

研究開発テーマ名

データ駆動モデル化

2022年度までの進捗状況

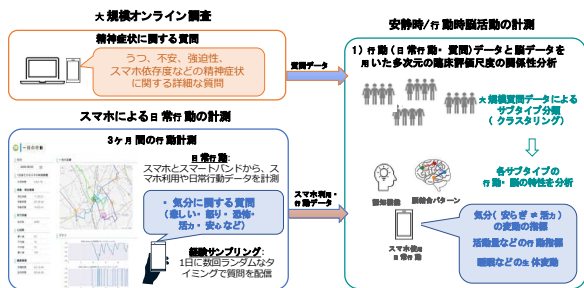
1. 概要

データ駆動で個性のタイプ分けをするモデルを構築するために、その構築の基礎となる「軽重ミックスデータベース」の作成に着手。具体的には、「軽」の部分を構成するアンケート・質問項目、スマホによる日常行動計測において、調査する項目を策定、予備調査を開始し、「重」の部分を構成する脳画像データベースの内容を策定しました。

2. 2022年度までの成果

研究開発課題1：データ駆動によるモデル構築

(1)「軽重ミックスデータベース」の基本的なデザインの策定
インターネット・スマホを用いた大規模調査で収集する項目について、研究開発課題3と協働し様々な精神症状の軸で健常者のサブタイプの同定に成功している実績をもとに9種類の臨床評価尺度を策定し、研究開発課題2および社会実装チームとの協働で安らぎと活力に関する質問紙を、次年度からデータ収集を開始できるように決定しました。モデルを構築するのに必要なデータ構造であるか、モデル構築のプランとデータベースの基本構造に整合性を確認し、研究開発課題2と協働し、倫理審査申請・承認を得た上で、予備調査を実施しました。



(2) 安らぎと活力に関する個性のタイプ分けを行うモデルをデータ駆動で構築

研究開発課題3と協働し、脳データのプロトコルの策定について国際的なスタンダードとなっている米国 Human Connectome Projectの多施設疾患研究用プロトコルを採用。該当プロトコルの画像データの事前処理パイプラインを実施できる環境について構築を完了しました。

カテゴリ	項目名	説明
臨床評価尺度	AQ (Autism-Spectrum Quotient-Japanese version)	Autism Spectrum
	ASRS (Adult ADHD Self-report Scale)	Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder
	BIS11 (Barratt Impulsiveness Scale11)	Impulsivity (attention, motor impulsiveness, planning)
臨床評価尺度	CES-D (Center for Epidemiologic Studies Depression)	Depression (general population)
	LSAS (Liebowitz Social Anxiety Scale)	Social Anxiety
	OCI (Obsessive-Compulsive Inventory)	Scale to assess the severity of obsessive-compulsive symptoms and symptom dimensions
質づけ	SPQ (Schizotypal Personality Questionnaire)	Schizotypal Personality
	STAI-V (State-Trait Anxiety Inventory-Form JV2)	State anxiety and trait anxiety
	IGDS (Internet Gaming Disorder Scale-Short Form)	Internet Gaming Disorder
質づけ	FFMQ (Five Facet Mindfulness Questionnaire)	Mindfulness
	MAIA (Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness)	Awareness of interoceptive sense
	SCS (Short Form of the Japanese version of the Self-Compassion Scale)	Compassion for self
質づけ	SAPAS (Japanese Version of the Standardised Assessment of Personality - Abbreviated)	Personality disorder tendencies (Low tendency to compassion)
	DPEs (Japanese version of Dispositional Positive Emotion Scale)	Emotion (compassion)
質づけ	IHS (Interdependent Happiness Scale)	Interdependent happiness
	SWLS (Satisfaction With Life Scale)	Satisfaction with life
質づけ	UCLA Loneliness Scale	Loneliness among the elderly
	SES (Socio-Economics Status)	Socio-Economics Status
その他	ADEXI (Adult Executive Functioning Inventory)	Adult Executive Function (Working memory and inhibitory function)
	AALS (Anger Arousal and Lengthiness Scale)	Arousal and length of anger
	NAS (Nonattachment Scale)	Nonattachment

