

ライフログデータを用いたチームの行動変容促進

西山 勇毅^{1,a)} 大越 匡^{1,b)} 米澤 拓郎¹ 中澤 仁² 高汐 一紀² 徳田 英幸²

受付日 2014年5月7日, 採録日 2014年10月8日

概要: 近年, 携帯端末の普及にともない誰もが日常生活での活動情報を検知・蓄積可能なライフログ環境が整ってきた。これまでライフログデータは, 個人を対象として行動変容の促進に活用されてきたが, 今後は研究室やスポーツチーム, 企業といった集団を対象とした行動変容の促進が可能になると考えられる。しかし, 集団は個人とは異なり内部に様々な人間関係が存在するため, これまでの個人を対象とした行動変容促進手法が集団に対して効果的であるかは明らかではない。本研究では, 集団の行動変容を促進するモデルとして, 既存手法の「競争」と「協力」の要素を組み合わせた6種類の集団の行動変容促進モデルの提案し, 効果の検証を行った。提案モデルに基づいた行動変容促進を行う Aaron2 を実装し, 2つの集団(64名)を対象に3週間の実験を行った。1週間ごとの行動変容について考察した結果, チーム目標と直接的に関係ない活動では行動変容への効果が低く, 日頃からチーム単位で競争を行っているチームでは「チーム間での競争要素」を用いたモデルが最も行動変容への効果が高くなる可能性が示された。

キーワード: ライフログ, 行動変容, 行動変容促進モデル, 集団, チーム

Encouraging Team Behavior Modification Using Lifelog

YUUKI NISHIYAMA^{1,a)} TADASHI OKOSHI^{1,b)} TAKURO YONEZAWA¹ JIN NAKAZAWA²
KAZUNORI TAKASHIO² HIDEYUKI TOKUDA²

Received: May 7, 2014, Accepted: October 8, 2014

Abstract: Recent technological trends on mobile/wearable devices and sensors have been enabling increasing number of people to collect and store their “lifelog” easily in their daily lives. Beyond exercise behavior change of individual user, our research focus is on the behavior change of teams, based on life-logging technologies and information sharing. In this paper, we propose and evaluate six different types of information sharing model among team members for their exercise promotion, leveraging concepts of “competition” and “collaboration”. According to our experimental mobile web application for exercise promotion and extensive user study among 64 total users for three weeks, the model with “competition” technique resulted the most effective performance for competitive teams such as sport teams.

Keywords: lifelog, behavior change, information sharing model, group, team

1. はじめに

近年, スマートフォンやウェアラブルデバイス^{*1,*2,*3}の普及や大容量ストレージの低価格化にともない, 誰もが日常生活での情報をデジタルデータとして検知・蓄積できるライフログ環境が整ってきた。多種多様なライフログデータ

¹ 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科
Graduate School of Media and Governance, Keio University,
Fujisawa, Kanagawa 252-0882, Japan

² 慶應義塾大学環境情報学部
Faculty of Environment and Information Studies, Keio University,
Fujisawa, Kanagawa 252-0882, Japan

a) tetujin@ht.sfc.keio.ac.jp

b) slash@ht.sfc.keio.ac.jp

*1 NIKE+ FuelBand SE (<http://www.nike.com/jp/ja-jp/c/nikeplus-fuelband>)

*2 JAWBONE UP (<https://jawbone.com/up>)

*3 Fitbit One (<http://www.fitbit.com/jp/one>)

を長期間蓄積することで、個人の振り返りによる行動改善はもちろんのこと、社会調査 [10], [11] や医療 [16], [18], [19], 教育など様々な分野に応用できる。これまでのライフログデータを活用した研究では、個人を対象とした人の行動改善や動機づけ [2] が行われてきたが、今後は個人だけでなく研究室やスポーツチーム、企業の部署といったチーム全体を対象とした行動改善や動機づけが可能になると考えられる。しかし、チームには個人とは異なり、内部に「監督と選手」や「上司と部下」、「先輩と後輩」など様々な人間関係が存在する。その関係から個人には有効に作用するこれまでの「競争」や「協力」といった行動変容促進手法 [13] がそのままあてはまらないことが示唆されている [4]。チームの行動変容の実現には、チームを対象とした行動変容促進モデルの構築が必要である。

本研究では、「競争」と「協力」を組み合わせた6種類の行動変容促進モデルを提案し、各モデルがチームの行動変容にどのように影響するかを明らかにする。行動変容促進モデルをもとに、チームの行動変容を促進させるウェブアプリケーションの Aaron2 を実装し、実チームを対象に「腹筋運動の増進」をテーマに3週間の実証実験を行う。各モデルの腹筋運動回数の違いと、システム利用の不快感に関するアンケートから各モデルがチームに与える影響を分析する。

本研究の意義は以下の3点である。

- 6種類の行動変容促進モデルを提案したこと
- 提案モデルを用いた実チームでの実験を行ったこと
- 各モデルの効果の違いを示したこと

2章では、行動変容について定義しチームにおける行動変容促進の問題について述べ、問題意識をもとに「競争」と「協力」の行動変容促進手法を組み合わせた6種類の行動変容促進モデルを提案する。次いで3章では、本研究における実験内容の詳細と、提案モデルをもとに実装した行動変容促進アプリケーションの Aaron2 について説明する。さらに4章では、実験結果をもとに各モデルがチームの行動変容に与える影響の分析について記述する。5章では、実験デザインについて議論を行い、6章で既存研究を整理する。7章で本研究をまとめる。

2. 行動変容促進

本章ではまず、本研究の背景である、ライフログをもとにした行動変容促進手法について述べ、チームを対象とした行動変容促進の課題をあげる。

2.1 行動変容

行動変容とは、習慣化された行動パターンを変えることを指す。日常的な例では、健康のために「階移動はエスカレーターやエレベーターを使う」から「階移動は階段を使う」のように行動パターンを変更するなどがあげられる。行動変容が

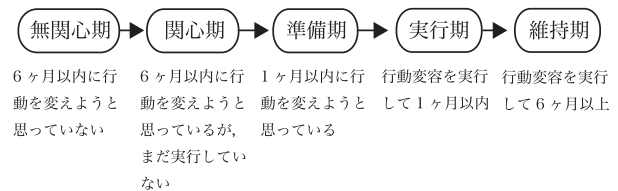


図 1 行動変容のステージモデル [14]

Fig. 1 Transtheoretical model [14].

起こる仕組みを説明したモデルの1つに Prochaska ら [3] が提唱した、行動変容ステージモデル (Transtheoretical Model: TTM) がある。図 1 に示すように、TTM は行動変容の過程を「無関心期」「関心期」「準備期」「実行期」「維持期」の5つのステージに分類するものであり、禁煙の行動変容や、運動など健康を維持促進する行動変容に応用されている [3]。DiClemente ら [1] は、行動変容の成功のためには「その行動がどのような結果を生み出すのか」という結果期待感に加え、「その行動を実際に行うことができるという自信」すなわち自己効力感が重要であると述べている。自己効力感は TTM の構成要素の1つであり、ステージの移行にともない増加するといわれている [12]。自己効力感は主に「達成体験」と「代理経験」、「言語的説明」、「生理的情緒的高揚」の4つの要素から形成されている。その中でも、「達成体験」は自己効力感を定着させるために最も有効といわれている。具体的な手法として、小さな目標をクリアしていくことで達成感を積み上げていくことがあげられる。

