

Title	自己観察と認知的作業のパフォーマンスの関連性
Author(s)	王, 晨; 高島, 健太郎; 西本, 一志
Citation	情報処理学会研究報告. HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション, 2019-HCI-182(11): 1-7
Issue Date	2019-03-11
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/16275">http://hdl.handle.net/10119/16275</a>
Rights	<p>社団法人 情報処理学会, 王晨, 高島健太郎, 西本一志, 情報処理学会研究報告. HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション, 2019-HCI-182(11), 2019, 1-7. 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	

## 自己観察と認知的作業のパフォーマンスの関連性

王 晨<sup>†1</sup> 高島健太郎<sup>†1</sup> 西本一志<sup>†1</sup>

**概要:** 身体的動作を伴う作業のパフォーマンスの向上において、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といわれている。しかし、認知的な作業に対してこれが有効であるかどうかは、これまで十分に検証されていない。そこで、本研究では、自己観察を行いながら被験者に2つのストロープ課題を行ってもらい実験を行い、自己観察が認知的作業のパフォーマンスにどのような影響を与えるかを検証した。その結果、正答率の改善については確認できなかったが、反応速度と行動パターンの点で正の影響を与えることが示された。さらに高度の認知課題に対して自己観察の効果が発揮できる可能性が示唆された。

**キーワード:** 自己観察, 認知的作業, 音声ストロープ課題, 自覚水準

## Relationships between Self-Observation and Cognitive Tasks

WANG CHEN<sup>†1</sup> KENTARO TAKASHIMA<sup>†1</sup> KAZUSHI NISHIMOTO<sup>†1</sup>

**Abstract:** There have been many previous studies that had found that self-observation is helpful for some motor performances. However, it is still unrevealed whether self-observation can have the same effects in cognitive tasks. This paper explores relationships between the self-observation and the performance of cognitive tasks through two different acoustical stroop test. As a result, it was found that the testers in a self-observation group made much better performances on response speed than the testers in a control group. This result implies that the self-observation might be able to improve more complex cognitive tasks rather than the simple stroop test.

**Keywords:** Self-Observation, Cognitive task, Acoustical stroop test, Self-Awareness

### 1. はじめに

日常生活の中で、我々は様々な手段で自分の姿や状態を確認することができる。大辞泉[1]によれば「自己観察」とは、「内観」と同様に、自分の意識やその状態をみずから観察することであるが、本研究では、精神的な状態だけでなく、物理的な状態や環境との関係性も含めて、広い範囲で自分自身を観察する行為を「自己観察」(Self-Observation, SO)と呼ぶ。

人間の歴史を振り返れば、「自己観察」という行為は大きな役割を果たした。アメリカの歴史学者ルイス・マンフォードによる手鏡についての記述[2]は、その一例である：

*The use of the mirror signalled 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*

マンフォード氏から見ると、鏡の普及による自己観察の一般化は内的な思考を促進し、それをきっかけに現代の科学技術の発展が始まった。

ヒトはよく自分の身体を観察している。そして観察の結果はヒトの行動に影響を与える。先行研究では、センサーなどの計測技術やビデオを使って、自分では気付かない生体情報や外観を作業者にフィードバックする試みが行われてきた。これらの研究は、生体情報を数値化するかどうか、またフィードバックのタイミングがリアルタイムかどうかによって、いくつかのタイプに分けることができる。

数値化した生体情報をリアルタイムでフィードバックする手法は、主に作業者の覚醒度や注意力を向上する方法として研究されている。たとえば、渡部真と宍戸[3]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。一方、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は、競技における筋活動電位のフィードバック[4]など、スポーツの練習支援手法として使われている。数値化されていない情報、例えばビデオで作業者の外観をリアルタイムでフィードバックする手法としては、リハビリの練習効率に関する研究がある[5]。

視覚情報のフィードバックは、作業者の心理的な状態を変え、行為の内容に影響を与える可能性がある。ゲーム中の視点変化の影響を調査した研究では、第一人称の視点から第三人称の視点に切り替えると、ゲーマーの行動が暴力的になることが指摘されている[5]。これは、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が理由だと考えられる。

<sup>†1</sup> 北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科  
Graduate School of Advanced Science and Technology, Japan Advanced  
Institute of Science and Technology

