

經緯鏡臺顯微鏡による輝石類
双晶の識別法に就いて

春 本 篤 夫

岩石薄片中に於ける輝石類の双晶は殊に結晶の輪廓が明瞭でない場合は普通の顯微鏡下で其の種類を識別する事が屢々困難である。然るに經緯鏡臺を用ひて次に述べるが如き方法による時は結晶の外形が頗る明かでない場合でも、任意の斷面に於て双晶の種類が比較的容易に決定されるのみならず、同時に c/n_x の値を決定する事が出来る。

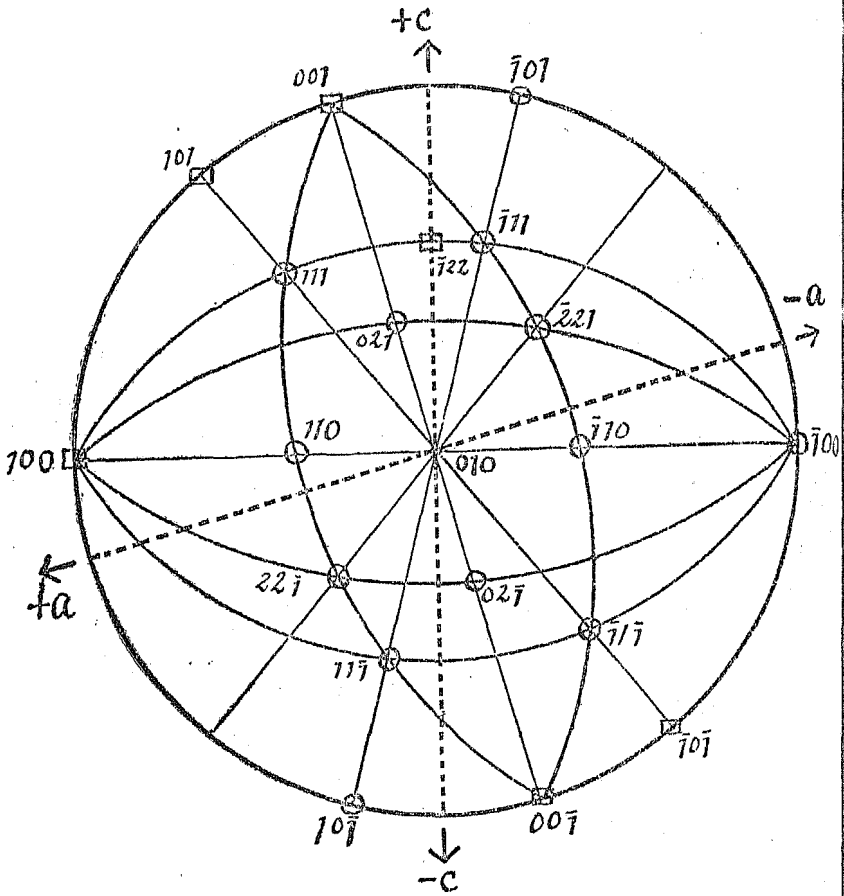
操作の主要は斜長石の双晶を經緯鏡臺の上で決定する方法を利用したものである。單斜晶系の輝石に於ては多くの場合光軸面と(O10)とが一致するが故に斜長石の場合に比して餘程簡單なるエピュールを作る事が出来る。只 Magnesium-diopside の或るものに於ては $n_x = b$ なる特別の場合があつて之を一般の場合と同様に取扱ふ事が出来ないが、あまり多からざる例であるから茲には結晶の對稱面と光軸面とが一致する場合に就ての方法を述べる。

