



令和 2 年 4 月 2 8 日
 科学技術振興機構（JST）
 東京大学
 帝京大学
 国立精神・神経医療研究センター（NCNP）

脳画像から「やり抜く力」を予測する手法を開発 ～目標の細分化が脳を変化させ達成を支援～

ポイント

- 学業やスポーツなどの目標達成に必要な「やり抜く力」の客観的指標はなく、科学的根拠に基づく支援法も提案されていなかった。
- 前頭極の構造から「やり抜く力」の個人差を予測する手法を開発し、目標の細分化が目標達成を支援するとともに前頭極の構造を変化させることを発見した。
- 個人差を考慮した学校・社員教育、トレーニング、リハビリなどの支援法開発に役立つことが期待される。

JST 戦略的創造研究推進事業において、JSTの細田 千尋 さきがけ専任研究者（東京大学 大学院総合文化研究科 特任研究員、帝京大学 戦略的イノベーション研究センター 講師 兼任）は国立精神・神経医療研究センター 脳病態統合イメージングセンター 先進脳画像研究部 花川 隆 部長（現 京都大学 大学院医学研究科・医学部教授）らと共同で、MRI（磁気共鳴画像）で測定できる脳の構造的特徴が、目標達成に必要な「やり抜く力」の客観的指標となることを世界で初めて発見し、その指標を用いて「やり抜く力」を予測する手法を開発しました。さらに、目標の細分化が脳構造の変化を促進し、目標達成を支援することを明らかにしました。

「やり抜く力」は、学業や競技成績など、人生のさまざまな面で成否を決める重要な要因です。これまで個人の「やり抜く力」を推定する客観的指標はなく、科学的根拠に基づいて目標達成に向けた行動を支援する手法も提案されていませんでした。

研究グループは、脳の最前部にある前頭極^{注1}の構造の特徴を利用して、複数の課題における「やり抜く力」を80パーセント以上の精度で予測する手法の開発に成功しました。また、目標設定を細分化することで、目標達成に向けた行動と前頭極構造の可塑的変化^{注2}が促進されることを見いだしました。

本研究成果は、「やり抜く力」を支える神経メカニズムの解明に新たな視点を与え、個人に最適化した効果的な学校／社員教育、トレーニング、リハビリなど、さまざまな分野の支援法開発に役立つことが期待されます。

本研究成果は、2020年4月28日（英国夏時間）に国際科学誌「Communications Biology」のオンライン版で公開されます。

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 さきがけ

研究領域：「社会と調和した情報基盤技術の構築」

（研究総括：安浦 寛人 九州大学 理事・副学長）

研究課題名：「生体情報フィードバックを用いたテーラーメイドオンライン教育システム開発」

研究者：細田 千尋（東京大学 大学院総合文化研究科 特任研究員）

研究期間：平成26年10月～平成31年3月

戦略的創造研究推進事業 CREST

研究領域：「人間と情報環境の共生インタラクション基盤技術の創出と展開」

（研究総括：間瀬 健二 名古屋大学 大学院情報学研究科 教授）

研究課題名：「提示系心理情報学に基づくインタラクション基盤確立」

研究代表者：寺田 努（神戸大学 大学院工学研究科 教授）

研究期間：平成30年10月～令和6年3月

※これらの研究領域は、文部科学省の人工知能／ビッグデータ／IoT／サイバーセキュリティ統合プロジェクト（AIPプロジェクト）の一環として運営されています。

＜研究の背景と経緯＞

語学や数学などの学校教育、社員教育、芸術やスポーツなどの修練、健康行動やリハビリテーションなどの医療を含むさまざまな分野において、一度立てた目標を達成するためには「やり抜く力（Grit）」が不可欠です。「やり抜く力」は、将来の社会的成功などを予測する重要な非認知能力の1つであることが明らかになり、注目されています。

この「やり抜く力」には個人差が大きく、目標を達成するまでやり抜くことが得意な人と、三日坊主になりがちな人がいます。

近年、目標達成に関わる脳内メカニズムについての研究が発表され始めていますが、特殊な実験環境下での短期的な目標達成の研究にとどまり、実生活に準じた環境での長期目標に対する「やり抜く力」の定量的指標は知られていませんでした。また、「やり抜く力」を司る脳部位に何らかの影響を与え、目標達成に向けた行動を促進する教育法があるのかについても、明らかではありませんでした。

＜研究の内容＞

研究グループは、まず健康な参加者を募り、数十分程度の短期的目標達成課題として、ハノイの塔というパズルを最後までやり抜くことを目標に実施してもらいました。やり抜けたのは、約半数（65人中34人）でした。課題実施前に計測した脳のMRIデータを用いて、やり抜いた人と途中であきらめた人を比較すると、前頭極にある灰白質^{注3)}の体積とその近傍にある白質の拡散異方性^{注4)}に差がありました。

