

クリノメーターの使い方

河内 洋 佑

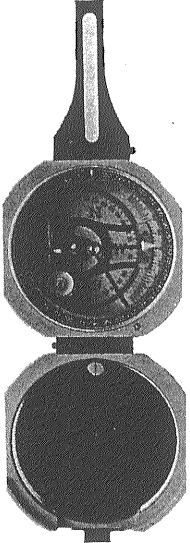
ハンマーとクリノメーターと野帳とは 表層地質をやっている人を除けば まず地質やにとって三種の神器といつてよいだろう。このうちどれかが欠けてもまんぞくな調査は不可能だし また逆にこれさえあればなんとかなるのである。そのうちハンマーは ふつうのかなづちでもまあ代用できる。野帳はそのへのノートでも足りる。しかしクリノメーターだけは ちょっと磁石で代用というわけにはいかない。

それほど地質調査に不可欠のクリノメーターとは いったい何だろうか。その答は 磁石+水準器+振子

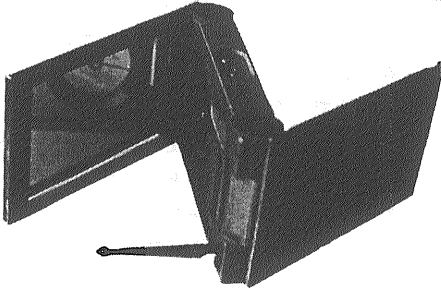
にすぎない。クリノメーターが専門の地質やにとってあまりに使いなれた道具であるせいか 地質学の教科書や 地質調査法の入門書には クリノメーターとは何で どのように使うかについて ほとんど触れられていない。

たいていは 地層にクリノメーターをあてている絵が一枚でていて これが走向 これが傾斜 という説明があるだけである。読者はそれでもうクリノメーターの使い方がわかったものとして さらに高級な話に進んでしまうのが 教科書の常であった。けれども ほんと

