

生体情報の統合的評価を基盤とした急性毒性試験の基準策定と代替法開発に資する研究
-人の健康影響評価の精緻化と動物福祉を充足する試験法開発-
(25KD1003)

分担研究報告書

分担研究課題 画像情報を用いた行動解析研究

研究分担者 鈴木敬久
東京都立大学システムデザイン研究科情報科学域 教授

研究要旨

本分担研究は、班全体の目的である急性毒性試験代替法開発に対し、画像情報からの定量的・非侵襲的な行動解析データを供給する基盤の構築を目的とする。R7年度は、可視光線および赤外線カメラを統合したマルチモーダル観測系、DeepLabCutを基幹技術とするAI行動解析パイプライン、ならびに極座標(r, θ)変換による定量的行動指標算出アルゴリズムを構築した。開発には大規模言語モデル(LLM)を開発パートナーとするAI駆動開発手法を導入し、短期間での実装を達成した。構築したシステムの検出感度を独立に評価するため、1秒間の磁界バーストばく露に対するマウス応答動画を用いたプローブ実験を実施した結果、ばく露時刻を境とする鼻先軌跡の不連続な変化をフレーム単位の時間分解能で定量検出することに成功した。本成果は、より持続的かつ累積的な変化を呈すると予想される化学物質誘発性の行動異常を、本システムによって検出・定量化し得ることを示唆するものであり、班全体の目指す統合的評価システムにおける行動データ供給基盤として位置づけられる。

A. 研究目的

本分担研究は、班全体の研究目的である「急性毒性試験(ATS)における死亡エンドポイントを生体情報の統合的評価による客観的予測に置き換え、3Rs(Replacement, Reduction, Refinement)を充足する代替法を開発する」ことに対し、画像情報からの定量的かつ非侵襲的な行動解析データを供給する基盤を構築することを目的とする。

急性毒性発現時に観察される異常行動(驚愕反応、すくみ、振戦、旋回、運動失調、姿勢異常等)は、毒性発現機序や標的臓器を反映する重要な生体情報である。しかしながら従来の評価は熟練者による目視観察に依存しており、観察者バイアス、暗黙知の伝承困難、瞬間的かつ微細な変化の見落とし、定量的記述の困難といった課題が長年指摘されてきた。研究

分担者らが先行研究において導入した赤外線サーモグラフィも定点観察に留まり、経時的かつ多面的な行動解析には十分に活用されていない状況にあった。

これらの課題を克服するため、本分担研究は以下を目的とする。

(1) 赤外線サーモグラフィに加えて高解像度可視光線カメラを導入し、実験動物の体温変化と微細行動を同時かつ経時的に記録するマルチモーダル観測系を構築する。

(2) 深層学習に基づく姿勢推定アルゴリズムDeepLabCutを基幹技術とした定量的行動解析パイプラインを構築し、観測動画から動物の身体部位座標、移動軌跡、速度、角速度、回転半径等の定量的行動指標を時系列データとして抽出する解析手法を確立する。

(3) 大規模言語モデル(LLM)を開発パートナーとして活用する AI 駆動開発手法を導入し、開発サイクルを短縮することで、班全体の目指す統合的評価システムの構築を加速する。

(4) ハイパフォーマンスコンピューティングおよび AI 応用の専門家の立場から、心電図・脳波・呼吸・体温等の他の生体情報との時系列同期および統合的評価システムの設計に対して、班員に対する助言を行う。

R7 年度はこれらのうち、(1) のマルチモーダル観測系の構築、(2) の DeepLabCut 解析パイプラインの構築および定量指標算出アルゴリズムの確立、ならびに本システムの検出感度を独立に評価するためのプローブ実験の実施を主たる達成目標とする。R8 年度は毒性特有の行動ライブラリの構築とパターン同定、R9 年度は LLM による自動解釈・アラート機能の実装と評価へと段階的に発展させる 3 年計画の第一段階に位置づけられる。

なお、行動データから毒性メカニズムやエンドポイントを自動推論し定量的な評価指標として提示する一貫したシステムは、既存研究(SimBA、ABNet、MoSeq、AmadeusGPT、MouseGPT 等)が「行動パターンの分類」あるいは「行動の自然言語記述」までしか到達していない現状において、規制科学(毒性評価)分野への体系的応用は本研究班が先行している領域である。

