

歩行の習慣づけにむけた歩数と外的要因の関係性の解析

鈴木 真生¹ 大槻 涼² 若尾 あすか¹ 松村 耕平² 杉山 治³ 多田 昌裕⁴ 野間 春生² 黒田 知宏⁵

概要：本研究では、健康イベントで収集した参加者の歩行記録を用いて、その歩行パターンと天候・曜日といった外部要因との関係を解析する。近年、生活習慣病の防止を目的として、適度な運動を取ることが提案され、その一環として1日1万歩を目安に歩くことが推奨されている。しかしながら、現実的には、日本人の平均歩数は約7000歩と推奨されている歩数に満たない。人の歩数は天候や個人の予定など様々な要素に影響され、それらの阻害要因によって健全な運動習慣が身についていないと考えられる。そこで本研究では、歩行に作用する要素と歩数の関係性をモデル化することで、人の歩行パターンを解析し、運動習慣の獲得に寄与することを目指す。まず、ウォーキングイベントにて同意を得た8名の参加者に日記をつけてもらい、その内容を解析することで、天候・時間帯・曜日・予定・チーム（外的要因）と気分・体調（内的要因）といった歩行に作用する要因を抽出した。本研究では、これらの要因の中で、現状、観測可能な天候と曜日の要因について、歩行の遷移パターンを解析し、それらの要因が人の歩行パターンに与える影響を調査した。

キーワード：歩行習慣、行動変容、行動のモデル化

1. はじめに

日本において国民医療費は年々増加しており、2014年度では約41兆円と財政を圧迫している。現在の医療サービスの質を財政破綻をせずに維持するためには、病気になってから治すのではなく、病気になる前（未病）の段階で、健康状態を維持するという取り組みを促進する必要がある[1]。特に心疾患や癌など、生活習慣病に起因する病は日本人の死因のおよそ56%、医療費のおよそ33%を占めている[2], [3]。生活習慣病に起因する病は、適切な運動習慣を身につけることで予防できるとされており[4]、特に健康増進に向けては1日1万歩を目安に歩くことが推奨されている。しかし日本人の平均歩数は約7000歩と目標の歩数に満たない[5]。我々が全国5000名に実施したインターネットアンケートでも、61%（5000名中3065名、スクリーニング調査結果）の人が自分自身を運動不足だと思うと解答しており、さらに無作為に抽出した312名の内、66%（312名中208名）の人は日常的な運動をしたいと回答した。これらのことから十分な運動習慣を持たないが、運動習慣を獲得したいと考えている人が多数存在するとわかる。

以上のような背景から、運動促進のための取り組みが各

地で行われている。横浜市では参加者に歩数計を配布し、毎日の歩数を計測できるという通年の取り組みを実施している[7]。この取り組みでは市内のあらゆる商店に歩行記録の読取機を設置しており、町全体で運動を促進している。我々もこれまでに健康増進を目的とし、2014年から滋賀県長浜市で10日間のウォーキングイベントを実施した[6]。2015年のイベントでは延べ1036名の市民が参加し、チームで競い合うことで、90%の参加者が1日約4kmの目標を達成した。これらの成果から、ウォーキングイベントの実施は一定の効果を上げることが明らかになった反面、イベントが終了した後に再び歩かなくなる現象も報告されており、歩行習慣の維持には課題が残っている。歩行習慣を身につける過程において、より優先するべき仕事や天候不順など様々な阻害要因があると考えられ、これらの阻害要因によって歩行習慣の獲得が思うようにいかない実情があると考えられる。

そこで我々は歩行に作用する要因を調査し、参加者の歩数と歩行に作用する要因の関係性を解析する。具体的には参加者の歩行を状態遷移モデルとして表現し、全体の歩数の遷移と外的要因の条件毎の遷移を比較することで、外的要因がどのように参加者の歩行に影響を与えているのかを調査する。本稿では、ウォーキングイベントで実施した日記調査の結果に基づき歩行に作用する要因を抽出し、その中で観測可能な外的要因である天候要因と曜日要因について、参加者の歩行の状態遷移モデルを構築した。

