

StandOuter: 第三者の存在を考慮した姿勢改善手法の提案

西田樹^{1,a)} 塚田浩二^{1,b)}

概要: 人間は長年の生活の中で様々な生活習慣や癖が身につくが、生活に悪影響を与える悪癖や悪習慣も存在する。例えば、姿勢の悪癖は他人に悪い印象を与えたり、健康に悪影響を及ぼす可能性がある。しかし、悪癖の多くは習慣化しているため、悪癖を把握するだけでは抜本的な改善は難しい。我々は、こうした悪癖を改善するために、周囲の第三者の存在に着目した。悪癖を際立たせて周囲の第三者にも伝わるように提示することで、ユーザの自意識を高めて姿勢改善を意識する効果が生じると考えた。そこで本研究では、姿勢の悪化を検出し、周囲にも分かる形で強調して提示するウェアラブルデバイス「StandOuter」を提案、試作する。さらに、基礎的な評価実験を通して、姿勢の悪化を通知する際に、第三者の存在が与える効果を調査する。

StandOuter: Interactive outerwear for improving posture using self-conscious feelings

TATSUKI NISHIDA^{1,a)} KOJI TSUKADA^{1,b)}

1. はじめに

人間は長年の生活の中で様々な生活習慣や癖が身につく。良い生活習慣（例: 適正な睡眠時間／毎日の朝食）を多く実施できれば、疾病の罹患が少なく、寿命も長くなる等、健康を促進するとされる [1]。その一方で、健康を損なう習慣や癖（以下、悪癖）もある。例えば、姿勢の悪癖（例: 猫背）は周囲に悪い印象を与えたり、健康に悪影響を及ぼす可能性がある [14]。

こうした悪癖を改善させる手法として、スマートフォンやウェアラブルデバイスを用いてユーザの行動を検出し、適宜フィードバックするシステムが多数提案されている [2][3][8][9][10]。これらは、システムが悪癖を検出／記録することで、ユーザが定期的／定量的に悪癖を把握できるように支援している。しかし、悪癖は習慣化しているため、改善を強く意識しなければ抜本的な改善は難しい。

我々は、こうした悪癖改善の手法として、周囲の第三者の存在に着目した。悪癖を際立たせて周囲の第三者にも伝

わるように提示すれば、ユーザは周囲に見られる意識が生まれるため、自意識を高めて姿勢改善を意識しやすいと考えた。さらに、自分の行動が他人に不快感を与える時、それを避けるために行動改善することも期待される [11]。



図 1 StandOuter の概要。ユーザの姿勢の悪化を検出し、ユーザ自身と周囲の第三者に分かる形で強調して光の変化で提示する。

本研究では、ユーザの姿勢の悪化を検出し、ユーザ自身と周囲の第三者に分かる形で強調して提示することで、姿勢改善を促すシステム「StandOuter」を提案する（図 1）。本論文では、まず関連研究を紹介し、姿勢改善のアプローチ

¹ 公立はこだて未来大学
Future University Hakodate
^{a)} g2117035@fun.ac.jp
^{b)} tsuka@acm.org

チについて整理する。次に、予備調査を通して「悪い姿勢」を定義した上で、StandOuter のコンセプトとプロトタイプの実装について説明する。さらに、基礎的な評価実験を通して、姿勢の悪化を通知する際に、第三者の存在が与える効果を調査する。

2. 関連研究

これまでに姿勢等の悪癖改善に関する多くの研究が発表されている。ここでは、こうした先行研究をフィードバックの「対象」(ユーザ自身または第三者)と「タイミング」(リアルタイムまたは振り返り)の観点から、4つに分類して説明する(図2)。なお、複数のフィードバック手法を採用する事例もあるが、ここでは中心となる手法に分類する。まず、「ユーザ自身」に対する「振り返り」の通知を行うシステムについて紹介する。商用サービスの LUMO LIFT[7] は、強力な磁石で衣類に取り付けて使用する小型デバイスと、専用アプリケーションで構成されている。目標を設定して、1日の正しい姿勢の時間、歩数や消費カロリーなどが記録できる。さらに、専用アプリケーションで、グラフを用いて振り返る機能を提供している。

