日本雪崩捜索救助協議会
Japan AvSAR Council

雪崩インシデントへの対応

Avalanche Incident Management

マニュアル
Manual



日本雪崩捜索救助協議会

ver.2_261001

著作権

このマニュアルの著作権および出版権に関わるすべての権利は日本雪崩捜索救助協議会が有しています。このマニュアルは「非営利・改変なし・クレジット明記」の条件下で、誰でも自由に利用が可能です。

©Japan AvSAR Council

改定履歴

一部文字の誤謬を修正し、雪崩死亡事故の経年グラフ及び山岳での雪崩死亡事故の円グラフをアップデート（191101）。雪崩死亡事故のグラフ等をアップデート（201103）。インシデント・マネジメントに関わる指揮命令等について加筆、雪崩死亡事故のデータをアップデート、雪崩ビーコンに関わる用語の統一を精査、電磁干渉と緊急通報の指針を付録に追加（231101）。雪崩死亡事故のデータをアップデート、軽微な文字直しを実施（261001）。

表紙写真

©M.Kuroda

日本雪崩捜索救助協議会（Japan AvSAR Council*）について

本協議会は、大規模な雪崩事故現場にも対応できる組織的な捜索救助方法の標準化および訓練コースを実施することで、日本における雪崩事故現場での戦略的な捜索救助活動を実現すると共にプログラムの継続的な更新によって国際的な機関が提示する推奨事項等への対応を行うことを目的としています。

これは雪崩インシデントが発生した現場付近にいる人間が協力することで、要救助者を迅速に捜索発見し、タイムロスなく公的機関の救助隊へ手渡すことで、その生存救出率を向上させるための試みといえます。この目的を実現するため、以下の組織団体が本協議会を構成しています。

公益社団法人日本山岳ガイド協会
公益社団法人日本山岳・スポーツクライミング協会
長野県山岳総合センター
公益社団法人日本山岳会
公益社団法人東京都山岳連盟
日本勤労者山岳連盟
特定非営利活動法人日本雪崩ネットワーク

＊ 英語表記名にある「AvSAR」とは、Avalanche Search and Rescue の略記です。AvSAR は「アブサー」と読みます。

謝辞

このマニュアルの制作を推進した日本雪崩捜索救助協議会の理事会メンバーと内容に建設的なコメント・アドバイスを頂いた以下の方々のご助力によって制作されました。深く感謝致します。

武川俊二、町田幸男、西内博、今滝郁夫、杉田浩康、東秀訓、工藤嘉高、菊地信宏、川嶋高志、早川尚武、五月女行徳、横山巖、黒田誠、服巻辰則、安藤英一、出川あずさ、青山千彰、梶谷博、旭立太、宮下直人、増渕篤史、金澤英紀、小関純夫、清酒新、清酒輝、相楽潤の各氏に感謝の意を表したいと思います。

また、日本の現場に即したプログラム構築のため実施したテストコースおよび参考文献として雪崩捜索救助応答マニュアルなどでご協力を頂いた Canadian Avalanche Association に感謝の意を表したいと思います。

はじめに

このマニュアルについて

近年、冬季レクリエーションの多様化と参加人口の増大、およびインバウンドによるバックカントリー滑走者の増加などを背景として、人気エリアにおける山岳フィールドは大変混雑しています。そのため、大規模な捜索救助活動が必要となる雪崩事故は発生しうる状況にあり、対応が必要です。また、一旦、雪崩事故が発生した場合には、公的な救助隊を待つのではなく、現場近傍にいる人間による迅速な対応が、生存救出には最も重要であることは言うまでもありません。

そこで、事故現場の当事者を含め、近傍にいる人間が**「いかに協力し合い、要救助者を生存救出するのか」**を目的に、このマニュアルは作成されました。異なったバックグラウンドの人間が一致協力するには、用語や手法等の共通化が必要です。よって、このマニュアルでは、雪崩安全対策に関わる国内の各組織団体が取り組んできたことや、欧米の現場で実施されている標準的な手法など網羅し、整理しています。また、このマニュアルは日本山岳ガイド協会が加盟する ICAR（International Commission for Alpine Rescue：国際山岳救助委員会）の推奨事項も網羅していますので、欧米における標準的な手順等についても準拠しています。

このマニュアルを利用した基礎訓練コースは協議会に加盟した組織団体がそれぞれ提供し、現場指揮者のスキルに焦点を当てた上級訓練コースは協議会が実施します。また、一般ユーザーにおいては「非営利・改変なし・クレジット明記」でマニュアルを利用可能ですので、所属山岳会あるいは山仲間などで捜索救助の訓練を行う際には、ご自由にお使いください。

協議会では、技術委員会を通してマニュアルを定期的に改訂しますので、マニュアルを利用される方からのコメントや内容改善に関わる建設的な提言は常に受け付けています。

連絡先： info@avsarjapan.org

内容

1. 雪崩事故の実態 ..... - 8 -
1.1. 雪崩死者の推移 ..... - 8 -
1.2. レクリエーションの活動別死者数の推移 ..... - 8 -
1.3. レクリエーションでの大規模事故 ..... - 9 -
1.4. 死者の性別と年齢構成 ..... - 9 -
1.5. 死因と埋没状況 ..... - 9 -
1.5.1. 被災者の発見方法 ..... - 10 -
1.5.2. 埋没の深さ ..... - 10 -
1.5.3. 雪崩ビーコンの所持 ..... - 10 -
2. 雪崩インシデント・マネジメント ..... - 11 -
2.1. ICS の概念 ..... - 11 -
2.1.1. ICS の特徴 ..... - 11 -
2.1.2. 資源と組織化 ..... - 12 -
2.1.3. 監督限界 ..... - 12 -
2.1.4. 指揮権の移譲 ..... - 12 -
2.2. ICS の機能と用語 ..... - 13 -
2.2.1. 指揮（Command Section） ..... - 13 -
2.2.2. 実行（Operations） ..... - 13 -
2.2.3. 計画（Planning） ..... - 13 -
2.2.4. ロジスティクス（Logistics） ..... - 13 -
2.3. ICS の現場への適応 ..... - 14 -
2.3.1. 安全管理 ..... - 14 -
2.3.2. 資源 ..... - 15 -
2.3.3. 状況 ..... - 15 -
2.3.4. 文書 ..... - 16 -
2.3.5. 渉外 ..... - 16 -
2.3.6. 広報 ..... - 16 -
2.4. 指揮者の役目 ..... - 17 -
2.4.1. 指揮 ..... - 17 -
2.4.2. 指揮者 ..... - 17 -
2.4.3. 補佐 ..... - 18 -
2.4.4. 任務の分析 ..... - 18 -
2.4.5. 計画 ..... - 19 -
2.4.6. 命令 ..... - 19 -
2.4.7. 実行の監督 ..... - 19 -
2.4.8. 報告・通報 ..... - 19 -
3. 雪崩捜索救助の流れ ..... - 20 -
3.1. 初動 ..... - 20 -
3.2. 捜索 ..... - 21 -
3.2.1. 残留物サーチ ..... - 21 -
3.2.2. シグナルサーチ ..... - 21 -
3.2.3. コースサーチ ..... - 21 -

3.2.4. ファインサーチ ..... - 22 -
3.2.5. ピンポインティング（位置特定） ..... - 22 -
3.3. 救助 ..... - 22 -
3.3.1. 掘り出し ..... - 22 -
3.3.2. 応急手当 ..... - 22 -
3.3.3. 搬出 ..... - 23 -
3.4. 総括 ..... - 23 -
3.5. 空間イメージ ..... - 23 -
3.6. トリアージ ..... - 23 -
3.6.1. 捜索トリアージ ..... - 23 -
3.6.2. 掘り出しトリアージ ..... - 24 -
3.6.3. 医療トリアージ ..... - 24 -
3.6.4. 搬出トリアージ ..... - 24 -
3.6.5. 優先順位の考え方 ..... - 24 -
4. 雪崩ビーコン ..... - 25 -
4.1. 雪崩ビーコンの基礎 ..... - 25 -
4.1.1. 磁束線（フラックスライン）の特性 ..... - 25 -
4.1.2. 干渉 ..... - 26 -
4.1.3. ソフトのアップデートと経年劣化 ..... - 26 -
4.2. 雪崩ビーコンによる捜索 ..... - 27 -
4.2.1. シグナルサーチ ..... - 28 -
4.2.2. コースサーチ ..... - 29 -
4.2.3. ファインサーチ ..... - 29 -
4.3. 難しい状況への対応 ..... - 30 -
4.3.1. 深い埋没 ..... - 30 -
4.3.2. 複数埋没 ..... - 34 -
4.3.3. 代替捜索の方法 ..... - 35 -
5. プローブと掘り出し ..... - 38 -
5.1. プローブ捜索 ..... - 38 -
5.1.1. スパイラルプロービング ..... - 38 -
5.1.2. スポットプロービング ..... - 39 -
5.1.3. ポジションプロービング ..... - 39 -
5.1.4. ラインプロービング ..... - 39 -
5.2. 掘り出し ..... - 41 -
5.2.1. 要員の配置とローテーション ..... - 41 -
5.2.2. 掘り出しからファーストエイドへ ..... - 43 -
6. ファーストエイドと搬出 ..... - 44 -
6.1. 埋没者への初期対応 ..... - 44 -
6.2. 各段階での補足事項 ..... - 45 -
6.3. 要救助者の保護と加温 ..... - 45 -
6.4. 搬出 ..... - 46 -
6.4.1. 搬出のための準備 ..... - 46 -
6.4.2. ヘリコプターによる搬送 ..... - 46 -
7. その他の捜索機材 ..... - 47 -
7.1. 雪崩エアバッグ ..... - 47 -
7.2. RECCO ..... - 48 -

7.3. 雪崩救助犬 - 48 -
8. 付録 - 49 -
8.1. インシデントのレベル定義 - 49 -
8.2. 雪崩の規模 - 50 -
8.3. 埋没者の生存曲線 - 50 -
8.4. 雪崩対策装備の略歴 - 51 -
8.5. 雪崩ビーコンのグループチェック - 52 -
8.6. 雪崩ビーコンのパルス - 53 -
8.7. 干渉に関わる指針 - 54 -
8.8. ハンドサイン - 55 -
8.9. 標準的なフラッギング - 56 -
8.10. 優先捜索区域と対象物 - 57 -
8.11. 雪崩捜索救助の参考例 - 58 -
8.11.1. 参考例 A - 58 -
8.11.2. 参考例 B - 59 -
8.11.3. 参考例 C - 60 -
8.11.4. 参考例 D - 61 -
8.12. インシデント報告フォーム - 62 -
8.13. 緊急通報の指針 - 63 -
参照文献 - 64 -

1. 雪崩事故の実態

1.1. 雪崩死者の推移

日本では過去 35 年間（1991-2025）で 214 件の雪崩死亡事故が発生し、少なくとも 643 人が巻き込まれ、157 人が怪我をし、316 人が死亡している［1]。これは年 6 件の死亡事故が発生し、9 人が亡くなることを意味する。また、死亡事故となった雪崩に巻き込まれた人の 49%が死亡し、24%が怪我を負っている。

雪崩死者の 84%をアウトドア・レクリエーションが占める。その内容は、登山、バックカントリー・スキーあるいはスノーボード、スノーシューハイキング、スノーモービル、渓流釣り、そしてスキー場内での滑走である。ここには余暇として活動を楽しむ人々と商業ガイドツアーが含まれている。スキー場での安全管理に関わるスキーパトロールの事故は含めていない。

アウトドア・レクリエーションの人数は把握されていないため、正確な事故発生率の変化は不明である。しかし、雪崩対策装備やバックカントリー・スキー用品の販売状況から最近 20 年ほどはバックカントリー・スキーヤーやスノーボーダーの増加が示唆されていることや、直近 10 年間の外国籍の死者が 14 人であることなどから、日本人の死亡数および死亡事故発生率は減少していることがわかる。

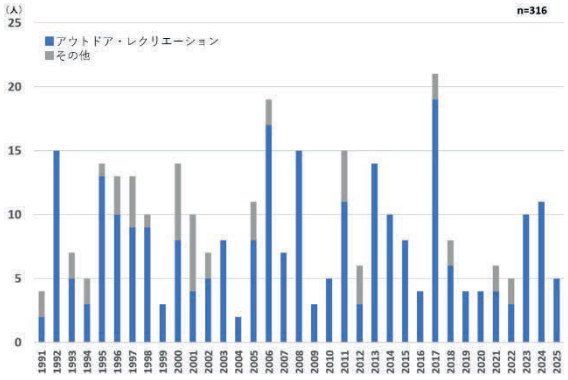


図 1 雪崩死者の推移（1991-2025）

1.2. レクリエーションの活動別死者数の推移

アウトドア・レクリエーションにおける活動別の死者を、登山者、スキーヤー、スノーボーダー、その他の 4 区分し、その変化を整理した［1]。スノーモービル、渓流釣り、スノーシューの死者は限定的であるため、その他としてまとめた。雪崩死者数は、シーズン毎の変化が大きいため、5 年間を一区間としている（図 2)。

登山者は 1991 年からの 10 シーズンの区間合計でレクリエーションの死者の 74%を占めた。その後、半数程度に減少したがあまり変化はない。2016-2020 の区間で人数が増えているが、ここには那須岳の事故が含まれている。

スキーヤーは、2006 年からの 10 シーズンの区間で死者が顕著に増え、この区間でレクリエーションの死者の 60%を占めている。一方で、直近 10 シーズンの区間では、13 人の外国籍のスキーヤーが含まれている。

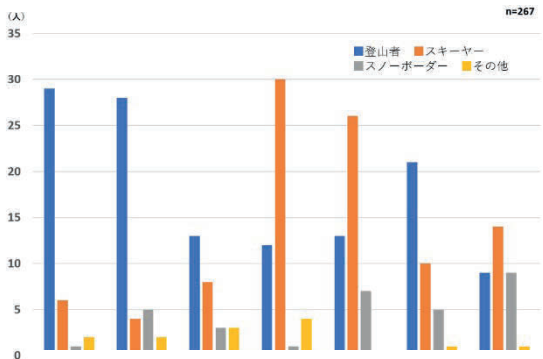


図 2 雪崩死亡事故の場所区分による件数と死者数（1991-2025）

スノーボーダーの死者は近年、増加の傾向にあり、これまではあまり見なかった雪崩ビーコンを所持していない死者も出現している。

1.3. レクリエーションでの大規模事故

一つの雪崩で 3 人以上の死者が出たものを「大規模事故」と定義し、その死者数を図 2 のグラフにプロットした（図 3）。大規模事故を斜線で表現し、その死者数を付記した。2011-2015 の区間では、登山者とスキーヤー、スキーヤーとスノーボーダーが混在した事故が発生している。2006-2010 の区間における「その他」での 4 人の死者は、スノーモービラーの事故である。

これにより、ある 5 年区間で死者数が大きく増えている場合、大規模事故が複数発生していることがわかる。また、直近の5年間では大規模事故が発生していない。さらに、直近 10 年間では、スキーヤーとスノーボーダーにおいて、大規模事故が発生していない。

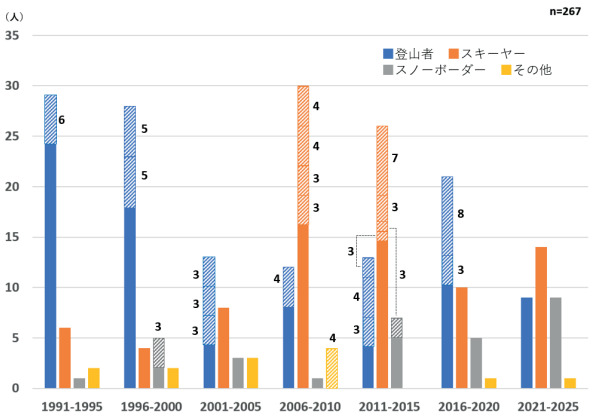


図 3 レクリエーションの活動区分別の大規模事故の死者数

1.4. 死者の性別と年齢構成

過去 35 年間（1991-2025）のレクリエーションにおける死者の 87%が男性である。

年齢構成は 30 代（30%）が最も多く、40 代（22%）を合わせると、死者の半数を占めており、夏季山岳遭難の年齢構成とは大きく異なる（図 4）。死者の最年少は 16 歳、最高齢は 76 歳、平均年齢は 41 歳である。

また、山岳会、大学山岳部やワンダーフォーゲル部あるいは大学 OB 会などに所属する組織登山者が死者の 59%を占めており、推定母数を考慮すると高い死亡率になっている。

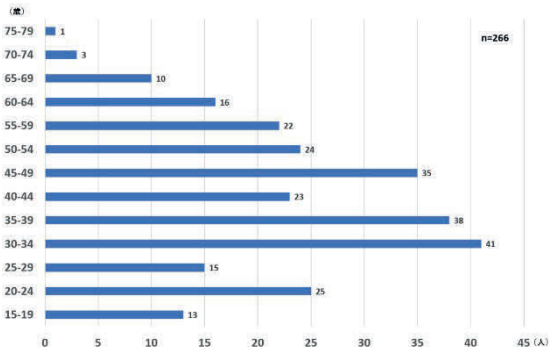


図 4 アウトドア・レクリエーションにおける雪崩死者の年齢構成（1991-2025）

1.5. 死因と埋没状況

過去 35 年間の死者 267 人に対し、窒息が死因の 67%を占める（表 1）。外傷は致命的な怪我である。埋没状況は、完全埋没が 62%を占める（表 2）。判断できないものは不明として区分している。

表 1 死因

死因	死者数（%）
窒息	178(67%)
外傷	43(16%)
低体温	8(3%)
不明	38(14%)

n-267

表 2 埋没状況

埋没状況	死者数（%）
完全	165(62%)
部分	32(12%)
埋没せず	12(4%)
不明	58(22%)

n=267

死因に関して、雪崩教育の現場で一般的に利用されているデータはスイスやカナダなどの調査に基づくもので、窒息 75%、外傷 24%、低体温１%の割合である [2]。国内のデータとの異なりは、調査母数、不明数、事故発生場所の地勢など複数の要因が考えられる。埋没者の生存曲線については、付録 8.3 を参照のこと。

1.5.1. 被災者の発見方法

雪崩で死亡された方の発見方法を整理した（表３）。犠牲者が完全埋没していても、デブリの隙間から身体の一部が見えることで目視による発見もある。融雪によって、犠牲者の身体が積雪から露出することでの発見も多い。これは雪崩ビーコンの不所持あるいは事故の発生場所とタイミングの問題で、事故直後の捜索が困難であったことが主な理由である。

表 3 埋没者の発見方

発見方法	人数（%）
ビーコン	51(19%)
目視	47(17%)
プローブ	39(15%)
融雪	45(17%)
その他	18(7%)
不明	66(25%)

n=267

1.5.2. 埋没の深さ

完全埋没して死亡したケースにおいて、埋没深が判明している 87 人のデータを整理した（表４）。埋没の深さの計測は、雪面から顔までの深さである。一般的に深い埋没の区切り目安とされている 1.5 m よりも浅い埋没の方が 68%であることがわかる。

表 4 埋没の深さ

埋没深（m）	死者数（%）
0.1-0.5	23（26%）
0.6-1.0	17（20%）
1.1-1.5	19（22%）
1.6-2.0	12（14%）
2.1-2.5	6（7%）
2.6-3.0	7（8%）
3.1以上	3（3%）

n=87

1.5.3. 雪崩ビーコンの所持

過去 30 年間における死者の雪崩ビーコンの装着状況を整理した（表 5）。登山の死者の 69%が雪崩ビーコンを所持しておらず、いまだ改善がみられない。これは組織登山者の不所持が影響を与えている。2006-2015 の期間では、年齢が高く、伝統的なツアーを好むスキーヤーが所持していない。スノーボーダーにおいては、近年、不所持の死者がでている。なお、表の「U」は不明を意味しており、状況からみて雪崩ビーコンは不所持であったことが強く疑われている。その他は、スノーモービラー、スノーシュー、渓流釣りである。

表 5 雪崩ビーコンの装着

	登山			スキーヤー			スノーボーダー			その他		
	Yes	No	U	Yes	No	U	Yes	No	U	Yes	No	U
1996-2005	4	28	9	0	8	4	1	3	1	0	4	0
2006-2015	4	18	3	35	11	9	6	0	0	0	4	0
2016-2025	4	20	6	19	5	0	9	2	2	0	0	2

n=221

2. 雪崩インシデント・マネジメント

2.1. ICS の概念

雪崩による被害発生に関わる呼称は、遭難・事故・災害・アクシデント・事案など多々あるが、このマニュアルでは「インシデント」で統一する。

雪崩捜索救助の遂行においては、雪崩ビーコンやプローブなどの装備を的確に使う技術的な側面と、資源（要員・資器材）を適切に運用することで最善の結果を追求するマネジメントの側面がある。小規模な現場であろうと、多人数が関与する大規模なインシデントであろうと、マネジメントにおける基本的な考え方は同じである。