¹ 立命館大学大学院情報理工学研究科

² 立命館大学情報理工学部

³ 京都大学医学部附属病院先制医療・生活習慣病研究センター

⁴ 近畿大学理工学部

⁵ 京都大学医学部附属病院医療情報企画部

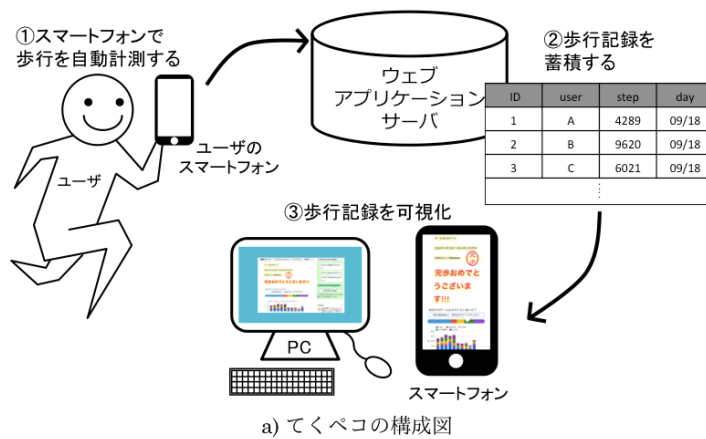


図1 てくペコのしくみと可視化画面

2. データ収集

本研究では滋賀県長浜市の協力の下、「ながはま健康ウォーク」というウォーキングイベントを実施し、人の歩行記録を収集している。参加者は自由応募で募集し、1人で参加するか、3人ないし5人で任意のチームを編成して参加できる。参加費用として1人1日程あたり600円を徴収し、目標を完歩したチームに抽選で景品を付与した。目標を達成しないと参加費が没収されるという負のインセンティブと、達成した場合は景品が当たるという正のインセンティブ、そしてチームで参加するという隣保性を組み合わせることで、参加者の歩行習慣の獲得を支援することを目指した。2015年のイベントは9月11日～20日、10月6日～10月15日、11月1日～10日の各10日間で実施し、延べ1036名が参加した。結果、参加チームのうち90%が完歩（完歩の定義は次節参照のこと）を達成し、その歩行データを収集することができた。

2.1 イベントルール

イベント中、参加者は1人で参加するか、3人ないし5人の任意のチームを編成して参加する。参加者は上記3日程から1つの日程を任意に選んでイベントに参加することができ、複数日程参加することもできる。イベントの達成目標距離は1人であれば10日で40km、3人チームは全員で120km、5人チームは全員で200kmとし、チームの全員が最低20km以上歩くことを完歩の条件とした。

2.2 「てくペコ」システム

ながはま健康ウォークの実施に向け、スマートフォンとウェブアプリケーションを用いた歩行計測・可視化システム「てくペコ」を開発した。てくペコの構成を図1のa)に示す。まず参加者が携帯するスマートフォンで参加者ID、日付、歩行距離、歩数、活動種別（walkingやrunningなど）の情報が取得し、ウェブアプリケーションサーバに送信・

記入サンプル

朝に書く 今日の気分、予定、目標など

記入例) 今日は天気が良いし散歩しよう
ながはま健康ウォークの仲間と会う予定だ
今日はあんまり歩かないで休もう など

夜に書く 今日の一日はどうでしたか?
ながはま健康ウォークについて記録してください

いつ	どこで	どんなことがあった どんなことをした	どうだった 備考
お昼休みに	職場で	チームの仲間と健康ウォークについて話した	他のチームの人も一緒に話した

図2 日記記入用紙

蓄積する。参加者はパソコンのブラウザ、もしくはスマートフォンのブラウザからウェブアプリケーションにアクセスすることで、計測した歩行の記録を図1のb)に示す画面で確認することができる。

2.3 歩行に作用する要素の調査

イベントにおいて参加者の歩行に作用していた要因を調査するため、2015年11月3日～10日の日程に参加していた参加者のうち同意を得た8名に、図2に示した様な記入用紙に従って日記をつけてもらった。日記に記入する内容はウォーキングイベントに関するものだけ指示し、自由に記述してもらった。

日記の内容と歩行記録を照らし合わせて分析したところ、天候・時間帯・曜日・予定・チーム（外的要因）と気分・体調（内的要因）という5つの要素についての記述が多く見受けられた[9]。本稿ではこれらの要素から天候、曜日について歩行記録を解析した結果を報告する。

3. 歩行の解析手法

本研究では人の歩数の遷移を状態遷移図で表現することで、人の歩行を解析する。イベントの中で参加者の歩行記録を収集したところ、同じ人でも歩数が多い日と少ない日があることがわかる。本研究では、イベント期間全体での歩数の遷移を状態遷移図で表現することによって、全体の傾向をとらえる。また第 2.3 節で調査した歩行に作用する要素毎に歩数の遷移を状態遷移図で表現し、全体の傾向と比較することで各要素が歩行に与える影響を考察する。

参加者の歩数の遷移を状態遷移図で表現するため、歩行記録を連続値である歩数から離散的な状態表現に変換する必要がある。そのために本研究では歩数を量子化・順序指標化し、それを参加者の歩行状態とし、解析に用いる。

3.1 歩行記録の量子化と順序指標化

てくペコで得られる歩行記録（参加者 ID、日付、歩行距離、歩数、活動種別）から日ごとの歩数を取り出し、解析に用いる。1 人の参加者の 10 日間における歩行記録は

$$(s_1, s_2, \dots, s_{10}) \quad (1)$$

と表現される。この時 s_d は d 日目の歩数を示す。これを量子化し順序尺度化することで、有限個のクラス番号の配列

$$(S_{k_1}, S_{k_2}, \dots, S_{k_{10}}) \quad (2)$$

に置き換える。このとき、 S_{k_d} は、 d 日目の歩数のコードを表す。これによって歩数は最も近い代表値が属する歩数クラスの番号に置き換えられる。代表値を求める手法には K-means 法 ($K = 8$) を用いた。K-means 法は一般にベクトル量子化に用いられるものであるが、本研究で用いる配列の要素は歩数のみであるため、代表値を昇順にソートしたリストを用いることで、各クラスの番号の大小を、歩数の大小と紐付けることができる。なお k の値は、属する歩数の量がゼロであるクラスが生じなくなるまで試行して決定した。

こうして求めた順序指標とそのクラスの代表値、各クラスに属する歩数の数を表 1 に示す。#0 クラスの 800 歩とほとんど歩いていない状態から、#7 クラスの 3 万歩とかなり多く歩いている状態まで分けられていることがわかる。今回の解析に用いる歩行記録は歩数によって量にばらつきがあるため、このような分類が適切であると考えた。本研究ではこの順序指標を参加者の歩行状態とみなし、解析する。