B. 研究方法

マルチモーダル AI 行動解析システムの概要と開発ワークフローを図1に示す。本年度は、A に掲げた目的のうち R7 年度の達成目標として、(1) マルチモーダル観測系の構築、(2) DeepLabCut 解析パイプラインの構築および定量指標算出アルゴリズムの確立、ならびに (3) システムの検出感度を独立に評価するためのプローブ実験の実施に向け、以下の方法を採用した。

B-1. マルチモーダル観測系の整備

赤外線サーモグラフィおよび高解像度可視光線カメラの導入を想定し、実験動物の体温変化と詳細な行動パターンを同時かつ経時的に記録するマルチモーダル観測系の構築に着手した。観測装置は円形ケージを上方から俯瞰する配置とし、今後両カメラの撮影視野と時刻情報を同期させることで、後段の統合解析を可能にすることを想定する。本年度は可視

光線カメラを用いてシステムの動作確認と、後述する DeepLabCut 解析パイプラインの検証に用いる映像データの取得を行った。

B-2. DeepLabCut 解析パイプラインの構築

行動解析の基幹技術として、深層学習に基づく markerless 姿勢推定ツール DeepLabCut (Mathis et al., 2018)を採用した。本ツールは身体部位ごとのキーポイント座標を高精度に検出可能であり、転移学習を活用するためラベル付けデータが比較的少量でも実用的な精度が得られる利点を有する。

解析パイプラインは以下の 9 段階で構成した。(i) プロジェクトの作成、(ii) 動画からの特徴フレーム抽出(kmeans アルゴリズムによるクラスタリング抽出)、(iii) マウスの鼻先(nose)、左耳(left-ear)、右耳(right-ear)の 3 点に対するアノテーション、(iv) 学習データセットの構築(Augmentation は alumentations、ネットワークは ResNet-50、ImageNet 事前学習重みによる転移学習)、(v) ディープニューラルネットワークの学習(PyTorch エンジン)、(vi) RMSE および推論信頼度(likelihood)による精度評価、(vii) 学習済みモデルを用いた動画推論、(viii) ラベル付き動画の出力、(ix) 信頼度の低いフレームの自動抽出と再アノテーション・再学習。本サイクルを反復することで、モデル精度を段階的に向上させる仕組みを実装した。

B-3. 軌跡データからの定量的行動指標の算出

DeepLabCut が出力する身体部位座標の時系列データから、定量的な行動指標を抽出するアルゴリズムを構築した。具体的には、円形ケージの中心を原点とする極座標 (r, θ) への座標変換を行い、鼻先位置の時間発展を r および θ の時系列として記述した。これにより、ケージ内での動物の位置(壁際/中央)と方位を分離した形で定量評価することが可能となる。さらに、フレーム間の差分から並進速度 $\Delta r/\Delta t$ および角速度 $\Delta \theta/\Delta t$ を算出し、刺激印加時刻前後における急峻な変化を検出する解析を実装した。推論信頼度が閾値以下のフレームは欠損として扱い、後段の統計解析の頑健性を確保した。

B-4. システム検出感度を独立に評価するための予備的実験

構築したパイプラインの検出感度を独立に評価するため、研究分担者の研究室において別途実施した磁界バーストばく露実験の動画データを活用した予

備実験を設定した。化学物質曝露では行動変化のオンセットが吸収・分布の時間スケールを反映して曖昧となるのに対し、磁界バーストはばく露時刻 $t = 0$ が物理的に確定するため、システムの検出限界および応答潜時の定量評価に適している。本年度は、非ばく露対照群(C0179s0)および 1 秒間の磁界バーストをばく露した群(C0179s1、C0179s2、ばく露時刻はそれぞれ $t = 2.25$ 秒および $t = 2.34$ 秒)の 3 動画について、B-2 および B-3 のパイプラインを適用した。

