

健康指標測定装置と搬送ロボットを用いたオフィス向け 行動変容支援システムの検討と基礎評価

Investigation and Preliminary Evaluation of an Office-Oriented Behavioral Change Support System Using Health Measurement Devices and Transport Robots

永島 知貴¹ 三田 佳那子² 原 康平¹ 上田 悠佳¹
北河 茜¹ 古田 雅史¹ 山中 幹宏¹ 赤澤 礼子¹

Tomotaka Nagashima¹, Kanako Mita², Kohei Hara¹, Yuka Ueda¹,
Akane Kitagawa¹, Masashi Furuta¹, Mikihiro Yamanaka¹ and Ayako Akazawa¹

¹ 株式会社島津製作所 基盤技術研究所

¹ Technology Research Laboratory, Shimadzu Corporation

² 株式会社島津製作所 分析計測事業部

² Analytical & Measuring Instruments Division, Shimadzu Corporation

Abstract: The utilization of robots is anticipated as one approach to promote and sustain behavioral changes aimed at improving lifestyle habits. In this study, we investigated a system that supports users' behavioral changes by using robots to transport "healthcare measurement devices" intended for shared use in office environments. Specifically, we focused on the use of an AGEs sensor as an example of a "healthcare measurement device" and experimentally verified that the frequency of measurement improves when the sensors are moved around the office.

1. はじめに

医療費の増大に伴い、一次予防のための生活習慣改善に関する行動変容が重要視されている。行動変容を促進するためのアプリケーションやシステムが多数開発されているが、改善した行動を継続させることは難しい課題である。ユーザーが行動を継続するためには、ユーザーが行った健康的な行動が実際に健康維持に役立っているという実感を得て、健康的な行動のモチベーションを保つことが重要である。ユーザーの健康度合いを指標化し、適切な頻度で測る事で、ユーザーが起こした行動の効果を可視化できると、ユーザーは健康維持に役立っている実感を得ることができる。

例えば、最終糖化産物（AGEs）は、不適切な食生活や生活習慣、運動不足などにより体内に蓄積するため[1]、蓄積量を測定することで健康度合いを指標化することができる。AGEs 蓄積量を求めるためのセンサが開発されており、検出器に指を置くだけで1~2週間前の生活習慣が反映されたスコアを算出することが可能である[2]。

しかし、AGEsセンサは現状では高価であるため、施設やオフィスに設置して複数のユーザーで1台の

センサを利用するような使い方が想定される。ユーザーはオフィスの特定の場所に移動して測ることになるが、その煩わしさが継続的な測定を阻害する場合や、ユーザーがセンサの存在自体を忘れてしまう場合がある。

そこで我々は、オフィス環境等での共有利用を想定した、「ヘルスケア向け測定装置」をロボットで搬送してユーザーに測定を促すことによりユーザーの行動変容を支援するシステムの検討を進めている。本発表では、実際のオフィスにおいて、AGEsセンサを一箇所に固定した場合、搬送ロボットでランダムに移動させた場合、各ユーザーの状況に合わせて適切なタイミングでユーザーの近くに移動させた場合、について測定回数を比較する実験を行った結果を報告する。

