

自然科學小叢書

石 隕

加瀨勉 著  
陸志鴻 譯

王雲五 周昌壽 主編



商務印書館發行



自然科學小叢書

隕石

加瀨勉 著  
陸志鴻 譯

王雲五 周昌壽 主編

商務印書館發行

三民主義青年團  
中央圖書館

## 原序

今日盡人皆知隕石爲天空中隕下之石，載於報紙，爲學者所研究，并陳列於博物館，供一般人之觀覽。但古時極難瞭解此石之隕自天空，世人往往尊爲上天之顯身，而崇拜之爲信仰之對象物。因之科學家對於此石之隕自天空，亦未輕易確信之，且事實上對於此點之確認，反後於一般民衆也。

吾人研究天體時或可間接利用分光法，或可直接考察天體破片之隕石，由此可得種種饒有趣益之結果，故隕石實爲我人研究上之貴重材料。隕石既爲天體破片，故吾人觀察之時，必先始於天文學上之考察，次及其礦物學，冶金學，及金相學等各方面之研究，其所屬範圍甚廣。著者昔日對於隕鐵之組織上成因，曾有研究所得，并曾收集有關係之記載，擇要而連載於「金屬之研究」之

雜誌上。是書卽就此等材料加以補訂而重編成之者。

本書內容分前後二編，前編全爲讀者於閒暇時可供解悶之材料，乃關於隕石一般之記載。後編稍涉及專門，以供研究家之參考。

本書中記事與照相等中曾有參考下列各書籍雜誌者，并記於下。

T. E. R. Phillips.——Hutchison's Splendour of the Heavens (1923)

S. A. Arrhenius.——Lehrbuch der Kosmischen Physik (1903)

G. P. Merrill.——Hand-book and Descriptive Catalogue of the Meteorite Collections  
in the United States Museum (1916)

Revue de Metallurgie (英國冶金雜誌)

E. Cohen.——Metiorten kunde I—III.

F. W. Clarke.——The Data of Geochemistry (1924)

地學雜誌

地質學雜誌  
金屬之研究

一九二九年一月 著者識

目

序

三

# 目錄

## 前編

第一章	古來關於隕石之記載·····	一
第二章	隕石與迷信·····	五
第三章	確認隕石來自天空時代之議論·····	八
第四章	隕石之本體·····	一三
第五章	彗星流星及隕石間之關係·····	二六
第六章	隕石降下之現象·····	四四
第七章	隕石降下之數及重量·····	五六
第八章	隕鐵之利用與自然鐵·····	五八

第九章	金鋼石之成因與隕石	六二
第十章	生物之起源及隕石	七〇

後編

第一章	隕石之分類	七五
第二章	隕石之礦物學的組成	八四
第三章	隕石之化學組成	一〇四
第四章	隕石之組織	一一〇
第五章	維特孟斯泰頓組織	一二六
第六章	隕石之標本及文獻	一四五



# 隕石

## 前編

### 第一章 古來關於隕石之紀載

試思渺茫無窮之天空，突有隕石降下之際，發眩耀之光，與震耳之聲，此大自然之現象，苟起於目前，則誰不爲之愕然也耶。

此種奇事不分今昔，常起於宇宙之間，則相傳開闢之後，在樂園內度甜蜜生活之亞當夏娃，必亦可見之，其長年月間屢爲異象所擊而驚其夢，以爲神之責誠，恐懼而不知所遁，此亦非徒屬空想歟。



當歲月迭更，人類繁殖之際，古來必曾遭遇多次隕石之襲擊，惜乎太古祖先無文字之記載，不能傳於今世。今就傳記所見者舉列如下。

(一) 最古莫如約書亞之事。舊約全書約書亞記第十章載有約書亞為摩西之後繼者，亦為以色列人之指導者，曾征服克南人。其時天帝投下多數石塊於敵軍陣地，敵人死者較被刺殺者為更多。此事實屬四千餘年前之事，恐即為隕石之紀事也。

(二) 據羅馬歷史家李惟 (Livy) 紀元前五十九年至十七年) 之記載，紀元前六五二年曾有巨大隕石落於羅馬附近云。

(三) 在中國之記載中紀元前六四四年曾有目覩隕石者云。

(四) 德國上部阿爾薩斯之一小都會名恩齊鄉 (Ensisheim) 於四百年前當麥克雪密林皇帝時代，曾降下著名隕石，詳載於傳紀。據云當紀元一四九二年十一月七日上午十一時至正午之間，忽有極長之雷聲響自遠方，繼而有二百六十磅之石自天空隕下，其時有一小孩見其落於麥田內，穿一大孔於土中，幸無損害云。

(五)自今五十餘年前即一八七五年二月十二日下午十時，北美愛哇亞市霍姆斯泰地方，天空忽現一星，照耀如同白晝，見者莫不驚愕，犬馬亦爲之狂鳴。該星以極大速度北進，當其消失之時，發出五條強光，繼而忽起大雷鳴，聲震天地，遂落於地上。但未幾又繼之以極大爆聲，如追逐於該星之後，尋又起狂風。仰視天空則僅見薄雲繚繞，固未有任何異狀也云。

以上所述皆屬於陸上之例，隕石之落於地上者多爲人畜所易感知。但航行於廣漠大海中之少數船舶，其見隕石之落於海中者亦不乏其例。茲據記載所見及者列舉如下。

(六)自今二十餘年前英國帆船歐克利浦斯號曾於離夏威夷九百海里之海上遭遇大風雨，當時忽有一大火球自天空飛來，破折該船之前橋，擊斷船首沉於海中，以致海水侵入船內，船員倉卒乘救命艇而逃，漂流海中者凡十五日，卒幸達夏威夷，然其中已有數名餓死云。

(七)自今二十餘年前即紀元一九〇七年八月十六日，輪船甘勃林號自倫敦出發航行於大西洋中。經過北緯四十五度二分西經五十一度十分之處，突有隕石大如房屋，其光烈於太陽，發大音響而落於離船約二百尺之海中，因之海水動搖甚激，該船險遭不測云。

(八)又十數年前一荷蘭輪船渥生號自該國洛德爾屯港出發向美國費拉特爾斐亞進航，經過大西洋上北緯五十九度五十九分，西經七十一度二十七分之處，突有一隕石掠船而過落於海中云。

由以上所舉之諸例論之，則航海中之船舶有時不明原因而突遭覆沒者，亦有因途中遇大隕石而慘沉海底者。例如四十餘年前日本曾自法國定造一軍艦，當駛歸日本之時，雖確已知其到達新加坡，然其後遂行踪不明，至今莫知其所之。或遭隕石擊沉亦未可知。

在陸地上迄今尙未聞有舉村被隕石毀滅者，海上遭遇隕石之災更屬鮮有，以上推論，恐或未能過信也。

## 第二章 隕石與迷信

未開化之民族往往尊天隕石爲神之本體，而視之爲信仰之對象物，徵之於下列各記載，可知其一般。

(一) 小亞西亞古代有一小都會名甫利嘉 (Phrygia)，曾降下一黑圓錐形之隕石，數百年間被人崇拜，尊之爲西貝爾 (Cybele)，其意卽萬神之母。此石至紀元前二〇四年移於羅馬。

(二) 又小亞西亞之古都埃弗蘇斯 (Ephesus)，建有著名之迪阿那 (Diana) 寺，其所供奉之神相傳謂美麗之彫刻像，但其實亦爲圓錐形之隕石。

(三) 回教之寶物中最神聖者乃祀於麥加之加白 (Kaaba) 寶物，亦爲黑色之隕石。

(四) 古代德洛伊地方所崇拜爲抵禦外敵之守護神而尊之爲百拉迪烏姆神者，實亦爲一隕

(五)現今華盛頓之國立博物館中有一巨大之凱薩斯格倫迪 (地名 Quetzalcoatl) 隕鐵 (第一圖)，此石發見於墨西哥古城廢墟中，嘗在地中時纏有木乃伊之布，其狀極似於有史以前民族所崇拜之者也。



