

気候変動によるスキー場・海水浴場の来場者数 及びアクセス交通量の変化予測の試み

名古屋大学大学院環境学研究科	高山 芳樹
元名古屋大学工学部環境土木・建築学科	松永 就朗
名古屋大学大学院研究員 環境学研究科	大野 悠貴
名古屋大学大学院教授 環境学研究科	加藤 博和
名古屋大学大学院研究員 環境学研究科	朴 秀日

A Trial of Forecasting Changes in the Number of Visitors to Skiing Resort and
Beach and that of Access Transport Volume due to Climate Change

Yoshiki TAKAYAMA

Nagoya University

Nariaki MATSUNAGA

Nagoya University

Yuki ONO

Nagoya University

Hirokazu KATO

Nagoya University

Suil PARK

Nagoya University

Abstract: Seasonal sightseeing activities will be influenced by climate change, and access transport will also be influenced. This study evaluates and forecasts the influence of access transport to skiing and sea bathing resorts caused by climate change. We researched the number of visitors of skiing resorts in Gifu Prefecture and sea bathing resorts in Shizuoka Prefecture in years and forecast the change of numbers and access transport caused by climate change. From the analysis, the number of visitors would decrease 82% in skiing resorts and 90% in bathing resorts. The influences of climate change toward the declines of the numbers of visitors are larger than that of social trend and the access transport would decrease in a big deal. We find the implication to mitigate the decrease of the number of visitors and adaptation method to climate change.

Keywords: *climate change, leisure, transport volume*

1. 背景と目的

日本において観光は大きな産業である。観光庁¹⁾によると、2018年度の経済波及効果は55.4兆円、雇用誘発効果は441万人であり、これはそれぞれ国民経済計算の産出額の5.3%、全国就業者数の6.4%を占め、地域経済・活性化に大きく寄与している。そして観光は、そのアクセス手段である交通（以下「アクセス交通」と）の関係が非常に強い。国土交通省²⁾によると、通勤通学を除く都道府県を越える移動のうち観光によるものは、平日では約3割、休日では約5割を占める。そのうちの8割以上が自家用車を利用しており、主要観光地周辺で渋滞を引き起こすなどの悪影響ももたらしている。

ところで、観光の多くは気候に依存することから、気候が地球温暖化に伴い変動すれば、必然的に影響を受ける。IPCC³⁾は将来の気温上昇、海面水位上昇等を予測している。スキーや海水浴など、季節特有の気候に依存するレジャーはこれら気候変動の影響を強く受ける。例えば、2019年の冬季には全国的に深刻な雪不足が生じ、営業できないスキー場が発生した。気候変動によって、現在は異常気象時にしか生じないことが日常的となり、観光にも甚大な影響が出ると見込まれる。そしてその影響には、観光産業との関係が強いアクセス交通も含まれる。

本研究では、気候変動の影響が大きいスキー場、海水浴場を対象に、将来の気候変動を考慮して、それぞれにおける来場者数及びそれに伴うアクセス交通量の変化を予測し、行楽施設及びアクセス交通における気候変動適応策検討への示唆を得ることを目的とする。なお、気候変動予測だけでなく、将来動向全般について大きな不確実性があり、データも十分でないため、高い予測精度を望むことはできない。その上で本研究では、現在利用できるデータや知見をできる限り活用して予測を行うよう努めた。

2. 既往の調査研究と本研究の位置づけ

気候変動が行楽施設に与える影響を研究した事例はいくつか存在する。まず冬季のスキー場については、畑中ら(2000)⁴⁾が、全国のスキー場を対象に、営業日数と入込客数、及び営業日数と気温との関係を把握し、1℃の気温上昇によるスキー場営業日数と入込客数の

変化を予測している。中口(2010)⁵⁾は、地球温暖化によるスキー場の積雪量の変化、それに伴う滑走可能日数の変化を予測・分析し、その結果、滑走可能日数は、2031～2050年には現状の約1/3、2081～2100年には約1/6に減少すると予測している。供田ら(2018)⁶⁾は、長野県内のスキー場を対象に、来客数と同期間における各気象データ及び年度との関係を把握し、気象要因とそれ以外の要因に分離した変化率を算出している。

