

ロボットとの運動同期は共同注意を促進するのか？

Does motion synchronization with a robot facilitate attention processes?

大北 碧^{†‡}, 澤 幸祐[†]
Midori Ohkita, Kosuke Sawa

[†]専修大学, [‡]日本学術振興会
Senshu University, Japan Society for the Promotion of Science
m.ohkita.animalcognition@gmail.com

Abstract

We examined whether motion synchronization facilitates attention processes that are not related to (Experiment1) or related to communication (Experiment2). In both experiments, we conducted the synchronization task first. Participants sat in front of a monitor and tapped the keys on a keyboard. Then, the stimuli were presented on the monitor. Stimuli moved in accordance with the tapping movements of the participants. Next, we conducted attention tasks, the visual search task and gaze cueing task with the synchronization stimuli in Experiments 1 and 2, respectively. In Experiment1, we used the synchronization stimulus as the target in the visual search task. We predicted that if motion synchronization facilitates the attention process that is not related to communication, then the search for the synchronization stimulus would be more efficient than that for non-synchronization stimulus. In Experiment2, we used the synchronization stimulus as a cue in the gaze cueing task. We predicted that if motion synchronization facilitated the attention process that is related to communication, then the gaze cueing effect of the synchronization stimulus would be greater than that of non-synchronization stimulus.

Keywords —Motion synchronization, Attention

1. はじめに

集団で生活を営むヒトにとって、他者とのコミュニケーションは不可欠である。またそのコミュニケーションの中で、他者がどのような人物なのかを的確に認知することは、どの他者と関係性を築いていくかを決定する上で重要であろう。他者を認知する上で重要な要素として、人格的特徴が挙げられ、基本的に温かい人が好まれ、優れた人が尊敬される [1]。また、顔や手足などの身体的特徴の魅力が高いだけで、知的と判断される傾向があったり [2]、公正さが求められる裁判においてさえ、身体的魅力が高い被告はより寛大な判決を受ける傾向があると指摘されている [3]。このように、人格的特徴や身体的特徴は、その他者の印象を判断したり、その他者に対する意思決定といった、意図を伴うような認知プロセスに影響を及ぼすことが明らかになっている。

また一方で、身体的特徴は、意図を伴わない、自動的な認知プロセスにも影響を及ぼすことが明らかになっている。例えば [4] では、画面の左右いずれかに顔画像を、もう一方に標的刺激として文字を呈示し、参加者には文字が成立していたか倒立していたかを判断させた。このとき魅力が高い顔画像を呈示すると、魅力が低い顔画像を呈示するよりも、判断時間が長くなることから、自動的に魅力的な顔画像に注意が捕捉されることが示されている。このように、身体的特徴は、意図を伴わない自動的な認知プロセスにも影響を及ぼすことが明らかになっている。

ところで、他者を認知する上での、もう一つの重要な要素として、他者との同期性（もしくは類似性）が挙げられる。恋愛関係にあるカップルや夫婦において、身体的特徴や関心、社会的地位などが自身と釣り合った他者を選択する傾向があることから [5]、人格的特徴及び身体的特徴の同期性が、他者を認知する際に、影響を及ぼすことが明らかになっている。また人格的特徴や身体的特徴のような、他者がコミュニケーションを行う前からもつ特徴だけではなく、その他者とコミュニケーションを行う際に、運動的な同期（運動同期）が生じるだけでも、その他者の印象が良くなったたり、ラポール（信頼性）が形成されることが明らかになっている [6, 7]。また、運動同期を他者で行うことで、その他者への接近行動が促進されることも明らかになっている [8]。このように、運動同期は、他者の印象を判断するといった、意図を伴うような認知プロセスに影響を及ぼすことが明らかになっている。しかしこれまで、意図を伴わない自動的な認知プロセスに影響を及ぼすのかは明らかになっていない。

そこで本研究では 2 つの実験を行い、自動的な認知プロセスである注意プロセスが、運動同期によって促進されるのかを明らかにする。まず実験 1 では、コミュニケーション場面を想定しない注意プロセスは運動同期によって促進されるのか、実験 2 では、コミュニ