B-5. 大規模言語モデル(LLM)を活用した AI 駆動開発手法の導入

開発手法そのものを効率化するため、LLM を開発パートナーとして活用する協調開発体制を採用した。具体的な適用領域は、(a) Pandas、NumPy、Matplotlib を用いたデータ処理および可視化コードの対話的生成、(b) 極座標変換、FFT、部位間角度計算等のアルゴリズム実装の支援、(c) 探索的データ解析における対話的なコード作成、(d) 仕様書、データフォーマット定義書および進捗報告草案のドラフト作成、である。研究者は戦略立案、要件定義および結果検証に集中し、LLM が実装と文書化を担う「人間と AI の協調開発ループ」を短サイクルで反復することにより、開発の迅速化と品質向上の両立を図った。

C. 研究結果

R7 年度の達成目標である (1) マルチモーダル観測系の構築、(2) DeepLabCut 解析パイプラインの構築および定量指標算出アルゴリズムの確立、ならびに (3) システムの検出感度を独立に評価するための予備実験の実施について、以下の結果を得た。

C-1. DeepLabCut 解析パイプラインの構築と推論精度

B-2 で示した 9 段階のパイプラインを実装し、マウスの鼻先(nose)、左耳(left-ear)、右耳(right-ear)の 3 点を追跡対象とする姿勢推定モデルを構築した。約 30 fps で撮影された俯瞰映像に対し、kmeans アルゴリズムによる特徴フレーム抽出およびアノテーション、ResNet-50 をバックボーンとする転移学習を経て、学習済みモデルによる動画推論を実行した。推論信頼度(likelihood)の時系列解析では、right-ear については概ね $\text{likelihood} \geq 0.8$ のロバストな追跡が解析区間全体で維持された一方、nose および left-ear についてはマウスの姿勢や

向きに依存して likelihood が一時的に低下する区間が観測された。これらは身体部位の遮蔽および撮影方向に対する出現確率の低下に対応する所見である。本パイプラインは異常フレーム(outlier)の自動抽出と再アノテーション・再学習のサイクルを内包しており、解析を進めるにつれて精度を継続的に向上させ得る構成となっている。

C-2. 非ばく露対照群におけるベースライン挙動

非ばく露対照群 C0179s0 については、撮影区間全体にわたって探索行動に伴う連続的かつ滑らかな移動軌跡が得られた。鼻先位置を円形ケージ中心を原点とする極座標 (r, θ) で記述したところ、 θ は概ね $30^\circ \sim 60^\circ$ の範囲で緩やかに変動し、 r は概ね $140 \sim 290$ pixel の範囲で推移した。これはマウスがケージ周縁部から中央部にかけて連続的に探索する典型的な行動パターンと整合する。このベースラインデータの取得により、後述するばく露群の解析に対する対照基準が確立された。

C-3. 磁界バーストばく露群における検出結果

1 秒間の磁界バーストをばく露した 2 群(C0179s1:ばく露時刻 $t = 2.25$ 秒、C0179s2:ばく露時刻 $t = 2.34$ 秒)の動画に対し、同一のパイプラインを適用した。鼻先の θ - r 時系列において、両群ともばく露時刻を境として θ に不連続な変化が検出された(図 2)。具体的には、C0179s1 ではばく露直前まで一定の方位帯に安定していた θ の値がばく露直後に大きく遷移し、その後の数十フレームにわたってばく露前とは異なる方位帯に推移する挙動が確認された。C0179s2 においても同様に、ばく露時刻を境とした方位の急激な変化と、それに続く挙動パターンの遷移が観測された。同時に r についても、ばく露前後で異なる挙動を示すことが確認された。これらの変化は、磁界バーストに対する瞬間的な驚愕反応(startle response)およびその直後の体勢変化を反映していると解釈される。

注目すべきは、これらの変化が 1 秒間という極めて短時間の刺激に対する応答であるにも関わらず、フレーム単位(約 33 ms 分解能)で時刻同定可能な形で定量的に抽出されたことである。熟練者による目視観察においては、再生速度を落として複数回見直してようやく気付き得る程度の瞬間的かつ微細な変化であり、従来は定性的記述に留まらざるを得なかった。本パイプラインは、これを θ - r の時系列という客観的数値として記述することに成功した。

