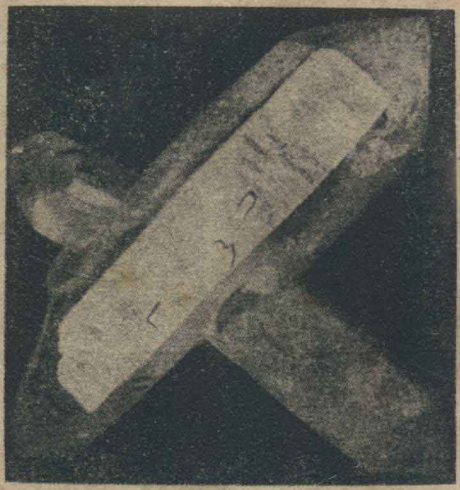
自然科學小叢書

結晶體

渡邊萬次郎著
張資平譯



商務印書館出版

自然科學小叢書

結晶體

渡邊萬次郎著
張資平譯

商務印書館出版

(52671)

自然科學小叢書

結晶體

原著者 渡邊萬次郎
譯述者 張資平
出版者 商務印書館 上海河南中路二一一號
發行者 中國圖書發行公司 三聯中華商務開明聯營聯合組織 北京舒綠胡同六十六號
發行所 三聯書店 商務印書館 中華書局 開明書店 聯營書店 各地分店
印刷者 商務印書館印刷廠

★版權所有★

1935年7月初版
1951年6月再版

定價人民幣10,000元

(滬)2001-3500

目錄

第一章　結晶體之外形……一

第一節　雪之形狀……一

第二節　面角之安定……三

第三節　有理數定律……九

第四節　對稱之要素……二〇

第五節　三十二晶族及六晶系……三〇

第六節　面羣之種類及其形態……三九

（一）等軸晶系……三九

（二）六方晶系……五三
（三）正方晶系……六〇
（四）斜方單斜三斜各晶系……六六
第七節　物質之種類與結晶形……七〇
第八節　雙晶及連晶……九五
第二章　結晶體之內部構造……一〇二
第一節　二十世紀前之學說……一〇三
第二節　勞埃之發現……一〇八
第三節　布剌格父子之研究……一一三
第四節　都拜與雪拉之方法……一二四
第五節　食鹽之結晶……一二七

第六節　金剛石與方解石……一三二
第七節　結晶體內之原子間隔……一三六
第八節　由內部構造論外形之意義……一四一
第九節　由內部構造所見之結晶對稱綫及其分類……一四七
第三章　結晶體之物理性及化學性……一六三
第一節　物理性……一六三
第二節　化學性……一八七
第四章　結晶體之生成……一九三

結晶體

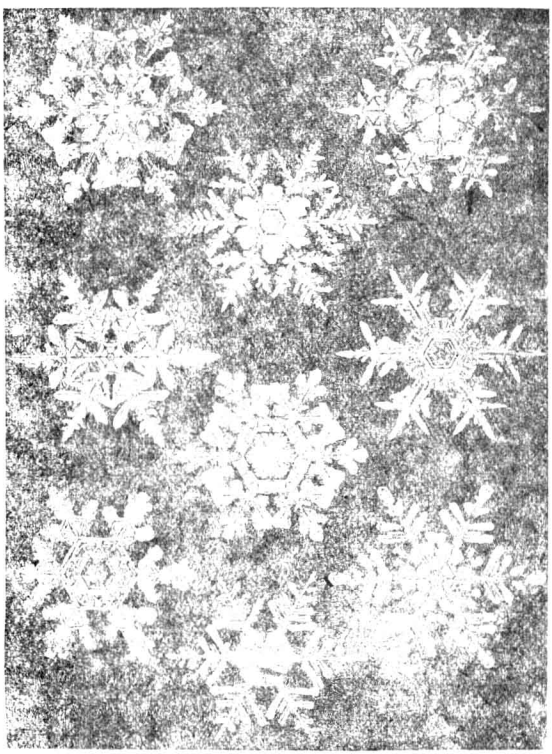
第一章　結晶體之外形

第一節　雪之外形

嚴冬下雪時，取若干雪片置黑布上，用擴大鏡窺之，如第一圖，見各雪片皆作扁平之六角形；再細察之，則此六角片，具有美麗之花紋。其中有直徑爲四五公厘者，雖普通目力亦略能辨認其輪廓。若置之擴大鏡或顯微鏡下，則各雪片皆具美麗之花紋。且此花紋皆循一定之規則，即向六方射出之主軸，常在同一平面內，互作六十度角，相交於中心點；由此主軸更向左右兩側分生枝葩，由此枝葩再歧生小枝，且皆與主軸同在一平面內，互作相等之角度；此等小枝或與軸或與其他之小枝互