第一圖 凱薩斯格倫迪隕鐵，重量  
1545.391 公斤

前民族所崇拜之者也。

(六)美國窪海哇州之一古跡廢墟中，磚砌祭壇之上發現一鐵塊，此亦為隕鐵。

以上所舉者皆屬於古代之事。現今亦不知隕石為何物崇拜之為神禮者。

(七)自今約四百年前，德國阿爾薩斯之恩齊鄉地方有一隕石降於麥

田內，運至教會，視之爲神之顯身，而懸藏之。遠近來觀者甚衆，傳說紛紜，不知者咸歸之於神之業績焉。

(八)紀元一八五三年即自今約八十年前，非洲東部降有一隕石，約重一磅，土人塗之以油，被之以衣服裝飾，安置於特設之寺院中云。

(九)自今三十餘年前，印度曾有一隕石，印度人遂飾之以花，復注香油；祀於廟中，舉行宗教之儀式。其後移置於博物館。

### 第三章 確認隕石來自天空時代之議論

昔時對於隕石之可否降自天空之問題，在一般人士與科學者間曾有數多之懷疑說。此懷疑說中，有如德國哲學家克拉特尼（G. F. F. Chladni）於一八一九年之著書中曾云博物館中管理人等因隕石有來自地球外之可能性時，恐彼等自身成爲笑話材料，將其所保管之標本隱藏而拋棄之云。

據昔時之少數記載則見隕石之降下而拾得之時，每崇拜之爲神之本體，此種迷信之例已述於前章。

前述德國恩齊鄉之隕石，降下於一四九二年十一月十六日上午十一時至十二時之間，其時有雷鳴來自遠方，及其既墜於地，即埋入地下達五呎之深。其後掘出之，則其重量達二百六十磅。



(但今日殘存之部分僅約五十五磅。)

此種現象雖似至少對於科學界上會有多少確證，然實際上至最近時代即一七七二年，有名之化學家拉伐習氏等曾調查其四年前落於魯塞 (Luce) 之隕石，提出其報告書於法國之學界中，據彼等之見解，所謂天空之石者，不過地球上電光所擊成之普通岩石云。

一七九四年德國克拉特尼氏曾謂鐵塊中十之八九來自地球外之空間，列舉關於隕石推論上之有力證據，以促科學界之注意。彼曾引名傳古今之巴拉斯 (Pallas) 隕鐵以為證。此隕鐵乃可薩克人在一七四九年發見之於西伯利亞之克拉斯諾耶斯克附近高山之巔上片狀岩石之中間。該地土著之韃靼人視該隕鐵為天降之神聖物。由此事實論之，則隕石之降自天空，已為明證。克拉特尼氏以為該鐵由火力生成，但就其鐵塊外觀及硬度，及對於橄欖石配置狀況論之，彼謂非造成於其所發見之原處。換言之，即非由人類，電，或偶然之火災等所造成者云。

因之克拉特尼謂該石乃自遠方拋射而來，但該處附近不但毫無噴鐵之火山；併火山亦全無之，遂謂該石之來處，不得不視為降自天空。又謂此種物體飛翔於大氣之中，時起空中之火球或流

星等現象云。

當此說發表後，適有極堪注目之事實以證明其說。因同年，意大利西那（Siena）附近，忽有降如驟雨之隕石，為衆人所目擊。翌年十二月又於晴朗之天空，約五十六磅之石降於英國姚克夏之渥爾特可斗齊附近一農夫之傍。又一七九八年更有多數之石隕於印度之凡內雷斯附近克拉克哈德地方。

但科學家之見解，極不輕易承認此等證據。幸於一八〇三年四月二十六日下午一時於巴里附近魯愛格爾（L'Épée）邊境有三千個以上之多數隕石，忽如驟雨之降落。

此降下狀況曾由法國理科大學研究，其報告書中完全斷定降下之石自地球外方飛來。於是世間一切疑問可得永久解決。第二圖示當時魯愛格爾隕石之一磨片上肉眼的組織。

越四年後美國康內克的格脫州惠斯登地方又有數千隕石



第二圖 魯愛格爾隕石

如驟雨之下降。於是一般對於隕石降自天空之懷疑者更無疑問之餘地矣。

由是次之事實亦被一般所承認，即火球實亦為飛行天空之隕石，並非空中氣體之發散物。此等火球當飛行中或於空中燃燒，有時未達地上已完全滅跡矣。

由以上所述則隕石之起源非為地球或月球中火山爆發之直接生成物。此等隕石自空中高處，以惑星及彗星之速度進行，故無確實理由可視為其與天體由相異方法而生成。且多數流星互相類似，不得不視其有共通之來源。況月球世界之火山今全歸於消沉，地球上之火山，如爪哇之克拉卡篤火山等今則亦決不能噴出巨大之物於大氣中而送達於世界各地。然今日尚有人以為此隕石乃數百萬年以前，月球火山活動最激，地球年齡尚幼稚之時代所射出之破片，此等破塊，以與地球軌道相交叉之扁橢圓形軌道，迴繞太陽，達某時期，卒入於地球周圍之大氣中云。

關於隕鐵之來源，尚有人以為自太陽或他恆星中降落於地球者。此見解乃基於隕鐵類中一般含有氫氣及碳之氧化物等，可以適當方法抽出之。彼等以為鐵之可吸收此種氣體者，僅侵入於含此等氣體之濃密高溫氣圈內時，方屬可能，而此種狀態，就吾人所知者，惟存在於太陽及其相類

似之恆星中。實際上太陽中有多數爆發的。隆角由此發出之拋射物或可投射至如惑星所有之距離。其他之恆星亦由同理可有此現象。

創造於宇宙間之此種物體，當其到達地球以前，必曾經長久時間，獨立運動於太陽系之間，宛如惑星與彗星等，此論據當全屬真確。且據輓近美國之數學兼天文家牛頓(H. A. Newton)之研究，則約二百個隕石中，其百分之九十以上當降至地上以前，其軌道非屬於拋物線，乃類似於短週期之彗星軌道云。

## 第四章 隕石之本體

### 一、隕石之定義

隕石 (meteorite) 者自天空降下於地球上之礦物質及金屬質之團塊，與夜間橫飛於天空之火球 (fire ball bolide) 或流星 (meteor, shooting star) 爲同一性質。亦稱 aerolite，語源自空中之石 (air-stone) 而來，亦稱 uranolith 者語源自天石 (heaven-stone) 而來，亦有稱爲 meteoritic stone 者。我國有隕石，天隕石，隕星，等名稱，其屬於鐵者，特稱之爲隕鐵，天隕鐵等。

### 二、隕石中所含有之元素

隕石中所含有元素與地球內所含者相同，唯其比率因結合狀態而異。隕石內最豐富之元素如下。

矽 氧 鐵 鎳 鋁 鎂 磷 硫  
含量較少者如下。

鈷 鉻 銅 氣 氫 鈦 鋰 錳 氮 鈾 鉑 鉀 鈳 鈉 鈦 鈳  
其他尚有氫、氮等。但

銻 砒 金 鉛 鎳 錫 鋅

等往往見於各報告之分析中，但據最近之研究，則因分析精度之如何而生疑問焉。

要之以上諸元素就週期律表求之則如下表中附以一記號之元素均存於隕石中，合計三十五個，但其中七個則有疑問。

氫	第一族
氦	第二族
鈉	第三族
鎂	第四族
鈣	第五族
鈦	第六族
鐵	第七族
鎳	第八族

		金	銀	銅	鉍	錒			
汞	鎳	銻	銻	銻	鎳	鎳			
		鉍	鎳	鎳	鎳	鎳			
	鉛	錫	鎳	鎳	鎳	鎳			
鉍	鉍	鎳	鎳	鎳	鎳	鎳			
		砒	砒	砒	砒	砒			
	鉍	鉍	鉍	鉍	鉍	鉍			

### 三、隕石中所含礦物

隕石中因種類不同而含有種種之礦物學的成分及合金。如下列所舉。

橄欖石                      斜方輝石（頑火石，古銅石）                      單斜輝石（透輝石，普通輝石）

斜長石（灰長石，鈉灰長石）                      磷灰石                      磁鐵礦                      鉻鐵礦                      黃鐵礦                      磁黃鐵礦

