

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2023

課題番号：18K04043

研究課題名（和文）高齢者の運動の動機を向上させる双方向コミュニケーションの評価法の研究開発と実証

研究課題名（英文）Development and demonstration of evaluation methods for interactive communication to improve motivation for group exercise activities among elderly

研究代表者

和田 将典（WADA, MASANORI）

神戸大学・保健学研究科・保健学研究員

研究者番号：60625474

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、モチベーションやパフォーマンスの向上に寄与する、現実空間での集団活動の参加者内の双方向コミュニケーションについて、2つの項目について研究を遂行した。（1）録音した音声音圧の揺らぎの相関係数から、発話内容等のプライバシーに配慮したインタラクティブな会話成立（双方向コミュニケーション）を定量的評価する方法を構築した。（2）また、（1）で定義される双方向コミュニケーションにより、実際のフィールドで、集団活動参加者のモチベーション及びパフォーマンスが向上することを実験検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

音声会話によるコミュニケーション成立等の評価法の先行研究においては、発話内容や音声の音響特徴量の認識を必要とし、発話内容や個人情報把握可能なデータ取得を前提としていたが、本研究では、これらを必要としない、音声音圧の揺らぎの相関係数からインタラクティブな会話成立を評価する方法を提案した。また、そのような会話により、集団活動内のモチベーションやパフォーマンスが向上する可能性を実験検証により示した。

研究成果の概要（英文）：In this study, we focused on two subjects regarding interactive communication through conversation among participants in group activities in real space, which can contribute to the improvement of motivation and performance. (1) We developed a method to quantitatively evaluate interactive communication that considers the privacy of speech content based on the correlation coefficient of fluctuations in recorded speech sound pressure. (2) We also experimentally verified that interactive communication, as defined in (1), improves the motivation and performance of group activity participants in field experiment.

研究分野：保健学

キーワード：双方向コミュニケーション モチベーション パフォーマンス 集団凝集性

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

高齢者のフレイル(虚弱)の予防や心身の健康増進のため、行政や民間によって、高齢者向けの運動レクリエーションなどの集団的運動活動の場が全国に多数展開されている。実際の運動の効果としては、糖尿病の予防・改善や心疾患の予防などが知られている。

このような集団的運動活動において、受講者である高齢者が、モチベーションの低下により、参加継続できないことが問題となっている。運動の効果を得るためには、集団凝集性、すなわち、高齢者の集団的運動活動への参加継続のためのモチベーションの維持・向上が必要となる。

先行となる研究においては、一般的運動及び高齢者運動における1対1の空間におけるコミュニケーションとモチベーションの関係については示されているものはあるが、高齢者向け集団的運動活動は、講師1人及び受講者集団の空間におけるコミュニケーションが行われるのが通例であり、かつ、一方向コミュニケーションが中心とは限らず、講師と受講者の間、また、受講者間同士の間で、双方向コミュニケーションが多く行われる余地がある点で異なる特徴がある。

2. 研究の目的

高齢者向け集団的運動活動における、高齢受講者のモチベーションやパフォーマンスの向上への、講師と受講者間の双方向コミュニケーションによる効果に我々はすでに着眼し、本研究では、当初、高齢者の集団的運動活動における双方向コミュニケーション成立評価技術の確立を目指した。

しかし、研究実施期間2年度目途中の2020年初頭に突如発生したコロナ禍により、本研究における、高齢者向け、ないし、集団的運動の実験フィールドの確保が極めて困難となった(新型コロナが感染法上5類に移行したのは、延長を繰り返した本研究実施最終年度に入った後の2023年5月であった)。このため、様々な団体や施設に協力を要請したものの、当初実証実験実施を予定していた高齢者施設を含め、どこからも実際の実施の協力をとりつけることができなかった。コロナ禍では、従前の施設などに集まったの集団的運動活動に代えて、自宅でのオンラインでの運動というものも実施されていたが、本来研究の目的の一つであった集団性があるかは疑問な部分があった。また、オンラインでの運動を実施する行政関係者からの話によると、高齢者は自宅外に外出しての集団的運動活動を望んでいる、との話もあり、また、自宅から外出行為自体もフレイル予防になると考えられた。コロナ禍後を考えると、自宅でのオンラインでの運動実施も一過的になる可能性があった。