一方、夏季の海水浴場については、大野ら(2009)⁷⁾が、旅行費用法により現在の砂浜のレクリエーション価値を算出し、気候変動による砂浜消失による将来のレクリエーション価値の消失を予測した。佐尾ら(2017)⁸⁾は、大野らにおける旅行費用法を用いて、RCPシナリオの下、砂浜消失による各都道府県の被害額を算出している。

スキーや海水浴は季節特有の気候に依存するレジャーの中でも参加人口が多く、冬季・夏季を代表するレジャーである。スキー場については、気象条件及び気候変動による影響を考慮した将来の来場者数の経年変化を予測した既往研究が存在したが、海水浴場についての研究は見当たらなかった。加えて、スキー場及び海水浴場への来場者数の変化がアクセス交通量に与える影響を研究した事例も見られなかった。

以上を踏まえ、本研究では、気象条件がスキー場及び海水浴場の来場者数に与える変化を把握し、その度合いを定式化する。次に、将来の気象要因の変化を考慮し、それぞれの行楽施設における来場者数及びそれに伴うアクセス交通量の変化を予測する。

表1 海水浴場の来場者数予測のために検討する要素と使用データ

気温・降水量	台風の接近回数	来場者数
アメダス	気象庁	静岡県観光交流の動向

表2 スキー場の来場者数予測のために検討する要素と使用データ

気温・降水量	積雪深	営業日数・営業状況	来場者数
アメダス	中日新聞 スキー場だより ¹⁰⁾	中日新聞 スキー場だより ¹⁰⁾	岐阜県観光入込客 統計調査

3. データの整備と分析方法

3-1 データの整備

はじめにスキー場と海水浴場ごとに全国版来場者数データベースの作成を試みた。

海水浴場は環境省の『水浴場（開設前）の水質調査結果』⁹⁾を用い、2006～2018年の全国の海水浴場の来場者数データを整備した。なお、記載の来場者数が千人単位であり、各都道府県観光統計等に過去の詳細データがある都道府県については、そのデータに更新し使用した。

スキー場に関しては、各都道府県観光統計に記載がある施設を対象とし来場者数データを整備した。しかし、記載のない県及びスキー場も多く、137スキー場及び6スキー場協会・索道協会に直接メール及び電話でのヒアリング調査を行った。しかし、情報非公開・データ未記録などの理由から、データを手に入れたのは6スキー場に過ぎなかった。

そのため、今回は全国版データの作成を行わず、スキー場についてはデータが整備されており、かつ来場者数の減少が著しい岐阜県のスキー場を対象とした。海水浴場については全国版のデータはあるが、都道府県によりその精度が異なるため、県発行資料による補足を加えて、データ精度の高い静岡県の海水浴場を対象とした。

3-2 スキー場

岐阜県を対象に、1999～2019年の21年間を分析対象期間とし、各年の営業日数、営業状況、積雪深、気温・降水量、来場者数の各データを用いる。使用データを表1に示す。なお『スキー場だより』は、年によって掲

載開始日・終了日が異なるため、21年間で最も遅い掲載開始日（12月22日）から、最も早い掲載終了日（3月5日）までの74日間を対象とし、対象期間内の営業状況が「○：全面滑走可」及び「△：一部滑走可」の日数を「営業日数」、積雪深の平均を「積雪深」とした。オープン前の積雪深は記載がないため0cmと仮定し、営業日の上限値を揃えるため、うるう日は「営業日数」、「積雪深」の各データより外した。データ単位は営業日数（日）、平均積雪深（cm）である。加えて、『スキー場だより』には42スキー場が記載されているが、1999～2019年の全シーズンで、「営業状況」、「積雪深」のデータの記載があるのはそのうち21である。

