

平成 30 年 6 月 24 日現在

機関番号：32202

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12050

研究課題名(和文)他者視点取得養成ギブスの構築とその応用

研究課題名(英文)Constructing a training system for perspective-taking and its application

研究代表者

平井 真洋(HIRAI, MASAHIRO)

自治医科大学・医学部・准教授

研究者番号：60422375

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、視点を自由に操作するシステムの構築とそれに基づく認知機能の変容の発達変化について明らかにすることであった。研究結果として、(1)視点変換により運動計画が定型発達児・非定型発達児で異なること、(2)視点取得課題において、定型発達児と非定型発達児では異なる脳部位が関与することが示唆された。

研究成果の概要(英文)：We aimed to create a system that enables us to operate the viewpoint freely, to reveal how the transformed-visual input can alter the cognitive function, and how it changes across development. As a result, (1) differential atypical performances were observed among children with and without autism spectrum disorders (ASD) when the visual perspective was transformed (2) different brain areas were involved in taking other's perspective across children with and without ASD.

研究分野：発達認知神経科学

キーワード：他者視点取得 身体 発達 座標系 心的回転

### 1. 研究開始当初の背景

同じ景色を見ていても他人のしている景色は自分の見え方とは異なる。これを理解する能力は「他者視点取得」と呼ばれ(Piaget & Inhelder, 1956), 社会的認知において極めて重要な能力の一つであるとされる(Frith, 2007)。近年, 100 人に約一人の発症率とされ, 社会的コミュニケーションに困難を抱えるとされる自閉症スペクトラム障害(ASD)児では, 他者視点取得が困難であるとの報告が多い(Pearson et al., 2013)。これまで, 他者視点取得課題成績と他者の信念理解に関する成績の間に有意な正の相関があることが報告されている(Hamilton et al., 2009)。しかしながら, そのメカニズムについては明らかでないのが現状である。

これまでの他者視点取得研究は, その「視覚的处理」にのみ着目して検討してきた。しかしながら, 申請者らは自己の視点操作能力(自分が別の場所に移動して, その場所から見える景色を想像する能力)が高い児ほど他者視点取得能力が高いことを見出している(Hirai et al., 2013; Hirai et al., under revision)。この知見を裏付けるように, 自己身体が離れて自分を見下ろす「幽体離脱」体験時は, 他者視点取得課題を行っている場合と同じ脳部位(側頭頭頂接合部, TPJ: Temporo-parietal junction)が活動することが知られている(Blanke et al., 2002)。TPJは「心の理論課題」においても活動することや(Saxe et al., 2003), 道徳性(Young et al., 2010)といった社会的認知機能が関与することが報告されている。しかしながら, 自己視点の操作がどのようにその他の認知機能に影響を与えるのか, それが発達によりどのように変化するのか, 更には定型発達・非定型発達でどのように変化するかについては依然不明である。

### 2. 研究の目的

本研究は, 自己視点の操作によって変容する認知機能に与える影響を解明することを目的とし, 視点を操作するシステムを構築することにある。また, その構築したシステムを用い, 健常成人ならびに定型・非定型発達児を対象とした調査を行い, 視点操作によって変容する認知機能について検討を行った。さらに他者視点取得に関連した神経活動を解明するため, 光トポグラフィーを用いた脳機能計測を実施し, 他者視点取得に関連する脳活動を計測した。

### 3. 研究の方法

研究目的を達成するため, 初年度前半に, 自己視点を自由に操作するシステムの構築・幽体離脱感を惹起するパラメーターの決定, 後半は, 行動実験・脳活動計測実験を開始した。これらこれにより, 次年度に ASD 者を対象とした研究を進めた。

#### (1)【研究項目 1】視点を操作するシステム

#### ムの構築

現有資料であるモーションキャプチャシステムを用い, 被験者の頭部に装着したマーカーの位置をトラッキングする。この頭部位置情報を, 被験者から離れた場所に設置したネットワークカメラに送り, 被験者の頭部の動きに同期させてカメラを上下左右に動かす。これにより自己視点を操作した

