



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

2023 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



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、既存の研究推進基盤データセットを用いて、日常生活下で記録された感情スコアを同時計測された生体信号から推定する機械学習モデルの構築を行った。身体活動に基づく感情 (抑うつ気分、肯定的気分、否定的気分、不安) の高低の2クラス分類では、個人適合化手法により正解率、再現性、適合率、F1-score の全てにおいて7割を超える精度を実現した。また、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」) の主観的スコアを上記とは異なる個人適合化手法を組合わせた機械学習モデルで推定したところ、音声から一致相関係数で平均0.55 (9つの感情の平均)、身体活動で0.48を実現した。さらに、マルチモーダルモデルを構築し、複数生体信号を活用することによる推定精度の向上を実現した。一方、構築モデルの臨床医学的妥当性検証のための患者 (気分障

害患者、不安症患者、失感情症群)を対象とした研究推進データの取得を開始した(>2週間に渡る経時計測)。

日常生活下での感情・生体信号を計測可能な既存 IoT クラウド計測システムへの「さりげない」センシングの実装として、リング型デバイスとの連携・改修を継続した。システムの検証およびサービス事業への展開を見据え、介護付き有料老人ホームの認知症フロアの入居者を対象に、バイタル・ストレス・睡眠等のさりげないセンシングに基づく見守りの実証実験を行った。また、課題間連携として瞑想研修での計測にも使用した。加えて、本システムの動物計測への拡張開発として、マウス用センサのプロトタイプを作成し、その検証を行った。

動物種を超えた「普遍的感情状態空間」の構築に向けた取り組みでは、その基盤データとなる疾患マウスモデル(うつ病モデルの一つである社会的敗北ストレスモデル)の発症前から発症(状態遷移)、発症後に渡る複数生体信号の長期連続計測を開始した。予備的解析として、発症過程における生体信号のゆらぎの特徴量変化を解析した。同定された特徴量は普遍的感情状態空間・感情推定モデルの構築・解釈のみならず、好不調検知技術の開発にも寄与すると考える。

一方、好不調の制御として、上記クラウドシステムを用いた毎日の睡眠モニタリング・評価を行い、睡眠に不安定性を有する群と安定な群に対してランダムに睡眠衛生改善のプッシュ通知を送る介入・指導(micro-randomization を用いた Just-In-Time Adaptive Intervention)を実施したデータの解析を行った。結果として、前日の睡眠に関するフィードバック効果は不安定群のみに有効であり、睡眠時間の延長と起床時の気分および睡眠感の有意な改善が観察された。

(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原則年 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 5 年 6 月、9 月、12 月に運営会議を開催した。加えて、進捗状況を鑑み令和 6 年 1 月にも運営会議を開催した。また、第 62 回日本生体医工学会大会でオーガナイズドセッションを開催し、当 PJ の各チームから進捗状況について報告してもらった(令和 5 年 5 月)。加えて、日本心身医学会総会でのシンポジウム開催(令和 6 年 6 月)を予定している。

一方、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。各

感情の高低の 2 クラス分類を中心に様々な検討・検証を行い、正解率、再現性、適合率、それらの調和指標である F1-score の全てにおいて 7 割を超える精度で推定できることを確認した。

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生体信号データを用いて、クラウド上で感情状態を客観的に推定した。音声からの推定、身体活動からの推定、それらを組合わせた推定(マルチモーダルモデルの構築)を行った。音声では一致相関係数が平均で 0.55、身体活動では 0.48 を実現し、論文にまとめた。また、マルチモーダルモデルでは平均 0.50 であった。

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:倫理委員会の指摘に応じて研究計画を修正・補足し、倫理審査の承認を得た。ヒト感情状態空間の構築および、その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の取得を開始した。報告書作成時点で、気分障害患者 2 名、不安症患者 2 名、失感情症群 6 名の計 10 名の経時データ(>2 週間)の取得が完了した。また、主任研究機関以外の協力機関の患者のデータ取得のため、遠隔での調査導入プロトコルを整備し、倫理委員会の承認を得た。

