

ヘルスケアとウェアラブルのデータ等利活用技術に関する調査研究

清水 崇喜†

明治大学総合数理学部 先端メディアサイエンス学科 菊池研究室†

表1 データの各統計量

table	健康診断データ	血圧データ	医療費データ
属性数	49	6	10
期間	2008-2018	2017-2018	2004-2018
レコード数 [件]	964,636	120,886	19350822
対象者 [人]	198,741	4,038	288623

1 はじめに

現在多くの企業からウェアラブルデバイスが発売され、ウェアラブル端末を用いたデータ収集や、データ分析が行われてきている。ヘルスケア等分野においても同様であり、ウェアラブルデバイスの健康維持への利活用が期待される。

経済産業省によるウェアラブルデータやデータ活用による疾病・介護予防や次世代ヘルスケア報告書 [1] では、ウェアラブル端末を活用した健康指導の介入によって体重等の改善に効果があることが示されている。また日本電気株式会社 [2] や、みずほ情報総合研究所 [3] などの民間企業においても同様の利活用が進められている。厚生労働省による日本再興戦略 2016[4] においても、レセプトや健康診断のデータにウェアラブル端末等の IoT によるデータ収集を活用すれば、よりリアルタイムで個人の状況に応じた、効果的なサービス提供が可能となることが報告されている。従って、ウェアラブル端末を利用している人は、利用していない人に比べて、健康に強い関心を持っていることが予想される。

そこで、ウェアラブルデータを保持している者と保持していない者で健康状態に差異があるか確認するために調査を行う。2013 年から 2018 年まで 6 年間の 8,000 名の検診データとウェアラブルデータの匿名加工情報を用いて、ウェアラブル端末の利用の有無による統計的な差を明らかにする。

2 ウェアラブル端末所有者と非所有者の分析

2.1 データの概要

本研究では、あるヘルスケアサービス事業者から提供された匿名加工済みヘルスケアデータから、表 1 に示す健康診断データ、ウェアラブル端末による血圧取得データ、医療費データを用いて行う。本研究で利用する健康診断データの属性を表 2、ウェアラブル端末による血圧データを表 3、レセプトデータを表 4 に示す。

表2 健康診断データ

属性	変数名	例
仮 id	receipt_ID	user_A
検診受診月	date	2016/05/01
BMI	bmi	23.2
収縮期血圧 [mmHg]	h_bp	104
拡張期血圧 [mmHg]	l_bp	64

表3 ウェアラブル端末による血圧取得データ

属性	変数名	例
仮個人 id	receipt_ID	user_A
年月日	date	2017/11/01
収縮期血圧 [mmHg]	h_bp	132
拡張期血圧 [mmHg]	l_bp	95

表4 レセプトデータ

属性	変数名	例
仮 id	receipt_ID	user_A
年月日	date	2017/2/01
金額 [円]	cost	1520

2.2 データの加工

ウェアラブルデータを保持している者と保持していない者で健康状態に差異があるか確認するために調査を行う。ウェアラブル端末で血圧データを取得しているユーザー 4,037 人、ウェアラブル端末による血圧データを所

†Department of Frontier Media Science, School of Interdisciplinary Mathematical Science, Meiji University, Kikuchi Laboratory.

有していないユーザー 4,000 人を抽出し、この二つのグループ間において BMI, 治療額等の差異が発生するか検討する。

健康診断データの BMI の統計量を表 5 に示す。各グループの BMI の分布を図 1 に示す。統計量において、ウェアラブル端末を利用しているユーザーの方が BMI 平均値、レセプト一件あたりの医療費平均ともにわずかに大きい。分布においては、ウェアラブルを利用しているユーザー (WR) の BMI 平均値の方が利用していないユーザー (NoWR) に比べて BMI が多いことがわかる。したがって、ウェアラブルを利用しているユーザーの方が BMI が高くなる傾向が見られる。

表 5 健康診断データの BMI 統計量

BMI	ウェアラブル所有	ウェアラブル非所有
平均	23.386	22.904
最大値	47.2	42.06
最低値	14.5	14.5
標準偏差	3.618	3.763
N	4,037	4,000

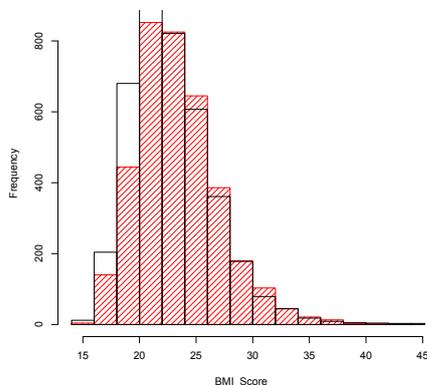


図 1 BMI 値の分布

表 6 医療費データの統計量

レセプト一件あたりの医療費	WR 所有	WR 非所有
平均	13,703.6	12,163.5
最大値	692,854	368,053.3
最低値	2,058.1	730
標準偏差	20,244.2	18,058.3
N	4,037	4,000