2. 提案システム

2.1 AGEs 測定

最終糖化産物（Advanced Glycation Endproducts : AGEs）とは、食事などで過剰に摂取した糖とヒトの

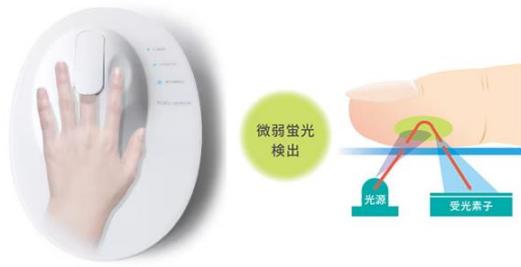


図1 AGEs センサ

カラダを主に構成しているタンパク質が結びつくことで体内に生成される老化物質である[1]。肌、血管、骨なども主にタンパク質からできており、このタンパク質が糖と結びついて、糖化が進むとタンパク質は本来の働きができなくなり、カラダの機能に様々な変化が生じる。不適切な食生活や生活習慣、運動不足などにより、AGEs の体内での蓄積量は増加する。AGEs の中には、特定の光を照射すると蛍光を放つ性質を持っているものがあり、皮膚に光を当てて得られる蛍光（経皮蛍光）の量は、血液中の MG-H1（AGEs の一種）との相関が確認されている。AGEs センサはメラニンがほとんど含まれない指先に光を当てて蛍光の量を測ることで、肌の色や日焼けの影響を受けずに AGEs 蓄積量（AGEs スコア）を測定することができる（図1）。このセンサで得られる AGEs スコアは 1~2 週間前の生活習慣が反映された値となるため、1~2 週間毎に継続して測定することで、ユーザーの行った健康的な行動の効果を可視化し、モチベーション維持につなげることができる。

2.2 適切なタイミングでの測定促進

行動変容向けのアプリケーションではユーザーに行動を促すために、スマートフォンやスマートウォッチの通知が利用されている。しかし、スマートフォンには様々な通知が来るため、ユーザーは次第に無視するようになる場合も多い。その対策として、ユーザーの状況に合わせてタイミングの良い通知が効果的であることが報告されている[3]。搬送ロボットで測定装置を移動させる場合においても、ユーザーの状況に合わせて適切なタイミングでユーザーのもとへ搬送することが、測定促進に有効であると期待される。本研究では、適切なタイミングを以下の状況であると定義した。

- オフィスに出勤しており、事務机がある部屋に居る。
- 現時刻の前 20 分、後ろ 40 分に予定が入っていない。

- 通話中や会議中ではない。
- 前回の測定から 6 日以上経過している。
- 前回の測定促しから 1 日以上経過している。

2.3 システム構成

図 2, 3 にシステム構成と搬送ロボットの外観を示す。搬送ロボットには、株式会社 Preferred Robotics 製の家庭用搬送ロボットであるカチャカ（B1A01）を使用した。使用する場所であらかじめマップを作成しておくこと、API 経由で指定した場所に専用のシェルフを作成しておくことができる。AGEs の測定には、エア・ウォーター・メディカル株式会社製の AGEs センサ（RQ1301）を使用した。AGEs センサはタブレ

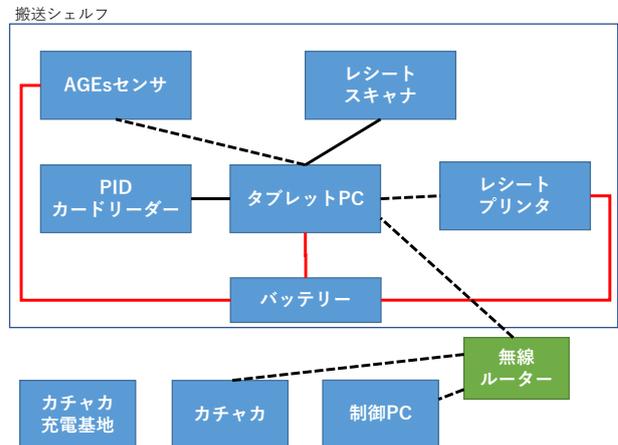


図2 システム構成



図3 搬送ロボット外観

ット PC で制御されており、測定手順や結果がディスプレイに表示される。結果が印刷されるレシートプリンタと前回の結果を読み込むレシートスキャナが接続されている。誰がいつ測ったかを記録するため、ユーザーが持つ PID カードを読み込むリーダーを設置した。これらを動かすためのバッテリーと一緒に、各機器を搬送ロボットの専用シェルフに搭載した。制御用 PC は、各ユーザーの適切なタイミングを特定するための情報取得と API 経由での搬送ロボットの制御に使用した。

3. 基礎評価実験

3.1 実験方法

株式会社島津製作所 基盤技術研究所(京都府精華町)において、PC で事務作業を行う事務室の中で搬送ロボットが移動可能な範囲に机がある従業員 59 名を対象とした。図 4 に対象者の机の配置を示す(無人の机もあるため机の数字と対象者数は一致していない)。評価指標は実験期間中の各対象者の測定回数とした。プライバシー保護のため、AGEs センサの計測結果は保存していない。比較群として、

