

[優 秀 賞]

健康無関心層が「ハマる」身体活動促進手法とは？ —ファン心理を活用したアプローチの大規模社会実証研究—

鎌 田 真 光* 林 英 恵** 田 栗 正 隆***

HOW TO “HOOK” PEOPLE IN THE PRECONTEMPLATION STAGE? A LARGE-SCALE, FANDOM-BASED APPROACH FOR PROMOTING PHYSICAL ACTIVITY

Masamitsu Kamada, Hana Hayashi, and Masataka Taguri

Key words: nudge, gamification, dissemination, exercise, mHealth.

緒 言

身体活動が健康を維持増進するうえで重要であることはよく知られているが、非活動的な生活習慣は世界的に蔓延しており、身体活動を促進する効果的なポピュレーション戦略が必要とされている。しかし、これまでの研究では、身体活動を大規模に集団・地域レベルで促進することは非常に難しいことが示されており、コミュニティ・ワイド・キャンペーンと呼ばれる多面的な介入戦略についても、地域レベルで身体活動を促進することに成功した質の高い研究知見は限られている⁶⁾。

近年、種々の健康行動について無関心期にある人々の行動変容を促す手段として、ゲーミフィケーションや行動経済学の理論など、新たな手法・観点への期待が高まっている⁹⁾。ゲーミフィケーションは、ポイント、レベル、競争などのゲームデザイン要素をゲーム以外の場面で用いて、人々を動機づけ、行動変容に導くものと定義できる⁷⁾。先行研究では、ゲーミフィケーションを取

り入れた介入が過体重および肥満状態にある成人の身体活動量を増加させたことが示されている⁹⁾。しかし、これら新しい理論を大規模に実社会で実装した際の介入の有効性については、十分に明らかになっていない。スマートフォンを用いたインセンティブ・プログラムである Vitality Active Rewards は保険会社によって広く実施されており、その会員の身体活動促進に有効であったと報告されているが（南アフリカ：n>415000, イギリス：n = 11881）、これらの検証は対照群なしの事前事後デザインに基づいていた^{3,8)}。実社会で実装された大規模なアプローチの有効性を確認するためには、適切に因果推論が行えるデザインに基づいたより質の高いエビデンスが必要である。

また、こうしたゲーミフィケーションに基づく行動変容介入をより効果的に設計するための要素として、ファン心理やスポーツチームとのつながり¹⁰⁾が、習慣形成の強力な誘因として利用できる可能性がある。例えば、スコットランド・プレミアリーグのサッカークラブによる Football Fans

* 東京大学大学院医学系研究科

** マッキンゼーグローバルヘルス

*** 横浜国立大学データサイエンス学部

Graduate School of Medicine, The University of Tokyo, Tokyo, Japan.

McCann Global Health, New York, NY, USA.

School of Data Science, Yokohama City University, Yokohama, Japan.

(2)

in Training (FFIT) プログラムでは、男性サッカーファンを減量プログラムに参加させ、臨床的に重要な減量を3.5年間持続させることに成功している^{2,5)}。更に、日本のプロ野球パシフィック・リーグ (パ・リーグ) では、「パ・リーグウォーク」というアプリを開発し、ファン心理 (チーム・プライドや選手への愛着など) を重要な要素として取り入れたゲーミフィケーションをスマートフォン上で実装し、野球ファンの身体活動促進を目的とした大規模なプロジェクトを進めている。世界におけるスポーツの人気やスマートフォン所有者の増加を考慮すると、このモデルは大規模な行動変容アプローチとして発展が期待できる。

そこで本研究では、準実験デザインを用いて、大規模に社会実装されたアプリ「パ・リーグウォーク」がユーザーの身体活動量増加につながるか明らかにすることを目的とした。また、自治体等が行う従来の健康づくり事業では十分にアプローチできていなかった無関心層を巻き込んでいるか、20代・30代など働き盛り世代の身体活動量を増加できているかについても検証するとともに、行動変容の長期的な持続効果についても検証を行った。

方 法

A. アプリ概要 (パ・リーグウォーク)

パ・リーグウォークは、パシフィックリーグマーケティング株式会社が2016年3月に無料配信を開始したアプリであり、iPhone および Android 上で利用できる (2019年12月時点でダウンロード数60000超, 図1)。ファン心理を核として、行動科学理論とゲーミフィケーション⁷⁾に基づき、プロ野球ファンの身体活動を促進するよう設計されている (fandom-based gamification)。アプリの特徴的な仕組みの1つに歩数応援合戦がある。これは、実際のプロ野球の試合開催日に行われる、対戦球団のファン同士による1日合計歩数の対戦機能である。例えば、東北楽天ゴールデンイーグルスと福岡ソフトバンクホークスの試合がある日には、両球団のファン同士もその日1日の歩数合算値を競う。その他、歩数対戦に基づくチームの順位表や、各個人の歩数記録表示、生涯歩数に基づ



図1. パ・リーグウォークのアプリ画面例
Fig.1. Screen-shots of the Pa-League Walk app.