ウェアラブル端末を使用しているグループと使用していないグループ間の BMI 数値を日本肥満学会の BMI 分

表 9 ウェアラブル非所有者の 1 回目から 2 回目までの BMI 数値の推移

		2 回目						合計 [n]
		痩せ	普通	肥満 1	肥満 2	肥満 3	肥満 4	
1 回目	痩せ	229	56	0	0	0	0	285
	普通	57	2,007	85	0	0	0	2,149
	肥満 1	0	99	582	19	0	0	700
	肥満 2	0	1	17	98	5	0	121
	肥満 3	0	0	0	3	9	1	13
	肥満 4	0	0	1	1	0	5	7
	合計 [n]	286	2,163	684	122	14	6	3,275

類 [5] に従い、表 7 に示す 6 区分に分類して比較する。ウェアラブルを利用しているユーザーにおける 1 回目の検診と 2 回目における検診の BMI 指数の差を表 8 に示し、ウェアラブルを利用していないユーザーにおける差を表 9 に示す。

図 10 にウェアラブル端末所有者における BMI の変化を改善 (I), 維持 (R), 悪化 (D) に分類した推移図を示す。また 1 回目の健診から n 回目の検診時にウェアラブル所有ユーザー (WR) とウェアラブル非所有ユーザー (NoWR) でそれぞれ改善 (I) 維持 (R) 悪化 (D) を求めた図 2 とその変化率についてまとめた図 3 を示す。この二つの図より健康診断回数に応じた BMI の数値の変化は、ウェアラブルを利用しているユーザーの方が長期にわたって安定している。

表 7 BMI 評価 [5]

基準	区分	評価
18.5 未満	痩せ	U
18.5 以上 25 未満	普通	N
25 以上 30 未満	肥満 1	PO
30 以上 35 未満	肥満 2	O
35 以上 40 未満	肥満 3	O
40 以上	肥満 4	O

表 8 ウェアラブル所有者の 1 回目から 2 回目までの BMI 数値の推移

		2 回目						合計 [n]
		痩せ	普通	肥満 1	肥満 2	肥満 3	肥満 4	
1 回目	痩せ	166	52	0	0	0	0	218
	普通	43	2,098	123	2	0	0	2,266
	肥満 1	0	101	686	40	1	0	828
	肥満 2	0	0	20	116	4	0	140
	肥満 3	0	0	1	1	19	1	22
	肥満 4	0	0	0	0	2	2	4
	合計 [n]	43	2,365	882	159	26	3	3,478

表 10 ウェアラブル端末所有者における 1 回目から 2 回目までの BMI 推移

		2 回目						
		改善 2	改善 1	維持	悪化 1	悪化 2	悪化 3	合計
1 回目	痩せ			166	52	0	0	218
	普通		43	2,098	123	2	0	2,266
	肥満 1	0	101	686	40	1	0	828
	肥満 2	0	20	116	4	0		140
	肥満 3	1	1	19	1			22
	肥満 4	0	2	2				4
	合計	1	167	3,087	220	3	0	3,478

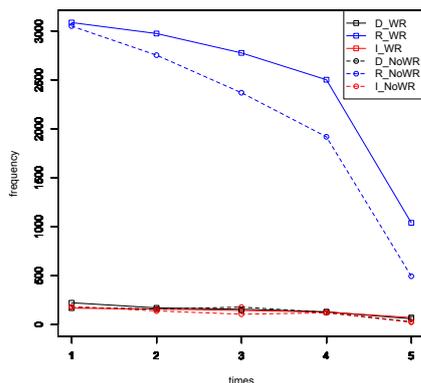


図 2 ウェアラブル端末と非所有者の BMI 数値の変化

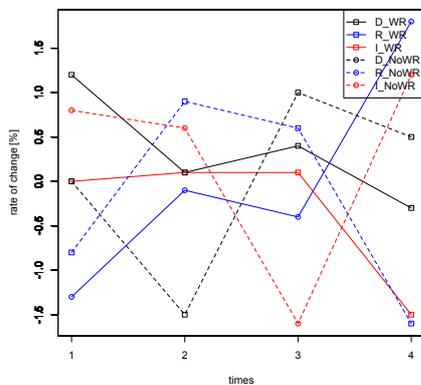


図 3 ウェアラブル端末所有者とウェアラブル端末非所有者の BMI 値の変化率

医療費データを用いて有意水準 5 % で両側検定の等分散を仮定した 2 標本による t 検定を行った。表 11 に R の “t.test” で得られた BMI の検定結果を示す。表 12 に医療費の検定結果を示す。

