

天然の鉱物に認められる

結晶生長の軌跡

カ
ツ
ト
(歩古丹産)
×
50

天然の鉱物はしばしば美しい結晶で産出し、その結晶面上に種々の形の規則正しい微細な構造「たとえば天然蝕像・蝕丘とか微斜面とかうろこ状構造など」がみられることがある。これらの規則正しい構造は、当然結晶が生長した当時から、あるいは現在に至るまでの間につくられたものであるから、詳しく観察すれば結晶の履歴を推測することができる。

ここに紹介する写真は結晶面上にみられるこれらの構造の一種で、結晶の生長のしかたを示すと思われるものであるが、この種の写真としては日本で初めてのものだろう。

昔の学者は……そして現在でも大多数の人がそうであるが……結晶は核を中心として、結晶粒子が三次元的に堆積して生長するものと考えていたが、Kossel (ドイツの理論物理学者) とか Stranski たちが NaCl (塩化ナトリウム) の結晶面上の各点のエネルギー計算をした結果から、結晶生長について新しい理論を出した。

それは粒子の堆積が3方向へ同じ確率で行われるのではなく、主として二次元的な層状のひろがりが行われ、この層の積み重なりによつて結晶多面体が形成されるのであるという考えで、これは layer growth 説と呼ばれ最初理論的に提出されたが、1950年

写真は結晶面を垂直にとつたもので 結晶が薄い層 (layer) の積み重なりでできていることがわかる 層の端のところは下の層と高低差があるから その部分が写真では黒い線となつてあらわれる 層面の部分は平坦であるから白色であり 1本1本の黒い線は1枚1枚の layer の稜部 (edge) を表わしている (他の写真でも全て同じ) 写真の黒い矩形は傾斜の違った赤鉄鉱の小結晶で 黒い小斑点は異種物質? 両者とも layer のひろがりの形に影響を与えている

(歩古丹産)

代のはじめ Bunn (イギリス人) 等によつて実証された。

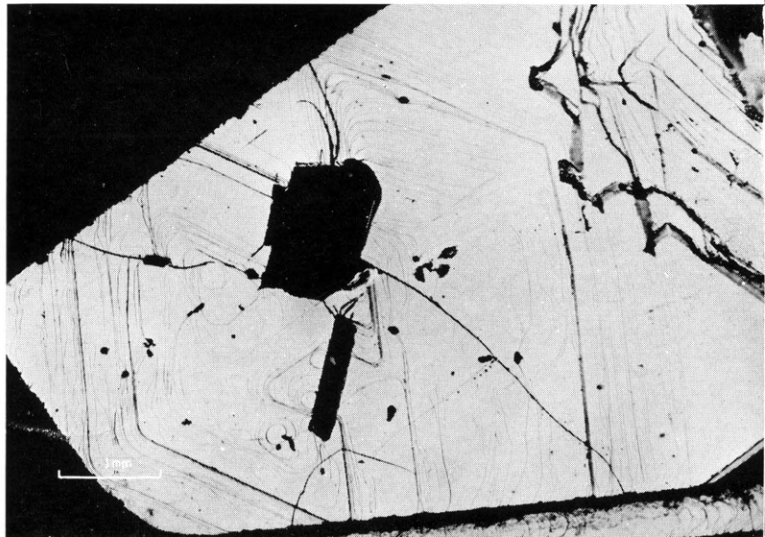
彼らは顕微鏡下で NaCl などの結晶の生長状態について結晶面の中心から外へ向かつて層 (layer) が次々にひろがつてゆく実況を映画におさめたが、でき上つた結晶面上には途中で生長の止まつた layer の稜の部分が残して残り、面上に同心円とか、同心の多角形の形がみとめられた。この種の事例を天然の鉱物について観察したのはロンドン大学の Seager 博士で、美しいたくさん写真が発表されている。

ところでその後更に理論的に検討したところ、新しい layer が出発するためには溶液の過飽和度が 25~50% かつ温度が融点よりわずかに低い程度の高温が必要なのがわかつた。ところが実際の結晶ははるかに低い過飽和度と温度の下で生長しているので、外の新しい原因を導入しなければならなくなつた。

その原因として考えられたのが転位 (dislocation) であつて、即ち layer の表面が完全であつた場合、その上に新しい layer が出発するのは非常に困難であるが、もし layer の表面上に不完全部分が露出していたとするとそこを起点として容易に新しい layer がひろがり得るわけで、しかも新 layer のひろがり連続し得るためにはいつも layer 上に常に不完全部分が露出している必要がある。

