

# 仮想エージェントとの同期運動が印象評価に与える影響

## Effects of Synchronous Movement on Impressions of Virtual Agent

市川 淳<sup>1\*</sup> 鍾 津儀<sup>1</sup> 秋吉 政徳<sup>1</sup>  
Jun Ichikawa<sup>1</sup> Tsugi Sho<sup>1</sup> Masanori Akiyoshi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 神奈川大学

<sup>1</sup> Kanagawa University

**Abstract:** 本研究では、人同士の同期運動に関する議論を人と仮想エージェント間に発展させることを試みた。具体的には、エージェントとの同期運動が対面する人の印象評価や行動に与える影響を検討した。大学生を対象にした実験の結果、エージェントが人の動きに同期して起立・着席運動を行う条件では非同期条件に比べて、エージェントに対する好感をはじめとする主観評価が有意に高いことが確認された。

### 1 はじめに

社会心理学や認知科学の分野において、身体的な協調が他者に対する好感や親近感を向上させることが指摘されている [1, 2]。本研究で述べる協調とは、先行研究 [2] に基づいて以下の 2 つを意味する。1 つ目は行動の一致 (behavioral matching) で、2 つ目は同期運動 (synchrony) である。前者は、他者の姿勢やジェスチャー等の模倣を指す。ここでは、行動が現れるタイミングが一致している必要はない。一方で後者は、ある動きが現れるタイミングも他者の動きと一致している状態を指す。

本研究では、人同士の同期運動が印象評価や行動に与える影響に関する議論を人と仮想エージェント（以下、エージェント）間に発展させることを試みた。

### 2 関連研究

Hove and Rise (2009)[2] では、実験者と運動を同期させるように課題を行った条件では非同期条件や単独でタッピング課題を行う条件に比べて、実験者に対する好感の主観評価が高いことが確認されている。ここでは、コンピュータスクリーン上に表示されたアイコンのある一定の動き、テンポに合わせてボタンを押す課題が用いられた。

さらに、伴・高橋 (2016)[3] では、同期運動が他者への意識的な態度を示す質問紙調査による印象評価だけでなく、無意識的な態度を示す行動にも影響を与えることが示唆されている。具体的には、参加者にはメ

トロノームのテンポに合わせてサクラ役の実験協力者と右腕を上下運動させる課題を行わせた。課題後、実験者が参加者を呼び、参加者が持って来た椅子の距離を測った。結果、直前の課題で運動を同期させた条件の方が非同期条件に比べて、実験協力者が座る椅子の近くに参加者が座る椅子を置くことが確認された。この無意識的な態度は、好感や親近感を反映していると考えられる。

また、成人間の同期運動だけでなく、乳児を対象にした場合においても同期運動が好感に関連する援助行動をもたらすことが示されている。Cirelli, Einarson, and Trainor (2014)[4] では、1 才ごろの乳児を抱っこひもで持ち上げた実験協力者の成人と対面する実験者の成人が、メトロノームのテンポに合わせて屈伸運動する課題が行われた。結果、乳児と実験者の間で上下運動が擬似的に同期する条件では非同期条件に比べて、課題後に実験者が落としたペンを渡す乳児の人数の割合が高いことが確認された。

上記では、人同士の同期運動が印象評価や行動に与える影響に関する先行研究を取り上げた。他者との身体的な協調によって好感や親近感が向上する、さらにはそれらに基づく行動が現れる背景には、他者との間で共通点が形成される、他者との境界がなくなるような社会的つながりの強化があると考えられている [1, 5, 6]。

### 3 仮説

本研究では人とエージェントの間で同期運動を行った際に、エージェントに対する印象評価や行動に与える影響を実験的に検討することが目的である。第 2 章を踏まえて、以下の 2 つの仮説を立てた。

\*連絡先： 神奈川大学工学部情報システム創成学科  
横浜市神奈川区六角橋 3-27-1  
E-mail: j-ichikawa@kanagawa-u.ac.jp

