

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 1 日現在

機関番号：32678

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K11409

研究課題名（和文）高度な知能を持つコンピュータが送るシグナルの様式と人間の受容性に関する実証的研究

研究課題名（英文）An Empirical study on the signal modalities sent by computers with advanced intelligence and human acceptability of the signal

研究代表者

市野 順子 (Ichino, Junko)

東京都市大学・メディア情報学部・教授

研究者番号：50452040

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、会議メンバへ提示するフィードバックのモダリティの違いとフィードバック受信者の違いによって、メンバの反応がどう異なるかを検討する。フィールド実験を行い4つのフィードバック条件を比較した。3つは振動触覚モダリティ（椅子の振動）を使用し、1つは視覚モダリティ（ライトの点滅）を使用した。振動触覚モダリティの3条件はフィードバック受信者が異なる（潜在話者、現行話者、全メンバ）。実験の結果、モダリティに関しては、振動触覚は視覚よりも、適度な強さでメンバの注意をひき、ターンテイキングを促した。受信者に関しては、全メンバや現行話者に提示する方が潜在話者に提示するよりも、ターンテイキングを促した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

多くの企業では非生産的な会議が今なお続けられており、それがもたらす経済的損失は大きい。それにも関わらず、会議の場にはいまだにICTの導入が進んでいない。本研究で得られた知見は、将来、高度な知能を持ったコンピュータが会議の場で人間を支援する際のガイドラインとなり得る。会議は高度に知的かつ創造的で集中力を要するタスクである。そのような人間にとってクリティカルな状況で有効なシグナルは、その他の多くの状況（例えば、プレゼンテーション・展示会・ワークショップ・グループワークの場、教育現場）でも適用できると考えられる。

研究成果の概要（英文）：We explore how meeting members modify their responses to feedback according to the feedback modality and the feedback recipients. We conducted a field study and compared four feedback conditions: three using vibrotactile modality (chair vibration) and one using visual modality (spotlight flashing). The three vibrotactile conditions differ in the feedback recipients: potential speaker (a member whom other members would like to hear speak next, or a member who is willing to speak next), current speaker, and all members. Regarding the modality, the vibrotactile modality provided a moderate level of distraction of members and led to more turn-taking than the visual modality. Regarding the recipients, members felt more positively about feedback when potential speaker, rather than current speaker, received feedback. Also members resulted in more turn-taking when all members or current speaker, rather than potential speaker, received feedback.

研究分野：ヒューマンコンピュータインタラクション

キーワード：CSCW（コンピュータを用いた協調活動支援） 会議（議論）支援 振動触覚フィードバック フィールド実験 ブレインストーミング

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

コンピュータのインタフェースが異なれば、人間はコンピュータに対して異なる反応を示す。将来、高度な知能を持ったコンピュータと人間が共存する社会になったとき、知的なコンピュータのインタフェースが、人間のコンピュータに対する反応、ひいては人間の知的・創造的な活動にどのような影響を与えるだろうか？人間の知的・創造的な活動の1つに会議がある。会議時間の50%は非生産的であり、25%は議題とは無関係な話題に費やされている。つまり、メンバが効果的に会議を行うことは容易ではないことを意味する。それゆえコンピュータを利用した会議のファシリテーションの支援への期待は古くからある。

コンピュータを用いた会議支援に関する従来の研究は、コンピュータのインタフェースに関するどのような要因が、メンバのコンピュータに対する反応や会議に影響を与えるのか、を探求している。それら従来研究においては、メンバの会議への参加の促進や抑制を図るために、コンピュータが、個々のメンバがどの程度会議へ参加しているかについてのフィードバックを(i)視覚モダリティを用いて表現し、(ii)全メンバへ提示するものが多い。しかし、これらのアプローチは必ずしも成功していない——(i)視覚モダリティはメンバの注意をそらすことがあったり、(ii)全メンバへのフィードバックの提示は参加に消極的なメンバが否定的な感情を抱くことがあったりする。

2. 研究の目的

(1) 本研究の目的

本研究の目的は、会議を支援するコンピュータのインタフェースに関する2つの要因——フィードバックのモダリティ(上述の(i))とフィードバック受信者(上述の(ii))——が、会議メンバのフィードバックに対する反応に与える影響を検討することである。

