

# 描画によるペンタブレットおよび 脳機能計測機を用いた発達障害の 診断支援システム

会津大学 コンピューター理工学部  
教授 慎重弼

2024年12月12日

## 背景：神経発達症の診断における現状

年々、発達障害とされる子供の割合は増加しており、文部科学省の令和2年度の調査によると、10年前の平成22年度と比べて約3倍に増えていることが示されている。

また、併存障害も高確率で認められており、主症状がどの障害によるものなのか見分けるには経験豊富な専門医等の見立てが必須である。

しかし、発達障害児の割合は年々増加の一途をたどっており、すでに発達障害の専門医の数が足りず、医療機関が逼迫している現状がある。これらの治療的介入をおろそかにすると、本人のQOL (Quality Of Life) や主観的ウェルビーイングが下がり、さらにはうつ病や学力低下、実覚障害といった二次障害を併発する恐れがある。よって、早期発見・早期治療の重要性は極めて高い。

→発達障害を自動識別するシステムの開発が急務

## 背景：神経発達症の診断における現状

具体的には、客観的に発達障害を鑑別することのできる**診断支援システム**の開発が求められている。

一方で、発達障害の特徴は**描画に強く現れること**が報告されている。また、**前頭葉機能に特異性**があることが報告されている。  
(恵, 2019; Yasumura, 2019, 2017, 2015, 2014a, 2014b, 2012)

そのため、ペンタブレットによりデジタルの**描画データ**を取得し、課題遂行中の脳機能計測機により**脳機能のデータ**を取得する。得られたデータに**機械学習**を適用することで、発達障害のための**高確率な診断支援システム**の実現が可能となる。

## 提案技術の概要

ペンタブレット上に簡単な図形を5分間ほど描画してもらい、**描画中**の前頭葉の働きを**脳機能計測機**で取得する。ペンタブレットで得られた行動指標と脳機能計測機で得られた生理指標によるデータに**機械学習**を適用し、発達障害の診断予測を行うためのシステム。

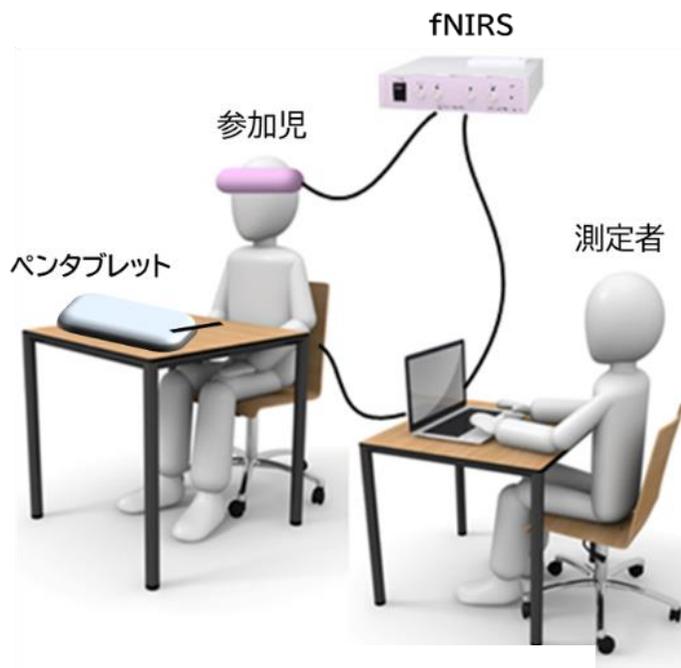
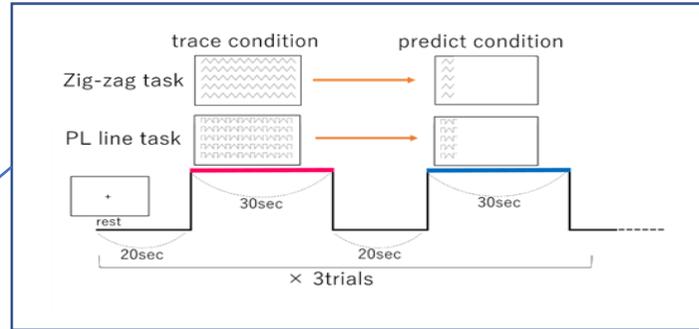


