

# 室内環境指標と安心感・総合快適度の関係

## 実証ログ分析レポート

2026年4月データ（在宅52件・外出38件、計90件）

単一被験者縦断観察研究（Repeated Measures Design） 基礎分析フェーズ

## 1. 研究背景

スマートホームでは、温度・湿度・CO<sub>2</sub>・VOCなどの環境データを数値として取得することが可能です。しかし、「数値的に安全な環境」が「心理的な安心」や「総合的な快適さ」にどのように影響するのかについては、十分に整理されていません。

本プロジェクトでは、1日3回の定点観測データを蓄積し、環境数値と主観評価の関係を実証的に分析します。本レポートは2026年4月分の分析結果をまとめたものです。

## 2. 研究目的

本研究の目的は、次の関係構造を明らかにすることです。

- 室内環境の数値が安心感にどの程度影響するのか
- 安心感が総合快適度にどの程度影響するのか
- 環境が基準内でも不快が発生するケースは何か
- 環境を自分で調整したくなる閾値はどこか

単なる環境データの取得ではなく、「安全」と「安心」と「快適」の構造を可視化することが目的です。



### 3. 研究デザイン・取得データ項目

#### 3-1. 研究デザイン

項目	内容
研究形式	単一被験者縦断観察研究 (Repeated Measures Design)
測定頻度	1日3回 (朝・昼・晩)
測定期間	1年間 (本レポートは2026年4月分の月次分析)
介入の有無	通知による介入なし。毎回同一タイミングで客観データと主観評価を取得
4月有効データ数	全90件 (在宅52件・外出38件)。主観評価は在宅時52件を対象

#### 3-2. 取得データ項目

##### (1) 客観的環境データ

- 温度 (°C)
- 湿度 (%)
- 照度
- CO<sub>2</sub>濃度 (ppm)
- VOC濃度 (ppb)
- 気圧 (hpa)
- 騒音値 (dB)

##### (2) 主観評価データ (在宅時のみ)

- 身体的違和感 (自由記述)
- 温冷感 (5段階評価)
- 空気の快適さ (におい・こもり) (5段階評価)
- 静けさの快適感 (5段階評価)
- 安心感 (5段階評価)
- 総合快適度 (5段階評価)
- 環境を自分で調整したいか (5段階評価)
- 今の環境で気になる点・改善要望 (自由記述)

### 4. 4月データ概要

#### 4-1. 客観的環境データの記述統計 (4月全90件)

センサー項目	有効件数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
温度 (°C)	89 件※	22.20	1.18	19.50	25.10
湿度 (%)	89 件※	49.48	4.28	39	61
照度	90 件	2.81	1.24	1	5
CO <sub>2</sub> (ppm)	90 件	586.3	98.6	407	860
VOC (ppb)	90 件	1,170.0	762.0	0	4,006
気圧 (hpa)	90 件	1,010.6	6.09	997	1,022
騒音値 (dB)	52 件 (在宅)	36.7	7.2	22.4	54.7

※センサーの不具合により、温度及び湿度の欠損データが発生したため 89 件となりました。

温度は 2 月 (20.81°C) ・ 3 月 (21.22°C) から 22.20°Cへと上昇し、春季への移行が明確です。湿度も 49.5%と 2 月 (39.6%) ・ 3 月 (40.9%) から大幅に上昇しました。VOC は平均 1,170 ppb と 3 月 (778 ppb) より高く、最大 4,006 ppb と引き続き高値ケースが散見されます。CO<sub>2</sub>は 586 ppm と 3 月 (611 ppm) からわずかに低下し、全期間を通じて基準値 (1,000 ppm) 以下を維持しています。

#### 4-2. 主観評価スコアの記述統計 (在宅 52 件)

評価項目	4 月 平均	3 月 平均	2 月 平均	推移
温冷感	2.96	2.86	2.94	→ ほぼ横ばい
空気の快適さ (におい・こもり)	3.92	3.90	3.49	▲ 改善継続
静けさの快適感	3.96	3.78	3.55	▲ 改善継続
安心感	4.21	4.14	3.72	▲ 3ヶ月連続改善
環境調整意欲	4.27	4.25	4.32	→ ほぼ横ばい
総合快適度	<b>4.17</b>	<b>4.02</b>	<b>3.72</b>	▲ 3ヶ月連続改善

