「マルチメディア，分散，協調とモバイル
(DICOMO2021) シンポジウム」 令和3年6月-7月

議論における強調に対する主観的評価と韻律特徴の分析

居原田 梨佐[1]　村岡 泰成[1]　石川 誠彬[1]　江木 啓訓[1]

概要：本研究では，議論において話者が強調して発言したと認識する部分と，聞き手によって話者が強調して発言したと認識する部分を比較し，強調に対する主観的評価と韻律特徴について分析する．話し手や聞き手の強調を認識する部分を可視化することによって，聞き手と発言の間で強調の認識が一致するような発話を練習するシステムへの応用が可能になると考えられる．そこで，議論において話者が強調して発言したと認識する部分と，聞き手によって話者が強調して発言したと認識する部分それぞれについて，話者と聞き手それぞれの主観的な評価を収集する．強調したと認識した発話部分について，韻律特徴であるピッチ標準偏差およびパワー標準偏差から分析する．評価実験として，1 グループ 3 名の計 8 グループに対して 2 回ずつ議論を行った．議論は参加者が自由に発言できる自由議論と，原稿に沿って議論をする原稿有議論の 2 種類を行った．分析の結果，自由議論と原稿有議論では強調が一致する割合に大きな差がみられず，事前にはっきりと強調すべき部分を把握していても，聞き手に正しく伝わるような強調を表現することは難しいことがわかった．また，今回分析したピッチ標準偏差およびパワー標準偏差では，強調が一致しているかどうかを検出することは困難であり，結果で得られた強調の認識の理由である話速や断定のキーワードなどを分析する必要が示された．話し手は韻律的，韻律的以外の方法両方をもって強調を表現しようとし，聞き手も同様に両方をもって強調を認識していることがわかった．しかし，韻律的以外の要素は韻律的なそれよりも種類が豊富であり，話者と聞き手で強調の認識に関わる要素が一致しない可能性が高い．それに対し，韻律的特徴は種類が少なく，話者と聞き手で強調の認識に関わる要素が一致しやすい可能性が高い．そのため，話者と聞き手の強調を一致させるには，韻律的な強調の表現を習得することが効果的である可能性が示唆された．

Analysis of Subjective Evaluation of Emphasis and Prosodic Features on Discussion

RISA IHARADA[1]　TAISEI MURAOKA[1]　NARUAKI ISHIKAWA[1]　HIRONORI EGI[1]

1. はじめに

近年，基礎的な知識や技能を詰め込むのではなく，それらを活用して課題を解決するために必要な思考力，判断力，表現力，主体的に学ぶ態度の育成が注目されている．主体的に学習に取り組む態度を養うためには，言語活動を充実させることが必要であるとされており，教育現場では議論やグループワーク，ペアワークが取り入れられるようになった．議論などの言語活動では，事実等を正確に理解し，他者に的確に分かりやすく伝えることができるように指導する必要がある．他者に的確にわかりやすく伝えるには，話の構成や表現を工夫して伝えることが大切である [1]．

議論において自分の意見他者に的確に分かりやすく伝えるための工夫として，聞き手に特定の部分を強調することによって，重要な部分であることを伝えることがある．しかし，話者が強調して発言したと考えていても，聞き手にその部分が正しく伝わっていないことが考えられる．これにより，話者と聞き手で発話の重要な点の認識に齟齬がでるという問題がある．

強調については，プレゼンテーション支援の分野で盛んに研究が行われている．Kojiri ら [2] は，システムにより強調の習得に成功したが，聴衆がその強調意図を把握しているかどうかを評価する必要があると述べている．話者と聞き手の強調の認識の差に関する分析を行うことで，議論やプレゼンテーションの支援システムの性能向上に繋がる

[1] 電気通信大学院 情報理工学研究科 情報学専攻

© 2021 Information Processing Society of Japan

ことが期待できる．

上記の学習効果を実現するシステム開発のため，議論において話者が強調して発言したと認識する部分と，聞き手によって話者が強調して発言したと認識する部分を比較し，強調に対する主観的評価と韻律特徴を分析する．自由に発言できる議論と強調部分を指定された議論とを実施し，強調部分の評価について比較することで，話者の思う強調部分と聞き手の思う強調部分の特徴を検討する．話し手や聞き手の強調を認識する部分を可視化することによって，聞き手と発言の間で強調の認識が一致するような発話を練習するシステムへの応用が可能になると考えられる．