これらの先行研究では、目視で確認できる身体的動作を伴うスキルの習得に対して、自己観察が有効であることを示してきた。しかし、目視で確認できない作業に対して影響が及ぼすかどうかは、まだ十分に検証されてない。このような作業であっても、新しい神経回路の結合により習熟は生じる[6]ので、自己観察の導入によるパフォーマンスの向上が可能かを検証すべきであると考えられる。

そこで本研究では、身体的動作をほとんど伴わない認知的な作業に対して、自己観察がもたらすパフォーマンスへ効果と認知的影響を明らかにすることを目的とする。

## 2. 実験1：身体的動作を伴わない音声ストロープ課題

本研究では、被験者が認知的タスクの作業を実施している最中に、ビデオカメラから撮った被験者の映像をリアルタイムで被験者に提示することにより、自己観察を行わせる。ビデオカメラの映像は、被験者を水平なアナログ時計の中心に置き、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）と五時方向から撮った背後視点（Back）の3種類を用意する（図1）。Backを六時方向にしなかったのは、有線カメラを使用したため、USBケーブルが被験者の障害にならないようにするためである。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。

### 2.1 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、実験中で用いる英語単語を理解する能力は有している。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名ずつ分けられ、それぞれ実験を行う。各グループの被験者に自己観察のための自分の映像を提示する場合、しない場合の2条件で音声ストロープ課題を行ってもらった。

ストロープ課題とは、文字意味と文字色のように同時に目にするふたつの情報が干渉しあう現象を利用し、被験者の認知能力を測定する認知的課題である。本研究では、視覚ストロープ課題を参考にして、自己観察用の映像による直接的な干渉を受けないよう、音声を用いて音声ストロ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」をランダムで流した。被験者は聞こえたチャンネルに関わらず、「Left」を聞いたら右手でキーボードの「J」を押し、「Right」を聞いたら左手で「F」を押しよう要求された。

音声ストロープ課題の1回の所要時間は25分で、60秒



図1 実験1におけるビデオカメラの配置

Figure 1. Positions of a video camera in experiment 1

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	1.015	55.065%	0.936	53.498%
B1	0.768	55.259%	0.836	55.985%
F0	0.942	55.337%	0.747	56.803%
F1	0.758	56.647%	0.827	56.354%
S0	0.861	55.768%	0.782	56.300%
S1	0.872	52.407%	0.902	51.836%

のタスク時間と15秒の休憩時間の繰り返しで構成される。タスク時間では、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。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。

### 2.2 実験結果と考察

音声ストロープ課題の評価は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)）と正答率の平均値を表1に示す。

#### 2.2.1 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を図2と図3に示す。2つの条件の正答率と反応時間スコアの平均値の差についてt検定（対応あり）を行った結果、正答率は $p=0.940$ 、反応時間は $p=0.244$ と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に分けて、それぞれについてt検定を行った場合も、有意差はみられなかった。ゆえに、身体的動作を伴わ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

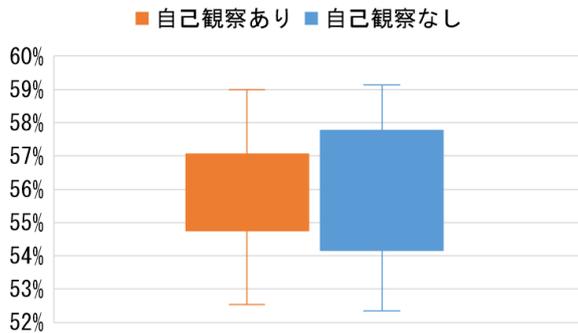


図2 自己観察の有無による正答率の分布

Figure 2. Distribution of correct answer rate with/without self-observation

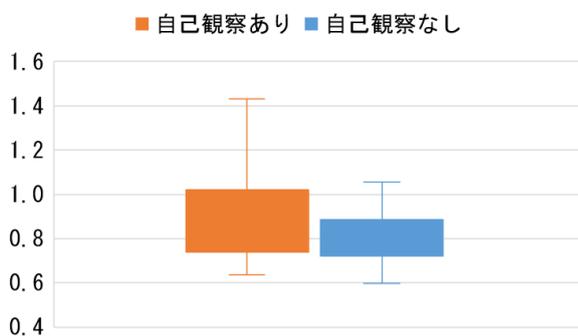


図3 自己観察の有無による反応時間の分布

Figure 2. Distribution of response time with/without self-observation

た。これは、身体的動作を伴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。

### 2.2.2 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4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。検定の結果、自己観察の有無に関わらず正答時には誤答時と比べて有意に反応時間が短くなった。しかしながら、さらに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判明した。この結果は、タスクの習熟によるパフォーマンスへの影響が自己観察の影響を超え、第2回の実験時には自己観察の影響が表れにくくなる可能性を示唆している。