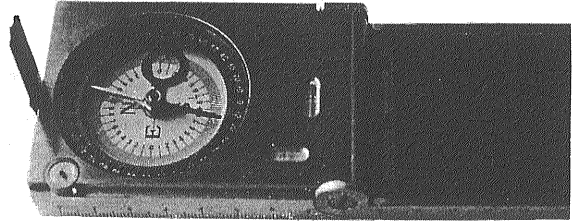
① クリノメーター
のいろいろ



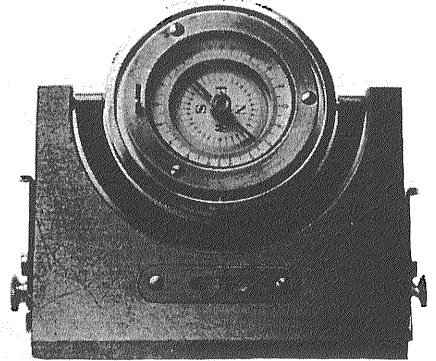
1. ブラントンコンパス



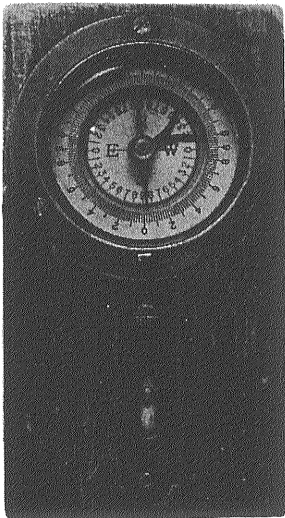
4. 沢田式クリノメーター



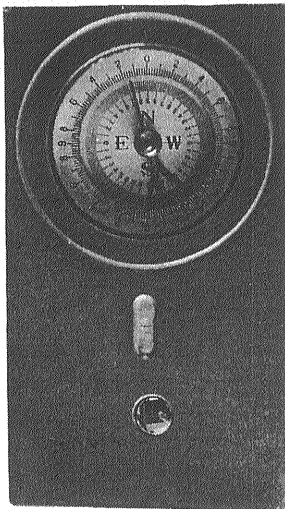
2. クリノコンパス



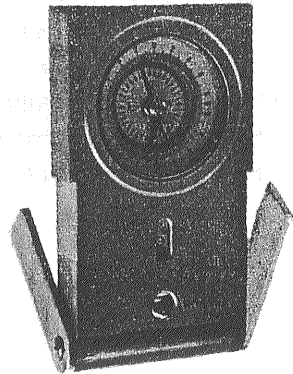
6. ユニバーサルクリノメーター



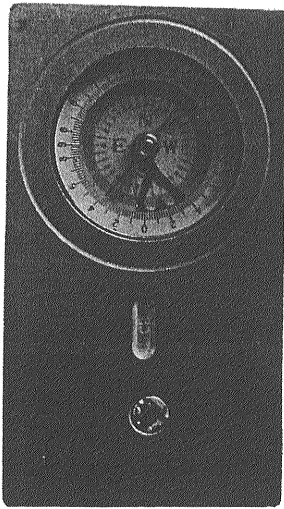
3. 木製クリノメーター



5. 松尾式クリノメーター



7. 線構造測定用
パーつきクリ
ノメーター



②
方位測定値の読み方の実例
N15°E を示す 文字盤の
EとWが逆になっているの
で Nに近い針の読みを直
読すれば そのまま方位が
読める

うにこれでクリノメーターの使い方がわかったといえるであろうか。クリノメーターを日常使いなれている人でも 使いはじめの頃のことを思い出してみれば 使い方が意外にむずかしかったことや はかり間違いが一度や二度ではなかった経験があるにちがいない。

この小文では クリノメーターをはじめて使おうとする初心者や これからクリノメーターを買おうとする人々を対象に この愛すべき道具についてのあれこれを語ってみたい。

クリノメーターのいろいろ

クリノメーターは まず材質から 木製のものと 軽金属製のものと プラスチック製のものにわけられる。値段とみかけが違うだけで本質的な機能に差はない。次に商品名あるいは型式の違いによって プラントン・コンパス クリノコンパス 沢田式クリノメーター 松尾式クリノメーター ふつうのクリノメーター ユニバーサル・クリノメーター などにわけられる。このうちプラントン・コンパスとクリノコンパスは 厳密に言えば クリノメーターの仲間に入れるのには異論のある人もあるだろうが ここでは広義のクリノメーターの話をしているものとして見のがしていただきたい。とにかくこの二つは鏡がついているという点で 他と本質的に違っている。ユニバーサル・クリノメーターは他の仲間とおおいに形が違うけれども これは岩石中の何かの線を測定しやすいための形であって 測る内容は他のものとたいした違いはない。ただ形が特殊だけに 測定に当たってちょっとした注意がいる。

はじめにクリノメーターに木製と金属製があるなどと

書いたが じつは木製があるのはふつうのクリノメーターだけで あとは全部金属製ないしプラスチック製である。どんなクリノメーターにも 磁石と水準器と振子とがついている(またはそれに相当するものがついている)。水準器は クリノメーターの長辺に平行につけられている。方位角の方はNから時計まわりに 360° 読みのもと NおよびSから EとWへ向って90° ずつ目もりがつけられているものがある。ベクトルになるような量の測定—たとえばルートマップを作っていくときや線構造の測定など—には360°読み方のまちがいが無いので好ましいのだが わが国で市販されているものは 全部90° 読みのもりがついたものである。90° 読みのは 実際の方位と異なって EとWが逆に記されているので 初心者は注意しなければいけない。

さて クリノメーターが何であるか わかったとしてつぎに使い方に進もう

クリノメーターには3つの使い方がある。そのIはルートマップを作るために使うことで そのIIは 岩石の上の面や線の空間的方位(配置)を知るために使うことであり そのIIIは 岩石などの試料の採取のときに使うことである。測定をはじめの前に忘れてはならないことは 磁石にはN極とS極という極が二つあるので どちらの針で読むか あるいはどちらの目もりから読むかを あらかじめしっかり約束しておくことである。初心者のいちばんまちがいがやすい点は ここのところにあるので くれぐれも注意しなければならない。

ふつういちばんよく使われている方法は クリノメーターの長辺のあて方がどうであろうと あるいは どちらの磁針であろうとおかまいなしに 「目もりのNから近い方の針までの角度を目もり板上でそのまま読む」のである (これには例外があるのだがそれについてはあとで述べよう)。こうすればEとWが逆になっているために 長辺の示す方位角が直ちに読みとれる。

クリノメーターを使ってルートマップを作る クリノメーターの使い方 その1

ルートマップとは地質調査をしながら進んで行くときの調査路線に沿って 観察事項を書き入れた図面をいう。この目的のためには 前進する方向 あるいは調査すべき露頭から露頭への方向 あるいは何か適当な目標への方向と その間の距離が測定される必要がある。距離は 目測 歩測 メートルなわ による実測などで測れるが その方向を測るのにクリノメーターが使われる。このためにいちばん精度がすぐれているのは 鏡のついているプラントン・コンパス あるいはクリノコンパス

