

# 登山実態の把握に向けた登山者移動の時空間内挿手法の検討

金杉洋\*、松原剛\*\*、柴崎亮介\*\*

\*東京大学 地球観測データ統融合連携研究機構、\*\*東京大学 空間情報科学研究センター

## 1. はじめに

国土の7割が山地・丘陵地である日本では多くの山域で登山道が整備されているため、近年、中高年世代を中心に登山者数は年々増加の傾向が示されており、今後、訪日外国人の登山人口の増加が見込まれるなかで、登山は発展的な観光産業となっている[1]。一方で、登山初心者が山岳環境に関する知識不足や自分自身の体力への過信から実行困難な計画を立て、結果として山岳事故・遭難件数が年々増加していることも報告されており、**図 1**に示した通りその多くが中高年世代によって占められている[2][3][4]。

登山者の行動実態の把握や山岳事故・遭難対策のため、山岳地域を保有する地方自治体は登山計画書の提出を奨励あるいは条例による義務化を進めているが、その記入の煩雑さや一般的な認知の低さなどから、登山初心者を中心にその普及はまだ十分ではない。また、登山計画作成時の参考情報となる個別の登山道の難易度や所要時間は一般的な登山者の平均的な値になっており、体力的・経験的に個人差が大きい中高年登山者に対して必ずしも有効な情報となっていない。そのため個別登山者の登山実績を蓄積し個人差に合わせた登山計画作成や危険箇所回避を支援することで、個別登山者への安全・快適な環境の整備が期待できる。

他方で登山者の行動実績の計測には、従来のGPSロガーに加えて、GPS計測機能を利用したスマートフォンアプリが有効な候補となる。しかし、中高年世代のスマートフォンの普及状況や不慣れたアプリ操作、山岳事故・遭難の発生する環境が携帯電話の通信・電源が制限されることを考慮すると、アプリだけでなくより簡易的に登山者の足跡を記録する仕組みが必要となる。

そこで本研究では、登山の実態を分析するための有効なデータを整備することを目指し、事前に提出される登山計画の情報に加えて、登山中の登山者の移動実績を電源・通信の制限された環境において記録する手法について検討する。具体的には、長野県北アルプスの南部を対象地域とし、オンライン提出される登山計画書の情報と、ICカード(FeliCa)を利用した登山者の山小屋通過実績の情報を記録・集積するシステムを試作し、その効果を検証した。

## 2. 登山データの計測・収集手法

### 2.1. 登山計画書情報

登山計画書は、登山者の情報(氏名・年齢・性別・連絡先・緊急連絡先など)に加えて、日程や経路などの行程情報、携行する装備品などの情報について登山に先立って作成し、登山する山域を有する自治体などへ提出するもので、主に事故・遭難発生時の捜索・救援活動に利用されている。

長野県では平成28年7月1日から長野県登山安全条例[5]が施行され、県内指定山域における登山では登山計画書の提出が義務化された。この条例の施行に伴い、従来登山口等で紙面での提出が一般的であった登山計画書の提出(**図 2**)は、従来の提出方法を継続する一方で、県だけでなく条例で指定された事業者の運営するサイトへの提出も承認された。

そこで、**図 3**の模式図に示した通り、既往の登山計画書作成を支援するサイトと連携し、登山計画書の提出先を取りまとめることで、登山計画書情報の効率的な集約・管理を行う。具体的には、ヤマレコ<sup>1</sup>及びヤマケイオンライン<sup>2</sup>を連携サイトとして登山計画を作成し、本研究で作成したサイト(山ピコ<sup>3</sup>)で提出先を取

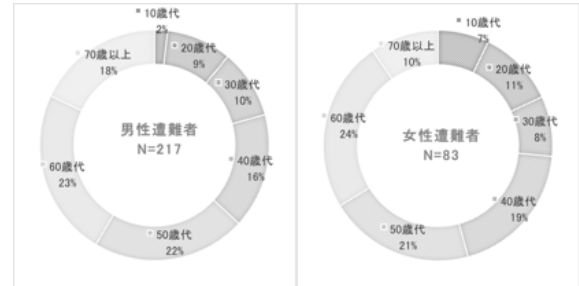


図 1. 平成27年度長野県山岳事故・遭難件数  
(長野県警 山岳遭難統計より作成)