次に、脳MRIデータから計算したこれら前頭極の構造の特徴を、「やり抜く力」のバイオマーカー^{注5)}として学習させた「やり抜く力」の傾向予測モデルを開発しました。この手法を用いて、異なる2つの長期目標達成課題（1ヵ月間毎日30分の指運動学習と3ヵ月間毎日1時間の英語学習）の参加者が、最後までやり抜けそうか否かを予測したところ、80パーセント以上の精度で正しく予測することができました。これにより、「やり抜く力」のバイオマーカーである前頭極の構造が、課題内容（パズル課題／指運動学習／英語学習）や目標達成にかかる時間（短期／長期）にかかわらず、「やり抜く力」の予測に寄与することを明らかにしました（図1）。

興味深いことに、「やり抜く力」の傾向予測手法で「やり抜く力」が低いと予測された人であっても、目標を細分化して小さい目標ごとに達成感が得られるような学習プログラムを用いると、最後までやり抜くことができました。この学習プログラムに取り組んだ人は、通常の学習プログラムに取り組んだ人と比べて、より明らかな前頭極構造の可塑的変化を示していました（図2）。

＜今後の展開＞

本研究成果は、「やり抜く力」を支える神経メカニズムの解明に新たな視点を与えます。個人に最適化（パーソナライズ）した効果的な教育・研修法、トレーニング法、リハビリテーション、健康行動など、あらゆる領域で個人の目標達成を最適化する支援法開発に貢献することが期待されます。今後も倫理面を考慮した研究開発の進展が重要です。

<付記>

本研究は、株式会社国際電気通信基礎技術研究所 脳情報通信総合研究所ほかと共同で行いました。

<参考図>

Q. やり抜けた人とやり抜けなかった人の違いは？ A. 前頭極 (Area 10) の構造が違った

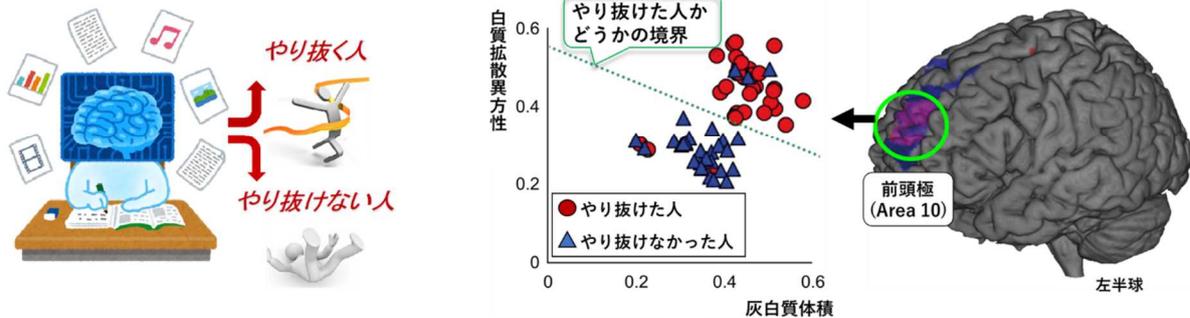
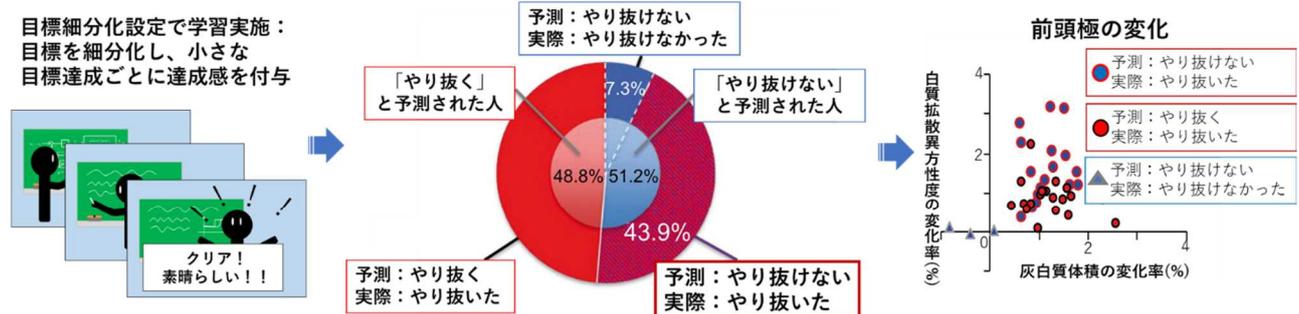