次に、「ユーザ自身」に対する「リアルタイム」の通知を行うシステムについて紹介する。Harrison ら [4] は、パソコン作業をしているユーザの姿勢の傾きを計測し、前傾するとそれに比例してウェブブラウザの画面を拡大させることで、姿勢の悪化を抑制するシステム LeanandZoom を提案した。Jafarinaiimi[5] らは、小型の人型オブジェを用いてユーザの作業状況をフィードバックすることで、定期的な休憩を促すことを目的としたシステム Breakaway を提案した。椅子に取り付けられたセンサを用いてユーザの着座状態を判定し、長時間作業を行うとオブジェが徐々に俯き、ユーザに休憩を意識させることを狙っている。Kim ら [6] は、絨毯型のデバイスを用いてユーザが足を組み姿勢が悪くなるのを改善するシステム Smart-Rug を提案した。導電性繊維が縫い付けられた絨毯で、ユーザの足が離れたことを検出し、振動モーターや LED マトリクスを用いて検出回数等を提示する。これにより、ユーザが足を組み替える回数や時間が減少したことを報告している。

最後に、「第三者」に対する「振り返り」の通知を行うシステムについて紹介する。Shin ら [11] は、ユーザと特定の第三者で使用するアプリを用いて、ユーザの姿勢が悪い状態が続くと第三者に通知され、第三者がユーザに指摘できるシステム BeUpright を提案した。具体的には、加速度センサを用いてユーザの不良姿勢を検出すると、特定の第三者のスマートフォンをロックする。第三者は、スマートフォンを振ることでロックを解除でき、アプリを用いて通知に対する不満や、悪癖の指摘等を任意のタイミングで送信できる。実験の結果、ユーザは第三者に不満を持たせないようにするために、姿勢改善を意識する傾向があったこ

とを報告している。

本研究では、先行事例の少ない、「第三者」に対する「リアルタイム」のフィードバックに焦点を当てる。ユーザ自身と第三者へのフィードバックを組み合わせ、姿勢が乱れたタイミングを中心に姿勢改善をサポートするシステムを構築する。

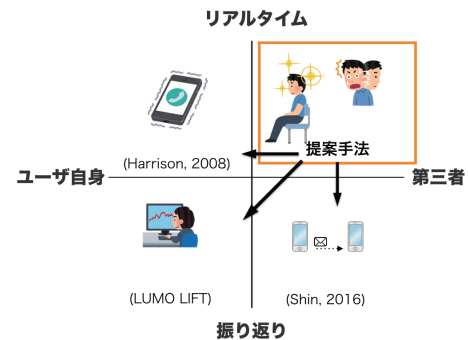


図2 悪癖改善のためのフィードバック手法の分類と本研究のアプローチ。

3. 予備調査：姿勢の定義

本章では、姿勢についての予備調査を実施し、その結果を踏まえて、本研究で扱う姿勢について定義する。

3.1 目的

本研究を進めるにあたって、悪癖の判定を行うために姿勢の基準を定める必要がある。しかし、姿勢の評価基準は一意に定めることは難しい。なぜなら、良い姿勢(以下、良姿勢)と悪い姿勢(以下、不良姿勢)の評価基準は多様であり[15]、例えば疲れにくい姿勢と見た目のよい姿勢等は必ずしも一致しない。さらに、「良姿勢」から「不良姿勢」へ移行する境界も明確ではないとされている[12]。このことから、本研究で扱う姿勢の評価基準を定めるために、姿勢と社会的印象の因果関係と良姿勢と不良姿勢の境界を定めるために予備調査を行う。

3.2 手法

図3に示すように、徐々に姿勢が悪くなる複数の着座姿勢の画像を被験者に提示して、以下の2つの質問に回答してもらう。

- (1) 前傾画像(図3上)と後傾画像(図3下)の中から、良姿勢と不良姿勢の境界となる(最初に不良姿勢となる)画像を選択する。
- (2) 図3上から抽出した3枚の画像(0度、40度、60度)を提示し、印象を5段階(1:非常に悪い~5:非常に良い)で回答する。具体的な設問は、人の印象形成の測定尺度として使用頻度の高い形容詞対[13]を順に選択した。

