

IT技術を活用した未組織登山者への安全登山の支援

齋藤大助（株式会社ヤママップ）

本稿では、近年の登山ブームを支え今や登山に欠くことのできないツールになりつつある、スマートフォンの登山アプリや登山情報のウェブサービスなどの情報技術（IT技術）が、山岳事故発生の低減にどのように役立つか、特に山岳遭難者の大部分を占めつつある未組織登山者に対してどのような支援が可能であるか、またどのような課題があるかについて、現状と将来展望を交えて考察する。

1. 山岳事故の概要

登山ブームにとともなう山岳事故数の増加について喧伝されるようになって久しい。1990年代以前は全国の遭難事故発生件数は500件程度で推移していたが、それ以降増加の一途を辿っており、2015年以降は年間2,500件程度・遭難者数3,000人程度で推移している。遭難者の状態別の割合は、無事救出が50%、負傷が40%、そして死亡が10%で、年ごとに大きな変化はない。

2020年の山岳事故の発生状況を見ると、全国統計では概ね道迷いが40%、転倒・転落・滑落が30%、病気・疲労が15%であった。一方、日本アルプス・八ヶ岳などの山岳地帯を擁する長野県の統計では状況が異なり、転倒・転落・滑落が58%、道迷いが15%となっていた。長野県の統計では遭難の発生状況ごとに遭難者の状態が集計されている。それによると、道迷い遭難はそのほぼすべてが無事救出されているのに対し、転倒・転落・滑落の場合は死亡を含む負傷につながっている。北海道の統計でも同様の傾向が見られることから、一口に山岳事故といっても道

迷いと転倒・転落・滑落ではその結果が大きく異なるといえる。

事故が登山行程のどの段階で発生したのかについて、まとまった集計は報告されていないが、各県の個別事例から推測すると、下山時の事故発生が多いことがうかがえる。年齢層別では60歳以上が遭難者の50%を占めており、過去5年間で割合に変化はない。さらに、死亡・行方不明者に限ると60歳以上の割合は70%に達する。死亡・行方不明にいたる重大な山岳事故のリスクは高齢者が高いようだ。

登山パーティの形態に注目すると、山岳事故に占める単独行の割合は38%（2019年）であった。また単独行では遭難状態のうち死亡・行方不明の割合が16%であり、複数登山者での死亡・行方不明の6%台と比べて高くなっていることがわかる。これは長野県の統計でもほぼ同様で、特に死亡・行方不明者の半数は単独行という状況である。このことから、単独行登山者は山岳事故において死亡・行方不明にいたるリスクが高いことがわかる。

遭難時の通信手段は携帯電話が77%（2019年）を占めていた。2010年の62%から15ポイント増加したが、ここ数年は横ばいである。なお山岳事故数の増加の要因として、携帯電話の普及による通報数の増加によるという指摘がある。遭難者本人による通報が可能になったことで、遭難場所の同定が容易になり、早期発見から無事救出にいたる事例が増えたことは、近年の統計からも伺える。一方、軽度な道迷いでの通報の増加に伴う救助する側の負担の増加といった問題も今後の課題であろう。

山岳事故の増加と未組織登山者

未組織登山者とは、字義通りには山岳会などの団体・組織に所属しない登山者のことである。山岳事故に関するレポート等では、未組織登山者の登山に対する基本的なリスク認識の欠如が指摘されている。山岳団体に所属する登山者からすると、登山は冒険的要素を伴うアクティビティであり、それ相応のリスクを伴うというコンセンサスがある。それに対し、本やインターネットで得た情報をたよりに、あるいは写真投稿SNSから得た情報のみで、カジュアルに登山を始める未組織登山者の場合、登山のリスクに対する認識が希薄になるのは否めない。したがって、未組織登山者による山岳事故の発生を低減させるためには、未組織登山者のリスク認識を高めてもらうのが王道であり、IT技術による安全登山の支援もこの原則を外れるべきではない。また、IT技術によってもたらされたサービスそのものがリスク認識の低い登山初心者を生み出している可能性についても注意すべきであろう。有用なサービスでも、それに盲目的に依存するのは危険であるということを正しく伝えるのもサービス提供者の責任であろう。

2. IT技術による支援

本稿では、IT技術を活用することで、どのように登山者の安全への意識を高め、山岳事故の発生を抑えることができるかについて論じる。IT技術として、具体的にはスマートフォンを活用した登山地図アプリのサービスおよびインターネットを利用したウェブサービスについて扱う。未組織登山者が陥りやすい山岳事故のリスク要因に注目し、IT技術による支援がそうしたリスクをどのように低減できるのか、ルートファインディング・ペース配分・知識習得という3つのシチュエーションに注目して論じる。