褐菱苦土礦                      碳（石墨，金剛石）                      鎳                      鐵                      磷鎳鐵                      硫化鐵                      硫化鉻鐵

氯化鐵      碳化鎳鐵      碳化矽      水

#### 四、隕石之簡單分類

隕石之組成有種種，或全屬石質，而稍含鎳、鐵等，或幾全部由鎳鐵合金而成。因之隕石 (Meteorite) 可大別之為二類。其近於單一之石質者稱曰隕石 (meteoric stone)，其近於鐵者稱曰隕鐵 (meteoric iron)。故隕石之名稱或指二者之總稱，或僅指其中之一種，有混淆不明之弊，因之亦有就二者總稱之曰隕礦者。

然如上僅分二類時，其中間之物將無所屬，故亦有分為下之三類者。

(一) 石質隕石 (aerolite 或 stony meteorite) 主由矽酸鹽礦物而成，含少量之金屬合金及硫化物。

(二) 石鐵隕石 (siderolite 或 stony-iron meteorite) 由金屬網狀或海綿狀組織而成，其間隙充填以矽酸鹽礦物。

(三) 鐵隕石 (siderite 或 iron-meteorite) 主由鎳鐵合金而成，含磷化鎳鐵及硫化鐵。



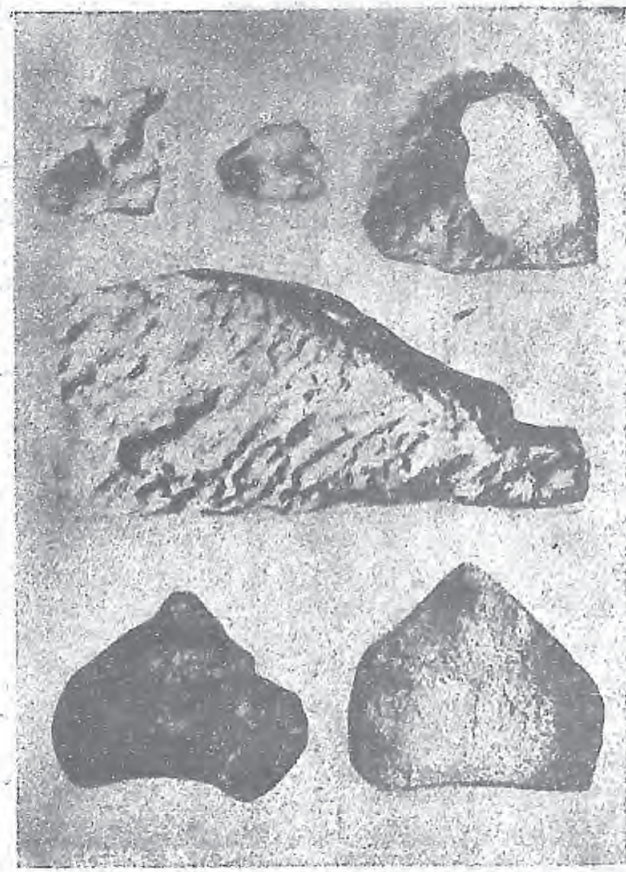
其他尚有種種分類法，較上述更爲詳密。其中尤以曾調查維也納奧國博物館內所收集隕石之勃雷齊那（A. Brezina）分類法，最爲廣用。但此對於一般讀者過於專門，要之同一團塊中相異部分之碎片各分類爲相異之名稱，其法極詳密，俟於後編內述之。

### 五、隕石之鑑別

隕石之大小無一定，小者如砂粒，大者達數萬磅之大塊。其形或如扁平之雪茄煙卷，或如外國梨形等亦有種種，但如栗形，卽圓錐形者較多，亦或偶有指戒形，要之因原有形狀裂成不規則破片，又或當飛翔空中之際，表面受摩擦熔融等影響，故成種種之形狀。

降下時之隕石表面多成黑色，偶亦有成褐色者。有時亦爲灰色或白色。光澤則或有或無。常有特種之鏈波狀小凹處，又或有小形隆起體突起如疣。

石質隕石之特徵乃有薄黑色外皮，具有宛如塗以油漆之光澤，此因隕石以大速度飛行於空中時，表面熔融而生成者。此表皮有時或深入於裂縫或脈中而達於隕石之內部者。但外表大部分多由鐵之氧化物而成，有強磁性。隕石外面通常有孔及凹入處，宛如軟餅上壓入指痕之觀。此等凹



第三圖 隕石之各種形狀，右上端為美國阿利雙那州德克生(Tucson)隕鐵主要部重量有621.531克中為空虛成完全之指戒形。

處恐當隕石飛翔時，易熔部分會流失而成歟。

石質隕石常

含有黑色鹼性玻

璃質；其切片斷面

研磨後往往見有

球粒 (chondrite

拉丁語為 chon-

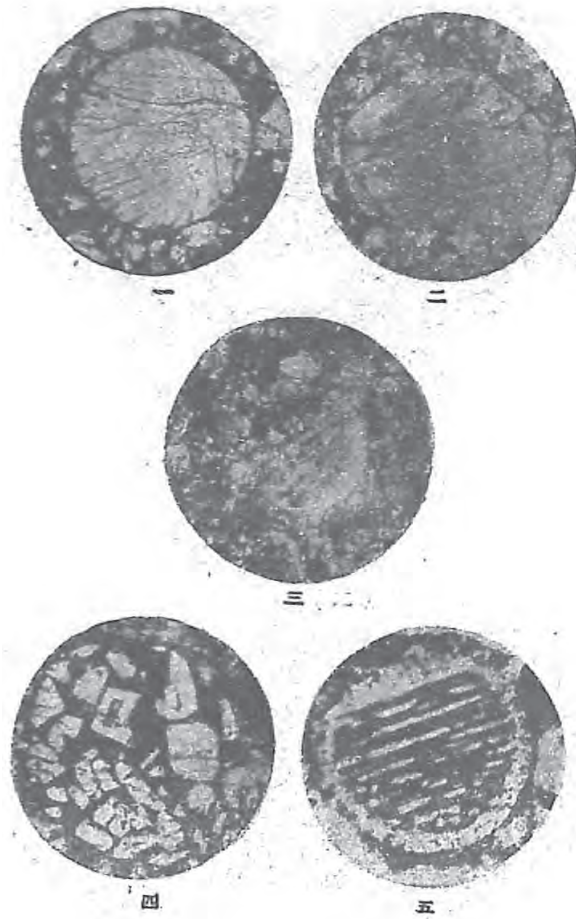
druin 或 chondri)

此為矽酸鹽成分

所取之特種球狀及橢圓體狀。其生成對於隕石成因上最有關係。即示已知之隕石皆有火成性質

者也。第四圖示種種球粒之顯微鏡照相。

地球L.所生成之岩石中如流紋岩安山岩等亦有球粒狀組織，但隕石中則由橄欖石或頑火



第四圖

石等所成，磨成薄片而於顯微鏡下視之，則容易區別焉。

富於鎳分

(六至七%以上)

之隕鐵中其切片

研磨面，以硝酸腐

蝕之，多呈三角形

或平行四邊形之



(二)



第五圖 鋼之維特孟斯泰頓組織，(一)薩克拉孟脫鋼之一切片(錳約8%)大小為原物之一倍半(二)古伯湯鋼之一切片(錳約9%)原物之 $\frac{2}{3}$ 倍大。

