

令和 2 年 7 月 20 日現在

機関番号：47115

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K18717

研究課題名（和文）新たな行動指標の確立 - 瞬きが映す主体の認知プロセス -

研究課題名（英文）For a new behavioral indicator: the cognitive processes through eye blinks

研究代表者

村井 千寿子 (Murai, Chizuko)

精華女子短期大学・その他部局等・講師

研究者番号：90536830

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,600,000 円

研究成果の概要（和文）：これまでに瞬きが情報のチャンク化を反映することが示唆されている。本研究は、記憶課題中の瞬きと課題成績との関連を明らかにし、瞬きが新たな行動指標となりうるかを検討した。方法の工夫として、あらかじめ刺激動画視聴中の瞬き生起のモデルデータを収集し、そこから瞬き生起の特徴を反映した記憶刺激を作成した。モデルデータにおいて瞬きが生起した場面と生起しなかった場面の再認記憶成績を比較することで、両者の関係を検討できる。主な結果として、瞬き生起と記憶成績の間には有意ではないものの関連する傾向が見られた。モデルデータの精度向上などの課題はあるが、当該問題を検討する上での手法の提案につながると考える。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでに瞬きもつ機能として、主体の情報処理や記憶活動を反映することが示唆されている。この研究では、実際に瞬き生起と記憶課題成績が関連するかを調べることで、視線や刺激選択などの一般的な行動指標では推測できない主体内部の認知過程を反映する行動指標としての瞬きに焦点をあてた。その計測の容易さから、認知実験において広く適用可能性のある指標といえる。また、その検討において、瞬き生起の特性を反映した記憶課題の作成が要点となるが、本研究ではデータの精度など問題は残すものの、瞬きのモデルデータを用いるという方法を提案し、その利用可能性を示唆した。

研究成果の概要（英文）：Eye blinks reflect subjects' memory activities like chunking. The purpose of this study is to clarify the relationship between eye blinks and task performance in memory task, in order to investigate whether eye blinks can be a new behavioral index reflecting subjects' cognitive process. As a method devising, the model data of blink occurrence while watching the stimulus video has been collected in advance, and then created a memory stimulus reflecting the characteristics of blink occurrence from it. By comparing the recognition memory performance of the scenes in which eye blinks occurred and those in which no blinks occurred in the model data, the relationship between eye blink and memory performance was examined. The results showed that, not statistically significant, eye blinks and memory performance would be related. Although some problems like improving the accuracy of model data are still remained, this will indicate a new method for examining eye blink and cognitive process.

研究分野：発達心理学、比較認知科学

キーワード：瞬き 記憶 視線計測

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

仕事やそのほか集中を要する作業をしている時も、私たちはその合間にさまざまなことに思いを巡らせている。この「ぼんやりとした、心がさまよう」状態は単に作業エラーや反応遅延の原因とされてきた(Cheyne ら, 2006)。しかし、近年ではその機能的側面が注目されている。その背景には、何もしていない時に活動が増加し、課題中には活動が低減する脳のデフォルトモードの発見 (Raichle ら, 2001)、また、その関連部位である前頭葉内側部、前・後帯状回などのデフォルトモード・ネットワーク (DMN) が自己モニタリングや自伝的記憶課題等で活動するという報告(Christoff ら, 2004)がある。このような機能的側面の見直しとともに、この DMN が課題をおこなっている最中の「自発的瞬き」と関連することも報告されている。Nakano ら(2013; 2010)は、課題中の自発的瞬きにより DMN の賦活と視覚的注意に関わる脳領域の抑制が起きること、また、瞬きが動画の場面転換といった刺激情報の切れ目で起きることを報告している。つまり、「課題中の自発的瞬き」は情報の切れ目での「DMN の賦活・視覚的注意領域の抑制」と、それによる「注意のリセット」という機能をもち、その結果としての「情報の分節化・チャンク化」といった主体の情報処理や記憶活動という内部過程を反映している可能性が考えられる。