ケーション場面を想定した注意プロセスは運動同期によって促進されるのかを、それぞれ視覚探索課題と視線手がかり課題を用いて検討する。なお実験 2 ではエージェントロボットとの運動同期によって、注意の促進効果を検討する。

2. 実験 1

ある視覚刺激と運動同期することによって、その刺激の印象は良くなるのか、またその刺激が自動的に注意を捕捉するのか（注意が促進されるのか）を検討する。具体的には、ある刺激と運動同期が生じるような課題をおこなう。次に、同期した刺激（同期刺激）と同期しなかった刺激（非同期刺激）を標的刺激とする、視覚探索課題を行う。運動同期によって注意の自動的な捕捉が生じるならば、同期刺激が標的刺激の方が、非同期刺激が標的刺激の場合よりも、効率良く探索できると考えられる。

2.1. 方法

2.1.1. 参加者

参加者大学生 29 名で、全員正常な視力を有していた（平均年齢：19.72 歳，SD：1.98；女性：19 名，男性 10 名）。

2.1.2. 装置

デスクトップパソコン（Lenovo 社製，Think Centre M72e small），モニター（NEC 社製，LCD-AS223WM-B5）を刺激呈示及び反応取得に用いた。モニター上では 100pixels で 24.8 mm であった。

2.1.3. 刺激

4 種類の図形（星形・五角形・四角・円）にそれぞれ目と口を付けたイラストを刺激として用いた（図 1；60×60 pixels）。視覚探索課題において、探索画面が呈示される前に呈示される黒十字も 60×60 pixels であった。



図 1 実験 1 で用いた図形

2.1.4. 手続き

Phase1：運動同期課題

運動同期課題では、モニター上に、4 種の内 2 種の図形を左右に呈示した。どの図形を運動同期課題で呈示するかは、参加者間でカウンターバランスをとった。参加者には、キーボードの F キーと J キーを交互にタ

ッピングすることを求めた。その際参加者には、「両方の図形どちらも自分のタッピングに合わせて動くかもしれないし、どちらも動かないかもしれない。またはいずれか一方が自分のタッピングに合わせて動くかもしれない。」と教示した。実際は、左右いずれか一方の図形が、参加者のタッピングに合わせて移動した。これ以降、タッピングに合わせて動いた図形を同期刺激、タッピングに合わせて動かなかった図形を非同期刺激と呼ぶ（図 2，左）。

運動同期課題の際、図形は左右上下に自動でランダムに移動した。上下運動は、150ms で 0～5pixels 上下いずれかに移動した。左右運動は、実験開始から 30 秒までは、同期刺激・非同期刺激ともに、150ms で 0～2pixels 左右いずれかに移動した。30 秒から 90 秒までは、同期刺激は 0～4pixels，非同期刺激は 0～10pixels ランダムに移動した。90 秒から実験終了の 150 秒までは、同期刺激は 0～5pixels，非同期刺激は 0～20pixels ランダムに移動した。また同期刺激は、30 秒から 90 秒までは、参加者のタッピング後 200msec 後に、15pixels 移動し（F キーであれば左に、J キーであれば右に）、90 秒から 150 秒までは、100msec 後に 25pixels 移動した。

運動同期課題後に、同期刺激・非同期刺激の図形に関する印象評定、及び、2 種類の図形はそれぞれ自分のタッピングについてきたと思うかについて紙に記述してもらった。印象評定の測定には SD 法（20 項目 7 件法）を用いた[9]。以下がその質問紙項目である。「1 意欲的な—無気力な 7*」，「1 自信のある—自信のない 7*」，「1 社交的な—非社交的な 7*」，「1 うきうきした—沈んだ 7*」，「1 軽薄な—重厚な 7」，「1 無分別な—分別のある 7」，「1 心のせまい—心の広い 7」，「1 卑屈な—どうどうとした 7」，「1 親しみにくい—親しみやすい 7」，「1 近づきがたい—人なつっこい 7」，「1 かわいらしい—にこらしい 7*」，「1 感じの良い—感じの悪い 7*」，「1 親切な—不親切な 7*」，「1 人の良い—人の悪い 7*」，「1 責任感のある—無責任な 7*」，「1 慎重な—軽率な 7*」，「1 恥ずかしがり—恥知らずの 7」，「1 消極的な—積極的な 7」，「1 短気な—気長な 7」，「1 なまいきな—なまいきでない 7」。1 がネガティブ，7 がポジティブになるよう，* に関しては逆転項目として換算した。分析では、同期刺激と非同期刺激ごとに、印象評定 20 項目の総合得点を求め、比較を行った。

