

Title	視認可能ないし不可能なレベルの微小な身体動作を伴う認知的作業に視覚的自己観察が与える影響
Author(s)	王, 晨; 高島, 健太郎; 西本, 一志
Citation	情報処理学会論文誌, 61(2): 200-210
Issue Date	2020-02-15
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/16268">http://hdl.handle.net/10119/16268</a>
Rights	<p>社団法人 情報処理学会, 王晨, 高島健太郎, 西本一志, 情報処理学会論文誌, 61(2), 2020, 200-210. ここに掲載した著作物の利用に関する注意: 本著作物の著作権は(社)情報処理学会に帰属します。本著作物は著作権者である情報処理学会の許可のもとに掲載するものです。ご利用に当たっては「著作権法」ならびに「情報処理学会倫理綱領」に従うことをお願いいたします。 Notice for the use of this material: The copyright of this material is retained by the Information Processing Society of Japan (IPSJ). This material is published on this web site with the agreement of the author (s) and the IPSJ. Please be complied with Copyright Law of Japan and the Code of Ethics of the IPSJ if any users wish to reproduce, make derivative work, distribute or make available to the public any part or whole thereof. All Rights Reserved, Copyright (C) Information Processing Society of Japan.</p>
Description	

# 視認可能ないし不可能なレベルの微小な身体動作をともなう 認知的作業に視覚的自己観察が与える影響

王 晨<sup>1,†1,a)</sup> 高島 健太郎<sup>1,b)</sup> 西本 一志<sup>1,c)</sup>

受付日 2019年4月19日, 採録日 2019年11月7日

**概要:** 比較的大きな身体動作をともなう作業に対して, 自分の物理的・精神的な状態をモニタリングする自己観察が有効であることが知られている. しかし, ごくわずかな身体動作しかともなわない認知的な作業に対する自己観察の有効性については, これまでほとんど検証されていない. そこで, 本研究では, 視認できないレベルの身体動作しかともなわない音声ストロープ課題と, 視認できるレベルのごくわずかな身体動作をともなう音声ストロープ課題の2つの課題を用意し, 被験者実験によって自己観察がこの両課題にどのような影響を与えるかを調査した. その結果, 正答率についてはいずれの課題についても自己観察の影響が認められなかったが, 反応時間については, 視認可能な身体動作をともなう場合には時間短縮が認められたのに対し, 身体動作を視認できない場合にはむしろ反応時間が長くなる傾向があることが明らかになった.

**キーワード:** 自己観察, 身体動作, 認知的作業, 音声ストロープ課題

## How Self-observation Influences Cognitive Tasks that Accompany with Visible or Invisible Minuscule Physical Movements

CHEN WANG<sup>1,†1,a)</sup> KENTARO TAKASHIMA<sup>1,b)</sup> KAZUSHI NISHIMOTO<sup>1,c)</sup>

Received: April 19, 2019, Accepted: November 7, 2019

**Abstract:** It has been known that self-observation of one's physical and mental condition is effective to improve performance of tasks with relatively large physical movement. However, it has not been investigated whether the self-observation of cognitive tasks only with minuscule physical movements is similarly effective. Accordingly, we conducted two experiments with subjects to investigate this problem. We prepared two acoustic stroop tasks: the first one is accompanying with only invisible level of body motion, and the second one is accompanying with very small level of visible body motion. Using these two acoustic stroop tasks, we investigated how the self-observation influences the performances of these tasks. As a result, as for the correct answer rate, the influence of the self-observation was not found for either task. However, as for the reaction time, a time reduction was observed when visible minuscule physical movements were accompanied with. In contrast, the reaction time tends to be prolonged when the body movement was not visible, and it was suggested that self-observation had a negative effect in this case.

**Keywords:** self-observation, physical movement, cognitive task, acoustic stroop test

### 1. はじめに

本論文では, 身体動作をほとんどともなわない認知的な作業に対して視覚的な自己観察がもたらす影響について検討する. なお「自己観察」とは, 日本国語大辞典 [1] によれば「自分自身の精神状態やその動きを観察して, 心理上の知識を得ること. 内観. 内省」となっており, 本義と

<sup>1</sup> 北陸先端科学技術大学院大学  
Japan Advanced Institute of Science and Technology, Nomi,  
Ishikawa 923-1292, Japan

<sup>†1</sup> 現在, 富士テクノロジー株式会社  
Presently with Fujitechnology Corporation

<sup>a)</sup> wangchen@jaist.ac.jp

<sup>b)</sup> ktaka@jaist.ac.jp

<sup>c)</sup> knishi@jaist.ac.jp

しては心理的な行為である。しかしながら、後述するように、従来の自己観察 (Self-Observation) を取り扱った研究例の多くでは、自己観察の対象として、自己の精神状態よりも、むしろ自分自身の物理的・身体的な状態や環境との関係性を対象としており、さらに、それらを自己観察する手段には、心理的手段だけではなく、五感 (特に視覚や聴覚) を用いる知覚的手段をも含めていた。本研究においても、自己観察とは、精神状態ではなく身体的状態を観察対象とし、これを知覚的手段によって観察することを指すものとする。

鏡を見たりスマホで自撮りをしたりするなど、日常生活の中で我々は、様々な手段で自分の姿や状態を自己観察している。このように、自己観察はごく日常的な行為であるが、その何気ない観察の結果がヒトの行動に影響を与えることが知られており [2], 自己観察が人間の知的発展に大きな役割を果たしてきたことが指摘されている。たとえばアメリカの歴史学者ルイス・マンフォードは、手鏡について以下のように記している [3]: *The use of the mirror signaled the beginning of introspective biography in the modern style: that is, not as a means of edification but as a picture of the self, its depths, its mysteries, its inner dimensions. ... Is it any wonder then that perhaps the most comprehensive philosopher of the seventeenth century, at home alike in ethics and politics and science and religion, was Benedict Spinoza: not merely a Hollander, but a polisher of lenses.* ここでは、鏡の普及による自己観察の一般化が、人間の内的な思考の深化に影響を与えた可能性が指摘されている。

このように、自己観察が人間の知的発展、すなわち高度な認知的能力の発展に多大な影響を与えた可能性が指摘されているにもかかわらず、自己観察が与える影響に関するこれまでの研究は、スポーツやリハビリテーションなどの、身体動作を中心とする作業を対象としたものがほとんどであった。身体動作をほとんど、あるいはまったくもたないような、認知的行為を中心とする作業に対して自己観察が与える影響については、従来ほとんど研究されていない。もしそのような認知的行為においても自己観察が有益な影響を与えるとすれば、認知的行為のためのツールにその効果を役立てることができると考えられる。そこで本論文では、身体動作をほとんどもたない認知的な作業に対して自己観察がもたらす影響について、実験に基づき検討する。

以下、2章では、これまでに行われてきた、自己観察が人間の活動に与える影響に関する研究事例について概観する。3章では、視認可能なレベルの身体動作をとまなわぬ認知的課題に対する自己観察の影響を調査する実験と、その結果について示す。4章では、3章で行った認知的課題に、視認可能なレベルのほんのわずかな身体動作を加えた場合の自己観察の影響を調査する実験と、その結果につ