登山のリスクを低減するためには様々なスキルを

身に付ける必要があるが、それらは実践でしか身につかないものが多く、その点では未組織登山者にとってハードルが高い。IT技術による安全登山の支援は、登山中だけでなく、知識や登山スキルを身につけるためのトレーニングも対象とすべきであろう。

上で述べたように、道迷いと転倒・転落・滑落では発見時の遭難者の状態が大きく異なっている。近年の道迷い事故では遭難者が無事であることが多くなっている。一方、転倒・転落・滑落や病気はトータルで道迷いよりも割合が多く、しかも遭難者が重症・死亡に到る事例も増えている。本稿では、こうした事態を未然に防ぐためにIT技術がどう役に立つかについても考えたい。

2-1. ルートファインディング

道迷いに到るリスク要因としては、こまめにルートファインディングをしない・地図を持たない・地図を見て現在地を確認する習慣がない・ルートファインディング技術がない・読図技術がない、などがあげられる。また道迷い後の行動のリスク要因としては、迷った地点に戻らない、無理に進んで転落・滑落に到る、などが考えられる。

近年の道迷い遭難の多くは基本的な知識やスキルの軽視によるものが多いが、これらはいずれも道迷いのリスクに対する認識不足が根本原因と考えられる。GPSをはじめとするIT技術によるナビゲーション支援は読図のスキルを肩代わりしてくれるものであるが、地図を持たない、または持っていても見ないという、従来の登山の常識からは考えられない状況を生み出しているという可能性も否定はできない。

道迷い遭難を防止するには、こうした認識を改めてもらうよう働きかけると同時に、スキルアップのためのトレーニングをIT技術で支援することなども、サービス提供者が責任をもって取り組む必要がある。

ナビゲーション支援技術

登山中のルートファインディングの支援（ナビゲーション支援）は、IT技術が安全登山に貢献した成功例の最たるものであろう。ナビゲーション支援の最大の特徴は、電波が届かない（オフライン）環境で利用可能なことである（図1）。

登山地図の電子化

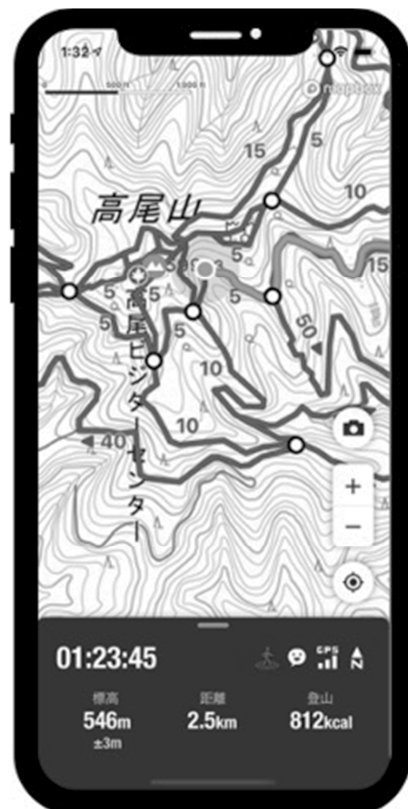
国土地理院発行の地形図に登山道・コースタイムなどの付加情報を載せた地図を、スマートフォンなどの機器に予めダウンロードすることで、電波の届かない山中でも地図の閲覧が可能になる。印刷・出版されている紙の地図に比べて、電子地図の付加情報は容易に更新可能なため、自然災害による通行止めや危険動物の目撃などの現地の最新情報を即座に地図に反映させることが可能である。

GPSによる現在地確認

GPS位置情報は電波状況によらず取得可能である。地形図上に現在地を表示することで、読図技術がなくても現在地の同定が可能になる。スマートフォンに内蔵されたGPSの精度はすでに十分なものであり、機器の故障という事態にでもならない限りGPSの位置情報に頼って行動しても問題ないレベルである。もちろん不測の事態に備え、GPSが無い状況でも読図で対応できるスキルを身に付けることは、登山者の基本的な姿勢として軽視すべきでない。

軌跡の表示

GPSの位置情報の履歴を記録し、地図上に表示することで、出発から現在地までどのようなルートを通ってきたか確認することができる。通過した軌跡の表示は、紙の地図にはない電子地図ならではの機能であり、例えば道に迷った時に道から外れた場所まで戻る際などには大変強力なツールとなる。