図 1

短期パズル課題、1 カ月間の指運動学習課題、3 カ月間の英語学習のどの課題においても、やり抜けた人は前頭極の灰白質体積と白質拡散異方性が高かった。

目標細分化設定で学習した場合:やり抜けない予測の人もやり抜くことができ、前頭極構造も変化した



通常の学習をした場合:やり抜けない予測の大半の人は実際にやり抜けず、それらの人の前頭極は変化なし

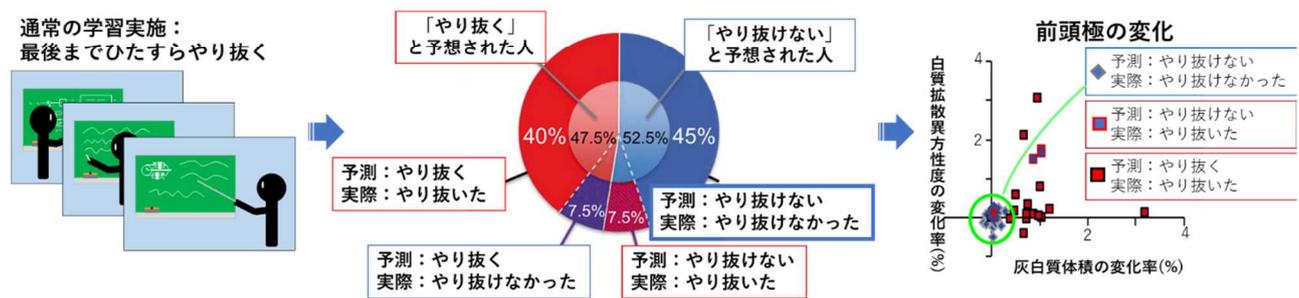


図 2

課題実施前にMRIで脳画像を取得し、開発した「やり抜く力」予測モデルを適用した上で、やり抜ける／やり抜けないの予測結果が均質になるような2群を作成。片方の群には通常の学習をさせ、もう一方の群には目標を細分化した学習をさせた。2つの群で学習内容は同じとした。その結果、やり抜けないと予測された人でも、目標を細分化した設定条件で学習するとやり抜くことができ、かつ前頭極の構造が変化した。一方、通常の学習実施では、やり抜けないと予測された人はほとんどが実際にやり抜けなかった。

<用語解説>

注1) 前頭極

前頭葉の前方、先端部にある皮質で、ブロードマンの細胞構築学的分類に従うと10野に相当する。進化的に新しい脳領域。ヒトでよく発達しており、目標志向性、メタ認知、未来予測などの機能を担っていると考えられている。

注2) 可塑的变化

刺激に応じてよく使われる神経回路の処理効率を上げ、使われない回路の効率を下げて、神経系が最適の処理システムを作り上げることを脳の可塑性という。本研究では学習によって脳構造が変化することを脳の可塑的变化と呼ぶ。

注3) 灰白質

大脳皮質や大脳深部に見られる神経細胞体の集合で、大脳皮質では層構造を持つ。

注4) 白質の拡散異方性

白質は、灰白質の神経細胞体から出た軸索（神経細胞間の連絡ケーブル）が通っている。白質組織内では、水分子の拡散方向は神経線維束の方向によって強く制約されるため、水分子は線維束と平行する方向によりよく拡散する。この性質を利用して、白質の神経線維束を計測する。

注5) バイオマーカー

生物における特定の症状や状態の指標であり、本研究では脳構造を「やり抜く力」を示す指標として利用した。

<論文タイトル>

“Plastic frontal pole cortex structure related to individual persistence for goal achievement”

(目標達成までの「やり抜く力」に関わる大脳前頭極の可塑性)

DOI : 10.1038/s42003-020-0930-4

<お問い合わせ先>

<研究に関すること>

細田 千尋 (ホソダ チヒロ)

東京大学 大学院総合文化研究科 生命環境科学系 認知行動科学大講座 特任研究員

帝京大学 戦略的イノベーションセンター 講師

Tel : 03-3964-3589 (帝京大学 医学部 生理学講座)

E-mail : chihirohosoda[at]marler.c.u-tokyo.ac.jp

<JSTの事業に関すること>

舘澤 博子 (タテサワ ヒロコ)

科学技術振興機構 戦略研究推進部 ICTグループ

〒102-0076 東京都千代田区五番町7 K's 五番町

Tel : 03-3512-3524 Fax : 03-3222-2064

E-mail : crest[at]jst. go. jp

<報道担当>

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

E-mail : jstkoho[at]jst. go. jp

帝京大学 本部広報課

〒173-8605 東京都板橋区加賀2-11-1

Tel : 03-3964-4162 Fax : 03-3964-9189

E-mail : kouhou[at]teikyo-u. ac. jp

国立精神・神経医療研究センター 総務課 広報係

〒187-8551 東京都小平市小川東町4-1-1

Tel : 042-341-2711 (代表) Fax : 042-344-6745

E-mail : ncnp-kouhou[at]ncnp. go. jp