

この研究で
わかったこと

Key Findings

Active ローズマリー精油＋本人選定の「気分が上がる曲」

活力感 ↑ —— 動作と眼・顔の活動に現れた

- ・スクワットが速く力強い(動作時間・荷重変化率 $p=.020$)
- ・刺激中は視線と顔の動きが活発(10/10名)→ 刺激後は凝視・まばたき減

Calm ラベンダー精油＋本人選定の「リラックスできる曲」

鎮静感 ↑ —— 姿勢の安定に現れた

- ・立位の長期的な重心ドリフトが最小(SDA 長期拡散係数 $p=.027$, 9/10名)
- ・揺れの大きさ(振幅)ではなく、姿勢制御の質に差が出た

主観の活力感は、これらの客観指標と被験者内で連動($\text{rmcorr } |r|=.48\sim.56$)→ 表情・視線と床反力で活力感を非侵襲に捉えうる

1 背景と目的

- ・香り・音楽がヒトの気分・覚醒水準・自律神経活動に影響することは広く報告されている
- ・一方、感性刺激により生じる「活力感」(活力・覚醒)の変化を、主観評価のみならず非接触・非侵襲な客観指標として定量化する試みは限られている
- ・表情動画解析と床反力(重心動揺)解析はいずれも身体的負担が少なく、感情・覚醒状態に伴う姿勢制御の変化を反映しうる

感性刺激: 香り × 音楽 (Neutral/Active/Calm)

活力感の変化(活力・覚醒)

主観評価 VAS 10問	表情・視線 動画 60 fps	床反力 COP・Fz 100 Hz	腰部IMU 100 Hz
-----------------	--------------------	----------------------	-----------------

目的: 香り・音楽刺激による活力感の変化を 主観評価・表情/視線・床反力・IMU により定量化し、活力感を非侵襲的に推定しうる客観指標としての有用性を検討する。

2 実験方法

2.1 対象・デザイン

- ・健康成人男女 10名(20～59歳)／被験者内比較デザイン
- ・Neutral・Active・Calm の3条件を被験者ごとにランダム順で実施
- ・条件間に15分のウォッシュアウト(換気・安静)を設け、香り残留による条件間交絡を低減
- ・ヘルシンキ宣言の趣旨に則り、オルチェ人間情報技研倫理審査委員会の承認(承認番号 ORC-IRB-2026-001)を得たうえで、全対象者から文書による同意を取得

Neutral	Active	Calm
対照 (香り・音楽なし)	ローズマリー精油 ＋本人選定の 「気分が上がる曲」	ラベンダー精油 ＋本人選定の 「リラックスできる曲」

香りは気化式ディフューザーで提示し、音楽は被験者位置で 50～65 dB(A)・4分間に統一した。

2.2 実施プロトコル(1条件あたり)

① 座位安静 → Pre 主観評価(VAS 10問)
② Pre 計測: 開眼立位 60秒 / 開眼立位 60秒
③ 刺激提示: 音楽＋香り 4分
④ Post 計測: 開眼立位 60秒 / 開眼立位 60秒 / スクワット10回 / 表情撮影 15秒
⑤ Post 主観評価(VAS)

※ スクワットおよび表情撮影は Post のみ。立位では足位置をマーキングし Pre/Post で統一した。

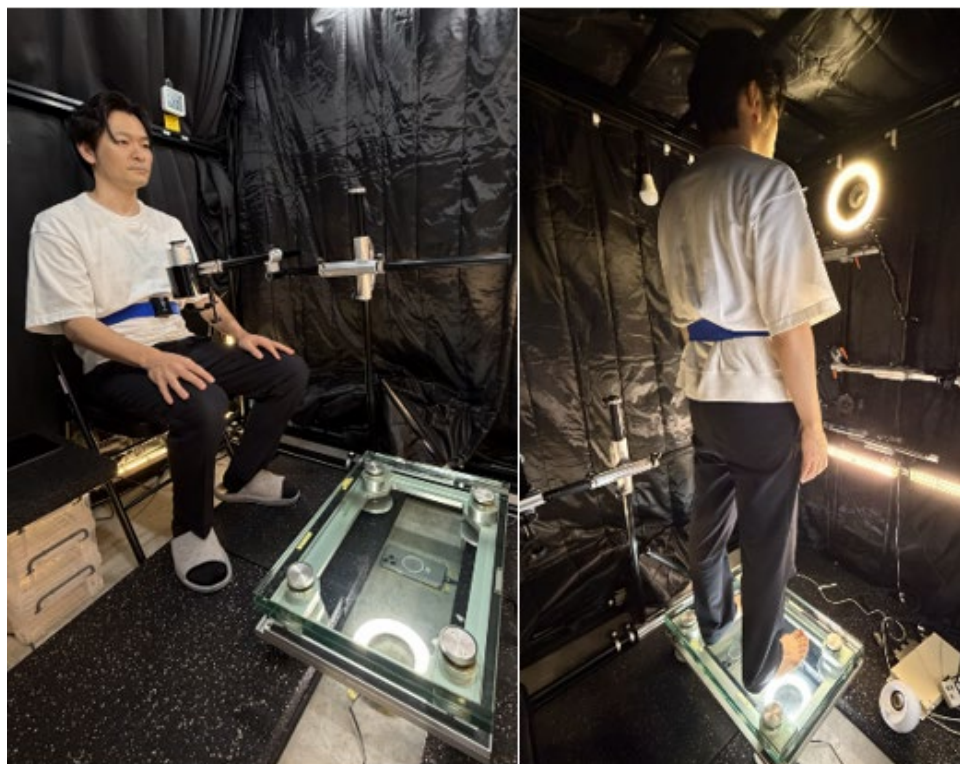


図1 計測ブース(外部刺激・雑音を遮断し、室温・湿度を一定に管理)