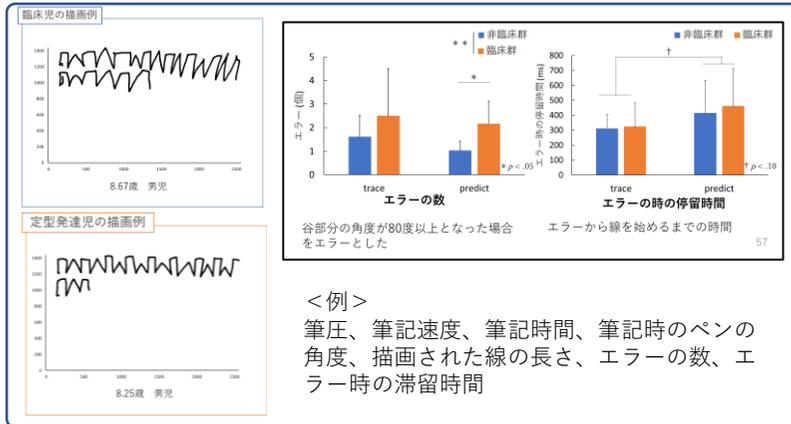
図 1 描画中の脳機能計測

# 提案技術の概要

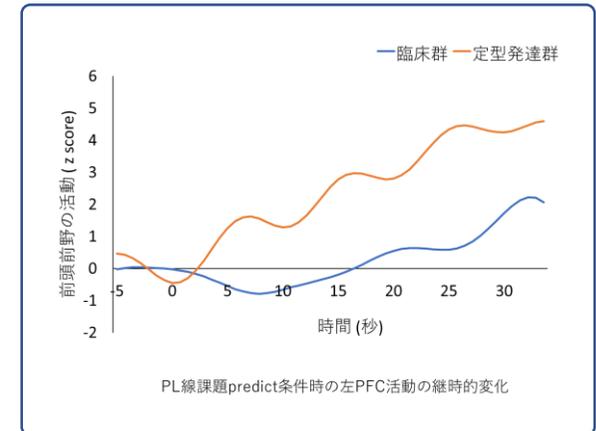
ジグザグ図やPL線を描かせる



描画されることで得られる筆記情報



描画中の脳活動情報



**筆記情報や脳活動情報をもちいて発達障害の種別（ADHDとASD）を判別できる**

## 従来技術とその問題点

従来技術(特許6128651):

- ・ストロープ課題
- ・タッチパネルディスプレイを用いた行動取得  
→低次元データのため**予測精度が低い**



- ・描画課題
- ・ペンタブレットを用いた行動取得  
→詳細な座標、筆圧などの**高次元データ**の取得  
→高次元データに機械学習を適用することで、**診断予測精度が飛躍的に向上**

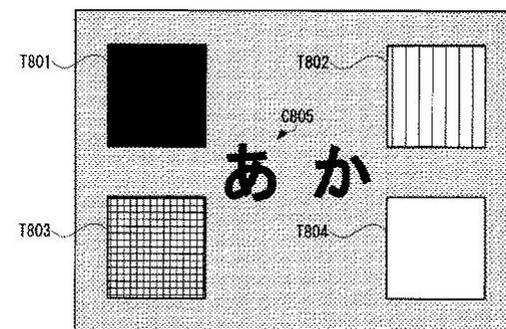


図2 従来のタッチパネルディスプレイの課題

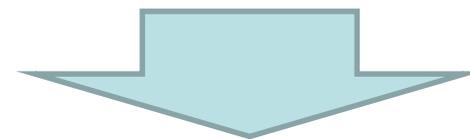


図3 手書きシステム(実際には描画)

# 提案技術とその特徴

脳機能計測およびペンタブレット装置を用いて発達障害児の障害の早期発見のための診断支援システムを構築可能。  
成人や健常高齢者を比較対象とすることで、加齢に伴う経時的変化に対応するシステムが可能。