また、姿勢の角度は首の直下にあたる、背中上端にセンサを取り付け計測した。なお、被験者は大学生の男性 6 名 (19~23 歳)、女性 3 名 (21~22 歳) である。

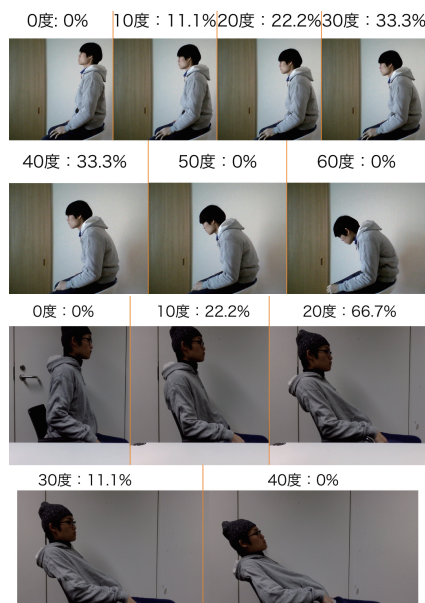


図 3 予備調査で使った前傾/後傾画像と境界の回答結果。良姿勢から 10 度ずつ前傾/後傾姿勢となる。

3.3 結果と考察

まず、質問 (1) より、良姿勢から徐々に前傾していく画像から、不良姿勢との境界を選択させた結果を図 3 に示す。回答は主に 20 度から 40 度まで分かれており、20 度を境界とする回答が 22.2%、30 度/40 度を境界とする回答が 33.3% となった。後傾については、詳細は割愛するが 20 度を境界とする回答が 66.7% と最も多かった。

最後に、質問 (2) より、各姿勢の社会的印象を 5 段階で回答した結果の平均値を表 1 に示す。「姿勢が悪い-姿勢が良い」の設問では、0 度が 5.0、40 度が 1.7、60 度が 1.0 と明確な差があり、40 度/60 度の姿勢が悪いとされた。さらに、「消極的-積極的」「非社交的な-社交的な」「感じの悪い-感じのよい」といった社会的印象の設問についても、0 度の平均が 4.6 に対して、40 度は 1.8、60 度は 1.2 となり、姿勢に概ね比例して悪くなることが確認出来た。

3.4 まとめ

こうした結果を踏まえて、本研究では、前傾と後傾における良姿勢と不良姿勢の境界を 20 度とし、個人差を考慮して調整できる仕組みとすることにした。また、姿勢と社会的印象の関係が確認出来たため、姿勢の評価基準として外観的な「見た目の印象」に置くことにした。

4. StandOuter

本研究では、ユーザの姿勢の悪化を検出し、ユーザ自身

表 1 質問 (2) の代表的な質問項目と結果。

設問	0 度	40 度	60 度
1. 姿勢が悪い-姿勢が良い	5.0	1.7	1.0
2. 消極的-積極的	5.0	1.9	1.2
3. 非社交的な-社交的な	4.2	1.9	1.2
4. 感じのわるい-感じのよい	4.7	1.6	1.2
設問 2~4 の平均	4.6	1.8	1.2

と周囲の第三者に分かる形でリアルタイムに提示することで、姿勢改善を促すシステム「StandOuter」を提案する。本研究のコンセプトは、以下の三点である。

- (1) 見た目の姿勢改善
- (2) ユーザ自身と第三者への情報提示
- (3) 生活環境での常時利用

まず、第一点は、見た目の姿勢を改善することである。予備調査で説明したように、姿勢の評価基準は多様であるが、その中でも「見た目の姿勢の良さ」に焦点を当て、見た目のよい姿勢を維持することを目指す。

第二点は、ユーザ自身と第三者の双方に情報提示を行うことである。これにより、ユーザは周囲の第三者の存在を気にすることで、自意識を高めて姿勢改善を維持する効果を狙う。