- ① 事務室の一箇所に AGEs センサを固定
- ② 事務室の複数箇所をランダムに移動
- ③ 各対象者の机に適切なタイミングで訪れて測定を催促

を用意して比較を行った。比較群①では図の赤星に固定した。比較群②では図の黄星の位置に 20 分に 1 回ランダムに移動した。比較群③では 20 分に 1 回、2.3 節に記載した適切なタイミングの対象者の中からそれまでの訪問回数が少ない人を選び測定催促を行った。催促は、対象者の机に近づき、「前回の測定から 1 週間以上経ちました。AGEs を測定しませんか？」という音声を再生したあと、通行の邪魔にならないように一番近くの黄星位置に移動する方法で行った。実験期間は、2024 年 1 月 29 日～2024 年 3 月 29 日の間に、各比較群を 3 週間ずつ順番に評価した。評価は平日 10:00~17:30 に限定して行った。

3.2 実験結果

図 5 に各比較群の期間中の日毎の測定回数とその合計を示す。比較群①は 8 回、比較群②は 38 回、比較群③は 42 回であり、比較群①< 比較群②< 比較群③となった。AGEs センサを移動させることで測定回数が増加する結果が得られた。



図 4 実験場所の地図

また、図 6 に各比較群の期間中の対象者毎の測定回数のヒストグラムを示す。期間中に 1 回以上測定した人の数は、実験結果 1 と同様に比較群①< 比較群②< 比較群③となった。比較群②と③では 2 回以上測定した人も多いことから、測定の継続に役立ったと言える。比較群③で期間中初めて測った人もおり、比較群③は「測定したくなる気持ち」を比較群②よりも促せたと言える。

3.3 考察

期間中に測定があった場合に、その時の AGEs センサの位置(青丸)と測定した人の机の位置(赤丸)、測定催促をされた人の机の位置(緑丸：比較群③のみ)を重ね書きした結果を図 7 に示す。比較群①では AGEs センサの固定設置場所に近い人しか測定していなかった。比較群②では AGEs センサの場所に近い人が測定していることが多かった。比較群③では測定促進された人が測定している場合が多かった。これらの結果から、AGEs センサの場所をユーザーに近づけることに加え、存在をアピールすることが測定促進に寄与すると考えられる。これは、測定の継続を阻害すると考えられる「測定装置設置場所まで行くのが煩わしい」と「ユーザーがセンサの存在自体を忘れてしまう」という要因を解消した結果とも言える。