表1：アンケート調査の質問項目一覧

研究開発課題2：インターネット・スマホを用いた大規模調査

次年度以降の軽重ミックスデータベースのための大規模調査の実施にむけた予備調査を行い、研究開発課題1で構築するモデルのプランとの整合性を確認。他研究課題推進者らと協議を行い、実施期間、被験者セグメント、質問紙項目、取得する日常行動データ(経験サンプリング・行動データ)の種類など、実験デザインの設計を行いました。データ収集アプリを作成し、倫理審査申請・承認を得た上で、予備調査を実施した。第一段階では50,000名を対象としたスクリーニングアンケートを実施し、その回答結果に基づき2,000名のアンケート調査実施者を選定し、アンケート調査回答者より行動計測調査対象者約100名を選定し、行動計測調査を実施しました。

イベント名	イベント種別
バイタルレベル	センサー情報：心拍数
バッテリーチャージング	センサー情報：残量
ネットワークステータス (モバイル通信/wifi)	センサー情報：接続
WiFi接続	センサー情報：接続
WiFi通信速度	センサー情報：相対速度センサー
モバイル通信速度	センサー情報：動作検出
OSのバージョン	センサー情報：動作検出
機種名	センサー情報：動作検出
時刻	センサー情報：動作検出
スクリーン状態 (オン/オフ)	センサー情報：動作検出
ロック状態 (ロック中/解除)	センサー情報：動作検出
ページ名	センサー情報：動作検出
アプリ起動・終了 (自アプリ)	センサー情報：動作検出 (ジョイロ)
ホームボタンが押された	センサー情報：動作検出 (ジョイロ)
通話の電源ON/OFF	センサー情報：動作検出 (ジョイロ)
1日あたり利用時間 (スクリーンオン・スクリーンオフの合算値)	センサー情報：動作検出 (ジョイロ)
アプリ起動	センサー情報：動作検出 (ジョイロ)
アプリの起動・終了 (他アプリ)	センサー情報：動作検出 (ジョイロ)
アプリアップデート	センサー情報：動作検出 (ジョイロ)
画面の明るさ	センサー情報：GPS
電磁波を体内モードに切り替えたイベント	画面タッチイベント
「カメラボタン」が押されたイベント	画面タッチイベント
アプリがバックグラウンド状態になっている時のイベント	画面タッチイベント
イベント	画面タッチイベント
背景ヘッドセットの接続または取り外したイベント	画面タッチイベント
設定のディスプレイ設定 (方向、ロールなど) が変更されたイベント	画面タッチイベント
センサー情報：心拍検出	画面タッチイベント

表2：行動計測調査項目一覧

研究開発課題3：データ駆動型解析の最適化

「重」の脳画像データベースの内容を脳画像の種類・撮像パラメータについて、オープンデータの質・撮像時間などを参照し検討を行いました。前処理方法に関して情報収集し、妥当な手法の選択を行いました。各項目のデータのデータベースへの格納方法、前処理方法、運用方法、モデル構築の面からデータベースの構造を決定し、策定したデータ収集方法・撮像する脳画像の種類・撮像パラメータが、研究開発課題1で構築するモデルのプランと整合性があり、モデルを構築するのに十分なデータを含んでいること、疾患を層別化した方法(Hierarchical supervised/unsupervised learning)で、健常者を層別化するのに十分なデータを含んでいることを確認しました。

3. 今後の展開

「軽」「重」のそれぞれについてデータの収集を開始します。「軽い」データである個人特性に関する質問調査をオンラインで行い、スマホやウェアラブルデバイスのログより日常的な行動データ、安らぎ・活力などの気分のサンプリングを、数ヶ月間にわたり収集します。「重い」データである脳画像データの収集し、軽重ミックスデータベースを構築し、これらのデータを用いてタイプ分けを行います。

(田中沙織：ATR、中村元：DDI 総合研究所、酒井雄希：XNet)

研究開発テーマ名

ニューロフィードバック

2022年度までの進捗状況

1. 概要

「自己と外界の在り方」は、古来より分野を問わず議論されてきた古くて新しい問題です。本課題では、仏教を含む東洋の人間観と人工知能的な脳科学の総合知を用いることで、こころの状態遷移を自ら観察（止観）できる機械と共生する社会を目指した技術開発を行います。そのために、こころの状態遷移を十分に捉えることのできる時間解像度の高い可視化装置を開発し、ニューロフィードバックでの学習に使うことで、外界に左右されぬ躍動性と安定性のバランスを脳ネットワークで学習することを目指します。