「気温・降水量」のデータは、各対象スキー場に近いアメダス観測所（樽見、長滝、高山、河合、白川）のデータを使用した。データの単位は、日平均気温（℃）、日合計降水量（mm）である。また、『岐阜県観光入込客統計調査』のデータは1999～2018年の20年間あり、上述の21スキー場のうち、20年間調査結果があるスキー場は14であった。岐阜県内スキー場の分布を図1に示す。

分析は以下の3段階に分けて実施した。

- (1) 「積雪深」と「気温・降水量」の関係
- (2) 「営業日数」と「積雪深」の関係
- (3) 「来場者数」と「営業日数」、「年度」との関係

(2)で営業日数と積雪深との関係を分析した理由は、ヒアリング調査において、オープン日を決定する基準として、多くのスキー場が積雪深を挙げていたためである。また、(3)で年度を考慮した理由は、気象要因以外のトレンドを年度で表すことで、気象要因の影響と分離するためであり、本研究ではこれを「社会的要因」と呼ぶ。分析の際には目的変数、説明変数それぞれを

自然対数 (ln) に変換した場合としない場合で行い、最も重決定係数が高いものを採用する。ここで、施設ごとに来場者数等は大きい差異があるため、基本的にはパネルデータ分析によって固定効果を算出しつつ、パラメータを共通とする。

3-3 海水浴場

静岡県を対象に、記録的な冷夏となった2003年を除く、2000~2018年の18年間を分析対象期間とし、各年の気温・降水量、台風の接近回数、来場者数の各データを用いる。分析対象の地域は16市町である。使用データを表1に示す。

分析は以下の2段階に分けて実施した。

- (1) 「来場者数」と「台風の回数」、「年度」の関係
- (2) 「台風の回数」と「気温・降水量」の関係

ここでスキー場と異なり営業日数を入れなかった理由は、海水浴場の開設日は基本的に気象の状況に影響されずに決まることが、ヒアリング調査により判明したためである。なお、「気温・降水量」のデータは、対象の海水浴場に近いアメダス観測所（三島，網代，石廊崎，松崎，稲取，静岡，御前崎，磐田）のデータを使用した。静岡県内の海水浴場の分布を図2に示す。

3-4 交通機関分担率

交通機関分担率は、『日本交通公社JTBF旅行者動向調査（2000~2009年）』¹⁴⁾より関連データを抽出し、スキー場目的及び海水浴場目的の旅行者における経年変化を分析する。なお、代表交通機関が飛行機の場合は、空港から行楽施設までの交通機関データを使用し、さらに無回答については算出した割合で按分した。また、スキー場への交通機関分担率は、総合ユニコム(1999)¹⁵⁾の1993~1998年のデータも加えて用いた。

3-5 将来気候シナリオ

将来気候シナリオは、代表的な全球気候モデル(GCM : Global Climate Model)であるMIROCの、RCP2.6及びRCP8.5シナリオでの「近未来」(2031~2050)、「将来」(2081~2100)予測値を使用する。予測データは気候変動適応策の参考情報を発信する情報基盤であるA-PLAT¹⁶⁾より、『環境省環境研究総合推進費

S-8 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究(2010~2014)』における影響評価の研究成果(S8データ)を使用する。