情報技術を用いて個々人の行動変容を促進させる研究は Persuasive Computing と呼ばれ近年さかんである [2]。Persuasive Computing の要素の1つにゲーミフィケーション [13] が存在し、競争や協力、スコア・ランキング、価値観の共有、レベルアップ、称号の付与、即時フィードバックなどのテクニックを利用することが多く、その有用性が近年知られるようになった。たとえば、Nike+ Fuelband [7] では、腕に装着した活動量計から活動量を算出し、自身の定めた目標活動量を達成や達成によるバッジやアイテムといった称号を付与することで行動変容の効果を高めている。これらのシステムは、複数人で行う「競争」や「協力」を行う機能は存在しているが、実際のスポーツチームや会社など既存のチームで機能するは明らかではない。本研究では、Persuasive Computing で用いられる人の行動変容を促進する手法を行動変容促進手法と記述する。

2.2 集団における行動変容促進

既存の行動変容促進手法は個人を対象としており、それらが、集団に対してどのような影響を与えるかは明らかになっていない。

集団を対象とした行動変容促進モデルの構築のためには、図 2 に示すように、ライフログデータや集団の違い、

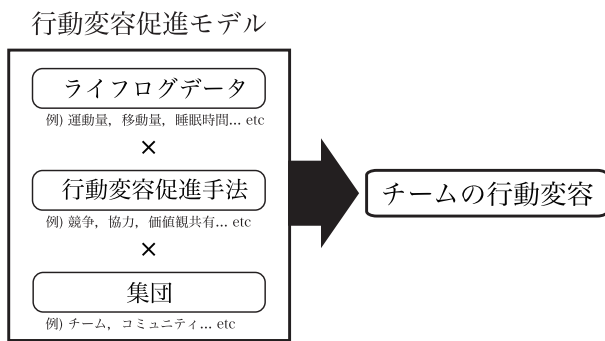


図 2 チームの行動変容促進モデルの構成要素

Fig. 2 Elements of encouraging team behavior modification model.

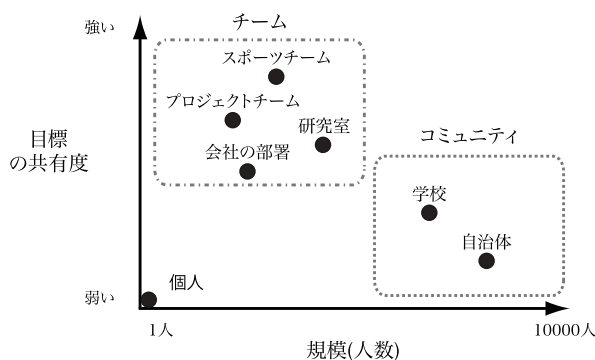


図 3 本研究における集団の分類

Fig. 3 Classification of groups in this research.

行動変容促進手法の組合せを考慮する必要がある。本論文では、集団を対象とした行動変容促進モデルの構築に向けて、行動変容促進手法の組合せがチームの行動変容に与える影響について分析を行った。

次に、本研究における集団の定義について述べる。図 3 に示すように、本研究では、集団は規模と目的の共有度によって、チームとコミュニティに分類する。チームとはスポーツチームや研究室の研究チームやプロジェクトチーム、会社の部署などのように、ある目標を共有しその目標の達成のために、全員が努力を求められる集団のことを指し、学校の生徒や都市の住民、Facebook や Twitter など SNS 上のグループなどの見ず知らずの人も所属するコミュニティとは区別する。チームでは目標達成のためにチームメンバー全員に努力を求めため、メンバーの活動を把握でき、かつ全員に影響を与える必要がある。そのため集団は必然的に、集団の規模が小さく目標の共有度が強い集団を「チーム」、集団の規模が大きく目標の共有度が弱い集団を「コミュニティ」に分類される。本論文では、集団の中でもチームを対象とした。

チーム内には個人とは異なり、その内部に監督と選手や上司と部下、先輩と後輩といった「縦の関係」や、スポーツにおける一軍メンバーと二軍メンバーやライバル関係といった「横の関係」など様々な関係が存在する。そのため、個人が人間同士の関係性の中で存在するチームの場合には、

個人には有効に作用する行動変容促進手法がそのままあてはまらなると考えられる。たとえば、Efstratiou ら [4] の研究では、研究室に埋め込んだ複数のセンサから研究室メンバーのあらゆる行動を検知し、ウェブアプリケーション上で情報を共有するシステムを構築し研究室内で実運用を行った。その結果、「他のメンバーから作業をしていないと思われるのが不快であった」との意見があったと報告されている。つまり、単純なランキング表示で個々人の努力を順位付けし競争心を煽る、ということが、チーム全体にとって真に有効かどうかは明らかではない。

2.3 チームの行動変容

本研究におけるチームの良い行動変容とは、「チームの合計スコアが向上し、かつ快適度が損なわれないこと」を意味する。つまり、チームの行動変容は以下の 2 つの要素を用いて説明する。

- チーム全体のスコア (Team Performance: TP)
- 情報共有の快適度 (Comfort Level: CL)

2 つの構成要素の算出手法についてそれぞれ記述する。まず、チーム全体のスコアを意味する TP は、式 (1) に示すように、チームメンバー全員のスコアの合計値とする。なお、 $IP(i, t)$ は時間 t における i 番目のメンバーのスコア (Individual Performance: IP) を意味する。チームの行動変容において、 TP は式 (2) に示すように、 $TP(n, new) - TP(m, old)$ を行った場合には、0 より大きくなった場合には行動変容が促進されたといえる。

$$TP(n, t) = \sum_{i=1}^n IP(i, t) \quad (1)$$

$$TP(n, new) - TP(n, old) \geq 0 \quad (2)$$

最後に、情報共有の快適度を表す CL について述べる。 CL はチームメンバーそれぞれの快適度の平均値とし、快適度は「システムの使用感に関するアンケート」の結果から算出する。 CL の低下は、システムの長期利用に対してマイナスに働くことが想定され、 CL の維持または改善はチームの行動変容促進において重要な要素である。

アンケートは 5 段階のリッカート尺度を用い、行動変容促進手法に対する 5 段階の値（「1=まったく同意できない」・「2=同意できない」・「3=どちらでもない」・「4=同意できる」・「5=非常に同意できる」）を取得した。さらに、式 (3) に示すように、すべてのアンケート項目の値 ($Q(i)$) をユーザごとに取得し、その値を用いてチームの快適度 ($CL(n, t)$) を算出する。 CL 値は $1 \leq CL \leq 5$ の値をとり、5 に近いほど情報共有の快適度が高いことを意味する。

チームの行動変容において、 CL は式 (4) に示すように、0 より多くなった場合には行動変容が促進されたといえる。

$$CL(n, t) = \sum_{i=1}^n (Q(i, t(new)) - Q(i, t(old))) \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n (CL(i, new) - CL(i, old)) \geq 0 \quad (4)$$

3. チームの行動変容促進モデル

本章では、既存の行動変容促進手法である「競争」と「協力」を組み合わせた6種類のチームの行動変容促進モデルについて記述する。

本研究では、既存の行動変容促進手法の中でも複数人に対して適用可能であり、多くのシステムでも利用されている「競争」と「協力」の要素を組み合わせた、6種類の行動変容促進モデルを提案する。図4に各モデルを図示する。同図においては黒丸がチームメンバーを表し、黒丸を囲う点線で描かれた楕円がチームを表す。さらに、矢印が向かい合う場合はチームメンバー間またはチーム間の競争を意味し、逆に黒丸側に向いている場合はチームメンバー間の協力を意味する。

以下に、各モデルの設計とその意図について記述する。

3.1 Individual Model (IND)

図4(a)に示す、INDは、自身の目標達成を目的とし、自身の活動量のみが可視化される。INDでは、既存の行動変容促進手法と同様に個人を対象としおり、チームの概念を取り入れていないモデルある。本モデルの結果と比較することで、チームという概念を取り入れたことによる効果の違いを検証できる。