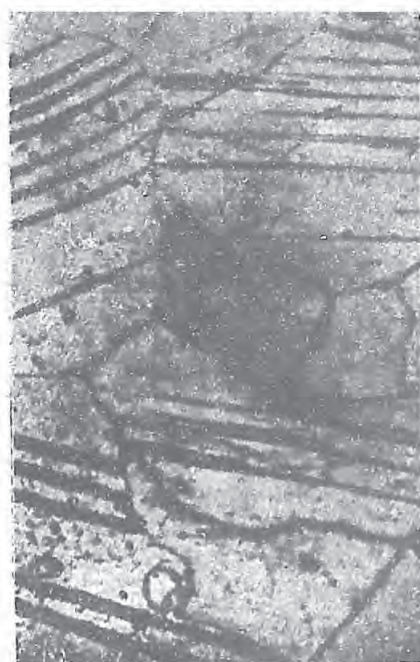
集合組織，雖肉眼亦能明辨之。此稱曰維特孟斯泰頓組織 (Widmannstätten structure)，如第五圖所示。其(一)為薩克拉孟脫 (Sacramento Iron) 隕鐵之一破片，含鎳約八%，照相為原物之一倍半大小。其(二)為古伯湯 (Cooperstown Iron) 隕鐵之一破片，含鎳約九%。照相為原物之 $\frac{2}{3}$ 倍大小。此組織皆為八面體結晶之斷面也。



第六圖(一)坂內隕鐵(鎳約5%四十倍大)

中之諾伊孟紋

含鎳較少之隕鐵(六至七%以下)其研磨面或直接視察，或以酸腐蝕後，皆現多數深大之固有條痕。此稱為諾伊孟紋 (Neumann band) 第六圖中(一)示日本坂內隕鐵(鎳約5%四倍大)中之諾伊孟紋，第六圖(二)示普通低碳鋼鎚擊後鐵粒間所生之諾伊孟紋於境界處成中斷或彎曲。隕鐵中之諾伊孟紋，恐嘗降下於地上



第六圖(二)低碳鋼中之諾伊孟紋

之前，與大氣起衝突，宛如鎚擊狀況，故遂生此紋於六面體結晶之鐵內歟。

含鎳較少之隕鐵雖屢有諾伊孟紋，但不呈維特孟斯泰頓之組織，反之鎳量較多之隕鐵中有維特孟斯泰頓組織，且同時內部少鎳部分，有諾伊孟紋。第六圖(三)乃降下於

美國登納西州加散其(Oriskany)地方之隕鐵(錄七。七二%，鐵八九。四六%約三倍大)一破片，其中有維特孟斯泰頓組織及諾伊孟紋圖中細線，即此諾伊孟紋也。

由以上所述二三特徵可由某鑛物或鐵塊狀物，而鑑定其是否為隕石。但僅就外觀而斷定時，有時或招錯誤。例如第八章三節中所述自然鐵中亦呈維特孟斯泰頓組織，但固非隕石也。

## 六、地球亦爲一隕石

地球亦爲一隕石，唯尙未落於他大天體之上耳。今將其理由說明如次。



第六圖(三)加散其隕鐵 (鎳7.72%鐵89.46%  
約三倍大)中維特孟斯泰頓組織及  
諾伊孟紋

就多數之石質隕石分析結果，則主由橄欖岩而成，故與造成地殼之岩石甚異，且類似於花崗岩之隕石尙未之有聞。但地球上層外皮中，石英與長石類爲其最豐富之鑛物，而隕石中則全缺之。此理由乃因隕石通過於空氣中極寒冷部分而降於地球之大氣圈內時，外皮或飛散，或白熱後爆發而飛去，結果僅內部之較緻密部分殘留而達於地上。彼全爲金屬質之隕鐵，乃自石質部破壞脫出者歟。

由隕石及其他材料考察之，則地球內部必亦有有鐵鎳所成之中心核。地球全體之比重爲五·五，造成地殼之岩石平均重爲三·二，鐵鎳合金之比重約爲七·八，由此計算則地球核部與外皮之厚度可自地球直徑求出之。又維罕德 (E. Wichert) 氏由地震波之研究，求得地球核部之徑約一萬公尺，卽六千二百十四哩。因之外皮厚度當爲八百五十五哩。此值與前之比重計算所得結果略相一致。

由上所述則地球實爲一巨大之隕石，僅尙未落於他巨大之天體上耳。入於吾人手中之隕石，卽爲天體之一片，乃與地球有類似之組成也。



地球全體幾可視爲整塊之鐵，次於鐵而豐富之元素爲氧，矽，鎳等順序。卽鐵六七·二%，氧二·八%；矽七%，鎳四%等組成，至於其他元素，則幾不足道矣。（參照第八章三節自然鐵之項。）

## 第五章 彗星流星及隕石間之關係

### 一、紀元前一八三三年十一月之流星雨

一八三三年十一月十三日夜之流星雨，實爲上天所造成之一最可怖光景也。該夜遭遇大暴風之北美洲，自夜間十時至天明止，繼續爲火雨所襲，蓋彗星之無數破片，忽與地球相衝擊。然該事象之意義其後久未爲人所發見，當時天文學家與一般民衆同以驚怖之眼光觀察此光景，當時之天文學家僅知其爲稀有之流星雨而毫未疑及此等流星或會形成彗星之頭部。其後經一年，耶爾大學奧姆斯泰教授（D. Olmstead）證明流星均於太陽周圍，成相互平行軌道而運動，且此等軌道於十一月十三日之夜適與地球軌道相交。由是而此問題始得闡明。

奧姆斯泰推論謂與地球相遇之流星羣或可形成彌散之彗星，然此等流星，即屬彗星崩壞物

之事實，待其後研究更進步後始得完全承認之。此祕密之關鍵雖已明示於當時之光景中，但其時數千之觀衆，徒知恐怖，而全未之理解，僅事傍觀而已。蓋當時之光景宛似擴展於天空之火傘。彼流星者本自獅子座中特種之一點上射出，宛如冬季暴風之際雪片亂飛之景象，實似於一火傘也。



第七圖 流星雨之光景

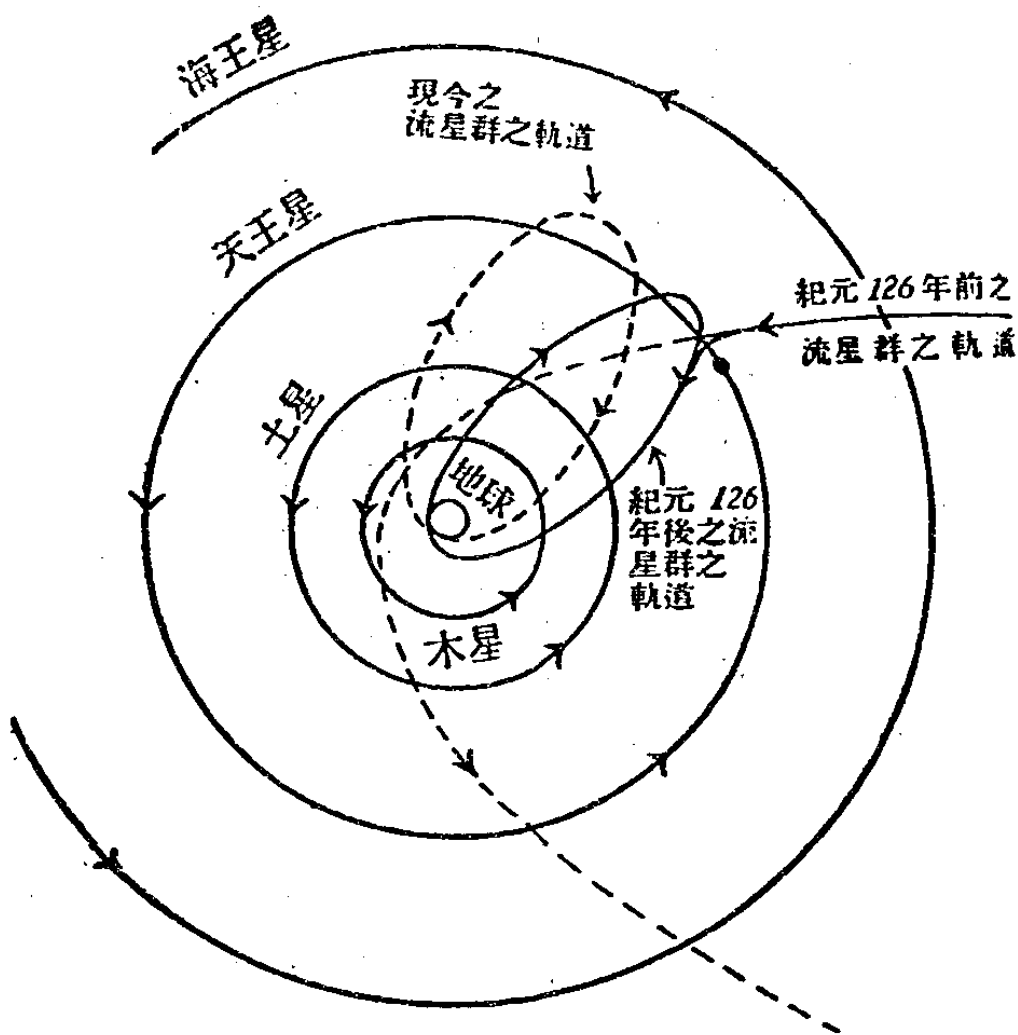
(第七圖參照)