このように、これまで不確かだった瞬きの機能的役割が見え始め、さらに、注意のリセットや情報の分節化といった主体の内的な認知活動との関連性が示唆されている。であるとすれば、これらの成果を認知心理学的研究に活用することはできないだろうか。とくに、瞬きは外部からの観察が容易であり、年齢や生物種を問わず行動指標として利用しうる。その点で、自発的瞬きを認知課題における新たな行動指標として検討することは意義がある。先行研究では、動画視聴時に自発的瞬きが起きるタイミングを計測することで認知過程との関連を推察している。だが、課題中の瞬き生起が実際に認知課題の成績に関連するかなどは不明である。本課題では、自発的瞬きを主体の内部過程を映す指標として、また、認知課題における反応を考察する上での新しい行動指標として利用することを最終的な目的とし、認知課題と瞬きの詳細を検討することとした。

2. 研究の目的

認知能力に関する行動実験では一般的に、実験参加者が課題で示した行動を指標として当該の能力を測定する。例えば、注視反応や刺激選択、言語的反応、反応時間などが行動指標として用いられ、実験の結果得られたこれらのデータから実験参加者が当該の能力を持つか・持たないか、また、その内容や精度などが検討される。例えば、記憶課題においても同様の行動指標を使って、記憶の有無、正確さ、保持時間などが結果として測られる。課題遂行中の情報の取り込みや構造化といった主体の内部過程は当然、結果として現れる認知活動に影響するが、上記の行動指標からだけではその過程を推定することは困難である。しかし現実的には、課題遂行中の主体の内部過程を測るために脳活動などの生理的指標を取るにはコストがかかり、また、乳幼児やヒト以外の動物などにおいては実施が難しい場合もある。

そこで本研究では、自発的瞬きが効率的な情報処理や記憶活動に関連するという知見をもとに、課題遂行中の主体の内的過程を測りうる新しい行動指標として瞬きに焦点をあてた。瞬きは計測が容易であり、かつ言語的な教示を必要としないため、主体の年齢や種を問わず、ヒトやその他動物に適用可能な行動指標となりうる。この目的のため、まず、記憶課題中の瞬きと記憶成績との関係を検討する。瞬きが効率的な情報処理に関わるのであれば、瞬き生起と記憶成績の間には関連があると予想される。さらに、ヒトの瞬きと機能に関するさらなる解明を目的に、その発達や種特異性についても検討をする。上述の自発的瞬きと認知活動との関連はヒト成人での報告だが、このような瞬きの特性はヒトの発達のいつから見られるのか、また、ヒト以外の動物においても見られるのだろうか。先行研究により、ヒトに類似の DMN はサルやチンパンジーでも確認されている(渡邊, 2013)。しかし、ヒト以外の瞬きが情報処理などの認知活動に関連するかどうかは不明である。また、発達研究からは、乳児期の瞬きの生起が成人と比べはるかに少ないこと、瞬き間隔の個人差が大きいことが報告されており(Bacher, 2010)、この瞬きの特性がこれまで報告されている乳児の注意のリセットの難しさや注意の固着に関係する可能性をうかがわせる。瞬きの発達や他種との類似や相違を調べることは、ヒト認知についての理解を深めることにつながるだろう。以上の目的から、本課題ではまず、ヒト成人における瞬きと記憶課題成績の関連性について、そして、ヒト乳児やヒト以外の動物の瞬きについての検討を目的とした。

3. 研究の方法

ヒト成人を対象に瞬きと記憶課題成績との関係を調べるため実験を行った。本実験の目的は、動画視聴中の瞬きの生起が再認記憶課題の成績に関連するかどうかを調べることにある。しかしながら、方法上、動画視聴中の実験参加者の瞬きから即座に記憶実験を組み立て、実施することは困難であるため、その解決策として実験を二段階に分けて行った。

第一段階として、瞬きのモデルデータの収集を行った。ここでは、動画視聴中の参加者の瞬きを記録し、これをモデルデータとした。このモデルデータをもとに、動画中で瞬きが集中したシーンを選別し、そこから再認記憶課題用の実験刺激を作成した。続く第二段階の再認記憶課題では、実験参加者はモデルと同一の動画を視聴し、その後、モデルデータから作られた静止画刺激によって再認記憶をテストされる。その後、瞬き生起と再認記憶の成績との関係を調べるために、再認記憶課題の参加者の瞬きとモデルデータの瞬きの類似、そして記憶成績が検討された。方法