くレベル (MVP, 1軍, ファーム (2軍), 草野球のバッジ)、Facebook・Twitter上の友だち間および応援球団のファン間の歩数ランキングといった機能がある。また、2016年10月には、1日1万歩達成のインセンティブとして「選手図鑑」機能が導入され、1日1万歩を達成した日には、応援球団からランダムに選ばれた選手1名のプロフィール画像が与えられるようになった。アプリは、オフシーズン (10月から3月) を含め、いつでもどこでも使用できるため、ターゲットは球場来場者だけでなく、主に自宅でテレビ観戦しているようなファンも含めている。健康づくりとしての運動に無関心な層への訴求を狙いとしているため、アプリでは、身体活動と健康の関係に関する情報や「健康のため運動しましょう」といったメッセージは意図的に言及されておらず、ファンを結び付け、連帯感を高めつつ野球を楽しむツールとして位置づけられることに主眼がおかれている。

B. 研究デザインと測定項目

研究デザインは準実験デザインであり、図2は参加者のフローチャートを示している。主要評価項目は1日当たり歩数の変化である。歩数は循環器疾患等の慢性疾患発症および死亡リスクとの関連が知られている。パ・リーグウォークのアプリ上では、スマートフォン内蔵の加速度計を用いて、毎日の歩数が自動的に記録されており、本研究ではこの歩数情報を解析した。iPhone (5s以上のモデル) の場合、この歩数は「ヘルスケア」アプリにデフォルトで記録された歩数と同値である。iPhoneで測定された歩数の妥当性は実験室および自由生活下で検証されており、研究用歩数計と

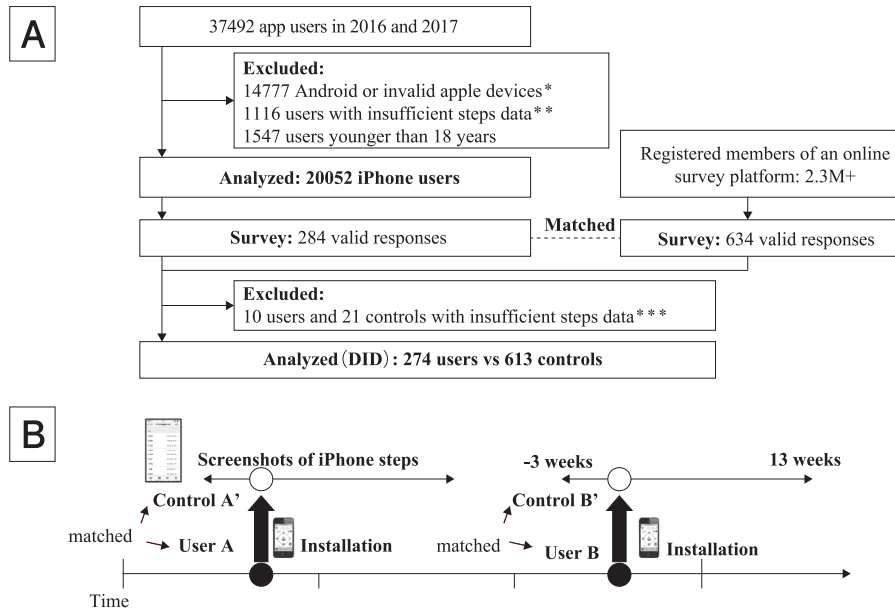


図2. フローチャート(A)と研究対象者のマッチング(B)

Fig.2. Flowchart(A) and matching scheme(B) of the participants.

DID; difference-in-differences analysis.

*Invalid Apple devices include iPad and old iPhone models without motion coprocessor. **< 500 steps/day.

***< 500 steps/day, < 4 valid days each before and after the installation date.

中・高程度の相関¹⁾などが示されている。一方、Androidスマートフォンはさまざまなメーカーが製造しており、スペック（アルゴリズム等）のばらつきが非常に大きく、歩数測定の正確性は十分明らかでない。したがって、本研究ではiPhoneユーザーのデータのみを分析した（全ユーザーの61%）。歩数データはインターネット経由で自動的にアップロードされ、クラウドサーバーに保存された。本研究では2016年および2017年のアプリ利用者を対象として、パシフィックリーグマーケティング株式会社によって匿名化したうえで提供された歩数データを使用した。現行バージョンのパ・リーグウォークとiPhone「ヘルスケア」アプリのユーザビリティ・不具合有無の確認と歩数データの一致については研究者側での検証も行った。なお、18歳未満のユーザーのデータは除外した。因果関係を明らかにし、アプリ介入が日常歩数に与える影響を調べるために、1) アプリをインストールする前のユーザーの歩数（ベースライン＝事前データ）と2) 各ユーザーと同期間における対照群の歩数データ（事前事後対照データ）を追加で収集した（詳細後述）。

アプリのデフォルト設定として、各ユーザーはアプリを最初に起動した際に性、年齢、身長、体

重、応援球団を登録した。また、位置情報送信に同意したユーザーについては、iPhoneの平均的な位置情報から居住地（都道府県レベル）も推定・記録された。その後、追加情報取得のために、2017年12月29日から2018年1月11日の間にアプリのプッシュ通知を通して、オンライン調査の協力依頼が各ユーザーに対して送信された。調査回答に同意したユーザーは、世帯年収、世帯人数、最終学歴（中学校・高校、専門学校・短大・高専、4年制大学以上）、居住地（都道府県）、アプリの起動頻度、球場来場頻度を回答した。また、同様に同意した対象者については、アプリのインストール前1か月間の歩数データ（ベースライン＝事前データ）も、iPhoneのデフォルト設定として各端末に保存されているデータをアプリのクラウドサーバーにアップロードする形で取得した。調査時点で20歳未満の参加者は分析から除外した（アプリのインストール時点では20歳未満であったが、調査時点で20歳以上であった者は分析に含む）。