表 11 BMI-t.test_result

t	-5.6878
df	7,626
p_value	1.335×10^{-8}

表 12 I-t.test_result

t	3.4614
df	7,538
p_value	0.0005404

この結果、医療費 ($p=0.0005404 < .05$), BMI ($p=1.335 \times 10^{-8} < .05$) であり、この二つのグループ間にある BMI の差は統計的に有意であると示された。

3 BMI 悪化の要因

3.1 ロジスティック回帰

ウェアラブル端末所有グループ内において BMI の悪化に対してどのような要因が影響しているのか明らかにするため、式 (1) に示すロジスティック回帰分析を行った。

表 13 に示す様に、目的変数を「悪化 (D)」 「維持 (R)」 「改善 (I)」 とし、10 変数を用いて分析した。表 3.1 に R の “glm” 関数を用いて求めた目的変数が「悪化」の場合の結果、オッズ比 (OR) を示す。ウェアラブルを利用しているユーザにおける健康診断 1 回目と 2 回目で BMI の数値が「悪化」する要因として「BMI が 25 以上」に有意差 $p < 5.88 \times 10^{-5}$ が見られた。よって BMI 評価において、肥満と判定される人は、次の健康診断において、悪化する確率が高いことが示された。

$$y = \frac{1}{1 + e^{-(a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3)}} \quad (1)$$

2.3 t 検定

ウェアラブル端末を使用している被験者の方が BMI、医療費においてウェアラブル端末を使用していない被験者の数値を上回った。この二つのグループの差に統計的に有意であるか、前述の健診データのウェアラブル所有者 4,037 人とウェアラブル非所有者 4,000 人の BMI 値、

表 13 分析に利用する説明変数

目的変数	説明変数
BMI の悪化 /維持/改善	検診時収縮時血圧値平均 140 以上
	検診時拡張時血圧値平均 90 以上
	検診時 BMI25 以上
	ウェアラブル端末における血糖値データの有無
	ウェアラブル端末における血圧データの総数 300 以上
	ウェアラブル端末における歩行データの総数 300 以上
	ウェアラブル端末における歩行データの有無
ウェアラブル端末で収集した 1 日平均歩数 8,000 歩以上	

表 14 Logistic Regression Analysis of WR

	Deterioration on WR	OR
検診時収縮時血圧値 [Ave.]140 以上	0.258	(0.252)
検診時拡張時血圧値 [Ave.]90 以上	0.170	(0.278)
検診時 BMI25 以上	0.653***	(0.163)
ウェアラブル血糖値 の有無	-11.311	(391.997)
ウェアラブル血圧 データ数 300 以上	-0.523	(0.374)
ウェアラブル歩行 データ数 300 以上	-0.269*	(0.160)
ウェアラブル歩行 データの有無	1.146	(1.017)
ウェアラブル歩行値 [Ave.]8,000 以上	-0.024	(0.211)
Constant	-4.301***	(1.013)
N	3837	
Log Likelihood	-684.619	
AIC	1387.238	

***p < .01; **p < .05; *p < .1

3.2 結果

ウェアラブルを利用しているユーザーにおける健康診断 1 回目と 2 回目で BMI の数値が悪化する要因として「BMI が 25 以上」に有意差 $p=5.42 \times 10^{-5} < .05$ が見られた。よって BMI 評価において、肥満と判定される人は、次回の健康診断において、悪化する確率が高いことが示された。

4 おわりに

本研究では、8,000 名のデータを使用して、ウェアラブルの利用しているユーザーとしていないユーザー、また利用しているユーザー間で、統計的にどのような差があらわれるのか、統計的に分析した。結果、ウェアラブルを装着していることは、ある程度の健康改善に効果があることが分かった。今後の課題として、ウェアラブルデータが 2017 年から 2018 年までと短く、健康診断データに比べてレコード数も少ないことから分析の精度を高めるために、継続的により中長期的にウェアラブルデータを採取していくことが必要である。

謝辞

本研究において、データを提供して下さったヘルスケア事業者に感謝する。

参考文献

- [1] 経済産業省，“ウェアラブルデータやデータ活用による疾病・介護予防や次世代ヘルスケア”，平成 31 年 2 月，
- [2] 日本電気株式会社，“医療等データの利活用技術に関する調査研究”，平成 28 年度臨床研究等 ICT 基盤構築研究事業
- [3] みずほ情報総研株式会社，“要介護認定等データ及び介護レセプトデータを用いた要介護度変化の予測モデルにかかる実現可能性等の調査”，平成 30 年度老人保健事業推進費等補助金 老人保健健康増進等事業
- [4] 厚生労働省，“日本再興戦略 2016”，厚生労働省
- [5] 日本肥満学会，“BMI 分類”，令和 2 年 1 月参照，“jasso.or.jp/data/magazine/pdf/chart_A.pdf”