また、本モデルは他者からのプレッシャがなく自分のペースで活動ができるため、CLは高くなると考えられる。しかし、他者からの刺激がないためTPは低くなると考えられる。

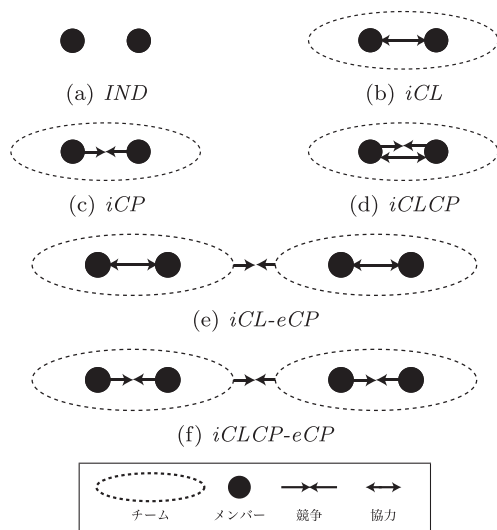


図4 個人とチームの行動変容促進モデル

Fig. 4 Behavior modification models for individual and team.

3.2 Internal Collaboration Model (iCL)

図4(b)に示すiCLは、チームの活動量に対して自分の貢献度のみが表示され、他のメンバーの貢献度は表示されないモデルである。Efstratiouら[4]の実例からも分かるように、チームではシステムの利用者にとって不利になる情報を公開することが不快感につながることを示唆される。iCLでは、あくまで自分の貢献度だけを表示し、他のメンバーの貢献度を隠すことでこれらの懸念を未然に防ぐことを目的とする。つまり、INDと同様に他メンバーの活動が共有されず、他メンバーからのプレッシャが減るため、CLは高くなると考えられる。また、INDと比較すると、行動変容促進手法として「協力」の要素を含んでいるため、INDよりはスコアが増加すると考えられる。

3.3 Internal Competition Model (iCP)

図4(c)に示すiCPは、チームの活動量に対する各メンバーの貢献度を共有するモデルである。本モデルでは、既存研究と同様ゲーミフィケーションにおける「競争のテクニック」を活かすことを目的とする。すなわち、メンバー同士の貢献度を可視化することによって競争を促すことで、TPが向上すると考えられる。一方で、個人の貢献度が他メンバーにも共有させるため、他メンバーからのプレッシャは増加することから、CLは低下すると考えられる。

3.4 Internal Collaboration and Competition Model (iCLCP)

図4(d)に示すiCLCPは、iCLとiCPを組み合わせたモデルであり、各メンバーの貢献度が共有され、かつチームの目標量が設定されている。同チーム内で「競争」と「協力」の相反する2つのテクニックを用いることで、チームの目標達成に対して個人の貢献度がより明確になる。つまり、「競争」と「協力」のテクニックを単体で使った場合よりも、他者からのプレッシャが増大することでiCLやiCPよりもTPが大きくなると考えられる。しかし、CLはプレッシャの増加にともない、iCLやiCPよりも低くなる可能性がある。

3.5 Internal Collaboration External Competition Model (iCL-eCP)

図4(e)に示すiCL-eCPは、自チームの合計活動量と他チームの合計活動量との競争を行うモデルである。この際、個人の貢献度のみを可視化することで、チーム内の競争よりもチーム外の競争をより意識させる。これにより、iCPやiCLCPでは不快感の増加につながると考えられた、チーム内メンバーからのプレッシャによる不快感の増加を抑制することを目的としている。つまり、iCL-eCPでは、iCPやiCLCPでは不快感の増加につながると考えられた「競争要素」をチーム内の競争ではなく、2つのチーム間の

競争に置き換えることで、CLの低下を防ぎ、なおかつ競争要素を用いることでTPを高めることができる。

3.6 Internal Collaboration, Competition and External Competition Model (iCLCP-eCP)

図4(f)に示すはiCLCP-eCP, iCL-eCPと同様にチームの合計活動量を競い合うモデルである。それに加え、メンバー全員の活動量の可視化も行うことで、他チームとの競争だけでなく、チーム内での競争も促す。つまり、iCLCP-eCPでは、チーム間の競争要素(eCP)だけでなく、チーム内の競争要素(iCP)という2つの「競争」要素を加えることで、TPとAIPの値が他のモデルの中で最も大きくなると考えられる。しかし、2つの競争要素を用いることで、チームメンバー内のプレッシャが増加するため、CLは低下する可能性がある。

4. 実験

本実験の目的は、行動変容促進モデルがチームの行動変容に与える影響を明らかにすることである。そのために、本研究では、「腹筋運動の増進」をテーマに、各チームに対して行動変容促進モデルを適用し、その結果を2.3節で定義したTP・CLを用いて分析、評価する。

なお、本研究におけるチームとは「既存チーム」のことを指し、公募などで集めた「即席チーム」とは異なる。即席チームでは、人間関係がまだ形成されていない可能性が高く、個人の行動変容促進手法があてはまる可能性が高い。そこで本研究では、何らかの人間関係が構築されていると考えられる、既存チームを対象とした。

また、腹筋運動の増進は、腰痛の予防やスポーツ選手のパフォーマンス向上や怪我の予防につながると考えられ、チームの構成メンバーの全員の健康増進に非常に重要である。

4.1 チームと情報共有モデルの組合せ

実験は慶應義塾大学の体育会野球部（以降、野球チーム）と同大学のコンピューターサイエンスの研究室（以降、研究室チーム）の2チームを対象に行った。

野球部チームは32名の慶應義塾大学の学生（学部生）から構成され、平均年齢は19.6歳であった。対して、研究室チームは学部生20名、修士学生6名、博士学生3名、スタッフ3名の計32名から構成され、平均年齢は24.45歳であった。

コミュニケーションの頻度は、野球部チームでは1週間に5回以上の野球の練習が存在し、研究室チームにおいても1週間に2回以上の研究に関するミーティングや授業が存在することから、両チームとも1週間に2回以上はメンバー間での直接のコミュニケーションの可能性が存在するチームと考えられる。

さらに、チーム内の競争意識については、野球部チーム

表1 チームごとの行動変容促進モデル

Table 1 Behavior modification models of each team.

行動変容促進モデル	グループ名	
	野球チーム	研究室チーム
IND	Baseball-A	Lab-A
iCL	Baseball-B	Lab-B
iCP	Baseball-C	Lab-C
iCLCP	Baseball-D	Lab-D
iCL-eCP	Baseball-E,F	Lab-E,F
iCLCP-eCP	Baseball-G,H	Lab-G,H

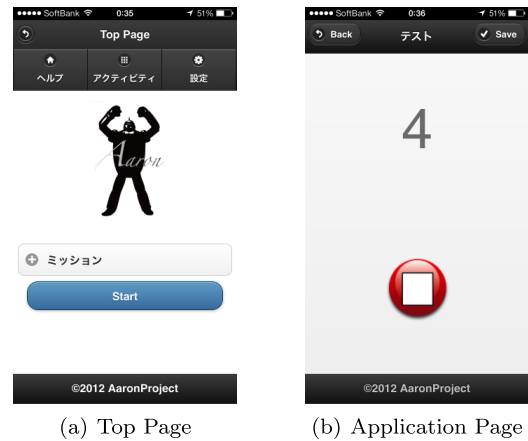


図5 Aaron2の構成画面

Fig. 5 Screenshots of Aaron2.