3.2 条件付き確率の算出

次に、前節で順序指標化した歩行記録を歩数クラスが遷移する条件付き確率のマトリックス

表 1 歩数クラスの番号と代表値一覧

歩数 クラス	代表値 (歩)	要素数	歩数 クラス	代表値 (歩)	要素数
#0	832	990	#4	8559	1076
#1	2849	1199	#5	11663	789
#2	4715	1299	#6	18064	355
#3	6484	1267	#7	33613	65

$$P(S_{j_{d+1}}|S_{i_d}) = \left\{ \frac{n(S_j|S_i)}{\sum_{k=1}^K n(S_k|S_i)} \right\}_{i \in K, j \in K} \quad (3)$$

を求める。このとき、 i, j は歩数クラスのクラス番号を表し、集合 K の数は 8 である。 $P(S_{j_{d+1}}|S_{i_d})$ は、 d 日目の状態が i 番目のクラス S_i だったとき $d+1$ 日目の状態が j 番目のクラス S_j に遷移する確率を表す。これらの確率は、参加者の事前の歩数クラスが S_i だったときに、次の日の歩数クラスが S_j である件数 $n(S_j|S_i)$ を、事前の歩数クラスが S_i だったときの件数の総和 $\sum_{k=1}^K n(S_k|S_i)$ で割って求めた。

これらの全体の遷移確率の推移と、歩行に作用する要素 F_{x_d} との混合遷移確率

$$P(S_{j_{d+1}}, F_{q_{d+1}}|S_{i_d}, F_{p_d}) \quad (4)$$

$$F_{x_d} = \begin{cases} W_{x_d} \\ D_{x_d} \end{cases}$$

を比較する。歩行に作用する外的要因 F_{x_d} は、天候クラス W_{x_d} と曜日クラス D_{x_d} のいずれかをとり、添え字の p, q, x は天候クラス、及び、曜日クラスのクラス番号を、 d は日付をそれぞれ表す。天候クラスは、降水量が 7.11[mm] 以下の日を晴れ、それ以外を雨とした 2 クラスの集合であり、曜日クラスは、平日・休日（土日・祝日）の 2 クラスの集合である。降雨量の分類については第 4.2 節で述べる。遷移確率 $P(S_{j_{d+1}}, F_{q_{d+1}}|S_{i_d}, F_{p_d})$ の計算式は、式 3 と同様であるが、各条件の件数の定義は、

$$n(S_j, F_q|S_i, F_p) \quad (5)$$

となる。 $n(S_j, F_q|S_i, F_p)$ は、それぞれの条件の和集合の件数を表す。

3.3 歩行モデルの構築

最後に、前節で算出した遷移確率のうち歩数クラス毎に主要な遷移を抜き出し、状態遷移図に出力する。各クラスの主要な遷移は以下のルールで抜き出す。

- (1) クラス S_i からクラス S_j への遷移確率のうち、確率が高いものから昇順にソートする。
- (2) 遷移確率の総和 $\sum_k P(S_k|S_i)$ が 0.80 を超えるまで、ソート済みのリストから遷移を取り出す。このとき、 K はこれまで加算した遷移確率における事後クラス番号の集合である。

このルールに基づいて抜き出した遷移を矢印とし、各歩

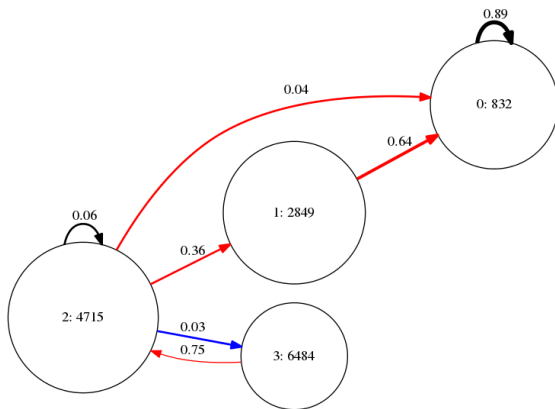


図 3 状態遷移モデルの例

数クラスタをノードとして有向グラフにしたものを図 3 に示す。この図では、状態遷移に加えてノードのラベルにクラス番号と代表値を示し、ノードの大きさでクラスに属する歩数の量を示す。また矢印の色が赤いものは下位の歩数クラスタへの遷移を示し、青いものは上位の歩数クラスタへの遷移を示す。矢印の太さは各ノードからの遷移確率の高さを示す。本研究ではこの図を考察することで、人の歩数と歩行に作用する要素の関係性を検討する。

4. 全体の傾向分析

本章では、イベント全体の歩行状態の遷移を考察するため、 $P(S_{j,d+1}|S_{i,d})$ から歩数の推移を解析した結果について述べる。また天候要因と曜日要因について、歩数クラスタの分布から、各要素の条件と歩数の関係を分析した。

