

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 24 日現在

機関番号：82611

研究種目：新学術領域研究

研究期間：2008～2012

課題番号：20119003

研究課題名（和文） 顔認知障害の病態生理の解明とその治療法の開発

研究課題名（英文） Study on pathophysiological mechanisms and therapeutic strategies of the deficits in face perception

研究代表者

稲垣 真澄 (INAGAKI MASUMI)

独立行政法人国立精神・神経医療研究センター・精神保健研究所 知的障害研究部・部長

研究者番号：70203198

研究成果の概要（和文）：顔認知の特異性がもたらすコミュニケーション障害や二次的な社会性障害の神経基盤を解明するため、脳波（EEG）や脳血流（NIRS）の計測、眼球運動計測による視線追跡、紙面調査を通じて、脳機能と顔認知の定型発達について検討した。定型発達児・者において、顔の意味情報処理（個体識別や表情など）にともなう下前頭回周辺や頭頂部の賦活を認めたが、自閉症スペクトラム（ASD）のある児では非定型な賦活を示した。一方、ソーシャル・スキル・トレーニング（SST）などの介入による顔認知の変化について検討したところ、ASDにおいても顔の既知性判断にともなう EEG 反応の定型的な増大が SST 終了後に認められたことから、本研究で開発された評価法が、顔認知の発達や変化を可視化するものであり、従来の行動観察法を補う定量評価法の一つとしての今後の発展と応用が期待されるものと示唆した。

研究成果の概要（英文）：To evaluate difficulty in social cognition in children with ASD objectively, we indicate the brain responses to semantic processing in face recognition. Analysis of hemodynamic activities and electroencephalography (EEG) oscillation indicated activation in the inferior frontal gyrus (IFG) of right hemisphere related to semantic processing of face (i.e. self-other, familiarity and expression) in healthy adults and typically-developing children. Averaged EEG (P300) technique also detected the effect of self-other and familiarity discrimination. In children with ASD, however, the semantic processing of face did not reflect in hemodynamic activities of the right IFG and P300 amplitude, except for familiarity-related P300 to learn new faces. The techniques might be useful as a clinical application to evaluate specificity in the semantic processing of face in children with ASD.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	12,700,000	3,810,000	16,510,000
2009年度	9,100,000	2,730,000	11,830,000
2010年度	5,400,000	1,620,000	7,020,000
2011年度	5,400,000	1,620,000	7,020,000
2012年度	5,400,000	1,620,000	7,020,000
総計	38,000,000	11,400,000	49,400,000

研究分野：小児神経学

科研費の分科・細目：脳神経科学・神経・筋肉生理学

キーワード：発達障害、顔認知障害、事象関連電位、周波数解析、自他識別、視線追跡、非侵襲的脳機能測定法

## 1. 研究開始当初の背景

自閉スペクトラム障害（以降，ASD）は，表情からの感情理解や言外の意味理解が困難であることが多く，社会性認知に関わる障害および言語・非言語情報の統合・処理過程における脆弱性によるものと考えられている．近年，ASDの顔認知に関わる局所的な脳機能異常は，非侵襲的脳機能測定法によってエビデンスが呈されるようになり，顔への特異的反応が定型発達児・者と同様に認められる一方，顔倒立効果や視線処理，顔の既知性認知の異常も報告されている．

そこで本研究では，当初，神経科学に基づいたエビデンスに乏しかった，自他や既知性などの個体識別にみられる顔の意味情報処理について，非侵襲的脳機能測定法を用いてその神経基盤を明らかにし，エビデンスを蓄積することが，ASDにおけるコミュニケーション障害の解明と顔認知の特異性がもたらす二次的障害の予見につながると考えた．

## 2. 研究の目的

顔認知の特異性がもたらすコミュニケーション障害や二次的な社会性障害の神経基盤を解明するため，脳波（EEG）や脳血流動態（NIRS）の非侵襲的脳機能計測，眼球運動計測，紙面調査を通じて，子どもの脳機能と顔認知にともなう意味処理の定型発達について検討し，発達障害や幼若期の脳損傷に起因する顔認知の異常やその修復機転を解釈することを目的とした．