いて示す。5章では、3章と4章の2つの実験の結果から、身体動作をほとんどもたない認知的課題への自己観察の影響とその理由について考察する。6章はまとめである。

## 2. 関連研究と本研究の位置づけ

自己観察に関する先行研究では、センサなどの計測技術やビデオなどを使って、自分の活動している様子や、直接観察することができない生体情報などを作業者にフィードバックする試みが行われてきた。

本来は知覚することが不可能ないし困難な生体情報を知覚可能な情報に変換してフィードバックすることによる自己観察の試みとしては、以下のような研究例がある。和久井ら [4] は、自動車の運転のような注意を要する作業の遂行中に覚醒度が低下した場合に、安全を保つために覚醒状態をフィードバックするなどの介入を可能とすることを目的として、眼球と瞳孔の運動から覚醒状態が分かる仕組みを研究している。渡部ら [5] は、脳波から推定した集中状態を視覚・聴覚的にフィードバックすることで作業者の集中力を向上させるシステムを提案している。これにより、作業中の作業者の注意力を維持・向上させることをねらっている。このほか、スポーツの練習支援を目的として、競技における筋活動電位のフィードバック [6] など、数値化した生体情報を非リアルタイムでフィードバックする手法が使われている。

一方、直接的に知覚可能な情報、特にビデオで撮影された活動の様子のような視覚的な情報をフィードバックすることにより、身体動作の学習を効率化する試みが古くから多数なされている。Bandura は、学習者が正しい動作を獲得する過程において、視覚的フィードバックによる自己観察が重要な役割を果たすことを示唆した [7]。この示唆に基づき、Erbaugh は6歳前後の少年少女を対象とした身体の安定性の学習に関する実験を行い、自己観察をしたグループの方がしなかったグループよりも改善が見られることを報告している [8]。Fotopoulou らは、リハビリテーションの様子を自己観察させることによって練習効率を向上させることを試みている [9]。笠原ら [10] と冷水ら [11] は、ビデオを用いた自己観察が身体バランスの学習に有効であることを示している。このような、自己観察によって自分の身体動作を適切な動作に修正する手法は、実社会でも多数利用されている。たとえば、スポーツジムなどの壁面に設置されている鏡も、この目的での自己観察を行えるようにするためのものである。このように、身体動作の習得やパフォーマンス向上に関する各種の事例において、自己観察が有益な正の影響を与えることが示されている。

上述の視覚的情報のフィードバックに関する事例では、いずれも目視で容易に確認できるレベルの大きな身体動作をとまなう行為を取り扱っている。しかしながら、目視で確認することが困難または不可能なレベルのごくわずか

な身体動作しかともなわない、主として認知的な行為のパフォーマンスに対して自己観察が及ぼす影響については、これまでほとんど調査検討されてこなかった。本研究では、このような微小な身体動作しかともなわない認知的な行為のパフォーマンスに対して、視覚による自己観察がどのような影響を及ぼすかについて調査検討する。

なお、以上で示した事例のほとんどでは、身体動作とそのパフォーマンスへの影響を対象としているが、自分の活動の様子を視覚情報としてフィードバックすることにより、作業者の心理的な状態が変化し、行為の内容が影響を受ける可能性があることも指摘されている。暴力的な内容のゲームをプレイしている際の視点変化の影響を調査した研究では、第1人称の視点から第3人称の視点（通常は、自分が操作しているアバタを背後から見る視点）に切り替えると、同じゲームであってもプレイヤーの行動が暴力的になることが指摘されている [12]。また、視覚情報の変化によって、被験者の倫理的判断が左右されるという報告もある [13]。このような心理の状態の変化は、視点の変更により、行為の主体者であるという意識と、行為への共感のレベルが変化することによるものと考えられる。後述する本研究における実験においても、このような心理的な影響はあるのかもしれない。しかしながら、今回の実験で実施するタスクは非常に無味乾燥なものであるため、大きな心理的・倫理的な影響があるとは考えがたい。よって本論文においては、心理的・倫理的な影響に関しては調査の対象外とし、タスク実施パフォーマンスにのみ焦点を当てて検討するものとする。

### 3. 実験1：視認可能なレベルの身体動作をとともなわない認知活動に対する自己観察の影響

被験者が視認可能なレベルの身体動作をとともなわない認知的タスクを実施している最中に、ビデオカメラで撮った被験者の映像をリアルタイムで被験者に提示して視覚的に自己観察を行わせることによって、当該認知的タスクのパフォーマンスがどのような影響を受けるかを検証する実験を実施した。

#### 3.1 実験内容

被験者は、著者らが所属する大学院大学の学生18名（男性8名、女性10名、平均年齢25.6歳、標準偏差2.5、国籍は日本籍を含む5カ国）である。全員、母語は英語以外であるが、実験中に用いる英語単語を理解する能力は有している。

本実験で被験者に課す認知的タスクは、音声ストループ課題である。ストループ課題とは、たとえば赤色で書かれた“BLUE”という文字のように、同時に目にする2つの情報が干渉しあう現象（この例では文字の意味と文字の色）を利用して、被験者の認知能力を測定する認知的課題であ

る。通常のストループ課題では視覚的情報を用いるが、本研究では視覚による自己観察を行わせる必要があるため、視覚情報を用いたストループ課題は使えない。

そこで本研究では、視覚ストループ課題を参考にして、音声を用いた音声ストループ課題を作成した。具体的には、被験者に装着してもらったヘッドホンの左右のどちらかの片チャンネルから、英単語の「Left」または「Right」をランダムに音声で提示する。被験者は、聞こえたチャンネルにかかわらず、「Left」を聞いたなら右手でキーボードの「J」を押し、「Right」を聞いたなら左手で「F」を押し課題である。音声ストループ課題の1回の所要時間は25分で、60秒のタスク遂行時間と15秒の休憩時間の繰返して構成される。タスク遂行時間では、被験者がキーボード入力した240ms後か、2秒間回答がない場合に次の音声流れるよう設定した。

実験では、音声ストループ課題のプログラムがインストールされたPCをデスクに設置する。各被験者は、椅子に座ってこのデスクにつき、ヘッドホンを装着して課題を聴取しつつ、キーボードを操作して回答する。この際、キーボードのJまたはFキーを押す操作が発生するので、厳密には身体動作が生じるが、指先だけのごく微小な動作にとどまるため、後述する自己観察用の映像では、その動きを視認することはできない。

自己観察を行う場合、被験者の回答作業の様子をビデオカメラで撮影する。ビデオカメラの設置位置は、3通りを用意した（図1）。すなわち、被験者を水平なアナログ時計の中心に置いたとした場合、零時方向から撮った正面視点（Front）と三時方向から撮った側面視点（Side）、および五時方向から撮った背後視点（Back）の3種類である。なお、Backを六時方向にしなかったのは、使用した有線カメラには、遅延を生じさせないためにUSBケーブルの長さの制約があり、被験者の障害にならないようにケーブルを取り回すことができなかったためである。正面視点のカメラは被験者の視線と同じ高さの位置、側面視点と背後視点のカメラの高さは視線より高い位置に設置する。一方、自



図1 実験1におけるビデオカメラの配置

Fig. 1 Positions of a video camera in experiment 1.



