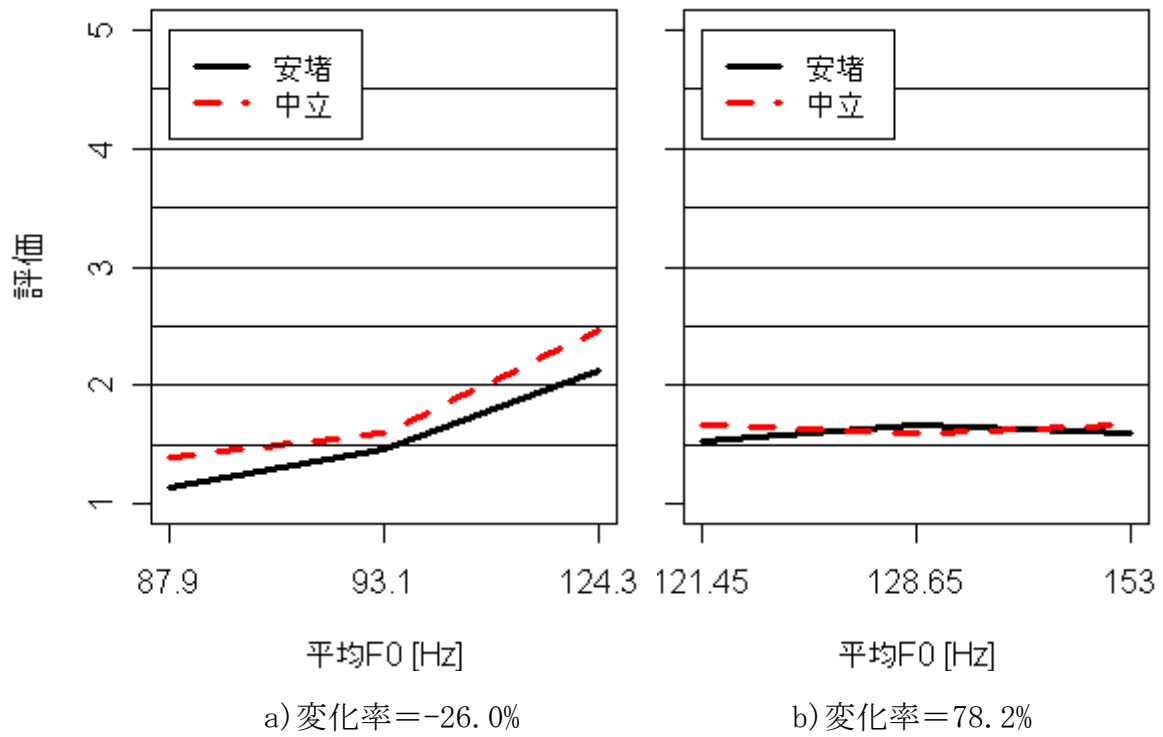


図 3.3.6 「安堵」、「中立」の平均 F0 の評価

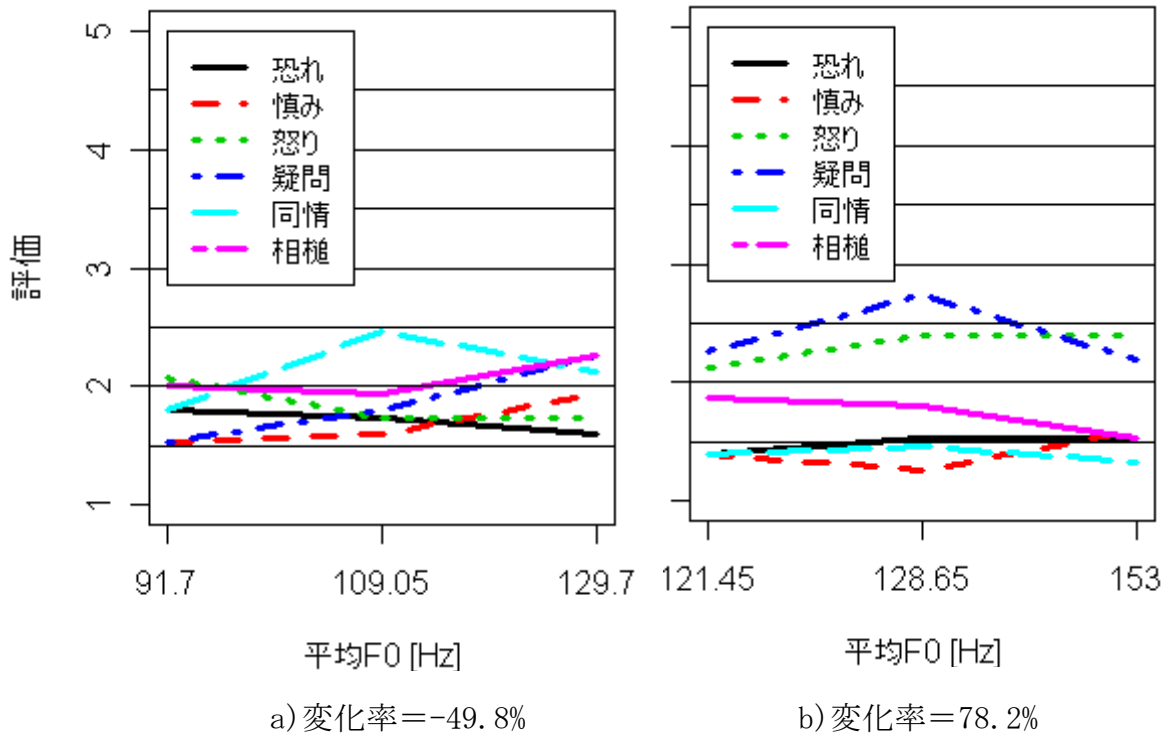


図 3.3.7 「恐れ」、「慎み」、「怒り」、「疑問」、「同情」、「相槌」の平均 F0 の評価

3. 4 最高音による分析

75種類の評価対象音声を、F0の最高値ごとに分け、評価を平均した。つまり、変化率が正のときでは後半1モーラの声の高さ、変化率が負のときでは、前半1モーラの声の高さで分類したことになる。表3.4.1に各印象語に対する最高音と評価の相関係数を示し、表3.4.2、表3.4.3、表3.4.4に最高音ごとの評価を示す。

表3.4.1と前節の表3.3.1を比べると、各印象語の相関の傾向は似ているが、平均F0に比べて全体的に相関が強まっていることが分かる。例えば、「好意」は、平均F0では相関係数がマイナスで0.60、プラスで0.80であるが、最高音では、それぞれ0.78、0.93と強い正の相関になっている。また、「怒り」は、平均F0では相関係数がマイナスで-0.44、プラスで-0.40と相関があまり見られなかったが、最高音ではそれぞれ-0.77、-0.58と負の相関が見られる。平均F0では相関がみられなかった、「恐れ」、「慎み」、「怒り」、「疑問」、「同情」、「相槌」は、最高音では、「恐れ」、「怒り」に変化率が負のときに負の相関 ($r=-0.60$ 、 -0.77) が、「相槌」にも変化率が負のときに正の相関関係 ($r=0.5$) が見られた。

各最高F0に含まれる数や変化率は異なるが、声の高さに関しては平均F0よりも最高F0が印象の受けやすさとの関係が強いといえる。

表3.4.1 各印象語の最高音と評価の相関係数

	悲しみ	無関心	不満	信頼	驚き	恐れ	落胆	感心	安堵	慎み
マイナス	-0.87	-0.62	-0.80	0.71	0.67	-0.60	-0.93	0.77	0.81	0.38
プラス	-0.78	-0.91	-0.89	0.85	0.93	-0.37	-0.87	0.92	0.72	0.47
全体	-0.89	-0.89	-0.92	0.87	0.90	-0.69	-0.90	0.90	0.86	0.46

	怒り	好意	中立	高揚	満足	疑問	冷静	同情	喜び	軽蔑
マイナス	-0.77	0.78	0.75	0.82	0.78	0.29	-0.05	0.43	0.86	-0.88
プラス	-0.58	0.93	0.24	0.92	0.95	-0.18	-0.89	-0.36	0.94	-0.90
全体	-0.32	0.91	0.33	0.89	0.92	0.46	-0.76	-0.58	0.90	-0.94

	嫌悪	不安	強調	肯定	苛立ち	相槌	自信有	自信無
マイナス	-0.95	-0.75	0.69	0.81	-0.75	0.50	0.52	-0.82
プラス	-0.85	-0.67	0.95	0.73	-0.79	0.17	0.76	-0.87
全体	-0.94	-0.81	0.90	0.90	-0.76	-0.08	0.82	-0.90

表 3.4.2 最高音ごとの評価 (1/3)

変化	最大音	F0	音声数	悲しみ	無関心	不満	信頼	驚き	恐れ	落胆	感心	安堵	慎み
全体	ファ0	87.3	2	3.20	2.57	3.70	1.27	1.33	2.00	4.30	1.37	1.20	1.53
全体	フィ0	92.5	1	2.40	3.47	3.07	1.33	1.33	1.53	3.07	1.67	1.47	1.60
全体	ソ0	98	3	2.82	2.53	3.69	1.16	1.47	1.76	3.96	1.40	1.16	1.44
全体	サ0	103.8	2	2.37	2.70	3.33	1.33	1.57	1.93	3.07	1.37	1.40	1.63
全体	ラ0	110	3	2.78	2.78	3.91	1.22	1.36	1.73	3.89	1.24	1.40	1.60
全体	チ0	116.5	2	2.77	3.13	2.80	1.20	1.47	1.87	3.97	1.47	1.47	1.63
全体	シ0	123.5	6	2.34	2.89	3.08	1.40	1.57	1.71	2.97	1.63	1.67	1.51
全体	ド1	130.8	4	2.62	2.35	2.88	1.37	1.38	1.90	3.22	1.78	1.73	1.67
全体	デ1	138.6	5	2.13	2.13	2.57	1.60	2.11	1.69	2.59	1.84	1.80	1.73
全体	レ1	146.8	13	2.08	2.16	2.46	1.70	1.93	1.76	2.40	1.95	1.89	1.72
全体	リ1	155.6	10	2.32	2.21	2.71	1.57	1.86	1.62	2.69	1.79	1.73	1.64
全体	ミ1	164.8	9	1.96	1.87	2.21	1.57	2.27	1.54	2.36	1.96	1.76	1.55
全体	ファ1	174.6	3	1.40	1.33	2.07	2.16	3.53	1.36	1.58	2.78	2.13	1.91
全体	フィ1	185	6	1.36	1.44	1.97	1.87	3.38	1.56	1.56	2.60	1.98	1.53
全体	ソ1	196	6	1.47	1.26	1.77	1.84	3.62	1.50	1.48	2.56	1.79	1.72
マイナス	ファ0	87.3	2	3.20	2.57	3.70	1.27	1.33	2.00	4.30	1.37	1.20	1.53
マイナス	フィ0	92.5	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
マイナス	ソ0	98	2	3.13	2.57	3.53	1.17	1.43	1.87	4.13	1.33	1.20	1.53
マイナス	サ0	103.8	1	2.87	2.60	3.87	1.33	1.47	2.20	3.67	1.47	1.47	1.60
マイナス	ラ0	110	3	2.78	2.78	3.91	1.22	1.36	1.73	3.89	1.24	1.40	1.60
マイナス	チ0	116.5	2	2.77	3.13	2.80	1.20	1.47	1.87	3.97	1.47	1.47	1.63
マイナス	シ0	123.5	2	3.07	2.40	3.83	1.10	1.40	1.57	3.87	1.33	1.33	1.37
マイナス	ド1	130.8	3	2.87	2.36	2.98	1.36	1.36	1.98	3.51	1.87	1.87	1.69
マイナス	デ1	138.6	3	2.67	2.22	2.69	1.64	1.91	1.91	3.02	1.84	1.91	1.87
マイナス	レ1	146.8	6	2.52	2.36	2.68	1.67	1.58	1.83	2.96	1.87	1.98	1.78
マイナス	リ1	155.6	7	2.58	2.33	2.86	1.47	1.65	1.60	3.18	1.69	1.72	1.64
マイナス	ミ1	164.8	5	2.16	2.16	2.40	1.55	1.68	1.53	2.75	1.79	1.75	1.57
マイナス	ファ1	174.6	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
マイナス	フィ1	185	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
マイナス	ソ1	196	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	ファ0	87.3	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	フィ0	92.5	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	ソ0	98	1	2.20	2.47	4.00	1.13	1.53	1.53	3.60	1.53	1.07	1.27
プラス	サ0	103.8	1	1.87	2.80	2.80	1.33	1.67	1.67	2.47	1.27	1.33	1.67
プラス	ラ0	110	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	チ0	116.5	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	シ0	123.5	3	2.11	2.93	2.87	1.56	1.64	1.89	2.60	1.80	2.00	1.64
プラス	ド1	130.8	1	1.87	2.33	2.60	1.40	1.47	1.67	2.33	1.53	1.33	1.60
プラス	デ1	138.6	2	1.33	2.00	2.40	1.53	2.40	1.37	1.93	1.83	1.63	1.53
プラス	レ1	146.8	7	1.70	1.99	2.28	1.72	2.24	1.70	1.92	2.03	1.82	1.68
プラス	リ1	155.6	3	1.71	1.93	2.38	1.82	2.36	1.67	1.56	2.02	1.73	1.64
プラス	ミ1	164.8	3	1.73	1.47	2.13	1.56	2.71	1.60	2.00	2.13	1.76	1.51
プラス	ファ1	174.6	3	1.40	1.33	2.07	2.16	3.53	1.36	1.58	2.78	2.13	1.91
プラス	フィ1	185	6	1.36	1.44	1.97	1.87	3.38	1.56	1.56	2.60	1.98	1.53
プラス	ソ1	196	6	1.47	1.26	1.77	1.84	3.62	1.50	1.48	2.56	1.79	1.72