Phase2:視覚探索課題練習

まず試行の開始とともに、白背景に黒色十字が呈示された。キーボードのスペースキーを押すと、探索画面が呈示された。探索画面上には、1つの標的刺激と同一の妨害刺激が呈示された。妨害刺激数は試行によって3, 5, 7, 9とランダムに変化した。標的刺激は全試行で呈示され、運動同期課題で用いた2種の図形のうちのいずれかが呈示された。妨害刺激には、運動同期課題で用いていない、残り2種類の図形を用いた。参加者には、運動同期課題で呈示されていた図形のうち、左に呈示されていた図形ならばキーボードのFキーを、右に呈示されていた図形ならばキーボードのJキーを、正確かつ迅速に押すことを求めた。FキーもしくはJキーに反応すると、探索画面が消え、「正解」もしくは「不正解」と1秒間呈示され、1秒間の試行間隔の後、次の試行に移行した。練習は8試行行った(図2, 右)。

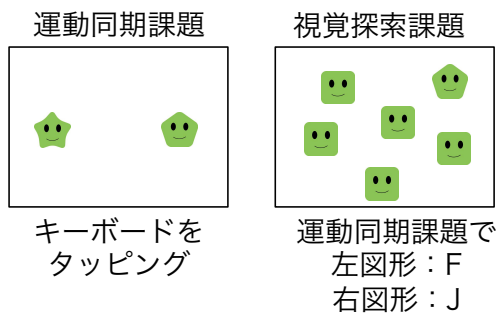


図2 実験1の手続き

Phase3:視覚探索課題

正解・不正解フィードバックを呈示しないこと、試行間隔を2秒間にしたこと以外の手続きは、Phase2と同様であった。課題は128試行を行った(標的刺激条件2種【同期刺激・非同期刺激】×妨害刺激2種×妨害刺激数条件4種【3, 5, 7, 9】×8)。分析では、探索画面が呈示され、キーボードのFキーもしくはJキーに反応するまでの時間を用いた(ただし正答試行のみ)。標的刺激条件ごとに各妨害刺激数条件の反応時間を求め、比較を行った。

2.2. 結果と考察

印象評定結果: まず印象評定に関する分析を行ったところ、同期刺激条件の方が非同期刺激条件よりも印象評定総合得点が高くなった(図3)。続いて、印象評定総合得点に関する、対応のあるt検定を行ったとこ

ろ、同期刺激条件と非同期刺激条件に有意な差が確認された($t(28) = 6.20, p < .001, d = 2.03$)。これらの結果より、参加者と運動同期を行った同期刺激条件の図形の方が、運動同期が伴わなかった非同期刺激条件の図形よりも印象が良くなることが明らかになった。

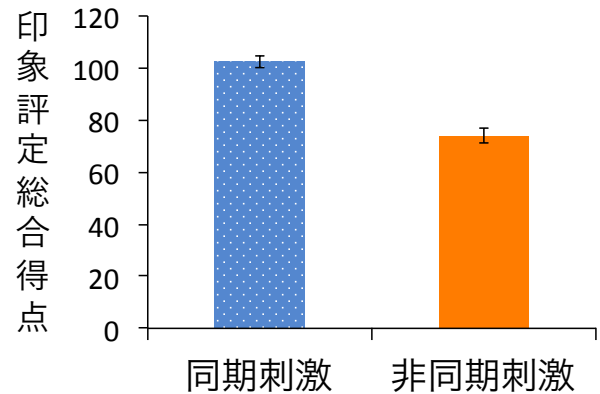


図3 条件ごとの印象評定総合得点
(エラーバーは標準誤差を示す)