## 3. 研究の方法

顔認知にともなう意味処理の発達と発達障害児における特徴を見いだすため，①個体識別（自他認知や既知性の判断），②表情認知（喜びや怒りの表情などの判断）について，脳波あるいは脳血流の計測，視線追跡，紙面調査の手法を用いて検討した．さらに，集団生活や社会生活場面に適切な対人行動スキルの獲得を目指した治療的介入（ソーシャルスキルトレーニング：SST）において，上述の顔認知に関連する非侵襲的脳機能測定法を適用し，発達障害児におけるコミュニケーションスキルの状態把握および介入効果の判定に有効かどうか，個体識別にかかわる脳機能に焦点を絞って検討した．

対象は，健常成人，および，小学校入学から成人相当の脳機能を示す年齢（およそ15歳）までの定型発達児とASDのある児であった．

## 4. 研究成果

①健常成人を対象とした，自己顔や既知顔の認知にかかわるEEGの検討から，右半球の下前頭回周辺部における自他識別にともな

うβ帯域事象関連同期現象反応（ERD）の増大を見出した．同領域は，NIRSの検討からも有意な血流増加を認めたことから，顔の意味処理における右前頭部の重要な関与が示唆された．また，EEGデータから算出された事象関連電位（ERP）の成分である頭頂領域でのP300成分は，自他や既知性の識別を反映して振幅が増大することを見出した．

上述のP300成分は，通常，弁別や注意のプロセスを反映すると考えられており，その振幅は定型発達児においても健常成人と同様に，未知顔よりも既知顔，既知顔よりも自己顔へ増大する．一方で，ASD児では振幅に顔条件による相違が認められず，彼らの病態解明につながるデータを得たものと考えた．

さらに，ASD児におけるSSTなどの介入による顔認知P300の変化について検討したところ，SSTの前後で指導員の顔へのP300反応に変化が認められたことから，顔の個体識別における脳の学習プロセスを可視化できた可能性も示した．

②表情認知に関連する脳血流動態については，恐怖表情を見ているときの右半球下前頭回周辺部の活動が，定型発達児・者に比べてASD児では有意に増大し，ASDの臨床症状の程度と正の相関を示したことから，顔認知にともなう意味処理の特異性を指摘できたと考えている．

これらの手法による脳機能異常の検出は，ASD児の顔認知にかかわる局所的・時間的脳機能異常の解明と，障害機構の治療への手がかりになるであろう．本研究で開発された評価法は，コミュニケーションに困難さを抱える子どものソーシャルスキルの状態を可視化するため，本人のみならず介入に携わる者へのフィードバック効果も予想されることから，従来の行動観察法を補う定量評価法の一つとして，今後の発展と応用が期待される．

## 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20件）

① Gunji A, Goto T, Kita Y, Sakuma R, Kokubo N, Koike T, Sakihara K, Kaga M, Inagaki M. Facial identity recognition in children with autism spectrum disorders revealed by P300 analysis: A preliminary study. *Brain Dev.* 2013. 35:293-298. doi: 10.1016/j.braindev.2012.12.008. 査読有.