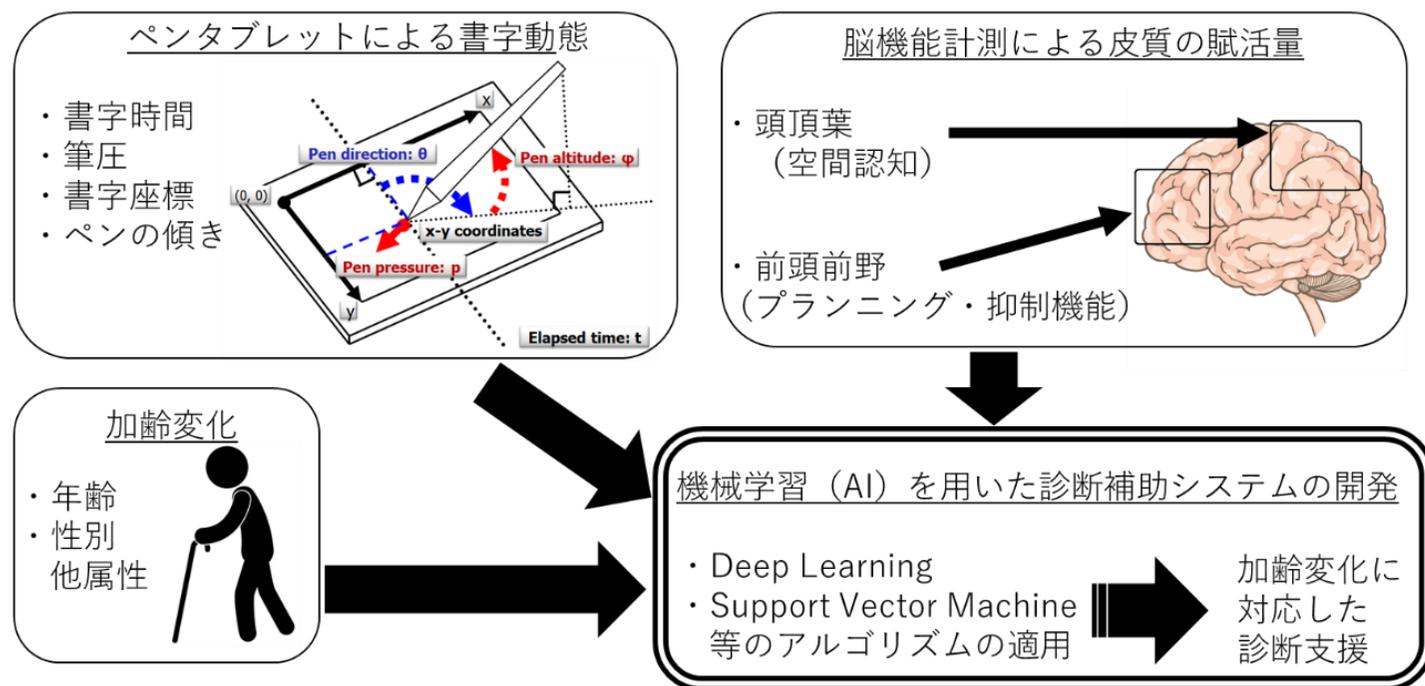


図 4 診断支援システム

# 提案技術とその特徴

課題は、2種類の課題があり、それぞれ、**なぞり描き条件**と**予測描き条件**がある。全体で約5分ほどである。

ジグザグ線とPL線 = Luriaの交代図形  
連続した繰り返し図形のなぞり描きと模倣とを比較することで神経学的な障害を発見できる可能性が示唆。(A. R. Luria, *Higher Cortical Functions in Man*. Springer, 1995.)

