



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

2025 年度版

多様なこころを脳と身体性機能に基づいて

つなぐ「自在ホンヤク機」の開発

筒井 健一郎

東北大学 大学院生命科学研究科



【目 次】

<u>多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発</u>	1
PM：筒井 健一郎（東北大学 教授）	
<u>脳・自律神経活動からこころの状態を読み取るための基本原理の構築</u>	3
課題推進者：筒井 健一郎（東北大学 教授）	
<u>脳・自律神経活動の統合的解析技術の高度化によるこころの状態の読み取り</u>	5
課題推進者：佐々木 拓哉（東北大学 教授）	
<u>脳波の記録・解析技術の高度化によるこころの状態の読み取り</u>	7
課題推進者：北城 圭一（自然科学研究機構・生理学研究所 教授）	
<u>エクソソームの多角的解析からこころの状態を読み取る技術の研究開発</u>	9
課題推進者：星野 歩子（東京大学 教授）	
<u>エクソソームのプロテオミクス解析からこころの状態を読み取る技術の研究開発</u>	11
課題推進者：ナシリ ケナリ アミアモハメッド（東京大学 特任研究員）	
<u>神経発達症モデルマウスの開発とエクソソーム解析</u>	13
課題推進者：大隅 典子（東北大学 教授）	
<u>「自在ホンヤク機」における解釈機の研究開発</u>	15
課題推進者：長井 志江（東京大学 特任教授）	
<u>「自在ホンヤク機」における表現機の研究開発</u>	17
課題推進者：稲見 昌彦（東京大学 教授）	
<u>「自在ホンヤク機」の暗黙的インタラクションの研究開発</u>	19
課題推進者：齊藤 寛人（東京大学 助教）	
<u>「自在ホンヤク機」の言語的インタラクションの研究開発</u>	21
課題推進者：保前 文高（東京都立大学 教授）	
<u>大規模言語モデルの活用とデータ駆動アプローチによる「自在ホンヤク機」の研究開発</u>	23
課題推進者：張山 昌論（東北大学 教授）	

<u>当事者視点での「自在ホンヤク機」の性能評価と効果検証</u>	25
課題推進者：熊谷 晋一郎（東京大学 教授）	
<u>生体情報を使った「自在ホンヤク機」の性能評価と効果検証</u>	27
課題推進者：中村 元昭（昭和医科大学 准教授）	
<u>初等中等教育の現場での「自在ホンヤク機」の性能評価と効果検証</u>	29
課題推進者：筒井 健一郎（東北大学 教授）	
<u>「自在ホンヤク機」の利用と受容に関わる ELSI の検討</u>	31
課題推進者：大隅 典子（東北大学 教授）	
<u>「自在ホンヤク機」における個人情報の取り扱いおよび使用による ユーザー生活への影響に関わる ELSI の検討</u>	33
課題推進者：原 塑（東北大学 准教授）	
<u>「自在ホンヤク機」の社会実装における法的視点からの リスク評価・コンプライアンスについての検討</u>	35
課題推進者：明谷 早映子（東京大学 利益相反アドバイザリー室長）	
<u>「自在ホンヤク機」の社会実装における生命倫理についての検討</u>	37
課題推進者：中澤 栄輔（東京大学 教授）	
<u>光ポンピング磁気センサ式脳磁図（OPM-MEG）のデータ解析プロトコルの確立と高度化</u>	39
課題推進者：北城 圭一（自然科学研究機構・生理学研究所 教授）	
<u>Sensing the state of mind by the optically pumped magnetometer-Magnetoencephalography (OPM- MEG)：光ポンピング磁気センサ式脳磁図（OPM-MEG）を用いたところの状態の読み取り</u>	41
課題推進者：Sven Bestmann (University College London Professor)	
<u>MS9 共通指標データベース拠点の構築と展開</u>	43
課題推進者：筒井 健一郎（東北大学 教授）	
<u>Identification and utilization of long-term neural signal reflecting the extinction of fear and anxiety：恐怖・不安の解消（安心の確立）にかかわる長期的神経シグナルの同定と利用</u>	45
課題推進者：Til Ole Bergmann (Leibniz Institute for Resilience Research Professor)	

<u>Identification and utilization of long-term neural signal reflecting the robustness to emotional disturbances: 情動的外乱に対する堅牢性（動揺しないところ）にかかわる長期的神経シグナルの同定と利用</u>	47
--	----

課題推進者：Oliver Tüscher (Leibniz Institute for Resilience Research Professor)

2025 年度研究開発プロジェクト実施報告書

【ムーンショット型研究開発事業・研究開発プログラム名】

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

【研究開発プロジェクト名】

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発

PM：

筒井 健一郎（東北大学 教授）

1. 研究進捗状況と成果

脳神経系シグナルを用いたところの可視化については、げっ歯類・サルにおいて高精度の「快・不快」判別を実現するとともに、その技術をヒト脳波計測へとトランスレートし、情動価と覚醒水準を軸とする「アフェクトグリッド」空間において高い判別率を達成した（論文投稿中）。

エクソソームを用いたところの可視化については、ストレス傾向や発達障害傾向がエクソソームに反映されることを明らかにし、その背景機序の一部についても示唆を得た。

自在ホンヤク機の社会実装に向けた取り組みとしては、初期ユーザーとして想定される発達障害当事者の「お困りごと」に関する大規模調査を実施し、その特徴を明らかにするとともに、発達障害の認知特性に関係すると推定される言語・音声学的特徴、および脳・神経活動の特徴を分析した（代表的な論文を参照）。自在ホンヤク機のシステム開発においては、多次元情報を統合してところを可視化する「解釈機」と、光・音刺激やアバターとの会話を通じてユーザーのコミュニケーションを支援する「介入機」のプロトタイプを制作し、概念実証を行った。

また、社会実装に向けた ELSI の検討も幅広く進めた。さらに、LIR/VU との国際連携を推進するとともに、共通指標データベース構築に向けた組織的データ取得体制を整備し、OPM-MEG 計測開始に向けたセットアップも行った。

2. 代表的な成果事例

1) 目標達成に最も寄与する成果

脳神経系シグナルやエクソソームに基づいたところの可視化、自在ホンヤク機のプロトタイプ作成、初期ユーザーとしての発達障害当事者の「お困りごと」の調査、認知・行動特性と関係する神経活動の解析。

2) 代表的な論文

Shikauchi et al (2026) Quantifying State-Dependent Control Properties of Brain Dynamics from Perturbation Responses. J Neurosci. 46

要旨： 脳は、安静状態から運動状態へ移行するような「状態遷移」を制御するシステムとして捉えられる。本研究では、外部刺激を考慮した脳ダイナミクスの理解を目指し、TMS 刺激と EEG 応答を用いて、ネットワーク制御理論に基づく新たな解析法を提案した。特に、脳状態の制御しやすさを表す可制御性グラミアン行列を簡便かつ理論的に推定する方法を開発した。その結果、開眼安静、閉眼安静、運動関連状態の違いは、全体的な可制御性よりも、制御可能な方向性によってよく区別された。一方、運動実行と運動イメージのように区別が難しい状態もあった。本研究は、脳の内的状態が刺激応答をどのように規定するかを定量的に評価する手法を示し、個人差や最適な脳刺激条件の解明に応用可能である。

3) 代表的な特許

該当なし。

2025 年度実施状況報告書（成果）

【ムーンショット型研究開発事業・研究開発プログラム名・研究開発プロジェクト名】
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

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発

【研究課題名】

脳・自律神経活動からこころの状態を読み取るための基本原理の構築

課題推進者：

筒井 健一郎（東北大学 教授）

1. 研究進捗状況と成果

脳波から脳深部や大脳皮質の神経活動を推定し、こころの状態を高精度に定量化するための方法論の構築：扁桃体、側坐核、前部帯状皮質などに設置した脳深部電極と、前頭連合野、運動前野、一次運動野、一次体性感覚野などに設置した表面電極から神経活動を同時記録した。パブロフ型条件付け課題遂行中の神経活動を用いてトランスフォーマーニューラルネットワークに学習させ、快・不快情動のデコーダを作成し、学習時と類似の状況において高い判別能を達成した。

本成果に関して、CNN および EEG-Conformer を用いて条件刺激・無条件刺激期の情動価を高精度に分類し、連続的な脳活動から情動価の動的変化の検出に成功した旨を論じた論文 (Nakamura et al., 2026, bioRxiv) を投稿中である。さらに、情動や気分の制御に関わる前部帯状皮質 (ACC) から扁桃体 (BA・AcBA) への投射様式についてマカクザルで解析を行い、ACC-扁桃体結合における領域・層特異的な構造とその解剖学的基盤を明らかにした論文 (Kimura et al., 2026, J Neurosci under review) も現在査読中である。

恐怖・不安の解消（安心の確立）にかかわる長期的神経シグナルの同定 (Til Ole Bergmann PI との共働)：ヒト・サル共通の行動プロトコル（報酬または罰をもたらすボタン押し課題）を確立し、神経活動の記録を開始した。