己観察なしの場合は、使用した PC の背面に装備されているカメラで撮影された画像（ほとんどは PC の裏側のテーブルの上面の画像）を表示した。自己観察あり/なしのいずれの場合についても、被験者には「画面の内容がわからなくても、実験中はできるだけ画面を見るようにしてください」と教示した。

被験者は、正面視点を用いるグループ F (Front)、背後視点を用いるグループ B (Back)、側面視点を用いるグループ S (Side) の 3 つのグループに 6 名ずつ分かれ、それぞれ実験を行う。各被験者には、自己観察映像を提示する場合としない場合の 2 つの条件で音声ストループ課題を行ってもらった。また各グループをさらにそれぞれ 2 つに分け、一方のグループには自己観察映像あり条件を先に (グループ 0)、もう一方には映像なし条件を先に (グループ 1) 行っている。なお、すべての実験において、正面位置 (F) に設置したカメラで、被験者の様子を記録した。

### 3.2 実験結果

音声ストループ課題の評価は、60 秒ごとに、正答率と反応時間について行った。18 名の被験者から、合計 29,885 件の課題の回答データを取得した。各グループの反応時間の平均値 ( $t$  (回答), 単位は秒) と正答率の平均値、および自己観察あり/なしそれぞれについての反応時間と正答率に関する全体の平均値と標準偏差を表 1 に示す。表中、グループについては、たとえば B0 は、Back 位置のカメラを使用し、自己観察あり条件を先に実施したグループのことを指す。

#### 3.2.1 全般的傾向

まず、自己観察の有無による全般的な傾向について検討する。正答率と反応時間の全体平均値について、自己観察あり条件となし条件の間に差があるかどうかを検証するために対応のある  $t$  検定を行った。結果として、正答率については  $t(17) = 0.07, p > 0.1$ , 反応時間については  $t(17) = 1.21, p > 0.1$  となり、いずれについても有意差は見られなかった。また、3 つの視点のグループ F, S, B に

表 1 実験 1 の各グループの実験結果の平均値

Table 1 Average response time and ratio of correct/incorrect answers for each group.

グループ	自己観察あり		自己観察なし	
	$t$ (回答)	正答率	$t$ (回答)	正答率
B0	1.02	55.1%	0.94	53.5%
B1	0.77	55.2%	0.84	56.0%
F0	0.94	55.3%	0.75	56.8%
F1	0.76	56.6%	0.83	56.4%
S0	0.86	55.8%	0.78	56.3%
S1	0.87	52.4%	0.90	51.8%
Total Av.	0.87	55.1%	0.84	55.1%
STDV	0.18	0.03	0.15	0.04

分けて、それぞれについて自己観察の有無を比較した結果についても、有意差は見られなかった (グループ F: 正答率  $t(5) = 0.39$ , 反応時間  $t(5) = 1.00$ ; グループ S: 正答率  $t(5) = 0.03$ , 反応時間  $t(5) = 0.79$ ; グループ B: 正答率  $t(5) = 0.38$ , 反応時間  $t(5) = 0.15$ )。ゆえに、視認可能なレベルの身体動作をとまわらない認知的作業において、自己観察の有無は正答率と反応時間のいずれについても有意な影響を及ぼさないことが示された。これは、身体動作をとまなう行為に対する自己観察の影響に関する従来の知見とは一致しない結果である。

#### 3.2.2 正答時と誤答時の反応時間の差

次に、正答時の反応時間と誤答時の反応時間を比較する。図 2 に、正答時と誤答時に分けた、自己観察あり・なしそれぞれについての反応時間を示す。対応のある  $t$  検定を実施した結果、自己観察ありの場合、 $t(17) = 2.944, p < 0.01$ , 自己観察なしの場合、 $t(17) = 3.067, p < 0.01$  となり、自己観察の有無にかかわらず正答時には誤答時と比べて 1%水準で有意に反応時間が短くなった。なお、実験の順番を考慮に入れて正答時の反応時間と誤答時の反応時間を比べた場合、表 2 に示すように、有意差があるのは第 1 回の実験時のみであることが分かった (自己観察あり→なし条件:  $t(8) = 3.04, p < 0.05$ ; 自己観察なし→あり条件:  $t(8) = 3.72, p < 0.01$ )。この結果から、タスクへの習熟がまだ十分ではない間 (第 1 回目) は、おそらく誤答することで生じる心理的動揺によって誤答時の反応時間が正答時よりも長くなるが、タスクに対してある程度習熟

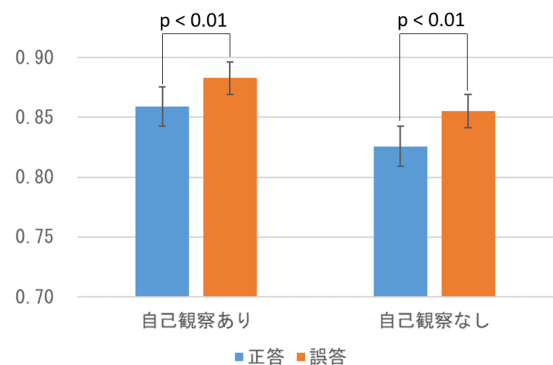


図 2 正答と誤答の反応時間。縦軸の単位は秒。エラーバーは標準誤差を示す

Fig. 2 Response time for correct/incorrect answer for with/without self-observation.

表 2 正答時と誤答時の反応時間と実験順番の関連性

Table 2 Relations between response time for correct/incorrect answer and sequence of the experiment.

自己観察	第 1 回			第 2 回		
	正答 $t$	誤答 $t$	$p$	正答 $t$	誤答 $t$	$p$
あり→なし	0.922	0.962	0.016*	0.815	0.830	0.318
なし→あり	0.836	0.880	0.006*	0.796	0.804	0.272

した後（第2回目）には、誤答時の心理的動揺が減少し、両者の差が現れにくくなるのではないかと推察される。

### 3.2.3 実験の順番による影響

最後に、実験の順番も考慮に入れて自己観察の影響を検証する。自己観察あり条件を先に実施し、自己観察なし条件を後に実施した場合と、その逆順の場合のそれぞれについて、第2回の実験における正答率ないし反応時間から、第1回の実験における正答率ないし反応時間を減じたそれぞれの差分を図3と図4に示す。

図3に示すように、正答率については、いずれの実施順についても、1回目と比べて2回目に正答率の向上が認められるものの、その変化はきわめてわずかであり、また実施順の間にも有意差は認められなかった ( $t(16) = 0.07, p > 0.10$ )。一方、図4に示すように、反応時間については、自己観察あり先行の場合（図4左：あり→なし）、自己観察なし先行の場合（図4右：なし→あり）ともに、2回目のタスクの方が反応時間の平均値が小さく、差分が負の値になった。また、自己観察あり先行グループの反応時間の平均値の差分は、自己観察なし先行グループと比べ約2倍であり、対応がなく分散が等質でない  $t$  検定を行った結果、両者には10%水準で有意傾向が認められ ( $t(14) = 2.05, p < 0.1$ )、正答時の反応時間だけに限っ

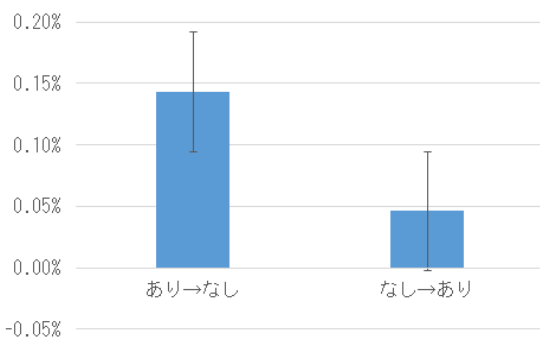


図3 2回のテストの正答率の差分。エラーバーは標準誤差を示す  
Fig. 3 Difference of rates of correct answer for two tests.

