

研究成果

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」
 さきがけ研究課題「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」
 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」
 CREST研究課題「提示系心理情報学に基づくインタラクション基盤確立」



「やり抜く力」を脳の特徴から予測 目標達成を助けるツールに

勉強、スポーツや楽器の練習、ダイエットやリハビリなど、人生のさまざまな場面で「やり抜く力」は不可欠です。この能力は個人差が大きく、目標達成まで粘り強く取り組むことを苦にしない人もいれば、三日坊主になりがちな人もいます。

東京大学大学院総合文化研究科の細田千尋特任研究員らは、脳の一番前にある前頭極(図1)という部分的構造的特徴が個人のやり抜く力の定量的指標になることを発見し、脳の画像から予測する手法を開発しました。

最初に、健康な65人の脳の構造をMRI(磁気共鳴画像)で撮影し、それから短期的な目標達成課題として数十分程度のパズルを出題しました。先に撮影しておいた脳の画像を比較すると、

パズルを最後までやり抜いた34人は途中で諦めた31人よりも、前頭極で灰白質の体積が大きく、白質の神経線維の密度を表す拡散異方性が高い傾向が明らかになりました(図2)。

この2つを指標としてやり抜く力の予測モデルを開発し、1カ月間の指運動、3カ月間の英語学習という異なる2つの長期的な課題について、参加者が最後までやり抜くか否かを予測しました。その結果、80パーセント以上という高い精度で的中し、課題の内容や達成までの期間に関係なく、前頭極の構造がやり抜く力の予測に寄与していることが示されました。

さらに、予測されたやり抜く力が同等になるよう参加者を2つのグループに分け、一方には最後までひたすら

取り組む通常の設定、もう一方には目標を細分化して小さい目標ごとに達成感を与えるという設定条件で同じ指運動課題を実施しました。実際、前者ではやり抜けないと予測された人のほとんどがやり抜けず脳構造に変化は見られませんでした。ところが後者ではやり抜けないと予測された人でも多くが課題をやり抜き、やり抜いた後には前頭極の灰白質の体積が約4パーセント増え、白質の拡散異方性も高くなりました(図3)。目標の細分化が脳構造の変化を促し、達成の助けになると考えられます。

この発見は教育、スポーツ、医療などさまざまな分野で、個人の特性に合わせた目標達成の支援法の開発に貢献すると期待されます。

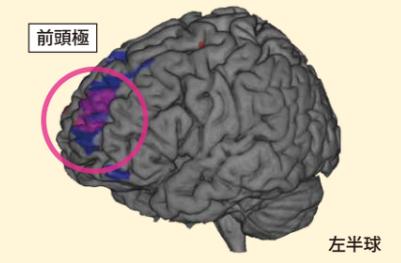


図1 前頭極は脳の一番前にある。

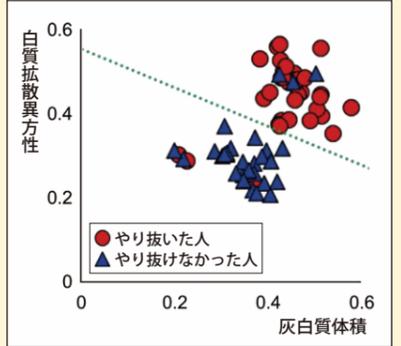


図2 課題をやり抜いた人とやり抜けなかった人では、前頭極の構造に明らかな差があった。

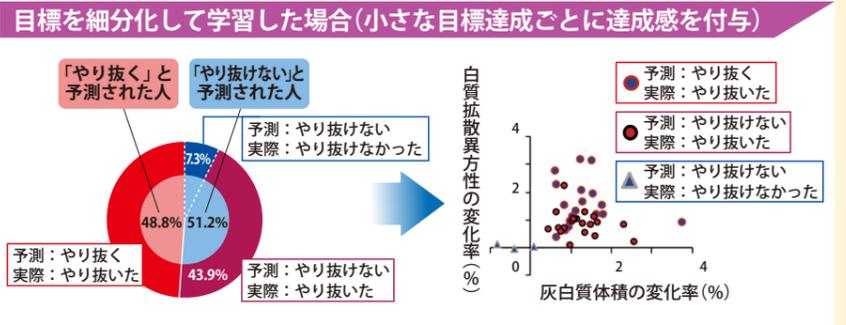
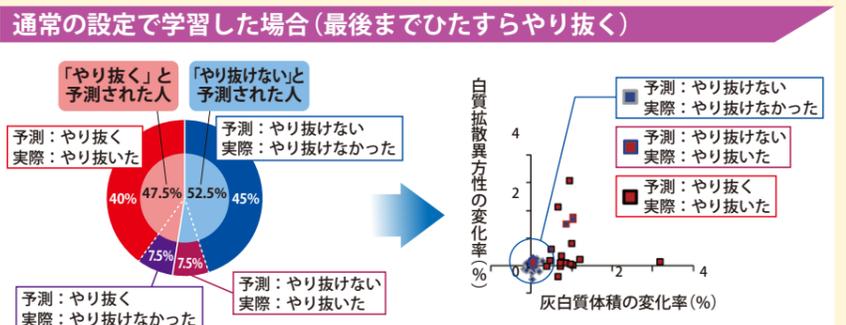