(2) 研究課題

上述の(i)(ii)を踏まえ、以下の研究課題を設定した。

RQ1: フィードバックのモダリティが異なる(振動触覚と視覚)と、メンバのフィードバックに対する反応が異なるか？

RQ1-1: フィードバックのモダリティが異なると、メンバの注意そらしの程度が異なるか？

RQ1-2: フィードバックのモダリティが異なると、会議がファシリテートされる程度が異なるか？

RQ2: フィードバック受信者が異なると、メンバ(特に消極的なメンバ)のフィードバックに対する反応が異なるか？

RQ2-1: フィードバック受信者が異なると、メンバが抱く感情が異なるか？

RQ2-2: フィードバック受信者が異なると、会議がファシリテートされる程度が異なるか？

3. 研究の方法

(1) 実験設計

4つのフィードバック条件(表1)のもとでブレインストーミングを行うフィールド実験を設計した。RQ1に答えるために、Vibe-AllとLight-All条件を比較し、RQ2に答えるために、Vibe-PS、Vibe-CS、Vibe-All条件を比較した。

(2) 実験環境

実験は、民間企業と提携し、フィールド(実際の業務として行うブレインストーミングセッション)で行った(図1)。

(3) 参加者

17名の参加者(女性5名、平均年齢39歳、範囲:25~59歳)が実験に参加した。参加者を4~5名からなる4組の男女混合のグループに割り当てた。

(4) タスクと手順

各グループは、1回約40分間のブレインストーミングセッションを4回実施した。グループには4つのトピック——社員が健康かつ生産的に働けるように社員の〇〇を支援するソリューション:(1)ソロワーク、(2)グループワーク、(3)休憩時間中の活動、(4)社外ワーク——が与えられた。

(5) 評価指標

研究課題RQ1とRQ2に答えるために、量的および質的評価指標を設定した(図2)。

表 1 実験条件

	Vibe-PS (Potential Speaker)	Vibe-CS (Current Speaker)	Vibe-All	Light-All
モダリティ		触覚 (椅子座面の振動)		視覚 (スポットライトの点滅)
提示対象者	潜在話者 (X)	現行話者 (Y)	全メンバ	
提示方法の概要	潜在話者に対してのみ、振動によるフィードバックを提示する。フィードバックを受け取ったメンバは自ら発言する。	現行話者に対してのみ、振動によるフィードバックを提示する。フィードバックを受け取ったメンバは潜在話者を特定し、その人に話しを振る。	全メンバに対して、振動によるフィードバックを提示する。フィードバックを受け取った全メンバは、潜在話者を特定する。もし自分自身を潜在話者だと特定したら、自ら発言する。自分以外の誰かを潜在話者だと特定したら、その人に話しを振る。	全メンバに対して、光 (照明) によるフィードバックを提示する。(以下Vibe-All条件と同様)