2. 代表的な成果事例

1) 目標達成に最も寄与する成果

パブロフ型条件付け課題を遂行中のサルより記録した多チャンネル神経活動（皮質表面電位および深部局所電場電位）から、情動状態（快・不快）をデコードするトランスフォーマーニューラルネットワークを構築し、高い精度での判別を実現した。

2) 代表的な論文

なし。

3) 代表的な特許

なし。

2025 年度実施状況報告書（成果）

【ムーンショット型研究開発事業・研究開発プログラム名・研究開発プロジェクト名】

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

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発

【研究課題名】

脳・自律神経活動の統合的解析技術の高度化によるこころの状態の読み取り

課題推進者：

佐々木 拓哉（東北大学 教授）

1. 研究進捗状況と成果

侵襲的な計測が容易なげっ歯動物において、様々なこころの状態を反映した脳波と末梢信号を計測し、他の課題推進者（筒井・北城ら）が取り組むサル・ヒト脳波にも共通して適用できる技術を目指した。昨年度までに、自然言語処理に用いられる Transformer encoder を利用し、嫌悪状態を判別する学習モデルの構築に成功した。この時点でマウスの d-prime 値は3を超える分類成績を示したが、サルデータでは1を下回るなど改善が必要であった。そこで今年度はさらに細かいパラメータのチューニングを進め、サルデータでも d-prime 値3を超える分類成績を達成した。また表面脳波にも、深部脳波の情報が反映されていることを確認した（相関係数 0.8 以上）。さらに、リアルタイム（1秒以内）でのこころの状態の読み出しが可能な機械学習モデルを構築し、表現機へのより簡便な実装が可能となり、同システムを用いて、実際に大阪・関西万博でのプレゼンテーションにもつながった。そのほか、自閉症様マウスモデルからの脳波計測（大隈グループと共同）や社会相互作用中の脳波計測を完了した。機械学習により、社会相互作用が少ない自閉症様モデルでは、脳波パターンが顕著に変化することがわかった。SHAP 解析など機械学習の中身がわかる解析を進め、パターン分離には、表面及び深部脳波の両方が必要であることが確認された。本知見は、ヒトの自閉スペクトラム症の脳波解析への応用の布石となる。

2. 代表的な成果事例

1) 目標達成に最も寄与する成果

モデル動物としてのマウスの脳波解析から、より高次な動物への適用可能性を実証した点が最も重要である。当初予定はしていなかったが、公開されているヒトデータを扱っても、同様の解析を適用すれば、従来のパワー解析よりも分類成績が向上することが確認できており、さらなる応用が期待できる。

2) 代表的な論文

Fukushima F, Tamura A, Kuga N, Sasaki T. Heart rate changes related to risky selections and outcomes in rat gambling tasks. *Journal of Physiological Sciences*, (2025) 75(2): 100022

自然環境では、リスクのある状況と結果が安定して予測できる状況を選択する必要がある。このようなモデルをラットで再現し、脳波と心拍数の変化を解析したところ、選択肢を決定する直前に心拍数が低い場合には（こころが落ち着いた状態を反映していると考察）、リスクのある状況を選択しやすいことがわかった。こころの状態と行動選択を考察する手掛かりとなる。

Yagishita H, Yokoi T, Shikano Y, Sato T, Ikegaya Y, Sasaki T. Effects of novelty and temporal distance on post-experience spike patterns of hippocampal place cells encoding multiple environments. *Journal of Neuroscience*, (2026) 46 (2): e1639242025

マウスの海馬の神経細胞1つ1つの神経活動を記録した。複数の環境を経験した場合、その後に脳で想起される記憶パターン（神経細胞の再活性化）は、最も直近の経験に関するものが大半であり、最初に経験した記憶はほとんど想起されないことがわかった。神経活動はヒトでも通底しており、どのような記憶が脳に残りやすいか、あるいは消去されやすいか考察する手掛かりとなる。

3) 代表的な特許 なし

2025 年度実施状況報告書（成果）

【ムーンショット型研究開発事業・研究開発プログラム名・研究開発プロジェクト名】
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

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発

【研究課題名】

脳波の記録・解析技術の高度化によるこころの状態の読み取り

課題推進者：

北城 圭一（自然科学研究機構・生理学研究所 教授）

1. 研究進捗状況と成果

(1) 脳・自律神経活動、こころの状態の計測技術の開発の実施

前年度までに基本的な計測技術は確立している。ヒトを対象として、安静時および認知課題時における脳活動、自律神経活動、こころの状態の統合的計測を継続した。高密度頭皮脳波に加え、心電図、呼吸、脈波、眼球運動、瞳孔径、顔表情、腸電図等を高精度に同期して計測するシステムを構築・運用した。また、アクティブ電極や前処理の信号処理手法により、アーチファクト低減と S/N 比向上を図った。

(2) 脳・自律神経活動、こころの状態の計測データの新規解析手法の開発の実施

取得した脳波と生体信号とこころの状態データについて、非線形動力学、信号処理、統計的機械学習を組み合わせた統合的解析手法を開発した。脳波の準安定性(メタスタビリティ)を定量化する metastability index (MSI) および synchrony coalition entropy (SCE) を確立し、定型発達者および ASD 当事者データに適用した解析を進めた。また、情動的な動画・静止画視聴時の頭皮脳波と情動状態の主観報告データを解析し、AI・統計的機械学習により脳波から情動状態を一定の精度で予測できることを示した。さらに、情動画像からの情動反応予測において、Vision Transformer の事前学習目的が汎化性能に影響すること、特に言語情報と整合した意味表現が有効であることを示唆する結果を得た。加えて、脳腸電気生理カップリング解析により、taVNS による脳腸カップリングの変調可能性を見出した。東北大学のサルの脳波データの共同研究による解析を進めた。

(3) 脳・自律神経活動のリアルタイム計測によるこころの状態のリアルタイム推定手法の開発

脳波信号をリアルタイム出力可能な生体アンプとリアルタイムマシンを接続し、脳波振動のリアルタイム推定・計測・解析システムを実装した。振動位相推定のリアルタイム性を高めるため、モデルベースの時系列予測による改善を試みた。

(4) リアルタイム推定指標の開発(プロジェクト間連携・LIR 連携)

Leibniz Institute for Resilience Research (LIR) に生理研で計測した心拍カウンティング課題時のデータを共有し、脳・身体カップリングとこころの状態をリアルタイムに定量化・可視化する解析手法の開発を共同研究として進めた。

2. 代表的な成果事例

1) 目標達成に最も寄与する成果

脳波における準安定性を定量化する MSI および SCE 指標を確立した。これらを生理学研究所の定型発達者データおよび昭和医科大学の ASD 当事者データに適用し、AQ スコアや ADOS スコアとの関連を見出した。また、情動的な動画・静止画視聴時の頭皮脳波データと、アフェクトグリッドにより取得した快-不快および覚醒度の情動状態データを解析し、AI・統計的機械学習により一定の精度で頭皮脳波から情動状態を予測できることを示した。

2) 代表的な論文

該当なし。

3) 代表的な特許

該当なし。

2025 年度実施状況報告書（成果）

【ムーンショット型研究開発事業・研究開発プログラム名・研究開発プロジェクト名】

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

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発

【研究課題名】

エクソソームの多角的解析からこころの状態を読み取る技術の研究開発

課題推進者：

星野 歩子（東京大学 教授）

1. 研究進捗状況と成果

本研究は、エクソソームが体内臓器間の機能的連関を反映し、個人のこころの状態やストレスの来歴に関する情報を担うという仮説のもと、それらを読み取る解析技術の開発を目的として推進している。当該年度は、こころの状態を反映するエクソソーム分子情報の抽出とその機能的意義の検証を行った。社会的ストレスマウスモデルでは、血漿に加えて複数臓器由来エクソソームのプロテオミクス解析を実施し、ストレス負荷の有無のみならず、ストレス感受性・耐性の違いが、臓器横断的なエクソソーム内容物の変化として反映されることを見出した。これにより、こころの状態が全身性の臓器連関としてエクソソームに刻印される可能性が示された。また、ASD モデルマウスでは、特定臓器由来エクソソームが脳へ取り込まれ、社会性行動に影響を及ぼしうることを示した。

2. 代表的な成果事例

1) 目標達成に最も寄与する成果

本研究を通じて、社会的敗北ストレスを経験したか否かだけでなく、ストレス耐性の有無そのものをエクソソーム内容物が反映することを見出した。これは、エクソソームが単なるストレス曝露の指標ではなく、行動表現型の形成や維持に関与する機能的分子情報を担っている可能性を示唆する成果である。特に、耐性に関連するエクソソーム分子群が機能的役割を有する場合、それらを標的としたストレス耐性の強化や予防的介入への応用可能性が考えられ、こころの状態を読み取るのみならず、制御へと展開しうる基盤概念につながる成果である。また、PatDP 解析を通じて、社会性の上昇に関与するエクソソーム機能の可能性も示唆されており、精神・神経疾患研究に加え、行動生物学や精神医学の横断的発展に資する新たな研究課題として位置づけられる。

