

手遊び動作が連続的判別課題のパフォーマンスに与える影響

荒木 香名^{1,a)} 橋山 智訓¹ 田野 俊一¹

概要:十分に習熟した認知課題において、無意識下のミスの発生が確認されている。このようなミスは、作業に対する注意レベルが下がりマインドワンダリングに注意が向くことで増加すると言われている。本研究ではこのような無意識下のミスへの対策として、手遊びを二重課題として付与した。手遊びは主課題への注意捕捉効果が確認されている。単純な連続的判別課題である Go/no-Go 課題の遂行中に手遊びを実施し、実施しない場合との成績の比較を行った。その結果、手遊びを副課題として付与した場合に省略エラーの発生率の減少傾向がみられた。また、手遊びによって複数の被験者の退屈さが軽減された。したがって、十分に習熟した認知課題において手遊びは無意識下のミスに対して一定の効果があると示された。

The Effect of Fidgeting during Go/Nogo Tasks.

1. はじめに

認知作業遂行にはワーキングメモリ容量と作業の認知的負荷が大きく関わる。ワーキングメモリ容量には上限があり、容量を超過する負荷を持つ作業に対してはパフォーマンス低下や作業遂行不可能などの影響が生じる。そのため、人間はワーキングメモリ容量を効率的に利用する仕組みをもっており、作業に対する習慣化や習熟によって作業の認知的負荷を下げることで他の作業にワーキングメモリ容量を割り当てることができる。しかし、慣れはしばしばミスを発生させる。見落としをはじめとするこのような、やるべきことをやり忘れてしまったミスは省略エラーと呼ばれ、やるべきことと異なることを行うミスであるコミッションエラーと共にうっかりミスという名前でも知られている。うっかりミスは日常生活でよく見られ、現在も単調で平易な作業におけるミスは頻発している。吉村らの調査によると、調査票の数値入力という単純課題において、ミスの発生率は7%であり、そのうち極単純な入力ミスは0.5%存在したという報告がある [1]。このようなミスは、慣れのために作業対象に意識が向いていない場合に散見される。したがって、注意が向いていないためミスが発生した際に迅速な発見が困難であることが問題視されている。こ

のとき代わりに注意が向く現象がマインドワンダリングである。マインドワンダリングは、情報処理の負担が減った作業を行う際に、余っている作業領域を再分配させようとして作業以外に思考が向いてしまうために発生し増大する。欠点としてしばしば不注意の状況を生み、通常では起こらないようなミスを誘発させることが挙げられる。

一方で、近年このような人為的なミスへの危機意識は高まりつつある。従来採用されている対策の中で、認知的負荷の低い作業に対して別の作業を同時に行い、二重課題にすることで作業への注意を喚起する手法が存在する。二重課題にすることで認知的負荷が増し、余っている作業領域を減らすことができるために、ワーキングメモリ中のマインドワンダリングが増えることを防止する。この手法は指差喚呼だけでなく普段私たちが気を紛らわせるために行ってしまうペン回しなどの手遊びにも当てはまる。また、実際に指差喚呼の二重課題を導入することで、注意補足に加え視線誘導や作業時の覚醒・集中の維持によりミス減少の効果が確認されている。川田らによる実験では、医療現場における確認作業のモデル実験において指差喚呼は前頭葉の活性化を促し、文字列の取違いミスが減少した [3]。

本研究では無意識下のミスへの対策として、手遊びを二重課題の副課題として付与することを提案する。二重課題は二つの課題を同時に行うことによって意図的に作業の認知的負荷を増やすことができる。この効果から二重課題は十分に習熟した課題に対して、マインドワンダリングへ向く注意を課題に戻すために利用されており、認知機能の測