表 3.4.3 最高音ごとの評価 (2/3)

変化	最大音	F0	音声数	怒り	好意	中立	高揚	満足	疑問	冷静	同情	喜び	軽蔑
全体	ファ0	87.3	2	2.43	1.23	1.33	1.17	1.20	1.60	2.00	1.93	1.13	3.07
全体	フィ0	92.5	1	1.67	1.27	2.00	1.33	1.27	2.07	2.60	1.87	1.27	2.80
全体	ソ0	98	3	2.33	1.11	1.36	1.31	1.09	1.87	2.09	1.64	1.11	3.20
全体	サ0	103.8	2	2.30	1.37	1.57	1.43	1.30	2.07	1.97	2.03	1.30	3.23
全体	ラ0	110	3	2.31	1.27	1.87	1.13	1.13	1.53	2.47	2.09	1.24	2.78
全体	チ0	116.5	2	1.97	1.27	1.53	1.20	1.10	1.93	2.83	1.93	1.20	2.80
全体	シ0	123.5	6	2.07	1.38	1.80	1.32	1.31	2.07	2.33	1.89	1.30	2.68
全体	ド1	130.8	4	1.98	1.40	1.72	1.42	1.38	2.10	2.03	2.23	1.30	2.53
全体	デ1	138.6	5	2.01	1.67	1.99	1.64	1.68	2.08	2.21	1.83	1.45	2.32
全体	レ1	146.8	13	1.84	1.71	1.77	1.72	1.67	1.96	2.05	1.96	1.61	2.19
全体	リ1	155.6	10	1.97	1.55	1.88	1.73	1.56	2.03	1.91	1.93	1.47	2.28
全体	ミ1	164.8	9	1.90	1.74	1.81	2.09	1.81	1.89	1.76	1.87	1.78	2.05
全体	ファ1	174.6	3	2.02	2.42	1.89	3.24	2.42	1.93	1.38	1.47	2.53	1.42
全体	フィ1	185	6	2.11	2.32	1.69	3.18	2.33	1.94	1.42	1.53	2.51	1.71
全体	ソ1	196	6	2.04	2.21	1.66	3.29	2.41	2.38	1.29	1.47	2.38	1.73
マイナス	ファ0	87.3	2	2.43	1.23	1.33	1.17	1.20	1.60	2.00	1.93	1.13	3.07
マイナス	フィ0	92.5	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
マイナス	ソ0	98	2	1.97	1.13	1.37	1.17	1.10	1.77	2.03	1.77	1.13	3.00
マイナス	サ0	103.8	1	2.13	1.40	1.60	1.47	1.33	2.00	1.87	2.13	1.27	3.33
マイナス	ラ0	110	3	2.31	1.27	1.87	1.13	1.13	1.53	2.47	2.09	1.24	2.78
マイナス	チ0	116.5	2	1.97	1.27	1.53	1.20	1.10	1.93	2.83	1.93	1.20	2.80
マイナス	シ0	123.5	2	2.13	1.13	1.40	1.17	1.17	1.57	2.67	1.77	1.17	3.07
マイナス	ド1	130.8	3	1.98	1.38	1.73	1.38	1.44	1.93	2.09	2.44	1.29	2.60
マイナス	デ1	138.6	3	1.96	1.67	2.00	1.58	1.67	1.78	2.38	2.16	1.44	2.38
マイナス	レ1	146.8	6	1.83	1.61	1.82	1.56	1.52	1.80	2.18	2.11	1.52	2.31
マイナス	リ1	155.6	7	2.01	1.47	1.86	1.56	1.40	1.94	1.94	2.14	1.36	2.44
マイナス	ミ1	164.8	5	1.65	1.69	1.91	1.71	1.73	1.79	2.04	2.09	1.56	2.09
マイナス	ファ1	174.6	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
マイナス	フィ1	185	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
マイナス	ソ1	196	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	ファ0	87.3	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	フィ0	92.5	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	ソ0	98	1	3.07	1.07	1.33	1.60	1.07	2.07	2.20	1.40	1.07	3.60
プラス	サ0	103.8	1	2.47	1.33	1.53	1.40	1.27	2.13	2.07	1.93	1.33	3.13
プラス	ラ0	110	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	チ0	116.5	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	シ0	123.5	3	2.13	1.53	2.09	1.38	1.40	2.44	2.40	2.00	1.33	2.44
プラス	ド1	130.8	1	2.00	1.47	1.67	1.53	1.20	2.60	1.87	1.60	1.33	2.33
プラス	デ1	138.6	2	2.10	1.67	1.97	1.73	1.70	2.53	1.97	1.33	1.47	2.23
プラス	レ1	146.8	7	1.84	1.80	1.73	1.87	1.79	2.10	1.94	1.84	1.68	2.09
プラス	リ1	155.6	3	1.89	1.76	1.93	2.11	1.93	2.24	1.84	1.42	1.73	1.91
プラス	ミ1	164.8	3	2.38	1.78	1.58	2.44	1.89	2.22	1.42	1.60	1.98	2.20
プラス	ファ1	174.6	3	2.02	2.42	1.89	3.24	2.42	1.93	1.38	1.47	2.53	1.42
プラス	フィ1	185	6	2.11	2.32	1.69	3.18	2.33	1.94	1.42	1.53	2.51	1.71
プラス	ソ1	196	6	2.04	2.21	1.66	3.29	2.41	2.38	1.29	1.47	2.38	1.73

表 3.4.4 最高音ごとの評価 (3/3)

変化	最大音	F0	音声数	嫌悪	不安	強調	肯定	苛立ち	相槌	自信有	自信無
全体	ファ0	87.3	2	3.43	3.37	1.67	1.50	2.80	1.80	1.37	3.53
全体	フィ0	92.5	1	2.73	2.20	1.33	1.60	2.47	1.87	1.53	2.40
全体	ソ0	98	3	3.13	2.29	1.47	1.38	3.02	1.64	1.78	2.78
全体	サ0	103.8	2	2.87	2.80	1.47	1.70	2.57	1.77	1.57	3.33
全体	ラ0	110	3	3.09	2.71	1.42	1.64	2.22	1.98	1.53	2.91
全体	チ0	116.5	2	3.00	3.13	1.63	1.93	2.30	2.23	1.27	2.87
全体	シ0	123.5	6	2.69	2.32	1.62	2.00	2.48	1.64	1.53	2.78
全体	ド1	130.8	4	2.63	2.70	1.77	1.85	2.12	1.75	1.37	2.48
全体	デ1	138.6	5	2.45	2.17	2.09	2.04	2.29	1.99	1.69	2.11
全体	レ1	146.8	13	2.22	2.08	1.99	2.04	2.03	2.14	1.77	2.14
全体	リ1	155.6	10	2.37	2.21	2.11	1.94	2.16	2.01	1.65	2.41
全体	ミ1	164.8	9	2.07	1.96	2.22	2.01	2.16	1.96	1.98	1.74
全体	ファ1	174.6	3	1.91	1.60	3.62	2.22	2.00	1.80	2.76	1.38
全体	フィ1	185	6	1.90	1.53	3.48	2.24	2.17	1.76	2.66	1.47
全体	ソ1	196	6	1.88	1.50	3.92	2.23	2.08	1.60	2.63	1.40
マイナス	ファ0	87.3	2	3.43	3.37	1.67	1.50	2.80	1.80	1.37	3.53
マイナス	フィ0	92.5	0	—	—	—	—	—	—	—	—
マイナス	ソ0	98	2	3.03	2.50	1.47	1.40	2.93	1.63	1.70	3.07
マイナス	サ0	103.8	1	3.13	3.00	1.47	1.47	2.27	1.93	1.33	3.73
マイナス	ラ0	110	3	3.09	2.71	1.42	1.64	2.22	1.98	1.53	2.91
マイナス	チ0	116.5	2	3.00	3.13	1.63	1.93	2.30	2.23	1.27	2.87
マイナス	シ0	123.5	2	2.93	2.43	1.50	1.83	2.70	1.40	1.53	3.43
マイナス	ド1	130.8	3	2.76	2.67	1.73	1.84	2.02	1.93	1.38	2.47
マイナス	デ1	138.6	3	2.40	2.58	2.09	2.24	2.18	2.16	1.78	2.31
マイナス	レ1	146.8	6	2.29	2.39	1.66	2.04	2.04	2.27	1.68	2.47
マイナス	リ1	155.6	7	2.53	2.42	1.79	1.85	2.13	2.06	1.47	2.63
マイナス	ミ1	164.8	5	1.97	2.25	2.05	2.07	1.96	2.13	1.87	1.91
マイナス	ファ1	174.6	0	—	—	—	—	—	—	—	—
マイナス	フィ1	185	0	—	—	—	—	—	—	—	—
マイナス	ソ1	196	0	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	ファ0	87.3	0	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	フィ0	92.5	0	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	ソ0	98	1	3.33	1.87	1.47	1.33	3.20	1.67	1.93	2.20
プラス	サ0	103.8	1	2.60	2.60	1.47	1.93	2.87	1.60	1.80	2.93
プラス	ラ0	110	0	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	チ0	116.5	0	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	シ0	123.5	3	2.73	2.33	1.69	2.11	2.51	1.89	1.56	2.44
プラス	ド1	130.8	1	2.27	2.80	1.87	1.87	2.40	1.20	1.33	2.53
プラス	デ1	138.6	2	2.53	1.57	2.10	1.73	2.47	1.73	1.57	1.80
プラス	レ1	146.8	7	2.16	1.81	2.28	2.03	2.02	2.04	1.86	1.86
プラス	リ1	155.6	3	1.98	1.71	2.84	2.16	2.22	1.91	2.09	1.89
プラス	ミ1	164.8	3	2.44	1.76	2.36	1.89	2.64	1.73	2.07	1.64
プラス	ファ1	174.6	3	1.91	1.60	3.62	2.22	2.00	1.80	2.76	1.38
プラス	フィ1	185	6	1.90	1.53	3.48	2.24	2.17	1.76	2.66	1.47
プラス	ソ1	196	6	1.88	1.50	3.92	2.23	2.08	1.60	2.63	1.40

3. 5 最低音による評価

75種類の評価対象音声を、F0の最低値ごとに分け、評価を平均した。つまり、変化率が正のときでは、前半1モーラの声の高さ、変化率が負のときでは、後半1モーラの声の高さで分類したことになる。表3.5.1に最低音と評価の相関係数を示し、表3.5.2、表3.5.3、表3.5.4に最低音ごとの評価を示す。

表3.5.1と、最高F0と平均F0との相関係数から、最低音では最高音や平均F0に比べて多くの印象語で相関が低くなっていることが分かる。例えば、「高揚」は、平均F0では、相関係数がマイナス、プラス共に0.80程度の強い正の相関があるが、最低F0では、それぞれ0.92、0.59とマイナスのときに比べプラスの相関が弱くなっている。他にも、平均F0と比べて、マイナスにおいて相関係数が0.30以上高くなっている印象語（「無関心」、「相槌」、「自信あり」など）やプラスにおいて相関係数が0.30以上低くなっている印象語（「無関心」、「驚き」、「不安」など）が多く見られた。また、平均F0であまり傾向が見られなかった「相槌」はマイナスの相関係数が0.80と変化率が負のときに強い正の相関が見られ、「怒り」はプラスの相関係数が-0.86と変化率が正のときに強い負の相関が見られた。