2. 関連研究

2.1 プレゼンテーションと強調

プレゼンテーションでの強調を学習するための手法として，発話を分析し単語が強調と判定される確率をフィードバックして練習させる手法がある [3]．この研究は，プレゼンテーションにおいてスライドの内容や発表の構成は経過が残るために修正は容易だが，話し方は修正する部分がわかりにくいために改善しにくいという問題を挙げている．話し方の中でも強調はキーワードを聴衆に明瞭にするという点で重要だとし，強調習得のためのシステムを開発している．強調の判定や見本データを作るための学習データは解説番組，情報番組，報道番組，音声学の CD から収集している．それらのデータから話者の発話が強調に判定される確率を計算し，練習できるインターフェースを作成している．しかしこの研究は専門の訓練を受けた話者の発話を学習データとし，プレゼンテーションにおける強調を学習するものであり，訓練をうけていない一般の参加者で構成される議論に適応することができない．

また，プレゼンテーションスキルの習得のためのアプリケーションが開発されている [4]．この研究はプレゼンテーションの練習の難しさに焦点を当てている．プレゼンテーションを練習する際には練習相手が必要であるが，プレゼンテーションの評価は評価する人の経験や思想による部分が大きい．そこで，プレゼンテーションを公正に評価し，フィードバックするシステムが必要であるとしている．このために，著者らは話速，音量，ピッチ変動などを計測し，学習者に提示するアプリケーションを開発している．このアプリケーションでは，話速，音量，ピッチ変動，ポーズ，文のわかりやすさなどを計測した結果と，それらの理想的な数値とを学習者に提示する．強調はピッチ変動で評価され，大きいほうがよいとされ，強調を単一の観点で判別している．また，プレゼンテーションにおける話し方の練習を対象としているため，そのまま議論に適用することができない．

スライドと発話の強調に着目した研究がある [2]．この研究は，スライド内の強調部分と発話の強調部分に不一致がある場合に，聴衆が混乱するという問題点に焦点を当てている．スライド内の強調と，発話内の強調を分析しフィードバックを行うことで，スライドと対応する発話の強調の習得に成功した．しかし，聴衆がその強調意図を把握しているかどうかを評価する必要があると述べている．

2.2 推定した強調の利用

音声の強調を用いた研究がある [5]．この研究はビデオコンテンツの音声強調に着目している．音声が強調される区間のビデオコンテンツを抽出することで，コンテンツの短縮を実現している．この研究において，音声強調は平均基本周波数及びその差分，平均パワーとその差分，動的尺度のピーク本数とその差分を利用して抽出されている．

2.3 議論支援

議論内の重要部分を推定する手法がある [6]．この研究では，議論の効果的な振り返りには議論の要点をまとめた議事録があることが望ましいが，その作成には経験や手間など負荷が大きいことを問題にしている．そこで，アノテータによって議論内の重要表現を抽出し，その分析から重要表現を推定するモデルを作成している．この研究における重要表現とは，議論の要約作成に貢献する発言のことである．分析にはモーションキャプチャ，加速度センサ，アイトラッカ，ビデオ，マイクなどの非言語情報を使用している．

言語情報と非言語情報の融合に基づいて，重要発言を推定するものがある [7]．この研究はマルチモーダル情報に焦点を当てている．複数参加者にまたがるマルチモーダル情報を深層学習によりフュージョンさせ，非言語情報モデル，言語情報モデル，言語非言語フュージョンモデルの 3 モデルを作成した．言語非言語フュージョンモデルでは，いずれも議論要約のために重要発言を判別することを目的としている．アノテータの判断によって重要部分を抽出しており，一般的な議論参加者が感じる強調部分と異なっている可能性がある．

議論を支援する方法に関して様々な研究がなされている．岡澤らの議論支援システム [8] ではグループ活動における発言情報から，発言状況の可視化を行っている．その結果を学習者に提示することで，自身の役割や貢献を理解できるように支援を行った．このシステムにより発話の機会が均等化され，発話に積極的でない人も発話をする機会を持つことができる．しかし，良い議論のためには発話を工夫し相手にわかりやすく伝える必要がある．