この条件を満足させる dislocation の1つとして、7頁上図のようなものがあげられ、この dislocation を起点として layer がひろがる時には layer の形は当然渦巻状となるから、この dislocation は渦巻型転位 (screw dislocation) と呼ばれることになつた。

渦巻型転位の考えは理論的に導入されたわけであるが、



その後この考えを実証する事例が多数の人工結晶についてみとめられ、また天然の鉱物についても磷灰石、緑柱石、鏡鉄鉱、黄鉄鉱などについて観察された。この考えの導入は正に結晶生長説の革命的な事件であつて現在における物理・化学の分野で最尖端の研究の1つとなっている。

ところで、これらの新しい考えの実例が日本産の鉱物にもみいだされた。しかも従来報告のあつた鉱物の場合には類例をみないほどみごとな実例であり、更に種々新しい問題を提起する内容をふくんでいるものであつた。

ここに掲載した写真がそれで、これらは天然の結晶面そのままを低倍率の反射顕微鏡で撮影したものである。

この鉱物は赤鉄鉱あるいは鏡鉄鉱 Fe_2O_3 とよばれるもので、玄武岩質安山岩の熔岩の晶洞中に晶出した一種の昇華鉱物で温度は大体 $800^{\circ}C$ 位のもつて結晶したものと思われる。結晶は非常に美しく一見鏡のような結晶面をもっているが、光のあて方で layer の構造をみとめることができる。

この種の産状の鏡鉄鉱の産地としては次が知られている。

| | | | |
|-----|--------------|-----|-------|
| 北海道 | 歩古丹・恵山 | 岡山県 | 下徳山 |
| 秋田県 | お糸柄沢 | 長崎県 | 嵯峨島 |
| 福島県 | 石 庭 | 宮崎県 | ひなもり岳 |
| 長野県 | 笹沢・郷路山・ゴトミキ岳 | | 浅間山 |

ここに掲載した写真はこのうち歩古丹・笹沢・下徳山嵯峨島の結晶について撮影したものから代表的なものをあげた。試料は北海道大学の原田準平教授・桜井欽一博士および地質調査所福岡駐在員事務所の稲井信雄技官か

ら借用したものである。

これらの写真は鉱物がたしかに二次元 layer の積み重なりによつて

生長したものであることをよく示している。

その外に渦巻き転位の実例もみとめられた。更にいくつかの写真で

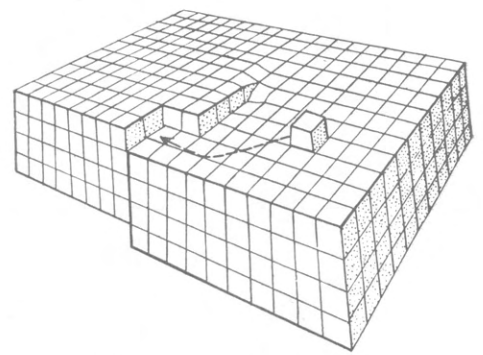
1. layer の中心の位置と数とが晶相を支配している
2. dislocation と双晶との関係
3. layer が分離して異方位の個体をつくつている

などの新しい問題を提起する現象がみいだされるが、これらは双晶・異方位結晶などの成因を知る手がかりを与えるものと考えられる。

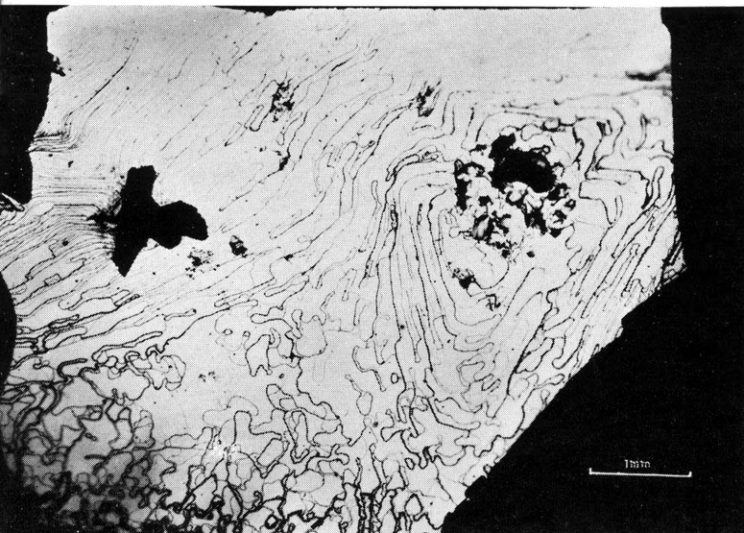
また今後の観察によつて更に新しい事実がみいだされる可能性がある。なおこれらの事実は新しい結晶生長説を実証するだけでなく、これを基礎として、従来はつきりしなかつた晶相変化の原因を解釈したり、結晶の生長条件を推測することができるようになると思われる。