このように最低F0で見た場合、相関が強くなっていたり、弱くなっていたりと、最高F0や平均F0の傾向と比べると、異なる傾向があることが分かる。

表 3.5.1 各印象語の最低音と評価の相関係数

	悲しみ	無関心	不満	信頼	驚き	恐れ	落胆	感心	安堵	慎み
マイナス	-0.75	-0.83	-0.81	0.75	0.89	-0.26	-0.78	0.74	0.62	0.66
プラス	-0.38	-0.43	-0.76	0.64	0.34	-0.24	-0.63	0.65	0.59	0.32
全体	-0.82	-0.77	-0.94	0.81	0.84	-0.69	-0.87	0.80	0.74	0.14

	怒り	好意	中立	高揚	満足	疑問	冷静	同情	喜び	軽蔑
マイナス	-0.43	0.74	0.47	0.92	0.71	-0.16	-0.14	-0.02	0.88	-0.78
プラス	-0.86	0.74	0.00	0.59	0.64	-0.56	-0.28	-0.55	0.68	-0.66
全体	-0.84	0.76	0.33	0.86	0.76	-0.36	-0.76	-0.85	0.80	-0.88

	嫌悪	不安	強調	肯定	苛立ち	相槌	自信有	自信無
マイナス	-0.60	-0.54	0.83	0.75	-0.65	0.80	0.72	-0.89
プラス	-0.79	-0.18	0.49	0.42	-0.84	-0.12	0.51	-0.22
全体	-0.93	-0.83	0.75	0.64	-0.89	-0.24	0.76	-0.89

表 3.5.2 最低音ごとの評価 (1/3)

変化	最小音	F0	音声数	悲しみ	無関心	不満	信頼	驚き	恐れ	落胆	感心	安堵	慎み
全体	レ0	73.4	5	2.87	2.53	3.51	1.23	1.41	1.92	3.69	1.48	1.56	1.63
全体	リ0	77.8	5	3.11	2.64	3.23	1.33	1.36	1.61	3.80	1.52	1.47	1.56
全体	ミ0	82.4	5	2.79	2.48	3.20	1.32	1.44	1.92	3.72	1.51	1.52	1.55
全体	ファ0	87.3	8	2.13	2.10	2.72	1.51	1.98	1.60	2.72	1.73	1.62	1.58
全体	フィ0	92.5	13	2.12	2.33	2.84	1.49	2.07	1.60	2.63	1.84	1.67	1.56
全体	ソ0	98	8	2.00	2.18	2.67	1.58	2.12	1.73	2.56	1.99	1.75	1.63
全体	サ0	103.8	4	2.03	2.25	2.35	1.65	2.15	1.75	2.25	1.85	1.93	1.68
全体	ラ0	110	6	2.04	1.91	2.51	1.66	2.59	1.71	2.34	2.06	1.87	1.71
全体	チ0	116.5	4	1.55	1.62	2.05	1.85	2.92	1.62	1.75	2.42	1.92	1.55
全体	シ0	123.5	4	1.95	2.57	2.33	1.57	1.67	1.60	2.43	1.82	1.63	1.55
全体	ド1	130.8	5	1.41	1.40	1.75	2.07	3.23	1.52	1.49	2.67	1.95	1.93
全体	デ1	138.6	5	2.01	1.99	2.21	1.79	2.07	1.80	2.28	1.96	1.89	1.92
全体	レ1	146.8	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
全体	リ1	155.6	2	1.27	1.10	1.53	1.97	3.63	1.23	1.30	3.03	2.17	1.47
全体	ミ1	164.8	1	1.60	1.60	1.53	1.73	3.87	1.40	1.47	2.33	1.80	1.53
マイナス	レ0	73.4	5	2.87	2.53	3.51	1.23	1.41	1.92	3.69	1.48	1.56	1.63
マイナス	リ0	77.8	5	3.11	2.64	3.23	1.33	1.36	1.61	3.80	1.52	1.47	1.56
マイナス	ミ0	82.4	5	2.79	2.48	3.20	1.32	1.44	1.92	3.72	1.51	1.52	1.55
マイナス	ファ0	87.3	4	2.68	2.45	2.97	1.47	1.42	1.73	3.57	1.72	1.75	1.63
マイナス	フィ0	92.5	5	2.49	2.44	3.05	1.44	1.63	1.68	3.11	1.69	1.69	1.53
マイナス	ソ0	98	3	2.84	2.51	3.36	1.27	1.47	1.87	3.67	1.47	1.53	1.64
マイナス	サ0	103.8	2	2.10	2.23	2.17	1.83	1.77	1.57	2.37	1.87	2.00	1.80
マイナス	ラ0	110	2	2.80	2.60	2.97	1.57	1.90	1.83	3.30	1.93	2.07	1.93
マイナス	チ0	116.5	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
マイナス	シ0	123.5	2	2.17	2.10	2.27	1.67	1.77	1.63	2.57	2.00	1.93	1.60
マイナス	ド1	130.8	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
マイナス	デ1	138.6	3	2.16	1.87	2.24	1.69	1.96	1.76	2.62	1.80	1.76	1.91
マイナス	レ1	146.8	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
マイナス	リ1	155.6	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
マイナス	ミ1	164.8	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	レ0	73.4	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	リ0	77.8	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	ミ0	82.4	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	ファ0	87.3	4	1.57	1.75	2.47	1.55	2.53	1.47	1.87	1.73	1.48	1.52
プラス	フィ0	92.5	7	1.81	2.10	2.66	1.54	2.49	1.55	2.22	1.96	1.69	1.58
プラス	ソ0	98	5	1.49	1.99	2.25	1.77	2.51	1.64	1.89	2.31	1.88	1.61
プラス	サ0	103.8	2	1.97	2.27	2.53	1.47	2.53	1.93	2.13	1.83	1.87	1.57
プラス	ラ0	110	4	1.67	1.57	2.28	1.70	2.93	1.65	1.87	2.12	1.77	1.60
プラス	チ0	116.5	4	1.55	1.62	2.05	1.85	2.92	1.62	1.75	2.42	1.92	1.55
プラス	シ0	123.5	1	1.87	2.33	2.60	1.40	1.47	1.67	2.33	1.53	1.33	1.60
プラス	ド1	130.8	5	1.41	1.40	1.75	2.07	3.23	1.52	1.49	2.67	1.95	1.93
プラス	デ1	138.6	2	1.80	2.17	2.17	1.93	2.23	1.87	1.77	2.20	2.10	1.93
プラス	レ1	146.8	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	リ1	155.6	2	1.27	1.10	1.53	1.97	3.63	1.23	1.30	3.03	2.17	1.47
プラス	ミ1	164.8	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 3.5.3 最低音ごとの評価 (2/3)

変化	最小音	F0	音声数	怒り	好意	中立	高揚	満足	疑問	冷静	同情	喜び	軽蔑
全体	レ0	73.4	5	2.09	1.29	1.65	1.24	1.31	1.80	2.39	2.11	1.27	2.71
全体	リ0	77.8	5	2.11	1.39	1.60	1.28	1.20	1.61	2.00	2.01	1.29	2.80
全体	ミ0	82.4	5	2.16	1.28	1.64	1.27	1.29	1.88	2.04	2.05	1.21	3.00
全体	ファ0	87.3	8	2.10	1.48	1.73	1.70	1.57	2.13	1.86	1.92	1.46	2.22
全体	フィ0	92.5	13	2.15	1.56	1.70	1.79	1.51	2.06	2.00	1.82	1.54	2.53
全体	ソ0	98	8	2.03	1.71	1.87	1.88	1.60	2.18	2.18	1.83	1.57	2.28
全体	サ0	103.8	4	2.15	1.72	1.95	1.85	1.70	2.22	2.05	1.85	1.62	2.27
全体	ラ0	110	6	2.26	1.68	1.79	2.12	1.87	1.99	1.78	1.80	1.68	2.11
全体	チ0	116.5	4	1.82	2.13	1.75	2.73	2.12	2.15	1.52	1.58	2.20	1.72
全体	シ0	123.5	4	1.87	1.58	1.63	1.65	1.45	1.98	1.90	1.90	1.48	2.28
全体	ド1	130.8	5	1.71	2.45	1.88	3.01	2.59	1.99	1.63	1.59	2.52	1.53
全体	デ1	138.6	5	1.67	1.85	2.05	2.20	1.89	1.89	2.11	1.83	1.73	2.03
全体	レ1	146.8	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
全体	リ1	155.6	2	1.43	2.73	1.43	3.77	2.80	1.73	1.07	1.50	3.23	1.53
全体	ミ1	164.8	1	1.73	1.87	2.07	2.93	1.93	1.40	1.33	1.53	2.27	1.40
マイナス	レ0	73.4	5	2.09	1.29	1.65	1.24	1.31	1.80	2.39	2.11	1.27	2.71
マイナス	リ0	77.8	5	2.11	1.39	1.60	1.28	1.20	1.61	2.00	2.01	1.29	2.80
マイナス	ミ0	82.4	5	2.16	1.28	1.64	1.27	1.29	1.88	2.04	2.05	1.21	3.00
マイナス	ファ0	87.3	4	1.72	1.42	1.85	1.37	1.48	1.75	2.07	2.33	1.35	2.32
マイナス	フィ0	92.5	5	1.88	1.49	1.68	1.36	1.36	1.87	2.17	1.97	1.35	2.52
マイナス	ソ0	98	3	2.16	1.22	1.80	1.24	1.07	2.00	2.73	2.11	1.20	2.60
マイナス	サ0	103.8	2	1.67	1.87	2.07	1.70	1.87	1.87	2.17	1.97	1.53	2.10
マイナス	ラ0	110	2	2.17	1.63	2.10	1.57	1.70	1.97	2.27	2.20	1.50	2.53
マイナス	チ0	116.5	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
マイナス	シ0	123.5	2	1.87	1.73	1.57	1.80	1.63	1.70	2.13	2.10	1.57	2.10
マイナス	ド1	130.8	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
マイナス	デ1	138.6	3	1.76	1.73	2.00	2.29	1.82	1.64	2.00	2.07	1.71	2.07
マイナス	レ1	146.8	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
マイナス	リ1	155.6	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
マイナス	ミ1	164.8	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	レ0	73.4	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	リ0	77.8	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	ミ0	82.4	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	ファ0	87.3	4	2.48	1.55	1.62	2.03	1.65	2.50	1.65	1.50	1.57	2.12
プラス	フィ0	92.5	7	2.41	1.65	1.68	2.17	1.66	2.20	1.79	1.70	1.72	2.50
プラス	ソ0	98	5	1.96	2.00	1.91	2.25	1.92	2.28	1.84	1.67	1.79	2.09
プラス	サ0	103.8	2	2.63	1.57	1.83	2.00	1.53	2.57	1.93	1.73	1.70	2.43
プラス	ラ0	110	4	2.30	1.70	1.63	2.40	1.95	2.00	1.53	1.60	1.77	1.90
プラス	チ0	116.5	4	1.82	2.13	1.75	2.73	2.12	2.15	1.52	1.58	2.20	1.72
プラス	シ0	123.5	1	2.00	1.47	1.67	1.53	1.20	2.60	1.87	1.60	1.33	2.33
プラス	ド1	130.8	5	1.71	2.45	1.88	3.01	2.59	1.99	1.63	1.59	2.52	1.53
プラス	デ1	138.6	2	1.53	2.03	2.13	2.07	2.00	2.27	2.27	1.47	1.77	1.97
プラス	レ1	146.8	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	リ1	155.6	2	1.43	2.73	1.43	3.77	2.80	1.73	1.07	1.50	3.23	1.53
プラス	ミ1	164.8	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 3.5.4 最低音ごとの評価 (3/3)