4.1 歩数の遷移についての分析

全体の歩行の傾向を捉えるために、 $P(S_{j,d+1}|S_{i,d})$ から求めた遷移を解析した。連続する 2 日間において、1 日の歩数が S_i クラスタから S_j クラスタに遷移した件数 $n(S_j|S_i)$ を算出し、ヒートマップを描画したものを図 4 の a に示す。このヒートマップでは縦軸が事前の歩数クラスタを示し、横軸が事後の歩数クラスタを示し、色が濃いほど遷移した件数が多い。図の左上から右下に向かう対角線の位置が、歩数が変化していないことを示し、そこより上側が歩数が増加した遷移、下側が歩数が減少した遷移を示す。

次に、図 4 の a で算出した件数を元に、1 日の歩数が S_i クラスタから S_j クラスタに遷移する確率 $P(S_j|S_i)$ を算出し、ヒートマップを描画したものを図 4 の b に示す。a と同様に縦軸が事前の歩数クラスタを示し、横軸が事後の歩数クラスタを示し、色が濃いほど遷移確率が高い。

最後に、条件付き確率のマトリックスを、3.3 節で述べた状態遷移モデルに変換したものを図 4 の c に示す。この図から、#0～#2 クラスタでは他クラスタに遷移する確率に比べて、同じクラスタに留まる傾向が最も強いことがわかる。#3、#4 クラスタも同じクラスタに留まる傾向が最

も強いものの、それと同等に 1 つ下のクラスタに下降する傾向も強い。これらのクラスタは歩数がかなり少ないため、より上位のクラスタに遷移するよう働きかけが必要である。#5～#7 クラスタにおいても 1 つ下のクラスタに下降する傾向が強いが、#5 クラスタ以上であれば十分な歩数を歩けているため問題はない。

4.2 降雨量による歩数の分布

降雨量の大小による歩数の分布の違いを調査するため、ウォーキングイベント中の降雨量を歩数と同様に順序尺度化し、降雨量クラスタ毎に歩数クラスタの分布を算出した。降雨量はイベントの主催地であることから、滋賀県長浜市の 1 日の合計降雨量を参照した。

全 30 サンプルの降雨量を順序尺度化したところ 3 つのクラスタに分類され、各代表値は $[0.42, 13.80, 42.00][mm]$ となった。0.42mm のクラスタはほぼ雨が降っていない日、13.80mm のクラスタは少し雨が降った日、42.0mm のクラスタはかなり雨が降った日と言い換えることができる。

この 3 つの降雨量クラスタ毎に歩数クラスタの分布を示したものを図 5 の a、b、c に示す。ほぼ雨が降っていない場合は歩数クラスタは #4 クラスタや #5 クラスタが最も多いが、少しでも雨が降ると #0 クラスタや #1 クラスタが多くなる。このことから、弱い雨以上の雨が降ると人の歩行量は減少しやすいということがわかる。

4.3 曜日による歩数の分布

休日か平日かによる歩数の分布の違いを調査するため、休日クラスタと平日クラスタの歩数クラスタの分布を算出した。

その分布を図 5 の d、e に示す。休日と平日において、歩数クラスタの分布に大きな差異はないことがわかる。

5. 外的要因を含めた混合状態遷移モデルを用いた解析

本章では天候要素と曜日要素を加えた混合状態遷移図と、第 4 章で示した全体の状態遷移図を比較することで、歩行に作用する要素（外的要因）が歩行に与える影響を考察する。

以降では #0～#2 クラスタを下位クラスタ、#3、#4 クラスタを中間クラスタ、#5 以上のクラスタを上位クラスタと呼ぶこととする。下位クラスタは 1 日 5000 歩以下のかかなり歩数が少ないクラスタ、中間クラスタは 1 日 5000～9000 歩の若干歩数が少ないクラスタ、上位クラスタは 1 日 1 万歩以上歩いており、十分な歩数を達成しているクラスタといえる。