仮説1: エージェントの動きに同期して運動を行う条件(以下, 同期条件)では非同期条件に比べて, エージェントに対する好感をはじめとする印象評価が高い

仮説2: 同期条件では非同期条件に比べて, 好感をはじめとする印象評価に関連する行動がみられる割合も高い

身体的な協調における模倣では, ジェスチャーや姿勢を模倣する他者に対して好感や親近感が向上し [1, 6], 関連する行動についても現れることが示されている [7]. さらに, 同様の結果が人とエージェントの間においても確認されている [8]. しかし, ある動きが現れるタイミングも一致している同期運動については十分に検討されていない.

本実験ではスクリーン上に表示される擬人化エージェントを実装し, 人とともに運動する環境を構築して上記の仮説を検証した.

## 4 実験

### 4.1 参加者

14名の大学生が2回にわたって被験者内計画の実験に参加した(平均年齢 = 19.64歳, 標準偏差 = 0.97). 参加者は同期条件と非同期条件の両方を行った.

エージェントの印象を評価することを考慮して, 参考までに日本語版対人反応指標 [9] における共感的関心と視点取得の因子に関する質問紙調査に事前回答させた<sup>1</sup>. 共感的関心と視点取得の特性を示すスコアは28点中, それぞれ平均13.43点(標準偏差 = 2.06)と16.36点(標準偏差 = 3.05)であった.  $\pm 2SD$ の範囲外のスコアを両方の因子で記録した参加者はいなかったことから, 相手の印象を評価するうえで特に大きな支障はないと考えられる.

実験が行われた神奈川大学の倫理審査委員会からの承認は得たうえで, 参加者には研究概要やデータ処理について説明し, 全員から書面にて参加への同意が得られた.

### 4.2 運動課題と仮想エージェント

課題として, 起立・着席運動を行わせた. 起立・着席運動とは, 椅子から座る動作と立つ動作の2つを繰り返すことである. 起立・着席運動を行うエージェントを図1(a)に示す. なお, (b)は実験終了時に参加者

に向かって手を振る動作である(詳しくは, 第4節を参照).

エージェントは, 人型の健康体である. シームレスな動きを実装できるアニメーションソフトウェアのLive 2D<sup>2</sup>を用いて起立・着席運動を行う動画(30 fps)を作成した. また, エージェントから音声は流れず, 参加者に指示や依頼を行う場合は動画編集ソフトaviutlを用いて吹き出しからセリフを表示させた.

なお, 本実験における同期運動とは, 参加者が起立した際に同じタイミングでエージェントも起立し(図2(a)), 参加者が着席した際にはエージェントも着席することを指す. 非同期運動ではそのような運動は行われず, 参加者とエージェントの間で起立・着席するタイミングが異なる(図2(b)).

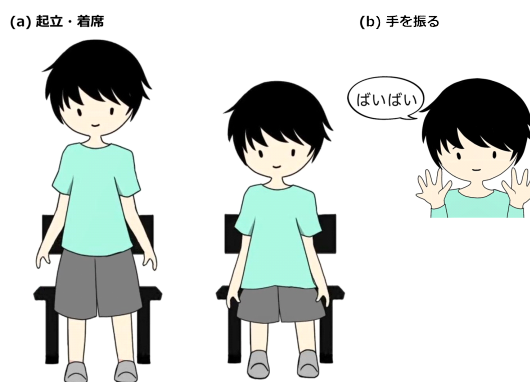


図1: 実験で使用した仮想エージェント

### 4.3 環境

環境を図3に示す. エージェントはプロジェクター(BenQ MH550)に映し出され, 参加者は対面するように起立・着席運動を行った. また, 実験の様子は2台のビデオカメラ(Sony HDR-CX675, 680, ともに24 fps)と1台のWebカメラ(Logicool C920, 30 fps)で撮影された.

