

令和 2 年 6 月 25 日現在

機関番号：32616

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01904

研究課題名(和文) 神経生物学的アプローチによる「自己顔認知能力」発達過程の包括的解明

研究課題名(英文) Neurobiological investigation into the developmental course of self recognition ability

研究代表者

土居 裕和 (Doi, Hirokazu)

国土館大学・理工学部・准教授

研究者番号：40437827

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)：自己意識の発達過程解明は、ヒト社会性発達研究の最重要課題の一つである。本研究の最終目標は、学際的アプローチより、乳幼児期～成人期における自己認識・自己顔認知能力発達の個人差とその神経生物学的基盤を包括的に解明することである。本研究の主な成果として、男性ホルモンレベルの違いと、女性の自己顔に対する注意反応の個人差との関連性を明らかにした他、自閉スペクトラム症者における自己認識メカニズムの非定型性解明につながる新規知見を明らかにした。さらに、視聴覚刺激に対する乳児の反応を非接触で定量化出来る新たな計測系開発に取り組むなど、所期の目標達成につながる研究知見・研究インフラを確立した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

先行研究から、自己顔認知を含む自己認識能力は、社会性認知において不可欠な認知機能であると指摘されてきた。したがって、自己認識の非定型発達を含む、自己認識の個人差が生じる神経生物学的基盤解明に取り組んだ本研究の知見は、自閉スペクトラム症をはじめとした社会的コミュニケーションを苦手とする発達症の原因解明にもつながるため、社会的波及効果は大きいと考えられる。

研究成果の概要(英文)：Elucidating the developmental course of self recognition is among the most prominent goals in the field of social development research. The primary goal of the present research project is to clarify the neurobiological basis of self-recognition development and its individual differences during infancy to early adulthood. The main findings of this project include the revelation of the association between androgen level and attentional responses to self face in women, and the clarification of atypical processing of self- and other-related information in people with autism spectrum disorders. We also made preliminary attempt to establish a non-contact measurement system to quantify infants' responses to audiovisual information. All these would contribute to the clarification of more details about self-recognition development.

研究分野：実験心理学

キーワード：自己認識 顔認知 発達 自閉スペクトラム症 ホルモン

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

自己が環境からは独立した自律的存在であるという認識＝自己意識は、ヒト社会性の基盤となる重要な認知機能である。近年の研究により、自己行動制御能力・社会的規範意識等、社会行動の根幹をなす諸機能が、自己意識を土台として発達することが明らかにされている(Geuten et al, 2016 他)。このため、自己意識の発達過程解明は、ヒト社会性発達研究の最重要課題の一つである。自己の顔＝自己顔は、個々人の独自性が最も強く表れる身体部位の一つである。さらに、自己顔を「自己(の身体像)」と認識する能力＝自己顔認知能力の発達過程は、自己意識の発達過程を鋭敏に反映すると考えられている(Devue & Bredart, 2011; Rochat, 2004 他)。このため、自己顔認知能力の発達過程解明は、自己意識・社会性発達に関する実証的研究の中心テーマの一つとなっている。

自己認識・自己顔認知能力の発達過程は、自己顔に対する行動学的反応計測(Gallup, 1992 他)により研究されてきた。その成果として、自己顔を、他者の顔よりも好んで長く注視する自己顔に対する選好注視反応が生後12カ月頃に出現し、生後24カ月頃までに健常児の大半が、鏡に映った自分の顔(鏡像)を「自己」と認識する鏡像認知能力を獲得することが明らかにされている(Kristen-Antonow et al, 2015 他)。さらに、自己顔認知能力の出現時期の個人差が、心の理論をはじめとした児の社会的認知能力の発達過程と関連する可能性が示唆されている(Nielsen & Dissanayake, 2004 他)。

このように、先行研究により、自己顔認知能力の発達過程の一端が実証的に解明されてきた。しかし、自己顔認知能力に関する発達の研究は、その大半が乳幼児期に着目している他、行動学的指標を用いた横断研究に終始している。このため、自己認識・自己顔認知能力の発達過程に関しては未解明点が多く残されている。