第三点は、日常生活を送る中での姿勢改善を目標とし、常時利用可能なウェアラブルデバイスとして実装する点である。

こうしたコンセプトを踏まえて、StandOuter は、パーカー型のウェアラブルデバイスとスマートフォンを組み合わせることで実装することとした (図 4)。パーカー型のデバイスには、フードの裏の部分にマイコン/加速度センサ/バッテリー/通信モジュール等が搭載され、肩から両袖にかけて、内部に多数の LED (LED テープ) が搭載されている。複数のフィードバックを組み合わせることが出来るように、両肩に振動モータを取り付けた。加速度センサを用いて不良姿勢の発生を検出すると、肩の振動でユーザ自身に通知し、LED テープを用いて腕全体を激しく明滅させ、ユーザ自身と周囲の第三者に同時に不良姿勢の発生を通知する。また、パーカー型とすることで、ユーザは通常の洋服の上に羽織るだけで手軽に利用することができる。さらに、姿勢情報や不良姿勢の発生はスマートフォン上のアプリに記録され、実験データの記録や将来的な拡張に対応する。

5. 実装

ここでは、StandOuter のプロトタイプの実装について述べる。プロトタイプは、パーカー型ウェアラブルデバイスとスマートフォンアプリケーションから構成されている。

5.1 ウェアラブルデバイス

ウェアラブルデバイスのプロトタイプは、BLE (Blue-

toothLowEnergy) 搭載のマイコン (BlendMicro) / MPU-6050 センサモジュール / 振動モータ / フルカラー LED テープを備えている。これらを自作基板上に搭載し、上着背中上端側に縫い付けた (図 4 左上)。パーカーのフードで隠れる部分に配置することで、外観的に違和感がないように配慮した。MPU-6050 センサモジュールは、3 軸加速度センサ / 3 軸ジャイロセンサを備えており、背中からの不良姿勢を判定するために利用する。振動モータは、密着しやすい両肩に縫い付け、振動強度は日常生活の妨げにならないよう、通知を認識できる最低限の強度とした。また、LED テープは、ユーザ自身と第三者への通知を行うため、両者から視認可能な両肩～両袖にかけて取り付けした。方法としては、堅牢性を確保するために、蛇腹のように可動し、縫い穴がついたケースを 3D プリンタで作製して LED テープを格納し、これを両袖内側に縫い付けた (図 5)。さらに、肘関節の動作を妨げないように、関節部は LED テープを配置しないように配慮した。

最後に、処理の流れを説明する。MPU-6050 センサモジュールは I^2C を介して加速度と角速度の値を BlendMicro に送信する。BlendMicro ではこれらのセンサデータから背筋の傾斜を算出する。この姿勢情報はスマートフォンに送信し、姿勢の判定結果を受け取る。さらに、その結果に応じて、BlendMicro が LED テープを点灯させる (図 6)。

