

日本サウナ総研研究員によるツイート報告の活用： サウナ・水風呂温度と満足度の関係を分析例として

高井道人^a

要旨

本稿は日本サウナ総研研究員のツイートを利用したデータを構築し、その概要を述べ、分析例としてサウナ温度・水風呂温度と満足度の関係について分析した。日本サウナ総研は 2016 年 7 月より Twitter を媒体として、定まったフォーマットに従い多様なサウナについての報告を続けている。この統一されたフォーマットにより、データベースの構築が可能となる。本稿では 2016 年 7 月から 2017 年 5 月末日までの報告を纏め、本データの特徴および偏りについて議論している。また、サウナ・水風呂温度と個人の満足度の相関について OLS, 最尤法二通りの推定方法で分析を行った。結果として、サウナ室温は満足度と相関せず、水風呂温度および品質が相関していることが明らかとなった。

1. はじめに

サウナ利用者を集客できるサウナ施設の要件について、これまで様々な取り組みが行われてきた。日本サウナ・温冷浴総合研究所(以下日本サウナ総研)の調査によると、定期的なサウナ浴を実践している推定人口は約 2610 万人とされ、うち月 1 回以上サウナ浴を行う推定人口は約 1042 万人である(日本サウナ総研 2017)。一方サウナを備える施設も全国各地に存在しており、タウンページ掲載店は 1137 店舗となっている。これらサウナ施設において近年普及しはじめたアフグース・パフォーマンスを一例にとっても、集客を目的とした設備・サービスの取り組みは多岐にわたっている。しかしながら、サウナ利用者を集客できるサウナ施設の設備・サービス要因について、データに基づく報告例は未だ僅少である。

サウナ愛好家が集まるサウナは、いったいどのような条件を必要とするのであろうか。この問いに向き合うとき、様々なアプローチが考えられる。例えば'サウナと身体の関係'といったメカニズムに注目する方法が挙げられ、医学分野では Hannuksela and Ellahham (2001), Kukkonen-Harjula and Kauppinen (2006)がサウナと健康の関係についてレビューしている。それに対し、社会的な'サウナ利用者とサウナ施設の関係性'を分析する側面では未だ報告例が少ない。その理由の一つとして、サウナ施設と利用者に焦点を当てた調査に投資される機会が無く、社会データ分析が適わなかったことが挙げられるだろう。

本稿はサウナ利用者とサウナ施設の実際の関係について、実際のデータを用いて分析することを目的としている。分析するデータは日本サウナ総研の研究員レポートを利用する。日本サウナ総研の

^a日本サウナ・温冷浴総合研究所 特任研究員

研究員ら(2017年5月現在11名)は、各人が利用したサウナについてTwitter¹を媒体とした報告活動を行っており²、2016年7月20日から2017年5月31日までに620件が報告されている。また、Twitterでは1回の報告で140文字の制限が課されているが、日本サウナ総研の報告内容が店舗情報・サウナの指標・水風呂の指標といった事項で統一されているため、統一的なデータベースの構築が可能となる。本稿ではこのデータベースを構築し、その概観に触れるとともに、分析事例として「サウナ・水風呂温度と満足度の関係」を報告する³。

サウナに限らず、インターネットにおける健康情報が社会に影響を及ぼすことがすでに医学分野で実証されている。Laranjo et al. (2015)は、ソーシャルメディアおよびSNSにおける健康情報が、人々の健康行動に影響を与えていることをメタアナリシスで示した。また前述したように、正しい温冷浴が健康に正の影響を与えることがKukkonen-Harjula and Kauppinen (2006)をはじめとした研究が明らかにしている。以上から、日本サウナ総研の研究員が、Twitterを媒介としてサウナの正しい情報を発信することは、サウナ愛好家をはじめとした人々の温冷浴促進の一助となり、ひいては社会の健康面に貢献している。また温浴業界の活性化を促すために、サウナと水風呂に関する正しい知識が業界関係者で厳密に議論されることは重要である。本稿は、扱う推定量の問題点を近年の社会科学統計の観点から厳しく、明確に示したうえで分析を行い、社会調査データに基づいた温冷浴に関する厳密な議論を促す点で貢献する。

2. 研究員報告のデータ

日本サウナ総研研究員の報告は内容が統一されているため、一般的なサーベイ・データとしてまとめることができる。Twitterで一度に報告できる文字数は140文字であり、その制約下で報告される

表1：都道府県別の報告数

都道府県	報告数	割合 (%)	都道府県	報告数	割合 (%)
北海道	15	2.42	愛知	6	0.97
岩手	2	0.32	京都	1	0.16
宮城	7	1.13	奈良	1	0.16
福島	1	0.16	大阪	13	2.1
茨城	2	0.32	兵庫	9	1.45
栃木	3	0.48	鳥取	3	0.48
埼玉	4	0.65	福岡	1	0.16
群馬	2	0.32	大分	1	0.16
東京	357	57.67	長崎	3	0.48
神奈川県	112	18.09	宮崎	1	0.16
千葉	14	2.26	熊本	2	0.32
新潟	1	0.16	鹿児島	2	0.32
石川	4	0.65	沖縄	3	0.48
長野	1	0.16	外国	8	1.29
山梨	6	0.97	(不明)	5	0.81
岐阜	2	0.32			

¹ Twitter, Inc.のサービス。 <https://twitter.com/>

² 日本サウナ総研(@sauna_soken), URL: https://twitter.com/sauna_soken

³ 本研究は、定められた研究員が定期的に報告する情報を対象としているため、Serrano-Guerrero et al. (2015)がレビューしているような、不特定多数の人間による情報を対象としたソーシャルメディア研究と異なることに注意されたい。