相平行，卽此等枝葩或小枝皆按上述規則，無一或亂，所作角度亦有一定，無過大過小之差。所謂一絲不亂，唯雪片之形狀能當此許語。且其形狀常一定不變。植物中之梅櫻及其他草木之花多作向五方輻射之花形，然猶不及雪片形狀之整齊也。花瓣雖華麗，然其美觀亦不及雪片之花紋。故謂恆定之形狀，整齊之紋章，唯雪片能兼而有之。

然則雪果何物耶？曰：空中之水分凝結而成雪，但試觀普



雪片之結晶　一圖

此見卽，之窺鏡大擴以，上布黑證片雪取時雪下向寒美麗之晶形。

通之水，或應盛器之方圓而變其形狀，或在蓮葉之上作露珠，其形渾圓而不露圭角，一旦凝結，則變爲有規則的美麗花紋之固塊。此果何故耶？曰因雪爲一種之結晶也。

結晶實爲一種奇特之物體。雪所以有美麗之形狀，方解石所以有特種之碎裂方向，雲母所以能剝裂如紙片，水晶所以作六角柱狀等，皆結晶之性質使然也。此等美麗整齊之自然物中實藏有無限之神祕。吾人爲探究此種神祕，有時不厭煩瑣之敘述，有時不厭堅苦之理論，此往後願與讀者共同努力研究者也。

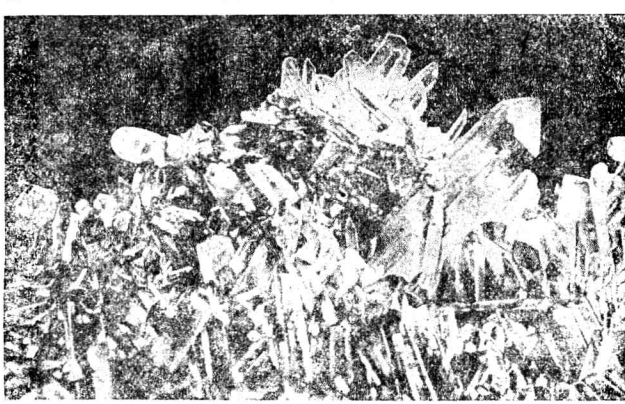
第二節　面角之安定

面角之安定（the constancy interfacial angles），可先取水晶（quartz）作例說明之。水晶體，不論大小，一般皆作規則的六角柱狀，其上端爲六角錐狀，卽狀若六角亭也如第三圖所示。其中有雖具六角形，但因一部份不發達變爲扁平體者，又有其上端之錐體不具六角形而變爲三角形者；其外形至複雜無定。由此外形不同之水晶體中求其共同點，卽在亂雜無一定之秩序之物

體中求立一共通之系統，此固吾人研究科學者之職責也。然則由此意義，在水晶中求得之共通特徵爲何？

凡水晶體其外部皆具若干平面，——卽所謂結晶面。例如作六角柱狀之六個結晶面，不問其柱體或大或小或扁平，皆互以相等之角度相交；卽此等相鄰柱面間之角度常等於120度，亦卽其外角等於60度。例如雪之結晶其輻射軸間之角度及軸枝間之角度卽爲60度。在生物界具有六角形者甚罕；但在結晶界則作六角形者至多也。

不獨柱面間之角度一定，若在定溫定壓之下測之，卽作錐體之六個結晶面間及相隣之錐面與柱面間亦常不變；前者爲38度13分，後者爲46度16分，此等



圖二 水晶之結晶系

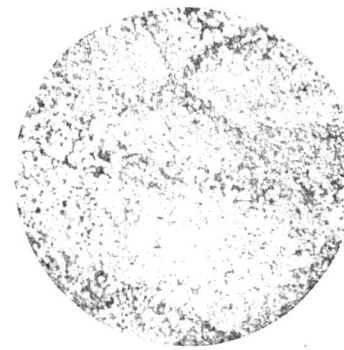
天然產出物卽具此種規則之狀態，卽結晶體之重要特徵之一也。

皆以外角表示者也。上述之錐狀結晶面不論其爲正三角或角數減消，或大或小，皆無關係；唯相當之結晶面間之角度常一定不變；此眞爲一種奇特之定恆現狀也。

在雜然無秩序之外觀中，或在混沌之假相下，最初發見此種整然之特性，一貫不變之眞像者，爲礦物學界之使徒，意大利佛羅稜薩人斯退諾（N. Steno）；時在1669年。但斯退諾氏，唯將此等角度描記紙面上而比較之，而當時尙無可以精密測定之之器具。氏之眼光雖足值後人之讚賞，但其發見則未能爲完全之科學的定律也。