一方、行動遺伝学・神経内分泌学的研究により、生物学的因子(遺伝子、ホルモン)が社会性に与える影響が明らかにされつつある。自己顔に関しても、神経ペプチド・オキシトシンが、自己顔情報処理に影響を与える可能性が示唆されている(Colonnello et al, 2013)。一方、研究代表者らは、養育環境が社会性発達に及ぼす影響の強弱・方向性が、遺伝子の個人差により規定される可能性を見出した(Sawano, Doi et al, 2015)。これを踏まえると、環境・生物学的因子、及び、両因子間の相互作用が、自己認識・自己顔認知能力発達過程の個人差を規定する可能性が考えられる。しかし、この仮説に関する実証的研究は現状ではほとんど存在しない。

### 2. 研究の目的

本研究では、行動学計測・非侵襲的脳機能計測・生物学的因子解析を併用した学際的アプローチにより、以下の2点を解明することで、乳幼児期～成人期における自己認識・自己顔認知能力発達の神経生物学的基盤を包括的に解明する。

解明点① 自己認識・自己顔認知能力発達過程の個人差を規定する環境・生物学的因子

解明点② 自己認識・自己顔認知能力発達の神経科学的メカニズム

### 3. 研究の方法

研究の目的を達成するため、本研究では、定型発達成人を対象に、(1) 自己顔認知の個人差を生み出す生物学的因子を探索的に検証した他(実験1)、(2) 社会的コミュニケーションに非定型性を呈する自閉スペクトラム症(ASD)者を対象に、心理物理学実験・注視点計測を併用し、自己認識メカニズムの特徴を分析した(実験2)。これらの研究により、自己認識能力の個人差を生じる原因を解明することで、本研究の所期の目的である、自己認識の発達過程とその個人差についての研究において注目すべき、因子の絞り込みに取り組んだ。さらに、乳児の感覚刺激に対する反応を定量評価するための、新規実験系開発の予備的研究にも取り組んだ。以下では、本研究で現時点までに得られている主要な成果として、実験1・実験2の研究手法と、その研究成果について説明する。

### (1) 実験 1

若年健常成人を対象として、心理学実験と唾液中ホルモン測定により、自己顔に対する注意反応の個人差を生み出す生物学的因子を検証した。実験開始前に、研究対象者の顔画像を撮影した。撮影した顔画像を自己顔条件、同年代の他者の顔の平均顔を他者

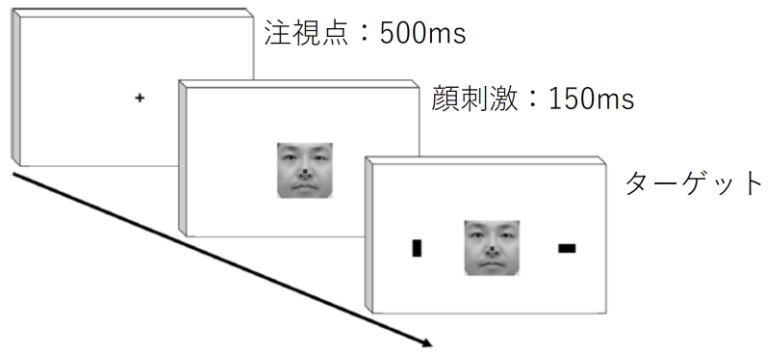


図 1. 実験 1 の提示刺激

顔条件の刺激として用いた。実験の 1 トライアルの流れを図 1 に示す。まず、画面中央に注視点が表示された後、顔画像が提示される。顔画像の鼻のあたりに小さな矩形が表示される。矩形の色は赤か緑である。その後、顔画像の左右に、2 つの長方形が表示された。一方の長方形は縦長で、もう一方の長方形は横長になっている。研究対象者の課題は、鼻の位置付近に表示された矩形が緑色であれば、出来るだけ素早くボタン押しで、横長の長方形が表示された位置を回答し、矩形が赤色の時は、何もしないことであった。自己顔条件と他者顔条件のそれぞれで、緑・赤の矩形が表示される頻度は 2 : 1 に設定した。

研究対象者が顔画像に注意を向けているとき、長方形の向きを判別するには、まず顔画像から注意を解放する必要がある。顔画像に強く注意を向けているほど、注意の解放に時間がかかるため、長方形に対する反応が遅くなると考えられる。これを踏まえて、自己顔条件と他者顔条件における反応時間の差を標準化した RTdiff を指標として、研究対象者が、自己顔に対してどれだけ強く注意を向けているかを定量評価した。あわせて、研究対象者の唾液サンプルから、ELISA 法により唾液中テストステロン濃度を測定した。