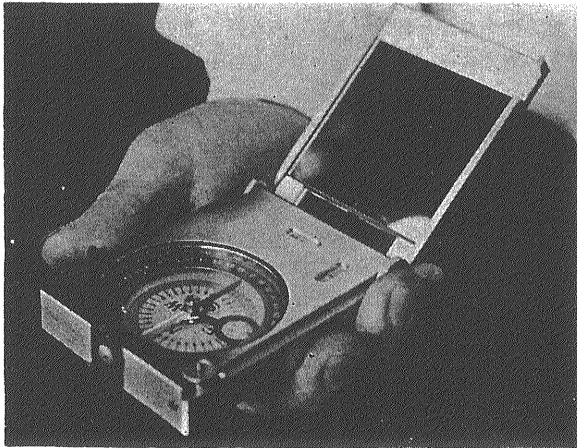
である。上からのぞいて目標物が 指標と鏡の中央にある線とに重なるようにし そのときの磁針のさす値をすばやく読みとれば目標への方位が得られる。磁針が止りにくかったら 少し傾むけてやれば早く停止する。測った目標までの傾斜がかなりあるときには 一般に斜距離を水平距離に補正しなければならないが そのための傾斜角は 指標の根もとにある小さな孔から 鏡の下部にある小指標をとうして目標を見通し そのときの振子の角度を鏡に映して読むのである（これはクリノコンパスの場合である。プラントン・コンパスの場合 細部はちょっと違うが 原理は同じであり 実物を見ればすぐわかるので説明を省略する）。

ふつうのクリノメーターの場合には 鏡がないのでクリノメーターの長辺を目標に向けて腰だめで方位を測定しなければならない。そのために測定値は よくても5度位誤差を含んでいる。傾斜の測定も腰だめ方式ですので精度はよくない。ただ松尾式クリノメーターでは押しボタンをおさえると動き 離すと止まる振子

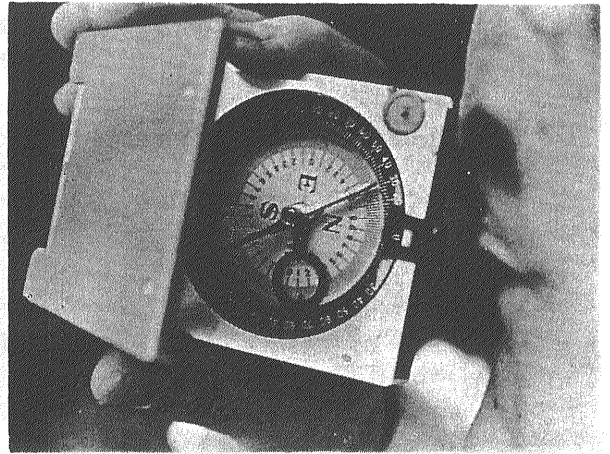
と のぞき穴をそなえており この方式では傾斜の測定の精度はずっとよくなる。ただし測れる角度は50°までである。いずれにせよ あまり高精度を要求されない調査では 腰だめ法で作ったルートマップでもじゅうぶん役にたつといえよう。

クリノコンパスの鏡は ねらう目標が測定者より高いところにある時はいいが 低いところにあるときには像が鏡の外に出てしまうために使えなくなる。こういう場合にはクリノコンパスを180°まわして 指標の先から鏡のつけねの突起を通して目標を狙うとよい。ただしこの方法でも傾斜があまりに急だと目標を見通すことはできなくなる。またこの場合は 鏡を使って測定した場合に比べて精度がぐっとわるくなることはやむをえない。一枚の図面の中で場所によって精度が異なるのは あまり好ましいことではないので クリノコンパスを使ってルートマップを作るときには できるだけ低いところから高いところへ向って調査を進めるようにするとよい。

