

ホワイトアウトナビゲーションについて

加藤 智 司 (陀羅仏同人)

はじめに

私が1999年正月に薬師岳に登った際は、視界が利かない山頂からの下降で非常に神経を消耗した。ここではホワイトアウトナビゲーションという「用語」は意識することはなく、自分達の持っている技術、知識を結集したという思いがある。

過去に薬師岳や八方尾根の遭難があったように幅広い稜線において誤った尾根に入り込んだ事例は数多くある。

登山の安全を高めるための一助として「ホワイトアウトナビゲーション」が注目を浴びることは喜ばしいことである。願わくは、これに含まれる様々な要素をバラバラに取り上げることや、都合の良い側面だけを見ることに弊害あることを感じて頂ければと思う。

最近になって宇宙技術の延長線上にあるGPSなど最新機器のおかげで、数メートル単位の位置特定が日常の話題となる事もある。しかし、精密機器と正確な地図と相まって成立するものを、不確実な要素が多い登山の中に万能なものとして受け入れるのは時期尚早であると思われるが、どうであろうか。

登山行為においては、最新技術や機器と大量の情報をもち込む事が登山者自身の智慧、経験、体力不足を単純に補う関係と考えてはならない。自然をフィールドとする登山では無条件に機器を信用するのではなく、基本となる技術、体力を磨き、経験を重ねつつ、上手に機器を使いこなすという「心構え」が必要である。

自然現象はまだ未知であることも多く、最近の地球温暖化現象の影響がどうなるかもわからない。この2・30年の平均値で今の気象を語ることが困難になってきている。そのように感じる方もいることと思う。

私はホワイトアウトナビゲーションを登山計画に取り入れる事の大きな効果は、チームメンバーがこれから入山しようとする山についての「概念」、更に地形図に込められた情報を読み、「ルート概念」にまで検討し、仮説をたてる事にあると考えるのである。なぜならば、こうした「過程」でホワイトアウトによって引き起こされる「危機」のみならず様々な「危機」についてメンバー内に共通した理解が深まるからである。

ホワイトアウトナビゲーションについて述べる前に、ホワイトアウト、地形図、コンパス、高度計、測定誤差、ヒューマンエラーについても考えてみたい。

ホワイトアウトナビゲーションは日本ではいつから使われ出したか。

迷いやすい幅が広く目標物が少ないルートにおいて、近代登山で同様のナビゲーションが日本の冬山でなされてきたことに異論はない。本稿に述べる「ホワイトアウトナビゲーション」のように地形図上におけるルート検討段階から山中における行動まで、体系的に捉えたシステムとして日本の山岳界に紹介されたのは2003年2月に「(株)日本山岳ガイド連盟」が行った積雪期ガイディング技術向上の為に行なわれた「研修会」が最初と思わ

1. 登山技術に関する調査研究

れる。

ホワイトアウトとはどのような状況をいうのか。

1. 一面に白色の世界に入ったように感じられる極地方でよく見られる光学現象。地表が完全に雪で覆われ、空一面が一様な雲で覆われた時に起こる。このとき、雲底から雪面に向かう光の量と雪面で反射し上空に向かう光の量がいたるところでほぼ等しくなっている。したがって、地表、地平線、雲という上下のコントラストがなくなる。また、光が雲を透過した散乱光であるため、物体に影ができない白色の世界になる。

(東京堂出版「気象の辞典」
和達清夫監修による)

2. 空を雲が覆い、地表を氷雪が覆っている時、雲と氷雪面で、光が同じ程度乱反射し、一帯が白く光って視界がきかなくなる現象。

(学習研究社「カタカナ新語辞典」)

3. 極地の雪原で、一面の雪による乱反射のために天地の区別や方向・距離などの感覚が失われる現象。猛吹雪のために視界が極度に低下すること。(三省堂「大辞林」より)

4. 吹雪で発生したガスや舞い上がる雪などによる“白い闇”で視界や方向・距離感覚を奪われてしまう現象のこと。

いくつかの辞書によれば上記の通りである。1の「気象の辞典」の解説では“なぜ?”がしっかり説明されている。私達は視覚に多くを依存し判断の基準としている。あらゆる価値判断は「絶対」ではなく「相対」的なのだと改めて思う。