静岡	19	3.07	合計	619	100
----	----	------	----	-----	-----

表 2：サウナ別報告数

サウナ (都道府県)	報告回数
アダムアンドイブ(東京)	120
サウナリゾートオリエンタル(東京)	32
V I V I (東京)	23
湯乃市 柄沢店(神奈川)	21
タイムズスパレスタ(東京)	19
サウナしきじ(静岡)	16
第三玉の湯(東京), スカイスパ(神奈川)	11
アスティル(東京)	10
湯快爽快(神奈川), マルシンスパ(東京), サウナつかさ(神奈川)	9
神戸サウナ(兵庫), 松の湯(東京), ニューウイング(東京), カプセルイン赤坂(東京)	8
スパラクア(東京)	7
ユーランド鶴見(神奈川), ニュー大泉(東京), サウナセンター大泉(東京), グランサイズ大手町(東京)	6
太古の湯(神奈川), 太古の湯 グリーンサウナ(神奈川), ロスコ(東京), サウナアスカ(東京)	5
東名厚木健康センター(神奈川), 清水湯(東京), ニコーリフレ札幌(北海道), つばやサウナ(千葉), スパイアス(神奈川), エスフォルタ(東京)	4
福美湯(神奈川), 富士見湯(神奈川), 都の湯(神奈川), 神田セントラルホテル(東京), 阪神サウナ(大阪), 駒の湯(東京), 区役所前サウナ(東京), テルマー湯(東京), スパ成城(東京), サウナ錦糸町(東京), AK スパ(東京)	3
舞浜ユーラシア(千葉), 箱根湯寮(神奈川), 湯處すず風(栃木), 湯けむりの庄(神奈川), 駿河健康ランド(静岡), 橘湯(神奈川), 楽天地スパ(東京), 改良湯(東京), スパリゾートプレジデント(東京), しあわせの湯(石川), ザベッド&スパ所沢(埼玉), サウナ北欧(東京), サウナミナミ(東京), クリスタルビューホテル西伊豆(静岡), グリーンプラザ新宿(東京), グランサイズ表参道(東京), おふろの国(神奈川),	2

内容は以下の事項に定められている。

- 一般事項：サウナ名, 満足度(◎, ○, ▲, △, ×), 滞在日時, 天気, 混み具合
- サウナの指標：室内で座った場所, サウナ温度(表示・体感), 輻射熱, 湿度状態, 換気状態
- 水風呂の指標：水温(表示・体感), 水深, 循環具合, 溢れの有無, 拡散の有無, 塩素臭の有無
- 外気浴の有無：一言, 報告者(サウナネーム)

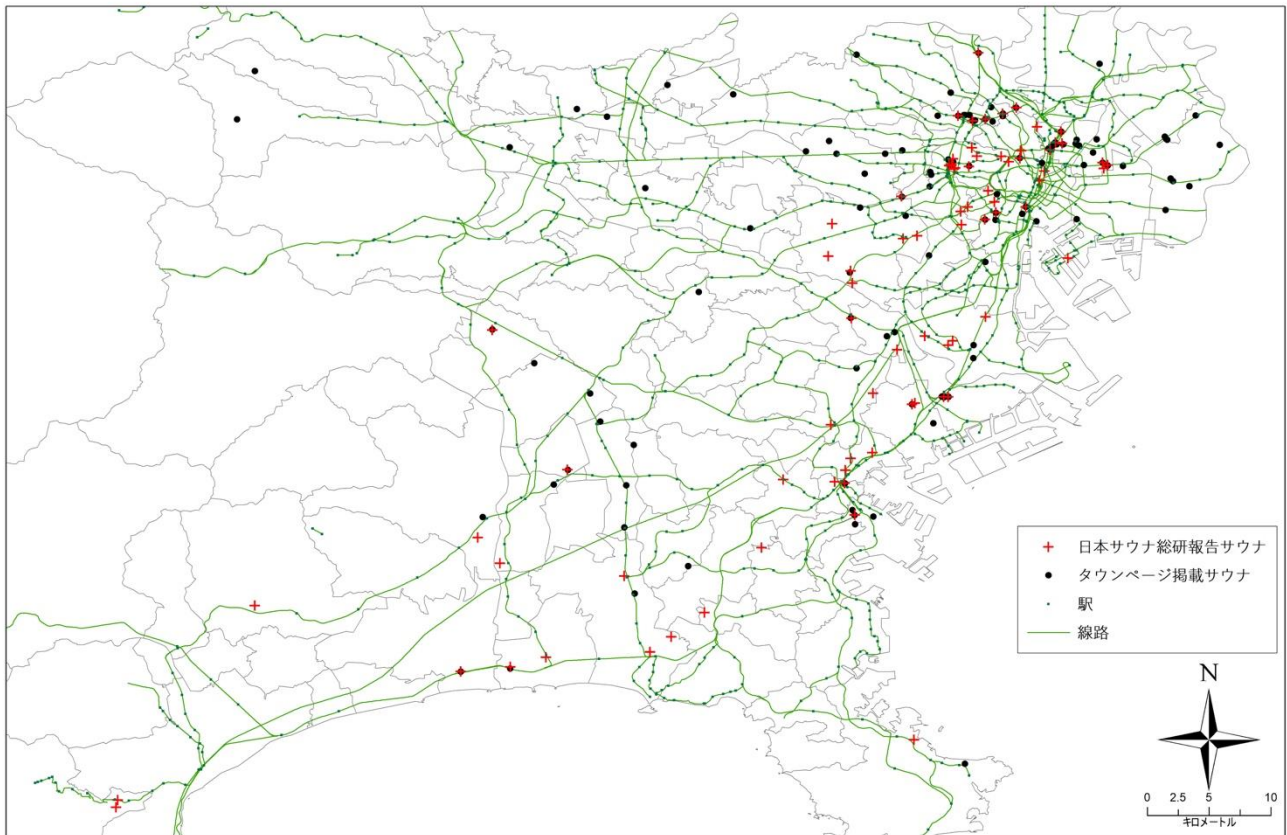
一般事項については, その日に利用したサウナの名前, 滞在時間, 天気, 混み具合を報告し, 満足度を 5 段階で評価している。サウナの指標については, まずサウナ温度(°C)がある。温度計に基づく場合は'表示', 温度計が無い場合や故障している場合などは'体感'であることも明記している。また, サウナ室内で主に座った場所や輻射熱⁴・湿度・換気の状態についても報告されている。水風呂の指標についても, サウナ温度と同様に水温(°C)が報告され, 他に水風呂の水深(身体の部位), 循環・溢れ・拡散・塩素臭の具合についても触れられている。最後に, 外気浴の有無およびその状態(座る, 寝るなど), 簡略なコメントが添えられ, 報告者がサウナネームで表されている。