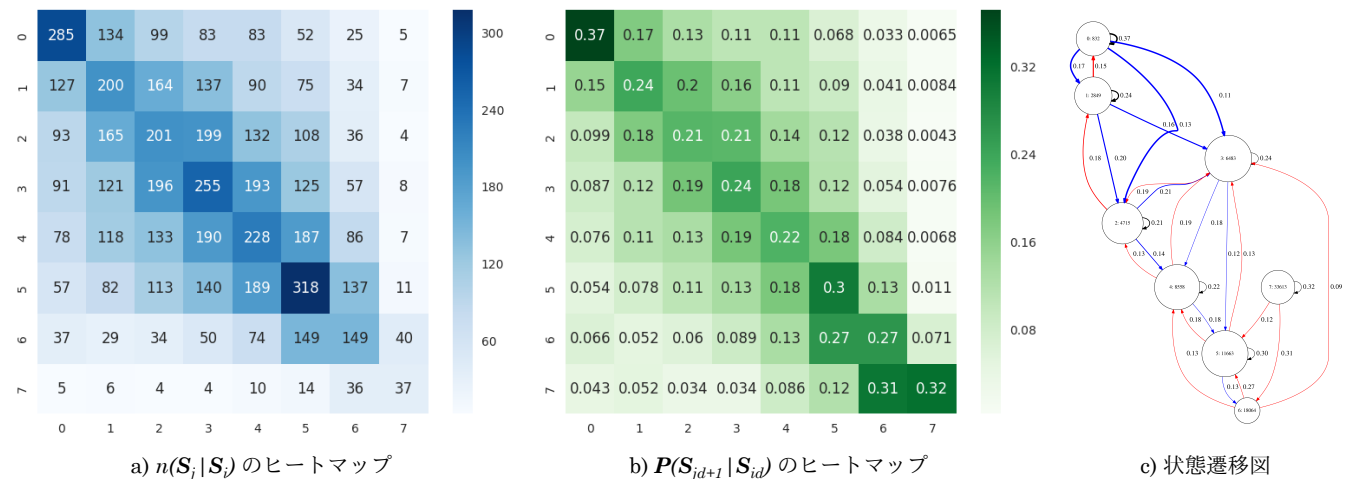


図 4 期間全体の歩数の状態遷移のモデル化

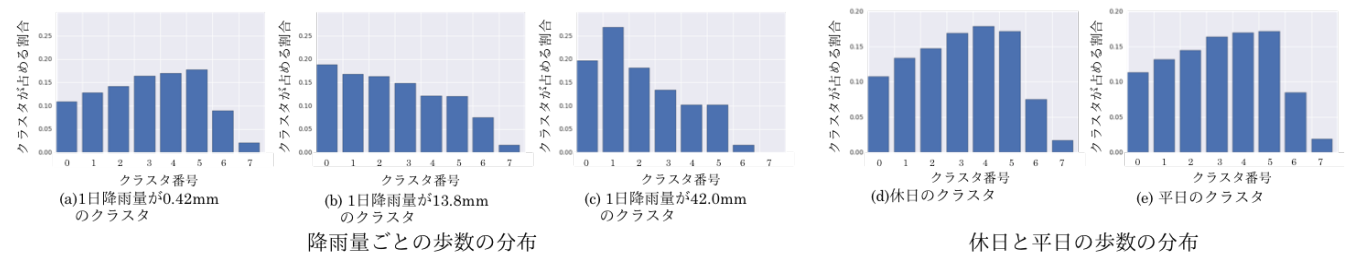


図 5 降雨量や曜日別の歩数の分布

5.1 天候について

5.1.1 2日間とも晴れの場合の解析

連続する2日間において、両日とも晴れであった場合について、各歩数クラスタの遷移確率を求めた。その結果を状態遷移図にしたものを図6のaに示す。

晴れの日が続いた場合は下位・中間クラスタでは歩数が増加するか、同等である傾向が強く、上位クラスタでは歩数が減少する傾向か、同等である傾向が強い。

下位・中間クラスタは晴れが続く日を機会に歩数を増加させ、十分な歩数を歩かせやすいと考える。上位クラスタについては、歩数が減少しても上位クラスタ内にいる状態であれば問題はないが、下位・中間クラスタへの遷移に該当している人は歩数が減少しすぎないように働きかける必要がある。

図4のcと比較すると、図6のaのほうが下位クラスタにおいて歩数の増加傾向が強い。中間・上位クラスタにおいては同様の傾向である。

5.1.2 晴から雨に変化した場合の解析

連続する2日間において、天候が晴れから雨に変化した場合について、各歩数クラスタの遷移確率を求めた。その結果を状態遷移図にしたものを図6のbに示す。

晴れから雨に天候が変わった場合は、どのクラスタにおいても歩数が減少する傾向が強い。特に上位クラスタから下位クラスタに大幅に歩数が減少する場合があります、#2 ク

ラスタへ集中して遷移する傾向がある。

これは天候が雨になったことで移動手段に車などを利用する人や外出を諦める人が増え、どのクラスタも同じ歩数クラスタへ遷移する傾向が現れたと考える。

図4のcと比較すると、図6のbのほうがどのクラスタにおいても歩数の増加傾向が弱いことがわかる。特に上位クラスタにおいては、図6のaのほうが減少傾向が強い。

5.1.3 雨から晴に変化した場合の解析

連続する2日間において、天候が雨から晴れに変化した場合について、各歩数クラスタの遷移確率を求めた。その結果を状態遷移図にしたものを図6のcに示す。

天候が回復するとどのクラスタにおいても歩数が増加するか同等である傾向が強いが、上位クラスタなど歩数が減少する傾向もわずかに存在する。そもそも雨の日に上位クラスタにいるということは、その日に外出する予定があった、歩行が好きであるなど、天候以外に要素の影響もあったと考える。0クラスタは変化しない傾向が強いが、その他の中間・下位クラスタでは非常に歩数の変化が激しく、雨の日の歩数が少なかった分を晴れてから補うように促しやすいと考える。