日本の冬山では「視界・方向・距離感覚が奪われ、自分が立っている場所の傾斜感覚さえ確信がなくなる」そのような感覚に近いのではないだろうか。

積雪期の山でルートを見失う危険性が高いのは、雪原、幅広い尾根、扇状に広がる沢などである。冬山登山にあってはたびたび登山者自身の勘違いや思い込みの結果、ルートを間違え、又は“リングワンデリング”に陥り、遭難を起こすこともあった。

登山中にホワイトアウト状態に遭遇した場合どうするか。

ホワイトアウト状態になる直前まで現在位置を見失っておらず、雪崩、転滑落、強風などの危険要因に曝されてなければ、風雪やガスが弱まり視程が回復するのを待つことが一番である。待機中もルート観察、防御態勢の構築、行動食の摂取などを行いその後の行動に備えることはいうまでもない。リーダーはメンバーの行動と精神状態を十分なコントロール下に置き、集団心理に流されて大胆且つリスクな判断を下すことは避けなくてはならない。山においては多数の意見が正しいとは限らないからである。

しかし、そこに留まることが困難な場合には、既に今まで使ってきた地形図、コンパス、高度計を頼りに慎重に歩みを進めなくてはならない。必要に応じロープを使い安全を高める必要もある。ロープは登攀的要素がなくても冬山の標準装備として考えなくてはならない。

気が付いた時にはホワイトアウトになっていた場合には、パニックにならぬよう、しっかりした防御態勢をとり天候回復を待つ。又は現在地点を基点として地形図、コンパス、高度計、ロープなどを使い、“より状況が良い”地点へ脱出しなくてはならない。

ホワイトアウトは登山における一つの“条件”であるから、転滑落・雪崩誘発・雪庇踏み抜き・強風に曝されることなどを含め、“危険要因”を

減少させなければならないのはいうまでもない。

「より良い状況にする」とはまさにチームの安全確保上、「一番優先される事からする。」ということである。

登山用地図

登山に適しているのは国土地理院発行の1/25000地形図である。この他には1/50000地形図がある。

地形図上の距離は次の通り

表 1

地形図の種類	1 mm	1 cm
25000分の1	25m	250m
50000分の1	50m	500m

地形図に書かれた等高線は次のように決められている。細い線で書かれた曲線は「主曲線」

太い実線で書かれた曲線は「計曲線」でそれぞれの高度間隔は次の通り

表 2

地形図の種類	主曲線	計曲線
	細い線	太い線
25000分の1	10m毎	50m毎
50000分の1	20m毎	100m毎

経験的に私達は、地形図を見て等高線が密であれば「急傾斜」、間隔が広ければ「緩やか」と判断している。地形図からは読み取れる傾斜角度はおおよそ次の通りである。

60度以上になると地形図上では「ガケ」の記号で表現される。快適に登れる斜度は15度までである。

表 3

地形図の種類		計曲線 (太い線) 間の距離 (約mm)					
		2mm	3.5mm	5.5mm	7.5mm	11mm	23mm
25000分の1	斜面の傾斜 角度 (おおよそ)	45度	30度	20度	15度	10度	5度
50000分の1							

真北と磁北

日本では磁北は真北より5（沖縄）～10度（北海道）西へ傾いている。これを磁針偏差という。私達は「西偏〇〇度」と言い、国土地理院発行の地形図にはその数値が記載されている。

