

HydReminder: ホルダー駆動型水分補給促進システム

元川 錦¹ 横窪 安奈^{1,a)} ロペズ ギヨーム^{1,b)}

概要: 水分補給は生命維持に必要不可欠である。一方で、必要な水分量の認識や実際の水分摂取量の不足は世代を問わず問題であり、死に繋がる病気を引き起こす危険性もある。本研究では、水分不足を伝達し水分補給を促すホルダー駆動型水分補給支援システム「HydReminder」を開発した。HydReminder はホルダー内に搭載した圧力センサからユーザの水分補給状態を測定し、ユーザの水分補給状態が不足すると、車輪が駆動することで、ホルダーが自律的にユーザの元へ移動し水分不足を伝達する。HydReminder を使用することで水分補給が促進可能であるかを検証した結果、10 人中 8 人の摂取水分量及び回数が増加した。また、全被験者の SUS の平均スコアは 79.25 点であったため、HydReminder は非常に優れたユーザビリティであり、水分補給促進システムとして有用であることが確認できた。

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]。近年の健康志向の高まりもあり、水分補給の重要性は広く知られているものの、必要な水分量の正確な認識の欠如や水分摂取量の不足が性別年齢問わずに問題視されている。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 [2]。オフィスワーカー 1600 人を対象にした水分摂取量のアンケート調査 [3] では、約 9 割のオフィスワーカーが自分自身が 1 日の中で摂取する水分量は 1L 以下であると回答した (図 1)。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おらず、慢性的な水分不足であることを示している。

本研究では、水分補給が不足していることを通知し、適切なタイミングで水分不足を解消するための水分補給促進システム「HydReminder (ハイドリマインダ)」を提案・開発をし、その有用性を検証する。評価実験の結果から、実用時の課題についても明らかにする。

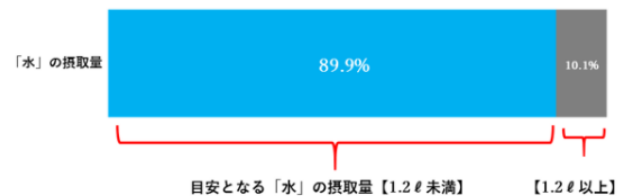


図 1 オフィスワーカーが飲料として、1 日の中で摂取していると考えている「水」の量 ([3] より引用)

2. 関連研究

2.1 水分補給支援に関する研究

Beddoe ら [4] は、Nudge Technology と呼ばれる、ユーザに適切な選択や危険回避を人に促す仕掛けや手法 [5] 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。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。

長田ら [7] 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。また、Chiu ら [8] は、コップにスマートフォンを装着

¹ 青山学院大学大学院 理工学研究科
Aoyama Gakuinn University, Kanagawa, Japan

a) yokokubo@it.aoyama.ac.jp

b) guillaume@it.aoyama.ac.jp

し、2種類のゲームで水分補給を支援するシステムを開発した。提案システムはスマートフォンに搭載された加速度センサとカメラを利用する。加速度センサは飲む動作を検出する目的で使用されている。Kaner ら [9] はボトル壁面の銅板に水分摂取量に応じてデザインを浮かび上がらせるボトルの開発を行った。Gouko ら [10] は音を出すコースターを作成し、水分補給促進のための適切なフィードバック間隔を探る研究を行った。Sanchez ら [11] はボトルに画面を搭載し水分補給を促す研究を行った。

以上から、いずれの研究もボトルが倒れてしまうと内容物が溢れる構造であったり、実際のオフィス環境などで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、システムを使用することで、どの程度摂取水分量が増加するかの検証も必要である。そのため本研究では、オフィス環境やスポーツジムなどで実際に使用できるようなシステムを実現するために、ホルダーデバイス単体でも水分補給の促進が可能なシステム開発を行う。