3. 研究手法

本研究は，グループ学習のような場面における少人数の議論を想定する．議論における学習者の発言を収集して，強調して発言したと認識する部分の主観的評価と韻律特徴

© 2021 Information Processing Society of Japan

を分析する．

議論における強調に対する主観的評価の分析手順について，図 1 に示す．まず，議論において学習者の発言を録音する．議論の後に，それぞれの学習者が，自分自身を含む学習者全員の発言を対象として，強調していると認識する部分をラベル付けする．議論に参加していない被験者を観察者として，学習者の発言の音声を聴取させた上で，それぞれの学習者が強調して発言していると認識した部分をラベル付けさせる．ラベル付けされた部分について，発話の韻律特徴を分析する．韻律特徴として，ピッチ分散，パワー分散の特徴量を用いる．また，主観的評価は非言語情報に関する韻律的理由と，言語情報に関する文脈的理由それぞれについて，記述で回答されたものから検討する．

また，議論参加者の認識する強調部分は議論内容によって左右されることが考えられる．そのため，議論参加者が自由に発言できる自由議論に加えて，あらかじめ用意されている強調部分の指定を含む原稿有議論を行う．

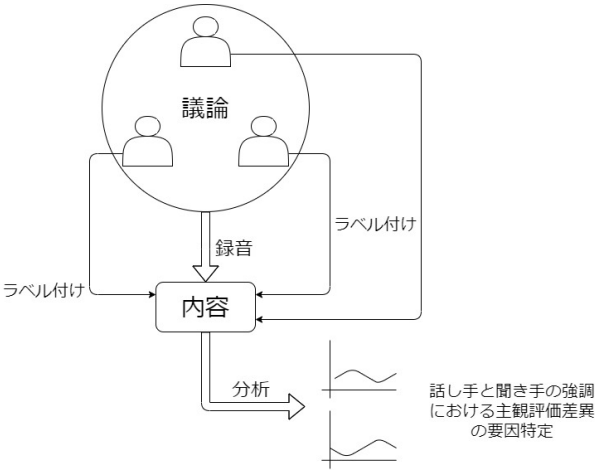


図 1　議論内の強調要素の分析手法

本研究では議論参加者の発話音声をもとに分析を行う．議論参加者は発話収集デバイスを装着し，議論の場における発話収集を行う．発話収集に用いるデバイスについて述べる．デバイスは，石川ら [9] の設計を参照して構成している．

発話収集デバイスは，指向性マイクのついたヘッドセットを USB オーディオ変換アダプタを介してワンボードコンピュータに接続したものである．ヘッドセットはオーディオテクニカ製 指向性マイクヘッドセット AT810F を，USB オーディオ変換アダプタはサンワサプライ製 USB オーディオアダプタ MM-ADUSB3 を用いる．ワンボードコンピュータは RaspberryPi 3B+を用いる．発話収集デバイスの構成を図 2 に示す．発話収集は，Python のライブラリである pyaudio を用いる．発話収集データは，音声ファイルとしてウェアラブル端末内に保存される．ファイルの形式は WAVE フォーマットを用いる．音声ファイルは，モノラル，量子化精度は 16bit，サンプリングレートは 48000Hz である．

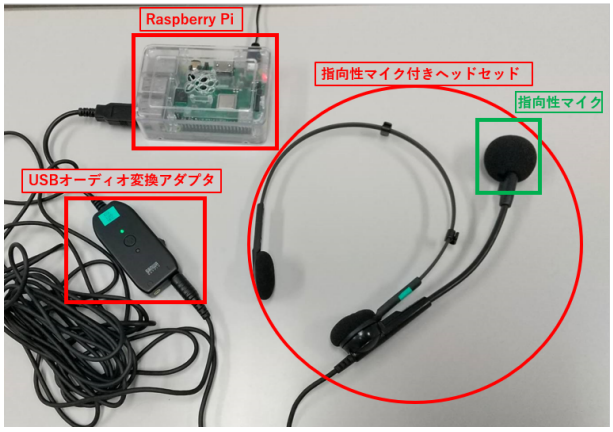


図 2　発話収集デバイスの構成

4.　実験

4.1　実験目的

本実験の目的は，議論において話者が強調して発言したと認識する部分と，聞き手によって話者が強調して発言したと認識する部分の主観的評価と音声の収集である．話者の認識する強調部分と聞き手の認識する強調部分の特徴を検討するために，強調部分を指定された議論と自由に発言できる議論を実施する．強調部分を指定された議論においては，話し手は事前に強調する部分を把握でき，どのように強調するのかを考えてから発話することができる．そのため，話者は自由議論に比べてよりうまく強調を表現でき，それにより聞き手がより話し手の強調部分を正しく認識することができることを期待する．