はじめに, 研究員の報告数を都道府県別に分類した(表 1)。報告が最も多いのは東京で 357 件, ついで神奈川の 112 件である。次に報告されているのは静岡(19 件), 北海道(15 件), 千葉(14 件), 大阪(13 件)と続く。その他都道府県については一桁にとどまる。次に, サウナ別に報告の多い順に列挙したものを表 2 に記述した。最も多いのはアダムアンドイブ(東京)で 120 回, ついでサウナリゾートオリエンタル(東京), VIVI(東京), 湯乃市柄沢店(神奈川), タイムズスパレスタ(東京)が報告回

⁴ 輻射熱は 2016 年 9 月 23 日より報告が開始された。報告開始から 2016 年 9 月 23 日までの 88 報告については輻射熱の情報は含まれていない。

数の多いサウナ5店である。

図1：東京・神奈川におけるサウナの分布



注：市町村境界および駅，線路のデータは国土交通省が提供する国土数値情報を利用した。

全報告数の75%を占める東京・神奈川について，地図上で俯瞰する(図1)．この図は市町村境界をベースとして線路および駅を表示し，加えてタウンページ掲載サウナ(黒塗丸)，日本サウナ総研報告サウナ(赤色十字)をマッピングしている．この図からわかるように，サウナは都心部などに集中していること，研究員が報告しているサウナにも地理的な偏りがあることが見てとれる．また，今回の地図作成についてはタウンページを主な出典として使用したが，すべての温浴施設が掲載されているわけではない．今後は温浴施設の網羅的な情報を収集することを，今後の課題として提示しておく．

3. サウナ・水風呂温度と満足度の関係

本データを用いた分析例として，サウナ・水風呂温度と満足度の関係について焦点を当てる．まず初めに，各調査項目についてみていく．分析で注目するサウナ温度・水風呂温度のヒストグラムを図2-1，2-2に表示した．サウナ温度は，90°Cおよび103°Cが多い．一方水風呂は16°Cおよび18°Cに集中している．

これらに加え，すべての項目について平均値を算出すると表3のようになっている．満足度は，研

究員の報告◎, ○, ▲, △, ×をそれぞれ5~1としている⁵。満足度の平均値は3.235であった。また、サウナ温度の平均値は92°C、水風呂は16.63°Cである。晴天Dは、天候が晴であった場合に1、
 図 2-1：サウナ温度のヒストグラム 図 2-2：水風呂温度のヒストグラム

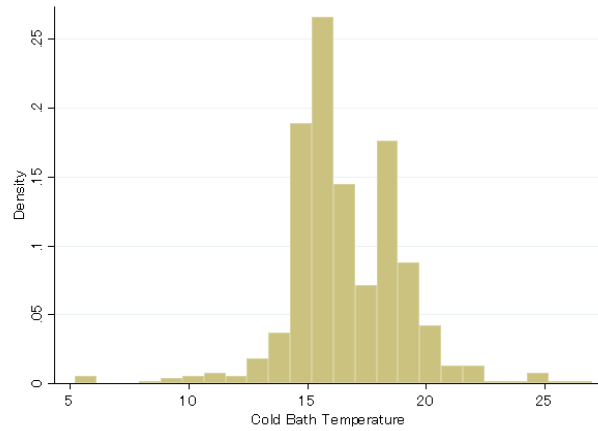
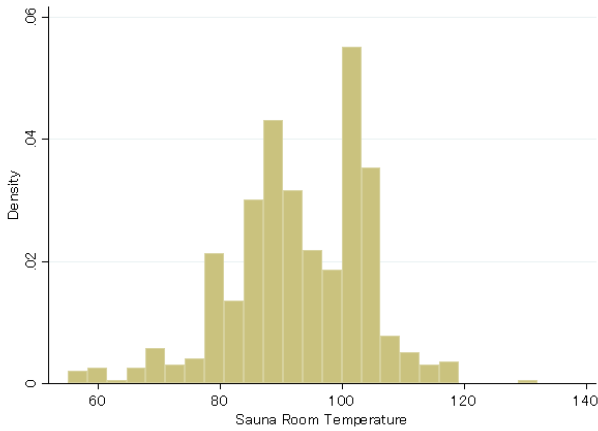


表 3：各項目の平均値および標準偏差

変数	平均	変数	平均
満足度 (y = 1,2,3,4,5)	3.235 (0.977)	湿度良 D	0.209 (0.407)
サウナ温度 (°C)	92.94 (11.75)	換気良 D	0.548 (0.498)
水温 (°C)	16.63 (2.335)	水位腹以上 D	0.0503 (0.219)
晴天 D	0.652 (0.477)	循環良 D	0.559 (0.497)
滞在時間 (10 進法)	1.788 (1.886)	塩素臭有 D	0.171 (0.377)
輻射熱強 D	0.353 (0.478)	外気浴無 D	0.310 (0.463)

