

対人コミュニケーションにおける TD と ASD の注視行動比較のための VR システム開発 VR System for Comparing Gaze Behavior between TD and ASD

大村 美鶴穂¹
Mizuho Omura

原田 翔太¹
Shota Harada

土屋 彩茜²
Ayaka Tsuchiya

大須 理英子²
Rieko Osu

満上 育久³
Ikuhisa Mitsugami

1. はじめに

多様な人材がいる組織は、広範な知識や技能を持ち、異なる視点や発想を生むため、イノベーションの貢献や組織全体の生産性の向上が期待される。しかし、メンバーの価値観や知的理解が多様化し、コミュニケーションの齟齬が生じると、「心理的安全性」と呼ばれる、安心して自己表現できる環境が損なわれる可能性があり、全体のパフォーマンスや生産性が低下する恐れがある[1][2]。そのため、定型発達者 (TD) と自閉スペクトラム症者 (ASD) などの発達障がい者が共存する、ニューロダイバーシティのある組織において、多様性と心理的安全性の両方を高く維持できる組織作りが重要である。

先行研究によると、TD と ASD は外部情報の取り込み方に違いがあり、TD 同士や ASD 同士の情報伝達は円滑であるが、TD と ASD の間では情報伝達の精度が低く、コミュニケーションに課題があることが明らかとなっている[3]。特に、乳幼児や未就学児を対象とした注視行動の比較実験においては、TD 児は人の目元や動作などの社会的情報を注視する一方で、ASD 児は口元や幾何学模様などを局所的に注視し、社会的情報への注視時間が短い傾向が確認されており、認知特性の違いが注視行動に表れることが示されている[4][5][6][7]。

そこで本研究では、ニューロダイバーシティのある組織におけるコミュニケーション円滑化の第一段階として、コミュニケーション中の TD と ASD の注視行動を比較する VR システムを作成する。注視行動を記録し比較するためには、全ての実験参加者が同じ立場で同じコミュニケーションを体験する必要がある。そのため、実験条件を統一することを目的に、組織を想定したコミュニケーションの様子を第一人称視点の全天周映像として事前に撮影しておき、それをアイトラッキング機能付きの VR ゴーグルへ提示するシステムを開発する。これにより、リアリティのある対面コミュニケーションを疑似体験しながら体験中の注視行動の時系列データを得る。そして、全天周映像にインスタンスセグメンテーションを行い、VR システムで記録した注視点上のオブジェクトを対応付けることで、コミュニケーション中に注視していたオブジェクトの時間割合を算出し比較する。

2. 提案手法

2.1 注視行動を記録するための VR システム

本研究では、アイトラッキング機能を搭載した Meta 社の VR ゴーグル「Meta Quest Pro」[8]へコミュニケーションの様子を事前に録画した全天周映像を提示することにより、

仮想環境内でリアルな対面コミュニケーションが疑似体験できるシステムを作成する。具体的には、仮想空間内に設置した半径 5[m]の球体の内側に反転させた全天周映像をマッピングし、球体の原点位置には VR ゴーグルの頭部方向と連動して回転するカメラを設置する。これにより、実験参加者が VR ゴーグルを装着すると 360 度見渡せる全天周映像が表示され、同じコミュニケーションの参加体験を疑似的に行うことが可能となる。

なお、体験中の注視行動の記録については、VR ゴーグルから得られる頭部方向と眼球運動データをもとに視線ベクトルの時系列データを算出する。そして、全天周映像を投影している球面との交点を注視点の 3 次元直交座標として記録することにより、コミュニケーションを疑似体験しながら、体験中の注視行動の時系列データを得る。

2.2 注視対象の検出

本研究では、TD と ASD の注視行動を比較する際、注視点の座標の動きだけでなく各時刻にどのオブジェクトを注視していたかを比較する。そのため、VR システムで提示した全天周映像の全フレームに対してインスタンスセグメンテーションを行い、ピクセルごとに分類されたオブジェクトの検出結果と記録された注視点の座標を対応付けることにより、視線の先にあるオブジェクトの名前を検出する。

