

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：27104

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26380893

研究課題名(和文) 眼球運動・瞬目反応を用いた発達障害児の心理過程アセスメント

研究課題名(英文) An assessment of cognitive processing in children with developmental disorder using eye blink activities.

研究代表者

福田 恭介 (Fukuda, Kyosuke)

福岡県立大学・人間社会学部・教授

研究者番号：30173347

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：間欠的に呈示される刺激に反応すると、刺激直前及び刺激中は瞬目抑制が見られ、刺激直後に瞬目率ピークが形成することから、瞬目抑制は予測・処理、瞬目数ピークは処理終了との関連が示されている。

発達障害児、定型発達児、成人が、Go/No-Go課題に取り組んだときの、正答率、反応時間、知能検査、および瞬目時間分布について測定した。その結果、正答率、反応時間および知能検査では発達障害児の特徴は現れなかったが、発達障害児の瞬目はNo-Go課題のときに遅れて発生し、刺激直前の瞬目抑制も見られなかった。このことから、前頭前野の機能低下との関連が示唆され、新たなアセスメントの方向性が示された。

研究成果の概要(英文)：On responding to stimuli presented repeatedly, eye blinks are inhibited before and during stimulus, and eye blink frequency peaks after stimulus. The eye blink inhibition might be related to information expectancy and processing, and the peak of eye blink frequency might be related to the end of information processing. However, eye blink inhibition and occurrence in developmental disorder children (DDC) during Go/No-Go tasks is not clear. We compared correct answer, response time, intelligence scale, and eye blink timing between the DDC, the typical developmental children (TDC), and adults. Although the correct answer, reaction time and intelligence scale was not different between DDC and TDC, the DDC's eye blink frequency peak delayed in No-Go, and DDC's eye blink was not inhibited before next stimulus. The DDC's blink occurrence and inhibition at No-Go could be associated with a functional deficit in the prefrontal cortex, indicating new assessment for developmental disorders.

研究分野：認知心理学

キーワード：Go/No-Go課題 正答率 反応時間 瞬目時間分布 WISC-III

1. 研究開始当初の背景

(1) Go/No-Go 課題とは、間欠的に呈示される刺激に対して Go 試行ではできるだけ早いボタン押し反応が求められ、No-Go 試行では反応をしてはならない課題である。No-Go 試行では、誤ってボタンを押してしまうことがあるが、その割合は少なく、その反応時間をデータにはできないため、脳波などの生理反応を記録することが多い。No-Go といった反応抑制課題においては、前頭前皮質が重要な役割を果たしており、その部分を切除したサルでは No-Go 試行のエラーが増加し、ニューロイメーキング法においても、No-Go 試行において前頭前皮質がより活発になることが示されている (森口, 2014)。

(2) 児童、とりわけ発達障害児では、反応抑制課題である No-Go 試行の遂行に困難を抱えている。発達障害とは、自閉スペクトラム症、学習症、注意欠如多動症といった脳機能の低下により低年齢から発現したものである。自閉スペクトラム症においては、コミュニケーション障害のため相手の視線方向を読み取ることに困難を抱えているだけでなく、反応を抑制することにも困難を抱えている。また、注意欠如多動症 (AD/HD: Attention Deficit Hyperactivity Disorder) においては、反応を抑制することに困難を抱えているだけでなく、次に起こる事象を予測することに困難を抱えている。

(3) これまで Go/No-Go 課題時における脳波やニューロイメーキングに関する研究は行われてきたが、発達障害児におけるまばたき (瞬目) との関係を取り扱った研究は見当たらない。まばたき (瞬目)

は、間欠的に呈示される刺激に対してボタン押しや計数を行わせると、刺激直前及び刺激中に抑制され、刺激後

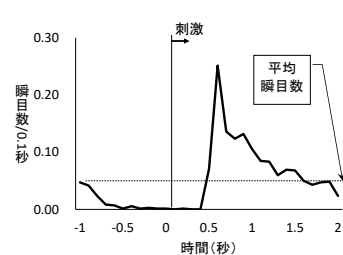


Figure 1 刺激提示に伴う瞬目時間分布

0.5 秒以降に瞬目数ピークを形成する (Figure 1) ことから、瞬目抑制は処理 (期待、情報の取込) と、瞬目数ピークは処理終了といった認知過程との関係が示されている (Fukuda & Matsunaga, 1983)。