### (2) 実験 2

DSM-5 の診断基準にしたがって ASD の診断を受けた成人 ASD 男性と、年齢・知能をマッチングした定型発達成人を対象に実験を行った。自己と他者を区別する自己認識能力は、他者の視点からの視覚世界がどのように見えるかを推測する視点取得の基盤である。そこで、本実験では、Dot-perspective パラダイム (Samson et al, 2010) と呼ばれる手法を用い、両群間で視点取得能力を比較した。

Dot-perspective パラダイムでは、図 2 のような CG イメージが刺激として用いられる。刺激では、部屋の中央に CG アバターが配置されており、左右の壁のどちらかを観ている。左右の壁面には、複数個の赤い円が表示されている。研究対象者の課題は、壁に表示された赤丸の数を回答することである。自己視点条件では、研究対象者自身に見える赤丸の数を回答するのに対し、他者視点条件では、アバターの視点から見える赤丸の数を回答する。研究対象者自身に見える赤丸の数と、アバターの視点から見える赤丸の数が一致している条件を一致条件、不一致の条件を不一致条件と呼ぶ。主たる評価指標として反応時間データを収集した。あわせて、課題遂行中の視線データを収集した。

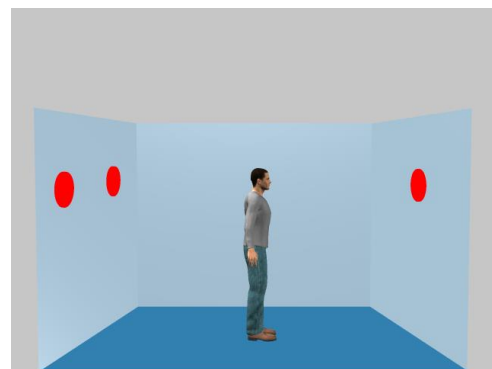


図 2. 実験 2 の刺激例。Samson et al (2010) より。

Dot-probe パラダイムを用いた先行研究から、定型発達者では、自己・他者視点条件の両条件で、不一致条件における反応時間が、一致

条件における反応時間より長くなるということが明らかにされている (不一致 > 一致)。他者視点条件で、不一致 > 一致の結果が得られるのは、自らの視点から見える赤丸の数が、反応選択に干渉するためであると考えられる。一方、自己視点条件においても、不一致 > 一致の効果が観られるのは、課題遂行に必要な場合にも、意図せず自動的に他者の視点からの見えを推測してしまう“暗黙的な視点取得”の機能を反映していると考えられている。

#### 4. 研究成果

##### (1) 実験 1

RTdiff と唾液中テストステロン濃度との関連性を性別毎に分析した結果、女性では、唾液中テストステロンレベルと RTdiff の間に有意な負の相関がみられた。この相関は、心理特性の効果を統制した後も有意だった。この結果は、唾液中テストステロン濃度の高い女性は、低い女性に比べ、自己顔から注意を解放しやすい、換言すれば、自己顔に対して注意を向けにくいことを示唆している。この知見は、女性においては、男性ホルモンであるテストステロンの分泌レベルが、自己顔認知能力の個人差を生み出す生物学的因子として機能する可能性を示唆している。

##### (2) 実験 2

反応時間分析の結果、定型発達者では、先行研究と同様に、自己・他者視点条件の双方で、不一致条件における反応時間が一致条件よりも長くなった。一方、ASD 男性では、他者視点取得条件では、不一致条件における反応時間が一致条件よりも長くなったが、自己視点取得条件では、このような傾向はみられなかった。また、ASD 者は、すべての条件で、定型発達者と比較し、アバターの顔領域に対する注視時間が短い傾向にあった。以上の知見は、定型発達者に観られる“暗黙的な視点取得”傾向が、成人 ASD 男性では減弱している可能性を示唆している。

このように、本研究では、本格的な発達研究に取りかかる前段階として、定型発達男女を対象に、自己認識・自己顔認知の個人差を生み出す生物学的因子を探索的に同定すると共に、社会的コミュニケーションの非定型性を呈する ASD 者における自己認識の特徴を分析した。また、本稿では詳しく触れなかったが、センサーを取り付けること無く、視聴覚情報観察時の乳児の末梢生理反応を定量化出来る新たな計測系の確立に取り組んだ。今後は、最終年度までに得た知見と確立した実験系を活用し、自己認識の発達過程の個人差を規定する生物学的因子解析に取り組む予定である。