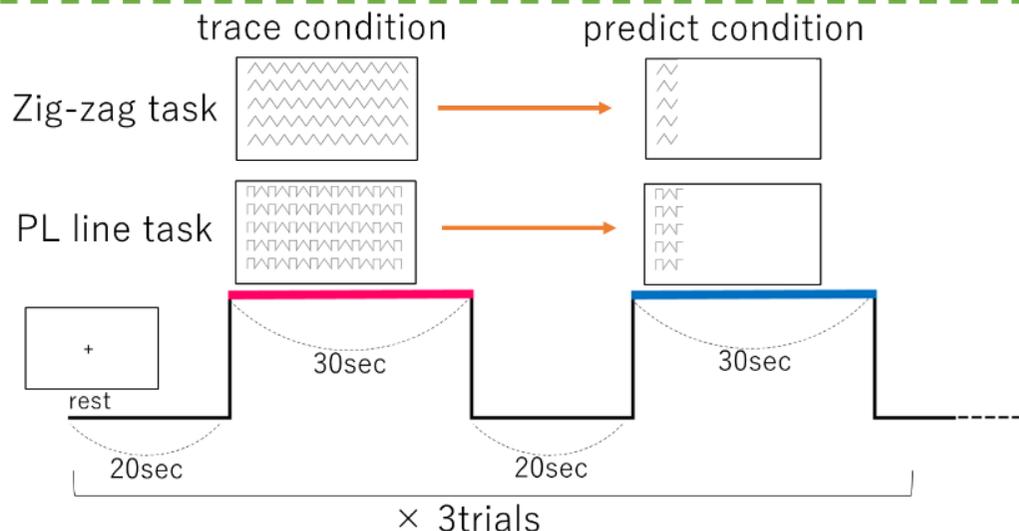


図5 描画課題のプロトコル

# 提案技術とその特徴

- **描画情報と発達障害傾向との関連性**が発見されている。(in review)

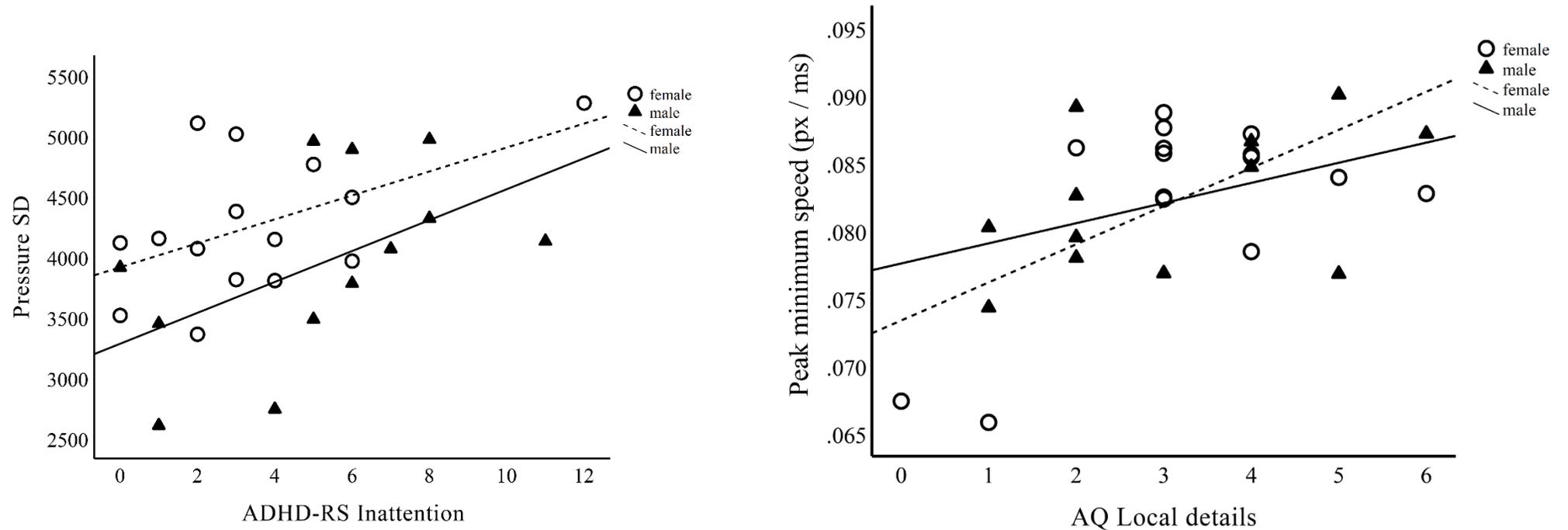


図 6 ADHDやASD傾向と描画との関連性

# 提案技術とその特徴

## ADHDやASD傾向と描画との関連性

- ・ADHD傾向と**筆圧の分散**との関係がある
- ・ASD傾向と**書字速度**との関係がある
- ・書字中の**右前頭前野の活動**と発達障害で**脆弱性**が指摘されている実行機能の**プランニング**との関連がある

## 発明の実証

27人の子供 (定型発達児: 12人 vs. 発達障害児: 15人)のデータセットを使用した。

データセットの詳細は以下の表の通り。

	数	年齢(平均)	性別
定型発達児	12 (人)	9.55 (歳)	男性7 vs. 女性5 (人)
発達障害児	15 (人)	8.85 (歳)	男性13 vs. 女性2 (人)

