

PRESS RELEASE (2025/12/08)

## 先天性読み書き障害を脳の機能と構造から分類・再現する新手法を提案

～発達性ディスレクシアへの個別最適化した教育支援・治療の実現に期待～

### ポイント

- ① 先天性の読み書き障害である発達性ディスレクシア(※1)は世界人口の 5-10%が該当し、複数のサブタイプが存在するが、各サブタイプの原因となる脳の機能と構造は解明されていない。
- ② MRI で測定した脳の機能と構造から発達性ディスレクシアのサブタイプをデータ駆動で分類し、健常者を対象に、サブタイプに特徴的な脳活動を「経頭蓋時間干渉刺激(※2)」で安全に生じさせることで、発達性ディスレクシアの原因を探る新手法を提案。
- ③ 本成果によって、教育現場や医療現場で発達性ディスレクシアの個別最適化された治療・支援が進み、患者の学習機会の確保と生活の質の向上につながることを期待。

### 概要

発達性ディスレクシアは、一般的な知的能力に問題がないにも関わらず文字の読み書きに重篤な困難をきたす先天性の障害です。世界人口の 5~10%程度が該当するため、原因の解明と支援は長年の重要な社会課題でした。また、発達性ディスレクシアは異なる障害を示すいくつかのサブタイプがあることが知られており、近年では、音韻の認識や瞬時命名速度の低下など複数の要因が絡む「多因子モデル」が注目され、多様な脳内メカニズムの関与が示唆されています。しかし従来の研究では、サブタイプの分類と脳の異常を直接結びつけられておらず、発達性ディスレクシアが脳のどのような異常が原因で起ころのかは未解明でした。さらに、文字や言語の処理は人間に特有の能力であるため、発達性ディスレクシアを動物モデルによって研究することは困難であり、人間を対象とした新たな研究モデルの構築が望まれていました。

九州大学大学院人文科学研究院の太田真理准教授、ダニエル・ギャラガー研究員、人文科学府修士課程 2 年の黄子安大学院生の研究グループは、①脳画像に基づいて発達性ディスレクシア患者をサブタイプに分類し、同時にサブタイプに特徴的な脳活動を特定する、②安全に脳活動を変化させることができる経頭蓋時間干渉刺激 (tTIS) によって、健常者で発達性ディスレクシアのサブタイプに特徴的な脳活動を誘発することで、サブタイプ特有の読み障害を擬似的に発生させる、という手法 (図 1) を提案しました。この手法により健常者を対象に「ある脳領域の異常が特定のタイプの発達性ディスレクシアを引き起こすか」を確認できるようになります。

健常者を対象とした新たな研究モデルを提唱した本研究により、発達性ディスレクシアの個々のサブタイプに合わせた診断・介入法の開発が飛躍的に進むことが期待されます。さらに、将来的には一人一人に合わせた学習支援法や治療プログラムの実現につながる可能性があります。

本研究成果は国際誌「Frontiers in Human Neuroscience」に 2025 年 10 月 10 日に掲載されました。

### 研究者からひとこと：

発達性ディスレクシアは最も患者数が多い先天性の言語障害の一つです。今回の研究により、脳の構造や機能に基づいて様々な症状を示す発達性ディスレクシアを分類し、その原因を解明する手法が提案できました。本研究の手法をさらに発展させることで、将来的に個別最適化した治療・教育の実現を目指していきます。(太田真理)

## 【研究の背景と経緯】

先天性の読み書き障害である発達性ディスレクシアは、知的能力や教育環境に大きな問題がないにも関わらず、文字の読み書きの習得に困難を示す学習障害の一種です。発達性ディスレクシアは全人口の5~10%が該当すると考えられており、読み書きの困難さによって、学習の遅れ、自尊心の低下、進学や職業選択への制約など、多くの二次的な影響も引き起こします。したがって、発達性ディスレクシアの患者が効果的に教育・医療を受けられることには大きな社会的な意義があります。