総合快適度は 2 月 3.72→3 月 4.02→4 月 4.17 と 3 ヶ月連続で改善しています。安心感も 3.72→4.14→4.21 と上昇が続いており、春季の気候変化への適応が快適感の向上に寄与していると考えられます。

#### 4-3. 安心感スコアの分布 (3ヶ月比較)

スコア	4 月	3 月	2 月
3 (やや不安)	2 件 (3.8%)	7 件 (13.7%)	19 件 (35.8%)

スコア	4月	3月	2月
4 (概ね安心)	37件 (71.2%)	30件 (58.8%)	30件 (56.6%)
5 (完全に安心)	13件 (25.0%)	14件 (27.5%)	4件 (7.5%)

スコア 3 (やや不安) が 2月 19件→3月 7件→4月 2件と大幅に減少し、高安心層が定着しています。

## 5. 仮説の検証

### 仮説 1 : CO<sub>2</sub>濃度が高いほど安心感は低下する

今月は全センサーデータが揃ったため、CO<sub>2</sub>・VOC・温湿度と安心感の相関を検討しました。

指標ペア	相関係数 (r)	p 値	判定	2月	3月
CO <sub>2</sub> (ppm) × 安心感	<b>-0.362</b>	0.008 **	有意な負の相関	+ 0.315 *	-0.212 n.s.
VOC (ppb) × 安心感	<b>-0.451</b>	0.001 ***	有意な負の相関	+ 0.116 n.s.	-0.185 n.s.
温度 (°C) × 安心感	<b>-0.353</b>	0.011 *	有意な負の相関	+ 0.090 n.s.	+ 0.039 n.s.
湿度 (%) × 安心感	+0.173	0.224 (n.s.)	有意差なし	-0.304 *	+ 0.138 n.s.

#### 検証結果：仮説 1 – 支持 (初めて明確に確認)

CO<sub>2</sub>・VOC・温度のすべてで安心感との有意な負の相関が確認されました。特に VOC は  $r = -0.451$  ( $p < 0.001$ ) と最も強い関係を示しています。「CO<sub>2</sub>・VOC・温度が高いほど安心感が低下する」という仮説が、4月データで初めて一貫して支持されました。2月の CO<sub>2</sub> 正相関 ( $r = +0.315$ ) は交絡因子の影響であり、より多くのデータが揃った 4月において仮説に沿った方向性が明確になったと解釈できます。

### 仮説 2 : 安心感は総合快適度に正の影響を与える

月	相関係数 (r)	p 値	サンプル数	評価
2月	0.733	< 0.001 ***	53	★★★
3月	0.832	< 0.001 ***	51	★★★

月	相関係数 (r)	p 値	サンプル数	評価
4 月	<b>0.814</b>	< 0.001 ***	52	★★★

#### 検証結果：仮説 2－支持（3ヶ月連続・高水準を維持）

4月の安心感×総合快適度の相関は  $r = 0.814$  ( $p < 0.001$ )。3ヶ月連続で  $r > 0.73$  の強い正の相関を維持しており、「安心感が快適度の主要規定因である」という構造の頑健性が確認されています。

### 仮説 3：身体的違和感は総合快適度を低下させる

身体的違和感	件数	割合	平均総合快適度	2 月	3 月
特になし	44 件	84.6%	4.18	3.71	3.90
あり（眠気・だるさ等）	7 件	13.5%	4.14	3.72	4.50
不明 (NaN)	1 件	1.9%	—	—	—

#### 検証結果：仮説 3－棄却（3ヶ月連続・有意差なし）

違和感あり群（4.14）と特になし群（4.18）の快適度差は 0.04 ポイントとほぼ同値でした。3ヶ月を通じて身体的違和感の有無が快適度を直接規定する傾向は確認されていません。一方で違和感の件数自体が 2月 18件→3月 8件→4月 7件と減少しており、全体的な身体状態の改善が安心感・快適度の向上に間接的に寄与している可能性があります。

### 仮説 4：環境指標が基準内でも安心感が低い場合、快適度は低下する

CO<sub>2</sub>が全件 860 ppm 以下（基準値内）のなかで、安心感スコアで群分けし快適度と環境値を比較しました。

安心感群	件数	平均総合快適度	平均 CO <sub>2</sub> (ppm)	平均 VOC (ppb)
低群（スコア 3）	2 件	<b>3.00</b>	621.0	1,149.5
高群（スコア 4～5）	50 件	<b>4.22</b>	613.5	1,292.5
差（高群-低群）	—	<b>+1.22</b>	-7.5	+143.0

