

## 思春期早期における向社会性の発達に 脳帯状回の神経代謝と機能的ネットワークが関連することを発見

### 1. 発表者：

岡田 直大（東京大学医学部附属病院 精神神経科 助教／東京大学国際高等研究所ニューロインテリジェンス国際研究機構）

笠井 清登（東京大学医学部附属病院 精神神経科 教授／東京大学国際高等研究所ニューロインテリジェンス国際研究機構 主任研究者）

### 2. 発表のポイント：

- ◆思春期早期において、前部帯状回の $\gamma$ -アミノ酪酸（GABA）濃度が低いと向社会性が高く、前部帯状回と後部帯状回との機能的ネットワークが強いと向社会性が高いことを明らかにしました。
- ◆これまでに、思春期の社会認知に前部帯状回が関連することが示されていましたが、思春期早期における向社会性の発達に、神経伝達物質や脳機能的ネットワークが関連することを新たに見出しました。
- ◆人口集団を対象とする神経科学的研究、すなわち「ポピュレーション・ニューロサイエンス」研究による本成果は、ヒトの主体価値の発展に関する理解を深めるものと期待されます。

### 3. 発表概要：

ヒトの向社会的な行動は「他者の利益となるような自発的な行動」と定義されており、小児期に出現し思春期に成熟します。これまでに、思春期の社会認知に前部帯状回（注1）が関連することが示されていましたが、しかし、思春期早期における向社会性の、神経伝達物質や脳機能的ネットワーク（注2）との関連は、明らかではありませんでした。

東京大学医学部附属病院精神神経科の岡田直大助教、笠井清登教授らの研究グループは、一般人口集団から抽出した大規模な思春期早期（注3）の被験者グループを対象とし、磁気共鳴画像法（MRI、注4）を用いた研究により、前部帯状回の $\gamma$ -アミノ酪酸（GABA、注5）の濃度が低いと向社会性が高く、前部帯状回と後部帯状回（注6）との機能的ネットワークが強くと向社会性が高いことを、新たに見出しました。「ポピュレーション・ニューロサイエンス（Population Neuroscience）」研究（注7）による今回の成果は、思春期早期における向社会性の発達に、脳神経の代謝動態や機能的ネットワークが関連することを見出しており、ヒトの主体価値（注8）の発展に関する理解を深めるものと期待されます。本研究は、日本医療研究開発機構（AMED）「戦略的国際脳科学研究推進プログラム」や文部科学省科学研究費補助金などの支援により行われ、日本時間1月24日に英国科学誌『Scientific Reports』（オンライン版）にて発表されました。

### 4. 発表内容：

#### (1) 研究背景

向社会的な行動とは、「他者の利益となるような自発的な行動」と定義され、本人の社会的な交流を促進し、本人自身の感情的な安定とも関連すると言われています。ヒトは幼児期には

自己中心的に振る舞う傾向がありますが、小児期になると向社会的な行動が出現するようになり、思春期を迎えると向社会性はさらに成熟します。その後思春期の大半の時期を通じて向社会性が減少します。このため、思春期早期に向社会性の発達のピークを迎えるということになります。磁気共鳴画像法（MRI）は脳構造や血流動態といった脳内のさまざまな情報を取得することが可能な技術ですが、MRIを用いた研究においては、思春期における社会性の発達に関する神経科学的なメカニズムが報告されています。特に、課題関連機能的MRI（注9）を用いた研究では、思春期の社会認知に前部帯状回を含む内側前頭前皮質が関連することが示されています。しかしながら、思春期早期の向社会性と神経伝達物質および脳機能的ネットワークとの関連は、未だ明らかにはされていませんでした。

## （2）研究内容

本研究グループは、一般人口集団から抽出した3,171名の思春期被験者が参加する大規模な疫学研究「東京ティーンコホート研究（注10）」の一部の参加者（10.5～13.4歳）を対象として、磁気共鳴画像法を用いて、神経伝達物質等の代謝物質の脳内濃度を測定するMRスペクトロスコピー（MRS）の撮像を実施しました。MRSに関しては、前部帯状回のデータを取得し、特に心理学的特徴や精神疾患との関連が示唆されているγ-アミノ酪酸（GABA）を測定することができる比較的新しい撮像法（MEGA-PRESS）を採用しました。またMRSに加えて、安静時の脳血流動態を測定する安静時脳機能画像（rs-fMRI）の撮像を実施しました。このrs-fMRIは、脳の機能的ネットワークの計算が可能となる手法です。

