

水分補給支援システムと行動変容検証

元川錦 ^{†1}

青山学院大学

横窪安奈 ^{†2}

青山学院大学

ロペズギヨーム ^{†3}

青山学院大学

2023年2月17日

1. はじめに

水は体内において多方面に渡って重要な役割を担うため、人は一定の水分を補給しなければ生きていくことができない [1]。厚生労働省が推奨する1日の水分補給量は1.2Lである一方、人間は一度に大量の水を吸収することができず、1時間あたり250mlが限界である。水分補給の重要性は老若男女問わず広く知られているが、知らず知らずの内に水分不足になることが多く、水分補給の重要性は認知していくても、適切な水分摂取量を認知していないことが多い。2019年にサントリーが水分摂取に関する調査として、全国の20歳以上のオフィスワーカー1600人を対象に水分摂取量のアンケート調査を実施した。本調査によると、約9割のオフィスワーカーが自分自身が1日の中で摂取する飲料、すなわち水分量は500mlペットボトル2本分である1L以下であると回答した。これはオフィスワーカーの約9割が一日に必要な水分量を補給できていないことを示している。加えて、1日に必要だと思う水分量として、最も適当な水分摂取量を調査したところ、6割のオフィスワーカーが1日に摂取するべき水分量の不足を認識できていないことが明らかになった。総務省の発表 [2] によると、水分不足が大きく関与しているとされる熱中症による救急搬送人員は2020年6月から9月の全国において累計6万人超で、そのうち約半数が自宅にいたにもかかわらず発症しており、いつ、どこにいても水分不足になると考えられる。以上のことから、ユーザーの水分補給状態に加え、発汗などによる健康状態や、ユーザーがいる環境の温度・湿度などの環境情報を総合的に考慮したタイミングでのサポートが必要かつ効果的である。

2. 関連研究

水分補給や飲料容器に着目した研究は以下のようなものがある。Beddoeら [3] は Nudge Technology と呼ばれる、ユーザーに適切な選択や危険回避を人に促す仕掛けや手法 [4]

に注目しシステムを開発した。システムは適度なタイミングで水分補給できていないと、内容物が溢れてしまいユーザーに水分補給が不十分であることを想起させ、それ以上こぼさないように促す。本システムではアンケート結果から飲水量の向上が示唆された。長田ら [5] は、コップにセンサを埋め込んだインテリジェントコップを作成し、服薬の際に十分な量の飲水を促すシステムを開発した。その結果、飲水量の測定が可能になり、多くの被験者が指定された飲水量を飲み切った。これにより、患者への適切な服薬指導が可能であることが確認された。Lesselら [6] は重量から水分量を測定するコースター型デバイスを開発し、ユーザーの水分補給状態を反映したスマートフォンゲームを提案した。本システムでは、飲水量が向上し、水分補給の促進に効果があることが明らかになった。一方で、スマートフォンのゲーム機能を用いたフィードバックによる有意差はみられなかった。

以上のように、現在様々な手法を用いた水分補給支援システムが研究開発されており、ユーザーに水分補給不足を認識させ、促進させることが可能である。一方で、[3]のシステムではボトル内の水分があふれてしまうことによるリスクが大きく、このようなシステムを実際のオフィス環境で使用したり、持ち歩いたりすると、周囲の電子機器の故障につながる可能性があり、実用的では無い。[5] や [6] のような持ち運びに適さないシステムでは、日常生活を通しての支援が難しく、利用シーンが限定されてしまう。このように、これらの既存システムは、制約のない現実的な環境において、自然な形で水分補給を促すことを可能にするトラッキングシステムとしては多くの制限があると考える。そこで、本研究では、これらの制約や実用性の課題を踏まえて「日常生活どこでもいつでも使用できるシステム」を実現することでユーザーの水分補給を支援できると考える。加えて、上記の問題を解決するために、物理駆動型情報提示手法を採用する。物理駆動型情報提示は、ウェイトレスがコーヒーを運んでくるように自然でわかりやすく、有用であると考える。また、これまでに開発された水分補給新システムではユーザーの水分補給に基づいた支援はされているものの、水分補給支援で考慮されるべきユーザーの健康状態や環境情報は全く考慮されておらず、ユーザーの状態を踏まえた