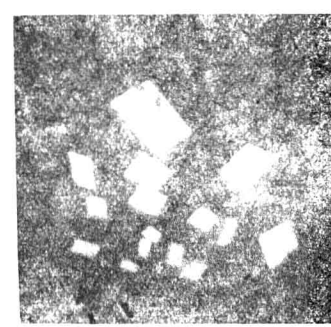
其後至1772年，羅母都里爾（Rome 'de l' Isle）始發明測結晶角之器械，是謂測角器（goniometer）。取多數水晶，不厭其繁，一一爲之測結晶角；其結果益證明斯退諾氏之發見爲不謬；且此現象不獨限於水晶，在其他結晶亦同然也。

『相當之二面間之角度常一定不變』之大定律，卽『面角安定之定律』既發見；結晶學之進步遂因此而開其緒端。但里爾所用之測角器，乃用機械直接與結晶相觸，測其面與面間角度之器，是爲接觸測角器（contact goniometer），如第八圖所示，至今尙使用之，爲一種便利之測角器



圖三　黃鐵礦之集合

雖爲結晶體，但有亦作此種不規則之粒狀。故結晶不能單就外形驗之。



圖四　方解石之劈開

隨意碎之，得此種規則的破片。此亦結晶體之重要特徵之一，所謂劈開者是也。

械。所可惜者若結晶過小或角度過小，則用此器械，殊難測定，由是有新發明之種種反射測角器(reflection goniometer)，如第十圖所示。乃利用結晶面之反射，詳察其間之角度至若干度若干分若干秒之器也。

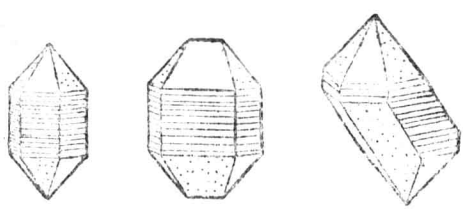
研究之器械，既日見完備，然上述之定律仍不爲之有微毫動搖。至今日測角器益見精巧，面角安定之定律亦因此而益信。吾人由此定律得一絕大之教訓，即易於變化之結晶面之形狀及大小

可無須注意，唯專注意其相當之面與面間之恆定不變之角度可也，換言之：即重視此等面間之方



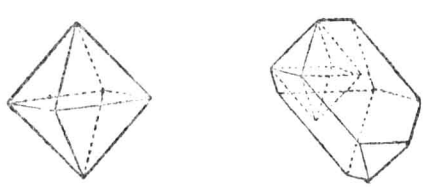
圖五　方解石之重屈折

透過方解石觀察文字變爲兩重之文字，即所謂重屈折之現象，亦爲結晶特徵之一。



圖六　水晶之種種

三者各具十八個晶面。（用平行線表示者六，用點線表示者六，又空白表示者六。）而各形則完全不同。

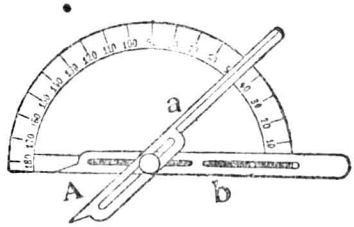


圖七　螢石之結晶

二者實具同種類之晶面，因其發達程度不同，外觀遂異，但其相當之面與面間之角度則一定不變。

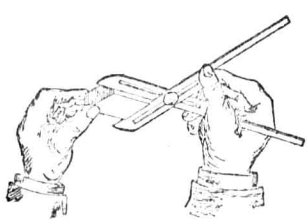
向關係。蓋前者爲外觀的假相，而後者爲內在的眞相。去假相而求眞相，乃吾儕研究科學者所應有之態度也。

但一般欲直接知事物之眞相頗難。故吾人仍須先從面之形狀及配置等推測其大體，然後測其面與面間之角度以判定其眞僞。至若理想的發達結晶，其同種之晶面常同形同大小，卽可以之爲直接決定種類之標準。普通之結晶模型（crystal model）卽按此理想的條件而製造者也。其