### 2.2.3 実験の順番による影響

最後に、実験の順番も配慮に入れ、自己観察の影響を検証する。図5に、自己観察あり条件を先に実施して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回の実験における反応時間と正答率から第1回の実験における反応時間と正答率を減じた、それぞれにつ

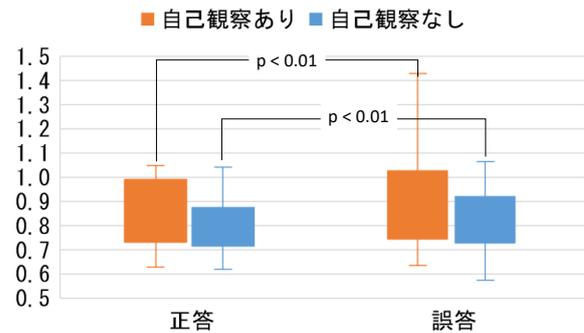


図4 正答と誤答の反応時間

Figure 4. 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

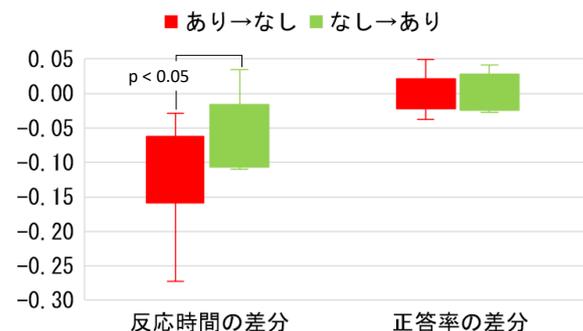


図5 2回のテストのパフォーマンスの差分

Figure 5. Difference of performance for two tests

いての差分を示す。

正答率については、いずれの実施順についても、1回目と2回目の実験で大きな平均値の差はみられなかった。一方、反応時間については、自己観察あり先行の場合(図中、赤のグラフ)、自己観察なし先行の場合(図中、緑のグラフ)共に、2回目のタスクの方が反応時間の平均値が小さくなった。また、自己観察あり先行のグループの反応時間の平均値の差分は、自己観察なし先行のグループと比べ約2倍であり、5%水準で有意差が認められた。

これらの結果は、いずれの条件でも習熟により2回目に反応速度が向上するが、自己観察あり先行条件では1回目、自己観察なし先行条件では2回目の課題の自己観察が、何かしらの要因でタスクの反応速度を低下させている可能性

を示唆している。事後インタビューで自己観察をした時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。このことから、自己観察が緊張感を与え、反応を遅くさせたことが予想される。

### 2.3 実験1の検討

先行研究において自己観察は身体的動作を伴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、身体的動作を伴わ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。本実験の結果からは、身体的動作を伴わない認知的な課題に対して、正答率と反応時間の向上については確認ができず、むしろ反応時間を遅らせることが示唆された。これについて、インタビュー結果から、自己観察の導入による緊張感が影響している可能性が明らかになった。さらに実験中に撮った映像を確認したところ、被験者らは長時間モニターを注目することが困難であったことが判明した。

## 3. 実験2：わずかな身体的動作を伴う音声ストループ課題

実験1の結果から、自己観察の導入による被験者への精神的な負荷が実験結果を左右する大きな要因と考えられる。そこで身体性の変化により情動に影響を与える研究[7]を参考して、自己観察は身体的動作を伴う課題に正の影響があることを利用して、身体的動作を導入することによって、自己観察の影響を増幅できるかどうかを検証する。

### 3.1 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。

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が、被験者が回答を入力するインターフェースを変更した。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」をランダムで流した。実験1では、回答の入力にはキーボード（JとFのキー）を使用した。実験2では、回答入力の際の動作を見て取れるレベルにするために、タッチパネル機能を有するモニター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6中のうす赤色の2つの円）。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。被験者は聞こえたチャンネルに関わらず、「Left」を聞いたなら右手で右半分に表示された円をタッチし、「Right」を聞いたな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、自己観察あり条件の場合は、被験者を背後から撮影した映像をモニター画面の背景にリアルタイムに表示した（図6）。被