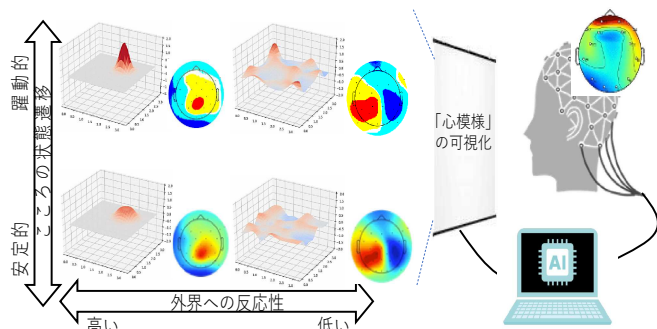


図1：本研究開発課題の概要図

2. 2022年度までの成果

脳の状態遷移の可視化

脳波(EEG)マイクロステートとは、近年再注目されている脳波の解析手法であり、事前にテンプレートと呼ばれるEEGの共通状態を抽出しておくことで、脳の状態遷移はこのテンプレート間の遷移として粗視化されます。従来は4

つの極性を無視したテンプレート ABCD で状態遷移ネットワークを構成させることが多かったのですが、極性間の状態遷移を表現するために、極性付き8状態 (ABCD±) のテンプレート数に増やすことを行いました。

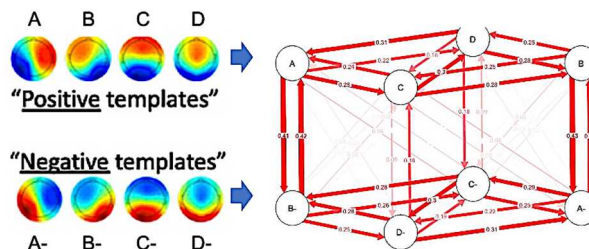


図2：極性を考慮した8状態テンプレート（左）とその状態遷移確率（右）

フィードバック技術開発

EEG マイクロステートのような脳状態を事前に定義しておくことで、リアルタイム性を追求した状態検出とそのフィードバック学習が可能になります。脳状態の瞬時的な遷移を捉えるために、ニューロフィードバックシステムの再設計を行い、フィードバックの高時間解像度化を実現しました。そのシステムを実際を使って実験参加者がトレーニングを行い学習が成立するか検証する準備が完了しました。

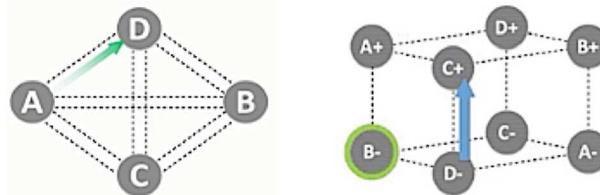


図3：EEG ニューロフィードバックシステムによる表示例

脳の状態遷移を機械学習で解明

生成モデルとデータ駆動モデルを組み合わせることで、脳における非線形ダイナミクスのアトラクター間の遷移を定量化できる仕様になっていることと、データ同化・拡張法が許容される時間内で実行できる仕様になっていることを確認しました。生成モデルは、計算時間やパラメータ最適化の実現可能性を重視し、Wilson cowan モデルを中心に開発を進めます。データ駆動モデルについては、脳の状態遷移の定量化という観点で pMEM (pairwise maximum entropy model) を中心に検討を進めます。

3. 今後の展開

今年度までの成果により、「極性付きの8状態間の遷移検出」を行う実装を行い、フィードバック訓練での強化対象とする特定の遷移を定義できるようにしました。その結果、既存のシステムよりも大幅にダイナミクスの表現力（空間パターンの分解能および時間分解能）が向上することになりました。また、機械学習によるアトラクター間遷移を定量化する検討も並行して進めていますので、その知見を今後のニューロフィードバックトレーニングへ統合することも想定されます。一方で、実際のニューロフィードバック訓練においては、実験参加者が視覚フィードバックを用いるためには、更新の早すぎるフィードバックはかえって学習に使えない可能性があります。そのため、ヒット（指定されたターゲットが検出される）によってモーフィング画像が変化するようなゲーミフィケーションの仕組みを取り入れることも検討した上で、実際の実験参加者でのトレーニングの効果検証へ進む予定です。最終的には、これらの技術を用いることで、こころの安寧を実現する技術開発とその効果検証を実現します。（浅井智久、川鍋一晃:ATR）