② 北洋輔, 軍司敦子, 後藤隆章, 稲垣真澄, 細川徹. 自閉症スペクトラム障害児に対するソーシャルスキルトレーニングの実

- 践：脳機能計測を利用した客観的評価。東北大学大学院教育学研究科研究年報。2012。61:127-143。  
<http://www.sed.tohoku.ac.jp/library/nenpo/contents/61-1/61-1-08.pdf>。 査読有。
- ③ Nakamura M, Watanabe S, Inagaki M, Hirai M, Miki K, Honda Y, Kakigi R: Electrophysiological study of face inversion effects in Williams syndrome. *Brain Dev.* 2013. 35:323-330. doi: 10.1016/j.braindev.2012.05.010. 査読有。
- ④ 佐久間隆介, 軍司敦子, 後藤隆章, 北洋輔, 小池敏英, 加我牧子, 稲垣真澄. 二次元尺度化による行動解析を用いた発達障害児におけるソーシャルスキルトレーニングの有効性評価. *脳と発達*. 2012. 44:320-326.  
<http://child-neuro-jp.org/gakaisi2/images/2012/2012Vol144No4.pdf>. 査読有。
- ⑤ 北洋輔, 稲垣真澄: 自閉症スペクトラム障害の顔認知, *BRAIN and NERVE*. 2012. 64:821-830.  
<http://www.igaku-shoin.co.jp/journal/Detail.do?journal=34647>. 査読無。
- ⑥ Sakihara K, Gunji A, Furushima W, Inagaki M: Event-related oscillations in structural and semantic encoding of faces. *Clin Neurophysiol*. 2012. 123:270-277. doi: 10.1016/j.clinph.2011.06.023. 査読有。
- ⑦ Kita Y, Gunji A, Inoue Y, Goto T, Sakihara K, Kaga M, Inagaki M, Hosokawa T: Self-face recognition in children with autism spectrum disorders: A near-infrared spectroscopy study. *Brain Dev.* 2011. 33:494-503. DOI:10.1016/j.braindev.2010.11.007. 査読有。
- ⑧ Inagaki M. Executive functions in children: Diversity of assessment methodology and its relation to attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Brain Dev.* 2011. 33:454-455. DOI: 10.1016/j.braindev.2011.04.002. 査読有。
- ⑨ 加我牧子, 軍司敦子, 稲垣真澄: 発達障害における認知機能障害と神経生理学的所見. *医学のあゆみ*. 2011. 239:609-613. <http://www.ishiyaku.co.jp/magazines/ayumi/AyumiArticleDetail.aspx?BC=923906&AC=10829>. 査読無。
- ⑩ Kita Y, Gunji A, Sakihara K, Inagaki M, Kaga M, Nakagawa E, Hosokawa T. Scanning strategies do not modulate face identification: Eye-tracking and near-infrared spectroscopy study. *PLoS ONE*. 2010. 0011050. doi: 10.1371/journal.pone.0011050. 査読有。
- ⑪ Inoue Y, Inagaki M, Gunji A, Furushima W, Okada H, Sasaki H, Omori T, Takeichi H, Kaga M. Altered effect of preceding response execution on inhibitory processing in children with AD/HD: an ERP study. *Int J Psychophysiol.* 2010. 77:118-125. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2010.05.002. 査読有。
- ⑫ 北洋輔, 軍司敦子, 佐久間隆介, 後藤隆章, 稲垣真澄, 加我牧子, 小池敏英, 細川徹. 自閉症スペクトラム障害のある児に対する Social Skill Training の客観的評価. *精神保健研究*. 2010. 56:81-87. <http://www.ncnp.go.jp/nimh/pdf/kenkyu56.pdf>. 査読有。
- ⑬ 北洋輔, 細川徹. 自閉症スペクトラム障害 (ASD) における感情-非定型発達脳での感情発達に及ぼす社会的経験の役割-。 *心理学評論*. 2010. 53:140-150. <http://www.psy.bun.kyoto-u.ac.jp/hyoron/backnum/vol53.htm>. 査読無。
- ⑭ Gunji A, Inagaki M, Inoue Y, Takeshima Y, Kaga M: Event-related potentials of self-face recognition in children with pervasive developmental disorders. *Brain Dev.* 2009. 31:139-147. doi: 10.1016/j.braindev.2008.04.011. 査読有。
- ⑮ Ishii R, Canuet L, Herdman A, Gunji A, Iwase M, Takahashi H, Nakahachi T, Hirata M, Robinson SE, Pantev C, Takeda M. Cortical oscillatory power changes during auditory oddball task revealed by spatially filtered magnetoencephalography. *Clin Neurophysiol.* 2009. 120:497-504. doi: 10.1016/j.clinph.2008.11.023. 査読有。
- ⑯ 稲垣真澄. 発達障害, 精神・心理疾患「1. 精神遅滞」. *小児疾患診療のための病態生理*, 小児内科増刊号. 2009. 41:770-775. <http://www.tokyo-igakusha.co.jp/f/show/b01/97/zc01/4.html>. 査読無。
- ⑰ 北洋輔, 稲垣真澄, 軍司敦子, 細川徹. Autism spectrum disorders 児の対人距離に関する研究動向. *東北大学大学院教育学研究科研究年報*. 2009. 58:149-162. <http://www.sed.tohoku.ac.jp/library/nenpo/contents/58-1/58-1-09.pdf>. 査読有。
- ⑱ 加我牧子, 藤田英樹, 矢田部清美, 稲垣真澄. 広汎性発達障害の疫学に関する文献的研究-自閉症を中心に-. *精神保健*