## 発明の実証

### 手書きによる発達障害児の判別

手書きの発達障害児の判別にSVM(Support Vector Machine)を使用した。

現在 **87.65%** の精度で分類に成功している。

	なぞり描き条件	予測描き条件
Zig-zag task	79.01%	83.95 %
PL line task	<b>87.65%</b>	<b>87.65 %</b>

## 発明の実証

### 手書きによる発達障害児の判別

手書きの発達障害児の判別にRF (Random Forest)を使用した。

現在 **90.12%** の精度で分類に成功している。

	なぞり描き条件	予測描き条件
Zig-zag task	83.95 %	87.65 %
PL line task	86.41 %	<b>90.12 %</b>

## 発明の実証

### fNIRSによる発達障害児の判別

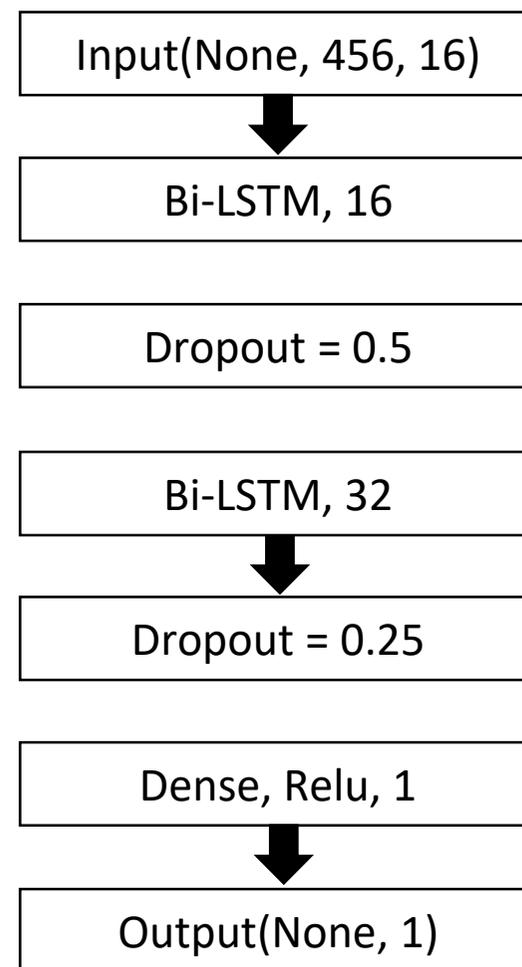
発達障害児の判別に双方向LSTM(Bi-LSTM)を使用した。

現在 **95.23%** の精度で分類に成功している。

使用したモデルの構成は右の通り。

(in processing)

