

# ウェアラブルデバイスと心理尺度を組み合わせたリハビリ支援の研究

## Research on rehabilitation support using wearable devices with due consideration for mental conditions

白樫 陽太郎\*<sup>1</sup>  
Yotaro Shirakashi

矢入 郁子\*<sup>1</sup>  
Ikuko Eguchi Yairi

\*<sup>1</sup> 上智大学大学院理工学研究科  
Graduate Schools of Science and Technology, Sophia University

Recent super aged society increases the need of rehabilitation support. To support continuous and successful rehabilitation, the personal motivation maintenance is indispensable for the body function recovery. The main purpose of this paper is to investigate the relationship between mental conditions, which are measured by psychological scales, and physical activities, which are sensed by wearable devices. This paper reports the results of the survey in which 110 people participated.

### 1. はじめに

超高齢社会に突入した今日、日常生活の自立を保つ、また身体機能回復のための手段として、リハビリテーション医療の必要性が高まってきている。リハビリテーションは周囲の協力なくして完遂することは難しく、患者個人レベルでのモチベーションを維持することができずに身体機能の回復が滞ってしまうケースも多く見られ、医者、理学療法士や家族など周囲の人間とのチームマネジメントが非常に重要であることが指摘されている。そのためには患者がどのような人間で、どのような生活を送ったのか、周囲の人が十分に理解する必要がある。そこで我々は、心理尺度を用いて推定可能な行動や意識(以下、心理的要素と定義)が、ウェアラブルデバイスで計測可能な身体活動量にどう作用するのかを明らかにすることで、リハビリに対する患者のモチベーションの維持、加えて、今まで不透明だった患者一人一人の生活実態や心理を理解し、それに適した効果的なアプローチを見出すことを目的に、リハビリテーション支援研究を行う。

近年、健康への意識の高まりにより、センサから容易に様々な身体情報を読み取ることができ、Nike FuelBandやFitbitなど多くの身近なウェアラブルデバイスが普及している。これらを用いて人間の活動をセンシングし、得られた身体活動量とSNSの投稿数など他の情報との相関を調べた研究が多く行われている[赤池 2013]。その中で、ウェアラブルデバイスから得た身体活動量と個人の内発的な心理との相関にアプローチした研究はほとんど行われていない。本稿では以降、複数の心理尺度を用いてテストを行い、ウェアラブルデバイスで測定された身体活動量との相関を調査する。

### 2. ウェアラブルデバイスと心理尺度を組み合わせたリハビリ支援

心理は、リハビリなど多くの目標達成に対する身体活動を促進したり抑制したりと、様々な影響を及ぼしている可能性が高いと考えられるが、身体活動に対して一概にどのような心理の影響が大きく、逆に小さいのかは定義されていない。身体活動と心理の相関を明らかにすることで、リハビリを必要としている患者の内発的要因による身体活動を促進するような支援ができる可能性がある。相関を明らかにするためには個人の身体活動と心理を把握する必要がある。

人間の心理を読み取る手段として、心理尺度テストがあるが、リハビリの現場で使われている心理尺度のPILテストは、精神健康状態を問うもので、長期間目標の達成に向けてモチベーションを維持して努力し続けられるのか、チームマネジメントを受け入れるのかといった、個人の性格や他者との関わり方などのリハビリにおいて重要な心理的要素を把握できておらず、抽象度が高い指標となっている。本調査では、心理を読み取る上で、使用する心理尺度を一つに絞らず、複数の心理尺度とすることで、リハビリにおいて重要だと思われる心理的要素を多く把握することを目指す。

本研究では、身体活動をウェアラブルデバイスにより測定することにした。ウェアラブルデバイスは1章で述べたように、多くの製品が普及し、誰にでも身近なものとなっている。患者が装着していても軽量で小型なので邪魔にならず、特別な操作も不必要なので情報収集が容易にできる。身体活動量をはっきりと可視化することができるので、1日の身体活動目標などを個人でも立てやすく、達成感も得やすいことから、患者のモチベーション維持につながる。医療関係者にとっては、ウェアラブルデバイスによる正確な身体活動量情報を得ることが可能になり、患者に負担をかけずに生活実態を把握し、個人に見合った適切なアプローチが可能になる。

