

令和 4 年 6 月 10 日現在

機関番号：23903

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2021

課題番号：17K01570

研究課題名（和文）感情表現の強さが制御された音声刺激による認知症患者の感情認知機能の評価

研究課題名（英文）Evaluation of emotion cognition capability of dementia patients using emotion-strength controlled speech stimuli

研究代表者

中村 篤（Nakamura, Atsushi）

名古屋市立大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号：50396206

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,600,000円

研究成果の概要（和文）：介護現場での頻出発言内容の調査に基づき、介護発言感情音声データベースの設計・構築を行い、これと並行して、音声分析の結果得た基本周波数の時間軌跡を段階的に平坦化していくことで、感情的内容を徐々に消失させることによる感情音声刺激作成法を開発した。健康高齢者24名（男性12名、女性12名、65-81歳）、認知症患者14名（男性1名、女性13名、58-93歳）を被験者として、刺激聴取実験を実施し、認知症患者は健康高齢者よりも有意に感情認知の低下が認められ、その差は感情強度が原音声と同等の段階から生じることや、Anger-Happinessの感情ペアで、特に、正答率に顕著な低下が認められること等が分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本成果により、特に「喜び」、「怒り」等の感情的内容の伝達に関し、認知症患者との音声によるコミュニケーションを維持するための基礎的知見を得た。これを、介護家族や介護職員等がコミュニケーションを取る際に、どのような「話しかけ方」が認知症患者との意思疎通や信頼関係の構築に有用であるかの指針に反映することが期待できる。また、構築した認知症介護発言音声データベースは、一般的な感情音声コーパスとしての用途も含め、広く活用が期待できる。

研究成果の概要（英文）：We have designed and built a speech database for emotional utterances in dementia care based on survey on utterances that frequently appear in dementia care workplaces. In parallel, we developed a method of generating emotional speech stimuli, in which the contour of fundamental frequency derived from original speech utterance is flattened gradually. A series of listening tests were conducted with the cooperation of 24 healthy elderlies (12 males, 12 females, 65-81 years old) and 14 dementia patients (1 male, 13 females, 58-93 years old) as experimental subjects. It has been found out that the dementia persons' capability of cognition for emotions from speech is degraded compared with healthy persons' significantly, and that the difference was made even in emotion strength of original speech. In addition, remarkable degradation in the correct answer rate has been observed for the emotion-type pair, anger and happiness.

研究分野：知覚情報処理関連

キーワード：介護予防・支援 認知症 音声コミュニケーション 声質変換 感情強度制御

1. 研究開始当初の背景

2015年1月に公開された厚生労働省の調査結果によると、団塊世代の高齢化に伴い、我が国の認知症者は急速に増え、2025年には700万人を超えるとされている。そのため、認知症者が安心して暮らせるよう、ケアやリハビリテーションをはじめとする支援の方法を確立していくことは喫緊の課題である。特に、認知症による音声言語能力の低下は、認知症者と周囲とのコミュニケーションの崩壊を招き、患者自身の不安や孤独感を高める。これは、攻撃的行動、徘徊、抑うつ、人格の変化等、いわゆる「周辺症状」発症の一要因ともなりうるとされる。また、この過程で介護者側の負担や葛藤も増大していき、さらなる悪循環を生む。したがって、音声言語能力の低下した状態で、いかにして認知症者と周囲との音声による円滑なコミュニケーションを維持していくか、その方法を明らかにしていくことは極めて重要であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、発話に込められた「喜び」、「怒り」等の感情的内容を、認知症者がどのように認知しているか、実験的に明らかにし、認知症者との音声によるコミュニケーションを維持するための具体的、かつ客観的知見を得ることを第一の目的としている。これにより、例えば、介護家族や介護職員等がコミュニケーションを取る際に、どのような「話しかけ方」が認知症者との意思疎通や信頼関係の構築に有用であるかの指針構築につなげる。また、この知見を得ることで、簡単な聴取検査等による、認知症者の早期発見法の開発、将来的な介護ロボット等の実現に向けた、合成音声設計の指針策定、などに活用していくことも期待できる。