災害や事故の種類や規模を問わず、緊急事態対応の標準化された管理システムとして、インシデント・コマンド・システム（ICS: Incident Command System）[1]がある。ICS の特徴は、インシデントの発生している現場にてボトムアップ方式で対応組織を立ち上げ、現場指揮者が下した決断や要請を、関連機関がサポートすることにある。大規模な災害などの場合、異なった行政機関の連携が必要なため、ICS を社会制度として採用している国では法整備がなされており、その文書類も標準化されたものが一般公開されている。

日本においては、これまでその必要性が議論されているものの、制度化はされていない。しかしながら、ICS にみられる概念と手法は雪崩捜索救助の現場においても、自助と共助の水準を引き上げ、要救助者の生存救出と被害軽減に効果があるのみならず、活動に関わる要員の安全にも寄与するため、本協議会では ICS の考え方を捜索救助の根幹に置くことにした。

2.1.1. ICS の特徴

ICS は図に示すような「指揮」「実行」「ロジスティクス（後方支援）」「財務総務」の機能からなる組織である。これらは、このような部署を必ず設けなければならないというものではなく、組織化する際に必要とされる機能を整理したものに過ぎない。

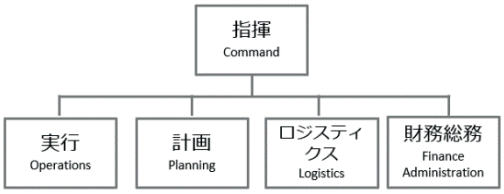


図 5 ICS の基本機能

もし、雪崩インシデントの現場で活動できる人間が１人しか残されていないのであれば、その者が現場指揮者（Incident Commander）としてすべての機能を果たす必要がある。そこに現場近傍の資源（要員・資器材）が加われば、その機能を考慮して資源を割り振り、任務を遂行する。これを機能アプローチ（Functional Approach）という。

冬季アウドドア活動における雪崩捜索救助の現場においては、財務総務に関わる事項についてはごく限られた状況下でしか発生しないので、このマニュアルにおいては、指揮・実行・計画・ロジスティクスの各機能についてのみ記述する。また、指揮・実行・計画・ロジスティクスの各機能についても重要度の高い要素を優先しており、簡略化されていることに留意されたい。

[1] https://ja.wikipedia.org/wiki/インシデント・コマンド・システム

2.1.2. 資源と組織化

捜索救助に関わる「要員」と「資器材」を「資源」と呼ぶ。ICS は、状況に合致した資源を適切に配分し、組織化することで最大の結果を得る活動である。

「要員」とは、活動に関わる人間を指す。現場指揮者が要員を配分し、組織化させる際、その要員がどの程度の知識・経験・体力・技量・判断力などの能力を有しているのかも重要な判断材料となる。雪崩捜索救助の基礎訓練を受けていない要員であれば、対象区域における不明者の捜索活動は難しくとも、位置特定がなされている要救助者の掘り出し班の要員として活動できるかもしれない。

「資器材」には、雪崩ビーコンやプローブ、ショベルといった雪崩対策装備以外にも、予備の衣類、ツェルトやマット、ファーストエイドキット、非常食、あるいは近傍スキー場のアキヤボートや AED なども含むため、多岐に渡る。また、要救助者の負傷の程度に応じて救助機関に対してバックボードの要請を行うことなども含まれる。

外部からの資源供給に限界のある山岳環境に置かれた小さいパーティには、ごく限られた資源しかないことも多い。しかし、そこに近傍パーティ等が加わることで、欠如している資源を補完することが可能になる場合もある。必要なのは、山岳で活動する人たちの連携である。

2.1.3. 監督限界

一人の人間が機能的に要員を指揮できる人数には限界があるとされており、それを「監督限界（Span of Control)」と呼ぶ。災害救助の現場では一般的に５人（状況で３～７人）を監督限界としており、ある活動に関わる人数がそれより増えた場合、図６のように中間指揮者を置き、要員を階層化する。

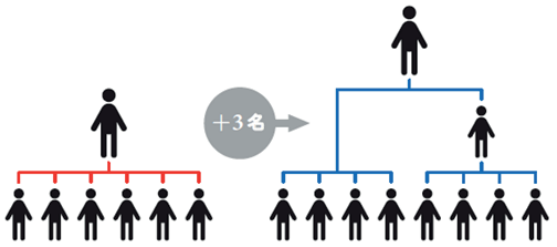


図 6 要員の階層化

外部から捜索救助活動に加わる人を「応援要員」と呼ぶ。応援要員が活動に加わる場合、必ず、現場指揮者あるいはその任にある係によって「チェックイン」が行われ、実施すべき役目の指示を受ける。また、現場を離れる際も同様である。

2.1.4. 指揮権の移譲

インシデントの規模や内容、活動の進捗状況に応じて、当初の現場指揮者から別の人間へ指揮権を移譲する、あるいは共同指揮を取る場合がある。この指揮権の移譲は必ず対面で行い、共同指揮は、話し合いによる合意に基づくものとする。

当初の現場指揮者よりも能力のある人間が応援要員として現場に到着したとしても、このことが直ちに指揮権の移譲を意味しない。あくまで、捜索救助活動の進捗や難度、および指揮者交代によるベネフィットとコストを検討する。

2.2. ICS の機能と用語

前項の図５に示した基本区分に基づく主な機能と用語を整理した。

2.2.1. 指揮 (Command Section)

現場指揮者（Incident Commander）が現場を統率する。また、必要に応じて補佐を配置することで、現場指揮者の決断を補助する。

- **広報**（Public Information）：　情報の一元管理と共有および公開範囲の設定
- **安全管理**（Safety）：　ハザード評価と要員のリスク管理
- **渉外**（Liaison）：　関係組織と支援や応援資源に関わる連絡と調整

2.2.2. 実行 (Operations)

計画を実行して、戦術的な目標を達成させる。

- **現場指揮所**（ICP:Incident Command Post）：　現場を統率する場所
- **集結所**（SA:Staging Area）：　資源が集結し、待機する場所。現場近傍に設置
- **基地**（IB:Incident Base）：　現場に対する支援活動の拠点

- **単独資源**（Single Resources）：　単独の個人や資器材
- **機動部隊**（Task Force）：　特定の任務、作戦上の必要性を支援
- **専門部隊**（Strike Team）：　同じ種類の資源で構成された部隊
- **地区隊**（Division）：　特定の地区ごとに編成される部隊
- **班**（Group）：　機能別に編成される部隊

2.2.3. 計画 (Planning)

情報収集と評価、資源の把握、現場作業計画（IAP:Incident Action Plan）など。

- **資源**（Resources）：　応援要員のチェックイン、部隊の再編成と解体など
- **状況**（Situation）：　全体状況を把握・整理し、重大な変化の認知など
- **文書**（Documentation）：　現場作業計画および実施を記録し、報告書の作成など
- **解除**（Demobilization）：　動員解除に関わる計画など

2.2.4. ロジスティクス (Logistics)

後方支援の要素となる通信の確保、医療、食料補給、施設管理、輸送手段など

- **通信**（Communication）：　通信計画と通信機器の管理など
- **医療**（Medical）：　医療、救急輸送など
- **食料**（Food）：　水、食料の提供を担当など
- **手配**（Supply）：　必要な要員や資器材の手配の一元化など
- **施設**（Facilities）：　基地などの施設の設置など
- **輸送支援**（Ground Support）：　輸送手段の手配など

2.3. ICS の現場への適応

ここでは雪崩インシデントの現場に適応させたいくつかの重要な機能について説明する。

2.3.1. 安全管理

安全管理には、現場の自然環境が持つ危険要素「ハザード」の評価と、そのハザードに曝されつつ活動を行う要員のリスク管理の両面がある。

・ハザード評価

ハザードには「地形」「雪崩」「気象」の三要素がある。これらを統合した雪崩ハザード評価については、実務の現場で利用されている概念モデル［3]を活用する。

地形： 現場指揮所、集積所などを設置する際は、安全な地形を選ぶことが極めて重要である。また、捜索救助活動は雪崩地形内で実施されるため、要員は雪崩の危険に曝される。このため、地形評価の際は、周辺上方にある雪崩発生区の特徴、規模、複雑性など、その潜在的危険度を慎重に考察する。さらに、区域内にある「地形の罠」など、活動の危険度を上げる要素も評価する。

雪崩： 発生した雪崩が、どのような特徴を持つのか、また、その危険の継続性や変化を評価する。雪崩は自然発生なのか、あるいは人的誘発なのか、直近の気象状況、破断面の特徴や破壊の伝播の様子、積雪表層のスラブの特徴や堆積したデブリの様子などから、どのような雪崩であるのか、またその状況を推察する。

気象： 気象状況が悪化・改善・継続のいずれの状態にあるのかを評価する。降雪・風・気温といった気象要素は、積雪状態に大きな影響を与えることを考慮する。また、気象現象の特徴と強度は、その環境に曝される要員や、要救助者の搬出活動や手法にも影響を与える。

・要員のリスク管理

ハザードに曝されリスク活動を遂行する要員の安全管理は極めて重要である。

装備： 投入される要員のリスク低減のため、各要員は、雪崩対策の基本装備（雪崩ビーコン・プローブ・ショベル）の携行が必要不可欠である。雪崩エアバッグは一定のリスク低減効果があるため、指揮者は任務付与の際、それを考慮する。

特徴： 要員が受容可能なリスク水準は、要員の能力（体力・知識・技術と運用の練度・状況認知と判断の熟度など）や基本属性（年齢・性別・家族構成など)、人的資質（献身性・自信・信頼性・協調性・自主性・統率力・対人能力・自己認識力・誠実さ）などによって変わる。指揮者は、これらの特徴を考慮して適切な任務付与を行うと同時に、活動にあたっては要員を監督する。

疲労： 疲労は、活動動作の正確性を失わせ、状況判断と意思決定の誤りを呼び寄せる。要救助者への可能な限りの素早い対応は必要であるが、要員に、適時、適切かつ適度な休憩を与え、その安全管理を行うことは指揮者の努めである。

2.3.2. 資源

資源である「要員」と「資器材」は、現場状況と捜索救助活動の進捗によって、柔軟かつ臨機応変に再編され、組織化されていく。手元にありすぐに活用できる現場資源と、それを補完する応援資源を分けて考えることは、現場作業計画の基礎となる。

・現場資源

要員： 現在、現場にある要員を前項で述べた能力等を考慮し、組織化する。要員を配置する際は、現場状況と目的に見合った人数とする。多すぎる要員は、作業の円滑な進行を妨げるだけでなく、安全管理にも害をなす。

資器材：現場にある利用可能な資器材を確認し、必要に応じて再配分する。何か重要なものが欠けていたとしても、同じ機能を果たす代替可能なものがないかを考える。求められる資器材の重要度を判断することは、応援資源の要請につながる。

・応援資源

要員： 応援要員は、現場指揮者あるいはその任にある係を通して、必ず、チェックインの手続きを踏む。どのような要員が、何人、どのような活動に関わっているのかを常に把握しておくことは、安全管理の根幹である。また、応援要員は、現場投入される際、任務付与を受け、その命令系統下で活動する。

資器材：外部から現場に届いた応援資器材について、その提供元、内容、個数等について正確に把握し、記録する。そして適時、適切な場所へ、適量を配分する。この資器材についても、要員と同様に、目的に合致した数量であることが重要である。

2.3.3. 状況

事態が急速に展開する雪崩インシデントの現場では、的確に状況を認知し、それに対応することが求められる。状況には、発生した雪崩インシデントの「全体状況」と、捜索救助活動の「進捗状況」に関わるものがある。全体状況の即時把握が困難な場合、それは進捗状況の一部となる。また、自然条件の変化に対応するハザード評価も含まれる。状況の把握は、資源の配分や組織化など、現場作業計画の作成や修正の前提となる。

・全体状況

人的被害に関わる内容（パーティ・行動者・遭遇者・不明者・負傷者など）を把握する。同時に、発生した雪崩の規模と流下方向、現場の地形的な特徴、そして遭遇時の行動形態などから、捜索が必要となりうる区域と優先地区を判断する。地形特性や植生、あるいは視界不良などから、小規模インシデントであっても、全体像の即時把握が困難なこともありうる。

・進捗状況

全体状況が把握できれば、目標設定された作業計画を作成・遂行し、その進捗を把握する。全体状況が即時に把握できなければ、判明している情報から優先事項を判断し、作業計画を作成し、遂行する。進捗状況を的確に把握するには、任務付与した下級部隊から命令系統を遵守した「報告・通報」が欠かせない。また、現場指揮者あるいはその任にある係は、進捗状況を「記録」することが必要である。

2.3.4. 文書

・現場作業計画と記録

状況を認識し、適切な計画を立て、活動の進捗を管理するには、重要事項を記録することが必要である。ごく小規模なインシデントであれば、計画と活動管理は、現場指揮者の頭の中だけで完結するかもしれない。しかし、ある規模を持つインシデントであれば、耐水紙の野帳を活用し、記録を付ける。状況と活動の進捗を記録し続けることは、現場要員のみならず応援要員への的確な状況説明を可能にする。

記録には、以下の要素が最低限含まれる必要がある。

氏名　　：　現場指揮者の名前
日付　　：　活動日
時刻　　：　活動を開始した時間と終了した時間

概念図　：　活動区域の地形と全体状況を図示
全体状況：　インシデントの概略データ
安全事項：　活動の際、留意すべき事項。ハザード評価など

目標　　：　全体状況から設定された目標を記載
進行状況：　目標を踏まえた進捗状況を記録
現在組織：　現在、活動している組織体制

時間管理：　時間軸で整理された活動記録
資源　　：　現場あるいは応援資源、応援要請中の資源など

・報告書

捜索救助活動を報告書として整理する。記憶は時間と共に変質するため、事実経緯の記録がなければ、活動に関わる問題点を改善することができない。どのような捜索救助活動であれ、完璧な対応はなく、事後的にみれば課題は常に存在するものである。うまくいかなかったことは罪ではない。協議会のホームページに掲載されているインシデント報告フォームなどを活用し、その記録は所属組織等を通じて協議会へお送り頂きたい。

2.3.5. 渉外

関係者が所属する組織からの応援事項、あるいは救助機関との連絡窓口としての機能を果たす。緊急通報の後、救助機関からは現場状況の把握や救出計画等について連絡が入り、調整が必要となるので、これに対応する。

2.3.6. 広報

インシデント全体、あるいは活動の進捗状況を整理し、対外的に情報発信するための一本化された窓口として機能を果たす。活動が完全に終了していれば、現場指揮者がその任を果たすのが望ましく、活動の最中のため、現場指揮者が対応できないのであれば、任務付与された係が対応する。捜索救助活動に関わった要員は、一本化された窓口によって慎重に整理された情報こそが、インシデントに対するダメージ・コントロールであることを理解し、尊重する。

2.4. 指揮者の役目

雪崩捜索救助の現場おいて、要員を指揮し、現場の統御を行うには指揮者の役目が極めて重要である。その要点を下記に整理した。ここで記述する「指揮者」とは、全体を統率する現場指揮者（Incident Commander）だけでなく、その下級部隊を指揮する者も含んでいる。

2.4.1. 指揮

・統率

統率は、指揮者が任務達成のため指揮下にある部隊をまとめ率いていく総合的な行為である。言い換えれば、指揮者が指揮下部隊および要員を育成し、事に臨んで、その能力を結集・発揮させることである。統率は指揮を基本とし、統御および管理を総合した形において発揮される。

・指揮と指揮権

指揮は、指揮者が指揮権に基づき、部隊または要員に対して意志を表示し、その意志に従わせることであり、指揮権は、任務を遂行するため指揮者に与えられた固有の権限である。

・指揮の実行

指揮者は、任務に基づき継続的に状況判断を行い、適時適切な決断の下、諸計画を策定し、命令を下達して、その実行を監督する。この際、常に大局を洞察し、最も重要な局面に努力を集中して、効果的な指揮の実行を図ることが必要である。

2.4.2. 指揮者

・指揮者の責任

指揮者は、部隊の行動について全責任を負う。要救助者の生存救出と要員の安全の両立させた任務の完遂は、指揮者の至上最高の責任である。適時適切な決断および的確な指揮は、任務完遂のための不可欠の要件である。

・自主積極的な任務の遂行

指揮者は、状況の急変により、適時これに応ずる命令を受領できない場合においても、全般状況を考察し、上位にある指揮者の企図および自己に与えられる任務を明察する。そして、それに基づき、新たな状況や変化に応ずる最良の方策を決定し、あらゆる困難を克服して自主積極的に任務を遂行しなければならない。特に部隊が分断孤立し、通信・連絡が途絶する等の真に困難な状況に陥った場合にも、遅疑逡巡することなく、積極的に打開策を講ずる等、自主的に行動することが極めて重要である。

・指揮のコツ（要訣）

指揮とは、指揮下部隊を確実に掌握し、明確な企図の下に適時適切な命令を与えてその行動を律し、もって指揮下部隊をして、その任務達成にまい進させるにある。この際、指揮下部隊に対する統制を必要最小限にし、自主裁量の余地を与えることに留意しなければならない。指揮下部隊の掌握を確実にするため、良好な統御、確実な現況の把握および実行の監督は、特に重要である。

・統御

統御とは、部隊および要員が上下一体となって、その任務を忠実かつ積極的に遂行し得るよう感化を与え、その能力を最高度に発揮させることである。指揮者は、良好な統御を基盤として効果的に指揮権を行使し、任務の完遂を図らなければならない。

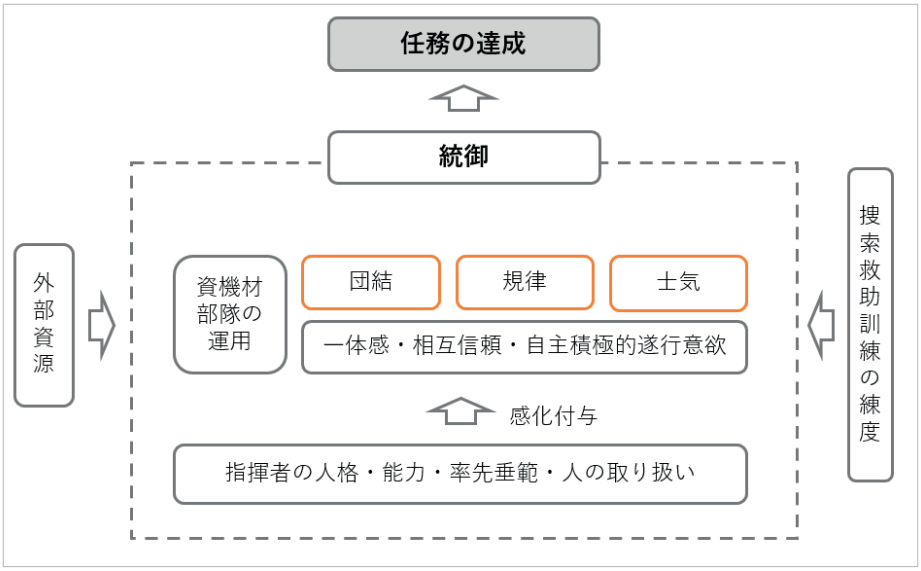


図 7 指揮・統率の概念図

・指揮系統の遵守

指揮系統を確立し、常に指揮権の所在を明確にすることは、活動の統一を図る根本である。各部隊の活動状況および成果等の連絡・報告は、その直属の上級指揮者に報告する。例えば、深い埋没にある要救助者に対して、A 地区隊長が掘り出し班を配置した場合、その救助状況や任務完遂の連絡は、掘り出し班長から A 地区隊長に対して行う。言い換えれば、掘り出し班長は、A 地区隊長の上級指揮者である現場指揮者に、直接、報告してはいけない。

・指揮者の位置

雪崩捜索救助の活動期間、指揮者は、部隊の指揮が最も容易な地点に位置する。このため、通常、指揮所において指揮するが、必要に応じて緊要な地点へ進出する。

2.4.3. 補佐

指揮者は状況に応じて補佐を設置し活用する。補佐は指揮者を補助するが、その活動の根源は指揮者にある。補佐は、部隊を指揮する権限を持たない。指揮者は補佐に対し、適時に明確な指針を示して活動の準拠を与えなければならない。卓越した指揮・統率は、的確に補佐を活用することにより、その実効を収めることができる。

2.4.4. 任務の分析

任務は、行動の基礎である。この項においては、任務を分析して具体的に達成すべき目標とその目的を明らかにする。

任務は、通常、上級部隊指揮者から達成すべき目標、または任務とその目的によって示される。任務の分析に当たっては、まず、上級部隊指揮者の構想をよく理解し、与えられた任務がその構想内において占める地位と役割とを明確にする。次いで、当面する状況および雪崩捜索救助の特質を把握し、部隊として具体的に達成すべき目標を明らかにすることが必要である。

