

令和 5 年 6 月 7 日現在

機関番号：34412

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K11610

研究課題名（和文）ベイズ統計モデリングによる運動意欲の形成過程分析

研究課題名（英文）Factor Analysis of the Motivation Formation Process for Exercise using Bayesian Statistical Modeling

研究代表者

堀井 大輔（HORI, Daisuke）

大阪電気通信大学・共通教育機構・准教授

研究者番号：20340424

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：運動意欲の形成過程についての分析から、家庭環境の影響は限定的である一方で、友人やクラブ活動の影響が大きいことが確認された。運動実践につながる心理的な支援方略や介入行動は、運動・スポーツの重要性の認識から始め、それに対するモチベーションを高めて維持することが重要である。また、運動に対する目標設定やルーティンの作成に関連して、周囲の仲間との交流を通じてポジティブな経験を得るよう工夫することや、学校やスポーツクラブでの身体活動時に他者からの自律的な支援が受けられる環境を整備することが重要である。これらの取り組みにより、個人の内発的な動機付けを高め、健康の保持増進につながることを期待される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究はベイズ統計モデリングによる確率モデルを使ってデータ生成メカニズムを記述し、それをを用いて運動意欲の形成過程に関する推論や予測を行うことを目的とした。この手法を身体運動科学分野に持ち込み、現実で起こりうる行動を心理学理論で予測していくという研究デザインは、新たな研究の方向性を切り拓いていくものである。多様な要因に関連している運動意欲について、不完全なデータやモデルの不確実性も考慮できたことは意義があったと考えられる。

研究成果の概要（英文）：The analysis of the formation process of motivation to exercise uses the Bayesian statistical modeling. Therefore, the psychological approach to support strategies and intervention actions leading to exercise practice should start with the recognition of the importance of exercise and sports. Thus, it is important to increase and maintain their motivation. In relation to goal setting and routine creation to achieve this, it is important to devise ways to obtain positive experiences through socializing with surrounding peers. An environment in which autonomous support from others can be expected during physical activity at schools and sports clubs is also important.

研究分野：スポーツ心理学

キーワード：運動 動機づけ 基本的心理欲求 自己決定理論 トピックモデル ベイズ推定

## 1. 研究開始当初の背景

これまでの運動意欲の発達に関する研究では、心理的・社会的な影響を及ぼす環境要因に焦点が当てられ、父親・母親の養育スタイル、きょうだい要因(出生順やきょうだい構成)、仲間関係などとの関連性が明らかにされてきた。しかし、仮説やモデルを評価し改善につなげるための具体的な予測と方略はまだ不十分と考えられる。なぜなら、運動意欲は個人の独自の環境要因に影響を受けるため、同じような環境下でも個人の運動行動には差異があり、多様なアプローチの可能性を考慮する必要があるからである。

そこで、本研究ではあらゆる事象の発生予測に関して、行動の生起メカニズムそのものを確率的に表現できる「ベイズ統計モデリング」を使用することで、単なるモデル適合度を論じるだけでなく、運動意欲の形成過程について具体的な予測をデータで検証する。この手法により、個人の心理的成長過程を確率的に捉えることができ、運動意欲に関する新たな知見が生み出されると同時に、運動実践場面における心理的な介入方略を提案することも可能になると考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究は、運動意欲の形成過程について、ベイズ統計モデリングを用いてデータ生成メカニズムを記述し、将来の予測や推論を行うことを目的とした。具体的には、(1) トピックモデルを用いた運動意欲の分析により、個人の体験に関する定性的データを解析し、身体活動への動機づけ要因の探求から、将来の身体活動や健康づくりに有用な情報を得ること、(2) ベイズ推定による運動意欲の形成過程分析により、基本的心理欲求と運動経験の要因を考慮しながら、適切なパラメータ推定値を得ること、そして確率的な意味で運動意欲の形成過程モデルの予測を推論することとした。

## 3. 研究の方法

### (1) トピックモデルを用いた運動意欲の分析

調査方法: オンラインによるクローズド調査によって、インターネット調査会社を經由して定性的データを収集した。質問項目として、身体活動に対する動機づけを高めたと考えられることを自由記述で回答するように求めた。

調査対象とデータ: 18歳から70歳までの男性273名、女性277名、合計550名から得た定性的データについて、単語のみの回答等を除外し、文章として意味の解釈が可能と考えられる回答について、男性243データ(3610文字)、女性261データ(5367文字)、合計504データ(8977文字)を分析対象とした。