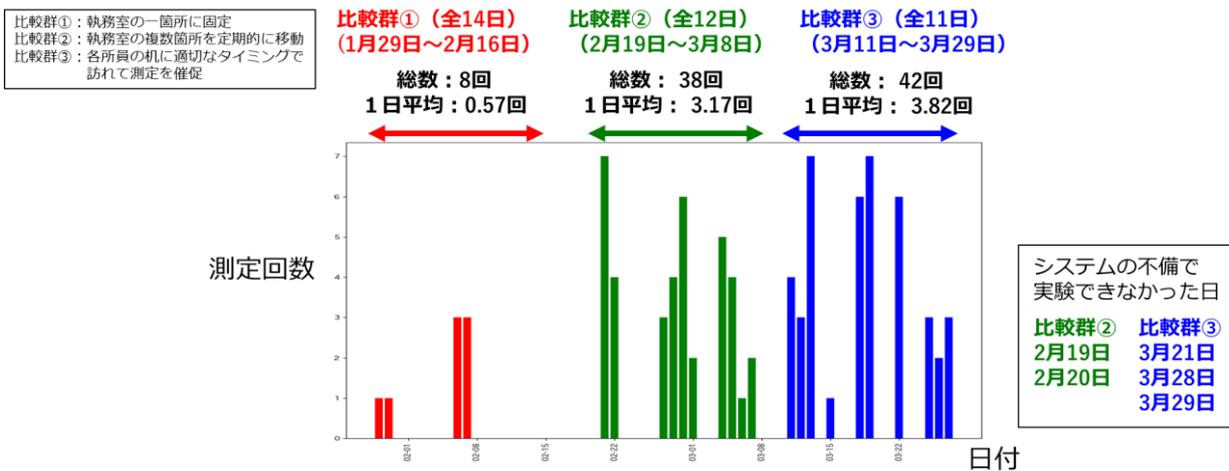


図5 実験結果1：各比較群の総測定回数

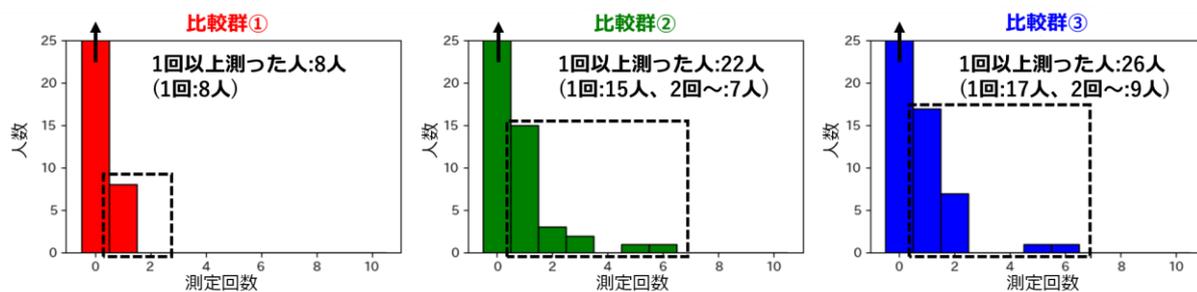


図6 実験結果2：各対象者の測定回数

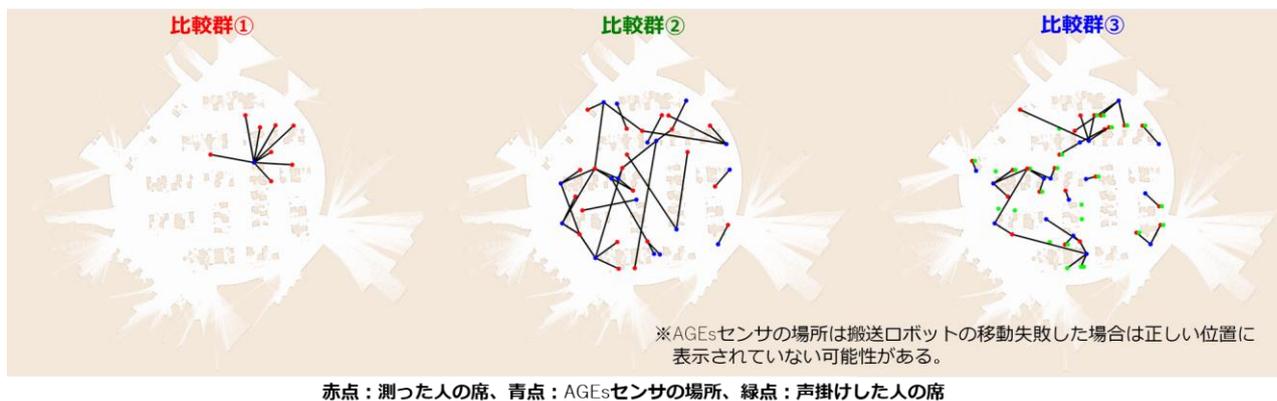


図7 実験結果3：AGES センサと測定した人の位置

4. まとめ

オフィス環境において AGES センサを搬送ロボットで移動させることが、測定促進に有効なことが示唆された。また、ランダムに移動させるだけでなく、各ユーザーの状況に応じて適切なタイミングで測定

を促すことで、より効果的に測定を促せることが示唆された。この結果は、AGES センサ以外のヘルスケア向け測定装置でも有効であると期待される。

参考文献

- [1] Nagai R, Horiuchi S, and Unno Y.: Application of monoclonal antibody libraries for the measurement of glycation adducts, *Biochem Soc Trans.*, Dec;31(Pt 6):1438-40, (2003).
- [2] Nahum-Shani I, Smith SN, Spring BJ, Collins LM, Witkiewitz K, Tewari A, and Murphy SA.: Just-in-Time Adaptive Interventions (JITAI) in Mobile Health: Key Components and Design Principles for Ongoing Health Behavior Support, *Ann Behav Med.*, May 18;52(6):446-462, (2018)
- [3] Ohno R, Moroishi N, Sugawa H, Maejima K, Saigusa M, Yamanaka M, Nagai M, Yoshimura M, Amakura Y, and Nagai R.: Mangosteen pericarp extract inhibits the formation of pentosidine and ameliorates skin elasticity, *J Clin Biochem Nutr.*, Jul;57(1):27-32, (2003).