個人の身体活動量と心理的要素を把握し、2つの相関を調べることで、医療関係者が患者について生活実態や性格、心理状態など多方面から理解を深めていくことが可能になるので、患者に対して状況や状態に見合った適切なアプローチをしていくことができる。加えて、患者本人が自分はどういった心理の時に身体活動を促進できるのかという自己への理解を深めることもできる。身体活動を外発的要因と内発的要因の2方面から促進していくことを可能にすることで、今までにないリハビリ支援を可能にする。

### 3. 調査

#### 3.1 心理尺度とウェアラブルデバイスの選択

本調査ではリハビリにおいて、心理尺度テストから読み取るべき要素として10個の心理尺度を用意した。選択した心理尺度と尺度から読み取れる心理的要素を表1に示す。それらに加えて、身体活動量を問う心理尺度を、内藤義彦による「質問紙による身体活動量評価法」を用いて「身体活動を図るための尺度」を作成し、テストに使用した[内藤 2001]。得られたデータは「身体活動のメッツ(METs)表[中江 2012]」に基づいて、活動量をメ

ツ (METs) という単位に換算して用いた。心理尺度については、使用に際して著作者から許可を得た[佐藤 2001]-[Gray 1987]。

表 1 使用した心理尺度と読み取れる心理的要素

心理尺度	読み取れる心理的要素
身体活動量を問う尺度	運動量, 生活活動時間
PANAS	ポジティブ尺度, ネガティブ尺度
WHO-5	精神健康状態
自己開示	初対面相手, 親密な同性相手の自己開示レベル
エフォートフル	行動抑制・行動始発・注意の制御
TUPI-J	外向性, 協調性, 勤勉性, 神経症傾向, 開放性
TAC-24	8項目の対処方略採用頻度
信頼感	自分または他者への信頼感
生きがい意識尺度	生きがい
二次元レジリエンス	資質的・獲得的レジリエンス
BISBAS	行動抑制, 駆動, 報酬反応性, 刺激探求

ウェアラブルデバイスには、小型で低価格、電池も切れにくく常に装着が可能でデータを収集しやすいことから、misfit flash を用いた。常にこれを装着することで 1 日の身体活動量を測定した。他デバイスと比較して低価格で、軽量かつ防水機能付き、装着場所の自由度が高いことからこれを選択した。misfit flash は 3 軸加速度センサを搭載し、歩数、消費カロリー、移動距離、睡眠の質と時間を測定できる。

### 3.2 調査方法

#### ◇心理尺度を用いた調査

用意した misfit の数に限りがあったので、misfit を装着してもらった協力者とは別に、協力者 100 名を対象に心理尺度テストのみを行った。11 個の心理尺度を用意したが、質問数は全部で 214 問あり、全て回答するのに 20 分程度かかることが見込まれた。これらを紙に印刷して回答してもらおうとなると時間や手間がかかるので、心理尺度テスト回答フォームを Web 上に作成した。各自の用意した端末でアクセスし、回答の際、制限時間等は設けない方法でテストが実施された。

#### ◇ウェアラブル活動良センサを追加した調査

10 名の協力者にウェアラブルデバイス misfit flash を着用してもらい、日々の身体活動量データを収集、2 週間の調査を行った。調査開始時に 11 個の心理尺度テストに回答し、開始から 2 日目以降は就寝前に 1 日を振り返りながら、毎日テスト結果に変化が見られると思われる身体活動量テスト、PANAS、WHO-5 の 3 個に回答、これを 2 週間継続した。