注：括弧内の数字は標準偏差を表す。Dはダミー変数。

それ以外に0をとるダミー変数である。平均値は0.652、つまり報告時に晴天である割合が65.2%と高い。滞在時間は、施設の入退出時間を10進法に変換し、退店時間と入店時間の差分で算出している。これによる平均滞在時間は1.788(≈1時間47分)となっている。輻射熱Dは、輻射熱が強いと報告した場合のダミー変数であり、その平均値は35.3%であった。湿度良Dは、湿度について極湿、高湿、中湿などを報告している場合を1、それ以外の乾いた状態であれば0としている。湿度状況が良

⁵ 報告の一部では、例えば○~▲のように評価しているものもある。このような場合は低い評価を採用している。例えば○~▲は▲に置き換えている。

いと感じる報告数の平均は 0.209 とやや低い。換気についても同様に、優、良と報告する割合は 0.548 となっている。水位腹以上Dは、水位が腹・胸・肩など深ければ1、腰や膝では0としている。例えばタイムズスパスタのような深い浴槽であれば1となるし、サウナセンター大泉のような膝までの水風呂では0をとる。この割合は 0.0503 となっており、腹以上の深い浴槽が少ないことがわかる。水風呂の循環良Dは、循環を良・優良・かけ流しなどと報告している割合で、平均値は 0.559 であった。また水風呂の塩素臭が有ると報告している割合は 0.171、外気浴が無い割合は 0.310 となっている。

図 3-1：サウナ温度と満足度の散布図

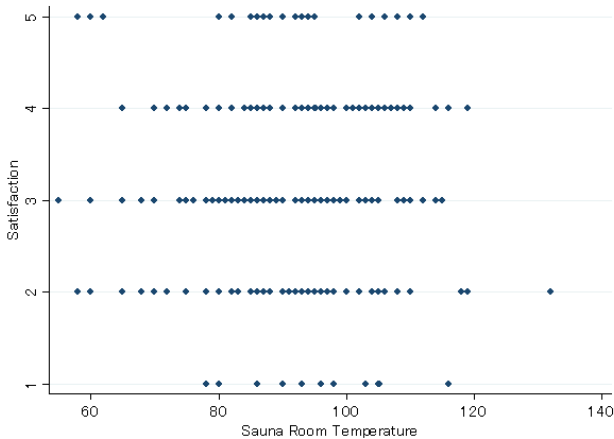
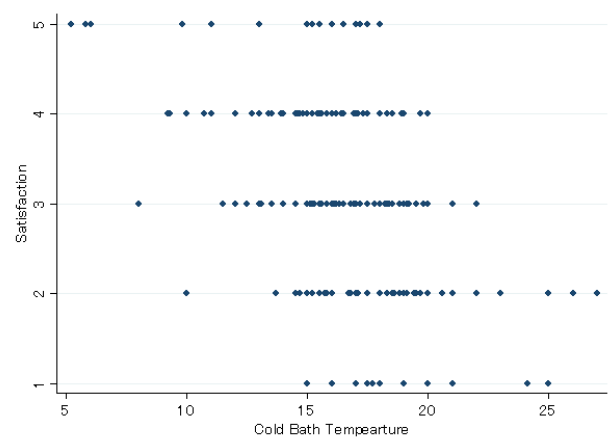


図 3-2：水風呂温度と満足度の散布図



次にサウナ温度・水風呂温度と満足度の関係について注目していく。まず、サウナ温度と満足度の関係について散布図で表してみると、線形の相関は見られないようである(図 3-1)。一方水風呂温度と満足度については、ある程度負の弱相関の傾向がみてとれる(図 3-2)。これら散布図はデータの傾向として提示したが、実際にサウナの満足度は、サウナ温度・水風呂温度以外にも多くの要因によって左右される。表 3 で提示した諸項目など多くの要因を統制したうえでなお、サウナ温度・水風呂温度がどの程度満足度と関係しているかを議論する必要がある。

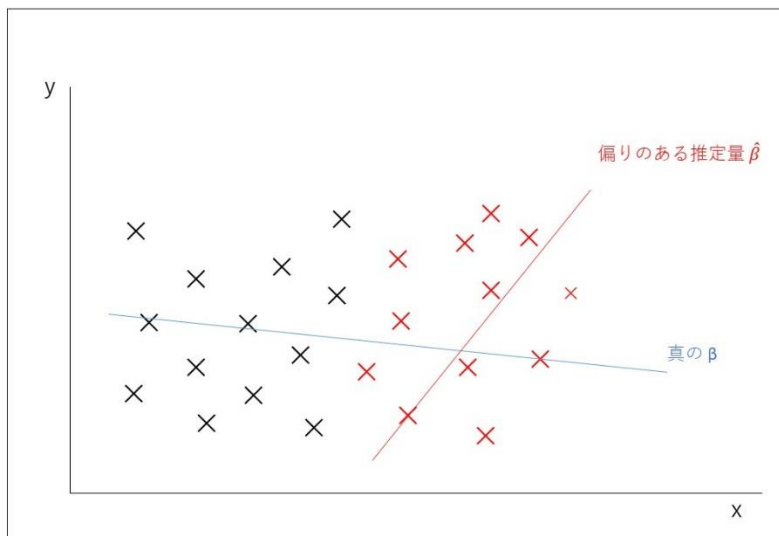
では、このデータを用いてサウナ・水風呂温度と満足度の関係を分析する際に、どのような点が問題となるか。まず初めに留意すべき点は、この分析で議論される推定値はいずれも相関関係であり、因果関係を示唆するものではないという点である⁶。応用統計を用いて社会調査データを分析する際、注目したい要因(本稿ではサウナ・水風呂温度)の関係だけを識別することは容易ではない。それは物理学や生物学のような実験が、社会調査ではほとんどの場合困難であり、観察されたデータしか利用できない点が理由として挙げられる⁷。観察データによる代表的な問題の一つが欠落変数バイアスである。このバイアスは、観察できない重要な変数(交絡因子)を誤差項に含んだまま推定することによ