では公式試合のメンバーに登録可能な人数に限りがあるため、研究室チームと比較してチーム内の競争意識が高いチームであると考えられる。

6種類の異なる行動変容促進モデルをすべて適用するために、チームごとに4人1組を8グループ(A-H)を作成した。各グループに適用した行動変容促進モデルを表1に示す。なお、iCL-eCPとiCLCP-eCPは対戦相手が必要なため、それらのモデルには2グループを割り当てた。

4.2 Aaron2: チームの行動変容促進アプリケーション

Aaron2は、日常生活でのユーザのエクササイズをカウントし、活動量をチームメンバー間で共有できるウェブアプリケーションである。たとえば、Aaron2は腹筋運動や背筋運動、スクワットなどのエクササイズの回数を記録し、その回数をチームメンバーと共有することができる。情報の共有は提案モデルをもとに行われ、ユーザごとに異なる情報共有方法の設定が可能である。

Aaron2は、Top Page (図5(a))とApplication Page (図5(b)), Setting Page, Team Page (図6)から構成される。Top Pageでは、ユーザのログイン情報やチームの目標を管理する。Application Pageでは、運動量のカウント機能を提供する。ユーザが画面中央の赤色のボタンを押すとカウントが開始され、もう一度押すことでカウントが終了し、回数をサーバに送信する。Aaron2は、一定間隔

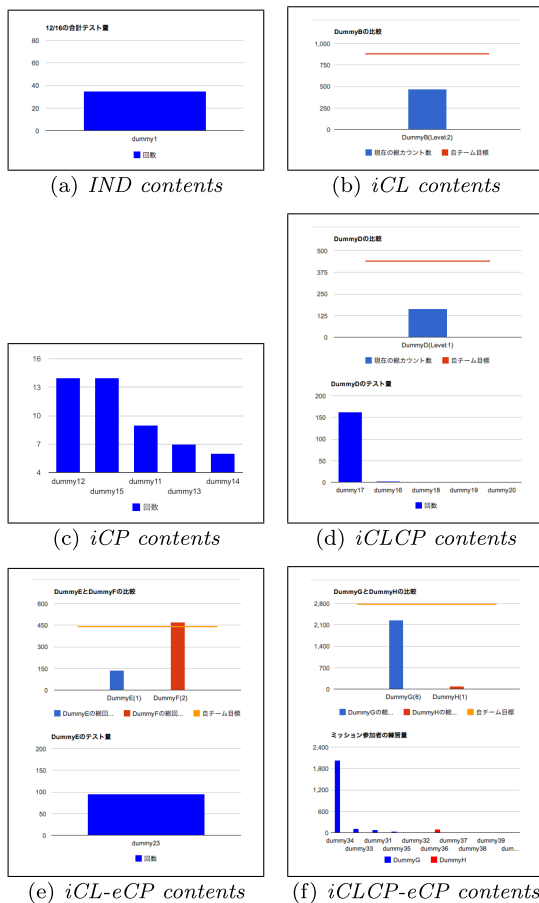


図 6 Aaron2 の情報共有画面

Fig. 6 Information sharing pages of Aaron2.

でビーブ音を再生し、ユーザはそのビーブ音に合わせてエクササイズを行う。Aaron2 ではその回数を活動量とする。Setting Page では、ユーザは音の種類や、音のインターバル、1 セットあたりの回数などを設定でき、ユーザは自身の能力やコンディションに合ったトレーニングを行うことができる。Team Page では、設定されたチームの行動変容促進モデルに応じて、チームメンバの活動量を共有するページである。図 6 に Team Page に表示する 6 種類の行動変容促進モデルの画面を示す。図 6 (a)-(f) がそれぞれ、提案モデルの図 4 (a)-(f) に該当する。

また、Aaron2 は iOS や Android プラットフォーム上で動作し、UI フレームワークとして jQuery Mobile 1.1 [9] を利用し、グラフの表示には Google Chart Tools [5] を利用した。

4.3 実験手順

まず初めに、すべての実験参加者を対象とした、実験に関する説明会を行った。説明会では、Aaron2 の操作方法の説明とインストールと被験者の各チームへの割当ての説明を行った。また、参加者の「理想とする 1 日の腹筋運動の回数」の調査を行った。調査の結果、1 日の理想の腹筋運動量回数の平均値は 110 回となった。さらに、実験承諾

書への署名も行い、実験終了後には実験協力への謝礼として 500 円を支払った。社会心理学 [15] や行動経済学 [8] の分野では、インセンティブの有無や違いによる、影響の調査が行われているが、本研究では、提案する行動変容促進モデルの効果を影響を明確にするために、インセンティブの違いが行動に与える影響までは調査しない。

実験は 2013 年 12 月 6 日から 12 月 27 日までの 3 週間行った。64 名の被験者は、実験開始日よりいっせいに実験を開始した。各チームには、共通の目的として「健康と怪我予防のためにチーム全員で腹筋運動をより多く行おう」という目的を与えた。さらに、実験の参加者には参加者には 3 つの条件を提示した。

- (1) 1 日に一度は Aaron2 にアクセスすること。
- (2) Aaron2 は「いつ・どこで」利用してもよい。
- (3) 他のモデルを利用しているチームメンバとの Aaron2 に関する情報交換は禁止（別の行動変容促進モデルを適用しているチームからの影響をなくすため）。

図 7 に Aaron2 を用いた、実験風景を示す。参加者は日常的に利用している個人の iOS や Android 端末を通して、Aaron2 にアクセスした。

3 週間後の実験最終日には、アプリケーション利用に関するアンケート調査をすべての被験者に行った。本アンケートの質問は 1-3 項目までは 5 段階のリカート尺度とした。値が 1 に近いほど、質問に対してネガティブな印象を持っていることを意味し、逆に値が 5 に近いほど、質問に対してポジティブな意見であることを意味する。さらに、4 項目は「印象に残ったエピソード」を自由記述（必須）とした。本アンケートの質問項目を以下に記述する。

アプリケーション利用の感想

- Q1. アプリケーションでの運動量の共有についてどのように感じましたか？
(非常に不快・少し不快・どちらでもない・不快ではない・まったく不快ではない)
- Q2. 本システムを継続して利用したいと思いますか？
(まったく思わない・あまり思わない・どちらでもない・少し思う・非常に思う)
- Q3. 他のメンバからのプレッシャを感じましたか？
(まったく感じなかった・あまり感じなかった・どちらでもない・少し感じた・非常に感じた)
- Q4. 印象に残ったエピソードがあれば教えてください
(自由記述)

5. 結果と考察

本章では、チームの行動変容を構成する、チーム全体のスコア (TP) とチームメンバのスコアのばらつき、快適度 (CL) のそれぞれについて検証する。



図 7 Aaron2 を用いた実験風景
Fig. 7 Experiment using Aaron2.

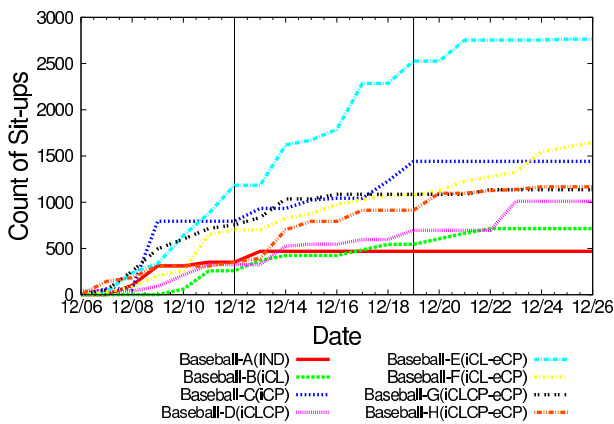


図 8 野球チームにおける TP の推移
Fig. 8 Transition of TP in baseball team.