- 研究 . 2008. 54:95-102.  
<http://www.ncnp.go.jp/nimh/pdf/kenkyu54.pdf>. 査読有.
- ⑬ 稲垣真澄. 発達障害の最近の考え方と課題. 小児科臨床. 2008. 61:2337-2341.  
<http://shoni-iji.com/papers/view/167/>. 査読無.
- ⑭ 軍司敦子. 自閉症のコミュニケーションを支える認知研究の現状. 小児科臨床. 2008. 61:2477-2480.  
<http://shoni-iji.com/papers/view/167/>. 査読無.
- [学会発表] (計 38 件)
- ① 軍司敦子. オンレーションからみた小児の発達 (シンポジウム 20: 小児の精神神経発達の最近の知見). 第 42 回日本臨床神経生理学会学術集会. 京王プラザホテル, 東京. 2012 年 11 月 8-10 日.
- ② Inagaki M. Neurophysiological alteration of face recognition in ASD children. 43rd NIPS International Symposium: Face perception and recognition: Multidisciplinary approaching to understanding face processing mechanisms. NIPS, Okazaki, Japan. Oct 31-Nov 3, 2012.
- ③ Gunji A, Goto T, Kita Y, Sakuma R, Kokubo N, Koike T, Sakihara S, Kaga M, Inagaki M. Facial identity recognition in children with autism spectrum disorders revealed by P300 analysis. International Conference of NIPS (National Institute for Physiological Sciences): Face perception and recognition. NIPS, Okazaki, Japan. Oct 31 - Nov 3, 2012.
- ④ 北洋輔, 井上祐紀, 軍司敦子, 崎原ことえ, 稲垣真澄. 自閉症スペクトラム障害児の表情認知における脳機能の特異性—近赤外線スペクトロスコピー (NIRS) を用いて—. 日本発達障害学会第 47 回研究大会. 横浜国立大学, 横浜. 2012 年 8 月 12 日.
- ⑤ 稲垣真澄. 発達障害の神経生理学的検査. 第 23 回日本小児神経学会中国・四国地方会特別講演. 国際交流センター, 岡山. 2012 年 7 月 21 日.
- ⑥ Gunji A. Cognitive function of autism spectrum disorders (ASD). Precongress: Advances in Research and Therapy in autism spectrum disorders and Related condition. 12th International Child Neurology Congress 11th Asian and Oceanian Congress of Child Neurology. Brisbane Convention and Exhibition Centre, Brisbane, Australia. May 27-June 1, 2012.
- ⑦ 崎原ことえ, 軍司敦子, 井上祐紀, 北洋輔, 加我牧子, 稲垣真澄: 自閉症スペクトラム障害児における顔識別時の事象関連オンレーション. 第 54 回日本小児神経学会. ロイトン札幌, 札幌. 2012 年 5 月 19 日.
- ⑧ 稲垣真澄. 発達障害支援策の客観的評価～二次元尺度化システムの開発 (分野別シンポジウム 7 エビデンスに基づく発達障害の対応と治療法). 第 115 回日本小児科学会学術集会. 福岡国際会議場, 福岡. 2012 年 4 月 21 日.
- ⑨ Gunji A. Semantic encoding of face in children with ASD: Neurophysiological study (Session II: Cognitive neuroscience). Exploring Autism Research Collaboration between Japan and the United States: Joint Academic Conference on Autism Spectrum Disorders. The Nippon Zaidan Building, Tokyo. Dec 1-3, 2011.
- ⑩ Kita Y, Gunji A, Inoue Y, Goto T, Sakihara K, Kaga M, Inagaki M, Hosokawa T. Self-face recognition in children with autism spectrum disorders: A near-infrared spectroscopy study. Exploring Autism Research Collaboration between Japan and the United States: Joint Academic Conference on Autism Spectrum Disorders. The Nippon Zaidan Building, Tokyo. Dec 1-3, 2011.
- ⑪ 崎原ことえ, 軍司敦子, 古島わかな, 北洋輔, 加我牧子, 稲垣真澄. 顔の構造知覚および意味処理に関与する事象関連オンレーションの解析. 第 41 回日本臨床神経生理学会学術大会. グランシップ静岡, 静岡. 2011 年 11 月 11 日.
- ⑫ 北洋輔, 軍司敦子, 後藤隆章, 稲垣真澄, 加我牧子. 脳機能計測を用いた Social skill training の有効性評価: 近赤外線スペクトロスコピー (NIRS) と行動評価との併用から見る問題点. 日本特殊教育学会第 49 回大会. 弘前大学, 青森 2011 年 9 月 23 日.
- ⑬ 軍司敦子, 後藤隆章, 佐久間隆介, 北洋輔, 加地雄一, 稲垣真澄. 広汎性発達障害児における援助行動の学習に関する客観的評価: 事象関連電位 P300 の検討. 第 53 回日本小児神経学会総会. パシフィコ横浜, 横浜. 2011 年 5 月 26 日.
- ⑭ 軍司敦子. 自閉症スペクトラムの顔認知. 新学術領域研究「学際的研究による顔認知メカニズムの解明」班主催 市民向け公開講演会「顔認知の発達と自閉症の特徴、そして支援の展開」. 日本科学未来館,