Hydration Support System and Behavior Change Verification

^{†1} NISHIKI MOTOKAWA, nmotokawa@wil-aoyama.jp

^{†2} ANNA YOKOKUBO, yokokubo@it.aoyama.ac.jp

^{†3} GUILLAUME LOPEZ, guillaume@it.aoyama.ac.jp

支援がされていないのが現状である。そこで、本研究では、上記の課題を解決するために、ユーザの生体情報に基づくパーソナライズされた情報提示を用いることで、ユーザの生体情報とユーザのいる環境に応じてパーソナライズされた情報提示の実装を行う、パーソナライズされた情報提示は、運動などによる発汗で知らぬ間に消耗した水分を補給することができるため、有用だと考える。

3. HydReminder

3.1. システム概要

本研究では、水分補給不足を通知し、適切なタイミングで水分補給不足を解消するための水分補給支援システム HydReminder を開発し、その有用性を検証した。HydReminder は、ユーザの生体信号をもとにパーソナライズすることで、理想的なタイミングで水分補給を促すことができるウェアラブル・デスクトップ両対応型水分補給支援システムである。HydReminder は、水分補給の「Hydration」と思い出させるものの「Reminder」を組み合わせた名称である。コースター型デバイス・キャップ型デバイスの内側に搭載したセンサでユーザの水分補給状況を、同じくキャップ内側に搭載された環境センサでユーザのいる環境の温度と湿度を、そしてユーザの手首に装着したスマートウォッチでユーザの心拍数をそれぞれ測定する。ユーザの水分必要度に対し、水分補給が不足すると、ウェアラブル・デスクトップ両モードに対応したフィードバックを通して、ユーザへ水分不足を伝達する。HydReminder のシステム構成を図 1、デバイスを図 2、図 3、利用イメージを図 4 図 5 にそれぞれ示す。

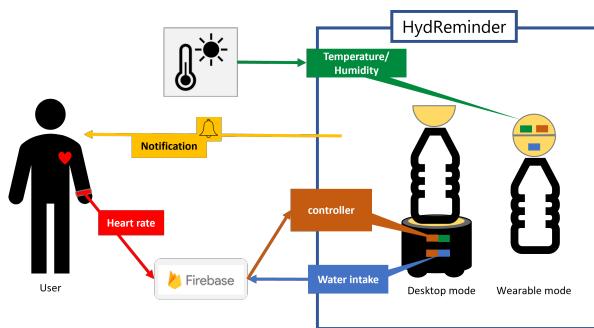


図 1 HydReminder のシステム構成

3.2. 水分補給必要度判定アルゴリズム

システム遷移図を図 6 に示す。制御部は、クラウドホスティングの NoSQL データベースである Firebase Realtime Database を介して、スマートウォッチからユーザの心拍数を取得する。取得した心拍数データは、ユーザの健康状態や



図 2 HydReminder デスクトップモード

運動状態として利用される。また、制御部と有線で接続された環境センサからユーザ環境の温度と湿度を取得し、熱中症の危険度や環境の極端な乾燥度合いを判断するために利用する。そして、これらの健康状態や運動状態、危険度を踏まえた水分補給ができているかを確認するために、デスクトップモードでは、ロードセルから水分量を、ウェアラブルモードでは、赤外線距離センサから容器内の水面までの距離を用いて、ユーザが十分に水分を補給しているかどうかを判断する。ユーザが十分な水分補給をしていない場合、キャップ型デバイスはアラート音を発し、スマートウォッチの画面には水分補給を促すメッセージが表示される。スマートウォッチ上の支援メッセージの様子を図 7 に示す。

3.3. HydReminder デバイス

HydReminder はコースター部とキャップ部の二種類のデバイスから構成される。コースター部分は車輪駆動型デバイス (toio core cube^{*1}) を固定するための部品 C. ロードセル、アナログ・デジタルコンバータ (HX711)、制御部 (M5 ATOM Lite) を固定するための部品 B. これらを格納する外壁の部品 A の 3 部品で構成されている (図 8)。コースター部分はいずれも 3D プリンタを用いて出力した。ロードセルは上下を 3D プリンタで出力した板で固定し、コースター型デバイスに置かれた飲料容器と中身の水分の重量を測定する。測定されたセンサデータはアナログ・デジタルコンバータ (HX711) を介して接続された制御部へ送信され重量へ変換される。制御部はロードセルと有線で、車