2.2 情報提示に物理的移動を用いた研究

加藤ら [12] は人の自制心に依存せず食事を阻害するために、皿を駆動させフィードバックとして取り入れたシステムを提案し、食事阻害システムとして有用であることが確認された。また、道貝ら [13] は日用品に対して外部から磁力を加え、日用品を物理的に動かすことで様々な情報提示を行うシステムを提案した。Kawakami ら [14] は、センサや車輪を搭載した植木鉢型ロボットの PotPet を開発し、植木鉢自身が動き回ることによって、ユーザに対して水分・日光不足の情報提示を行った。

以上により、物理移動を情報提示に用いることは有効であることから、本研究のフィードバック手法に物理移動機能を検討する。

3. HydReminder

3.1 HydReminder の概要

HydReminder はユーザに水分補給を促進するためのホルダー駆動形水分補給促進システムである。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」を組み合わせ命名した。ユーザの水分補給状態が不足すると、ホルダーに搭載した車輪が駆動することで、ホルダーが自律的にユーザの元へ移動し、水分不足を伝達する。HydReminder は土台部とホルダーから構成され、土台部には飲み物の重量を測定するための圧力センサ、ホルダーを駆動させるための安価で小型な車輪駆動形デバイス (toio コアキューブ^{*1}) とキャスターを装着し、ホルダーには圧力センサと車輪駆動形デバイスを

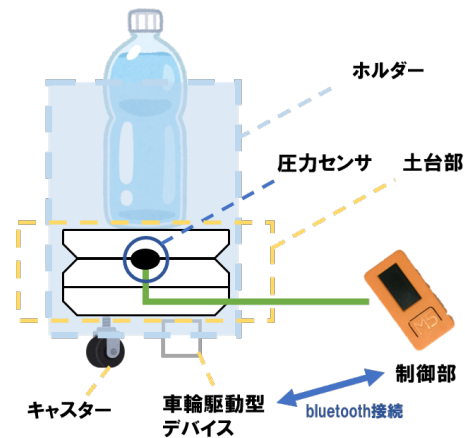


図2 HydReminder のシステム構成



図3 HydReminder デバイス

コンピュータ制御するためのセンサ（以下、制御部）である M5StickC^{*2}を搭載した。HydReminder のシステム構成を図2に、デバイスを図3に示す。

3.2 HydReminder の実装

3.2.1 土台部

土台部（図4）は車輪駆動形デバイス (toio コアキューブ) とキャスターを固定するための部品 A、圧力センサを設置し圧力センサを固定するための部品 B、飲料の重量を圧力センサに集中させペットボトルの土台になるための部品 C の3部品で構成されている。土台デバイスの検討にあたり、部品 A は車輪駆動形デバイスとキャスターが装着可能な円形のモデル、部品 B、C は圧力センサに圧力がかかるように突起をつけた円形のモデルを作成し、いずれも3Dプリンタを用いて出力した。

3.2.2 ホルダー

ホルダー（図5）は土台と液体容器を包むようにサイズの大きいものという条件で、セイワ・プロ社のペットボトルクッションケース巾着タイプ (1.5L) を採用した。ホル

