

令和 5 年 10 月 23 日現在

機関番号：32102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K11500

研究課題名（和文）身体同調に基づく三者間コミュニケーションに対する社会性の影響の定量的分析

研究課題名（英文）Quantitative analysis of social effects on triadic communication based on body synchronization

研究代表者

小川 健一郎（Ken-ichiro, Ogawa）

流通経済大学・流通情報学部・准教授

研究者番号：90612656

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）：本研究は、三者間コミュニケーションにおいて社会性が参加者の身体動作にどのような影響を及ぼすのかについて定量的に調べることを目的とし、一人の教師役から二人の生徒役に対して一方的に情報を伝える実験を行った。その際、生徒役間に障壁を設ける条件と儲けない条件とで参加者の身体動作の比較を行った。

その結果、生徒役間の視覚的相互作用はお互いの協調関係を強化する傾向にあると共に、生徒役の教師役に対する関心は他の生徒役の存在により強化される傾向にあることが統計的に示された。また、障壁は教師役の生徒役とのコミュニケーションにおける認知的不協和を解消する役割を果たすことが統計的に示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究結果から、社会の基盤となる三者間コミュニケーションにおいて、社会的な役割が身体動作における同調の度合いなどに影響を及ぼすことと、その影響は壁のような物理的な環境要因によって量的にも質的にも左右されることが定量的に確認された。このことは、集団コミュニケーションにおける社会性の影響を物理的な環境によって制御することによる社会的な場づくりの可能性を示唆するものである。

さらに、上記の影響が加速度センサなどの既存のウェアラブルセンサを利用することで計測可能なことから、AIやIoTと組み合わせることで、社会における人々の円滑なコミュニケーションを総合的にサポートするシステムの構築に利用可能である。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to quantitatively investigate how sociality affects the body movements of participants in triadic communication. To this end, we conducted three experiments in which information is unidirectionally conveyed from a participant who plays the teacher's role to two participants who play the student's role, and then we compared the body movements of the participants with and without a wall between the students. In these experiments, one or two of the three participants were experiment collaborators.

As a result, it was statistically shown that visual interaction between students tends to strengthen mutual cooperative relationships between them toward a teacher, and the interest of a student in the teacher tends to be strengthened by the presence of another student. The wall is also statistically shown to play a role in resolving cognitive dissonance felt by a teacher in communicating with students.

研究分野：コミュニケーション科学、認知情報科学、感性情報科学、身体性認知科学

キーワード：三者間コミュニケーション 身体動作の同調 社会性

1. 研究開始当初の背景

人間のコミュニケーションには言語チャネル(言葉)と非言語チャネル(身体動作)という二つのチャネルが存在する。このうち、非言語チャネルを介して伝達される情報は正直シグナルと呼ばれ、人間の感情を反映した情報として注目が集まっている。特に、二者間で対面コミュニケーションが円滑に行なわれると共感が生起し、お互いの身体動作が同調する傾向にあることが実験室環境下で報告されている。身体同調はコミュニケーションを定量的に分析するための数少ない指標であり、コミュニケーション研究を科学技術の俎上に乗せる上で重要な現象である。それゆえ近年、ウェアラブルデバイスを用いて実社会におけるコミュニケーション時の二者の身体動作を直接検出する研究が行なわれている。例えば、複数の企業組織で数ヶ月に亘り計測された身体動作のライフログデータを分析したところ、非対面状態にある二者と比較して対面状態にある二者間の身体同調度が高くなることが、統計分析の結果、確認された。

しかし、これらの先行研究でまだ問われていない重要な問題がある。それは、コミュニケーションに及ぼす「社会性」の影響である。人間は本来社会的な動物であり、社会性は人間のコミュニケーションにおいて欠くことのできない要素である。なぜなら、我々は意識的か否かに関わらず社会的役割を踏まえた上でコミュニケーションを行っているからである。通常、社会性は言語チャネルとの関係で研究されることが多いが、人間以外にも社会性動物が多く存在することから、社会性は非言語チャネルにも強く影響を及ぼすものと考えられる。果たして社会性は、人間の対面コミュニケーション時の身体動作(身体同調)にどのような影響を及ぼすのであろうか？これが解明されれば、言語的な意思疎通が困難な状況におけるコミュニケーション支援システムなどの技術的発展にも貢献することが期待される。