C-4. AI 駆動開発による短期間での実装達成

開発手法面では、B-5 で導入した LLM 協調開発体制により、観測系の整備、DeepLabCut パイプラインの構築、極座標変換および定量指標算出アルゴリズムの実装、ならびにプローブ実験の解析に至る一連の作業を R7 年度内に完了した。Python による解析コード群(極座標変換、速度・角速度算出、likelihood フィルタリング、可視化等)の実装、ならびにアルゴリズムの設計文書化において LLM を活用することにより、研究者は手法選択、結果検証および毒性評価への論理的展開といった戦略的判断に集中することが可能となった。

D. 考察

本年度の研究結果から、本分担研究で構築したマルチモーダル AI 行動解析システムの意義と、班全体の目指す統合的評価システムへの寄与の見通しについて、以下の通り考察する。

D-1. 検出感度の意義と化学物質毒性評価への論理的外挿

C-3 に示した通り、本パイプラインは 1 秒間という極めて短時間の磁界バーストばく露に対するマウスの瞬間的かつ微細な行動変化を、 θ - r 時系列の不連続性として定量的に検出することに成功した。この事実は、化学物質ばく露を本来の対象とする本研究班の最終目的に対して、重要な論理的な意義を有する。

化学物質による急性毒性発現に伴う行動異常は、物質の吸収・分布・代謝という時間スケールで進行する持続的かつ累積的な生理変化に起因するものであり、本予備実験で検出された 1 秒間の物理刺激への瞬間応答よりも、信号として顕著かつ長時間にわたる変化を呈すると合理的に予想される。したがって、本パイプラインが極短時間の刺激に対する応答を確実に検出可能であるという事実は、持続的な化学物質誘発性の行動異常をより明確に本システムによって検出・定量化し得ることが示唆される。これは、本研究班が目指す急性毒性試験代替法の開発という最終目標に対し、技術的実現可能性の重要な根拠を提供するものと考えられる。

D-2. 既存研究との位置付けと本研究の独自性

行動解析分野においては、SimBA (Nilsson et al., 2020)、ABNet (Chen et al., 2024)、MoSeq (Wiltschko et al., 2015)等の既存技術により、深層学習による身体部位の姿勢推定および行動パターン

の分類・異常検出までが達成されている。また近年、LLM を用いた行動の自然言語記述として AmadeusGPT (Ye et al., 2023)や MouseGPT (2025)等の萌芽的研究も報告されているが、これらはいずれも「行動を言語で説明する」段階に留まり、毒性評価への応用は未着手である。

すなわち、現状の研究動向を [① 姿勢の数値化] → [② 行動パターンの分類] → [③ 毒性メカニズム・重篤度の推論と言語化] → [④ 規制試験で使用可能な定量指標としての提示] という 4 階層で俯瞰した場合、第 3・第 4 階層は本分野において未着手法な領域となっている。本分担研究はこの未着手法な領域に着手することを意図するものであり、規制科学(毒性評価)分野への体系的応用は本研究が先行していると考えられる。本年度に構築した解析パイプラインは、この長期的戦略における基盤層(第 1 階層および第 2 階層への接続)を構成する。

D-3. 班全体の統合的評価システムへの寄与

本分担研究の成果は、班全体の目指す統合的評価システムにおいて、行動データを供給する基盤としての役割を担う。研究代表者の高橋祐次氏および研究分担者の相崎健一氏が確立した Matrix Profile アルゴリズムによる心電図異常検出 (Taquahashi & Aisaki et al., 2024)、ならびに研究分担者の鈴木郁郎氏が開発した脳波解析手法と、本パイプラインから得られる行動の時系列定量指標を共通の時刻基準のもとで同期させることにより、心臓・神経・行動の多変量異常検出が可能となると考える。例えば、本研究で検出されたばく露直後の驚愕反応は、脳波における特徴的なバースト活動や心電図の急峻な変化と時間的に対応する可能性が高く、これらの対応関係の解析は次年度以降の重要な研究課題となると思われる。

また、ハイパフォーマンスコンピューティングおよび AI 応用の専門家の立場から、班全体の統合システム設計(データフォーマットの標準化、時刻同期、リアルタイム解析基盤、データ保存・共有アーキテクチャ等)に対する継続的な助言を行う体制も並行して整備している。