視覚探索課題結果: 正答率に関する分析を行ったところ、全ての条件で95%以上の高い正答率が確認された。次に、反応時間の分析を行った(図4)。どちらも参加者内要因である、標的刺激条件と妨害刺激数条件を要因とする2要因分散分析を行ったところ、妨害刺激数条件では主効果が確認されたが($F(3, 84) = 8.50, p < .001, \eta_p^2 = 0.23$)、標的刺激条件の主効果($F(1, 28) = 1.57, p = .22, \eta_p^2 = 0.05$)、交互作用は確認されなかった($F(3, 84) = 1.16, p = .33, \eta_p^2 = 0.03$)。妨害刺激数条件において有意な主効果が確認されたため、Holm法を用いて多重比較を行ったところ、妨害刺激数が9の条件のとき、他の条件との差が確認された(妨害刺激数3-9, 5-9: $p < .001$, 妨害刺激数7-9: $p = .007$)。従って、標的刺激条件に関わらず、妨害刺激数の上昇とともに反応時間が長くなることが確認された。

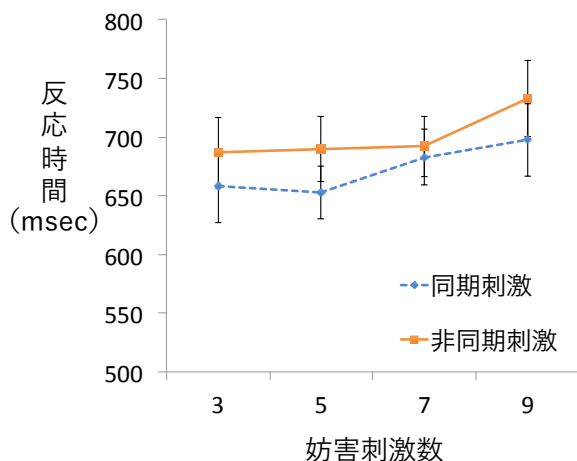


図 4 各条件の妨害刺激数ごとの反応時間
(エラーバーは標準誤差を示す)

以上の結果から、運動同期は、意図的な判断を伴う印象判断には影響を及ぼすが、意図的な判断を伴わない自動的な注意プロセスには影響を及ぼさないことが明らかになった。しかしながら本実験では、運動同期を生じさせた視覚刺激とのコミュニケーションを想定しない注意課題であった。一方、運動同期は、他者とある種のコミュニケーションが行われている場面といえる。従って、コミュニケーション場面における注意プロセスは、運動同期によって影響されるかもしれない。そこで実験 2 では、他者と運動同期することによって、その他者とのコミュニケーション場面における注意が促進されるのかを検討する。

3. 実験 2

他者の視線（注意）方向に自身の注意を向けることができる「共同注意」は、他者の興味や注意の対象を推測できることから、コミュニケーションの基幹となる認知である [9]。また、共同注意は、そのものがコミュニケーションの基幹となるだけでなく、言語獲得などの、他のコミュニケーション認知にも関わっている [10]。また、自閉症児においては、この共同注意の発達に障害があるため、コミュニケーションが成立しづらいとされている [11]。従って、共同注意は、コミュニケーション場面において、非常に重要な認知といえよう。またこの共同注意は、視線手がかり課題を用いた、実験室実験によって詳細に検討されている [12]。視線手がかり課題では、まずモニター中央に顔写真が呈示される。次に顔写真の黒目部分が左右に移動する（視線方向が左右に移動したように見える）。黒目の動