変化	最小音	F0	音声数	嫌悪	不安	強調	肯定	苛立ち	相槌	自信有	自信無
全体	レ0	73.4	5	2.80	2.65	1.61	1.71	2.35	1.84	1.51	3.04
全体	リ0	77.8	5	2.84	2.60	1.53	1.68	2.53	1.99	1.51	2.89
全体	ミ0	82.4	5	3.05	2.97	1.63	1.55	2.39	1.89	1.45	3.00
全体	ファ0	87.3	8	2.43	2.02	2.22	1.83	2.27	1.79	1.78	2.02
全体	フィ0	92.5	13	2.53	2.07	1.91	1.87	2.48	1.81	1.88	2.28
全体	ソ0	98	8	2.50	2.17	2.29	2.18	2.22	1.95	1.75	2.18
全体	サ0	103.8	4	2.32	2.15	2.22	2.03	2.37	2.03	1.92	2.18
全体	ラ0	110	6	2.43	2.04	2.58	2.01	2.41	2.01	1.81	1.87
全体	チ0	116.5	4	1.98	1.80	3.10	2.23	1.95	1.85	2.25	1.87
全体	シ0	123.5	4	2.03	2.35	1.90	2.18	2.08	1.88	1.60	2.23
全体	ド1	130.8	5	1.60	1.55	3.47	2.45	1.76	1.91	2.65	1.52
全体	デ1	138.6	5	2.05	2.16	2.48	2.15	1.85	2.13	1.95	1.89
全体	レ1	146.8	0	—	—	—	—	—	—	—	—
全体	リ1	155.6	2	1.53	1.27	3.73	2.00	1.50	1.57	3.10	1.23
全体	ミ1	164.8	1	1.47	1.13	2.67	2.07	1.73	1.80	2.27	1.20
マイナス	レ0	73.4	5	2.80	2.65	1.61	1.71	2.35	1.84	1.51	3.04
マイナス	リ0	77.8	5	2.84	2.60	1.53	1.68	2.53	1.99	1.51	2.89
マイナス	ミ0	82.4	5	3.05	2.97	1.63	1.55	2.39	1.89	1.45	3.00
マイナス	ファ0	87.3	4	2.35	2.43	1.72	1.88	1.90	1.92	1.55	2.42
マイナス	フィ0	92.5	5	2.45	2.35	1.56	1.91	2.28	1.92	1.60	2.68
マイナス	ソ0	98	3	3.11	2.84	1.49	2.00	2.20	2.00	1.31	2.96
マイナス	サ0	103.8	2	1.87	2.27	1.73	2.20	1.93	2.27	1.90	2.27
マイナス	ラ0	110	2	2.93	2.47	2.33	2.23	2.43	2.43	1.60	2.43
マイナス	チ0	116.5	0	—	—	—	—	—	—	—	—
マイナス	シ0	123.5	2	1.90	2.27	2.03	2.43	2.00	2.47	1.80	1.97
マイナス	ド1	130.8	0	—	—	—	—	—	—	—	—
マイナス	デ1	138.6	3	2.04	2.38	2.42	2.02	1.78	2.24	1.91	1.80
マイナス	レ1	146.8	0	—	—	—	—	—	—	—	—
マイナス	リ1	155.6	0	—	—	—	—	—	—	—	—
マイナス	ミ1	164.8	0	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	レ0	73.4	0	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	リ0	77.8	0	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	ミ0	82.4	0	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	ファ0	87.3	4	2.50	1.60	2.72	1.77	2.63	1.67	2.02	1.62
プラス	フィ0	92.5	7	2.56	1.85	2.25	1.89	2.62	1.72	2.12	1.98
プラス	ソ0	98	5	2.13	1.76	2.77	2.29	2.23	1.92	2.01	1.71
プラス	サ0	103.8	2	2.77	2.03	2.70	1.87	2.80	1.80	1.93	2.10
プラス	ラ0	110	4	2.18	1.83	2.70	1.90	2.40	1.80	1.92	1.58
プラス	チ0	116.5	4	1.98	1.80	3.10	2.23	1.95	1.85	2.25	1.87
プラス	シ0	123.5	1	2.27	2.80	1.87	1.87	2.40	1.20	1.33	2.53
プラス	ド1	130.8	5	1.60	1.55	3.47	2.45	1.76	1.91	2.65	1.52
プラス	デ1	138.6	2	2.07	1.83	2.57	2.33	1.97	1.97	2.00	2.03
プラス	レ1	146.8	0	—	—	—	—	—	—	—	—
プラス	リ1	155.6	2	1.53	1.27	3.73	2.00	1.50	1.57	3.10	1.23
プラス	ミ1	164.8	0	—	—	—	—	—	—	—	—

3. 6 まとめ

これまで、評価対象音声の変化率、平均 F0、最高 F0、最低 F0 に対して各印象語の傾向を見てきた。その結果、28 個の印象語は大まかに 6 つに分類できる。表 3.6.1 に印象語の 6 つの分類を示す。

「驚き」、「感心」、「好意」、「高揚」、「満足」、「喜び」、「強調」、「自信あり」は、変化率が正かつ平均 F0 が高いときに評価が高くなる傾向があった。これらの印象語の印象の受けやすさには、声の変化と声の高さの両方が関係しているといえる。

「悲しみ」、「無関心」、「不満」、「落胆」、「冷静」、「軽蔑」、「嫌悪」、「不安」、「自信なし」は、変化率が負かつ平均 F0 が低いときに評価が高くなる傾向があった。これらの印象語の印象の受けやすさには、声の変化と声の高さの両方が関係しているといえる。

「信頼」、「肯定」は、変化率の正負に関わらず、平均 F0 が高くなると、評価が相対的に高くなる傾向があった。これらの印象語の印象の受けやすさには、声の高さが関係しているといえる。

「苛立ち」は、変化率の正負に関わらず、平均 F0 が低いときに評価が相対的に高くなる傾向があった。この印象語の印象の受けやすさには、声の高さが関係しているといえる。

「安堵」、「中立」は、変化率が負のときに平均 F0 が高くなると、評価が高くなる傾向があった。これらの印象語の印象の受けやすさには、声の変化と声の高さの両方が関係しているといえる。

「恐れ」、「慎み」、「怒り」、「疑問」、「同情」、「相槌」は、変化率の正負や平均 F0 の高低によって評価に特徴的な変化はなかった。よって、これらの印象語は F0 によっては印象を受けにくい印象語であるといえる。しかし、最高 F0 では、「恐れ」、「怒り」に相関が見られ（それぞれマイナスで -0.60、-0.77）、最低 F0 では「怒り」、「相槌」に強い相関が見られた（「怒り」はプラスで 0.86、「相槌」はマイナスで 0.80）。

表 3.6.1 印象語の分類

	印象語	F0の変化率	F0の平均		評価
			変化率が負	変化率が正	
①	「驚き」、「感心」、「好意」、 「高揚」、「満足」、「喜び」、 「強調」、「自信あり」	正	—	高	中～高
②	「悲しみ」、「無関心」、 「不満」、「落胆」、「冷静」、 「軽蔑」、「嫌悪」、「不安」、 「自信なし」	負	低	—	中～高
③	「信頼」、「肯定」	—	高	高	低～中
④	「苛立ち」	—	低	低	中
⑤	「安堵」、「中立」	—	高	—	低
⑥	「恐れ」、「慎み」、「怒り」、 「疑問」、「同情」、「相槌」	—	—	—	—

3.7 クラスタ分析

これまでは、主にグラフの形状などの傾向からの定性的な分類であったが、ここでは定量的な分類であるクラスタ分析で印象語の分類を試みる。

図 3.7.1 に 75 種類の音声の各印象語に対する評価の平均値を元に、クラスタ分析を行ったデンドログラムを示す。ここで、各データの距離はユークリッド平方距離、クラスタを形成する際の距離の計算には最遠隣法を用いている。

図 3.1.1 のように、距離 6 で分割すると、6 つのクラスタを得る。

- ◆クラスタ 1: 「不満」、「落胆」
- ◆クラスタ 2: 「無関心」、「軽蔑」、「嫌悪」、「悲しみ」、「不安」、
「自信なし」
- ◆クラスタ 3: 「強調」、「驚き」、「高揚」
- ◆クラスタ 4: 「好意」、「満足」、「喜び」、「感心」、「自信あり」、
「肯定」、「信頼」、「安堵」、「慎み」、「中立」
- ◆クラスタ 5: 「恐れ」、「冷静」、「同情」、「相槌」
- ◆クラスタ 6: 「疑問」、「怒り」、「苛立ち」

細かいところでは異なっているが、大まかには前節で分類したものと同一印象語が集まっている。先の6つのグループと図7の6つのクラスターの組みを「グループ番号-クラスター番号」として示すと、概ね2-1, 2-2, 1-3, 1, 3, 5-4, 6-5, 6-6のような対応が見られ、先の定性的な分類結果と概ね対応する結果が得られた。

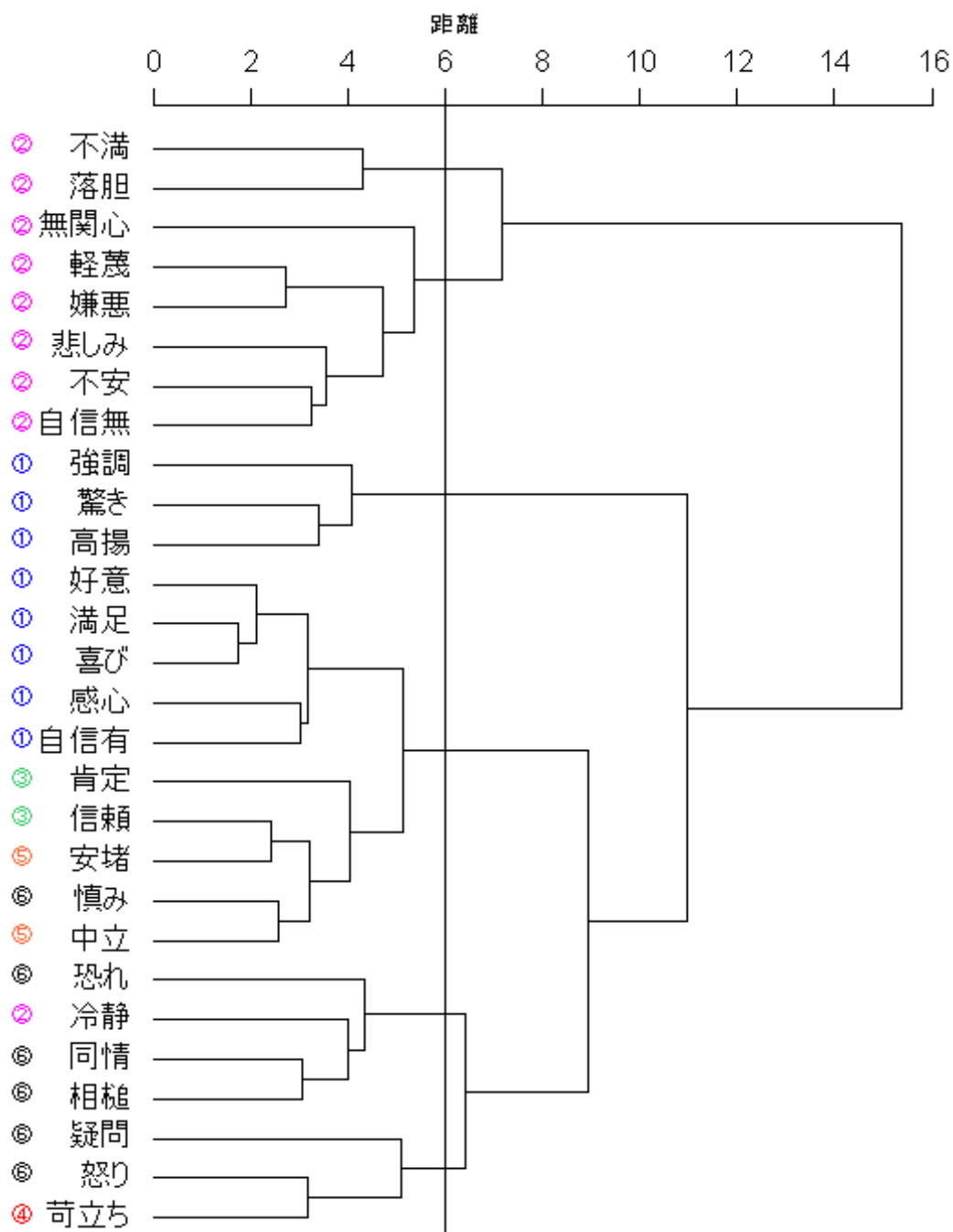


図 3. 7. 1 クラスタ分析

3. 8 音声の長さについて

本研究では、2モーラ語「ああ」を用いて聴取実験を行っている。そのため、被験者が本当に2モーラ語「ああ」について聞こえているかを調べるために、印象語の評価と同様に音声の長さについても評価してもらった。その結果を表3.8.1に示す。

表 3.8.1 音声の長さの回答数

	回答数	割合	
「あ」	8	0.03	2.7%
「ああ」	259	0.86	86.3%
「あああ」	25	0.08	8.3%
「ああああ」	8	0.03	2.7%
計	300	1.00	100.0%

表3.8.1から8割以上が2モーラ語「ああ」と聞こえていることが分かる。しかし、1割が「あああ」や「ああああ」と2モーラ以上に聞こえているという結果となった。

今回の実験では、2モーラ語「ああ」の発話時間を0.4秒として行った。発話速度に直すと5モーラ/秒となる。同じ発話時間で、3モーラ語「あああ」の場合は、発話速度は7.5モーラ/秒となる。文章を普通で読み上げるときの発話速度は7.53秒モーラ/秒である[14]。このことから、今回の2モーラ語「ああ」にしては、発話時間が若干長かったことが分かる。また、2モーラ語「ああ」の前半の「あ」と後半の「あ」のモーラ境界の制御が不十分だった可能性も考えられる。