### 4.4 手続き

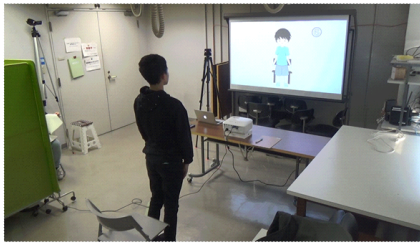
参加者には実験参加に対する意欲や緊張, さらには疲労を測る質問紙調査に回答させた. 8段階(1:全く当てはまらない, 8:非常に当てはまる)のリッカート尺度で回答を求めた. 質問項目を表1に示す.

次に, メトロノームの音に合わせて計10回の起立・着席運動をエージェントと行うことを説明した. ここでは, 椅子から座る動作と立つ動作を1回とカウント

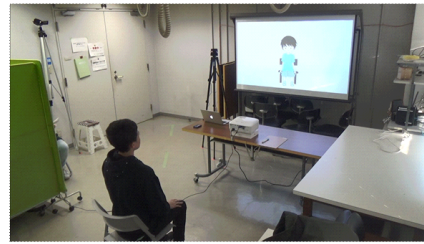
<sup>1</sup>共感的関心と視点取得の因子は, それぞれ7問で構成されている. 5段階(1:全く当てはまらない, 5:非常に当てはまる)のリッカート尺度で回答を求めた. 詳しくは文献 [9] を参考にしてください.

<sup>2</sup><https://www.live2d.com/>

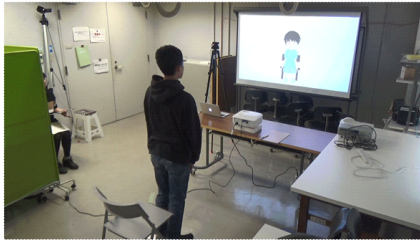
(a) 同期運動  
起立



着席



(b) 非同期運動  
起立



着席

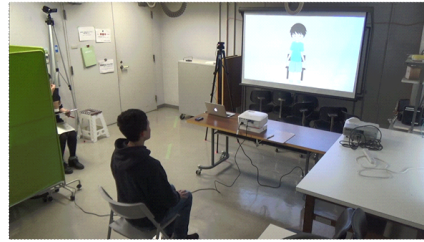


図 2: 同期運動と非同期運動. 同期運動では参加者が起立した際に同じタイミングでエージェントも起立し, 着席した際にはエージェントも着席する. 非同期運動ではエージェントがランダムに動くため, 参加者との間で起立・着席するタイミングが異なる.

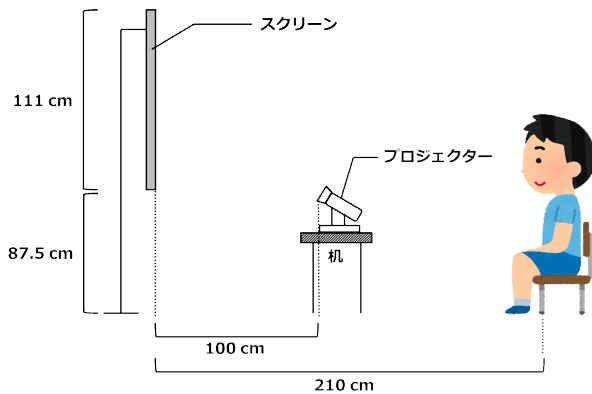


図 3: 実験環境

リッカート尺度で回答を求めた. 質問項目を表 2 と表 3 にそれぞれ示す.

質問紙調査を行った後, 参加者はエージェントからもう 1 度, 運動課題に取り組むかについて依頼され, 「はい」と「いいえ」の 2 択で回答が求められた. 「はい」と承諾した場合は追加で運動課題を行った. 「いいえ」と回答した場合は, その時点で実験を終了した. 終了時にはエージェントが「ばいばい」と参加者に手を振った (図 1(b)).

