

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：11101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K07546

研究課題名(和文) 発達性協調運動障害の視覚情報処理機能の解明

研究課題名(英文) Elucidation of visual information processing function of developmental coordination disorder

研究代表者

吉田 和貴 (Yoshida, Kazutaka)

弘前大学・医学研究科・客員研究員

研究者番号：10791717

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、視線測定装置(Gazefinder)を用いて、注視、追視、切替課題における視線の動きを測定し、発達性協調運動障害(DCD)を判別可能な映像課題及び視機能を検証した。5歳児健診参加の380名全員にGazefinderによる注視点測定を行った。解析結果から新映像を作成し、69名の5歳児の予備解析を行った。追視タスクでターゲットが下から上に低速および高速で移動する映像において、視認するまでの時間が運動検査MABC-2のスコアと有意な負の相関を認めた( $p<0.05$ )。また、この現象は、低速条件よりも高速条件において顕著であった( $p<0.05$ )。現在、最終解析に入っている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

世界的に幼児における発達性協調運動障害(DCD)を医学的根拠に基づいて診断している研究は少なく、さらに注視点測定を用いて視機能を測定することにより、DCDの病態解明に寄与するのみならず、客観的評価を用いたDCDの早期発見および早期介入への足掛かりとなる。本研究により、DCDの病態解明に寄与するのみならず、総務省の勤告通り、客観的評価を用いたDCDの早期発見および早期介入への足掛かりとなり、学習障害や二次的な精神障害の予防が実現できると考える。

研究成果の概要(英文)：In this study, we measured the movement of the gaze, pursuit, and switching tasks using a gaze measuring device (Gazefinder), and verified the visual task and visual function that can discriminate developmental coordination disorder (DCD). Gazes of 380 participants in the five-year-old checkup were measured by Gazefinder. We create a new video from the analysis results, and the preliminary analysis of 69 5-year-old children was performed on eye movement, which is one of the internal model disorders. In the video of the target moving from bottom to top at low speed and high speed in the pursuit task, the time to visual recognition was significantly negatively correlated with the score of the motor test MABC-2 ( $p<0.05$ ). In addition, this phenomenon was more remarkable under high speed conditions than under low speed conditions ( $p<0.05$ ). The final analysis is underway.

研究分野：精神医学

キーワード：発達性協調運動障害 視覚情報処理機能 視機能 Gaze tracking Gazefinder

## 1. 研究開始当初の背景

DCD は古くから 'Clumsy Child' などと呼ばれ、ぎこちない動きや不器用な子どもとして認識されてきた。1960年代から脳機能障害として研究が始まったが、自閉症スペクトラム障害や注意欠如・多動性障害などの発達障害と比べ認知度は低く、学童期の5~6%の有病率でありながら長年積極的に診断されることはなく見過ごされてきた。運動発達は日常生活において重要な役割を果たしており、機能低下はQOLに大きく影響する。さらに、青年期における精神症状との関連 (Cantel, et al.1994) や書字や読字などの学習障害 (Odds 比それぞれ 2.81、3.35) に高率に発展することが明らかとなり (RLingam, 2012)、早期介入の必要性が求められている。メタ解析によれば、DCD の病態は、特に視空間処理である視機能 (visual modality) の影響を強く受けるとされている (Wilson PH. 1998,2013)。申請者らは2013年から行っている弘前市5歳児発達健診 (年間約1,300人対象) において5歳 (平均月齢5歳4ヶ月) におけるDCDの有病率は学童期と同様、5.41%であり、集団の間では気づかれにくいことを明らかにした (三上ら, 2017)。また併存障害のないDCD単独群と月齢、性別、知能指数をマッチさせた健常群とで知能検査 (WISC-IV) を用いて認知機能を比較したところ、DCD単独群で特に視覚運動速度 (visual-motor speed) と協調運動 (motor coordination) を反映する課題の得点が有意に低下していることを確認した。さらに同群の子どもたちに関心領域への注視点測定を行ったところ、健常児と比べて領域外に有意に注視が多く、視覚情報の処理について量的及び質的に健常児と差異がある可能性が示唆された。このため、生後6カ月までの視覚発達モデル (Erhardt, 1982) に基づいた画像を作成し、2017年5月に65名の5歳児 (27名がDCD児) に視知覚としての注視課題、眼球運動能力としての追視課題、観念運動としての切替課題の3つの視機能を測定したところ、DCD群は他群と比べ有意差があった。これらは予備的な研究ではサンプル数が少なく、作成した画像の判別妥当性についてはさらに検証を必要とする。