分析の結果、具体的に達成すべき目標が二つ以上ある場合は、その優先順位を判定する。この際、必ず達成しなければならない目標と達成することが望ましい目標とに区分するとともに、時間的優先順位を明らかにする。

任務の分析を適切に行うことによって、行動方針を案出するための糸口を求めることができる。また、状況の進展に伴い、任務の分析を反復することで、任務の達成度および達成要領を具体化することができる。

2.4.5. 計画

指揮者が計画を作成する際は、以下を検討する。

・部隊が最もよく任務を達成するためには、適切で実行可能な計画が必要である。
・計画は、指揮者の構想を具体化したものであって、命令作成の基礎となる。
・計画には、頭の中に描くだけのものから、詳細に文書として記述するものまである。
・条件が許す限り計画を簡明にすることは、極めて重要である。
・計画は、一貫性、融通性および適合性を具備しなければならない。
・実行の可能性について、計画作成の当初から検討する。

2.4.6. 命令

指揮者が命令を発する際は、以下を検討する。

・命令は、決心に基づく指揮者意志の発動であり、指揮下部隊に実行を命ずるものである。
・命令は、内容が明確で受令部隊に一点の疑義も持たせないようにする。
・受令者の識能、性格、および受令部隊の地位、能力に適応させる。
・命令は、下級部隊指揮者に対して下達することを本則とする。
・命令下達は、適切な時期と方法を取り、受令者が命令に基づく準備ができるようにする。
・形式にこだわり、下達の機を失することは厳に戒めなければならない。

2.4.7. 実行の監督

実行の監督は、命令の実行状況を確認し、その徹底を図るものである。指揮者は、目標達成のため、命令の実行を監督し、状況の変化に対応して所要の指導を行わなければならない。実行の監督は、計画的かつ適時適切に行うとともに、指導に当たっては、常に全般的な視野から行わなければならない。このため、努めて指揮下部隊・個人の自主積極性の助長に努めるが、必要な指導は安易に妥協することなく徹底して行うことが必要である。

2.4.8. 報告・通報

報告と通報は、関係部隊の指揮者の捜索指導を適切にし、また、相互の協同連携および意思の疎通を容易にするため、適時必要な資料を提供する。報告・通報は、なにを、いつ、だれに報告・通報すべきかを適切に判断して時宜に適するよう行うとともに、内容を務めて簡明にし、かつ、必要な事項を漏れなく包含させなければならない。

3. 雪崩捜索救助の流れ

ここでは雪崩捜索救助の流れを「初動」「捜索」「救助」「総括」の４段階で整理する。第２章で触れたマネジメントの基本を押さえつつ、資器材の技術的な側面を加味しながら、その全体の流れを把握するのが目的である。資器材については次章以降で概説する。

3.1. 初動

この段階は、全体状況を把握し、最も効果的な方法で現場資源を組織化することが目標となる。

最初に捜索救助に関わる要員の安全を図るため、前章で述べたハザードとリスクの評価を行う。

そして何が起きたのかを分析し、状況を把握する。この時点で、インシデント発生時の状況を視覚的にイメージし、どのような捜索活動を実施するか、その全体の絵を構築する。

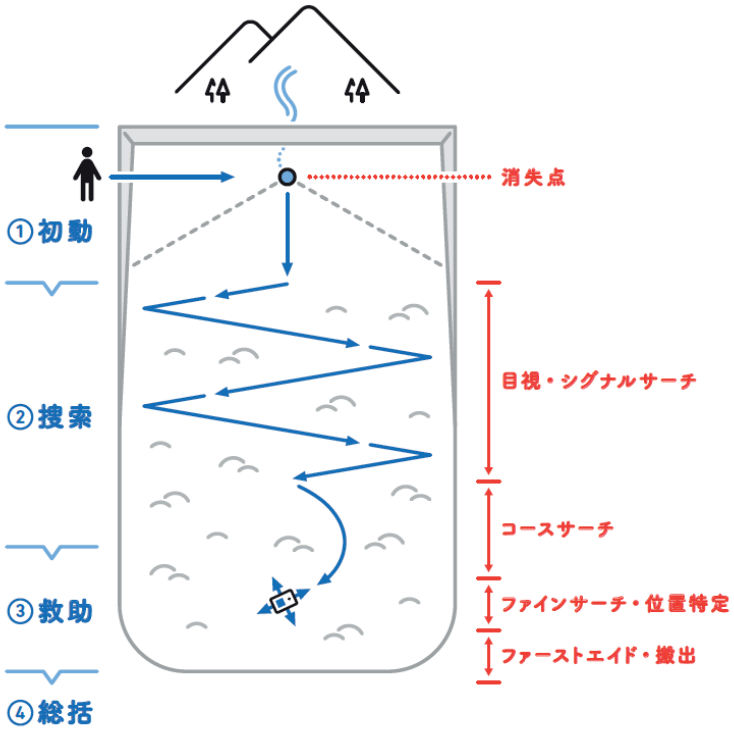


図 8　雪崩捜索救助の流れ

状況を把握する際、以下の問いが役に立つだろう。

当該パーティの場合
- 残された人は安全な場所にいるか？
- 流された人数は？
- リーダーは流されていないか？
- 最終目撃地点は？

別パーティの現場の場合
- 何人が関係しているか？
- 雪崩ビーコンは装着しているか？
- 最終目撃地点は？
- 雪崩が発生したのはいつか？

また、一般的に以下の問いも状況の把握に役立つだろう。
- 地形と雪崩規模から、雪崩が流下する方向はどちらか？
- 遭遇者はどちらへ脱出しようとしていたか？
- 埋没の可能性が高い場所はどのあたりか？

次に、現場指揮者は、現場あるいは近傍の資源を機能的に使うため、それらを組織化する。

・目視および雪崩ビーコン捜索する人を配置
・ショベルとプローブの班を組織化
・インシデントレベルの判断
・警察への緊急通報

3.2. 捜索

この段階は、目視や雪崩ビーコンなどを用い、要救助者の位置を特定することが目標である。捜索には「残留物サーチ」「シグナルサーチ」「コースサーチ」「ファインサーチ」「ピンポインティング」の５つの要素があり、一般的な現場では「残留物とシグナルサーチ」「コースサーチ」「ファインサーチとピンポインティング」という３つの段階で捜索は進んでいく。

3.2.1. 残留物サーチ

捜索を進める際の手がかりを探す作業である。要救助者が雪崩に巻き込まれ、脱げてしまった帽子やゴーグル、あるいはストックやザック、スキーなど、残留物を目視で捜索する。これらの情報は、要救助者の流された方向や埋没位置へのヒントとなるため、極めて重要である。

また、雪崩埋没からの生還者の多くは、身体あるいは装備の一部が雪面に出ていたことが早期発見につながっており、それらは雪崩ビーコンを用いるよりも、遥かに短時間でピンポインティングが可能である。残留物サーチでは以下が重要である。

・残留物を発見したら、必ず拾い上げ、その直下に埋没していないか確認する
・スキー等であれば、埋没者有無の確認済がわかるように真っすぐ立てる
・雪崩ビーコンの不所持が事前にわかっているならスポットプロービングを行う
・発見および作業を指揮官に逐次報告する

3.2.2. シグナルサーチ

要救助者の発する「有効なシグナル」を捉えるまでの段階である。捜索範囲が広い場合は、特にスピードが要求される。この際、埋没位置へのヒントとなる雪面に残された残留物を目視で探すことを必ず併行する。この段階で現場指揮者が考慮すべきことは以下である。

・捜索者を要救助者に対して原則１名の割合で配置
・あるいは１名の先行ビーコン捜索者を配置
・要員に余裕があるなら目視での捜索者を１名配置
・適切なサーチ幅で素早く動き、有効なシグナルを補足
・特に埋没の可能性の高い場所へ要員を展開
・捜索トリアージ

3.2.3. コースサーチ

シグナルサーチで補足したシグナルに沿って埋没者に素早く近づき、捜索範囲を概ね３m 以内にまで絞り込む段階である。コース（coarse）とは「粗い」という意味である。この段階において、重要な点は以下となる。

・安定したシグナルを補足してからコースサーチに移行する
・雪崩ビーコンの表示値が 10m 付近になったら十分速度を落とす
・複数埋没に気づき、個々の位置関係に関わる空間イメージを描く
・最初に複数埋没が表示された距離を覚えておく
・誘導法による移動でカバーできなかった区域を把握しておく
・3m 付近となった時点で、プローブ班およびショベル班に知らせる

3.2.4. ファインサーチ

雪崩ビーコンによって埋没者の位置を最終的に絞り込む段階である。正確かつ規則正しい操作と、そのスキルの習熟を必要とする。必要以上に雪崩ビーコンでの絞り込みに時間を掛けず、プローブでのピンポインティングに移行することが、早期発見には重要である。

・雪崩ビーコンが正確に十字を描くように動かす
・雪崩ビーコンは雪面につけ、ゆっくり規則的に動かす

3.2.5. ピンポインティング（位置特定）

プローブを適切に使用し、埋没者の位置を特定する段階である。埋没が深い場合はポジションプロービングを行い、頭部の位置を推定する。

・スパイラルプロービングを実施する
・プロービングで埋没者の位置を確定する
・状況に応じてポジションプロービングを実施する

3.3. 救助

この段階では、埋没者に対し「掘り出し」「応急手当」「搬出」を行うことになる。いずれの過程においても、要救助者の状態を現状より悪化させないことが肝要である。

3.3.1. 掘り出し

要員を組織化し、可能な限り、素早く掘り出す。この際、以下が大切である。

・状況に応じてポジションプロービングを実施する
・チームとして動く
・戦略的な掘り出しを行う
・掘り出しトリアージ
・要救助者の外気への曝露を考慮

3.3.2. 応急手当

要救助者の怪我等に対処し、ファーストエイド等を実施する。このマニュアルではファーストエイドに関わる詳細な内容については触れていない。専門講習を受講すること。

・生体反応を観察し、対処をすぐに行う
・意識があれば聞き取りを行う
・医療トリアージ
・シェルターによる要救助者への防御的措置

3.3.3. 搬出

要救助者の搬出計画を立て実施する。このマニュアルではロープの使用などマウンテンスキルに関わる詳細な内容は触れていない。専門講習を受講すること。

・利用可能な資源の確認と決定
・搬出トリアージ
・公的救助機関との連携

3.4. 総括

現場に参加した要員の「動員解除」と、事実関係を整理し、「活動の総括」を行う。

動員解除
・活動の終了を宣言する
・活動に参加した近傍パーティの連絡先を確認する
・現場の最終的な確認を目視で行う
・資器材の確認を行う
・応援要請した場合、動員解除の連絡をする

活動の総括
・可能なら現場調査を実施する
・時間軸で事故状況、写真などを整理する
・捜索救助活動の改善のための意見交換を行う
・様式に則って所属組織あるいは本協議会へ報告する

3.5. 空間イメージ

雪崩捜索救助では、現場で得られる情報を使って「状況認知」を行い、それを「空間的にイメージ」することで、適切に要員や資器材を配分し、組織化することが必要である。このような現場情報を使って頭の中で描く「認知地図」をメンタルマップと呼ぶ。

初動・捜索・救助の各段階において、それぞれ得られる情報を用いて、活動現場の空間的なイメージを継続的に修正、アップデートしていくことが必要である。また、要救助者の複数埋没や深い埋没といった捜索難度が上がる状況では、この空間的なイメージングが大切になる。

3.6. トリアージ

インシデントの現場において要救助者の優先順位を決定し、選別することをトリアージと呼ぶ。資源が限られる現場において、捜索救助の最大の成果を得るために必要な考えである。特に、多人数が埋没するような重大インシデントにおいては、トリアージの適切な実行が求められる。トリアージは雪崩捜索救助の各段階において、以下の４種類がある。

3.6.1. 捜索トリアージ

シグナルサーチの段階で行うトリアージである。雪崩規模や流下方向や地形、そして流された人数などから行う。複数の要救助者がいる場合、以下のような状況はトリアージを考慮する。

・主な捜索区域から離れている
・崖や滝などがあり、アプローチが困難あるいは時間が掛かる
・沢底の穴やグライドクラックなどへ要救助者が転落している

3.6.2. 掘り出しトリアージ

掘り出しの際に行うトリアージである。ファインサーチおよびピンポインティングの段階において、深い埋没が判明し、さらに浅い埋没の要救助者が複数いる場合などは、このトリアージを考慮する。埋没深が２m を越えると生存率は極めて低くなる [4]ため、浅い埋没者を優先したほうが生存救出の可能性が上がる。

3.6.3. 医療トリアージ

通常、医療従事者によって行われるトリアージである。一般山岳利用者であっても、雪崩埋没者の救助に関わる者は、山岳専門の救急救命処置の講習会を受講し、埋没時間の長さ、バイタルサイン（生命徴候）の有無、鼻や口の閉塞の有無など、現場での的確なトリアージに必要な事項を把握でき、かつ、それらの事項を救急隊や医療機関へ伝達できるようにしておきたい。また、現場の状況から可能な範囲でファーストエイドを施すことができるようにしておく。

3.6.4. 搬出トリアージ

搬出に関わる資源および要救助者の人数と状況のバランスによってトリアージを考慮する。以下の要素が状況の検討に役立つだろう。

- 気象状況
- 搬出の方法と所要時間
- 要救助者の人数
- 負傷等の状況
- 外的環境から要救助者を保護できる資源

3.6.5. 優先順位の考え方

大きな捜索救助の現場において、要救助者に優先順位を付け、選別していくことはとても難しい作業である。以下は、その際の考え方としてヒントになるだろう。

- 埋没していない要救助者の状態確認（必要ならファーストエイド）
- 怪我のない部分埋没者に対し、自力脱出を促す
- 浅い埋没者の掘り出し
- 深い埋没者の掘り出し
- 致命的な重傷者に対する対処
- 低体温症の要救助者への対処

なお、致命的な外傷がない限り、低体温症や窒息は、どのような状態であれ保温、加温、搬送を迅速に試みることを考えたい。一見、死亡しているようにみえても救命できる場合がある。

4. 雪崩ビーコン

4.1. 雪崩ビーコンの基礎

雪崩ビーコン[2]は 457kHz のパルス信号を送受信する無線機器で、今も昔も、完全埋没者を素早く位置特定するため唯一の装備である。雪崩の危険がある場所で活動する人は、それぞれが身につける必要がある。

日本製のビーコンは 1993 年に誕生、その後、各社から複数のアンテナが内蔵された機種が開発され、技術的な改良は進んできた。しかし、使用するパルス信号とその指向性に起因する限界は、今も存在する。グループリーダーや指導的な立場の人は特に、機器としての限界が露呈する難しい状況の対応についても、それを理解して訓練する必要がある。

4.1.1. 磁束線（フラックスライン）の特性

雪崩ビーコンが使用する 457kHz は無線で使用する周波数だが、捜索に使用する数 10 メートルの捜索範囲では磁界が優勢になる。そこで磁界の様子を表すのに磁束線（フラックスライン）という仮想の線を使う。現在、雪崩ビーコンにはアンテナが 1 本から 3 本まで内蔵された様々な機種があるが、その基本特性において重要な点は以下である。より技術的な記述に関しては第 8 章付録を参照のこと。

- 送信の際は、通常、最も長いアンテナ 1 本が使用される。
- 受信の際に、複数のアンテナを使用し、磁束線を解析し、数値等のデジタル表示を行う。
- パルス信号の送信間隔は、概ね 1 秒である。
- 送信アンテナと受信アンテナの位置関係で、受信信号強度が変わる。
- 通常、埋没者には磁束線に従って曲線を描くように近づく。
- 埋没者に近づくほど、受信強度は指数関数的に強くなる。

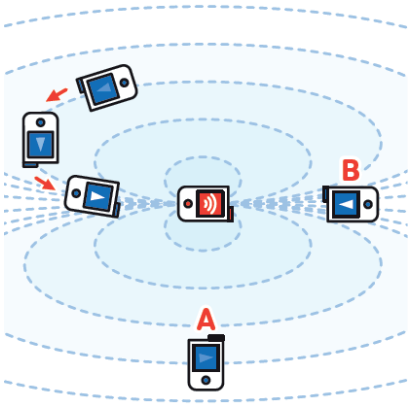


図 9　雪崩ビーコンの磁束線

雪崩ビーコンから送信されるパルス信号は楕円状に広がる。よって、捜索者はその磁束線に乗り、埋没者に近づく。この捜索手法を「誘導法」と呼ぶ。

捜索者側の受信モードのビーコンは、磁束線に対する向きで受信強度が変わる。A の向きが最も弱く、B の向きが最も強く、送信された信号を受信する。

一般的に音や LED ライトの強弱によって受信した信号の強さを直接的に表現する場合を「アナログモード」と呼び、内蔵されたプログラムによって解析で数値や矢印等で表現する場合を「デジタルモード」と呼んでいる。

[2] 欧州規格 EN300718 の名称は「Avalanche Beacons; Transmitter-receiver systems;」であり、日本では VHF／UHF 無線機を「トランシーバー」と呼ぶことが社会一般に浸透しているため、緊急状況にある現場での混乱を避けるため、「雪崩ビーコン」あるいは「ビーコン」と呼ぶ。

雪崩ビーコンの基本特性により、捜索時には以下を理解しておくことが重要となる。

・対象が遠い場合、数値等が安定しないファジーレンジがある［5］
・この受信状態が弱いファジーレンジで時間を浪費しない
・埋没者に近づくほど、示す数値や方向の精度が向上する
・１本あるいは２本アンテナの場合、フォルスマキシマム（35 頁参照）の影響を受ける
・深い埋没ほど、正確な位置の特定が難しくなる
・多人数が近接して埋没するとマーキング機能がうまく働かなくなる

4.1.2. 干渉

雪崩ビーコンは電磁誘導を利用した電子機器であるため、金属製品や他の電子機器との干渉の可能性がある。干渉により、送受信範囲の減少、電力消費や雑音の増加、距離や方向の誤った数値表示されるゴースト現象の出現、受信感度の低下などがある。

干渉発生の可能性を下げるため「20/50 cm ルール」を利用する。（付録 8.7.参照）

・送信モード：ビーコンを金属、電子機器あるいは磁気を帯びる物から 20cm 以上離す
・受信モード：ビーコンを金属、電子機器あるいは磁気を帯びる物から 50cm 以上離す

送信モードにあるビーコンの近くに、金属や電子機器あるいは磁気を帯びた製品があると、捜索者のビーコンの受信感度が低下する場合がある。一般的に携帯電話、スマートウォッチ、カメラ、無線機、鍵、登山用品、食品の包装（金属ホイルで包まれたもの）、金属の糸やホイルが使用された保温あるいは熱線入りのジャケットや手袋、ボタンに磁石を使用したジャケットなど。こうした干渉は、受信モードでも発生し、埋没者から発せられる信号の受信を妨害する。捜索時に、ビーコンの表示や音から干渉が発生したことに気づいた場合、不要な電子機器の電源を切り、シグナルサーチを行う際の捜索幅を狭めることが必要となる。

干渉を生じさせるリストは上記以外にもあり、特に、受信モードでは無線通信局、送電線、電車や架線などのインフラも強い磁界が生じるため、ビーコンに干渉することがある。

4.1.3. ソフトのアップデートと経年劣化

現在の雪崩ビーコンはソフトウェアによる解析に基づくデジタル表示であるため、定期的なソフトのアップデートが行われている。各メーカーからアップデートの情報が公開された時は、速やかにソフトウェアアップデートを行う。

また、ビーコンは、精密な電子機器であるため、長年の使用による劣化が避けられない。経年劣化は信号の送受信回路に異常を生じさせる。適切な状態にあるかは、メーカーで確認できる。もし、埋没者が問題ある古い雪崩ビーコンを装着していると、最新型の雪崩ビーコンで捜索する要員は、その埋没者を探知できずに通過してしまい、奥に埋没している別の要救助者の方向へ導かれるケースが生じる。

シーズンが終了し、雪崩ビーコンを保管する際は、必ず、電池を抜き、直射日光が当たらない場所に保管する。電池を抜かず、そのまま放置すると、液漏れなどによって故障の原因となる。

4.2.　雪崩ビーコンによる捜索

雪崩ビーコンによる捜索は、信号（シグナル）の強度によって「シグナルサーチ」「コースサーチ」「ファインサーチ」の３段階に分けることができ、それを理解することで速やかな捜索が可能となる。また、捜索域の広さ等によって、シグナルサーチの段階がなく、コースサーチから始まる場合も当然ある。