2.3 計測と解析

- ・床反力(フォースプレート 100 Hz)・腰部IMU(100 Hz)・表情/足裏/上下部カメラ(60 fps)を同期記録。操作ログのイベント時刻(絶対時刻＝記録開始時刻＋経過時間)で区間を切り出し
- ・COP にゼロ位相 Butterworth LPF(遮断 10 Hz, 2次を前後双方向に適用＝実効4次)
- ・重心動揺: 総軌跡長 $L=\sum/(\Delta x^2+\Delta y^2)$ 、平均動揺速度 L/T 、95%信頼楕円面積 $A=\pi\cdot x^2(0.95,2)\cdot\sqrt{(\lambda_1\lambda_2)}$ 、RMS距離
- ・姿勢制御: 重心動揺拡散解析 SDA(Collins & De Luca)の平均二乗変位 $(\Delta r^2)/(\Delta t)$ から短期・長期拡散係数(長期は 2～5 s 区間の傾きの 1/4)を推定
- ・スクワット: Fz エンベロープの最長連続区間を動作区間とし、自己相関第1ピークから周期(テンポ)、 $|dFz/dt|$ の95パーセンタイルから荷重変化率(爆発性)
- ・表情: MediaPipe Face Landmarker で 478点ランドマーク・52種 blendshape(FACS 対応)・頭部姿勢を每フレーム取得 → $EAR=(\parallel p_2-p_6 \parallel + \parallel p_3-p_5 \parallel)/((2\parallel p_1-p_4 \parallel))$ 、まばたき率、視線分散 $\sqrt{(\text{Var}(gx)+\text{Var}(gy))}$ 、顔の動き
- ・統計: Friedman 検定($k=3$, $df=2$)＋効果量 Kendall's $W=Q/(n(k-1))$ 、事後 Wilcoxon 符号順位検定。主観×客観は被験者内相関 $\text{rmcorr}(df=N-k-1)$
- ・VAS 全10問(0～100)を活力感・覚醒・鎮静・気分1に尺度化(逆転項目は補正)。活力感の $\Delta(\text{Post}-\text{Pre})$ を主要評価指標とした
- ・探索的解析のため多重比較補正は行わず、記述的に解釈した