此の研究は小川教授によつて與へられたるヒントに基けるものであつて經緯鏡臺上の操作其他に關して御指導を仰げる點が多い。

双晶軸の位置を表はすエピュール

第一圖

經緯鏡臺顯微鏡による輝石類双晶の識別法に就いて



□ 双晶軸

單斜晶系に屬する輝石類の結晶面及び双晶面を斜軸卓面上に平射圖法によつて投射すると第一圖の如くなる。

彈性軸 μ と ρ は對稱面内にありて結晶の c 軸となす角度は輝石族の種類によつてその値が變化するから夫等の極は投射圖の外縁圓周上を

第

二

圖

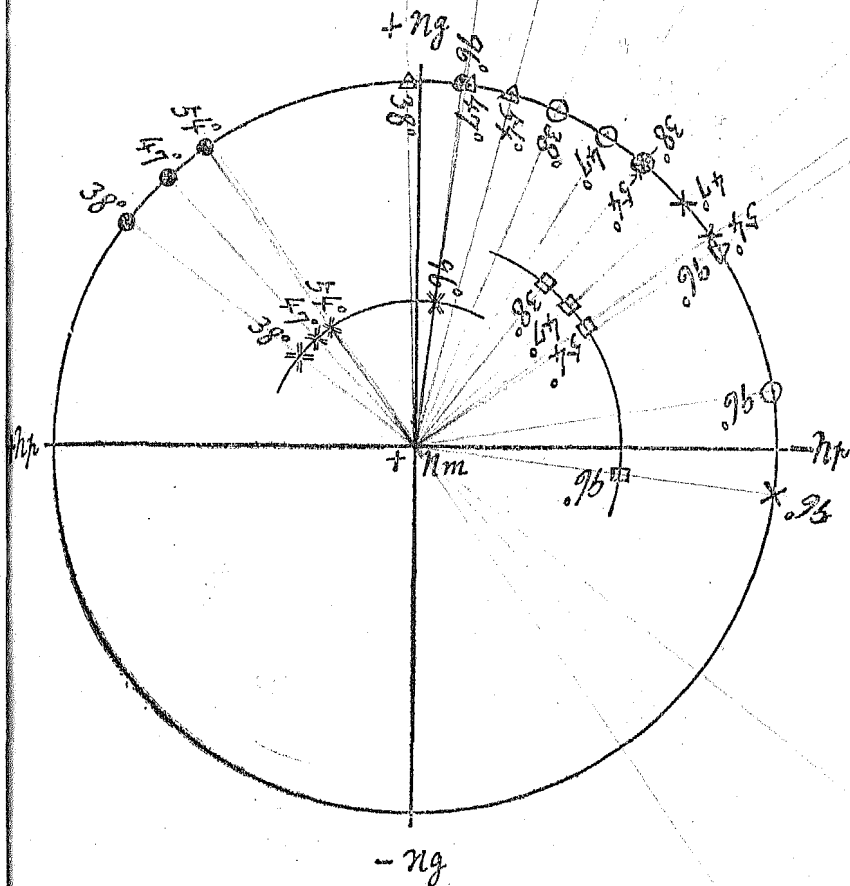
地
球

第十一卷

第六號

三

一六



- | | |
|---------|------------------|
| ○ {001} | □ [722] |
| ● [100] | * [110] cleavage |
| △ [101] | x c-axis |
- (数字ハ C 軸)

移動する。

今、三彈性軸を坐標軸とし、 μ_x を上下に、 μ_y を左右に、 μ_z を圖面に直角にとり結晶面と双晶面を平射圖法によつて投射する時は $\angle \mu_x$ の値が變化するに従つて種々の輝石の互に相當する面極は同一圓周上を移動する。此の方法によつて双晶面(001), (101), (100), ($\bar{1}22$)劈開面(110)の極及びc軸の移動を表はすと第二圖の如くなる。第一圖と對照すれば其の關係は明かである。

經緯鏡臺上の操作

三つの彈性軸、光軸、双晶軸及び劈開面の極を決定する操作は長石に於ける場合と異ならない(本誌第十、十一卷、小川教授、「長石の識別法について」參照)

但し輝石類に於ては長石の場合に比して鑛物の屈折率が高いために經緯鏡臺の硝子半球は酸性斜長石類の研究に適する $n_g = 1.515$ 附近のものは輝石類の屈折率との開きが大きいため傾角 h を數式によつて補正する場合に鑛物の推定屈折率を用ふる事があるから誤差が大きくなつて測定値を作圖によつて完全に表はす事が出来ない場合を生ずる。 $n_g = 1.515$ 附近のものは屈折率は鑛物のそれに近いけれども普通のスライド硝子の屈折率との差が大きいために容易に全反射を起して傾角の大きい場合には殆ど用を辨じない欠點がある。經驗の結果によれば $n_g = 1.609$ 附近のものを用ふるのが最も便利の様である。