⁶ 因果関係を示唆する社会科学的研究は(とくに欧米をはじめとする)近年政策決定の現場において、Evidence-based policy making(EBP)として導入されている。

⁷ 社会科学における因果推論のわかりやすい解説は、例えば Angrist and Pischke (2008)が著名であるので参照されたい。また、社会科学においても大規模な研究では実験データを活用している例は多く、いわゆるランダム化比較実験(RCT: Randomized Control Trial)によるフィールド調査が近年注目を集めている。

り、推定量に偏りをもたらす。Angrist and Pischke (2008)に従うと、たとえばある説明変数 s (たとえばサウナ温度)が従属変数 y (満足度)に与える影響を以下のモデルで推定したい場面を考える： $y_i = \alpha + \rho s_i + A_i' \gamma + e_i$ 。ここで A_i は交絡因子(たとえば客質や、サウナに来る直前のモチベーションなど数値化困難な因子)。このとき A_i を s_i に回帰したときのパラメータを δ_{sA} とすると、説明変数 s_i のパラメータは $Cov(y_i, s_i)/V(s_i) = \rho + \gamma' \delta_{sA}$ として表わされ、真のパラメータ ρ から $\gamma' \delta_{sA}$ だけバイアスが生じてしまうこととなる。観察不可能な因子を統制するための基本的な対処方法として固定効果モデルが挙げられる⁸。欠落変数バイアスを除去しない限り、確度の高いエビデンスとはなり得な

図3：選択バイアスの直観的図解



い。

次に挙げられる大きな問題点は選択バイアスである。例えば図 1 の地図上では報告サウナは均一に分布しておらず、明らかな偏りが観察される。また表 3 の記述統計をみても、研究員が日頃通いやすいサウナのデータが蓄積されていくこととなる。このような偏りがもたらす問題について解説される際にしばしば用いられる直観的図解を図 3 に示した。この図はある母集団(×印)の散布図を表している。このうち、観察された標本集団は赤×印に偏っていたとする。偏りのある標本集団を用いた分析は偏りのある推定量 $\hat{\beta}$ (赤直線)をもたらし、真の β から著しく乖離する。

星野(2009)はインターネット調査における選択バイアスを整理しており、このフレームワークに従って今回のデータの問題点を整理してみる。一つ目は、研究員に選定された人物のサウナ利用頻度が、一般人よりも高いという偏りが挙げられる。二つ目は、研究員がサウナを報告するタイミングに特定の傾向(休日や帰宅時刻など)が想定される。三つ目は、満足度の低いサウナは報告を見送る、もしくは、既に良いサウナ(満足度の高いサウナ)だと知っている場所しか報告しないという偏りが考えられる。これらのバイアス(特に一つ目、三つ目)によって、満足度との関係における変化量が減少することが予想され、推定量が過小推定となる可能性がある。

これら問題点をすべて解決した社会調査データを入手することは非現実的であり、現に高品質な調査データは大規模な投資を行える一部の研究分野に限られている。しかしながら、観察データの問

⁸ こうした問題点に対する手法の解説は、たとえば Gertler et al. (2016)が実務者(非研究者)を対象として、EBP の概念とともに纏めている。

題点に対処する方法は多く用意されており、本データについてもその問題点を整理することで、どのような対処方法を施すべきかを明確に議論できる。本稿では、問題点の一つである欠落変数バイアスを除去する努力として固定効果(Fixed Effect: FE)モデルを導入した分析を行う。FE は、サウナおよび報告者それぞれの(時不変な)特徴を統制することができる。例えば報告者 A と報告者 B では、同じサウナを利用してもその満足度の感じ方は異なる。これは感じ方に各人特有の傾向があるため、報告者の特徴として FE で統制する。サウナ FE についても同様に、築年数や清潔度といった観察されていない項目について、各サウナの特徴として統制する。これらを踏まえ、式(1)ではサウナ温度・水風呂温度それぞれの関係について注目し、式(2)ではその差分つまり温度差について注目する。各推表 4-1：サウナ温度、水風呂温度と満足度の相関関係(式(1))

	OLS		Ordered Logit				
	(1)	(2)	y=1(×) (3)	y=2(△) (4)	y=3(▲) (5)	y=4(○) (6)	y=5(◎) (7)
サウナ温度 (β 1)	0.008** (0.004)	0.003 (0.004)	-0.000 [0.000]	-0.000 [0.001]	-0.000 [0.001]	0.001 [0.001]	0.000 [0.000]
水温 (β 2)	-0.180*** (0.023)	-0.110*** (0.024)	0.002* [0.001]	0.023*** [0.005]	0.033*** [0.009]	-0.048*** [0.012]	-0.011*** [0.003]
晴天 D	-	-0.080 (0.062)	0.003 [0.002]	0.027* [0.014]	0.039* [0.020]	-0.055** [0.028]	-0.013* [0.007]
滞在時間 (10進法)	-	0.019 (0.017)	-0.000 [0.000]	-0.002 [0.003]	-0.003 [0.005]	0.005 [0.007]	0.001 [0.002]
輻射熱強 D	-	0.123* (0.070)	-0.003 [0.002]	-0.030** [0.015]	-0.044** [0.022]	0.063** [0.030]	0.014* [0.008]
湿度良 D	-	-0.036 (0.083)	0.001 [0.002]	0.008 [0.018]	0.012 [0.026]	-0.018 [0.037]	-0.004 [0.008]
換気良 D	-	-0.030 (0.095)	-0.001 [0.002]	-0.008 [0.021]	-0.012 [0.030]	0.018 [0.043]	0.004 [0.010]
水位腹以上 D	-	-0.067 (0.375)	-0.005 [0.009]	-0.050 [0.090]	-0.073 [0.129]	0.104 [0.185]	0.024 [0.042]
循環良 D	-	0.496*** (0.109)	-0.010* [0.006]	-0.108*** [0.028]	-0.157*** [0.037]	0.224*** [0.050]	0.051*** [0.016]
塩素臭有 D	-	-0.232** (0.091)	0.005 [0.003]	0.052** [0.022]	0.076** [0.030]	-0.109** [0.042]	-0.025** [0.011]
外気浴無 D	-	-0.148* (0.089)	0.004 [0.003]	0.042** [0.021]	0.062** [0.031]	-0.088** [0.043]	-0.020* [0.010]
報告者FE	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
サウナFE	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
R-sq	0.159	0.724					
Pseudo R-sq					0.525		
N	392	391			391		