これらの結果から得られた学術的な問いは、運動発達がピークを迎える5~6歳において、DCD児を判別できる視機能の検証、DCD児を判別可能な新画像の開発、視線測定装置の健診での有用性の検証、の3点とした。

## 2. 研究の目的

本研究では、視線測定装置 (Gazefinder) を用いて、注視、追視、切替課題における視機能を測定し、DCDを判別可能な映像課題及び視機能を検証して、早期発見、早期介入に役立てることを目的とした。

## 3. 研究の方法

DCD児を判別できる視機能の検証 (2018~2020年度)

5歳児健診での運動評価の実施: 弘前市に在住する5歳児 (満5歳児) それぞれ年間1,200名を対象とした。

( )対象者に、1:DCDQ (Developmental Coordination Disorder Questionnaire, 16項目、記入式)、2:SDQ (Strength and Difficulties Questionnaire, 25項目、記入式) を郵送し、DCDQでカットオフ値を超えた子どもをDCD疑いとし、MABC-2、JMAP、WISC-及びSP感覚プロファイルによる運動、認知及び感覚機能評価を行う。必要に応じてVineland-2 (Sara S. Sparrow)、自閉症スペクトラム障害の構造化面接ADOS-2またはADI-R (C. Lord, M. Rutter)、注意欠如・多動性障害の評価Conners-3 (C. Keith Conners) を用いてDSM-5基準でDCDの診断を行う。

( )健診においてGazefinderによる注視点測定を行う。測定は0.02秒ごとに1プロット座標を記録し、「注視」タスクは、直径30mmの円に内接するようオブジェクトを回転させ一定時間内の注視時間を測定する。オブジェクトは4種類用意し、表示位置やサイズ、回転速度を一定とする。「追視」タスクは、画面の中央を起点として上下左右対角斜め4方向にオブジェクトを等速移動させ、追従が行えるか判定する。オブジェは直径30mmの円とし、移動と停止を繰り返し提示する。速度は2往復6秒の設定とする。「切替」タスクは、追視の移動プロセスを削除し非表示と異なる座標へ表示の組み合わせで構成する。非表示が長いほどDCDはオブジェクトへの移動が遅れる。表示はランダムに行い、学習効果の影響を最小限とする。

( )健診結果から併存障害を含め厳密にDCDの診断を行い、Gazefinderで測定した座標を解析し、DCDを判別できる視機能のパラメーターについて回帰分析を用いて検証する。

DCD児を判別可能な新画像の開発 (2018~2020年度)

( )上記で測定した座標点の比較を健診毎 (年2回施行) に検証する。再現性のあるパターンを残し、判別不可能な映像は分析により根拠を明確にし (オブジェクトの刺激が強すぎるなど) 新規画像について検討する。

- ( )測定した視機能について運動・認知・感覚検査の結果を回帰分析し、運動能力の発達に必要な視機能の影響を明らかにする。
- ( )新規画像について、新規対象で解析を繰り返し、2020年度末までに5歳でDCD児を判別可能な新映像を開発する。

視線測定装置の健診での有用性の検証(2019~2021年度)

- ( )2021年春の健診に間に合うよう新映像の準備を行い、視線測定装置を用いて同様の健診を行う。
- ( )視線測定装置で測定した視機能のパラメーターをもとに、健診でのDCD診断(MABC-2:15%タイプ)を予測するアルゴリズムを作成する。