研究開発テーマ名

社会実装

2022年度までの進捗状況

1. 概要

仏教文献の調査を進め、スマートフォンアプリケーションを用いて社会実装する、瞑想訓練内容の大枠を策定しました。また、仏典にて言及される、煩惱から見た人間のタイプ分けと、タイプごとに行うべき初歩の瞑想を整理する作業を行いました。これは、個性に応じた瞑想の選択を行うために必要となる工程です。並行して、アプリの開発作業を進めました。アプリには、仏教文献調査から策定された訓練内容を忠実に再現することが求められます。また、数百人規模の介入実験に耐える仕様であることが必要となります。これらの要件を満たすアプリを作るために、プロジェクト内外において多様な意見を聴取・集約する作業に取り組みました。加えて、瞑想訓練プログラムの雛形となる介入プログラムの先行作成にも取り組みました。

2. 2022年度までの成果

研究開発課題1：仏教文献調査と瞑想デザイン

(1) 瞑想訓練内容の大枠策定

仏教文献の中から瞑想に関する記述を取り出し整理する作業を進め、瞑想技法の歴史的展開を明らかにしました。仏教瞑想の初期には「注意を振り向けてしっかりと把握する」という理念（念処）が実践されていました。歴史的展開を経て、この実践は三種類に大別されるようになります。心の働きを静めるサマタ瞑想群、心の働きを含むあらゆる行動を観察するヴィパッサナー瞑想群、慈悲を中心とした四無量心の瞑想群です。これに準備行と呼ばれる、宗派を超えて実践される瞑想実践準備を加え、スマートフォンアプリケーションを用いて社会実装する瞑想訓練内容の大枠を策定しました（図1）。

(2) 煩惱の種類から見た人間個性のタイプ分け

プロジェクトの主要な取り組みのひとつに、大規模なデー

タベースを作成し、これを用いて人の個性のタイプ分けを行うことがあります。これに貢献するために、仏教伝統が唱える、煩惱の見地から考えられる人間個性のタイプ分けを整理しました。『清浄道論』という仏典をもとに、煩惱から見た個性の基本パターンと派生パターンを分類しました。さらに、それら煩惱に対処し、軽減するために用いられる初歩的な瞑想についても整理しました（図2）。

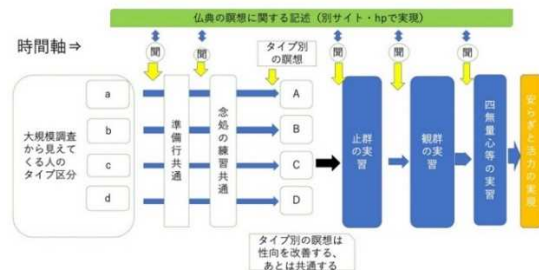


図1 実装する瞑想訓練の大枠。黄色の矢印は間（仏典に基づいた瞑想記述、これをアプリに連動させること）を意味する基本パターン



図2 仏教『清浄道論』からみた煩惱と人間タイプの分類。赤字はそれぞれを対治するに適した初歩的な瞑想

研究開発課題2 スマホアプリによる大規模介入実験

(1) アプリ仕様策定

大規模瞑想介入実験で用いるアプリについて、仕様の策定を進めました。アプリには、仏教文献調査から策定された訓練内容を忠実に再現することが求められます。また、数百人規模の介入実験に耐える仕様であることが必要となります。これらの要件を満たすアプリを作るために、プロジェクト内外においてヒアリングを行い、アプリについて要

望やアイデアを収集しました。挙げられた要望やアイデアをもとにフローチャートを作成し、詳細な仕様案としてまとめました。また、アプリのイメージをプロジェクト内で共有するために、インターフェースのデザイン案を作成しました（図3）。これらデザインにも、収集された仕様アイデアが反映されています。

(2) 瞑想訓練内容の雛形作成

アプリに実装する瞑想訓練の雛形作成に着手しました。最終的に実装される瞑想訓練は、仏典研究に基づいたものになる計画です。しかし、それらとは異なる瞑想介入プログラムの作成に先んじて取り組みました。この介入プログラムは、Mindfulness-based Interventionと呼ばれる近年の瞑想介入パッケージに基づいたものです。早期に瞑想訓練の雛形といえる介入プログラムを作成することで、今後の瞑想訓練やアプリ開発を円滑化することが狙いです。指導内容の台本を作成し、それをもとに仮音源を作成しました。



図3 アプリ画面のデザイン案

3. 今後の展開

瞑想の系統整理のため、文献調査を引き続き行います。また、仏教文献の調査に基づいた瞑想訓練の完成に向けて、具体的な瞑想指導ナレーションの作成に取り組んでいきます。並行してアプリの開発を進め、早い段階で大規模介入研究を開始できるよう準備します。

(袁輪顕量：東京大学、川島一期(ATR))