#### 引用文献

Samson, D., Apperly, I. A., Braithwaite, J. J., Andrews, B. J., & Bodley Scott, S. E. (2010). Seeing it their way: Evidence for rapid and involuntary computation of what other people see. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 36(5), 1255-66. doi:10.1037/a0018729

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Doi, H., Sulpizio, S., Esposito, G., Katou, M., Nishina, E., Iriguchi, M., Honda, M., Oohashi, T., Bornstein, M.H., Shinohara, K	4. 巻 69
2. 論文標題 Inaudible components of the human infant cry influence haemodynamic responses in the breast region of mothers.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physiological Sciences	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s12576-019-00729-x	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 該当する
1. 著者名 Doi, H., Shinohara, K	4. 巻 13
2. 論文標題 Low Salivary Testosterone Level Is Associated With Efficient Attention Holding by Self Face in Women.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Behavioral Neuroscience	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fnbeh.2019.00261	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 Doi, H, Kanai, C., Tsumura, N., Shinohara, K., Kato, N.	4. 巻 99
2. 論文標題 Lack of implicit visual perspective taking in adult males with autism spectrum disorders	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Research in Developmental Disabilities,	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ridd.2020.103593	査読の有無 有
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 -
1. 著者名 Senese VP, Azhari A, Shinohara K, Doi H, Venuti P, Bornstein MH, Esposito G	4. 巻 108
2. 論文標題 Implicit associations to infant cry: Genetics and early care experiences influence caregiving propensities.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Hormones and Behavior	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.yhbeh.2018.12.012	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 Sulpizio S, Doi H, Bornstein MH, Cui J, Esposito G, Shinohara K.	4. 巻 52
2. 論文標題 fNIRS reveals enhanced brain activation to female (versus male) infant directed speech (relative to adult directed speech) in Young Human Infants	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Infant Behavior and Development	6. 最初と最後の頁 89-96
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 有
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 該当する

1. 著者名 Doi H, Shinohara K	4. 巻 135
2. 論文標題 2nd to 4th digit ratio (2D:4D) but not salivary testosterone concentration is associated with the overall pattern of color preference in females	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Personality and Individual Differences	6. 最初と最後の頁 45-50
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 有
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 -

1. 著者名 土居裕和、染谷晋	4. 巻 68
2. 論文標題 被服状態における伝統芸能のモーション・キャプチャ	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 体育の科学	6. 最初と最後の頁 718-722
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 -

1. 著者名 Kiriishi K, Doi H, Magata N, Torisu T, Tanaka M, Ohkubo M, Haneda M, Okatomi M, Shinohara K, Ayuse T	4. 巻 18
2. 論文標題 Occlusal force predicts global motion coherence threshold in adolescent boys	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 BMC Pediatrics	6. 最初と最後の頁 331
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12887-018-1309-2	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 Doi H, Fujisawa T, Iwanaga R, Matsuzaki J, Kawasaki C, Tochigi M, Sasaki T, Kato M, Shinohara K	4. 巻 -
2. 論文標題 Association between single nucleotide polymorphisms in estrogen receptor 1/2 genes and symptomatic severity of autism spectrum disorder	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Research in Developmental Disabilities	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ridd.2018.02.014	査読の有無 有
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 該当する

〔学会発表〕 計3件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 土居裕和
2. 発表標題 ヒト社会的情報認知メカニズムとその個人差の生物学的基盤
3. 学会等名 第82回日本心理学会 国際賞講演 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Doi H, Tsumura N, Shinohara K.
2. 発表標題 Temporal Course of Neural Processing during Skin Color Perception: An Event-related Potential Study
3. 学会等名 ACM International Conference on Multimedia Retrieval - ICMR 2018 INTERNATIONAL JOINT WORKSHOP ON MULTIMEDIA ARTWORKS ANALYSIS AND ATTRACTIVENESS COMPUTING IN MULTIMEDIA 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Doi H, Fujisawa T, Iwanaga R, Matsuzaki J, Kawasaki C, Tochigi M, Sasaki T, Kato M, Shinohara K
2. 発表標題 Association between single nucleotide polymorphisms in estrogen receptor genes and severity of autism spectrum disorder
3. 学会等名 International Autism Conference Tokyo 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017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	樽見 航  (Tarumi Wataru)  (40714895)	長崎大学・医歯薬学総合研究科(医学系)・助教    (17301)	