・シグナルサーチ
　不明者の信号（シグナル）を探す段階である。
　ビーコンの反応に注意しつつ、素早い移動が求められる。

・コースサーチ
　捕捉した磁束線に沿って埋没者に接近する。
　正確さと適切な速度が求められる。

・ファインサーチ
　埋没者の位置を特定する段階である。
　正確さ、規則正しさ、丁寧さが求められる。

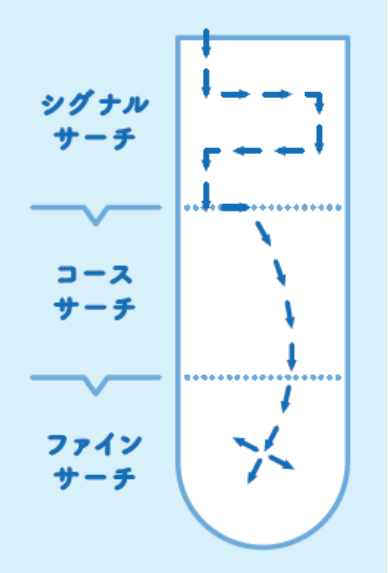


図 10　ビーコン捜索の三段階

雪崩ビーコンによる捜索速度と要員の取るポジショニングは捜索時間等に関係するため、初心者には飛行機の着陸の様子で喩えて説明されることが多い。速度に関して、遠方にいる時は「速く」、近づくにつれて「ゆっくり」、そして最後は「とてもゆっくり」である。また、ビーコンの位置も、近づくに従って下げ、最後のファインサーチでは雪面に付ける。

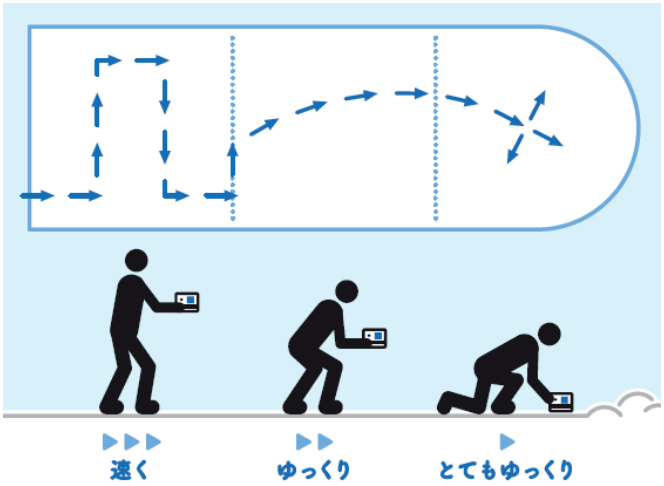


図 11　埋没者への接近

捜索において、雪崩ビーコンは水平に保つことが基本である。しかし、経験が浅い人の場合、デジタル表示画面を見ようとして、しばしばビーコン先端を上向きにしがちなので注意する。

4.2.1. シグナルサーチ

不明者のビーコンが発する信号を捕捉する段階をシグナルサーチと呼ぶ。この段階では、精密さよりもスピードが優先される。効果的にシグナルサーチを行うには、捜索を実施する現場規模、デブリの量と状態、遭遇者の数、活動可能な捜索要員数などを考慮する。

シグナルサーチでは以下が基本である。

・各ビーコンメーカーの推奨範囲の最大幅を使用
・捜索範囲を、その推奨幅でカバーしつつ、速やかな捜索を実施

以下の場合はメーカー推奨範囲の捜索幅より、狭めることが必要である。

・多数の捜索者
・捜索に影響する複雑な地形や雪質
・有効範囲を減少させる可能性のあるもの（クラック、沢、地形的な壁など）
・電波干渉の兆候
・ビーコンから指示があった場合
・ビーコンの習熟がまだ十分でない捜索者

上記を原則としつつ、異なった機種と技量水準がバラつく要員が混在する実際の現場では、その状況に合わせて概ね 30～40m で対応と考えておくことが現実的な選択である。

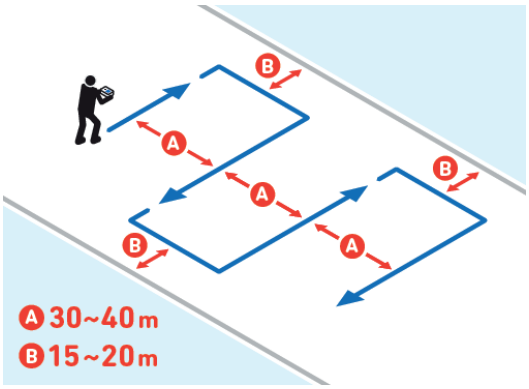


図 13　シグナルサーチ（コの字）

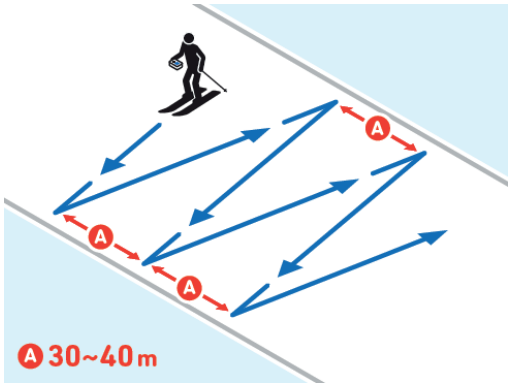


図 13　シグナルサーチ（ジグザク）

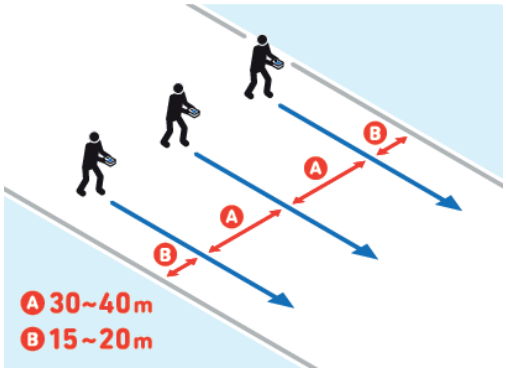


図 12 シグナルサーチ（並行捜索）

4.2.2. コースサーチ

シグナルサーチで安定した電波シグナルが捕捉できたらコースサーチに移行する。誘導法により埋没者に速やかに近づき、概ね３m 以内まで絞りこむ段階がコースサーチである。速度と正確さのバランスが大切である。

コースサーチにおいて重要な点は以下である。

・遠い距離での弱いシグナルではなく、
　安定したシグナルを捕捉してから移行する
・残り 10m で十分速度を落とす
・ビーコンの保持する位置を膝程度まで下げる

・残り 10～15m で、雪崩ビーコンの表示や音で
　複数埋没の可能性に気づく
・最初に複数埋没が表示された距離を覚えておく

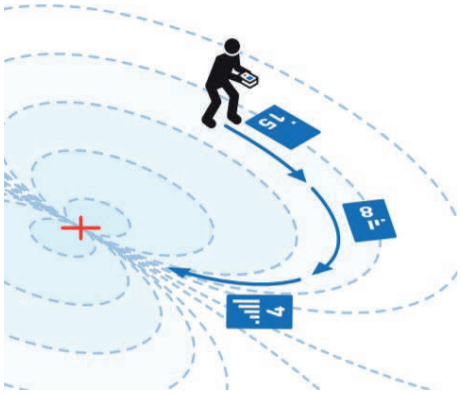


図 13 コースサーチ

4.2.3. ファインサーチ

雪崩ビーコンによる捜索の最終段階である。プローブによる埋没者のピンポインティングを実施するための範囲を特定する。ビーコン操作の正確さ、規則正しさ、丁寧さ、そして使用ビーコンのシグナル反応の特徴への習熟が鍵となる。シグナルは概ね 1 秒間隔であり、数値が表示されるまでのタイムラグがあることを考える。

ファインサーチにおいて重要な点は以下である。

・ビーコンは雪面につける
　または、雪面状況の影響を受けない一定の高さに保つ
・ビーコンの「向き」と雪面からの「高さ」を変えない
・ゆっくり、規則正しく、正確に十字を描く
・深い埋没の可能性に気づき、その深さを概ね見積もる

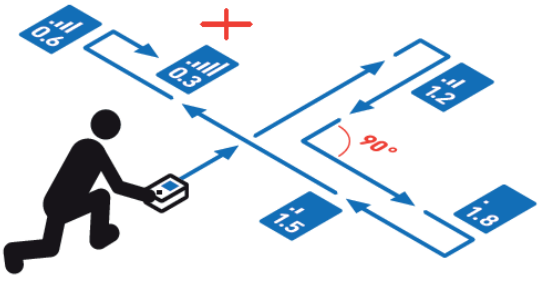


図 14 ファインサーチ

4.3. 難しい状況への対応

雪崩ビーコンは磁束線の特性により、捜索の難度が上がる状況がある。現場で遭遇する典型的なものは「深い埋没」と「複数埋没」である。この二つの状況に対応するために、コースサーチの段階における誘導法の完全な習得と、ファインサーチの段階における正確な十字の動き、あるいはビーコン個別の表示や反応（音など）を習熟しておく。

ビーコンには多くの機種があるが、以下は機能別の特徴となる。

・アナログモードのみ

１本アンテナのアナログビーコンは、常時、すべてのシグナルを示す。数とビープ音の強さ（音量）は範囲と埋没者の人数を示している。これを判別し、的確に捜索するには、十分な訓練が必要となる。

・デジタル／アナログ併用

アナログモード付きのデジタル機は、受信できたすべてのシグナルの距離と方向を示し、アナログのビープ音を鳴らす。距離の指示は複数埋没の範囲の問題に関して重要な情報を与えてくれる。たとえば、もし捜索者が 2 つのビープ音を明らかに識別でき、距離の指示が 10m であった場合、捜索者は 10～15m 以内に 2 人の埋没者がいることがわかる。

・デジタルモードのみ

アナログモードなしのデジタル機種は、シグナルの数と範囲の正確な情報を得るという観点では最も難しいといえる。距離と方向指示は、似通った強さの 2 つのシグナルの間を行ったり来たりする可能性がある。捜索者は　複数埋没時に起こる多用な距離の指示を理解するために練習を積まなければならない。

4.3.1. 深い埋没

深い埋没とは、要救助者が概ね 150cm より深く埋まっている場合を指す。深い埋没の捜索はピンポインティングの困難さを伴い、同時に生還の可能性も低くなる。捜索者は深い埋没の捜索の困難さとそれに対応した捜索法を理解する必要がある。

スイスのデータによれば、完全埋没の平均的な深さは 70～100cm であり、その半数が 100cm より深い。また、完全埋没者の 25%は 130cm よりも深い埋没である。完全埋没からの生還者の平均埋没深は 70cm、死亡事故の平均は 120cm である［6］。

深い埋没では、次のような問題が生じる。

・広い範囲に渡って同じような距離表示が出る（３本アンテナのビーコン）
・フォルスマキシマムとスパイクの影響を受ける
（１～２本のアンテナを持つビーコン。特に深い埋没では３本アンテナでも可能性あり）
・深いため長さが足らず、プローブがヒットしない
・長時間に渡る困難な掘り出し作業
・他の埋没者とのトリアージの判断

深い埋没への対応では以下が重要である。

・同じ数字が比較的広範囲に現れる時は、なるべく早い段階で深い埋没を疑う
・周囲の地形形状に注意を払い、それによって深い埋没となる可能性を考える
・適切かつ正確に埋没の可能性のある範囲を絞ることが、掘り出し作業を軽減する
・ビーコンでの位置特定よりも、プローブのほうが効果的であることが多い
・掘り出しの準備をすぐに始め、効果的な手法で掘る
・深い埋没の掘り出しは甚大な労力が掛かるため、要員の確保をすぐに行う
・プローブより長い距離表示の場合、数値が小さくなるまで一段掘り下げる

深い埋没のために推奨される捜索方法は、使用するビーコンのタイプによって異なる。以下に3つの異なる技術の手順を説明する。

機　種：　３本アンテナ
モード：　デジタルのみ
手　法：　ボックスサーチ
　　1）距離表示があまり変化しない雪面上に、四角形（通常は長方形となる）を描く。
　　2）距離表示が顕著に変化する大雑把な四角形の境界を決める。
　　3）四角形の中心を出来る限り正確に推定する。
　　4）この中心点は埋没者のほぼ上に（斜面に垂直に）位置している。
　　5）四角形の中心に印をつけ、プローブと掘り出し作業の参考ターゲットとする。
　　※他要員はピンポインティングの邪魔しないように配慮しつつ、状況に応じて２の段階において、長方形のすぐ下方側から戦略的な掘り出しを開始する。
補　足：　極めて深い埋没でない場合、経験が浅い人でも比較的活用しやすい方法であり、掘り出し要員との連携によって、救出速度を上げることができる。

機　種：　１本あるいは２本アンテナ
モード：　デジタルのみ
手　法：　直線ピンポイントサーチ［7］
　　1）ビーコンの表示方向に注意し、表示が常にまっすぐとなる直線を見つける
　　2）うまく見つからない場合は、少し戻り、異なる方向から近づいてみる
　　3）直線が見つかったらプローブなどを置き、直線を認識しやすくする
　　4）直線上を、方向表示を無視して歩き、スパイクと最小数値の位置を確認する
　　5）スパイクが２つ、最小数値が１つなら、最小数値をプロービング（水平埋没）
　　6）スパイクが１つ、最小数値が２つなら、スパイクをプロービング（垂直埋没）
　　7）はっきりしない場合は、最小数値での埋没の可能性が高い（斜め埋没）
　　8）精度を上げるには、その地点で十字を描くピンポインティングを行う
　　この際、垂直埋没ならビーコンを垂直に持つ
補　足：　図16と図17を参照し、スパイクとフォルスマキシマムの関係を、雪上での経験を通して、十分理解していることが必要である。

機　種：　デジタルアナログ切り替え可能
モード：　アナログのみ
手　法：　サークル・ピンポイントサーチ［8］
　　1）ビーコンをアナログモードにし、垂直に保持する
　　2）直角グリッドで最大受信強度の地点 MAX1 を特定する
　　ここがフォルスマキシマムの可能性がある地点となる
　　3）ビーコンのレンジを変えず、信号が聞こえなくなる距離 L を把握し、
　　そのまま、距離 L の 1.5 倍の地点（L＋L/2）まで離れる
　　4）ビーコンを垂直保持のまま、地点 MAX1 を中心に円を描くように移動する
　　5）シグナルを拾ったら、十字を描き、最大受信強度の地点 MAX2 を特定する
　　6）MAX1 と MAX2 の間を、ビーコンを水平に保持したままサーチし、
　　最大受信強度の地点を特定し、プロービングする
　　7）４のプロセスで別のシグナルを拾わない場合、
　　ビーコンは垂直埋没しており、MAX1 が埋没点となる
補　足：　この手法は、スパイクとなる２地点がわかれば、その中間に埋没者がいるという考えに基づいている。

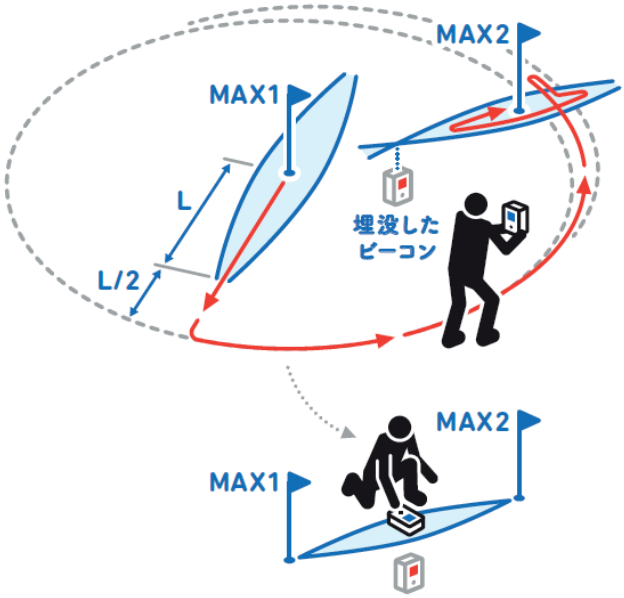


図 15 サークル・ピンポイントサーチ（［8］より作図）

直線ピンポイントサーチ、サークル・ピンポイントサーチ、いずれの手法も 2000 年代初めに提案され、2008 年には翻訳され、国内でも紹介されている。そして、その後、ボックスサーチ以外、有効なピンポインティングの手法は提案されていない。この現状が、深い埋没の捜索の難しさと、雪崩ビーコンそれ自体の機器としての限界を示している。

深い埋没への対処のため、「スパイクとフォルスマキシマム」を理解する。

埋没側（送信）と捜索側（受信）のアンテナの位置関係により、１本アンテナおよび２本アンテナのビーコンでは、それが存在しない地点でシグナルの最大値が表示されることがある。これを「フォルスマキシマム」と呼ぶ。また、シグナルの受信強度が非常に弱くなる点を「スパイク」と呼ぶ。３本アンテナのビーコンは、この弱点を克服するために開発された。

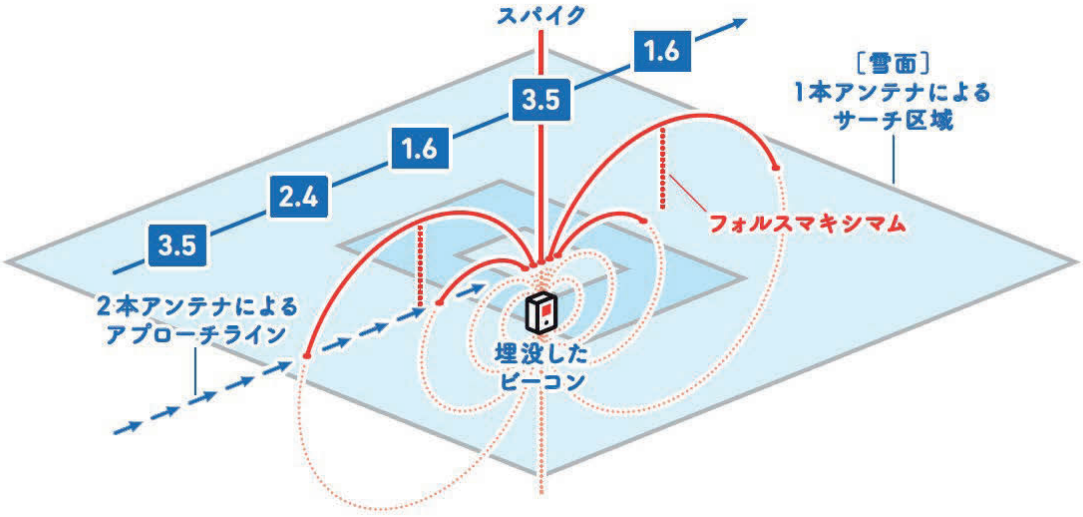


図 16 スパイクとフォルスマキシマム A （ [7]より作図）

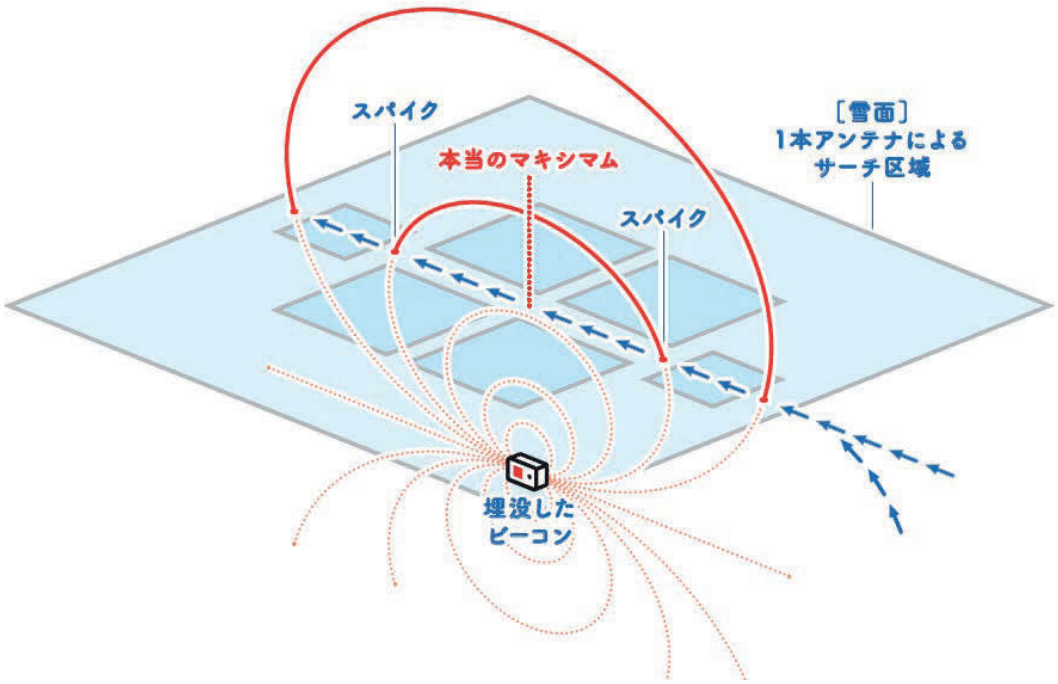


図 17 スパイクとフォルスマキシマム B（ [7]より作図）

4.3.2. 複数埋没

複数埋没の現場では、雪崩ビーコンの「シグナルのオーバーラップ」と「マーキング機能」について理解しておく必要がある。また、不明者の数が多い、あるいは流された範囲が広い場合などは、捜索の難度が上がる。このため捜索者は、ビーコンによる捜索過程において、問題の複雑さに対する「状況認知」や、それに合致した戦略的なアプローチあるいは異なった捜索方法を試みることが大切となる。