図3 前頭極の構造から課題をやり抜けないと予測された人でも、目標を細分化した設定条件で学習するとやり抜くことができ、前頭極の構造にも変化が見られた。

研究成果

戦略的創造研究推進事業 さきがけ
 研究領域「微小エネルギーを利用した革新的な環境発電技術の創出」
 研究課題「有機半導体の構造制御技術による革新的熱電材料の創製」



高性能なn型有機半導体を開発 軽くて柔らかい次世代デバイスへ

スマートフォンやパソコンに使われている半導体は、シリコンなどの無機化合物でできています。無機半導体は原子間で電子を共有する共有結合を介して電荷が輸送されるため、高い電荷移動度を誇りますが、その反面、重い、硬い、デバイス作製に約300~1000度の高温を必要とするといった問題点があります。

これらを解決しコストや環境負荷を減らせる素材として有機半導体に期待が寄せられていますが、有機半導体は隣接する分子間の分子軌道の弱い重なりが電荷輸送を担うので、電荷移動度が低くなってしまいます。近年、正孔輸送性(p型)有機半導体では高い移動度と実用可能なレベルの環境ストレス耐性を併せ持つ材料が開発されました。高度なデバイスの実現にはp型と同等の性能と安定性を兼ね備えた電子輸送性(n型)半導体が求められますが、その開発は困難を極めていました。

東京大学大学院新領域創成科学研究科の岡本敏宏准教授は、ペリレンジイミド骨格の2つの炭素サイトを窒素で置換したベンゾイソキノリノキノリンジイミド(BQQDI)骨格を持つ有機分子が電子輸送性に優れることを発見しました(図1)。特にフェチネル基(-C₂H₄Ph)をこの骨格へ付けたPhC₂-BQQDIは、トランジスタに組み込んだところ、高い電子移動度と信頼性に加えて、熱や連続使用のストレスに対する耐久性にも優れていました。分子内で電子を引き寄せやすい窒素を最適な位置に導入することで、大気下で安定したn型有機半導体の骨格を

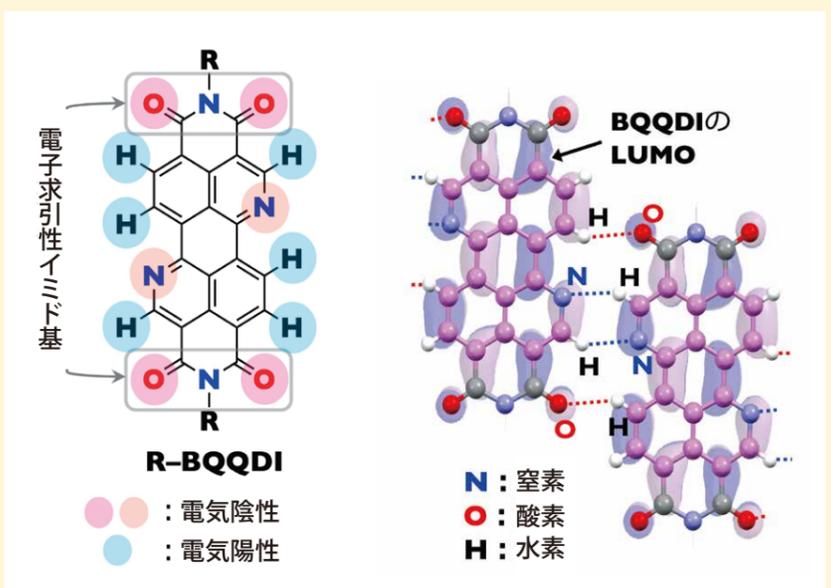


図1 開発したn型有機半導体BQQDI。(左)分子構造、(右)単結晶中で隣接する2分子。

実現し、多点で水素結合させる設計により分子間振動を抑制して電子移動度と耐久性の向上につなげたのです。

「今回の分子設計のように窒素を主骨格に導入する有機合成化学は発展途上にあり、BQQDI骨格の開発には苦労しました。次の段階では、優れた半導体特性を実現するため、電荷輸送に適した集合体構造を形成させる必要がありました。さまざまな置換基を検討した結果、フェチネル基が極めて有望だとわかったのです」と振り返る岡本准教授。「今回の成果は序章に過ぎません。今後も最先端の知見を果敢に取り入れて発展させ、性能のもう一桁向上を目指します」と意気込みます。

開発したPhC₂-BQQDIは試薬として発売されました(図2)。BQQDI半導体は、n型有機半導体、ひいては

次世代エレクトロニクス研究を加速するだけでなく、ディスプレイ、電子タグ、マルチセンサー、熱電変換素子、薄膜太陽電池など、多種多様な製品の实用化に貢献することが見込まれます。



図2 富士フイルム和光純薬から発売された試薬PhC₂-BQQDI。