山岳地帯でのドローン活用について現状と展望

近　藤　幸　夫（朝日新聞長野総局員兼山岳専門記者）

【はじめに】

山岳遭難救助や山小屋の物資輸送など、山岳地帯でのドローン（小型無人飛行機）を活用しようという動きが広がっている。ドローンは、人が立ち入れない危険な場所や、ヘリコプターでの飛行が困難な場所にも近づくことができ、二次災害のリスクが低いことが強みとされている。また、ヘリに比べて機体や人件費などの経費も安く、あらかじめ定めたコースを飛ばす自律飛行も可能という利点もある。2019年、中央アルプスと北アルプスでドローンを使った実証試験、実証実験が行われた。いずれも現段階では、最も優れたシステムと考えられる。ドローンの山岳地帯での本格的な運用に向けた取り組みについて報告する。



中央アルプスの主峰木曽駒ケ岳＝2016年５月、朝日新聞社ヘリから、竹花徹朗撮影

【山岳登山者見守りシステム】

2019年10月、長野県駒ケ根市の「中央アルプス駒ケ岳ロープウェイ」の千畳敷駅（標高約2600m）周辺で、ドローンを使った「山岳登山者見守りシステム５Ｇ実証試験」が行われた。ドローンと、大量のデータを高速でやりとりできる次世代移動通信方式５Ｇを組み合わせて、遭難者の早期発見や迅速な救助を目指す内容。実証試験のベースになるのは、信州大学総合情報センターの不破泰教授（通信工学）が考案した「山岳登山者見守りシステム」だ。このシステムは、総務省の「５Ｇ活用アイデアコンテスト」で、５Ｇ特性活用賞を受賞し、同省の「５Ｇ総合実証試験」の一環として実施された。

実証試験は、駒ケ根市やＫＤＤＩ、中央アルプス遭難防止対策協会などが協力して行われた。実証試験の流れは次の通り。

① ＧＰＳ付き端末（重さ54グラム）を持った登山者役の被験者に、千畳敷周辺の登山道で立ち止まってもらう。

② 端末からの位置情報は、約10km 離れた駒ケ根市役所に設置された中継機に自動送信される。この情報をもとにドローンが自律飛行して登山者に接近。

③ 登山者上空でドローンは、４Ｋカメラで登山者を撮影し、リアルタイムで鮮明な映像を中継局に送る。千畳敷駅に待機する救助隊役の担当者が、ドローンに取り付けた拡声機で「大丈夫ですか？大丈夫なら手を振ってください」などの指示を送る。

④ 映像や登山者の反応から、遭難者なのか、ただ休憩しているのかどうかなどの判断をする。

現在、山岳遭難救助は、遭難者の捜索、遭難場所の特定を含めてヘリが「主役」となる。ドローンの



４Ｋカメラや拡声機を搭載したドローン＝長野県駒ケ根市の中央アルプス千畳敷、松下和彦撮影

活用は、捜索の部分を担う。しかし、バッテリーでモーターを動かすドローンの場合、行動時間がヘリより短い。遭難者を早期発見するため、全国各地で進んでいる多くの取り組みでは、遭難者が電波を発信する端末を持つことが条件となる。「山岳登山者見守りシステム」では、ドローンからの映像をもとに素早く、正確に遭難場所を見つけることができる効果的な方法を探っている。

実際、ドローンは、ヘリと同様に遭難者の位置情報なしでは、上空から遭難者を発見することが難しい。2014年９月に起きた御嶽山噴火災害では、今も５人が不行方不明のままだ。災害２年後、私は、犠牲者遺族と行方不明者の家族でつくる「山びこの会」



ドローンが撮影した映像をタブレット端末で即座に確認できる＝長野県駒ケ根市の中央アルプス千畳敷、松下和彦撮影

が実施したドローンによる捜索活動を取材した。この時、行方不明者の遺品を含めて痕跡を見つけることはできず、遭難場所の位置情報なしでの捜索の難しさを痛感した。ただ、当時は安全対策の面から山頂付近の立ち入りが禁じられており、ドローンだと立ち入り禁止地域外から操縦ができ、映像を撮影できるメリットを感じた。