本研究では第一に、前部帯状回のGABAの濃度と向社会性との関連を調べ、前部帯状回のGABA濃度が低いと向社会性が高いことを示しました（対象：221名）。第二に、前部帯状回の機能的ネットワークと向社会性との関連を調べ、前部帯状回と後部帯状回との機能的ネットワークが強いと向社会性が高いことを示しました（対象：187名）。第三に、前部帯状回のGABA濃度が低いと、この機能的ネットワークが強くなり、「前部帯状回のGABA濃度が低い」→「前部帯状回と後部帯状回との機能的ネットワークが強い」→「向社会性が高い」という関連を見出しました（対象：171名）。

## （3）考察・社会的意義

一般的に、対象者の数が少ない研究では、その結果と科学的な真実との間に相違が生じることがあります。また、対象者の選択過程において生じる偏りにより、研究結果が歪められる可能性があります。こうした問題点を少なくするため、本研究グループは、一般人口集団を由来とした大規模な思春期被験者集団を対象として、MRIを用いたデータ収集とその解析を行いました。このような方法は、「ポピュレーション・ニューロサイエンス」と呼ばれています。今回の研究によって、思春期早期における向社会性の発達に、脳神経の代謝動態や機能的ネットワークが関連することが見出されました。

ヒトが人生という長期的生活行動をどのように自ら選択し、個人のウェルビーイング（注11）を発展させるかという問題については、多くが明らかにされていませんが、本研究成果はヒトの主体価値の発展に関する理解を深め、こうした問いの解決の一助につながると期待されます。

## 5. 発表雑誌：

雑誌名：*Scientific Reports*

論文タイトル：Neurometabolic and functional connectivity basis of prosocial behavior in early adolescence

著者 : Naohiro Okada, Noriaki Yahata, Daisuke Koshiyama, Kentaro Morita, Kingo Sawada, Sho Kanata, Shinya Fujikawa, Noriko Sugimoto, Rie Toriyama, Mio Masaoka, Shinsuke Koike, Tsuyoshi Araki, Yukiko Kano, Kaori Endo, Syudo Yamasaki, Shuntaro Ando, Atsushi Nishida, Mariko Hiraiwa-Hasegawa, Richard A.E. Edden, Peter B. Barker, Akira Sawa, Kiyoto Kasai\*

DOI 番号 : 10.1038/s41598-018-38355-z

アブストラクト URL : [www.nature.com/articles/s41598-018-38355-z](http://www.nature.com/articles/s41598-018-38355-z)

## 6. 問い合わせ先 :

### 【研究に関するお問合せ先】

東京大学医学部附属病院精神神経科  
助教 岡田 直大 (おかだ なおひろ)  
電話 : 03-5800-9263 / FAX : 03-5800-6894  
E-mail : [nokada-tky@umin.ac.jp](mailto:nokada-tky@umin.ac.jp)

### 【広報担当者連絡先】

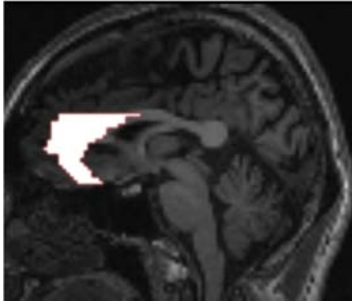
東京大学医学部附属病院  
パブリック・リレーションセンター  
(担当 : 渡部・小岩井)  
電話 : 03-5800-9188 (直通)  
E-mail : [pr@adm.h.u-tokyo.ac.jp](mailto:pr@adm.h.u-tokyo.ac.jp)

### 【AMED 事業に関するお問い合わせ先】

国立研究開発法人日本医療研究開発機構 (AMED)  
戦略推進部 脳と心の研究課  
電話 : 03-6870-2222  
E-mail : [brain@amed.go.jp](mailto:brain@amed.go.jp)