なお、全天周映像にインスタンスセグメンテーションを適用する際、正距円筒図法で表示された各フレームに直接インスタンスセグメンテーションを適用すると、画像の歪みが原因で誤検出や検出漏れが多発するという課題がある。そこで本研究では、正距円筒図法の画像を一度キューブマップに投影し、一般的な透視投影画像 6 個に変換してからインスタンスセグメンテーションを行う。そして、その結果を再び正距円筒図法に戻すことにより、画像上の歪みに影響されない安定したセグメンテーション結果を得る。

3. 実験

3.1 実験方法

共同研究先の早稲田大学に在籍している TD の学生 3 名と、同じく共同研究先の福井大学医学部附属病院の精神科に通院されている ASD3 名を対象に、作成した VR システムを用いて注視行動のデータ収集を行った。VR システムでは、対面または Zoom で参加する 2 種類のワークショップの全天周映像を提示し、実験参加者には両方のワークショップを疑似体験してもらった。なお、本システムの開発には Unity [9]のバージョン 2021.3.30f1 を使用し、全天周映像のインスタンスセグメンテーションには GitHub で公開されていた PixelLib [10]を使用した。

3.2 結果と考察

全天周映像の任意の 1 フレームに対して記録した全フレームの注視点を重ねて描画し、実験参加者ごとに注視点の

1) 広島市立大学, Hiroshima City University

2) 早稲田大学, Waseda University

3) 立命館大学, Ritsumeikan University

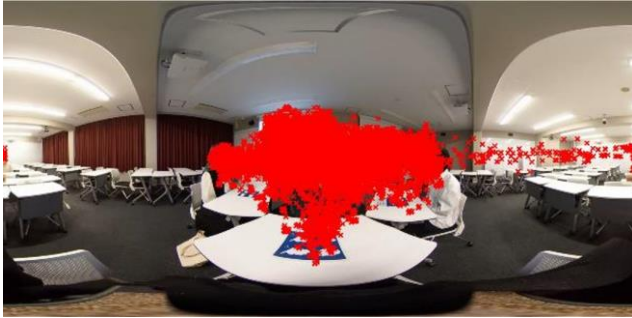


図 1 対面参加型ワークショップにおける TD (3名) の注視点分布



図 2 対面参加型ワークショップにおける ASD (3名) の注視点分布

分布を比較した。一例として、対面参加型のワークショップで得られた TD と ASD3 名分をそれぞれ重畳した結果を図 1, 図 2 に示す。これより、対面参加型のワークショップ体験において、ASD は TD に比べ広い範囲を注視している様子が確認できた。

次に、全天周映像の各フレームに対して注視オブジェクトの検出を行い、TD と ASD の注視行動を比較した。対面参加型のワークショップにおいて、得られた注視オブジェクトの時間割合結果を図 3 に示す。算出したオブジェクトのクラス名について、「person」は人物、「tv」はスライド資料を投影したスクリーン、「その他」は未検出を含む上記以外のオブジェクト範囲を注視していた結果を指している。

まだ実験参加者数が少ないため、これらの結果からは TD と ASD の間に有意な差は確認できなかった。しかし、参加型・Zoom 参加型ワークショップの両方の ASD 参加者について、「person」の割合が少なく「その他」の割合が多いという、同様の結果が示された。これらは、「話すときに相手の顔を見ない」という ASD によく見られる挙動を示しており、提案システムによりこれらが客観的・数値的に観測できるようになったことは重要である。

4. おわりに

本研究は、ニューロダイバーシティのある組織における TD と ASD の注視行動を比較・分析することを目的とし、アイトラッキング機能を搭載した VR ゴーグルを用いて同一のコミュニケーション体験ができる VR システムを作成した。そして、TD3 名と ASD3 名の実験参加者に対して、対面参加型と Zoom 参加型のワークショップを疑似体験してもらい、その際の注視行動を計測することで、注視点の分布と注視オブジェクトの時間割合を比較した。