#### 検証結果：仮説 4－支持（差が 3ヶ月で最大値）

CO<sub>2</sub>が基準値以内にもかかわらず、安心感低群（スコア 3）の総合快適度は 3.00 にとどまり、高群（4.22）との差は 1.22 ポイントと 3ヶ月で最大値を記録しました（2月 0.79・3月 1.18）。「数値的に安全でも安心感が低ければ快適度は低い」という構造が一貫して確認され

ています。

## 仮説 5：一定の環境閾値を超えると環境調整意欲が発生する

調整意欲スコア	件数	平均 CO <sub>2</sub> (ppm)	平均 VOC (ppb)	平均温度 (°C)
3 (あまり調整したくない)	2 件	597.0	1,545.5	21.5
4 (どちらとも言えない)	34 件	639.8	1,527.2	22.4
5 (ぜひ調整したい)	16 件	560.7	744.4	21.9

### 検証結果：仮説 5－興味深い逆転パターン

「ぜひ調整したい (スコア 5)」群の VOC は 744 ppb と、スコア 3・4 群 (1,500 ppb 超) より大幅に低い値でした。これは VOC が高い環境では「すでに諦めている」または「問題として認識できていない」という可能性を示唆しています。一方 CO<sub>2</sub> は調整意欲との単調な関係は見られず、調整意欲の規定因は客観的な数値よりも主観的な不快感や制御感と関係している可能性があります。

## 6. 相関分析まとめ

総合快適度に対する各変数の相関係数を 3 ヶ月推移とともにまとめます。

変数	4 月 r	3 月 r	2 月 r	4 月の判定
安心感	<b>0.814</b>	0.832	0.733	★★★ 強い正の相関 (3 ヶ月連続)
環境調整感 (制御感)	0.735	0.638	0.657	★★★ 強い正の相関
空気の快適さ	0.684	0.743	0.553	★★★ 強い正の相関
温度 (°C)	<b>-0.369</b>	0.035	0.274	★★ 有意な負の相関 (逆転)
CO <sub>2</sub> (ppm)	<b>-0.347</b>	-0.199	0.359	★★ 有意な負の相関
VOC (ppb)	<b>-0.332</b>	-0.230	-0.019	★★ 有意な負の相関 (強化)
静けさの快適感	0.233	0.578	0.671	有意差なし (低下傾向)
湿度 (%)	0.094	0.196	-0.208	有意差なし
温冷感	0.060	0.097	-0.144	有意差なし

4 月は初めて CO<sub>2</sub>・VOC・温度と快適度・安心感のいずれにも有意な負の相関が確認され

ました。春季の気温・湿度上昇に伴い、室内の空気質への感度が高まったことが示唆されます。

## 7. 重回帰分析（参考）

総合快適度を目的変数、主観評価および環境指標を説明変数とした重回帰分析を実施しました（n=50）。

説明変数	4月 回帰係数	3月 回帰係数	2月 回帰係数
安心感	<b>0.741</b>	<b>0.472</b>	<b>0.481</b>
空気の快適さ（におい・こもり）	0.323	0.319	0.324
静けさの快適感	0.142	0.126	0.149
温冷感	-0.194	0.065	-0.189
温度（℃）	0.008	0.035	0.076
CO <sub>2</sub> （ppm）	≒ 0	≒ 0	≒ 0
VOC（ppb）	≒ 0	≒ 0	≒ 0

単相関では CO<sub>2</sub>・VOC・温度と快適度に有意な関係が確認されましたが、重回帰では係数がほぼゼロです。安心感の係数が **0.741** と 2月・3月（**0.47~0.48**）から大幅に上昇しており、他の変数の情報を統制したうえで安心感の寄与がより純粹に抽出された結果といえます。CO<sub>2</sub>・VOC・温度の効果は安心感を經由した間接的なものであることが改めて示されています。

## 8. 構造的検討：媒介モデルの更新

4月データにより、「環境指標 → 安心感 → 快適度」という媒介モデルの全経路が初めて揃いました。



「環境指標 → 安心感」の経路（CO<sub>2</sub>・VOC・温度が安心感に負の影響）が4月に初めて有意に確認されました。これにより「環境指標 → 安心感 → 快適度」という研究の中心的な媒介モデルの全経路が揃い、今後の検証の基盤が整いました。重回帰での CO<sub>2</sub>・VOC 係数がほぼゼロであることから、環境指標の影響は安心感を介した間接効果であることが示唆されます。