注: 丸括弧内は標準誤差, 角括弧内は Delta-method 標準誤差を表している。列(3)-(7)の Ordered Logit における係数は限界効果を報告している。また, ***, **, *はそれぞれ有意水準 1%, 5%, 10%を表している。

定式は以下の通り：

$$(1) y_i = \alpha_i + \beta_1 \text{サウナ温度}_i + \beta_2 \text{水温}_i + X_i' \gamma + d_{\text{reporter}} + d_{\text{sauna}} + \varepsilon_i$$

$$(2) y_i = \alpha_i + \beta_3 (\text{サウナ温度}_i - \text{水温}_i) + X_i' \gamma + d_{\text{reporter}} + d_{\text{sauna}} + \varepsilon_i$$

ここで、添え字 i は報告 id を表す。またサウナ温度、水温は連続数値である。X は共変量(天候晴,

滞在時間, サウナ室内高湿, 換気良好, 水位腹以上, 塩素臭有, 外気浴無⁹). $d_{reporter}$, d_{sauna} はそれぞれ 報告者 FE, サウナ FE. したがってサウナは 2 回以上報告されているものに限られる. ε_i は残差. パラメータ $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ が今回求めたい推定量となる.

この推定式のパラメータは二通りの方法で推定する. 一つは最小二乗法(OLS)による線形確率モデルでの推定, もう一つは最尤法による順序ロジットモデルでの推定である. 通常, こうした順序尺度による離散変数は順序ロジットモデルで推定するが, 今回は比較検討として OLS による推定方法も提示する. OLS による線形確率モデルは, 順序ロジットに比べて解釈が容易であり, かつ不偏推定量であるために近年まで盛んに用いられていた. しかしながら, こうした順序尺度は OLS の仮定を満たす場合が少ないという理由から, 近年では最尤法による推定が一般的である. 一方で, 最尤推定

表 4-2: サウナ温度, 水風呂温度と満足度の相関関係(式(2))

	OLS		Ordered Logit				
	(1)	(2)	y=1(×) (3)	y=2(△) (4)	y=3(▲) (5)	y=4(○) (6)	y=5(◎) (7)
サウナ温度 - 水温 (β_3)	0.016*** (0.004)	0.006* (0.004)	-0.000 [0.000]	-0.001** [0.001]	-0.002* [0.001]	0.002* [0.001]	0.001* [0.000]
晴天 D	-	-0.061 (0.064)	0.002 [0.002]	0.022 [0.015]	0.029 [0.021]	-0.043 [0.030]	-0.010 [0.007]
滞在時間 (10進法)	-	0.023 (0.017)	-0.000 [0.000]	-0.003 [0.004]	-0.005 [0.005]	0.007 [0.007]	0.002 [0.002]
輻射熱強 D	-	0.104 (0.072)	-0.002 [0.002]	-0.027 [0.017]	-0.035 [0.023]	0.052 [0.033]	0.012 [0.008]
湿度良 D	-	-0.062 (0.085)	0.001 [0.002]	0.013 [0.018]	0.017 [0.023]	-0.026 [0.034]	-0.006 [0.008]
換気良 D	-	-0.051 (0.097)	-0.000 [0.002]	-0.003 [0.023]	-0.004 [0.031]	0.006 [0.045]	0.001 [0.010]
水位腹以上 D	-	-0.069 (0.385)	-0.005 [0.006]	-0.059 [0.053]	-0.078 [0.069]	0.116 [0.103]	0.026 [0.024]
循環良 D	-	0.512*** (0.111)	-0.010 [0.007]	-0.119*** [0.038]	-0.157*** [0.036]	0.233*** [0.061]	0.053*** [0.018]
塩素臭有 D	-	-0.227** (0.094)	0.005 [0.004]	0.055** [0.024]	0.073*** [0.027]	-0.108** [0.044]	-0.025** [0.011]
外気浴無 D	-	-0.156* (0.091)	0.004 [0.003]	0.044** [0.021]	0.059** [0.028]	-0.087** [0.042]	-0.020** [0.009]
共変量	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
報告者FE	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
サウナFE	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
R-sq	0.049	0.709					
Pseudo R-sq					0.506		
N	331	331			391		

注: 丸括弧内は標準誤差, 角括弧内は Delta-method 標準誤差を表している. 列(3)-(7)の Ordered Logit における係数は限界効果を報告している. また, ***, **, *はそれぞれ有意水準 1%, 5%, 10%を表している

量は最小二乗推定量と異なり不偏推定量とは限らない. 以上の理由から, 二通りの推定方法による結果を提示し, 比較することを目的とする.

式(1)の結果を表 4-1 に示した. 列(1)(2)は OLS による推定結果, 列(3)-(7)は最尤法による推定結

⁹ 共変量の選定については, 研究員の報告より, 分析に利用可能なものに限定した.