地形の立体表現

地図から情報を得るためには、地形図を構成する等高線の意味を理解し、その形状から実際の地形を立体的に再構成するといういわゆる読図力が必要である。今後は、地形の立体的な形状をより直観的に把握できるような新しい表現方法を提供する技術の登場が待たれる。将来的に地形図の立体表現がさらに進めば読図スキルは不要になるかもしれない。

ナビゲーション補助機能

いわゆるカーナビで提供しているような機能を登山中のナビゲーション補助に取り入れることもできるだろう。現在地が登山道から外れたことを検知して警告する

図1 主要なスマートフォン登山GPSアプリ（左：ヤマレコ、右：ヤママップ）

2-2. 登山界の現状と課題

機能は、既に最新の登山地図アプリでも提供されている。今後は、目的地までの到達時刻予測やエスケープルートの提示、さらにはAR（拡張現実）技術を使って分岐や道標などを仮想的に表示することで、進むべき方向がわかるようなサービスも実現可能であろう。

オンラインエリアの拡大 ナビゲーション支援サービスはオフラインで使えることが最大の強みではあるが、万が一山岳事故を起こした場合に、オフライン環境下では位置情報などを外部に届けることができない。

そこでオンラインエリアを拡大する様々な技術が開発されている。例えば、長距離通信用の低電力IoTデバイスを主要な登山道の上に配置し、太陽光発電などで電力を提供することで擬似的な基地局とすれば登山道周辺にオンラインエリアを拡大することができる。また、登山者自身に情報パケットの受け渡しを行ってもらう技術も開発が進んでいる。オフライン環境下で登山者がすれ違った時お互いのスマートフォンが位置情報を交換し、どちらかがオンライン環境に入った時にすれ違った人の位置情報をサーバーに送信するというもので、既に主要な登山用アプリがサービスを提供している（図2）。

登山地図のアップデート 現在の電子化された登山地図は基本的には紙の登山地図をポータブルデバイスで閲覧可能にしたものであるが、将来的には様々な付加情報を収集可能なインタラクティブ

な地図に変貌していこう。

初心者向けのサービスではないが、登山者の軌跡データを集積し、地図上に反映することで、登山ルートがない場所でも実際に登山者が歩いているかどうかを調べることができる。この機能はすでに登山アプリによって提供されており、バリエーションルートなどを歩く場合に役に立つ（図3）。さらに、登山



図2 みまもり機能（ヤママップ）左：オフラインエリアですれ違った登山者が位置情報を交換する。右：オンラインエリアに戻った登山者は交換した位置情報をサーバーに送信する。その結果、オフラインエリアにいる登山者も位置情報を間接的に送信できる。



図3 みんなの足跡（ヤマレコ） 登山者の軌跡データを地図上に表示することで登山者が実際に歩いた道が可視化される。

道の利用状況を解析し、例えばある登山道を何月に何人くらいの登山者がどのくらいのタイムで通過したかという情報を地図からダイレクトに収集するといったことも、今後は可能になるだろう。

地図上の登山ルートと実際の軌跡のズレを比べることで登山ルートをより正確なものにしたり、軌跡のデータから道迷いをし易いポイントを抽出し、地図に注意喚起のマークを設置するといったサービスすら実現可能である。実際の遭難発生箇所の位置情報を地図に反映することで、登山者に注意を促すといったサービスも既に始まっている。

読図トレーニング 読図技術を身に着けるには、見通しのよい登山道で地形図をみて現在地を同定するというような訓練を行うが、始めからGPSナビゲーションアプリを使う場合は読図の訓練をする機会がない。そこで現在地や軌跡を非表示にし、実地で読図のトレーニングをする機能を提供することもできる。IT技術による登山スキル向上の支援は、間接的ではあるが山岳事故の低減に寄与するものと考えられる。

2-2. ペース配分

適切なペース配分ができない、上り下りでの歩行技術が備わっていない、自分の体力を客観的に把握できていない、などに起因する、体力消耗・バテ・疲労・判断力低下・行動不能などは山岳事故を引き起こしかねない主要なリスク要因である。極度の体力消耗は、体調不良・病気や、転倒・転落・滑落による怪我、心筋梗塞、熱中症、低体温症などの重大な山岳事故にも繋がりがねない。また、道迷い遭難においても体力的精神的な余裕の有無が生還できる可能性を大きく左右する。