分析方法: 言語処理における文書を「身体活動に対する動機づけを高めたこと」、単語を「名詞・形容詞・動詞」に置き換えた頻度行列に対してトピックモデルを用いることで、単語ごとの各トピックにおける出現確率を推定した。手順は次の通りである。

1) テキストデータについて、MeCab Ver0.996を用いた形態素解析を行った。分析には表層語ではなく基本形を用い、助詞・助動詞・記号を除く名詞・形容詞・動詞を中心にまとめた。

2) 上記の結果をデータベースとして保存し、統計分析ソフトR Ver 3.6.3を用いたトピックモデル分析を行った。トピックモデル分析パッケージには、トピック分布にディリクレ分布を仮定し、Gibbs samplingによるベイズ推定を行う、潜在的ディリクレ配分法(Latent Dirichlet Allocation, 以下LDA)を採用した。LDAは、文書内の各単語に潜在変数(トピック)を、文書ごとにトピックの出現確率分布をそれぞれ仮定し、文書における単語の生成過程をモデル化した代表的なトピックモデルである[1][2]。なお、すべての文章に出現する単語と、一部の文章にしか出現しない単語を区別する必要があるためにTF(term frequency)-IDF(inverse document frequency)を用いることとした[3]。

### (2) ベイズ推定による運動意欲の形成過程分析

調査方法: 2021年3月から5月の期間にオンラインによるクローズド調査によって、インターネット調査会社を經由して、18歳から70歳までの男性272名、女性277名、合計549名からデータを収集した。質問項目として、運動に対する基本的心理欲求尺度、運動に対する志向性尺度(自我成績・熟達課題)、家族やきょうだいとの関係についての項目、友人や運動スポーツでの関係者についての項目に、すべて5件法(1:ほとんどあてはまらない~5:よくあてはまる)で回答を求めた。

分析方法: ベイズ推定ではR.4.0.5とrstanパッケージを用いたが、ベイズ推定を用いるひとつの理由は、分析において分布(もしくは幅)を考えることは結果の解釈には非常に重要であるため、すべてのパラメータを確率変数と見なして確率分布を想定することによって、パラメータの値が区間[a,b]にある確率を記述可能になるためである[4]。実際、母数は未知で収集されたデータは既知であるため、母数を変数として扱いデータを定数として固定する方法が可能であ

り、重回帰分析の独立変数と従属変数の不確実な関連を検討する際にはベイズ推定を用いることが適当であると判断した。

#### 4. 研究成果

##### (1) トピックモデルを用いた運動意欲の分析

運動意欲の形成過程を分析するためにトピックモデルを用い、トピック数の決定には、Arun2010 と CaoJuan2009 の指標が最小化され、Deveaud2014 と Griffiths2004 の指標が最大化されるトピック数を最適数とした[5]。その結果、男性には4つのトピック、女性には5つのトピックが妥当であると判断し、以降の分析を行った。抽出されたトピックと単語出現確率については、各トピックにおいて出現確率の高い上位15の単語を数値的に確認した。トピック数の差異については、女性の方が多様な理由づけを行っている可能性が示された。さらに、各トピックに共通性の高い単語を降順に並べると、例えば、「友人」「褒める」「出来る」などは男女ともに平均的に高い確率(3.1%~5.6%)で出現する傾向があるが、逆に男女で特徴的な個別の運動種目(男性のサッカー、女性のテニス)も存在することが確認された。ただし、本研究の分析ではLDA(Latent Dirichlet Allocation)の特徴である単語の共起関係に基づく確率論的な分類を行っているため、一部不自然な分類が混在することは避けられないと考えられる[1][2]。

身体活動に対する行動の生起過程では、一つの要因の影響だけでなく、複数の要因が複合的に作用すると考えられる。本研究のように多様な要因をいくつかのトピックに分類し、多面的に捉えることで、個人が実際に持つ動機づけの様相を客観的かつ端的に理解することが可能になると考えられる。

##### (2) ベイズ推定による運動意欲の形成過程分析

ベイズ推定を用いて分析した結果、運動意欲の形成過程には父母や兄弟姉妹からの影響は限定的であり、相対的に友人や部活動の影響が大きい傾向が見られた。例えば、運動に関する有能感について、20歳以下の男性では友人関係との関連が平均して  $\cdot EAP=0.41$  程度であり、この関連の程度が  $\cdot EAP=0.12$  から  $\cdot EAP=0.70$  の間に存在する確率が95%であることが示された。一般的に、児童期や思春期以降は、親の影響から離れて仲間関係を構築し、家庭外で友人と過ごす時間も増えていくことから、このような結果が得られたと考えられる。友人との関係に見られる対人関係は、関係性の充足という基本的な心理的欲求にとって、多くのスポーツを含む社会活動において非常に重要であると考えられる。本研究結果からは、友人からの影響において性差が見られることが示唆され、男性は一緒に遊び徒党を組むなどの共有活動を中心とした同等・同質性を重視した交友関係であり、一方女性は行動や趣味の類似性による親密さの確認だけでなく、他者を入れない閉鎖的な活動も見られると考えられる[6]。また、女性は友人から異質な存在に対する不安から表面的な付き合い方をする消極的・防衛的な関係を築くこともあり[7]、このような性差が運動やスポーツの実施時の有能感や関係性に与える影響に関与していると考えられる。