(4) 瞬目発生のタイミングや瞬目抑制の時間分布によって、No-Go 試行時の処理時間や次の刺激への予測を検討できる。Fukuda ら (2008) は成人を対象に、Go/No-Go 課題に取り組んだときの瞬目発生の様子を瞬目時間分布に表した。その結果、No-Go 試行では Go 試行よりも、より高い瞬目数ピークが見られたことか

ら、反応を抑制する代わりに瞬目が発生したと考えられる。そのため、反応を抑制することに困難を抱えている発達障害児は瞬目発生のタイミングが異なると予想される。

2. 研究の目的

(1) 実験 1 の目的: 発達障害児、定型発達児、成人に Go/No-Go 課題に従事させたときの瞬目時間分布に違いがあるかについて検討した。

(2) 実験 2 の目的: Go/No-Go 刺激の呈示比率の違いについて検討した。実験 1 において行動指標 (反応時間や誤り率) には明確な差は見られなかったにもかかわらず、No-Go 試行の場合、発達障害児のみに刺激後の瞬目率ピークに遅れが見られ、反応抑制時における前頭前野の活動低下と瞬目発生遅延の関係が指摘された。そこで用いられた課題の呈示比率について、Go 刺激の呈示比率が 67%、No-Go 刺激の呈示比率が 33%であったため、呈示比率の違いが瞬目発生タイミングをずらした可能性がある。ボタン押しを実行する確率が多い場合は少ない場合に比べて、ボタン押しのために次の刺激を待ちかまえる必要がある。そこで、実験 2 では、成人のみについて Go/No-Go 刺激の呈示比率を Go 33% : No-Go 67% と Go 67% : No-Go 33% の 2 種類用意し、瞬目時間分布を比較した。

3. 研究の方法

(1) 実験 1 の方法

① 実験参加者: 療育施設に通所する発達障害児 9 名 (男子 4 名、女子 5 名、7.82±1.41 歳)、自閉症アスペルガー 9 名、そのうち AD/HD 1 名)、小学校に通学する定型発達児 (男子 2 名、女子 5 名、7.88±1.39 歳)、大学生 9 名 (男子 1 名、女子 8 名、21.4±3.27 歳) が個別に参加した。児童には WISC-III を実施した。研究実施については、福岡県立大学研究倫理審査委員会による承認を受けた。

② 実験課題: 顔位置課題と視線課題の 2 つの課題が呈示された (Figure 2)。顔位置課題では、注視点 (+) が 2 秒間呈示後、(+) の位置、またはその左右のいずれかの位置に顔マーク ☺ が 0.5 秒間呈示された。参加者の課題は、顔の呈示が、右のときは右のボタン (Go)、左のときは左のボタンを押し (Go)、注視点の位置に呈示されたときはボタンを押してはならなかった (No-Go)。視線課題では、目を閉じた顔が画面中心部に 2 秒間呈示された後、目が開き、そのときの視線が正面または左右のいずれかを向いた顔が 0.5 秒間呈示された。参加者は、開いた目が参加者から見て右を向いたときは右のボタン (Go)、左を向いたときは左のボタンを押し (Go)、真正面を向いているときはボタンを押してはならなかった (No-Go)。刺激呈示の順序および課題の順序は参加者によってランダムにした。