そのため、上述の通りの事情から、コロナ禍の発生により、研究方針の転換をせざるをえなくなったものの、リアルな同じ空間での集団内における、双方向コミュニケーションによるモチベーション向上などの検証に優先的フォーカスすることとし、測定対象を高齢者や集団的運動に限定せずに、実験フィールドの確保を行うこととした。

その結果、関西地方のある中小規模の製造業者の設計部門から測定についての協力をとりつけることができたことから、最終的には、ここを測定フィールドとして、高齢者の集団的運動にもある程度横展開の可能性があり、双方向コミュニケーション成立の評価技術の確立を目指すこととした。

3. 研究の方法

(1) 双方向コミュニケーション成立判定法の構築

まず、双方向コミュニケーション、すなわち、インタラクティブな会話の成立の有無を判定するため、測定した発話の時間コヒーレンスから双方向コミュニケーションの成立の有無を判定する方法を構築した。この方法により、コミュニケーションが成立していると判定される時間量や回数などによって、コミュニケーションの成立度を定量化できる。高齢者の集団的運動活動においては、講師と受講者の間および受講者同士の間での双方向コミュニケーションが考えられる。

本研究の会話成立判定法の提案として、各発話者の音声音圧の時系列データの揺らぎを、発話のキャッチボールに対応するようなだらかにON/OFF化(音圧の時系列データの絶対値化と移動平均をとる)し、その相関係数を計算すれば、二者間会話が成立している場合のみ、一定程度以上の負の相関が成立すると考えた。これにより、従前の研究と異なり、会話内容や個人情報性のある音声の音響特徴量の認識を不要とした会話成立を判定することができる。

実験として、成人健常者(30代から70代)3人を被験者として、着座した各発話者それぞれに指向性モノラルピンマイクとICレコーダーを装着してもらい、二人には用意した会話定型文を、残りの一人には用意した独り言定型文を読み上げてもらう発話実験を行った。それぞれ録音(48KHz)した音声の音圧の時系列データの相関係数から、2者間会話関係の成立有無を判定できるかを検証した。会話相手を変えて、4回行った。静かな室内で実験を行い、騒音レベル42dB程度であった。定型文の読み上げは、2分50秒程度であった。会話定型文の発話交代数は20回であり、二人の話者の発話モーラ数の合計は、ほぼ同じであった。

なお、この方法では、2者間発話成立を交互に適時に入れ替わることを相関係数から見るようになるため、この方法で判定できるコミュニケーションは、いわゆる、発話リズムが同調してい

る会話を前提としていることになる。発話リズムが同調する場合は、 α 波を含めた脳波リズムが同調・増幅することがすでに知られている。

(2) 双方向コミュニケーションを行った場合のモチベーション向上の検証・評価

前項の判定法で定義される双方向コミュニケーションを行った場合、モチベーションやパフォーマンスが向上するかどうかの実証をアンケートや音声認識、パフォーマンスの記録などの様々な測定をする実際のフィールド実験を行い検証した。

先行研究としては、コミュニケーションによるモチベーションの向上をアンケートで測定するものが多い。本研究では、音声認識による心理評価 (MIMOSYS) やパフォーマンスをも評価することで、主観的評価を越えたモチベーションの測定を目指した。

具体的には、中小規模の製造業者の設計部門の一つの設計執務室の空間を実験フィールドとし、8人程度の成人健常者である設計部門職員を被験者として、場の中心となる上長からの双方向コミュニケーションとなる言葉がけが無い場合とある場合で、モチベーションやパフォーマンスがどう変化するかを、以下のようなアンケート、音声認識、業務に関する記録を同時期に毎日測定することで検証した。TDMS-STについては、朝夕に測定し、その差を見た。この場合の上長からの言葉がけによるコミュニケーションは、業務に必要な最低限の情報伝達を越えた、ポジティブな言葉、いわゆる誉め言葉などに限定 (言葉がけを行う上長にサンプルを提供した) し、業務への支障が無さそうなタイミングを見計らい、被験者らに1日に2回 (午前1回、午後1回) それぞれ5分間程度行うこととし、基本的に全被験者のリアクションを得るコミュニケーションをするようにした。まず、言葉がけが無い期間2週間を測定し、その後、言葉がけある期間を3週間測定した。被験者には、言葉がけの有無などについての変化については、事前に伝えなかった。