^{*1} toio core cube, Sony, <https://toio.io/>

Necessity level 1	Necessity level 2	Necessity level 3
Temperature ~25 °C Humidity 40 ~ 60%	Temperature 25 ~ 30°C Humidity ~ 40%	Temperature 30°C ~ Humidity ~ 30%
BPM Available : true <u>Let's drink!</u> The temperature and humidity in your location is appropriate. Stop Reading	BPM Available : true <u>It's about time.</u> It's going to be dry... Stop Reading	BPM Available : true <u>Drink and rest NOW.</u> Danger! Whenever possible, move to a cooler and Move to a place that is not dry. Stop Reading

図 7 スマートウォッチ上のフィードバックの様子



図 3 HydReminder ウェアラブルモード

輪駆動型デバイスと BlueTooth でそれぞれ接続しており、ロードセルから取得したセンサデータを重量に変換し、水分補給しているか否かを認識する。

ボトルキャップ部分は ToF センサと制御部を固定するための部品環境センサと制御部を固定するための部品ペットボトルキャップとして固定するための部品の 4 部品で構成されている(図 9)。コースター部分はいずれも 3D プリンタを用いて出力した。使用した 3D プリンタは XYZ Printing 社製の da vinci super であり、樹脂フィラメントを熱して出し造形することが可能である。パート C には車輪駆動

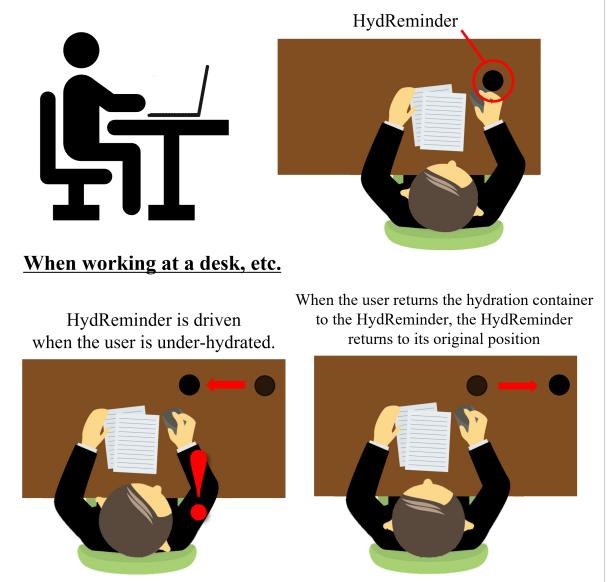


図 4 HydReminder の利用イメージ（デスクトップモード）

型デバイスを配置し、パート B にはロードセルとアナログ・デジタルコンバータ、制御部を設置した。ロードセルは上下を 3D プリンターで出力した板で固定し、コースター型デバイスに置かれた飲料容器と中身の水分の重量を測定する。測定されたセンサデータはアナログ・デジタルコンバータ (HX711) を介して接続された制御部へ送信され重量へ変換される。制御部はロードセルと有線で、車輪駆動型デバイスと BlueTooth でそれぞれ接続しており、ロードセルから



図 5 HydReminder の利用イメージ（ウェアラブルモード）

取得したセンサデータを重量に変換し、水分補給しているか否かを認識する。これらの部品を統合するために、「卓上でも邪魔にならない大きさ」「部品をすべて配置できる」を満たす最小サイズで外壁シェルを作成し、パーツを格納している。

3.4. HydReminder のモード

HydReminder はデスクトップモードとウェアラブルモードの 2 モードから構成される。デスクトップモードは主にデスクワーク中などで使用し、物理駆動型情報提示による支援を行う。ウェアラブルモードは移動時や運動時などで使用し、スマートウォッチ画面のメッセージとアラート音による支援を行う。デスクトップモード時のデバイスの様子を図 2 に示す。デスクトップモード時はコースター型デバイスにキャップ型デバイス球体上部をドッキングした状態で使用する。コースター内部に設置されたロードセルから圧力データを取得し、アナログ・デジタルコンバータ (HX711) を介して接続された制御部へ送信され重量へ変換される。制御部はロードセルが圧力を検知不能になった際、コースターデバイスからボトルが持ち上げられ飲水しているとする。また、ドッキングしている球体上部に設置した環境センサからユーザの周辺環境温湿度を計測し、クラウドホスティングの NoSQL データベースである Firebase Realtime Database を介して、スマートウォッチからユー