図4のcと比較すると、図6のcのほうが下位・中間クラスタにおいて歩数の増加傾向が強い。上位クラスタにおいては、図6のcのほうが歩数の減少傾向が弱い。

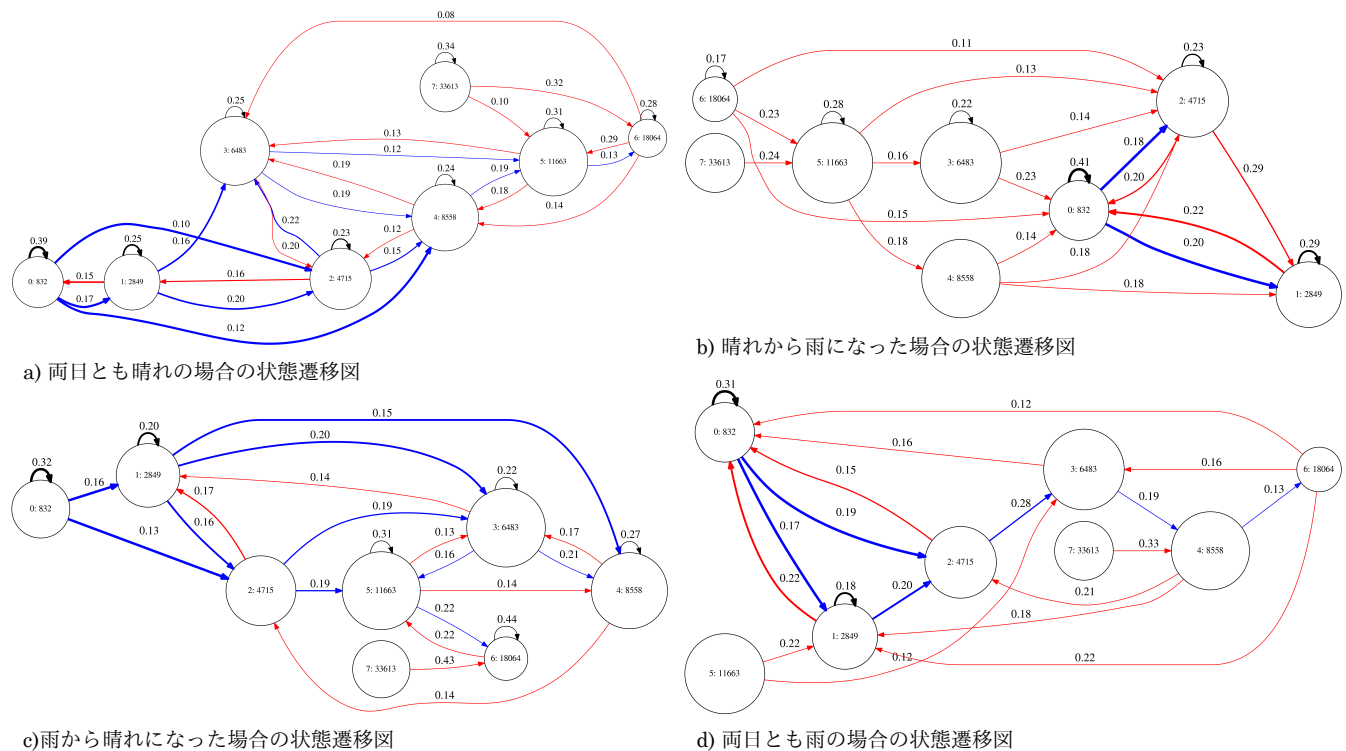


図 6 天候条件による歩数の状態遷移のモデル化

5.1.4 2日間とも雨の場合の解析

連続する2日間において、両日とも雨であった場合について、各歩数クラスターの遷移確率を求めた。その結果を状態遷移図にしたものを図6のdに示す。

雨が続いた場合は、中間・上位クラスターでは歩数が減少する傾向が強い。特に#0クラスターへ集中して遷移する傾向がある。しかし下位クラスターでは、歩数が増加するか同等である傾向が最も強い。これは雨が続き、連続して歩けない日が続くとウォーキングイベントの目標達成が難しくなるため、前日より多く歩いた人がいたと推測する。

図4のcと比較すると、図6のdのほうがどのクラスターにおいても歩数の増加傾向が著しく弱く、減少傾向が強い。特に#0クラスターへの遷移が目立つ。

5.1.5 天候の各条件における解析のまとめ

以上の解析から、雨が降るとどのクラスターも#2クラスター付近に遷移し、雨が続きとさらに#0クラスターに遷移することがわかった。逆に雨から晴れになると歩数が増加し、晴れが続くと同じ状態を維持するか、歩数が増加する。このことから、全体の傾向として雨から晴れに変化した時の歩数が基本の状態であり、雨という特別な条件下では基本の状態から歩数が減少するといえる。

雨の日はどうしても屋外を歩くことが難しくなるため、十分な歩行を習慣づけるには晴れの日の基本の歩数を増加させることで、複数日で総合的に十分な歩行量を確保するとよいと考える。特に下位・中間クラスターでは晴れが続くと歩数が増加しやすいため、晴れが続く機会により多く歩

くように積極的に働きかけることが必要である。

5.2 曜日について

5.2.1 2日間とも休日の場合の解析

連続する2日間において、両日とも休日であった場合について、各歩数クラスターの遷移確率を求めた。その結果を状態遷移図にしたものを図7のaに示す。

休日が続く場合は、どのクラスターにおいても歩数が増加するか同等である傾向が強い。しかし上位クラスターから下位・中間クラスターへの遷移など、大幅な歩数の減少傾向も見受けられる。

休日は外出するのが好きな人と外出せずに家で過ごすのが好きな人の2種類があり、それによってこのような結果になったと考える。特に歩数が増加している人に関しては、休日で仕事や学校がなく、普段よりも歩く時間を取りやすい人が多いと考える。また1日目は外出の予定があったが、2日目は特に予定がなかったなど、予定の有無にも大きく作用されていると考える。実際に参加者が記入した日記の分析でも、外出の予定があると記述があった休日はそうでない休日よりも歩数が多いといったことがあった。

