

令和 6 年 6 月 9 日現在

機関番号：32643

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2022～2023

課題番号：22K18601

研究課題名（和文）神経発達障害の長期支援に向けた視機能評価 - 瞳孔計測から本質的要因を探る -

研究課題名（英文）Evaluation of visual function for long-term support of neurodevelopmental disorders

研究代表者

中野 俊（Nakano, Shun）

帝京大学・文学部・研究員

研究者番号：60898419

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は自閉症スペクトラム障害(ASD)に見られる感覚過敏/鈍麻と読字困難感の関係に着目し、ASDの羞明による読字困難感の客観的な評価手法としての瞳孔計測の有用性を検討することを目的とする。定型発達群を対象とした実証実験により、読字課題中の瞳孔径の変化を計測することで、読字中の自律神経の働きと自閉症スペクトラム傾向との関連を検討した。読字課題実行時間は、背景色、文字パターンの条件間に差は見られなかった。背景色黒、文字色白で漢字の単語を呈示した際の実行時間と課題中の瞳孔径の平均値の間には有意な負の相関が見られ、課題実行中の瞳孔径が大きいほど、実行時間が短くなる傾向が明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究結果は、当初の目的であった自閉症スペクトラム障害における自律神経系と読字困難感の関係性を明らかにするには至らなかったが、瞳孔計測による自律神経系の活動傾向の評価が読字困難感の早期発見に有用である可能性を示した。本研究は、読字困難感に対する支援基盤構築には、本質的理解と客観的指標による評価法の確立の重要性を示すとともに、教育場面における独自困難感への合理的配慮の提供に向け、一定の成果をもたらすことができた。

研究成果の概要（英文）：This study aims to examine the relationship between sensory hypersensitivity/hyposensitivity and reading difficulties observed in Autism Spectrum Disorder (ASD) and to investigate the utility of pupillometry as an objective evaluation method for reading difficulties caused by photophobia in ASD. Through empirical experiments conducted on a typically developing group, the study assessed the relationship between autonomic nervous function during reading and tendencies towards ASD by measuring changes in pupil diameter during reading tasks. The execution time for the reading tasks did not differ across conditions of background color and character patterns. A significant negative correlation was observed between the average pupil diameter during the task and the execution time when presenting Kanji words with a black background and white characters. The results revealed a tendency for shorter execution times with larger pupil diameters during the task.

研究分野：心理学

キーワード：自閉症スペクトラム 瞳孔 読字困難感

1. 研究開始当初の背景

自閉症スペクトラム障害(Autism Spectrum Disorder: ASD)は、米国精神医学会の精神障害の診断・統計マニュアル(DSM-5)では神経発達障害に分類され、日本国内には約 48.1 万人の診断を受けた ASD 患者がいる(厚生労働省, 2016)。コミュニケーション障害・変化を嫌う反復行動・社会性の質的障害が主症状といわれるが、多くの例で感覚過敏/鈍麻が併存し、光に対する過敏性を示す症状群の併存は約 3 割という報告もある。視覚情報は置かれた環境や他者の状況、また自分自身を知るために極めて重要である。ASD における視覚過敏/鈍麻の問題は他者から理解されず、特に言語表現力の十分でない ASD の児童・学童を苦しめる。ASD の感覚異常に伴う困難感には時に「わがまま」「自分勝手」と誤解されやすく、不適応や問題行動等の二次的障害を引き起こすことが指摘されている(高橋・増淵, 2008)。2016 年発達障害者支援法の改定により、個々の児童・生徒の特性を踏まえた「合理的配慮」が教育現場でも必須となり、長期的な支援が求められるようになった。しかしながら、ASD は発達段階や生活環境により障害様相が変化するため、継続的な支援は容易ではない。本研究は、ASD の視覚過敏と読字困難感に関する背景機序を明らかにすることで、学習の遅れに直結する読字困難感に対する長期的支援の提案するための客観的知見の獲得を目指した。

2. 研究の目的

ASD では瞳孔反応の問題が報告されており(DiCriscio & Troiani, 2017)、光に対する過敏/鈍麻が読字の困難感を生み出していると考えられるが、ASD における読字困難感と瞳孔反応の関係は十分に検討されていない。申請者が実施した先行研究では、視覚過敏を伴う ASD の瞳孔対光反応を計測したところ、特に暗刺激に対する反応が過敏であり、自律神経系の反応特性が視覚過敏に関連している可能性が示唆された(中野・早川・原, 2022)。一方、瞳孔計測によって評価することのできる自律神経系の活動傾向と、ASD の読字困難感の関係については、未だ明らかになっていない。