今回は、「ええ」と「ああ」という語彙の違いにより受け取られるパラ言語情報に差異が生じるかという目的で実験を行ったため、高見[7]が用いた音声と同条件で実験を行ったが、声の大きさと合わせて検討する必要がある。

4 「ええ」と「ああ」の比較

4.1 変化率・平均F0の違い

「ええ」に対する「感心」、「好意」、「満足」、「喜び」の、変化率ごとの評価を図4.1.1に、「ああ」に対する「感心」、「好意」、「満足」、「喜び」の、変化率ごとの評価を図4.1.2に示す。図4.1.1、図4.1.2より、「ええ」では変化率によって評価に大きな違いはないが、「ああ」では変化率が正のとき、変化率が負のときと比べ相対的に評価が高いことが分かる。これらの印象語のプラスの相関係数は「ええ」の場合でも、「ああ」の場合でも $-0.40 \sim 0.40$ 程度であるが、「ああ」の場合は変化率が負のときと比べるとどの印象語も評価が 0.5 以上高く、「ええ」と「ああ」の違いで評価に差があると言える。また、「ええ」と「ああ」に対する「感心」の平均F0ごとの評価を図4.1.3に示す。図4.1.3より、これらの印象語では「ええ」でも「ああ」でも似たようなグラフとなっていることが分かる。相関係数を見ても、「ええ」、「ああ」両方がプラス、マイナス共に $0.50 \sim 0.80$ 程度の正の相関がある。また、「好意」、「満足」、「喜び」についても同様の傾向が見られ、平均F0では、「ええ」と「ああ」の語彙による違いで評価に大きな差は見当たらないと言える。

これらの印象語は「ええ」と「ああ」という語彙の違いにより、平均F0による評価はあまり大きな差はないが、変化率による評価の程度が異なることが明らかになった。

次に、「ええ」に対する「不満」、「軽蔑」、「嫌悪」、「不安」の、変化率ごとの評価を図4.1.4に、「ああ」に対する「不満」、「軽蔑」、「嫌悪」、「不安」の、変化率ごとの評価を図4.1.5に示す。図4.1.4、図4.1.5より、「ええ」では変化率によって評価に大きな違いはないが、「ああ」では、変化率が負のとき、変化率が正のときと比べ相対的に評価が高いことが分かる。これらの印象語のマイナスの相関係数は「ええ」の場合で、 0.40 程度、「ああ」の場合も、「不安」以外の印象語は $-0.05 \sim -0.46$ 程度であるが（「不安」は -0.79 ）、「ああ」の場合は変化率が正のときとくらべると評価が $0.5 \sim 1.0$ 程度高く、「ええ」と「ああ」の違い

で評価に差があると言える。また、「ええ」と「ああ」に対する「不満」の平均F0ごとの評価を図4.1.6に示す。図4.1.6より、この印象語では、「ええ」でも「ああ」でも変化率が負のときは似たようなグラフとなっているが、変化率が正のときではグラフの形状に違いがある。相関係数を見ると、「ええ」、「ああ」両方がプラス、マイナス共に-0.50~-0.80程度の負の相関（「不安」のプラスの相関係数は-0.22と低い値）であるが、「ああ」では平均F0が高くなるにつれて評価が低くなるのに対し、「ええ」では平均F0が高くなるにつれて若干評価は低くなるが、「ああ」よりも評価が高い傾向がある。この傾向は「軽蔑」、「嫌悪」、「不安」についても同様に見られ、平均F0では、「ええ」と「ああ」の語彙による違いで変化率が負のときには評価に大きな差は見当たらないが、変化率が正のときに評価に差があると言える。

