



平成 25 年 2 月 25 日

科学技術振興機構（JST）
Tel：03-5214-8404（広報課）

放射線医学総合研究所
Tel：043-206-3026（広報課）

「自分は平均より優れている」と思う心の錯覚はなぜ生じるのか —脳内の生物学的仕組みを世界で初めて発見—

ポイント

- 自分は平均より優れていると思う心理学的錯覚「優越の錯覚」が知られているが、そのメカニズムはこれまで不明であった。
- 脳内のドーパミンと脳活動ネットワークの相互関係が、優越の錯覚に影響を与えることを世界で初めて発見。
- 抑うつなどに対する客観的指標の確立に期待。

JST 課題達成型基礎研究の一環として、放射線医学総合研究所 分子イメージング^{注1)}研究センター 分子神経イメージング研究プログラム（須原 哲也 プログラムリーダー）の山田 真希子 主任研究員らは、自分は平均より優れていると思うことは心の錯覚で、脳内メカニズムがこの錯覚に関係していることを世界で初めて明らかにしました。

多くの人々が、自分は平均より優れていると思う傾向があります。例えば、知能や技能、望ましい性格などについて、平均的な人と比べてもらうと、多くの人々が自分は平均より上だと錯覚することが心理学研究で示されています。このような優越の錯覚を持つことによって、人は未来の可能性を信じて目標に向かうことができると考えられています。一方、抑うつ状態では、自分について現実的なとらえ方をすることが知られています。これまでこの錯覚の心理学的意義は注目されてきましたが、その生物学的なメカニズムは不明でした。

今回研究者らは、優越の錯覚の程度を認知心理課題で測定し、脳にある線条体^{注2)}のドーパミン受容体密度^{注3)}と安静時の脳活動^{注4)}を画像診断装置のPET^{注5)}とfMRI^{注6)}で計測しました。そして、これら3つの関係性を調べた結果、優越の錯覚の程度が大きい人ほど、行動や認知^{注7)}を制御している「線条体と前頭葉^{注8)}」の機能的結合が弱いこと、この機能的結合が、線条体におけるドーパミン受容体の密度に依存していることが分かりました。

今回の発見は、人間の本質の生物学的基盤に迫るものであり、今後新たな領域横断的な学術への発展が期待されます。また、この脳内システムを調整することが、抑うつの現実主義に対する新たな治療戦略になりうることを期待されます。

本研究は、スタンフォード大学 医学部のウディン 講師との共同研究で行われ、本研究成果は、米国科学雑誌「米国科学アカデミー紀要（PNAS）」のオンライン速報版で2013年2月25日の週（米国東部時間）に公開されます。

本成果は、以下の事業・研究領域・研究課題によって得られました。

戦略的創造研究推進事業 個人型研究（さががけ）

研究領域：「脳情報の解読と制御」

（研究総括：川人 光男 （株）国際電気通信基礎技術研究所 脳情報通信総合研究所 所長／ATRフェロー）

研究課題名：現実予測に基づく現実感喪失感覚の分子・神経メカニズム解明

研究者：山田 真希子（放射線医学総合研究所 分子イメージング研究センター 分子神経イメージング研究プログラム 脳病態チーム 主任研究員）

研究期間：平成22年10月～平成26年3月

JSTはこの領域で、運動や判断を行っている際の脳内情報を解読し、外部機器や身体補助具などを制御するブレイン・マシン・インターフェイス（BMI）を開発し、障害などにより制限されている人間の身体機能を回復するための従来にない革新的な要素技術の創出に貢献する研究を支援しています。

＜研究の背景と経緯＞

「汝自身を知れ」「度を越すことなかれ」

この言葉はギリシャデルポイのアポロン神殿で七賢人が奉納した碑文と語られています。自分自身のことを正確に知ることは難しく、自分の性格や能力を過大評価する傾向があり、過信してしまうと失敗してしまう人間の本質を、古代哲学者は見抜いていたようです。人はなぜ自分自身のことを正しく認識せず、過信してしまうのでしょうか。

数多くの心理学研究によって、この特徴は健康な心の証であり、健常な人は自分のことを他人より優れていると錯覚することが明らかにされてきました。例えば、知能、技能、望ましい性格など、多くの人が自分は平均よりは上だと答える傾向があります。しかし、集団の大多数が平均より上になることはできません。他人より優れていると錯覚することで、人は自分の可能性を信じて未来への希望や目標に向かうことができると考えられています。