¹ 電気通信大学大学院
the University of Electro-Communications, Chofu, Tokyo,
Japan

a) k.Araki@media.is.uec.ac.jp

定手法のために用いられるだけでなく指差喚呼や手遊び動作をはじめとする注意喚起の手段として採用されている。手遊びによる注意喚起に加えて、意図的に認知的負荷を増やすことによってマインドワンダリングが発生しやすい状況を避ける。その結果パフォーマンスの低下を防ぎミスを防止する。

本研究では特にデスクワークにおいて集中力増加の効果が認められている手遊び動作に着目した。従来ミスが多発しやすいとされる十分に習熟した判断課題に対して、手遊びを二重課題の副課題として設定することによって認知的負荷を増やしミスの発生を減らすことを目的とする。副課題としての手遊びは主課題への注意喚起効果が確認されている。単純な連続的判別課題である Go/Nogo 課題の遂行中に玩具による手遊びを実施し、実施しない条件との課題成績の比較を行った。

2. 関連研究

2.1 マインドワンダリング

マインドワンダリングは課題無関連思考、または刺激独立思考とも呼ばれる。課題遂行中に注意が課題から逸れ、内的思考に流れてしまう現象のことである。マインドワンダリングの発生は創造的思考を誘発する一方、課題遂行において様々な悪影響を及ぼすと言われている。悪影響の一つとしてミスの頻発がある。マインドワンダリングは作業対象から注意が離れることによって発生するため、些細なミスを見のがす危険性がある。実際、マインドワンダリング発生時には注意力が必要な課題においても課題得点がかかる傾向が知られている [4]。ミスの無い課題達成のためにはマインドワンダリングを発生させないことが必要となる。マインドワンダリングは簡単な課題や習熟した課題をはじめとする、認知的負荷が低い課題の遂行時に頻発することが明らかになっている [5],[6]。

これらを踏まえて、単純課題におけるマインドワンダリングの発生を防止するための研究が行われている。従来行われている防止策の一つは、自身の状況を自認させる方法である。自身がマインドワンダリングを発生させていることを作業中に自認させることで課題に意識を再び向けさせる。大塚らは、マインドワンダリングに気づくことで発生頻度の減少を見込めると仮定し、課題中に視覚プロンプトにて外的刺激を与えることでマインドワンダリングの自認率を向上させた [7]。しかし調査方法が自己申告制であるために、無意識下で起きたマインドワンダリングへの対処が考慮されていない。

本研究では、マインドワンダリングの発生を防止するために、作業者の認知的負荷を増加させる手法を検討する。認知的負荷の低減は作業理解を容易にすると言われているが、マインドワンダリングは認知的負荷が著しく低い状態で発生する。認知的負荷が低い状態が続くと、作業から注

意が逸れる過度なマインドワンダリングが発生する。そのため、主課題においてミスが発生する。そこで、提案手法では単純課題のような認知的負荷が低い課題の遂行時に、並行して副課題を行うことで被験者における全体の認知的負荷を増加させる。これによってマインドワンダリングが発生するような認知的負荷が低い状態を防止する。

2.2 副課題としての手遊び作業

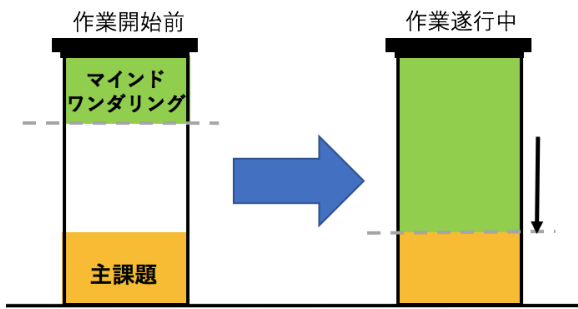
二重課題の運動課題として主に使用される課題がステップ運動・タンデム立位保持である。運動課題を副課題とする時、これらは主に認知課題の正答率低下、反応遅延などのパフォーマンス低下を誘発する。反対に、主課題へのパフォーマンス向上の好影響があるとされている副課題が手遊び動作である。手遊び動作とは、並行して行う認知作業に関係のない動作を手で行うことであり、ペン回しやゴムボール、ハンドスピナーをはじめとする片手で使用することのできる玩具を媒介して行われることが多い。従来では手遊び用の玩具は集中力コントロールや手指運動のリハビリテーションに利用されていた。近年、ハンドスピナーの流行とともに手遊び玩具はデスクワーク中の集中力増加やストレス解消の効果が期待されるとして広く注目されている [8]。