輝石類に於ては長石類に比して直交ニコルの間に於て波相の行程差が大なるため薄い薄片を用ふるも濃色の干渉色を表はすが常で、經緯鏡臺の上に於て正確なる消光の位置を決定する事がかなり

困難である。薄片を極めて薄く作る事と強い光源を用ふる事によつて或る程度までは此の困難を緩和する事が出来る。

輝石の劈開線は普通の厚さの薄片に於ては斷面に垂直の方向より四十度以上の傾きがある時は普通の顯微鏡では全く見えない。三十度位の時は不分明に見られる。従つて(010)又は(100)に平行なるか或は是れ等に平行に近い斷面に於ては全く劈開を有せざる結晶の如くに見える。従つて又、c軸に平行なるか又は平行に近い斷面では(110)及び(110)の二組の劈開線は同時には見られない。此の種の斷面の中で干渉色の高度のものは(010)に平行に近い斷面であつて斯かるものに於ては經緯鏡臺によつて直接の方法では光軸角が測定し得られない。

双晶の接合面の場合に夫れが斷面に對する傾きが垂直の方向から二十度以上なる時は通常の厚さの薄片に於て普通の顯微鏡では屢々認められない。

エピュール(第二圖)の使用法

任意の斷面に於て光學要素の位置を決定して之をウルフ網圖を用ひて平射圖に表はす。長石の場合と全く同様の方法によつて双晶兩半の三彈性軸の位置から双晶軸を決定する。こうして得たエピュールに於て μ_a, μ_b, μ_c から測つた双晶軸の角距離を決定して、此の點が第二圖の如何なる位置に落ちるかによつて双晶の種類が知られると同時にこの輝石の $c \wedge \mu_c$ の値が決定される。例へば双晶軸が圖の○印38°の位置に來れば此の双晶は(001)を双晶面とするもので、 $c \wedge \mu_c = 38^\circ$ なる種類の輝石たる事が知られる。(C $\wedge \mu_c$ は結晶軸角 β の鈍角の位置に於けるもの、以下總て同様)

輝石類の双晶に於て殊に反覆双晶をなす場合に於て、双晶の一半に就てのみ三弾性の位置が決定し得られて細い線條として表はれる個體については光學要素の決定が困難なる場合が多いが、斯るものに於ては双晶の接合面が明瞭に見られる場合が多いから双晶一半の弾性軸の位置と直接測られたる双晶面の極との關係から直ちに第二圖上に於ける双晶軸の位置が知られる。但し之は双晶面と接合面とが一致する場合に限る。

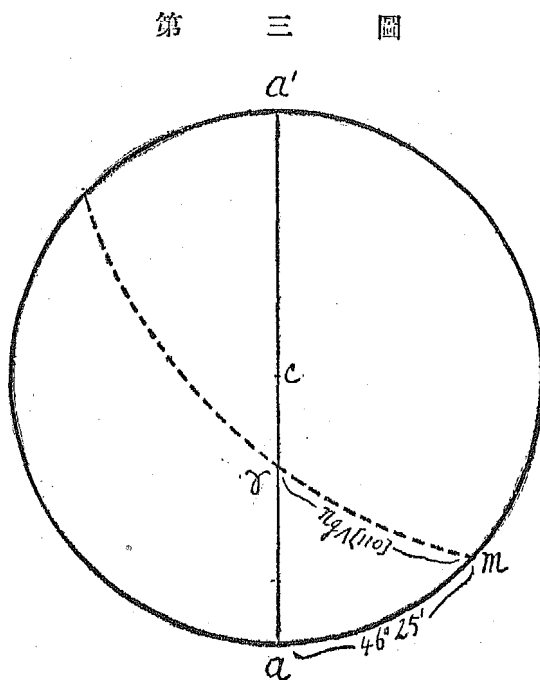
輝石の薄片に屢々見られる劈開線を斜に切つて表はれる双晶面 (100) を有する場合は右に述べた方法に依つて簡單に決定される。(但し b 軸に平行なる双晶面にても斷面に於て劈開線と斜交して表はるゝ場合あり。)然るに第二圖に於て見る如く双晶面 (100) 、 (001) 、 (101) の面極は何れも b 軸に直角なる同一帶内にあつて $c \wedge n_x$ の變化につれて是等の各が移動するにより、各の移動曲線は互に重覆し此の帶上の一點を決定するも何れの種類の双晶なるかを決定し難き場合がある。例へば第二圖に於て見る如く、 $c \wedge n_x = 47^\circ$ なる輝石の双晶面 (101) の極と、 $c \wedge n_x = 90^\circ$ なる輝石の双晶面 (100) の極とは殆ど一致する。