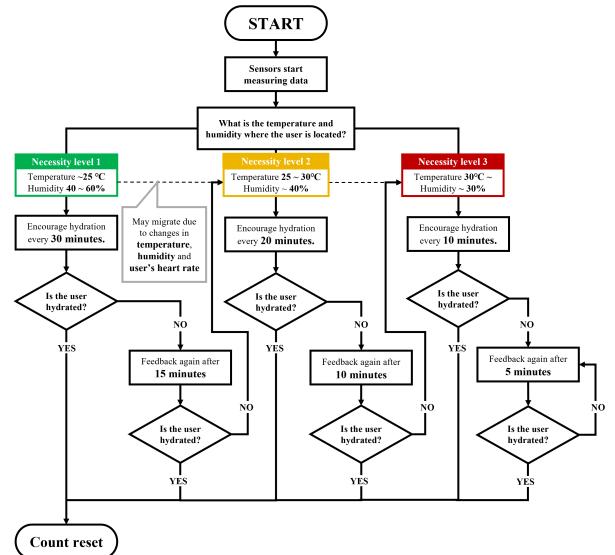


図 6 Power switch for the control unit attached to a wheel-driven device.

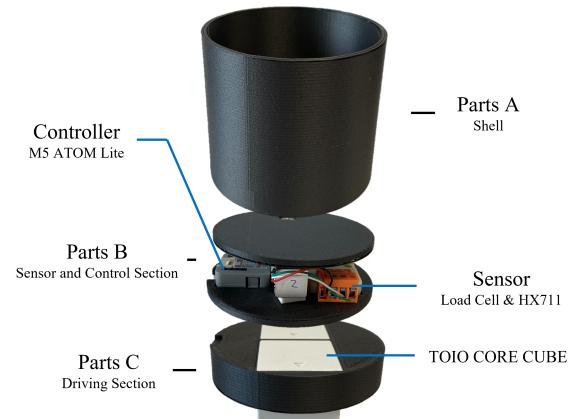


図 8 コースター部のデバイス構成

ザの心拍数を取得する。ユーザが十分な水分補給をしていない場合、bluetooth 接続している車輪駆動型デバイスを駆動しユーザへ水分不足を知らせる。その際、ペットボトルから水分補給をする際にペットボトルのふたを開け口元までもっていき、卓上へ置くまでの一連の動作にかかる時間を計測した結果、最短で 5 秒以上かかることから、不正防止を目的として 5 秒以上圧力が計測されなかった場合のみシステムはリセットされ、toio の駆動時には toio は停止する仕組みになっている。利用者が水分補給を終え、水分補給容器をコースターに戻すと、コースターは来た道を戻り、元の位置で待機する。

ウェアラブルモードのデバイスの様子を図 3 に示す。ウェアラブルモード時はコースター型デバイスを使用せず、

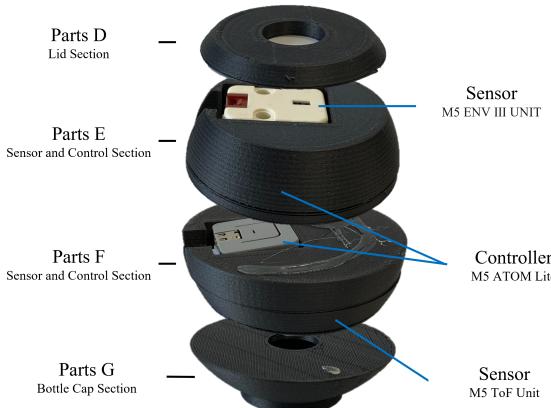


図 9 ボトルキャップ部分のデバイス構成

キャップは球体の状態で使用する。球体下部に配置された赤外線戦距離センサから容器内の水面まで距離を用いて、ユーザが十分に水分を補給しているかどうかを判断する。球体下部に配置された制御部は、デスクトップモード時同様に、Firebase Realtime Database を介して、スマートウォッチからユーザの心拍数を取得する。同様に球体下部に配置され、制御部と有線接続している赤外線戦距離センサから容器内の水面まで距離を計測し、ユーザが十分に水分を補給しているかどうかを判断する。また、球体上部に設置した環境センサからユーザの周辺環境温湿度を計測し、熱中症の危険度や環境の極端な乾燥度合いを判断するために利用する。ユーザが十分な水分補給をしていない場合、制御部からアラート音を発し、スマートウォッチ上に支援メッセージを表示する