この種の結晶表面の構造は単に赤鉄鉱だけでなく他の多くの鉱物にも認められ、既に黄鉄鉱・方解石・方鉛鉱閃亜鉛鉱などについてもたくさん写真がとつてある。

従来気がつかれなかつたし、たとえ気がついても原因がわからぬままにみすごされていた現象も新しい理論の光のもとで眺めたとき、再び重要な意味をもつてくるということをこれらの写真は如実に示しているものといえよう。 (技術部 地球化学課)

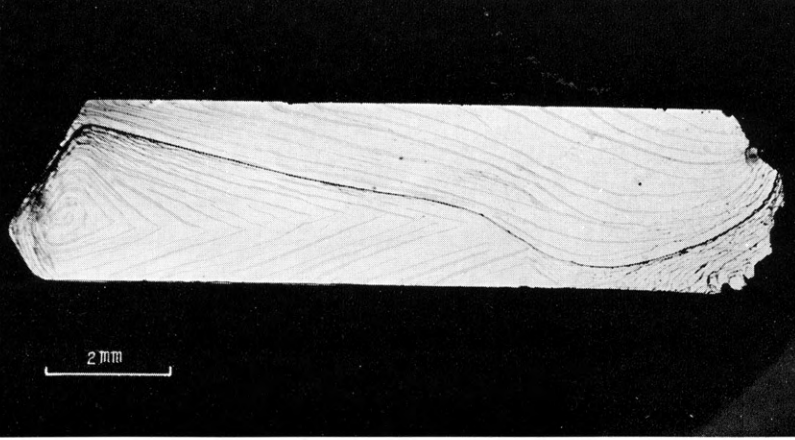
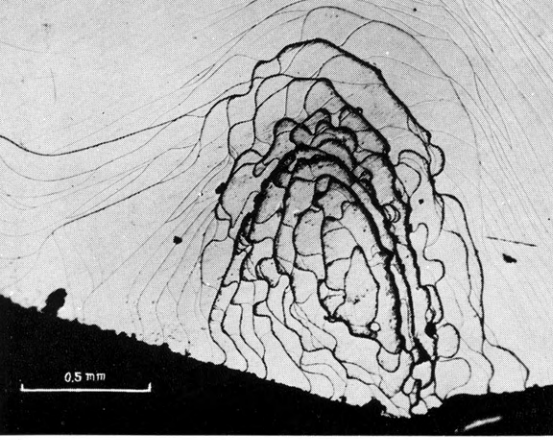


渦巻き転位の概念図 (Readによる)



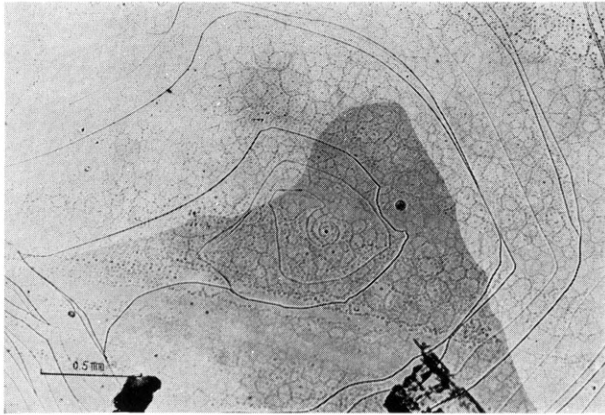
複雑な層のひろがり

層の稜の部分ほりもあがつて細長い丘をつくつており この現象は電子顕微鏡の大きさでも認められる (嵯峨島産)