斯かる場合には豫め $c \wedge n_x$ の値を決定して然る後に双晶の種類を定めればよい。即ち第二圖に於て各種の双晶軸移動曲線が重覆せる場合に、求められたる點が何れの種類の双晶軸たるかはその鑛物の $c \wedge n_x$ の値が豫め知られたるならば自ら明かである。

$c \wedge n_x$ の値の決定法

是がためには $\parallel(010)$ の斷面に於て消光角を測る外に、劈開線 (110) の見ゆる任意の薄片に於て

次の方法によつて、 $c \angle p$ の値を決定する事が出来る。即ち經緯鏡臺によりて三主彈性軸と劈開面 (110) の極とを決定し平射圖によつて $n_z \angle [110]$ の角度を求め第三圖の作圖によつて $c \angle p$ を出す事が出来る。



第三圖

圖は c 軸に直角なる平射圖で a, a' は結晶の對稱面、 c は上下軸、 m は劈開面 (110) の極を示す。 n_z は一般の單斜輝石類に於て $46^\circ 25'$ である。今 m を中心として $n_z \angle [110]$ なる角距離を半径とする圓を描き之と a, a' の交點を r とすれば cr は即ち $c \angle p$ である。此の方法によれば劈開面の見らるゝあらゆる薄片に於て $c \angle p$ は容易に決定される。既にこの角度を知れば第二圖によつて紛れなく双晶の種類を決定する事が出来る。(前述の方法に關聯して、逆に $c \angle p$ が既知にして經緯鏡臺上劈開面 (110) の方位角 n のみが測られて伏角 h が測定不能なる場合には、三彈性軸の位置を決定したる後、作圖によつて h を見出す事が出来る。即ち p と p' を通る大圓上 p に對して p と反對側に $c \angle p$ に相當する點

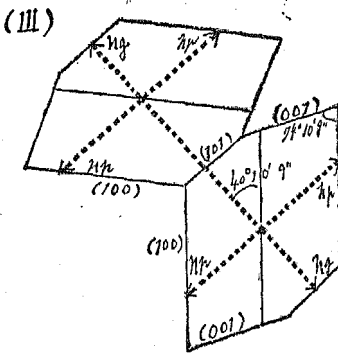
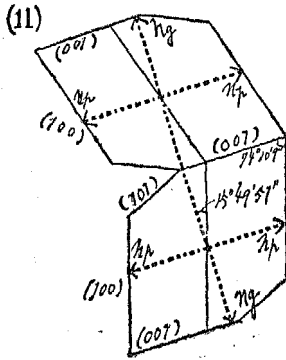
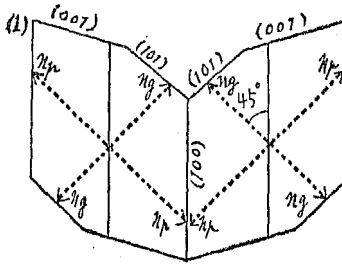
を求め此の點と n とを連ねる大圈を描けば是が劈開面 (110) に相當する。
 各種の双晶の光學的特徴

次に述べる各種の双晶の特徴は顯微鏡下の鑑別に屢々役立つ事がある。

(110) を双晶面とする場合 薄片に於て、普通劈開線を斜に切つて接合し屢々袈裟掛けの條線となして反覆する。双晶軸の位置を求めて第二圖を用ひて最も紛れなく双晶の種類を決定する事が出来る。