4. ユーザビリティ検証実験

4.1. ユーザビリティ検証実験の概要

HydReminder のユーザビリティ検証実験では、10代から50代までの男女10名を被験者とした。被験者には2日間に分け HydReminder を使用した場合と使用しなかった場合で、1時間もしくは9:00～12:00・13:00～18:00の計8時間の日常生活中に普段通りの生活をしてもらった。実験は、被験者が普段生活している空間で行い、極端な乾燥や湿度、気温のある環境にいる場合もあったことから、周辺環境が水分補給に影響を及ぼす可能性があると考える。実験終了後にアンケートに回答してもらい、水分摂取量を実験担当者がデジタルスケールにて計測した。また、提案システムの印象を評価するために、HydReminder のユーザビリティの受け止められ方にについて測定するためにSUSを用いたアンケートおよび自由記述のアンケートを実施した。

4.2. HydReminder の有無による水分摂取量・回数の比較

HydReminder を1時間使用した場合と使用していない場合において水分摂取量および水分摂取回数の比較を行った。水分摂取量を比較した結果を図10、水分摂取回数を比較した結果を図11に記す。結果を見ると水分摂取量では10人中9人の水分摂取量が増加した。水分摂取回数では10人中7人の水分摂取回数が増加し回数が減った被験者はいなかった。

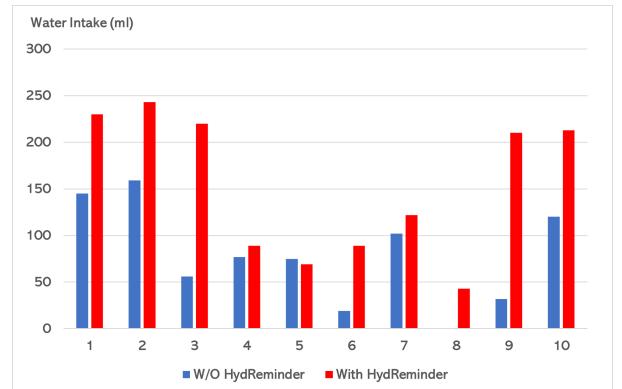


図 10 Comparison of the amount of water consumed by each subject (ml)

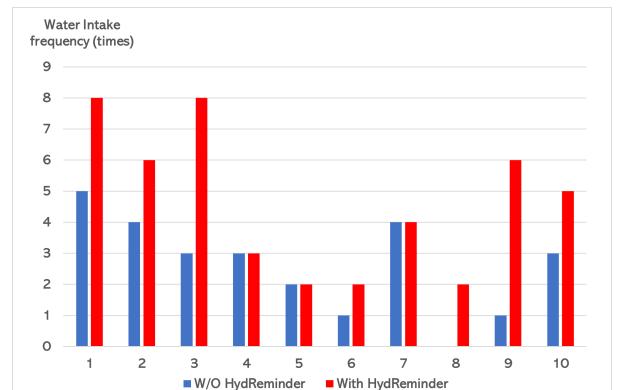


図 11 Comparison of water intake frequency per subject(times)

また、HydReminder を9:00～12:00・13:00～18:00の計8時間使用した場合と使用していない場合において水分摂取量および水分摂取回数の比較を行った。水分摂取量を比較した結果を図12、水分摂取回数を比較した結果を図13に記す。結果を見ると水分摂取量では10人中10人の水分摂取量が増加した。水分摂取回数では10人中9人の水分摂取回数が増加し回数が減った被験者はいなかった。

表 1 SUS score per subject used for 1 hour(points)

Subject	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ave
Score	87.5	80	90	77.5	75	97.5	75	92.5	87.5	90	85.25

表 2 SUS score per subject used for 8 hours(points)

Subject	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ave
Score	82.5	82.5	82.5	80	77.5	85	80	82.5	95	85	83.25

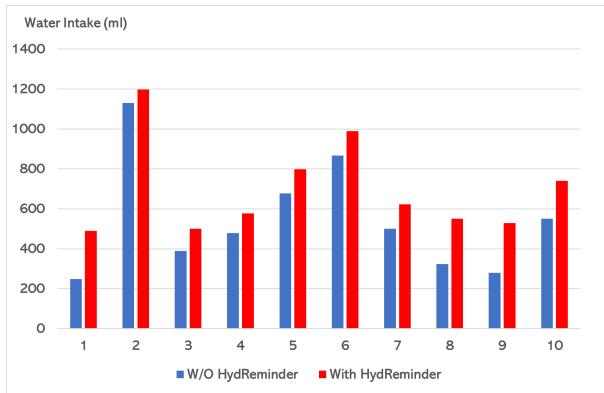


図 12 Comparison of the amount of water consumed by each subject (ml)