【システム開発の経緯】

不破教授の「山岳登山者見守りシステム」が、他の遭難者発見システムと大きく異なるのは、登山者の状況確認までできることや、遭難発生の傾向分析など遭難防止対策にも活用できることだ。５Ｇを活用し、画像が鮮明な４Ｋカメラで登山者の表情まで読み取れる。さらに拡声機を使って、登山者に状況確認の指示を出し、ヘリの出動や救助隊員の人数など迅速な救助態勢の構築に役立つメリットがある。

実証試験に参加した救助関係者は、「夢のあるシステム」「隊員のリスク軽減に有効」などと好意的に受け止めた。また、「現場まで歩きなら１、２時間かかる場所でも、ドローンなら『あそこも見たい』という使い方ができると」といった声も聞かれた。

不破教授がこのシステムを考えたきっかけは、長野県塩尻市との連携プロジェクトとして2008年から運用が始まった「地域児童見守りシステム」だ。子どもたちの登下校時の安心・安全の確保が目的。主に小学校の通学路に配置された約600台の中継機が、子どもが持つ発信器の電波を受信して、位置情報などを蓄積し、その情報をいつでも携帯電話やパソコンで確認できるシステムだ。

不破教授は、駒ケ根市でも同様のシステムなどについて相談を受けていて、テーマが山岳遭難に及んだ。駒ケ根市の中央アルプスは、主峰木曽駒ケ岳（2956m）へは、「木曽駒ケ岳ロープウェイ」が運行

し、観光客でも手軽に高山帯まで到達できる。本格的な登山装備のない軽装の観光客でも、夏山シーズンだと稜線まで登ってしまうケースも目立つ。また、2013年７月、悪天候の中、韓国人登山ツアー客20人が中央アルプスで遭難し、４人が死亡する痛ましい事故が起きた。

地元の救助隊の隊員からは「遭難救助の場合、遭難者の捜索が一番難しい」「俺たちが日ごろどれだけ苦労して救助作業をしているのか知ってほしい」など現場からの意見を出してくれた。この時、不破教授は「そうだ、『見守りシステム』とドローンを組み合わせればいいんだ」とひらめいたという。

さらに、全国の山岳遭難について、警察庁の統計を調べて驚いた。2008年に1631件（1933人）だった発生件数が2017年には2583件（3111人）に増加。遭難者数は61％増で、死者・行方不明者は26％増にのぼった。登山ブームの一方で、山岳遭難が急増していた。信州大のある長野県は都道府県別の山岳遭難は最多だが、山岳遭難そのものは全国的な問題ととらえた。山岳遭難救助は各都道県警の救助隊隊員や民間の救助隊員が担当するが、広い範囲の捜索では、危険が伴い費用も膨大となる。ＧＰＳ付き端末で遭難場所を迅速かつ的確に把握できれば、救助隊員の安全が高まる。



登山者が持つ小型の電波発信器＝不破泰・信大教授提供

【実証試験への道のり】

2018年７月から、準備段階として駒ケ根市役所屋上に電波の中継機を設置。木曽駒ケ岳などの登山道で、電波を発信する端末を持った山岳関係者らに歩いてもらう実験を始めた。その結果、登山者の歩いた軌跡が正確に地図上で確認でき、通過時間などの把握が可能になった。例えば、登山者が長時間動かなくなったり、位置の高度が100～200ｍなど急激に下がったりした場合、遭難発生を覚知する情報が得られることもわかった。

こうした成果をもとにドローンに５Ｇでしか映像を送信できない４Ｋカメラと拡声機を積んで捜索すれば、単に端末情報だけで捜索するシステムと違って、遭難者の状況まで判断できると考えた。