地球を一つの磁石と考えると、その「北磁軸極」が北極点と一致していない為、日本では「西に偏り」が生じるのである。

写真 1

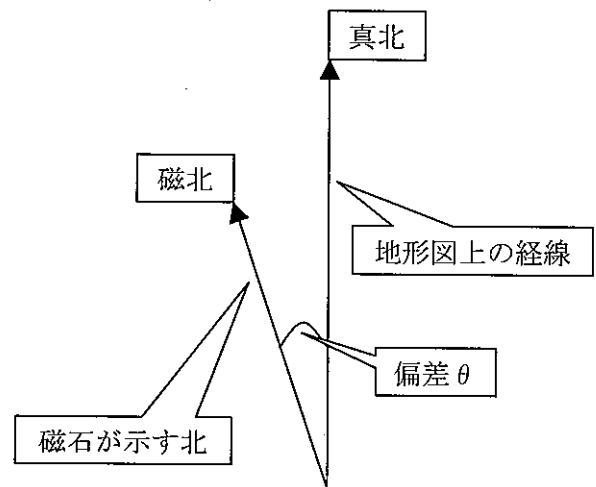
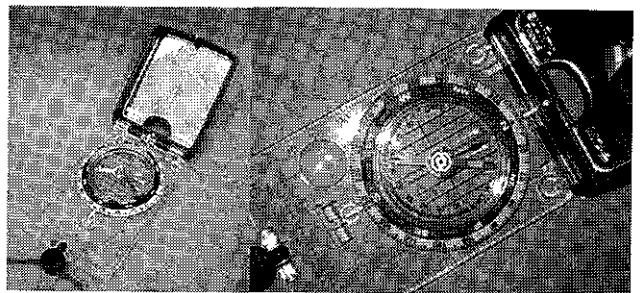
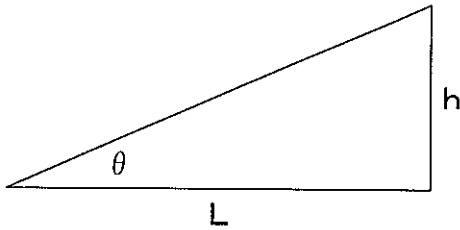


図 1

1. 登山技術に関する調査研究

磁北線の引き方

分度器やコンパスを利用して地形図上に直接、磁北線を引くより、「直角三角形の直角を挟む一辺の長さLとそれに接する角度θ」から三角関数を利用して計算する方がより正確に引く事ができる。



$\tan \theta = h/L$ である。

しかし、関数計算機や三角関数表がない場合の概算値を求めるには次の式を利用する。多くの人が知っている「円周の長さ」を利用するものである。本州中部山岳地帯で0.2mm程度は小さくなるが、一般的な定規、コンパスの角度目盛、ペンの太さ、読みとり誤差等を考慮すると、登山用としては実用に耐えらと考えるがどうであろうか。一周360度の西偏分の角度に相当する円周長さhは

表4

西偏の角度		地形図縦の長さ370mm		
表記	計算用	ズレ概算値(×6.46)mm	L*tan θ	差
6度00分	6.00	39mm(38.8mm)	38.9mm	0.1mm
6度10分	6.17	40mm(39.9mm)	40.0mm	0.1mm
6度20分	6.33	41mm(40.9mm)	41.0mm	0.1mm
6度30分	6.50	42.0mm	42.2mm	0.2mm
6度40分	6.67	43mm(43.1mm)	43.3mm	0.2mm
6度50分	6.83	44mm(44.1mm)	44.3mm	0.2mm
7度00分	7.00	45mm(45.2mm)	45.4mm	0.2mm
7度10分	7.17	46mm(46.3mm)	46.5mm	0.2mm
7度20分	7.33	47mm(47.4mm)	47.6mm	0.2mm
7度30分	7.50	49mm(48.5mm)	48.7mm	0.2mm
7度40分	7.67	50mm(49.5mm)	49.8mm	0.3mm
7度50分	7.83	51mm(50.6mm)	50.9mm	0.3mm
8度00分	8.00	52mm(51.7mm)	52.0mm	0.3mm

$$h = 2 \times \pi \times r \times (\text{西偏の角度} / 360^\circ)$$

$$= 6.46 \times \text{西偏の角度}$$

r = 370mmを代入(地形図縦の長さ)
 π : 円周率(3.14159)

1本目の磁北線を引いた後、40mm間隔で西に向かって引いていく。1/25000地形図では4cmは1kmに相当する。

表4には主な「西偏の角度」に対応した磁北線を引くときの「ズレ幅mm」を示した。図2を参照。地形図の標高値と等高線の精度(ばらつき)

地図作成仕様書によれば、下記の程度、ばらつきが存在している。これは統計的に表現すれば平均値から標準偏差でばらつきが存在するということである。

- 平面位置 地形図上0.7mm以内
(1/25000では17.5m)
- 標高点の高さ 主曲線間隔の1/3以内
(1/25000では10mの1/3で3.3m)
- 等高線の高さ 主曲線間隔の1/2以内
(1/25000では10mの1/2で5.0m)