ベイズ統計モデリングを身体運動科学分野の研究デザインに応用し、現実社会における特定の行動を確率的にでも予測できることは有用な側面があり、これらのモデルを研究者が利用することで、より実践的な知見を提供できる機会が増えると考えられる。これまでの運動意欲に関する研究で行われてきたような単に得られたデータを分析するだけでなく、ベイズ統計モデリングを利用してデータ生成メカニズムを確率モデルで記述し、そこから今後の予測や推論を行うことは、非常に創造性のある独創的な研究であったと考えられる。

今後の展望として、ベイズ統計モデリングの応用を通じて、運動意欲の形成過程をより精緻にモデル化し、予測の精度を向上させることが課題であり、その研究結果を基に、具体的な介入方略やプログラムの開発に取り組むことが重要である。そして運動意欲の向上や持続に寄与するためには、異性間や異年齢間の影響についてもさらに探求することが望まれるが、スポーツクラブの支援に加えて友人や部活動との関連性の構築についても、より具体的で有効なアプローチを模索し続けることが期待される。

#### 参考文献

- [1] 岩田具治 ; トピックモデル, 講談社, 2015.
- [2] 佐藤一誠 ; トピックモデルによる統計的潜在意味解析, コロナ社, 2015.
- [3] 石田基広, “ Rによるテキストマイニング入門”, 森北出版, 東京, 2018.
- [4] 松浦健太郎; StanとRでベイズ統計モデリング, 東京: 共立出版, 2016.
- [5] 石田基広, “ 実践Rによるテキストマイニング”, 森北出版, 東京, 2020.
- [6] 榎本淳子, 青年期の友人関係の発達の变化, 風間書房, 2003.
- [7] 高坂康雅; 青年期の友人関係における被異質視不安と異質拒否傾向 - 青年期における変化と友人関係満足度との関連 -, 教育心理学研究, 58, 338-347, 2010.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 堀井大輔 ; 杉山 佳生	4. 巻 43
2. 論文標題 身体活動と動機づけに関する国外の研究動向	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 健康科学	6. 最初と最後の頁 51.61
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15017/4372014	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 堀井大輔、金田啓稔	4. 巻 22
2. 論文標題 トピックモデルによる大学生の運動実践に関する研究(1)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 人間科学研究	6. 最初と最後の頁 25.36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 堀井大輔, 杉山佳生, 金田啓稔	4. 巻 32
2. 論文標題 運動に対する基本的心理欲求と運動経験との関連	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 スポーツ産業学研究	6. 最初と最後の頁 217.228
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5997/sposun.32.2_217	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件/うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Daisuke Horii, Yoshio Sugiyama, and Hiratoshi Kaneda
2. 発表標題 A Bayesian analysis of the physical activity and psychological factors affecting physical exercise habit.
3. 学会等名 The 26th Annual Congress of the European College of Sport Science (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Daisuke Horii, Yoshio Sugiyama, Hiratoshi Kaneda, and Enji Okuda
2. 発表標題 A Bayesian Analysis of Goal Orientation Affecting Flow States during Physical Exercise.
3. 学会等名 ISSP 15th World Congress TAIPEI, The International Society of Sport Psychology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Horii D., Sugiyama Y.
2. 発表標題 Motivating factors for exercise using topic models among college students
3. 学会等名 25TH ECSS ANNIVERSARY CONGRESS OCTOBER (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Horii D., Sugiyama Y., Okuda E., Kaneda H.
2. 発表標題 A Bayesian analysis of the factors affecting exercise motivation in college students
3. 学会等名 The 2020 Yokohama Sport Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 堀井大輔、杉山佳生、金田啓稔
2. 発表標題 大学生の運動意欲形成に関する研究 ~トピックモデルを用いた要因分析~
3. 学会等名 日本体育学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 堀井大輔, 金田啓稔, 杉山佳生
2. 発表標題 身体活動に対する動機づけ要因に関する研究 トピックモデル分析
3. 学会等名 日本スポーツ心理学会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------