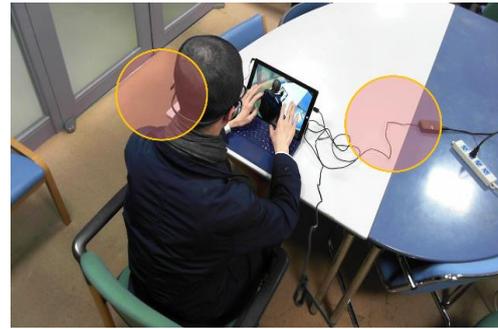


図6 実験2のシステム画面（自己観察あり）

表3 実験2の流れとグループ分け

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	自分の正答率を予測	なし	自分の正答率を予測
B	なし		あり	
C	あり		あり	
D	なし		なし	

験者が自分の動作を確認できるようにするため、今回の実験は被験者の四時方向から撮った背後視点だけを使うことにした。これにより、被験者は自己観察をしながら円のタッチ操作を行うことになる。一方、自己観察無しの場合は、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（ほとんどはテーブルの上面の画像）を表示した。

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秒の休憩時間の繰り返しで構成される。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、1.6秒後に次の音声流れるよう設定した。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、4つのグループに分ける（表3）。また、1回の音声ストループ課題が終わった後に、被験者から自分の正答率を推測して回答してもらった。

### 3.2 実験結果と考察

音声ストループ課題の評価は60秒ごとに、正答率、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、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は正答とみなす。一方、間違い側の円の内側にタッチした場合は誤答と処理する。なお、回答が円の外側にタッチ

表 4 実験 2 の各グループの実験結果の平均値

グループ	第 1 回テスト				
	t (正答)	t (誤答)	t (全回答)	正答率	自己予測
A	0.932	0.866	0.930	94.899%	76.125%
B	1.061	1.091	1.062	94.721%	83.375%
C	0.962	0.921	0.960	94.842%	79.375%
D	1.020	1.009	1.020	95.527%	76.250%
グループ	第 2 回テスト				
	t (正答)	t (誤答)	t (全回答)	正答率	自己予測
A	0.973	0.984	0.974	97.015%	85.000%
B	0.950	0.905	0.949	96.084%	85.500%
C	0.919	0.921	0.918	95.675%	84.000%
D	0.976	1.024	0.977	96.997%	80.375%

した場合は、円内にタッチした場合と比べて反応時間が非常に短かったため、意識的な反応ではないと考えられる。したがって、円外にタッチした場合については、今回の考察の範囲から排除することとした。

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)、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、単位は「秒」である。各行の背景の色について、オレンジ色は「自己観察あり」を示し、青色は「自己観察なし」を示す。

### 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。自己観察の映像あり条件となし条件での課題の正答率と反応時間を図 7 と図 8 に示す。両図中には、実験 1 の結果も併せて示す。図 7 からわかるように、実験 2 の正答率は実験 1 の時より大きく上昇した。実験 2 での自己観察あり・なしの 2 つの条件のスコアの平均値の差について t 検定を行った結果、正答率については有意差は見られなかった (図 7) が、反応時間については 1%水準で有意差が見られた (図 8)。

### 3.2.2 誤答した時の音声内容

次に、誤答の時の提示音声について調査する。実験中に提示した音声内は、「Left」と「Right」の 2 つであり、いずれの条件の場合も提示される確率は半々であるので、単純には誤答の割合も同程度になることが予想される。しかしながら、誤答時の提示音声を調査したところ、「Left」を提示したときの方が「Right」を提示したときよりも、自己観察なしの場合には 5%水準で、観察ありの場合には 1%水準で、いずれも有意に誤答しやすいことが判明した (図 9)。さらに、自己観察あり条件の場合、「Left」を提示したときの誤答確率が自己観察なし条件の場合よりも 5%水準で有意に高くなることも判明した。

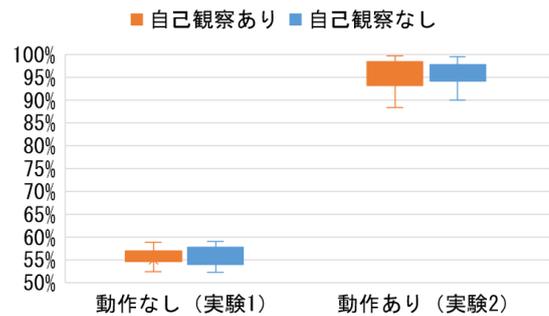


図 7 自己観察の有無による正答率の分布  
Figure 7. Distribution of correct answer rate with/without self-observation