・モチベーションについて：

(ア) 音声解析アプリ (MIMOSYS), (イ) 二次元気分尺度 (TDMS-ST), (ウ) グループ環境調査表 (GEQ), (エ) ユトレヒト・ワーク・エンゲージメント尺度 (UWES)

・パフォーマンスについて：

(オ) 作業効率 (事前に上長が当該設計業務に必要な見積もった時間に対して、実際どの程度の時間がかかったかを計算)

なお、前項の方法で成立と判定される (定義される) 双方向コミュニケーションを行った場合の確認としては、ICレコーダーや指向性モノラルピンマイクの長時間装着は、集中力を要する設計業務のパフォーマンスに影響しうることから、全期間の装着実施はせず、サンプルとして、一定期間装着してもらい、上長からの言葉がけの双方向コミュニケーションにおいて、前項と同様の結果となることを確認した。設計室は基本的に静かであり、騒音レベルは、44~50dB程度であった。また、業務は、各担当者ごとに独立しており、設計室内において、業務に関する同僚間の会話は少なく、また、私語もほぼない状態であった。また、被験者が同じ空間にいる上司との間で、対面でのコミュニケーションを好むか、オンライン (メールやチャット) でのコミュニケーションを好むかについてなどのアンケート調査を行った。

4. 研究成果

(1) 双方向コミュニケーション成立判定法の構築

(1-1) まず、音圧時系列データ分析のための移動平均窓長の長さをどの程度にするかが問題となる。長いと短時間会話への対応が難しくなる。二者間会話を想定した定型文読み上げによる発話実験で録音した全会話時間の音圧時系列データを対象として、これを1秒間から10秒間まで1秒刻みで変化させて相関係数を計算した結果、安定した相関係数を算出するには、音圧データの移動平均長としては、4秒程度が必要であることを示した (図1)。

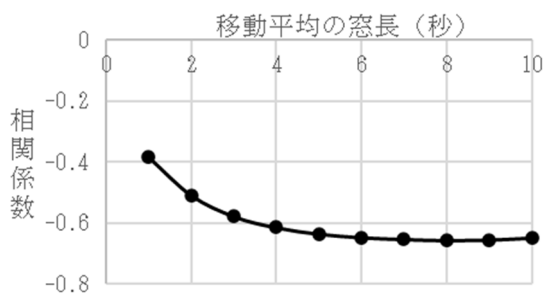


図1 移動平均の窓長と相関係数の変化

(1-2) 会話関係にある二人、及び、独り言をしている一人、それぞれ録音した音声の音圧の時系列データの相関係数から、今回の実験条件では、会話関係が成立している場合は、全会話時間を対象にすると、-0.6程度以下の負の相関が認められ、会話関係が成立していない場合は、およそ、そのような負の相関が成立しない傾向にあることを示した (表1)。

	平均	標準偏差
会話関係にある場合の相関係数	-0.650	0.029
会話関係にない場合の相関係数	0.139	0.079

表1 二者間会話の相関係数の平均と標準偏差

(1-3) 以上は、全会話時間（約2分40秒間）を対象にした相関係数計算の結果であり、会話がより短時間である場合などを想定すると、任意の時点から、より短時間を対象にした相関係数計算で、会話関係の成否を判定できるかどうかとも問題となる。会話開始から、代表的に3時点、15秒後、1分後、1分30秒後のそれぞれにおいて、15秒間及び30秒間の音圧データだけを用いて相関係数を計算したところ会話判定のための相関係数を求めるための時間長としては、全会話時間を対象としなくても、発話交代があれば、30秒以下でも、この原理により、会話成立を判定できる可能性があることを示した（表2）。

発話開始	15秒間	30秒間
15秒後	-0.859	-0.730
1分後	-0.945	-0.846
1分30秒後	-0.798	-0.760

いずれも、 $p < 0.01$

表2 会話関係がある場合の短時間を対象とした相関係数

(2) 双方向コミュニケーションを行った場合のモチベーション等向上の検証・評価

(2-1) 上長の言葉がけによる双方向コミュニケーションがない場合とある場合では、ある場合の方が、モチベーションについては、TDMS-STの「安定度」の向上が有意水準5%で有意となり（表4）、また、パフォーマンスについても、「作業効率」の向上が有意水準5%で有意となった（表5）。集団凝集性に関しては、UWESの全3項目（活力、熱意、没頭）において、それぞれの平均値は増加していたが、統計上の有意判定には至らなかった。その他も含め全ての測定指標において、有意水準5%で、低下するものは無かった。また、コミュニケーション方法についてのアンケートによると、被験者らは、同空間にいる上司とのコミュニケーションにおいて、家族や友人とのそれとほぼ同様に、オンライン（メールやチャットなど）ではなく、対面を好むことが分かった（表3）（友人との差は、有意水準10%でも有意とはならなかった。）。このような場合においては、前項で定義した双方向コミュニケーションが行われた場合、モチベーションが向上する可能性があることを示した。