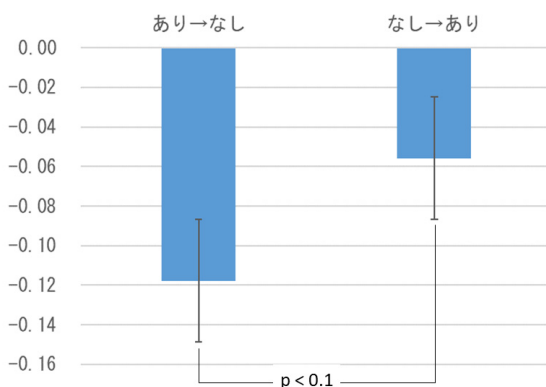


図4 2回のテストの反応時間の差分。縦軸の単位は秒。エラーバーは標準誤差を示す

Fig. 4 Difference of response times for two tests.

て比較すると、両者には5%水準での有意差が認められた ( $t(14) = 2.39, p < 0.05$ )。

いずれのグループについても、自己観察あり条件での課題実施時における事後インタビューで自己観察をしたときの気分や感想を尋ねたところ、「緊張した」という回答が多数得られた。また、背後視点からの映像を自己観察したグループBの被験者については、自分の姿勢が悪いことに気づき、座り直した旨の回答が複数得られた。実験後、正面位置 (F) に設置したカメラで撮影した映像をチェックしたところ、被験者らは必ずしも常時画面を注視してはおらず、特に自己観察なし条件では、被験者は画面をあまり見ていない様子が見てとれた。

### 3.3 考察

先行研究において、自己観察は、容易に視認可能なレベルの身体動作をとともう課題のパフォーマンスに正の影響を与えることが示されてきた。これに対し、本研究では、自己観察の際に視認可能なレベルの身体動作をとともわなない認知的な作業に対し、自己観察がもたらすパフォーマンスへの影響を調査した。結果として、表1の結果に見られるように、正答率と反応時間の向上については確認できなかった。

さらに、反応時間については、自己観察によってむしろ長くなる負の影響を与えることが示唆された。図4の結果に見られるように、いずれの条件においても2回目に反応時間が短縮している。単純には、この向上は課題への習熟によるものと考えられる。しかしながらその差分は、自己観察あり先行条件の方が大きい。このような差異が生じる理由として、自己観察が課題への反応時間を延長させていることが考えられる。すなわち、自己観察あり先行条件グループでは、習熟が不十分な1回目に、自己観察による反応時間の伸長が加わるため非常に反応速度が遅く、2回目は習熟したうえに自己観察がなくなるため、大きく反応速度が向上し、結果として1回目と2回目の差分が大きくなったのではないかと考えられる。一方、自己観察なし条件の場合は、この逆となり、1回目と2回目の差分が圧縮される。結果として両者の間に差が生じたものと思われる。

自己観察による反応時間の伸長が生じた要因の1つとして、自己観察によって生じる認知的負荷の増加の影響が考えられる。今回の実験で採用した音声ストループ課題では、画面上に表示される情報は課題遂行に関して必要がない情報である。自己観察なしの場合に表示したディスプレイの背後にあるテーブルの映像は、周辺環境の情報と同等の情報と見なされるため特に意識されなかったのであろう。これに対し、自己観察ありの場合に表示した自己の映像には、人の顔や姿が含まれる。人間の脳には、顔に反応する特別な領域があることが知られている [14] ように、おそらく人物像に対して自動的な反応が生じて注意が惹き付

けられ、結果として多少の認知負荷を生じたのではないかと考えられる。インタビューで得られた、自己観察ありの場合の「緊張した」、「姿勢の悪さが気になって修正した」などの感想は、自己映像を意識してしまったことの証左であると考えられる。なお、自己映像を見ることで緊張感が生じる理由については、今回の実験で得られたデータからは明確にすることはできなかった。他者が存在する社会的な環境の中での自己観察が緊張感を生み出すという研究例は多数存在する（たとえば文献 [15]）が、他者が存在しない単独状況での自己観察が緊張感を生み出すという事例については、筆者らの知る限り見あたらない。なぜ緊張感を生じたのかについては、今後の検討課題としたい。

以上のように、視認可能なレベルの身体動作をとまわない認知的作業の場合は、正答率と反応時間に関して正の影響は認められず、むしろ反応時間に関しては負の影響を与える可能性が示唆された。従来の視認可能なレベルの身体動作をとまなう作業への自己観察の効果に関する結果の多くにおいて、自己観察は作業パフォーマンスに対して正の影響を与えることが示されてきたが、本実験ではその逆の結果となった。ただし、図 4 の結果において、自己観察なし先行グループでも、自己観察を行った 2 回目の反応時間が短縮している。このことは、習熟による効果が自己観察の影響を上回っており、自己観察による負の影響はあまり大きくないことを示唆している。

#### 4. 実験 2：視認可能なレベルのわずかな身体動作をとまなう認知活動に対する自己観察の影響

3 章で示した実験 1 の結果では、自己観察を行っても正答率と反応時間に対して正の影響は得られず、むしろ反応時間に関しては負の影響があることが示唆された。これは、従来の自己観察に関する研究結果と一致しない結果である。従来研究と実験 1 の差異は、自己観察の際に視認できるレベルの身体動作があるかないかである。

そこで今回の実験 2 では、実験 1 と同じ音声ストループ課題に、視認可能なレベルのわずかな身体動作を導入することによって、正答率と反応時間にどのような影響があるかを調査する。これにより、実験 1 で得られた結果が、視認可能なレベルの身体動作がないことによるものなのか、あるいは音声ストループ課題という課題の性質によるものなのかを明らかにする。

##### 4.1 実験手順

被験者は、著者らが所属する大学院大学の学生 32 名（男性 24 名、女性 8 名、平均年齢 26.4 歳、標準偏差 4.57、国籍は日本籍を含む 4 カ国）である。全員、母語は英語以外であるが、実験中で用いる英語単語を理解する能力は有している。

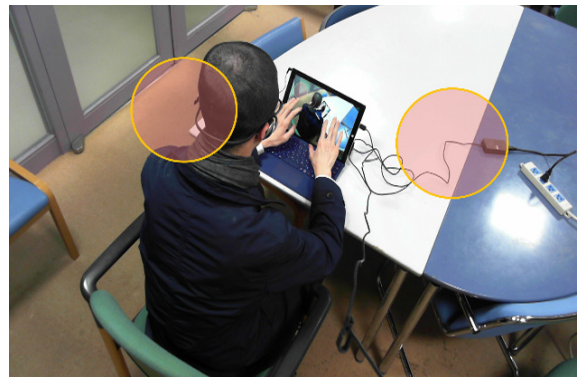


図 5 実験 2 で使用した実験システムの回答入力画面（自己観察あり）  
Fig. 5 User interface for inputting answers in experiment 2 (with self-observation).