2. 研究の目的

そこで本研究では、先行研究の次なる段階として、多者間コミュニケーションに対する社会的役割の影響について身体同調の観点から定量的に分析することを目的とする。個人間(二者間)の対面コミュニケーションを越えて社会的な(多者間の)コミュニケーションを見る上で最も基本的な人数は三人である。それゆえ、本研究では三者間のコミュニケーションに的を絞り、実験および分析を行う。

3. 研究の方法

この目的を達成するため、本研究では、教師役と生徒役という二つの社会的な役割を設定し、教師役から生徒役へ 5 分程度の情報(内容：動物の権利について)を伝えるレクチャー実験を行う。その際、参加者全員の頭部と胸部に加速度センサ(TSND121: ATR promotions(100Hz))を装着し、それぞれの加速度ノルムの時系列データを測定する。そして、二者間の頭部同士・胸部同士の身体同調度を算出する。さらに、感情生起について調べるため実験終了後にアンケートも行う。この実験に基づき、次の3つの研究項目について明らかにする。

(1) 研究項目1：三者間対面コミュニケーションにおける第三者視点の影響

社会的コミュニケーションの特徴は第三者視点の存在である。そこで、まず第三者視点の有無が教師役-生徒役間の身体同調に与える影響を調べるために、次の2条件にて上記レクチャー実験を行う。

[条件1] 教師役一人(実験者)と生徒役一人(参加者)が実験に参加する。

[条件2] 教師役一人(実験者)と生徒役二人(参加者)が実験に参加する。

そして、両条件における教師役-生徒役間の身体同調度を統計的に比較する。具体的には、条件1における教師役-生徒役間の身体同調度と、条件2における2組の教師役-生徒役間の身体同調度の平均値(平均身体同調度)とを比較する。

(2) 研究項目2：三者間対面コミュニケーションにおける二者間相互作用の影響

第三者視点の存在を前提として、生徒役間の相互作用が教師役-生徒役間の身体同調に与える影響を調べるために、次の2条件にて上記レクチャー課題を行う。

[条件3] 教師役一人(実験者)と生徒役二人(参加者)が実験に参加する(条件2と同じ)。

[条件4] 条件3の下で生徒役間に壁を設け、生徒役間の視覚的な相互作用を遮断する。

そして、両条件における教師役-生徒役間の平均身体同調度を統計的に比較する。

(3) 研究項目3：三者間対面コミュニケーションにおける認知的不協和の影響

社会的コミュニケーションにおける重要な現象として認知的不協和がある。人間は矛盾する認知を同時に抱えた場合、これを解消するために自身の態度や行動を変更する。そのような認知的不協和が教師役-生徒役間の身体同調に与える影響を調べるために、次の2条件にて上記レクチャー課題を行う。

[条件5] 教師役一人(参加者)と生徒役二人(実験者)が実験に参加する(条件2と同じ)。

[条件6] 教師役一人(参加者)と生徒役二人(実験者)が実験に参加し、教師役の情報伝達の仕方について生徒役二人が矛盾した要求を行う。

そして、両条件における教師役の身体動作の時系列データの特徴を統計的に比較する。

4. 研究成果

そして、各研究課題について以下のような結果を得た。

(1) 研究項目 1：条件 1 における教師役－生徒役間の身体同調度と比較して、条件 2 における 2 組の教師役－生徒役間の身体同調度の平均値(平均身体同調度)が高くなる傾向があることが統計的に示唆された。特にその傾向は参加者が女性の場合に強くなることが示された。一方において、アンケートの結果から共感などの感情生起については条件 1 が高くなる傾向が見られた。

この結果は、対面コミュニケーションにおいて生徒役が一人で教師役と対峙するよりも、生徒役の数が二人になることで、教師役に対して生徒役同士(特に女性同士)が協調してコミュニケーションを行うことを示唆する。一方において、教師役と生徒役の 2 者間コミュニケーションの方が直接的な関係である分、教師役に対する共感などの感情が生起しやすいことを示唆する。

ただし、例えば生徒役の教師役に対する第一印象が悪い場合には逆の結果になる可能性もあり得るし、生徒役の人数が三人以上の場合にはコミュニケーションが複雑になるので同様の傾向が見られるとは限らないということに注意すべきである。