(A) 計測セットアップ

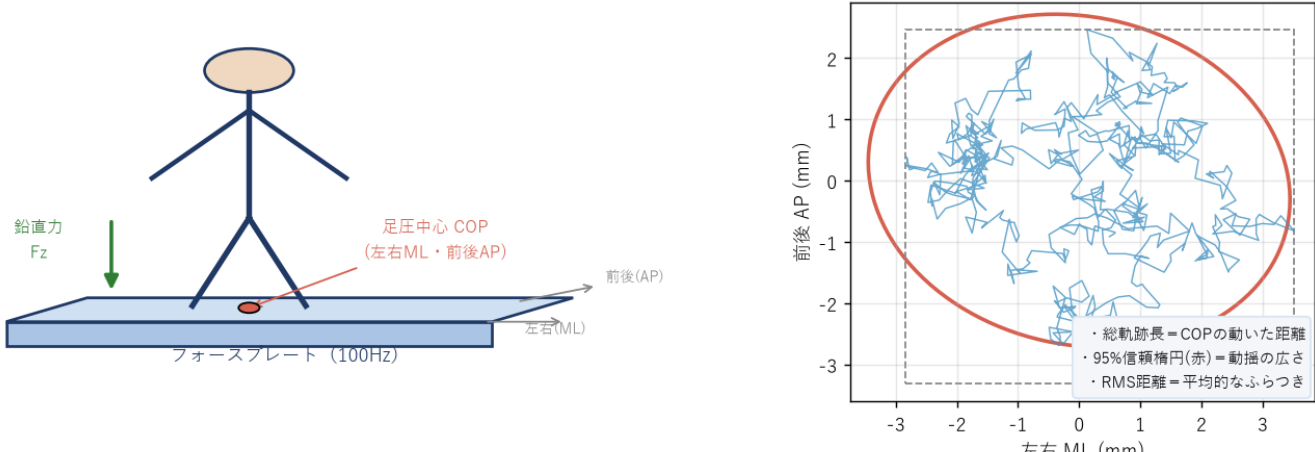


図2 フォースプレート計測・解析の模式図

3.1 結果① 主観評価: 条件操作の成立

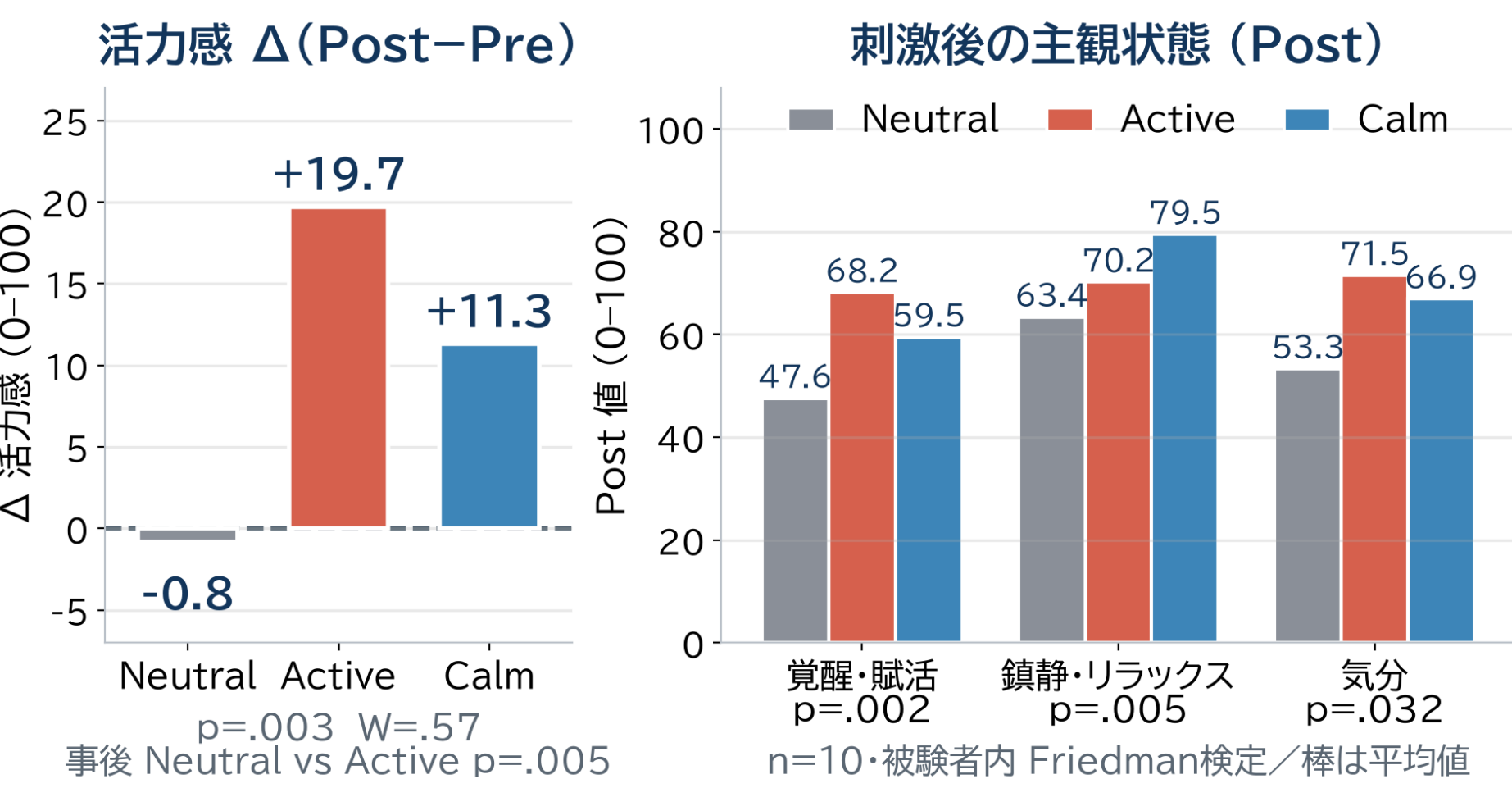


図3 VAS 活力感の刺激前後変化量(左)と刺激後の主観状態(右)

- ・活力感 Δ : Neutral -0.8 / Active $+19.7$ / Calm $+11.3$ ($p=.003$, 事後 Neutral vs Active $p=.005$)
- ・覚醒・賦活も Active で最高(Post 47.6 / 68.2 / 59.5, $p=.002$)
- ・鎮静・リラックスは Calm で最高(Post 79.5, $p=.005$, 事後 Active vs Calm $p=.013$), 気分(ポジティブ感情)も Active で上昇($p=.032$)