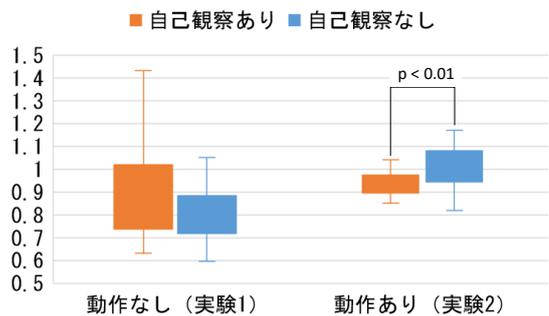


図 8 自己観察の有無による反応時間の分布  
Figure 7. Distribution of correct answer rate with/without self-observation

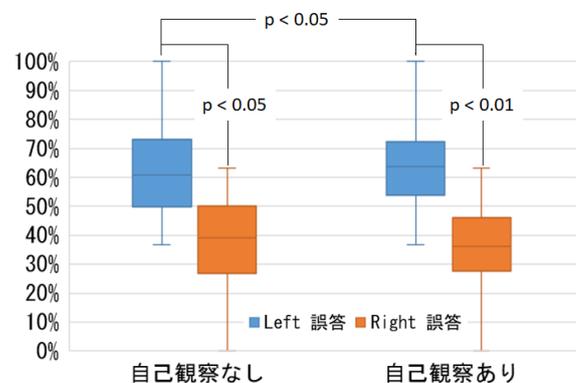


図 9 提示音声の内容と誤答の関係  
Figure 9. Relationships between contents of presented speech and incorrect answers

### 3.2.3 実験の順番を考慮した自己観察の影響

次に、実験の順番も考慮に入れて、自己観察の影響を調査する。回答の反応時間と正答率のそれぞれについて、第 2 回目の実験の結果から第 1 回目の実験の結果を減じた差分の平均値を求めた。図 10 にはグループ A (第 1 回: 自己観察あり, 第 2 回: 自己観察なし) とグループ C (両方とも自己観察あり) の結果を、また図 11 にはグループ B (第 1 回: 自己観察なし, 第 2 回: 自己観察あり) とグループ

D (両方とも自己観察なし) の結果を、それぞれ示す。

図 10 から、正答率についてはグループ A の差分とグループ C の差分に有意差は見られなかった。一方、反応時間の差分については、両グループ間に有意差が認められた。反応時間の差分の平均値を比べると、グループ A では自己観察をしない第 2 回のテストにおける反応時間が長くなったのに対し、自己観察を続けたグループ C では第 2 回目に反応時間が短くなった。

図 11 から、正答率については、やはりグループ B の差分とグループ D の差分に有意差は見られなかった。一方、反応時間の差分については、両グループ間に有意差が認められた。反応時間の差分の平均値を比べると、グループ B では自己観察をする第 2 回のテストにおける反応時間が大きく短くなったのに対し、第 1 回も第 2 回も自己観察をしなかったグループ D では、第 2 回に反応時間の短縮は見られたものの、グループ B の短縮度合いに比べて、有意に短縮は少なかった。

以上の結果から、わずかな身体的動作を伴う認知的な作業においては、自己観察の有無は正答率にはほとんど影響を及ぼさないが、自己観察の導入によって反応時間が短縮し、その効果は習熟による反応時間の短縮効果よりも強いことが判明した。

### 3.2.4 予測した正答率と実際の正答率の差分

最後に、各回のテストの終わりに被験者が予測した正答率と実際のパフォーマンスの差分について検討する。自己観察ありのテスト後の予測値と実際のパフォーマンスの差分は、自己観察なしの条件と比べて有意に小さかった (図 11)。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は見られなかったが、2 回とも自己観察有りまたは無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。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ことが示された。これは、自己観察の導入により被験者の自覚水準が上がったことによるものと考えられる。

### 3.3 実験 2 の検討

前回の実験 1 では、身体的動作を伴わない認知的な作業に対して自己観察がもたらすパフォーマンスへの有益な効果が見られなかった。今回の実験 2 では、わずかな身体的動作を伴う認知的な作業に対して、自己観察がもたらすパフォーマンスへの効果を調査した。本実験の結果からは、わずかでも視認可能な身体的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ができなかったが、反応時間が有意に短くなることがわかった。さらに興味深い結果として、自己観察の有無が被験者自身による正答率の予測に影響を与えることが明らかになった。音声ストループ課題に比べて、自分の正答率を予測するのはさらに自

