



ムーンショット目標 9

2050年までに、こころの安らぎや活力を増大することで、
精神的に豊かで躍動的な社会を実現

実施状況報告書

2022 年度版

AIoTによる普遍的感情状態空間の構築と

こころの好不調検知技術の開発

中村 亨

大阪大学 データリテリフロンティア機構



研究開発プロジェクト概要

本研究開発プロジェクトでは、IoT（Internet of Things）による日常生活下での生体情報計測と AI（Artificial Intelligence）技術の融合（AIoT）により、主観報告によらない動物種を超えた客観的かつ普遍的な感情状態空間（生体情報—感情状態マップ）の構築を目指します。さらには、感情状態空間内での状態遷移動態に基づき、ヒトの心身の不調や変調、あるいは幸福やウェルビーイングといった活力ある状態（好調）を検知・把握する技術の確立を目指します。

https://www.jst.go.jp/moonshot/program/goal9/9B_nakamura.html

課題推進者一覧

課題推進者	所属	役職
中村 亨	大阪大学 データリテリフロンティア機構	特任教授
山本 義春	東京大学 大学院教育学研究科	教授
内匠 透	神戸大学 大学院医学研究科	教授
吉内 一浩	東京大学 医学部附属病院	准教授

1. 当該年度における研究開発プロジェクトの実施概要

(1) 研究開発プロジェクトの概要

本研究開発プロジェクトでは、IoT (Internet of Things) 計測と AI (Artificial Intelligence) 技術の融合 (AIoT) により、主観報告によらない動物種を超えた客観的かつ普遍的な感情状態空間の構築を目指す。具体的には、日常生活下 (フィジカル空間) での感情状態・変化に伴うヒト/動物モデル (ヒト疾患・病態モデルマウスなど) の複数生体情報等のセンシングデータに基づき、クラウド (サイバー空間) 上で、その瞬間の感情状態を高精度かつ実時間で推定可能な生体情報—感情状態マッピング技術を AI 等の機械学習/深層学習を援用し確立する。動物状態推定モデルとヒト状態推定モデルとの融合・可換性の検証等を通じて、サイバー空間上での動物種を超えた感情の普遍的表現「感情状態空間」の構築を行う。さらには、空間内での状態遷移動態に基づき、ヒトの心身の不調や変調、あるいは幸福やウェルビーイングといった活力ある状態 (好調) を検知・把握する技術の確立を目指す。具体的には、下記の研究開発項目を実施する。

研究開発項目1: AIoT によるヒト感情状態空間の構築 (令和4年度～令和6年度)

概要: ウェアラブルデバイス等の IoT 機器で取得する日常生活下での様々な感情と複数生体信号 (音声、連続身体活動量、心拍数、呼吸数等や計測時状況) を用いて、感情状態を客観的に推定する AIoT (AIoT=AI×IoT) を開発する。

研究開発項目2: 普遍的感情状態空間の構築 (令和4年度～令和6年度)

概要: 動物種を超えた普遍的感情状態空間の構築を目指す。疾患モデルマウスや感情応答を誘発する刺激条件下、あるいは薬剤投与等による変調を加えた状態での生体信号を計測し、ヒト計測データとの併用により、生物学的妥当性を有する普遍的感情状態推定器を構築する。

研究開発項目3: こころの好不調検知技術の確立 (令和5年度～令和6年度)

概要: 感情状態空間上での感情遷移の動特性の解析に基づき、こころの好不調を検知・把握する技術を開発する。

(2) 研究開発プロジェクトの実施状況

ヒト感情状態推定技術の開発においては、研究推進基盤データのデータクレンジングを行い、それを用いて、日常生活下で記録された感情スコアを推定する機械学習モデルの構築を行った。自発的身体活動時系列データに基づく感情推定では、その局所統計量等を入力とし、抑うつ気分、不安感、肯定的気分、否定的気分の4つの感情状態を同時に推定するマルチタスク学習モデルを構築した (約 300 人、7,000 記録; 2週間の計測)。感情スコアを平均絶対値誤差 0.2 (約 20% の誤差; 感情スコアは [0,1] に規格化) で推定することに成功した。さらに、ネットワークの一部を個人に最適化させることにより (転移学習)、推定精度が向上することを確認した。また、発話データに基づく感情推定では、使用した質問紙 (Depression and Anxiety Mood Scale) を構成する9つの感情 (「はつらつとした」、「嬉しい」、「楽しい」、「暗い」、「嫌な」、「沈んだ」、「気がかりな」、「不安な」、「心配な」) を同時に推定