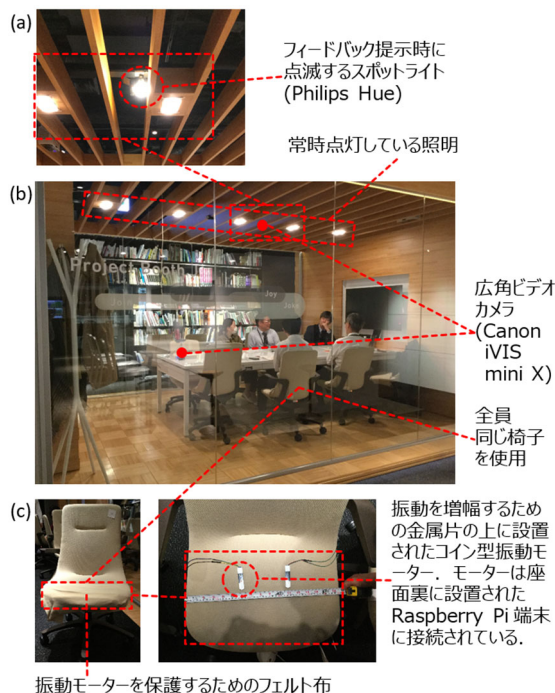


図 1 実験環境

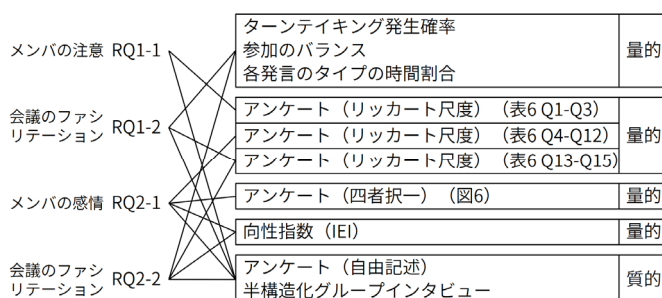


図 2 評価指標

4. 研究成果

(1) 実験結果

① ターンテイキングの発生確率

図 3 に、フィードバック提示後の 3 つの時点 (10・20・30 秒後) のターンテイキング発生確率を示す。3 つの時点それぞれで発生確率に関する 1 要因反復測定分散分析を行った結果、すべての時点でフィードバック条件の主効果が有意であった。下位検定の結果、図 3 に示す条件間で有意差が見られた。

② 参加のバランス

総発言長および発言頻度それぞれに対して参加のバランスに関する 1 要因反復測定分散分析を行った結果、いずれもフィードバック条件の主効果は有意でなかった。

③ 各発言タイプの時間割合

各発言タイプに対して時間割合に関する 1 要因反復測定分散分析を行った結果、いずれのタイプに関してもフィードバック条件の主効果は有意でなかった。

④参加者のアンケート

<アンケート（リッカート尺度）>（表2）

参加者は、有意に、Vibe-AllがLight-Allよりも注意をそらされた（Q2）、Vibe-PSがVibe-CSよりもシステムの意図がわかりやすかった（Q5）、Light-AllがVibe-CSよりも議論の結果に合意・納得した（Q9）、Vibe-PSとVibe-CSがLight-Allよりもメンバからの多様な意見を引き出した（Q15）、と評価した。

<アンケート（四者択一）>（図4）

すべての項目において、Vibe-CSが最も選択されなかった。各項目に対して χ^2 検定を行ったところ、快適さにおいてフィードバック条件の主効果が有意となり（ $\chi^2(3)=8.00, p=0.046$ ）、下位検定の結果、Vibe-PSがVibe-CSよりも割合が有意に高かった（ $p=0.008$ ）。

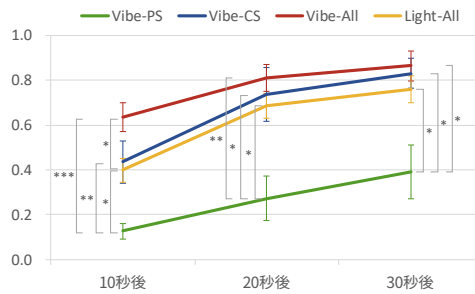


図3 フィードバック提示後のターンテイキングの発生確率

表2 リッカート尺度によるアンケートの結果

RQ	質問項目	Vibe-PS	Vibe-CS	Vibe-All	Light-All	分散分析		下位検定	
						F(3,45)	p値		p値
RQ1-1 メンバの注意	Q1 システムからの合図にすぐに気付いた	4.50	4.31	4.69	3.94	2.284	0.092		
	Q2 システムからの合図を受けたとき注意を逸らされた	3.38	3.00	3.63	2.50	3.108	0.036 *	Vibe-All > Light-All	0.047 *
	Q3 システムから合図が気になって議論に集中できなかった	2.25	2.13	2.00	1.75	2.075	0.117		
RQ2-1 有用性 に対する 意識	Q4 他のミーティングでもこのシステムを使いたい	2.56	2.75	2.94	3.00	2.143	0.108		
	Q5 システムの意図がわかりやすかった	4.44	3.63	4.13	3.81	3.025	0.039 *	Vibe-PS > Vibe-CS	0.043 *
	Q6 システムは総合的にみて有用だと思った	3.06	2.81	2.88	2.69	1.398	0.256		
メンバ 達成感・ 感情 満足感・	Q7 議論の結果（質）に満足している	3.56	3.25	3.56	3.56	0.531	0.663		
	Q8 議論の結果（量）に満足している	3.69	3.13	3.63	3.81	2.778	0.052		
	Q9 議論の結果に合意・納得している	3.94	3.44	3.88	4.19	3.987	0.013 *	Light-All > Vibe-CS	0.019 *
不快感	Q10 システムからプレッシャを感じた	2.81	2.69	2.44	2.38	0.968	0.416		
	Q11 システムは、押し付けがましい・介入し過ぎだと思った	3.06	2.56	2.94	2.31	2.682	0.058		
	Q12 システムに不気味さを感じた	2.56	2.19	2.38	2.19	1.983	0.130		
RQ1-2,RQ2-2 会議の ファシリテーション	Q13 システムはメンバの平等な発言を促した	3.38	3.00	3.00	3.00	1.246	0.304		
	Q14 システムはメンバの協調的な参加を促した	3.38	3.13	3.31	2.94	2.064	0.118		
	Q15 システムはメンバからの多様な意見を引き出した	3.19	3.00	2.88	2.44	5.792	0.002 **	Vibe-PS > Light-All	0.034 *
								Vibe-CS > Light-All	0.045 *