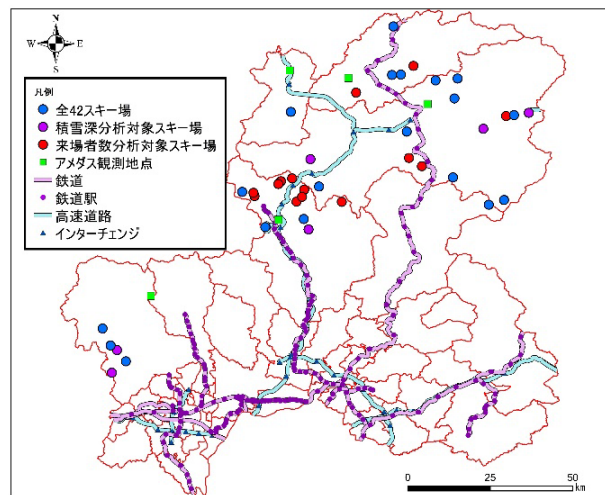


図1 岐阜県スキー場の分布

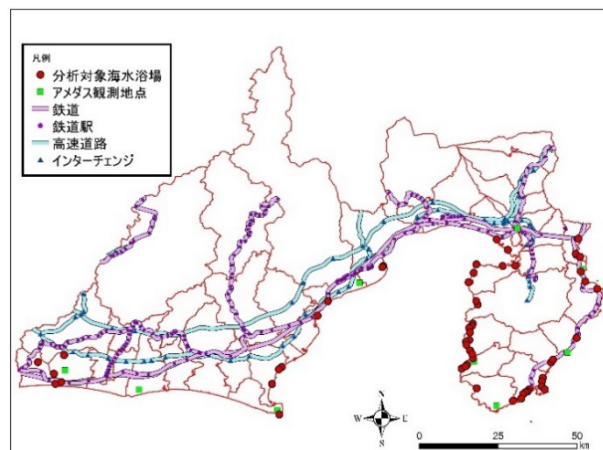


図2 静岡県海水浴場の分布

4 データの分析結果

4-1 スキー場

分析結果を図3に示す。(** : 1%有意, * : 5%有意)ここで、「営業日数」と「積雪深」の関係の分析は、分析対象期間に対し上限値が存在し切断されたデータとなるためtobit回帰分析を行い、その他の分析はパネルデータ分析を行った。

分析から、平均気温が低く降水量が多いほど積雪深は高くなること、また、積雪深が大きいほど営業日数は増加することがわかった。さらに固定効果の幅も広く、スキー場ごとに大きな差があることも明らかになった。来場者数に関しては、営業日数が多いほど多くなるものの、年度が近年になるほど減少していること