・シグナルのオーバーラップ

雪崩ビーコンは、シグナルの送信間隔が規格で決められている。各メーカーは規格の範囲内にてランダムに異なる周期パターンを雪崩ビーコンに設定している。しかし、複数埋没の現場では、異なるビーコンのシグナル周期が重なり合うオーバーラップ現象が生じることがある。

オーバーラップ現象を検知し、知らせる仕組みを内蔵するビーコンでは「ストップ」などのメッセージが表示される。この場合、捜索者はオーバーラップ現象が解消するまで、その場で待たなければならない。この問題は、特に、長いパルス幅を持つ一部の古い１本アンテナのアナログビーコン、一部の２本アンテナのデジタルビーコン、あるいは送信周期のランダム化が十分に行われていないビーコンにおいて深刻である。

・マーキング機能

複数埋没の状況において、既に発見したビーコンのシグナルを表示させない機能がマーキングである。埋没ビーコンが離れた位置にある場合、この機能は効果的であるが、多数の埋没ビーコンが存在する場合、マーキング機能がうまく働かないことがある。よく知られた現象として以下がある。

・オーバーラップあるいはシグナルに明瞭な差がないためマーキングができない
・４つ以上の埋没ビーコンがある場合、マーキング機能の性能が落ちる
・マーキングを行うと受信範囲が狭まる
・マーキングが外れると同じ埋没ビーコンを再度、捜索することになる
・マーキングに失敗すると、次の埋没の捜索に支障をきたす

マーキング機能が適切に機能しないと気づいた場合、すぐに代替の捜索方法に切り替える。

複数埋没の状況認知と空間イメージの構築に重要なのは以下である。受信範囲内におけるシグナル数は全体戦略に係り、近接埋没のシグナル数は代替捜索に関わる要素となる。

・捜索区域の規模と性質
・埋没者の合計人数
・受信範囲内におけるシグナル数
・近接埋没のシグナル数（<10-15m）
・最近接埋没のシグナル数（＜２m）
・利用できる捜索者の数

4.3.3. 代替捜索の方法

一般的な複数埋没においては、マーキング機能を用いた捜索が最も適切である。代替捜索法が必要となるのは、近接埋没（<10m～15m）が予想される状況にあり、かつマーキング機能がない、あるいはそれが適切に機能しない場合である。埋没者同士が十分に離れている場合は、マーキング機能を使うことで、単独埋没者の連続として捜索可能である。

・狭い間隔の平行捜索［9］

平行捜索は、複雑なビーコン操作が必要ではなく、比較的ビーコン操作の習熟度の低い捜索者でも十分に適用できることが利点である。また、この捜索方法は、複数埋没の状況だけでなく、埋没者に対して捜索者の人数が十分多い時に活用できる。平行捜索は、現代のデジタルビーコンの単純性を考えれば、従前の複雑な手法より、現実的な捜索法である。

手順：

- 指揮者は、デブリ規模や捜索者の人数に合わせ、捜索幅を調整する
- 捜索幅より小さい距離の数値が表示された場合のみ、コースサーチ等を行う
- これにより、捜索者の重複を避けられ、異なる埋没者を発見できる
- 指揮者は、最初の埋没者の発見状況に合わせ、捜索幅を調整する

・マイクロサーチストリップ法［10］

２つ以上のビーコンが近接埋没（<10～15m）した際に使用する手法である。過去の事例調査によりマーキング機能がうまく働かなかった場合、その効果が指摘されている［11］。この捜索法は、アナログモードでの使用が効果的であるが、極めて距離の短い近接埋没でない場合は、デジタルモードでも十分に活用できる。

手順：

1）捜索対象区域に対して、最初の埋没者の位置から少し後ろに戻り、捜索を開始する
2）デジタル／アナログあるいはアナログビーコンの場合、受信範囲を狭く設定する
3）デジタル専用ビーコンの場合、方向表示を無視し、距離表示を利用する
4）ビーコンの雪面から高さ、向きを変えないように注意する
5）横方向は、次の埋没者の距離が急に上がったら、次の帯へ折り返す
6）進行方向は２～５ｍの幅で往復を繰り返す

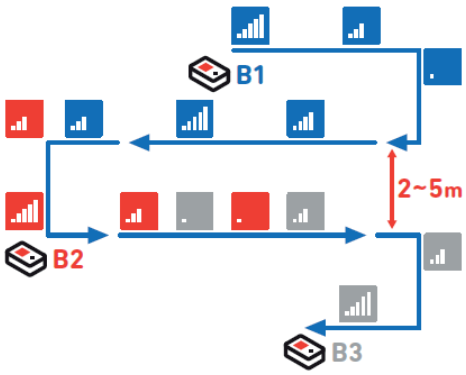


図 18 マイクロサーチストリップ

デジタルモードで、この手法を行う場合、自分の雪崩ビーコンが、最初に捉えた埋没者のシグナルを捉えて離さないタイプなのか、それとも、強いシグナルがあれば、そちらに乗り換えていくタイプなのかを理解しておく必要がある。

・スリーサークル法［12］［13］

スリーサークル法は、最初に発見された埋没者の周囲に同心円を描くようにして捜索する方法である。中心点に目印を置くことで、捜索範囲が視覚的にわかりやすいため、大きな捜索エリアに対して有効であるとされている。

手順：

1）最初の埋没者の位置から、プローブ 1 本分である 3ｍ離れ、捜索を開始する
2）デジタル／アナログあるいはアナログビーコンの場合、受信範囲を狭く設定する
3）デジタル専用ビーコンの場合、方向表示を無視し、距離表示を利用する
4）捜索者は 3ｍ幅で、ゆっくりと円状に歩き、シグナルの変化を捉える
5）ファインサーチに入り、位置を特定する

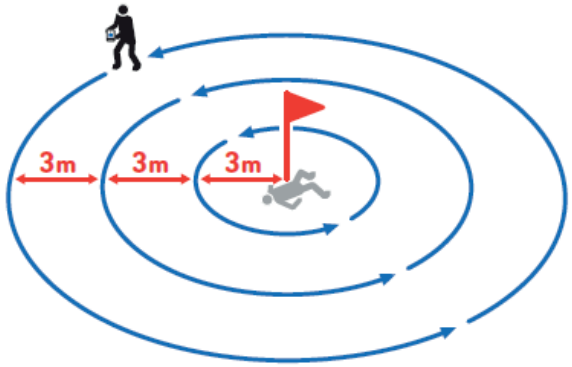


図 19 スリーサークル法

・マイクロボックス／マイクロサークル法

埋没が非常に近接 （<２ｍ）している場合に用いる方法で、マイクロサーチストリップ法とスリーサークル法の応用である。コの字に動く幅、あるいはサークルの直径を１ｍ程度に小さくすることで、近接埋没している要救助者を特定、あるいはその状況を認知する。

この手法は、複数のシグナルの聞き分け、あるいは数値の見分けの技量が必要であり、使用するビーコンの特徴を理解した十分な訓練が必要である。

・代替複数捜索法の比較

スリーサークルは、広範囲（>30-50m の長さと幅）のエリアを捜索する選択肢である。たとえば、一人の捜索者は標準的な帯の幅で捜索を始め、近接埋没が判明したらスリーサークルに切り替える。経験により、捜索範囲が広い場合、マイクロサーチストリップを適用する区域の決定は、それほど容易ではないことがわかっている。狭い範囲（<30m の幅か長さ）の捜索区域ではマイクロサーチストリップが効果的である。

現場指揮者は、捜索範囲の規模と状況、および要員のスキル等を考慮することで、適切な手法を適応させることが重要である。以下に手法別の長所と短所を簡潔に示す。

表 5 代替捜索法の比較

手法	長所	短所
並行捜索	・要員数があれば、簡単で確実 ・ビーコンの基本操作を知っていれば、誰でも即対応が可能	・一つのシグナルに引っ張られて、担当のレーンから逸脱してしまう
マイクロサーチストリップ	・ストリップ幅を調整できる ・上から下に向かうので動きにくい場面でも体力的負担が少ない	・捜索区域の長さと幅を決めるのが難しい
スリーサークル	・捜索エリアを決めるのが簡単 ・平坦地で行いやすい ・習得が比較的容易	・斜面の場合、上下に動く必要があるので、大きなデブリ、深いデブリの時に行動が大変
マイクロボックス／サークル	・２m 以下に接近して埋没している場面で有効 ・方法自体は、単純明快	・シグナルの分離に習熟が必要

5. プローブと掘り出し

5.1. プローブ捜索

雪崩ビーコンのファインサーチによって埋没位置の絞り込みが終わった後、プローブによるピンポインティングで埋没位置の確定を行う。多くの場合、雪崩ビーコンによる細かい位置特定に時間を浪費するよりは、規則的かつ組織的なプロービングを実施したほうが、素早い位置特定には有効である。プローブの積極的な使用は掘り出しに掛かる労力を軽減することにもつながる。

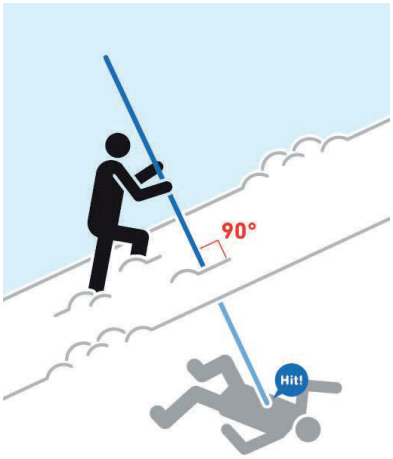


図 20 プロービングの基本

プロービングの守るべき重要な基礎技術は以下である。

- 規則正しく。正確にしっかりと刺す
- 手袋を着用し、両手を使う
- 両足の間で刺す
- 何かにヒットしたらプローブを残置する
  そして、別プローブで埋没者であるか確認する
- 埋没深がビーコンの数値で推定される場合、
  それよりも約３割は深く刺す（２ｍなら 2.6m）

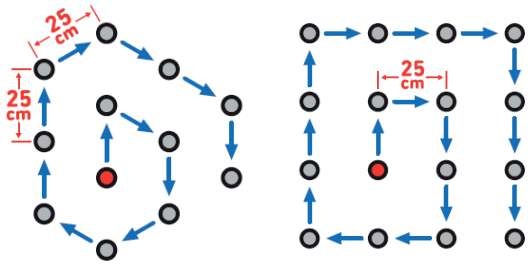
- ビーコン捜索後のピンポインティングでは、
  斜面に対して直角に刺す
- ラインプロービング等では、原則的には鉛直方向に刺す

5.1.1. スパイラルプロービング

雪崩ビーコンによるファインサーチ後、埋没者のピンポインティングで用いられる手法である。また、雪崩ビーコンを装着していない不明者を探す際、埋没の可能性の高い場所を探る際にも使用される。

スパイラルプロービングで重要なことは以下である。

- ビーコンが最も強く反応した地点から始める
- 常に規則正しく行う
- ファインサーチをやり直さない。プローブがヒットするまで続ける
- 正確な位置をマークするためにプローブを雪面に残す
- 浅い埋没においては、埋没者の上に乗らないように気をつける



- 25cm 間隔で刺す
- 中心から外へ螺旋状に行う
- 正三角形を描く円状、あるいは四
  角を描くボックス状で行う

図 21 スパイラルプロービング

5.1.2. スポットプロービング

雪崩ビーコンを携帯していない不明者を探す際、埋没の可能性の高い場所をプロービング捜索することを、スポットプロービングという。要員の数が限られる、あるいは埋没区域の絞り込みができていない場合などは、現場状況をよく観察し、埋没の可能性の高い地点でのスポットプロービングを、ラインプロービングよりも優先する。

・残留物のあった位置を中心点とし、プロービングを開始する
・スパイラルプロービングの手法で中心点から半径１ｍの範囲をクリアする

5.1.3. ポジションプロービング

プロービングによって埋没位置が確定した後、要救助者の体位を探るために行う。ある程度の深さをもった埋没の場合、掘り出しには時間が掛かるため、頭部の位置を推定し、そちら側を素早く掘るためである。

・最初にヒットしたプローブは抜かない
・そこを起点としてスパイラルプロービングを開始する
・次のプローブがヒットしたら、それをそのまま残置する
・同様に、第二ヒットのプローブを起点として
　スパイラルプロービングを行う。これらを続ける。

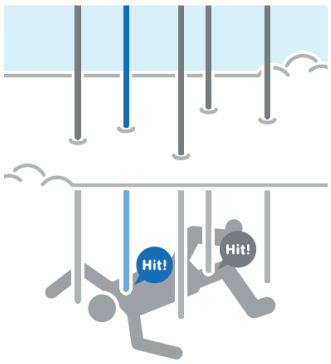


図 22 ポジションプロービング

ポジションプロービングの実施にあたっては、掘り出しとプロービング、それぞれに割ける要員の数と、推定埋没の深さへの判断が必要となる。優先すべきは、推定される頭部方向への素早い掘り出し作業である。また、ポジションプロービングに関わる要員が埋没者のエアポケットを潰してしまう可能性も考慮しなければならない。

5.1.4. ラインプロービング

ラインプロービングとは、ビーコン不携帯の状況で埋没した場合、あるいはビーコンが機能しない時に行う多人数によるプロービングのことを指す。ラインプロービングは時間を要し、体力的にも精神的にも極めて大きな負荷が要員に掛かる作業である。よって、不明者数、埋没の可能性の高い区域の広さや雪面状況、要員の数と習熟度、曝されるハザードなどを総合的に判断し、その現場状況にあった手法を適応する。以下はラインプロービングの基本である。

・要員が十分に確保できる時に行う
・原則的にラインプロービングの班長はラインに入らない
・班長が入る時は、号令が聞こえるように列の中央に入る
・コントロールが難しくなるため 10 人を超えない
・可能ならガイドロープを使用する

ラインプロービングには、要員の前を１点刺すものから２点あるいは３点刺すものまで複数存在する。捜索速度を上げるため、プローブの刺す深さを 150cm までとする捜索トリアージも状況によっては実施される。以下にオーソドックスな方法３つを記す。

・２点プロービング

要員による作業精度の確保、見逃し率の低さ、ラインのコントロールがしやすいことなどから、埋没区域が絞り込まれている場合や、要員の経験が浅い場合などに適している。

・要員一人が２箇所を刺し、30cm 前進する
・号令は「左・右・前へ」

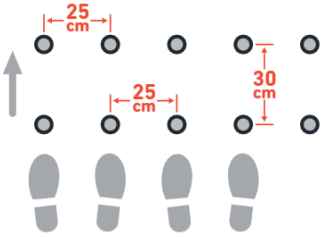


図 23　２点プロービング

・３点プロービング［4］

広く用いられている最もオーソドックスな手法である。左右のプローブを刺す際は、自然に左右に刺すことで図に示す程度の角度は付くので、意図的にプローブを斜めにしないようにする。

・要員一人が３箇所を刺し、50cm 前進する
・号令は「センター・左・右・前へ」

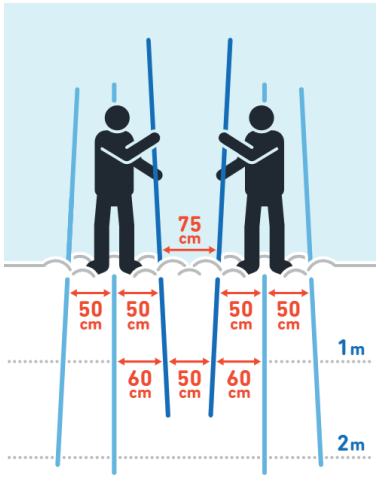


図 24　３点プロービング

・スラロームプロービング［14］

このプロービングは、１m幅のエリアをスラローム状に動くことで行う。スピードと効率を考えて開発された手法であるが、雪面状況、および要員が普段から十分に訓練を行っていないと統制の取れた動きは難しい。

・最初の粗い捜索では、捜索者は指先が触れる間隔で立つ。
・体の正面で鉛直にプローブを刺す。
・50cm 間隔でプローブを刺していく。
・号令は「プローブ・右・右・前へ」
・粗い捜索では深さ 1.5m まで刺す。
・二回目の捜索が必要な場合、最初の位置よりやや左（あるいは右）寄りのポジションを取り、2.5m の深さまでプロービングを行う。捜索者のポジションを調整することで、プローブの穴の間隔をランダムにすることが可能となる。
・二回目の捜索の後、捜索者の間隔を肩と肩が触れるポジションに変え、プロービングを続ける。

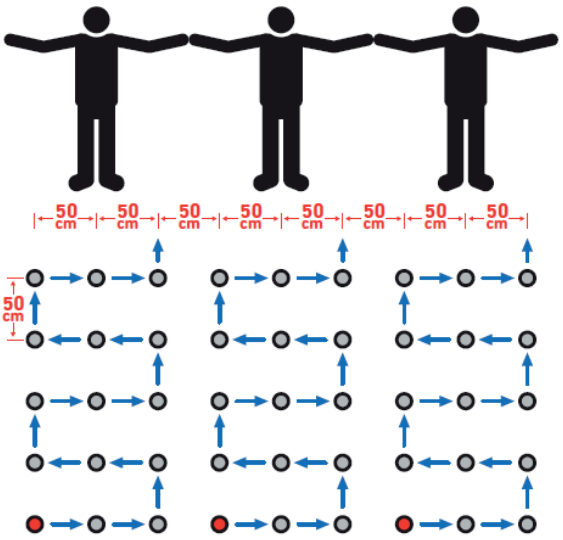


図 25 スラロームプロービング

5.2. 掘り出し

埋没者の掘り出しは、甚大な労力と時間を要する作業であり、生還率を高めるには、組織的かつ効率的に行う必要がある。作業は迅速に行う必要があるが、同時に埋没者を傷つけないように注意する。また、細かい技術的な側面よりも、要員の絶対的な体力と身体能力が最も重要な要素であることを忘れないように。

掘り出し作業において、一般的に重要な点は以下である。

・要員の十分な体力
・ヒットしたプローブから離れた位置から掘り始める
・ヒットしたプローブの片側から掘り始める
・傾斜があれば、斜面下側から掘る
・要員は適時ローテーションを行い、作業速度を落とさない
・頭部と胸部の雪の排除を優先的に考える
・埋没者を慌てて引き出そうとしない。怪我の原因となる
・埋没者の外気への曝露を避ける処置を考える

多人数が掘り出しに関わる際に特に注意すべきことは以下である。

・エアポケットや胸を圧迫しないため、埋没者の真上に立たないように注意する
・作業する要員の前後間隔が狭くなりすぎないようにする
・作業する要員の左右間隔が広くなりすぎないようにする

5.2.1. 要員の配置とローテーション

掘り出し作業は極めて体力を要するため、要員が的確にローテーションを行い、作業速度を落とさないことが重要である。要員の配置とローテーションのさせ方は、デブリの状況も含め、現場状況に合った動きを考える。

・比較的浅い埋没（70cm 程度）の場合
  ・位置特定した要員が掘り出し作業に入る
  ・応援要員は、その要員の横に並び、作業に加わる
  ・第２応援要員は、２名の下方に位置し、排雪を行う
  ・適時ローテーションを行う



図 26 浅い埋没の掘り出し

・深い埋没の場合
  ・位置特定した要員が掘り出し作業に入る
  ・応援要員は現場到着後、その要員の下方に位置し、縦列となり掘り出し作業に入る
  ・応援第２要員の到着と同時に、三角の隊形となり、作業を行う
  ・さらなる応援要員が到着すれば、コンベアベルト法の隊形にて掘り出しを行う
  ・適時ローテーションを行う

深い埋没の場合、効率的な掘り出しと、埋没者を引き出すためのプラットフォームを同時に作ることができる手法としてコンベアベルト法［15]がある。

要員配置等の基本は以下である。

・ヒットしたプローブを頂点に要員を配置する
・必要となる作業領域の大きさは以下：
　ほぼ平坦な地形＝埋没深の２倍、斜面（20～25 度）＝埋没深と同じ
・必要な幅は最小２m、あるいは埋没深と同じ
・余裕があれば、埋没者の末端方向（いずれかが頭部となる）に掘る要員を配置する