実験 2 においても、実験 1 と同じ音声ストループ課題を使用する。ただし、被験者が回答を入力するインタフェースを、自己観察時に視認可能なレベルの身体動作をとまなうものに変更した。すなわち、実験 1 では回答の入力にはキーボードの J と F のキーを使用した。実験 2 では、タッチパネル機能を有するモニタの画面上の左半分と右半分に分けて表示した半透明な 2 つの円をタッチして回答を入力してもらうようにした。

図 5 に、実験 2 で被験者が自己観察あり条件で使用する回答入力用のインタフェース画面を示す。このように、モニタ画面上に被験者を背後四時方向から撮影した映像を表示し、これを見ることで被験者は自分の操作状況を自己観察する。同時に、同じモニタ画面上に表示された薄赤色の円をタッチすることで回答を入力する。2 つの円の表示位置は、左右それぞれの範囲内で毎回ランダムな位置に提示するようにした。円の提示位置を毎回ランダムに変更した理由は、被験者が常時画面を注視するように仕向けるためと、視認可能なレベルの身体動作を生じさせるためである。被験者にはヘッドホンを着用してもらい、左右どちらかの片チャンネルから英単語の「Left」または「Right」をランダムで流した。被験者は聞こえたチャンネルにかかわらず、「Left」を聞いたら右手で画面の右半分に表示された円をタッチし、「Right」を聞いたら左手で左半分に表示された円をタッチするよう要求された。なお、今回の実験で被験者を背後四時方向から撮影したのは、被験者が自分の回答時の手の動作を十分視認できるようにするためである。これにより、被験者は自己観察をしながら、視認可能なレベルの動作をとまなう円のタッチ操作を行うことになる。一方、自己観察なしの場合は、グレー 1 色の背景画像を表示し、その上に自己観察ありの場合と同じ円を 2 つ、やはり毎回ランダムな位置に表示した。

音声ストループ課題の 1 回の所要時間は 25 分で、60 秒のタスク時間と 15 秒の休憩時間の繰返して構成される。タスク時間では、被験者が回答したかどうかにかかわらず、



表 3 実験 2 の流れとグループ分け

Table 3 Workflow and group constitution for experiment 2.

グループ	第 1 回テスト		第 2 回テスト	
	自己観察		自己観察	
A	あり	自分の正答率	なし	自分の正答率
B	なし	を推測	あり	を推測
C	あり		あり	
D	なし		なし	

1.6 秒後に次の音声を提示するよう設定した。なお実験 1 では、回答入力後 240msec 後に次の音声を提示するように設定していたが、この設定では被験者の回答の速さによって提示される課題数に違いが生じ、被験者によって負荷が異なったものになっている可能性があった。このため、今回の実験では、全被験者に一定の間隔で課題を提示し、各被験者が同じ数の課題に回答するように修正した。

全被験者を、実験の順番によって、第 1 回は自己観察あり・第 2 回は自己観察なしの A グループ、第 1 回は自己観察なし・第 2 回は自己観察ありの B グループ、2 回とも自己観察ありの C グループ、および 2 回とも自己観察なしの D グループの、8 人ずつ 4 つのグループに分けた (表 3)。また、1 回の音声ストループ課題が終わった後に、各被験者に自分の正答率を推測して回答してもらった。

4.2 実験結果

音声ストループ課題の評価は、正答率と反応時間について行った。32 名の被験者から合計 47,758 件の課題の回答データを取得した。被験者の回答処理については、正解側 (音声提示された単語の意味の反対側) の円内をタッチした場合を正答と見なし、間違い側 (音声提示された単語の意味と同じ側) の円の内側にタッチした場合は誤答と処理した。なお、円の外側にタッチした場合は、円内にタッチした場合と比べて平均反応時間が非常に短かったため、うっかりタッチパネルに触れてしまったような、意識的ではない反応を多数含むものと考えられる。したがって、円外にタッチした場合については、今回の評価対象から除外することとした。

2 回のテストそれぞれについて、各グループに属する被験者 8 人によるパフォーマンスの平均を表 4 に示す。表中、 $t$  (正答)、 $t$  (誤答)、および  $t$  (全回答) は、それぞれの正答時・誤答時・全回答における反応時間の平均であり、単位は秒である。各行について、文字が太字の行は「自己観察あり」を示し、それ以外は「自己観察なし」を示す。

4.2.1 全般的傾向

まず、自己観察の有無による全般的な傾向について検討する。自己観察あり条件となし条件での課題の正答率と反応時間の平均を図 6 と図 7 に示す。それぞれの結果について、自己観察あり・なしの 2 つの条件のスコアの

表 4 実験 2 の各グループの実験結果の平均値

Table 4 Average response time and ratio of correct/incorrect answers for each group.

グループ	第 1 回テスト				
	$t$ (回答)	$t$ (誤答)	$t$ (全回答)	正答率	自己予測
A	<b>0.932</b>	<b>0.866</b>	<b>0.930</b>	<b>94.90%</b>	<b>76.13%</b>
B	1.061	1.091	1.062	94.72%	83.38%
C	<b>0.962</b>	<b>0.921</b>	<b>0.960</b>	<b>94.84%</b>	<b>79.38%</b>
D	1.020	1.009	1.020	95.53%	76.25%
グループ	第 2 回テスト				
	$t$ (回答)	$t$ (誤答)	$t$ (全回答)	正答率	自己予測
A	0.973	0.984	0.974	97.02%	85.00%
B	<b>0.950</b>	<b>0.905</b>	<b>0.949</b>	<b>96.08%</b>	<b>85.50%</b>
C	<b>0.919</b>	<b>0.921</b>	<b>0.918</b>	<b>95.68%</b>	<b>84.00%</b>
D	0.976	1.024	0.977	97.00%	80.38%

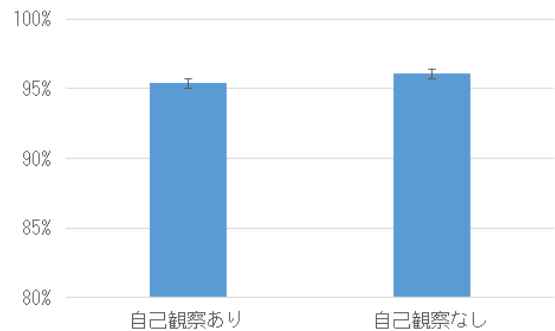


図 6 自己観察の有無による正答率の平均。エラーバーは標準誤差を示す

Fig. 6 Average of correct answer rate with/without self-observation.

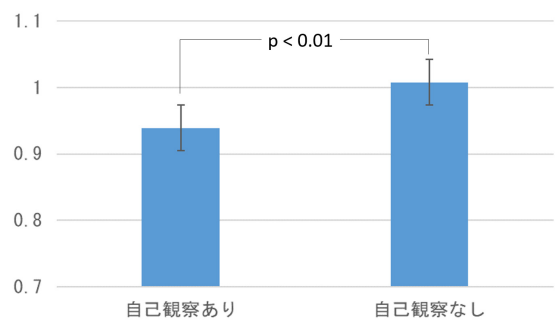


図 7 自己観察の有無による反応時間の平均。縦軸の単位は秒。エラーバーは標準誤差を示す

Fig. 7 Average of response time with/without self-observation.