次に、マッチングした対照群のデータを取得するために、2018年2月から3月にオンライン調査を実施した。オンライン調査プラットフォーム（楽天リサーチ株式会社）の登録者230万人以上のな

(4)

かから、iPhoneを所有しているがパ・リーグウォークをインストールしていないパ・リーグファンを抽出し、調査を実施した。次に、各調査対象者（対照群）を性・年齢層ごとに各ユーザーとマッチングしたうえで、iPhone「ヘルスケア」アプリ上の歩数情報のスクリーンショット（写真）をアップロードするよう依頼した。歩数情報の期間はマッチングした各ユーザーのパ・リーグウォークのインストール日に基づき、インストール日の3週間前からインストール後13週間とした（図2B）。また、ユーザーと同様の質問項目（世帯年収等）をオンライン調査で尋ねた。これらの調査により、性・年齢層・日付でマッチングされた、ユーザーおよび対照群のアプリインストール前後の歩数データが収集された。本研究ではインストール日前後それぞれにおいて、500歩以上の日が4日以上ある者のみを分析対象とした。その結果、最終的に274名のユーザーと613名のマッチングした対照群の情報が得られた（1ユーザー当たり平均2.2人〔範囲：1～4〕の対照群）。

ユーザーの行動変容ステージに関する情報は、これら全体ユーザーおよびオンライン調査の対象者については取得できていないが、2019年9月にパシフィックリーグマーケティング株式会社と福岡市との共同事業として、福岡ソフトバンクホークスを応援球団として新規にインストール・登録した者を対象に調査が実施されている。本研究では、その回答者591人のインストール時点の運動に関する行動変容ステージの分布情報を取得した。行動変容ステージに関する設問は、アプリの初回起動時に送信され、「このアプリをダウンロードする前のことについて伺います。あなたの過去6か月の運動の実施状況や考え方について、最も当てはまるものを1つ選んで下さい。なお、ここでいう『定期的な運動』とは、1回当たり30分以上の運動を週2回以上行うことを意味します」という設問に対して、「運動をしていなかった。また、近い将来（6か月以内）に運動を始めるつもりもなかった（無関心期）」「運動をしていなかった。しかし、近い将来（6か月以内）に始めようとは思っていた（関心期）」「最近、運動をしていた。しかし、定期的ではなかった（準備期）」、「最近、

定期的に運動をしていた。しかし、始めてから6か月以内であった（実行期）」「最近、定期的に運動をしていた。また、6か月以上継続していた（維持期）」のいずれかを選択する形で調査された。

本研究では匿名化されたデータのみを使用しており、Harvard T.H. Chan School of Public Health 倫理審査委員会（承認番号：IRB16-0754）および東京大学大学院医学系研究科・医学部倫理委員会（承認番号：2019188NI）から承認を得て実施した。

C. 統計解析

アプリのユーザーと対照群のベースライン特性を比較し、t検定とカイ2乗検定を行った。介入効果の推定として、回帰モデルを用いた差の差（difference-in-differences; DID）分析により、アプリのインストール前後の歩数の変化を対照群と比較した。DID分析は因果効果を推定する準実験デザインの分析手法として経済学・医学領域で近年広く利用されてきており、介入とアウトカムの関連は、時間変数（介入前・後）と群変数（介入群・対照群）の交互作用によって推定される。本研究では、一般化線形混合モデルを用いて、性、アプリのインストール日（対照群における参照日）時点の年齢、body mass index（BMI: < 25 kg/m², 25+ kg/m²）、最終学歴、等価世帯年収（世帯年収を世帯人数の平方根で除した値：≤ 3000000円, 3000001～4999999円, ≥ 5000000円）、居住都道府県人口密度（< 1000人/km², 1000+人/km²）、アプリのインストール年（2016, 2017）、群効果（ユーザー、対照）、時間効果としての月（インストール前、インストール後1か月、2か月、3か月）、そして群と時間（月）の交互作用を固定効果として、個人（分析対象者）をランダム効果として投入した。

DID分析の平行トレンドの仮定、すなわち、介入群と対照群のアウトカムのトレンドは、介入がない状況では同じ（平行）であるという前提条件については、介入前（インストール前）の期間における群・時間の交互作用を評価するとともに、ユーザーと対照群におけるインストール前後の平均歩数の変化（軌跡）を図示し、目視による確認を行った。また、インストール日は1年を通して分布しており、居住地域は日本のすべての地域に

広がっていたため、アプリのインストール以外でユーザーや対照群に影響を与えた外生的なショックはないと考えられる。分析の妥当性を更に検証するために、対照群のデータを用いて、介入前のアウトカム水準が介入前後のアウトカムの変化量と相関するかどうかについても確認した。

DID分析の結果がアプリの全ユーザー(母集団)にどれほど当てはまるのか、一般化可能性を検討する一助として、介入前の歩数でマッチングしたDID分析を追加で実施した(介入前の歩数の差が1000歩/日以内の組み合わせに限定)。ただし、ベースライン時点における介入群と対照群との間のアウトカム水準の違いは、それ自体がDID分析の妥当性を損なうわけではなく、介入前のアウトカム水準でマッチングを行うと平均への回帰バイアスが生じる可能性がある。したがって、この追加のマッチングはあくまで参考情報を得るためのものであり、本研究の主要分析ではない。

本研究では、更に、性別、年齢層(18~39歳および40~68歳)、BMI、学歴、等価世帯収入、人口密度、アプリ起動頻度による介入効果の修飾の有無を、これらの変数と群・時間(月)の交互作用を用いて調べた。