しかし、こうした運動生理に関するリスクは、道

迷いのリスクに比べてその深刻さがあまり認識されていない。IT技術による運動生理に関する支援は、登山者自身がその必要性を認識していない、つまり明確なニーズがないことから、登山中のナビゲーションの支援とは対照的にあまり注目されてこなかった。

一方、ジョギング・ランニング等の分野では、ユーザーのニーズに応える形でIT技術による運動生理の支援が早くから取り入れられており、もはや必要不可欠なツール・サービスとなっている。よって登山においてIT技術による運動生理の支援が普及するためには、まず登山者の運動生理に対するリスク認識が高まる必要がある。

運動生理の支援技術

登山においてIT技術による運動生理の支援が役立つポイントとしては、登山中の適切なペース配分の把握、登山に必要な体力・運動能力の測定、さらに体力作りのトレーニングなどがあげられる。

ペース管理 体力の余分な消耗を防ぎ、余力をもって行程を終えるためには、歩行ペースの適切な管理が必須である。山慣れた登山者は上り下りそれぞれに最適なペースで歩行する技術を経験的に体得しており、不測の事態にも余裕をもって対処できるが、初心者が独りでペース配分の技術を習得するのは容易ではない。生理学的には、乳酸閾値を超えないペースで歩くのが最適であると言われるが、個々人の乳酸閾値を測定するのは容易ではない。

GPS腕時計などのウェアラブルデバイスには、運動ペースと心拍数の測定値から乳酸閾値を予測する機能が備わっているものもあり、適切な知識があればこうしたツールを登山中のペース管理に活用するのが望ましい。また、簡易的には心拍数そのものか

2-2. 登山界の現状と課題

ら最適なペースを決める方法もあることから、例えば、ウェアラブルデバイスとスマートフォンを連動させることで、登山中のペース管理をサポートするサービスも可能であろう。

ただスマートフォンに比べてウェアラブルデバイスを使う登山者はまだ限られていることから、現状ではスマートフォンだけで完結するサービスが望ましい。登山アプリによっては、すでにGPSの軌跡データに基づいて登山中のペースを表示する・適切なペースをサジェストするといった機能を提供しているものもある(図4)。今後は、個人ごとのパーソナライズやアラート機能など、登山者がペース配分を意識して歩けるようなサービスの充実が望まれる。

こうしたサービスが広く普及し、ペース配分の重要性が理解されることで、山岳事故発生の軽減に寄与すると期待される。

体力・運動能力の測定 登山アプリで記録したGPSデータを登山終了後に解析することで、軌跡上の各地点での歩行ペースや登高速度を振り返ることができる。山行中のペース配分が適切であったかどうかを診断したり、山行全体の運動強度を算出して体力・運動能力を推定する、また過去の記録と比較して体力度の変化を知る、といったサービスも可能であろう。

より客観的に登山の体力度を測定する方法として「マイペース登高能力テスト」がよく知られている。これは標高差500m以上の単調な登山道で最適ペースを保って登り、登高速度から体力度を推定するというテストである。「マイペース登高能力テスト」の自動判定および記録管理を登山アプリの機能として提供すれば、任意の山でテストを実施したり、自分の体力度を管理することが容易になるだろう。さらに、

多数の登山者のテストデータが集まれば、各地のテストコースのばらつきを補正し、より信頼性の高いテストが可能になる。また自分の体力度が登山者全体の分布のどこに位置するのかなどを知ることができる。登山アプリがこのようなサービスを提供することで、いつでも体力測定を行えるようになれば、自分の体力に合った山を選定する助けにもなるだろう。

トレーニングの支援 運動能力の測定支援をさらに発展させれば、レベルアップを目指す登山者のトレーニングを支援するサービスを提供することもできるだろう。目指したい山を設定することで、トレーニング登山の運動メニューが提案される。目標となるペース・上り下り登高速度や距離・標高差・荷物



図4 歩行ペース表示機能(ヤママップ) GPSの軌跡に基づいて1kmごとの歩行ペースを自動計算し、標準ペースからのズレを表示する機能。

重量などが算出され、トレーニング登山を行う際には実測値と目標値の差をリアルタイムで確認しながら無理のない適度な負荷トレーニングを行う。登山トレーニングの支援機能はレベルアップだけでなく、高齢登山者の体力低下を防ぐための維持管理にも有用である。トレーニング支援のサービスを提供することは、安全登山に寄与するのみならず、健康作りのための登山という文脈で、登山を広める助けともなるだろう。