平均値の差について対応がなく分散が等質でない  $t$  検定を行った結果、正答率については有意差は認められなかった ( $t(52) = 0.78, p > 0.1$ ) が、反応時間については 1%水準で有意差が認められた ( $t(47) = 3.76, p < 0.01$ )。このように、実験 1 とは異なり、従来の自己観察に関する研究結果と同様、反応時間について自己観察による正の影響が認められた。



#### 4.2.2 実験の順番を考慮した自己観察の影響

次に、実験の順番を考慮に入れて、自己観察の影響を調査する。ここでは、回答の反応時間と正答率のそれぞれについて、被験者ごとに第2回目の平均値から第1回目の平均値を減じた差分を求め、これを元に1要因4水準の分散分析でグループ間の比較を行った。その結果、正答率の差分については、 $F(3, 28) = 0.41, p > 0.1$ となり、グループ間に有意差は認められなかったが、反応時間の差分については、 $F(3, 28) = 21.23, p < 0.01$ となり、1%水準で有意であった。

そこで、テューキーのHSD検定で下位検定を行った結果、グループCとDの間以外のすべてのグループ間に、1%水準での有意差が認められた(図8)。図8から分かるように、自己観察あり条件からなし条件に移したグループAのみ反応時間の差分が正の値となっており、2回目の自己観察なし条件の方が反応時間が長くなっている。これに対し、その他の3つのグループでは、反応時間の差分が負の値となっており、2回目の実験の方が反応時間が短くなっている。また、第1回目と第2回目で同じ自己観察条件で実験を実施したグループCとDは、2回目の実験で同程度の時間短縮が認められ、両者に有意差はなかった。一方、自己観察なし条件からあり条件に移したグループBでは、2回目の自己観察あり条件で大きな時間短縮が認められた。

#### 4.2.3 予測した正答率と実際の正答率の差分

図9に、各回の実験の終わりに被験者が予測した正答率と実際の正答率の差分を示す。対応がなく分散が等質でないt検定を行った結果、自己観察あり条件の実験後の予測値と実際の正答率の差分は、自己観察なし条件の場合と比べて5%水準で有意に小さかった( $t(54) = 2.43, p < 0.05$ )。さらにグループに分けて分析した場合、途中で自己観察の

有無を切り替えたグループAとグループBの自己観察の有無の間には差分の有意差が見られなかった( $t(15) = 1.46, p > 0.1$ )が、2回とも自己観察ありまたはなしのままとしたグループCとグループDを比べた場合、5%水準で有意差が見られた( $t(24) = 2.19, p < 0.05$ )。これらの結果から、自己観察を行った場合、より正確に自分のパフォーマンスを評価できるようになる可能性が示された。本研究の場合とは実験条件が異なるが、社会的な環境の中での自己観察を行った場合にメタ認知能力が向上することが報告されている[15]ことも、この結果を間接的に支持するものと考えられる。

#### 4.3 考察

3章で示した実験1では、視認可能なレベルの身体動作をとともわなない認知的な作業に対しては、自己観察がもたらす有益な効果が見られず、むしろ反応時間に関しては自己観察が負の影響を与える可能性が示唆された。一方、今回の実験2では、視認可能なレベルのわずかな身体動作をとともなう認知的な作業に対して、自己観察がもたらす効果を調査した。その結果、図6と図7に示すように、わずかでも視認可能な身体動作がある認知的な作業に対しては、正答率の向上については確認できなかったが、反応時間が有意に短くなることが分かった。

さらに、図8に示すように、4つのグループそれぞれについて、2回目の実験の反応時間の平均と1回目の実験の反応時間の平均の差分を調査した結果、以下のような非常に興味深い事実が明らかになった。今回の実験でも、実験1の場合と同様、習熟の影響があると考えられるため、1回目の実験よりも2回目の実験の方が反応時間が短くなると予想される。実際、1回目と2回目で同条件の実験を行ったグループCとDでは、いずれも2回目の実験で反応時間が短くなっており、しかもその短縮の度合いは、両グループで同等となった。この結果から、実験2で採用した音声ストループ課題における習熟による時間短縮は、およそ0.04秒程度と考えられる。これに対し、1回目に自己観察なし

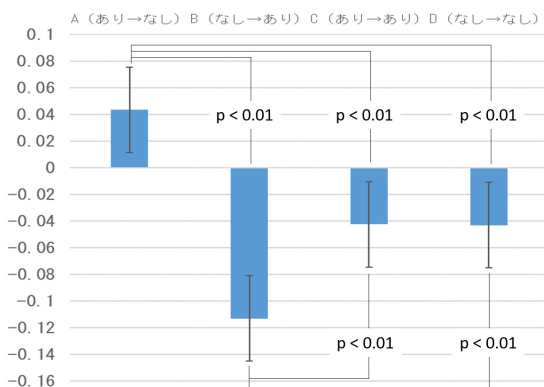


図8 実験2における2回目の実験と1回目の実験での各グループの反応時間の平均値の差分。縦軸は時間差で、単位は秒。エラーバーは標準誤差を示す

Fig. 8 Differences of the average response times between the 2nd experiment and the 1st experiment for each group in experiment 2.

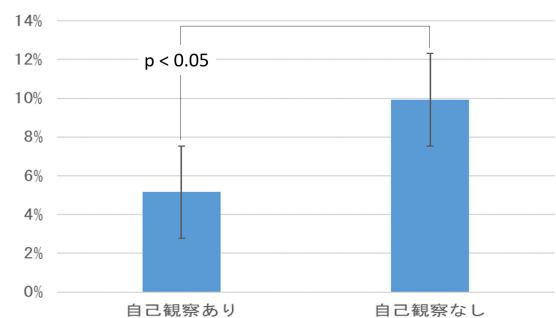


図9 予測した正答率と実際の正答率の差。エラーバーは標準誤差を示す

Fig. 9 Difference of predicted ratio of correct answers and actual ratio of correct answers.

条件, 2 回目に自己観察あり条件で実験したグループ B では, グループ C と D の時間短縮を有意に上回り, 0.11 秒程度の大幅な時間短縮が認められた. グループ C と D の時間短縮との差分である約 0.07 秒が, 自己観察による時間短縮効果分であると見積られる. 一方, グループ B とは逆順の実験を行ったグループ A では, 2 回目の自己観察なし条件で 0.04 秒程度の時間伸長が認められた. 1 回目の実験における自己観察効果による時間短縮が 2 回目にはなくなるため, 2 回目には 0.07 秒反応時間が延びる. ただし, ここでも習熟分の 0.04 秒の時間短縮がやはり生じるので, 2 回目と 1 回目の時間差は+0.03 秒程度と見積られる. これは, 実際に得られた 0.04 秒の時間伸長に近い値となっている. このように, 図 8 に示す各グループの実験結果は, 相互に非常に整合性のあるものとなっており, 本実験の結果の信頼性が十分に高いことを示していると考えられる.

以上の結果から, 視認可能なレベルのわずかな身体動作をとともなう場合は, 反応時間が短縮されることが明らかになったといえる. また, 図 9 の結果から, 自己観察の有無が被験者自身による正答率の推測に影響を与えることが明らかになった. 自分の正答率を推測することは, 音声ストループ課題の単純な実行よりもさらに複雑な認知的作業が要求される. 自己観察の導入により, 推測した正答率が有意に実際の正答率に近くなったことから, 自己観察がこのようにより複雑な認知作業にまで正の影響を与えていることが示唆された.

