

ウェアラブルセンサ開発と産業応用に向けた実証実験

大内一成^{†1}

概要: 日々のライフスタイルを客観的に捉え、その人に適した健康アドバイスをタイムリーに提供する個別化サービスのためのセンサとしてユーザの身体に装着して使用するウェアラブルセンサが注目されている。本稿では東芝が現在製品化しているウェアラブルセンサ (Silmee™ W20, Silmee™ Bar type) の概要と、その産業応用を目指した実証実験の取り組みを紹介する。

キーワード: ウェアラブルセンサ, 個別化サービス, 産業応用

Development of Wearable Sensors and Demonstration Experiments for Practical Applications

KAZUSHIGE OUCHI^{†1}

Abstract: Wearable sensors have attracted attention for externalizing everyday lifestyle and realizing individualized services to provide appropriate health advices in a timely fashion. This paper introduces the overview of Toshiba's current wearable sensor products such as Silmee™ W20 and Silmee™ Bar type, and some examples of demonstration experiments for practical applications.

Keywords: Wearable Sensor, Individualized Service, Practical Application

1. はじめに

全世界的に社会の高齢化が進んでいる。中でも日本は、世界一の長寿国でありながら出生数は減り続けており (少子化)、世界一の高齢化社会となっている。しばしば高齢化をネガティブに捉える向きがあるが、医療技術の進歩、社会構造の近代化の結果生じるものとして、むしろポジティブに捉えていくべきと考える。しかしながら、少子高齢化による医療費増大や、若い世代の年金負担増が大きな社会問題となっており、その解消のためには、介護を必要としないで自立した生活ができる期間 (健康寿命) を延ばすこと、高齢者の生産性を向上させることが肝要となる。特に、脳血管疾患、認知症、骨折・転倒が要介護となる原因の上位であり、それぞれ、生活習慣病予防、認知症早期発見、運動能力維持が対策となる。

これらの対策として、日々のライフスタイルを客観的に捉え、その人に適した健康アドバイスをタイムリーに提供する個別化サービスが期待されており、ライフスタイルを取得するセンサとしてユーザの身体に装着して使用するウェアラブルセンサが注目されている。東芝は15年以上前からウェアラブルセンシングおよびその応用に関する研究開発に取り組んできた[1]-[4]。本稿では、東芝が現在製品化しているウェアラブルセンサの概要と、その産業応用を目指した実証実験の取り組みの一部を紹介する。

2. 東芝のウェアラブルセンサ

2.1 Silmee™ W20

スマートフォンと連携し、「活動量・睡眠・食事」を記録するリストバンド型活動量計 Actiband™[5][6]を2014年8月に製品化した。内蔵の加速度センサを用いて歩数・移動距離・消費カロリーなどの「活動量」と睡眠時間・睡眠サイクルなどの「睡眠」を推定し、スマートフォンの専用アプリ上にグラフ等で表示したり、「食事」を写真で簡単に記録したりすることを可能にし、活動量・睡眠・食事をトータルで手軽に管理できる機能を提供してきた。

この程、その進化形としてセンシング機能を大幅に強化した Silmee™ W20[7] (図1: 左が本体、右がスマートフォンアプリ画面の一例) を2016年1月より販売開始した。



図1 リストバンド型活動量計: Silmee™ W20
Figure 1 Wristband-type Activity Tracker: Silmee™ W20.

^{†1} (株)東芝
Toshiba Corporation

加速度センサのみであった Actiband™ に対し、Silmee™

W20は、表1に示す通り、多様なセンサを内蔵することで、あらゆる分野に新しい可能性を実現する製品として開発したものである。

表 1 Silmee™ W20 概略仕様

Table 1 Outline Specification of Silmee™ W20.

内蔵センサ	3軸加速度センサ 光電脈波センサ マイク 紫外線センサ 温度センサ（皮膚温）
通信	Bluetooth® Smart
対応 OS	Android: 4.4 以上 iOS: 7.0 以上
連続稼働時間	14 日間 ※利用条件により変動
防水/防塵	IPX5/IPX7 相当
サイズ	約 20.5×65×12.5mm
重量	約 29.5g