一方、気分が沈みがちな状態においては現実的に自分自身をとらえてしまう特徴があり、抑うつ現実主義と呼ばれています。優越の錯覚を持つことは心の健康に重要な役割を果たすと考えられてきました。しかし、過剰な優越感は無謀な行動につながる危険があるため、適度なレベルの優越感あるいは肯定的なとらえ方を持つことが望ましいと指摘されています。人類学分野においても、優越の錯覚のように自分自身について肯定的にとらえるこころの働きは社会の繁栄や人類の進化において中心的役割を果たしてきたととらえられています。

古くギリシャソクラテスの時代から現代に至るまで、哲学、心理学、人類学、医療分野など、多くの学問領域が優越の錯覚の存在に注目してきました。誰もが一般に持つ言語や記憶などの能力が脳内に埋め込まれているのと同様に、「自分は平均より優れている」と思う錯覚も人間に特徴的な思考のひとつであり、その背景には必ず生物学的基盤があるはずです。しかし、これまでその脳内機序は明らかにされていません。

これまで、行動を指標とした認知心理学研究が進められ、優越の錯覚などさまざまな認知の歪みが存在することが示されてきました。そして、脳研究では、脳のどの部分が活動しているかを血流の変化を指標として調べるfMRIがよく用いられ、言語理解や状況判断などの特定の認知に関わる脳機能の解読が可能となりました。しかし、認知神経活動の背後にあるはずの分子メカニズムはこれまでほとんど明らかにされていませんでした。分子メカニズムを解明する手法のひとつとして、神経伝達物質の動態を指標とするPETがあり、迅速な脳の反応をとらえることには限界がありますが、脳内で働く分子に注目した指標を得ることができます。今回、fMRIとPETを組み合わせることで、世界で初めて優越の錯覚の分子機構と脳機能の相互関係を明らかにすることを目指しました。

＜研究の内容＞

健常男性被験者24名に研究に参加してもらいました。参加者は、まずパソコン画面上に表示されるさまざまな性格を表す言葉に対して、自分はどれくらい平均より優れているか劣っているかを答えてもらいました(図1)。それぞれが、自分を平均より優れていると評価する錯覚(優越の錯覚)の程度を定量化しました。錯覚の程度には個人差があったものの、多くの人が、自分は平均より約22%優れていると自己認識する傾向にありました(図2)。そして、ベック絶望感尺度^{注9)}という質問紙を用いて抑うつの程度を測ることが

できることから、この質問紙に記入してもらい、抑うつ程度と優越感の錯覚の程度との関係性を調べたところ、絶望感の低い人（抑うつ程度の低い人）ほど優越の錯覚が強いことが分かりました（図3）。

次に、脳内のドーパミンD₂受容体密度を検討できる11Cラクロプライドという薬剤を用いてPET検査を行い、モデル解析により脳内の線条体と呼ばれる部位のドーパミンD₂受容体を計測しました（図4）。

さらに、同一被験者にfMRI検査を受けてもらいました。fMRIの中で安静にしている時の脳活動データを計測し、線条体と機能的に結合を持つネットワークを探し出しました。その上で、機能的結合の強さと線条体のドーパミンD₂受容体密度との相関関係について解析しました。

上記の解析で得られた結果と優越の錯覚の程度との相関関係を解析した結果、線条体のドーパミンD₂受容体密度は前部帯状回^{注10)}と線条体の機能的結合の度合いと相関関係にあり、その機能的結合の度合いが「優越の錯覚」の程度と相関することが明らかになりました。線条体と前部帯状回は、行動や認知を制御する脳内の制御機構と考えられており、これら2つの制御機構の同調性が低い（機能的結合が弱いことを意味する）と、制御する働きが弱いために優越の錯覚は抑えられていない状態で、制御機構の同調性が高い（機能的結合が強い）と、制御する働きが高いために優越の錯覚が抑えられている状態と解釈できる可能性が考えられます。

さらに、上記の因果関係を検証するために、ブートストラップ手法を用いた媒介解析^{注11)}という統計学的手法を行ったところ、「優越の錯覚」の強さに影響するのは「前部帯状回－線条体の機能的結合」の弱さであり、その弱さは「線条体におけるドーパミン受容体密度」の低さによることが分かりました（図6）。

＜今後の展開＞

これまで、自分を平均より優れていると思うことは、心の健康、社会の繁栄、人類の進化に中心的役割を果たしてきたことが心理学や人類学で注目されてきました。今回の結果によって、その生物学的な成り立ちである、脳内の仕組みを初めて明らかにすることができました。脳内に言語システムが存在するのと同様に、自分自身について優れていると思う心の仕組みが脳内に埋め込まれていることが示されました。