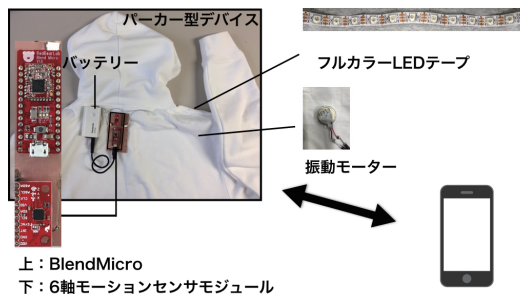


図 4 システム全体の構成図。

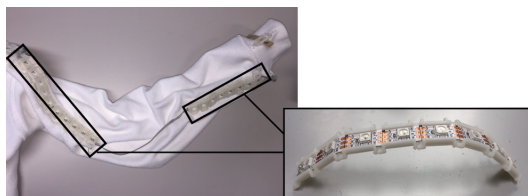


図 5 StandOuter に縫い付けた専用ケース。

5.2 スマートフォンアプリケーション

ウェアラブルデバイスと連携した、スマートフォンアプリケーションについて述べる。本アプリケーションは、姿勢情報の計測の開始・停止や、姿勢判定の閾値や通知手法

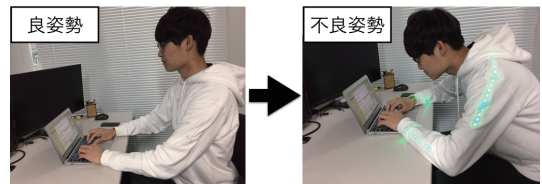


図 6 システムの利用例。不良姿勢を検出すると、ユーザ自身と周囲の第三者に分かる形で両腕部の LED テープが激しく点滅する。

の変更、姿勢データの振り返り等を行うことが出来る (図 7)。

まず計測開始ボタンを押すと、初期姿勢を記録し、そこからの変化を悪癖発生の判定に活用する。次に、計測画面では、現在の姿勢の傾きを (主にテスト用に) 確認でき、不良姿勢の閾値や通知手法を変更できる。姿勢の傾き / 不良姿勢の発生回数と時間 / 姿勢修正にかかった時間等は全て記録されており、振り返り画面で確認したり、CSV 形式で出力できる。

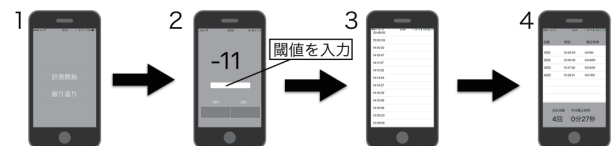


図 7 ホスタアプリの画面遷移。1: 計測開始画面、2: 計測画面、3: 計測記録一覧画面、4: 振り返り画面

6. 評価実験

本章では、StandOuter を生活環境で着用してもらい、2 種類の通知手法の効果を比較 / 検証する。

6.1 目的

本実験では、StandOuter のコンセプトである、「自身と第三者への情報提示」の効果を検証する。具体的には、振動モーターを用いた「周囲の第三者から見えない」通知と、袖部の LED を用いた「周囲の第三者から見える」通知の 2 種類の手法を用意し、日常生活環境における姿勢改善への影響を調査する。

6.2 手法

被験者は、21~24 歳の大学生 / 大学院生 4 名を採用した。本実験は、「周囲の第三者から見えない通知」に両肩の振動 (以下、振動)、「周囲の第三者から見える通知」に両袖の LED 群の点灯 (以下、光) を採用する。

まず、実験の手順を説明する。被験者に対して StandOuter は、「不良姿勢になると通知するシステムである」、「振動と光の通知がある」ことを伝え、実験開始前にそれぞれの通知方法を被験者に確認してもらう。その後、主に学内研究室スペースで、StandOuter を装着して日常的な活

動をしてもらう。システムの通知手法として、通知手法を通知無し、振動、光の3条件を用意し、すべての条件において、姿勢情報の変化をスマートフォン上に記録する。ここで、通知無しの場合を各被験者の基準姿勢とし、振動／光の通知手法を用いた場合と比較する。実験時間は各条件それぞれ3時間を生活環境で着用してもらい、2種類の通知手法の効果を比較／検証する。被験者の疲労などを考慮して、3日間に分けて実施した。

検証方法は、通知無しの姿勢情報を、被験者の基準姿勢とする。基準姿勢と、残りの条件における姿勢情報の変化を、システムのログデータで比較する。

6.2.1 結果

ここでは、通知無し／振動／光の各条件において、「不良姿勢を正すまでの時間」「不良姿勢の発生回数」等の観点から結果を述べる。まず、結果の一例として、被験者2の姿勢の変化をグラフ化したものを図8に示す。オレンジ色の箇所が不良姿勢と判定した部分である。不良姿勢の条件は、前傾／後傾共に、20度を以上傾いた状態で、一定の時間（2秒）以上経過することである。