^{*1} toio コアキューブ, ソニー社製, <https://toio.io/>

^{*2} M5StickC, M5Stack 社製, <https://shop.m5stack.com/collections/m5-hat>

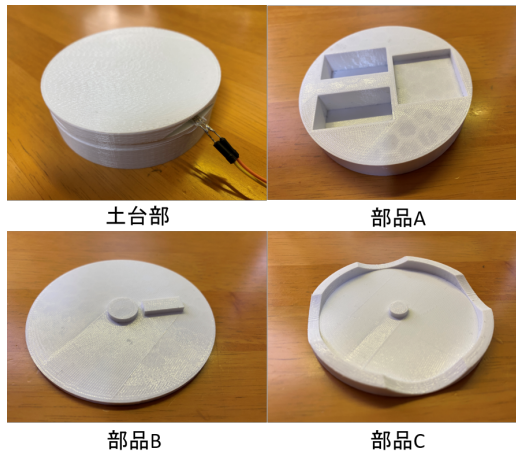


図 4 Hydreminder の土台部



図 5 ホルダー裏面の様子

ダーの底面には車輪駆動形デバイスとキャスター用を接地させるための穴、側面には圧力センサをホルダー外側に装着した制御部へ接続するための切れ込みをそれぞれ配置した。

3.2.3 ソフトウェア構成

制御部は車輪駆動形デバイスと bluetooth 接続しており、圧力センサから取得したセンサデータを重量に変換する。システムは圧力が検知不能になった際、ホルダーが卓上から持ち上げられ飲水しているとする。システムが 15 分間水分補給していないと判断した際、車輪駆動形デバイスが駆動しユーザへ水分不足を知らせる。車輪駆動形デバイスの駆動停止は、ホルダーを卓上から持ち上げることで圧力が検知不能な状態になった時であり、圧力が検知している間は動作し続ける。また、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がリセットされ、車輪駆動形デバイスの駆動時には toio コアキューブは停止する仕組みになっている。システム遷移図を図 6 に記す。

3.3 駆動方法の検討

HydReminder の実装では、500ml のペットボトルを十分に移動させることができ、圧力センサと連動できるものを探した。そこで、Arudino 社の Arduino を搭載した Smart

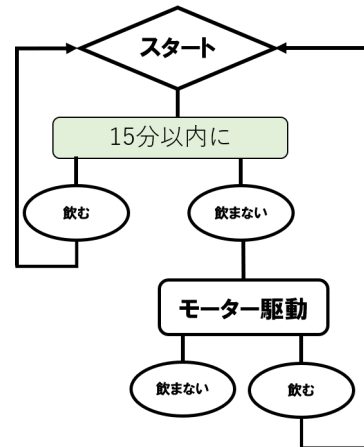


図 6 Hydreminder のシステム遷移図

robot car kit ^{*3}の採用を検討した。しかし、本研究でターゲットとするオフィスワーカーのデスクワークの際に使用する卓上には大き過ぎ、デスクワークの際に邪魔になってしまうと判断したため、ペットボトルの底面サイズに収まるほどの大きさのデバイスを検討した。HydReminder では 500ml のペットボトルを十分に移動可能な小型デバイスであり、圧力センサとの連動も可能な条件を満たす toio コアキューブを採用した。ホルダーは toio コアキューブ 1 台のみの駆動を検討したが、バランスが取りにくく安定した駆動ができなかった。そのため、キャスターを 2 つ用いることで安定した駆動とバランスを実現した。

4. 評価実験

4.1 実験概要

評価実験は HydReminder の要件抽出実験と HydReminder のユーザビリティ検証実験に分かれており、HydReminder の要件抽出実験では HydReminder のフィードバック間隔や不正防止に掛かる時間を確認するために、1 回の水分補給で消費する水分量及び水分補給時の時間を計測した。HydReminder のユーザビリティ検証実験では、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、摂取水分量の計測および SUS を用いた印象評価を行った。

4.2 HydReminder の要件抽出実験

HydReminder の要件抽出実験では 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 1 回の水分補給で消費する水分量及び水分補給の際にかかる時間を計測するために 5 回、ユーザが飲みたくなったタイミングで飲用水を飲んでもらった。実験は水分補給を行うごとに実験担当者が摂取水分量を dretec 社のデジタルスケール^{*4}を用

^{*3} Smart Robot Car kit, UCTRONICS 社製, <https://www.uctronics.com/>

^{*4} dretec デジタルスケール https://www.dretec.co.jp/kitchen_goods/scale/ks-605/

表 1 被験者ごとの HydReminder の要件抽出実験結果

被験者番号	水分摂取量 (平均 (ml))	所要時間 (平均 (s))
1	37	8
2	33	7
3	31	8
4	38	9
5	37	8
6	32	9
7	30	10
8	29	9
9	28	8
10	34	8
平均	33	8