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:ヒト用システムでは、「さりげない」センシングの実現のため、既存のスマートフォンを基盤とする IoT クラウドシステムと指輪型デバイスとの連携を実現した。一方、動物用システムでは、マウス用センサのプロトタイプを作成し、その性能・動作検証を行った。

課題推進者: 中村 亨(大阪大学)

当該年度実施内容:昨年度開発したシステムの動作検証、課題・問題の洗い出し・解決を行うとともに、ファームウェアのさらなる改良を行った。このシステムを用いて、介護付き有料老人ホームの認知症フロアの入居者を対象に、バイタル・ストレス・睡眠等のさりげないセンシングに基づく見守りの実証実験を行い、プレスリリースを発出した。一方、瞑想研修の前後計 2 週間に渡る計測にも使用した(蓑輪 PI@今水プロジェクトとの課題間連携)。

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:発症過程を含む既存のうつモデルラットの長期計測データの解析に取り掛かった。

課題推進者: 中村 亨(大阪大学)

当該年度実施内容:患者とマウスのデータ取得の遅延が生じている。ヒト感情推定モデルのうち、取得できるデータが相同的であるものについては、本マイルストーン達成のために使用が可能である。この点を来年度に向けて検討する。

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:普遍的感情推定技術の開発に資する生体データの取得を目的に、1) 侵襲的方法による安静時、拘束ストレス時のマウスの試験的生体信号計測、2) 社会的敗北ストレス(SDS)によるうつモデル作製時の試験的生体信号計測、3) テレメトリーシステムによる侵襲的生体信号測定の見込みの検討、4) 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。今後、相当数のデータが取得できる見込みがみついた。

課題推進者:内匠 透(神戸大学)

(3) 研究開発項目3:感情遷移動態解析による好不調検知

研究開発課題1:感情遷移動態解析による好不調検知

当該年度実施内容:既存のうつモデルラットの発症過程および、新たに取得したサンプル(SDS マウスの長期連続計測データ)の解析に取り掛かった。

課題推進者:中村 亨(大阪大学)

当該年度実施内容:好不調の制御と関連し、毎日の睡眠指標を自動的にモニタリングし、その不安定性を有する群と安定な群の被験者に対して、ランダムに睡眠衛生改善のプッシュ通知を送った際(マイクロ・ランダムマイゼーションの技術を用いた Just-In-Time Adaptive Intervention 研究)の結果を分析した。結果として、前日の睡眠に関するフィードバック効果は、不安定群のみに有効で、結果として、睡眠時間の延長と起床時の気分と睡眠感の優位な改善が観察された。

課題推進者:山本 義春(東京大学)

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、大阪大学基礎工学研究科の野村泰伸教授を 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5年6月、9月、12月にPM、SPM、課題推進者から成る運営会議を開始した。また、本年度はプロジェクト間連携(橋田 PJ)および課題間連携(蓑輪 PI@今水 PJ)が生じ、適宜、関係者との打合せを行い、課題間連携等、初めての取り組みを実現させた。

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 PI グループが連携し、プロジェクト全体で成果をあげる体制ができているところにある。例えば、中村 PI と山本 PI 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 PI と中村 PI は密な連携体制を構築し、動物用デバイスの開発を協力し開発を行っている。また、吉内 PI、中村 PI、山本 PI らはヒト調査実施に際し、計測システムやノウハウの共有を行い、PJ 全体として円滑にデータ取得が進む体制を構築している。また、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 AIoT 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。実際、年 1 回の公開シンポジウムでの研究成果報告会を実施した。また、参画企業との連携推進を目的に、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位置づけた。