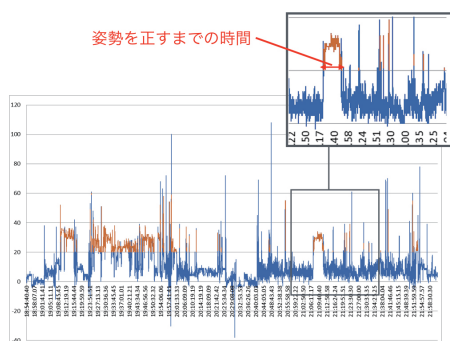


図8 被験者2における通知無しの姿勢の変化。システムが不良姿勢を判定した場合オレンジで示される。オレンジ線の幅は、不良姿勢を判定してから、被験者が姿勢を正すまでに掛かった時間を表す。

次にシステムが不良姿勢を判定してから姿勢を正すまでの平均時間を表2に示す。通知無しの場合は、不良姿勢の平均は17.2秒 (s.d. = 42.1) となった。なお、通知無しでは長時間姿勢を正さない場合が散見されたため、分散がかなり大きくなった。振動の場合は、不良姿勢の平均は1.5秒 (s.d. = 1.4)、光の場合は1.8秒 (s.d. = 1.1) となった。

表2 システムが不良姿勢と判定してから、姿勢を正すまでの平均時間 (秒)。()内は標準偏差を示す。

	通知無し	振動	光
被験者1	6.8(9.1)	1.8(1.5)	1.8(1.4)
被験者2	22.1(43.1)	1.6(1.9)	2.5(1.8)
被験者3	18.7(44.8)	1.6(1.5)	2.2(3.1)
被験者4	21.3(48.3)	1.1(1.1)	1.1(0.8)
平均	17.2(42.1)	1.5(1.4)	1.8(1.1)

次に、システムが不良姿勢と判定した回数を図9に示す。全被験者の平均回数は、通知無しの場合は138.3回 (s.d. = 50.7) であった。これに対して、振動の場合は143.8回 (s.d. = 38.3)、光の場合は81.4回 (s.d. = 27.5) となった。

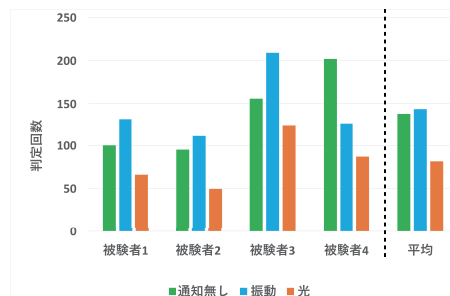


図9 システムが不良姿勢と判定した回数。

次に、システムが不良姿勢と判断した時間の累計を図10に示す。全被験者の平均時間は、通知無しが40.9分 (s.d. = 22.1) に対して、振動は3.2分 (s.d. = 1.8)、光は2.2分 (s.d. = 1.5) であった。

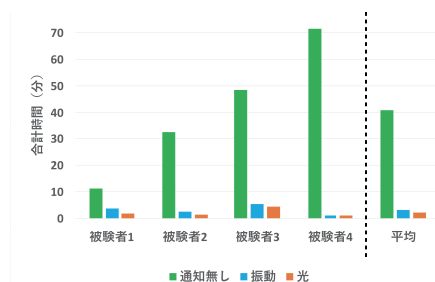


図10 システムが不良姿勢と判定した合計時間。

6.2.2 考察

実験の考察の前に、システムを利用した姿勢改善の過程について仮説を説明する(図11)。まず、システムが姿勢の悪化を通知し、ユーザはその通知を認識する。次に、ユーザは姿勢を正す、という一連の過程を繰り返す。この繰り返しで、ユーザは姿勢が悪化することを意識するようになり、姿勢改善に対する自意識が高まる。その結果、良姿勢を維持しやすくなり、不良姿勢の発生回数が減ると考える。これを本実験結果に当てはめると、システムの通知に従ってユーザが姿勢を正す現象は、「不良姿勢の累計時間」に現れ、ユーザの自意識が高まり良姿勢を維持する現象は、「不良姿勢の判定回数」に現れると考えられる。