図4のcと比較すると、図7のaのほうが下位クラスターにおいて歩数の増加傾向が強い。中間・上位クラスターにおいては同様の傾向である。

5.2.2 休日から平日に変化した場合の解析

連続する2日間において、休日から平日に移った場合について、各歩数クラスターの遷移確率を求めた。その結果を

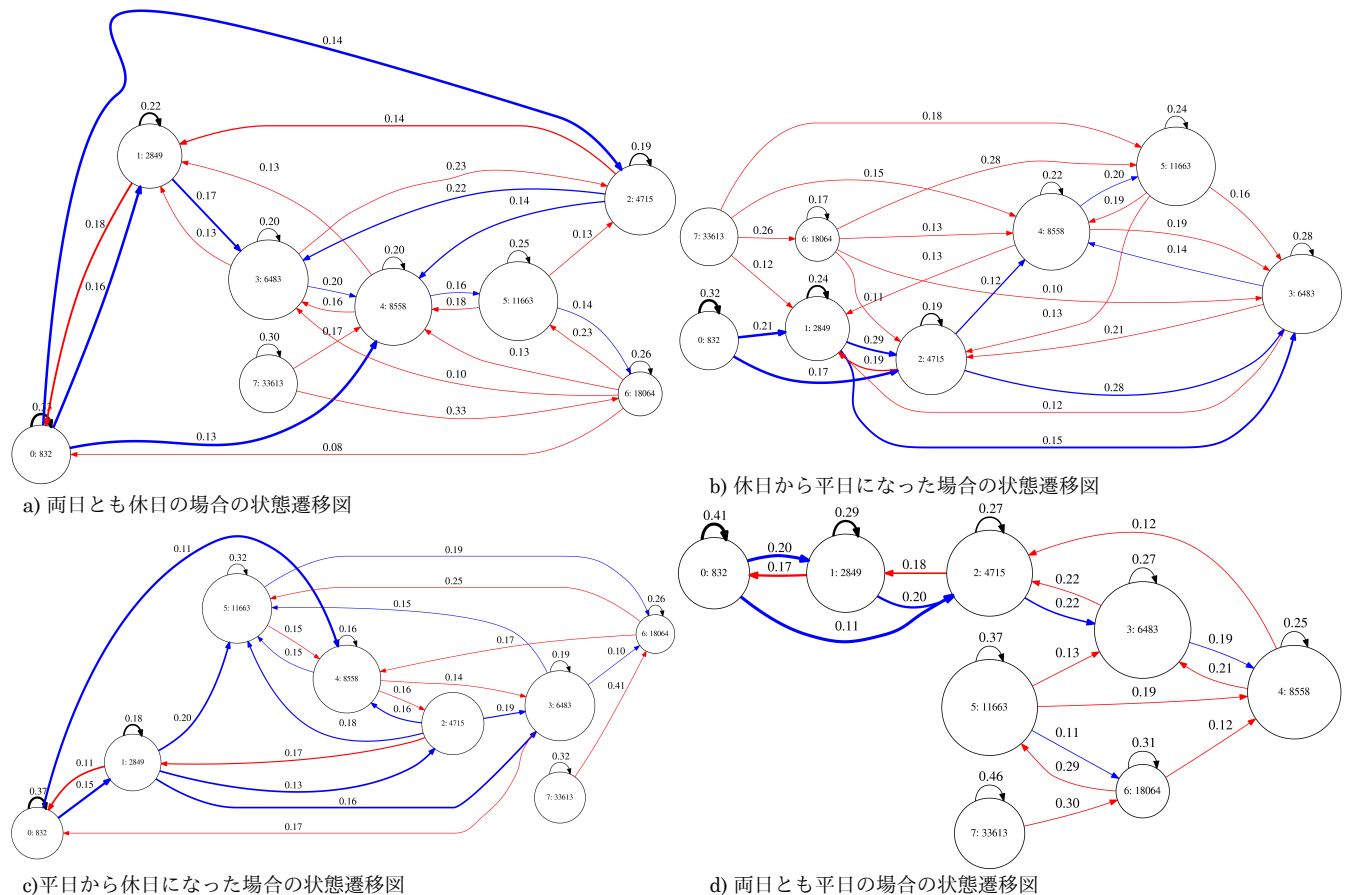


図 7 曜日条件による歩数の状態遷移のモデル化

状態遷移図にしたものを図 7 の b に示す。

下位・中間クラスは歩数が増加するか、同等である傾向が強く、上位クラスでは歩数が減少する傾向が強い。

下位・中間クラスでは休日の間に外出しない人が多く、上位クラスは休日に外出していた人が多いと考える。それらの人が平日になって仕事や学校が始まり、平日の歩行量に遷移したと推測できる。

図 4 の c と比較すると、図 7 の b のほうが上位クラスにおいて歩数の減少傾向が強い。また #2～#4 クラスへの遷移が目立つ。

5.2.3 平日から休日に変化した場合の解析

連続する 2 日間において、平日から休日に移った場合について、各歩数クラスの状態遷移確率を求めた。その結果を状態遷移図にしたものを図 7 の c に示す。

どのクラスにおいても歩数が増加するか同等である傾向が強いが、上位クラスから下位クラスへ大幅に歩数が減少する傾向も伺える。

休日が続いた場合と同様に、休日の基本的な過ごし方や個人の予定の作用も相まって現れた結果だと考える。

図 4 の c と比較すると、図 7 の c のほうが下位・中間クラスにおいて歩数の増加傾向が強い。また上位クラスでは、図 7 の b のほうが歩数を維持する傾向が強い。全体