果である。列(1)ではサウナ温度・水風呂温度だけを説明変数とし、列(2)では温度変数に加えて共変量(FE含む)も統制している。つまり列(1)では共変量が欠落変数バイアスとして推定量に現れており、列(2)の結果はそのバイアスを除いた推定量となっている。これを見ると、列(1)ではサウナ温度・水風呂温度ともに有意となっているが、列(2)では水風呂温度だけが有意となっている。ここでは β_2 が-0.110であり、水温を1°C下げると満足度が0.11上がると解釈する。この比較からわかるように、列(1)のように単純な比較ではサウナ温度と満足度は相関するよう見受けられるが、欠落変数バイアスを除いて推定すると、サウナ温度とは相関しない。同様に共変量を統制し順序ロジットモデルで推定すると、列(3)-(7)の結果となる。ここでも水風呂温度と満足度が統計的に有意な関係であることがわかる。列(3)-(5)はそれぞれ×, △, ▲を選択する確率を示しており、 β_2 は正である。例えば列(3)では、水温を1°C上昇させると×を選択する確率が0.2%上昇する、と解釈する。同様に△, ▲では、2.3-3.3%上昇する。また○, ◎(列6, 7)ではパラメータが負となり、水温が1°C上昇すると○を選ぶ確率が4.8%減少、◎を選ぶ確率が1.1%減少する。

式(2)の結果を表4-2に示した。温度差の係数(β_3)は列(3)を除いていずれも有意となっており、○, ◎を選ぶ確率は0.001-0.002である(列6, 7)。つまり、温度差が1°C広がると○, ◎を選ぶ確率が0.1-0.2%上昇することとなる。このとき、サウナ温度・水風呂温度どちらを動かすかを考える場合には、式(1)の結果より、水風呂の関係のほうが大きいことが推測される。また、式(1)(2)双方において、共変量の係数で有意の傾向を示したのは循環良D、塩素臭有D、外気浴無Dであった。つまり、今回の分析では天候、サウナ室内の品質(輻射熱・湿度・換気)などは、満足度と有意な関係が観察されず、水風呂の品質(循環・塩素臭)および外気浴が満足度と相関している。

4. 結論および今後の課題

本稿では、日本サウナ総研の研究者報告をデータ化し、その概要を俯瞰した。また、例としてサウナ温度・水風呂温度と満足度の関係について分析を行った。分析した結果は、温度差と満足度の相関が観察され、さらにサウナ室温よりも水風呂温度のほうが満足度と相関をもつことが明らかとなった。

本分析の大きな課題として、前章で述べた通りデータの偏りが存在する。しかし、調査に財政制約がある以上、研究者による調査をストレスなく継続的に行ってゆく選択を取ることが、現状の優先事項であろう。そのために、このデータの偏りをより詳細に議論し、それぞれの偏りに即した分析手法を選択する必要がある。例えば、報告するサウナに偏りがある場合(図1)、アクセスしやすいサウナ(利用客数が多い駅・もしくは駅に近いサウナ)に偏ることが予想される。この場合、交通量とサウナの立地および品質の関係について議論し、その偏りを除去する努力を行うべきだろう。また、サウナ報告者に関する偏りを議論するならば、研究者が一般人とどのような違いがあるのか(サウナ利用頻度の差異、性別、年齢などの個人的特性)を明らかにし、同様に偏りの除去に努めることができる。

また、これらのデータはあくまで主観測度である。天候や混み具合といったデータは、外部情報による観察データ(気象庁のデータおよび駅利用者数など)で代用することができる。より厳密な分析のためにも、今後はこのような観察データを代理変数とした方法も考えられる。同様に今回重要な変数であったサウナ温度・水風呂温度についても、各施設の温度計の劣化具合などによって、温度表示に不具合の傾向があることが想定される。これについては、今回のFEによって統制する努力をしたと

はいえ、その全容を細かく把握するならば温度計の使用年数や施設の開業年数などを調べ上げる必要がある。最後に、サンプルサイズの問題および正規性が挙げられる。検定力分析に基づく効果量を議論し、さらに標本分布に正規性が仮定できない場合は、たとえばリサンプリングなどによるセミパラメトリックな方法で検証すべきである。

以上のように、現在のデータを用いるだけでも多くの手法が考えられる。上記の懸念から発展した検証を重ね、分析の頑健性を確認し続けることで、社会とサウナに関する厳密な分析体系を形作ることができる。本稿はそのエビデンスの一つとして温浴業界の議論に貢献する。多くのサウナ愛好家にとって確度の高い情報を提供するために、また温浴業界で厳密な議論が交わされるためにも、今後分析を続ける必要がある。

参考文献

- Angrist, J. D., & Pischke, J. S. (2008). *Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion*. Princeton university press.
- Gertler, P. J., Martinez, S., Premand, P., Rawlings, L. B., & Vermeersch, C. M. (2016). *Impact evaluation in practice*. World Bank Publications.
- Hannuksela, M. L., & Ellahham, S. (2001). Benefits and risks of sauna bathing. *The American journal of medicine*, 110(2), 118-126.
- Kukkonen-Harjula, K., & Kauppinen, K. (2006). Health effects and risks of sauna bathing. *International Journal of Circumpolar Health*, 65(3), 195-205.
- Laranjo, L., Arguel, A., Neves, A. L., Gallagher, A. M., Kaplan, R., Mortimer, N., ... & Lau, A. (2015). The influence of social networking sites on health behavior change: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 22(1), 243-256.
- 池田和史, 服部元, 松本一則, 小野智弘, & 東野輝夫. (2012). マーケット分析のための Twitter 投稿者プロフィール推定手法. *情報処理学会論文誌コンシューマ・デバイス & システム (CDS)*, 2(1), 82-93.
- 日本サウナ・温冷浴総合研究所, (2017), 日本のサウナ実態調査 2017, URL: <http://saunners.saunasoken.jp/infograph2017> (最終アクセス, 2017 年 6 月 1 日)
- 国土交通省, 国土数値情報, URL: <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html> (最終アクセス, 2017 年 6 月 1 日)
- 星野崇宏(2009), *調査観察データの統計科学 因果推論・選択バイアス・データ融合*, 岩波書店
- NTT タウンページ株式会社, i タウンページ, URL: <https://itp.ne.jp/?rf=1> (最終アクセス, 2017 年 6 月 1 日)