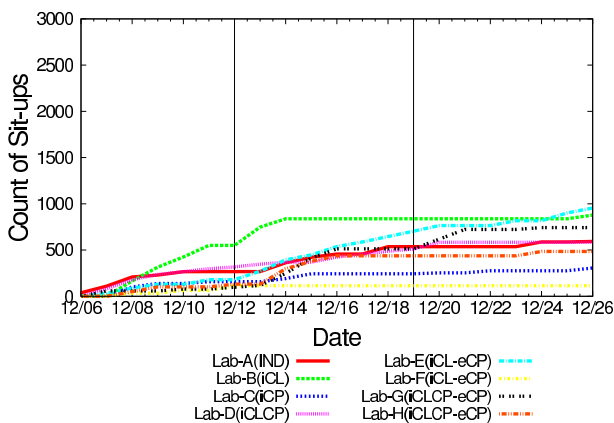


図 9 研究室チームにおける TP の推移
Fig. 9 Transition of TP in laboratory team.

5.1 チームメンバーのパフォーマンス

本節では、まずはじめに TP に関する結果と考察を述べる。

実験期間中の野球チームと研究室チームにおけるスコアの推移を図 8 と図 9 に示す。同図は、腹筋運動回数の積み上げグラフを意味し、グラフの右端 (12/26) が本実験における最終的な合計スコアである。

実験結果をもとに、6 種類の行動変容促進モデルの TP を検証する。

表 2 野球チームにおける行動変容促進モデルごとの TP
Table 2 TP of each baseball team encouraging team behavior modification model.

行動変容促進モデル	1st week	2nd week	3rd week	total
IND	352	118	0	470
iCL	260	285	170	715
iCP	795	647	0	1,142
iCLCP	325	372	314	1,011
iCL-eCP	943	859	403.5	2,205.5
iCLCP-eCP	555.5	444.5	151.5	1,151.5

(1) IND の効果：

野球チームにおいてチームメンバー間での情報共有を行ったモデル (iCL, iCP, iCLCP, iCL-eCP, iCLCP-eCP) の TP は、情報共有を行わない IND の TP を上回った。特に、最も TP が高くなった iCL-eCP は IND よりも 588% も TP が高くなった。また、IND 以外のモデルの TP は IND よりも、324% も高くなった。個人の運動量のみを表示した IND よりも、すべてのチームメンバーの情報を共有したモデルの方が運動量が多くなった。

また、IND はチームの概念を取り入れないモデルであり、チームの概念を取り入れた (iCL, iCP, iCLCP, iCL-eCP, iCLCP-eCP) の方が最終的な TP が高くなったことから、本論文の実験で対象としたチームでは、チーム概念を取り入れた方が、チームの行動変容促進への効果が高いと考えられる。

(2) iCP 要素：

図 8 に示すように、野球チームにおいて「競争」要素を含んだ iCP や iCLCP, iCL-eCP, iCLCP-eCP は、「協力」要素のみを用いた iCL よりも TP が高くなった。これは、チーム内での協力要素 (iCL) のみでは TP への影響が少なく、チーム内の競争要素 (iCP) またはチーム外の競争要素 (eCP) を取り入れた方が TP への影響が高まると考えられる。

(3) 行動変容促進手法の数：

野球チームにおいて、iCLCP-eCP は「競争」と「協力」の行動変容促進要素の多いモデルであるが、図 8 に示すように、要素数の少ない他のモデル (iCP, iCL-eCP) よりも TP が低くなった。つまり、この結果から行動変容促進手法の数が多い方が、必ずしも TP が高くなるとは限らないと考えられる。

(4) eCP 要素：

表 2 に示すように、野球チームにおいてはチーム外の競争要素 (eCP) を構成要素に持つ、iCL-eCP と iCLCP-eCP の 2 つのモデルと比較すると、チーム内の競争要素 (iCP) のない、iCL-eCP の方が TP が高くなった。この結果から、iCP と eCP の 2 つの競争

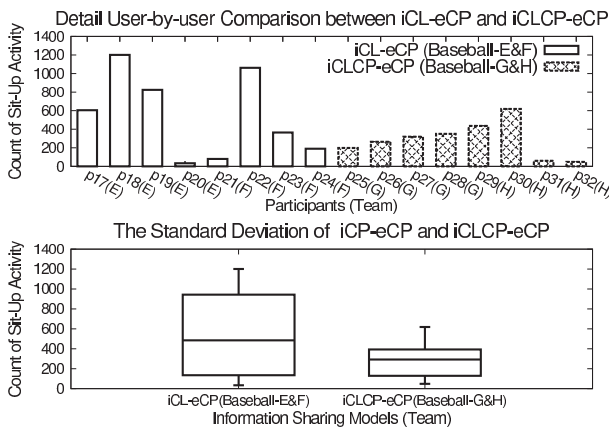


図 10 野球チームにおける *iCL-eCP* と *iCLCP-eCP* の標準偏差の比較

Fig. 10 Standard deviation of *iCL-eCP* and *iCLCP-eCP* in baseball team.

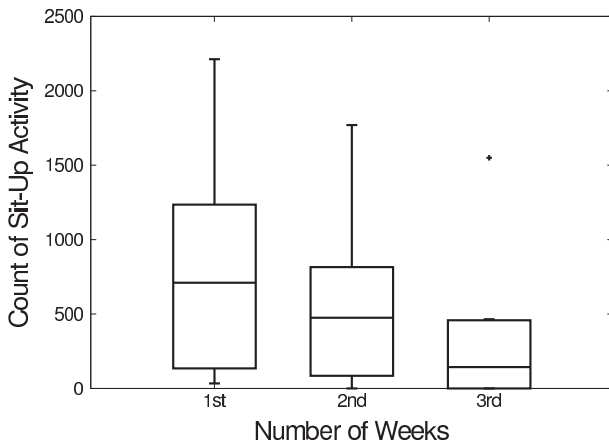


図 11 野球チームにおける 1 週間ごとの *iCL-eCP* の標準偏差の比較

Fig. 11 Standard deviation of weekly *iCL-eCP* in baseball team.

要素を加えることは、逆に *TP* の低下を招く可能性が見られた。

図 10 に 2 つのモデルの参加者それぞれの合計スコアとそのばらつきを示す。 *iCL-eCP* の *SD* (459.71) は *iCLCP-eCP* の *SD* (190.67) より大きくなった。 *iCLCP-eCP* では、各ユーザは Aaron2 を通じて他のメンバの具体的なスコアを確認することができる。そのため、他のメンバに合わせてしまうことができ、スコアの差が少なくなったと考えられる。

さらに、2 つのモデル (*iCL-eCP* と *iCLCP-eCP*) の 1 週間おきの運動量の変化の分析を行った。図 11、図 12 に *iCLCP-eCP* と *iCL-eCP* の 1 週間ごとの標準偏差を示す。 *iCL-eCP* では、第 1 週から第 3 週にかけて標準偏差が小さくなった。また、 *iCLCP-eCP* では、第 1 週から第 2 週にかけては標準偏差の違いは見られなかったが、 *iCL-eCP* と同様に第 3 週において標準偏差は低下することが分かった。

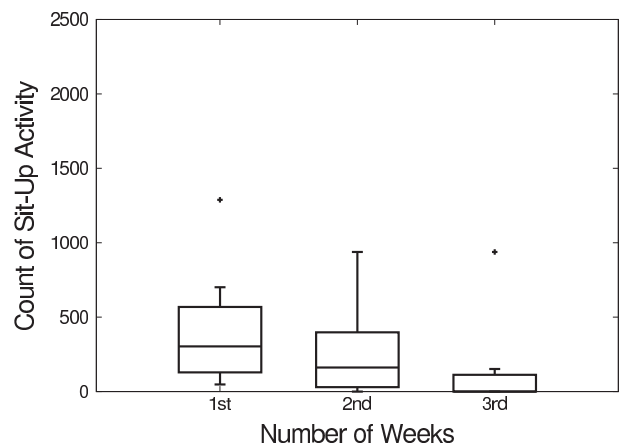


図 12 野球チームにおける 1 週間ごとの *iCLCP-eCP* の標準偏差の比較

Fig. 12 Standard deviation of weekly *iCLCP-eCP* in baseball team.