2) 代表的な論文

・Yamagata C, Hamazaki Y, Nakazato T, Itai S, Honjo M, Kato M, Kurashina Y, Asai M, Hoshino A, Onoe H. Oil-sealed RGD-modified alginate hydrogel microwell array for analysis of single-cell-derived extracellular vesicles and particles. *Microsyst Nanoeng* 11, 238 (2025)

本研究では、RGD 修飾アルギン酸ハイドロゲルを用いたオイルシール型マイクロウェルアレイを開発し、単一細胞由来の細胞外小胞・粒子 (EVPs) を高感度に解析可能なプラットフォームを構築した。細胞を単一細胞単位で安定的に保持しながら、分泌される EVPs を回収・可視化できる点が特徴であり、細胞間不均一性の解析を可能にした。本手法は、今後、各臓器において「どの細胞が、どのようなエクソソームを産生しているのか」を一細胞レベルで解明するための基盤技術となることが期待される。

3) 代表的な特許

なし。

2025 年度実施状況報告書（成果）

【ムーンショット型研究開発事業・研究開発プログラム名・研究開発プロジェクト名】

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

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発

【研究課題名】

エクソソームのプロテオミクス解析からこころの状態を読み取る技術の研究開発

課題推進者：

ナシリ ケナリ アミアモハメッド（東京大学 特任研究員）

1. 研究進捗状況と成果

本計画では、ASD および統合失調症当事者の血漿エクソソームを対象に、主としてエクソソーム含有タンパク質に着目したプロテオミクス解析を進めた。

統合失調症当事者においては、定型発達者と比較して有意に変動する複数のエクソソーム内タンパク質を同定した。特に、治療抵抗性群と治療感受性群の間でエクソソーム組成に明確な差異が認められ、これらの分子情報を用いた識別解析では高い感度・特異度を示した。これにより、エクソソームが病態や治療反応性を反映する末梢バイオマーカーとなり得る可能性が示された。

さらに、ASD 当事者由来血漿エクソソームをマウスへ投与した解析では、エクソソームが脳内へ取り込まれ、特定細胞への選択的取り込みや、脳内特定領域における遺伝子発現変化が認められた。これらの変化は定型発達由来エクソソーム投与群と異なっており、エクソソームが病態特性を反映するのみならず、生体機能へ影響を及ぼす可能性が示唆された。

以上より、本研究は、エクソソームのプロテオミクス解析を通じて、こころの状態や病態特性を読み取る技術基盤の構築に向け、着実に進展している。

2. 代表的な成果事例

1) 目標達成に最も寄与する成果

統合失調症当事者由来血漿エクソソームの解析により、治療抵抗性・治療感受性を反映する特徴的なタンパク質変化を同定し、それらを用いた識別解析において高い精度を示した。これにより、エクソソームが精神疾患の病態や治療反応性を反映する新たなバイオマーカーとなる可能性が示された。

また、ASD 当事者由来エクソソームを用いた機能解析では、脳内への選択的取り込みおよび脳領域特異的な遺伝子発現変化が認められ、エクソソームが病態関連情報を担う可能性が示唆された。

本成果は、エクソソーム解析を通じて、こころの状態や病態を客観的に把握する技術開発につながる重要な知見である。

2) 代表的な論文

なし。

3) 代表的な特許

なし。

2025 年度実施状況報告書（成果）

【ムーンショット型研究開発事業・研究開発プログラム名・研究開発プロジェクト名】

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

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発

【研究課題名】

神経発達症モデルマウスの開発とエクソソーム解析

課題推進者：

大隅 典子（東北大学 教授）

1. 研究進捗状況と成果

本研究では、自然な集団飼育下での行動の自動記録と、数理的に解析するシステム（インテリプロファイラ）を用い、神経発達症の各種モデルマウスの行動特性の抽出を実施した。遺伝子変異および非遺伝的要因に基づく神経発達症モデルマウスを用い、集団行動の定量化手法と解析アルゴリズムを確立することにより、野生型ならびに神経発達症モデルマウスの社会性・不安・多動性等の特徴を抽出した。さらに、星野らの協力のもと、血漿および臓器由来エクソソームの抽出系を導入し、行動特性とエクソソーム粒径・濃度等との相関解析に向けた予備検討を実施した。

2. 代表的な成果事例

1) 目標達成に最も寄与する成果

無線周波数識別（RFID）タグの腹部埋め込みにより個体識別を可能にしたマウスを用い、集団飼育ケージ底面に配置した赤外線センサーと組み合わせた多個体同時追跡により、最大 16 匹のマウスの長時間行動データを取得し、活動量および社会近接性（close contact ratio; CCR）に基づく解析系（インテリプロファイラおよびインテリプロファイラ 2.0）を構築した。群サイズや雌雄差に依存した行動特性を明らかにするとともに、父加齢由来モデルマウスにおいて多動性および社会的距離の増加を確認した。さらに、星野研、佐々木研からのアドバイスをもとに、エクソソーム抽出・解析系を導入し、行動指標とのエクソソーム粒径・濃度等との関連解析の基盤を整備した。

2) 代表的な論文

・ Shohei Ochi, Hitoshi Inada, Noriko Osumi. IntelliProfiler: a research workflow for analyzing multiple animals with a high-resolution home-cage RFID system. Lab Animal. 2026.1.16.

本研究では、多個体同時追跡を可能とする RFID ベース行動解析ワークフロー「インテリプロファイラ」を開発した。最大 16 匹のマウスの長期間行動を個体識別付きで取得し、活動量および個体間距離を定量化した。その結果、群サイズや性差に依存した行動変化に加え、父加齢由来マウスでは多動性の増加と社会的距離の拡大が認められ、神経発達症様行動の特徴を捉えることに成功した。

3) 代表的な特許

該当なし。

2025 年度実施状況報告書（成果）

【ムーンショット型研究開発事業・研究開発プログラム名・研究開発プロジェクト名】
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

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発

【研究課題名】
「自在ホンヤク機」における解釈機の研究開発

課題推進者：

長井 志江（東京大学 特任教授）

1. 研究進捗状況と成果

表現機と解釈機を統合した自在ホンヤク機の開発に向けて、以下の研究成果を挙げた。

(1) マルチモーダル信号に基づくリアルタイム情動推定の開発

本研究では、表情、発話、脳波、心拍などの信号を統合し、情動状態をリアルタイムに推定するマルチモーダル情動推定システムを開発した。本システムは、複数の行動・生理信号を統合し、覚醒度と感情価からなる二次元空間上で情動状態を可視化するものであり、情動をリアルタイムに把握することを可能にする。本成果は、自在ホンヤク機の中核技術として重要な役割を果たす。（代表的な論文(1)）

(2) 脳波・心拍マルチモーダル信号に基づく情動推定モデルの開発

本研究では、脳波および心拍などの生理信号を統合したマルチモーダル情動推定手法を構築し、複数の生理指標から情動状態を推定することを実現した。具体的には、自己教師あり学習を用いて各モダリティの特徴表現を学習し、それらを統合することで情動状態を推定する深層学習モデルを提案した。本手法により、従来の単一生理指標に基づく推定手法と比較して、高い推定精度と汎化性能を実現した。本成果は、自在ホンヤク機のさらなる高精度化に寄与するものである。（代表的な論文(2)）

(3) 親子の自律神経相互作用の解明

本研究では、親子の自律神経活動の相互作用を長時間の生活環境下で解析し、親子間の心拍ダイナミクスが育児ストレスと関連することを明らかにした。具体的には、親子の心拍信号に対して非線形解析を行う（クロス）リカレンスプロットを適用し、両者の生理活動の同期構造を定量化する手法を構築した。その結果、親子の生理的相互作用パターンが、親の育児ストレスを予測することを示した。本成果は、自在ホンヤク機の長期的な利用効果を検討する上で重要な示唆を与える。（代表的な論文(3)）

2. 代表的な成果事例

1) 目標達成に最も寄与する成果

2025 年度は、自在ホンヤク機の開発を継続し、リアルタイム駆動およびさらなる高精度化を目指して、マルチモーダルシステムの統合や新たな情動推定モデルの設計に取り組んだ（詳細は研究進捗状況(1)・(2)を参照）。本研究で開発した自在ホンヤク機は世界的に高く評価され、国際会議 ICMI において Best Demo Award を受賞した。

2) 代表的な論文

- (1) Von Ralph Dane Marquez Herbuela and Yukie Nagai, “Realtime Multimodal Emotion Estimation using Behavioral and Neurophysiological Data,” in Proc. of the 27th International Conference on Multimodal Interaction, 785–787, 2025. (Best Demo Award)
- (2) Haifeng Zhang, Von Ralph Dane Marquez Herbuela, and Yukie Nagai, “Foundation Feature-Guided Hierarchical Fusion of EEG-Physiological for Emotion Estimation,” in Proc. of the 27th International Conference on Multimodal Interaction, 44–50, 2025.
- (3) Jiarui Li, Michiko Matsunaga, Masako Myowa, and Yukie Nagai, “Mother-child autonomic nervous system interaction as an indication of parental stress: 24-hour cross recurrence plot analysis,” PLoS One 20(9): e0320175, 2025.