添付資料1:1回のみ報告されたサウナー一覧

蘆葦水療(外国), 瑰泉(山梨), 鷺の湯 野天の湯(神奈川), 旅館 松岡サウナ(福井), 龍神の湯(沖縄), 竜泉寺の湯(神奈川), 夕凧の湯 御宿野乃(鳥取), 満天の湯(神奈川), 万年湯(東京), 弁天湯(東京), 福井マンテンホテル(福井), 富士乃湯(神奈川), 富士眺望の湯(山梨), 富の湯(東京), 反町浴場(神奈川), 八尾グランドホテル(大阪), 白銀荘(北海道), 徳良湖温泉花笠の湯(山形), 徳の湯(神奈川), 湯遊三味湯花楽(神奈川), 湯殿館(山梨), 湯多里ランドつしま(長崎), 湯快爽快ちがさき(神奈川), 湯花楽(神奈川), 湯めみの丘(山梨), 湯の泉相模健康センター(神奈川), 東京染井温泉 Sakura(東京), 東京ベイコート倶楽部(東京), 都湯(東京), 天天桑拿(外国), 天成園(神奈川), 庭の湯(東京), 帝国ホテル大阪フィットネスクラブ(大阪), 朝日湯(東京), 池袋プラザ(東京), 丹沢でテントサウナ(.), 大滝乃湯(群馬), 大蔵総合運動場(東京), 大江戸温泉物語(東京), 大垣サウナ(岐阜), 対馬グランドホテル(長崎), 太陽の里(千葉), 草津湯(東京), 草津ナウリゾートホテル(群馬), 草加健康センター(埼玉), 船橋グランドサウナ(千葉), 川崎ビッグ(神奈川), 仙台コロナの湯(宮城), 赤倉観光ホテル(新潟), 星野温泉トンボの湯(長野), 神戸サウナ フィンランドサウナ(兵庫), 新千歳空港温泉(北海道), 湘南台温泉らく(神奈川), 勝山温泉センター水芭蕉(福井), 住居者用サウナ (新宿)(東京), 寿湯(東京), 思川温泉小山(栃木), 山桜桃の湯(岩手), 三国観光ホテル(福井), 桜館 武の湯(東京), 桜庵(山梨), 高井戸天然温泉 美しの湯(東京), 君津の森(千葉), 熊本カプセルホテル(熊本), 極楽湯名取店(宮城), 極楽湯芹が谷店(神奈川), 極楽湯 多賀城店(宮城), 境メ[トサウナ(鳥取), 喜楽里別邸(茨城), 喜楽湯(北海道), 汗蒸幕のゆ 汗蒸幕(宮城), 海と夕日の湯(神奈川), 華水亭(鳥取), 加護坊温泉さくらの湯(宮城), 円山温泉(北海道), レックスイン川崎(神奈川), ルーマプラザ(京都), ライズアトリオ(東京), ライズ アトリオ(東京), ラ・ロイヤルスパ(奈良), ゆめのゆ(石川), ゆパウザひばり(東京), マリノーヴァ(宮崎), まねきの湯(福島), まねきの湯(東京), マース北上(岩手), ペントセプト(北海道), プライベートサウナ訪問リゾートマンシ・., プライベートサウナ 熱海プラザ(.), ふたごの湯(宮城), フジビューホテル(神奈川), ビューホテル壱岐(長崎), ひなたの湯(大阪), バーデンプレイス(神奈川), ニュージャパン スパグランド(閉店)(.., どうくさあや館(鹿児島), テレビ温泉(愛知), テルメ金沢(石川), テルメ ヴィラ ちゅらゆ(沖縄), テラス ザ ガーデンホテル(茨城), ソーレスすすきの(北海道), セントラルスメ[ツ(東京), スパランド内藤(山梨), スパプラザ(大阪), スパニュージャパン(神奈川), スパディオ(大阪), スパ・サフロ(北海道), すすきの温泉 湯香郷(北海道), スーパー銭湯テルメ(山形), ジャスマックプラザ(北海道), ジートピア(千葉), サンフラワー(東京), サウナ大塚(東京), サウナ錦城(東京), サウナみづほ(東京), サウナプラトー(北海道), サウナプラザ(愛知), サウナフジ(愛知), サウナパラダイス(千葉), サウナノーベル(東京), サウナノーブル(千葉), サウナニュージャパン梅田店(大阪), サウナトーホー(神奈川), サウナジャンボ(愛知), サウナガント(岐阜), サウナイーグル(愛知), コスモプラザ赤羽(東京), クアパレス(千葉), クアハウス碁点(山形), キュア国分町(宮城), カプセルホテル銀座(熊本), カプセルイン錦糸町(東京), カプセル&サウナセンチュリー上野(東京), おふろ Cafe BIVOUAC(埼玉), エクセルサウナタイセイ(鹿児島), ウォーカーヒル(外国), ウェルビー福岡(福岡), ウィンザー洞爺湖(北海道), いずみの湯(静岡), あるごの湯(大阪), アペゼ(愛知), アパヴィラホテル淀屋橋(大阪), アクア東中野(東京), アクアユーカリ(千葉), Т Р И Б О Г А Т Ы Р Я(外国), Б А Н Н Ъ І Й К А У Е(外国), JN ファミリー(神奈川), Hotel Casa Fustel(外国), СОЛОBBЁB(外国), City spa 天空(大分), Aqua sports & spa(東京), ANA クラウンプラザメンズサウナ(沖縄), ANA クラウンプラザ(広島), AMZ A(大阪), 43TheSPA Art Hotel Barcelona(外国).