対象者	被験者平均
同僚	1.5
上司	1.5
友人	1.125
家族	1

表3 同空間でのコミュニケーションで対面ではなく、オンライン（メールやチャットなど）を好む傾向のアンケート結果（最大4、最小1）

項目	夕-朝 平均 (言葉掛け無し期間)	夕-朝 平均 (言葉掛け有り期間)	t 値	$t_{0.05}$	判定 $P < 0.05$
活性度	-0.464	-0.422	-0.123	2.069	—
安定度	-0.731	-0.143	-2.295	2.069	増加有意

表4 TDMS-STの測定及びt検定結果

項目	平均 (言葉掛け無し期間)	平均 (言葉掛け有り期間)	t 値	$t_{0.05}$	判定 $P < 0.05$
作業効率	1.594	1.952	-2.387	2.042	増加有意

表5 作業効率の測定及びt検定結果

(2-2) 心理的ストレスとの相関が指摘されているMIMOSYSも測定に用い、安定した測定が期待できると考えられた「心の活量値」での測定を行ったが、これに関しては、言葉がけが無いとき有るときでは、言葉がけが有るときの方が、有意な低下があった。これは、実験実施期間が、11月初旬から12月初旬にかけての気温が大きく下がっていく時期であり、この気温の変化が音声認識で行われる「心の活量値」を下げる効果が大きかったものと思われる。実際、気温の変化の大きい時期に、心の活量値が大きく減少していた。

(2-3) 被験者と上長の双方向コミュニケーションにおいては、ICレコーダーで録音した音圧データの分析の結果は、前項(1)で算出した相関係数よりやや弱い負の相関も含んだが、前項と概ね同じ値となった。これは、思考を要する問いかけなどが行われた場合に、発話、すなわち、音圧の無い時間が発生したことによると考えられる。

もっとも、業務上の会話とは自動的に切り分けはできないので、ICレコーダーからの音圧データ分析においては、対象となる上長からの言葉かけコミュニケーションの時刻を予めメモしておいてもらい、該当する音圧データのみを抽出して分析・判定した。