作業手順等は以下である。

・要員はショベル２本分離れた位置（80cm 間隔で並ぶ）に立つ
・要員は、一人ずつ左右互い違いに並んで作業する
・頂点に位置する要員は、全力で雪を崩し、掘る
・後部の要員は、雪を必要以上に持ち上げず、パドリング動作で後ろへ運ぶ
・要員のローテーションを適時行う
・埋没者が見えたらローテーションを止め、頭部方向を判断する
・先頭の要員に２番目、３番目の要員が加わり、頭部を出すため穴を横方向に広げる
・他の要員はプラットフォームの整備とファーストエイドの準備をする



図 27 コンベアベルト法

なお、深い埋没に対して要員の数が著しく不足している場合、プラットフォームの傾斜が急になる状況が生じる。この場合、プローブを背にして、斜面下方向へ掘る時間を設け、対処しなくてはならない。この時、雪は側面に排出したほうが効率は良い。

要員が並列で作業するコンベアベルト法は、必要以上に掘り出し路の幅が広くなりやすい。よって、これを修正、洗練させたシングルラインの手法もある。

要員の配置は、埋没深と必要となる掘り出し路の長さで決める。仮に 2m 埋没の場合：

・斜面であれば、掘り出し要員 3 人。平坦であれば要員 5 人
・直線上に要員を配置し、先頭要員はプローブに肩が触れる位置に立つ
・最初の深さ 20～30cm までは横に雪を排出。その後は、後ろに運ぶようにする
・予備要員がいない場合は、コンベアベルト法と同じ形式でローテーションする
・予備要員がいる場合、下図のように先頭に予備要員が入る
・ポジションプロービングあるいは埋没者への到達に合わせ、先頭部を必要方向へ広げる

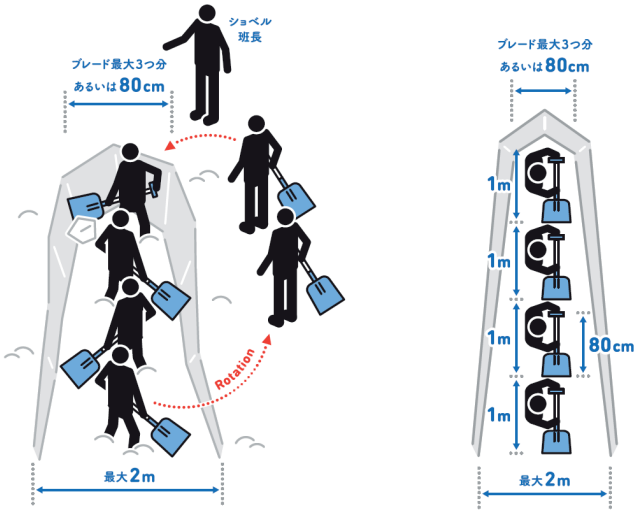


図 28 シングルラインのコンベアベルト法
(bca: strike team shovelling より)

5.2.2. 掘り出しからファーストエイドへ

掘り出しの最終段階である「埋没者の確認」と「引き出し」、そして「ファーストエイド」の実施は、同時に進行する場合も多く、生存救出における重要なタイミングである。

掘り出しの最終段階の重要事項は以下である。

・埋没者を傷つけないように注意する
・埋没者を完全に確認できた場合のみ、プローブを除去する
・胸部圧迫の排除と呼吸空間の確保のため、頭部と胸部の雪を優先的に排雪し、空間を作ることで、早い段階でファーストエイド処置ができるようにする

・エアポケットの存在を確認し、ファーストエイドを施す
・ファーストエイドを施す間、他要員は引き出し用のプラットフォームを整備する
・埋没者の引き出しは、完全に体全体が見えるようになってから行う
・引き出しにあたっては、ファーストエイドのアセスメントに沿い、慎重に行う
・大規模現場では、発見位置を３本の交差する旗でマーキングする

6. ファーストエイドと搬出

雪崩に限らず、山岳での事故に備え、ファーストエイドの専門講習を受講することが必要である。ここでは、埋没した要救助者への初期対応の重要点のみを簡単に整理している。

6.1. 埋没者への初期対応

ICAR（国際山岳救助委員会）の医療部会による雪崩犠牲者の初期プロトコール［16]に基づき、簡易に整理した。なお、このプロトコールは医療従事者を対象としており、一般山岳利用者には食道体温や心電図の測定はできないため、文献の引用はその一部となっている。

推奨事項：埋没時間が 60 分以内で生命の兆候のない犠牲者においては、気道の開通に関係なく窒息を推定し、できるだけ早く人工呼吸を行う。埋没時間が 60 分を超え、生命の徴候がないものの、気道が開通または開存が不明である傷病者においては、体温を測定することによる低体温での心停止の可能性を除外できない場合に限り、原発性低体温性心停止によるものと推定し、CPR を開始する。60 分以上埋没し、生命の兆候がなく、気道が閉塞している傷病者において、深部体温を測定できない場合、要救助者は窒息による心停止と考え、CPR を開始すべきではない。深部体温が測定できる場合で、生命兆候がないものの、気道が確保されており、深部体温が 30℃未満の傷病者においては、埋没時間の長さに関係なく蘇生を試みる。

最優先事項

- 顔面を露出させる
- 致命的外傷（頚部切断、体幹部離断、多発全身分離）では CPR を行わない

気道の開通

- 気道の開通を確認する
- 気道閉塞とは、鼻と口が雪もしくはデブリで塞がれていることをいう

埋没時間での評価

- **60 分以内**　仮死状態が考えられる
- **60 分以上**　低体温症の可能性がある

バイタルサインの確認

- バイタルサインとは、脈拍、呼吸、意識レベル、体温、血圧
- 体温、血圧の把握は現場では難しい

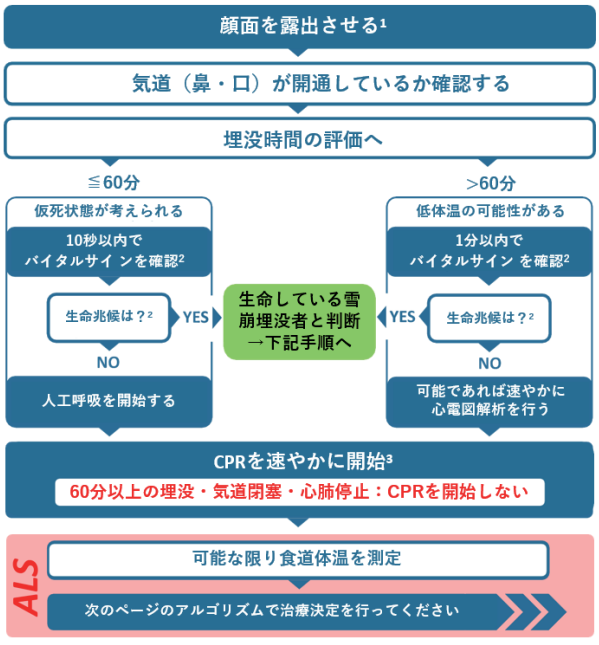


図 29 致命的な雪崩犠牲者に対する初期対応
（ICAR MedCom 2023）

生命兆候の確認

- ICAR プロトコールでは AVPU（アブプ）、GCS（グラスゴー・コーマ・スケール）が指針
- AVPU：Alert 意識あり、Voice 呼びかけに反応する、
  Painful 痛み刺激に反応する、Unresponsive 痛みにも反応なし
- GCS：スコア 3 以上（体動あり、呼吸問題なし、ALS プロバイダーによる頸動脈もしくは大腿動脈での拍動の確認であること）

CPR の開始

・標準的な心肺蘇生。胸骨圧迫 30 回と人工呼吸 2 回（ただし、非医療者が 1 人で実施の場合、胸骨圧迫のみ）
・気道閉塞と心肺停止を伴った 60 分以上の埋没者は CPR を開始しない
・深部体温が計測できず、急速に体温が低下する状況（登高中での埋没、BMI 低値や小さい体型、着衣類が少ないなど）の場合、埋没時間が 60 分以内であっても低体温に起因する心停止が発生する可能性がある。

6.2. 各段階での補足事項

生命兆候ありの場合

・要救助者を不安にさせない、勇気づける言葉を掛ける。またその反応をみる
・頚椎損傷等の可能性を考慮し、その保護を怠らない
・高エネルギー外傷を疑う（目視できる兆候がなくとも生命に危険ある損傷）

バイタルサインの確認

・顔を近づけ、呼気の温かみや胸の動きなどを注視する
・死戦期呼吸は正常な呼吸と異なり、その判断は非常に難しい
・脈拍の確認の際、低体温症を疑う場合は、時間を掛け 1 分以内で実施する
・現場で的確に脈を取ることは難しい
・大出血および継続する出血は止血処置をする
・埋没者の胸部が曝露されていない状態での人工呼吸は不可能なことが多い

6.3. 要救助者の保護と加温

掘り出した要救助者が低温な外気に曝されると症状が悪化する。適切なシェルターの構築および加温によって、要救助者の体温の低下を防ぐことが重要である。これらの処置も専門講習会の受講を勧めるが、以下は主な要点である。

・ツェルトや雪洞を用いて避難用シェルターを構築する。
・要救助者の身体の下にマットなどを置き、断熱を施す。
・シェルター内で湯を沸かし、温かい蒸気を通しての加温も考慮する。
・沸かした湯を容器に入れ、湯たんぽにする。
・低温火傷に留意し、首筋・脇の下・鼠径部・胸部にゆたんぽを当てる。
・内臓損傷が疑われる場合、温かい飲み物の摂取は慎重な判断が必要とされる。

表 6 低体温症の程度

ステージ	重症度	深部体温	症状
ステージ１	軽	32-35℃	覚醒、震え、正常な脈と呼吸
ステージ２	中	28-32℃	意識朦朧、震えなし、遅くて弱い脈、浅い呼吸
ステージ３	重	28-20℃	意識なし、震えなし、弱く不整な脈、遅いまたは呼吸なし
ステージ４	最重	＜20℃	反応なし

6.4. 搬出

速やかな搬出は雪崩事故において重要であり、搬出計画は救助の初期段階で考えておくべきである。搬出の目的は素早く、安全に要救助者を適切な処置が可能な医療機関へ搬送することである。要救助者が多数いる場合、現場指揮者は、その優先順位をつけなければならない。

6.4.1. 搬出のための準備

要救助者は搬送中のさらなる怪我を避けるため正しく固定されるべきである。固定の程度は怪我の重度および種類による。具体的な梱包および移動の手法は、このマニュアルの範疇を超えるため、別途、有資格ガイドや所属山岳会などが実施する技術講習会の受講を勧める。

6.4.2. ヘリコプターによる搬送

ヘリコプターは公的な救助組織における主要な搬送手段である。捜索救助に関わる要員はヘリコプター周辺での安全を理解しておく必要がある。以下はヘリコプター周辺での安全に関する主な要点である。

・慎重にゆっくり行動する。
・パイロットが目視できるようにヘリコプターの前方より接近および離脱する。
・ヘリコプターのテールロータは非常に危険であるためその後方には近づかない。
・スキー、プローブ、バックボードなどの資器材の運搬は腰の高さより下で水平に持つ。
・メインローターからの吹き下ろしの風（ダウンウォッシュ）に備え、資器材は整理する。
。

7. その他の捜索機材

7.1. 雪崩エアバッグ

エアバッグは必ずしも生還を保証するものではないが、埋没リスクを軽減させる。エアバッグは、重力の影響下において、粒状の流体内で大きな塊は表面に、小さな塊は下層に分離される傾向を持つ「ブラジルナッツ効果」の原理に基づいている。トリガーを引くことでエアバッグを展開できた場合、デブリの表面に留まれる可能性が高くなり、かつまた明瞭な色彩のバッグによって目視での発見も容易となる。

欧米でのサイズ 2 以上の雪崩事故 245 件（1994-2012）・424 人の調査を実施したところ、エアバッグを展開できた人は死亡率が 11.1 ポイント軽減していることがわかった［17］。これは従来言及されてきたエアバッグの効果よりも低い数値である。また、エアバッグを展開できなった人を含めると、死亡率は 9 ポイント（エアバッグあり 22 ポイント→なし 13 ポイント）しか改善していない。

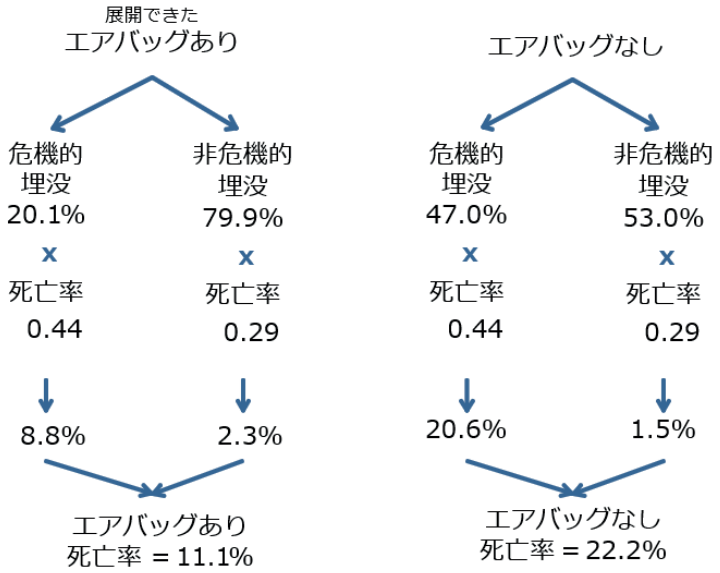


図 30　エアバッグと死亡率

この調査では、エアバッグを装着しながら展開できなかった人が 20%ほどおり、その 60%がトリガーハンドルのつけ忘れなどの機材不備によるものであった。また、流されている途中での機材の破損なども発生している。

また、この報告において、リスク補償行動が明瞭に示唆されると指摘しており、安全装置としてのエアバッグが、一つ大きなサイズの雪崩の危険に曝される要素になりうることを考える必要がある。

7.2. RECCO

RECCO は捜索者側の機器が指向性ある電波を送信し、埋没者のウェア等に装着されているリフレクターが、その周波数を倍にして返すことで、音によって位置を特定する機器である。現在、アウドドアウェアのいくつかのラインナップにはリフレクターが縫い込まれている。

RECCO の信号はビーコン、カメラ、携帯電話、VHF 無線、スノーモービルなどの電子デバイスにも反射するが、リフレクターによる捜索に比べて効果的な範囲は一般的に狭くなる。また、これらの電子デバイスの電源が入っていても信号は反射される。RECCO はデブリ上の捜索者の人数を最小化することにより、リスクを軽減するためにも使われ、ヘリコプターからの捜索にも使用される。ただし、雪崩埋没時間による生存率のグラフからわかるように、RECCO による生存救出の事例は極めて限定的であり、雪崩ビーコンのような効果を考えるのは誤りである。

なお、現在、国内では電波法の規制により、欧米のように手軽に使用できるという状況にはない。

7.3. 雪崩救助犬

救助犬は機能する雪崩ビーコンを装着していない埋没者でも発見できるように訓練されている。救助犬チームは重要な役割を担う。日本においては、その活動はまだ一般的ではないが欧米においては組織的な捜索チームの構成員として重要な役割を担っている。

以下は、ラインプロービングと雪崩救助犬による捜索能力の比較である。

表 7 救助犬とラインプロービングによる粗い捜索と細かい捜索の平均時間の比較（CAA）

捜索方法の比較（1 ha の範囲内）		
	救助犬チーム	ラインプロービング
粗い捜索	30 分	4 時間
細かい捜索	1～2 時間	20 時間

雪崩救助犬はラインプロービングよりも、同じ範囲を素早く捜索可能であるため、捜索救助要員のリスクを軽減する効果もある。また、雪崩救助犬が控えていることで、現場で捜索救助に関わる要員のバックアップにもなる。

雪崩救助犬が投入される際、捜索に関わる要員が留意すべき重要な点は以下である。

- 救助犬の風上で行動する要員を制限し、装備類はできる限り風下に置く。
- 唾液、尿、燃料、食べかすなど、捜索を邪魔する不要な臭いでの汚染を避ける。
- 救助犬の注意を逸らす可能性のある残留物を取り除いておく。
- その際、残留物の位置を地図、GPS、写真等で記録しておく。
- 救助犬はペットではないので可愛がらない。現場指揮者、ハンドラーの指示があるまで犬の動きに合わせることなく、与えられている役割を遂行すること。
- 死亡者発見の後、それが移動した際はマーキングを行う。それが救助犬の捜索を助ける。

8. 付録

8.1. インシデントのレベル定義

航空機事故や医療の現場などにおいては、その実務の安全対策と質の向上のため、それぞれの業界の現場に適応させたインシデントレベルを定義し、情報共有することが日常的に行われている。雪崩の安全対策においても、同様のアプローチが必要であるが、これまでなされていなかったため、本協議会では以下のようにインシデントレベルを定義した。この区分は、捜索救助に関わる側からみた対応の困難さや複雑さを評価軸としている。

表 8 雪崩インシデント等級区分

レベル	コード	説明
レベル 0	L0	スキーカットを試み、事前の想定規模の雪崩が発生し、誰も雪崩に巻き込まれなかった。尾根を歩いていると、少し離れた斜面で雪崩が発生したが、誰にも影響を与えなかった。
レベル 1	L1	斜面へ侵入しようとしたところ、予期しない雪崩が発生したが、誰も巻き込まれなかった。スキーカットを試みたところ、事前の想定規模以上の雪崩が発生したが、雪崩には巻き込まれなかった。（ヒヤリハット）
レベル 2	L2	サイズ 1.5 以下の規模の雪崩に 1 名が流された。
レベル 3	L3	雪崩の規模に係わらず複数人が流されたあるいはサイズ 2 以上の規模の雪崩に 1 名が流された。
レベル 4	L4	当該および近傍パーティだけでは効果的な対応ができないため大規模な公助および共助が必要な状況。

表 9 雪崩インシデント等級区分サブコード

サブコード	説明
a	当該パーティのみで対応
b	当該および近傍パーティが協力して対応

サブコード	説明
P	自力あるいは共助での下山
I	自力あるいは共助での下山不可

サブコード	説明
T	怪我あり
N	怪我なし
F	死亡

記録例： L2a_NP, L2b_TI

レベル 2 以上のインシデントについては「必ず」、レベル 1 については「出来る限り」、本協議会あるいは所属団体への情報提供が望まれる。

8.2. 雪崩の規模

雪崩の体積や質量は様々である。質量は数トンから 500,000 トンに達することもある。雪崩規模の分類を下記に示す。それぞれの規模の中間的な大きさは 1.5 から 4.5 で表される。

表 10　雪崩の規模区分［18］

規模	潜在的破壊力	質量	走路全長	堆積量
1	人間への危害はなし	$<10^{1}$t	10m	50 m^3
2	人が埋まったり、怪我をしたり、死ぬ可能性あり	10^{2}t	100m	500 m^3
3	乗用車を埋めたり、壊したり、トラックにダメージを与えたり、小規模な建物を破壊したり、木々を折ったりする可能性あり	10^{3}t	1,000m	3,000 m^3
4	列車、大きなトラック、数棟の建物あるいは 4ha までの森林を破壊する可能性あり	10^{4}t	2,000m	25,000 m^3
5	村や 40ha の森林を破壊する可能性あり	10^{5}t	3,000m	200,000 m^3

8.3. 埋没者の生存曲線

雪崩に完全埋没した人の生存曲線は 4 つのフェーズを経る。生存確率の高い 18 分までの「生存期」、多くの人が急激に窒息をする 19 分から 35 分の「窒息期」、生存曲線が水平となる 35 分から 90 分の「潜伏期」、そして漸進的な低酸素症と高炭酸ガス症を併せ持つ致死的な段階である「組織救助期」である。

これにより、現場で初動にあたる要員の第一目標は、埋没者の一刻も早い呼吸空間の確保であり、時間経過と共に、低体温症の可能性を考慮した対応が求められることがわかる。

また、このデータでは、カナダにおいて、内陸性気候の地域よりも、沿岸性気候の地域で生存曲線が急下降しており、致命的な外傷の多さと雪密度の異なりが、その原因として示唆されている。よって、この調査報告では、生存救出の目標時間を一般的に言われてきた 15 分ではなく、10 分として考えることの必要性も指摘している。日本の気候帯を考えれば、埋没者の呼吸空間を確保するまでの目標時間を 10 分以内とするのが妥当と考える。