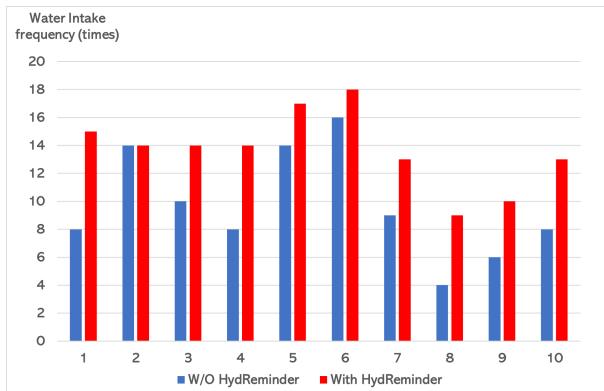


図 13 Comparison of water intake frequency per subject(times)

4.3. SUS による評価

HydReminder のユーザビリティ検証実験では SUS を用いたアンケートを実施した。それぞれの項目から 100 点を基準としたスコアを計算し、ユーザビリティを数値化した。その結果を表 1、表 2 にそれぞれ記す。結果を見ると、HydReminder を 1 時間使用した 10 人全員で SUS の平均スコアである 68 点を超えており、10 人の平均スコアは 85.25 点であった。また、HydReminder を 8 時間使用した 10 人全員で SUS の平均スコアである 68 点を超えており、

10 人の平均スコアは 83.25 点であった。以上の結果から、

HydReminder は非常に優れたユーザビリティであることが示された。

4.4. 考察

4.2 節で述べたように、HydReminder を使用した場合と使用していない場合において、HydReminder の有無による実験結果を比較したところ、HydReminder を 1 時間使用した被験者 10 名中 9 人の水分摂取量が増加し、10 人中 7 人の水分摂取回数が増加し回数が減った被験者はいなかった。また、HydReminder を 8 時間使用した被験者 10 名中 10 人の水分摂取量が増加し、10 人中 9 人の水分摂取回数が増加し回数が減った被験者はいなかった。この結果から HydReminder を比較的長時間使用することで、システム使用の効果がより現れる可能性を考えられる。加えて、システム未使用時に 8 時間で 300ml に満たない量しか水分補給をしていない被験者 2 人において、システムを使用することで 2 倍近く水分摂取量を増加させることができた。このことから、普段の水分摂取量が少ないユーザが HydReminder を使用することで、より効果が表れる可能性がある。また、表 1、表 2 からわかるように、HydReminder を 1 時間使用した被験者の SUS 平均スコアが 85.25 点、HydReminder を 8 時間使用した被験者の SUS 平均スコアは 83.25 点と SUS スコアの平均である 68 点を上回っていた。そのため、HydReminder は非常に優れたユーザビリティであることが示された。アンケートの自由記述欄からは「こんなに飲む必要があるとは知らなかった」「スタイルリッシュなのでオフィスでも使いやすい」「動くと飲まなきゃって気持ちになる」との意見があった。一方で、「ちょっと大きい」「わざわざドッキングさせなくてもいいかも」との意見があった。そのため、デバイスのデザインや仕様をより改善していく必要があると考える。以上の結果から HydReminder を使用することにより、ユーザへ適切なタイミングで水分補給の必要性を知らすことができ、水分補給を促進することができるようになると考える。

