

HydReminder-W: 生体情報を活用したスマートボトルキャップシステム

元川錦^{†1} 横窪安奈^{†2} ロペズギヨーム^{†3}
青山学院大学 青山学院大学 青山学院大学

1. はじめに

水は人の生命活動をサポートし、生命維持のために必要不可欠な存在である。体内の水分は、食事等から得た栄養素を体内へ循環させながら各細胞に必要な栄養や酸素、ホルモンなどを供給したり、体内で不要になった代謝老廃物を尿として体外へ排出する重要な役割を担っている [1]。また、水は比熱が高いため、温度変化が少なく体温の調節に適している [2]。このように、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。体内の水分が不足すると、のどの渇きや運動能力の低下だけでなく、熱中症や脳梗塞、心筋梗塞といった死に繋がる病気を引き起こす危険性がある [3]。総務省の発表 [4] によると、2020年6月から9月の全国における熱中症による救急搬送人員の累計は64,869人で、そのうち43.4%が自宅にいたにもかかわらず発症していた。また、オフィスワーカーが1日の中で摂取する水分量は1L以下で、一日に必要な水分量を補給できておらず、慢性的な水分不足であるというデータもあり、いつ、どこにいても水分不足になることが考えられる。

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、人間の体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が限界とされている。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。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促進システム HydReminder-W を提案・開発し、その有用性を検証する。また、評価実験の結果から、実用化に向けた課題を明らかにする。



図1 HydReminder-W

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 [5] 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 [6] 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。レッセルら [7] 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。

水分補給支援を目的とした研究ではボトルが倒れてしまうと内容物が溢れる構造 ([5]) であったり、実際のオフィス環境などのシステムの使用や持ち運びは、周囲の電子機器の故障などに繋がる危険性もあり、実用的とは言い難い。また、「水分摂取のタイミング」に着目した研究は少ないことに加え、システムを使用することで、理想的な水分摂取が行えているのかの検証も必要である。そのため本研究では、

HydReminder-W:Smart bottle cap system using biometric information

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

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

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

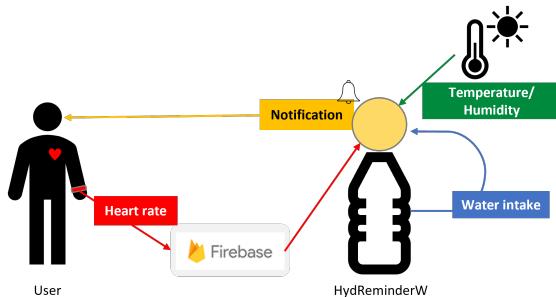


図 2 HydReminder-W システム全体像

オフィス環境やスポーツジムなどの様々な環境で実際に使用でき、持ち運びも可能なシステムの実現と、システムの有用性検証を行う。

3. HydReminder-W

HydReminder-W は、ユーザー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ボトルキャップシステムである。HydReminder の名称は、水分補給の意味を持つ「Hydration」と想起の意味を持つ「Reminder」、常に身に着けられる「Wearable」を組み合わせて命名した。HydReminder-W は、キャップ内側に搭載したセンサでユーザーの水分補給状況を、同じくキャップ内側の環境センサでユーザーの環境（温度・湿度）を、そして装着したスマートウォッチでユーザーの心拍数を測定する。ユーザーの水分補給状態が不足するとアラームが鳴り、水分補給不足を知らせる。HydReminder-W のデバイスを図 1、システム構成を図 2 に示す。

3.1. Hardware

HydReminder-W は、環境センサ、気圧センサ、赤外線センサ、これらを収納するキャップ状のシェル、スマートウォッチ（心拍センサ）、これらをコンピュータ制御するコントロールユニット（M5Stick-C）で構成されている。また、これらのパーツを一体化するために、3D プリンターで「生活空間に馴染む」「センサや制御ユニットをすべて収納できる」という条件を満たした球状のキャップを作成した。

3.2. Software

システム遷移図は図 2 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ーの心拍数を取得する。取得した心拍数データは、ユーザーの健康状態や運動状態として利用される。また、有線で接続され

た環境センサからユーザー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、管圧センサからストロー内の空気圧を、赤外線距離センサから容器内の水面からの距離を用いて、ユーザーが十分に水分を補給しているかどうかを判断する。ユーザー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警告音を発し、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。

4. 評価実験

本研究では、HydReminder-W を使用した際に水分補給が促進されるかどうかの確認と、HydReminder-W の印象を評価するために、評価実験を実施した。