Silmee™ W20で取得したデータをBluetooth®でスマートフォンに転送し、スマートフォンアプリ上で提供する主要機能を以下に示す。

- **活動量管理**
 自動的に収集された活動データをもとに、歩数・移動距離・消費カロリーを見やすく表示。歩数などの目標を設定することで、日々の目標達成度や現状の活動の進み具合も一目で確認可能。
- **食事管理**
 食事時間検出機能により食事の時間を自動で検出して管理。食品データベースを参照して手軽に摂取カロリーが記録可能。
- **会話量測定**
 一日の会話時間を内蔵マイクで測定。友人、知人との日々のコミュニケーション量を把握可能に。
- **睡眠自動検出と快適目覚ましアラーム**
 就寝・起床時の設定操作不要で自動で睡眠を検出し、睡眠リズムを手軽に管理。眠りの浅い時間帯にバイブレーションで快適な目覚めを提供。
- **脈拍測定**
 連続的に脈拍を測定し運動負荷を把握。日々の運動習慣をサポート。
- **紫外線レベル測定**
 紫外線を検知し、紫外線レベルを表示。日焼け止め対策や、大切な日光浴の時間を把握可能に。
- **SOS 緊急通知**
 簡単なボタン操作で、事前に登録した連絡先に緊急通知。急な不調で携帯電話の操作が困難な時や、高齢者の見守り、女性や子供の防犯対策に。
- **つながり機能**
 離れていても登録し合った家族や大切な人のデータが確認可能。活動・睡眠・食事・会話の情報を共有。

2.2 Silmee™ Bar type

2014年9月に製品化した貼付型生体センサ Silmee™ Bar type[5][8]は、生活習慣病予備群、退院患者など健康リスクの高い方の健康管理、メンタルヘルスケア、介護見守りなど、主に病院での診療以外での、医療介護従事者が関連したサービスでの利用を目的としたデバイスである。図2のように胸部の皮膚に直接貼り付け、心電位、脈波、加速度、皮膚温など様々な生体情報を同時かつ連続的に計測可能な生体センサである。計測したデータを元に、心拍間隔、脈波間隔、体動量、姿勢、呼吸数を算出し、Bluetooth®通信を介してスマートフォンやタブレットなどの外部機器へ転送することも可能である。外部機器では、心拍/脈波間隔の周波数解析による自律神経状態を、さらにはそれらを用いて詳細な睡眠状態を解析できる[9]。図4に自律神経解析および睡眠解析の流れを、図5に解析結果の一例を示す。



図 3 貼付型生体センサ：Silmee™ Bar type

Figure 3 Patch-type Vital Sensor: Silmee™ Bar type.

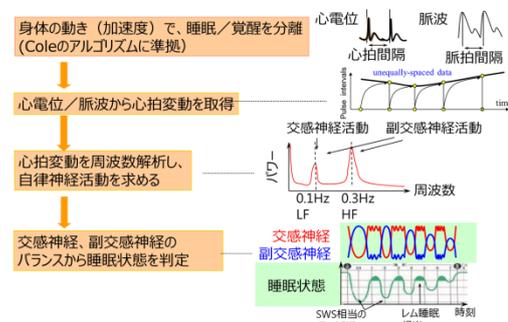


図 4 自律神経・睡眠状態解析処理

Figure 4 Processing flow of Autonomic Nervous Activity and Sleep State Analysis.

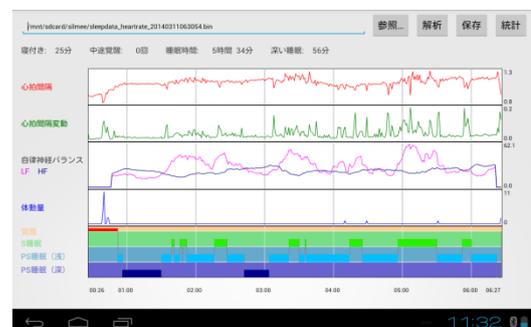


図 5 解析結果の表示例

Figure 5 A Sample Result of Data Analysis.

3. データ解析事例

上述したウェアラブルセンサによって日常生活の中でさりげなく得られた身体活動の客観データを、利用者の許可を得てクラウド上に蓄積し、ビッグデータ解析を行ってその解析結果を公開している[10]。Actiband™ 利用者の生活習慣の分析結果例を図6～8に示す。

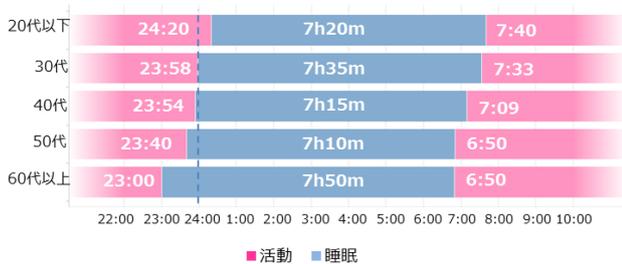


図6 年代別睡眠状況
 Figure 6 Sleeping habits by age.