これらの印象語では「ええ」と「ああ」という語彙の違いで、変化率、平均F0共に評価の程度が異なることが明らかになった。

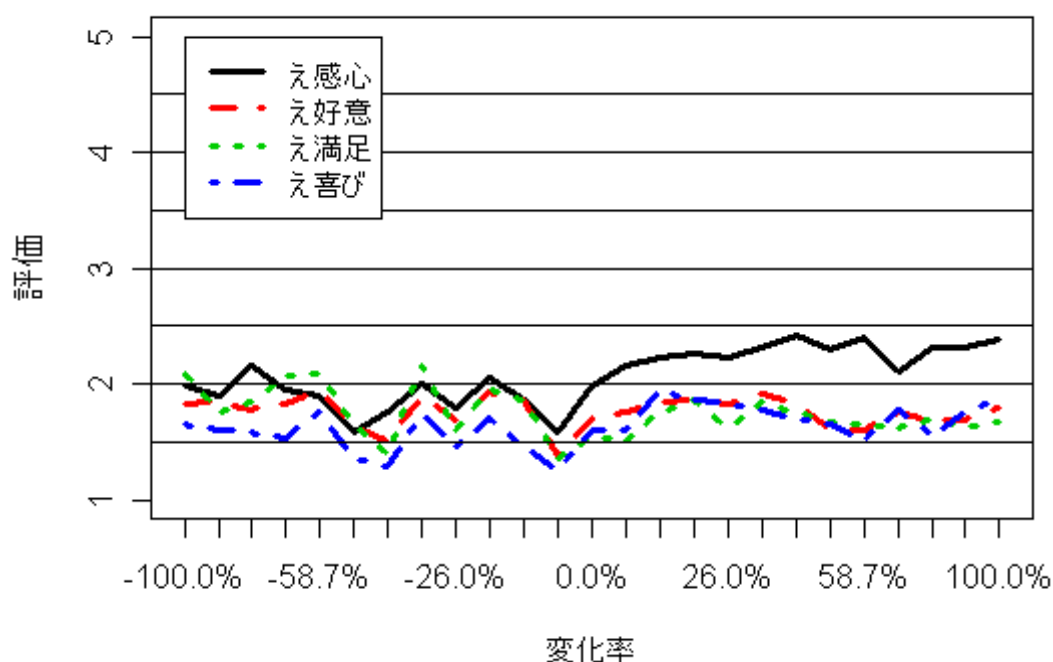


図4.1.1 「ええ」における「感心」、「好意」、「満足」、「喜び」の変化率ごとの評価

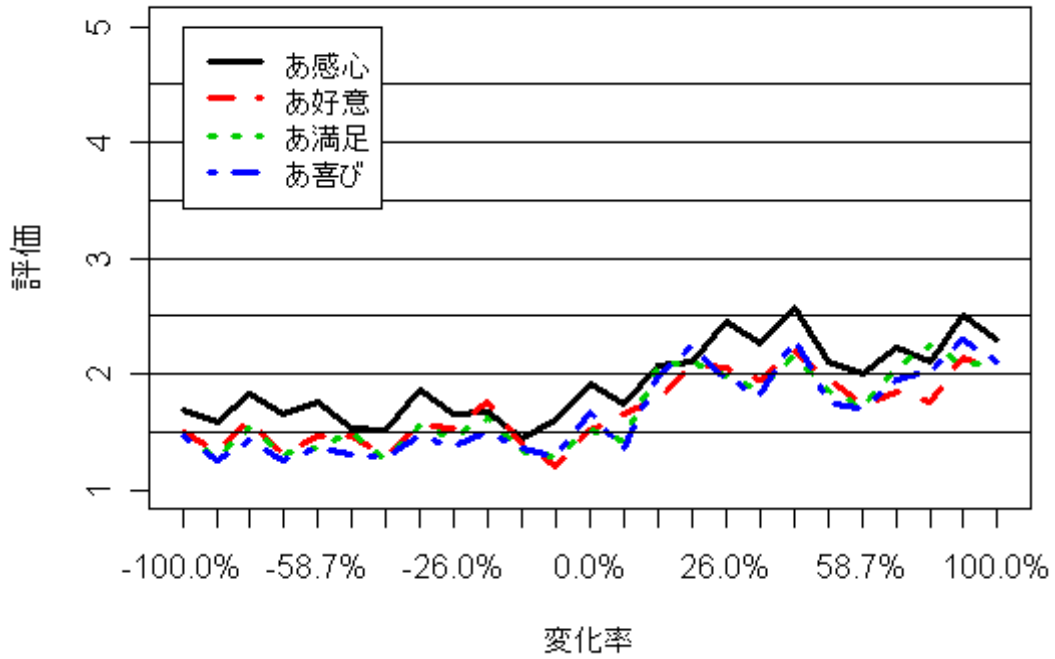


図 4.1.2 「ああ」における「感心」、「好意」、「満足」、「喜び」
の変化率ごとの評価

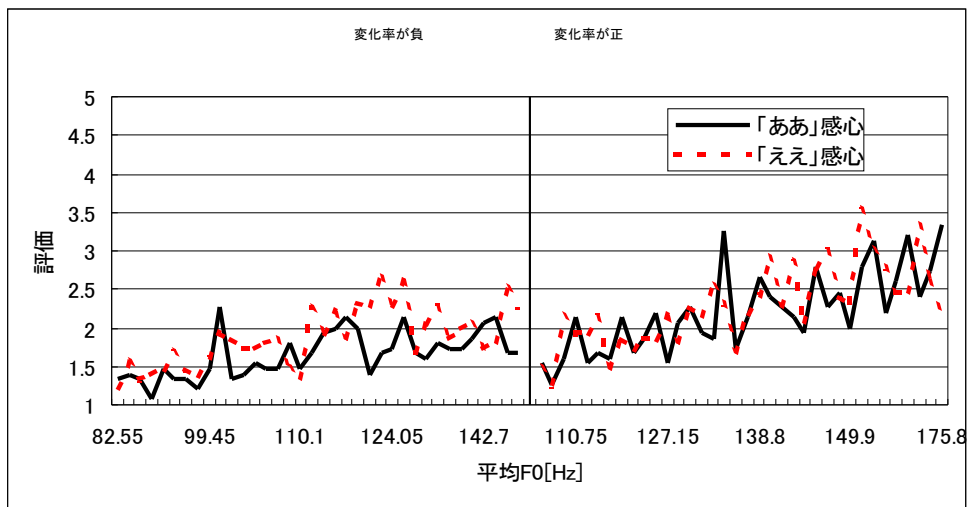


図 4.1.3 「ええ」と「ああ」に対する「感心」の
平均 F0 ごとの評価

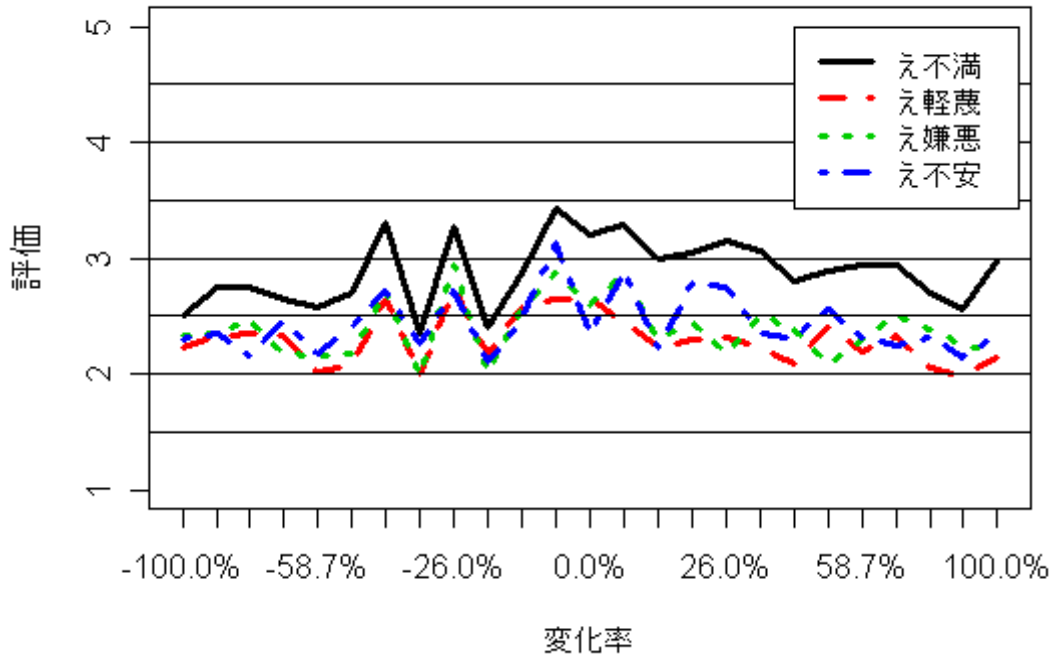


図 4.1.4 「ええ」における「不満」、「軽蔑」、「嫌悪」、「不安」
の変化率ごとの評価

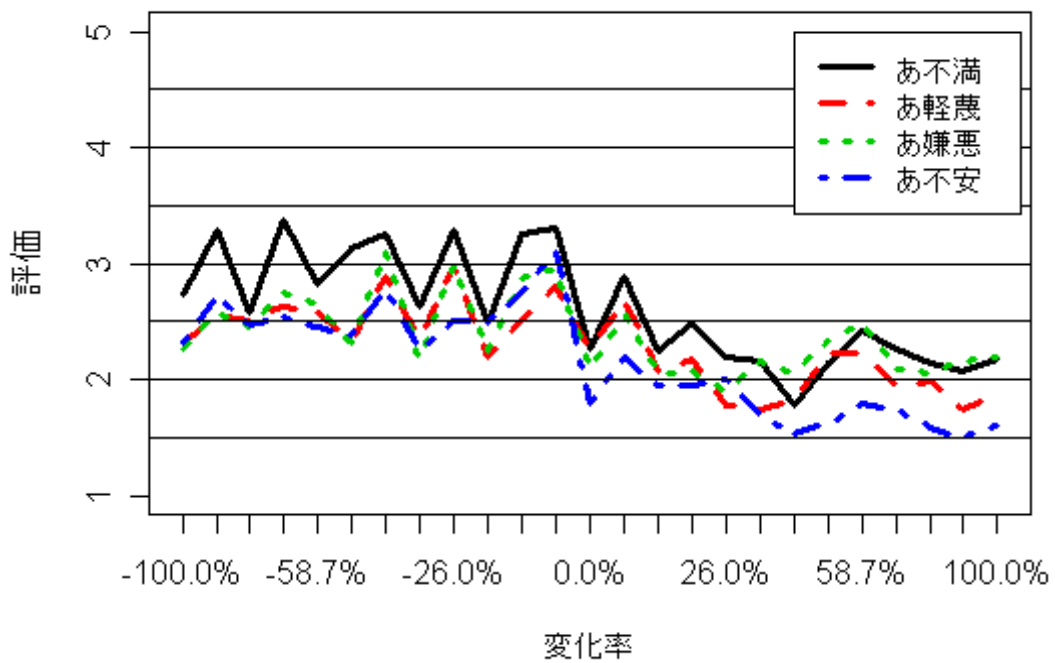


図 4.1.5 「ああ」における「不満」、「軽蔑」、「嫌悪」、「不安」
の変化率ごとの評価

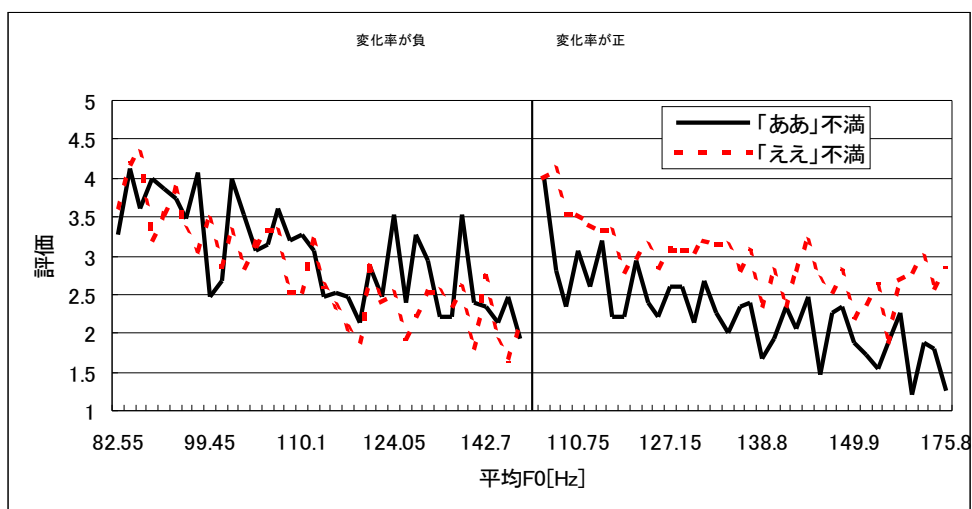


図 4.1.6 「ええ」と「ああ」に対する「不満」の
平均F0 ごとの評価

「驚き」、「慎み」、「落胆」、「中立」、「冷静」では、グラフの形状の傾向は似ているが、「ええ」の評価と「ああ」の評価を比べると、0.5~1.0程度差がある。例として「驚き」の「ええ」と「ああ」に対する変化率ごとの評価を図 4.1.7 に示す。「驚き」では、変化率が負のときはほぼ同じ形状である。しかし、変化率が正のとき、相関係数は「ええ」の場合は0.90、「ああ」の場合は0.87と同様の相関関係であり、どちらも右肩上がりだが、「ええ」のほうが、評価が0.5~1.0程度高くなっている。これらの印象語は変化率によって「ええ」と「ああ」の評価の程度が異なっている印象語であることが分かる。

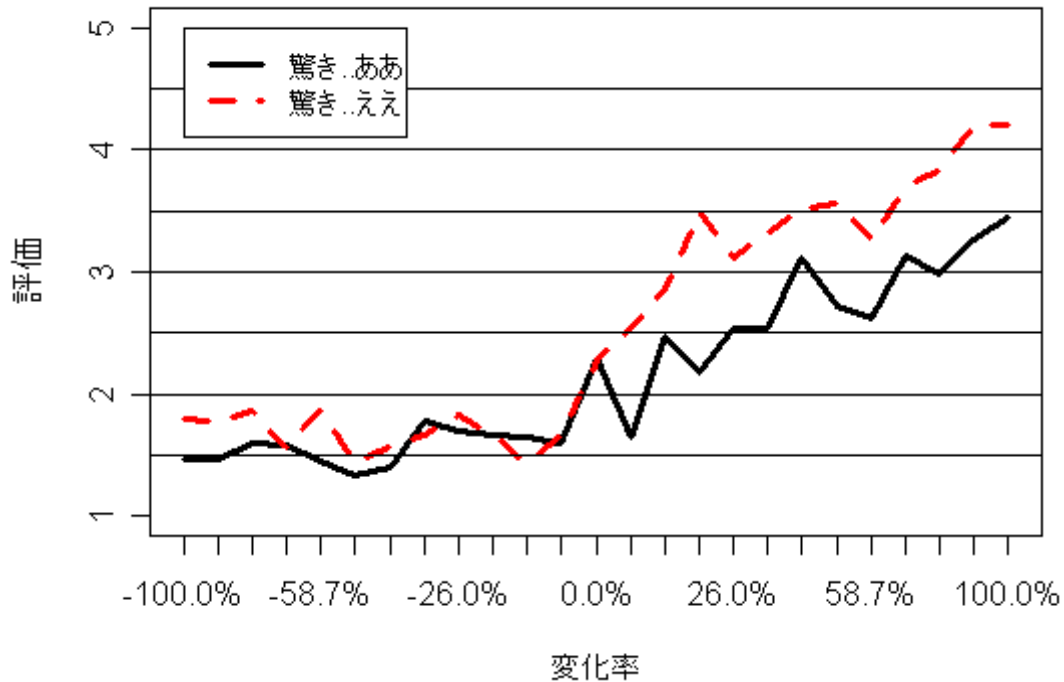


図 4.1.7 「ええ」と「ああ」に対する「驚き」の
変化率ごとの評価

「ええ」と「ああ」に対する「怒り」の変化率ごとの評価を図 4.2.1 に示す。図 4.2.1 より、「ええ」と「ああ」共に変化率によって大きな差はなく印象を受けにくい印象語であることが分かる。また、「ええ」と「ああ」に対する「怒り」の平均 F0 ごとの評価を図 4.2.2 に示す。図 4.2.2 より、「ええ」では、変化率が負のときは平均 F0 が低い音声の評価が高く、変化率が正のときも若干ながら平均 F0 が低い音声の評価が高いことが見てとれる。しかし、「ああ」では変化率が負のときも正のときも明らかな変化がないように見える。また、相関係数で比較してみても、「ええ」ではマイナスで-0.77、プラスで-0.51 であるのに対して、「ああ」ではマイナスで-0.44、プラスで-0.40 となっており、「ええ」と「ああ」という語彙の違いにより評価が異なった結果となった。

「怒り」では「ええ」と「ああ」という語彙の違いにより、変化率による評価はあまり大きな差はないが、平均 F0 による評価の程度が異なることが明らかになった。

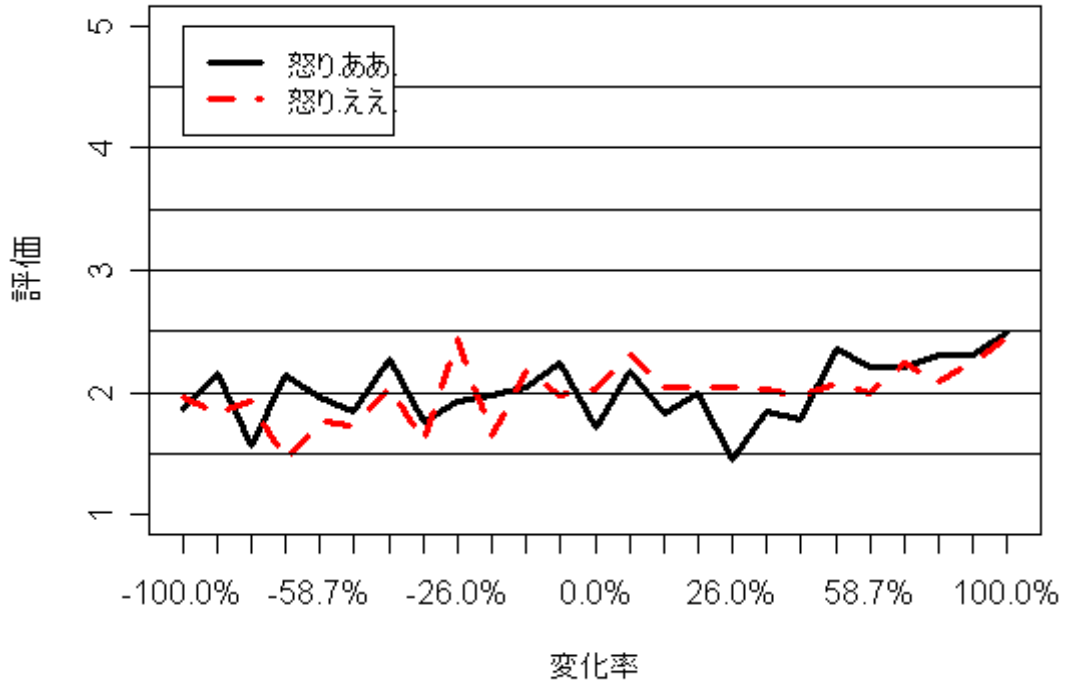


図 4. 2. 1 「ええ」と「ああ」に対する「怒り」の
変化率ごとの評価

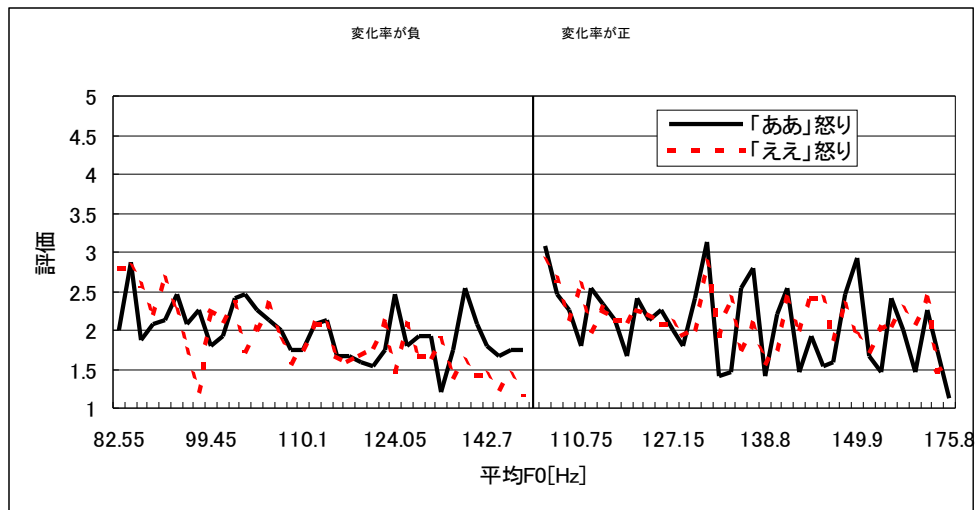


図 4. 2. 2 「ええ」と「ああ」に対する「怒り」の
平均F0 ごとの評価

「ええ」と「ああ」に対する「疑問」の変化率ごとの評価を図 4. 3. 1 に、「ええ」と「ああ」に対する「疑問」の平均 F0 ごとの評価を図 4. 3. 2 に示す。図 4. 3. 1 より、