認知症者には疾患の早期から感情の認知に障がいがあることが認められる、との報告が、英語音声を対象とした先行研究[1,2]によりなされている。これらの先行研究においては、「喜び」、「怒り」等の感情を込めて発声した音声を収録し、これを音声刺激として認知症者に聴取してもらい、どの感情に当たるかという設問に対する解答から正答数、誤答数等を統計的に分析することで客観的知見を得ている。一方、日本語音声においては、「喜び」の感情音声に対して反応が薄いことがある、平常な音声から、ことさらに悪意を見出そうとすることがある等、個別の経験則的知見はあるものの、[1,2]と類似の客観的知見に関する報告は存在しない。また、[1,2]では、感情表現の強さの違いによる影響が考慮されておらず、知見としては限定的なものである。

本研究では、収録した日本語音声をもとに、音声情報処理の一技法である「音声分析合成」を用いて感情表現の強さ(強度)を制御した音声を刺激として実験を行ない、どの程度弱めた感情表現まで正しくカテゴリ識別できるか、弱まった感情表現を別のどの感情カテゴリと混同しやすいか、等、認知症者の感情認知機能についてのより詳細な客観的知見を得ることを目指す。

3. 研究の方法

音声には、その生成の過程で、主たる意味的内容に相当する「言語的情報」、疑問、肯定等、準意味的内容に相当する「パラ言語的情報」、個人の身体性や感情を表す「非言語的情報」の三種類が織り込まれている。これを聞き手の知覚過程で再度分解することで、話者の意図や感情の状態の認知がなされる(図1)。音声波において、それぞれの情報は、数十~数百ミリ秒程度の単位(分節)での音声スペクトルの差異として現れる「音韻的特徴」と、各分節の持続時間や、複数の分節にわたる音の高さ、強さの差異として現れる「韻律的特徴」が担っている。特に音声の感情的内容は、韻律的特徴に織り込まれており、感情表現の強さは、この韻律的特徴の程度として現れる。

前述の音声分析合成は、信号処理によって、音声を音韻的特徴と韻律的特徴に分解し、分解した特徴を用いて元の音声をほぼ同品質で再合成する技術である。このとき、例えば分解後の韻律的情報を適宜加工してから再合成すると、意味的内容はそのままに、感情表現強度の異なる音声を合成することができる。これは「声質変換」、あるいは「音声モーフィング」とも呼ばれる技法の一種である。人間が感情表現の強度を客観的基準に基づいて任意に制御し、正確に発声し分けることは不可能であるため、音声分析合成によってこれを実現するアプローチは有用である。音声分析合成を高精度に実行する環境としては、TANDEM-STRAIGHT[3]等が広く知られており、本研究では、これらの既存の環境を用途に応じて改造することで感情表現強度を適切に制御する機能を開発し、所望の音声刺激を作成する。

4. 研究成果

【成果1】介護発話感情音声データベースの設計・構築

・発話内容の設計

以下の手順により、実際の認知症介護現場で頻回に使用する発話内容から、データベースに採用すべき文を選定した。

- 対象施設および対象者

認知症介護の専門職員である認知症介護指導者に調査窓口を依頼し、各指導者が在籍する東海3県の介護老人保健施設、特別養護老人ホーム、グループホーム（認知症対応型共同生活介護）の27施設を対象施設とした。対象者は対象施設に勤務し、認知症の人のケア等を行う介護・看護従事者や相談員等で1施設あたり10名に記述式のアンケート調査への協力を依頼した。