(100) を双晶面とする場合 此の場合は $c/\mu = 45^\circ$ なる時は双晶の一半の μ_x と他半の μ_y とが互に平行になる。兩半の μ_y は勿論平行である。故に直交ニコルの間に於て双晶兩半の消光は同時である。只干渉色の相異によつて双晶たる事が見分けられる(第三圖(1))。 c/μ が前述の値に近い單

第三圖



斜輝石に於ては双晶兩半の消光の仕方が僅かに異なるのみで兩半の明暗の對照が著しくない。斯くの如きものは(100)を双晶面とする双晶である。此の種の双晶は直交ニコルの間に於て屢々長石のカルスバード双晶の如く又は疎らに反覆せるアルバイト双晶の如き觀を呈する事が多い。

(001)を双晶面とする場合 此の場合は結晶軸角 $\beta = 74^\circ 10'9''$ とすれば $c \setminus n_x = 15^\circ 49'51''$ なる時 $c \setminus n_x = 105^\circ 49'51''$ 即ち $c \setminus n_x = 15^\circ 49'51''$ なる時に双晶兩半の三彈性軸は全然一致する譯である(第三圖II)。 $c \setminus n_x$ がこれ等の角度に近い値を有する時は直交ニコルの間に於て消光の明暗の對照が著しくなく、平射圖に於て n_x は一致し、兩半の n_x と n_y と n_z は互に side by side に表はれる。例へば $c \setminus n_x = 20^\circ$ ならば兩者の n_x, n_y は夫々約八度の角度を以て交はる。故に平射圖に表はす時は是れ等の軸の極は同一大圈上に約八度の距りを以て相並んで表はれる。

接合面を(001)とする場合は(010)に平行な斷面に於ては双晶兩半の劈開線は互に $31^\circ 39' 42''$ に交はる筈であるけれども此の種の斷面では、斷面に對する劈開面の傾きが大きいために普通の顕微鏡では劈開線が明瞭に見えない。

(101)を双晶面とする場合 此の場合は $c \setminus n_x = 40^\circ 10'51''$ なる時に双晶兩半の三彈性軸が夫々一致する(c 軸と $[101]$ のなす角度が $40^\circ 10'51''$ なるが故に。第三圖III) 故に兩半の消光方位は等しく消光の仕方のみによつて之が双晶たる事は見分け難く。 $c \setminus n_x$ が 40° 附近なるが如き種類に於ては平射圖に於て双晶兩半の n_x, n_y は夫々同一大圈上にあつて僅かの距りを有して存する。即ち $c \setminus n_x = 38^\circ$ or 42° なる時は兩半に於ける n_x, n_y は夫々約四度の交はりを有し、 $c \setminus n_x = 35^\circ$ or 45° なる

る時は一〇度の交はりを以て並存する。故に c 、 h が 40° 附近なるが如き輝石に於て双晶兩半の h 又は h が平射圖上同一大圈上に並立して表はれる様な場合は(011)を双晶面とする双晶なる事を知る。

實例

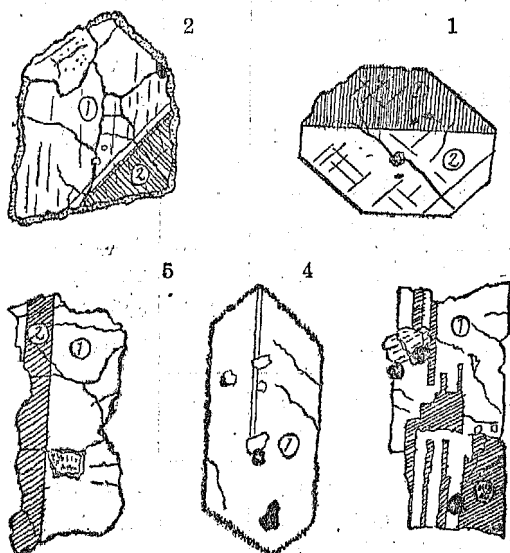
次に實測の結果を數個、スケッチと表とによつて掲げる。次の數字によつて實際にウルフ網圖を