き方には 2 つの条件が設けられ、次に呈示される標的刺激が呈示される方向に、黒目が移動する、視線一致条件と、標的刺激が呈示される方向とは反対に黒目が移動する、視線不一致条件を設けるのが一般的である。左右いずれかに標的刺激が呈示され、参加者は左右どちらに標的刺激が呈示されたかを答えた。結果は、視線一致条件の方が、視線不一致条件よりも標的刺激の検出が速くなった。また、黒目の移動（～200ms）後、すぐに標的刺激が呈示されても（刺激間間隔 ISI:0s）、標的刺激の検出の促進が確認されたため、共同注意は自動的な注意プロセスと考えられている。

そこで本実験では、このコミュニケーション場面で生じる、自動的な注意プロセスである共同注意が、運動同期によって促進されるのかを検討する。まず、エージェントロボットの顔部分（顔イラスト）と運動同期課題をおこなった後、視線手がかり課題を行うことで、運動同期によって、視線手がかり課題における標的刺激の検出が促進されるのか（共同注意が促進されるのか）を検討する。そこで予備実験では、本実験で用いる顔イラストを用いて視線手がかり課題を行い、顔写真を用いた先行研究のように視線によって標的刺激検出が促進されるのかを検討した。本報告では、予備実験の結果について報告する。

3.1. 方法

3.1.1. 参加者

参加者大学生 16 名で、全員正常な視力を有していた（平均年齢：19.81 歳，SD：1.11；女性：11 名，男性 5 名）。

3.1.2. 装置

デスクトップパソコン（Lenovo 社製，ThinkPad T520）、モニター（Dell 社製，REV A02）を刺激呈示及び反応取得に用いた。モニター上では 100pixels で 29.8 mm であった。エージェントロボットには、筑波大学・大澤博隆助教が作成したエージェントロボットを用いる（図 5）。



図 5 実験 2 で用いるエージェントロボット

3.1.3. 刺激

運動同期課題及び視線手がかり課題では 400 ×

400pixelsの顔イラストを用い、エージェントロボットの球体部分に投影される顔のサイズと同程度の大きさになるようにした。視線手がかり課題において、探索画面が呈示される前に呈示される黒十字は60×60pixelsであった。標的刺激に用いたアルファベットのTとLは30pixels×30pixelsであった。

3.1.4. 手続き

Phase1:視線手がかり課題練習

参加者には、モニターに対峙してもらい、視線手がかり課題を開始した。まず試行の開始とともに、白背景に黒色十字が呈示された。キーボードのスペースキーを押すと黒色十字が消え、顔イラストが700ms呈示された。顔イラスト呈示の後、アルファベットのTもしくはLを標的刺激として、顔イラストの左右いずれかに呈示した。参加者には、Tが呈示されていたならば、ならばキーボードのFキーを、Lが呈示されていたならばキーボードのJキーを、正確かつ迅速に押すことを求めた。FキーもしくはJキーに反応すると、アルファベットが消え、「正解」もしくは「不正解」と1秒間呈示され、1秒間の試行間隔の後、次の試行に移行した。練習は6試行行った。

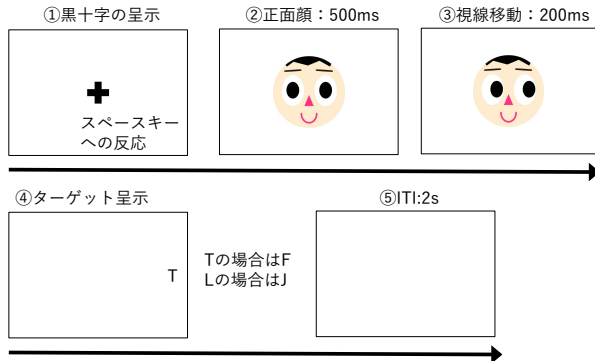


図6 視線手がかり課題の1試行の流れ

Phase2:視線手がかり課題

試行の開始とともに、白背景に黒色十字が呈示された。キーボードのスペースキーを押すと黒色十字が消え、顔イラストが500ms呈示された。次に、200msで黒目が左右に移動した。黒目の動き方には3条件設定、次に呈示される標的刺激が呈示される方向に、黒目が移動する、視線一致条件、標的刺激が呈示される方向とは反対に黒目が移動する、視線不一致条件、黒目が移動しない統制条件を設けた(図7)。顔イラスト呈示の後、標的刺激のTもしくはLが顔イラストの左右いずれかに呈示された。FキーもしくはJキーに反