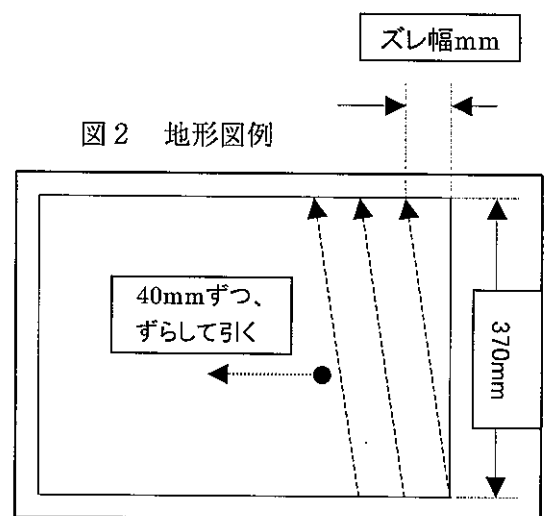


図2 地形図例

私達登山者は精密な計測機器と正しい取扱（後述）に関心を持つと共に、地図の精度を理解し実際の登山活動に生かさねばならない。枝葉末節に囚われずに、現実の地形、山を大きく捉え判断しなくてはならない。

アウトドアフィールドで方位を知る方法

1. コンパス

専門メーカーから販売されている登山用コンパスは全方位を20度ずつ数値で表示し、目盛は2度毎に刻印されている。磁針はオイルで封入されているものが登山用として推奨される。

（写真1）

コンパス使用にあたって注意すべき点は次の通りである。

機器の水平に保って計測する為に、背筋を伸ばし、脇を締め肘が90度にする事。

自分の「利き目」のラインに磁針の中心を置くこと。「利き目」の判断は両目で遠くの目標物と自身の指を一致させた後、片目ずつ交互に見たときに一致する方が「利き目」である。

ビーコン、無線機、携帯電話など磁気を発生する機器を遠ざけること。

一目盛2度で読みとり誤差が1度あった場合、1km先の目標物は $(1000\text{m} \times \tan 1^\circ) = 17.5\text{m}$ 違ってくる。このようにコンパスを使って得られる数値は大変粗いものではあるが、登山活動では実際の地形、地形図、高度計などの情報を複合して現在地点を推定している。電子コンパスについては各取扱説明書を見て頂きたいが、中には±5度というものもあるので注意が必要である。

2. 太陽の利用

アナログ腕時計の中心に細い棒を立てて、できた影を短針に合わせ、文字盤の12時との1/2

の方角が北である。

3. 星の利用

北極星をカシオペア、北斗七星を利用して探すのである。ここでは詳しくは述べない。

未知の地域への探検や船舶においても自身の位置を知るために古くから上記の方法などが用いられてきた。

最近衛星を利用したGPSが盛んに使われるようになった。GPS利用に関しては別に詳しく解説された書物を参考にしていきたい。

距離の測定

距離の測定は古来より現在まで政治的にも重要な情報で国家事業である。

大まかに数種類の測定方法を紹介するが、世界の基点間の距離は精密に計測されている。任意の地点間距離を知る場合、目的とする用途に見合った精度を得るに相応しい機器、正しい手順が必要となるのは当然である。精密な機器にはそれに相応しい観測「やぐら」があるのである。

登山では地形図とコンパスを用いて遠くにある特定可能な二つ以上の山頂からおよその現在地点を見つけることは可能である。が、これからは任意の地点間距離は正確にはわからない。

現在は自分の立つ任意のa地点からd地点の移動距離はGPSを利用するのが良い。但し、ハンディGPSからの位置、電子コンパス、高度情報には誤差があるため、絶対値として活用するには注意が必要である。

1. 平地であれば巻き尺や車輪の回転を利用して測る。山岳地帯で果たして2点間距離をこの方法でわかるであろうか。たぶんそのようなことを考えることもないであろう。
2. 三角測量：大きな目標物を結ぶ三角点網を作る必要がある。極めて正確な「基線」と