4.2　実験方法

被験者を集め議論を 2 回行い，自分の発話の強調したかった部分および，他の議論参加者の発話区間で強調されていると感じた部分を振り返る実験を行った．被験者は理工系大学の大学生 24 名である．24 名を 3 名 1 グループに分けて，計 8 グループで実験を行った．

被験者はテーブルを囲む形で着席し，マスクを着用したまま 3 章で説明した端末を身につける．机の中央に振り返り用のボイスレコーダーを用意し，議論全体の音声を録音する．また，1 回目の議論では議論参加者全員に見える位置にタイマーを設置する．実験環境を図 3 に示す．

1 回目の議論は「シアワセとはなにか」という議題で，議論参加者に自由に発言してもらう自由議論である．議論時間は 5 分である．タイマーを議論参加者の全員に見える位置に置き，全員が発話できるように議論を進めていくように指示した．議論の開始前に，各自で考えをまとめる時間を設けた．議論直前に，自分の考えで特に相手に伝えたい

© 2021 Information Processing Society of Japan

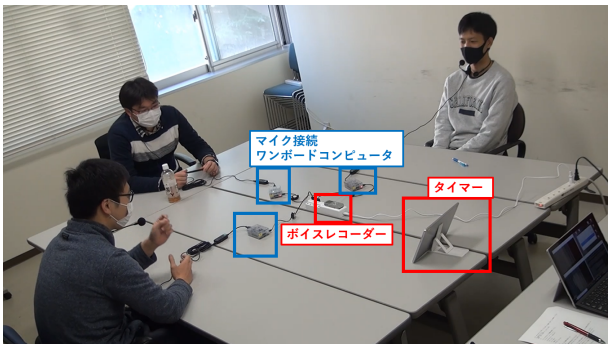


図 3 実験環境

と思う部分 3 箇所を相手に伝わるように強調して話すように指示した．

2 回目の議論は，議論参加者に議論形式の原稿を読んでもらう原稿有議論である．用いられる原稿は，研究室内で行われた「シアワセとはなにか」という議題の自由議論を基に作られている．各議論参加者には，各々の強調するべき部分を蛍光ペンで指定した原稿を配布する．また，強調すべきと指定する部分は，予備実験議論の議論参加者の主観的評価をもとに決定した．予備実験は男性 3 人で行われたため，一人称は自由に変えて読むことを許可した．また，より自然な議論に近づけるために文末は自由に変えて読んで良いものとした．原稿有議論は議論時間を設けず，原稿を最後まで読み終わったら終了とした．原稿は予備実験から 5 分間分を抽出してあるため議論時間は通常 5 分前後になる．原稿有議論の様子を図 4 に示す．

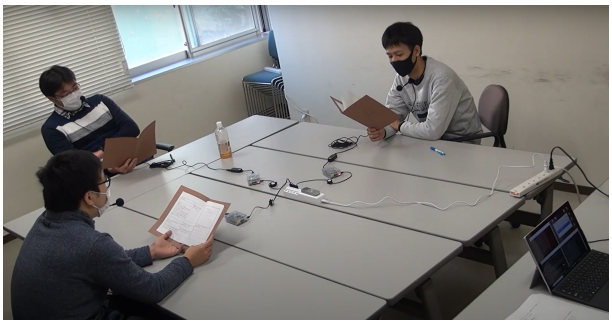


図 4 原稿有議論の様子

議論の順番は自由議論，原稿有議論の順で実施した．これは，原稿を議論のように読む，すなわち演技をすることは負荷が高いと考えられるためである．被験者が議論に慣れてから行う必要があると考え，自由議論の後で原稿有議論を行った．