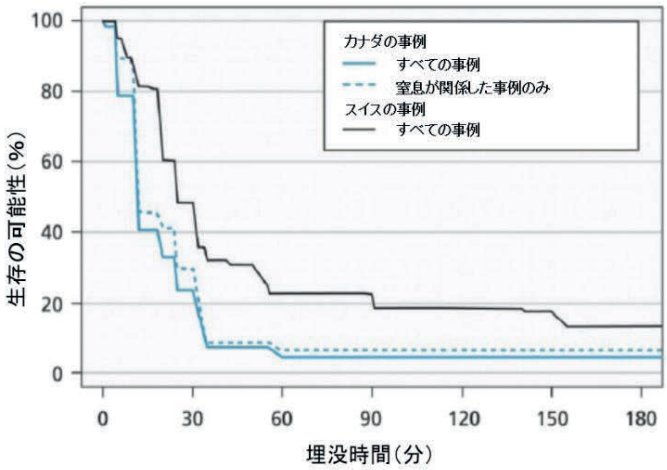


図 31 雪崩埋没者の生存曲線

8.4. 雪崩対策装備の略歴

雪崩対策の装備に関して、我が国では 80 年代までは雪崩紐を装着し、それを頼りに埋没者を探すといった方法などが試みられていたが、90 年代に入り、雪崩ビーコンが輸入され、その使用が広まった。

1993 年、山岳関係者の努力が実り、日本製の雪崩ビーコンが発売となった。また、同年 1 月には、雪崩ビーコンによる国内最初の生存救出事例があった。そして、90 年代半ばからスノーボードのブーム、さらに、これまでの山スキーとは異なった嗜好性を持つバックカントリー・スキーが広まりを見せ、それに呼応して複数の海外メーカーの雪崩ビーコンが輸入販売され、その入手が一気に手軽となった。

国内市場の拡大と雪崩ビーコンの改良が進み、2000 年代に入ると各団体による雪崩講習会などの開催も増え、「雪崩ビーコン・プローブ・ショベル」の 3 点セットが、雪山における基本装備としての認知が進んだ。そして、2006 年 5 月には、警察の山岳遭難救助隊による雪崩ビーコンでの初めての生存救出事例があった。

また、最近では、北米でのスノーモービルによる雪崩事故の増大と、バックカントリー滑走の人気を背景として、欧米では雪崩エアバッグの一般への普及が急速に進んだ。これに伴い、エアバッグの技術改良や新規メーカーの参入などもあり、選択の幅が広がった。国内においても、法規制の関係で取扱の自由度はやや下がるものの、複数のモデルが利用可能となっている。

・雪崩ビーコン・プローブ・ショベルの重要性

雪崩エアバッグは埋没の可能性を下げる装備であり、エアバッグを装着していても、雪崩ビーコン・プローブ・ショベルの３点セットを携帯する必要性は変わらない。そして、これらの装備はセットで使用することで、始めて効力を持つ。３点セットの内、いずれかの装備が欠けると迅速な捜索救助ができなくなる。以下は、深さ１m から埋没者を掘り出すために要した時間の調査結果［19]である。テストサイトの大きさは 200m×300m であり、ビーコンでの位置特定は３～４分で終了しているが、プローブやショベルがないと生存救出は困難となる。

装備と手法	所要時間
ビーコン・プローブ・ショベル	16 分
ビーコン・ショベル	26 分
ビーコン・プローブ・手で掘る	50 分
ビーコン・手で掘る	1 時間以上

表 11 掘り出しに要する時間

8.5. 雪崩ビーコンのグループチェック

山に入る前に、雪崩ビーコンの機能が正しく働いているか事前確認をする必要があり、それを「グループチェック」という。この基本機能の確認プロセスはビーコンに不備が出た場合、その交換等が可能な山麓にいる時点で行う。

「電池」に関しては以下が重要である。

- 電源を入れた際、必ず、電池残量を確認する
- メーカーが推奨する種類の電池と交換のタイミングを守る
- 充電式の電池は使用しない
- メーカーが推奨する以外の機種でリチウム電池を使用しない
- 電池交換の際は、すべての電池を新しくする
- シーズンオフの保管には電池を抜き取り、液漏れを防ぐ

「送受信の確認」は、１日の始まり、メンバーが全員集合した時に行う。同じメンバーによる数日間の山行であれば、初日にこの確認作業を行い、２日目からは「送信の確認」のみを行うことで問題ない。実施にあたっては、電子機器や高圧電線や鉄道、他のビーコンなどから干渉を受けない場所を選ぶ。この作業を通して、リーダーはメンバーがビーコンの取り扱いに慣れているかを判断することができる。

送受信の確認は、以下の要領で行う。

- リーダーは送信のまま、メンバーは受信に切り替える
- リーダーは、メンバーが一つの信号のみ受信しているか、
  確認しながら 15m ほど、ゆっくりメンバーから離れていく
- メンバーは送信に切り替え、ビーコンをしまう
- リーダーは受信に切り替え、メンバーは間隔を空けながらリーダーの近くを通過する
- リーダーは、自分のビーコンを送信に切り替える

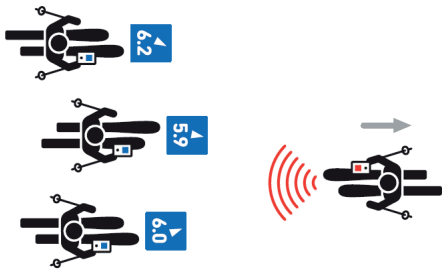


図 32 受信機能の確認

「送信の確認」は、初日に行ったような方式でも良いし、グループチェック機能があるビーコンの場合、それを利用することでも構わない。最新ビーコンのグループチェック機能は、送信が最大限に機能しているか、近距離で確認することができる。これらの確認は、必ず、着替えやトイレなど済ませ、出発準備が整った時点で実施する。

グループチェック機能があるビーコン
・リーダーがグループチェックモードに切り替える
・リーダーがメンバーの一人ずつを決められた距離で確認する
・メンバー同士は、干渉を避けるために距離を取る（１～２m 間隔）
・リーダーは、最後にビーコンを送信に切り替える

グループチェック機能がないビーコン
・リーダーはメンバーから最低 30～40m 離れ、受信に切り替える
・メンバーは、ビーコンを送信にする
・メンバーは、複数送信の混乱を避けるために 10～15m の間隔を保ち、リーダーの側を通る
・リーダーは、メンバーのビーコンが適切に送信しているかを確認する
・この際、リーダーとメンバーの距離を最低１m は空ける
・最後のメンバーがリーダーの送信を確認する

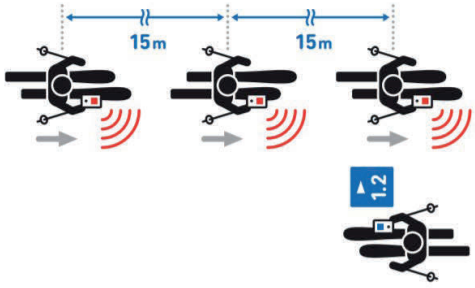


図 33 送信機能の確認

8.6. 雪崩ビーコンのパルス

雪崩ビーコンが発信しているパルス信号の「オン」時間を「パルス幅」と呼ぶ。一般的に「ビープ」と呼ばれることが多い。そして、信号を発していない「オフ」の時間を「ポーズ長」と呼ぶ。この電波の「オン／オフ」を合わせた時間を「周期」と呼ぶ。

現在、パルス幅と周期は、同一メーカーのビーコンであっても、個体ごとにランダム化がなされており、信号の重なりを最小限に留めている。もし、複数捜索の状況でビーコンのシグナルが重なってしまうと、最新の機種でも個々の埋没を識別できなくなるからである。各メーカーが異なるパルス幅、ポーズ幅、周期のパターンを採用しているが、それらは規格の範囲内に収められている。

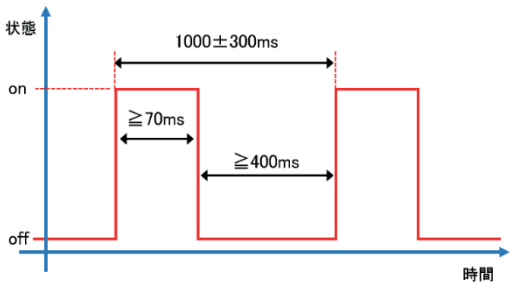


図 34 雪崩ビーコンのパルス

以前の１本アンテナのビーコンでは、パルス幅が長く設定されていた。それは音の変化を聞き取ることが重要だったからである。結果、それは複数埋没の際に、パルスが重なる状況を作りやすかった。また、雪崩ビーコンは精密な電子機器であり、経年の劣化が避けられない。それにより、パルス幅や周期が延びる症状を起こすことがあり、欧州規格の範囲が外れることがある。これらは各メーカーに出せば、確認が可能である。

8.7. 干渉に関わる指針

下図の雪崩ビーコンの干渉に関わる指針は、Avalanche Canada、the US National Avalanche Center、Canadian Avalanche Association、Colorado Avalanche Information Center、Utah Avalanche Center、 Northwest Avalanche Center など雪崩教育等に関わる機関と６つの雪崩ビーコンメーカー（ARVA、bca、Black Diamond、 Mammut、Orthovox、Pieps）のエンジニアなどによって Working Group が作られ、一般対象の資料としてまとめられたものである。本協議会からも、この Working Group にメンバーが参加している。適時適切にご活用されたい。

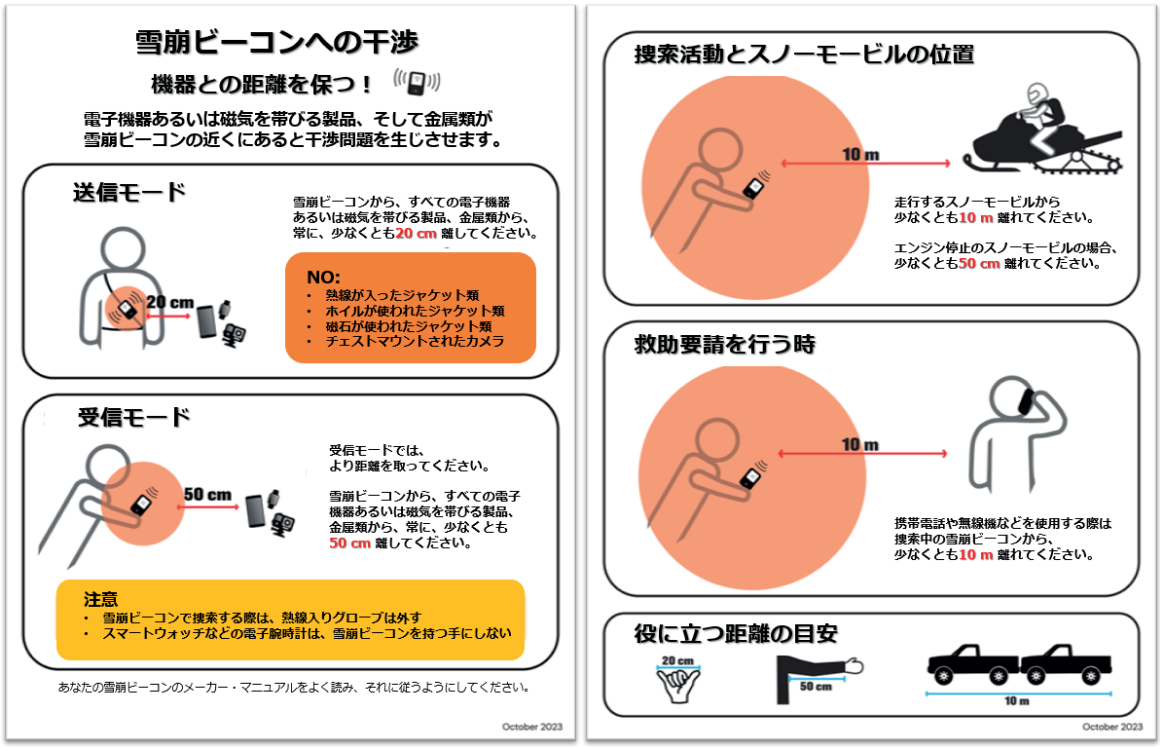


図 35 雪崩ビーコンへの干渉

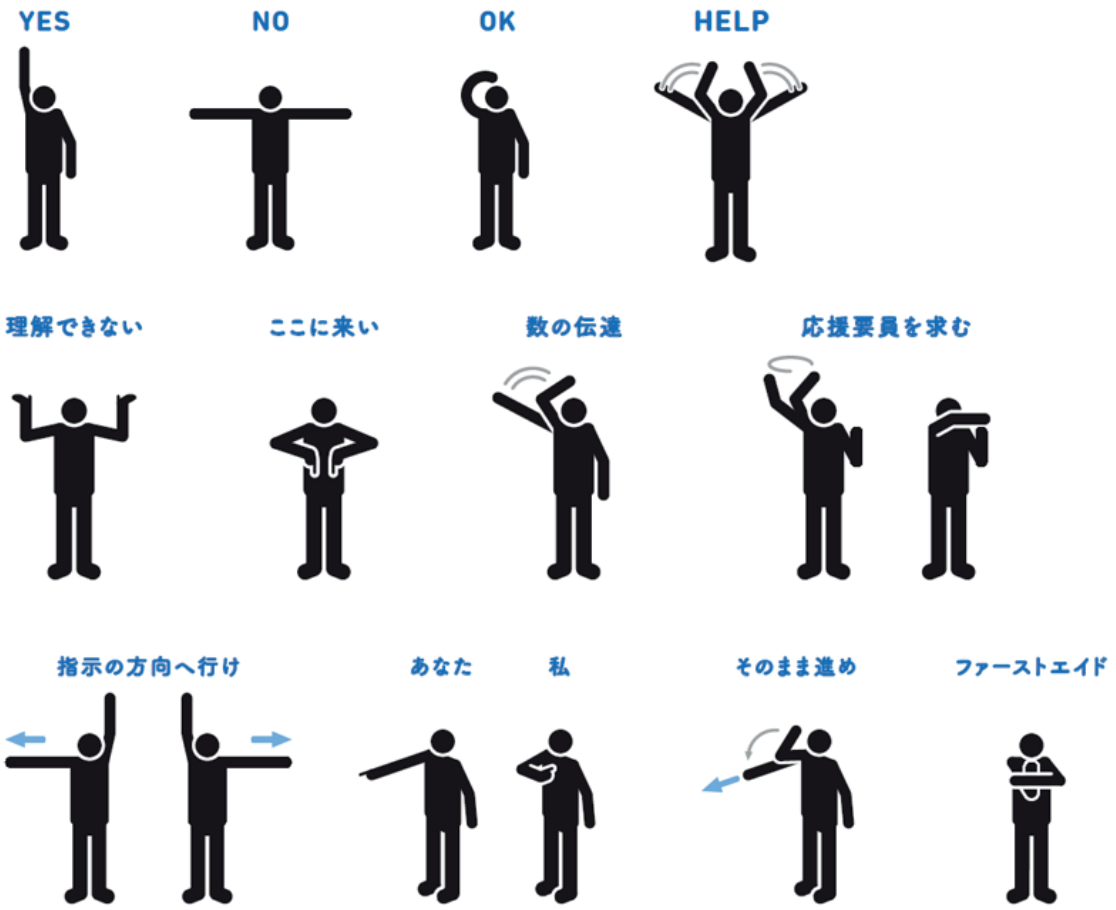
留意：

左のイラストにある「**20/50cm ルール**」は、メーカーによるラボでのテストやフィールドテストなどから Working Group 内でのコンセンサスが取れている事項である。一方、スノーモービルと、携帯電話などの通信機器に関する指針は、エビデンスがまだ脆弱であり、Working Group 内でも見解の不一致があった事項である。よって、右のイラストにある数値が「絶対的なものである」とは考えないように。ある程度の安全係数を見込んだ「目安」である。

もし、雪崩ビーコンに干渉の挙動が生じた場合、それに素早く気づき、より距離を取ることや、不要な機器の電源を切るなどの対応が、より重要である。そして、そのような干渉の発生に気づくには、**日頃から雪崩ビーコンの基本訓練を十分に行い、自分のビーコンの音や数値の変化の特徴を、よく身につけておく**必要がある。

8.8. ハンドサイン

比較的大きな捜索区域を持つ現場では、要員の声によるコミュニケーションが困難になるため、ハンドサインとハンドサインを使うことで情報交換することは効果がある。自然環境下において声による意思疎通が難しいラフティングなどでは、国際組織[3]がハンドサインを定めており、下記はそれを一部利用している。



ハンドサインにホイッスルを併用することで、より的確な意思疎通が可能となるため、以下に定義する。

注　目　　＝　YES ＋ 短音 1 回（ピッ）
緊急事態　＝　HELP ＋ 長音 3 回（ピーピーピー）
上に行け　＝　短音 2 回（ピッピッ）
下に行け　＝　短音 3 回（ピッピッピッ）

[3] International Rafting Fedaration

8.9. 標準的なフラッギング

ICAR（International Commission for Alpine Rescue：国際山岳救助委員会）は雪崩救助の様々な場面においてマーキングを行うことを推奨している。標準的なマーキングやフラッギングを行う目的は異なる救助チーム間で一貫性を保つことで誤りを減らすことにある。また、フラッギングは現場を明確に統制された状態に保つことで、救助の効率を高めるのに役立つ。

表 12　ICAR が推奨する雪崩現場における個々の局面でのマーキング

表示意味	色／配置	詳細
安全なアクセス／出口		**オレンジ：**旗、もしくはフラッグテープを木などに付ける。 ・後続のチームに雪崩の発生エリアへの入り口、あるいは搬出路を示す ・現場にいるチームにより、トラブルに陥った際に彼らが取ったルートを他のチームに伝え、助けを求めるさいにも使用される。
境界		**黄色：**旗、もしくはフラッグテープを木などに付ける。雪崩の流路とデブリの境界を示す。 ・降雪が続き、流路やデブリが雪に覆われてしまう際に必要とされる。 ・救助者が新たなトラックを雪面に刻む前に、流路やデブリに出入りしているトラックを発見するために sign cutting がされたラインを示す。 ・商業的（営業上の）「警告」テープ、もしくは警察による境界線もここで使われる。
プロービングされたエリア		**赤：**スポットプロービングされたエリア、およびラインプロービングによってカバーされた境界を示す。
救助者による発見（物体、トラック、救助犬の反応）		**青（ラベルされている）：**衣類、装備、境界の中や端にあるトラック、救助犬チームによるサインを示す。 ・ラベリングすることにより、救助者が各スポットを名前で呼ぶことが可能となる ・ラベリングは重複しない数字や文字列で構成され、それらは事前に用意されている
最終目撃地点		**交差する二本の旗。色は任意：**スキーやポールなどを交差させてもよい。目撃者により対象が最後に目撃された地点（雪崩遭遇前でも雪崩に巻き込まれている最中でもよい）を示す。
死体もしくは生存者の発見		**交差する三本の旗。色は任意：**対象が発見された場所を示す。 ・複数埋没では必須。特に遺留品や衣類が発見された場所を徹底的に捜索する際に有効 ・同様に何人の対象が位置していたかを示す

8. 10. 優先捜索区域と対象物

雪崩は雪粒子と空気の混合流であり、流体に似た振る舞いで流下する。そのため、流れに淀みが出る場所で埋没する可能性が高いことが経験的に知られている。たとえば、階段状の落ちこみがあるところ、デブリのカーブ部、あるいは樹木や岩などの障害物の周囲などである。また、統計的にはデブリ末端での埋没の可能性が最も高い。

デブリ表面にある要救助者の残留物は、必ず、拾い上げ、確認する。雪崩による埋没からの生還者は身体の一部（スキー等を含む）が露出しているケースが多く、これによりビーコンなどの捜索よりも極めて迅速な救出が可能となる。また、ビーコンが未装着の場合も、この残留物を中心にスポットプロービングを実施し、要員が増えた時点でデブリ末端等でのラインプロービングを行う。