## 4. 分析・考察

### 4.1 因子分析を用いた因子抽出

協力者 110 名を心理的要素の強弱が似ている者同士のグループに分けるため、因子分析を行った。これを行うにあたり、説明変数には、110 名から得られた 39 個の各心理尺度から算出される下位尺度点数 (以下、心理的要素点数と記述) とした。因子抽出法は主因子法として、因子分析を行った。その結果、因子が 8 となったところで累積寄与率が 62.47% となり、6 割を超える。よって、今回は因子数を 8 として、分析をしていくことにした。

次に斜交回転である Promax 回転をさせて因子分析を行った。その結果、自己開示の深さを測る尺度から読み取れる心理的要素が高い負荷量を示している因子が多く見られた。よって、因子得点を算出して後の分析に使用したいので、削除ではなく、変数項目を改変する。自己開示の深さを測る尺度から読み取

れる心理的要素は 8 要素あるが、それらの平均を取り、一つの心理的要素として扱う。この心理的要素を「自己開示」として、再び因子分析を行った。分析により得られた因子パターン行列結果をもとに、因子の解釈を行った。解釈の結果、因子名を因子 1 は「行動制御」、因子 2 は「問題解決力」、因子 3 は「精神明朗性」、因子 4 は「他者信頼」、因子 5 は「問題逃避」、因子 6 は「行動抑制」、因子 7 は「感情の豊かさと外界への積極的作用」、因子 8 は「刺激接近」とした。

### 4.2 クラスタ分析による協力者のグループ分け

協力者を心理的要素の強弱が類似している者同士のグループに分ける。4.1 で行った分析から得られた因子得点結果をもとに、それぞれクラスタ分析を行った。距離計算はユークリッドの距離、合併後の距離計算は Word 法、クラスタ数は 4 つとした。クラスタの規模と因子得点平均値を表 2 に示す。因子ごとに見て比較的数値の大きいものに橙色、比較的小さいものに水色をつけた。

表 2 クラスタの規模と因子得点平均値

クラスタNo.	規模	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5	因子6	因子7	因子8
クラスタ1	32	-0.236	-0.629	-0.462	-0.663	0.233	0.023	-0.417	-0.564
クラスタ2	25	0.971	0.581	0.231	0.246	-0.839	0.782	-0.351	-0.180
クラスタ3	35	0.102	0.568	0.515	0.488	0.256	-0.168	0.565	0.330
クラスタ4	18	-1.127	-0.793	-0.502	-0.112	0.253	-0.799	0.129	0.612

この結果を表 3 に、行動系として制御、賦活-抑制、問題解決-問題逃避、開示系として自己信頼、他者信頼、精神系として一見して分かりやすくするためにまとめた。制御は因子 1 を見て、0.4 以上は○、0.4 以下は×、その他は△などと言った判断基準をもとに、それぞれ項目と関係する因子や心理的要素の数値が、比較的高ければ○、低ければ×となるようにした。生活は大きな差が見られなかったことからどのグループも十分として考察しなかった。

表 3 クラスタごとのまとめ

	身体活動		行動系			開示系		精神系
	運動	生活	制御	賦活-抑制	解決-逃避	自己信頼	他者信頼	
クラスタ1	×		△	抑制	逃避	×	×	×
クラスタ2	○	グループ間に差はなく、どのグループも十分な量	○	賦活	解決	△	△	△
クラスタ3	○		○	賦活	解決	○	○	○
クラスタ4	△		×	抑制	逃避	×	△	×

### 4.3 misfit 測定結果によるクラスタ間の有意差検証

misfit から活動量を読み取る 10 名の協力者をそれぞれ A ~ J とし、それぞれがどのクラスタに属しているかを見た。クラスタ1 には D, G, I, クラスタ2 には B, H, クラスタ3 には A, F, J, クラスタ4 には C, E が属する結果となった。

次に、misfit により測定された身体活動量から、クラスタ間で有意差が見られるかどうかを検討した。t 検定 (等分散を仮定した 2 標本による検定) を行った際の p 値を表 4 に示した。

表 4 クラスタ間の値の t 検定結果 (p 値)