として #5 クラスへの遷移が集中している。

5.2.4 2 日間とも平日の場合の解析

連続する 2 日間において、両日とも平日であった場合について、各歩数クラスの状態遷移確率を求めた。その結果を状態遷移図にしたものを図 7 の d に示す。

平日が続く場合はどのクラスにおいても、同等に歩く傾向が最も強い。どのクラスの人でも平日は仕事や学校など、およその行動が定まっており、歩数が遷移しにくいと考える。

図 4 の c と比較すると、図 7 の d のほうがどのクラスにおいても歩数を維持する傾向が著しく強い。

5.2.5 曜日の各条件における解析のまとめ

以上の解析から、平日はどのクラスにおいても歩数の遷移は非常に少なく、同じ状態を維持することがわかった。休日においては平日から休日に切り替わった場合も、連続して休日であった場合も、歩数が増加する傾向と減少する傾向の 2 つの傾向があることがわかった。このことから、平日の歩数が基本の状態であり、休日という特別な条件下では歩数が大きく変化するといえる。

また第 4 章で述べた曜日による歩数の分布と照らし合わせると、平日と休日で歩数クラスの分布は同等であるが、各クラスに属する個人は異なるとわかる。

平日はから休日にかけて、上位クラスから下位クラスに遷移する人など、総合して十分な歩数を歩けている人は問題がない。しかし中間クラスから下位クラスに遷移する人や、平日も休日でも下位クラスに属する人などは、平日と休日で総合しても十分な歩数を歩けていないため、働きかけが必要である。これについては各個人の予定など、曜日以外の要素が歩数に与える影響の解析を進め、複数の要素に応じて働きかけを変えることが必要であると考ええる。

5.3 考察

以上の解析より、下位・中間・上位のクラスごとに傾向が異なることがわかった。特に#0 クラスはどのような状況でも歩数が遷移しない傾向が強く、その他の下位・中間クラスは条件によって増加も減少もしやすい。また上位クラスでは歩数が減少しても十分な歩数を維持しているなど、歩数が増加または減少する傾向が強い。

これらのことから歩行を習慣づけるには、まず#0 クラスに属する人を#1 クラス以上に遷移させることが必要である。次に#1~#4 クラスにある人は、天候や曜日などの要素に応じて適切な働きかけを与えることで上位クラスへ上昇させることで、十分な歩行を習慣づけることが可能であると考えられる。

6. おわりに

本研究では、ウォーキングイベントにおける参加者の歩行パターンに対して、天候・曜日などの要因が及ぼす影響を解析した。歩行に作用する要因の調査は、ウォーキングイベントにて参加者に日記をつけてもらうことで行い、その日記の内容を解析することで天候・時間帯・曜日・予定・チーム（外的要因）と気分・体調（内的要因）といった要因を抽出した。解析においては、人の歩行パターンを状態遷移モデルで表し、イベント期間全体の遷移と、外的要因のクラス別の遷移を比較することで、それぞれの要因が参加者の歩行に正負いずれかの影響を与えたのかを検討した。

歩行記録の解析より、歩数が約 5000 歩以下の歩数が少ない下位クラス、およそ 5000~9000 歩の中間クラス、それ以上の上位クラスの 3 に大別され、それぞれ傾向が異なることがわかった。

今後は今回構築したモデルに基づいて歩行を推定する推定器を実装し、構築したモデルの評価や、今回解析しなかった要素のモデル化などに取り組む。

謝辞 本研究は厚生労働科学研究費、科学研究費挑戦的萌芽研究の支援を受けた。また本研究は国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）の研究成果展開事業「センター・オブ・イノベーション（COI）プログラム」の支援によって行われた。また本研究は、京都大学大学院 医学研究科・

医学部及び医学部附属病院の医の倫理委員会の承認を受けた（E2314）。ながはま健康ウォークの企画・運営において滋賀県長浜市の協力を得た。

参考文献

- [1] 厚生労働省：医療制度改革に関する情報 特定健康診査・特定保健指導に関するもの。入手先（<http://www.mhlw.go.jp/bunya/shakaihoshho/iryouseido01/info02a.html>）（参照 2016-12-20）
- [2] 厚生労働省：平成 27 年度人口動態総覧。入手先（<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/suikai15/dl/2015gaiyou.pdf>）（参照 2016-12-20）
- [3] 厚生労働省：平成 26 年度 国民医療費の概況。入手先（<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-iryohi/14/dl/kekka.pdf>）（参照 2016-12-20）
- [4] 石井好二郎：歩数計を用いた歩数増加への運動介入効果。治療 88(10), pp.2610-2614 (2006)
- [5] 厚生労働省：平成 27 年国民健康・栄養調査結果の概要。入手先（<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000142359.html>）（参照 2016-12-9）
- [6] 鈴木ら：運動習慣獲得に向けたチームの効果を用いる試み。生体医工学 54(2), pp.58-65 (2016)
- [7] 横浜市：よこはまウォーキングポイント。入手先（<http://enjoy-walking.city.yokohama.lg.jp/walkingpoint/>）（参照 2016-12-9）
- [8] 中村恭子，古川理志：健康運動の継続意欲に及ぼす心理的要因の検討—ジョギングとエアロビクスダンスの比較—。順天堂大学大学紀要, pp.1-13 (2004)
- [9] 大槻ら：歩行習慣獲得を支援するシステムの開発に向けたユーザの行動解析。WISS2016 (2016)