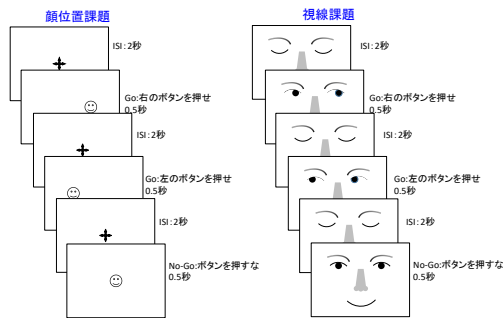


Figure 2 顔位置課題と視線課題の刺激提示

参加者は 15.6 inch ノート PC 画面の前 60 cm に着席した。参加者の前の机上には赤と青の 2つのボタン(直径 15 cm), ボタンとノート PC の間には小型カメラ (GoPro Hero4) が置かれ、参加者の顔を撮影した。参加者は書面で参加同意をした上で、2つの課題に参加した。両課題とも各呈示位置 3 条件それぞれ 15 回、合計 45 回呈示された。課題の順序は参加者によってランダムにした。瞬目については、刺激開始を基点とし、上眼瞼下降開始時の時間的ずれから 0.1 秒区間で瞬目時間分布を求めた(松尾・福田, 1996)。

(2) 実験 2 の方法

①実験参加者: 女子学生 21 名(22.04 ± 1.51 歳)が参加した。

②実験課題: 用いた実験課題は、実験 1 と同じであった。両課題とも 90 回中、Go 30 回/No-Go 60 回と、Go 60 回/No-Go 30 回のいずれかであった。Go 刺激の左右の呈示回数と同じで、刺激はランダムな順で呈示された。参加者は 22 インチ液晶画面の前 80cm に着席し、瞬目記録用の小型カメラのついたキャップをかぶった。参加者の前の机上には赤と青の 2つのボタン(直径 15cm)が左右に置かれ、そのボタンをそれぞれの側の手で押すように求められた。各課題について約 30 秒間の練習を行った後、本実験を行った。4つの課題の順序は参加者によってランダムにした。瞬目については、刺激開始を基点とし、上眼瞼下降開始時の時間的ずれから 0.1 秒区間で瞬目時間分布を求めた。

4. 研究成果

(1) 実験 1 の成果

①反応時間: 刺激呈示からボタン押しまでの反応時間は、成人が有意に短く、視線課題が顔位置課題よりも有意に短かった (Table 1)。視線課題の反応時間が長かったのは、顔位置課題が注視点の位置かその左右に呈示されるため反応の手がかりが明瞭であったのに対し、視線課題では目の動きのみを手がかりに反応の有無を決定しなければならず、困難度を高めたためと考えられる。一方、発達障害児と

定型発達児の反応時間には有意差は見られなかった。

Table 1 顔位置課題・視線課題における反応時間(ミリ秒)

	顔位置課題	視線課題
成人	682 ± 94	748 ± 115
発達障害	874 ± 173	979 ± 165
定型発達	863 ± 132	991 ± 163

②誤り率: 成人の誤り率が有意に低く、発達障害児と定型発達児には差は見られなかった (Table 2)。

Table 2 Go・No-Go時における誤り率(%)

	顔位置課題		視線課題	
	Go	No-Go	Go	No-Go
成人	0.22	0.22	0.17	0.22
発達障害	1.50	1.33	1.22	1.00
定型発達	1.07	1.00	1.36	1.43

③知能検査: WISC-III (Wechsler Intelligence Scale for Children-3rd Edition) について、いずれの項目においても、発達障害児と定型発達児の間で有意差は見られなかった (Table 3)。

Table 3 発達障害児および定型発達児におけるWISC-IIIの結果

年齢	全検査	言語性	動作性	言語	知覚	注意	処理
	IQ	IQ	IQ	理解	統合	記憶	速度
発達障害	7.82	103.7	103.9	101.1	107.6	99.1	102.9
定型発達	7.88	102.9	102.4	101.9	103.4	103.4	97.0

④瞬目時間分布: Figure 3 は、各発達段階における瞬目時間分布を顔位置課題(上)、視線課題(下)別に示したものである。平均瞬目率と比較して、刺激開始 0.7 秒前から開始後 0.2 秒にかけて瞬目抑制が見られ、刺激開始後