手遊びの効果は集中力増加をはじめとする、主観的評価に止まらない。主課題と関係のない手遊びをすることによって、主課題の成績が向上したという研究報告も存在する。Andrade は音声記憶課題において、副課題を主課題と無関連な落書きと、作業に関連するメモ記録の2種類に設定した。課題終了後の内容の記憶量を比較した結果、作業と無関連な落書きを副課題とした場合が最も記憶量が多かった [9]。

以上から、主課題と無関連な手遊び作業を副課題として付与することは、主課題へ何らかの好影響を及ぼす可能性があると考えられる。特に玩具を用いた手遊び作業では、主課題に対する集中力の増加をはじめとする注意の喚起、またそれに伴い集中を必要とする課題の成績向上が期待される。

3. 提案手法

習慣化や習熟することによって認知的負荷が著しく低下した課題において、省略エラーなどのミスは作業中にマインドワンダリングへ注意が向いてしまうことによって発生する。この時ミスが起こる状況を図1のようにモデル化した。長方形の容器は作業者のワーキングメモリ総量を表している。主課題の認知的負荷をオレンジ色で示し、マインドワンダリングを緑色で示す。容器内の色の占める比率の大きい方に注意の焦点が向いているとする。マインドワンダリングに注意が向くために、主課題への注意が散漫になりミスが発生しやすい状況となる。



作業遂行中にマインドワンダリングが増加し、占有率はマインドワンダリングの方が大きくなる = 注意はマインドワンダリングに向く

図 1 マインドワンダリングによってミスが起きる状況のイメージ図

Fig. 1 An image of how Mind wandering make unconsciousness mistakes.

図 1 は左が主課題開始前、右が主課題遂行中のワーキングメモリである。習熟している課題であるために主課題の認知的負荷が小さく、ワーキングメモリは余った容量を別の思考に活用させる習性があるために、他の並行作業がないことからマインドワンダリングに余った容量を割く。作業を続けるにつれてマインドワンダリングへ注意が集中し、その結果、簡単な作業である主課題の処理が十分になされないほどマインドワンダリングの占有率が増加してしまい、いつミスが発生してもおかしくない状況となる。

本研究ではこの状態を防止するために、主課題に副課題を追加することを提案する。

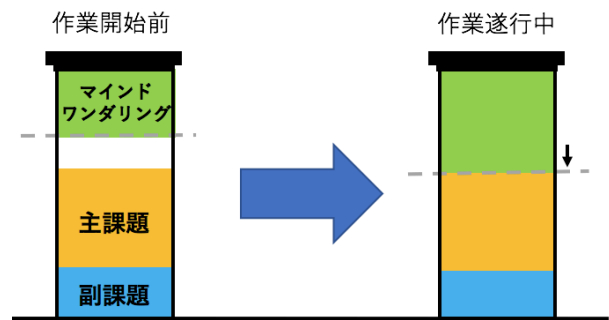
手遊びを副課題として追加した状況のイメージ図を図 2 に示す。認知的負荷の低い主課題を二重課題にすることで、課題全体の認知的負荷を増加させる。これによって仮に作業遂行中にマインドワンダリングが増加しても、課題全体の認知的負荷の比率の方が大きいために課題へ注意が向き続け、ミスの発生を抑えることができる。また、手遊び動作は従来から注意喚起効果が見られる副課題である [8],[9]。二重課題の副課題として手遊び動作を用いることによって、より効果的に主課題のミスが減少すると考える。また、手遊び動作は導入にあたっては習熟すべきスキルが少ない課題であるため、副課題としての導入のしやすさが利点として挙げられる。