以上の手続きを同一の参加者において同期条件と非同期条件の 2 回にわたり, カウンターバランスをとって実施した. 疲労や参加者の予定を考慮して 1 回目が終了した後, 最低 1 時間半から数日の間を置いて 2 回目を行った.

する. 課題を実施する前に準備として数回, メトロノームの音に合わせて起立・着席を行わせた.

その後, 運動課題を実施した. 同期条件ではメトロノームを 30 bpm に設定した. 動画上のエージェントについても 30 bpm のテンポで起立・着席運動を行うため, 参加者とエージェントが同期運動する状況となる. 一方で, 非同期条件において, エージェントは 30, 40, 50 bpm からランダムなテンポで起立・着席運動を行う. Excel のランダム関数から各値を何回目の起立・着席に適用するかを決定した.

起立・着席運動を 10 回行った後, 課題や動きも含めたエージェントに関する質問紙調査に回答させた. 8 段階 (1: 全く当てはまらない, 8: 非常に当てはまる) の

表 1: 実験参加に関する事前の質問紙調査

設問	質問項目
問 1	実験参加に意欲的である
問 2	実験の参加に対して緊張している
問 3	疲れを感じている

設問	質問項目
問 1-1	意欲的に取り組むことができた
問 1-2	緊張した
問 1-3	楽しいと感じた
問 1-4	疲れを感じた
問 1-5	メトロノームのテンポは早かった
問 1-6	回数は多かった
問 1-7	もう一度取り組みたいと感じた
問 1-8	他の人にも勧めたいと感じた

設問	質問項目
問 2-1	動きを理解するうえで適切な見た目であった
問 2-2	人らしい運動と感じた
問 2-3	興味を持った
問 2-4	親しみを感じた
問 2-5	好感を持った
問 2-6	信頼感を持った
問 2-7	類似感を持った
問 2-8	自身の身体であるように感じた
問 2-9	自身の運動によって動いているように感じた
問 2-10	自身の運動と1つのまとまりがあるように感じた
問 2-11	他の人にも勧めたい
問 2-12	別のリハビリテーションの運動でも利用したい

## 5 結果

### 5.1 質問紙調査

実験参加に対する意欲や緊張、疲労を測った事前の質問紙調査（表 1 を参照）における各質問項目で  $t$  検定を行ったところ、いずれも条件間や日にちの間で有意な差は確認されなかった ( $ps > .05$ )。運動課題を行う本実験に参加するうえで、特に大きな支障はないことが示唆された。

次に、運動課題とエージェントに関する事後の質問紙調査（表 2 と表 3 を参照）に関する結果を図 4 と図 5 にそれぞれ示す。運動課題について各質問項目で  $t$  検定を行ったところ、いずれも条件間で有意な差は確認されなかった ( $ps > .05$ )。条件の違いが運動課題に対する主観評価に影響を与えることはないことが示された。

他方で、エージェントについて各質問項目で  $t$  検定を行ったところ、問 2-5 の好感、問 2-6 の信頼感、問 2-7 の類似感、問 2-8 の身体所有感、問 2-9 の運動主体

感、問 2-10 の一体感に有意な差が確認され、同期条件の方が非同期条件に比べて主観評価のスコアが有意に高かった ( $ps < .05$ )。さらには問 2-11 や問 2-12 のエージェントをリハビリテーションで使用することに関連する主観評価についても、同期条件の方がスコアが有意に高かった ( $ps < .005$ )。