3) 代表的な特許

該当なし。

2025 年度実施状況報告書（成果）

【ムーンショット型研究開発事業・研究開発プログラム名・研究開発プロジェクト名】
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

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発

【研究課題名】
「自在ホンヤク機」における表現機の研究開発

課題推進者：

稲見 昌彦（東京大学 教授）

1. 研究進捗状況と成果

当該年度は、アジャイル型開発により、統合的な「自在ホンヤク機」の実装を進めた。具体的には、電気生理指標等を活用して利用者の心身状態を推定する解釈機と、その推定結果をもとに多様な表現を提示するマルチモーダルな表現機とのシステム統合を実施した。これにより、解釈機と表現機を連携させたプロトタイプは、実運用を想定したトライアルにおいて検証可能な段階に到達した。また、これまでに開発した基盤技術に加え、体験者からのフィードバックを踏まえた改良と遷移技術としての利用方法の検討を行い、科学コミュニケーション等の実践的な利用場面を想定した検証を行った。

2. 代表的な成果事例

1) 目標達成に最も寄与する成果

脳波や表情検出からユーザーの感情を読み取り、その結果を AI エージェントの表情、声質、返答内容に反映する事が可能な AI 対話システムを開発した。AI エージェントとの対話を通じて自分自身のリアルタイムの内部状態や他者との共感状態を客観的フィードバックされることで、対話を通じた自己の体調やこころの状態のセルフモニタリングの支援や他者との共感の促進につながる事が期待できる。

2) 代表的な論文

- 矢崎 武瑠 他. オープンキャンパスイベントにおける対話型 AI 技術を用いた双方向科学コミュニケーションの実践. 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 2026, 31 巻 1 号 p. 73-83.

本研究は、大学のオープンキャンパスにおいて、研究者の AI クローンを用いた来場者との自然対話を実装し、双方向的な科学コミュニケーションを実践したものである。研究者の外見、話し方、知識を再現した AI クローンとの対話から来場者の関心や意見を収集し、会話データをテーマ別に可視化して研究者へフィードバックすることで、研究者が社会の関心を把握する非同期的な対話基盤の可能性を示した。対話型 AI を単なる展示説明ではなく、参加者の声を研究側へ還流させる媒介として位置づけた点に意義がある。

- H.Shimobayashi, et al. 2025. Handoid: Inter-morphologic Robotic Hand Avatar for Multi Presence. In ACM SIGGRAPH 2025 Emerging Technologies (SIGGRAPH '25). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 7, 1-2.

本研究では、ヒューマノイドロボットの一部としてのロボットハンド形態と、独立した手型ロボットアバターとしての形態とを切り替えられるテレプレゼンスシステム「Handoid」を提案した。アバタの使用がユーザの自己認識・行動・感情に影響を与える「プロテウス効果」を強く引き出すには、自身と異なる対象でありながら自己の一部や延長として感じられる状況を設計することが重要となるため、「身体拡張を通じたこころの遷移技術」の設計へ展開が期待される。本成果は、SIGGRAPH 2025 Emerging Technologies で実機展示され、来場者投票に基づく Audience Award を受賞した。

3) 代表的な特許

特になし。

2025 年度実施状況報告書（成果）

【ムーンショット型研究開発事業・研究開発プログラム名・研究開発プロジェクト名】

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

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発

【研究課題名】

「自在ホンヤク機」の暗黙的インタラクションの研究開発

課題推進者：

齊藤 寛人（東京大学 助教）

1. 研究進捗状況と成果

当該年度は、AI・VR 技術を用いて複数ユーザ間のコミュニケーションを支援するプロトタイプを複数実装し、ユーザスタディにより効果と設計要素を検証した。また、デザイン思考に基づく当事者参加型のアジャイル開発を行い、ワークショップやデモ展示、デルファイ調査、体験評価を通じて ASD 当事者の困りごとの本質的課題を把握した。さらに、就労支援企業との意見交換を踏まえ、具体的な課題解決に向けたプロトタイプの開発・改良を進めた。

2. 代表的な成果事例

1) 目標達成に最も寄与する成果

表現機・解釈機の開発を担当する PI と連携し、自己の感情表現や状態に対する新たな気付きや理解の獲得の支援を目的としたプロトタイプとして、表情検出等からユーザーの感情を読み取り、その結果を AI エージェントの表情、声質、そして返答内容に反映する事が可能な AI 対話システムを開発した。また、開発したプロトタイプは複数の学会やニューロダイバーシティに関わる一般公開イベントにて体験展示を実施し、多様なバックグラウンドを持つ体験者からフィードバックを取得している。

2) 代表的な論文

- H.Wang, et al. 2026. A Design Framework for Virtual Space based on Spectral Relationships. In Proceedings of the Augmented Humans International Conference 2026 (AHs '26). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 141-152.

本研究は、仮想空間に非空間的な「周波数」軸をメタファ的に導入することで、多層化されたバーチャル空間のフレームワークを提案し、その中でのデザインスペースの拡張可能性を検証したものである。各オブジェクトの知覚的強度を周波数軸上で変化させることで、世界間の滑らかな移行や中間空間の生成を可能にした。ユーザスタディを通じて、没入感や自己位置感を維持しながら、VR 空間の探索性や設計自由度を拡張できることを示した。本成果は、人同士のコミュニケーション空間としての VR 世界の設計および体験のあり方に新たな可能性を提示するものであり、Augmented Humans 2026 において Best Student Paper Honorable Mention を受賞した。

- J.Yamashita, et al. 2026. Shared Gaze on AI Node Maps: Mitigating Empathy Fog in AI-Mediated Dyadic Discussion. In Proceedings of the Augmented Humans International Conference 2026 (AHs '26). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 202-212.

本研究は、二者間の遠隔会話シーンにおいて、AI が生成するノードマップ上に対話参加者の視線情報を共有表示することで、AI 介在型の対話における相互理解を支援する手法を提案したものである。特に、AI 支援によって議論内容が整理される一方で、相手の関心や意図が見えにくくなる問題に着目し、視線共有によって注目点や関心の重なりを可視化した。これにより、論点の共有、共感的理解、共同的な意味形成を促進し、AI を介した対話空間の質を高める可能性を示した。本成果は、AI を人間同士の注意・意図・関係性を可視化し補助する媒介として設計する上で重要となる設計要素を明らかにしたものである。

3) 代表的な特許

特になし。

2025 年度実施状況報告書（成果）

【ムーンショット型研究開発事業・研究開発プログラム名・研究開発プロジェクト名】

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

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発

【研究課題名】

「自在ホンヤク機」の言語的インタラクションの研究開発

課題推進者：

保前 文高（東京都立大学 教授）

1. 研究進捗状況と成果

言語技術として話者の感情等の推定をプロトタイプに導入するための取り組みを進めるとともに、録音データから話者の発話時点の状態を表す指標の開発を行い、脳波を指標として音声を含む特徴を検討した。マイルストーン：言語技術をプロトタイプに導入し、効果や影響点等を評価する。

- 1) 話し手が音声に乗せた感情を 75%以上の精度で推定：話し手が意図した感情に乗せた音声から、話し手の性別（男性、女性）と、喜び、怒り、悲しみの 3 感情を推定する分類器を作成した。機械学習の分類モデルとして Light GBM を、音声データベースとして HCUDb (<https://doi.org/10.32130/src.HCUDb>) を用いた。性別の推定では 98.4%、3 感情の推定では、77.0%、性別×感情の 6 クラスの分類では 76.2%の高い精度で正答を得た。正答した場合の各次元の寄与率を調べると、基本周波数の重要性が高かった。音声に関しては長い時間スケールを実装することを提案する知見であり、長井 PI の開発に向けて共有した。
- 2) 発話の「間」の情報：ADOS-2 実施時の音声の解析を中村 PI、長井 PI、張山 PI と共同で行い、発話に含まれる無音期間である「間」の長さが、ADOS-2 に基づく 3 群の群間で平均的には異なることを見出した。ADOS-2 のスコアでは同等である非自閉症スペクトラム群と定型発達群の間にも有意な差が認められ、発話の特徴を表す指標となりうると考えられるため、さらなる指標の開発を進めることにした。
- 3) 聞き手の脳が行う並列処理：話し手の交代が含まれる音声と、音素の変化が含まれる音声を提示し、成人を対象とした脳波計測によって脳の反応を調べた。どちらに対しても変化の検出を反映する脳波成分である mismatch negativity (MMN) が現れたが、信号源が異なっていた。他の脳波成分の現れ方とあわせて検討すると、音声に含まれる話者情報と言語情報が並列的に処理されることと、話し手の違いは聞き手の注意を喚起することが示唆される。このような自動的と考えられる注意の配分は個人ごとに異なることが想定されるため、MMN が音声知覚の特徴をとらえる指標になると考えられる。

2. 代表的な成果事例

1) 目標達成に最も寄与する成果

音声に含まれる感情の機械学習を用いた推定（上記 1）、話者情報の処理（上記 3）

2) 代表的な論文

・Park, E., Kasuya, M., & Homae, F. Neural responses to male and female voices: An event-related potential study on listener and speaker differences. (Neuroscience Research, 2025) : 男女の声に対する脳の反応を、成人 (N = 29) を対象とした脳波 (EEG) 計測によって調べ、話し手と聞き手の性別の組み合わせによって脳の活動が異なることを明らかにした。女性の声は男性の声に比べて、早期の陽性成分を強く引き起こすこと、また、男性が女性の声を聞いた際に、後期の脳波成分が強く現れることを見出した。会話をする際に、聞き手が声から話者の性別をどのように知覚し、社会的相互作用に利用しているのかを明らかにする基礎的な知見となる。