また、因果推論の参考として、2016年のデータを使用して、アプリの主要な機能追加に対するユーザーの特定の応答が観察されるか確認した。すなわち、1日1万歩達成への報酬システム(選手図鑑機能、2016年10月開始)の導入前後で歩数の分布に変化があるか調べた。最後に、行動変容の長期的な持続効果を検証するために、DID分析の対象者($n=274$)について、アプリをインストールしてから最長22か月(2016年3月から2018年1月)までの歩数の長期トレンドを調べた。この長期評価の期間は、各ユーザーのインストール日によって異なり、インストールが早ければ早いほど、評価期間が長い。上述したメインの分析モデルと同様の共変量に加えて暦月(季節性を考慮)で調整した一般化線形混合モデルによって、ベースライン(インストール前)とインストール後の歩数を比較した。

国民健康・栄養調査の歩数情報(平成25年全国平均[標準偏差]:6642[4191]歩/日)に基づき、

両側5%の有意水準、80%の検出力でt検定を用いると、1000歩/日の差を検出するには各群277人のサンプル数が必要であった。分析にはSAS 9.4(SAS Institute Inc., Cary, NC)を用いた。

結 果

解析可能な全ユーザーを含むデータセットには、20052人から計1715468日分の歩数データが含まれていた。ユーザーのうち42%が女性で、平均年齢(標準偏差:SD)は33.6(11.6)歳、平均BMI(SD)は23.0(3.9)kg/m²、24%が過体重(BMI \geq 25)であった。ユーザーの居住地は47都道府県すべてに分布していた。

表1はDID分析サンプル(ユーザー274人vs対照群613人)のベースライン特性である。DID分析サンプルは18~68歳(アプリのインストール日時点)で、39%は女性であった。ユーザーは対照群と比較して、BMIと収入が高く、人口密度の高い都道府県に居住している傾向があり、球場来場頻度が高い集団であった($P<0.05$)(表1)。

アプリをインストールした時点(利用開始前)での運動に関する行動変容ステージについて、情報が得られた591人のサブ集団でみると、維持期が28.4%(168人)と最も多かったが、次いで24.5%(145人)と約4分の1のユーザーが無関心期に分類された。ほか関心期23.0%(136人)、準備期19.0%(112人)、実行期5.1%(30人)であった。

A. アプリ利用と歩数の変化

図3は、1年目(2016年)に有効データのある14673人のユーザーと370人の対照群の1日当たり歩数のヒストグラムである。1日1万歩達成インセンティブの導入後の分布には、1万歩付近に明らかな追加的ピーク(集積)がユーザーのみに見られ(図3B)、ユーザーの一部がこの新しい報酬システムに反応し、1万歩を目標として設定し始めたことを示唆している。1万歩を達成した日の割合は、冬のオフシーズンに入ったにもかかわらず、この報酬システム導入前後で24.4%から27.5%に増加した($P<0.001$)。

図4はDID分析の結果である。274人のユーザーと613人の対照群を対象としたDID分析によ

(6)

表 1. 差の差分析対象者の基本属性

Table 1. Baseline characteristics of participants for difference-in-differences analysis. (n = 887)

	User (n = 274)	Control (n = 613)	P value
Age, mean (SD), years	42.3 (10.7)	41.4 (10.8)	0.27
18–29	40 (14.6)	112 (18.3)	
30–39	63 (23.0)	151 (24.6)	
40–49	93 (33.9)	190 (31.0)	
50–59	68 (24.8)	139 (22.7)	
60–68	10 (3.6)	21 (3.4)	
Sex, female	108 (39.4)	239 (39.0)	0.96
BMI, mean (SD), kg/m ²	23.7 (4.0)	22.6 (3.7)	< 0.001
≥ 25	93 (33.9)	140 (22.8)	0.001
Education			0.92
High school or less	60 (21.9)	142 (23.2)	
Vocational/technical school or junior college	55 (20.1)	122 (19.9)	
4-year college or higher	159 (58.0)	349 (56.9)	
Equivalized income, ^a Japanese Yen			0.003
≤ 3000000	81 (29.6)	235 (38.3)	
3000001–4999999	91 (33.2)	215 (35.1)	
≥ 5000000	102 (37.2)	163 (26.6)	
Population density, ≥ 1000 person/km ²	181 (66.1)	294 (48.0)	< 0.001
Frequency of stadium visits, times per year			< 0.001
0	14 (5.1)	356 (58.1)	
1–5	92 (33.6)	233 (38.0)	
6–10	55 (20.1)	14 (2.3)	
≥ 11	113 (41.2)	10 (1.6)	
Year of the app installation, ^b 2017	113 (41.2)	243 (39.6)	NA
Frequency of the app usage ^b			NA
Less than once a day	83 (30.3)	197 (32.1)	
Once a day	78 (28.5)	173 (28.2)	
More than once a day	113 (41.2)	243 (39.6)	
Valid days of step measurement, ^c median (IQR)	374 (229–543)	105 (95–109)	NA

SD=standard deviation, NA=not applicable, BMI=body mass index, IQR=interquartile range. Figures are n (%) unless stated otherwise.

^aCalculated by dividing household annual income by the square root of the number of household members.

^bControl participants are categorized based on the responses of the corresponding matched users.

^cDays with at least 500 steps. Maximum recorded days are limited to 680 days for users and 110 days for controls per study design. The difference-in-differences analysis used the data 3 weeks before installation date through 13 weeks after installation both in user and control (max 112 days).