一八三二年十一月十三日亦曾有流星之出現，唯其光輝較弱耳。此種現象實際之關係雖不能即時了解，但此等流星之當屬於同一系統，則為當然之結論。奧姆斯泰謂流星每六個月間迴繞太陽一週，因之其軌道於每年十一月十三日與地球軌道相遇。然其後經多人之研究，

則知其真週期約三十三年四分之一，大流星雨之出現須百年間出現三次，故當時預言其次之出現當在於一八六六年云。

大流星雨之前年卽一八三二年流星雨之出現乃因於該流星羣在空間所成行列達長大之距離所致。實際上此行列之距離甚大，其與地球軌道之相交須達二年以上。故一八三二年時地球先遇流星行列中較稀薄分，及一八三三年地球復歸於兩軌道交叉點，適與此正進行於軌道上之流星羣中濃密部分相遇。此種說明又爲事實所證明。蓋一八六六年果有流星羣之再出現與預言相符，唯其光輝則較之於一八三三者甚弱。且一八六七年亦續有一次之出現。

於是關於流星與彗星間之關係，此與姆斯泰之觀念，不久遂爲斯開巴雷里 (Sciapalori) 及其他學者等之研究所證明。據此等學者之主張，則每年出現於八月間之流星羣，雖較十一月間之流星羣爲少，但亦同樣進行於彗星之軌道，且與此等彗星有相等之來源。換言之卽彗星與流星羣或皆爲太陽作用所破壞之某天體之殘物，或爲某惑星因相互接近而破壞後所生之破片。八月間流星羣之每年週期性，乃因其分離起於極久遠之古代，故今日該流星分佈於全部軌道之周圍，因



第八圖 十一月間流星羣(獅子座流星羣)之引致 根據計算則現今吾人所謂獅子座流星羣者於紀元一二六年因甚接近於太陽系之天王星故受其引力，遂完全一變其從來所循於太陽周圍之軌道之形狀大小。且其運動方向亦變。現在此流星羣與惑星反方向迴轉。自紀元一二六年以來其軌道之形狀大小雖不甚變，但依反時針方向偏離其位置。

二九

之地球每年到  
 達於與此流星  
 軌道交叉點時，  
 必遇其中之一  
 部分流星歟。  
 羅美連  
 (Leverier) 謂  
 十一月間流星  
 羣之原彗星恐  
 於紀元一二六  
 年受彼太陽系  
 內惑星之天王

星之影響，遂引入於此系內（第八圖參照）。其後漢希爾（A. Herschel）謂流星羣之軌道與彗星軌道，總共不下於七十六個，又據晚近寶寧（W. F. Denning）之研究，則不屬於彗星團崩壞後所成之羣或系中之流星，竟似無一存在者。

十一月間流星羣依前之所說則當於一八九九年及一九〇〇年出現，但竟未之見，因之前說初時不免使人失望，但其後卒闡明此理由，蓋一八六七年此流星羣最後出現後，即為木星及土星之引力所妨礙其運動，變移其軌道，故不再與地球軌道相遇。但今後是否再受其他惑星羣所吸引，此十一月間流星羣之主團復得歸於原位置而仍與地球軌道相遇與否，則須待將來之解決也。

且造成此十一月間流星羣行列之平行集團或有數個存在。其中一者或將來如八月間流星羣之狀況亦完全散佈於軌道周圍，當十一月中旬或常得遇見之亦未可知也。

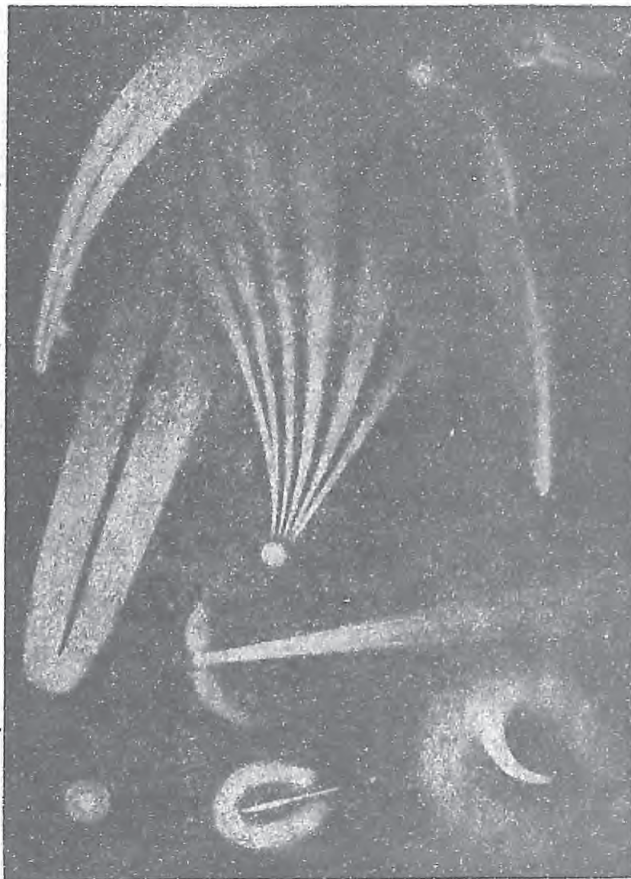
## 二、皮拉彗星與流星羣

關於彗星之崩壞及流星羣之生成，尙有特著之例。一八二六年奧國郁散夫斯泰脫之皮拉（Biela）曾發見一彗星冠以該氏之名。由計算結果，該星有約六年半之軌道週期，屬於木星族。在

一八四六年以前，如預期出現，是年十二月一日並無何變化，但至是月二十日則成爲極細長形，及翌年一月一日遂突然分爲二，使目擊者不勝奇異。如此由一個裂成之二彗星相隔約十六萬哩，相並疾馳，未幾卽沒入於惑星內之空間中。一八五二年此二彗星更相並而來，仍如前狀，但其距離則增爲百五十萬哩。其後每遇其週期天文學家咸注意觀察之，卒未得見。至一八七二年十一月二十八日之夜，地球與此行蹤不明之彗星軌道面相交切，則見燦爛之流星雨忽出現於北方天空，仍循該彗星之固有軌道而進行中。

其後此皮拉流星羣遂成週期而出現於空中。此流星羣當然爲一八四六年所分裂後行踪不明之彗星之一部分，且此後該彗星之自身決不再見。此流星羣有時稱爲仙女座 (Andromeda) 流星羣，蓋此等流星自仙女座射出，於小火花雨間有發出燦爛光輝之數多大流星，宛如火球飛射時之狀態。此火球中有如滿月之大小者。此等流星尙未知其有降於地球上者，但一八八五年當該流星出現之間，北墨西哥之馬石畢爾 (Masapil) 有隕石降下（此隕石今保存於維也納博物館），多數人均以爲此卽皮拉彗星之一片也。

今就一般彗星之構造述之如下。彗星俗名掃帚星，在太陽系中，此星為異族混來之客，其軌道或成細長橢圓形或成拋物線（或雙曲線），均以太陽為其焦點。前者成週期而屢可出現，但後者