<sup>1</sup> <https://www.yamareco.com/>

<sup>2</sup> <http://www.yamakei-online.com/>

<sup>3</sup> <https://www.yamapico.jp/>

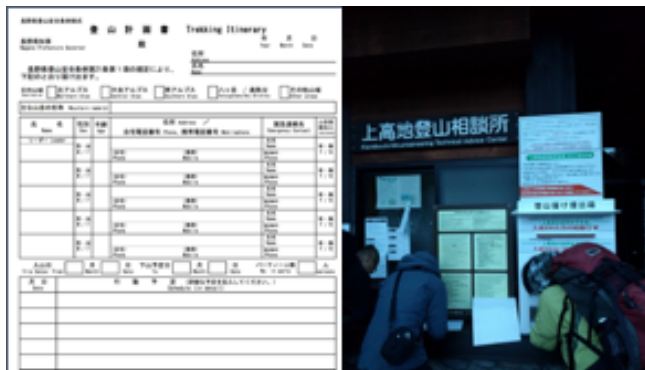


図 3. 左:登山計画書様式(長野県)  
右:登山計画書提出窓口(上高地)

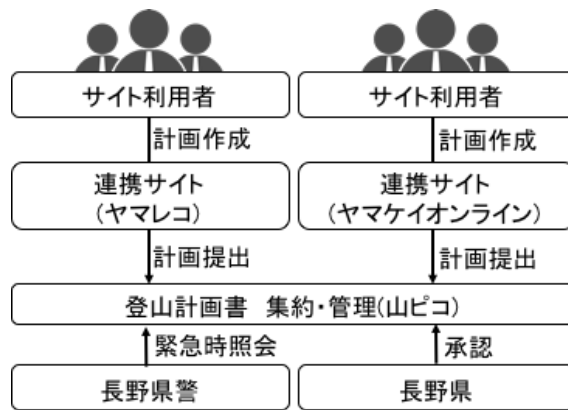


図 2. 「山ピコ」による登山計画書オンライン提出の仕組み

りまとめることで、従来からのサイト利用者へ新たなサイトでの計画書の登録負担と、既存サイトの運営事業者における条例登録等の負担とを省力化する。登山計画書情報は個人情報を含むためアクセスの制限された環境下に暗号化保存し、事故・遭難等の緊急時以外は閲覧不可能な形で管理する。他方で、計画書に記載される個人属性情報（住所・年齢など）は、集計単位として利用する市区町村や年齢階層に抽象化することで分析において利用可能とした。

## 2.2. 登山実績の計測手法

登山の実績として、実際の登山中に利用した経路や通過した山小屋等を記録する。スマホアプリ利用の慣れや、通信・電源の制限された環境下であることを勘案し、二通りの手法を検討する。

### 2.2.1. 計測手法：スマホアプリ

スマホアプリの利用に抵抗がない登山者向けにはスマホアプリを使用する。本研究では登山中の移動軌跡を記録するために、登山者の位置情報を3分間隔で記録しながら、オンライン環境下にいる場合に15分毎にクラウドへ送信するAndroidアプリを開発した。アプリ稼働中の消費電力を極力抑えるため、測位の実行に合わせてGPS機能のON/OFFを自動的に切り替えることに加え、登山中はほとんど通信圏外であることから機内モードとすることで通信に係る電力消費を抑えた。登山途中の休憩地点となる山小屋ではモバイル通信やWiFiを提供していることがあるため、それらの利用に際して計測データが送信される。

### 2.2.2. 計測手法：ICカードによる通過申告

登山者の多くを占める中高年世代ではスマートフォンの利用割合が低く、スマホアプリに不慣れなことも相まってアプリを通じた移動軌跡の取得が難しいことが想定される。そのため登山中の実績を記録するため、城崎温泉で導入されている「ゆめば」<sup>4</sup> [6][7]の仕組みを参考に、本研究ではICカード(FeliCa)を利用したスタンプラリー方式で登山者が能動的に通過地点を申告する仕組みを開発した。

システムの構成は、開発したFeliCaのIDmを読み込む



図 4. ICカードチェックインアプリ画面

- ①ホーム画面 ②登山計画書の検索  
③登山計画書と紐付け ④チェックイン完了

<sup>4</sup> <http://www.kinosaki-spa.gr.jp/yumepa/>

Android アプリ (図 4) を NFC 読み取り機能を有するスマートフォンにインストールするとともに、登山の途中通過地点となる山小屋に設置する (図 5)。登山者は自身の持つ IC カードを山小屋到着時に設置されたスマホにタッチすることで、当該山小屋の通過を申告する単純な構成としている。タッチによって申告された通過実績は、事前に提出された登山計画書と紐付けることで、緊急時の捜索範囲の絞込や、家族・友人への進捗状況の共有に利用可能となる。登山者の IC カードと登山計画書との紐付けは、登山計画書の提出に際して発行される 8 桁のコードを初回のみ端末にタッチした際に入力することで行う。登山計画書をオンライン提出していない場合は、通過実績と紐付けることは出来ないが、実績データが有効に活用されることで、登山計画書のオンライン提出が励起されることが期待される。