今回、抑うつ指標である絶望感が高いほど優越の錯覚が低いことが判明し、優越の錯覚が低い背景には、線条体のドーパミン受容体密度の低下による線条体と前頭葉の機能的結合の強化が関わっていることが見いだされました。うつ状態は、多様な要因により生じ、また、その症状も多様であるため、新型うつ病に代表されるようにその診断や治療は一筋縄ではいかないのが現状です。特定の症状を説明する認知現象の脳内メカニズムの解明は、新たな治療薬や診断技術を開発する上で求められており、今回の研究成果が、抑うつ特定の症状のバイオマーカーの創出につながり、精神医療において症状を標的にした新たな診断や治療戦略を打ち出すことが今後期待されます。

今回の発見は、これまで多くの学術領域が注目していた人間の本質のひとつ「優越の錯覚」について、その分子機構が支える脳機能という脳内メカニズムを明らかにしたものです。異なる学問領域の研究手法を融合させた今回のアプローチは、認知システムの背景にある脳機能と分子基盤を知る上で重要であり、今後、新たな領域横断的な学術の発展が期

待されます。

<付記>

本研究の一部は、文部科学省 脳科学研究戦略推進プログラム「精神・神経疾患の克服を目指す脳科学研究」の一環として行われました。

<参考図>



図1 自分が平均より優れていると評価する錯覚を調べる認知心理学課題

性格をポジティブ、またはネガティブに表現する単語が、それぞれ27個ずつ（計54個）、ランダムな順序でパソコン画面上に提示される。被験者は視覚的評価スケール上のカーソル（黄）を左右に動かして、自分はどれくらい平均より上か下かを答える。

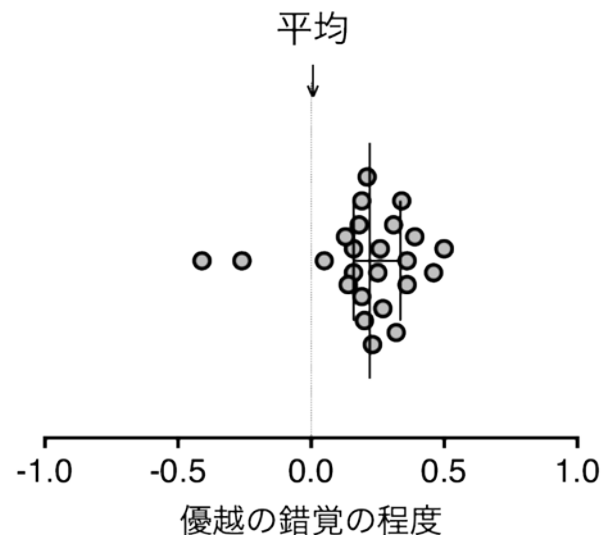


図2 各被験者の優越の錯覚のプロット図

多くの人が平均よりも約22%優れていると自己認識している（中央値0.22）。

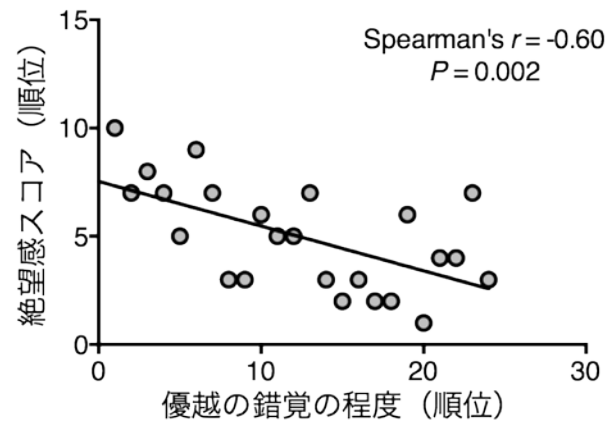


図3 絶望感と優越の錯覚の相関

絶望感と優越の錯覚の程度は負の相関を持つ。絶望感が低い人ほど錯覚が強く、絶望感が高い人ほど錯覚が弱い。

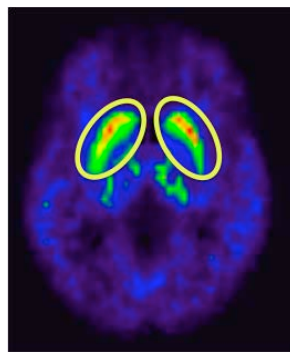


図4 線条体（黄囲み）におけるドーパミンD₂受容体のPET画像

脳内のドーパミンD₂受容体を検討できる11Cラクロプライドという薬剤を用いてPET検査を行い、モデル解析により脳内の線条体と呼ばれる部位のドーパミンD₂受容体を測定した。赤いほどドーパミン受容体の密度が高いことを示す。