ルートマップを作るときの注意がもう一つある。そ



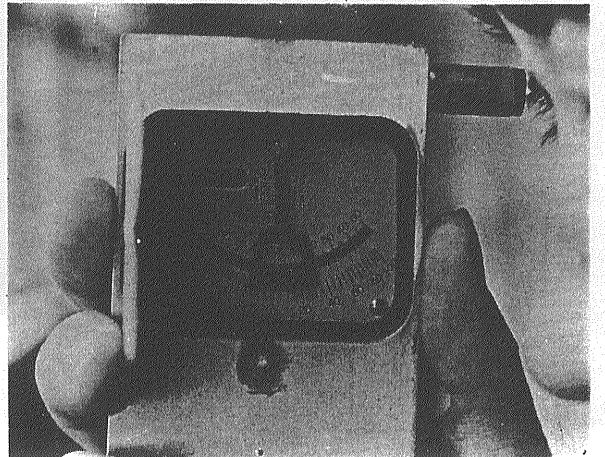
③クリノコンパスで方位角を測る(その1) 目標と指標とが 手前の鏡の中央の線の上に重なるようにして そのときの角度を読む



④クリノコンパスで傾斜をはかる 指標のつけねの小孔と鏡の下部の突起を通して目標を狙い その時の振子の示す角度を 鏡にうつして読む

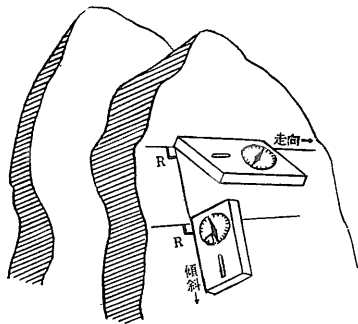
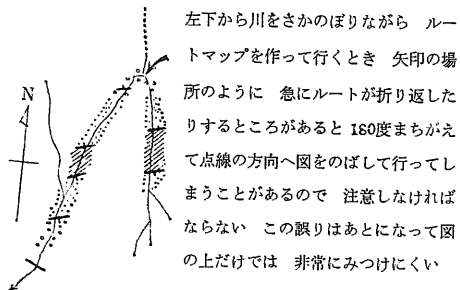


⑤普通のクリノメーターで方位角をはかる 長辺を目標にむけて 腰だめではかる



⑥松尾式クリノメーターで傾斜角をはかる 延長鏡筒をひっぱり出し 目標を見通しながら 振子のボタン(反対側にあつて写真には見えない)を押して角度を読む

第1図



第2図

走向と傾斜 走向をはかるにはクリノメーターの長辺をはかりうとする面にあて水準器の中の泡が水準器の中央にくるようにしたときの磁石の示す方向を読む なお どの針を読むかは本文参照 傾斜は 走向と直角にクリノメーターの長辺をあてたときの振子の示す角度であって 水平面から何度傾むいているかを示している

れはいま測っているのが方向であって厳密に言えば たとえば $N18^{\circ}E-S18^{\circ}W$ と書くべきものを $N18^{\circ}E$ としているにすぎないために その線上でどちらへ向って進んでいるのかを忘れて起こる誤りのことである。道や川が直角以上に曲がっているとき 往々にして逆の向きにルートを進めてしまいやすい。地形が複雑なときや周囲が単調な山の中の調査などで起こりやすいので注意しなければならない。この誤りは あとになって図上では発見しがたい場合がある (ルートマップについては このシリーズの別のところでくわしく解説される予定である)。

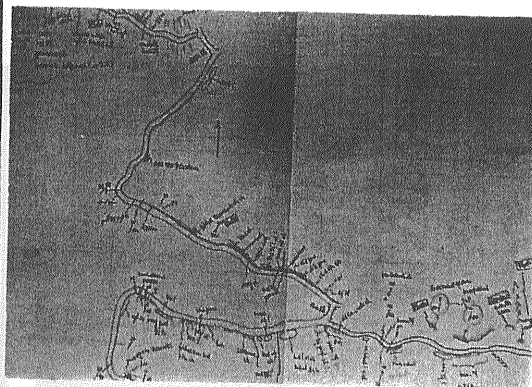
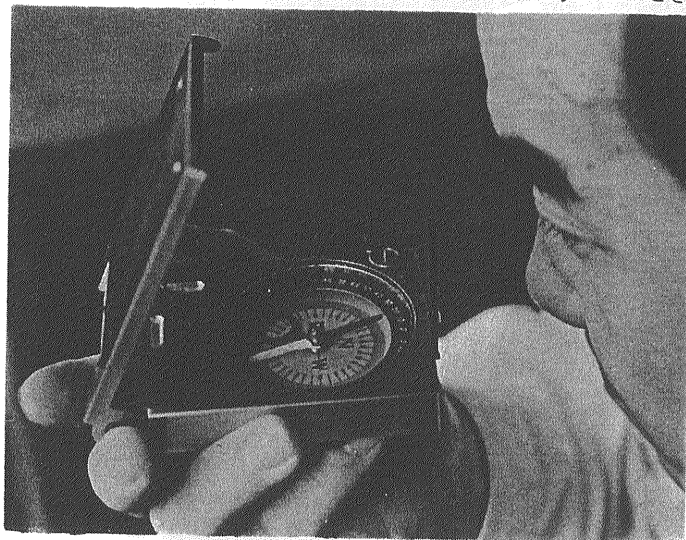
クリノメーターを使って岩石上の面や線を測る