- 東京. 2011年10月30日.
- ⑮ 崎原ことえ, 軍司敦子, 井上祐紀, 北洋輔, 加我牧子, 稲垣真澄. 広汎性発達障害児における顔識別時の事象関連オンレーション. 第40回日本臨床神経生理学会. 神戸国際会議場, 神戸. 2010年11月1-2日.
- ⑯ Kita Y, Gunji A, Inoue Y, Goto T, Sakihara K, Inagaki M, Kaga M, Hosokawa T. A hemodynamic study of self-face recognition in autism spectrum disorder (ASD): Relation with ASD severities and self-consciousness. The 29th International Congress of Clinical Neurophysiology (ICCN). 神戸国際会議場, Kobe, Japan. Oct 28-Nov 1st, 2010.
- ⑰ Sakihara K, Gunji A, Kita Y, Furushima W, Inoue Y, Inagaki M, Kaga M. Event-related oscillations to structural encoding of face in children with pervasive developmental disorders. The 29th International Congress of Clinical Neurophysiology (ICCN). 神戸国際会議場, Kobe, Japan. Oct 28-Nov 1st, 2010.
- ⑱ 稲垣真澄. 発達障害児における顔認知の異質性: 神経生理学的知見から. 第3回社会感情神経科学研究会 (J-SANS2010). 国際フォーラム, 東京. 2010年9月25日.
- ⑲ 稲垣真澄. 「発達障害」をめぐる研究と用語・概念に関する動向. 医療分野 (医学研究) からの話題提供 (2008年と2009年). 日本発達障害学会第45回大会. 東海大学湘南キャンパス, 秦野. 2010年9月5日.
- ⑳ Gunji A, Inoue Y, Kita Y, Sakihara K, Kaga M, Inagaki M. Discrimination of one's own face and familiar face in children with Pervasive Developmental Disorders (PDD): an event related potential (ERP) study. The 11th International Child Neurology Congress. Semiramis Intercontinental Hotel, Cairo, Egypt. May 1-7, 2010.

[図書] (計6件)

- ① 稲垣真澄, 軍司敦子. 第5章自閉症スペクトラム障害の顔認知. 山口真美, 柿木隆介編「顔を科学する 適応と障害の脳科学」. 2013. 東京大学出版会. 2013. pp.75-90. 2013年01月18日.
- ② 稲垣真澄, 崎原ことえ: 2章 神経生理学的検査からみる発達 事象関連電位からみた小児の発達特性. 小児科臨床ピクシス 19 ここまでわかった小児の発達.

中山書店. 2010. pp.110-113.

- ③ 稲垣真澄. 障害者スポーツ指導教本 (初級・中級). ぎょうせい. 2009年. 213ページ.
- ④ 稲垣真澄. 17 発達障害, 3 学習障害. 有馬正高監修, 加我牧子, 稲垣真澄編集: 小児神経学. 診断と治療社. 2008. pp.433-439.
- ⑤ 稲垣真澄, 加我牧子. 17 発達障害, 1 診断の考え方. 有馬正高監修, 加我牧子, 稲垣真澄編集: 小児神経学. 診断と治療社. 2008. pp.422-424.
- ⑥ 軍司敦子, 加我牧子. 自閉症の非侵襲的脳機能検査. 有馬正高監修, 加我牧子, 稲垣真澄編集: 小児神経学. 診断と治療社. 2008. pp.506-507.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

稲垣 真澄 (INAGAKI MASUMI)

(独) 国立精神・神経医療研究センター・精神保健研究所 知的障害研究部・部長  
研究者番号: 70203198

(2) 研究分担者

井上 裕紀 (INOUE YUKI)

(独) 国立精神・神経医療研究センター・精神保健研究所 知的障害研究部・室長  
(現 島田療育センター八王子・医長)  
研究者番号: 40415576

太田 英伸 (OHTA HIDENOBU)

(独) 国立精神・神経医療研究センター・精神保健研究所 知的障害研究部・室長  
研究者番号: 80422103

軍司 敦子 (GUNJI ATSUKO)

(独) 国立精神・神経医療研究センター・精神保健研究所 知的障害研究部・室長  
研究者番号: 70392446