#### 4. 研究成果

発達性協調運動障害(DCD)児を判別できる視機能の検証

弘前市に在住する5歳児(満5歳児)2018年度1,189名、2019年度1,265名、2020年度1,127名にDCDQ、SDQを郵送し、2018年度1,106名(84.6%)、2019年度1,088名(86.0%)、2020年度988名(87.7%)から返信が得られた。カットオフ値を超えた子どもをDCD疑いとし、2018年度115名、2019年度123名、2020年度142名にMABC-2、JMAP、WISC-及びSP感覚プロファイルによる運動、認知及び感覚機能評価を行った。必要に応じてVineland-2、自閉症スペクトラム障害(ASD)の構造化面接ADOS-2、注意欠如・多動性障害(ADHD)の評価Conners-3を用いてDSM-5基準でDCDの診断を行った。380名全員にGazefinderによる注視点測定を行った。

DCD児を判別可能な新画像の開発

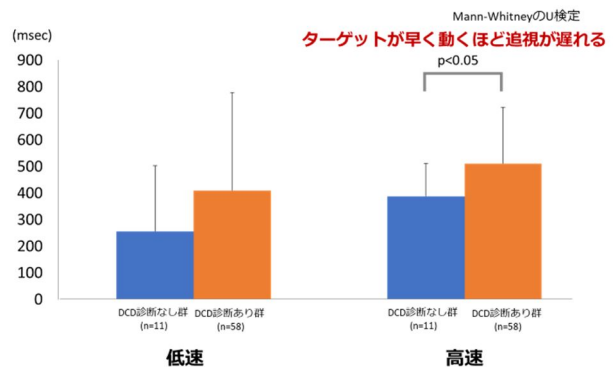
2017年に測定した65名分と2018年に測定した51名分の旧映像の判別能を検証した。IQ70未満およびASD、併存障害のある発達障害児を除外基準とし、定型発達児39名、併存障害のないADHD児14名、併存障害のないDCD児23名を解析対象とした。使用したパラメーターは注視、追視、切替のすべての課題とした。すべてのパラメーターが協調運動機能と相関があった。特に追視課題において、速度が速くなると、DCDでは優位に追視速度が遅くなり、特に上下の眼球運動の課題において遅れが顕著であった。旧映像について、子どもたちの感想や解析結果を加味し、新映像を検討し、新映像を完成させた。

視線測定装置の健診での有用性の検証

内部モデル障害の一つである眼球運動について、69名の5歳児のデータの予備解析を行った。対象児は静かな環境で「注視」「追視」「視点の切替」の3テーマをベースとした課題で構成された映像を視聴した。その結果、追視タスクでターゲットが下から上に低速( $r=-0.37$ )および高速( $r=-0.34$ )で移動する映像において、視認するまでの時間がMABC-2と有意な負の相関を認め( $p<0.05$ )協調運動が苦手な人は、追視速度が遅く視認するまでに時間がかかることが明らかとなった(図1)。上下の視線移動は読字に関係することからLDにつながる恐れのある事例の抽出に役立つものになると考えられる。また、DCDの有無の判別のためには高速条件程度の速度が有効である。2021年度に測定したデータを加えて、さらに評価指標の確立および評価の信頼性や妥当性の検討などを行っていく。