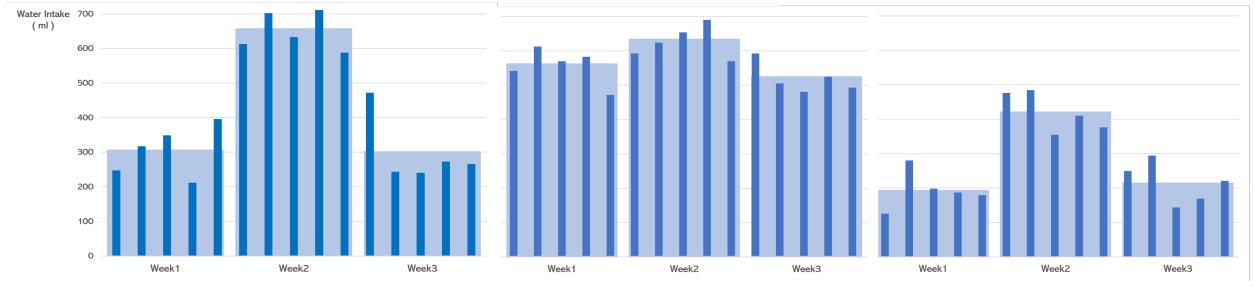


図 14 被験者 A の水分摂取量の推移

5. 行動変容検証実験

本研究では、HydReminder を習慣的に使用した際にユーザーの行動や習慣に変化が起こるかを検証するために水分摂取量の計測およびアンケート調査を行った。

5.1. 実験方法及び評価方法

HydReminder を習慣的に使用した際にユーザーの行動や習慣に変化が起こるかを検証するために水分摂取量の計測およびアンケート調査を行った。行動変容検証実験では、10代から30代までの男女3名を被験者とし、被験者には平日5日間を3週間計15日間にわたりHydReminderを使用した場合と使用しなかった場合で、9:00～12:00・13:00～18:00の計8時間日常生活に普段通りの生活をしてもらった。なお、実験1週目と3週目はHydReminderデバイスのみ使用し、特にフィードバックを行わず、実験2週目のみHydReminderのデバイスとシステムを使用してもらった。実験は、被験者が普段生活している空間で行い、極端な乾燥や湿度、気温のある環境にいる場合もあった。そのため周辺環境が水分補給に影響を及ぼす可能性があると考える。

5.2. 行動変容検証実験の結果

水分摂取量および水分摂取回数の比較を行った。結果を図14にそれぞれ示す。全被験者においてHydReminderを使用しなかった1週目に比べて使用した2週目の平均水分摂取量・摂取回数は増加するという結果になった。また、再びHydReminderを使用しなかった3週目はHydReminderを使用した2週目に比べて平均水分摂取量・摂取回数は減少し、同じくHydReminderを使用しなかった1週目と比べて大きな変化は見られなかった。一方で、HydReminderを使用しなかった1週目に比べてHydReminder使用後の3週目に水分摂取量が増加した被験者もいた。加えて、事後アンケートにおいて、「システムを使うことで水分補給への意識は変わりましたか?」という問い合わせに対し、被験者全員が「変わった」と回答した。アンケートの自由記述欄からは「特定のデバイスを使わなくてはならないという制限が少し煩わしい」「システムを使うことで『そろそろ飲んだほうがいいかも』と思うようになった」「頑張って飲んだ報酬とかがあれば続けられそう」などの意見があった。以上の結果から、ユーザーの普段の水分補給習慣によってはその後の水分補給習慣に変化を与える可能性が示された。

煩わしい」「システムを使うことで『そろそろ飲んだほうがいいかも』と思うようになった」「頑張って飲んだ報酬とかがあれば続けられそう」などの意見があった。以上の結果から、ユーザーの普段の水分補給習慣によってはその後の水分補給習慣に変化を与える可能性が示された。

5.3. 考察

5.2節で述べたように、HydReminderを一定期間使用した結果、水分補給行動に大きな変化は見られなかったものの、事後アンケートにおいて、「システムを使うことで水分補給への意識は変わりましたか?」という問い合わせに対し、被験者全員が「変わった」と回答した。ユーザーの普段の水分補給習慣によってはその後の水分補給習慣に変化を与える可能性が示された。アンケートの自由記述欄からは「特定のデバイスを使わなくてはならないという制限が少し煩わしい」「システムを使うことで『そろそろ飲んだほうがいいかも』と思うようになった」「頑張って飲んだ報酬とかがあれば続けられそう」などの意見があった。以上の結果から、大きな変化が見られなかった要因として、長期間使用することによってシステム使用の煩わしさを感じたり、より多く水分補給することのメリットを感じにくい点などが考えられる。このことから、システムをより使いやすくすることや使用期間に応じてユーザーへ報酬を与えるといった改良を行うことでHydReminderの使用による更なる行動変容を促せる可能性があると考える。加えて、水分摂取量増加によるメリットに合わせた目標設定などでユーザーの水分補給へのモチベーションを向上・保持することも重要であると考える。

また、今回の実験では実験環境やユーザーの行動にばらつきがあり、制限なく実施されたことから、周辺環境状態など外的要因による変化の可能性も考えられる。そのため、外的要因による影響を可能な限り排除した実験環境下での実験を行い、さらに多くのデータを取得する必要があると考える。

実験中のユーザーのいた環境の温湿度の割合を表3に示す。

結果を見ると、気温 25°C 以下、湿度 40% 以上のデータが多く、大半を占めている。この原因として、本実験は冬季に集中して実施したことや、ユーザがオフィス等の比較的空調整備された空間にいたためと考えられる。そのため、今後の実験を通して高温多湿時に HydReminder を使用してもらい有用性の検証をする必要があると考える。

表3 Percentage of temperature and humidity during the experiment (%).