1. 登山技術に関する調査研究

「角度」が必要で、登山技術というより測量技術に近い。およその位置把握には役に立つ基本的な技術である。

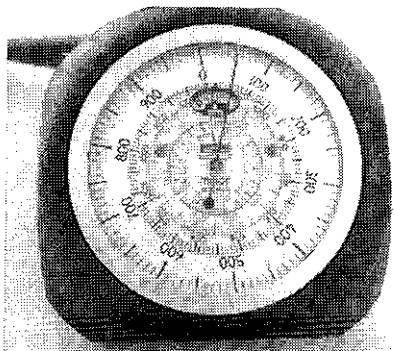
3. 光学計測：専用の精密光学機器を使う*スタジア測量があるが、主に短い距離の地籍図作成や土木工事の測量にしか使えない。登山に持ち込む者はいないであろう。
4. 電子測量：レーザー光線を使った*ジオジメーターは空気が澄んでいれば80kmまで測定できる。この電子式測距儀を用いたとしても観測用のやぐらを組む必要がある。
5. 人工衛星：宇宙から地球そのものを測り、地球環境を継続的にモニタリングすることが可能になった。

脚 *印について：測量に関する専門書を参考にさせていただきたい。

高度計

スイス トーメン高度計は温度変化による発生誤差を自動的に補正する機能を内蔵し、10m単位の日盛りで高度を読み取ることができる。ただし、腕時計タイプも同様だが、高度計は気圧の変化を利用しており、気象の変化によって誤差が生じるため、行動中視界がきく間に、既知ポイント毎の現在位置特定と高度補正をする必要がある。

高度計はある地点から次の地点間の高度差を測る使い方をする事も多い。本題である「ホワイトアウトナビゲーション」ではポイント間の高度



差を測定するのである。必要に応じて既知ポイントで高度補正を行う。

登山中現在位置特定の精度

視界良好な登山中に地図、コンパス、高度計を使って現在位置が「わかった」場合、この「わかった」はどの程度の正確さがあるものであろうか。例えば、第三者に無線などを使用し現在位置を知らせる場合を考えてみる。まず、大きく捉えた後、絞り込んでいくのが普通で、これは人、物、金銭、時間的に理に適っている。「△△山、○○○尾根(谷)、(約)□□□0m地点」と言うのがせいぜいであるし、妥当であるがいかがであろうか。

登山活動において、それぞれの機器を正確に使いこなす事と目の地形を判断する場合、どちらを主とし、どちらを従とするかは明らかであろう。人間の錯覚、思いこみ(ヒューマンエラー)

「ヒューマンエラーとは、人間の決定または行動のうち、本人の意図に反して人、動物、物、システム、環境の、機能、安全、効率、快適性、利益、意図、感情を傷つけたり壊したり妨げたもの」(「失敗のメカニズム」 芳賀 繁 著より)

ここではこのように定義されている。

登山中に見覚えのある岩や木を見て正しいルートだと思いこみ、雪の中をうろろうろした経験を持つ者は多い。その場合、私達は「失敗した!」と認識するまで、なかなか判断ミスに気づきにくいのである。何しろ正しいと信じて行動しているのだから当然である。

すべての事象は確率的な差があるものの、「絶対」はあり得ない。この事をおぼろげながらも納得しているにもかかわらず、自分に都合が良い事は確率が高く起き、都合の悪い事は確率が低くめったに起きないと思ってしまうのである。

登山中に於いては地形、事物そのものを知覚情

報として認識して、知識、経験、更に機器の数値と照らし合わせ、行動を決定している。ホワイトアウトという状況は冒頭に書いたように高低、方向、距離感覚が失われる状態に登山者がおかれるということである。私は猛吹雪の中確かに足を止め止まっているはずなのに動いていると感じた事もある。現実と頭脳の理解が一致しなくて混乱してしまっただのである。

こうした環境下で、自分が見て、感じている「情報」が当てにならない中、機器に頼る割合を上げて地形図、コンパス、高度計から得る情報を元に判断し、脱出しなければならない。

「灯台の明かりを頼りに海を進む船」のように、地形図、機器に誤差があったとしても、立ち止まることなく全知全霊を傾けて行動・修正を続けなければならない。

ホワイトアウトナビゲーション

ホワイトアウトになって慌てて地形図、コンパス、高度計を取り出しても役に立たないのである。

この技術はホワイトアウトに備えて、予め地形図上に進むコースのポイントを書き込み、それぞれのポイントを直線で結ぶ作業が必要である。この地形図上の線上が進むコースとなる。別紙「ナビゲーション表」に区間No、ポイント名、標高、ポイント間高度差、「進む」方向角度（ベアリング）、「下山」方向角度（バックベアリング）、距離、時間、備考を書き込む様になっている。登山ルートすべてにわたり記入し終えれば入山準備は完了である。（記入例1）山中においてはポイント毎に登降方向を修正するのである。