するマルチタスク学習モデルを構築した。10 秒間の発話データ(約 2 万記録)から抽出した高次元特徴量を入力信号とし、またネットワーク構造に個人適合化層を導入することで、9つの感情を一致相関係数において平均値 0.55、最大値で 0.61 の精度で推定することに成功した。これらは、様々な要因が統制された環境下(実験室など)で取得されたデータに基づき構築されたモデルの最高精度に匹敵するもので、日常生活下でのデータから同精度の推定を実現できた点において意義深い。一方、構築モデルの臨床医学的妥当性検証のための患者を対象とした研究推進データを取得するために、研究計画立案を行い、倫理委員会への申請を行なった。

ヒトと動物との共通計測基盤システムの構築を目的とした研究項目では、リング型デバイス(SOXAI Ring, 株式会社 SOXAI)のファームウェア開発(加速度と光電脈波信号処理)と既存 IoT クラウドシステムとの連携開発(API 連携、モデム型ゲートウェイ連携)を開始した。また開発システムの実証検証に向けた取り組み(フィールド確保や倫理審査書類準備)を行った。さらに、リング型デバイスのマウスへの転用可能性を検証するための実験を行い、その知見に基づき動物用プロトタイプの実験環境の構築に取り掛かった。

ヒトとマウスで共有する「普遍的感情状態空間」の構築に向けた取り組みでは、如何にヒトとマウスでの共有・融合モデルを構築するのかについて検討を行った。その一つの取り組みとして、音声に基づくヒト感情モデルでは、自閉症ヒト型モデルマウス(神経学的に不安状態が亢進するマウス)の超音波啼鳴による野生型との弁別が、ヒト用モデルの転移学習で実現可能かどうかの検証を開始した。また、次年度からのモデルマウス計測開始に向けた実験系の立ち上げと実験環境の構築を行った。

(3) プロジェクトマネジメントの実施状況

本研究開発プロジェクトでは、サブ PM を配置しプロジェクト全体の進捗について客観的立場から評価・意見できる体制をとる。進捗状況の把握においては、PM、SPM、課題推進者から成る運営会議を年 4 回(3 月、6 月、9 月、12 月)開催し、年1度、研究成果の公開発表会を(3 月の運営会議と同日に)実施することとした。これに従い、令和 4 年 9 月に、キックオフミーティング、令和 4 年 12 月および令和 5 年 3 月に運営会議を開催した。3 月の公開成果発表については、令和 5 年 5 月に開催される第 62 回日本生体医工学会大会の OS として実施することとし、当該学会大会に OS 開催を提案した(本報告書提出時において開催済)。また、開発技術の社会実装への展開を見据え、ヘルスケア IoT コンソーシアム(<https://healthcareiotcons.com/>;産学官民の約 100 団体が参加。PM は、PoC 部会の座長を務める)での情報共有および推進支援体制の調整を行った。

2. 当該年度の研究開発プロジェクトの実施内容

(1) 研究開発項目 1: AIoT によるヒト感情状態空間の構築

研究開発課題 1: 多次元生体情報による感情推定技術の開発と臨床医学的妥当性評価

当該年度実施内容: 日常生活下での様々な感情(抑うつ気分、肯定的気分、否定的気分、不安)をウェアラブルデバイスで計測した身体活動量から推定するモデルを構築した。

課題推進者: 中村 亨(大阪大学)

当該年度実施内容:ウェアラブルデバイス等の IoT 機器で取得する日常生活下での様々な感情と音声データを用いて、クラウド上で感情状態を客観的に推定した。

課題推進者:山本 義春(東京大学)

研究開発課題2:疾患患者を対象とした生体信号・感情計測

当該年度実施内容:ヒト感情状態空間の構築および臨床医学的妥当性の検証のための患者を対象とした研究推進データを取得するために、研究計画立案を行い、倫理委員会への申請を行なった。

課題推進者:吉内 一浩(東京大学)

研究開発課題3:Translational IoT クラウドシステムの開発

当該年度実施内容:大規模にヒトと動物の日常生活下での生体情報を連続的かつ実時間で取得可能なクラウドシステムを構築することを目的に、既存システムの改修とリング型デバイスとの連携、マウスでの生体計測の可能性の検証を実施した。

課題推進者:中村 亨(大阪大学)

当該年度実施内容:大規模にヒトの日常生活下での生体情報を連続的かつ実時間で取得可能なクラウドシステムを構築・改善し、さらにはモニタリング結果に基づき適応的なフィードバックにより勤労者の睡眠や心理面での問題を自動的に改善できることを示した。

課題推進者:山本 義春(東京大学)