(2) 研究項目 2：生徒役間に壁を挟んだ条件 2 は生徒役間に壁を挟まない条件 1 と比較して、教師役と生徒役間の頭部同調の頻度が低くなる傾向にあることが示唆された。さらに、生徒役間および教師役－生徒役間の身体動作の因果関係を調べるべく、移動エントロピーを用いて、当該実験結果で得られた参加者の身体動作に関する時系列データを統計分析すると共に、グレンジャー因果分析を行った。その結果、生徒役間の因果関係性は条件 2 よりも条件 1 において強く、教師役－生徒役間(生徒役から教師役、教師役から生徒役)の因果関係性についても条件 2 よりも条件 1 において強い傾向が見られた。

この結果は、生徒役間の視覚的相互作用はお互いの協調を強化する傾向にあることを示唆する。さらに、生徒役から教師役への関係性(関心)は他の生徒役の存在により強化されると共に、壁の存在は教師役の生徒役に対する関係性(関心)を強化する傾向にあることを示唆する。

(3) 研究項目 3：認知的不協和下におかれた参加者の身体動作は、条件 2 と比較して条件 1 では左右に周期性を帯びる傾向にあることが統計的に確認された。このことは、壁が認知的不協和を解消する(身体動作を安定化させる)存在として機能することを示唆する。

この結果は、集団コミュニケーションにおける社会性の影響を物理的な環境によって制御できる可能性と、それに基づく物理的な場づくりの可能性を示唆する。

最終的に、本研究結果によれば、社会の基盤となる 3 者間コミュニケーションにおいて、社会的な役割は身体動作のような非言語チャネルに影響を及ぼしており、その影響はコミュニケーションを行う物理的な環境要因に依存することが示唆された。このことは、昨今のコミュニケーションにおける様々な課題を物理的な場作りによって解決へと導く道を開くものである。そして、この研究で使用したデバイスは日常生活で容易に使用可能なウェアラブルセンサ(加速度センサ)であるため、AI や IoT などの先端情報技術と組み合わせることで、地域社会における人々の円滑なコミュニケーションを総合的にサポートするシステムの構築が期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Thepsoonthorn, C., Ogawa, K., Miyake, Y.	4. 巻 3
2. 論文標題 The exploration of the uncanny valley from the viewpoint of the Robot's nonverbal behaviour	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Social Robotics	6. 最初と最後の頁 pp.1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12369-020-00726-w	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 Falkenberg, M., Lee J.H., Amano, S., Ogawa, K., Yano, K., Miyake, Y., Evans, T., Christensen, K.	4. 巻 2
2. 論文標題 Identifying time dependence in network growth	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 pp.1-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.2.023352	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 小川健一朗	4. 巻 -
2. 論文標題 自由エネルギー原理に基づく個体間コミュニケーション	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第21回SICEシステムインテグレーション部門講演会講演論文集	6. 最初と最後の頁 pp.2844-2846
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 無
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 大橋直矢, 小川健一朗, 三宅美博	4. 巻 -
2. 論文標題 自由エネルギー原理エージェントの安定性解析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第21回SICEシステムインテグレーション部門講演会講演論文集	6. 最初と最後の頁 pp. 2838-2843
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 無
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 Hosseini, S., Deng, X., Miyake, Y., Nozawa, T.	4. 巻 15
2. 論文標題 Head movement synchrony and idea generation interference? Investigating background music effects on group creativity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Psychology	6. 最初と最後の頁 p.1-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpsyg.2019.02577	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 Nozawa, T., Sakaki, K., Ikeda S., Jeong, H., Yamazaki, S., dos Santos Kawata, K.H., dos Santos Kawata, N.Y., Sasaki, Y., Kulason, K., Hirano, K., Miyake, Y., Kawashima, R.	4. 巻 9
2. 論文標題 Prior physical synchrony enhances rapport and inter-brain synchronization during subsequent educational communication	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 p.1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-49257-z	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 Hao, Q., Ora, H., Ogawa, K., Amano, S., Miyake, Y.	4. 巻 10
2. 論文標題 Effects of human synchronous hand movements in eliciting a sense of agency and ownership	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 p.1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-59014-2	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 Yokozuka, T., Miura, S., Thepsoonthorn, C., Ogawa, K., Miyake, Y.	4. 巻 9
2. 論文標題 The relationship between head motion synchronization and empathy generation in unidirectional face-to-face communication	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Psychology	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpsyg.2018.01622	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 Amano, S., Ogawa, K., Miyake, Y.	4. 巻 8
2. 論文標題 Node property of weighted networks considering connectability to nodes within two degrees of separation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-26781-y	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 Thepsonthorn, C., Ogawa, K., Miyake, Y.	4. 巻 8
2. 論文標題 The relationship between robot's nonverbal behavior and human's likability based on human's personality	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-25314-x	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 -

