

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 21 日現在

機関番号：82404

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2014～2015

課題番号：26880029

研究課題名(和文) 自閉症者における到達把持運動中の視覚運動変換とその発達過程の検討

研究課題名(英文) Visuomotor processes for prehension movements in adolescents with autism spectrum disorders

研究代表者

福井 隆雄 (Fukui, Takao)

国立障害者リハビリテーションセンター(研究所)・研究所 脳機能系障害研究部・流動研究員

研究者番号：80447036

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：自閉スペクトラム症(ASD)者の動作について、これまで「ぎこちない、不器用である」と指摘されてきたが、その詳細な運動学的特性については不明であった。そこで、本研究では、16歳～20歳前半のASD者を対象に、日常的動作の1つである到達把持運動に着目して、運動中の見えによる把持調節、把持から持ち上げ動作への遷移過程について、同年齢の定型発達者と比較した。その結果、ASD者の把持調節は定型発達者と類似している一方、遷移過程については持ち上げ開始の遅れが認められ、動作間連結化の困難さが認められた。

研究成果の概要(英文)：Movement disturbances in autism spectrum disorders (ASD) have been a focus of research in addition to their social communication problems (e.g., Leary & Hill, 1996). However, kinematics properties of reach-to-grasp movements in adolescents with ASD have not yet been clarified. We investigated how online vision affects grip aperture control and how motor acts (grasping and uplift) are chained in adolescents with ASD, compared to typically developing (TD) peers. We found that ASD's grip aperture patterns were quite similar to those of TD and that the coupling between grasping and uplift in ASD was impaired. Therefore, movement disturbance in ASD would not be due to a lack of use of online vision for motor control, but rather due to a deficit in chaining motor acts.

研究分野：認知科学

キーワード：到達把持運動 オンライン視覚 自閉スペクトラム症

1. 研究開始当初の背景

自閉スペクトラム症 (Autistic Spectrum Disorder: ASD) は発達障害の 1 つであり、日常場面で「目が合わない」と言われるように、社会的コミュニケーションの障害 (e.g., Phillips et al., 1992; Pelphrey et al., 2002) として強調されることが多いが、臨床的経験知から、ASD 者は「動作がぎこちない」と語られてきた。実際、運動機能面の障害について、歩行動作の障害 (e.g., Damasio & Maurer, 1978; Vilensky et al., 1981; Hallett et al., 1993) や上肢動作の障害 (e.g., Hughes, 1996; Fabbri-Destro et al., 2009) が報告されている。

これらの動作障害に関する研究は、主にビデオ映像を用いた解析や運動機能評価のバッテリーテストにより行われ、自閉症者の詳細な運動学的特性を検討した研究はまだまだ少ないのが現状である。さらに、上肢動作の中でも、日常的に多くの場面で見られる到達把持運動に関する研究は、定型発達者では成人 (e.g., Jeannerod, 1981; Fukui & Inui, 2006)、子供 (e.g., Kuhz-buschbech et al., 1998; Zoia et al., 2006) を対象に多くの研究があるにも関わらず、ASD 者 (児) の運動学的特性を検討した研究はほとんどない。数少ない研究例として、7-13 歳の ASD 児を対象にした、Mari et al. (2003) の研究が挙げられる。ASD 児の知能指数 (IQ) の高低の違いによる運動学的特性の違いを示唆しており興味深い研究であるが、運動中、視覚が常に利用可能な条件のみの実験である。さらに、思春期後期以降を含めた成人期を対象にした研究は今まで見られない。しかし、ASD 者における運動機能の発達過程が定型発達者とのように異なるか同定する上で、成人期の ASD 者を対象とした研究は不可欠である。

近年、運動発達が社会性などの他の精神発達領域と関連している可能性 (Haswell et al., 2009) が指摘されているので、到達把持運動における視覚-運動変換処理とその発達過程を

検討することは、(1) 自閉症における巧緻運動障害の神経基盤の解明にも寄与しうる運動学的な行動データの集積、(2) その運動学的特性に注目した支援法の開発の両面から、極めて重要である。