クリノメーターの使い方 そのII

クリノメーター—傾斜儀—という名前からすればこれがいちばん本来の使い方といってよいであろう。まず面の測定の方からやってみよう。岩石上の測ろうとする面を 掘り出すなりなんなりして クリノメーターをあてやすくする。面が波うっていたりして完全な平面でないときは 平らな板(たいていは野帳で代用できる)のをせてその上で測るとよい。クリノメータ

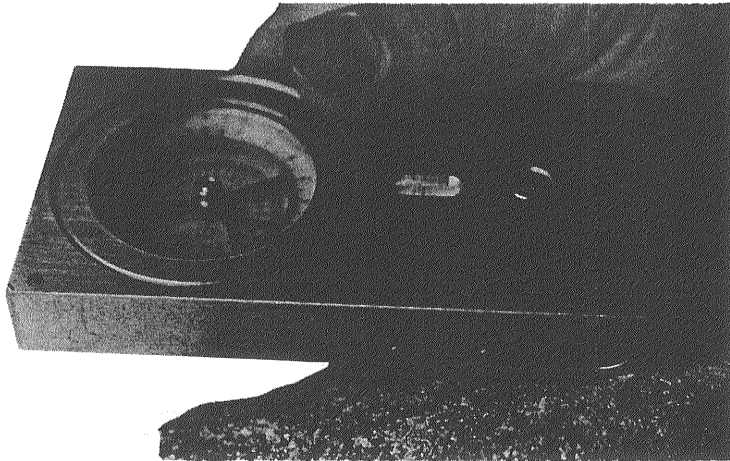
一の長辺をあてて 水準器の泡が正しく水平を示すようにして そのときの磁針のさす目もりを読む。目もりの読み方は前の方で述べた。この読んだ値が走向(strike)である。つぎにその面の上で走向に直角にクリノメーターを立てたとき 振子の示す数字が傾斜(dip)である。傾斜が走向のどちらがわにあるかを記録するとき誤りやすいので注意しなければならない。初心のうちには 磁針の黒い針 すなわち北に向かってどちら側に傾むいているか—手前か 向こうか右か左か—をいちいち確かめてみる方がよいだろう。この際クリノメーターではEとWが逆になっていることを忘れてはならない。どんな面を測定すべきか また 測った値が何を意味しているかは別の本を見ていただきたい。

ルートマップのための測定では高精度をほこったブランドン・コンパスであるが 走向 傾斜の測定のためには あてるべき辺が短かくて精度はよくない。その点クリノコンパスはよいが いちいち鏡を開かなければならないのがめんどうである。クリノコンパスは また鏡の面に小突起があり 本体の上の面とが だん違ひになっているため オーバーハングした岩石の面をはるかときには 本体の上側をあてて測るようにしなければな



⑧ ルートマップの実例 ルートが直角以上に曲る場所には注意がされている (第1図参照)

⑦クリノコンパスで 方位角をはかる(その2) 下りながらルートマップを作るときには 目標が鏡からはみ出してうつらなくなってしまう そのため クリノコンパスを逆にまわして 指標と鏡のつけねの突起を通して 目標を見通して方位をはかる ただしこの方法でも、急傾斜のときにははかれない



㊸クリノメーターで線構造をはかる

↓㊹クリノコンパスでオーバーハングした面の上の線構造を測ろうとすると線構造が緩傾斜のときは写真のようにふたが閉じた状態になってしまって方位角を読むことができなくなる