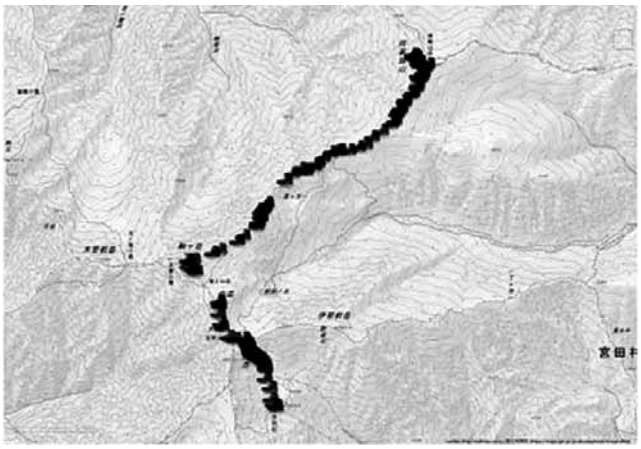


長野県駒ケ根市役所の屋上に設置された通信システムの中継機＝不破泰・信州大教授提供

このシステムは、山岳地帯だと、携帯電話サービスは稜線など見通しの良い場所に限られる。このため、エリア外が多い沢の中からでも通信ができる高い回折性がある150MHｚ帯電波を使うＬＰＷＡ通信システムを開発した。

ただ、不破教授は「システムを作った本人が指摘するのは、気が引けますが、実際の運用に向けて大きな問題点があります」と課題を挙げる。遭難者捜索のための大前提として、まず、登山者が端末を持っていることが必要となる。また、端末は実証試験段階の現在、手作りで数が少ない。量産化と低価格化、さらにはレンタルでの普及などが求められる。普及のためのアイデアとして、端末持参者の山岳保険加入料が安くなったり、山岳ツアーのリーダーの必需品にしてもらったりするなどの対策も考えなければならない。将来的には雪崩ビーコンのように、多くの登山者へ普及することが期待される。山岳遭難の場合、関係機関の警察庁や日本山岳・スポーツクライミング協会などがリーダーシップを取り、全国規模での統一したシステム構築が必要となるべきだと思う。

今後、不破教授はドローンに赤外線カメラを搭載し夜間飛行などについても検証し、システムの改良を進める予定だ。「私が心掛けていることは、学者の机上の空論で終わってはならないこと。救助隊員ら現場の声を吸い上げて、実情に合ったシステムを作ることです」と強調した。



サーバーに蓄えられた中央アルプス木曽駒ケ岳の登山ルートを歩いた登山者の位置ログ＝不破泰・信州大教授提供

【山小屋へ物資輸送の可能性を探る】

一方、全国から登山者が訪れる北アルプスの白馬岳（2932m）がそびえる長野県白馬村では、山小屋への物資輸送の実証実験（飛行テスト）が行われている。2018年度からドローンを使って山小屋へ物資輸送するための実証実験がスタートした。事業者は、白馬村や山小屋などでつくる「白馬村山岳ドローン物流実用化協議会」。早ければ2020年度の実用化に向け、バッテリーの消費量など実験結果から得られた課題の解決について検証作業を進めている。

2019年９月、２回目の実証実験があった。実用化に向け、山小屋へ物資を運ぶ実際の飛行ルートの構築が目的だった。白馬岳登山口の猿倉（1240m）～白馬岳頂上宿舎（2709m）まで直線距離４・１Km、標高差1469mを３区間に分けた。大雪渓の上までは白馬岳登山道上空を飛ぶルートを設定した。

ドローンは離着陸時、操縦者が目視して操作したが、飛行に入ると自動航行でレタスなど約２・５Kgの物資を問題なく運んだ。しかし、標高の高い第３区間は、雲がかかったり、雨が降るなどしたりして視界不良のため実験ができなかった。それでも、自律飛行など所期の目的は達成できた。同協議会で、ドローンの運用にあたるドローン事業者「マウントリブラ」（白馬村）の最高経営責任者（ＣＥＯ）・石野真さんは、「標高が高くなるとバッテリーの消費量が増えるなど山岳地帯特有の課題が明らかになり、実用化に向けて対策を考えたい」と話す。

【実証実験をめぐる動き】

白馬村には、北アルプスの白馬山荘や白馬岳頂上宿舎など民間や村営など多数の山小屋がある。山小屋への食料や燃料など物資輸送は主にヘリコプターで行ってきた。だが、有視界飛行のヘリは梅雨時の悪天で飛べなかったり、近年輸送費が高騰したりするなど問題点が出てきた。このため、定期的な運送が必要な野菜や肉類など生鮮食品などについて、ヘリ以外の輸送方法としてドローンの活用が検討されるようになった。2018年、同協議会が設立された。当時、白馬村振興公社事務局長だった石野さんが責任者を務めた。