い測定した。実験結果は前被験者の全摂取量の平均を計算し、HydReminder の水分補給を促す時間間隔や不正防止のための時間設定の参考にした。

4.3 HydReminder のユーザビリティ検証実験

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、30 分間のデスクワーク中に飲みたくなったタイミングで水分補給をしてもらった。実験環境は普段の生活空間と変わらないようにし、極度な乾燥や湿気のない環境に設定した。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。

5. 実験結果と考察

5.1 HydReminder の要件抽出実験の結果

HydReminder の要件抽出実験を行った結果を以下の表 1 に記す。要件抽出実験では 1 回の水分補給で消費する水分量及び水分補給の際にかかる時間を計測した。その結果 1 回あたりの水分補給で消費する水分量は最小 15ml、最大 80ml、平均 33ml となった。また、水分補給の際にかかる時間は最小 6 秒、最大 13 秒、平均 8.4 秒となった。これらの結果から、HydReminder では車輪駆動形デバイスを駆動させるまでの時間を 15 分、卓上から持ち上げてから飲んだと判定するまでを 6 秒に設定した。

5.2 HydReminder の有無による摂取水分量の比較

HydReminder を使用した場合と使用していない場合において摂取水分量および水分摂取回数の比較を行った。摂取水分量を比較した結果を表 2、水分摂取回数を比較した結果を表 3 に記す。結果を見ると摂取水分量では 10 人中 8 人の摂取水分量が増加した。水分摂取回数では 10 人中 8 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 2 被験者ごとの飲水量比較

被験者番号	システムなし (ml)	システムあり (ml)
1	140	230
2	162	243
3	178	220
4	66	45
5	74	69
6	200	210
7	95	122
8	0	17
9	198	227
10	173	213
平均	128.6	159.6

表 3 被験者ごとの水分摂取回数比較

被験者番号	システムなし (回)	システムあり (回)
1	2	3
2	3	4
3	2	3
4	1	1
5	2	2
6	2	3
7	2	3
8	0	1
9	3	4
10	3	4
平均	2	2.8

表 4 被験者ごとの SUS スコア

被験者番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
スコア (点)	75	67.5	90	77.5	92.5	80	85	65	70	90	79.25

5.3 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 4 に記す。結果を見ると、10 人中 8 人で「良いユーザビリティ」と評価できる基準値 68 点を上回り、10 人の平均スコアは 79.25 点であった。そのため、HydReminder は非常に優れたユーザビリティを有することが確認できた。

5.4 考察

HydReminder の有無による実験結果をを比較したところ、被験者 10 名中 8 人の摂取水分量及び水分摂取回数が増加した。水分摂取量及び水分摂取回数が増加しなかった被験者に関しては、15 分で作動するシステムを 30 分と時間を限定した実験で使用したことにより、システムが作動せずに実験が終わったことが要因として考えられる。そのため、日常生活で活用可能か否かを検証するために、長時間使用した場合の評価実験が必要である。アンケートの自由記述欄には「急に動き出したので驚いた」「飲めと言われているような気がした」との意見があった。その

ため HydReminder の物理的移動を用いたフィードバックは有効であると考えられる。また、5.3 の表 4 からわかるように SUS の平均スコアが 79.25 点と「良いユーザビリティ」と評価できる基準値 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。したがって HydReminder を使用することにより、ユーザが水分不足時に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可能になると考えられる。

アンケートの自由記述欄には「中身が見えないためどれくらい飲んだかわからない」や「少し持ちにくい」といった意見があった。加えて、飲む際に容器とホルダーがしっかりと固定されているとは言えず、飲む際に不安を感じる被験者もいた。そのため、より容器とホルダーを固定でき、中身が確認可能なホルダーの制作も検討する必要がある。