圖八　接觸測角器

此爲最簡單之測角器斜桿 a 可以自由迴轉，結晶挾於斜桿a與水平桿A之間而測其角度，半圓形之環上刻有度數，視斜桿a他端所指示之角度數，卽所測之角度。結晶面之種類卽由此方法定之。



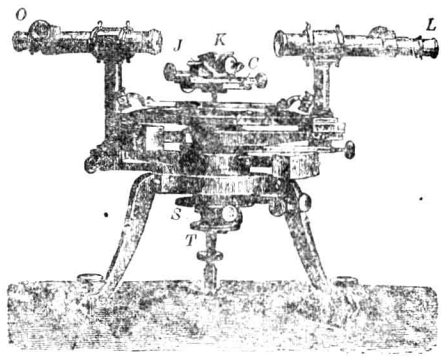
圖九　接觸測角器之使用法

判定至簡單，其表現亦極明瞭。但慣於觀察模型者一旦觀察實物，常因不規則之外觀差別而亂其視官，不易測知其正確之實相。狃於理想，一旦接近現實，則無所措手足者，其理同也。故吾人必須常左置模型，右置實物，熟視其外形同時確定其實相。

其次尚有一事須注意者，即所謂面角之安定，乃就定溫定壓下而言。若溫度壓力有變化，通常面角亦隨之變化。

礦物雖爲無活力無感覺之無機物，然仍不能超然於環境影響之外；關於此項容後述之。

第三節　有理數定律



圖一〇　反射測角器之一例

若欲精細測結晶面角，則用圖示之機械置暗室中，K台上置結晶體。由O進來之光線過結晶面而反射。一方用望遠鏡L確定其反射方向至其角度則視圓盤V之迴轉角度即得。

因面角安定之定律，發見始見進步之結晶學；至有理數定律（law of rationality）發見後，遂得有長足之進步；結晶界之種種難題亦依此定律而得解決。其後結晶學之路，亦全賴此定律爲之啓導，欲知此定律之意義，不能不對關於結晶軸之數字之行列一加以研究；驟觀之似極乾燥無味，實則頗具興趣之研究問題也。

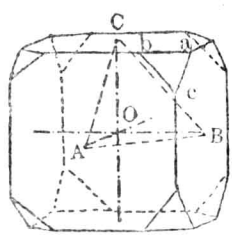
既如前節所述，在結晶體之外部形態中，最重要者爲各晶面之方向的關係。吾人爲表示此種關係，欲求一最簡明之一般方法；結晶軸之採用，亦爲此方法之一種。

平面幾何學已教示吾人，在直角三角形，弦與勾及股所作之傾斜角度，因勾或股之長短而有一定；觀普通用器畫所用之三角板尺自不難了解；即不能測知勾及股之長短，但若知此二項者之長比，亦可以測知弦之傾斜角度也。

同樣，在結晶體內，假想有取一定方向之三直線相交於一點；又假定各晶面平身能平行的移動而與此等直線相交；然則各晶面之方向的關係，得由該晶面與此三直線相交截之長度比決定之，即以由三直線相交之點至三直線與面相交切之點之距離比決定該晶面之方向。故以此種假

想直線羣爲決定結晶面之方向的關係之標準，稱之爲結晶軸（crystal axes），各晶面與此等軸交切之長度比爲該晶面之軸率（axial ratio）。

以此方法表示結晶面之方向的關係，因發現一重要定律：卽若在某一結晶體取任意之三晶面，每二晶面相交必有一定之方向，與此三方向平行選定之結晶軸時，如第十一圖所示，若任意之一晶面之軸率爲 $a:b:c$，他一晶面之軸率爲 $OH:OK:OL$，則此二軸率間之關係常爲 $OH:OK:OL = \frac{a}{h}:\frac{b}{k}:\frac{c}{l}$。式中之 h,k,l 常爲簡單之有理數，卽通常爲10以下之整數或零，此卽有理數定律，乃在十九世紀初期法人阿羽伊（R. Haüy）所發見者也。



圖一一　軸率之選定

因爲螢石之結晶，若選定 OA，OB，OC 爲結晶軸，則晶面 ABC 自身平行移動在 A,B,C 三點與三軸相交切，故其軸率爲 $OA:OB:OC$

因此定律之發見，在一結晶體縱有多數之晶面，其方向的關係亦容易明白表示之：卽先在此等晶面中選用互相交之四晶面，以其三者相交之三方向爲結晶軸，其餘一晶面則與三軸皆相交。其交切距離如第十二圖所示，假定爲 $OA=a, OB=b, OC=c$，是爲標軸（parameter），則其軸