2. 研究の目的

青年中期から若年成人の ASD 者を対象に、液晶シャッターゴーグルを用いてオンライン視覚 (運動中の見え) を操作し、到達把持運動における運動学的特性を定型発達者と比較した。

3. 研究の方法

16歳以降の ASD 者と定型発達者を対象に、その運動学的特性の明らかにするため、モーションキャプチャーシステム (OptiTrack, 100 Hz) を用いた (図 1A)。親指先・人差指先・手首部に反射マーカを貼付し (図 1B)、指間距離 (親指・人差指間距離) 及び手首軌道を計測した。

運動中の見えを操作するために、実験参加者は、液晶シャッターゴーグル (竹井機器工業製) を装着し、試行開始前、スイッチ上に手を置くように教示された。

課題は、前方 30 cm に提示された円柱の木製

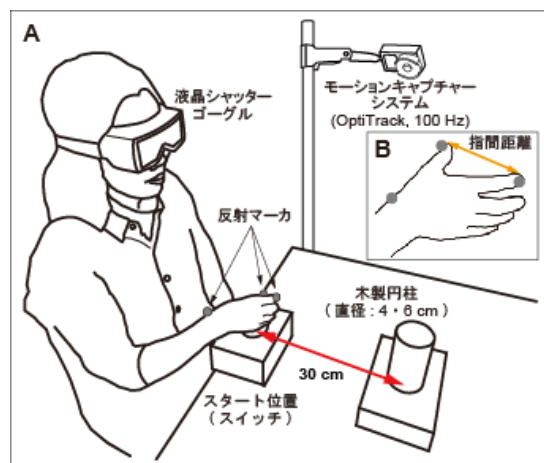


図 1 A: 実験セットアップ。参加者は提示物体への到達把持運動を行った。運動中の見えは、液晶シャッターゴーグルにより制御された。B: 指間距離最大値の差と動作間遷移時間を分析した。

物体(直径4,6 cm)への到達把持動作を行い、把持後に5 cm程持ち上げてから元に戻すことであった。運動中の見えは、1) 運動中常に視覚(見え)が利用できる条件(視覚あり条件)と、2) 運動開始直後にゴーグルが遮断され、運動中、外部環境が見えない状態で課題を行う条件(視覚なし条件)を設定した。視覚条件の提示方法(視覚コンテキスト)として、セッション内で同一条件を行うブロック化条件と、視覚あり・なし条件を交互に行う交互条件を検討した。運動中の見えの利用に基づいた把持調節の指標として、指間距離最大値の視覚あり条件となし条件の差を、動作間の移行(物体をつかむ動作から持ち上げる動作がどの程度スムーズに行えるか)の指標として動作間遷移時間(把持完了時から持ち上げ開始までの時間)を算出し、グループ(定型発達者, ASD)を参加者間要因、サイズ(4, 6 cm), 視覚条件(あり, なし), 視覚コンテキスト(ブロック化, 交互)を参加者内要因とする分散分析を行った。

4. 研究成果

指間距離最大値の差については、グループに関する主効果、交互作用はいずれも有意ではなかった。この結果は、16歳以降のASD者では、同年齢の定型発達者と同様のオンライン視覚(運動中の見え)に基づく把持調節を行っていることが示唆された。

動作間遷移時間(図2)については、グループ間の違いが明らかになり、ブロック化条件、そして、交互条件時の視覚あり条件において、ASD者の動作間遷移時間が定型発達者に比べて有意に長くなった。このことは、ASD者では物体の持ち上げが定型発達者に比べ遅れることを示している。また、ASD者において、運動中の見えがある場合、ブロック化条件に比べて、交互条件で動作間遷移時間が短くなった、つまり、持ち上げが早くなった。