#### (2)【研究項目 2】視点操作のためのパラメーターの探索

幽体離脱感を惹起させるための各種パラメーターを探索した。特に, 観察者とカメラの角度, 高さなどを変化させ, 幽体離脱感が最大となるパラメーターの探索を行った。

#### (3)【研究項目 3】行動計測実験(健常成人, 定型・非定型発達児)

本研究項目は, 研究項目 1 において開発したシステムを用い, 研究項目 2 で特定した, 幽体離脱感を最も感じるパラメーターと最も感じないパラメーターの二つを実験条件として用いた。実験では, 視点変換による認知機能への影響を明らかにするため, 運動計測課題を用いた。

健常成人を対象とした予備実験により, 実験パラダイムを確立の上, 定型発達児(43 名 7 歳~16 歳)ならびに非定型発達児(24 名 7 歳~16 歳)を対象とした。課題はベースライン課題と視点変換課題の二つであった。

実験では, モニターを参加者の正面に水平に置き, 参加者の指先に装着したマーカーの位置をモーションキャプチャー装置によりリアルタイムでトラッキングし, 指先の位置のみをフィードバックした。

ベースライン課題は, 画面上の 3 箇所いずれかに現れるキャラクターに向かって腕を伸ばすように指示され, ターゲットへの腕伸ばしの正確さによって加算得点を変化させた。教示では, ターゲットが現れたら出来る限り早くターゲットに到達するように腕を伸ばすように教示した。テスト課題では, 参加者の視点を変化させた上で, ベースライン課題と同様の課題を要請した。ただし, 指先の位置はフィードバックをしなかった。

#### (4)【研究項目 4】脳機能計測実験(定型・非定型発達児)

本研究項目では, 他者視点取得の神経基盤の発達変化を明らかにすることを目的とした。さらに上記の行動計測実験の課題成績との関係を明らかにすることを目指した。目的を達成するため, 定型発達児(27 名, 7 歳~12 歳)ならびに非定型発達児(12 名, 7 歳~12 歳)を対象とした。課題は, Hamilton ら 2009 の課題を改変し, 対象となる玩具の見え方が他者からどのように見えるかを回答する「他者視点取得課題」と統制課題として, 対象物が回転し, その見え方を被験者が回答する「心的回転課題」の 2 つを実施した。これらの課

題では、選択肢が出たらすばやく回答をするように要請した。これら課題遂行中の脳活動を光トポグラフィーにより計測した。計測対象とする領域は、両側側頭葉から後頭葉とし、特に先行研究において、他者視点取得課題に関連した脳活動がみられる「側頭頭頂接合部」を関心領域とした。

#### 4. 研究成果

##### (1) 【研究項目 1】視点を操作するシステムの構築

現有資材であるモーションキャプチャーを用いて当該システムを構築した。ヘッドマウントディスプレイに装着したマーカークの位置情報をモーションキャプチャー・システムにより、リアルタイムでトラッキングすることにより、カメラの架台を頭部動作に同期させて動作させた。

##### (2) 【研究項目 2】行動計測実験（健常成人、定型・非定型発達児を対象に）

健常成人を対象とした予備的検討により実験パラダイムならびにパラメーターを決定した。その結果、ベースライン課題では定型発達群（TD）および非定型発達群（自閉スペクトラム症；ASD）において、終点誤差ならびにターゲット出現から特定のリーチング速度に達するまでの反応時間に有意差はみられなかった。一方、視点変換課題においては、反応時間において、非定型発達群は定型発達群に比べて有意に長いことが明らかとなった（図 1 A）。更に終点誤差では、定型発達児は非定型発達児に比べて誤差が有意に増大することを見出した（図 1 B）。

更に発達変化を解析した結果、定型発達児では、若年群では視点変換方向に終点が引きずられ、その度合いが発達に伴い減少する傾向が見られた。一方、非定型発達児では、定型発達児と比較し、視点方向には影響を受けにくく、自己身体方向への偏り傾向が見られた。

本研究成果は、これまで明らかにされてこなかった、視点を操作することにより、運動計画方略が発達変化すること、さらに定型発達・非定型発達において異なることを示した。特に、両群における課題成績に関する発達軌跡が 11 歳付近において重なりあうことを見出した。本研究成果は視点変換が認知機能、特に潜在的な運動計画に与えることを初めて明らかにした。現在、本成果を論文としてまとめ、投稿中である。