発達性ディスレクシアには、文字の読み書きに関わる音の処理の困難さ、文字の視覚処理の困難さ、処理速度の低下、文字処理に関わる短期記憶能力の低下など、複数の要因が関与すると考えられており、発達性ディスレクシアの「多因子モデル」が注目されています。また、近年の脳画像研究から、発達性ディスレクシアには症状の異なる幾つかのサブタイプが存在し、サブタイプごとに特徴的な脳の機能・構造の異常が示され始めています。しかし、依然として「どの領域の脳活動の異常がどのような症状を引き起こすのか」という脳活動と症状の因果関係は十分に明らかになっていませんでした。また、文字の読み書きは人間に固有の認知機能が関わるため、他の神経疾患や精神疾患のように動物を使った研究で発達性ディスレクシアを再現することは事実上不可能です。このため、発達性ディスレクシアの神経病態の解明と効果的治療法の開発には新たな研究アプローチが求められていました。

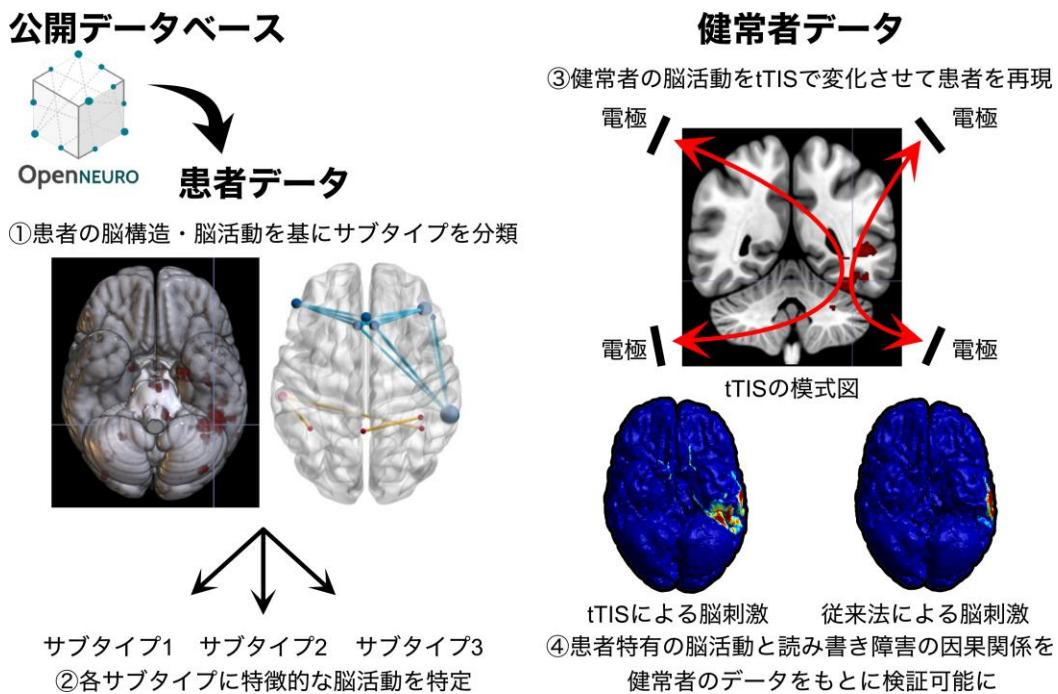


図1 脳機能計測と非侵襲的脳刺激を組み合わせた本研究の手法

公開データベースの患者データから、発達性ディスレクシアに特徴的な脳構造・脳活動を検出し、データ駆動で発達性ディスレクシア患者を分類する。経頭蓋時間干渉刺激(tTIS)により、健常者で患者に類似した脳活動を生じさせた際の行動・認知の変化を検討することで、発達性ディスレクシアに関わる脳の異常を検証する。tTISは従来の非侵襲的脳刺激法に比べて、脳の深部を刺激することができる。