3) 代表的な特許

特になし。

2025 年度実施状況報告書（成果）

【ムーンショット型研究開発事業・研究開発プログラム名・研究開発プロジェクト名】
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

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発

【研究課題名】

大規模言語モデルの活用とデータ駆動アプローチによる「自在ホンヤク機」の研究開発

課題推進者：

張山 昌論（東北大学 教授）

1. 研究進捗状況と成果

本研究では、「自在ホンヤク機」の実現に向け、コミュニケーション状態を言語・非言語の両面から定量的に評価する基盤技術の構築を進めた。まず、ADOS-2 会話データを対象に、大規模言語モデルを用いて文脈一致度や文章類似度、修飾語使用頻度などの言語特徴量を抽出し、会話の自然さや一貫性を数値化した。さらに、動画データから姿勢および視線の時系列特徴量を抽出し、非言語情報の定量化を実現した。これらの特徴量に対して、LightGBM 等の機械学習および説明可能 AI (SHAP) を適用することで、ASD に特徴的な会話パターンの抽出と解釈を行った。その結果、言語特徴に加えて視線や身体動作が重要な判別要因となることを明らかにし、特に視線特徴量が高い識別性能を示した。さらに、クラスタリングにより会話スタイルの多様性と状況依存性を解析し、ASD 群においては会話特性が状況に応じて変化しやすい傾向を確認した。これらにより、会話状態を統合的に評価する枠組みを確立した。

2. 代表的な成果事例

1) 目標達成に最も寄与する成果

大規模言語モデルと非言語解析を統合した会話評価手法を確立し、ASD のコミュニケーション特性を定量的に説明可能とした点である。具体的には、文脈一致度の低下や修飾語使用頻度の減少といった言語的特徴に加え、相手の顔を見る割合の低さや視線遷移の少なさ、身体動作の単調性といった非言語的特徴が、ASD 傾向の判別に寄与することを示した。さらに、説明可能 AI により各特徴量の寄与度を可視化することで、従来は経験的に語られてきた臨床知見をデータ駆動的に裏付けた。本成果は、言語・非言語・認知状態を統合的に理解し、リアルタイムに会話支援を行う「自在ホンヤク機」の中核技術に直結する。

2) 代表的な論文

- 中村有沙、張山昌論、中村元昭、直江大河、「大規模言語モデルを用いた ADOS-2 会話データの特徴抽出と自閉スペクトラム症評価への応用」、計測自動制御学会東北支部研究集会、353-9
本論文は、ADOS-2 会話データを対象に、大規模言語モデル (BERT) を用いて文章類似度や文脈一致度などの特徴量を抽出し、自閉スペクトラム症 (ASD) の会話特性を定量的に分析したものである。LightGBM による分類および説明可能 AI (SHAP) を用いた解析により、ASD では文脈の連続性が低く、修飾表現の使用が少ないなどの特徴が明らかとなった。これにより、従来経験的に知られていた ASD の会話傾向を、実データに基づいて定量的に裏付けた。
- 熊谷和浩、張山昌論、中村元昭、直江大河、「ADOS-2 ビデオデータを用いた身体動作の定量的特徴分析と自閉スペクトラム症評価への応用」、計測自動制御学会東北支部研究集会、353-10
本論文は、ADOS-2 ビデオデータから姿勢推定により身体動作の時系列特徴量を抽出し ASD の評価に応用した研究である。LightGBM により ASD と TD を約 64% の精度で分類し、SHAP により頭部や体幹の動きが重要特徴であることを示した。特に ASD 群では動作の周期性が乏しく、よりランダムまたは非連続的で、会話中に突発的な身体動作が見られる傾向が示唆された。

3) 代表的な特許

なし。

2025 年度実施状況報告書（成果）

【ムーンショット型研究開発事業・研究開発プログラム名・研究開発プロジェクト名】

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

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発

【研究課題名】

当事者視点での「自在ホンヤク機」の性能評価と効果検証

課題推進者：

熊谷 晋一郎（東京大学 教授）

1. 研究進捗状況と成果

優先的機能の特定：2023 年度から開始したデルファイ調査を本年度完了させた。ASD 当事者 39 人、家族 35 人、同僚 35 人、支援職 45 人（計 154 人）が参加した。困りごととしては「過去の辛い経験の無意識的な想起」「繰り返し考え続けること」「疲労感への気づきにくさ」などが多く、要素機能としては「自分の伝えたいことへの表現サポート」「適材適所・適正評価がなされる職場文化の維持」などが優先すべきとの意見が多かった。他者の内的状態の把握よりも、自己の経験や身体感覚の意味付けと伝達のサポート、および職場文化の改善へのニーズが高いことが示された。この結果と、ASD 者における失感情症（自己の感情の意味付けが困難な状態）（Kinnaïrd et al., 2019）および自己経験に対する意味付けが不完全なときに生じる自伝的記憶の過剰一般化（OGM）傾向（Crane et al., 2013）に関する先行研究、さらに当事者研究プログラムが OGM 傾向・心の理論・うつ状態等を改善した予備知見（熊谷ほか, 2018）を踏まえ、解釈的不正義（マイノリティ固有の経験を表す概念やフレーズが社会に流通していない不公平な状況）が ASD 者の失感情症や OGM を生じさせているという仮説を提案した（熊谷, 2025）。この仮説の検証として、中村 PI との共同で昭和大学発達障害医療研究所のプログラムの効果を失感情症・OGM 傾向に着目して検証する研究を行い、16 人の事前データ、5 人の事後データを取得した。

社会実装：マインドフルネス・トレーニングが失感情症を有意に減少させるという知見（Norman et al., 2019）を参照しつつ、就労支援事業所および稲見 PI と連携し、当事者が自分の心身の調子を振り返るアプリを開発した。アドオン機能として、1 日の経験を具体的に言語化する練習が OGM を低減させるという知見（Erten & Brown, 2018）等を参考に、当事者研究の方法と発達障害者向けファシリテーション技術を学習した AI チャットボットを開発中である。職場文化改善のニーズに対しては、リーダーの自己理解が心理的安全性を媒介に職場のパフォーマンス向上につながるという知見（Matsuo et al., 2024）を踏まえ、リーダーの自己理解を支援する自在ホンヤク機の効果検証を検討中である。

2. 代表的な成果事例

1) 目標達成に最も寄与する成果

ASD の方 39 人、ASD の方の家族 35 人、ASD の方と半年以上働いた同僚の方 35 人、ASD の方の支援職 45 人（医療職 15 人、福祉支援職 30 人）の合計 154 人が参加し、「職場での困りごと」「自在ホンヤク機に盛り込むべき要素技術のアイデア」を調べたデルファイ調査は、このテーマでは世界最大規模であり、「自己理解を支援する要素技術を優先すべき」という方向性をプロジェクト全体に与えた。

2) 代表的な論文

該当なし。

3) 代表的な特許：

該当なし。

2025 年度実施状況報告書（成果）

【ムーンショット型研究開発事業・研究開発プログラム名・研究開発プロジェクト名】
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

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発

【研究課題名】

生体情報を使った「自在ホンヤク機」の性能評価と効果検証

課題推進者：

中村 元昭（昭和医科大学 准教授）

1. 研究進捗状況と成果

当該（2025）年度において昭和医科大学が実施したことは、1）こころの定量指標の同定において必要となる脳波研究を継続して候補指標を複数同定したこと、2）神経発達症デイケアにおける「自在ホンヤク機」の社会実装のための準備を進めたこと、3）独ライプニッツ・レジリエンス研究所（LIR）との国際共同研究の枠組みで fMRI データやビデオデータの解析を進め論文投稿と特許申請を済ませたことである。これら3つの研究課題における年度のマイルストーンを概ね達成することができた。

「こころの定量指標の同定」課題において、顕著な成果を挙げている。特筆すべき点は、自閉スペクトラム症（ASD）成人を対象として、感情・感覚・社会的交流に関連する神経指標を、中枢神経系および末梢神経系の両側面から同定することに成功したことである。本研究で同定されたこれらの定量指標は、ASD における認知および行動の硬直性を多面的に捉えるものであり学術的価値は高い。本プロジェクト全体の目標との関係においては、これらの成果は「自在ホンヤク機」の性能評価に加えて、「自在ホンヤク機」に実装可能な「こころの定量指標」として活用できる可能性が高い。

神経時間尺度（Intrinsic Neural Timescale: INT）に関する fMRI 研究において、脳の時間階層構造と感覚特性との関連を検討した。その結果、ASD においても定型発達者にみられる感覚野から高次連合野へ至る脳の時間階層構造が概ね維持されている一方、定型的な階層構造からの逸脱が大きい個人ほど、感覚入力への気づきにくさが強い傾向が明らかになった。本論文は感覚入力への応答性を脳動態に基づいて理解しようとする試みであり、本成果は個人特性に応じた感覚入力支援など、「自在ホンヤク機」における相互理解支援技術の方向性を示す成果の1つである。将来的には fMRI から脳波計測へと展開し、リアルタイム状態推定への応用が期待される。