の詳細は以下に説明する。

(1) 実験参加者

モデルデータの収集には、10代から40代の成人女性10名が参加した。また、再認記憶課題には、20代から40代の成人女性4名と男性2名が参加した。

(2) 刺激

刺激には先行研究(Nakanoら、2010;2009)を参考に「Mr.Bean」の動画を用いた。動画の特徴としては、場面転換が含まれていること、音声や顕著な視覚効果が少ないことが挙げられる。また、比較的、喜怒哀楽を引き起こすシーンが少なく、表情の変化が起きにくいと思われるストーリーを選択して用いた。

① 瞬きのモデルデータ収集の刺激

上記の動画を5分程度に編集したものをを用いた。

② 再認記憶課題の刺激

符号化刺激には①と同様の動画を用いた。また、再認刺激としては、①の瞬きモデルデータの結果をもとに上記の動画から作成した静止画を既知刺激として作成した。さらに、符号化段階で提示していない上記の動画の続きのシーンから静止画を作成し、新奇刺激(ディストラクター刺激)として用いた。刺激の詳細は後述する。

(3) 手続き

① 瞬きモデルデータの収集

参加者は一人ずつ個室でデータ収集に参加した。室内の机には刺激提示用のPCとモニターが設置され、参加者はモニター前の椅子に座り動画を視聴した。動画提示前、実験者は参加者に、テレビを見るのと同じようにリラックスした状態で5分間動画を視聴することだけを伝え、実験の目的などは伝えなかった。また、動画視聴中の参加者の様子は参加者の承諾を得たうえで、PCに設置されたカメラを通してスクリーンの背後にいる実験者によって録画された。後の分析のため、参加者の様子と参加者が視聴する動画はビデオミキサーを通して2画面同時に録画を行った。動画提示後、実験参加者に終了を伝え、瞬きモデルデータの収集を終了した。

② 再認記憶課題

上記の瞬きモデルデータをもとに、5分間の動画のうち瞬きが集中したシーンを選別した。この時、「脛が上がり始めた時点から元の目の形状に戻るまで脛が上がる間」を瞬きと定義し、①の各参加者の動画記録を1/30秒ごとに記録することで、動画視聴中の瞬き生起のパターンを解析した。その結果から、参加者の半数(50%)以上で瞬き生起が集中した動画のシーンを特定した。

再認記憶課題では、符号化段階で視聴した動画からの既知刺激と、動画に含まれない新奇刺激を提示し、参加者の再認記憶を測る。この時、既知刺激には、先にモデルデータから特定した瞬きが集中するポイントの「直後」1秒間から選ばれたシーン(図1のB。瞬き直後刺激)と瞬き集中ポイントの「直前」1秒間から選ばれたシーン(図1のA。瞬き直前刺激)、そして瞬きポイントとは関係なくランダムに抽出したシーン(図1のC。瞬き無し刺激)の3種類を用いた。もし、瞬きが注意のリセット・情報のチャンク化として機能し、記憶に影響しているのであれば、これら3種の情報の再認率には違いが出ると予想される。

おそらく、瞬きによりそれまでの短期記憶バッファがクリアになっているBの情報は記憶されやすく再認成績がいいだろう。また、Aも後続の刺激からの逆向抑制が起きにくいため再認がいいかもしれない。それに対して、瞬きポイントから外れたCはA・Bに比べて再認が悪いと予想される。また、新奇刺激(ディストラクター刺激)として、符号化で用いた動画の続きから参加者が視聴していないシーンを任意に選択し静止画を作成した。この方法で、瞬き直後刺激、瞬き直前刺激、瞬き無し刺激を各5種類、またディストラクター刺激を15種類作成した。よって、再認課題に使われた刺激は計30種類になる。図2はモデルデータの瞬き生起頻度と、3種類の既知刺激を抽出したポイントを示している。この図にあるように、3種類の既知刺激は5分間の動画の中からまんべんなく抽出され、記憶しやすい動画の冒頭や最後に特定の刺激が偏らないようになっている。