- 調査内容

認知症の人の日常的なケアや相談等の場面で頻回に行う、声かけの「具体的な発話内容」について問う記述式のアンケート調査を作成した。調査内容は食事、整容、入浴、更衣、排泄、起居、移動の基本的日常生活活動（BADL：Basic Activity of Daily Living）に関する7場面、レクリエーションや余暇活動、1日を通した生活全般の合計で9場面を設定した。対象者は場面ごとに認知症の人に対して、自身が行う具体的な声かけの発話内容について自由記載した。

- 結果

19施設182名（男性48名、女性133名、無回答1名、平均年齢39.6±11.6歳）から回答を得た（有効回収率70.3%）。回答者の保有資格は介護福祉士が133名と最も多く、166名が介護業務に携わっており、平均経験年数は9.2±5.6年であった。

総コメント数は11,366件で場面ごとに発話内容を質的帰納的にカテゴリ分類した。その結果、最も多く記載された介護発話50文（「おはようございます」、「失礼します」といった単文節文14、「お食事の準備ができました」、「お風呂に入りませんか」といった複文節文36）を抽出した。

・感情発話音声の収録

得られた介護発話50文について、演劇経験者（20代の男女各1名）による発話を収録した。発話者は文ごとに、中立的な感情（neutral）、喜び（happiness）、怒り（anger）の3種類の感情で発話している。また感情表現を含む音声の一般的な分析のための資料としての用途も想定し、ATR音素バランス503文について同様に3種類の感情での発話を収録している。収録は福井街角放送のスタジオにて、標本化周波数44.1kHz、量子化精度16bitで実施した。

【成果2】感情音声刺激作成法の開発

音声の感情表現が一般に、声帯音源波の基本周波数の変化パターン、すなわち音の高さの抑揚にその特徴が現れることから、音声分析の結果得た基本周波数の時間軌跡を段階的に平坦化していくことで、感情的内容を徐々に消失させる方法を開発した。

具体的手順は以下の通りである。まず、原音声を分析して、声道スペクトルと基本周波数の時間変化パターン（F0変化パターン）を得る。F0変化パターンの線形補間によってF0の大域変動成分を抽出し、元のF0変化パターンとの差を局所変動成分とする。ここで、大域変動成分は、感情表現への寄与が大きいと考えられる、文節程度の長さを単位としたF0の挙動に、局所変動成分は、モーラのような短い周期でのF0の挙動に対応している。さらに大域変動成分について、平均を基準とするオフセット値系列を求め、このオフセット値系列値に一定の係数 α （ $0 < \alpha < 1$ ）を乗じることで、大域変動の段階的平坦化を実現する。平坦化した大域変動に再度局所変動を加算し、これと声道スペクトルによって音声を再合成することで、感情強度の制御された音声刺激とする（図1）。音声の分析・合成にはTANDEM-STRAIGHT[3]を用いた。

なお、刺激呈示においてペアとなる感情種別に応じ、大域変動の平均と、発話の全体長を、大域変動の平坦化段階に応じて変化させている。具体的には、感情種別 P, Q の大域変動平均、発話全体長を各々 $\mu_P, \mu_Q, \ell_P, \ell_Q$ とすると、感情種別 P の平坦化係数 α に対する大域変動平均 $\mu_{P,\alpha}$ 、発話全体長 $\ell_{P,\alpha}$ を、それぞれ

表 1 介護発話感情音声データベース文
(抜粋)

挨拶
・ありがとうございました
・おはようございます
感想
・きれいに なりましたね
・さっぱりしましたね
誘導
・お風呂に 入りませんか
・起きましょか
依頼
・手すりに つかまって 立って下さい
・お手伝いを お願いしても いいですか
介助
・髪の毛を とかしますね