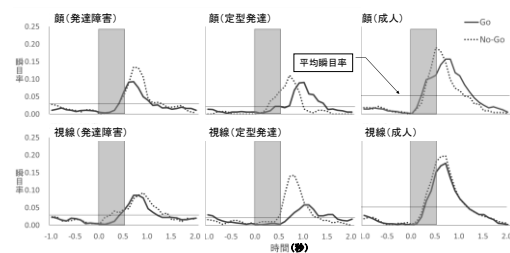


Figure 3 顔位置課題(上)・視線課題(下)における瞬目時間分布。左: 発達障害児, 中央: 定型発達児, 右: 成人

0.5-1.0 秒においては瞬目率ピークが見られた。また、No-Go 試行時の瞬目率ピークは発達障害児では Go 試行時より遅れていることが示された。このことは、ボタン押し抑制に関与している前頭前野の活動低下が発達障害児で生じ、そのことが瞬目発生を遅らせていることを示唆している。

⑤まとめ: 行動指標(反応時間や誤り率)では、発達障害児に特徴的なものは見られなかったにもかかわらず、瞬目では、反応を抑制する際に、瞬目発生の遅れが見られたことは、

発達障害児のボタン押し抑制に関与している前頭前野の活動低下が生じ、そのことが瞬目発生を遅らせている可能性が考えられる。このことから、瞬目発生のタイミングが、発達障害のアセスメントとして使用可能なことを示唆している。

(2) 実験2の成果

①反応時間：視線課題の方が顔位置課題より長く、Go刺激33%の方が長かった。視線課題の反応時間が長いことは、実験1と同様であり、ボタン押しの比率が少なくなると反応時間が遅れるのは、まれな刺激に対しては検出が遅れるかボタン押しのための意思決定が遅れるかのいずれかの可能性を示唆している。

Table 4 顔位置課題・視線課題における呈示比率別の反応時間

	顔位置課題	視線課題
Go 33%	663 ± 105 ms	727 ± 90 ms
Go 67%	659 ± 81 ms	690 ± 101 ms

②瞬目時間分布：Figure 4は、顔位置課題・視線課題において、Go/No-Go呈示比率別の瞬目時間分布である。ここから以下のように読み取ることができる。

- A) いずれの課題において、刺激呈示前は瞬目が抑制される
- B) いずれの課題において、刺激呈示とともに瞬目発生は増えていき、刺激後0.5秒付近でピークを形成する。
- C) ピークの高さは、両課題ともNo-Go課題が33%のときに高い。
- D) 顔位置課題ではNo-Go刺激に対するピークが早いのにに対し、視線課題では、No-Go67%のときにピークが早い
- E) 刺激後1秒を過ぎると、No-Go刺激に対する瞬目抑制が見られ、その傾向は両課題ともNo-Go33%のときにより顕著になる。

A), B)については、これまでの瞬目時間分布と同じ傾向を示しており、これらが頑健な結果であることを示している。C)については、Fukudaら(2008)と同じ結果を示しており、ピークが高くなるのはNo-Go刺激がまれな場合ほど起こりやすいことを示唆している。

両課題においてNo-Go時の瞬目発生が早まり、実験1における成人と定型発達児の結果と同様であった。顔位置課題においては、Go/No-Go刺激の呈示比率に関係なくNo-Go刺激の方が、瞬目発生が早まることが示され、視線課題ではNo-Go刺激の呈示比率が67%のときに瞬目発生が早まった。

とくに顔位置課題では、Go時に顔位置の探索が必要なのにに対し、No-Go時では顔位置の探索が不要なため早まったと考えられる。両課題においてNo-Go刺激ではGo刺激に比べて1秒~1.5秒付近において瞬目が抑制された。ボタン押しをくり返しているときに行動

を抑制すると、連続した瞬目が抑制されることを示唆している。D)については、顔位置課題の場合、Go課題では注視点の位置に顔が消えて、左右いずれかに呈示されるので、その探索に要する時間が瞬目発生の遅れに反映されたことを示唆している。E)については、ボタン押し反応を要しない場合(No-Go)、瞬目はボタン押し(Go)後に比べて1度しか発生せず、その後、起こりやすいGo刺激(67%)に備えて瞬目は抑制されていたと考えられる。