4.1. HydReminder-W の有用性検証実験

提案する HydReminder-W を使用した際に水分補給が促進されているかの確認するために、有用性検証実験を実施した。HydReminder の有用性検証実験では、10 代から 50 代までの男女 10 名を被験者とし、水分摂取量及び水分摂取回数の計測および SUS (System Usability Scale Fact. 以下:SUS) を用いた印象評価を行った。なお、被験者は以下の二つのグループに分けられている。

Group A: 1 日目 HydReminder-W なし 2 日目 HydReminder-W 使用

Group B: 1 日目 HydReminder-W 使用 2 日目 HydReminder-W なし

実験の様子を図 3 に示す。実験では、参加者に HydReminder-W の使用方法を 3 分間説明し、1 時間デスクワークを行ってもらった。HydReminder-W はボトルキャップ型デバイスに搭載された IMU センサと赤外線センサのデータから、ユーザーが定期的に水分補給をしているかどうかをモニターする。そして、ユーザーの水分補給が必要なタイミングでは、水分補給が十分でないことを知らせ、水分補給促す。1 時間の作業後、被験者は SUS を活用した HydReminder-W の使い勝手に関するアンケートに回答し、実験者がデスクワーク中に消費した水分量をデジタルスケールで計測した。



図3 実験の様子

表1 被験者ごとの SUS スコア (points)

Subject	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ave
Score	50	77.5	67.5	82.5	92.5	87.5	95	90	87.5	55	78.5

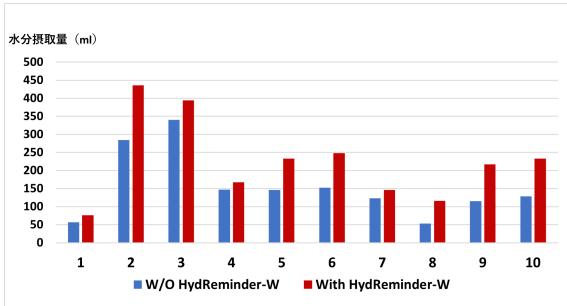


図4 各被験者の水摂取量の比較 (ml)

5. Results

5.1. HydReminder-W の有無による水分摂取量の比較結果

HydReminder-W を使用した場合と使用しなかった場合の水分摂取量を比較した結果を図 4 に示す。結果として、10 名中 10 名の水分摂取量を増やすことが確認できた。この結果から、HydReminder-W はシステムを使用しないときに比べて、水分補給を促すことが可能であることが示された。

5.2. SUS による印象評価結果

HydReminder-W 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。各項目について 100 点満点のスコアを算出し、使い勝手を数値化した。その結果を表 1 に示す。この結果から、10 人中 7 人が「使いやすさ」の基準点である 68 点よりも高い点数を獲得していることがわかる。また、10 名のユーザーの平均点は 78.5 点であった。したがって、HydReminder-W は優れたユーザビリティを有していることが確認された。

6. Conclusion

本稿では、生体情報を用いて適切なタイミングで水分補給を促すスマートボトルキャップシステム「HydReminder-W」を開発し、適切なタイミングで水分補給を促すことができるかどうかを検証する評価実験を行った。HydReminder-W は、キャップ内側に搭載したセンサでユーザーの水分補給状況を、同じくキャップ内側の環境センサでユーザーの環境（温度・湿度）を、そして装着したスマートウォッチでユーザーの心拍数を測定する。ユーザーの水分補給状態が不足するとアラームが鳴り、水分補給不足を知らせる。HydReminder-W を使用した場合と使用しない場合の水分補給量を比較したところ、HydReminder-W を使用することで水分摂取量が増えることが確認できた。また、SUS を用いたアンケートの結果、平均 78.5 点となり、HydReminder-W が優れたユーザビリティを持ち、水分補給促進システムとして有用であることが確認されました。今後の展望として、システムをより長い時間使用した際の有用性検証をするとともに、有用性検証実験の結果を深く考察し、より効果的なシステムへ改良を重ねていく。

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テラ次世代環境教育「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] 公益財団法人長寿科学振興財団水は1日どれくらい飲めば良いか、, <https://www.tyoyaku.or.jp/net/kenkou-tyouju/shokuhin-seibun/water.html> 2021-7-12.
- [3] 健康づくりかわら版水分不足にご用

- 心！，健康づくりかわら版（オンライン），
<https://www.jpm1960.org/kawara/kawaraban/post-24.html> 2021-7-12.
- [4] 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.
- [5] 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).
- [6] 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.
- [7] 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).