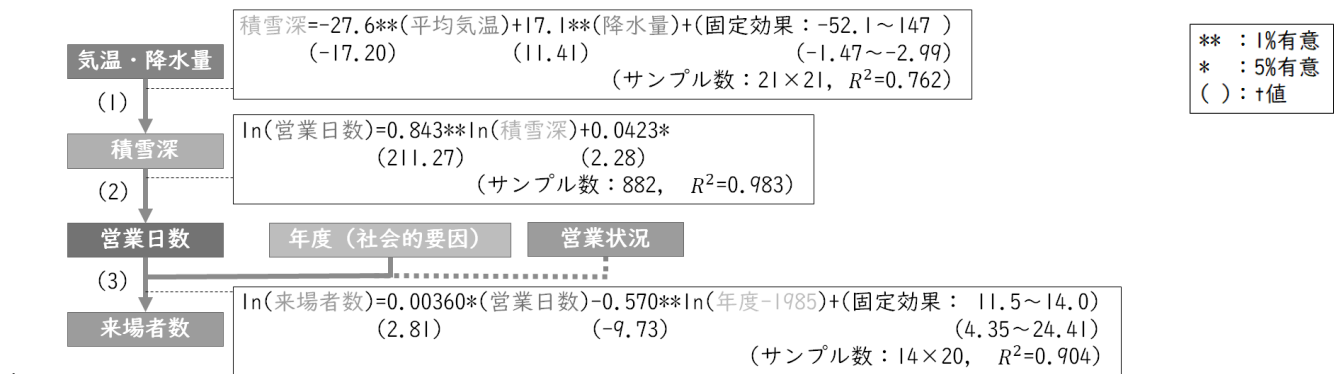


図3 スキー場来場者数の回帰分析結果

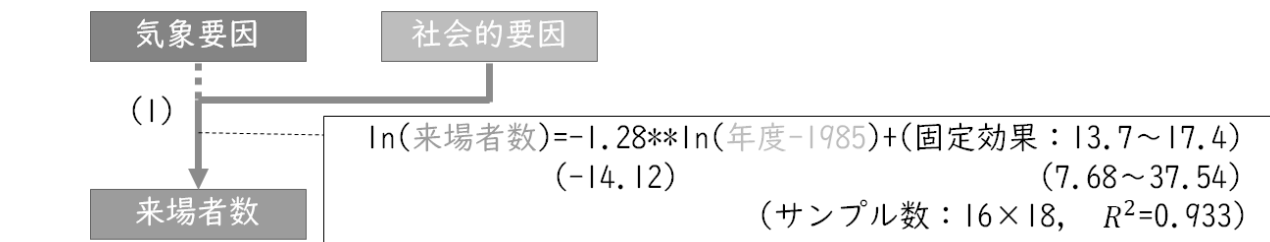


図4 海水浴場来場者数の回帰分析結果

6 がわかった。すなわち、社会的要因は大きく減少する
 7 方向となっているといえる。ここで、説明変数が「年
 8 度-1985」であるのは、スキー場及び海水浴場の来場者
 9 数が1985年度前後をピークに急速に減少し、近年その
 10 減少幅は小さくなっていることを表現するためである。

4-2 海水浴場

分析結果を図4に示す。来場者数と気象データとの有意な関係は見られず、社会的要因のみが影響を与えていることがわかった。加えて、社会的要因の影響度合いはスキー場の場合よりも大きいことがわかった。海水浴場では気象データの影響が見られなかったため、気象データ間の関係分析の結果は割愛する。

4-3 交通機関分担率

抽出したデータを用いて、気温・降水量及び年度を変数として分析を行ったが、有意な関係は得られなかったため、入手したデータの平均分担率を用いて将来予測を行うこととした。スキー場と海水浴場のどちらも、自家用車の割合が非常に高い。スキー場が目的地の場合は、路線バス・貸切バスの占める割合が海水浴

場よりも多い。これは雪道や地理的特性により運転に不安を覚える来場者が多いためと考えられる。

各交通機関の乗車人数は、自家用車は国土交通省が公的に使用している平均乗車人数1.3人、レンタカーは加藤(2010)¹⁷⁾のアンケート結果より計算した4.1人、バスは平均的なバスの乗車定員45人の8割の36人と仮定した。

5. 将来の気候変動を考慮した予測結果

5-1 スキー場

「将来」のRCP8.5シナリオにおける平均気温・降水量の予測値と求めた回帰式より、岐阜県内21スキー場の積雪深の平均は165cmから26.5cm (73.5%減)、営業日数は79.0日から18.0日 (77.8%減)になることがわかった。これより、岐阜県内14スキー場の来場者数(年間、以降も同様)の合計は3,087千人から551千人(82.1%減)になることがわかった。

ここで、社会的要因の減少がない、すなわち気象要因のみが来場者数に影響を与えると仮定した場合、来場者数は1,315千人(57.4%減)になり、社会的要因に

よる減少率は24.7%で、社会的要因よりも気象要因の影響の方が大きいこと、さらに交通量は現状より137万台減少することが明らかになった。ウィンターレジャーリーグ(2011)¹⁸⁾によると、岐阜県内のウィンターリゾート集積地近隣の高速道路インターチェンジの2010年度12月～3月の出入交通量は168万台であるため、単純比較はできないものの減少量は無視できない値といえる。

5-2 海水浴場

求めた回帰式より、「将来」の来場者数は2,071千人から301千人(85.5%減)になることがわかった。

ここで、将来の海面上昇による砂浜消失による影響を考える。現在顕在化している砂浜消失の主な原因は河川からの土砂供給量の減少だが、今回は気候変動の影響として海面上昇によるものを考えた。砂浜の消失率に対する来場者数の残存割合を、ヒアリング調査より得た仮定を基にロジスティック曲線で表した(図5)。