(5) チームの目標とタスク設定：

図 8 と図 9 に示すように、最終的な野球チーム内の 8 グループの *TP* は、6 グループ (Baseball-A (*IND*) と Baseball-B (*iCL*) 以外) は、研究室チーム内のすべてのグループの *TP* を上回った。同じ行動変容促進モデルを活用したにもかかわらず、野球チームと研究室チームでは *TP* が異なったことから、本実験では複数の行動変容促進モデルの実験を行ったが、チームの行動変容促進には、タスクの設定方法が重要であることが分かった。

本実験では「腹筋運動」の促進を目的に実験を行った。野球チームにおいては、「腹筋運動」は「怪我予防」や「競技スキル」の向上など、所属するチームの目的と直接関係のある活動である。一方、研究室チームにおいては「論文を読む」や「プレゼンテーションを行う」のようなチームの目的とは直接関係のない活動であった。そのため、野球チームと研究室チームでは、共有している「チーム目標」と「タスク (腹筋運動)」の違いから、*TP* の差に現れたと考えられる。つまり、本実験結果より、チームの行動変容促進において、「チームの目標」と「タスク設定」は密接に関係しており、「チームの目標」と直接的に関係のない「タスク」を設定した場合には、行動変容が促進されないことが分かった。チームの行動変容の促進のためには、チーム目標と直接関係のある活動を共有した方が効果的であると考えられる。

(6) 行動変容の持続性：

図 13 に、野球チームにおける 1 週間ごとの *TP* の変化グラフを示す。 *TP* の値は、ほとんどのモデルにおいて、3 週目に入ると急激に値が低下する傾向が見られた。特に、野球チームでは、 *IND* と *iCP* の *TP* は 3 週目の値が 0 になった。これらの結果から、本研

究で行った「腹筋運動」のような単純なタスクの行動変容は、提案した行動変容促進モデルでは2週間しか効果がなく、さらに効果を継続させるためには「チームの目的により近い活動を設定する」や「チーム内にチームリーダーを構成する」など、工夫が必要であると考えられる。

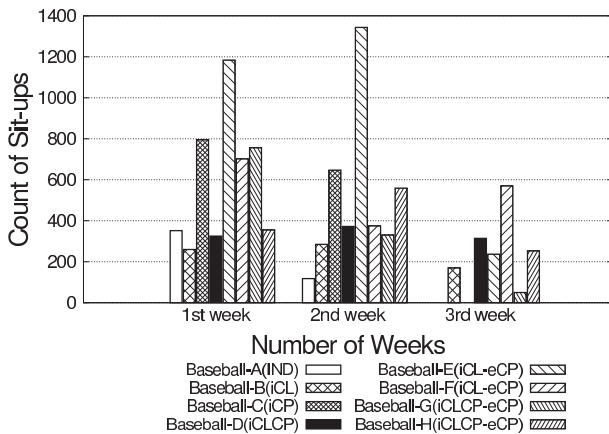


図 13 野球チームにおける1週間ごとのTPの変化

Fig. 13 Weekly TP in baseball team.

表 3 野球部のアンケート結果

Table 3 Questionnaire result of baseball team.

行動変容促進モデル (チーム)	Q1	Q2	Q3	CL
IND (Baseball-A)	2.75	2.25	4.25	3.08
iCL (Baseball-B)	3.50	3.25	2.75	3.17
iCP (Baseball-C)	3.25	3.25	3.25	3.25
iCLCP (Baseball-D)	3.50	3.50	3.00	3.50
iCL-eCP (Baseball-E&F)	3.00	3.00	4.25	3.42
iCLCP-eCP (baseball-G&H)	2.75	2.75	3.13	2.88

5.2 行動変容促進モデルの快適度

表 3 に、野球チームにおける各グループのアプリケーション利用における行動変容促進モデルへの快適感 (CL) のアンケート結果 (Q1-3) を示す。さらに表 4 に、各モデルの印象に残ったエピソード (Q4) をまとめる。なお、表 4 の印象に残ったエピソードの内容は、原文のまま記載する。

快適度を表す CL は、iCLCP, iCL-eCP, iCP, iCL, IND, iCLCP-eCP の順に大きくなった。特に、Q2 の「アプリケーションの継続利用」に関する質問では、iCLCP-eCP と IND において、2.75 以下の低い値を示しており、継続して使用したくない傾向が得られた。さらに、IND の印象に残ったエピソードでは、「アプリケーションがあることでモチベーションが向上した」とモデルに対してポジティブな意見を持つ実験参加者がいる一方で、「固めてやった日以来、腹筋運動を行わなくなった」というような、活動自体を放棄する発言が得られた。これは、他の競争や協力の情報共有を用いたモデル (iCL, iCP, iCLCP, iCL-eCP, iCLCP-eCP) では見られない現象であり、チームにおいて情報共有をしないことが、アプリケーションの継続利用意識を低下につながることを示された。

情報共有をチーム内外で行った iCLCP-eCP でも、同様に継続意識の低下が発生した。iCLCP-eCP の場合には、Q1 の「情報共有に関する不快感」においても低い値を示した。さらに、印象に残ったエピソードでは「チームメイトと競争して楽しかった」とのポジティブなコメントが得られた反面、「他の人の回数が気になった」や「自分がやっていないときに他の人がやっている」と焦るといった、多くの競争要素を用いたため、情報共有への不快感が高まったと考えられる。つまり、情報共有を用いた過度の競争の促進

表 4 印象に残ったエピソード

Table 4 Impressive episodes in the experiment.

行動変容促進モデル	実験参加者の印象に残ったエピソード (Q4)	
	肯定的	否定的
IND	システムがあることで、モチベーションが向上した。	固めてやった日以来、腹筋運動を行わなくなった。
iCL	エピソードなし	毎日コツコツ続けるのは大変だと感じた。
iCP	腹筋運動が楽しくなった。 チーム内での回数に分かるので、やらないといけないうるようになった。 1日に600回程度腹筋を行った際に、後日同チームの人から驚かれて嬉しく思った。 切磋琢磨できている。	目標回数が達成することがほとんどなかった。
iCLCP	エピソードなし	1,000回近くやった結果、首をつってしまった。 他のメンバがやっていないとモチベーションが低下した。
iCL-eCP	もっと強制的にチームとしてやっている感じが欲しかった。 アプリケーションを起動したときに、やらなきゃと思った。	エピソードなし
iCLCP-eCP	チームメイトと競争して楽しかった。	他の人の回数が気になった。 自分がやっていなかったときに、他の人がやっている」と焦った。

は、チームの行動変容に対してデメリットになることが示唆された。*iCLCP* の印象に残ったエピソードからは、「他のメンバがやっていないとモチベーションが下がった」とのコメントが得られており、この現象も情報共有によるデメリットの1つと考えられる。