6. まとめ

本稿では、ホルダー駆動型水分補給促進システム HydReminder を開発し、適切なタイミングで水分補給が促進可能であるかを評価実験を通じて検証した。HydReminder の有無による水分補給を比較したところ、HydReminder 有りの場合では、被験者 10 名中 8 人の摂取水分量及び水分摂取回数が増加した。水分摂取量及び水分摂取回数が増加しなかった被験者は、HydReminder が作動せずに実験が終わったことが要因として考えられる。また、SUS を用いたアンケート結果から平均スコアは 79.25 点であったため、HydReminder は優れたユーザビリティであり、水分補給促進システムとして有用であることが確認できた。

今後の展望として、今回の実験では 30 分と時間を限定した実験だったため、日常生活で活用可能かを検証するために、長時間使用した場合の評価実験が必要である。また、今回開発したデバイスは、ホルダー側面に制御部が装着されていたため、デスクワークやスポーツジム等の空間に馴染むようなデバイスとして改良していきたい。また、HydReminder では、不正防止に対して飲む際の秒数のみを使用していたが、赤外線センサなどの複数のセンサを用いて不正を防げるような改良を行っていきたい。

参考文献

- [1] サントリー：サントリー次世代環境教育「水育人間」と水の関わり、サントリー（オンライン）、入手先（<https://mizuiku.suntory.jp/kids/study/n004.html>）（参照 2021-4-13）。
- [2] 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）、入手先（<https://www.jpm1960.org/kawara/kawaraban/post-24.html>）（参照 2021-4-13）。
- [3] サントリー：サントリーが、オフィスで働く人の水分摂取について調査を実施！、サントリー（オンライン）、入手先（<https://www.suntory.co.jp/softdrink/news>

- /pr/article/SBF0867.html）（参照 2021-4-13）。
- [4] 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), DOI: 10.1145/3334480.3382959 (2020).
- [5] 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）、入手先（<https://xtech.nikkei.com/it/atcl/news/17/011802980/>）（参照 2021-4-13）。
- [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), DOI: 10.1145/2851581.2892498 (2016).
- [7] 長田拓也, 鈴木拓央, 中内 靖：インテリジェント・コ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).
- [8] Chiu, M.-C., Chang, S.-P., Chang, Y.-C., Chu, H.-H., Chen, C. C.-H., Hsiao, F.-H. and Ko, J.-C.: Playful Bottle: A Mobile Social Persuasion System to Motivate Healthy Water Intake, *Proceedings of the 11th International Conference on Ubiquitous Computing*, UbiComp '09, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 185–194 (online), DOI: 10.1145/1620545.1620574 (2009).
- [9] Kaner, G., Genç, H. U., Dinçer, S. B., Erdoğan, D. and Coşkun, A.: GROW: A Smart Bottle That Uses Its Surface as an Ambient Display to Motivate Daily Water Intake, *Extended Abstracts of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '18, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 1–6 (online), DOI: 10.1145/3170427.3188521 (2018).
- [10] Gouko, M. and Arakawa, Y.: A Coaster Robot That Encourages Office Workers to Drink Water, *Proceedings of the 5th International Conference on Human Agent Interaction*, HAI '17, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 447–449 (online), DOI: 10.1145/3125739.3132584 (2017).
- [11] Sanchez, M. and Gonzales, M.: Galef, the Smart Bottle Companion to Achieve a Healthier Life, *Companion of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, HRI '18, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 363–364 (online), DOI: 10.1145/3173386.3177831 (2018).
- [12] 元川 錦, 加藤明日香, 横窪安奈, ロベズギョーム: MealJammer: 電磁石を用いた皿駆動型食事障害システムの提案, 技術報告 HCI 14 (2020).
- [13] Dogai, H., Oki, M. and Tsukada, K.: ToolShaker: Presentation Technique for "as-is" Display of Daily Commodities, *Proceedings of the 9th Augmented Human International Conference*, AH '18, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, (online), DOI: 10.1145/3174910.3174956 (2018).
- [14] Kawakami, A., Tsukada, K., Kambara, K. and Siio, I.: PotPet: Pet-like Flowerpot Robot, *Proceedings of the Fifth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction*, TEI '11, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 263–264 (online), DOI: 10.1145/1935701.1935755 (2010).