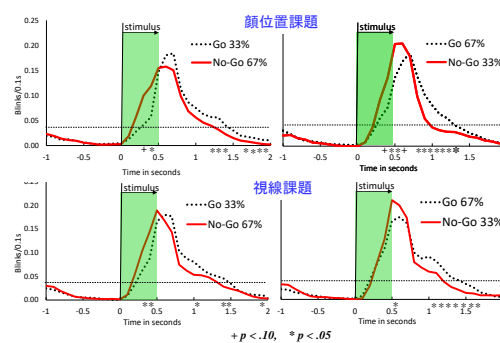


Figure 4 顔位置課題(上)・視線課題(下)における瞬目時間分布。左:Go33%・No-Go67%, 右:Go67%・No-Go33%

③まとめ：これらのことをまとめると、瞬目抑制は次のGoに対する予期が高いときに生じやすく、発達障害児におけるNo-Go時の瞬目率ピークの遅れは、行動抑制への意思決定の遅れと、次の刺激に対する予期低下によるもので、前頭前皮質の機能低下と関連していると考えられる。

瞬目は、カメラで離れた位置から撮影することができるという点において、まさに非侵襲的方法であると言え、本研究で用いたGo/No-Go課題時の瞬目時間分布による検討は、手軽な発達障害のアセスメントとして、今後、大いに有用となることが期待される。

<引用文献>

- ① Fukuda, K. & Matsunaga, K. (1983). Changes in blink rate during signal discrimination tasks. *Japanese Psychological Research*, **25**, 140-146,
- ② Fukuda, K., Hayami, T., Shidoji, K., & Matsuo, T. (2008). The effect of stimulus location and Inter-Stimulus Intervals (ISI) upon blink activity. *International Journal of Psychophysiology*, **69**, 229-230.
- ③ 松尾太加志・福田恭介 (1996). ビデオ画像記録による瞬目自動解析システムの開発 生理心理学と精神生理学, **14**, 17-21.
- ④ 森口佑介 (2014) 行動の抑制 DOI : 10.14931/bsd.1232 <https://bsd.neuroinf.jp/wiki/%E8%A1%8C%E5%8B%95%E3%81%AE%E6%8A%91%E5%88%B6>

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0件)

[学会発表] (計 4件)

1. 福田恭介・松尾太加志・志堂寺和則・早見武人「Go/No-Go 刺激の呈示比率と瞬目時間分布」第 35 回日本生理心理学会大会 2017.5.27 江戸川大学 (千葉県流山市)
2. 福田恭介「瞬目発生のタイミングと心理過程」第 35 回日本生理心理学会大会シンポジウム「生理反応測定と行動科学とのつながりー瞬目・自律系に注目してー」 2017.5.27 江戸川大学 (千葉県流山市)
3. 福田恭介・志堂寺和則・松尾太加志・早見武人「Go 課題・No-Go 課題時における発達障害児の瞬目変動」九州心理学会第 77 回大会 2016.12.3 西南学院大学 松緑会館 (福岡県福岡市)
4. 福田恭介・松尾太加志・志堂寺和則・早見武人「Go 課題・No-Go 課題時における瞬目時間分布」第 34 回日本生理心理学会大会 2016.5.15 名古屋大学 豊田講堂 (愛知県名古屋市)

[図書] (計 0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福田 恭介 (FUKUDA, Kyosuke)
福岡県立大学・人間社会学部・教授
研究者番号：30173347

(2) 研究分担者

松尾 太加志 (MATSUO, Takashi)
北九州市立大学・文学部・教授
研究者番号：70229425

志堂寺 和則 (SHIDOJI, Kazunori)
九州大学・システム情報科学研究所・教授
研究者番号：50243853

早見 武人 (HAYAMI, Takehito)
岡山大学・自然科学研究科・講師
研究者番号：60364113

(3) 連携研究者

(4) 研究協力者

森 夏美 (MORI, Natsumi)
森下 万貴子 (MORISHTA, Makiko)
是永 陽子 (KORENAGA, Yoko)
野見山 遥 (NOMIYAMA, Haruka)
竹藤 紗織 (TAKEFUJI, Saori)
栗田 彩加 (KURITA, Ayaka)
森本 梨乃 (MORIMOTO, Rino)
鈴木 梓 (SUZUKI, Azusa)