使用してプロットとして見れば是れ等の中に

は双晶軸の位置が完全に双晶軸移動曲線の上に落ちるものと、測定の誤差によつて正しく曲線上に來らないけれども極めて曲線に近い位置に來つて双晶の種類を判斷するためには不都合を感じない程度のものである。

以上は主として單斜輝石のみについて述べたが斜方輝石に於ても同様の方法によつて一層簡單に双晶の種類を決定する事が出来る。此の場合には c 軸と h の方向とが種々に移動する事がなく、結晶軸と三彈性軸の方向とが

第四圖



經緯鏡臺顯微鏡による輝石類双晶の識別法に就いて

No. of figures, locality	Twin- piece	n	h	vektor	i	Remarks
1. 甲斐天子山脈 輝綠岩斑晶	1	6 6° 1 6 0° 3 3 5°	N 6° N 3 9° N 7°	n _m n _g ZE	E 21°	Tw. Pl. 100 c ∧ n _g ≐ 45° 2V = (+) 59°
	2	6 6° 1 6 0°	N 6° N 3 9°	n _m n _p	W 10°	
2. 越後菱夕嶽 複輝石安山岩 斑晶	1	3 3 6° 2 4 1° 3 5 6°	N 1 5° N 2 0° N 5 2°	n _p n _m ZE	E 14°	Tw. Pl. 122 c ∧ n _g ≐ 47° 2V = (+) 60°
	2	3 3 4° 2 4 1°	N 1 0° N 2 0°	n _g n _p		
3. 出雲玉造 花仙山玄武岩 斑晶	1	4 7° 1 3 7° 9 2°	N 1 5° O N 1 1°	n _g n _p ZE		Tw. Pl. 100 c ∧ n _g ≐ 45°
	2	3 2 2° 2 3 0°	S 1 0° S 1 6°	n _g n _p		
4. 同 上	1	1 5 3° 2 4 3° 1 9 7°	O N 8° N 7°	n _g n _p ZE		Tw. Pl. 100 c ∧ n _g ≐ 45°
5. 伊豆伊豆山 安山岩々脈 斑晶	1	2 1 0° 3 0 1° 2 5 0°	S 2° S 1 3° S 1 0°	n _p n _g ZE		Tw. Pl. 100 c ∧ n _g ≐ 40°
	2	2 6° 2 9 6°	O S 1 3°	n _g n _p		

ZE ∧ Twinning plane 又 ∧ Composition plane

常軸に一致するから三彈性軸を坐標軸とする結晶面の平射圖を描き、双晶軸が何れの面極と一致するかによつて双晶の種類は直ちに知られる。只光軸面が(010)に一致する場合と(100)に一致する場合とを區別する注意が必要である。

熊本縣阿蘇地方地震に就いて

下 間 忠 夫

今年一月二日午前一時四十分頃中部以北の九州一帯に可なりの震動を與へた地震が起つた事は當時九州地方の新聞は勿論、大阪の大新聞にも掲載されたので、地學愛好の士の記憶に存してゐる事と思ふ。殊にその記事が少し誇張されてゐたの中には往年奥丹後に起つた峯山地震

の様な烈震ではあるまいかと考へた人もあつたが、事實を探究するに強震の弱い程度に屬するものらしいとの事である。震源地は大體に熊本の東北約四十五、六軒に當る熊本縣阿蘇郡北小國村の南方涌蓋山の西南麓で、大阿蘇の外輪山の北麓の一地點である。而して阿蘇カルデラの

外壁から北方へ約十軒内外の地域であつたと考へられてゐる。

附近は大阿蘇と九重火山彙との裾合谷に當り、尙ほ地域の西方には尾岳、城平山等の火山群が聳立し、筑後川の上流である杖立川及び其支流が地域内を北流し、萬年山、龜石山等の火山群と釋迦岳火山彙との間を過ぎて日田盆地に流れ入つてゐる。地質は殆ど前記諸火山の熔岩を除けば阿蘇外輪山を構成する兩輝石安山岩及び灰石から成つてゐて、前記杖立川及其支流の附近に満願寺、黒川、寺尾野、奴留湯、杖立等の溫泉が湧出してゐる。北部の阿蘇火口原即ち