## 5. 全体考察

3 章と 4 章で示した 2 つの実験の結果から, 以下の結論が得られた:

- 視認できないレベルの身体動作しかともなわない認知的作業の場合, 自己観察による正の影響は認められず, 正答率については, 自己観察による影響は認められず, 反応時間については, 自己観察がむしろ負の影響を与える可能性が示唆された. この結果は, 従来研究における自己観察の影響に関する知見とは一致しない結果である.
- 同じ認知的作業に, 視認できるレベルのごくわずかな身体動作を付加した場合, 結果は大きく変化し, 自己観察によって, 反応時間の有意な短縮が生じる. これは, 従来研究における, 大きな身体動作をとともなう行為に対して自己観察が正の影響を与えるという知見と一致する.
- 以上から, 自己観察によって反応時間の短縮のような正の影響を得るためには, ごくわずかでも視認できるレベルの身体動作をとともなうことが必要であり, 視認可能な身体動作をとともなわない場合の自己観察は, 逆に負の影響を与えることが示された.

なお, 3 章の実験 1 と 4 章の実験 2 とでは, 自己観察

なし条件において画面上に提示している画像が異なっている. 実験 1 で提示した PC の背面のテーブル上面の画像の方が複雑である分, 実験 2 で提示したグレー 1 色の背景画像よりも被験者に対して高い認知負荷を与えるため, 反応時間が伸長している可能性がある. そこで, この認知負荷の影響について検討する.

実験 1 の自己観察なし条件でのタスクを, 実験 2 と同様のグレー 1 色の背景画像を使って行ったと仮定する. この仮定の下で, 自己観察なし条件での 1 回目の実験における被験者の反応時間を  $T_0$  とする. また, 自己観察なし条件の背景画像を今回実施した実験 1 で使用した PC 背面のテーブル画像とすることによって生じる認知負荷に起因する時間伸長分を  $t_e$ , 自己観察によって生じる認知負荷に起因する時間伸長分を  $t_{so}$ , 2 回目の実験において慣れによって短縮する時間の絶対値を  $t_s$  とする. このとき今回実施した実験 1 において, 1 回目の実験で自己観察あり/なしのそれぞれの条件で得られる反応時間をそれぞれ  $T_1^{so}$ ,  $T_1^{nso}$ , および 2 回目の実験で自己観察あり/なしのそれぞれの条件で得られる反応時間をそれぞれ  $T_2^{so}$ ,  $T_2^{nso}$  とすると, これら 4 つの時間は以下ようになる:

$$T_1^{nso} = T_0 + t_e \quad (1)$$

$$T_1^{so} = T_0 + t_{so} \quad (2)$$

$$T_2^{nso} = T_0 + t_e - t_s \quad (3)$$

$$T_2^{so} = T_0 + t_{so} - t_s \quad (4)$$

よって, 図 4 左に示した, 自己観察あり→なしの場合の時間差分は, 式 (3) から式 (2) を減じることによって

$$T_2^{nso} - T_1^{so} = t_e - t_s - t_{so} \quad (5)$$

となり, また図 4 右に示した, 自己観察なし→ありの場合の時間差分は, 式 (4) から式 (1) を減じることによって

$$T_2^{so} - T_1^{nso} = -t_e - t_s + t_{so} \quad (6)$$

となる. 式 (6) から式 (5) を減じることによって, 図 4 に示したグラフの右と左の時間差の差分  $\delta$  を以下のように得ることができる:

$$\delta = 2(t_{so} - t_e) \quad (7)$$

したがって, 自己観察なし条件で背景画像をグレー 1 色にした場合,  $t_e = 0$  となるので, 式 (7) の  $\delta$  の値は大きくなる. すなわち, 図 4 で示した傾向は, より強く表れるようになることと推定される. 以上の考察から, 今回実験 1 の自己観察なし条件における背景画像を, 実験 2 と同様のグレー 1 色にしていたとしても, 今回の実験で得られた傾向が失われることはなく, むしろより明確に現れるものと考えられるので, 背景画像の違いは, 本論文で示した全体的な結果には影響しないといえよう.

4.3 節で、視認可能なレベルの身体動作をとともう場合の、自己観察によって短縮される反応時間は約 0.07 秒であると見積もった。この中には、実験 1 で示された、自己観察による認知負荷にとともう反応時間の伸長分が含まれていると考えられるので、自己観察による純粋な反応時間の短縮分を見積もるには、この伸長分を除去する必要がある。しかしながら実験 2 では、視認できないレベルの身体動作しかともなわない実験は行っていないので、この伸長分は得られない。そこで、実験の設定が大きく異なるため、あくまで参考値としてであるが、実験 1 で得られた時間伸長分をそのまま適用して、自己観察による純粋な反応時間の短縮分を推定することとする。図 4 の結果から、式 (7) の左辺  $\delta$  は約 0.06 秒である。 $t_e$  の値は不明であるが、実験 2 では  $t_e = 0$  を仮定しているので、 $t_{so} = \delta/2 = 0.03$  秒となる。よって、実験 2 における自己観察による純粋な反応時間の短縮分は、 $0.07 + 0.03 = 0.1$  秒程度と見積もることができよう。作業を継続して自己観察に慣れ、認知的負荷が軽減されれば、次第にこの純粋な反応時間の短縮に接近していくことが期待される。以上のような、視認可能なレベルの身体動作をとともう認知的作業において自己観察によって反応時間が短縮するという結果が得られた理由については、ミラーニューロン [16] の作用が影響しているものと推察される。従来、ミラーニューロンは他者の次の行動を予測し、意図の情報を得るための神経基盤となっていると考えられてきた [17]。しかしながら近年、この解釈については多くの実験データとの食い違いが明らかになりつつあり [18]、新たな解釈の 1 つとして、自分の動作を観察し、動作の結果を予測しながら動作を調整するための神経基盤である [19] という考え方が注目されてきている。

この新解釈に基づけば、今回の実験結果は以下のように理解できると考えられる：

- 自己観察を行うことにより、自己観察を行わない場合よりも自分の動作に関して得られる情報量が増える。
- 視認可能な身体動作がない場合、得られる情報は、自己の動作を調整するために有用ではない情報のみとなるため、無駄な認知負荷が増える。この結果、自己観察あり条件で動作に時間を要するようになり、反応時間が長くなる (実験 1)。
- 視認可能な身体動作がある場合、得られる情報は、自己の動作を調整するために有用な情報となる。この結果、自己観察あり条件ではミラーニューロンの作用によって自分の動作をより効率的なものに調整できるようになるため、反応時間が短くなる (実験 2)。
- 自己の動作に関する情報が増えることによって、自分の毎回の動作が正しいか否かに関する認識が強化される。これにより、自己観察ありの場合の正答率の推測精度が高くなる (実験 2)。