変化率が負のときでは「ええ」も「ああ」もあまり変わらないが、変化率が正のとき「ええ」では評価が高いが、「ああ」では評価に大きな違いはない。変化率の相関係数を見ても、マイナスのときは「ええ」が0.08、「ああ」が-0.46とどちらもあまり相関はないが、プラスのときでは「ええ」が0.85と強い正の相関があるのに対し、「ああ」では0.39と相関が小さい。また、図4.3.2より、変化率が負のときでは「ええ」も「ああ」もあまり変わらないが、変化率が正のとき、「ええ」では平均F0が高い音声の評価が高いことが分かるが、「ああ」では平均F0によってあまり変化が見られない。平均F0の相関係数を見ても、マイナスのときは「ええ」が-0.28、「ああ」が0.15とどちらも相関は見られないが、プラスのときでは、「ええ」が0.54と正の相関があるのに対し、「ああ」では-0.26と相関が小さい。

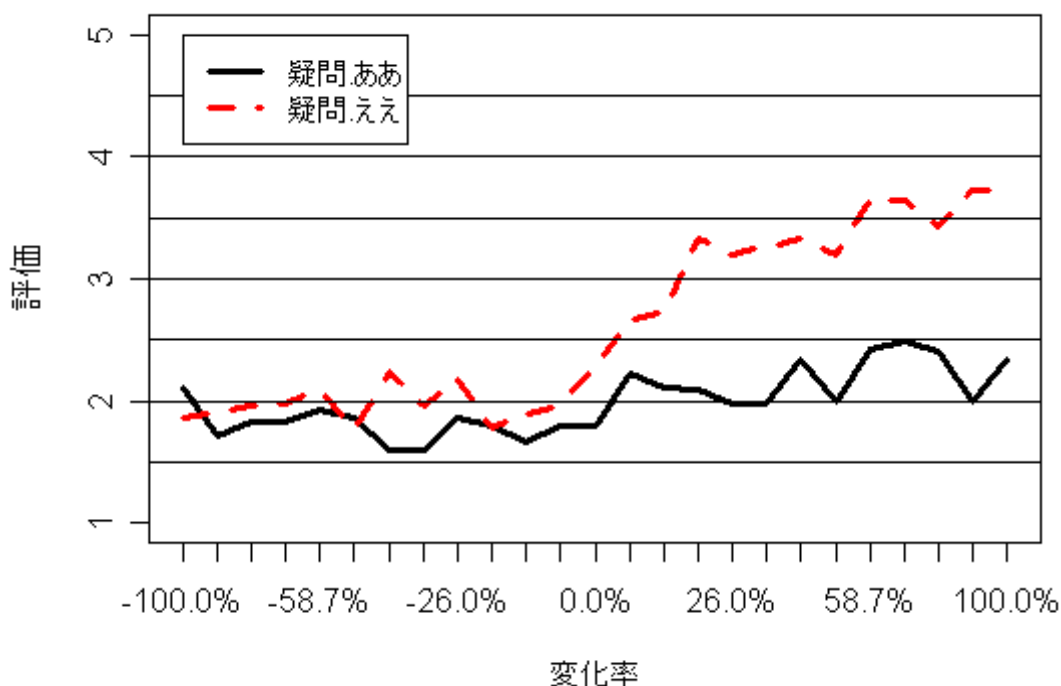


図4.3.1 「ああ」と「ええ」に対する「疑問」の変化率ごとの評価

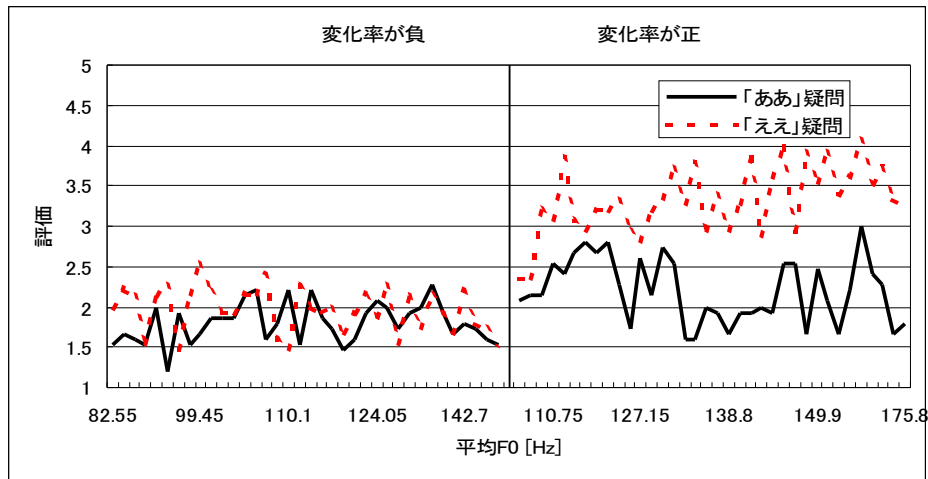


図 4.3.2 「ああ」と「ええ」に対する「疑問」の平均F0ごとの評価

次に「ええ」と「ああ」に対する「肯定」の変化率ごとの評価を図 4.3.3 に、「ええ」と「ああ」に対する「肯定」の平均F0ごとの評価を図 4.3.4 に示す。図 4.3.3 より、「ええ」では、変化率が負のときと比べて、変化率が正のとき相対的に評価が低い傾向があるが、「ああ」では変化率によって大きな差はないと言える。また、図 4.3.4 より、変化率が負のときでは「ええ」も「ああ」も相関係数がそれぞれ 0.65、0.56 と正の相関がある。また、評価が「ええ」のほうが高い傾向がある。変化率が正のときでは、「ええ」では平均F0によってあまり変化が見られないが、「ああ」では変化率が正のときも若干グラフは右肩上がりになっていることが分かる。相関係数を見ても、プラスのときでは、「ええ」が 0.00 なのに対し、「ああ」では 0.51 と正の相関がある。

「肯定」では「ええ」と「ああ」という語彙の違いで、変化率、平均F0共に評価の程度が異なることが明らかになった。

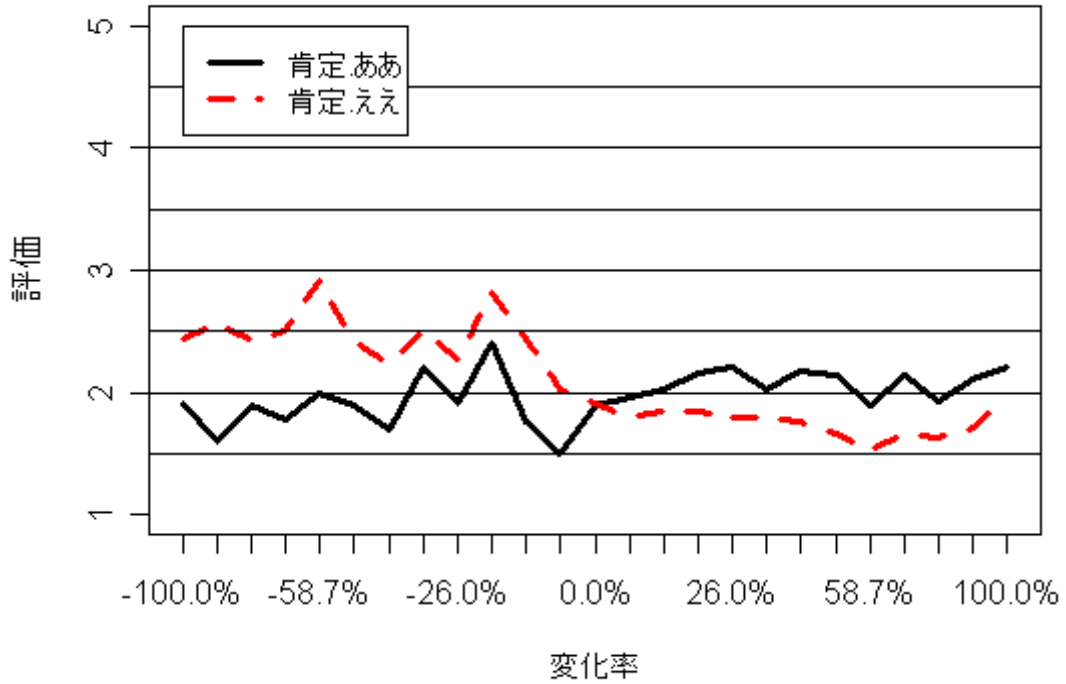


図 4.3.3 「ええ」と「ああ」に対する「肯定」の変化率ごとの評価

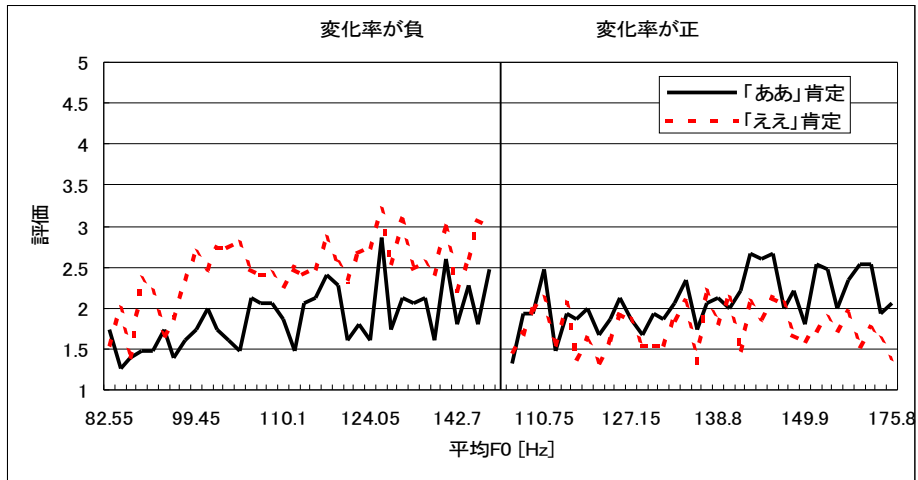


図 4.3.4 「ええ」と「ああ」に対する「肯定」の平均F0ごとの評価

4. 2 印象語の相関関係

本節では「ええ」と「ああ」の印象語のグループの比較を行う。

75種類の各音声の評価の平均を用いて、印象語同士の相関係数を求めた。表中の

記号は白の記号が正の相関を意味し、黒の記号が負の相関を意味する。そして、空白が弱い相関、▲がやや強い負の相関、●が強い負の相関、△がやや強い正の相関、○が強い正の相関、◎が非常に強い正の相関関係である。表 4.4.1、表 4.4.2 に「ええ」の印象語の相関関係を、表 4.4.3、表 4.4.4 に「ああ」の印象語の相関関係を示す。

表 4.4.1～表 4.4.4 を見ると、概ね同じ印象語のグループになっていて、「好意」と「嫌悪」など反対の意味を持つ印象語の相関関係が正負で正しく表されており印象語の相関関係の結果は妥当であると考えられる。また、「ええ」よりも「ああ」のほうが印象語同士の相関関係がはっきりと多く表れていることも分かる。

「悲しみ」、「不満」、「嫌悪」などの印象語のグループを不快グループ、「驚き」、「好意」、「強調」などの印象語のグループを快グループ、「恐れ」、「慎み」、「中立」などの印象語のグループを中立グループとする。「ええ」では、「肯定」は不快グループに属しているが、「ああ」では、快グループに属している。「信頼」、「安堵」、「喜び」は「ああ」では快グループに属しているが、「ええ」では、中立グループに属している。また、「ええ」では、「疑問」は快グループに属しているが、「ああ」では、中立グループに属していることが分かる。このように、「ええ」と「ああ」という語彙の違いにより、印象語の評価の程度が異なることが分かる。

表 4.4.1 「ええ」の印象語の相関関係 (1/2)

	悲しみ	無関心	不満	落胆	冷静	軽蔑	嫌悪	不安	肯定
悲しみ		△		○	△	△	△	△	
無関心	△			○	○	△	△		
不満				△		○	○	△	
信頼									△
驚き	▲	●		▲	●				▲
恐れ									
落胆	○	○	△		△	○	○	△	
感心		▲	▲	▲		▲	▲		
安堵					△				○
憤り	△				△				△
怒り			△			△	○		
好意			▲						
中立					△				△
高揚		●		▲	▲				
満足			▲			▲	▲		△
疑問		▲			●				▲
冷静	△	○		△					△
同情									
喜び									
軽蔑	△	△	○	○			○	△	
嫌悪	△	△	○	○		○		△	
不安	△		△	△		△	△		
強調		●		▲	▲				
肯定					△				