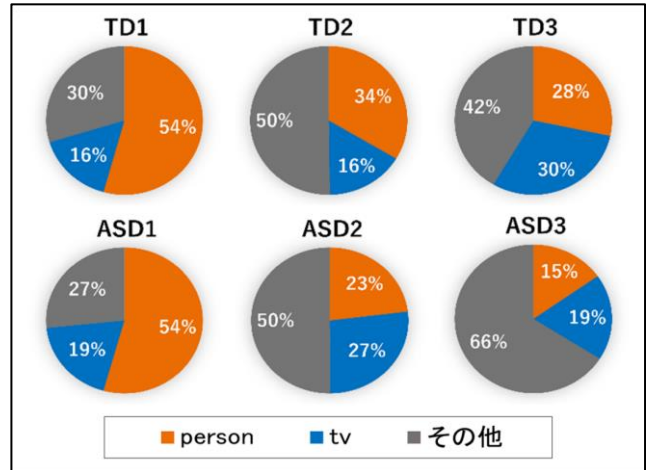


図 3 対面参加型ワークショップにおける注視オブジェクトの時間割合

その結果、実験参加者数が少なく、現時点では TD と ASD の間に有意な差は確認できなかった。しかし、対面と Zoom どちらのワークショップ体験においても、ASD の実験参加者が「話すときに相手の顔を見ない」という ASD 特有の挙動を示したため、提案システムを用いることでこれらの行動を客観的かつ数値的に観測できることが確認された。

今後は、実験参加者の人数と体験できるコミュニケーションの種類を増やし、対面コミュニケーションにおける注視行動の比較と分析を行う予定である。また、ニューロダイバーシティのある組織でのコミュニケーション円滑化を目的とした双方向コミュニケーション支援システムの開発を検討する。

謝辞

本研究は、JST 未来社会創造事業、JPMJMI22J1 のご支援を受けた。

参考文献

- [1] 内閣府, “令和元年度 年次経済財政報告 — 『令和』 新時代の日本経済—,” 2019 年
- [2] 国分さやか, “職場における心理的安全性の要因についての考察,” *Rikkyo Bulletin of Business*, no.18, pp.65-74, 2021
- [3] Crompton CJ, Ropar D, Evans-Williams CV, Flynn EG, Fletcher-Watson S. “Autistic peer-to-peer information transfer is highly effective,” *Autism*, vol.24, no.7, pp.1704-1712, 2020.
- [4] Fujisawa TX, Tanaka S, Saito DN, Kosaka H, Tomoda A. “Visual attention for social information and salivary oxytocin levels in preschool children with autism spectrum disorders: an eye-tracking study,” *Front Neurosci*, vol.17, no.8, pp.295, 2014.
- [5] Guillon Q, Hadjikhani N, Baduel S, Rogé B. “Visual social attention in autism spectrum disorder: insights from eye tracking studies,” *Neurosci Biobehav Rev*, no.42, pp.279-97, 2014.
- [6] 河西哲子, “自閉症スペクトラム障害の視覚的注意特性 — パイアス化競争モデルによる検討—,” *Japanese Psychological Review*, vol.54, no.1, pp.29-38, 2011
- [7] Sasson NJ, Elison JT, Turner-Brown LM, Dichter GS, Bodfish JW. “Brief report: Circumscribed attention in young children with autism,” *J Autism Dev Disord*, vol.41, no.2, pp.242-247, 2011.
- [8] Meta Quest Pro, <https://www.meta.com/jp/quest/quest-pro/>
- [9] Unity, <https://unity.com/ja>
- [10] PixelLib, <https://github.com/ayoolaolafenwa/PixelLib/tree/master>