第九圖 各種奇異之彗星中央有尾六條之彗星乃出現於一七四四年，左端上方者出現於一八五八年陶那底彗星 (Donati's comet) 其傍為阿克丘拉斯星 (Arcturus)。其下為一八七四年之可其亞彗星 (Coggia's comet)。右端下者為一八三五年出現之哈雷彗星 (Halley's comet) 之頭部外觀，右端上方之一對為皮拉彗星。



僅出現一次而不再來。彗星由頭(Head)尾(Tail)二部而成。頭部又分光輝最強之核(Nucleus)及包圍此核之薄光部分即髮狀光(Coma)二部分。尾之近於頭部者向太陽，但其後方即如噴水狀態反向於太陽，其長約自二度至九十度。小形彗星則無尾(第九圖參照)

彗星之頭主由固體形成，其尾則由頭中飛出之細微物質或氣體所成。頭部之大小或有如太陽者，尾部之長超過於太陽與地球間之距離。插入於太陽系之惑星間而橫行闊步於其中，萬一不幸我地球與之相衝突，則將焉能抵抗之乎(參照第十圖)。然實際上彗星之進路雖為惑星所牽引而擾亂，但當彗星接近於惑星時，惑星固未受若何變動，故彗星之質量必不足與惑星相抗衡。然吾人常抱杞人憂天之恐怖，一九一〇年當尤大之哈雷彗星出現時，世間曾有種種謠傳，謂地球若被其尾所包圍，則氮氣為其微粒子所吸收，因之氧氣過多，地球上到處將遭火災而歸毀滅云。且由此觀念，有種種小說及電影等描寫其狀況，要之不過杞憂而已。

當彗星崩壞而為流星羣，其一部降下於地球而成隕石時，必及於地球上之廣範圍而一時當有多數隕石之降下，然其中大多數乃由於一個或數個隕石爆發於空氣中而成。一八〇三年四月

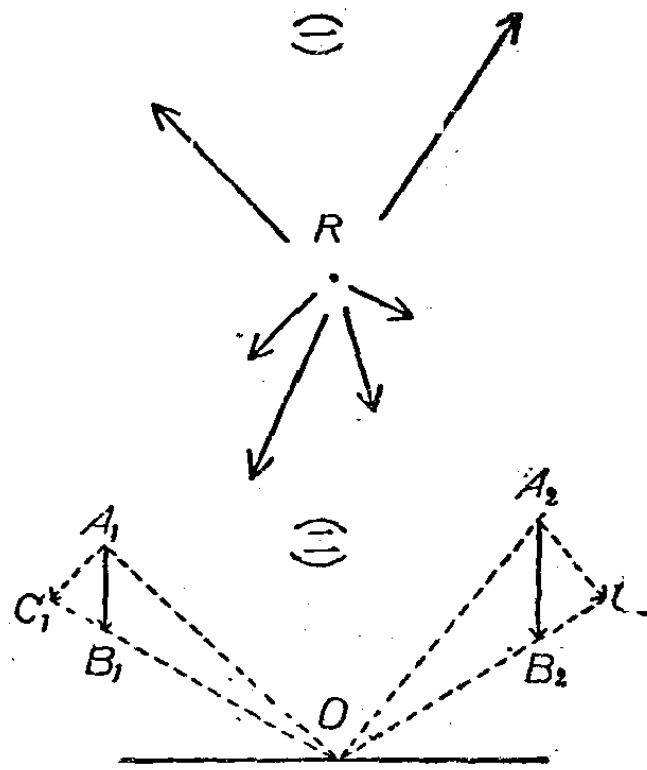


第十圖 占星家之預言彗星之核與地球衝突時，世界即告末日（亨利·蓋哈特之名畫）

二十六日法國魯愛格爾有三千個隕石之降下，一八〇八年五月二十三日奧國斯坦浮倫 (Stannvern) 有二百個隕石之降下。一八六八年一月三十日波蘭之布爾吐斯克 (Pultusk)，一八八二年二月三日匈牙利之莫克斯 (Moes) 均約有十萬個小石之降下。又最近一九一二年七月十九日北美阿利雙那有一萬四千個隕石之降下。且此數多隕石降下時，其區域在地面上必成爲橢圓形，乃深堪注意之現象也。

### 三、流星與隕石

當流星飛行於天空中時，有後方帶光輝之尾者，觀察此種流星雨，則各流星之尾皆指向於空中一點。此點稱爲輻射點 (Radiant Point)，且輻射點附近之尾常短。第十一圖(一)即表示此種狀態，而實際之光景則如第七圖所示。第十一圖(二)中天球上之R點即爲輻射點，各流星之尾均如矢所示，由此點射出。第十一圖(二)乃示全體之外觀，以透視法示其關係。即流星成平行線向地球飛來，地球表面觀測者之位置設爲O，運動於平行線上二個流星之進路設爲A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>及A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>，則此時O點上觀察者望見流星宛似沿線△O<sub>1</sub>及△O<sub>2</sub>而進行，因之各△<sub>1</sub>、△<sub>2</sub>等之外觀上進路



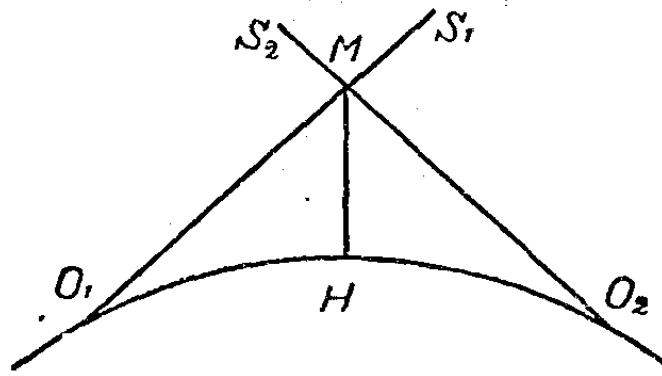
地球之表面  
第十一圖 流星雨之輻射

即  $A_1C_1$  與  $A_2C_2$  等可於反對方向上延長之得交於同一點，即成（一）圖中自 R 點輻射之狀況。且此點位於外觀上有短尾流星之附近天空中。

各流星羣皆可與他流星羣相區別，此非由於其羣內各流星外觀上之差異，實由於其空中輻射點之位置而區別之。例如流星羣中最大之獅子座流星羣 (Leonids)

即十一月間流星羣，其輻射點在於獅子座 (Leo) 之中，又英仙座流星羣 (Perseids) 即八月間流星羣，其輻射點在於英仙座中。

測定流星在地球表面上之高度乃為最重要之事，吾人所有之唯一直接方法乃在於決定地球上霧圍氣之限度。蓋流星僅當進入於地球氣圈內時始可為吾人所發見，故若得測定流星之高度，



第十二圖 流星之高度測定

則空氣圈之高度亦可知之。其方法乃於地球上選定一對之觀測所，對於同一流星，施行同時之觀測，如第十二圖所示地球表面上之觀測者設在於 $O_1$ 及 $O_2$ 點，今觀測流星 $M$ ，此 $M$ 之投影設各在於星 $S_1$ 及 $S_2$ 附近之天球上。今若已知二觀察者間之距離及星 $S_1$ 與 $S_2$ 之位置，由角 $\angle O_1MO_2$ 及 $\angle O_1MO_1$ 可求得 $MH$ 之高度，然此等觀測甚難完全適用於同一流星。此觀測須擇定一夜間，預料其有多數流星出現時方可行之，然此時二觀測者對於 $M$ 之觀察，是否屬於同時，又是否適用於同一流星，其辨別甚屬不易。故輓近尚有種種研究。吾人根據此種觀測之結果，知雲團氣之高度約達七十五哩云。