(3) 広報、アウトリーチ

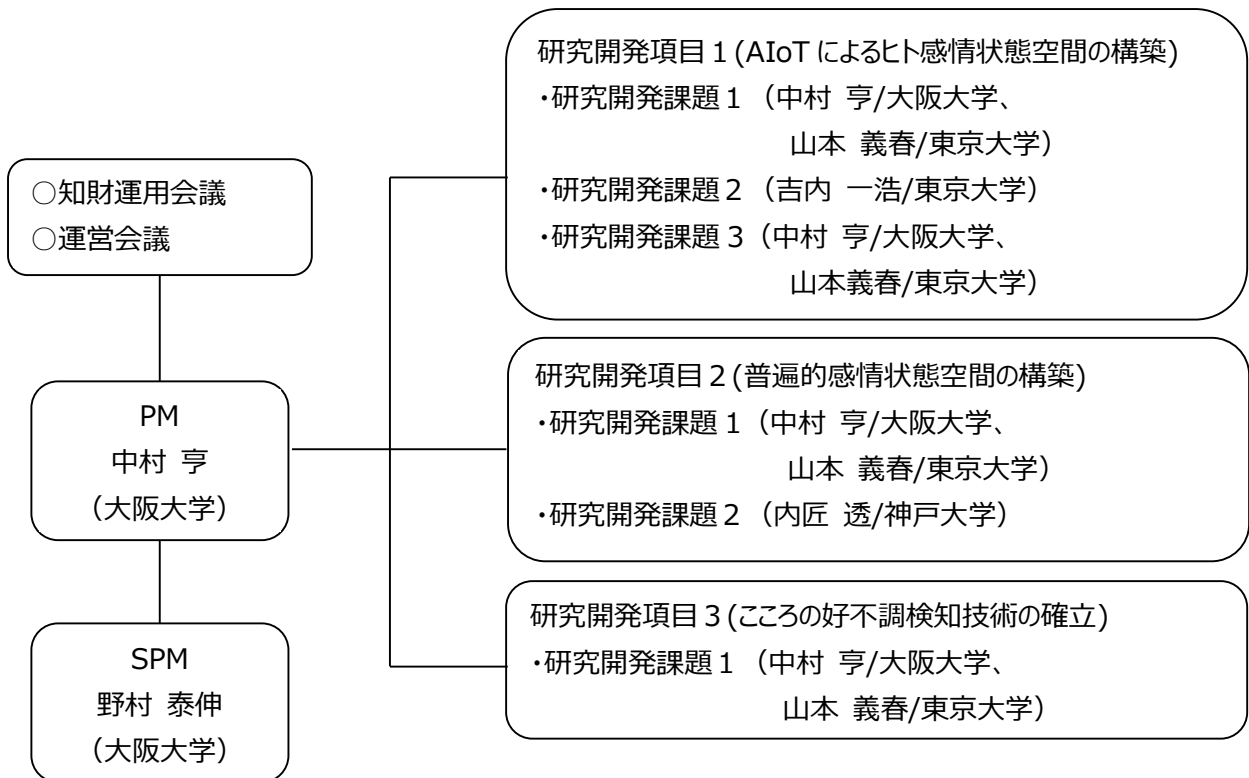
第 62 回日本生体医工学会大会(2023 年 5 月 18-20 日、名古屋国際会議場)で OS を開催した。また、ヘルスケア IoT コンソーシアムにおいて、公開シンポジウムを開催した(令和 5 年 5 月 30 日)。現在、第 65 回日本心身医学会総会(令和 6 年 6 月 29 日)にてシンポジウム開催を計画している。

一方、メディアへのアウトリーチとして、介護付き有料老人ホームでの「さりげない」センシングに基づく見守りサービスに関する PoC 実施について発出した。また、日経新聞にインタビュー記事が掲載された。

(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。

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	12	2	14
口頭発表	0	0	0
ポスター発表	0	0	0
合計	12	2	14

原著論文数(※proceedingsを含む)			
	国内	国際	総数
件数	0	8	8
(うち、査読有)	0	8	8

その他著作物数(総説、書籍など)			
	国内	国際	総数
総説	2	3	5
書籍	0	0	0
その他	0	0	0
合計	2	3	5

受賞件数		
国内	国際	総数
0	0	0

プレスリリース件数
1

報道件数
1

ワークショップ等、アウトリーチ件数
2