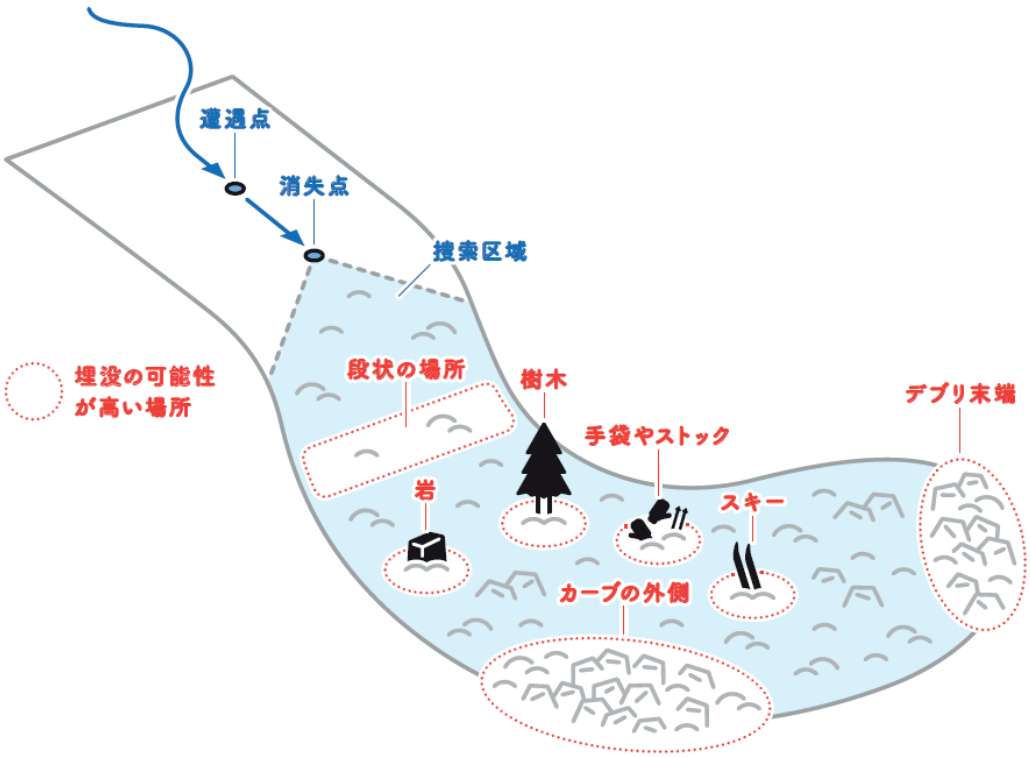


図 36 優先捜索区域

8.11. 雪崩捜索救助の参考例

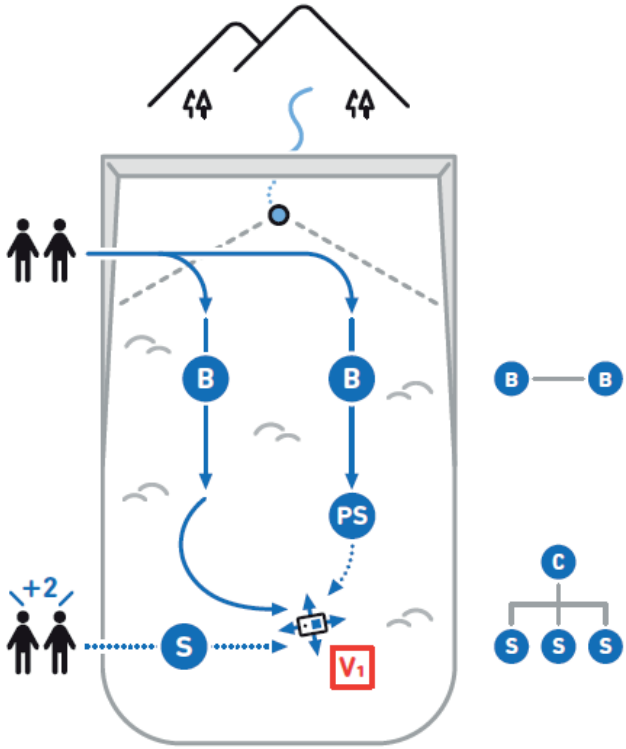
インシデントと対応人数および近傍からの応援を含めた組織構造の参考例を記す。これはあくまで、現場対応の一例であり、地形要素やデブリの状態等により、実際の動きは異なったもののほうが最善の場合もある。

なお、図版における略記の意味は以下である。

C：指揮者（commander）　L：班長（leader）　B：ビーコン（beacon）
P：プローブ（probe）　S：掘り出し（shovel）　V：埋没者（victim）

8.11.1. 参考例 A

３人パーティの内、１名がサイズ 1.5 の雪崩に流された

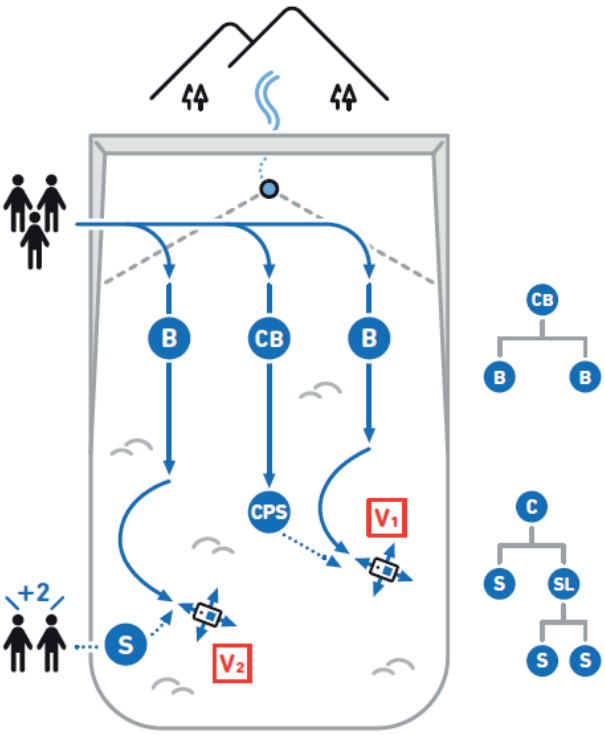


残された要員２名はビーコン捜索を実施、先にシグナルを補足した要員がコースサーチおよびファインサーチを実施し、位置特定を行う。他方の要員はプローブと掘り出しの準備を行う。

要員２名は掘り出しを実施しているが、近傍にいた２名が応援要員として救助活動に参加。１名が現場指揮者として要員３名を統制する。

8.11.2. 参考例 B

５人パーティの内、２名がサイズ 2.5 の雪崩に流された



残された要員３名は、走路幅を考慮しつつビーコン捜索を実施。１名を現場指揮者とし、中央に入る。コミュケーションを取りながら素早い捜索を行う。

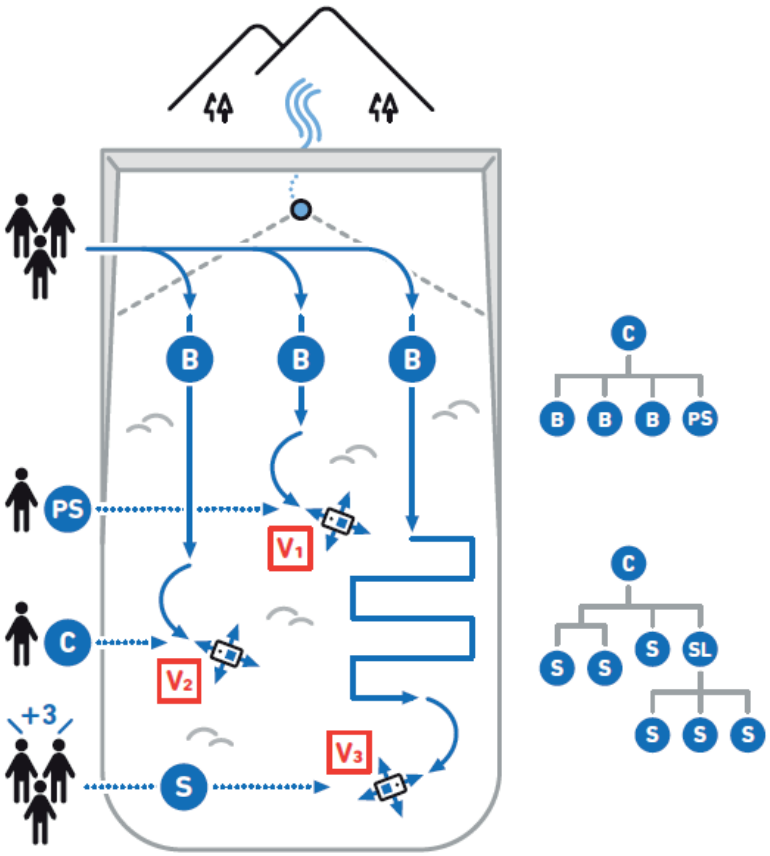
右の要員に埋没者（V1）のビーコン反応があり、コースサーチ入る。現場指揮者はプロービングと掘り出しの応援に向かう。

左の要員は、中央でのビーコン捜索が抜けたことによる空白地帯がでないように注意しつつビーコン捜索を継続する。

埋没者（V2）のファインサーチの最中に、近傍パーティ２名が応援に到着し、掘り出し班として作業に加わる。

8.11.3. 参考例 C

８人パーティの内、３名がサイズ 2.5 の雪崩に流された



３名をビーコン捜索とし、１名を現場指揮者、１名をプロービング＆掘り出しの要員として捜索開始。

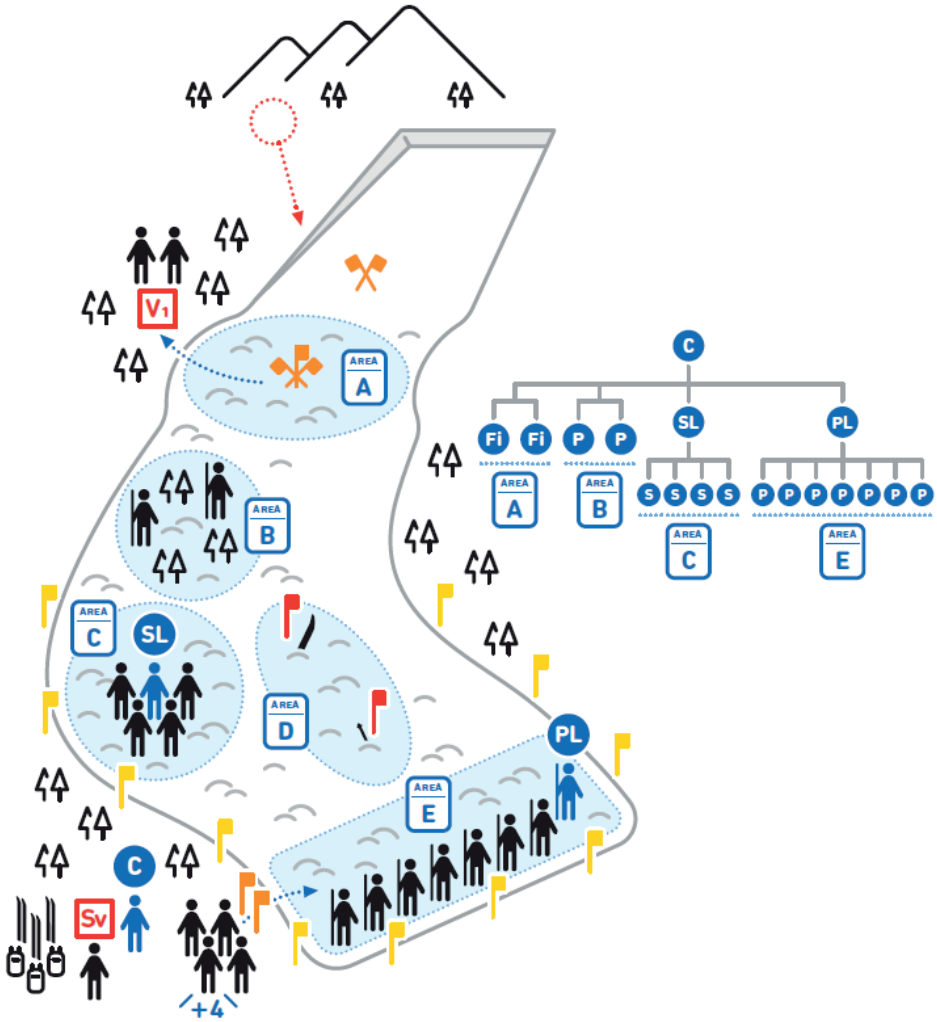
中央の要員が浅い埋没者（V1）を発見、ほぼ同時に左の要員も埋没者（V2）のシグナルを捉える。現場指揮者は左（V2）、プロービング＆掘り出し要員は中央（V1）の各埋没者の救助へ向かう。

残る１名の捜索を続けていた右の要員は、中央の要員が抜けたことによる空白地帯ができないように注意深く捜索を続けたところ、深い埋没が示唆される要救助者の位置を特定。そこに近傍のパーティから３名の応援者が到着した。

中央（V1）および左（V2）の埋没者は呼吸空間が既に確保されているため、応援者は埋没者（V3）の掘り出し救助に加わる。

8.11.4. 参考例 D

７人パーティ全員がサイズ３の雪崩に流された。１名が自力脱出し、近傍パーティに救助を要請。被災者は全員ビーコンを所持していない。



現場指揮者は、生存者（Sv）から雪崩発生状況および行動形態等の聞き取りを行い、優先捜索区域を決定する。段地形でデブリが堆積している区域「A」、樹木のある区域「B」、堆積区のカーブ外側の区域「C」、残留物のスキーとポールが発見された区域「D」、デブリの末端区域「E」。

区域「A」で部分埋没の要救助者（V1）を発見し、要員２名が安全な場所でファーストエイドを行う。区域「B」では要員２名が木の周辺でスポットプロービングを実施、区域「C」では埋没者１名がプローブにヒットし、要員５名が掘り出し作業を行う。区域「D」の２つの残留物の地点においては、既にスポットプロービングが行われ、クリアの状態。区域「E」では要員７名によるラインプロービングが実施されている。

そこへ近傍パーティから４名の応援が到着。現場指揮者へチェックインを行い、必要のない装備を決められた待機所に置き、指示を受けた区域の活動へ向かう。また、作業の途中で付近の山小屋に装備されていたフラッグが到着したのでガイドラインに沿ったフラッギングを実施した。

8.12. インシデント報告フォーム

●報告者

氏　名：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　　性　別：　男性　・　女性

携帯電話：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　　メール：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

インシデントとの関係：　当事者　・　目撃者　・　救助者　・　友人　・　その他

●雪崩データ

日　時：　　年　　月　　日　　時　　分頃

場　所：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

標　高：　　m　　斜面方位：　　　斜度：　約　　度

雪崩種類：　面発生　・　点発生　／　乾雪　・　湿雪　／　表層　・　全層

雪崩規模：　破断面・幅　　m　／　厚み　　ｃｍ～　　ｃｍ

発生のきかっけ：　自然　・　誘発

●被害データ

グループ全体：　　人　　雪崩遭遇：　　人　部分埋没：　　人

完全埋没：　　人　／　埋没深：　　cm（頭部の位置）

埋没時間：　　分　ビーコン（有・無）

発見方法：　目視　・　ビーコン　・　その他（　　）

怪　我：　軽傷　　人　／　重症　　人　　死亡　：　　人

状　況：　インシデントの状況を記載してください。

8.13. 緊急通報の指針

目的：　警察あるいは消防などの公的救助機関に事故発生を緊急通報する際、誤謬を避け、的確な内容を、素早く情報伝達するため、最重要項目を指針として整理した。

■通報判断
- まずは、自助および共助による現場対応を優先
- 現場での優先事項が完了したら通報
- 通信要員の配置が可能なら、すぐに通報
- 現場要員での対応が困難と判断したら、すぐに通報
- 状況の悪化が明らかな場合、すぐに通報

■通報事項
- 最初に「山岳遭難」であることを告げる
- 発生場所
  - 山名（具体的に）
  - GPS データ（携帯電話を活用）
- 事故概況
  - 発生時刻
  - メンバー構成
  - 発生した雪崩と行動
  - 被害の内容と状況
  - 通報者の情報
- 気象状況
  - 天候
  - 視界と風

参考例：山岳遭難が発生しました。救助をお願いします。場所は、鎌崎山東尾根 1,500 m 付近の東斜面。GPS 情報は、北緯○○度○分○秒、東経○○○度○分○秒。11 時 30 分頃に雪崩が発生。3 人と 4 人の 2 グループの内、5 人が流され、3 人が完全埋没。2 人は掘り出し完了し、残りの 1 人の完全埋没者の掘り出し中。掘り出された 2 人は、足の骨折 1 人、腕の軽傷 1 人。私は事故当事者○○で、3 人グループのリーダーです。現場の視界は良好、晴れ。ただし、稜線付近で大きな雪煙あり。

■通報管理
- 担当の決定
  - 救助機関からの連絡への対応
- 簡潔な通話
  - 文を短く、切る／事実とデータ主体
- 携帯電話の管理
  - 寒冷対策＆予備バッテリー／アプリ制限／仲間と連携し、計画的な携帯電話の温存

■留意事項

県境付近では隣県の救助機関に繋がる場合もある。また、各救助機関の体制、事故の規模、内容、状況などによって、第一報においても、より詳細な情報が必要となることもある。

参照文献

[1] A. Degawa, “Changes in Avalanche Fatalities by Activity and Associated Challenges in Winter Outdoor Recreation in Japan (1991-2025),” InternationalSnow Science Workshop, Whistler, BC., 2026.

[2] P. Haegeli, M. Falk, H. Brugger, J. H. Etter , J. Boyd, “Comparison of avalanche survival patterns in Canada and Switzerland,” Canadian Medical Association Journal, Canada, 2011.

[3] G. Statham, P. Haegeli, E. Greene, K. Birkeland, C. Israelson, B. Tremper, C. Stethem, B. McMahon, B. White , J. Kelly, “A conceptual model of avalanche hazard,” *Natural Hazards,* 第 巻 90, 第 2, pp. 663-691, 2018.

[4] T. Auger , B. Jamieson, “Probing revisited,” International Snow Science Workshop, Banff, AB., 1996.

[5] M. Hellberg, T. Exner, S. Steinmuller , C. Stelzer, “Avalanche Transceiver Test 2013-14,” Safety Research Group of the German Alpine Club, Germany, 2014.

[6] F. Tschirky, B. Brabec , M. Kern, “Avalanche rescue systems in Switzerland: Experience and Limitations,” International Snow Science Workshop, Big Sky, MO., 2000.

[7] B. Edgerly, “Pinpointing on a line: A modern technique for solving deep burials,” International Snow Science Workshop, Penticton, BC, 2002.

[8] M. Genswein, “Pinpointing in a circle -An effective and reliable system for the precise location of deep burials,” International Snow Science Workshop, Big Sky, MO. , 2000.

[9] D. Stopper, F. Hohensinn , B. Edgerly, “Searching in parallel: Taking advantage of multiple searchers in transceiver rescue.,” International Snow Science Workshop, Davos, 2009.

[10] M. Genswein , S. Harvey, “Statistical Analyses on Multiple Burial Situations and Search Strategies for Multiple Burials,” International Snow Science Workshop, Penticton, BC., 2002.

[11] S. Blagbrough , J. De Montigny, “Instructing students on how to conduct a multiple burial search using the elementary micro-search strip method,” International Snow Science Workshop, Banff, AB., 2014.

[12] C. Semmel , D. Stopper, “Beacon searches with the three-circle method - A baseline method for beacon searches with multiple burials,” DAV (Deutscher Aplenverein), Panorama, Germany, 2004.

[13] S. Christie, “The Three Circle Method: A Standard Approach for Avalanche Professionals,” International Snow Science Workshop, Telluride, CO, 2006.

[14] M. Genswein, D. Letang, F. Jarry, I. Reiweger , D. Atkins, “Slalom probing: A survival chance optimized probe line search strategy,” InternationalSnow Science Workshop, Banff, AB., 2014.

[15] M. Genswein, “The V-shaped snow conveyor belt,” International Snow Science Workshop, Whistler, BC., 2008.

[16] M. Pasquier, G. Strapazzon, A. Kottmann, P. Paal, K. Zafren, K. Oshiro, C. Artoni, C. Van Tilburg, A. Sheets, J. Ellerton, K. McLaughlin, L. Gordon, R. W. Martin, M. Jacob, M. Musi, M. Blancher, C. Jaques , H. Brugger, “On-site treatment of avalanche victims,” Scoping review and 2023 recommendations of the international commission for mountain emergency medicine (ICAR MedCom), 2023.

[17] P. Haegeli, M. Falk, E. Procter, B. Zweifel, F. Jarry, S. Logan, K. Kronholm, M. Biskupic and H. Brugger, "An Up-to-Date Perspective on the Effectiveness of Avalanche Airbags," *The Avalanche Review,* vol. 33, no. 1, pp. 9-11, Sept. 2014.

[18] 特定非営利活動法人日本雪崩ネットワーク, 気象・積雪・雪崩の観察と記録のガイドライン, 横浜市: 特定非営利活動法人日本雪崩ネットワーク, 2017, p. 118.

[19] D. Stumpert, “e l'intérêt d'une sonde et d'une pelle en cas d’avalanche,” 2010.

[20] G. Statham, “Avalanche hazard, danger and risk - A practical explanation,” International Snow Science Workshop, Whistler, BC, 2008.

[21] 特定非営利活動法人日本雪崩ネットワーク, 雪崩業務従事者レベル１, 横浜市: 特定非営利活動法人日本雪崩ネットワーク, 2018, p. 90.



日本雪崩捜索救助協議会
Japan AvSAR Council
avsarjapan.org