2 つの議論の終了後，イヤホンの接続されたタブレットを用いてボイスレコーダーで録音された議論全体の音声を聞き，議論の振り返りを行う．音声の聞き直し，一時停止，スキップなどは全て許可したうえで振り返りを行う．振り返りは，強調の主観的評価及びアンケートで構成されている．強調の主観的評価は，議論時間の何分何秒から何分何秒をどのような理由で強調と感じたか，もしくはどのように強調したかを問う．アンケートは，うまく強調できたか，ほかの参加者の強調部分がわかったかなどを 5 件法で問う．なお，回答時間は制限しない．

5. 結果

5.1 強調部分の一致

実験では 2 回の議論を行った．自由議論におけるグループごと及び全体の一致割合を表 1 に，原稿有議論におけるグループごと及び全体の一致割合を表 2 に示す．

話者と聞き手 1 人の強調認識部分が一致することを，聞き手個人との一致とする．また，3 人の強調認識部分が一致することを，3 人一致とする．話し手の強調認識部分で聞き手全員と強調部分が一致しないことを，不一致とする．

表 1 自由議論の全体の一致割合

グループ	聞き手個人との一致の割合	3 人一致の割合
グループ 1	0.61	0.33
グループ 2	0.56	0.33
グループ 3	0.56	0.22
グループ 4	0.28	0.11
グループ 5	0.44	0.22
グループ 6	0.27	0.00
グループ 7	0.61	0.33
グループ 8	0.61	0.44
全体	0.49	0.25

表 2 原稿有議論の全体の一致割合

グループ	聞き手個人との一致の割合	3 人一致の割合
グループ 1	0.50	0.22
グループ 2	0.50	0.33
グループ 3	0.39	0.11
グループ 4	0.39	0.22
グループ 5	0.39	0.22
グループ 6	0.55	0.33
グループ 7	0.61	0.44
グループ 8	0.61	0.44
全体	0.49	0.29

5.2 アンケート結果

自由議論に関するアンケート結果の平均と標準偏差を表 3 に示す．また，原稿有議論に関するアンケート結果の平均と標準偏差を表 4 に示す．全ての設問は，「5. とてもそう思う，4. そう思う，3. どちらともいえない，2. そう思わない，1. 全くそう思わない」の 5 件法で回答してもらった．

© 2021 Information Processing Society of Japan

表 3 自由議論に関するアンケート結果

質問	グループ	平均	S.D.
Q2-01. 議論の中で伝えたい部分をうまく強調して話せた	グループ 1	3.00	0.82
	グループ 2	3.00	0.82
	グループ 3	2.67	0.94
	グループ 4	2.67	0.94
	グループ 5	3.33	1.25
	グループ 6	2.67	0.94
	グループ 7	3.00	0.82
	グループ 8	2.00	0.00
	全体	3.00	1.00
Q2-02. 自分以外の話者の強調したい部分がわかった	グループ 1	3.00	0.82
	グループ 2	2.67	0.47
	グループ 3	3.00	0.82
	グループ 4	3.00	0.82
	グループ 5	4.00	0.00
	グループ 6	3.33	0.47
	グループ 7	4.00	0.00
	グループ 8	2.67	0.94
	全体	3.07	0.80

表 4 原稿有議論に関するアンケート結果

r r

質問	グループ	平均	S.D.
Q4-01. 議論の中で強調部分 (蛍光部分) をうまく強調して話せた	グループ 1	3.67	1.25
	グループ 2	3.00	0.00
	グループ 3	4.00	0.00
	グループ 4	3.00	0.82
	グループ 5	3.00	0.82
	グループ 6	3.37	0.47
	グループ 7	3.00	0.82
	グループ 8	3.67	0.47
	全体	3.36	0.89
Q4-02. 自分以外の話者の強調したい部分がわかった	グループ 1	3.36	0.47
	グループ 2	2.33	0.47
	グループ 3	2.67	0.47
	グループ 4	3.00	0.82
	グループ 5	3.67	0.82
	グループ 6	3.67	0.47
	グループ 7	2.67	0.47
	グループ 8	3.00	0.82
	全体	3.21	0.89
Q4-03. 原稿を読むのは難しかった	グループ 1	2.67	0.94
	グループ 2	3.00	0.82
	グループ 3	2.33	0.47
	グループ 4	3.00	1.41
	グループ 5	3.33	1.70
	グループ 6	3.33	0.94
	グループ 7	3.67	0.47
	グループ 8	3.33	0.94
	全体	2.79	1.21
Q4-04. 劇や授業をするなど人前で話すことが得意だ	グループ 1	3.67	1.25
	グループ 2	3.00	0.82
	グループ 3	3.33	0.47
	グループ 4	1.67	0.47
	グループ 5	3.00	1.63
	グループ 6	2.33	0.47
	グループ 7	1.67	0.47
	グループ 8	2.67	0.47
	全体	3.07	1.16