らないという注意がある。

こんどは 岩石の上にあらわれた線を測ってみよう。

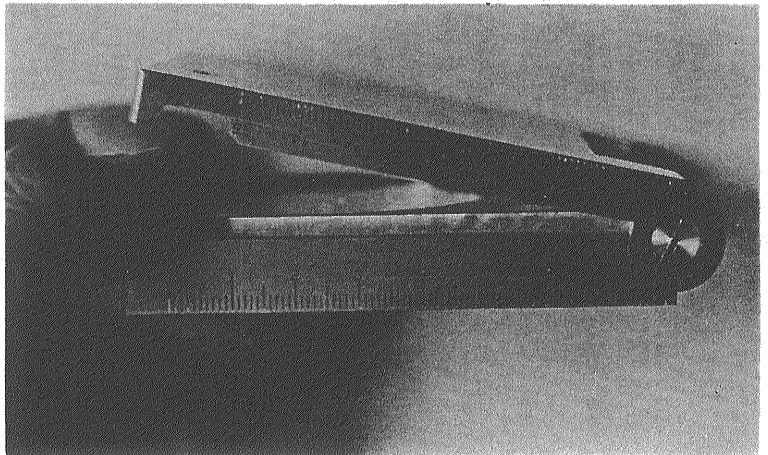
線構造には 褶曲軸や ちりめんじわや 岩石が堆積したときの水流の方向を示す構造 などといういろいろな種類があるが そのことにはここではふれない。

ふつうのクリノメーター

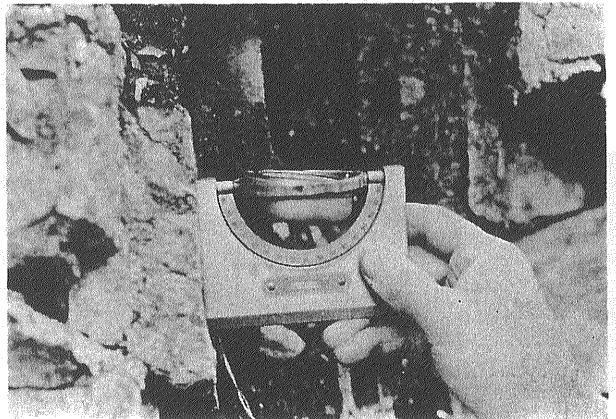
でこのような線の方向を測るにはまずその線を含む 垂直な面を考え その面の方向を測る。 つぎにその面の中で線構造が水平線となす角を振子を使って測るのである。 これが線方向 (azimuth) と落し (plunge) である。 線方向はベクトルなので 落しの向きをまちがえないようにしなければならない。 クリノメーターに簡単な棒をつけて線構造を 測りやすいようにくふうされたものがあるが精度はよくない。

クリノコンパスは 鏡の横に目もりがついて 鏡の長辺を線構造に平行にあて 本体を水平にすれば 線方向が磁針で 落しが横の目もりで読めることになっている。 しかし 横の目もりは5度刻みであるので精度はよくない。 しかし決定的にまずいのは クリノコンパスではオーバーハングした岩石の表面の線構造をはかれない場合が多いことである。

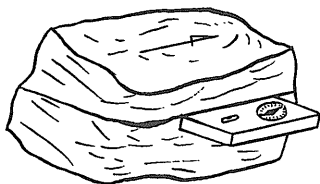
ユニバーサル・クリノメーターは 線構造を測定するためにはもっとも適している。 ユニバーサル・クリノメーターで線構造を測るには 長辺を線構造に平行におけばよい。 このときに限り 他の場合と異なり



目で見て 「落ちていく方向に目もりのNが行くようにまわしてやり 黒い針で読む」。 こうすれば落としの方向と向きが直読できる。 落しの角度は振子で読むのである。 ユニバーサル・クリノメーターには水準器もついているので ふつうのクリノメーターと同じように 走向 傾斜を測ることもできる。 この場合の目もりの読み方は他のクリノメーターと同じである。 80° 以上



㊺ユニバーサル・クリノメーターで80度以上の傾斜をはかるためには その短辺についている金具をはずして置いて 短辺をあてるとよい



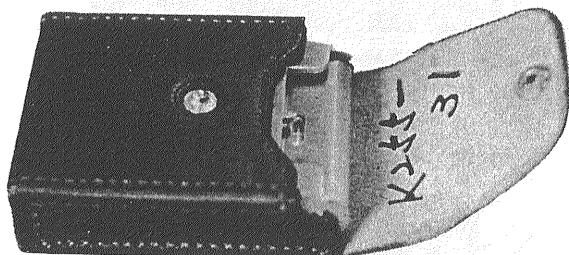
第3図 定方位サンプル採取の方法
クリノメーターの水準器を使って もとあった位置のまま サンプルにぐるりと水平線を書き込み その上の面に北を示す矢印をつけることよ