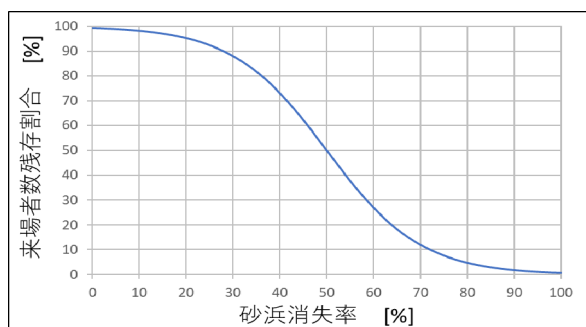


図5 砂浜消失による来場者数変化シミュレーション(仮定)

以上の仮定のもと、海面上昇による砂浜消失の影響を考慮した「将来」のRCP8.5シナリオにおける静岡県内16市町の海水浴場来場者数の合計は203千人(90.2%減)、アクセス交通量は現状より115万台減少し、砂浜消失の影響は大きいことがわかった。

静岡県内でも海水浴場が多い牧之原市を例に挙げると、アクセス交通量は現状から24万台減少する。2015年度交通センサス¹⁹⁾によると、牧之原市の主要道路である国道150号線の交通量は2か月で約62万台であるため、海水浴場の変化量においても無視できない値であるといえる。

6. 結論

本研究では、スキー場と海水浴場を対象に、来場者数に影響を与える気象要因を把握し、将来の気象要因の変化から、それぞれの行楽施設における来場者数及びそれに伴うアクセス交通量の変化を予測した。

得られた成果と今後の課題を以下に整理する。

6-1 成果

調査を行う過程で、スキー場に関わるデータのほとんどが非公開あるいは高価であり、海水浴場についてもデータ未整備のものが多く、地域観光の実態分析に必要なデータ収集が困難であることがわかった。一方、本研究で使用した『スキー場だより』のような新聞記事でも、複数年でデータ化すれば基礎データとして有用であった。

スキー場の営業日数には積雪深が大きく影響しており、積雪深には気温・降水量が大きく関わる。さらに、来場者数も営業日数と強い相関が見られ、気候変動によってスキー場の滑走可能日が少なくなると予測されることがわかった。岐阜県内の場合、スキー場の来場者数は気候変動によって現状から大幅に減少し、営業日数が少なくなるスキー場、廃業するスキー場の発生が懸念される。加えて、将来のアクセス交通量の減少についても、影響が無視できる値ではないことを示した。

海水浴場の来場者数は社会的要因の影響が最も強く、気温・降水量・台風の接近回数などの気象要因との有意な関係性は見られなかった。静岡県内の場合、「将来」の来場者数は、社会的要因の影響で85%、さらに砂浜消失も合わせると90%の減少が予測されることが明らかになった。

以上の成果から、来場者数の減少を和らげるために、次のことが考えられる。

将来のスキー場の来場者数を確保するためには、営業日数とそれに大きく影響する積雪深を確保することが必要で、例えば人工降雪機や人工造雪機などの導入が考えられる。また、夏季でもできるイベントの開催などにより営業収入の減少を補填するなどの対策が考えられる。海水浴場の場合、将来の来場者数減少は砂浜消失の影響が大きい。そこで、養浜事業等により砂

浜の消失を抑えることが重要であると考えられる。

交通面においては、交通量の減少によりハイシーズンの渋滞緩和が見込まれる。一方で需要の減少によりスキーバスや季節運行のバス路線などは減便あるいは廃止となることが予想され、これらに依存しない収入源の確保が必要となると考えられる。

6-2 課題

本研究では、スキー場は岐阜県、海水浴場は静岡県を対象としたが、対象を全国に広げ、より一般的な定式化を目指すとともに、地域別・行楽施設別の特徴を分析する必要がある。ただし、分析に必要な基礎データについては、その精度や整備状況がまちまちである。地域の観光・交通・経済状況などの実態を総合的に把握するためにも、今回取り上げた基礎データの整備・共有が望まれる。