ASD の視覚特性の二大症候は、部分情報処理の優位と羞明である(Shimojo et al., 2003; Little, 2018)。特に日本語では、漢字・ひらがな・カタカナといった複数の文字形態を用いるため、部分情報処理への偏重は読字能力に影響を与えることが示唆される。羞明を含む視覚過敏と読字困難感の関連を示す症例としては、アーレンシンドロームと呼ばれる、特定の光周波数への過敏による読字障害が報告されている(Irlen, 1989)。アーレンシンドロームと ASD は感覚過敏・鈍麻という共通した特性があり(熊谷, 2018)、アーレンシンドロームへの支援として利用されるカラーフィルターを適応することで、ASD においても読みの速度が改善することや(Ludlow & Wilkins, 2016)、視覚ストレス症状が緩和されることが報告されている(Giuliani & Schwarz, 2017)。アーレンシンドロームと同様に、ASD においても視覚過敏が読字困難感の原因となっている可能性が考えられ、瞳孔対光反応の傾向から、その背景には自律神経系の働きが関与することが示唆されている(中野・早川・原, 2022)。しかしながら、ASD において自律神経の傾向と読字困難感がどのように関連しているかは実証的に検討されていない。

本研究では、読字課題遂行中の瞳孔径の変動傾向と、読字課題の成績及び自閉症傾向との関連を観察し、ASD 傾向・読字能力・自律神経系の傾向がどのように関連しているのかを検討する。将来的な IOT 教育の普及を見据え、液晶モニターやタブレットを使用する教育環境における、読字困難感をもつ ASD への有効な文字呈示手法の開発に向けた手がかりを探索する。

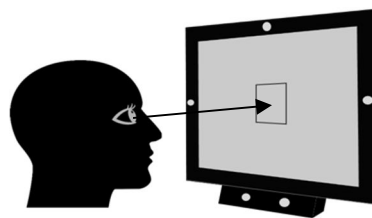
3. 研究の方法

装置と刺激

瞳孔計測には、非接触型の視線・瞳孔径測器(NAC 社、EMR ACTUS)を用い、サンプリング周波数 60 Hz で記録した。顎台を用いて参加者の頭部を固定することで、視距離は 60 cm に固定する。読字課題では、黒背景に白文字または黒背景に白文字で表記された 10 行 3 列の文字列刺激を用いる。視覚刺激の背景輝度は黒背景では 0.07 cd/m²、白背景では 89.03 cd/m²であった。呈示する語彙は NTT 語彙データベースを参照して選定し、感情喚起量の少なく、かつ測定対象となる大学生が一般的に認知しているものを使用した。

手続き

概日リズムの影響を避けるため、計測は午前 9 時から午後 2 時の間に実施した。また、実験前日は十分な睡眠をとり、実験直前には食事をしないよう、事前に参加者に依頼した。実験当日、参加者が実験室に入室後、実験実施者は研究参加依頼書に沿って実験内容の説明を行い、参加者より同意が確認できたら参加同意書に記名を求めた。参加同意書への記名が確認できた後に、質問紙への回答、読字課題の順で計測を実施する。



瞳孔計測カメラ

図 1 瞳孔計測装置概略図

頭部を固定せず、自然な状態で計測ができる。

質問紙

読字課題実施に先立ち、下記の3種類の質問紙に回答させた。

AQ 尺度：自閉症スペクトラム障害の傾向の評価

AASP 青年・成人感覚プロファイル：日常生活で生じる感覚過敏の傾向の評価

JESS：主観的な日中の眠気の評価

読字課題

読字課題では、画面に表示される文字を順番に参加者に読み上げさせた。環境光を調整した暗室内で実施し、正確な瞳孔計測のため、参加者の頭部は顎台で固定した状態で実施した。参加者が暗室に入室後、10分間の暗順応の後に計測を実施した。課題が始まると、まず画面の中心に四角の凝視枠がグレー背景上に10秒間、白または黒背景上に30秒間の合計40秒間呈示され、参加者には凝視枠の中を見るようにした。