応すると、アルファベットが消え、2秒間の試行間隔の後、次の試行に移行した(図6)。

課題は108試行行った(視線条件3種【視線一致条件・視線不一致条件・統制条件】×標的刺激2種【T・L】×標的刺激呈示位置2種【左・右】×9回)。分析では、探索画面が呈示され、キーボードのFキーもしくはJキーに反応するまでの時間を用いた(ただし正答試行のみ)。視線条件ごとに各妨害刺激数条件の反応時間を求め、比較を行った。

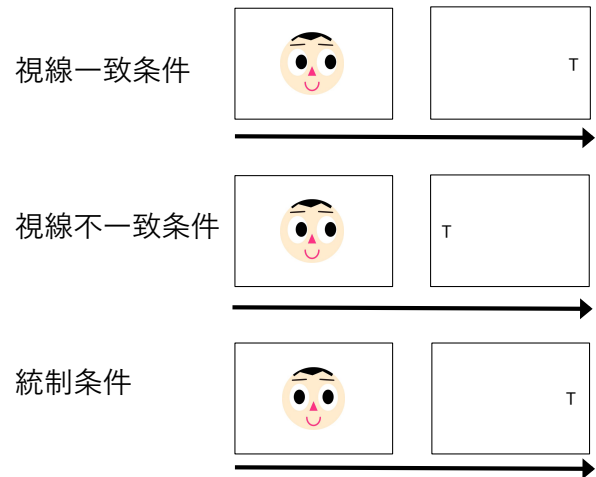


図7 視線手がかり課題の条件

3.2. 結果と考察

視線手がかり課題における正答率の分析を行ったところ、どの条件でも95%以上の高い正答率が確認された。次に、反応時間の分析を行った(図8)。参加者内要因である視線条件を要因とする1要因分散分析を行ったところ、主効果が確認された($F(2, 30) = 10.62, p < .001, \eta_p^2 = 0.41$)。主効果が確認されたため、Holm法を用いて多重比較を行ったところ、視線一致条件と、他の条件との差が確認された(視線一致条件-視線不一致条件: $p = .004$, 視線一致条件-統制条件: $p = .009$)。以上の予備実験により、本実験で用いる、エージェントロボットの顔イラストを用いた視線手がかり課題においても、先行研究と同様に、視線一致条件において他の条件よりも、標的刺激の検出が速くなることが示された。また、黒目の移動(視線の呈示)は200msと非常に短い時間であることから、先行研究と同様に、自動的に注意が視線に捕捉されていることが示された。

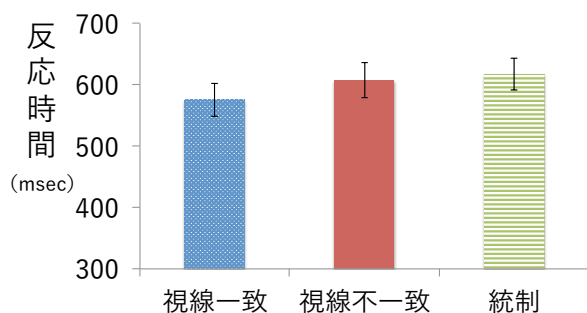


図 8 各条件の反応時間
(エラーバーは標準誤差を示す)