以上より、同期条件の方が非同期条件に比べてエージェントに対する印象評価が高いことが示され、仮説 1 は支持された。

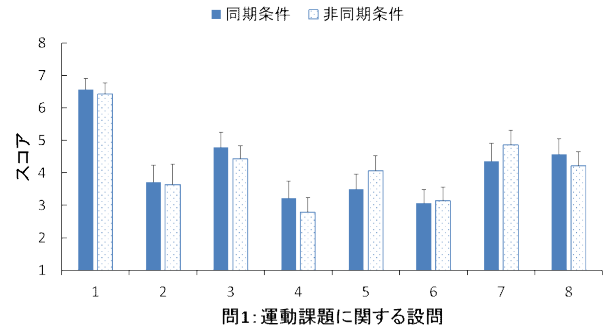


図 4: 運動課題に関する事後の質問紙調査の結果。エラーバーは標準誤差である。

### 5.2 行動指標

行動指標として、エージェントからもう 1 度、運動課題に取り組むかについて依頼された際に「はい」と承諾した人数と、終了時にエージェントが「ばいばい」と手を振った際に手を振り返した人数を条件間で比較した。いずれの行動もエージェントに対する好感をはじめとする印象評価が高ければ、積極的に実行することが予想される。

結果を表 4 と表 5 に示す。いずれの行動も条件間に違いはなく、フィッシャーの正確確率検定を行ったが有意な差はみられなかった ( $ps > .05$ )。以上より、仮説 2 は指示されなかった。

表 4: 仮想エージェントからの依頼を承諾した人数

	はい	いいえ
同期条件	11	3
非同期条件	11	3

表 5: 仮想エージェントに手を振り返した人数

	振り返す	振り返さない
同期条件	2	12
非同期条件	1	13



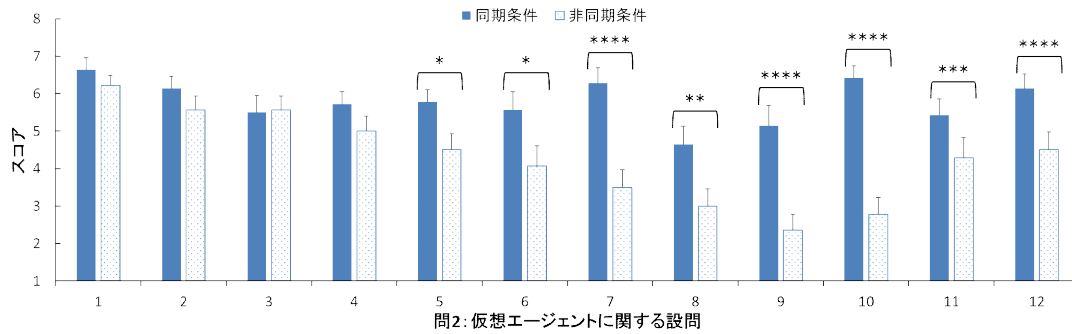


図 5: 仮想エージェントに関する事後の質問紙調査の結果。エラーバーは標準誤差である。\*:  $p < .05$ , \*\*:  $p < .01$ , \*\*\*:  $p < .005$ , \*\*\*\*:  $p < .001$

## 6 考察

本研究では、人とエージェントの間で同期運動を行った際のエージェントに対する印象評価や行動に現れる影響について実験的に検討した。結果、同期条件の方が非同期条件に比べてエージェントに対する好感などの印象評価が高いことが示され、仮説1は支持された。一方で、好感などの高い印象評価に関連する手を振り返す行動や依頼の承諾に基づいて追加で運動課題を行う行動がみられる割合は条件間で差がなく、仮説2は支持されなかった。

仮説1について、実験では好感や信頼感だけでなく、類似感や一体感、そして一体感を構成する身体所有感や運動所有感の質問項目において同期条件の方がスコアが有意に高かった(図5の問7, 8, 9, 10を参照)。

先行研究[1, 5, 6]の知見を踏まえると、自他の間で共通点が形成され、境界がなくなるような感覚が類似感や一体感、一体感を構成する身体所有感や運動所有感につながり、好感や信頼感の向上に寄与したと考えられる。ただし、仮説2が支持されなかったことを考慮すると、向上した好感はエージェントに手を振り返すといった行動レベルにまで反映されるほどではなかった可能性に留意する必要がある。