を分類します。さらに第二段階では、健常者を対象に、患者のサブタイプに特徴的な脳活動を示した脳領域に「経頭蓋時間干渉刺激 (transcranial temporal interference stimulation, tTIS)」を行い、一時的に患者に類似した脳活動を誘発します。続いて、患者と類似した脳活動が生じた際に、健常者でも発達性ディスレクシアのサブタイプに特有の読み障害の症状が発現するかを検討します。この手法によって「ある脳活動の異常が発達性ディスレクシアの特定の症状を引き起こすかどうか」を安全に検討することができるため、脳活動の異常と発達性ディスレクシアの因果関係を、人を対象にした実験で直接的に検証できます。本手法は、読み書きをはじめとする人間固有の認知機能の障害を、健常者を対象とした実験によって検証することを可能とするものであり、従来の動物モデルの限界を克服できると考えられます。

### 【今後の展開】

発達性ディスレクシアは人間に固有の疾患であるため、神経疾患・精神疾患の研究で一般的な動物モデル・動物実験ではそのメカニズムの解明に限界がありました。しかし、今回提案した健常者を対象にした人間モデルは、動物実験ではできない認知機能と脳活動の因果関係の解析を可能とするため、発達性ディスレクシアの研究・支援におけるブレークスルーとなる可能性があります。特に、個別最適化した医療や教育支援の分野で大きな影響が期待され、将来的には一人一人に合わせた学習支援法や治療プログラムの実現につながる可能性があります。

### 【用語解説】

#### (※1) 発達性ディスレクシア

生まれつきの脳の認知特性により、文字の読み書きに困難を示す先天性の言語疾患。知的能力の問題や努力不足ではなく、言語処理や文字と音の対応関係を処理する脳機能に偏りがあるために起きると考えられている。症状の適切な評価と個別の学習支援を通じて、学習の遅れ、自尊心の低下、進学や職業選択への制約などの二次的な影響が改善されるため、早期発見と個別最適化した支援が必要とされている。

#### (※2) 経頭蓋時間干渉刺激 (tTIS)

2組以上の電極から、周波数が異なる高周波の電流を流すことで生じる干渉（ビート）を利用する非侵襲的脳刺激法。例えば、2000 Hz と 2010 Hz の高周波が干渉すると、周波数の差に対応する 10 Hz のビートが生じる。神経細胞は 2000 Hz などの高周波には応答しないため、10 Hz のビートに対してのみ応答すると考えられる。脳内の電流分布シミュレーションに基づいて、適切な位置に電極を設置することで、従来の非侵襲的脳刺激法では刺激することが難しかった脳の深部を含む特定の脳領域を選択的に刺激することができる。

### 【謝辞】

本研究は JSPS 科研費 (JP24K00508, JP21K18560, JP19H01256, JP23H05493, JP19H05589)、吉田学術教育振興会、テルモ生命科学振興財団、中谷財団、三菱財団、島津科学技術振興財団の助成を受けたものです。

### 【論文情報】

掲載誌：Frontiers in Human Neuroscience

タイトル：Modeling dyslexia in neurotypical adults by combining neuroimaging and neuromodulation techniques: a hypothesis paper

著者名：Daniel Gallagher, Zian Huang, and Shinri Ohta

D O I : 10.3389/fnhum.2025.1651332

【お問合せ先】

<研究に関すること>

九州大学 大学院人文科学研究院 准教授 太田真理（オオタシンリ）

TEL : 092-802-5023 FAX : 092-802-5023

Mail : ohta@lit.kyushu-u.ac.jp

<報道に関すること>

九州大学 広報課

TEL : 092-802-2130 FAX : 092-802-2139

Mail : koho@jimu.kyushu-u.ac.jp

Kyushu University VISION 2030

総合知で社会変革を牽引する大学へ