→ Active は活力・覚醒・気分を、Calm は鎮静を選択的に高め、Neutral では主観状態の変化が乏しかった。

3.2 結果② 動的課題: 速さと力強さが収束

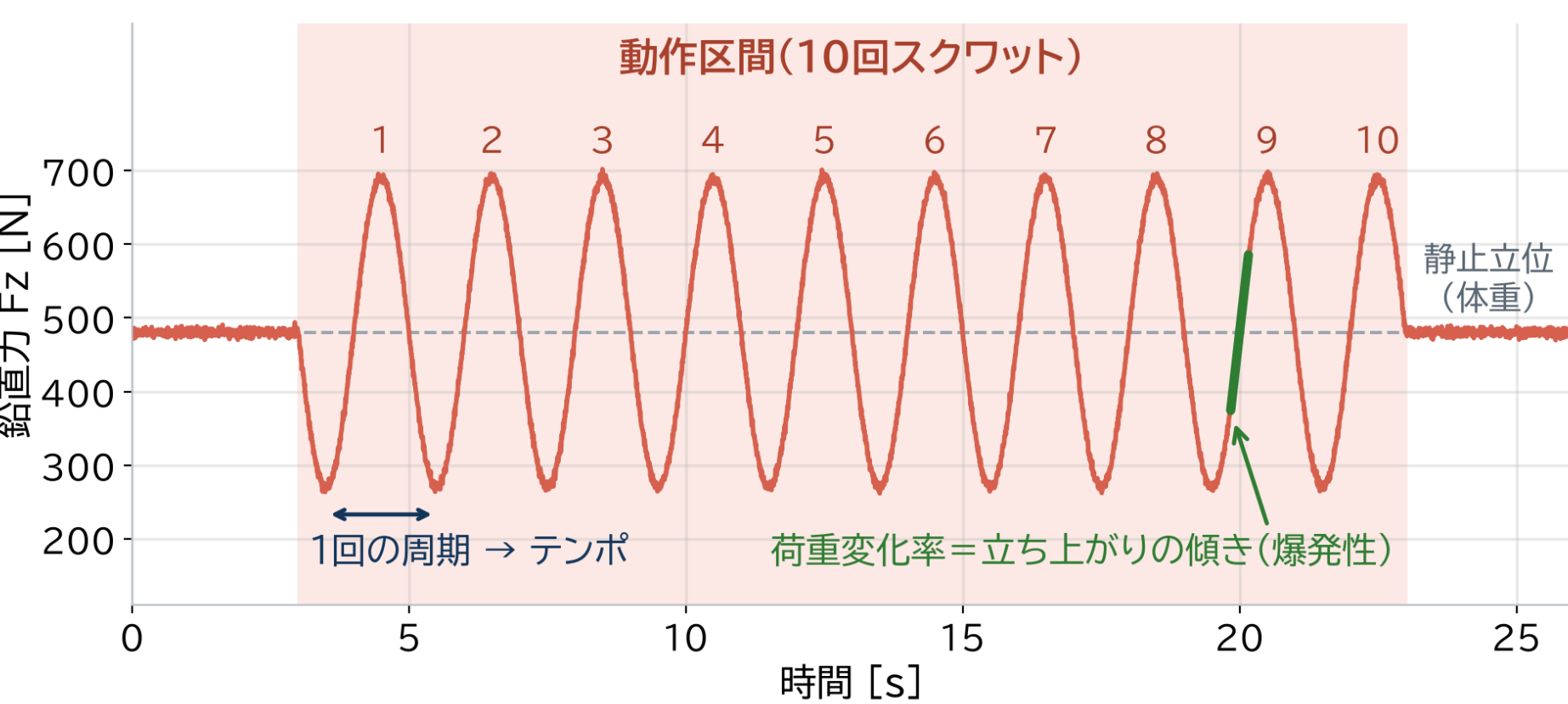


図4 動的指標の定義(模式図): Fz 波形から動作区間・テンポ・荷重変化率を抽出

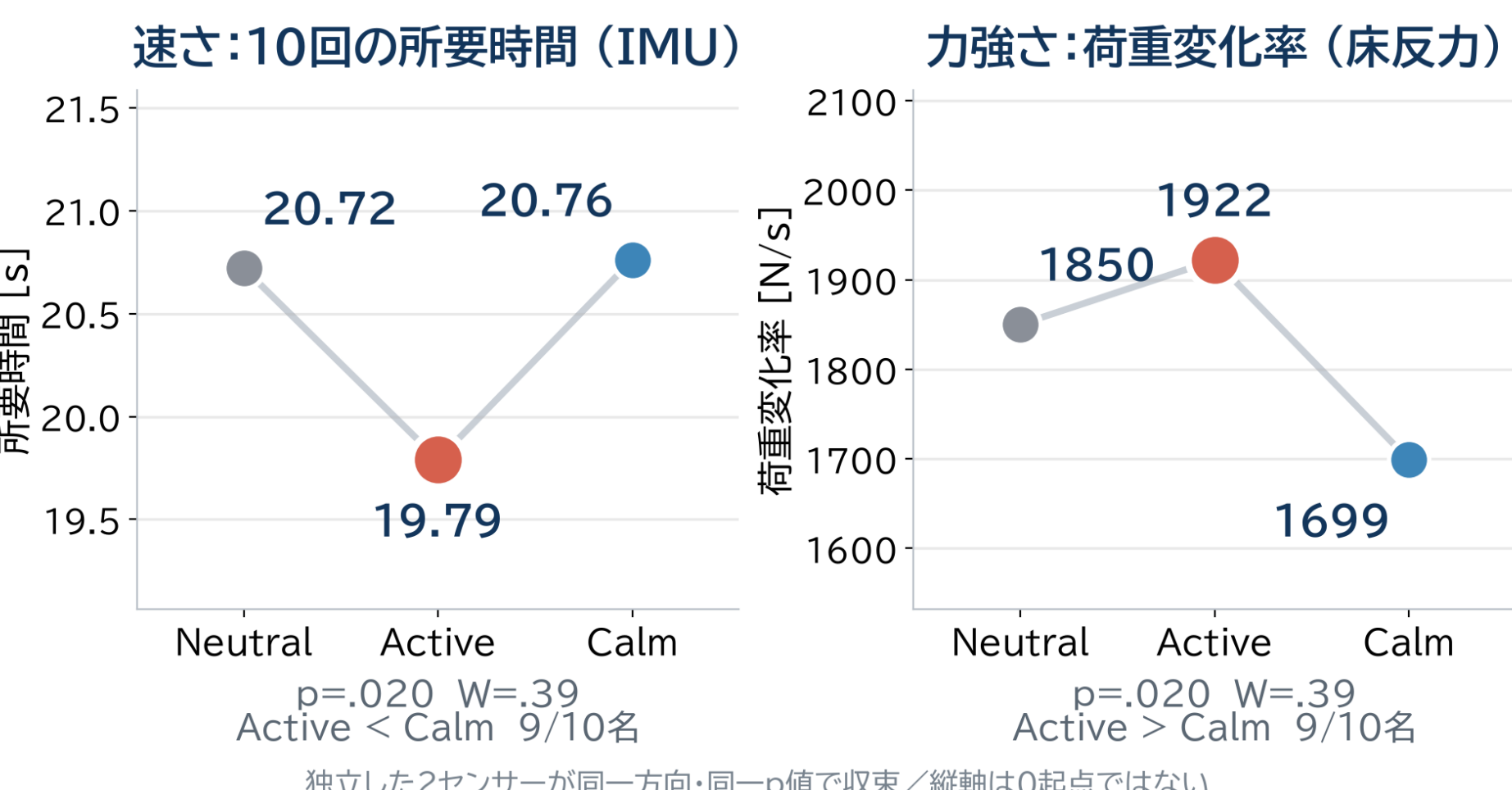


図5 スクワット10回の動作時間(IMU)と荷重変化率(床反力)

- ・Active 条件で10回の動作がより速く完了(IMU 動作時間が最短, $p=.020$, Active < Calm 9/10名)
- ・床反力からは荷重の立ち上がりが鋭い(荷重変化率＝爆発性が最大, $p=.020$, Active > Calm 9/10名)
- ・動作の深さ(体幹可動域 $57.4/56.1/57.5^\circ$ 、荷重振幅)に条件差はなく、差は動作の「テンポと爆発性」に表れた
- ・音楽提示条件(Active・Calm)ではサイクル間ばらつきが Neutral より小さく($p=.025$)、動作がより規則的(リズム同調的)であった