り、アプリのインストール後、ユーザーの1日当たり歩数が対照群に比べて506歩（2か月目、95%信頼区間=25 to 986）から574歩（3か月目、83 to 1064）増加したことが示された（図4A）。ベースライン（インストール前）では、対照群と比較してユーザーの歩数が2147歩（1583 to 2710）多かった。ただし、それ自体はこのDID分析が妥当でないことを示唆するものではない。追加の分析として、インストール前の歩数の差が1000歩/日以下である組み合わせに限定した193人のサン

プル（ユーザー89人 vs 対照群104人）で同様のDID分析を行ったところ、アプリのインストール後、ユーザーの1日当たり歩数が1195歩（3か月目、95%信頼区間=592 to 1798）増加したことが確認された（図4B）。この解析サンプルのユーザーにおけるインストール前歩数は平均6410歩/日（95%信頼区間=5868 to 6953）であり、これは全国平均の6642歩/日（平成25年国民健康・栄養調査）と同水準であった。また、インストール後の平均歩数（7290～7384歩/日）は、ユーザー

全体の水準（7164～7464歩/日，n = 20052）と同様であった。

DID 分析における平行トレンド仮定の確認を行ったところ、ユーザーと対照群におけるインストール前の平均1日歩数のトレンド（軌跡）はほぼ平行しており、群・時間の交互作用も $P = 0.23$ と、仮定の逸脱は確認されなかった。また、対照群では、AR(1)相関構造の自己回帰係数で求めた系列相関は0.46であり、「ベースライン期間（インストール前）の歩数」と「インストール前後で

の歩数の変化量」との相関は弱・中程度 (Pearson's $r = -0.43$, Spearman's $r = -0.29$, ともに $P < 0.0001$) であった。この負の相関は、アプリ利用という介入のない状況にある対照群では、ベースライン期間でより歩数が多かった者は、インストール後の期間で歩数の減少量がより大きかったことを意味している。したがって、ベースライン期間で対照群よりも平均歩数が多かったユーザー群では、アプリ利用がなければ歩数は対照群よりも更に大きく減少していたはずであると推測できるため、観察された歩数の増加は、この自然に起こりうる減少傾向を上回るアプリのインストールおよび使用の影響と解釈できる。

B. サブグループ解析

表2はサブグループ解析の結果を示している。アプリの起動頻度による有意な効果修飾がみられたが ($P < 0.001$)、他の変数による有意な効果の違いは観察されなかった ($P \geq 0.14$)。アプリを1日2回以上など頻繁に起動する人のほうが、それほど頻繁ではない人と比較して、インストール前後における歩数の増加が大きかった。交互作用は有意でなかったものの、歩数の増加は18～39歳よりも40～68歳のほうが大きく、学歴が低い層、収入が低い層でより歩数が増加する傾向が観察された。また、女性よりも男性のほうがわずかに大き

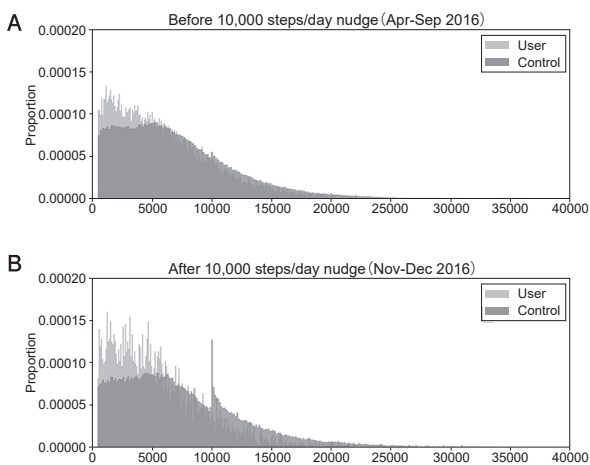


図3. 1日1万歩達成インセンティブの導入前(A)および導入後(B)のユーザーと対照群の1日当たり歩数のヒストグラム(ユーザー14673人, 対照群370人, 2016年)
Fig.3. Histograms of daily steps in user and control before (A) and after (B) the introduction of 10,000 steps reward system. (14673 users + 370 controls, 2016 season)