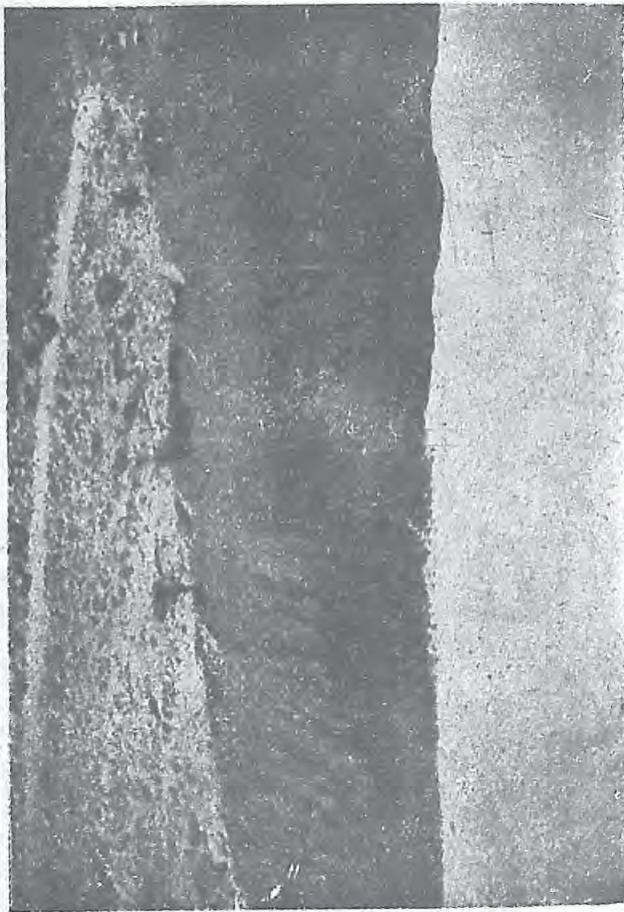
由上所論則隕石者乃為與地球相衝突之一流星，其形體甚大，但通過大氣中，若不全消費於空中時，則為地球引力所吸引而降落，若完全消費於空中時，則最後成塵埃而落於地上。古代未履人畜足跡之北極冰面上，所發見之塵埃，恐必屬於流星所形成，即所謂宇宙

塵 (Cosmic dust) 者是也。然有所謂宇宙塵亦發見於海底之泥中或古代教堂之尖塔上者則未免附會矣。

#### 四、「科學上之怪談」康勃斗之大穴

隕石降下時對於地球上人類之影響，實無由可以數字表之，但亦稍有危險性者。據歷史上之記錄，則此隕石擊斃人類之例亦有若干。苟無大氣之保護，則危險性當極大，不特隕石將更多落下，且其擊衝力當無可言喻。蓋隕石原有速度之大部分因空氣抵抗，始得減滅。若數十噸重量之隕石，以每秒二十哩或三十哩之速度擊於地球時，則必起可怖之破壞也明矣。

據輓近之研究，則此種事件實起於北美，可稱為「科學之怪談」其時恐不出一二千年之古代。北美中央阿利雙那之康勃斗 (Con Bute) 地方有圓形之大穴，其周圍有圓形之小高丘（參照第十三圖）。大穴之徑稍超過四千呎，其上向之地層與其中躍出岩片所成之周圍邊緣最高處較外方平原尚高出百六十呎。又大穴之深度即自邊緣至目所見之底約六百呎。此康勃斗附近未曾起有火山作用之證跡，且穴之母岩為水平之砂岩及石灰石層。約三四十億噸之岩片被所分離，



第十三圖 康勃斗之大穴

據研究結果因隕石之降下而生者，即稱為隕石孔是也。

且大部分被射出於大穴之外。此等破片以大穴爲中心而散佈於周圍，形成所謂康勃斗高丘。該地方有名曰甘農迪勃洛（Caron Diablo）之隕鐵團塊，散在於附近，自今約四十年前已知名。此團塊中有或自稍含鉑及金剛石之鑲鐵而成，其中約合計十噸左右已販賣於世界中之多數搜集家云。（關於此隕鐵中之金剛石另述於第九章）

此等隕石乃環繞於大穴周圍之丘陵而散布於四方其最大之距離約達五哩。此穴之成因曾有謂巨大之隕石降下擊成者，但聞之者咸付以懷疑之冷笑，然自來關於此事，久成一謎也。

一九〇三年標準製鐵公司成爲此穴之所有者，掘下豎井，併於大穴內部深處穿掘數穴，又沿山之傾斜復掘以溝，由彼等研究之結果則關於大穴成因上之隕石說得以證明。其結果發表於美國費拉特爾斐亞自然科學會之會誌一九〇五年十二月號中。其內容併證明，美國地質調查所信以爲此大穴由蒸氣爆成之爲謬說，由此以後并尙有多說加以確證。

此隕石說之材料由鑽孔機始得發見蓋大穴底部以下六七百呎之深處所有破碎岩片據取出而觀察之結果，則大部分爲投出於大穴外部之岩石與隕鐵之混合物，故大穴之創生及隕石之



降下乃爲同時併發之事件，此可謂得絕對真確之證明。置於大穴底部之鑽孔機會屢次鑽入更深之部（一千呎以上），又送入於水平赤色砂岩層中，則知隕石侵入限度（約七百呎，或在周圍平原地平面下一千二百呎）以下無何等隕石材料之發見。大穴中之水與岩石碎粉積於穴底，成浮砂狀，自目所望見穴底之下積有二百呎之深，此浮砂使豎井之掘鑿成爲不可能。以挈浦排去此水後豎井及橫坑之掘鑿卽屬容易。

構成大穴壁之岩石層外觀，宛如巨砲彈擊入地球內致成傾斜之狀，酷似於鋼彈貫通鐵甲板後之形姿。據鐵爾格孟（Tilghman）之概算，則約五百呎徑之隕石每秒以五哩速度疾走而降下於此種性質之岩石中時適可穿成此穴云。因衝擊處某部分有熔融者，故其熱度使岩石中少量水分蒸散，因之深處有多量之熔解水晶（石英玻璃卽原砂岩）且更有無數熔解線鐵（原有隕鐵）粒之存在，或成爲火花而散在於其中。

如此巨大拋射體侵入於一千呎或一千二百呎深處之地壳內時，雖相隔數百哩之遠方必亦會感其激震歟。

此隕石衝突於地上之瞬間必有極大之速度，因地壳岩石內生有圓孔，故恐必垂直降落者。其時倘該隕石與鉛直線成更大角度而降下時，則必較鉛直者更前進數百哩，及至地上時，因空氣抵抗，速度必較原有者減少甚多歟（關於隕石衝入深度尚須參照第六章）。

康勃斗隕石降下之時代恐不超過二三千年，蓋基於地質學上之證據則不當在五千年以前，又從他方面視之，則成長於大穴傾斜面之杉樹年輪已生存七百年。

畢克林 (W. H. Pickering) 謂此隕石與古代紀中所謂紀元一〇二九年埃及凱洛會有多數之星發巨聲而通過者有關係，更謂凱洛離康勃斗在地球大圈上測之約有百度，故若造成此穴之隕石為疾走於平行線上而衝擊於地球之物體羣中之一，則其他必依凱洛處地平面上切線方向橫斷於空中。因有發出巨聲之記載，故歸之於隕石。蓋隕石乃發生音響之唯一天界現象。更推測此大隕石之一羣乃形成衝擊於地球上之彗星之核，并謂已知最大隕石中有七個以上被發見於離康勃斗九百哩以內，即舉此事實證明其想象之真確。

吾人今後更當追究此彗星之來歷且亦宜討究此彗星果為何種行星所吸引而投射於地球。

此著名之大穴極饒興趣，因彗星頭部之鐵塊自外界而與地球相衝突，尙未之前聞故也。關於此大穴深處之探討，將來或更有所得亦未可知。

## 第六章 隕石降下之現象

隕石之降下通常必起大音響如砲聲或雷聲然。黑夜如有隕石突然降下，必發瞬間之閃光，狀如火球，帶有火箭狀尾（第十四圖參照）。如在晝間，則火球及尾，呈白雲狀現於空中。此等現象因隕石以大速度通過於空氣中時，溫度上昇極高，表面熔融，遂致引起燃燒故也。故石質隕石之表面為薄黑色玻璃狀之外皮所包。因其通過大氣中之時間甚短，其熱不及侵入內部，故一切隕石降達地表時，均已全部冷卻，或僅微溫耳。且因此溫度與氣壓之突然上昇，致使隕石崩壞，及達地球時已不成一整體而裂為碎片，即成隕石之驟雨。