	身体活動量を問う尺度		misfit			
	運動	生活	平均値	最大値	最小値	14日間の日毎
クラスタ2	0.62171400	0.02119700	0.8426008	0.4761331	0.8700383	0.8192460
クラスタ3						
クラスタ1	0.05659900					
クラスタ4						

クラスタ2 とクラスタ3、クラスタ1 とクラスタ4 の間では、p 値が 0.05 以上となり、有意差がなかった。これはそれぞれ、クラスタをまとめることができるとわかる。しかし、クラスタ2、3 とクラスタ1、4 の間では、p 値が 0.05 未満となり、有意差があった。よってそれぞれをまとめて、クラスタを 2 つとして今後の分析を行った。しかし、平均値、最大値、最小値、14 日間の日ごとの変動と様々な観点から t 検定を行ったが、5%水準での有意差はなかった。身体活動を問う尺度から読み取れる身体活動

量には心理的要素との相関が見られたが、misfit から測定された身体活動量では有意差が見られなかった原因を考察した。

これは、普段身につけたことのない misfit を装着したことによって、身体活動が促進されたことが考えられる。また、misfit による身体活動量の調査期間が正月の 3 ヶ日を跨いでいたため、協力者が普段とは異なる身体活動を行った可能性があると考えた。そこで、調査期間から 12/31～1/3 を抜いた 10 日間、12/29～1/3 を抜いた 8 日間、12/31～1/4 を抜いた 9 日間の身体活動量の平均値、最大値、最小値の観点から、協力者をクラスター 2, 3 とクラスター 1, 4 に分けて、t 検定を行った (表 5)。

表 5 身体活動量の t 検定結果 (p 値)

12/31～1/3抜き		
平均値	最大値	最小値
0.44452	0.54519	0.00866
12/29～1/3抜き		
平均値	最大値	最小値
0.45735	0.88395	0.02860
12/31～1/4抜き		
平均値	最大値	最小値
0.46661	0.64605	0.00132

どの期間においても、平均値、最大値には 5%水準での有意差は見られなかったが、最小値に有意差がある結果となった。A, B, F, H, J がクラスター 2, 3 のグループで、C, D, E, G, I がクラスター 1, 4 のグループである。最大値に有意差はないことから、身体活動量の多い日は、どのクラスターに属している人も同じ程度の活動量を示していることがわかる。また、最小値に有意差があったことより、クラスター 1, 4 に属する人は身体活動量の少ない日は極端に少なく、最低限の生活をしているだけということが考えられる。つまり、身体活動量の最大値と最小値の差が大きい。クラスター 2, 3 に属している人は比較的体活動量の少ない日でもある程度体を動かしていることがわかる。リハビリにおいて重要なことは合計の身体活動量を見ることではなく、毎日ある程度の身体活動が行われているかを確認することであり、それが最終的に自発的な身体活動の促進につながるということが考えられる。心理尺度から、協力者 110 名を心理的要素に基づいてクラスターに分け、ウェアラブルデバイスからクラスターごとの身体活動の特徴を見出すことができたと言える。

#### 4.4 misfit から測定された活動量と日々の心理的要素との相関

長期間で見ると、人によって 1 日の身体活動量に幅があることがわかったが、その幅の中で変動している要因となる心理的要素は何であるかを考察した。これまでの生活の中で確立されたものが多く、本調査で対象とした心理的要素は、調査期間の 2 週間では変化しないことが予想される。一方で、ポジティブ情動、ネガティブ情動、精神的健康状態は日々変動する可能性がある。この 3 要素が日々の身体活動を個人の幅の中で決定しているのではないかと考え、検証を行った。10 名の協力者をそれぞれ A～J とし、14 日間で読み取った活動量を表 6 に示す。