図 5. チェックポイント配置(20箇所)

### 2.2.3. 登山経路の推定

スマホアプリによる移動軌跡の計測結果は、連続的な時刻と位置情報を含む一方で、利用した登山道の情報を含んでおらず、集計単位や付帯情報を付加するための参照情報となる ID が不足している。一方で IC カードによる通過申告の履歴情報は、山小屋の通過情報のみが記録されるため、登山途中利用した登山道の情報が欠落している。そのため、取得された移動軌跡と通過申告のデータを、登山道のネットワークデータに対して、マップマッチングや経路推定を通じて不足している情報を付加・補間することで登山者の全体の行動を時間連続な座標列で構成される移動データとして整備する。

DRM をはじめとした一般的なナビ等で利用される道路や鉄道などの交通ネットワークデータには、通常は登山道までは含まれていない。本研究では、登山付随する情報を含み登山者にも一般的な登山道の地図データとして、「山と高原地図」[8]を採用した。ただし、交通ネットワークデータとしての位相構造までは十分に整備されていない幾何情報のデータであるため、利用に際して予め位相構造を含む形式に変換を行っている。

## 3. データ取得結果と考察

### 3.1. 登山計画書情報の取得結果

長野県の条例施行後、実際にヤマレコ・ヤマケイオンラインを計画書の作成・提出窓口として、登山計画書のオンライン提出の仕組み「山ピコ」を 2016 年 8 月 4 日から開始した。2016 年 8 月 4 日から 11 月 8 日までの 97 日間を分析対象機関として登山計画書の提出数の推移、及び計画書に記載された日程とメンバー数から算出した日毎の登山人数を図 6、図 7 に示した。なお、本研究では北アルプス南部を対象地域としているが、登山計画書は条例の対象としている長野県内全域について受け付けている。

当該期間に提出された登山計画書は 963 件であり、山の日(8 月 11 日)の直前やシルバーウィーク(9 月 22 日頃)頃などの連休直前に提出が集中する傾向が見られる。実際に計画書提出から登山開始までの期間(図 8)は 0 日(当日朝)から 3 日間で全体の約 80%を占めており、特に前日の提出が最も多くなっている。また図 7 に示した登山計画書に基づく登山人数でも山の日前後、シルバーウィーク頃、週末に登山人数が増加する傾向が明らかに見られる。

また計画書から日別で算出した分析期間の延べ登山者数は 3,837 名であるが、登山計画書ごとに見ると、単独走が 555 件(58.5%)、291 件(30.7%)が 2 名での計画となっており、3 名以上の計画は全体の 10.8%程度で少人数の登山グループが多くを占めている。他方で、多人数が参加するツアー登山などでは旅行会社などが計画書などを取りまとめて直接提出している可能性があり、今回の結果には現れていないものと考えられる。

全体の登山者数については具体的な数値が明らかになっていないが、全ての登山者が計画書を提出しているとは限らず、また計画書をオンライン提出しているがまだ極一部であることを考慮すると、偏りが否定できないデータではあるが、今後の実態調査等で偏りの補正や拡大係数が示せる可能性がある。また、天候や体調の変化による計画変更も発生するため、登山実績を使用した計画と実態の比較も今後不可欠である。

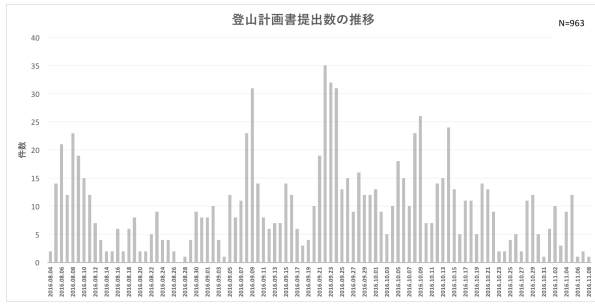


図 6. 登山計画書提出数の推移  
(2016年8月4日～11月8日)