→ 速さ(IMU)と力強さ(床反力)という独立な2センサーが、同一の $p=.020$ ・同一の 9/10名 の一貫性で同方向を示した。

3.3 結果③ 静的姿勢: 振幅ではなく制御の質

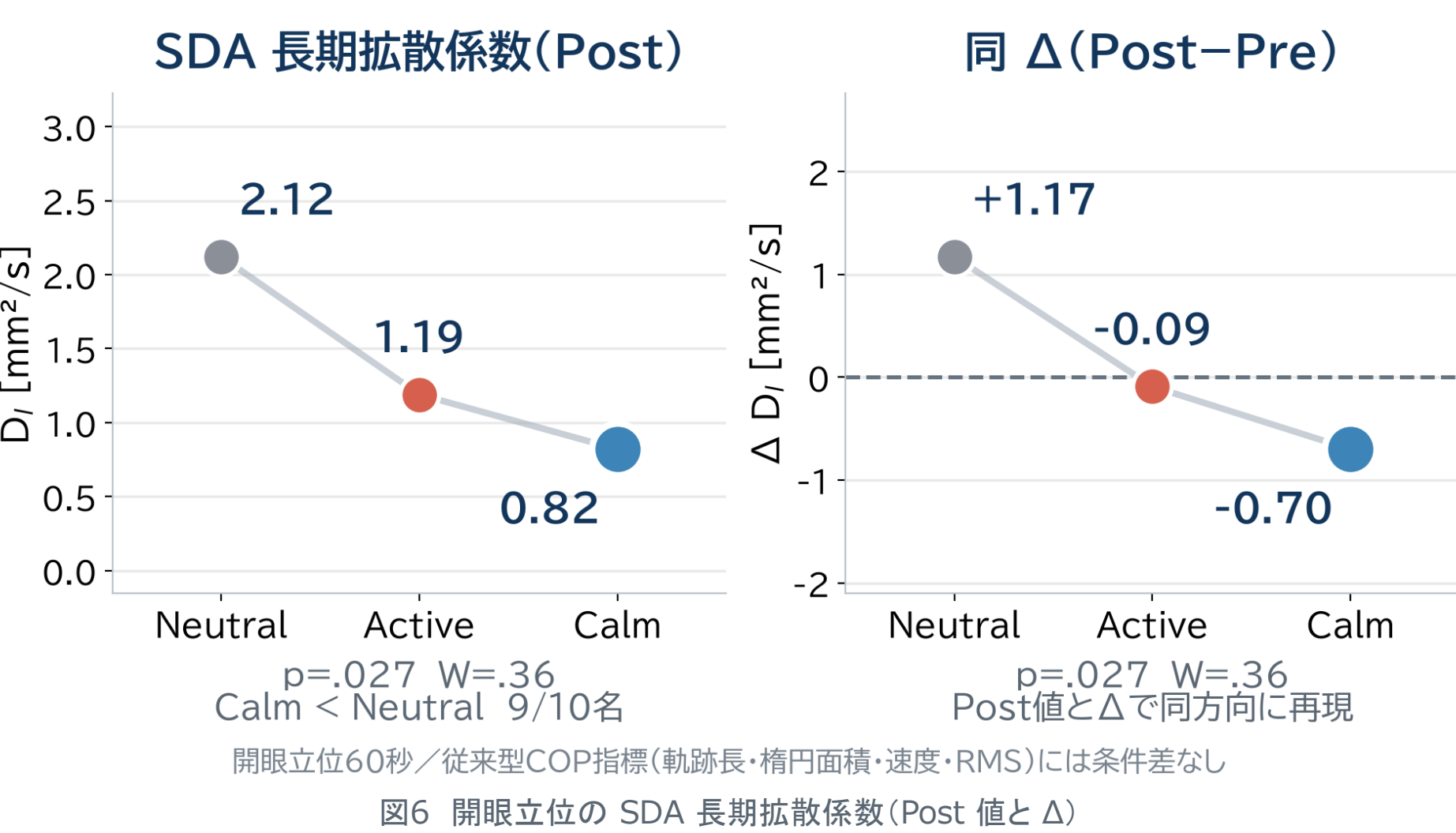


図6 開眼立位の SDA 長期拡散係数(Post 値と Δ)

- ・事前に主解析と定めた開眼立位において、従来型の COP 指標(総軌跡長・95%信頼楕円面積・動揺速度・RMS距離)に明瞭な条件差は認められなかった
- ・一方、姿勢制御のダイナミクスを表す SDA 長期拡散係数は刺激後に Calm で最小(Neutral > Active > Calm, $p=.027$, 事後 Neutral vs Calm $p=.007$, 被験者内 9/10名)。刺激前後変化量でも同方向であった