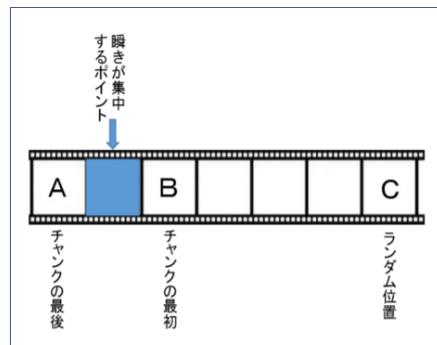


図1 再認刺激抽出のイメージ

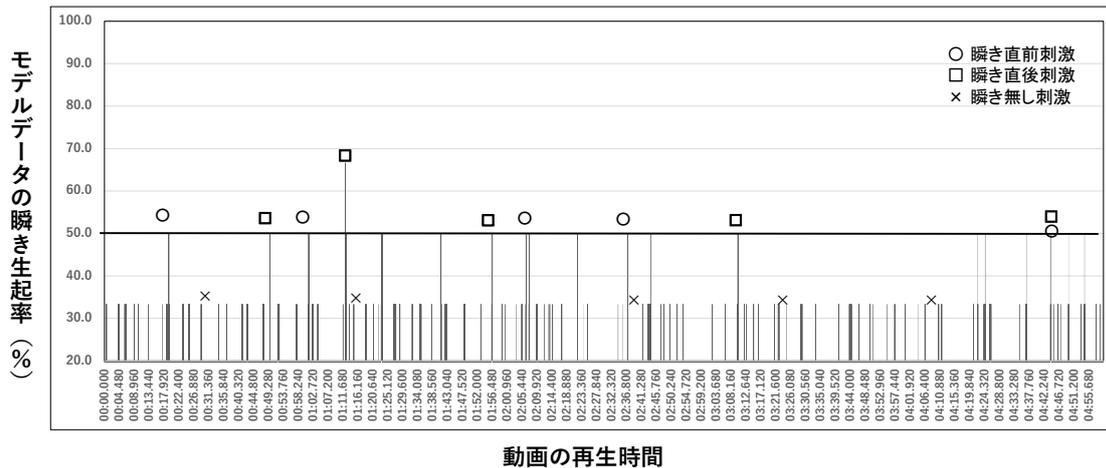


図2 瞬き生起の集中と刺激抽出のタイミング

再認記憶課題は①の瞬きモデルデータ収集と同様の手続きで行われた。ただし、5分間の動画視聴後（符号化段階後）には、5分間の遅延時間において再認テストが行われた。また、符号化段階では参加者には「動画視聴後に簡単な質問をする」とだけ伝え、記憶実験を行うことは伝えなかった。再認課題では参加者に、30枚の写真刺激が順次提示されること、先ほどの動画で見たものには「はい」、見ていないものには「いいえ」と答えることを説明し、解答記入用の用紙を手渡した。参加者は自分のタイミングで課題を開始し、記入用紙に答えを回答した。30問すべてに解答した時点で実験を終了し、実験の目的を参加者に説明した。

4. 研究成果

(1) 再認記憶課題の結果

① 瞬きモデルデータと記憶実験参加者の瞬きの類似

瞬き生起と記憶課題成績が関係するかどうかを確認するために、まず、モデルデータと記憶実験参加者の瞬き生起の類似度を分析した。具体的には、モデルデータのうち、瞬き直前刺激と瞬き直後刺激を抽出した10箇所（図2で□と○のついた箇所）のそれぞれについて、瞬き生起率が50%を超えたシーンとその前後300ms（モデルデータの1回の瞬きの平均的な持続時間）のモデル参加者の瞬きデータを抜き出した。続けて、その時間枠のなかでモデル参加者の瞬き生起がなければ0、瞬き生起があれば1としてダミーデータを作成した。このダミーデータと、同基準で抽出した各記憶実験参加者の瞬き生起の類似度をカッパ係数として算出した。

主な結果として、瞬き直前刺激では、5種類の刺激のうち2種類について参加者の半数でわずかに、またはおおむねモデルデータとの類似度が見られ（刺激1： $k=0.17\sim0.3$ 、刺激2： $k=0.12\sim0.25$ ）、また、1種類の刺激については参加者1名で中程度の類似が見られた（ $k=0.54$ ）。対して、瞬き直後刺激では3種類の刺激については各1名の参加者でおおむね、または中程度の類似が見られた（刺激1： $k=0.29$ 、刺激2： $k=0.54$ 、刺激3： $k=0.38$ ）。本結果では、実験参加者数の不足や個人間の瞬きパターンの違いが大きいことから、瞬き生起の類似について全体的な傾向を示すにはいたらなかった。今後、十分な実験参加者数のデータをもとにモデルデータとの瞬きの類似度を測るなど改善が必要である。