2-3. 知識習得

山岳事故の増加の背後にあるのは、登山の様々なリスクに対する認識不足であるということを書いてきたが、これは登山の準備段階にも当てはまる。例えば、自分の体力レベルや登山スキルについて把握していない、山の難易度が様々な要因（登山道の状態・エスケーブルートの有無・パーティーの人数や構成・気温天候など）で複合的に決まることを認識していない、必要最低限の装備を揃えていない、水・食糧が充分でない、登山計画を作成しない、などがあげられる。登山知識の習得と適切な情報収集のサポートもIT技術による支援の重要な対象である。

情報収集の支援技術

近年、登山アプリと連動した登山SNSサービスの普及により、全国各地の山について常に最新の山行記録にアクセスできるようになった。しかし、量産される山行記録から必要な情報を抽出するのは容易ではない。情報のキュレーションにより、最適な情報をサジェストしてくれるサービスの登場が待たれる。加えて、登山の基礎知識を身につけるためのサービスも必要であろう。

登山知識の習得 これまで述べてきたように、IT技

術による安全登山のサポートは正しい知識を伴ってはじめて最大限にその効果を発揮できる。その意味で、読図技術や運動生理について基礎的な知識の習得を助けるような学習・啓発コンテンツを提供し、登山者のリスク認識や登山スキルの向上に貢献することは、登山アプリを提供する運営者の責務である。

登山スキルの診断 登山のリスクについて認識を深めると同時に、登山に必要な基礎知識を習得してもらうために、簡単なテストで登山の知識の度合いを判定してくれるようなサービスがあるとなお良い。判定結果に応じたレベル認定することで、より深く学びたいような動機付けをもたせることも重要である。

登山ガイド・登山計画作成 出発地点や山頂、経路地などを選択するだけでコースタイムを自動計算し、登山計画の作成を支援するサービスは既に主要な登山アプリが提供している。ユーザーそれぞれの登山スキル・体力度の情報を登録することで、計画に無理がないか・終了時が日没に近くないか等を自動判定し警告を出したり、適切なペース配分や出発時刻をサジェストする、さらに気温などを加味して必要な装備をサジェストするなどのサービスがあれば、知識や経験の少ないユーザーでも計画段階でのリスクを低減できるだろう。

おわりに

登山には様々なリスクが伴うというコンセンサスをもたない、”未組織登山者”と呼ばれる大多数の登山者について、陥りやすいリスク要因を分解し、IT技術による支援がどのように安全性の向上に寄与しうるかについて考察した。IT技術によるサポートは個々の登山者が正しいリスク認識をもつことで初め

2-2. 登山界の現状と課題

て効果を発揮する。その意味で、登山アプリや登山情報のウェブサイトを運営する事業者は、登山の魅力を発信し、登山文化の発展に寄与すると同時に、未組織登山者の安全登山の推進にも社会的な責任をもつことが期待されている。

からない数字の裏事情。(森山憲一)

<https://number.bunshun.jp/articles/-/840008>

参考資料

1. 登山の運動生理学とトレーニング学 (2016) 山本正嘉著 東京新聞出版局
2. 令和元年における山岳遭難の概況 (警察庁)
https://www.npa.go.jp/publications/statistics/safetylife/chiiki/R01sangakusounan_gaikyou.pdf
3. 山岳遭難統計 (長野県警察本部山岳安全対策課)
<https://www.pref.nagano.lg.jp/police/sangaku/documents/r1sangaku-toukei.pdf>
4. 第17回事故調査報告 (日本山岳・スポーツクライミング協会)
https://www.jma-sangaku.or.jp/information/up_img/files/2020%E8%A8%98%E4%BA%8B%E7%AC%AC17%E5%9B%9E%E4%BA%8B%E6%95%85%E8%AA%BF%E6%9F%BB%E5%A0%B1%E5%91%8Arevps.pdf
5. 岐阜県北アルプス山岳遭難対策協議会
<https://www.kitaalps.gifu.jp/image/r01hakusyo.pdf>
6. 伊勢原警察署 楽しい登山を (山岳遭難事故発生状況)
<https://www.police.pref.kanagawa.jp/ps/73ps/73mes/73mes024.htm>
7. 山岳遭難発生状況 (令和2年) 北海道
<https://www.police.pref.hokkaido.lg.jp/info/chiiki/sangaku/002-toukei/r02.pdf>
8. 「山岳遭難」は25年間で3倍以上に。報道では分