Q3の「情報共有によるメンバからのプレッシャ」に関する質問では、*iCL-eCP* において4以上の値を示しており、*iCL-eCP* のメンバは他者からのプレッシャはあまり感じなかったと感じている。さらに、*iCL-eCP* の印象に残ったエピソードからは、「もっとチーム感を高める工夫が欲しい」のように、チーム間での競争に対してポジティブな傾向が見れた。さらに、「アプリケーションを起動したときに、やらなきゃと思った」との回答が得られている。これは、他者からのプレッシャをあまり感じていないことを考慮すると、他者からのプレッシャを受けて活動を行う受動的な行動ではなく、刺激を受けて自分から活動を行うとする能動的な行動であると考えられる。*iCL-eCP* は、運動量の推移において他のモデルと比較して最も運動量が多くなったモデルでもある。つまり、野球部のような日頃からチームで競争している特性を持ったチームでは、「チーム間での競争要素」を用いることがチームの行動変容には有効であると考えられる。

6. 議論

6.1 チームデザイン

集団の活動は、観察者や明確なリーダーの有無により異なることが報告されている [15]。今回の実験では、実験参加者に明確な役割を与えなかったが、与えることでさらなる効果の向上が期待できる。たとえば、1つのグループ内にリーダー役を明確に決め、チームの監督が各グループの同行を観察する仕組みにすると、各被験者の役割とインセンティブが明確になる。その結果、チーム全体として運動量の増加が期待できる。また、今回の実験では男性のみが所属するチームで実験を行ったが、性別の違いによる効果の違いも考えられる。男性と女性の割合を変更した実験も行う必要がある。

6.2 運動の目標値設定

本研究では、目標設定を実験開始前に行ったアンケート（「1日の理想的な腹筋運動回数」）の平均値から算出した。行動変容促進の目標達成が重要であるといわれているが、今回の実験では目標数を達成している参加者は少なかった。そのため、行動変容促進の効果が低くなったと考えられる。目標の設定は、一度実際にアプリケーションを利用したうえで、目標回数を設定することでより効果を高めることが期待できる。また、消費カロリーのように、1日の目安がすでに設定されている情報の場合には、その目安から目標を設定するのも1つの方法である。

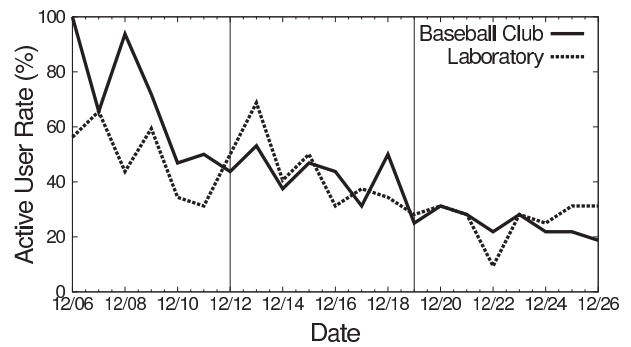


図 14 実験期間中のアクティブユーザ率の推移

Fig. 14 Transition of active user rate during the experiment.

6.3 アプリケーションへのアクセス率

1日あたりの Aaron2 のアクティブユーザ率（アプリケーションを起動した実験参加者の合計数）を図 14 に示す。図 14 から分かるように、1日あたりのアクティブユーザ率は両チームとも実験が進むにつれて低下した。また、実験期間中の平均アクティブユーザ率は野球部 47% で研究室で 38% であった。

共有情報に触れる機会を増加させることで、行動変容促進の効果を向上させることができると考えられる。被験者からのコメントでは「アプリケーションへのアクセスを忘れてしまう」とのコメントも得られていることから、スマートフォンの通知機能を利用して、チームメンバがアプリケーションを利用した際に通知するなど、アクセス機会を増やす工夫が必要である。

6.4 行動変容促進モデルの特性

実験結果より、各モデルには長所・短所が存在することが分かった。そのため、目的によって行動変容促進モデルを使い分けることも考えられる。たとえば、*iCLCP-eCP* は6種類のモデルの中では *TP* は大きい *UL* は低いモデルとなった。不快感を犠牲にしても、チーム全体のスコアを全体的に向上させたい場合には有効なモデルであると考えられる。

6.5 長期的な行動変容の計測

今回の実験では、提案した6種類の行動変容促進モデルが、3週間の実験結果のデータから、それぞれのチームに対して1週間単位でどのような影響を与えるかについて分析を行った。しかし、本研究では、週単位での比較とモデルごとの比較であり、「実験前実験後の比較実験」や「日や月単位での分析」はまだ行われていない。最終的なチームの行動変容促進モデル構築のためには、これらを分析する必要がある。

7. 関連研究

Kamal ら [6] が構築した ABC フレームワークは、オンラ

インソーシャルネットワークを利用した健康的な行動への改善フレームワークである。Appeal, Belonging, Commit が重要であると述べられている。彼らはの研究では、ABC フレームワークを取り入れたソーシャルネットワークアプリケーションを構築し、公募で集めた集団に対して評価実験を行った。本研究と同じくウェブアプリケーションを用いた研究だが、対象としている集団が公募で集められた集団のため、本研究の対象集団とは異なる。

Efstratiou らの研究 [4] では、研究室に様々なセンサを埋め込むことで研究室のメンバのありとあらゆる行動を検知し、ウェブアプリケーションを用いて共有するシステムを構築した。彼らのシステムではコーヒーを飲んだ回数や、机に座って勉強している時間などが検知できる。実際に研究室内で実証実験を行った結果、不快に感じる要素として「他人に自分が勉強をしていないと思われることが不快だ」という評価が得られている。この研究では、個人の行動履歴の振り返りによる行動改善・動機付けを目的としている。そのため本研究の目的である、チームの行動変容促進までは行われていない。

辻らのビジネス顕微鏡ディスプレイ [17] は、日立製作所で開発されているビジネス顕微鏡 [11] から得られた人の活動情報をオフィス内に設置したデジタルサイネージを用いた共有することで、閲覧者のコミュニケーションを活性化を目的としたシステムである。本研究と同様にライフログデータの組織内での利活用が研究テーマであるが、ビジネス顕微鏡ディスプレイでは組織情報の可視化によるコミュニケーションの活性化が目的であり、可視化方法の違いが集団に与える影響までは調査されていない。

8. おわりに

近年、誰もが日常生活の情報を検知・蓄積できるライフログ環境が整ってきた。これまでライフログデータは、個人の行動変容促進に利用されてきたが、今後は研究室やスポーツチーム、学校、企業といった集団を対象した行動変容促進が可能になると考えられる。しかし、集団は個人とは異なり内部に様々な人間関係が存在するため、集団を対象とした行動変容促進モデルを構築する必要がある。本研究では集団の行動変容を促進させるモデルとして、「競争」と「協力」を組み合わせた6種類のモデルを提案し、それらがチームの行動変容にどのように影響するかを明らかにした。提案モデルに基づき、野球チームと研究室チームを対象に3週間の実験を行い、結果を分析した。その結果、「競争」の要素を入れたモデルが効果が高く、行動変容促進の「要素数」よりも「要素の組合せ」が重要な傾向が見られた。特に、「チーム間での競争要素」を用いるモデルが最もチームの行動変容への効果が高くなったことから、日頃からチーム単位での競争を行っている野球部のようなチームでは、「チーム間での競争要素」を取り入れることが

有効であることが示唆された。また、異なる属性を持ったチームどうしの比較から、チームの目的と直接的に関係のない活動では、行動変容が促進されないことが分かった。

本論文では、6種類の行動変容促進モデルを提案し、チーム与える影響の調査を行ったが、本研究の最終最終的な目標である、様々な集団に対応した行動変容促進モデル構築のためには、1) 行動変容促進手法と2) ライフログデータ、3) 対象とするチームの違いを組み合わせ、幅広い実験が必要不可欠である。今後は、それらの実現のために、3つの要素を自由に組み合わせ可能な集団の行動変容促進プラットフォームを実装し、長期的に運用することで、幅広い実験結果を収集し、今後の集団の行動変容促進モデル構築に活用していく。