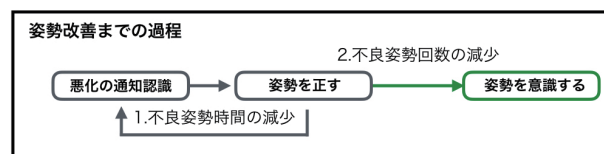


図11 姿勢改善までの過程。

以上の結論を踏まえて、実験結果について考察する。まず、本実験は日常生活で実施するので、そもそも被験者がシステムの通知を認識できたかを調査する。表 2 より、不良姿勢を通知してからユーザが姿勢を正すまでの平均時間は、振動 1.5 秒 (s.d. = 1.4), 光 1.8 秒 (s.d. = 1.1) であった。このことから、どちらの通知も日常生活環境においても、十分認識は可能であったと考えられる。次に、システムが不良姿勢を判定した合計時間は、全被験者で、通知無しが 40.9 分に対して、振動は 3.8 分、光は 2.3 分とどちらも減少した。このことから、被験者は、振動/光のどちらの通知方法においても、システムの通知を認識し、姿勢を改善していたと考えられる。また、振動と光は同等の通知ができることがわかった。

次に、システムが不良姿勢と判定した回数は、全被験者の平均で、通知無しは 138.3 回 (s.d. = 50.7) に対して、振動は 143.8 回 (s.d. = 38.3) と増加し、光は 81.4 回 (s.d. = 27.5) と減少した。このような差が生まれた要因を考察すると、振動の通知は周囲の第三者から見えないため、条件反射的な対応をしており、姿勢悪化への自意識が高まらなかったと考える。一方、光の通知は周囲の第三者から見えるため、目立つと恥ずかしいという意識が働き、姿勢の悪化自体が起こらないように自意識が高まった可能性がある。従って、姿勢が悪化することを意識するようになり、姿勢改善の自意識が向上したと考えられる。

このように、不良姿勢の合計時間は、振動と光どちらも同程度に減少し、判定回数は、振動よりも光が減少する傾向にあった。このことから図 11 で述べた仮説と照らし合わせると、周囲の第三者に見える光の通知は振動の通知と比較して、(1) ユーザが通知を得て姿勢を改善する効果は同程度だが、(2) ユーザに姿勢を意識させて不良姿勢を予防する効果は高い傾向が確認できた。しかし、本実験は被験者の人数が少なく限定的な結果であるため、今後は実験の規模を拡大しさらなる検証を進めていきたい。

7. 議論

本章では、「システムの情報提示量」と「システム構成の小型化」について議論する。

7.1 システムの情報提示量

現在、「周囲の第三者に見える通知」は、姿勢の悪化を周囲の第三者に際立たせて提示するために、LED テープをウェアラブルデバイスの両肩～両袖に計 72 個取り付けられている。それに対し、「周囲の第三者に見える通知」は、振動モータを、両肩に一つずつ取り付けられている。また、ユーザの日常生活に影響がないように、通知を認識できるやや控えめな振動としている。従って、評価実験で、第三者に見える通知の方が情報提示量が多いため、姿勢改善に対する意識が向上に寄与した可能性があると考えられる。そこ

で、LED の数を減らしたり、振動の強度を調整するなどして、情報提示量に偏りを無くし、姿勢改善の意識付けを与える効果調査していきたいと考える。

7.2 システム構成の小型化

現在は、衣類型のウェアラブルデバイスを羽織って利用しているが、実用性を考慮し、システム構成をよりコンパクトにすることも検討していく。例えば、計測用のセンサのみを衣類の背中上部に装着し、情報提示部はスマートウォッチ等の装着型の小型端末に集約することも検討している。

一方、このようなシステム構成では、複数のデバイスを連携して利用する必要があったり、光の通知が手首に限定され、第三者に見えにくい等の問題も想定される。こうしたトレードオフを考慮しつつ、日常生活での姿勢改善のために適切なシステム構成を探っていきたい。