5.3 音声分析

実験結果について 3 人一致になった部分および不一致になった部分の音声分析を行い，音声特徴量を算出した．各議論において 3 人一致になった部分不一致になった部分それぞれに通し番号をつけ，ピッチ標準偏差とパワー標準偏差をまとめた．自由議論におけるピッチ標準偏差とパワー標準偏差を表 5 に，原稿有議論におけるものを表 6 にそれぞれ示す．

5.4 強調方法，強調認識の理由

話者と聞き手の強調の認識が一致した部分における，話者及び聞き手の判断理由についての一部を示す．自由議論における判断理由を表 7 に示す．各議論おける強調が一致した部分に通し番号をつけ区別する．また，自由議論における話し手の強調方法の分類別個数，および全議論における聞き手の強調を認識した理由の分類別個数を表 8 に示す．ここで，韻律的特徴以外には言語的理由および身振りなどが含まれる．話者の強調方法の分類別強調の一致割合を表 9 に示す．

6. 考察

6.1 強調の一致

本実験では 2 回の議論を行った．議論参加者が自由に発言する自由議論と，原稿に従って議論をする原稿有議論である．原稿有議論においては，話し手は事前に強調する部分を把握でき，どのように強調するのかを考えてから発話することができる．そのため，自由議論に比べてより適切に強調を表現することが可能であり，聞き手が話し手の強調部分を正しく認識できることを期待した．

しかしながら，表 1 および表 2 に示したように，自由議論と原稿有議論とで，話者と聞き手の強調の一致割合に大きな差はみられなかった．このことから，事前にはっきりと強調すべき部分を把握していても，聞き手に正しく伝わるような強調を表現することは難しいことがわかった．

さらに，議論参加者は自由議論よりも原稿有議論の方が「うまく強調できた」と考えていることが表 3 からわかる．このことから，議論参加者は自身の強調を表現する能力を正しく評価できていない可能性がある．また，議論参加者は自由議論よりも原稿有議論の方が「相手の強調がわかった」と考えていることが表 4 からわかる．このことから，議論参加者は自身の他者が強調した部分を認識する能力を正しく評価できていない可能性がある．

© 2021 Information Processing Society of Japan

表 5　自由議論におけるピッチ標準偏差とパワー標準偏差

	3 人一致		不一致	
通し番号	ピッチ SD	パワー SD	ピッチ SD	パワー SD
1	220.23	12.59	84.11	16.62
2	56.78	16.95	176.04	13.12
3	20.58	17.40	230.80	3.93
4	123.68	15.35	78.31	18.65
5	188.54	12.76	187.49	13.61
6	132.33	12.63	229.34	11.15
7	41.31	14.48	197.73	11.85
8	87.70	13.75	151.06	15.61
9	138.06	17.04	73.95	14.65
10	100.71	16.96	112.33	15.46
11	84.34	16.90	179.41	13.48
12	37.06	15.97	125.60	16.19
13	110.04	14.78	12.61	18.71
14	96.95	14.12	58.60	18.88
15	33.61	18.81	310.76	14.02
16	37.99	19.36	288.47	14.21
17	117.75	17.07	146.35	14.81
18	311.86	16.69	106.55	20.48
19			279.17	13.31

表 6　原稿有議論におけるピッチ標準偏差とパワー標準偏差

	3 人一致		不一致	
通し番号	ピッチ SD	パワー SD	ピッチ SD	パワー SD
1	124.73	14.80	25.64	12.25
2	64.73	20.27	106.62	15.07
3	104.89	16.11	109.42	15.20
4	57.30	16.46	89.45	12.31
5	122.35	17.25	120.55	117.28
6	93.96	17.75	72.30	15.97
7	40.84	18.71	115.67	20.52
8	130.27	20.45	62.95	18.87
9	93.27	145.19	164.58	14.87
10	96.92	19.37	24.59	16.34
11	78.41	19.50	83.55	18.52
12	84.79	15.30	116.81	22.82
13	191.02	16.47	32.11	18.15
14	57.05	14.68	108.47	15.47
15	36.54	15.49	95.55	18.61
16	80.11	14.67	259.21	13.43
17	50.27	14.85	31.30	14.93
18	32.52	13.01	265.65	15.54
19	26.68	14.27	122.50	17.66
20	203.59	15.73	36.28	14.09