顔表情および音声のマルチモーダル時系列データから、両者の時間的整合性や先行・遅延関係を解析することで、コミュニケーション状態を定量化するデジタルバイオマーカー技術を開発し、特許出願を行った。本技術は、多様なこころ状態や表出特性を非言語的生体情報から推定するものであり、「自在ホンヤク機」における相互理解支援技術としての活用が期待される。

2. 代表的な成果事例

1）目標達成に最も寄与する成果

中枢神経系に関して、脳波解析によりエントロピー（Multiscale Entropy）の低下、メタスタビリティの低下（北城 PI との連携）、およびガンマ帯域パワーの増加を認めた。また、fMRI 解析では神経時間尺度（Intrinsic Neural Timescale: INT）の大脳皮質における階層構造に非定型性が観察された。これらの中枢神経系指標は、ASD の中核症状や感覚特性との関連を示した。末梢神経系に関しては、ポリヴェーガル理論における腹側迷走神経系との関連に着目し、心拍変動（Heart Rate Variability: HRV）の低下を認め、ASD における不安症状と関連した。さらに、中枢神経系と末梢神経系を結びつける定量指標として、心拍同期脳電位（Heartbeat-Evoked Potential: HEP）の振幅低下が ASD 群において認められた。

2）代表的な論文

該当なし。

3）代表的な特許

該当なし。

2025 年度実施状況報告書（成果）

【ムーンショット型研究開発事業・研究開発プログラム名・研究開発プロジェクト名】
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

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発

【研究課題名】

初等中等教育の現場での「自在ホンヤク機」の性能評価と効果検証

課題推進者：

筒井 健一郎（東北大学 教授）

1. 研究進捗状況と成果

初等中等教育の現場の GIGA 端末に搭載すべき「自在ホンヤク機」機能について、そのメリット・デメリットの検討を行った。子どもの権利・個人情報・評価の公平性の観点などから、リスクが大きく、引き続き、ELSI の観点からの調査・検討を続けることにした。一方で、発達神経症の当事者（高校生）について、感覚過敏、めまい、疲労感、などの身体的経験と、脳波・自律神経系シグナルとの関係を調べる事例研究について、当該研究参加者・関係者との協議や、倫理審査など、研究開始に向けて準備を行った。

2. 代表的な成果事例

1) 目標達成に最も寄与する成果

発達神経症の当事者（高校生）を対象とした事例研究の開始に向けた準備を行った。

2) 代表的な論文

なし。

3) 代表的な特許

なし。

2025 年度実施状況報告書（成果）

【ムーンショット型研究開発事業・研究開発プログラム名・研究開発プロジェクト名】

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

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発

【研究課題名】

「自在ホンヤク機」の利用と受容に関わる ELSI の検討

課題推進者：

大隅 典子（東北大学 教授）

1. 研究進捗状況と成果

最新の神経科学・分子生命科学と VR/AR・ロボット工学を基盤として、コミュニケーションの様式や価値観などの違いを越え、多様なこころの間の「以心伝心」を実現する「自在ホンヤク機 At-will translator」は、その社会実装の過程において、種々の倫理的法的社会的課題（ELSI）が生じることが予想される。したがって、開発段階より「自在ホンヤク機」の社会に及ぼす影響の分析や、開発・利用における指針の策定などについて検討することが必要である。家庭、教育・医療・福祉、ビジネス・行政などの現場において、「自在ホンヤク機」が広いステークホルダーに受け入れられるように、開発者や当事者間での意見交換、市民とともにテーブルに付いて行う検討会、研究開発課題の進捗状況等を HP 等により広く知らせる啓発活動等を、社会実装担当の課題推進者と連携しながら展開する。

令和7年度は ELSI チームとして、東京大学本郷キャンパスで第3回 ELSI 検討会「ELSI を考慮した AI の研究開発に向けて」をハイブリッド形式で開催し、自在ホンヤク機への AI 搭載を見据えた研究開発のあり方が議論された。外部講師の中尾悠里氏により、公平性・透明性に加え、企業や組織が結果に責任を持つ答責性の重要性が強調され、専門家主導だけでなく市民の価値観を初期段階から取り入れる新たなガバナンスの必要性が提起された。また、研究開発チームの張山昌論氏、稲見昌彦氏、綾屋紗月氏がそれぞれの立場からコメントし、当事者参画も含めて討論が行われた。

また、大隅は独自に日本科学未来館の 2027 年春からの特別展「脳とゲノム（仮）」の監修に関わり、AI が進化した近未来における人々のコミュニケーションのあり方などの観点を展示に盛り込むことについてアドバイスを行った。関連して、中村元昭が企画・主催したミニシンポジウム「ASD の行動指標をめぐる一ADOS-2 行動評価・生体指標・動物モデルのクロストーク」に参加し、神経発達症当事者のデイケア施設の見学を行うとともに、脳の性差・個体差に関する執筆を行った。

2. 代表的な成果事例

1) 目標達成に最も寄与する成果

- ・2025 年 5 月 25 日に第3回 ELSI 検討会「ELSI を考慮した AI の研究開発に向けて」をハイブリッド形式で開催した。

- ・「ジェンダード・イノベーション入門」という書籍を監修し、「脳科学における性差研究」という題目で分担執筆を行った。研究・開発に性差の視点をあえて組み込むジェンダード・イノベーションの基礎について様々な視点から学び、最先端の研究や企業における事例、読者自身が当事者としてイノベーションにつながるアイデアを生み出すためのナビゲーションとなることを目指す入門書の監修を行うとともに、脳科学の観点から、神経発達症の性差に触れつつ、脳の性差よりも個体差への着目が重要であることを主張した。

2) 代表的な論文

該当なし。

3) 代表的な特許

該当なし。

2025 年度実施状況報告書（成果）

【ムーンショット型研究開発事業・研究開発プログラム名・研究開発プロジェクト名】
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

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発

【研究課題名】

「自在ホンヤク機」における個人情報の取り扱いおよび使用による
ユーザー生活への影響に関わる ELSI の検討

課題推進者：

原 塑（東北大学 准教授）

1. 研究進捗状況と成果

（１）自在ホンヤク機の ELSI に関わる専門家を招いた ELSI 検討会の実施

第三回 ELSI 検討会（2025 年 5 月 25 日）：講師の中尾悠里氏（富士通株式会社、富士通研究所）が、AI 開発において「公平性」「透明性」「説明責任」を重視するガバナンスの重要性を解説した。行政主導の規制だけでなく、開発の初期段階から一般市民の意向を反映させる民主的な手法である、Reflexive Co-Design について解説した。この手法により、技術の社会実装に際して、技術のデザインの中に倫理的価値を組み込むことができる。

2025 年度末に、ELSI 専門家から、自在ホンヤク機に関する情報収集のための会合を二回、オンラインで、実施した。この会合は録画し、ELSI 分科会メンバー内で共有した。

ELSI に関する情報収集第一回（2026 年 3 月 18 日）：西堤優（脳情報通信融合研究センター）から、欧州（EU、英、仏、独）におけるニューロデータのガバナンスと、データ保護オフィサー（DPO）の役割に関して情報提供を受けた。研究データの AI 利用拡大に伴い、現行の GDPR 等では対応しきれない倫理的・法的課題が生じている。GDPR の研究特例を受けるには適切な倫理的枠組みが必須であり、組織から独立して法準拠を確認・助言する DPO が不可欠な役割を果たす。国際共同研究が進む日本でも、同様の体制整備が求められる。

ELSI に関する情報収集第二回（2026 年 3 月 20 日）：鹿野祐介（大阪大学 CO デザインセンター／ELSI センター）が、AI の社会的影響を評価するツールの国内外の動向をまとめた報告を行った。AI 評価をリスク特定（AIRA）、社会影響評価（AIIA）、管理（AIRM）の 3 段階に分類し、特に欧州 AI 法の 4 段階のリスク規制や、GDPR に基づくデータ保護評価の重要性を解説した。

（２）パーソナル・データ管理に関する議論状況の調査と自在ホンヤク機の ELSI の明確化

EU AI 法に関する議論など、国際的な AI 規制政策動向を調査するとともに、自在ホンヤク機のユーザに自律性を保証する仕組みを検討し、2025 年 12 月 7 日に、科学技術社会論学会第 24 回年次大会において発表した。これらの成果は、自在ホンヤク機の開発担当者に伝え、機器の研究開発において ELSI を考慮するように促した。

2. 代表的な成果事例

1）目標達成に最も寄与する成果

自在ホンヤク機に関連する ELSI の動向を調査し、その知見を、自在ホンヤク機の開発や、社会実装のあり方を検討するための資料として、研究開発者に伝えたこと。

2）代表的な論文

なし。

3）代表的な特許

なし。

2025 年度実施状況報告書（成果）

【ムーンショット型研究開発事業・研究開発プログラム名・研究開発プロジェクト名】
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