図1

DCD診断の有無による追視タスク(上下)の下→上条件における、ターゲット視認までの時間の、速度による群間比較



さらに評価指標の確立および評価の信頼性や妥当性の検討などを行っていく。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Mikami Misaki, Hirota Tomoya, Takahashi Michio, Adachi Masaki, Saito Manabu, Koeda Shuhei, Yoshida Kazutaka, Sakamoto Yui, Kato Sumi, Nakamura Kazuhiko, Yamada Junko	4. 巻 52
2. 論文標題 Atypical Sensory Processing Profiles and Their Associations With Motor Problems In Preschoolers With Developmental Coordination Disorder	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Child Psychiatry & Human Development	6. 最初と最後の頁 311 ~ 320
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10578-020-01013-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 斉藤まなぶ、小枝周平、大里絢子、三上美咲、坂本由唯、三上珠希、中村和彦	4. 巻 32
2. 論文標題 発達性協調運動障害 (DCD)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 そだちの科学	6. 最初と最後の頁 47-54
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 1件/うち国際学会 3件）

1. 発表者名 斉藤まなぶ、大里絢子、吉田和貴、中村和彦
2. 発表標題 顕在化しにくい発達障害の早期発見と支援
3. 学会等名 第62回日本小児神経学会学術集会シンポジウム8 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 斉藤まなぶ、坂本由唯、吉田和貴、三上珠希、大里絢子、照井藍、中村和彦
2. 発表標題 視線追跡装置 (Gazefinder) を用いた5歳児のASDスクリーニングアルゴリズムの開発
3. 学会等名 第61回日本児童青年精神医学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kaneda-Osato, A., Saito, M., Mikami, M., Koeda, S., Masuda, T., Tsuji, M., Kimura, M., Uchida, Y., Wakuta, M., Yamada, J., and Nakamura, K
2. 発表標題 Sensory and cognitive correlates with motor coordination in 5-years old children with developmental disorders including DCD, ASD and ADHD
3. 学会等名 The 13th International conference on Developmental Coordination Disorder (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Saito, M., Aoki, T., Yoshida, K., Koeda, S., Mikami, M., Kaneda-Osato, A., Masuda, T., Sakamoto, Y., Mikami, T., Yamada, J., Tsuchiya, K., Katayama, T., and Nakamura, K
2. 発表標題 Innovation of Eye tracking device for early detection of children with developmental coordination disorder
3. 学会等名 The 13th International conference on Developmental Coordination Disorder (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Manabu Saito, Shuhei Koeda, Misaki Mikami, Taihiro Aoki, Kazutaka Yoshida, Yui Sakamoto, Junko Yamada, Kenji Tsuchiya, Taiichi Katayama, Kazuhiko Nakamura
2. 発表標題 Characteristics of Eye Movements of 5-year-old Children with Developmental Coordination Disorder
3. 学会等名 The the 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies Congress (FAOPS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大里絢子、三上美咲、斉藤まなぶ、坂本由唯、足立匡基、安田小響、増田貴人、田中勝則、栗林理人、中村和彦
2. 発表標題 5歳児における協調運動機能へ影響を及ぼす認知及び感覚の因子
3. 学会等名 第59回日本児童青年精神医学会
4. 発表年 2018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	小枝 周平 (Koeda Syuhei) (00455734)	弘前大学・保健学研究科・講師  (11101)	
研究分担者	増田 貴人 (Masuda Takahito) (20369755)	弘前大学・教育学部・准教授  (11101)	
研究分担者	山田 順子 (Yamada Junko) (30334965)	弘前大学・保健学研究科・教授  (11101)	
研究分担者	三上 珠希 (Mikami Tamaki) (40400501)	弘前大学・医学研究科・特任助教  (11101)	
研究分担者	斉藤 まなぶ (Saito Manabu) (40568846)	弘前大学・医学研究科・准教授  (11101)	
研究分担者	中村 和彦 (Nakamura Kazuhiko) (80263911)	弘前大学・医学研究科・教授  (11101)	
研究分担者	坂本 由唯 (Sakamoto Yui) (60770386)	弘前大学・医学部附属病院・助教  (11101)	

6. 研究組織（つづき）

	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	松原 侑里  (Matsubara yuri)  (60803179)	弘前大学・医学部附属病院・助手    (11101)	
研究分担者	照井 藍  (Terui Ai)  (60832904)	弘前大学・医学研究科・助手    (11101)	

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