(2) 研究開発項目2:普遍的感情状態空間の構築

研究開発課題1:普遍的感情状態推定技術の開発

当該年度実施内容:動物種を超えた普遍的感情状態空間の構築を目指し、研究開発項目1で構築しつつあるヒト感情推定モデルからの転移や疾患動物データの活用手法などについて検討した(内匠グループでの実験プロトコル等にも反映)。

課題推進者:中村 亨(大阪大学)

当該年度実施内容:動物 IoT 計測データとヒト計測データとを併用することにより、生物学的妥当性を有する普遍的感情状態推定器の構築に着手した。

課題推進者:山本 義春(東京大学)

研究開発課題2:動物を対象とした生体信号・感情状態計測

当該年度実施内容:令和4年度は、1)マウスの生体信号計測は可能な実験系の立ち上げ、2)社会的敗北ストレス(SDS)によるうつモデル作製のための実験環境の構築、3)ヒト・マウス共有センシングシステム構築のためのマウスでのセンサ検証試験、を行った。

課題推進者:内匠 透(神戸大学)

3. 当該年度のプロジェクトマネジメント実施内容

(1) 研究開発プロジェクトのガバナンス

本研究開発プロジェクトでは、基礎工学研究科の野村泰伸教授をサブ PM(SPM)として配置し、PM を支援し、かつ課題推進者へも含めプロジェクト全体について第三者的立場から意見・評価可能な体制をとっている。

進捗状況の把握

令和 4 年 9 月 9 日に、課題推進者および主な参画者、関連企業メンバによるキックオフミーティングを開催した。また、プロジェクトの運営体制として、PM、サブ PM(SPM)、課題推進者から成る運営会議を年 4 回(3 月、6 月、9 月、12 月)開催し、年1度、研究成果の公开发表会を(3 月の運営会議と同日に)実施することとした。これに従い、運営会議を令和 4 年 12 月 21 日および令和 5 年 3 月 30 日に実施した。3 月の公开发表会は、下記に記載の第 62 回日本生体医工学会大会(2023 年 5 月 18-20 日)でのオーガナイズドセッションとして実施した。なお、内匠課題推進者の研究室には、作り込みの段階でサイトビジットを実施し(令和 4 年 5 月 31 日)、実験施設や動物舎等の確認、参画者らとの意見交換を実施した。

研究開発プロジェクトの展開

本研究開発プロジェクトの特徴は、各課題推進者グループが連携し、プロジェクト全体で成果を挙げる体制ができているところにある。例えば、中村課題推進者と山本課題推進者のグループでは、感情推定モデルの構築において、それぞれの成果を定期的に共有することで、推定精度の高いモデル構築を行う体制を取っている。また、Translational IoT クラウドシステムの開発においても、内匠課題推進者とも連携のうえ、それぞれが分担し開発を行っている。また、吉内課題推進者には、倫理委員会用書類作成の段階から、他グループとの進捗共有を行ってもらい、それを踏まえた研究計画を作成した。

国際連携として、音声認識・解析で国際的にも最先端の実績を有する Bjorn W. Schuller 教授(インペリアル・カレッジ・ロンドン大)との共同研究・人的交流を推進した。令和 5 年度共同ワークショップの開催を計画している。

(2) 研究成果の展開

開発技術の社会実装への展開を見据え、ヘルスケア IoT コンソーシアム(<https://healthcareiotcons.com/>;産学官民の約 100 団体が参加。PM は、PoC 部会の座長を務める)での情報共有を図った(下記に記載のとおり、年1回の公開シンポジウムでの研究成果報告会を企画)。また、参画企業との連携推進を目的に、令和 5 年度のコンソーシアムの活動計画の一つに、本プロジェクトの推進支援を明記することを依頼・調整した。