なお、以上はあくまで推察の範囲を出ない可能性であり、

実際にミラーニューロンが自己観察の効果に影響を与えているかどうかについては、脳神経活動レベルでの調査が必要である。この点については、今後の課題としたい。

## 6. おわりに

従来研究において、自己観察は容易に視認可能な大きな身体動作をとともう課題に正の影響があることが示されてきた。これに対し、本研究では、身体動作をほとんどともなわない認知的な作業に対し、自己観察がもたらす影響を調査した。2 回の実験の結果から、身体動作がわずかでもある場合には反応時間が短縮することが示された。これは従来の知見と同様であるが、従来のほとんどの研究では大きな身体動作をとともう行為が対象であったのに対し、本研究で扱った行為は、非常にわずかな身体動作しかともなわないものであった。このようなごくわずかな身体動作でも、自己観察によって正の影響が出ることを示された。さらに、視認できないレベルのより微小な動作にした場合、自己観察による正の影響が消失し、逆に反応時間が伸長する負の影響が生じることが示唆された。このような視認できないレベルの動作に関する自己観察の影響については、従来の研究では調査されておらず、かつ従来の知見とは一致しない新規な結果である。視認可能な動作がほんのわずかでもあるかないかの違いが、自己観察の効果に大きな差異をもたらすという結果は非常に興味深いものであると考える。

今回の実験で得られた結果が生じる理由について、ミラーニューロンが影響している可能性を指摘した。しかしながら、これについては推察の域を出ておらず、本当にミラーニューロンの影響であるという確証はない。今後は、この点についての検討を進めたいと考えている。また、第 2 の実験において、視認可能なレベルのわずかな動作をとともう場合における反応時間の短縮が 0.07~0.1 秒程度であるという知見が得られた。この時間はきわめて短時間であるため、我々の日常的活動で用いられる一般的な認知的活動のためのツールの実装において有効になる場面は少ないと予想される。しかしながら、たとえば非常事態への迅速な判断と対応が求められるような緊急性が高い認知的タスクのためのツールにおいては、このようなごくわずかな時間短縮でも有意義なものとなる可能性があるだろう。今後は、今回得られた知見を応用して、特に緊急性が高いタスクを対象とした自己観察を利用する各種のインタフェースデザインの指針策定についても検討を進めていきたい。

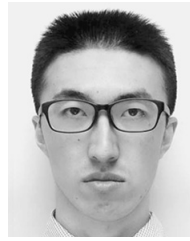
謝辞 本研究を行うにあたり、非常に多くの方々へ実験にご協力いただきました。心から感謝申し上げます。

## 参考文献

- [1] 日本国語大辞典第二版, 小学館 (2003).
- [2] Martin, M.G.F.: Self-observation, *European Journal of*



- Philosophy*, Vol.5, No.2, pp.119–140 (1997).
- [3] Mumford, L.: *Technics and civilization*, University of Chicago Press (2010).
  - [4] 和久井秀樹, 平田 豊: 眼球・瞳孔運動に現れる覚醒状態とその神経機構, *日本神経回路学会誌*, Vol.21, No.1, pp.20–31 (2014).
  - [5] 渡部 真, 宍戸道明: 視覚と聴覚のバイオフィードバックにおける集中力向上効果の比較検討, *科学・技術研究*, Vol.5, No.1, pp.41–46 (2016).
  - [6] 熊本水頼: バイオフィードバックのスポーツトレーニングへの応用, *バイオメカニズム学会誌*, Vol.10, No.3, pp.120–127 (1986).
  - [7] Bandura, A.: *Social learning theory*, Prentice Hall (1976).
  - [8] Erbaugh, S.J.: Role of Visual Feedback in Observational Motor Learning of Primary-Grade Children, *Perceptual and Motor Skills*, Vol.60, No.3, pp.755–762 (1985).
  - [9] Fotopoulou, A., Rudd, A., Holmes, P. and Kopelman, M.: Self-observation reinstates motor awareness in anosognosia for hemiplegia, *Neuropsychologia*, Vol.47, No.5, pp.1256–1260 (2009).
  - [10] 笠原伸幸, 冷水 誠, 浅井哲也, 富田純也, 黒川 愛, 小辻雄介: ビデオを用いた運動観察がバランス学習に及ぼす影響, *理学療法学 Supplement*, Vol.38 Suppl. No.2 (第46回日本理学療法学会大会抄録集), PI2-088 (2011).
  - [11] 冷水 誠, 津田宏次朗, 涌本 瞳, 前岡 浩, 松尾 篤, 森岡 周: 立位バランス学習における自己運動観察によるフィードバック効果の検証, *理学療法学 Supplement*, Vol.40 Suppl. No.2 (第48回日本理学療法学会大会抄録集), A-O-01 (2013).
  - [12] Krcmar, M. and Farrar, K.: Retaliatory aggression and the effects of point of view and blood in violent video games, *Mass Communication and Society*, Vol.12, No.1, pp.115–138 (2009).
  - [13] Schnall, S., Haidt, J., Clore, G.L. and Jordan, A.H.: Disgust as embodied moral judgment, *Personality and Social Psychology Bulletin*, Vol.34, No.8, pp.1096–1109 (2008).
  - [14] Kanwisher, N., McDermott, J. and Chun, M.M.: The Fusiform face Area: A Module in Human Extrastriate Cortex Specialized for Face Perception, *J. Neuroscience*, Vol.17, No.11, pp.4302–4311 (1997).
  - [15] Albright, L. and Malloy, T.E.: Self-Observation of Social Behavior and Metaperception, *J. Personality and Social Psychology*, Vol.77, No.4, pp.726–734 (1999).
  - [16] Gallese, V. and Goldman, A.: Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading, *Trends in Cognitive Sciences*, Vol.2, No.12, pp.493–501 (1998).
  - [17] Fogassi, L., Ferrari, P.F., Gesierich, B., Rozzi, S., Chersi, F. and Rizzolatti, G.: Parietal lobe: From action organization to intention understanding, *Science*, Vol.308, No.5722, pp.662–667 (2005).
  - [18] Hickok, G.: Eight problems for the mirror neuron theory of action understanding in monkeys and humans, *Journal of Cognitive Neuroscience*, Vol.21, No.7, pp.1229–1243 (2009).
  - [19] Oztop, E. and Arbib, M.A.: Schema design and implementation of the grasp-related mirror neuron system, *Biological Cybernetics*, Vol.87, No.2, pp.116–140 (2002).



王 晨

2019年3月北陸先端科学技術大学院大学博士前期課程修了。現在、富士テクノロジー(株)勤務。認知科学、人間の行為と情動の関心に興味を持つ。



高島 健太郎 (正会員)

2010年東京工業大学大学院社会理工学研究科博士前期課程修了。同年日本アイ・ビー・エム株式会社入社。2016年東京工業大学大学院社会理工学研究科博士後期課程修了。同年東京農工大学大学院工学研究院特任助教。2017年より北陸先端科学技術大学院大学助教。日本経営工学会、経営情報学会各会員。博士(工学)。



西本 一志 (正会員)

1987年京都大学大学院工学研究科機械工学専攻博士前期課程修了。同年松下電器産業(株)入社。1992年(株)ATR通信システム研究所研究員。1995年(株)ATR知能映像通信研究所客員研究員。1999年北陸先端科学技術大学院大学助教授、2007年より教授。2000～2003年科学技術振興事業団さきがけ研究21「情報と知」領域研究員兼任。1999年度情報処理学会坂井記念特別賞、1999年度人工知能学会論文賞、ACM Multimedia 2004 Best Paper Award、2010年度情報処理学会学会活動貢献賞、第14回ヒューマンインタフェース学会論文賞ほか受賞。IEEE computer society, ACM, ヒューマンインタフェース学会、人工知能学会各会員。博士(工学)。創造活動支援技術、妨害による知的活動支援、不用知の活用技術の研究に従事。本会フェロー。