副課題として手遊びを付与することで主課題の省略エラーの発生が減ることが見込める。したがって本研究の目的は、習熟の必要のない平易な判断課題において、並行作業としての手遊びの有無が成績にどのような影響を及ぼすかを実験的に検証することである。

4. 実験

20 代の情報系大学生・大学院生 7 名に対して実験を行った。

本研究では主課題として、スキル習熟の不要な連続的



作業遂行中にマインドワンダリングが増加しても占有率は主課題 + 副課題の方が大きい = 注意は主課題 + 副課題に向く

図 2 手遊びによってマインドワンダリングに注意が向く状態を防ぐ

Fig. 2 An image of how sub tasks prevent unconsciousness mistakes.

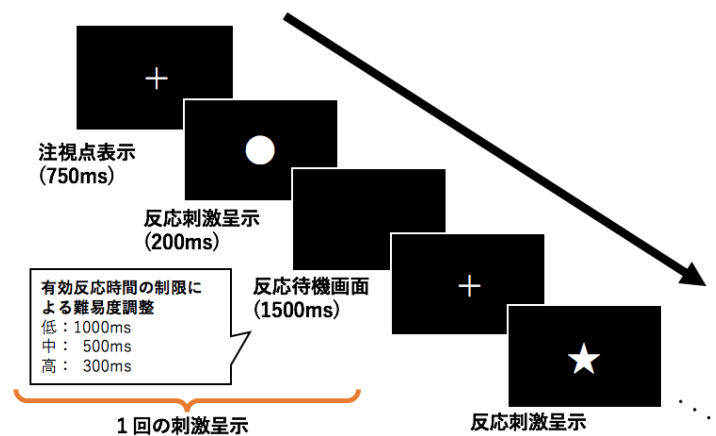


図 3 刺激提示の全体の流れ

Fig. 3 Sample of stimulus in Go/Nogo tasks.

	Go刺激	Nogo刺激
練習	50%	50%
本番	70%	30%

図 4 Go 刺激と Nogo 刺激の出現頻度

Fig. 4 Frequency of appearance of each stimuli in tasks.

判断課題の一つである Go/Nogo 課題を用いた。主課題は Benikos らによる難易度調整付き Go/Nogo 課題を参照して作成した。Go 刺激の出現頻度は図 4 の様に設定し、有効反応時間の制限による 3 段階の難易度を設けた [10]。被験者に提示した課題の概観図を図 3 に示す。

各難易度の課題を主課題とし、副課題を手遊びなし条件・手遊び常時あり条件・手遊び任意条件の 3 種類の条件に設定をし、それぞれを比較した。手遊び作業の玩具はハンドスピナー・ゴムボール・ボールペンなど、図 5 に挙げられるものの中から被験者が 1 種類を選択した。また、各実験



図 5 実験で使用した手遊び玩具一覧

Fig. 5 Fidgeting toys used in experiments.

の前には主課題の練習時間が設けられた。

5. 結果

実験における被験者のエラーを次の3種類に分類した。本研究では無意識下のミスの状態に最も近いとして、省略エラーのエラー率を主として比較した。また、3種類のミスを合算した合計エラー率についての比較も行った。

- 時間切れエラー
- No-go エラー
- 省略エラー

実験結果を表1, 2に示す。

表1は実験における、被験者ごとの省略エラー率の一覧である。行部分の「手遊びなし」「手遊びあり」「手遊び任意」はそれぞれの副課題の条件に対応している。

表2は実験における、合計のエラー率の一覧である。このエラー率には次の3つのエラーが合算されている。

「手遊びなし条件」と「手遊び常時あり条件」・「手遊びなし条件」と「手遊び任意条件」の2種類の組み合わせで各被験者内の結果に対してウィルコクソンの符号付き順位和検定を行った。