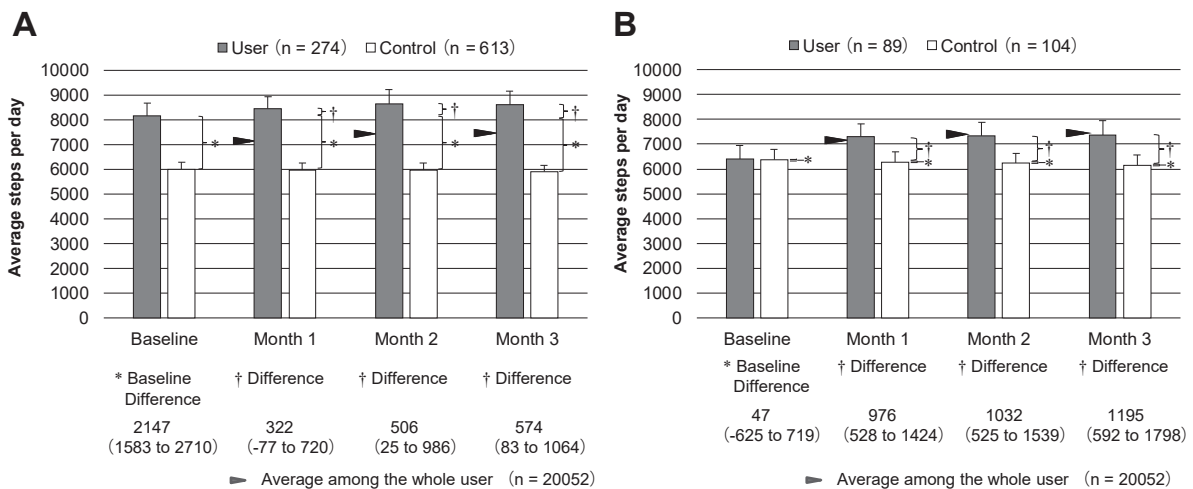


図4. 「パ・リーグウォーク」インストール前後の歩数（差の差分析）

Fig.4. Adjusted daily steps before and after installation of the Pa-League Walk app based on difference-in-differences model. A: Primary analysis with 274 users vs 613 controls (n = 887), B: Subsamples of the matched pairs with < 1,000 steps/day difference at baseline (n = 193, 89 users vs 104 controls). Error bars are 95% confidence intervals adjusting for potential confounders. Baseline period is 3 weeks before the app installation. Triangle tick marks indicate the average steps among the whole users (n = 20,052) only for the period after the app installation.

*Baseline difference between users and controls. †Difference in differences at month 1, 2, and 3.

表 2. 「パ・リーグウォーク」アプリ利用と 1 日歩数の関係に関するサブグループごとの差の差分分析
 Table 2. Difference-in-differences model used to estimate the association between the Pa-League Walk app and change in daily steps by subgroup.

Subgroup	n		Baseline difference (95%CI)	Difference (95%CI)			P for interaction
	User	Control		Month 1	Month 2	Month 3	
Sex							
Male	166	374	2138 (1324, 2952)	350 (-235, 935)	643 (-72, 1358)	724 (15, 1433)	0.93
Female	108	239	2242 (1588, 2897)	270 (-159, 670)	279 (-198, 755)	324 (-239, 888)	
Age, years							
18-39	103	263	2028 (1285, 2772)	73 (-439, 584)	81 (-473, 635)	3 (-545, 552)	0.25
40-68	171	350	2239 (1449, 3030)	484 (-80, 1047)	778 (83, 1473)	927 (214, 1641)	
BMI, kg/m ²							
< 25	181	473	2086 (1450, 2723)	304 (-144, 751)	396 (-34, 827)	531 (75, 987)	0.86
≥ 25	93	140	2236 (1003, 3469)	408 (-429, 1245)	731 (-438, 1899)	641 (-525, 1807)	
Education							
High school or less	60	142	2663 (1350, 3977)	299 (-863, 1462)	1124 (-385, 2633)	973 (-368, 2315)	0.14
Vocational/technical school or junior college	55	122	2966 (1593, 4340)	95 (-660, 850)	166 (-728, 1060)	217 (-810, 1244)	
4-year college or higher	159	349	1798 (1116, 2480)	406 (-52, 864)	383 (-127, 894)	538 (-33, 1110)	
Equivalized income, Japanese Yen							
≤ 3000000	81	235	2018 (876, 3159)	229 (-624, 1082)	502 (-432, 1436)	936 (-39, 1910)	0.39
3000001-4999999	91	215	2804 (1845, 3762)	526 (-29, 1081)	775 (163, 1387)	576 (-137, 1290)	
≥ 5000000	102	163	1500 (629, 2371)	180 (-484, 844)	196 (-704, 1096)	194 (-655, 1043)	
Population density, person/km ²							
< 1000	93	319	2489 (1529, 3450)	256 (-551, 1063)	665 (-332, 1663)	746 (-174, 1666)	0.52
≥ 1000	181	294	1849 (1157, 2541)	402 (-48, 851)	490 (-34, 1013)	524 (-55, 1103)	
Frequency of the app usage ^a							
Less than once a day	83	197	1165 (110, 2221)	-363 (-1077, 350)	-339 (-931, 253)	-78 (-681, 524)	< 0.001
Once a day	78	173	3314 (2212, 4415)	-97 (-829, 635)	-333 (-1139, 473)	-398 (-1278, 482)	
More than once a day	113	243	2073 (1271, 2874)	1085 (480, 1690)	1665 (805, 2524)	1666 (830, 2503)	

CI; confidence intervals, BMI; body mass index.

Difference-in-differences models adjusted for sex, age, BMI, education, equivalized income, population density, year of the app installation.

^aControl participants are categorized based on the responses of the corresponding matched users.

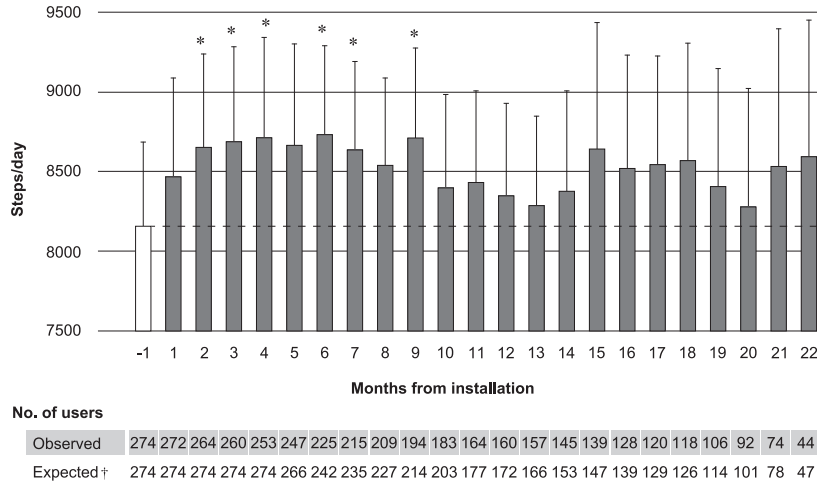


図5. ユーザーの平均歩数の長期変化 (n = 274)