##### (3) 【研究項目 3】行動計測実験

さらに研究項目 1 で明らかとなった、視点変換操作側への偏り、もしくは身体座標系への偏りがどのようなメカニズムで生じるかについて、解明を進めている。

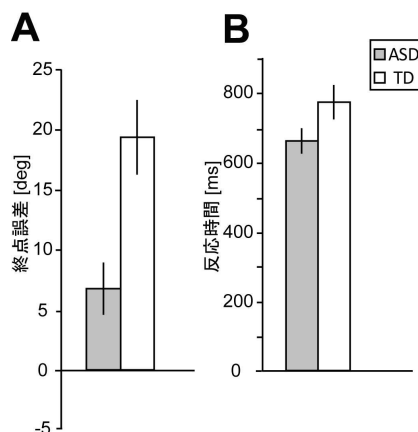


図 1 定型発達児（TD）ならびに非定型発達児（自閉スペクトラム症、ASD）における終点誤差ならびに反応時間

##### (4) 【研究項目 4】脳機能計測実験（定型・非定型発達児）

上記研究項目において見出した視点変換入力に伴う ASD 児における終点誤差の相違を解明するため、同一児を対象に、他者視点取得能力に関連する神経活動を解明することを目的とした。課題は、Hamilton ら 2009 の課題を改変し、対象となる玩具の見え方が他者からどのように見えるかを回答する「他者視点取得課題」と統制課題として、対象物が回転し、その見え方を被験者が回答する「心的回転課題」の 2 つを実施した。結果、行動成績は反応時間・正答率ともに定型発達群・非定型発達群で有意差はみられなかった。しかしながら、課題に関連した神経活動で群間差が見られた。特に右側側頭頭頂接合部付近において、他者視点取得に関連した脳活動が非定型発達児において異なることを見出した（図 2）。これらは、行動指標では他者視点取得方略に非定型性がみられなかったものの、異なる神経メカニズムが ASD 児において関与することが示唆される。

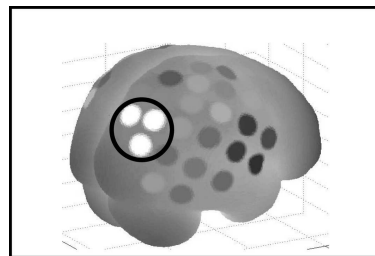


図 2 他者視点取得課題において活動の増大が見られた部位。

今後はさらに、ASD 児で見られた他者視点取得課題遂行時における脳活動の違いと研究項目 2 の行動計測実験においてみられた、TD 児と ASD 児の行動パターンの違いに関する関係について明らかにする予定である。

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 7 件)

- 1) Watanabe E, Satoh M, Konno T, Hirai M, Yamaguchi T. The Trans-Visible Navigator: a see-through neuronavigation system using augmented reality. *World Neurosurgery* 87:399-405, 2016.
- 2) Hirai M, Muramatsu, Y., Mizuno, S., Kurahashi, N., Kurahashi, H., Nakamura, M. Intact attentional orienting towards inverted faces revealed by both manual responses and eye-movement measurement in individuals with Williams syndrome. *J Intellect Disabil Res.* 60(10):969-81, 2016.
- 3) Hirai M, Muramatsu Y, Mizuno S, Kurahashi N, Kurahashi H, Nakamura M. Typical visual search performance and atypical gaze behaviors in response to faces in Williams syndrome. *J Neurodev Disord.* 8:38, 2016.
- 4) Hirai M, Muramatsu Y, Mizuno S, Kurahashi N, Kurahashi H, Nakamura M. Preserved search asymmetry in the detection of fearful faces among neutral faces in individuals with Williams syndrome revealed by measurement of both manual responses and eye tracking. *J Neurodev Disord.* 3;9:8, 2017.
- 5) Sakurada T, Knoblich G., Sebanz N., Muramatsu SI., Hirai M. Probing links between action perception and action production in Parkinson's disease using Fitts' law. *Neuropsychologia.*111:201-208, 2018.
- 6) 平井真洋. 【We-mode サイエンス事始め】 We-mode の発達と障害 定型・非定型発達の視点から. *心理学評論* 59(3):259-269, 2017.
- 7) 平井真洋. 身体と知覚・認知 身体に根ざした社会的認知の生涯発達 身体の「内側」と「外側」の視点から. *基礎心理学研究* 36(1):155-162, 2017.