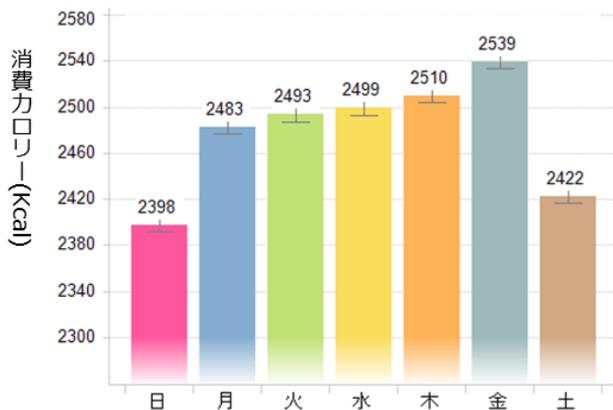


図7 曜日別消費カロリー
 Figure 7 Calorie expenditures by day of week.

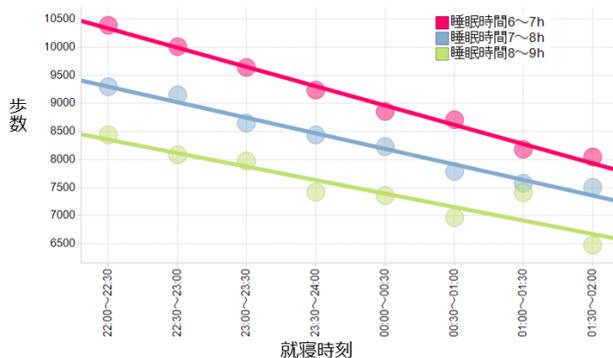


図8 就寝時刻と歩数
 Figure 8 Bedtime and Number of Steps.

図6は、年代別の平均睡眠時間、平均就寝/起床時刻である。一般的に歳をとると早寝早起きになると言われているが、その傾向が客観的に確認できた。

全年代の曜日別消費カロリーを図7に示す。土日は、スポーツ等により平日よりも身体を動かして健康増進に努めるユーザもいるが、全体的には土日は平日に比べて消費カロリーが少ないことがわかる。多くのユーザに土日に積極的に運動する習慣づけを行うソリューションを提供し、全体として土日の消費カロリーを増やすことで、生活習慣病/メタボリックシンドロームの予防に効果が期待できることを示唆するものである。

睡眠時間が6時間から9時間までの利用者を抽出し、3つの睡眠時間群に分け、就寝時刻と歩数の関係を比較した結果を図8に示す。その結果、就寝時刻の早い利用者は就寝時刻の遅い利用者よりも歩数が多い傾向にあることがわかった。また、起床時刻とBMI (Body Mass Index) の関係も見ると、早起きの方は遅く起きる人よりBMIが有意に小さいこともわかった。これらから、あまり運動をせず、遅くまで寝ているような不摂生な生活を送っている人は、そうでない人に比べて太っている傾向にあると言え、規則正しい生活が健康の維持に大切であることがわかる。

4. 実証実験事例

3章では、ウェアラブルセンサの一般利用者のデータ解析事例を紹介したが、これとは別に、産業応用に向けた取り組みとして、医療機関と連携した心電位測定精度のバリデーション、大学・県と連携した認知症予防に向けた実証研究、企業と連携した建設作業員の健康管理に関する実証実験なども進めている。

4.1 心電位測定精度のバリデーション

2.2節で説明したSilmee™ Bar typeは、従来から使用されている心電計に比べて小型で手軽に心電位を測定可能である。ただし、手軽に測定できて精度が不十分では使えないため、医療機関と連携して心電位測定精度のバリデーションを実施した。40人の被験者に図9のようにSilmee™ Bar typeと、一般の医療機器であるホルタ心電計を同時装着し、24時間の連続計測を行った。有効なデータ(33名分)の評価を行い、睡眠時において心拍間隔(RRI)の相関係数が0.91、拍検知率が98.9%と良好な結果を得た。現在、これらから算出した自律神経指標等に関する評価も進めている。



図9 Silmee™ Bar typeの心電位測定精度バリデーション
 Figure 9 Validation Test of Silmee™ Bar type.