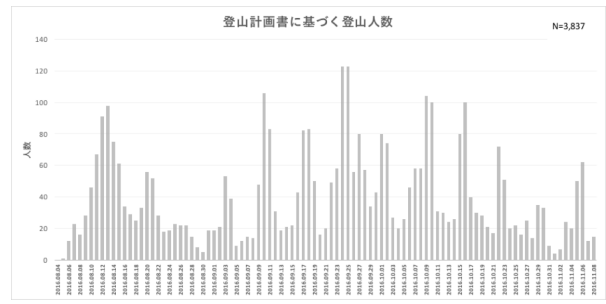


図 7. 登山計画書に基づく登山人数  
(2016年8月4日～11月8日)

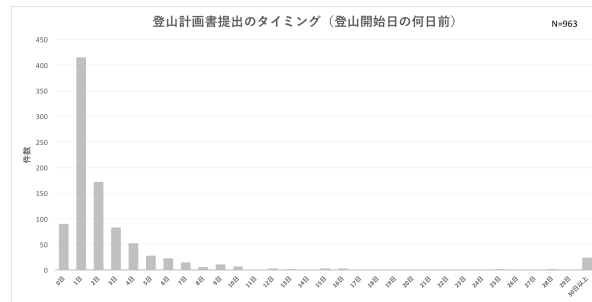


図 8. 登山計画書提出タイミングの分布

### 3. 2. 登山実績の記録結果

図 9 に実際に北アルプス槍・穂高山域を二泊三日で縦走した登山者の、スマホアプリによる移動軌跡並びに IC カードによる通過申告の結果を示した。

スマホアプリによる移動履歴の観測結果は登山道に対して概ね正確に記録されており、登山道における移動速度を鑑みると今回設定した 3 分程度の観測間隔でも移動経路・移動速度の把握には十分な結果が得られている。この登山者の利用した登山ルートは多くのエリアで森林限界を超えており、GPS 測位の障害となるものが少なかったことも影響したと考えられるため、比較的標高の低い山域でも改めて検証が必要である。

他方で、IC カードによる通過実績の記録では、読取機器となるスマートフォンを途中通過点となる山小屋毎にひとつを設置していたため、複数の登山道の起終点が周囲に分散して存在する上高地バスターミナルでは機器設置の困難さにより観測から漏れており、全体の経路を推し量るには十分な結果が得られていない。また、個別の山小屋においても設置環境が異なることから、天候や混雑状況によって通信の確保が難しくなり、通過記録が正確に得られない結果となった。登山道の経路選択肢は一般的な道路に比べればかなり限定的であるため、記録された通過申告のデータを元にその山小屋間の移動経路を推定可能ではあるが、少なくとも移動の始終点となる上高地バスターミナルをはじめ、登山道の分岐点に位置する山小屋での確度の高い観測と安定した通信環境の確保が今後必要である。特に、台風等の通過に伴い通信設備が故障することは今後も発生が予想される障害であるため、代替できる通信手段の確保は本研究の内容に留まらず不可欠となる。また、これまで登山中に使用する機会がなかった IC カードは、登山者が持ち込まない可能性も課題として指摘されており、今後 IC カードによる決裁が途中山小屋や麓の施設で普及・一般化されることが期待される。

### 4. まとめと課題

本研究では、登山の実態を分析するための有効なデータを整備することを目指し、事前に提出される登山計画の情報に加えて、登山中の登山者の移動実績を電源・通信の制限された環境において記録する手法として、オンライン提出される登山計画書の情報と IC カード(FeliCa)を利用した登山者の山小屋通過実績の情報を記録・集積するシステムを試作し、長野県北アルプスの南部を対象地域としてその効果の検証を行った。

オンライン提出された登山計画書のデータを簡易に集計することで、登山者数の日別増減や連休・週末への集中傾向を示す手がかりが得られた。その一方で、全ての登山者が計画書を提出しているとは限らず、ま