Temp(°C)/Humi(%)	-30%	30%-40%	40%-
-25°C	22.3	17	49.2
25-30°C	2.1	1.9	6.6
30°C-	0.8	0.1	0

6.まとめ

本研究では、水分補給不足を通知し、適切なタイミングで水分補給不足を解消するための水分補給支援システム HydReminder を開発し、その有用性を検証した。HydReminder は、ユーザの生体信号をもとに支援間隔をパーソナライズすることで、ユーザに適したタイミングで水分補給を促すことができるウェアラブル・デスクトップ両対応型水分補給支援システムである。HydReminder を使用した際に水分補給が促進されているかの確認及び HydReminder の印象を評価するために、水分摂取量の計測および SUS を用いた印象評価を行った。結果を見ると、HydReminder を 1 日 8 時間使用した場合、10 人中 10 人の水分摂取量が増加し、10 人中 9 人の水分摂取回数が増加した。また、HydReminder を 8 時間使用した被験者 10 人 SUS の平均スコアは 83.25 点であった。以上の結果から、HydReminder は非常に優れたユーザビリティを持ち、水分補給支援システムとして有用であることが示された。また、HydReminder を習慣的に使用した際にユーザの行動や習慣に変化が起こるかを検証するために水分摂取量の計測およびアンケート調査を行った。結果を見ると、システムを一定期間使用することによる水分補給習慣に大きな変化は見られなかった。一方で、HydReminder 使用前と比較し、HydReminder 使用後に水分摂取量が増加した被験者もいた。加えて、事後アンケートにおいて「システム使用による水分補給への意識変化はあるか」という問い合わせに対し、被験者全員が「変わった」と回答した。以上の結果から、HydReminder の使用によりその後の水分補給習慣に変化を与える可能性が示された。

今後の展望として、現状では人間情報としてユーザの心拍数のみを活用していたが、皮膚電位や IMU といった複数の人間情報を組み合わせて用いることで、よりユーザの

状態を考慮したシステムへと改良できると考える。また、HydReminder を用いた行動変容検証実験のアンケートの自由記述欄からは「頑張って飲んだ報酬とかがあれば続けられそう」という意見があった。現状では、システムを終了してしまうとこれまでの水分補給結果が失われてしまうため、水分補給履歴をデータベースに保存し、月別、週別などで可視化することで長期的なモチベーションの向上につなげ、ユーザの水分補給習慣をより良くしていきたいと考える。

謝辞 本研究は、セコム科学技術振興財団の研究助成を受けたものである。

参考文献

- [1] サントリーサントリース世代環境教育「水育人間」と水の関わり、サントリー（オンライン）, <https://mizuiku.suntory.jp/kids/study/n004.html> 2021-7-12.
- [2] 総務省令和2年（6月から9月）の熱中症による救急搬送状況、消防庁（オンライン）, https://www.fdma.go.jp/disaster/heatstroke/items/heatstroke_geppou_2020.pdf 2021-7-12.
- [3] Beddoe, A., Burgess, R., Carp, L., Foster, J., Fox, A., Moran, L., Bennett, P. and Bennett, D.: Disruptabottle: Encouraging Hydration with an Overflowing Bottle, *Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '20, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 1–7 (online), 10.1145/3334480.3382959 (2020).
- [4] 井原敏宏「IoT と AI 普及の鍵は Nudge」NTT ファシリティーズが実証、日経 XTECH（オンライン）, <https://xtech.nikkei.com/it/atcl/news/17/011802980/> 2021-7-12.
- [5] 長田拓也, 鈴木拓央, 中内 靖インテリジェント・カップによる服薬指導支援システムの提案、日本機械学会論文集, Vol. 83, No. 853, pp. 1–7 (2017).
- [6] Lessel, P., Altmeyer, M., Kerber, F., Barz, M., Leidinger, C. and Krüger, A.: WaterCoaster: A Device to Encourage People in a Playful Fashion to Reach Their Daily Water Intake Level, *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '16, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 1813–1820 (online), 10.1145/2851581.2892498 (2016).