実験から，議論内で強調を表現すること，相手の強調を認識すること，自身の強調する能力及び他者の強調した部分を認識する能力を正しく把握することは困難であることがわかった．

表 7　自由議論における強調判断理由

通し番号	話者の理由	聞き手の理由
1	声を大きくした	キーワード，ゆっくり話している
2	強調できていない	感情がのっている，自身の意見
3	ゆっくり話した	「定義は」，自身の意見
4	結論	結論，まとめ
5	詳細	まとめ，間
6	声を大きくした	自身の意見，はじめの意見
7	間	一般的な話の後だから，言いきり
8	声を大きくした	間，抑揚，ゆっくり話している
9	声を大きくした	強弱，まとめ
10	抑揚	声が大きい

表 8　強調方法および強調認識理由の分類別個数

	韻律的理由	韻律的理由以外
話者の強調方法 (自由議論)	31	32
聞き手の強調認識理由 (全議論)	140	142

表 9　話者の強調方法の分類別強調の一致割合

話者の強調方法	聞き手個人との一致割合	3 人一致割合
韻律的方法	0.56	0.28
韻律的方法以外の方法	0.45	0.15

6.2　自由議論と原稿有議論の違い

6.1 節でも述べたとおり，全体としては自由議論と原稿有議論の一致割合に差はみられなかった．しかし，自由議論で一致率の低かったグループ 4 とグループ 6 に着目すると，自由議論に対し原稿有議論では聞き手個人との一致割合についても 3 人一致の割合も 10 %以上高くなっている．このことから，原稿を読むことで強調を表現しやすい被験者がいたことがわかる．

それに対して，グループ 1 およびグループ 3 において，自由議論に対し原稿有議論は聞き手個人との一致割合についても 3 人一致の割合も 10 %以上低くなっている．これらのグループは他のグループに比べ「原稿を読むのが難しかった」と考えていることが表 4 からわかる．

以上のことから，自由議論ではうまく強調できない被験者で，なおかつ原稿を読むことが苦でない場合，原稿があることで強調を表現しやすくなる可能性が考えられる．

6.3　3 人一致と不一致

聞き手と発言の間で強調の認識が一致するような発話を練習するシステム開発のために，強調一致部分と不一致部分の音声特徴量を検討する．表 5 および表 6 より，ピッチ標準偏差とパワー標準偏差が同程度であっても，強調が 3 人一致する場合もあれば不一致となる場合もあることがわかる．このことから，ピッチ標準偏差とパワー標準偏差だけでは，強調が一致するかどうか判断することができない．そのため，結果で得られた強調認識の理由である話速や断

© 2021 Information Processing Society of Japan

定のキーワードなどを考慮するなど，多角的に分析する必要がある．

6.4 強調認識理由

強調と判断した理由では，「強弱，抑揚」以外に話速に関しては，「速い，遅い」の両方が理由として挙げられた．強調部分とその直前部分との比較で話速が変化した場合に聞き手は強調を感じている可能性がある．また，「ため，間」があったに関しても，強調部分とその直前部分との間に感じるものである．発話一秒ごとに特徴量を算出し，変化を検知することで強調を検出する手がかりになる可能性がある．

韻律的理由以外の理由では文法的なもの，単語的なもの，身体的なものなどが挙げられた．また，韻律的理由以外の要素には「話の流れ」や「キーワードが出てきた」などの機械的に検出しにくい主観的な要素も多く含まれている．

また，韻律的理由以外の理由は，韻律的特徴に比べ種類が豊富であることがわかる．韻律的理由以外の要素の方が種類が豊富ではあるが，表 8 からわかるように，聞き手の強調の認識理由は韻律的理由と韻律的理由以外の理由が半々である．話し手も韻律的方法と韻律的方法以外の方法の両方を用いて強調を表現しようとしている．つまり，韻律的表現は同種のものが議論の中で頻繁に用いられている．また，聞き手も同じ韻律的理由で強調を判断する回数が多いと考えられる．