[学会発表] (計 10 件)

- 1) 平井真洋. 発達障害児の非侵襲的脳機能評価の現在地 (これまで) と目的地 (これから) 非定型発達における身体化認知. 第 45 回日本臨床神経生理学学会学術大会, 大阪, 2015 年 11 月 5 日-7 日. (*臨床神経生理学* 43(5) : 347, 2015)
- 2) 市川みなみ, 平井真洋, 櫻田武, 水谷勉, 渡辺英寿. 他者視点取得と心的回転における神経基盤の解明. 第 17 回日本ヒト脳機能マッピング学会, 大阪・毎日新聞社オーバルホール, 2015 年 7 月 2 日-3 日.
- 3) 市川みなみ, 平井真洋, 櫻田武, 水谷勉, 渡辺英寿. 他者視点取得課題と心的回転課題に対する脳血流変化の検討. 第 18 回日本光脳機能イメージング学会, 東京・星陵会館, 2015 年 7 月 25 日.

- 4) 岩渕俊樹, 平井真洋, 横田英典, 櫻田武, 渡辺英寿, 乾敏郎. 皮質脳波 (ECoG) を用いた文理解における脳活動ダイナミクスの検討. 第 39 回日本神経心理学学会総会, 札幌, 2015 年 9 月 10 日-11 日. (第 39 回日本神経心理学学会総会プログラム・予稿集 page:202, 2015.)
- 5) 川合伸幸, 高瀬堅吉, 平井真洋, 神尾陽子, 津田彰. 社会行動障害への多角的アプローチ -動物からヒト、基礎から臨床- (大会準備委員会企画シンポジウム). 日本心理学会第 79 回大会, 名古屋, 2015 年 9 月 22 日-24 日. (日本心理学会第 79 回大会プログラム p.31) .
- 6) 佐藤徳, 板倉昭二, 平井真洋, 古畑尚樹. we-mode サイエンス序章 (公募シンポジウム). 日本心理学会第 79 回大会, 名古屋, 2015 年 9 月 22 日-24 日. (日本心理学会第 79 回大会プログラム p.50) .
- 7) 田中彰吾, 浅井智久, 平井真洋, 高野裕治, 高橋英之, 平石界, 中嶋智史, 乾敏郎. 他者感へのエンボディード・アプローチ (公募シンポジウム). 日本心理学会第 79 回大会, 名古屋, 2015 年 9 月 22 日-24 日. (日本心理学会第 79 回大会プログラム p.38) .
- 8) 岩渕俊樹, 平井真洋, 横田英典, 櫻田武, 渡辺英寿, 乾敏郎. : 文理解における情報統合の脳内メカニズム : 皮質脳波 (ECoG) による検討. NC 研究会, 玉川大学, 東京, 2016 年 3 月 23 日. (真学技報 Vol.115(514) :195-200).
- 9) 平井真洋, 櫻田武, 井澤淳, 池田尚広, 門田行史, 下泉秀夫, 山形崇倫. : 自閉症スペクトラム児における視点変換時の運動プランニング方略. 発達神経科学学会 第 5 回大会 (新学術領域研究 構成的発達の発達科学 最終報告会), 東京大学, 東京, 2016 年 11 月 27 日.
- 10) Hanley M., Hirai M., Ikeda N., Monden Y., Shimoizumi H., Yamagata T., Riby D. Development of Face Expertise in Autism and the Own-Race Advantage. IMFAR(International Meeting for Autism), 2017 May 10-13. Marriott Marquis Hotel San Francisco, California, USA.

[図書] (計 1 件)

- 1) 平井真洋「生物知覚の脳内機構」社会的認知の発達科学 (第二部 3 章) 新曜社 2018

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

名称 :

[その他]  
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

平井 真洋 (HIRAI MASAHIRO)

自治医科大学・医学部・准教授

研究者番号：60422375

(2) 連携研究者

櫻田武 (SAKURADA TAKESHI)

自治医科大学・医学部・ポストドクター

研究者番号：40588802