(3) 広報、アウトリーチ

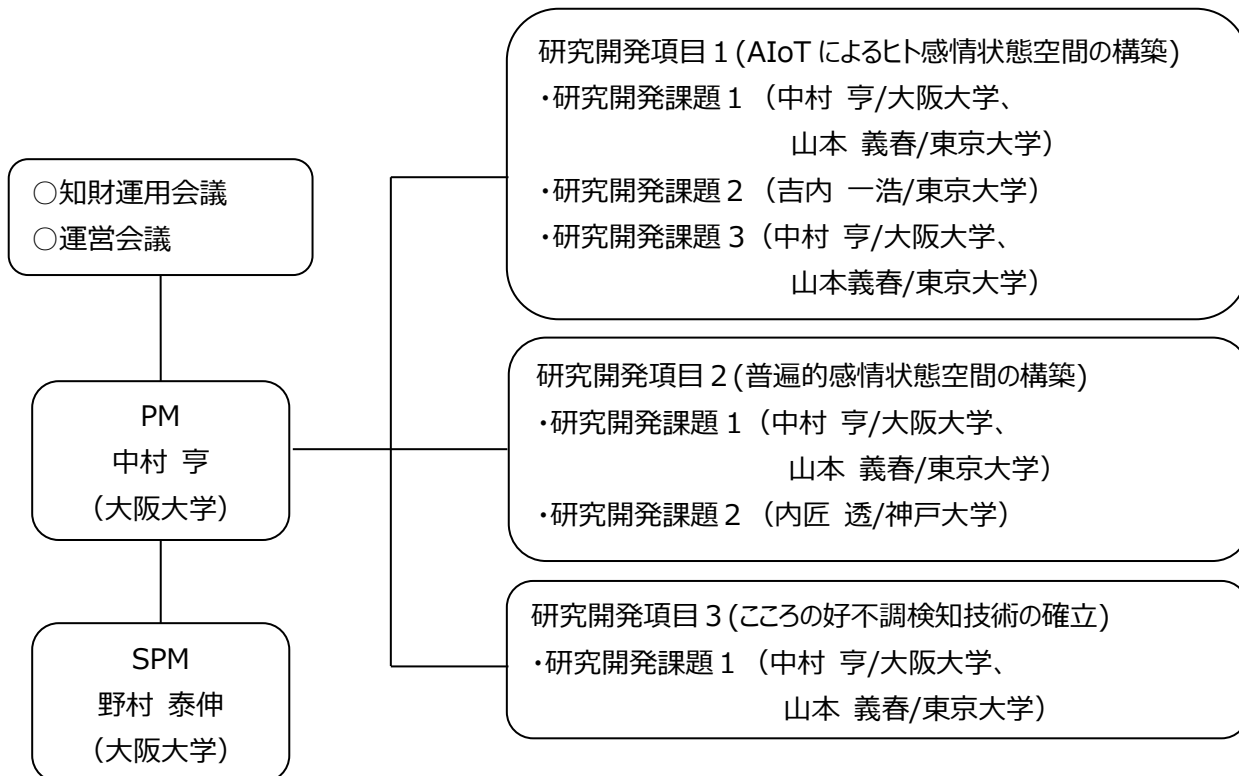
令和 5 年度開催の学会・シンポジウムでのオーガナイズドセッション、基調講演等の開催準備を行った。本報告書作成時点において、第 62 回日本生体医工学会大会(2023 年 5 月 18-20 日、名古屋国際会議場)で OS を開催。また、ヘルスケア IoT コンソーシアムにおいて、公開シンポジウムを開催(令和 5 年 5 月 30 日)。成果報告として、音声信号処理に関する国際会議に音声に基づく感情推定技術に関するプロシーディングを投稿し採択された(Proceedings of International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, in

press, 2023)。

(4) データマネジメントに関する取り組み

日常生活下で取得された音声、身体活動、心拍データに、被験者自身の感情ラベル(他者によるアノテーションではなく、その場の状況も含む本人による多面的な感情評価)が付与されたデータは、affective computing 分野の発展にも国際的な価値がある。実際、AC 分野に関わる関連研究者からも、将来的なデータ公開、国際的なコンペティションへの提供等の意見があり、関係者と検討している(2 次利用の課題と追加データの計測が必要と考えられる)。

4. 当該年度の研究開発プロジェクト推進体制図



知財運用会議 構成機関と実施内容

懸案事項が発生した際に PM、SPM、当該者による会議を実施。必要に応じて専門家（各大学/JST の知財関連など）に相談し、参加を依頼する。

運営会議 実施内容

PM、SPM、課題推進者から成る運営会議を年 4 回（3 月、6 月、9 月、12 月）開催。各 PI グループからの進捗報告、今後の計画等について報告・議論。

5. 当該年度の成果データ集計

知的財産権件数				
	特許		その他産業財産権	
	国内	国際(PCT含む)	国内	国際
未登録件数	0	0	0	0
登録件数	0	0	0	0
合計(出願件数)	0	0	0	0

会議発表数			
	国内	国際	総数
招待講演	1	0	1
口頭発表	1	0	1
ポスター発表	0	0	0
合計	2	0	2

原著論文数(※proceedingsを含む)			
	国内	国際	総数
件数	0	3	3
(うち、査読有)	0	3	3

その他著作物数(総説、書籍など)			
	国内	国際	総数
総説	0	0	1
書籍	0	0	0
その他	0	0	0
合計	0	0	1

受賞件数		
国内	国際	総数
0	0	0

プレスリリース件数
0

報道件数
0

ワークショップ等、アウトリーチ件数
0