8. まとめと今後の展望

本研究では、悪癖を改善するために、周囲の第三者の存在に着目し、姿勢の悪化を検出して、周囲にも分かる形で強調して提示するウェアラブルデバイス「StandOuter」を提案した。StandOuter は、パーカー型ウェアラブルデバイスとそれと連携するスマートフォンアプリケーションとして実装した。さらに、周囲の第三者に悪癖の発生が見える通知（光）と見えない通知（振動）を用いて、通知手法の効果を比較実験を通して検証した。これにより、本システムの基礎的な通知手法比較の評価実験を行った。これにより、第三者にも見える光の通知は、ユーザが通知を得て姿勢を改善する効果は同程度だが、ユーザに姿勢を意識させて不良姿勢を予防する効果が高い傾向が確認できた。

今後は、議論で述べたような課題を解決し、より大規模/長期間の評価実験を通して、提案システムの悪癖改善への影響を調査していきたい。

謝辞 本研究の一部は JSTCREST の支援を受けた。

参考文献

- [1] Nedra, B. B. and Breslow L.: Relation-ship of Physical Health Status and Health Practices. Preventive Medicine, pp. 409-421, 1972.
- [2] Consolvo, C., McDonald, W. D., Toscos, T., Chen, Y. M., Froehlich, J., Harrison, B., Klasnja, P., LaMarca, A., LeGrand, L., Libby, R., Smith, I. and Landay, A. J.: Activity Sensing in the Wild: A Field Trial of UbiFit Garden. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, *Proc. CHI'08*, pp.1797-1806, ACM (2008).
- [3] Fortmann, J., Cobus, V., Heuten, W. and Boll, S.: Waterjewel: Design and evaluation of a bracelet to promote a better drinking behaviour, *Proc. MUM'14*, pp.58-67, ACM (2014).
- [4] Harrison, C. and Dey, A. K.: Lean and Zoom: Proximity-Aware User Interface and Content Magnifica-

- tion, *Proc. CHI'08*, pp.507-510, ACM (2008).
- [5] Jafarinaini, N., Forlizzi, J., Hurst, A. and Zimmerman, J.: Breakaway: an ambient display designed to change human behavior. *Proc. CHI'08*, pp.1945-1948.
 - [6] Kim, Y., Lee, T. and Cho, J.: Smart-Rug: Haptic Feedback for Restraining Crossed Leg, *Proc. Ubicomp'16*, pp.125-128, ACM (2016).
 - [7] LUMO LIFT, <https://store.lumobodytech.com> (参照 2018-02-22) .
 - [8] Rachuri, K. K., M, Mirco., M, Cecilia., Rentfrow, J. P., L, Chris. and Aucinas, A.: EmotionSense: a mobile phones based adaptive platform for experimental social psychology research, *Proc. UbiComp'10*, pp.281-290, ACM (2010).
 - [9] Min, K. j., Doryab, A., Wiese, J., Amini, S., Zimmerman, J. and Hong, I. J.: Toss 'N' Turn: Smartphone as Sleep and Sleep Quality Detector. *Proc. CHI'14*, pp.477-486, ACM (2014).
 - [10] Oliveira, D. R. and Oliver, N.: TripleBeat: Enhancing Exercise Performance with Persuasion, *Proc. MobileHCI'08*, pp.255-264, ACM (2008).
 - [11] Shin, J., Kang, B., Park, T., Huh, J. Kim, J. and Song, J.: BeUpright: Posture Correction Using Relational Norm Intervention, *Proc. CHI'16*, pp.6040-6052 ACM (2016).
 - [12] 辻村尚子. 姿勢についての文献考察. 豊橋創造大学紀要, pp.81-88, 2009.
 - [13] 井上正明, 小林利宣. 日本における SD 法による研究分野とその形容詞対尺度構成の概観. 教育心理学研究, pp. 253-260, 1985.
 - [14] 井上文夫, 前川麗, 浅井千恵子, 坂本美菜. 子どもの生活習慣が座位姿勢に及ぼす影響. 京都教育大学紀要, pp. 175-184, 2011.
 - [15] 中村隆一. 基礎運動学第 6 版. 医歯薬出版, 1996.
 - [16] Ryuichi Nakamura. Fundamental kinesiology sixth edition. Medical dentistry publication, 1996.