Yang et al. (2014)は、本研究と同様のオンライン視覚を操作した到達把持運動課題を平均

年齢7.8歳のASD児に行い、定型発達児と比較した。その結果、ASD児では把持制御におけるオンライン視覚の寄与が小さいことを示した。本実験でのASD者は指間距離調節について定型発達者と同様であったので、両結果より、視覚に基づく把持調節能力は、ASD者においても成人期までには獲得しうることが示唆された。一方、動作間のスムーズな遷移(この場合、つかむ動作から持ち上げる動作への移行)は青年中期以降のASD者において、依然困難であった(cf. Fabbri-Destro et al., 2009)。さらに、ASD者における視覚コンテキスト(提示方法)の違いによる動作間遷移時間の違いも明らかになった。

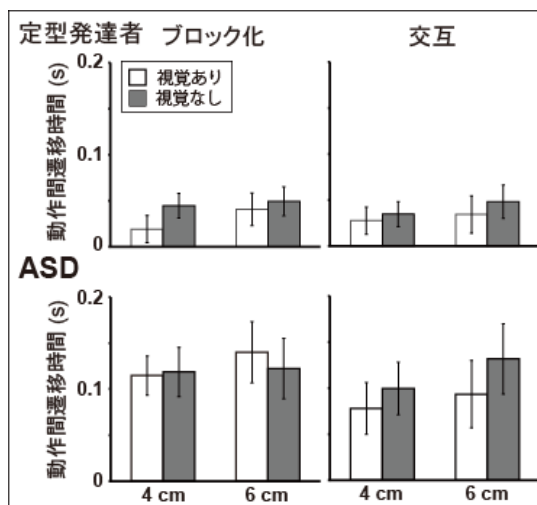


図2 平均動作間遷移時間(上段:定型発達者, 下段:ASD者)。エラーバーは標準誤差を示す。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計3件)

Fukui, T. & Inui, T. (2015) Use of early phase online vision for grip configuration is modulated according to movement duration in prehension, *Experimental Brain Research*, 233(8), 2257-2268. DOI: 10.3389/fncom.2015.00143. (査読有)

Takemura, T., Fukui, T., & Inui, T. (2015) A computational model for aperture control in reach-to-grasp movement based on predictive variability, *Frontiers in Computational Neuroscience*, 9, 143. (15 pages) DOI: 10.1007/s00221-015-4295-8. (査読有)

福井隆雄・井上和哉・小松丈洋・佐藤暢

哉 (2015) ヘッドマウントディスプレイを用いた到達把持運動における視覚・触覚情報の寄与に関する検討, *映像学技報*, 39(43), 1-4. (査読無)

〔学会発表〕(計4件)
(国際学会)

Fukui, T., Nakajima, Y., & Wada, M (2015) Use of online vision for reach-to-grasp movements in adolescents with autism spectrum disorders, *Perception* vol. 44 Supplement, 212. [38th European Conference on Visual Perception, 23-27 August, Liverpool, UK] [Poster]

(国内学会)

福井隆雄・井上和哉・小松文洋・佐藤暢哉 (2014) 把持動作の指間距離調節における視覚・触覚情報の寄与, *日本心理学会第78回大会発表集*, 588. [9月10-12日, 同志社大学] (ポスター)

福井隆雄・レヴォルパトリス・サルムロメオ・ピセラロール・ロッセッティイヴ (2015) 頭頂葉損傷患者における把持とそのパントマイムの運動学的特性, *日本認知心理学会第13回大会発表論文集* 9 [7月4-5日, 東京大学] (口頭)(優秀発表賞「技術性評価部門」)

福井隆雄・金樹英・東江浩美・鈴木繭子・西牧謙吾・中島八十一・和田真 (2016 予定) 到達把持運動における自閉症者のオンライン視覚の利用特性, *日本認知心理学会第14回大会論文集*, ***. [6月18日-19日, 広島大学] (口頭)

〔その他〕

ホームページ: <http://researchmap.jp/t-fukui/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福井 隆雄 (FUKUI Takao)

国立障害者リハビリテーションセンター
研究所・脳機能系障害研究部・流動研究員
研究者番号: 80447036