→ Calm 下で長時間スケールの重心ドリフトが抑制され、静かな立位がより安定する。動揺の大きさ(振幅)ではなく制御の質に差が現れた点が特徴である。

3.4 結果④ 表情・視線の動態



図7 表情解析(MediaPipe 顔ランドマーク)の模式図

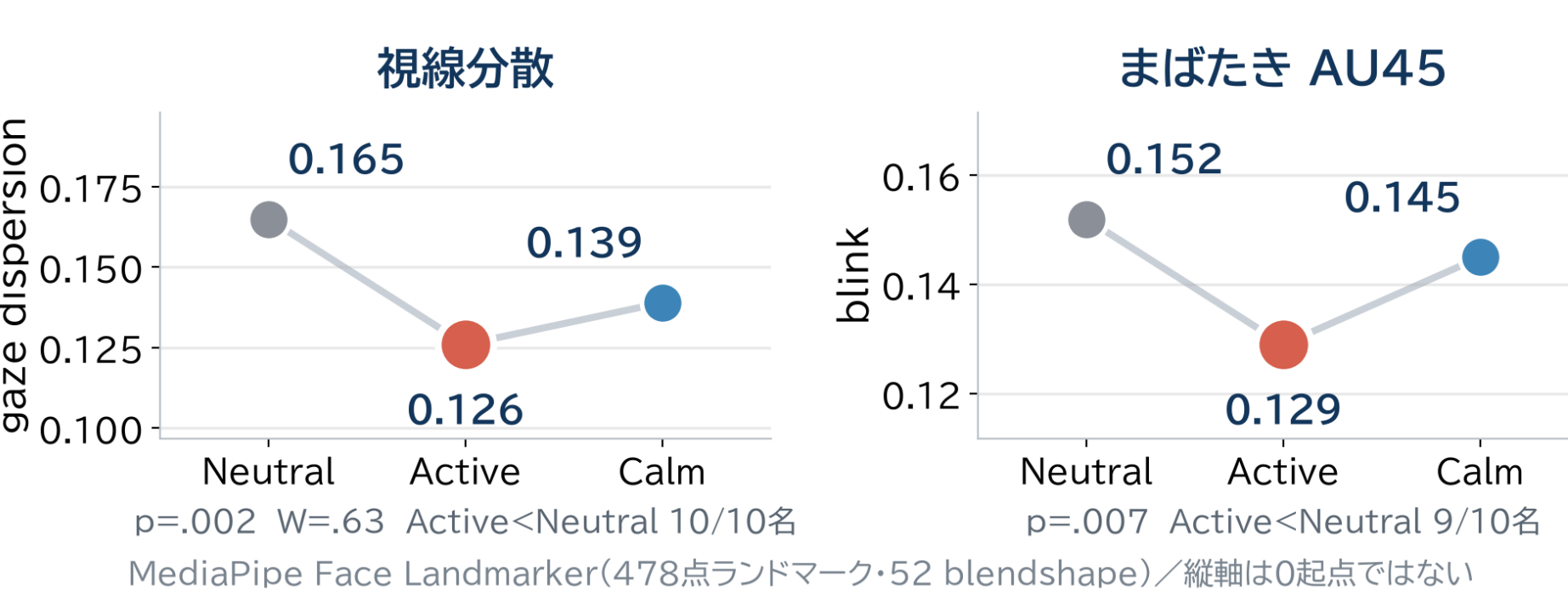
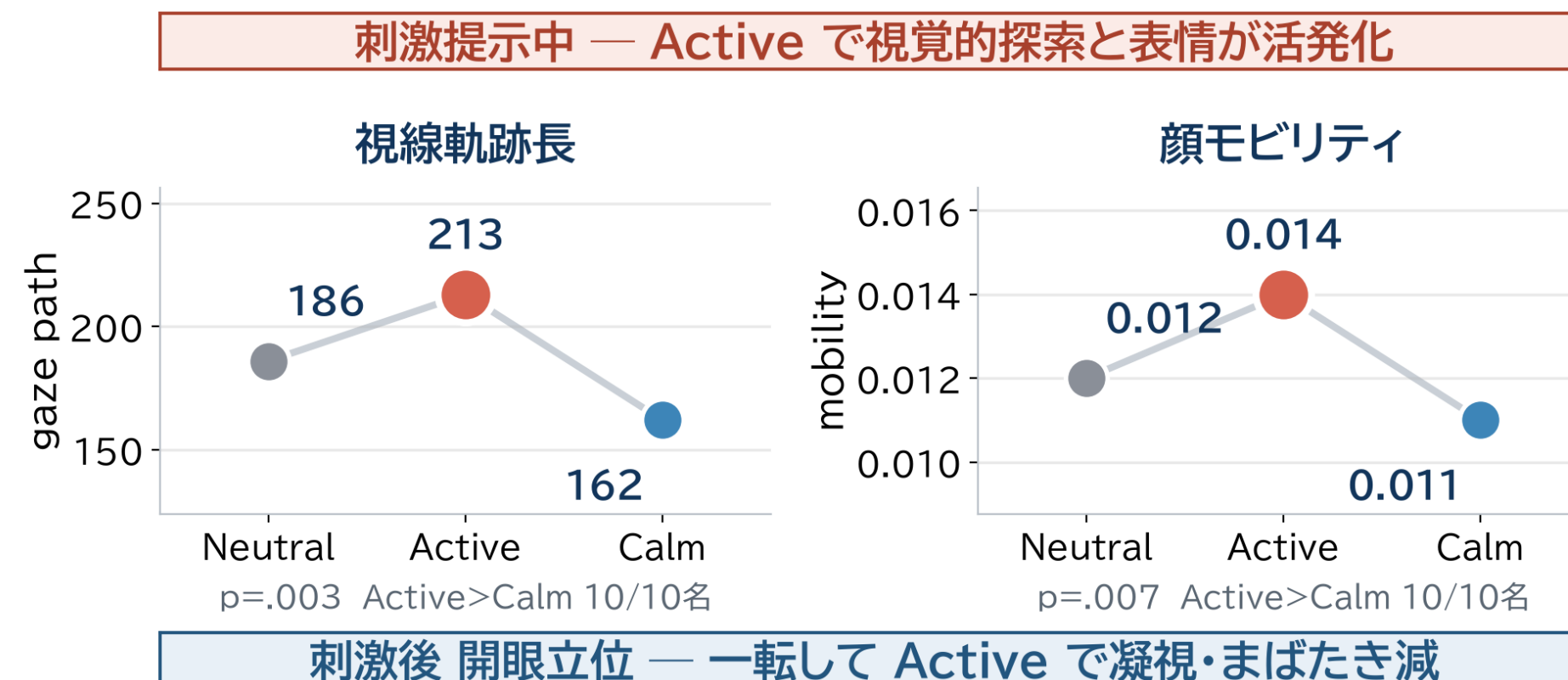
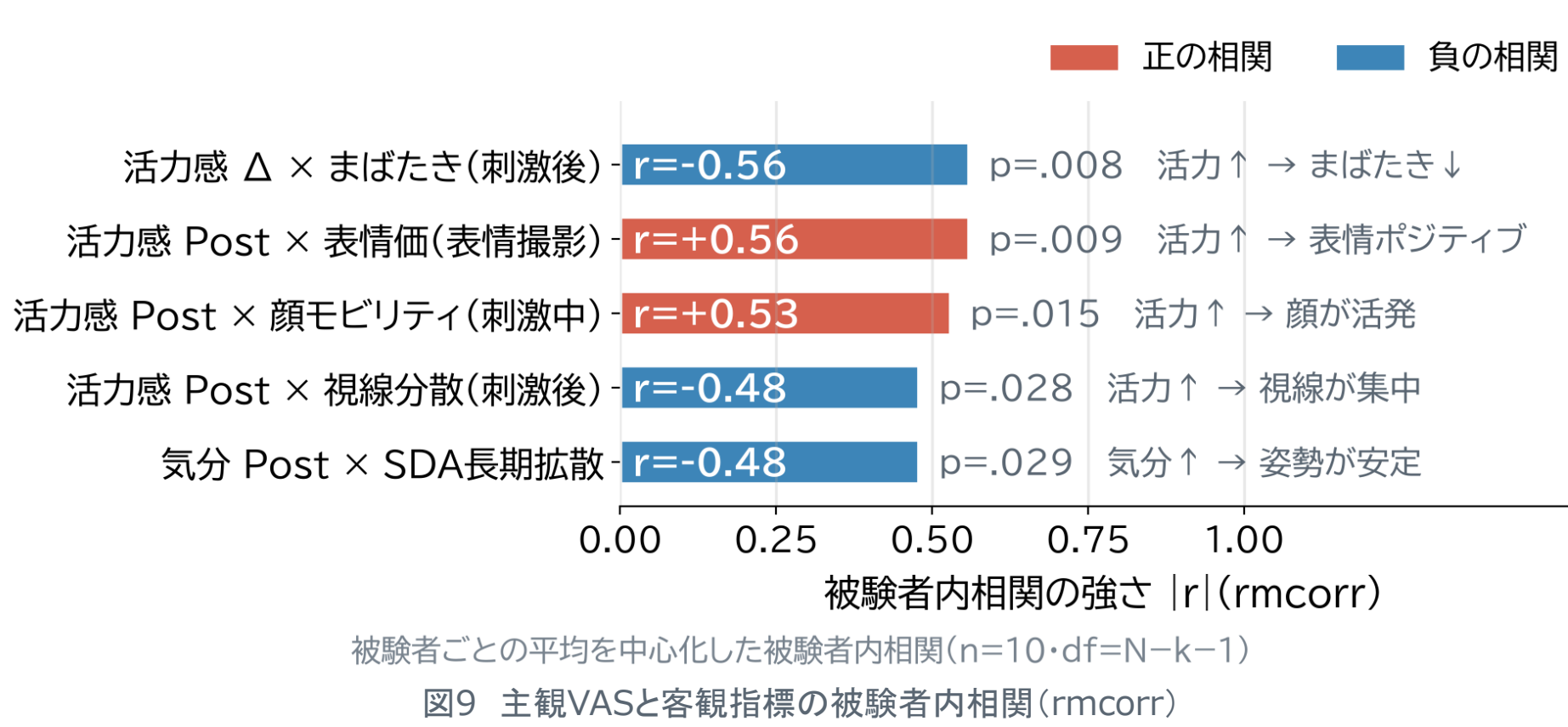