他方で、仮説2に関して、非同期条件においてエージェントからの依頼に対して「はい」と回答し、追加で運動課題を行った理由を実験後に確認した。「動きが自分と合っていなかったのもう1度取り組み、確かめたかった」という理由を述べた参加者が11名中6名であった。依頼の承諾に基づく行動は、複数の要因が影響を与えていたかもしれない。

なお、実験では参加者と画面上のエージェントが疑似的に同期・非同期運動する環境を構築したが、エージェントがセンサで参加者の運動を認識して動いているわけではないことに気づいた参加者は、2回目の実験後に確認したところ14名中1名だけであった。

本研究のようなエージェントは、リハビリテーショ

ンへの応用が期待される。同期条件では非同期条件に比べて、エージェントをリハビリテーションで利用することに関連する質問項目のスコアが有意に高かった(図5の問11, 12を参照)。超高齢社会において生活習慣病の増加や医療費の増加に伴い、健康・予防に向けて自宅でリハビリテーションすることの重要性が指摘されている[10]。リハビリテーションを始めるきっかけとして、エージェントの設計における同期運動は有用であるかもしれない。ただし、その場合、人の運動を認識して同期運動するエージェントの実装を行うことが求められる。Kinectなどのセンサを用いて人の運動に同期・非同期するエージェントを開発する必要がある。そして、起立・着席運動に代表されるような基本的なリハビリテーションが特に必要とされている高齢者を対象に中・長期的な実験を行うことで、エージェントの社会応用に関する議論へ発展することが期待される。

## 謝辞

実験を行うにあたってご協力いただいた、田中 沙弥さんと上原 優平さん(ともに神奈川大学)に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] Chartrand, T. L., Maddux, W. W., & Lakin, J. L.: Beyond the perception-behavior link: The ubiquitous utility and motivational moderators of nonconscious mimicry, In R. R. Hassin, J. S. Uleman, & J. A. Bargh (Eds.), *The New Unconscious*, pp. 334-336 (2005)
- [2] Hove, M. J., & Risen, J. L.: It's all in the timing: Interpersonal synchrony increases affiliation, *Social Cognition*, Vol. 27, No. 6, pp. 949-960 (2009)

- [3] 伴 碧, 高橋 英之: 他者との身体的な同期運動が我々の意識的・無意識的態度に与える影響, 『日本認知科学会第33回大会論文集』, pp. 411–413 (2016)
- [4] Cirelli, L. K., Einarson, K. M., & Trainor, L. J.: Interpersonal synchrony increases prosocial behavior in infants, *Developmental Science*, Vol. 17, No. 6, pp. 1003–1011 (2014)
- [5] Paladino, M. P., Mazzurega, M., Pavani, F., & Schubert, T. W.: Synchronous multisensory stimulation blurs self–other boundaries, *Psychological Science*, Vol. 21, No. 9, pp. 1202–1207 (2010)
- [6] Van Baaren, R. B., Holland, R. W., Kawakami, K., & Van Knippenberg, A.: Mimicry and prosocial behavior, *Psychological Science*, Vol. 15, No. 1, pp. 71–74 (2004)
- [7] Chartrand, T. L., & Bargh, J. A.: The chameleon effect: The perception–behavior link and social interaction, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 76, No. 6, pp. 893–910 (1999)
- [8] Bailenson, J. N., & Yee, N.: Digital chameleons: Automatic assimilation of nonverbal gestures in immersive virtual environments, *Psychological Science*, Vol. 16, No. 10, pp. 814–819 (2005).
- [9] 日道 俊之, 小山内 秀和, 後藤 崇志, 藤田 弥世, 河村 悠太, 野村 理朗: 日本語版対人反応性指標の作成, 『心理学研究』, Vol. 88, No. 1, pp. 61–71 (2017)
- [10] 丸山 仁司: 高齢者リハビリテーションの動向, 『理学療法科学』, Vol. 19, No. 3, pp. 163–167 (2004)