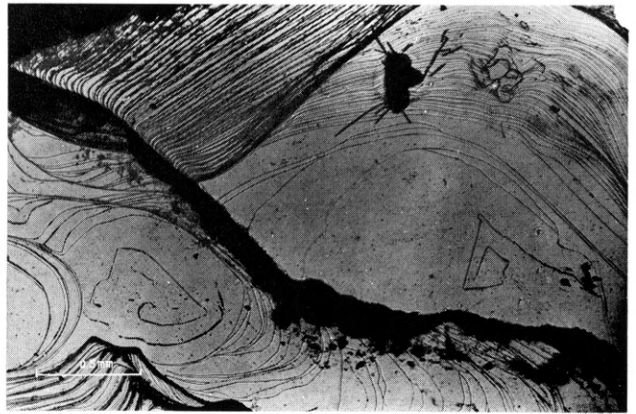


非常に特殊な形の layer (嵯峨島産)

層のひろがりには中心がある
中心が1結晶面上に1つしかない場合と2つまたは多数存在する場合とがあり この位置と数の相違で結晶の外形が変化する場合があるが この写真は中心がへだたつた2点にある結晶で長い板状の形を示し 2つの layer の境界線は鋭い境をなしているが これは両方の力が異なつていたためと思われる (嵯峨島産)



典型的な渦巻き生長(図の中心部)
渦巻きの中心の黒点が転位点 (dislocation 本文参照)
(歩古丹産)



典型的な渦巻き生長
右巻きと左巻きの2つの渦巻きのみとめられる (歩古丹産)

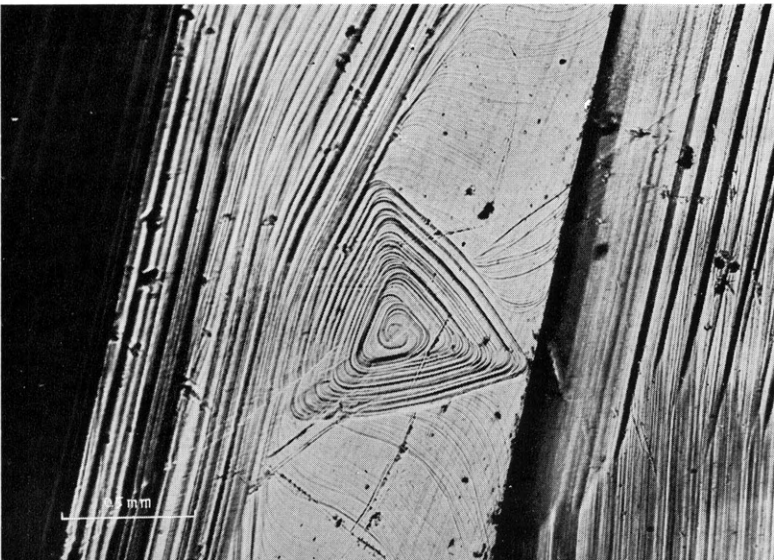
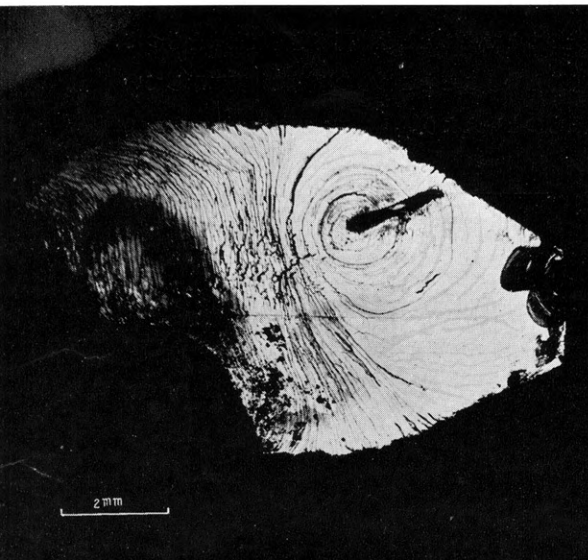
双晶(黒い棒)の位置が転位となつてゐるため 基体結晶の層が渦巻き状をなして生長している一種の渦巻き生長

結晶の真中を走つている直線を境として上と下とで極めてわずかに傾斜が異なり 厚い層は両者にまたがつてひろがつているが 薄い層はここで停止し この境界部は生長の途中でできたことがわかるが 生長途中でできた境界がなぜこれ程みごとな直線になるか理由はまだわからない

(嵯峨島産)