Fig.5. The long-term trend in average daily steps among users. (n = 274)

* $P < 0.05$ compared with baseline (steps before the app installation). Bars indicate 95% confidence intervals. Adjusted for sex, age, BMI, income, education, urbanity, calendar month, and year of the app installation. †Expected maximum sample size in each month based on the distribution of installation dates. The earlier the app was installed, the longer the evaluation period was. Some users do not have valid data in the first month but have in the following months. An observed sample size lower than 274 in the first month does not mean that some users have no valid data throughout the post-period.

な歩数増加の傾向がみられた。

C. 長期効果

図5はDID分析対象ユーザーの1日平均歩数の長期的な変化を示している (n = 274)。アプリのインストール後4か月で歩数はピークに達し (インストール前に比べて559歩/日増加 [95%信頼区間 = 72 to 1047])、歩数の増加は9か月目付近まで維持され (559 [99 to 1018] 歩/日増加)、その後緩やかに減衰するとともに、サンプルサイズが小さくなっていくことも影響して、後半は不安定な傾向を示した (22か月目で440 [-438 to 1317] 歩/日増加, $P = 0.33$)。

考 察

本研究により、大規模に社会実装されたアプリ「パ・リーグウォーク」のユーザーにおいて、アプリのインストール後、日常歩数が増加したことが示された。準実験デザインに基づく一連の分析により、アプリ利用が身体活動量に与える影響の因果関係が強く示唆されている。また、約4分の1のユーザーが運動実践の無関心期であるとともに、歩数増加の傾向が少なくとも9か月維持されるなど、自治体等が行う従来の健康づくり事業では十分にアプローチできていなかった層に対して、

大規模かつ長期的な効果をもたらすアプローチとして、ファン心理に基づくゲーミフィケーションの有効性が示された。

ゲーム型のアプリが身体活動量に与える影響を検証した先行研究には、ポケモンGOのユーザーを対象とした研究があるが、平均的には6週間で利用開始前の水準の歩数に戻るなど、効果が一部の利用者に限られている可能性も指摘されている⁴⁾。パ・リーグウォークが長期的な行動変容の持続につながった理由には、ターゲットのインサイト (行動を引き起こす潜在的な心理要素) に基づく開発プロセスが考えられる。パ・リーグウォークでは、アプリ利用と身体活動促進に向けた重要な動機づけとして、スポーツチームとの強い心理的つながり (team identification)¹⁰⁾ が利用されている。このような働きかけは、自己決定理論に照らすと、対象者の価値観やアイデンティティと関係しない外的報酬 (例えば金銭的インセンティブ) よりも、行動変容の維持につながる強い内的な動機づけとなり得る。また、6~7か月間にわたり年間143試合以上あるプロ野球と、仮想世界でのゲーム機能が結びついている点 (試合日に行われる歩数応援合戦、好きな球団のファン同士でのコミュニケーションなど) も、繰り返し

刺激として行動変容の継続を促したと考えられる。

本研究は、我々の知る限り、ファン心理に基づき「みるスポーツ」と「するスポーツ（身体活動）」をつなぐ行動変容モデルの有効性を検証した世界初の大規模な社会実証研究（ $n > 20000$ ）である。スコットランド・プレミアリーグのFFITプログラムと、ヨーロッパ4か国15クラブで行われたEuroFITプログラムは、男性サッカーファンの身体活動量増加の維持に成功している^{2,5)}。応援するクラブのスタジアム等でコーチから介入を受けられるという魅力的な実施形態は、十分かつ持続した身体活動量の増加を実現したが（EuroFITでは12か月間で678歩/日の増加）、介入を受けた参加者の数は限られており（ $n < 1000$ ）、この方式では、参加できるのはスタジアム等にアクセスできる近隣住民に限られてしまう。プロスポーツの世界的な人気を考えると、潜在的なターゲット数の規模ははるかに大きい。日本のプロ野球ファンは推定2,700万人、世界のサッカーファンは7億人以上である。スマートフォンアプリは、「みるスポーツ」と「するスポーツ（身体活動）」をつなぐ将来のさまざまな革新的なプログラムの受益者数を最大化するツールになり得る。

パ・リーグウォークは、収入や学歴など社会経済的地位（SES）が低い状況にある人でも歩数増加の効果が認められた。典型的な健康づくり事業では、「健康のために運動しましょう」などのメッセージを用いているが、これは主に、健康意識の高い層、すなわち社会経済的地位の高い集団に訴求するメッセージとなっている。一方、ファン心理に基づくゲーミフィケーションでは、「健康」または「身体活動の健康効果」を核となるメッセージとして用いていない。したがって、このアプリは、ターゲットであるファンにとっては、（単に）プロ野球を存分に楽しむためのツールの一部に位置づけられていると考えられる。これは、運動の行動変容ステージが低い状況にある低SES層を含め、どのステージにある人にも開かれ、訴求し得るアプローチと考えられる。また、本研究では、当初想定していた20代・30代など若年世代では歩数増加が確認できなかったが、自治体等が行う健康増進事業でアプローチが困難な男性や壮年期