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発

【研究課題名】

「自在ホンヤク機」の社会実装における法的視点からのリスク評価・コンプライアンスについての検討

課題推進者：

明谷 早映子（東京大学 利益相反アドバイザリー室長）

1. 研究進捗状況と成果

2025 年度は、2025 年 10 月下旬の本研究への参画後、jizai2050 で開発が進められている「自在ホンヤク機」の要素技術について、ELSI、リスク評価、コンプライアンス上の課題を検討するための整理を行った。当該年度においては、プロジェクト内で共有された研究進捗や開発担当者との意見交換を通じて、自在ホンヤク機に関わる主要な技術領域の把握を進めた。具体的には、生体・行動・音声データを用いた情動推定、VR/AR や AI エージェントを用いた表現・支援技術、会話特徴量の定量化、発達障害当事者を対象とする社会実装研究等を、ELSI 検討の対象となる技術領域として整理した。

これらの技術は、コミュニケーション支援や自己理解の促進に資する可能性がある一方で、本人に関する情報の適切な取扱い、推定結果の解釈、利用場面に応じた説明、当事者・市民の関与など、研究開発段階から検討すべき課題を伴う。そのため、国内外の文献・ガイドラインの調査も行いながら、各技術領域に共通するリスク評価上の論点を整理した。

特に、自在ホンヤク機は、単一の指標によって心の状態を判定するものではなく、多様な情報を組み合わせ、本人および他者とのコミュニケーションを支援する技術である。この特性を踏まえ、利用目的、データの取扱い、出力結果の限界、本人への説明、研究開発の進展に応じたリスク評価の更新が重要であることを確認した。

以上の取組により、2025 年度は、自在ホンヤク機の要素技術に関する ELSI、リスク評価、コンプライアンス上の主要論点を把握し、今後の ELSI ガイドライン策定およびリスク評価フレーム構築に向けた論点整理を進めた。

2. 代表的な成果事例

1) 目標達成に最も寄与する成果

2025 年度において目標達成に最も寄与した成果は、「自在ホンヤク機」の要素技術について、ELSI、リスク評価、コンプライアンス上の検討対象と主要論点を整理したことである。

本研究では、プロジェクト内で共有された研究の進捗や開発担当者との意見交換を通じて、脳・身体に関わるデータを用いたところの状態の推定、VR/AR や AI エージェントを用いた表現・支援技術、発達障害当事者を対象とする社会実装研究等を、主要な技術領域として把握した。そのうえで、本人に関する情報の取扱い、推定結果の解釈、利用場面に応じた説明、当事者・市民の関与、研究開発の進展に応じたリスク評価の更新を、今後検討すべき論点として整理した。

この成果は、2026 年度以降の ELSI ガイドライン策定および自在ホンヤク機独自のリスク評価フレーム構築に向けた検討の出発点となるものである。

2) 代表的な論文

なし。

3) 代表的な特許

なし。

2025 年度実施状況報告書（成果）

【ムーンショット型研究開発事業・研究開発プログラム名・研究開発プロジェクト名】

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

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発

【研究課題名】

「自在ホンヤク機」の社会実装における生命倫理についての検討

課題推進者：

中澤 栄輔（東京大学 教授）

1. 研究進捗状況と成果

(1) 自在ホンヤク機の開発担当者との意見交換への参加

「自在ホンヤク機」のシステム開発に関わる課題推進者との間で意見交換の機会を2回（2025年10月3日、2025年11月7日）得て、情報収集するとともにELSI上の懸念を聴取し、生命医療倫理学、および研究倫理学の観点から分析を行った。その成果を元に、自在ホンヤク機をめぐるELSIについて論文化を睨み作業に着手した。

(2) ムーンショット目標9全体のELSI検討への貢献

ムーンショット目標9にとってELSIの検討は必須であると考えられ、ELSIワーキンググループの主導でELSI対策ガイドラインの策定がなされた。国内外の研究倫理に関するガイドラインとの関係性の検討や既存の論点との整合性の検討が必要とされたが、専門性を活かし、かかる検討に従事することができた。

(3) 自在ホンヤク機のELSIの対策の構築

自在ホンヤク機のELSIを以下の3つの視点から検討した。(1) 研究への患者・市民参画(PPI)とELSIについての検討を実施した。(2) 自在ホンヤク機の社会実装時の倫理評価フレーム構築を検討し、それをELSI対策ガイドラインの策定に活かした。(3) アジャイル型研究開発手法の倫理に関する論点整理に着手した。

(4) データシェアリングの倫理支援

研究参画者のニーズに基づき、データを共有する多機関共同研究、あるいはデータベース、バイオバンクの構築にたいして必要な研究倫理支援を提供する体制を整え、相談を開始した。

(5) 医学研究における患者・市民参画の研究倫理

患者・市民参画が有する科学的意義および、研究マネジメント的意義について、文献研究に着手した。その成果については、論文化を予定している。

2. 代表的な成果事例

1) 目標達成に最も寄与する成果

・中澤栄輔. 2025. 11. 14. 医療情報を用いた研究の倫理と倫理審査. 第45回医療情報学連合大会, 学会企画2 医療情報研究の信頼性を支える倫理審査— 実践と課題を共有し、明日のスタンダードを築く. 於アクリエひめじ (姫路市文化コンベンションセンター)

本成果は、医療情報を用いた研究における倫理審査の実践的課題を整理し、データ共有、多機関共同研究、データベース構築等に伴う研究倫理上の論点を明確化したものである。特に、同意、二次利用、個人情報保護、研究対象者および社会の信頼確保、倫理審査体制のあり方について、国内外の動向を踏まえた検討を行った。これにより、ムーンショット目標9におけるELSI対策ガイドライン策定および自在ホンヤク機の社会実装に向けた倫理評価フレームの構築に資する知見を提示した。

2) 代表的な論文

なし。

3) 代表的な特許

なし。

2025 年度実施状況報告書（成果）

【ムーンショット型研究開発事業・研究開発プログラム名・研究開発プロジェクト名】
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

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発

【研究課題名】
光ポンピング磁気センサ式脳磁図（OPM-MEG）のデータ解析プロトコルの確立と高度化

課題推進者：

北城 圭一（自然科学研究機構・生理学研究所 教授）

1. 研究進捗状況と成果

(1) OPM-MEG の設置と導入 (2024 年 10 月～2026 年 9 月)

OPM-MEG 装置の生理学研究所への設置・導入に向けて、MS9 における利用を想定しながら、適切に OPM-MEG の仕様を選定した。また、設置に先立って、建屋における環境磁場の計測を継続的に行って、磁場安定の対策を講じた。また、生理学研究所における実験のガイドラインの作成と倫理申請の準備を行った。OPM-MEG 運営体制の確立のための調査を進めた。

OPM-MEG の導入・運用に必要な情報の収集を行うとともに、データ解析 pipeline の確立を目指すために、国内外の機関を視察し、OPM-MEG システム、センシングの最先端技術開発に関する情報収集を行った。とくに、導入する既存の装置では足りないセンシングの技術開発の情報収集と実験パラダイムについて、UCL の Sven Bestmann 教授と議論を頻繁に行った。

OPM-MEG の国内コミュニティの確立への貢献、若手育成のために 2027 年 2 月の生理研研究会を企画した。

2. 代表的な成果事例

1) 目標達成に最も寄与する成果

OPM-MEG 装置の生理学研究所への設置・導入に向けて、MS9 における利用を想定しながら、適切に OPM-MEG の仕様を選定し、入札を進めた。導入システムの決定後は特に OPM センサーを装着するヘルメットの仕様について、メーカーとやりとりをしながら開発に協力し、導入を進めた。

2) 代表的な論文

2025 年度にはありません。

3) 代表的な特許

2025 年度にはありません。

FY2025 R&D Project Implementation Status Report (Results)

Moonshot R&D Program

Realization of a mentally healthy and dynamic society by increasing peace of mind and vitality by 2050

Development of “Jizai Hon-yaku-ki (At-will Translator)” connecting various minds based on brain and body functions

【研究課題名】

Sensing the state of mind by the optically pumped magnetometer-

Magnetoencephalography (OPM-MEG)

光ポンピング磁気センサ式脳磁図（OPM-MEG）を用いたこころの状態の読み取り

課題推進者：

Sven Bestmann (University College London, Professor)

1. 研究進捗状況と成果 Research Progress and Outcomes

The aim of this R&D plan this year was 1) to optimize sensor arrays for detecting signals from emotion-related deep brain structures, such as the medial frontal cortex (MFC), nucleus accumbens (NAc), and amygdala (Amy), to record brain activity during emotion-evoking behavioral tasks, and 2) to support the establishment of an OPM-MEG facility at NIPS in collaboration with PI Kitajo (7-1).