の傾斜は振子の目もりがないので そのままでは測れない。しかし ハングング・コンパスとして使うために ついている金具は 通常必要ないのではずしておけば ユニバーサル・クリノメーターの短辺を岩石の面にあてることにより「90°読み角」として傾斜を正しく測定することができる。なお振子を留める金具が磁石のうらについているけれども 留める必要はないし 測定のために留金からはずすのはめんどうだから 開いてしまっておくとよい。ユニバーサル・クリノメーターは便利だが大きくて重いので可動部が多いためこわれやすいのが欠点である。

クリノメーターを使ってサンプルをとる

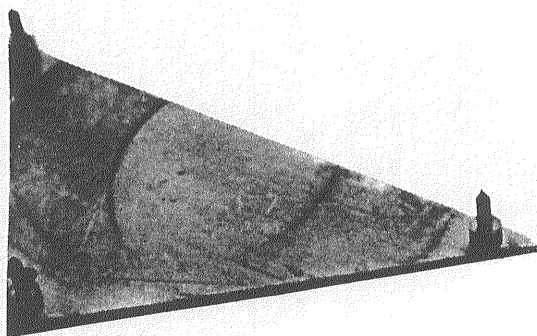
クリノメーターの使い方 そのⅢ

岩石試料のもともあった空間的方向を記録してきて実験室内で再現したいことはしばしばある。このような定方位サンプリングには クリノメーターは欠かせない道具である。そのためには クリノメーターの水準器を使ってサンプルの上にぐるりと水平線を書き込む。それからサンプルの上の面にNを示す矢印を書きこむとよい。この方法のよい点は サンプルだけでもとの方位にもどすことができる点である。野帳その他の記録や記憶にたよる必要はない。もう一つの方法は サンプルの上の面に走向と傾斜を示す線を書き込み その数字を岩石の上か 野帳に記録してくることである。この方法によれば 実験室内でもとの方位を復元するにもクリノメーターを使わなければならない。さらにもう一つの方法は 小さな不等辺三角形の板の各頂点に短い足をつけた補助器具を使う方法である。この器具は非磁性の材料でなければならないことは断わるまでもない。三角板を岩石にあて その足の位置にあたる場所にしるしをつける。それからその板の走向傾斜を測



⑤とり出しやすいクリノメーターのケース

上部の切り込みが深くて すっとり出せることが 一日に何百回も出し入れするクリノメーターの場合 切実な条件である



⑥三角板を用いた定方位サンプリング 非磁性の軽合金で作った定方位サンプリング用 三角板(3cm×4cm×5cm)には短かい足がついている

定し記録するのである。この方法も実験室内で復元するには三角板とクリノメーターを使わなければならない。

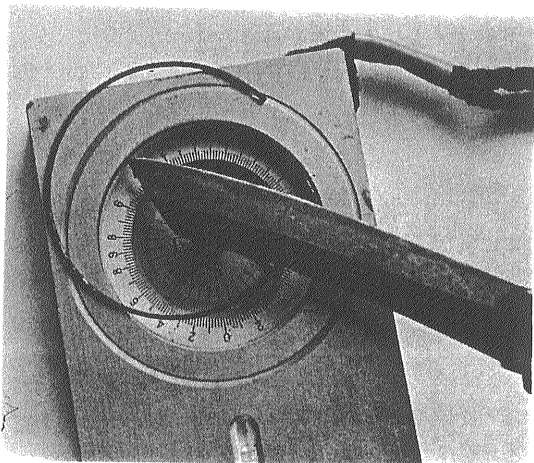
以上のように定方位サンプリングは このごろとみに重要性が認識されてきた 岩石の自然残留磁気の測定用サンプルの採取などにもよく使われる。ところで 野外にある岩石では 落雷の影響によってその岩石ができた当時の磁化方位が乱されていることがしばしばある。このような岩石は通常の地質学的研究に際しては除かななければならない。このような落雷による磁化 すなわちカミナリの化石をとりのぞくには クリノコンパスのように鏡つきのクリノメーターが適している。

それには落雷による磁化は1m以内ではクリノメーターの針を動かすほど強いという性質を利用する。まず採取しようとする露頭から1m以上離れて じゅうぶん遠くの目標の方位を正確に測定する。次に露頭にできるだけ接近して同じ目標の方位を測定する。両方の測定値が同じなら その岩石を採集してもよい。ちがうようだったら たぶんその岩石は落雷による磁化をうけているのである。