省略エラーに関しては、次の2点の結果が得られた。1点目は「手遊びなし条件」と「手遊び常時あり条件」の結果を比較したとき、「手遊び常時あり条件」の場合に中難易度と高難易度において省略エラー率減少の有意傾向が見られた ($p < 0.1$:表1のうち黄部, 橙部)。

また、「手遊びなし条件」と「手遊び任意条件」の結果を比較したとき、「手遊び任意条件」の場合に低難易度において有意に省略エラー率の減少が見られた ($p < 0.05$:表1のうち緑部)。

次に全体エラー率についても比較を行った。「手遊びなし条件」と「手遊び任意条件」の結果を比較したとき、「手遊び任意条件」の場合に高難易度において有意に合計エラー率の増加が見られた ($p < 0.05$:表2のうち青部)。また、同条件の組み合わせで各エラー率の検定を行ったとき、省略

表 1 実験1の各条件における被験者の省略エラー率

		被験者ごとの省略エラー率		
被験者		低難易度	中難易度	高難易度
A	手遊びなし	0	3.75	3
	手遊びあり	0.25	2	3
	手遊び任意	0	2.5	2.81
B	手遊びなし	1.5	2.5	3.25
	手遊びあり	0.5	0	1.75
	手遊び任意	0.63	0.31	0.31
C	手遊びなし	0.75	0	1.5
	手遊びあり	0.25	1	0.25
	手遊び任意	0.62	1.56	3.13
D	手遊びなし	0.25	4	3.25
	手遊びあり	2.5	3.75	4.5
	手遊び任意	1.88	2.81	1.88
E	手遊びなし	1.25	2.5	3.25
	手遊びあり	0.5	1	1
	手遊び任意	0.63	5.31	4.06
F	手遊びなし	10.5	9	16.5
	手遊びあり	12	8.75	14
	手遊び任意	3.75	2.81	10
G	手遊びなし	2	2.75	1.5
	手遊びあり	1.75	0.75	1
	手遊び任意	1.56	1.31	0.94

表 2 実験1の各条件における被験者の合計エラー率

		被験者ごとの合計エラー率		
被験者		低難易度	中難易度	高難易度
A	手遊びなし	0	3.75	10.75
	手遊びあり	0.25	2.5	5.5
	手遊び任意	0	2.81	12.19
B	手遊びなし	1.5	2.75	10.25
	手遊びあり	0.5	0.25	4.75
	手遊び任意	0.63	0.94	19.69
C	手遊びなし	0.75	3.25	17.75
	手遊びあり	0.25	2.25	1
	手遊び任意	0.63	5.63	27.81
D	手遊びなし	1	12	21.75
	手遊びあり	7	21.75	29
	手遊び任意	3.44	8.13	24.06
E	手遊びなし	1.25	3	8.75
	手遊びあり	0.5	8	10
	手遊び任意	1.56	13.13	46.25
F	手遊びなし	10.5	9	16.5
	手遊びあり	12	8.75	16
	手遊び任意	4.06	3.44	19.69
G	手遊びなし	2.5	4.5	11.25
	手遊びあり	2.5	10	41
	手遊び任意	1.56	4.06	20.94

エラー率と No-go エラー率においては有意な傾向は見られず、時間切れエラー率にのみ有意差が見られた ($p < 0.05$)。

また、実験後に行われたアンケートによる自己評価の比較を行った。半数の被験者が、手遊び玩具がある場合の方

が退屈さが軽減され時間経過が気にならなかったと述べた。

ビデオ撮影による被験者の挙動の観察により、被験者は無意識的に身じろぎをしていることが確認された。特に「手遊び任意条件」の条件のとき、手遊びをしていない間の身じろぎ等による無意識な身体運動の表出が顕著だった。