6.5 強調方法と一致

表 9 より，韻律的方法で強調を表現した方が，聞き手に伝わりやすい可能性がある．韻律的方法以外の方法で表現するときに比べ，聞き手個人のとの一致割合も 3 人一致の割合も 10 %以上高くなる．

これは 6.4 節で述べた，韻律的方法と韻律的以外の方法の種類の数の違いに関係があると考えられる．韻律的方法は種類が少ないため，議論参加者全員が同じような強調の基準をもっている可能性がある．対して韻律的以外の方法は議論参加者によって違う考えをもっており，話者が韻律的以外の方法で強調している場合に聞き手に強調と受け取られないという可能性がある．それに対し，韻律的特徴は種類が少なく，話者と聞き手で強調の基準が一致しやすい可能性が高い．そのため，話者と聞き手の強調を一致させるには，韻律的な強調の表現を習得することが効果的あるということが示唆された．

7. おわりに

本研究では，議論において話者が強調して発言したと認識する部分と，聞き手によって話者が強調して発言したと認識する部分を比較し，強調に対する主観的評価と韻律特徴について分析した．分析にはピッチ標準偏差とパワー標準偏差を用いた．主観的評価と音声を収集する実験の結果から，事前にはっきりと強調すべき部分を把握していても，聞き手に正しく伝わるような強調を表現することは難しいことがわかった．韻律的な強調表現は種類が少なく，話者と聞き手で強調の認識に関わる要素が一致しやすい可能性が高い．そのため，話者と聞き手の強調を一致させるには，韻律的な強調の表現を習得することが効果的である可能性が示唆された．

強調に対する主観的評価を可視化することによって，聞き手と発言の間で強調の認識が一致するような発話を練習するシステムへの応用が可能になると考えられる．

8. 謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費 JP19K03175, JP21K02752, JP19H01710 の助成を受けたものである．

参考文献

[1] 文部科学省．言語活動の充実に関する指導事例集～思考力, 判断力, 表現力等の育成に向けて～【中学校版】．https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2011/05/30/1306108.pdf．閲覧日:2021 年 1 月 26 日.

[2] Tomoko Kojiri and Takaya Kaji. Effective presentation speech support system for representing emphasis-intention. *Systems*, Vol. 4, No. 1, pp. 1–9, 2016.

[3] 小島淳嗣, 伊藤克亘. プレゼンテーションにおける強調習得の支援. 情報処理学会第 77 回全国大会講演論文集, pp. 127–128, 2015.

[4] Olga Saukh and Balz Maag. Quantle: fair and honest presentation coach in your pocket. In *Proceedings of the 18th International Conference on Information Processing in Sensor Networks*, pp. 253–264, 2019.

[5] 日高浩太, 中島信弥. 音声強調に着目したマルチメディアコンテンツ要約技術. 第 1 回情報科学技術フォーラム (FIT2002), pp. 439–440, 2002.

[6] 二瓶芙巳雄, 高瀬裕, 中野有紀子. 意思決定型議論における非言語情報に基づく重要発言の推定. 人工知能学会第 30 回全国大会論文集, Vol. JSAI2016, No. 3F4-3, pp. 1–4, 2016.

[7] 二瓶芙巳雄, 中野有紀子, 高瀬裕. 言語・非言語情報の融合に基づく重要発言の推定. 人工知能学会第 32 回全国大会論文集, Vol. JSAI2018, No. 3C1-OS-14a-03, pp. 1–4, 2018.

[8] 岡澤大志, 大山涼太, 江木啓訓. 協調的議論において発言状況を可視化するシステムの開発. マルチメディア，分散協調とモバイルシンポジウム 2018 論文集, 第 2018 巻, pp. 633–636, 2018.

[9] Naruaki Ishikawa, Taishi Okazawa, and Hironori Egi. Diana-ad: Dialog analysis for adjusting duration during face-to-face collaborative discussion. In *The 25th International Conference on Collaboration Technologies and Social Computing(CollabTech2019)*, pp. 212–221, 2019.

© 2021 Information Processing Society of Japan