3.3. 今後の展望

以上の予備実験を踏まえ、本実験ではエージェントロボットの顔イラストとの運動同期課題を行った後、視線手がかり課題を行う。次より、運動同期課題の詳細を述べる。まず運動同期課題に先立ち、参加者にはエージェントロボットに対峙して座ってもらう。その際にエージェントロボットからの音声刺激による自己紹介を行う（自己紹介文：「こんにちは！エージェントロボットのロボくんです。今日は実験頑張ろうね！それじゃあ僕もモニターに移動するから、君もモニター前の席に移動してね」）。参加者がモニター前に移動したことを確認した後に、運動同期課題を開始する。モニター上にはエージェントロボットの顔イラストを呈示する。まず参加者には、音声刺激にて実験課題の指示を行う（運動同期課題指示：「キーボードの F キーと J キーを交互にタッピングしてね。君のタッピングについていけそうなら、君のタッピングに合わせて動くよ。」）。実際は、運動同期群では、顔イラストが参加者のタッピングに合わせて、左右に動き、非運動同期群では、顔イラストは参加者のタッピングとは無関連に動く。運動同期課題は 5 分間行う。運動同期課題の後、参加者をエージェントロボットに再度対峙してもらい、エージェントロボットの印象評定を行ってもらい、印象評定には、実験 1 で用いたものと同様のものを用いる。

4. まとめ

本研究では、自動的な注意プロセスが、運動同期によって促進するのかを明らかにした。まず実験 1 では、コミュニケーション場面を想定しない注意プロセスは、運動同期によって促進されるのかを検討した。ある視覚刺激との運動同期課題を行った後、その刺激に対する印象評定と、その刺激を標的的刺激とする視覚探索課

題を行った。結果は、運動同期によって印象は変化したものの、注意の捕捉は変化しなかった。従って、運動同期は、意図を伴うような認知プロセスには影響するが、コミュニケーションを想定しない、注意プロセスには影響を及ぼさないことが明らかになった。今後、コミュニケーション場面を想定した注意プロセスにおいて、運動同期が自動的な注意プロセスに影響を明らかにしていくことで、運動同期が影響を及ぼす認知の範囲を明らかにすることができると考える。

参考文献

- [1] Aronson, E., Willerman, B., & Floyd, J. (1966) "The effect of a pratfall on increasing interpersonal attractiveness", *Psychonomic Science*, 4, pp. 227-228.
- [2] Talamas, S. N., Mavor, K. I., & Perrett, D.I. (2016) "Blinded by beauty: Attractiveness bias and accurate perceptions of academic performance", *PLoS ONE*, 11, e0148284.
- [3] Mazzella, R., & Feingold, A. (1994) "The effects of physical attractiveness, race, socioeconomic status, and gender of defendants and victims on judgments of mock jurors: A Meta-analysis", *Journal of applied social psychology*, 24, pp. 1315-1344.
- [4] Sui, J., & Liu, C. H. (2009) "Can beauty be ignored? Effects of facial attractiveness on covert attention", *Psychonomic Bulletin & Review*, 16, pp. 276-281.
- [5] Walster, E., Aronson, V., Abrahams, D., & Rottman, L. (1966) "Importance of physical attractiveness in dating behavior", *Journal of personality and social psychology*, 4, pp. 508.
- [6] 大北 碧・高橋良幸・澤 幸祐 (2016) "じゃんけん課題における同調的な行動は個人空間距離を縮めるのか？", *信学技法*, 116, pp. 45-50.
- [7] Chartrand, T. L. & Bargh, J. A. (1996) "The chameleon effect: The perception-behavior link and social interaction", *Journal of personality and social psychology*, 76, pp. 893.
- [8] Hove, M. J., & Risen, J. L. (2009) "It's all in the timing: Interpersonal synchrony increases affiliation", *Social Cognition*, 27, pp. 949-960.
- [9] Scaife, M., & Bruner, J. S. (1975) "The capacity for joint visual attention in the infant" *Nature*, 253, pp. 265-266.
- [10] Bakeman, R., & Adamson, L. B. (1984) "Coordinating attention to people and objects in mother-infant and peer-infant interaction" *Child Development*, 55, pp. 1278-1289.
- [11] 徳永 豊 (2009) "重度・重複障害児の対人相互交渉における共同注意-コミュニケーションの基盤について-" 慶應義塾大学出版会
- [12] Driver IV, J., Davis, G., Ricciardelli, P., Kidd, P., Maxwell, E., & Baron-Cohen, S. (1999) "Gaze perception triggers reflexive visuospatial orienting" *Visual cognition*, 6, pp. 509-540.