クリノメーターのケースについて

ケースなどたいした問題ではないと思う人もあるかもしれないが 調査中にケースごとクリノメーターを落としてしまう人がよくあるところをみると やはり一応問題にしておいた方がよさそうである。

ひどく豚皮のケースなどがよく使われたが こんなものを使うのは高価なクリノメーターを落とすために持ち歩いているようなものである。ケースの備えていなければならない条件は じょうぶであることと 出し入れしやすいことの二点につきる。バンド通しのとりつけは ハトメではなくさつとれやすいので 必ず糸でぬいつけてあるべきである。出し入れしやすいためには



④クリノメーターの分解

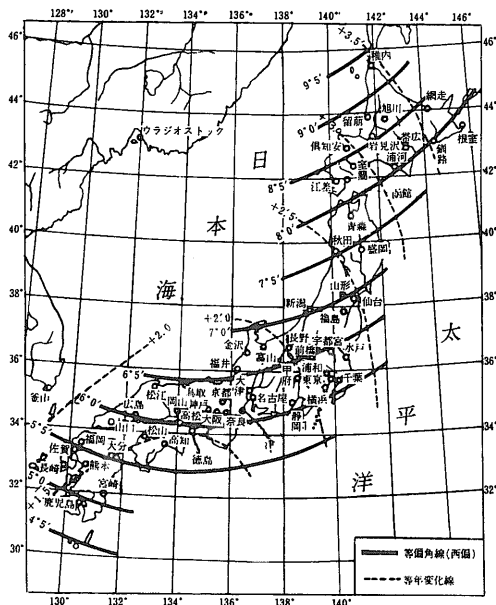
ナイフの刃先を環状スプリングの下にさし込めば簡単に分解できる。ケース前部の切り込みを深くして ふたを開いたときクリノメーターの上部がすっきり見えているぐらいがいい。もし以上の条件をみたしていなければ 自分でぬいつけるなり ナイフでケース前部を切り開いてしまうなりして使いやすくすることをおすすめする。

これまででクリノメーターの使い方は だいたい終了である。 それでは野外に行ってみよう。野外で使うときの注意にちょっとふれると

- (1) 針留めはいちいち使うのはめんどうだから使わなくてもよい。 日常の調査で針留めを使わないためにおこる感度の低下は ほとんど問題にならないからである。 かえって毎回の測定に際して針留めを動かさずにすむ利点の方がずっと大きい。
- (2) ケースに入れるときには 磁石のガラス面を必ず自分のからだの方へむけてしまうくせをつけること。 こうすればとりだすときに磁石の面が上にあるし 第一腰につけたまま何かにつけてガラスを割る心配も少ない。
- (3) 水中に落としたりして水が入ってしまったときのためにナイフの刃を押え金具の下にさし込めば簡単に分解できることをおぼえておくとよい。 なお余談だが木製のクリノメーターのうちコバ金の小さいものは水に浮くので 万一深みに落としてもなくしてしまうことはない。
- (4) 使っているうちに磁力が弱ってきたら 他の棒磁石を使って 互いにひきあう極同志をこすりあわせれば たいいてい元にもどすことができる。

改良すべき点

クリノメーターはこれだけポピュラーな道具でありな



第4図 地磁気偏角図(地学ハンドブック P119から)

から まだ改良の余地がだいぶ残されている。 それは針をもっと早くとまるようにするとか とくにユニバーサル・クリノメーターをもっと軽くするとかであるが さしあたってすぐできることには 次のようなことがあげられるだろう。

- (1) 磁石を大きくし 目もり板をもっと大きくすること。 せめて全部クリノコンパスぐらいになれば 読みやすいし 読みの精度もよくなるだろう。
- (2) 市販のユニバーサル・クリノメーターは 片面にしか水準器がついていない。 これを両面につければ あててみてから あわててうらがえさずにすむので便利である。
- (3) 偏角補正装置をつけること。 測定値を地形図に記入するとき 真北基準に直さねばならないため 何度かづつ たしたり引いたりするのはばかにならないむだな 労力である。 目もり板をあらかじめ偏角だけずらせておいてから クランプする装置など簡単にできるはずだが、 この装置をつければ真北からの角度を直読できて便利だと思う。

なお最近東京大学の高野氏らにより 一作動で走向と傾斜を測定できる器具が考案されたが 高価すぎるためか実用になっていない。

以上クリノメーターの各種の使い方について述べ、ついでにおのおのの利害得失にもふれてみた。 クリノメーター使用者の何かの参考になれば幸いである。

(筆者は地質部)