〔学会発表〕 計22件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 小川健一朗
2. 発表標題 自由エネルギー原理に基づく個体間コミュニケーション
3. 学会等名 第21回SICEシステムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大橋直矢、小川健一朗、三宅美博
2. 発表標題 自由エネルギー原理エージェントの安定性解析
3. 学会等名 第21回SICEシステムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Amano, S., Ogawa, K., Miyake, Y.
2. 発表標題 Node centrality of weighted networks considering connectability to nodes within two degrees of separation
3. 学会等名 The Conference on Complex Systems 2019 (CCS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tanaka, T., Ogata, T., Miyake, Y.
2. 発表標題 The effect of rhythmical movement in audio-tactile temporal order judgement
3. 学会等名 The SICE Annual Conference (SICE2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Miyake, Y.
2. 発表標題 Interpersonal Synchrony and Interactive Intelligence
3. 学会等名 2019 Tokyo Tech Research Showcase in Thailand
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三宅美博
2. 発表標題 「場」の可視化システム: IoTからIoHへの展開
3. 学会等名 人間工学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三宅美博
2. 発表標題 IoTとコミュニケーション可視化: 人が主役となるIoTによって教育や人間関係はどのように進化するのか
3. 学会等名 インテリジェントIoTシンポジウム「IoTとコミュニケーション可視化」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野澤孝之, 三宅美博
2. 発表標題 人-人インタラクションにおける脳同調と身体同調の関係について
3. 学会等名 第20回SICEシステムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 緒方大樹, 木村和人, 田中悠毅, 小川健一朗, 三宅美博
2. 発表標題 二者間同期リズム生成におけるタイミング生成のテンポ依存性
3. 学会等名 第20回SICEシステムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本田慧悟, 内山瑞希, 中野民夫, 三宅美博, 野澤孝之
2. 発表標題 集団コミュニケーションにおける身体運動・音声の関係性特徴量を用いた感情予測
3. 学会等名 第20回SICEシステムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鄧 笑奇, Sarinasadat Hosseini, 三宅美博, 野澤孝之
2. 発表標題 会話コミュニケーション中の表情の同調がのちの協力行動に及ぼす影響
3. 学会等名 第20回SICEシステムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木村和人, 緒方大樹, 小川健一朗, 三宅美博
2. 発表標題 二者間の協調指タッピングにおいてテンポがタイミング制御に与える影響
3. 学会等名 第31回自律分散システムシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Amano, S., Rosas, F., Nozawa, T., Jensen, H.J., Miyake, Y.
2. 発表標題 Detecting causal structure in nonverbal interaction of educational communications
3. 学会等名 Conference on Complex Systems 2018 (CCS2018) Satellite Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hao, Q., Ora, H., Ogawa, K., Amano, S., Miyake, Y.
2. 発表標題 Modulation of self-recognition by interpersonal synchronization
3. 学会等名 The 19 Annual International Multisensory Research Forum 2018 (IMRF2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村和人, 緒方大樹, 三宅美博
2. 発表標題 二者間の協調指タッピングにおいてテンポがタイミング制御に与える影響
3. 学会等名 第31回自律分散システム・シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野澤孝之, 宮本仁史, 横塚崇弘, 河西優俊, 服部佑生, 三宅美博
2. 発表標題 集団コミュニケーションにおける個人間/個人内脳活動同調ダイナミクスの時間的特徴
3. 学会等名 第19回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(SI2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 天野俊一, 小川健一朗, 三宅美博
2. 発表標題 複雑ネットワークにおける2次の隔たりに対する接続強度の分析
3. 学会等名 第19回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(SI2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 天野俊一, 小川健一朗, 三宅美博
2. 発表標題 社会的ネットワーク分析における2次の隔たりに対する接続強度の分析
3. 学会等名 ヒューマンインタフェースシンポジウム2018
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<http://www.myk.dis.titech.ac.jp/2007hp/index.html>

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	三宅 美博 (Miyake Yoshihiro) (20219752)	東京工業大学・情報理工学院・教授 (12608)	

	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
研究協力者	天野 俊一 (Amano Shun-ichi) (60879724)	流通経済大学・流通情報学部・助教 (32102)	
研究協力者	カク 巧 (Hao Qiao) (80802701)	東京工業大学・情報理工学院・研究員 (12608)	

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