$$\mu_{P,\alpha} = \alpha\mu_P + (1 - \alpha)\frac{\mu_P + \mu_Q}{2}$$

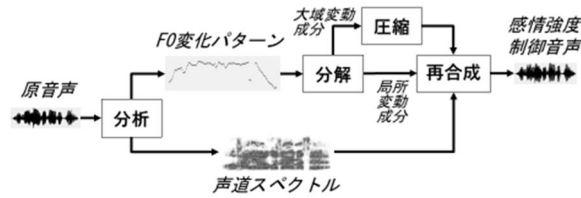


図 1 感情強度を制御した音声刺激作成方法

$$\ell_{P,\alpha} = \alpha \ell_P + (1 - \alpha) \frac{\ell_P + \ell_Q}{2}$$

として上記の処理を行う。感情強度は対数スケールで徐々に F0 大域変動を平坦化していくことで制御し、原音の Level5 から、大域変動がほぼ完全に圧縮された Level1 までの 5 段階とした。これに対応する 5 段階の値は下式によって与えている。

$$\alpha = 10^{\beta/20} \quad (\beta = 0, -8, -16, -24, -32)$$

また、感情ペアは「anger から happiness (AH)」、「happiness から anger (HA)」、「happiness から neutral (HN)」、「neutral から happiness (NH)」、「anger から neutral (AN)」、「neutral から anger (NA)」の 6 種類とした。

【成果 3】認知症者の感情認知能力

・検査対象者

検査対象者は健常高齢者 24 名（男性 12 名，女性 12 名，65-81 歳，平均 72.8 ± 4.6 歳），認知症者は通所介護施設に協力依頼し，昨年度[3]より 4 名増え，14 名（男性 1 名，女性 13 名，58-93 歳，平均年齢 77.1 ± 13.1 歳）で，診断病型はアルツハイマー型認知症が 10 名で最も多かった。また，認知機能検査から重度から軽度の認知機能障害を認めたが，検査の指示理解は可能であった。検査対象者の視力・聴力は対面インタビューで問題は認められなかった。本研究は認知症介護研究・研修大府センターの倫理委員会承認の元に行われ，全例検査前に本人及び代諾者（認知症者のみ）に書面にて同意を得た上で実施した。

・検査課題および手順

協力施設の静かな一室を借りて，検査対象者はスピーカからの感情音声刺激を聴き，その感情に合致した画像をタッチパネル式で選択・解答した。検査課題は介護発話文 10 種類 × 感情ペア 6 種類 × 感情強度 6 段階 = 360 問とし，特に，認知症者は 30 問毎に小休憩を入れ，疲労等に配慮し，適時指示を加え数回に分けて実施した。

・解析方法

得られたデータから各検査対象者の正答率を，対象者群（健常高齢者と認知症者）× 感情ペア × 感情強度を 3 元配置分散分析により解析した。分散分析にあたっては，Mauchly の方法で球面性の仮定を検定し，球面性が棄却された場合は Greenhouse-Geisser 法で自由度の補正を行った。post hoc 検定は Bonferroni 法を用い，有意水準は 0.05 とした。

・結果

3 元配置の分散分析の結果から対象群，感情ペア，感情強度の主効果は有意であった（対象群， $F(1, 36) = 8.33, p = 0.07$ ；感情ペア， $F(5, 180) = 13.41, p < 0.001$ ；感情強度， $F(5, 180) = 102.22, p < 0.001$ ，表 2）。また，平均正答率は健常高齢者群 $79.3\% \pm 1.7$ ，認知症者群 $71.2\% \pm 2.2$ であり，認知症者は有意に低下した。特に，感情ペア AH と感情強度 Level10 以外で有意な差が認められた（ $p < 0.05$ ）。また，感情ペア HN の平均正答率 $54.8\% \pm 3.2$ は他よりも有意に低かった（ $p < 0.01$ ）。さらに，感情強度は Level5 と 4 間では有意差はなく，Level3 で全ての段階と有意差（ $p < 0.05$ ）を生じ，Level2・1・0 間では有意差はなかった。