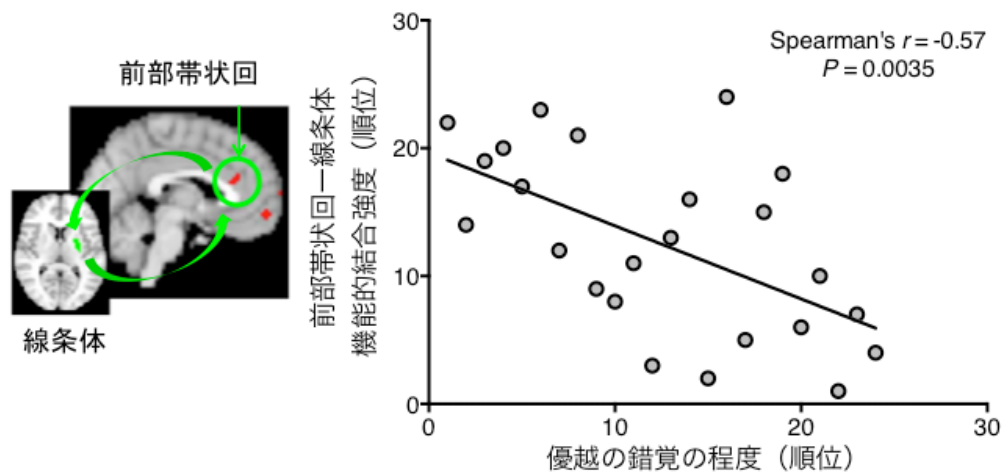


図5 機能的結合強度と優越の錯覚との関係性

左) fMRIで計測した、安静時の脳活動データ。図中赤い部分は、線条体と機能的な結合を持ち、かつその機能的結合が線条体のドーパミンD₂受容体密度と相関する脳部位。

右) 前部帯状回と線条体との機能的結合強度と優越の錯覚との関係を示した。各被験者のデータを丸で示した。

線条体と前頭葉にある前部帯状回の機能的結合強度と錯覚の程度との間には負の相関関係がある。前部帯状回－線条体機能的結合強度が強いほど錯覚の程度は低く、機能的結合強度が弱いほど錯覚は強い。

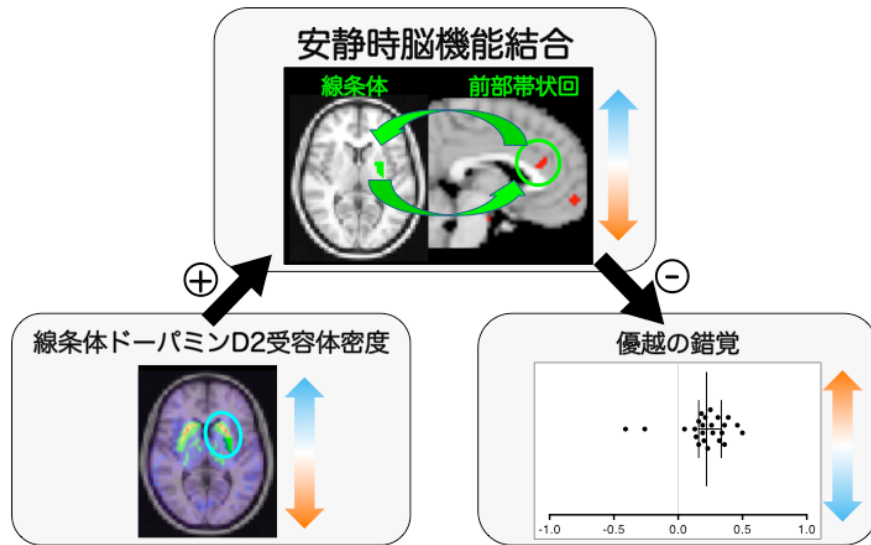


図6 優越の錯覚の脳内システム概念図

媒介解析により、線条体ドーパミン D_2 受容体密度は、線条体－前部帯状回の機能的結合を介して、優越の錯覚に影響を及ぼすことが明らかとなった。線条体のドーパミン D_2 受容体密度が低いと、線条体と前部帯状回の機能的結合が弱く、優越の錯覚が強い。一方、線条体ドーパミン D_2 受容体密度が高いと、線条体と前部帯状回の機能的結合が強く、優越の錯覚は弱い。