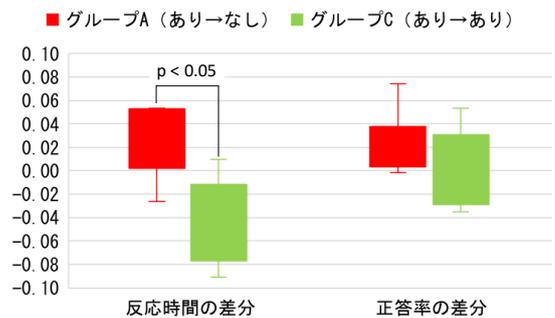


図 10 実験の順番を考慮したグループ A と C の比較

Figure 10. Comparison of results of groups A and C with considering the sequence of the experiments

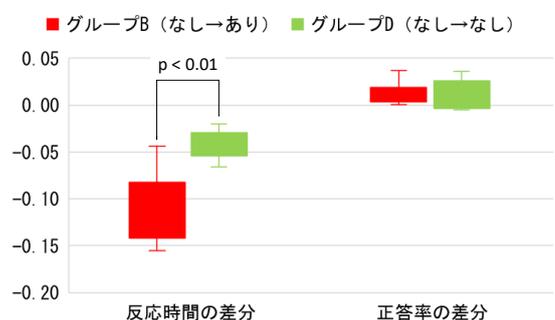


図 11 実験の順番を考慮したグループ B と D の比較

Figure 11. Comparison of results of groups B and D with considering the sequence of the experiments

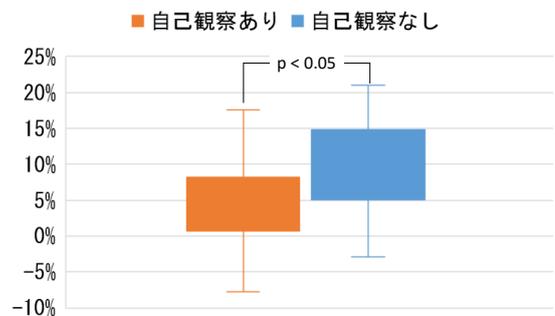


図 11 自己観察の有無による予測の精度

Figure 11. Accuracy of prediction with/without self-observation

覚意識を要求される。自己観察の導入により、予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、単純な音声ストループ課題よりも、さらに複雑な認知的な作業の方が、自己観察の影響を強く受けることが示唆された。

## 4. おわりに

先行研究において、自己観察は身体的動作を伴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、身体的動作をほとんど伴わ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。2回の実験の結果から、身体的動作がわずかでもある方が正答率が向上する可能性があることが示唆された。ただし、自己観察の導入による認知的な課題の正答率の向上については確認ができなかった。一方、反応時間は自己観察の有無による影響を受けやすく、特にわずかでも身体動作を伴う場合に、自己観察によって反応時間が短縮されることが示された。さらに、被験者の自己予測のデータを分析した結果から、自己観察による自覚水準が向上する可能性が示唆された。今後は、今回の研究で得た知見を踏まえ、自己観察を応用した各種のインタフェースに関するデザイン指針を検討していきたい。

**謝辞** 本研究を行うにあたり、非常に多くの方々の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] デジタル大辞泉, 小学館, 2018年12月版. [link]
- [2] Mumford, L., 2010. *Technics and civilization*. University of Chicago Press.
- [3] 渡部真, 宍戸道明, 2016. 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*, 5(1), pp.41-46.
- [4] 熊本水頼, 1986. 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*, 10(3), pp.120-127.
- [5] Fotopoulou, A., Rudd, A., Holmes, P. and Kopelman, M., 2009. Self-observation reinstates motor awareness in anosognosia for hemiplegia. *Neuropsychologia*, 47(5), pp.1256-1260.
- [6] Krmar, M. and Farrar, K., 2009. Retaliatory aggression and the effects of point of view and blood in violent video games. *Mass communication and society*, 12(1), pp.115-138.
- [7] Strack, F., Martin, L.L. and Stepper, S., 1988. Inhibiting and facilitating conditions of the human smile: a nonobtrusive test of the facial feedback hypothesis. *Journal of personality and social psychology*, 54(5), p.768.