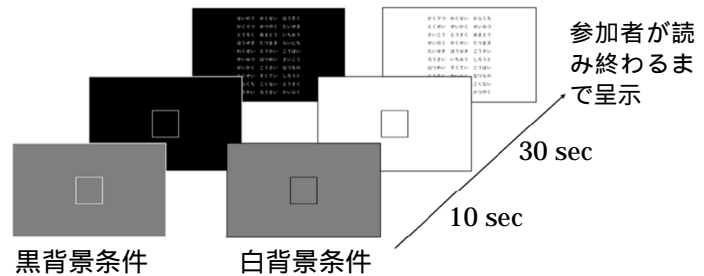


図2 読字課題

続けて、画面に複数の文字が同時に呈示され、参加者には左上から右方向に順番に文字を読み上げさせた。右下まで読み上げが終わったら、参加者には速やかに手元のボタンを再度押させた。このような計測を6回実施し、それぞれで呈示される文字の種類（漢字・ひらがな・無意味綴り）・画面の背景と文字の明るさ（黒背景白文字・白背景黒文字）が異なった。計測の間には休憩時間を設け、課題実施による疲労が計測結果に影響しないようにした。

4. 研究成果

質問紙

研究の参加に同意した健常な視力を有する男女18名（女性12名、平均年齢20.17±1.21歳）が実験に参加した。自閉症スペクトラム障害の傾向を示すAQスコアの総合得点は平均23.56点（SD：4.03点）で、カットオフ値の33点を超える参加者は含まれなかった。感覚特性を評価するAASPのうち、感覚過敏の平均値は38.94点（SD：10.01点）で、感覚過敏の傾向が高い（43点以上）と判定される参加者は8名含まれていた。普段の自律神経の傾向を間接的に評価するために計測した、日中の主観的な眠気の評価するJESSの平均値は8.50点（SD：4.12）であり、カットオフ値（11点）以上の値の参加者が6名含まれていた。それぞれの尺度得点の間に有意な相関関係はみられなかった。

読字課題の遂行時間

読字能力を評価するため、読字課題において呈示した文字列を全て読み上げるのに要した時間を遂行時間として計測した。呈示する文字の種類と画面の背景と文字の明るさを要因とし2要因6水準の分散分析では、文字の種類の主効果（ $F(1,17) = 0.01, p = 0.93$ ）、明るさの主効果（ $F(2,34) = 0.57, p = 0.57$ ）は共に有意ではなく、交互作用も見られなかった（ $F(2,34) = 0.21, p = 0.81$ ）。AQスコアおよびAASP感覚過敏の尺度得点と遂行時間の間には、いずれの条件においても有意な相関関係は見られなかった。

読字課題中の瞳孔計測

読字中の自律神経系の傾向を評価するため、独自課題実行中の瞳孔径の平均瞳値を計測した。遂行時間と同様に2要因6水準の分散分析では、文字の種類的主効果（ $F(1,17) = 1.85, p = 0.19$ ）、明るさの主効果（ $F(2,34) = 1.46, p = 0.25$ ）は共に有意ではなく、交互作用も見られなかった（ $F(2,34) = 1.75, p = 0.19$ ）。AQスコアおよびAASP感覚過敏の尺度得点と平均瞳孔径の間には、いずれの条件においても有意な相関関係は見られなかった。一方で、背景色黒、文字色白で漢字の単語を呈示した際の実行時間と課題中の瞳孔径の平均値の間には有意な負の相関が見られた（ $r = -0.58, p = 0.01$ ）。その他の条件では、平均瞳孔径と遂行時間の間には有意な相関関係は見られなかった。

本研究結果は、当初の目的であった自閉症スペクトラム障害における自律神経系と読字困難感の関係性を明らかにするには至らなかったが、健常者における読字遂行時間と、読字中の瞳孔計測によって評価可能な自律神経系の傾向との関連を示唆した。今後は、読字困難感をより高精度に評価するための課題の作成を検討する必要があると考える。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 中野俊、中村駿斗、早川友恵
2. 発表標題 2つの眼がもたらす効果 - 視覚誘発電位N170成分を中心とした検討 -
3. 学会等名 日本心理学会第87回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 早川友恵、中野俊、中島均、原直人
2. 発表標題 自律神経系に与える青色光の影響 - 明暗刺激による瞳孔反応の検討 -
3. 学会等名 日本心理学会第87回大会
4. 発表年 2023年

〔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
研究分担者	早川 友恵 (Hayakawa Tomoe) (60238087)	帝京大学・文学部・教授 (32643)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------