③ 再認記憶の成績

前述のように、瞬きが注意のリセットや情報のチャンク化として機能しているならば、瞬きが集中した前後のシーンと瞬き生起に関係のないシーンとでは記憶成績に違いがあると予想される。そこで、既知刺激である瞬き直前刺激と瞬き直後刺激、瞬きに関連のない瞬き無し刺激の3種類と、新奇刺激であるディストラクター刺激の再認成績を比較した（図3）。

その結果、予想と同じく、既知刺激の再認については瞬きが生じた前後の場面（瞬き直前、瞬き直後）に比べて、瞬き生起と関連しない場面（瞬き無し）の再認成績が低い傾向があることが示された。ただし、実験参加者数の少なさから、統計的に有意な傾向ではなかった。

今回の結果は、瞬き生起のタイミングと認知課題の成績との関連性を結論できるものではない。

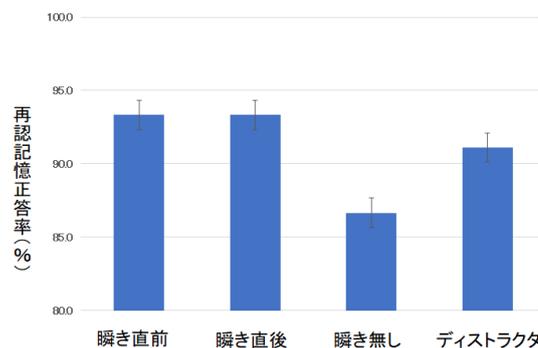


図3 再認記憶課題の成績

また、当初予定していた、ヒト乳児やその他動物における瞬きの計測については、所属機関の変更や研究計画推進の遅れなどから実施することができなかった。だが、本研究は少なくとも、これまで示唆されてきた自発的瞬きと主体内部の認知活動との関連について一歩踏み込み、実際の認知課題成績との関連性までを含めて検討し、またそのための手段として、瞬きのモデルデータを用いることが有効である可能性を示すと言える。今後は、モデルデータの精度向上や、より多くの記憶実験参加者の瞬きデータをもとにした分析が第一の課題となる。それにより、瞬き生起と認知課題成績との間に確かな関連性が確認できれば、課題中の自発的瞬きが主体内部の情報処理過程を確かに反映すること、また、瞬きが課題成績を予測する行動指標として利用しうることを示すことができる。本研究の結果と今後の研究の発展は、特にその実験手法の提供において、瞬きと認知過程の解明への貢献につながると考える。

引用文献

- ① JA Cheyne, JSA Carriere, & D Smilek. Absent-mindedness: Lapses of conscious awareness and everyday cognitive failures. *Consciousness and Cognition*, 2006, 15(3), 578-592
- ② ME Raichle, et al. A default mode of brain function. *PNAS*, 2001, 98(2), 676-682
- ③ K Christoff, et al. Experience sampling during fMRI reveals default network and executive system contributions to mind wandering. *PNAS*, 2009, 106 (21), 8719-8724
- ④ T Nakano, M Kato, Y Morito, S Itoi, & S Kitazawa. Blink-related momentary activation of the default mode network while viewing videos. *PNAS*, 2013, 110(2), 702-706
- ⑤ T Nakano & S Kitazawa. Eyeblick entrainment at breakpoints of speech. *Experimental Brain Research*, 2010, 205(4), 577-581
- ⑥ 渡邊 正孝. 動物におけるデフォルト脳活動とその機能的意義. *生理心理学と精神生理学*, 2013, 31(1), 5-17
- ⑦ LF Bacher. Factors regulating eye blink rate in young infants. *Optom Vis Sci.*, 2010, 87(5), 337-343
- ⑧ T Nakano, Y Yamamoto, K Kitajo, T Takahashi, & S Kitazawa. Synchronization of spontaneous eyeblinks while viewing video stories. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2009, 276(1673), 3635-3644

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----