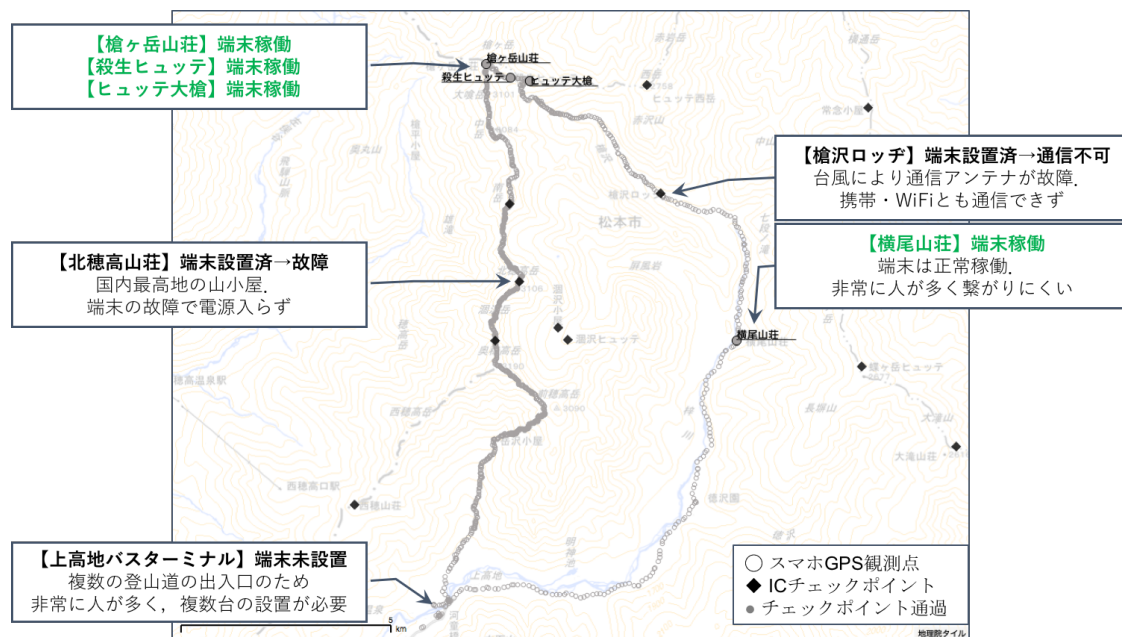


図 9. 登山実績データ。(二泊三日縦走, 移動距離 38 km, 標高差 1,600 m)

た計画書をオンライン提出しているがまだ一部であることを考慮すると今後の実態調査等で偏りの補正や拡大係数などを加えていく必要がある。

登山実績の記録については、スマホアプリによる継続的な観測の有効性が示された一方で、山小屋におけるICカードによる通過実績記録は、設置箇所およびその場所の天候・混雑状況も考慮したシステムの追加検討が必要である。

## 謝辞

本研究の実施にあたり、中部大学問題複合体を対象とするデジタルアース共同利用・共同研究 IDEAS201612 の支援を頂いた。また、システムと付属機器の開発・評価実験の実施にあたり、株式会社エムティーアイ、株式会社ヤマレコ、株式会社山と溪谷社、兵庫ベンダ工業株式会社、NPO 法人北アルプスブロードバンドネットワーク、慶應義塾大学、中部大学、長野県に御協力を頂いた。ここに記して感謝申し上げます。

## 参考文献・データ

- [1]. 日本生産性本部, 日本人の余暇の現状, レジャー白書 2016, , 日本生産性本部, pp. 55, 2016
- [2]. 小林昭裕・トマス ジョーンズ, 北アルプスにおける遭難実態と登山リスクに対する登山者の意識, 環境情報科学学術研究論文集, 29, pp. 241-246, 2015
- [3]. 長野県, 山岳遭難防止対策検討会 資料 3,  
[https://www.pref.nagano.lg.jp/kankoki/sangakusounan/sangaku\\_kentou.html](https://www.pref.nagano.lg.jp/kankoki/sangakusounan/sangaku_kentou.html)
- [4]. 長野県警, 平成 27 年中山岳遭難統計,  
<http://www.pref.nagano.lg.jp/police/toukei/documents/toukeihyousi27.pdf>
- [5]. 長野県, 長野県登山安全条例,  
<https://www.pref.nagano.lg.jp/kankoki/tozanjorei/tozanjorei.html>
- [6]. 山本吉伸, 地域全体で使う POS システム -城崎温泉での実証実験-, 日本行動計量学会第 39 回大会抄録集, pp. 129-132, 2011
- [7]. 山本吉伸, 北島宗雄, オープンサービスフィールド型 POS による観光客動向把握の技術, 観光情報学会誌, 7(1), pp. 47-60, 2011
- [8]. 昭文社, 山と高原地図,  
<http://www.mapple.co.jp/mapple/product/map/mountain/mountainmap.html>