D-4. 本年度の限界と次年度以降の課題

本年度の成果は 3 年計画の第一段階(基盤構築)として位置づけられるが、いくつかの技術的限界も同時に明らかとなった。第一に、現状の追跡対象身体部位は鼻先・両耳の 3 点に限定されており、全身姿勢、四肢、尾の動きを反映した詳細な行動指標(振戦、

ねじれ姿勢、運動失調等)の抽出には追跡点の拡張が必要である。第二に、likelihood が一時的に低下するフレームの取り扱いについて、現状の閾値処理に加え、より頑健な補間および統計処理の導入が望ましいと考えられる。第三に、個体間ばらつきの正規化と統計的有意性評価の枠組みが未整備であり、サンプル数の蓄積と統計手法の検討が次年度の課題となる。第四に、R9 年度に目指す自動解釈・アラートシステムの実現には解析処理のリアルタイム化が必須であり、推論時間および処理パイプラインの最適化を進める必要がある。

R8 年度は、これらの課題に対応しつつ、毒性特有の行動ライブラリの構築および LLM を用いた行動パターンの言語化・解釈機能の試作に着手する計画である。

E. 結論

本分担研究では、急性毒性試験代替法開発における客観的・定量的な行動評価基盤として、可視光線および赤外線カメラを統合したマルチモーダル観測系、DeepLabCut を基幹技術とする AI 行動解析パイプライン、ならびに極座標 (r, θ) 変換による定量的行動指標算出アルゴリズムを構築した。また、これらの開発に大規模言語モデル(LLM)を開発パートナーとする AI 駆動開発手法を導入することにより、R7 年度内に一連の基盤実装を完了した。

構築したシステムの検出感度を独立に評価するため、1 秒間の磁界バーストばく露に対するマウス応答動画を用いた予備実験を実施した結果、ばく露時刻を境とする鼻先軌跡の不連続な変化を、フレーム単位の時間分解能で定量的に検出することに成功した。この事実は、より持続的かつ累積的な変化を呈すると予想される化学物質誘発性の行動異常を、本システムによって検出・定量化し得ることを示唆するものであり、本研究班が目指す代替法開発という最終目標に対し、技術的実現可能性の重要な根拠を提供する。

本年度の成果は、班全体の目指す統合的評価システムにおいて、心電図・脳波等の他の生体情報と時系列同期可能な形で行動データを供給する基盤として位置づけられる。R8 年度は毒性特有の行動ライブラリの構築および LLM による行動パターンの言語化・解釈機能の試作を検討予定である。R9 年度は自動解釈・アラート機能の実装と評価へと展開することを検討し、行動データから毒性メカニズム・重篤度の推論および規制試験で使用可能な定量指標の

提示までを一貫して行うシステムの実現を目指す予定である。

F. 研究発表

1. 論文発表

S. Wasoontarajaroen, H. Ishiwata, J. Chakarothei, S. Ohtani, A. Ushiyama, K. Hattori, K. Wada, M. Ikehata, Y. Suzuki, "Realistically Poseable Mouse Model for Assessing Exposures to Magnetic Field in the Intermediate Frequency Band," IEEE Access, vol. 13, pp. 86528-86541.

M. Kojima, T. Tasaki, T. Kamijo, A. Hada, Y. Suzuki, A. Kik, M. Ikehata, Hiroshi Sasaki, "Investigation of the Ocular Response and Corneal Damage Threshold of Exposure to 28 GHz Quasi-millimeter Wave Exposure," Health Physics, Vol. 128, No. 6, pp. 487-496.

秋山 美郷, 新井 宏章, 佐野 宏靖, 小畑 輝, 鈴木 敬久, 多氣 昌生, "ワイヤレス電力伝送におけるベクトルポテンシャルを用いた磁界分布とばく露評価への応用," 電気学会論文誌A(基礎・材料・共通部門誌), 145 巻, 8 号, pp.223-229.

鉄道システムにおける耐雷技術の現状と課題調査専門委員会編(共著), "鉄道システムにおける耐雷技術の現状と課題," 電気学会技術報告書, 第 1602 号.