相関係数 ● : $-0.9 < r \leq -0.7$ ▲ : $-0.7 < r \leq -0.5$ 空白 : $-0.5 < r < 0.5$

△ : $0.5 \leq r < 0.7$ ○ : $0.7 \leq r < 0.9$ ◎ : $0.9 \leq r$

表 4.4.2 「ええ」の印象語の相関関係 (1/2)

	驚き	感心	好意	高揚	満足	疑問	強調	信頼	安堵	慎み	中立	喜び	恐れ	怒り	同情
悲しみ	▲									△					
無関心	●	▲		●		▲	●								
不満		▲	▲		▲									△	
信頼			○		○			△		△	○				
驚き		△		◎		◎	◎				△				
恐れ															
落胆	▲	▲		▲											▲
感心	△		○	○	△		△					○			
安堵			△		△			△		△	○				△
慎み									△		△				
怒り															
好意		○			○			○	△			○			
中立								△	○	△					△
高揚	◎	○				○	◎					△			
満足		△	○					○	△			△			
疑問	◎			○			○								
冷静	●			▲		●	▲		△	△	△				
同情									△		△				
喜び	△	○	○	△	△		△	○							
軽蔑		▲			▲									△	
嫌悪		▲			▲									○	
不安															
強調	◎	△		◎		○						△			
肯定	▲				△	▲		△	○	△	△				

相関係数 ● : $-0.9 < r \leq -0.7$ ▲ : $-0.7 < r \leq -0.5$ 空白 : $-0.5 < r < 0.5$
 △ : $0.5 \leq r < 0.7$ ○ : $0.7 \leq r < 0.9$ ◎ : $0.9 \leq r$

表 4.4.3 「ああ」の印象語の相関係数 (1/2)

	悲しみ	無関心	不満	落胆	冷静	同情	軽蔑	嫌悪	不安	苛立ち	自信無
悲しみ		△	○	◎	△	△	○	△	○		○
無関心	△		△	△	△	△	△	△	△		△
不満	○	△		○	△		○	○	○	△	○
信頼	●	▲	●	●			●	●	▲	▲	▲
驚き	●	●	●	●	●	▲	●	▲	●		●
恐れ									△		△
落胆	◎	△	○		△	△	○	○	○		○
感心	●	▲	●	●	▲		●	●	▲	▲	●
安堵			▲	▲			▲	▲		▲	
慎み											
怒り								△		○	
好意	●	▲	●	●	▲		●	●	▲	▲	●
中立											
高揚	●	●	●	●	●	▲	●	▲	●		●
満足	●	●	●	●	▲		●	●	●	▲	●
疑問											
冷静	△	△	△	△			△		△		△
同情	△	△		△					△		
喜び	●	●	●	●	▲		●	●	●		●
軽蔑	○	△	○	○	△			○	△	△	○
嫌悪	△	△	○	○			○		△	○	○
不安	○	△	○	○	△	△	△	△			○
強調	●	●	●	●	▲	▲	●	▲	●		●
肯定	▲		▲	▲			▲	▲		▲	▲
苛立ち			△				△	○			
相槌											
自信有	●	●	▲	●	▲	▲	▲	▲	●		●
自信無	○	△	○	○	△		○	○	○		

相関係数 ● : $-0.9 < r \leq -0.7$ ▲ : $-0.7 < r \leq -0.5$ 空白 : $-0.5 < r < 0.5$
 △ : $0.5 \leq r < 0.7$ ○ : $0.7 \leq r < 0.9$ ◎ : $0.9 \leq r$

表 4.4.4 「ああ」の印象語の相関係数 (2/2)

	信頼	驚き	感心	安堵	好意	高揚	満足	喜び	強調	肯定	自信有	恐れ	慎み	怒り	中立	疑問	相槌
悲しみ	●	●	●		●	●	●	●	●	▲	●						
無関心	▲	●	▲		▲	●	●	●	●		●						
不満	●	●	●	▲	●	●	●	●	●	▲	▲						
信頼		△	○	○	○	○	○	○	△	○	△						
驚き	△		○		○	◎	○	○	○		○						
恐れ											▲						
落胆	●	●	●	▲	●	●	●	●	●	▲	●						
感心	○	○		△	○	○	○	○	○	△	○						
安堵	○		△		△		△	△		△					△		
慎み																	
怒り																	
好意	○	○	○	△		○	◎	◎	○	○	○						
中立				△						△							
高揚	○	◎	○		○		◎	◎	◎		◎						
満足	○	○	○	△	◎	◎		◎	○	△	○						
疑問																	
冷静		●	▲		▲	●	▲	▲	▲		▲						
同情		▲				▲			▲		▲						
喜び	○	○	○	△	◎	◎	◎		○	△	○						
軽蔑	●	●	●	▲	●	●	●	●	●	▲	▲						
嫌悪	●	▲	●	▲	●	▲	●	●	▲	▲	▲			△			
不安	▲	●	▲		▲	●	●	●	●		●			△			
強調	△	○	○		○	◎	○	○		△	○						
肯定	○		△	△	○		△	△	△						△		
苛立ち	▲		▲	▲	▲		▲			▲				○			
相槌																	
自信有	△	○	○		○	◎	○	○	○			▲					
自信無	▲	●	●		●	●	●	●	●	▲	●	△					

相関係数 ● : $-0.9 < r \leq -0.7$ ▲ : $-0.7 < r \leq -0.5$ 空白 : $-0.5 < r < 0.5$
 △ : $0.5 \leq r < 0.7$ ○ : $0.7 \leq r < 0.9$ ◎ : $0.9 \leq r$

4. 3 「ええ」と「ああ」のクラスター分析

最後に定量的な分類であるクラスター分析により「ええ」と「ああ」の比較を試みる。

図4.5.1に75種類の音声の各印象語に対する評価の平均値を元に「ええ」と「ああ」を一緒にしてクラスター分析を行ったデンドログラムを示す。ここでも、距離はユークリッド平方距離、距離の計算は最遠隣法である。

図4.5.1を距離8.5付近で分割すると、5つのクラスターを得る。印を付けた印象語は「ええ」と「ああ」で異なるクラスターに属する印象語を表している。大半の印象語は同じクラスター内に属しているが、第1クラスターと第2クラスターを見ると、「不満」、「落胆」、「不安」、「軽蔑」、「嫌悪」は「ええ」と「ああ」で若干異なっていることが分かる。また、「疑問」、「肯定」、「悲しみ」は大きくクラスターが異なっていて、「ええ」と「ああ」という語彙の違いによって受け取られる印象の程度に差があると言える。

5 おわりに

母音2モーラ語「ああ」について、声の高さやその変化から人間がどのような情報を受け取るのかを調査・分析した。その結果、28個の印象語の受けやすさの条件には、表5.1のような傾向が見られた。

表 5.1 各印象語の傾向

	印象語	F0の変化率	F0の平均		評価
			変化率が負	変化率が正	
①	「驚き」, 「感心」, 「好意」, 「高揚」, 「満足」, 「喜び」, 「強調」, 「自信あり」	正	—	高	中～高
②	「悲しみ」, 「無関心」, 「不満」, 「落胆」, 「冷静」, 「軽蔑」, 「嫌悪」, 「不安」, 「自信なし」	負	低	—	中～高
③	「信頼」, 「肯定」	—	高	高	低～中
④	「苛立ち」	—	低	低	中
⑤	「安堵」, 「中立」	—	高	—	低
⑥	「恐れ」, 「憤み」, 「怒り」, 「疑問」, 「同情」, 「相槌」	—	—	—	—

また、異なる語彙「ええ」と「ああ」を比較することで、F0の高低および変化により、受け取られる印象の傾向や程度が異なることも明らかになった。

日本語の語彙数は膨大であるが、語彙の印象・意味やアクセント型の組み合わせである程度まで検討するグループ数を絞ることは可能である。よって、今後は、他の語彙や発話速度、声の大きさなどを考慮してパラ言語情報の伝達について調べていきたい。

参考文献

- [1] Fujisaki,H.(1997) : Prosody, models, and spontaneous speech. In Sagisaka, Y. etal.(ed.), *Computing Prosody: Computational Models for Processing Spontaneous Speech*, Springer.
- [2] 石井カルロス寿憲, 石黒浩, 萩田紀博, “韻律および声質を表現した音響特徴と対話音声におけるパラ言語情報の知覚との関連”, 情報処理学会論文誌 Vol.47 No.6, pp.1782-1792, 2006.
- [3] 渋谷渚, グリーンバーグ陽子, 匂坂芳典, “基本周波数特性に基づく一語発話「ん」の分類について”, 音講論 (秋), pp.233-234, 2005.
- [4] 大野澄雄, 河津宏美, “音声における感情表現の強弱の受容に対する各種韻律的特徴の影響”, 音講論 (春), pp253-254, 2008.
- [5] 鶴真紀子, 武田昌一, “声優が発声する感情音声の韻律的特徴と聴覚的印象の差異”, 音講論 (春), pp.445-446, 2008.
- [6] 鶴真紀子, 武田昌一, “被験者の性差による感情音声の聴覚的印象の差異”, 音講論 (秋), pp.267-268, 2008.
- [7] 石井カルロス寿憲, 石黒浩, 萩田紀博, “自然発話に現れる感動詞の発話スタイルと機能の分析”, 音講論 (秋), pp.269-270, 2008.
- [8] 高見和之, “パラ言語情報の認知における声の高さ及びその変化の影響”, 島根大学卒業論文, 2007.
- [9] 中川聖一, 小林聡, “自然な音声対話における間投詞・ポーズ・言い直しの出現パターンと音響的性質”, 日本音響学会誌, 51(3), pp.202-210, 1995.
- [10] 田窪行則, 前川喜久雄, 窪菌晴夫, 本多清志, 白井克彦, 中川聖一, 「岩波講座 言語の科学2 音声」, 岩波書店, pp.66-72, 1998.
- [11] レイ・D・ケント, チャールズ・リード, 荒井隆行 訳, 菅原勉藍 訳, 「音声の音響分析」, 海文堂出版, 1996.
- [12] 小林聡, “日本語の自然対話音声におけるパラ言語的特徴に関する研究”, 静岡大学博士論文, 2000.
- [13] 菅民郎, 「らくらくアンケート分析」, オーム社, 2007.
- [14] 新谷敬人, 高澤美由紀, “日本語の発話末における F0 下降のアライメントについて”, 第 13 回日本音声学会全国大会発表論集, pp.149-154, 1999.

付録 去年の実験結果とクラスター分析の訂正

去年高見が行った「パラ言語情報の認知における声の高さ及びその変化の影響」において表 3.3.2、表 3.3.4、表 3.3.6 に誤った箇所があったので付録にて訂正します。

変化率内の各音声の評価の表において、変化率 33.5% で「フィ0シ0」と「ラ0レ1」の印象語の評価が同じ数値になっていました。正しくは、以下の通りです。

変化率	音名	平均f0	悲しみ	無関心	不満	信頼	驚き	恐れ	落胆	感心
33.5%	フィ0シ0	108	2.20	2.47	3.53	1.80	3.33	1.80	2.60	2.13
33.5%	ラ0レ1	128.4	1.73	2.07	3.07	1.20	2.67	1.67	1.73	1.80
33.5%	ド1ファ1	152.7	2.00	1.47	2.60	2.00	3.93	2.07	1.87	3.00

変化率	音名	平均f0	安堵	慎み	怒り	好意	中立	高揚	満足	疑問
33.5%	フィ0シ0	108	1.67	1.80	2.13	2.00	1.87	2.20	1.73	3.20
33.5%	ラ0レ1	128.4	1.47	1.53	1.93	1.47	1.93	2.07	1.27	3.20
33.5%	ド1ファ1	152.7	2.00	2.00	2.00	2.27	1.93	3.00	2.53	3.40

変化率	音名	平均f0	冷静	同情	喜び	軽蔑	嫌悪	不安	強調	肯定
33.5%	フィ0シ0	108	2.27	1.80	1.53	2.27	2.87	2.60	2.27	2.00
33.5%	ラ0レ1	128.4	1.73	1.60	1.40	2.47	2.27	2.27	2.53	1.53
33.5%	ド1ファ1	152.7	1.80	1.93	2.40	1.93	2.40	2.20	3.40	1.87

また、上記の表の訂正でクラスター分析のデンドログラムにも一部訂正があります。以下に正しいクラスター分析のデンドログラムを示します。