1. We have designed and produced two dedicated 3D printed OPM sensor arrays, which allow for positioning of OPM sensors across the entire head and neck, so that sensors can be optimized for the regions of interest. We have also completed the groundwork for the simulations that will evaluate the sensor positions for various brain regions relevant to this project. Specifically, we are using the finest parcellation (7T Scale IV) available in the Melbourne Subcortex Atlas. This parcellation defines subcortical parcels (“sub-structures” , e.g. hippocampus tail/body/head), defined based on functional connectivity gradient mapping using data from the Human Connectome Project (n = 183 healthy adults), and additional cerebellar sources (evenly distributed source grid; 3 orthogonal dipoles per sources, oriented along the Cartesian axes). Our model utilizes the inner- and outer-skull compartments from the ICBM152 T1 image. We are currently conducting detailed simulations of all 3 forward models (Nolte, BEM, FEM), to then assess the similarity of different head models and sensor arrays for the lead fields across all source locations, along with SNR and sensitivity maps. We are currently drafting the first publication that will summarize this approach. In parallel, we have designed and piloted several tasks to robustly activate emotional brain circuits, including a) an emotion recognition task, b) aversive memory consolidation task (naturalistic viewing trauma intrusion task), and c) Pavlovian conditioning task.
2. We have regularly consulted with Prof Kitajo/NIPS about the installation of the new OPM system, especially on the design of sensor arrays, experimental tasks for benchmarking and initial experiments, and training. This has included several meetings involving company representatives.

2. 代表的な成果事例 Key Research Achievements

1) 目標達成に最も寄与する成果 Outcomes Most Significantly Contributing to Goal Achievement
i. Sensor array head cast design and construction; ii. Successful setup of head models including finite element models for evaluation of sensor arrays; iii. Initial recordings with the 3D head casts to evaluate their usability, safety, subject comfort and functionality, in simple evoked-response tasks.

2) 代表的な論文 Representative Publications

Not applicable.

3) 代表的な特許 Representative Patents

Not applicable.

2025 年度実施状況報告書（成果）

【ムーンショット型研究開発事業・研究開発プログラム名・研究開発プロジェクト名】

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

多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発

【研究課題名】

MS 9 共通指標データベース拠点の構築と展開

課題推進者：

筒井 健一郎（東北大学 教授）

1. 研究進捗状況と成果

共通指標データベースの構築に向けて、MS9 関係者および LIR/VU などの海外連携機関と協議を重ね、国内外の関係者が連携して取り組むための体制を整備した。さらに、データベースにおけるデータ収集プロトコルや、分析に用いる国際的なパイプラインの構築についても、具体的な検討を進めた。また、東北大学において、質問紙、脳活動、血液データの収集・採取を行う拠点の開設に向け、新たなラボの整備、スタッフの訓練、必要な許可申請などを実施した。

また、共通指標データベースの国際連携での共働を視野に入れながら、ドイツで取得したストレス・レジリエンスに関わる神経活動データの解析法の開発とそれに基づいた解析を行い、国際共著論文として投稿・受理された (Backhaus et al. 2026, Research)。

2. 代表的な成果事例

1) 目標達成に最も寄与する成果

共通指標データベースの構築に向けて、MS9 関係者および LIR/VU などの海外連携機関と協議を重ね、国内外の関係者が連携して取り組むための体制を整備した。また、共通指標データベースの国際連携での共働を視野に入れながら、ドイツで取得したストレス・レジリエンスに関わる神経活動データの解析法の開発とそれに基づいた解析を行った。

2) 代表的な論文

なし。

3) 代表的な特許

なし。

FY2025 R&D Project Implementation Status Report (Results)

Moonshot R&D Program

Realization of a mentally healthy and dynamic society by increasing peace of mind and vitality by 2050

Development of “Jizai Hon-yaku-ki (At-will Translator)” connecting various minds based on brain and body functions

【研究課題名】

Identification and utilization of long-term neural signal reflecting the extinction of fear and anxiety (or the establishment of relief)
恐怖・不安の解消（安心の確立）にかかわる長期的神経シグナルの同定と利用

課題推進者：

Til Ole Bergmann (Leibniz Institute for Resilience Research, Professor)

1. 研究進捗状況と成果 Research Progress and Outcomes

The project established a neural readout for fear extinction success and prepared an EEG-fMRI study on fear extinction in N=80 participants, of which N=30 have already been successfully tested.

2. 代表的な成果事例 Key Research Achievements

1) 目標達成に最も寄与する成果 Outcomes Most Significantly Contributing to Goal Achievement
During fear extinction, the unexpected omission of a feared outcome is accompanied by a subjective feeling of relief and a neural surprise signal in the “ventral striatum”. There are individual differences in how well people extinguish fear. We showed that fast extinction learners show a strong surprise signal in the ventral striatum that only appears late in slow extinguishers (see below). This provides a new fMRI-based readout for extinction success. In N=30 participants, we conducted state-of-the-art concurrent EEG-fMRI measurements during and after fear extinction to identify EEG fingerprints reflecting the ventral striatal surprise signal observed in fMRI and also activation of the ventromedial prefrontal cortex after extinction, which is relevant for consolidation and later remembering the extinction learning experience. To achieve high-quality EEG recordings during fMRI, we established the novel Carbon Wire Loop technology. We also include various measures of the function of the sympathetic nervous system, to test its relation to extinction learning and its neural correlates, based on recent findings by the group of collaborator R. Kalisch. Evaluating these individual differences required considerable upgrading of the sample size to N = 80.

2) 代表的な論文 Representative Publications

Andres E et al. A ventral striatal learning signal reflecting individual differences in the success of fear extinction. *Mol Psychiatry*. 2026, epub ahead of print.

Across four datasets of the LIR comprising healthy male participants, we identified two reproducible extinction phenotypes: fast extinguishers, who showed rapid reduction of conditioned fear responses, and slow extinguishers, who showed more persistent fear responding during extinction. This two-class solution was replicated in two publicly available external datasets including both female and male participants, supporting generalizability of the identified individual-difference structure. In the subset of datasets with fMRI, we showed that fast and slow extinguishers differed in ventral striatal responses to the omission of an expected unconditioned stimulus during extinction. This identifies a neural read-out of extinction prediction errors and suggests that individual differences in extinction success depend on how efficiently the brain registers and uses safety-learning signals.

3) 代表的な特許 Representative Patents

None.

FY2025 R&D Project Implementation Status Report (Results)

Moonshot R&D Program

Realization of a mentally healthy and dynamic society by increasing peace of mind and vitality by 2050

Development of “Jizai Hon-yaku-ki (At-will Translator)” connecting various minds based on brain and body functions

【研究課題名】

Identification and utilization of long-term neural signal reflecting the robustness to emotional disturbances (the unwavering mind)

情動的外乱に対する堅牢性（動揺しないところ）にかかわる長期的神経シグナルの同定と利用

課題推進者：

Oliver Tüscher (Leibniz Institute for Resilience Research, Professor)

1. 研究進捗状況と成果 Research Progress and Outcomes

During FY2025, significant progress was achieved toward identifying neural network markers of resilience and stability against emotional perturbation across human EEG/MEG and translational animal datasets. Simultaneous EEG/MEG recordings during a Go/NoGo task revealed oscillatory neural mechanisms underlying inhibitory control and emotional perturbation. Drift Diffusion Model analyses linked behavioral parameters to neural activity and revealed a beta-band top-down interaction from frontal cortex to visual cortex carrying inhibitory control information from previous trials during proactive states. In parallel, spectral Transfer Entropy analyses in mouse social defeat stress (SDS) datasets revealed bidirectional medial prefrontal-amygdala information transfer and cross-frequency interactions. Finally, convergent analyses integrating human EEG and mouse calcium imaging data revealed cross-species evidence linking resilience to adaptive visual cortical dynamics and fronto-visual top-down control.

2. 代表的な成果事例 Key Research Achievements

1) 目標達成に最も寄与する成果 Outcomes Most Significantly Contributing to Goal Achievement
We identified a translational fronto-visual neural mechanism associated with resilience and stability against emotional perturbation. In human EEG/MEG datasets, we revealed that beta-band top-down modulation from frontal cortex to visual cortex encoded inhibitory control information from previous trials during proactive preparatory states. Complementary analyses in mouse SDS datasets revealed altered burst dynamics and reduced spontaneous burst activity associated with resilient outcomes, a phenomenon that could also be reproduced in human EEG datasets. These findings support adaptive fronto-visual modulation and stabilization of visual cortical dynamics as conserved neural mechanisms underlying resilience. We also evaluated small LLMs for mental-state classification (see publication), with potential future deployment on smartphones and consumer devices within “JIZAI (At-will) Translator” project.

2) 代表的な論文 Representative Publications

Pinzuti E, Tüscher O, Ferreira Castro A. Comparative performance of large language models in emotional safety classification across sizes and tasks. *Front Artif Intell.* 2025 doi: 10.3389/frai.2025.1706090.

This study evaluates LLaMA models ranging from 1B to 70B parameters on emotional-safety classification using a new mental-health dataset with 15,000 samples. Larger models generally performed better, particularly for nuanced multi-label risk classification and zero-shot inference. However, lightweight fine-tuning enabled the 1B model to achieve results comparable to larger models in several well-represented categories while requiring less than 2 GB of VRAM. These findings support the use of small, privacy-preserving on-device models for safety-critical mental-health applications.

3) 代表的な特許 Representative Patents

Not applicable.