表 6 misfit から読み取った協力者の活動量

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	
A	1094	1315	1052	1896	1411	1335	1089	
B	1025	1083	858	2575	856	1040	757	
C	1546	1396	2241	942	371	501	587	
D	967	605	272	424	440	1441	784	
E	3757	1437	1047	657	894	1121	551	
F	3265	2173	1377	1926	122	606	34	
G	356	3930	1407	1952	1747	1066	687	
H	1008	2438	1014	1490	746	286	952	
I	1659	1692	1060	1968	1344	542	288	
J	892	1193	1012	300	639	496	1005	
	8日目	9日目	10日目	11日目	12日目	13日目	14日目	合計
A	482	840	670	1369	962	850	928	15293
B	933	184	225	744	406	494	1164	12344
C	274	408	642	1386	1880	1352	2299	15825
D	1623	750	918	1242	1038	79	214	10797
E	966	428	2784	752	811	1016	1582	17803
F	1590	1865	1173	1905	1081	667	1240	19024
G	217	136	196	1513	2442	1221	1922	18792
H	1424	736	1121	1813	2051	2239	664	17982
I	337	1286	671	514	320	1568	1647	14896
J	502	707	929	631	1216	1176	672	11370

表 6 の合計値と毎日計測を行った PANAS, WHO-5 から読み取れる心理的要素「ポジティブ情動」「ネガティブ情動」「精神健康状態」との相関を、協力者ごとに見た。misfit から測定された活動量と中程度以上の正の相関 (0.4～) があつたものには橙色をつけ、表 7 にまとめた。

表 7 協力者ごとの日々変動する心理的要素との相関

	ポジティブ情動	ネガティブ情動	精神健康状態
A	0.5350	0.1523	0.0734
B	0.2106	0.0441	0.3025
C	0.5319	0.1464	0.4629
D	0.7568	0.2735	0.2416
E	0.3295	0.0672	-0.1000
F	0.4976	0.3527	-0.2271
G	0.5455	-0.1100	0.6370
H	0.5434	0.2358	0.5034
I	0.3513	-0.0317	0.5072
J	0.0627	0.0695	-0.2834

身体活動量の変動とポジティブ情動や精神健康状態の変動に相関があつた協力者が多くいることが読み取れる。つまり、身体活動量の幅にポジティブ情動が関係している人 (A, C, D, F, G, H)、身体活動量の幅に精神健康状態が関係している人 (C, G, H, I)、身体活動量の幅に情動や精神健康状態は関係のない人 (B, E, J) がいることがわかった。対して、身体活動量の幅にネガティブ情動が関係している人はほぼいない。

次に、日々のポジティブ情動、ネガティブ情動、精神健康状態の変動を、1 日目と 2 日目との差を取り、続いて 2 日目と 3 日目の差を取り...という計算を期間終了まで繰り返し、それぞれの差の絶対値の合計、すなわち変化量を計算し、表 8 に示す。

表 8 情動と精神健康状態の変化量

	ポジティブ情動	ネガティブ情動	精神健康状態	クラスター
A	63	65	45	3
B	62	46	36	2
C	54	39	62	4
D	60	58	32	1
E	90	96	47	4
F	98	61	41	3
G	77	69	37	1
H	107	110	72	2
I	64	82	82	1
J	128	170	45	3

これより、身体活動量の多いクラスター2, 3 と身体活動量の少ないクラスター1, 4 クラスター2, 3 とクラスター1,4に分けて、それぞれの変動の平均値を取り、比較を行った(表 9)。

表 9 クラスターごとの変動の平均値

	ポジティブ情動	ネガティブ情動	精神健康状態
クラスター2,3	91.6	90.4	47.8
クラスター1,4	69	68.8	52

クラスター2, 3 の方がポジティブ情動、ネガティブ情動の変動が大きく、クラスター1, 4 の方が精神健康状態の変動が大きいことがわかる。つまり、情動に大きな変動がある方が身体活動量は多くなり、一方で、精神健康状態に変動が大きい、つまり不安定だと身体活動量は少ないことがわかる。