2018年10月、北アルプスの八方尾根で１回目の実証実験が行われた。八方尾根スキー場の黒菱林道終点（標高1500m）から、直線距離で約１Km先にある八方池山荘（標高1850m）まで、標高差350mの山岳地帯で実施した。測定項目は、「積載物」「積載重量」「飛行時間」「離着陸の電圧」「騒音レベル」「天候、風速」だった。

実証実験では、生きたイワナやアイスなど約３～８kgを５往復で運び、飛行時間は６～９分。山岳地帯でドローンによる物資輸送の実証実験としては、まずまずの成果を得た。ただ、荷物は箱詰めで運ん

でおり、体積のあるレタスなど生鮮野菜の運搬といった課題が明らかになった。

実用化に向けて、石野さんは「山小屋の物資輸送専門のドローンの会社が村内に必要」と痛感した。実証実験や企画会議などその都度、都会にあるドローン事業者を村に呼び寄せていれば、コストがかかるし、時間もかかる。村の中にドローン事業者がいれば、実用化に向けて心強い存在となる。

2019年５月、石野さんは同公社を退職してドローンを活用した山岳物流事業などを手がける「マウントリブラ」を設立し、ＣＥＯに就任。民間事業者の立場で、事業に協力することにした。以前、村田製作所で技術者として勤務していたほか、学生時代から登山を続けている経験が、起業への背景にあった。「僕は、『ドローン屋さん』になるつもりではない。仮にロボットが山小屋への物資輸送に最も適していれば、ロボット開発の会社にした。現時点では、ドローンが最も実用化の可能性が高いと考えている」と話す。

また、「白馬村で山小屋は登山文化を支える存在。ドローンの性能・技術は日進月歩といえ、実用化の可能性が高まっている」と意気込んでいる。



北アルプス八方尾根で行われた山小屋への物資輸送の実用化を目指す実証実験＝2018年10月、白馬村山岳ドローン物流実用化協議会提供



2019年に白馬村で行われた実証実験で使用されたドローン。レタスなど体積のあるものを収容できるようネットが取り付けられている＝白馬村山岳ドローン物流実用化協議会提供

【山岳地帯でドローンの活用をめぐる動きと展望】

中央アルプスや北アルプス以外でも、山岳地帯でのドローンの活用への取り組みが行われている。

2018年10月、静岡県御殿場市や通信会社ＫＤＤＩが、同市内でドローンによる山岳遭難救助の実証実験を行った。実験場所は、富士山御殿場口（標高約1450m）。「富士山頂を目指した登山者が道に迷って滑落した」との想定だった。登山者の携帯電話位置情報から、山岳救助ドローンチームが、おおよその場所を把握し、ドローンが現場に急行。上空から遭難者の正確な位置を把握し、カメラで遭難者の状況を確認した。ドローンは、山岳救助用に開発したもので、モバイル通信ネットワークを使い、あらかじめ定めたコースを飛ばす自律飛行も可能。今後は、2020年度以降の実用化に向けて取り組んでいくという。

近畿大学理工学部（大阪府東大阪市）の前田佳伸教授が開発した山岳遭難者を捜索するシステムはユニークだ。上空のドローンから山中にレーザーを照射し、遭難者が身につけた「反射材」からの反射光で位置を特定する。前田教授らは、クロマグロの回遊ルートなどの生態調査のため、反射材を貼ったク

ロマグロの動きを人工衛星から照射したレーザーの反射光で把握するという調査方法をすでに考案している。今回は、その技術を遭難者の捜索に応用した。

2018年９月、大阪府能勢町の山中で実証実験を実施した。上空約150ｍのドローンからレーザーを照射し、反射板を身につけた学生の位置を割り出した。また、反射材に個人識別ができるＱＲコードを組み込み、ドローンのカメラでの読み取りにも成功したという。

ドローンは、テレビや新聞などメディアの映像撮影などでは、すでに実用化されている。朝日新聞社もドローンで撮影した写真を記事で数多く使用している。また、離島などへき地の物資輸送や災害対策や学術分野での活用が模索され、国も支援をしている。山岳地帯での活用は、安全登山や山小屋のサービス向上にもつながる。機体の性能や価格は、日進月歩の勢いで進んでいる。数年後には、山岳地帯でドローンが活躍する光景が現実となることを期待したい。