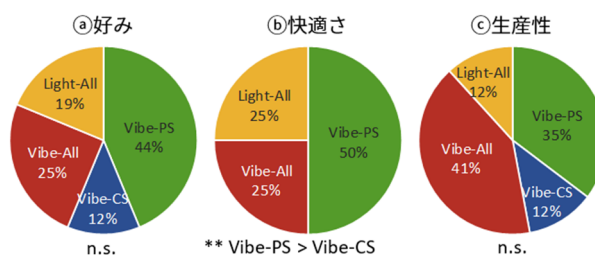


図4 フィードバック提示後のターンテイキングの発生確率

⑤参加者のコメント

参加者のコメントに対して質的帰納的分析を行った結果、行動の後押し、共有意識、当事者意識、潜在話者の特定という高次のテーマが得られた。共有意識は、グループ内で同じ目標・価値を共有している感覚を指す。当事者意識は、グループの問題を自分のこととして取り組もうとする意識を指す。

(2) 考察

①フィードバックのモダリティ（RQ1）（表3）

<会議メンバの注意そらし（RQ1-1）>

光よりも振動を用いてフィードバックを提示する方が、メンバは有意に注意をそらされたと感じたものの、評定値はどちらも高くなかった（表2, Q2）。また、どちらのフィードバックも、メンバはフィードバックがあっても議論に概ね集中できと感じた（表2, Q3）。さらに、光によ

るフィードバックは、メンバに無視されることがあるほどメンバの注意を引く程度が低かった（参加者のコメントより）。フィードバックは、メンバの注意をそらしてはならないが、同時にメンバに無視されるほど弱くてもならない。これらを踏まえると、本研究の結果は、2つのフィードバックモダリティでは、振動の方が光よりも適度な強さでメンバの注意をひいたことを示す。

<会議のファシリテーション (RQ1-2) >

フィードバックを振動を用いて提示する (Vibe-All) 方が、光を用いて提示する (Light-All) よりも、有意に、グループのフィードバック提示直後のターンテイキングを促した (図 3)。これは、メンバは振動によって、行動を後押しされるように感じ、その結果ターンテイキングに積極的に参加したからだと考えられる。

また、フィードバックを振動を用いて提示する (Vibe-All) と、メンバの共有意識を促さないが当事者意識を促し、フィードバックを光を用いて提示する (Light-All) と、メンバの共有意識を促すが当事者意識を促さなかった (参加者のコメントより)。振動を用いた場合は社会的補償の効果が生じており、光を用いた場合は社会的手抜き効果が生じているのかもしれない。

②フィードバック受信者 (RQ2) (表 4)

<会議メンバの感情 (RQ2-1) >

フィードバックを潜在話者 (Vibe-PS) が受け取る方が、現行話者 (Vibe-CS) が受け取るよりも、有意に、メンバは、システムの意図がわかりやすく (表 2, Q5)、快適だ (図 4b) と肯定的に感じた。これは以下の理由と考えられる。なぜなら、Vibe-PS 条件では、フィードバックを受け取ったメンバに期待される行動は、自ら発言することであり、すべきことは明白だからである。Vibe-CS 条件では、フィードバックを受け取ったメンバに期待される行動は、潜在話者を特定しその人に発言を促すことである。フィードバックを受け取った現行話者は、潜在話者の特定を困難だと感じた (参加者コメントより)。その結果、彼らはシステムの意図をわかりにくく、快適ではない、と否定的に感じたと考えられる。