ポイントをどこに置くか。

地形の変化する所、大木など積雪期でも見つけることが可能と考えられる所が良い。機器の表示単位より細かい設定高度にポイントを置く

ことは、機器、地図、読みとり、書き込みの誤差を考えると努力の割に報われない行為とも言える。（自分がそう思うからといって1m単位で作成するということである。）

雪山であればどこでも使える技術か。

特に氷河上、広大な雪原、斜面、尾根に置いて大変有効である。初めての地域に踏み込む場合にも有効である。

しかしながら、筆者は藪のある積雪期中部山岳地帯で行ったが、ルートと地形の複雑さとポイント位置などでナビゲーション効果に疑問を抱くに至った。つまり、積雪状態が複雑に変化するルートでは予め想定した登降ルートと現場における安全なルートと乖離（かいり）が生じるのである。入山前に地形図上で如何に詳細検討したところで積雪によって生じるルートのうねりは山に入ってからでないとわからない部分も多いからである。

そもそも、当ナビゲーションは目標にピンポイントで到達する事自体を目的としているわけではない。事前にルートを研究し、登りそして下山する行程上の「リスク」を軽減するものである。

登山行為において私達は機器の指示に従って「登山」するのであろうか。あるいは機器などが不確実な要素を含むからといって、機器を否定してしまうのであろうか。極端な判断は間違いなく大きな「リスク」背負い込むことになる。

冒頭に述べた通り、私はホワイトアウトナビゲーションを含む山行計画たてたその瞬間から山行が始まると考える。そのプロセスで考えられる限りのケースについて、準備検討することが重要なのである。ホワイトアウトが起きたか否かは結果論で、しかも想定内の出来事なのである。どのような登山におけるシステムも登山者が主体とな

1. 登山技術に関する調査研究

った判断を下す為の補助的な役割に位置づけることが大切である。

私達は起こるかもしれない「想定外の事態」のとき、「ミス」を犯しても「重大な失敗」に至らないために、山行を重ね「経験値」と技術を向上せねばならないのである。

参考文献：順不同で以下の通り

東京堂出版 「気象の辞典」 和達清夫 監修

学習研究社 「カタカナ新語辞典」

三省堂 「大辞林」

社団法人 日本山岳ガイド協会

「ガイディングマニュアル」

失敗のメカニズム 芳賀 繁 著

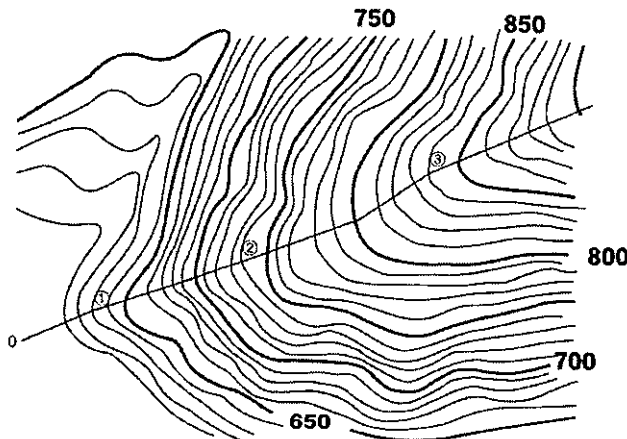
記入例 1

White Out Navigation

社団法人日本山岳ガイド協会 編

日時	山域など							
			「進む」が180°までは「戻る」は180°プラス 「進む」が181°からは「戻る」は180°マイナス					
区間	場所	標高 (m)	高低差 (m)	「進む」 ベアリング	「戻る」 バック ベアリング	距離 (m)	時間 (min)	備考 (傾斜など)
0	取り付き点	590	40	40	220	280	15	斜度10
1	大岩	630						
2	大杉	740	90	45	225	160	60	
3								
4								
5								

記入例 2



作業用としてナビゲーション表を貼付した。