M. Fukunari, Y. Tatematsu, Y. Suzuki, A. Kik, T. Kamijo, M. Mizuno, Y. Yamaguchi, M. Kojima, T. Tasaki, H. Sasaki, "Millimeter-Wave Beam Shaping for Biological Exposure Experiments Using a 265-GHz Gyrotron," IEEE Access, vol. 13, pp. 214420-214429.

日景 隆, 佐々木 謙介, 椎名 健雄, 鈴木 敬久, "低周波数帯磁界ばく露評価モデルと比較計算," 電気学会論文誌A(基礎・材料・共通部門誌), 145 巻, 12 号, pp.389-396.

S. Ohtani, A. Ushiyama, K. Wada, M. Ikehata, Y. Suzuki, K. Hattori, "Development and validation of an in vivo pain assessment method for 28-day exposure to intermediate frequency magnetic fields," Journal of Radiation Research, Volume 67, Issue 1, pp. 1-10.

2. 学会発表

K. Ueda, R. Ota, K. Wada and Y. Suzuki, "Design and Development of LCCL Resonant

Circuit-Based 85 kHz Magnetic Field Generator for Biological Research", 2025 IEEE Energy Conversion Congress & Exposition Asia (ECCE-Asia), Bengaluru, India, 2025, pp. 1-5,(2025.5)

M. Ikehata, K. Wada, S. Yoshie, A. Ushiyama, Y. Suzuki, K. Hattori, "DEVELOPMENT OF AN IN VITRO EXPERIMENTAL PROTOCOL FOR EVALUATION OF BIOLOGICAL EFFECT BY INTERMEDIATE FREQUENCY MAGNETIC FIELD EXPOSURE," BioEM 2025, PA-55, (2025.6.23)

S. Ohtani, A. Ushiyama, S. Wasoontarajaroen, H. Ishiwata, K. Wada, Y. Suzuki, M. Ikehata, K. Hattori, "Evaluation of Peripheral Neurotoxicity Following Subacute Exposure to Intermediate-Frequency Magnetic Fields Using in vivo Pain Assessment Methods," BioEM 2025, PA-56, (2025.6.23)

S. Inamori, K. Okubo, Y. Suzuki, T. Kamijo, A. Hada, M. Taki, M. Okamoto, Y. Terao,

"Measurement of microwave-induced thermoelastic waves using laser Doppler vibrometer ~Surface Vibrations of Dielectric Phantom and Application to Microwave Auditory Effects~ ," BioEM 2025, PB/FB-07, (2025.6.24)

S. Hadi, K. Okubo, Y. Suzuki, M. Taki, M. Okamoto, Y. Terao, "Analysis of Auditory Characteristics of Repetitive Pulsed Sounds Induced by Microwave Exposure on Microwave Auditory Effect," BioEM 2025, PB/FB-10, (2025.6.24)

M. Fukunari, Y. Tatematsu, Y. Yamaguchi, M. Mizuno, Y. Suzuki, T. Kamijo, A. Kik, M. Kojima, T. Tasaki, and H. Sasaki, "Design and Measurement of a 265 GHz Sub-terahertz Optical System for Exposure Experiments Using a Gyrotron," BioEM 2025, PB-31, (2025.6.24)

A. Ushiyama, Y. Suzuki, K. Wada, M. Ikehata, S. Yoshie, H. Miyagi, S. Otani, K. Hattori,

"Overview of a Project to Improve the Quality of Experimental Research Used in Assessing the Health Risks of Exposure to Electromagnetic Fields," BioEM 2025, PB-62, (2025.6.24)

T. Makimoto, J. Chakarothai, J. Shibayama, Y. Suzuki, K. Fujii, N. Sekine, 2025 URSI Asia-Pacific Radio Science Conference (URSI AP-RASC 2025) (Sydney, Australia), Tu-B06-PM1-6-6, (2025.8.19)

M. Ikehata, K. Hattori, A. Ushiyama, S. Yoshie, K. Wada, Y. Suzuki, "Necessity of Bridging Disciplinary Gaps in Bioelectromagnetics Research: A Comprehensive Approach to Enhancing Research Quality and Interdisciplinary Understanding", ISEF, 2025,(2025.9)