引用文献

- 1) 観光庁：経済波及効果, <https://www.mlit.go.jp/kankocho/siryoutoukei/kouka.html>. (最終閲覧日：2021年3月7日)
- 2) 国土交通省：第6回（2015年度）全国幹線旅客準流動調査, pp.11-16, <https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/content/001340149.pdf>, (最終閲覧日：2021年3月7日)
- 3) IPCC (2014): Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the IPCC, Cambridge University Press.
- 4) 畑中賢一, マインハルト・ブライリンク, 佐藤洋平, バベル・カラムザ(2000): 地球温暖化がスキー場周辺地域の経済に及ぼす影響, 農村計画論文集, Vol.2, pp.67-72
- 5) 中口毅博(2010): 地球温暖化がスキー場の積雪量や滑走可能日数及ぼす影響予測—気象庁RCM20を用いて, 芝浦工大紀要人文系, Vol.44-1, pp.71-76
- 6) 供田豪, 森龍太, 森杉雅史, 大野栄治, 中嶋一憲, 坂本直樹(2018): 近年のスキー場来客数の慢性的な減少と気候変動に関する統計的解析, 土木学会論文集G (環境), Vol.74, No.5, pp.349-357
- 7) 大野栄治, 林山泰久, 森杉壽芳, 野原克仁(2009): 地球温暖化による砂浜消失の経済評価：標高費用法によるアプローチ, 土木学会地球環境論文集, Vol.14, No.2, pp.291-297
- 8) 佐尾博志, 供田豪, 森龍太, 森杉雅史, 大野栄治, 中嶋一憲, 坂本直樹(2017): 砂浜浸食に伴うレクリエーション価値の損失と適応政策の効果の推計, 土木学会論文集G (環境), Vol.73, No.5, pp.191-199
- 9) 環境省：水浴場の水質調査結果, http://www.env.go.jp/water/suiyoku_cho/index.html, (最終閲覧日：2021年3月7日)

- 10) 中日新聞：スキー場だより, 1999年12月10日~2019年3月7日
- 11) 気象庁：過去の気象データ・ダウンロード, <https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/>, (最終閲覧日：2021年3月7日)
- 12) 岐阜県：岐阜県観光入込客統計調査, <https://www.pref.gifu.lg.jp/page/13276.html>, (最終閲覧日：2021年3月7日)
- 13) 静岡県：静岡県観光交流の動向, <https://toukei.pref.shizuoka.jp/chosa/21-010/index.html>, (最終閲覧日：2021年3月7日)
- 14) 日本交通公社：JTBF旅行者動向調査 (SSJDA版), 2000~2009.
- 15) 総合ユニコム株式会社(1999): スキーリゾート&ウィンタースポーツ年鑑1999, 12p
- 16) 気候変動適応情報プラットフォームA-PLAT：将来予測、影響評価に関する研究成果, <https://a-plat.nies.go.jp/webgis/index.html>, (最終閲覧日：2021年3月7日)
- 17) 加藤健太(2010): 乗用車の定員数と乗車人数に関する研究, 日本デザイン学会第57回研究発表大会
- 18) ウィンターレジャーリーグ(2011): ウィンターレジャー白書, 54p
- 19) 国土交通省：平成27年度 全国道路・街路交通情勢調査一般交通量調査 集計表, <https://www.mlit.go.jp/road/census/h27/index.html>, (最終閲覧日：2021年3月7日)

謝辞

本研究は（独）環境再生保全機構の環境研究総合推進費（JPMEERF20S11818）の一環として実施した。また、二次分析に当たり、東京大学社会科学研究所附属社会調査・データアーカイブ研究センターSSJ データアーカイブから「JTBF旅行者動向調査」（日本交通公社）の個票データの提供を受けた。

著者連絡先

高山 芳樹
〒464-0814 愛知県名古屋市中千種区不老町
名古屋大学大学院環境学研究科
E-mail: ytakayama@urban.env.nagoya-u.ac.jp
*事務局記入欄
*事務局記入欄