6. 考察

被験者ごとの省略エラー率の一覧より、手遊びがあった場合に一部の条件で省略エラーの減少がみられた。実際の成績の向上に加え、アンケート内で時間の経過が早く感じたことと述べられていることから、手遊びによって退屈さの軽減が行われたのではないかと考える。先行研究より、手遊びは退屈により生じるマインドワンダリングに集中する状態から脱する効果があるとされている。本実験においても、「手遊びなし条件」では退屈に感じていた被験者が、能動的に手遊びをすることによって退屈の軽減を行うことができたことが考えられる。

また、「手遊びなし条件」と「手遊び任意条件」を比較した時、高難易度の課題において合計のエラー率の有意な増加が見られた。今回の実験では、実験中に正誤のレスポンスを与えなかった。このため、一度被験者がタイミングを見誤った場合に修正ができず時間切れエラーからの復帰ができなかったためにエラー率が上がってしまったのではないかと考える。実際、該当の条件での検定では合計エラーを構成する3つのエラーにおいて、時間切れエラーだけが有意に増加している。

7. まとめ

本論文では、十分に慣れた認知的負荷が低い作業遂行における省略エラーの発生防止を目的とし、手遊び動作を副課題として付与することで主課題へ注意を喚起する手法を提案した。

実験では、認知負荷の低い単純判別課題を用い、副課題として手遊び動作を付与した。手遊び動作の付与が有る条件と無い条件で成績や被験者の様子の観察結果を比較することで、手遊び動作による主課題への影響を検証した。評価は省略エラーの発生率と被験者の観察、アンケートにて行なった。実験の結果、手遊び動作を終始行なった条件において、中難易度と高難易度の二つの条件で省略エラーの減少傾向が見られた。また、任意に手遊び動作を行なった条件において、低難易度で省略エラーが有意に減少した。アンケートでは手遊び動作があることで退屈さが軽減されたと感じる被験者が多く見られた。

本研究の実験では個人の好みに合うよう様々な手遊び玩具を用意したが、更に手遊びに慣れることで成績の点でより良い影響が出た可能性が示唆された。今後主課題をより複雑なものとして検証を行う検討と共に、被験者各個人に合った手遊びの付与についても改善を行なっていきたい。

参考文献

- [1] 吉村治正, et al, “社会調査の入力ミスの発生率について,” 青森大学附属総合研究所紀要, Vol.15(1), pp.1-5, 2014.
- [2] 中條武志, “人間信頼性工学:エラー防止への工学的アプローチ,” 2008, 入手先:http://www.indsys.chuo-u.ac.jp/~nakajo/open-data/Healthcare_Errorproofing2.pdf, (参照 2018-09-23).
- [3] 川田綾子, et al. “確認作業に「指差し呼称」法を用いた時の前頭葉局所血流変動の比較.” 日本職業・災害医学会会誌 Vol.59(1), pp.19-26, 2011.
- [4] McVay, et al, “Conducting the train of thought: Working memory capacity, goal neglect, and mind wandering in an executive control task,” *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory & Cognition*, Vol.35, pp.196-204, 2009.
- [5] Kane, et al. “For whom the mind wanders, and when: An experience-sampling study of working memory and executive control in daily life,” *Psychological Science*, Vol.18, pp.614-621, 2006.
- [6] Mason, et al. Response to comment on “wandering minds: The default network and stimulus-independent thought,” *Science*, Vol.317(5834), p.43, 2007.
- [7] 大塚翔, 関口貴裕, “外的刺激によるマインドワンダリング生起への気づき”. *認知心理学研究*, Vol.13(2), pp.81-91, 2016.
- [8] Slater, Don, “Fidget Toys in the University Classroom.”, *SoTL Commons Conference*, 63, 2012.
- [9] Andrade, J, “What does doodling do?,” *Applied Cognitive Psychology*, Vol.24(1), pp.100-106, 2010.
- [10] Benikos, Nicholas, Stuart J. Johnstone, and Steven J. Roodenrys, “Varying task difficulty in the Go/Nogo task: the effects of inhibitory control, arousal, and perceived effort on ERP components.” *International Journal of Psychophysiology* Vol.87(3), pp.262-272, 2013.