フィードバックを受け取ったメンバに潜在話者の特定が求められるという点では、Vibe-CS 条件だけでなく Vibe-All 条件も同様である。しかし我々の結果は、両者に対してメンバが示した反応は異なっていた—Vibe-CS 条件とは異なり、Vibe-All 条件では、潜在話者の特定の難しさを指摘するコメントは見られなかった。逆に、潜在話者の特定がメンバに委ねられていることを肯定的に評価したコメントさえ見られた—ことを示す。これは以下の理由と考えられる。フィードバックを1人で受け取る Vibe-CS 条件に対して、Vibe-All 条件は全メンバで受け取るため、これが恐らく傍観者効果を招き、システムからの要求に寛容になれたと考えられる。

<会議のファシリテーション (RQ2-2) >

フィードバックを全メンバ (Vibe-All) または現行話者 (Vibe-CS) が受け取る方が、潜在話者 (Vibe-PS) が受け取るよりも、有意に、ターンテイキングを促した (図 4)。これは以下の理由と考えられる。Vibe-All 条件の場合、全メンバがフィードバックを受け取るため、メンバの共有意識を促し、それにより個々のメンバは行動を起こしやすくと感じ (参加者コメントより)、メンバは社会的手抜きではなく社会的補償の効果により努力を増やし、その結果、Vibe-PS 条件よりも、グループのターンテイキングを促したと考えられる。また、これは、参加者のコメントからは観察されなかったものの、社会的促進によって説明できるかもしれない。Vibe-PS 条件では、フィードバックを受け取ったメンバ (潜在話者) の当事者意識を促さない (参加者コメントより) ため、Vibe-CS 条件よりもグループのターンテイキングを促さなかったと考えられる。

表 3 RQ1 に対する答え

	Vibe-All	Light-All
メンバの注意 (RQ1-1)	適度な強さでメンバの注意を引いた	メンバに無視されることがあるほど注意を引く程度が低かった
会議のファシリテーション (RQ1-2)	ターンテイキングが発生しやすかった	ターンテイキングが発生しにくかった

表 4 RQ2 に対する答え

	Vibe-PS	Vibe-CS	Vibe-All
メンバの感情 (RQ2-1)	メンバは肯定的に感じた	メンバは否定的に感じた	Vibe-PSとVibe-CSの中間に位置づけられる
会議のファシリテーション (RQ2-2)	ターンテイキングが発生しにくかった	ターンテイキングが発生しやすかった	ターンテイキングが発生しやすかった

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1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 市野順子, 八木佳子, 西野哲生, 小澤照	4. 巻 Vol. 60, No.4
2. 論文標題 グループディスカッション支援のための振動によるフィードバックの提示	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 1171-1183
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2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 市野順子, 八木佳子, 西野哲生, 小澤照
2. 発表標題 対面会議支援のための振動によるフィードバックの提示
3. 学会等名 情報処理学会グループウェアとネットワークサービス研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiro Ide, Shoji Oshima, Shingo Mori, Masato Yoshimi, Shun'ichi Tano, and Junko Ichino
2. 発表標題 Effects of Avatar's Symbolic Gesture in Virtual Reality Brainstorming
3. 学会等名 Proceedings of 32nd Australian Computer-Human Interaction Conference (OzCHI '20) (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

東京都市大学プレスリリース
 - コンピュータがオフィス会議の進行役になる日が来る？ ~ 椅子を震わせ、意見を引き出す ~ <https://www.tcu.ac.jp/news/newsrelease/20190517-22516/>

メディア掲載
 - 日経産業新聞 (2019/5/28)
 - 朝日新聞デジタル (2019/6/27) <https://digital.asahi.com/articles/ASM5V52LQM5VULBJ007.html?requesturl=articles%2FASM5V52LQM5VULBJ007.html&rm=496>

- ITmedia <https://www.itmedia.co.jp/news/articles/1905/17/news133.html>
 - FNNプライムオンライン <https://www.fnn.jp/posts/00046481HDK>
 - サイエンスポータル https://scienceportal.jst.go.jp/news/newsflash_review/newsflash/2019/05/20190527_01.html
 - NEWS SALT <https://www.newssalt.com/29054>
 - grape <https://grapee.jp/683505>

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
研究協力者	八木 佳子 (Yagi Yoshiko)	株式会社イトーキ	

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