図8 表情・視線指標の条件間比較(刺激提示中 / 刺激後 開眼立位)

- ・刺激提示中: Active で視線移動量(視線軌跡長・移動速度)と顔の動き(モビリティ)がいずれも大きく(ともに $p\leq.007$, 被験者内 10/10名)、活性刺激が視覚的探索と表情の活発化を伴う
- ・刺激後の開眼安静: これが一転し、Active で視線分散が最小＝最も凝視($p=.002$, 10/10名)、まばたきが減少($p=.007$)、目の開きの変動も小さい＝覚醒・注意の持続を示す眼の所見
- ・笑み・しかめ等の情動的表情そのものには条件差が乏しかった

→ 効果は「情動価」より「眼・顔の活動量や注意」に現れた。

3.5 結果⑤ 主観×客観の統合(rmcorr)



- ・主観的活力感が高い条件ほど、客観的にまばたきが少なく($r=-.56$)、顔の動きが大きく($r=.53$)、表情価がポジティブ($r=.56$)、視線がより集中する($r=-.48$)という個人内の連動
- ・さらに気分(valence)が高いほど開眼立位の長期重心動揺が小さく($r=-.48$)、主観的ポジティブさと姿勢安定が対応した

→ 被験者間の個人差を統制したうえで、主観的活力感の変化が表情・視線および床反力の客観指標として捉えられうる。

4 考察

	Neutral	Active	Calm
主観 VAS	変化なし $\Delta -0.8$	活力・覚醒・気分 ↑ ↑ $\Delta +19.7$	鎮静 ↑ ↑ Post 79.5
動的課題 スクワット	動作が不規則	速く・力強い ↑ $19.79 \text{ s} / 1922 \text{ N/s}$	最も穏やか ↓ 1699 N/s
静的姿勢 SDA 長期拡散	最も不安定 2.12	中間 1.19	最も安定 ↓ 0.82
表情・視線	—	刺激中は活発 ↑ 刺激後は凝視・まばたき減 ↓	中間

- ・Active は動作と眼・顔の活動量に、Calm は静的姿勢の安定に効果が現れた
- ・従来型の静的 COP 指標は感度が低かったが、拡散解析・動的課題・表情/視線の動態は条件差を鋭敏に捉えた
- ・主観的活力感が複数の客観指標と被験者内で連動 → 表情/視線・床反力(動的)による活力感の非侵襲推定の可能性を支持する
- ・限界: 被験者10名の探索段階であり、例数の拡大による確認を要する

5 結論

香り・音楽刺激は主観と客観の両面に変化をもたらし、Active は動作と眼・顔の活動に、Calm は姿勢の安定に現れた。表情・視線と床反力は、活力感の非侵襲な客観指標として有用である可能性が示唆された。

研究資金・利益相反: 本研究は株式会社オルチェ人間情報技研の自社資金により実施した。著者はいずれも同社に所属する。その他に開示すべき利益相反はない。 倫理審査: オルチェ人間情報技研倫理審査委員会 承認番号 ORC-IRB-2026-001