高齢者の集団的運動活動においては、双方向性のある事務的なやりとりは極めて少ないと考えられ、これにより、相手発話者へのコミュニケーション方法として、対面を好む傾向が強い場合においては、前項で構築した会話判定法による双方向コミュニケーションの測定により、モチベーションやパフォーマンスの向上を推定できる可能性があることを示した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Shinohara, S.; Nakamura, M.; Omiya, Y.; Higuchi, M.; Hagiwara, N.; Mitsuyoshi, S.; Toda, H.; Saito, T.; Tanichi, M.; Yoshino, A.; Tokuno, S.	4. 巻 18
2. 論文標題 Depressive Mood Assessment Method Based on Emotion Level Derived from Voice: Comparison of Voice Features of Individuals with Major Depressive Disorders and Healthy Controls.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Int. J. Environ. Res. Public Health 2021	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/ijerph18105435	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Higuchi, M.; Sonota, N.; Nakamura, M.; Miyazaki, K.; Shinohara, S.; Omiya, Y.; Takano, T.; Mitsuyoshi, S.; Tokuno, S.	4. 巻 22
2. 論文標題 Performance Evaluation of a Voice-Based Depression Assessment System Considering the Number and Type of Input Utterances.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sensors 2022	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/s22010067	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Shinohara, S., Toda, H., Nakamura, M. et al.	4. 巻 11
2. 論文標題 Evaluation of emotional arousal level and depression severity using voice-derived sound pressure change acceleration.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sci Rep	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-021-92982-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Higuchi M, Nakamura M, Shinohara S, Omiya Y, Takano T, Mitsuyoshi S, Tokuno S.	4. 巻 4
2. 論文標題 Effectiveness of a Voice-Based Mental Health Evaluation System for Mobile Devices: Prospective Study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JMIR Form Res	6. 最初と最後の頁 7
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2196/16455	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Yasuhiro Omiya, Shuji Shinohara et al.	4. 巻 -
2. 論文標題 An Attempt to Estimate Depressive Status from Voice	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Pervasive Computing Paradigms for Mental Health	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-25872-6_13	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 Masakazu Highchi, Shuji Shinohara et al.	4. 巻 -
2. 論文標題 Discrimination of Bipolar Disorders Using Voice	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Pervasive Computing Paradigms for Mental Health	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-25872-6_16	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11件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 杉浦朋伽、片桐祥雅、他
2. 発表標題 表情による感情認知と共感性醸成のメカニズムの深部脳活動法による解明
3. 学会等名 第24回日本ヒト脳機能マッピング学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Omiya y, Takano T, Uraguchi T, Nakamura M, Higuchi M, Shinohara S, Mitsuyoshi S, Ishida M, Kumamoto Y, Tokuno S
2. 発表標題 A Pilot Study to Distinguish Between Healthy Participant and Patient with Alzheimer ' s Disease and Parkinson ' s Disease Based on Vocal Analysis
3. 学会等名 Advances in Alzheimer ' s and Parkinson ' s Therapies (AAT-AD/PD2020) (Virtual), (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takano T, Omiya Y, Nakamura M, Higuchi M, Shinohara S, Mitsuyoshi S, Takemura J, Okazaki T, Tokuno S
2. 発表標題 Correlation Between Driving Skills, Cognitive Function, and Speech Speed in Elderly Drivers
3. 学会等名 Advances in Alzheimer ' s and Parkinson ' s Therapies (AAT-AD/PD2020) (Virtual) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Higuchi M, Nakamura M, Takano T, Okazaki T, Takemura J, Omiya Y, Shinohara S, Mitsuyoshi S, Tokuno S
2. 発表標題 A Study and Evaluation Using Voice to Gauge the Driving Ability of the Elderly
3. 学会等名 Advances in Alzheimer ' s and Parkinson ' s Therapies (AAT-AD/PD2020) (Virtual) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yasuhiro Omiya, Shuji Shinohara et al.
2. 発表標題 An experiment to detect Laryngomalacia using baby ' s crying voice
3. 学会等名 The 41st International Engineering in Medicine and Biology Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masakazu Highchi, Shuji Shinohara et al.
2. 発表標題 VOICE-BASED EVALUATION OF STRESS BY BODY IDENTIFICATION
3. 学会等名 27th International "Stress and Behavior" Neuroscience and Biopsychiatry Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasuhiro Omiya, Shuji Shinohara et al.
2. 発表標題 Pilot study of distinguish between dementia with Lewy bodies and healthy subjects using voice
3. 学会等名 Neuroscience 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 和田将典, 片桐 祥雅, 篠原 修二, 川原 靖弘
2. 発表標題 会話のキャッチボールによる、コミュニケーション成立の新たな評価法を探る
3. 学会等名 第42回日本高次脳機能障害学会学術総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 和田将典, 片桐 祥雅, 篠原 修二, 吉田 寛, 川原 靖弘
2. 発表標題 音圧の揺らぎに着目したインタラクティブな会話成立の評価法
3. 学会等名 電子情報通信学会HCGシンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 今井 絵美子, 片桐 祥雅
2. 発表標題 心象に直結するオノマトペの神経生理学的基盤
3. 学会等名 電子情報通信学会HCGシンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高野 毅, 大宮 康宏, 浦口 智貴, 樋口 政和, 中村 光晃, 篠原 修二, 光吉 俊二, 斎藤 拓, 吉野 相英, 戸田 裕之, 徳野 慎一
2. 発表標題 ベイズ推定を用いた音声メンタルヘルス指標の精度向上の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会HCGシンポジウム2018
4. 発表年 2018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	篠原 修二 (SHINOHARA SHUJI) (10325897)	東京電機大学・理工学部・准教授 (32657)	
研究分担者	川原 靖弘 (KAWAHARA YASUHIRO) (10422403)	放送大学・教養学部・准教授 (32508)	
研究分担者	片桐 祥雅 (KATAGIRI YOSHITADA) (60462876)	東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・上席研究員 (12601)	

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
---------	---------