<用語解説>

注1) 分子イメージング

生体内で起こるさまざまな生命現象を外部から分子レベルでとらえて画像化する技術およびそれを開発する研究分野であり、生命の統合的理解を深める新しいライフサイエンス研究分野。体の中の現象を、分子レベルで、しかも対象に大きな負担をかけることなく調べることができる。がん細胞の振る舞いの調査だけではなく、アルツハイマー病や統合失調症、うつ病といった脳の病気、「こころの病」を解明し、治療法を確立するための手段として期待されている。

注2) 線条体

線条体は皮質下構造であり、大脳基底核の主要な構成要素のひとつ。ドーパミンが豊富な部位で運動機能への関与が最もよく知られているが、報酬系の一部であることや、運動制御、意思決定など認知過程にも関わると考えられている。

注3) ドーパミン受容体密度

ドーパミンは中枢神経系に存在する神経伝達物質で、運動調節・認知機能・ホルモン調節・環状・意欲・学習などに関わる。ドーパミンは脳内の線条体と呼ばれる部位において多く認められる。PET用薬剤が受容体に結合する量（結合能と呼ばれる）を算出し、ドーパミン受容体密度の指標を得る（結合能は受容体密度を反映する）。また、ドーパミン放出量と受容体結合能は反比例し、ドーパミン放出量が多いと薬剤の結合能は小さくドーパミン受容体密度が低いと判断することができ、ドーパミン放出量が少ないと結合能は高くドーパミン受容体密度が高いと判断できる。さらに、線条体のドーパミン受容体密度は、例えば、ドーパミンが多量に放出量されることで受容体密度が低下することや、ドーパミンが枯渇することで受容体密度が増加することなど後天的に変化することが知られている。

注4) 安静時の脳活動

安静状態の脳は活動を休止しているわけではなく、複数の脳領域の活動が特定のネットワークを形成して機能していることが見いだされている。認知活動をしている時と同等のネットワークが、安静時脳活動データから抽出することができることなど、近年、人の思考や精神における安静時脳機能ネットワークの意義が大きく注目されている。

注5) PET

ポジトロン断層撮像法（positron emission tomography: PET）のこと。画像診断装置の一種で陽電子を検出することによってさまざま病態や生体内物質の挙動をコンピューター処理によって画像化する技術である。

注6) fMRI

機能的核磁気共鳴画像法（functional magnetic resonance imaging: fMRI）のこと。MRIを高速に撮像して、神経細胞の活動に伴う血流動態反応を視覚化することにより、運動・知覚・認知・情動などに関連した脳活

動を画像化する手法である。

注 7) 認知

外界の事象を知覚、判断、解釈などを行う思考プロセスのことである。

注 8) 前頭葉

前頭葉は両側の大脳半球の前部に存在し、ドーパミン感受性ニューロンの大半が前頭葉に存在する。実行機能、行動選択、認知制御、意思決定、情動判断などに関わると考えられている。

注 9) ベック絶望感尺度

アメリカの精神科医で、うつ病の認知治療の創設者である、ベック博士が提案したうつ度チェック法 (Beck et al., 1974)。

注 10) 前部帯状回

前頭葉の内側面の脳梁の辺縁に位置する脳回の前方部。認知や情動の制御に関わると考えられている。

注 11) 媒介解析

2つの変数 (XとY) の関係が、介在する媒介変数 (M) により間接的に説明されること (X→M→Y) を調べる分析。

変数間の因果関係を明らかにし、疑似相関 (見せかけの相関) の解釈を回避できるなどの利点がある。媒介解析の中でも、シミュレーションを用いた推定値のバイアスを補正したブートストラップ法 (さまざまな目的に用いられる統計的推論の手法) は、精度が高いことが示されている。

本研究では、XをドーパミンD₂受容体密度、Yを優越の錯覚の程度、Mを前部帯状回と線条体との機能的結合度として分析した。

<論文タイトル>

“Superiority illusion arises from resting-state brain networks modulated by dopamine”

(優越の錯覚はドーパミンの影響を受ける安静時脳機能ネットワークによって生じる)

<お問い合わせ先>

科学技術振興機構 広報課

〒102-8666 東京都千代田区四番町5番地3

Tel : 03-5214-8404 Fax : 03-5214-8432

放射線医学総合研究所 企画部 広報課

〒263-8555 千葉県千葉市稲毛区穴川4-9-1

Tel : 043-206-3026 Fax : 043-206-4062

E-mail : info@nirs.go.jp