T. Tamaki, T. Makimoto, J. Shibayama, J. Chakarothai, Y. Suzuki, "An Investigation on the Frequency-Dependent FDTD Model of Dirac Semimetals," ISAP 2025, (2025.10.30)

H. Yagi, Y. Suzuki, J. Shibayama, J. Chakarothai, "Temperature Sensitivity Analysis of Waveguide-Type and Kretschmann-Type SPR Sensors in the Terahertz Band Using the FDTD Method," ISAP 2025, (2025.10.30)

S. Fujimori, M. Fukunari, A. Kik, T. Kamijo, Y. Suzuki, Y. Tatematsu, "Reconstruction of Phase Information for THz Electromagnetic Beams Using Phase Retrieval Algorithms," ISAP 2025, (2025.10.30)

H. Arai, M. Akiyama, H. Sano, T. Obata, Y. Suzuki, M. Taki, "Analysis of Leakage Magnetic Fields Including Harmonic Components in Wireless Power Transfer with a Sandwich Structure," ISAP 2025, (2025.10.30)

M. Akiyama, H. Arai, H. Sano, T. Obata, Y. Suzuki, M. Taki, "Application of Vector Potential for Magnetic Field Distribution and Exposure Evaluation in Wireless Power Transfer," PIERS2025, (2025.11.7)

Y. Suzuki, M. Taki, K. Esaki, M. Ikuyo, T. Onishi, "Reconstructing Time-Domain E-fields from Spectral Components for Efficient Pulsed

LF/IF Dosimetry," PIERS2025, (2025.11.8)

S. Inamori, K. Okubo, Y. Suzuki, T. Kamijo, A. Hada, M. Taki, T. Kusano, M. Okamoto, Y. Terao, "Microwave pulse-induced thermoelastic sensing: Toward understanding the microwave auditory effect," 6th Joint Meet. Acoust. Soc. Am. Acoust. Soc. Jpn., Hawaii, (2025.12.2)

Y. Suzuki, "Study on Fast Surrogate Models for Parabolic and Hyperbolic Equations using CNN-LTCNNs", URSI-JRSM 2026, B2-4, (2026.3.3)