謝辞 実験に協力してくださいました慶應義塾大学体育会野球部の選手ならびに監督・コーチの皆様へ感謝いたします。本研究の一部は、独立行政法人情報通信研究機構に支援いただいた。

参考文献

- [1] Bandura, A.: Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change., *Psychological Review*, Vol.84, No.2, p.191 (1977).
- [2] B.J. フォッグ, 高良 理, 安藤知華: 実験心理学が教える人を動かすテクノロジー, 日経 BP 社, 日経 BP 出版センター (発売) (2005).
- [3] DiClemente, C., Prochaska, J. and Gibertini, M.: Self-efficacy and the stages of self-change of smoking, *Cognitive Therapy and Research*, Vol.9, No.2, pp.181-200 (online), DOI: 10.1007/BF01204849 (1985).
- [4] Efstratiou, C., Leontiadis, I., Picone, M., Rachuri, K., Mascolo, C. and Crowcroft, J.: Sense and Sensibility in a Pervasive World, *Pervasive Computing*, Kay, J., Lukowicz, P., Tokuda, H., Olivier, P. and Krüger, A. (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science*, Vol.7319, pp.406-424, Springer Berlin Heidelberg (2012).
- [5] Google: Google Charts, Google Inc. (online), available from <https://developers.google.com/chart/> (accessed 2014-01-11).
- [6] Kamal, N. and Fels, S.: Determining the Determinants of Health Behaviour Change through an Online Social Network, *Persuasive Technology. Design for Health and Safety*, Bang, M. and Ragnemalm, E. (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science*, Vol.7284, pp.1-12, Springer Berlin Heidelberg (2012).
- [7] Nike Inc.: Nike+ fuelband, Nike Inc. (online), available from <http://www.nike.com/us/en-us/c/nikeplus-fuelband> (accessed 2013-04-01).
- [8] Sarah, E.B., Reid, H., Geoffrey, B.S. and Mark, S.Y.: A review of the effects of financial incentives on performance in laboratory tasks: Implications for management accounting, *Journal of Management Accounting Research*, Vol.12, No.1, pp.19-64 (2000).
- [9] The jQuery Foundation: jQuery Mobile, The jQuery Foundation (online), available from <http://jquerymobile.com/> (accessed 2014-01-11).
- [10] Zhang, W., Zhang, L., Ding, Y., Miyaki, T., Gordon, D. and Beigl, M.: Mobile sensing in metropolitan area: Case study in beijing, *Mobile Sensing Workshop in 13th In-*

ternational Conference on Ubiquitous Computing (Ubi-Comp'11) (2011).

- [11] 森脇紀彦, 佐藤信夫, 脇坂義博, 辻 聡美, 大久保教夫, 矢野和男: 組織活動可視化システム「ビジネス顕微鏡」(対面コミュニケーション—顔を中心のメディアとした), 電子情報通信学会技術研究報告. HCS, ヒューマンコミュニケーション基礎, Vol.107, No.241, pp.31-36 (2007) (オンライン), 入手先 (<http://ci.nii.ac.jp/naid/110006423109/>).
- [12] 竹中晃二, 上地広昭: 身体活動・運動関連研究におけるセルフエフィカシー測定尺度, 体育学研究, Vol.47, No.3, pp.209-229 (2002) (オンライン), 入手先 (<http://ci.nii.ac.jp/naid/110001918039/>).
- [13] 神馬 豪, 石田宏実, 木下裕司: ゲームフィクション, 大和出版 (2012).
- [14] 中村正和: 行動科学に基づいた健康支援, 栄養学雑誌, Vol.60, No.5, pp.213-222 (2002) (オンライン), 入手先 (<http://ci.nii.ac.jp/naid/10012316447/>).
- [15] 池上知子, 遠藤由美: グラフィック社会心理学, Graphic text book, サイエンス社 (1998).
- [16] 中島直樹, 野原康伸: 医療センシングと「情報薬」の実践—情報爆発を解決し, 労働生産性を向上しよう, デジタルプラクティス, Vol.4, No.3, pp.226-235 (2013).
- [17] 辻 聡美, 佐藤信夫, 大塚理恵子, 紅山史子, 矢野和男: RO-007 ビジネス顕微鏡ディスプレイ: オフィスでのコミュニケーションを促進する行動ログ表示アプリケーションの開発 (ビジネスモデリング, O 分野: 情報システム), 情報科学技術フォーラム講演論文集, Vol.11, No.4, pp.69-76 (2012) (オンライン), 入手先 (<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009622156/>).
- [18] 中野美由紀: インタビュー: 九州大学中島直樹氏, 東京大学山本隆一氏, 九州工業大学井上創造氏インタビュー「医療と情報と社会とビッグデータ」, デジタルプラクティス, Vol.4, No.3, pp.292-301 (2013).
- [19] 志賀利一, 中嶋 宏: システム・ヘルスケア—ICTの活用による生活習慣病の予防・改善に向けて, デジタルプラクティス, Vol.4, No.3, pp.218-225 (2013).



西山 勇毅 (学生会員)

1989年生. 2014年慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科修士. 現在, 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科後期博士課程および Global Environmental System Leaders (GESL) プログラム研究員. 主に, ユビキタスコンピューティング, スマートスペースコンピューティング, サイバーフィジカルシステムの研究に従事. IEEE 会員.



大越 匡 (正会員)

2000年慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科修士. 2006年カーネギーメロン大学M.S. (Computer Science). 企業勤務を経て, 2012年シンガポール経営大学情報システム学部研究員, 現在, 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科博士課程および Global Environmental System Leaders (GESL) プログラム研究員. 主に, モバイルコンピューティングシステム, ユビキタスコンピューティングシステム, 分散システムに関する研究に従事. IEEE, ACM 各会員.



米澤 拓郎 (正会員)

2007年慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科修士. 2010年慶應義塾大学Ph.D. (政策・メディア). 現在, 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科特任助教. 主に, ユビキタスコンピューティングシステム, インタラクティブシステム, センサネットワークの研究に従事. ACM, 日本ソフトウェア科学会各会員.



中澤 仁 (正会員)

慶應義塾大学環境情報学部准教授. 博士(政策・メディア). ミドルウェア, システムソフトウェア, ユビキタスコンピューティング等の研究に従事. 日本ソフトウェア科学会, IEEE 各会員.



高汐 一紀 (正会員)

1992年慶應義塾大学大学院工学研究科修士(工学). 1995年慶應義塾大学大学院工学研究科博士(工学). 電気通信大学助手, 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科助教授を経て, 現在, 慶應義塾大学環境情報学部准教授. 主に, 分散システム, 実時間システム, ユビキタスコンピューティング, ヒューマンロボットインタラクション等の研究に従事. IEEE, ACM 各会員.



徳田 英幸 (フェロー)

1975年慶應義塾大学工学部卒業。同大学院工学研究科修士。ウォータールー大学計算機科学科博士 (Ph.D. in Computer Science)。米国カーネギーメロン大学計算機科学科研究准教授を経て、1990年慶應義塾大学環境情報学

部に勤務。慶應義塾常任理事を経て、現職。専門は、ユビキタスコンピューティングシステム、OS、Cyber-Physical Systems等。情報処理学会フェロー、日本ソフトウェア学会フェロー。現在、情報処理学会副会長、日本学術会議会員、情報通信審議会委員等を務める。