（40代～）において顕著な歩数増加が確認されている。今後、さまざまな集団を巻き込んで健康づくりを進めるうえで、示唆に富む結果といえる。

本研究の強みは、まず、スマートフォンの加速度計を介して客観的に測定された歩数が身体活動量のアウトカムであることである。これにより、自己報告による想起バイアスを回避できる。第二に、準実験デザインと一連の統計解析により、強固な因果推論が可能となった。デジタルヘルス市場では身体活動促進を目的としたアプリが広まっているにもかかわらず、それらの有効性に関するエビデンスは乏しい。本研究は、アプリの長期的な有効性を含む実証エビデンスとして価値がある。第三に、実社会で広く利用されているアプリを対象としたため、研究参加者は日本全国から集まっており、幅広い社会経済的地位の層を含んでいる点である。

一方、本研究の限界としては、まず、DID分析の対象ユーザーはアプリを熱心に利用した者に偏っているため、分析の結果はアプリのユーザー全体に一般化できない可能性がある。アプリをインストールする前のユーザー全体の平均歩数は不明であるが、DID分析の対象者には、全ユーザーのなかで最も身体活動量の高いグループが含まれていると考えられる。しかし同時に、DID分析対象ユーザーの3分の1（インストール前歩数でマッチングされた89人のユーザー）については、インストール前歩数が全国平均と同水準であり、更にアプリのインストール後に歩数の増加が確認されている。したがって、パ・リーグウォークは、身体活動量が全国平均レベルの集団においても、歩数を増やすのに効果的かもしれない。第二の限界点として、本研究の分析はiPhoneユーザーに限定されている。ただし、アプリの機能はAndroidスマートフォンでも同様であるため、身体活動量への効果に顕著な違いはないと推測される。最後に、本研究では、他の健康アウトカムを潜在的な便益または害として調査していない。一例として、拡張現実（AR）ゲームのなかには、外傷や交通事故などのリスクを高める可能性が指摘されているものもある。ただし、パ・リーグウォークはARや位置情報ゲームではなく、アプリ利用

にあたり、スマートフォンの画面を終始見ながら歩き回る必要はない。パ・リーグウォークの平均利用時間は、AR ゲームや PokémonGO などの位置情報ゲームよりもはるかに短いと考えられる。

総 括

スマートフォンで測定された歩数データを用いた準実験デザインにより、ファン心理を活用したゲーミフィケーション・アプリ（パ・リーグウォーク）が、プロ野球ファンの身体活動を促進する可能性が示された。ユーザーの日常歩数はアプリのインストール後に増加し、平均で少なくとも9か月間維持されていた。アプリのユーザーには運動の無関心層が含まれており、自治体等が行う従来の健康づくり事業ではアプローチが困難であった男性や壮年期、社会経済的地位が低い状況にある人々においても歩数の増加が確認された。このファン心理を活用したゲーミフィケーションは、他のスポーツや音楽などの熱狂的なファン層が存在するエンターテインメント等に適用できる可能性も考えられるため、行動変容の革新的なアプローチとして更なる社会実装と実証的な研究が求められる。

謝 辞

研究にあたり匿名データを提供し、独立した研究の実施にご協力いただいたパシフィックリーグマーケティング株式会社、文献調査等に協力いただいた東京大学大学院医学系研究科の天笠志保特任研究員、同医学部健康総合科学科の松本七映氏、研究協力者の皆様に改めてお礼申し上げます。最後に、本研究を助成していただいた公益財団法人明治安田厚生事業団に深く感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 1) Amagasa S, et al. (2019): How well iPhones measure steps in free-living conditions: cross-sectional validation study. *JMIR Mhealth Uhealth*, **7**, e10418.
- 2) Gray CM, et al. (2018): Long-term weight loss trajectories following participation in a randomised controlled trial of a weight management programme for men delivered through professional football clubs: a longitudinal cohort study and economic evaluation. *Int J Behav Nutr Phys Act*, **15**, 60.
- 3) Hajat C, et al. (2019): The impact of short-term incentives on physical activity in a UK behavioural incentives programme. *NPJ Digit Med*, **2**, 91.
- 4) Howe KB, et al. (2016): Gotta catch'em all! Pokémon GO and physical activity among young adults: difference in differences study. *BMJ*, **355**, i6270.
- 5) Hunt K, et al. (2014): A gender-sensitised weight loss and healthy living programme for overweight and obese men delivered by Scottish Premier League football clubs (FFIT): a pragmatic randomised controlled trial. *Lancet*, **383**, 1211-1221.
- 6) Kamada M, et al. (2018): Community-wide intervention and population-level physical activity: a 5-year cluster randomized trial. *Int J Epidemiol*, **47**, 642-653.
- 7) King D, et al. (2013): 'Gamification': influencing health behaviours with games. *J R Soc Med*, **106**, 76-78.
- 8) Patel DN, et al. (2018): Bright spots, physical activity investments that work: Vitality Active Rewards - a smartphone app that incentivises programme members to be physically active. *Br J Sports Med*, **52**, 1494-1496.
- 9) Patel MS, et al. (2019): Effectiveness of behaviorally designed gamification interventions with social incentives for increasing physical activity among overweight and obese adults across the United States: The STEP UP randomized clinical trial. *JAMA Intern Med*, 1-9.
- 10) Wann DL. (2006): Understanding the positive social psychological benefits of sport team identification: the team identification-social psychological health model. *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice*, **10**, 272-296.