## 9. 追加知見

### 9-1. 時間帯別パターン（VOC と快適度の関係）

時間帯	平均快適度	平均安心感	平均 VOC (ppb)	平均 CO <sub>2</sub> (ppm)
朝 (5～12 時)	4.27	4.27	1,240	614
昼 (12～18 時)	4.25	4.38	723	616
夜 (18～翌 5 時)	3.93	4.00	1,711	612

夜間の VOC が 1,711 ppb と朝 (1,240 ppb) ・昼 (723 ppb) を大きく上回っており、3 月同様に夜間の VOC 蓄積が継続しています。夜の快適度 (3.93) ・安心感 (4.00) がともに他の時間帯より低く、VOC との関連が示唆されます。CO<sub>2</sub>は時間帯によらずほぼ一定 (612～616 ppm) でした。

### 9-2. 月間推移（週別）

週	期間	平均快適度	件数	傾向
第 14 週	4/1～4/6	4.12	8 件	月初・安定
第 15 週	4/7～4/13	4.18	11 件	横ばい
第 16 週	4/14～4/20	4.00	14 件	やや低下
第 17 週	4/21～4/27	4.38	13 件	回復・月最高
第 18 週	4/28～4/30	4.17	6 件	安定

3 月にみられた大きな週間変動（最大差 0.67）と比べ、4 月は 4.00～4.38 の範囲（差 0.38）と比較的安定した推移を示しました。

### 9-3. 改善要望の分析

改善要望	4 月	3 月	2 月
新鮮な空気を取り込みたい	8 件	4 件	6 件
こもった空気感を改善したい	3 件	6 件	4 件
乾燥した空気を加湿したい	0 件	1 件	0 件
音・騒音に関する要望	0 件	1 件	0 件

「新鮮な空気を取り込みたい」が 8 件と 3 ヶ月で最多となりました。VOC 平均が 3 月 (778 ppb) から 4 月 (1,170 ppb) へ大幅に上昇しており、この主観的な不満の増大と一致しています。客観指標 (VOC) と主観的改善要望が連動していることは注目に値します。

## 10. まとめ

発見	内容	根拠
仮説 1 が初めて明確に支持	CO <sub>2</sub> ・VOC・温度すべてで安心感と有意な負の相関	r=-0.36~-0.45 **~***
媒介モデルの全経路が揃った	「環境指標→安心感→快適度」の構造が初めて確認	相関・重回帰分析
安心感→快適度が3ヶ月連続支持	r=0.814 (2月 0.733・3月 0.832)	仮説 2・3ヶ月連続支持
総合快適度が3ヶ月連続改善	3.72→4.02→4.17 と単調上昇	記述統計
夜間 VOC 蓄積が継続	夜 VOC 平均 1,711 ppb (昼の 2.4 倍)	時間帯別分析
改善要望と VOC 上昇が連動	換気要望 8 件 (最多)・VOC 平均 1,170 ppb (最高)	自由記述・センサー対比
安心感低群と高群の差が拡大	低群 3.00 vs 高群 4.22 (差 1.22・3ヶ月で最大)	仮説 4・支持

4月には「環境指標 (CO<sub>2</sub>・VOC・温度) → 安心感 → 快適度」という研究の中心的な媒介モデルの全経路が初めて揃い、本プロジェクトの基礎構造が一定の確からしさを持って確認されました。春季の気温・湿度上昇とともに室内の空気質への感度が高まり、客観指標と主観評価の連動が明確になってきています。夜間の VOC 蓄積への対策と継続的なセンサー記録が今後の重要課題です。

※ 月ごとの快適度変動については、繰り返し評価を行う過程で評価者自身の基準が形成され、以前の評価値を相対化した結果として数値が変動した可能性がある (評価基準の習得効果)。実際の環境変化との切り分けは、今後の長期データ蓄積により検討する。

### 参考文献

朝倉書店 中島義明・大野隆造 [編集] ◆人間行動学講座◆ すまう 住行動の心理学 新装版

分析期間：2026年4月 | データソース：スマート環境実証ログ (Google フォーム回答)