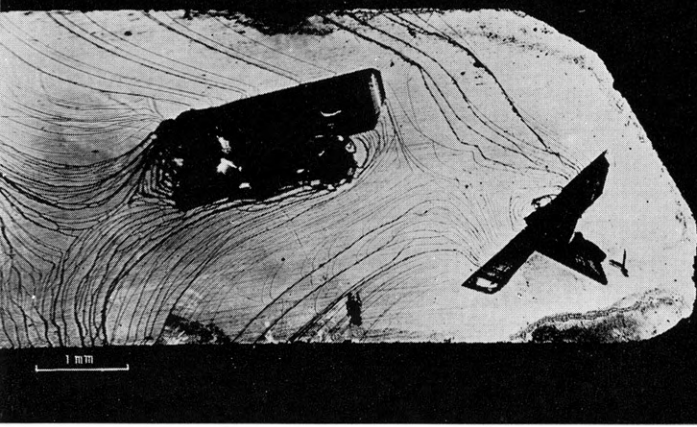
逆方向(右巻きと左巻き)の2つの渦巻き型転位(screw dislocation)が組合わさつて1つの三角形の突起をつくつてゐる

三角形の山の裾野のところでは1枚と思われていた層が多数の層に分離しているが これは一見1枚と思われていた層も実は更に薄い多数の層の積み重なりであることを示している (儀保富士産)



2 mm

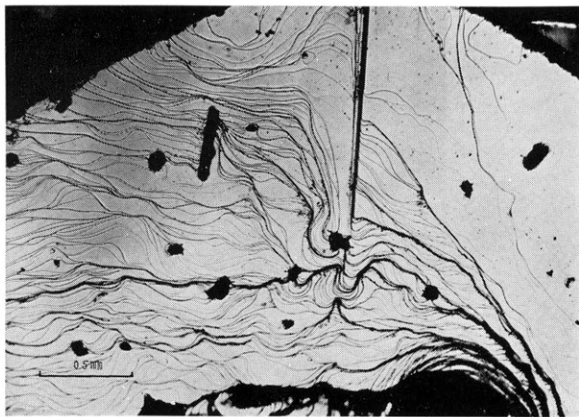
2 mm



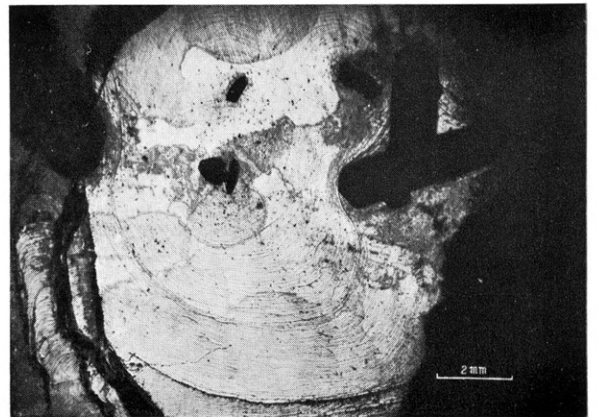
黒い矩形は傾斜の違った赤鉄鉱の結晶
これは生長の途中にできたもので そのため層のひろがりの模様に着しい影響を与えており 結晶のうしろのほうには 丁度航跡のような生長の影がつくられている (嵯峨島産)



異種物質が存在したとき層のひろがりに及ぼす影響
不純物が存在した場合それを中心として 急速に layer がひろがり多角形の小さな突起(黒い小斑点)をつくり 更にこの突起がダムとなつて 基体結晶上の層のひろがりが影響をうけ扇状地状の模様ができる (嵯峨島産)



異種物質ないし異方位結晶の存在によつて層の形が著しく影響をうけている例 (歩古丹産)



双晶が層のひろがりに影響を与えている例(黒い矩形が双晶)
層の中心が2点あつて 層の厚さが同じであるため 2つの層群は合してより大きい1つの層にかわっている (笹沢産)

生長途中の断層・交り
この現象はしばしば認められるもので 層のひろがりが行われている途中で何らかの外力により結晶中にひびわれや断層・すべりなどができると 写真のように層のひろがりの形が著しく変形される (儀保富士産)

層の中心部における層の分裂
いかなる機構でこうした分裂が生ずるかはまだ明らかでないが個々の分離体はわずかずつ方位を異にしており 多くはそれぞれの渦巻き生長を形成し 異方位結晶のできたを示している (嵯峨島産)