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

鈴木敬久、和田圭二、安田理夢, 演算装置、演算システム、演算方法及びプログラム, 特許第7692598号, 2025 年

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

AI-driven Multimodal Behavioral Analysis Workflow for Toxicity Assessment

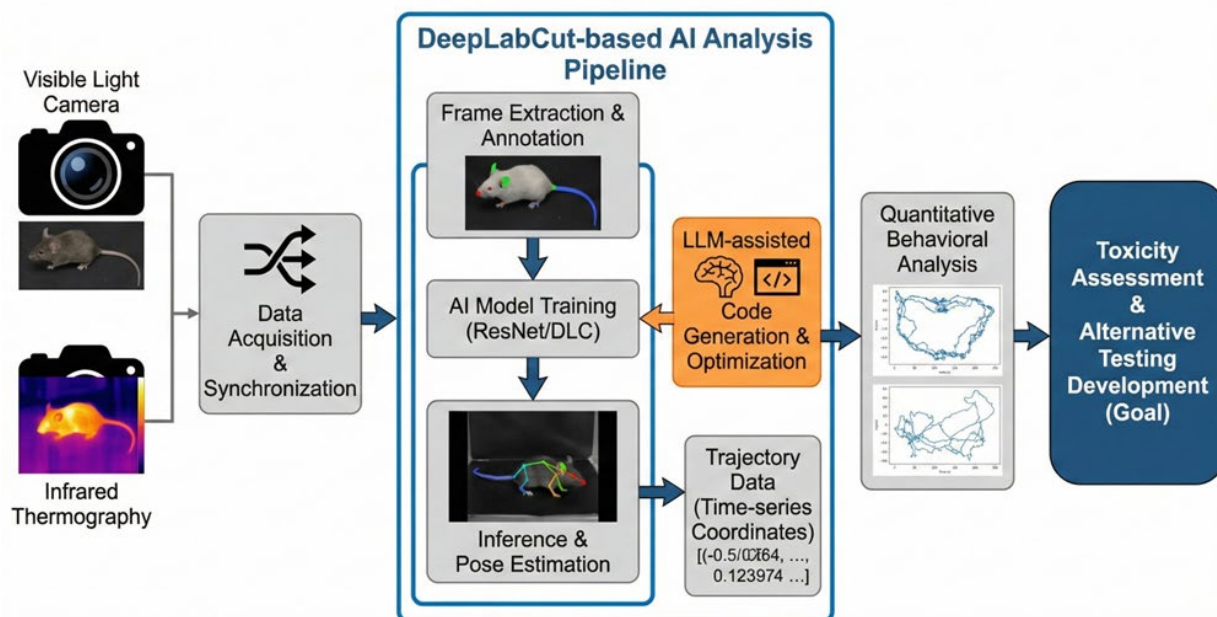


図1:マルチモーダル AI 行動解析システムの概要と開発ワークフロー

可視光線および赤外線カメラからの映像情報を DeepLabCut に入力し、マウスの身体特徴点を時系列で検出する一連のパイプラインを構築した。本システムの開発工程には LLM(大規模言語モデル)によるコード生成支援を組み込み、実装と解析の最適化を図っている。出力される定量的な軌跡データ等は、最終目標である毒性評価システムの基礎データとして活用される。

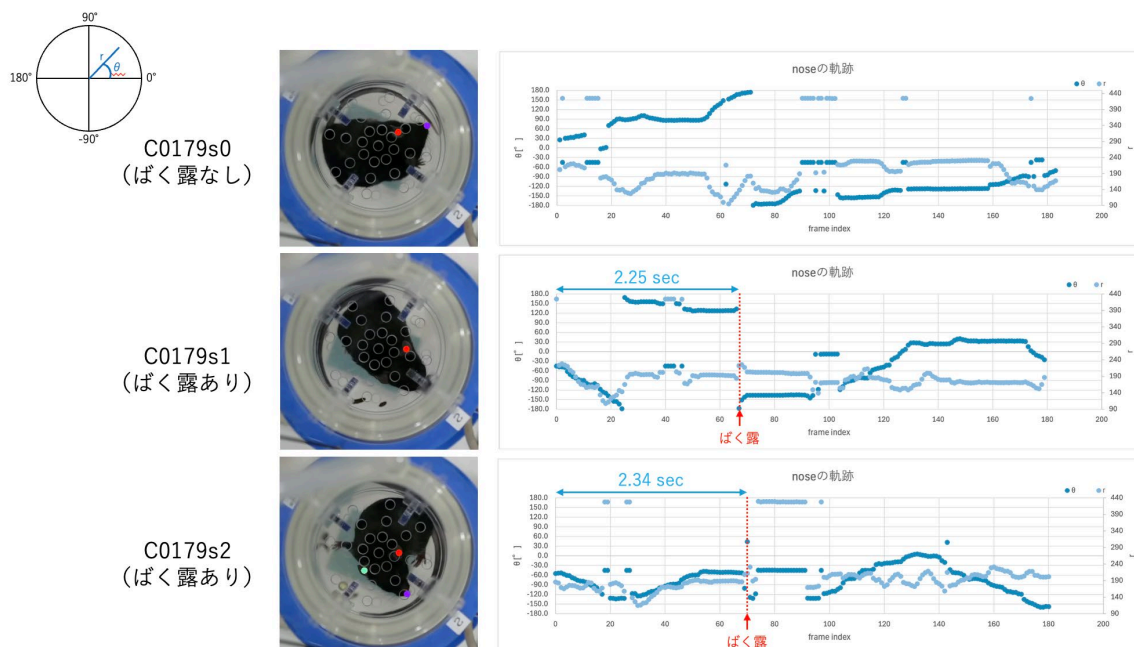


図2: DeepLabCut を用いた物理刺激印加時のマウス鼻先移動軌跡の解析

上段:非ばく露群(Control)の軌跡。通常の探索行動による滑らかで連続的な移動線が確認できる。中・下段:物理刺激(磁界バースト)ばく露群の軌跡。刺激印加(t=0)直後に軌跡の不連続な乱れが生じており、目視では判別困難な瞬間的な反応動作(驚愕反応等)が高感度に捉えられている。