## 7. 用語解説 :

(注 1) **前部帯状回** : 帯状回は解剖学的には、大脳半球内側に位置し、脳梁 (大脳の深部に位置する、左右大脳皮質間の連絡を担う構造物) の辺縁を取り囲みます。また機能的には、辺縁系と言われる系統に属し、情動や記憶に関連するとされています。前部帯状回は特に、情動の制御や注意機能に関与するとされています。また前部帯状回を含む内側前頭前野は、安静時に活動するネットワーク (デフォルトモードネットワーク、DMN) に属する領域の一つと考えられています。



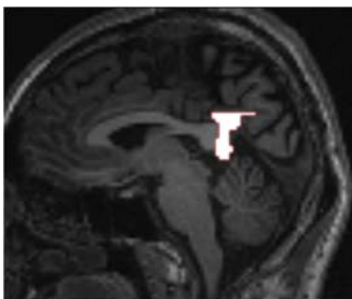
(注2) **脳機能的ネットワーク**：脳局所の神経活動・血流動態の自発的な神経活動のゆらぎが複数の脳領域において協調・同期する場合、これらの脳領域の複合体は脳機能的ネットワークと定義されます。

(注3) **思春期早期**：ヒトの思春期は小児期と成人期間の時期を指し、身体的な成長のみならず、心理的な発達も認められます。一方、精神疾患の発症が認められやすくなるのも、思春期の特徴の一つです。特に思春期早期は、社会との接触が増え、人間関係が複雑化し始める時期であり、精神的成熟の過程において重要な時期とされています。

(注4) **MRI**：Magnetic Resonance Imaging の略で、磁気共鳴画像法と言います。磁気を利用して体内を撮像し、放射線被曝がなく安全な検査装置であり、医療現場で広く利用されています。脳のMRIに関しては、特定の部位の体積などの値を求めるための構造画像のほか、機能的活動をとらえる機能画像や、脳内の代謝物質の濃度を測定するMRスペクトロスコピーなど、複数の種類の撮像法があります。

(注5)  **$\gamma$  (ガンマ) - アミノ酪酸 (GABA)**：GABAはgamma-aminobutyric acidの略で、脳内に存在する、代表的な抑制系の神経伝達物質として知られています。

(注6) **後部帯状回**：後部帯状回は特に、空間認知や記憶と関連するとされています。また後部帯状回は、デフォルトモードネットワーク (DMN) に属する領域の一つと考えられています。



(注7) **ポピュレーション・ニューロサイエンス (Population Neuroscience)**：人口集団を対象とする神経科学的研究を意味します。健常者における脳やその発達の多様性の特徴（外因・内因が脳に及ぼす影響、脳と心理行動学的特徴との関連など）を明らかにするのに、有用な方法とされています。

(注 8) **主体価値**：長期的な生活行動を本人自身が主体的に選択する動因であり、人間のウェルビーイングの源と考えられています。

(注 9) **課題関連機能的 MRI**：特定の認知課題中に生じる脳の神経活動（血流動態）の変化を計測する方法です。

(注 10) **東京ティーンコホート研究**：東京都居住の思春期被験者が参加する大規模な疫学研究です。東京都内の 3 つの自治体の住民基本台帳を用いて、平成 14 年 9 月 1 日から平成 16 年 8 月 31 日までの間に生まれた子がいる世帯を無作為に抽出し、連絡を取ることができた世帯のうち、縦断研究への協力が得られた 3,171 世帯が対象となりました。従いまして、東京ティーンコホート研究の被験者は、一般人口集団に由来しています。東京ティーンコホート研究では、心理学的状態、認知機能、社会学的背景、および身体に関する尺度といったさまざまな情報を、被験者とその親より取得しています。東京ティーンコホートのウェブサイト (<http://ttcp.umin.jp>) で詳細をご覧ください。

(注 11) **ウェルビーイング (well-being)**：直訳は「良好であること」です。世界保健機構 (WHO) は健康 (health) を、身体的、精神的、社会的なウェルビーイングが完全な状態と定義しています。