感情ペア × 感情強度の 1 次の交互作用が有意であった（ $F(25, 900) = 11.82, p < 0.001$ ，Table.1）。そのため，単純主効果の検定を行った結果，Level5 と 4 で HA は NH よりも有意に平均正答率が高かった（ $p < 0.05$ ）。また，Level3 の HN は全ての感情ペアと比べ，有意に平均正答率が低かった（ $p < 0.05$ ）。

表 2 3元配置分散分析の分析結果

	自由度	F値	P値
主効果			
対象群	1	8.33	0.007 *
感情ペア	5	13.41	0.000 **
感情強度	5	102.22	0.000 **

1次の交互作用			
対象群×感情ペア	5	1.39	0.231
対象群×感情強度	5	0.73	0.603
感情ペア×感情強度	25	11.82	0.000 **

2次の交互作用			
対象群×感情ペア×感情強度	25	1.17	0.263

* $p < 0.01$, ** $p < 0.001$

健常高齢者の総平均正答率は約 8 割であり、感情音声刺激としては質を担保することができたと考える。一方で、感情ペア HN の平均正答率は他よりも有意に低く、健常高齢者は $57.0\% \pm 3.9$ 、認知症者は $52.6\% \pm 5.0$ であり、今後改善の余地が残る。その上で、対象者を増やしても認知症者は健常高齢者よりも有意に感情認知の低下が認められ、感情強度が原音声と同等である Level5 から生じていた。さらに、感情ペアでは AH で正答率に有意な低下が認められた。anger と happiness の感情理解が F0 の変化に相対的に強く依存しており、それが平坦化により消失することで捉えにくさが生じ、認知症者には、それがさらに強く表れたものと示唆される。

【参考文献】

- [1] V. Taler, et al., J Clin Exp Neuropsychol, 30, 501-556, 2008.
- [2] K. Horley, et al., J Sp, Hear and Lang Res, 53(5), 1132-46, 2010.
- [3] H. Kawahara, et al., Proc. ICASSP 2008, 3933-3936, 2008.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 齊藤 千晶、中村 篤	4. 巻 76
2. 論文標題 加齢が感情音声からの感情及び言語的情報の理解に与える影響	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本音響学会誌	6. 最初と最後の頁 262 ~ 268
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20697/jasj.76.5_262	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 齊藤 千晶, 小長谷 陽子, 中村 昭範, 井上 豊子, 山下 英美, 水野 純平, 中村 篤	4. 巻 16, 4
2. 論文標題 認知症高齢者の聴覚的言語理解に発話速度と文節間隔が与える影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本認知症ケア学会誌	6. 最初と最後の頁 770-778
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 齊藤 千晶, 中村 篤
2. 発表標題 認知症者の感情認知の特徴 -感情強度が段階的に制御された 音声に基づく検討-
3. 学会等名 日本音響学会2022年春季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 齊藤 千晶, 中村 篤
2. 発表標題 段階的に制御された感情音声からの認知症者の感情認知に関する検討
3. 学会等名 日本音響学会2021年春季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 齊藤千晶, 中村篤
2. 発表標題 認知症高齢者の感情表現の強さを制御した感情音声の理解 - 若年者と高齢者を対象とした予備的調査結果 -
3. 学会等名 情報処理学会 第17回高齢社会デザイン (ASD) 研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 齊藤 千晶, 中村 篤
2. 発表標題 介護発話感情音声データベースの構築
3. 学会等名 日本音響学会2019年春季研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 齊藤 千晶, 小長谷 陽子, 中村 昭範, 長屋 政博, 井上 豊子, 山下 英美, 水野 純平, 中村 篤
2. 発表標題 認知症高齢者とのコミュニケーションにおける発話様式の違いが意味認知に与える影響 発話速度と文節間隔の側面から
3. 学会等名 第18回日本認知症ケア学会大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	齊藤 千晶 (Saito Chiaki) (30794276)	社会福祉法人仁至会認知症介護研究・研修大府センター (研究部、研修部)・研究部・主任研究主幹 (93904)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------