## 5. おわりに

本研究では、ウェアラブルデバイスと心理尺度を組み合わせた調査を行った結果、心理の個人差が日々の身体活動量の最小値に影響を与えることが示された。また同様に、日々変動する情動や精神健康状態と日々の身体活動量に相関があること、情動や精神健康状態の変化量と身体活動量にも相関があることが示された。今後は、より多くの特徴をグループレベルではなく個人レベルで見出していくことで、リハビリ支援の幅を大きく広げていくことができる可能性がある。具体的な今後の方針として、リハビリ支援研究として効果を高めるべく、実際に大田区のリハビリクリニックに通院している患者や千代田区在住の高齢者を対象に調査を行う予定である。また、高齢者は家から出ない生活が中心であることも考えられ、ウェアラブルデバイスによる身体活動量測定からでは生活実態が見えにくい可能性がある。よって、自宅に赤外線センサを備え、室内では赤外線センサ、屋外ではウェアラブルデバイスを用いることでより正確な身体活動量の測定を行う実験を検討している。本調査の結果をリハビリ支援に留めず、スポーツ支援や学習支援など多方面に応用していきたい。

## 謝辞

本研究に協力してくださった山王リハビリクリニックの速水先生、中園様、調査参加者の皆様に感謝します。

## 参考文献

- [赤池 2013] 赤池勇磨, 荒川豊, 安本慶一: オンライン活動とオフライン活動の相関関係分析
- [内藤 2001] 内藤義彦: 日常生活における身体活動量の評価「質問紙による身体活動量評価法」
- [中江 2012] (独)国立健康・栄養研究所 中江悟司, 田中茂穂, 宮地元彦: 改訂版「身体活動のメッツ(METs)表」
- [佐藤 2001] 佐藤徳, 安田朝子: 日本語版 PANAS の作成
- [WHO 1998] Psychiatric Research Unit WHO Collaborating Centre in Mental Health: WHO-5 精神的健康状態表(1998)
- [丹波 2010] 丹波空, 丸野俊一: 自己開示の深さを測定する尺度の開発(2010)
- [榎本 1997] 榎本博明: 自己開示の心理学研究 北大路書房
- [山形 2005] 山形伸二, 高橋雄介, 繁樹算男, 大野裕, 木島伸彦: 成人用エフォートフル・コントロール尺度日本語版の作成とその信頼性・妥当性の検討
- [小塩 2012] 小塩真司, 阿部晋吾, カトローニピノ: 日本語版 Ten Item Personality Inventory (TIPI-J)作成の試み

- [Gosling 2003] Gosling, S. D., Rentfrow, P. J., & Swann, W. B., Jr. A very brief measure of the Big-Five personality domains. *Journal of Research in Personality*, **37**, 504–528.
- [神村 1995] 神村栄一, 海老原由香, 佐藤健二, 戸ヶ崎泰子, 坂野雄二: 対処方略の三次元モデルの検討と新しい尺度(TAC-24)の作成
- [天貝 1995] 天貝由美子: 高校生の自我同一性に及ぼす信頼感の影響
- [今井 2012] 今井忠則, 長田久雄, 西村芳貢: 生きがい意識尺度(Ikigai-9)の信頼性と妥当性の検討
- [平野 2010] 平野真理: レジリエンスの資質的要因・獲得的要因分類の試み—二次元レジリエンス要因尺度(BRS)の作成
- [高橋 2007] 高橋雄介, 山形伸二, 木島伸彦, 繁樹算男, 大野裕, 安藤寿康: Gray の気質モデル—BIS/BAS 尺度日本語版の作成と双生児法による行動遺伝学的検討
- [Gray 1970] Gray, J. A. The psychophysiological basis of introversion–extraversion. *Behavioral Research and Therapy*, **8**, 249–66.
- [Gray 1981] Gray, J. A. A critique of Eysenck's theory of personality. In H. J. Eysenck (Ed.), *A model for personality*. Berlin: Springer. pp. 246–277.
- [Gray 1982] Gray, J. A. *Neuropsychological theory of anxiety*. New York: Oxford University Press.
- [Gray 1987] Gray, J. A. *The psychology of fear and stress*. Cambridge University Press.