4.2 認知症予防に向けた実証研究

国立大学法人大分大学、大分県などと連携し、「認知症のなりやすさ」と身体情報・生活習慣との因果関係を解明する実証研究を行っている[11]。対象とするのは大分県在住の一般の高齢者で、3年間で1000人程度のデータ収集を計画している。本実証研究では、従来から認知症診断に用いられる脳内アミロイドβ[a]蓄積量と認知機能検査情報の「認知症関連データ」に加え、Silme™ W20を用いて日中の活動量、睡眠時間・発話量、摂食状況などの「生活データ」及び、体重、血圧、体温、血糖値などの「身体データ」を継続して収集する。こうして得られた「生活データ」・「身体データ」と「認知症関連データ」の関係性を検証することで、「認知症のなりやすさ」と身体情報・生活習慣の因果関係を解明することを目指している。

4.3 建設作業員の健康管理に関する実証実験

建設会社と連携し、建設作業員一人ひとりの健康管理とともに現場の安全性の向上を目指して、Silme™ W20を活用し建設現場に従事する70人の作業員の体調を24時間見守る実証実験を進めている[12]。対象者はSilme™ W20を24時間装着し、出勤時に前日までの睡眠、食事、活動量などのライフログデータをスマートフォンから確認し、個人で体調を客観的に把握できるようにして日々の生活習慣を改善するきっかけとする。Silme™ W20は2週間充電不要で連続使用可能なため、腕に装着しているだけで簡単に連続した日々のライフログデータを計測できる。

建設現場では特に夏の屋外作業現場に従事する作業員の健康管理が課題となっており、熱中症対策のための取り組みも行われ始めている[13]。本実証実験は、Silme™ W20を活用することにより、ライフログデータから作業員個人の日々の健康管理が可能になり、熱中症以外も含む職場の安全性向上にも寄与しようとした取り組みである。

5. おわりに

東芝が現在製品化しているウェアラブルセンサ(Silme™ W20, Silme™ Bar type)の概要と、その産業応用を目指した実証実験の主なものを紹介した。

ウェアラブル機器を活用したビジネスは、デバイスそのものよりも、それらを使ってどのようなソリューションを提供できるかがポイントとなる。これらの実証実験で得た知見を生かし、ウェアラブルセンサにより日々のライフスタイルを客観的に捉え、その人に適したアドバイスをタイムリーに提供する個別化サービスを今後さまざまな領域に展開し、課題解決と社会貢献に繋げていきたい。

参考文献

- [1] K. Ouchi, Y. Ohmori, S. Matsushita, and M. Doi, A Wearable Authoring System Using Organized Multimedia Data, Extended Abstracts of CHI 2000, pp. 109-110 (2000).
- [2] K. Ouchi, T. Suzuki, and M. Doi, LifeMinder: A wearable healthcare support system with timely instruction based on the user's context, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E87-D, No.6, pp.1361-1369 (2004).
- [3] K. Ouchi, T. Suzuki, and K. Kameyama: Development of a wearable sleep sensor to monitor sleep states, Adjunct Proceedings of Ubicomp 2008, pp.43-44 (2008).
- [4] 大内一成, 土井美和子. 携帯電話搭載センサによるリアルタイム生活行動認識システム, 情報処理学会論文誌 Vol.53 No.7, pp.1675-1686 (2012).
- [5] 宮本浩二, 橋本和則, 鈴木琢治. ヘルスケアの様々な用途に対応したウェアラブルセンサ. 東芝レビュー, Vol.69, No.11, pp.13-16 (2014).
- [6] "東芝リストバンド型活動量計 Actiband™". <http://www.toshiba.co.jp/healthcare/actmonitor/>
- [7] "東芝 Silme™ W20". http://www.toshiba.co.jp/healthcare/silme_w20/
- [8] "東芝 Silme™ Bar type". <http://www.toshiba.co.jp/healthcare/Silme/>
- [9] T. Suzuki, K. Ouchi, K. Kameyama, and M. Takahashi, Development of a sleep monitoring system with wearable vital sensor for home use, Proceedings of BIODEVICES 2009 – the 2nd International Conference on Biomedical Electronics and Devices, pp.326-331 (2009).
- [10] "リストバンド型活動量計「Actiband™」利用者の生活習慣に関する調査結果について". https://www.toshiba.co.jp/healthcare/actmonitor/info/report201506_a.html
- [11] "大分大学と東芝が認知症予防に向けた実証研究を開始". https://www.toshiba.co.jp/about/press/2015_04/pr_j1601.htm
- [12] "生体センサを活用した建設作業員の健康管理に関する実証実験を開始". https://www.toshiba.co.jp/about/press/2015_08/pr_j2501.htm
- [13] "NTT コミュニケーションズと大林組、IoTを活用した作業員向け安全管理システムの実証実験を開始". https://www.obayashi.co.jp/press/news20150325_01

a) アルツハイマー型認知症患者の脳内に蓄積される認知症の原因物質