	なぞり描き条件	予測描き条件
Zig-zag task	85.71%	80.95%
PL line task	<b>95.23%</b>	85.71%



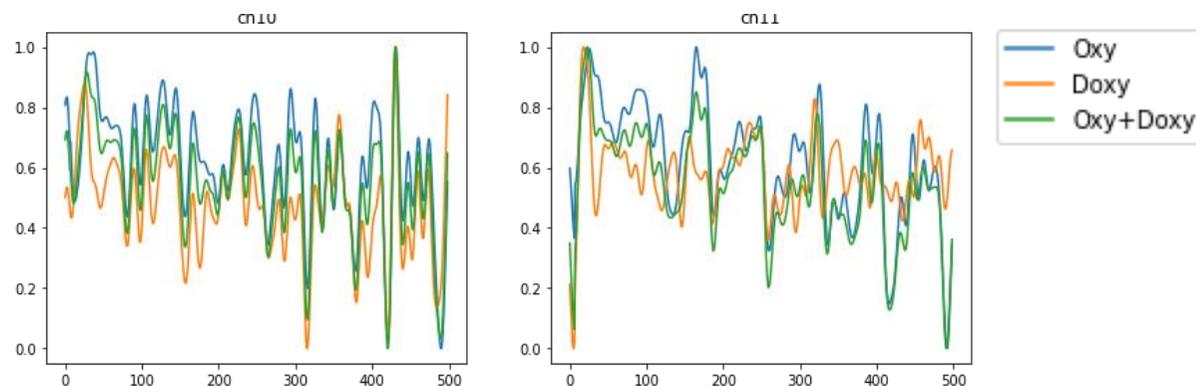
# 発明の実証

## fNIRSデータに見られる特徴

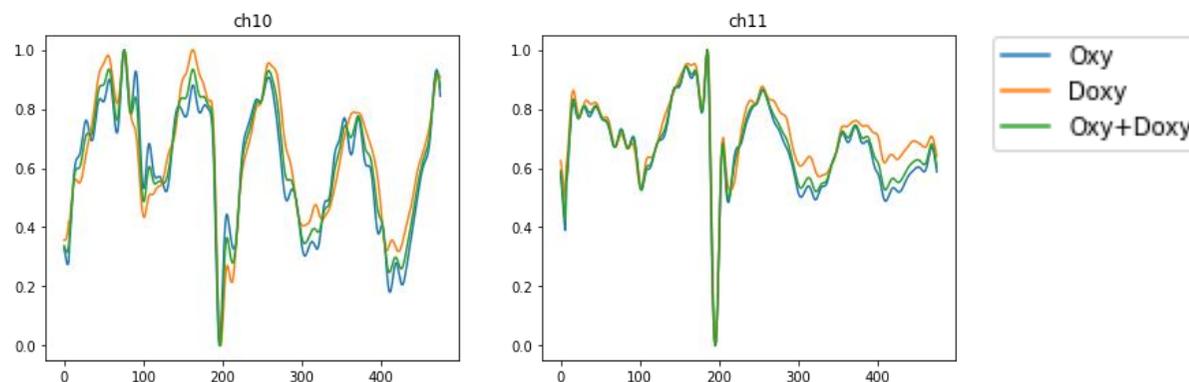
右の図はfNIRSを使用して得られたデータの一例である。

上の定型発達児から得たデータのグラフは、波形に**大きく乱れた動き**が見られるのに対し、下の発達障害児から得たデータのグラフの波形にはそのような動きは見られない。

### 定型発達児



### 発達障害児



## 発明の実証(まとめ)

臨床群と非臨床群を対象として書字動態および脳活動の変化について比較した。

### ■ PL線課題のエラーの数

- 非臨床群より臨床群でエラーが多い
- 臨床群：trace条件と比較してpredict条件でエラーが多い

### ■ PL線課題のPFC活動

- 臨床群ではtrace条件と比較してpredict条件で脳活動が低い傾向だが、非臨床群ではtrace条件と比較してpredict条件でPFCの活動が高い傾向

■ 臨床群・非臨床群で表出された線の長さは同様

■ 複雑な課題では2つの条件での精神活動の負担が臨床群と非臨床群では異なる

**筆記情報や脳活動情報をもちいて発達障害の種別（ADHDとASD）を判別できる可能性が示唆された**

## 想定される用途

- 逼迫した専門医不足の解消
- 診断に際してのヒューマンエラーの解消
- 検診・教育機関等でのスクリーニングに用いることで、医療機関への足掛かりとなる
- 医療機関等における最適な介入方法（投薬や行動療法等）の選定の際の指標となる

## 実用化に向けた課題

- ・ 発達障害のデータに機械学習を適用してさらなる最適なアルゴリズムを作成する必要がある。

# 連携を期待する企業

1. ライセンスを受けて本システムを開発・販売・サービス提供するデジタルヘルス企業。
2. 本システムを利用してADHD・ASD治療薬を開発する製薬／バイオテック企業。
3. 本システムを構成する装置 (fNIR等)を開発・提供する協力企業。

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 判定支援装置、判定支援方法及びコンピュータプログラム
- 出願番号 : 特願2023-076257
- 出願人 : 公立大学法人会津大学、国立大学法人熊本大学
- 発明者 : 慎 重弼、恵 明子、安村 明

# 産学連携の経歴

①2010年6月～2012年5月

(1)韓国ソウル大学、(2)会津大学、(3)韓国企業(SQUARENET Inc.)の国際産学共同研究を達成しました。

(タイトル: Laser based Intelligent Input Device for Interactive Screen)

- 約1億1,000万ウォン／2年間(総額約4億ウォン)

②2006年7月～2008年6月

日本学術振興会日韓共同研究プログラム。

③2021年～現在

株式会社WACOMとの共同研究

(タイトル: Developing Engine of Character Recognition System for IoT Paper)

# お問い合わせ先

会津大学  
産学連携コーディネーター 石橋 史朗

TEL 0242-37-2776

FAX 0242-37-2778

e-mail [ubic-adm@ubic-u-aizu.jp](mailto:ubic-adm@ubic-u-aizu.jp)