隕石通過於空中之運動，成正確之直線者甚少，因空氣抵抗多成不規則運動。且因隕石之徑路宛似到處投出數多破片，故其徑路似起急激變化。苟觀測者居於降下隕石之近傍，則可見其飛



第十四圖 火球 夜間空中突現此種火球，拖有長尾，極爲壯觀，火球雖亦成爲流星羣之一，但大抵單獨突然出現，其光甚於滿月，發光達最大時，多飛散破片，音如雷鳴，頗似砲聲。

翔途中不絕發出爆音，破片即自本體飛出。此時之音響有時甚烈，雖在四五十哩之遠方亦得聞之。然音響之速度每秒不過約三百四十公尺，故遠方必已經過長時間後，始得聞之，因之往往經過數分後，始聞雷鳴。

對於隕石到着於地球時之速，尙乏測定方法。因之，其侵入力亦無由判定。但據多數觀測，其速度約爲每秒二哩至四十五哩。此等尙爲初速度，即隕石初入於大氣中之速度，此外更有高速度，有時達五六十哩。及其既達地上時，則因受大氣抵抗逐漸減小，據斯開巴雷里等之計算，則隕石到達地球之速度，約與通常拋射體之速度相等。

漢希爾 (A. Herschell) 就英國姚克夏地方隕石之速度計算之，其正達地上之時，每秒不過四百十二呎云。窪海哇州之甘倫雪 (Guernsey) 隕石據伊文思 (E. W. Evans) 氏之測定，每秒以三四哩之速度滑走而達於地上。又康內克的格脫州之韋斯敦 (Weston) 隕石，據鮑迪區 (Bowditch) 之測定，在十八哩高度處，每秒有三哩之速度云。

又據牛頓之計算，則一八六〇年八月通過於窪海哇及密西西比谿谷之火球，每秒有三十至

三十五哩之速度，莫拉伐亞之斯丹納倫 (Stannern) 隕石入於霧圍氣中時每秒有四十五哩之速度。此等高速速度，由於太陽周圍與地球成反對方向之進行所致。

然而實際上由降下及衝擊所示之證據有甚相矛盾之例。蓋依據諾屯斯溝爾之言，則海斯爾 (Hosler) 隕石降下時，雖已成爲投於硬面極易破壞之脆石，但當其擊於結凍地面，不但不破壞，且毫無疤痕。又數磅隕石擊於厚數吋之冰上，冰亦不破，隕石亦不破壞反而跳起。

一八九九年米西根州阿雷根 (Allegan) 地方所降之七十磅隕石，侵入於砂地中約十八吋之深，隕石自身亦成粉碎。如海斯爾隕石爲極脆之石，而其速度不超過昔時重砲所發射炮彈之速度也明矣。

一四九二年德國恩齊鄉所降下之二百六十磅隕石，埋入五呎深處。

隕石侵入最深者，爲海丁格 (Haidinger) 所述匈牙利之克涅興亞 (Knyahinya) 隕石，重六百六十磅，與鉛直線成二十七度之角度擊於地面，侵入至十一呎之深。孔之外廓略成圓形，自內部反跳之破片飛散至十八呎之處。該隕石裂成三片，其下方地面被壓縮硬如石質。

但一方面較重之團塊落下時僅稍入於地下者，亦有之。貝利所發見巨大開波育克隕鐵，重三



第十五圖(一) 韋廉美德隕鐵 一九〇二年美國哇雷貢州韋廉美德原生林中所發見，長十呎高六呎六吋重十五噸半。

十六噸半，而僅陷入一部。因其落於片麻岩之礦床上，並不足怪。然調查此隕鐵，則若以每秒數哩之速度降下，表面必有擦傷痕迹。今在此隕石上不能發見此種痕迹，故當時之地表必為冰雪所埋。隕鐵降於其間，當接觸於岩石時，其大速度全受阻止而消滅。由新式鎗中射出之鉛彈，若射入雪中數呎，彈上毫不變形，表面亦無摩擦痕迹。

重量十五噸半之韋廉美德隕鐵。就其外表觀之，尚屬初降下時之狀態而發見於未受水蝕作用之處，即原生林中。故僅有有機物之沉積。然其團塊並未深埋地中，故其上小突起部，露出地面，因此為





第十五圖(二) 蒙康美德隕鐵 自他側觀察之圖，表面因氧化燻蝕而生深穴。傍有  
珠子可比較其大小。

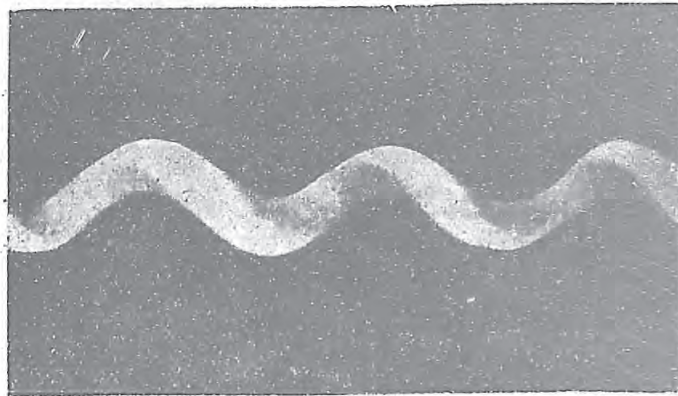
人發見（第十五圖（一）及（二））又重量二十噸之白格皮里篤（Bacubirito）隕鐵落於柔質土壤上，其表面僅較周圍原野之地面稍低下耳。

種種流星雨，有時現出不同之形體。因其以種種角度與地球相遇，而各流星羣之視速度，亦因此而有差異故也。十一月十三日之獅子座流星羣因與地球成反對方向之運動，故有每秒四十四哩之極高速度。但十一月二十七日之仙女座流星羣因與地球成同一方向之運動，故其視速度似甚小，每秒不過十一哩耳。

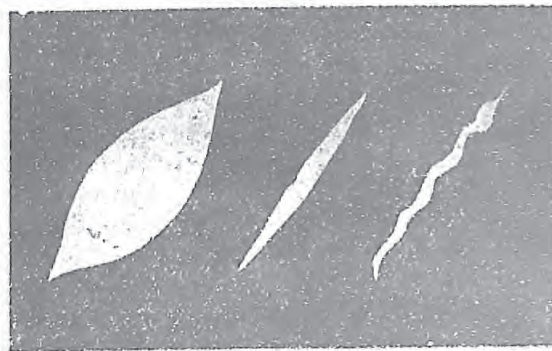
獅子座流星羣，及八月十日之英仙座流星羣，與十月十八至二十日之獵戶座流星羣（Orionids）為迅速運動之流星，均有發燐光之條痕。而仙女座流星羣等速度之緩慢者，則拖有帶黃色火花之尾。

對於流星之尾亦有可注意之事實。蓋尾常於長時間發光輝；有時竟達半小時之久。隨風之情況，化為奇妙之形而漂流於天空（參照卷首插圖及第十六圖）。因大氣之上層甚為寒冷，故細雲狀之粉末，不能繼續其白熱狀態所致。因之關於其繼續發出之光輝及燐光等項問題。實屬極有興

(一)



(二)



### 第十六圖 流星尾之種種形狀

(一)此尾爲一九一六年七月二十六日有光輝流星所發出者。以巨大望遠鏡可檢察之，且長時間可見。據觀測之結果，其形爲螺旋線狀，其厚約四分之一度，每波狀部之長約一度。因多數隕石，其形體爲不規則，故拖有此種之尾。砲彈之徑路亦多與之相同，彈道學上所謂運差(Precession)是也。光滑球狀之彈丸或球狀隕石，則不旋轉而完全直進。

(二)極有光輝之流星，當其飛翔途中，生發光之尾，暫時不消滅，其尾如圖所示，自左端漸變成右端之形且中央部較明亮，兩端漸失光輝。

(三)



流星之尾若發甚強之光輝，殘留於空中達數十分久，則其位置隨上層氣流而移動，且其形體呈漸次彎曲之狀。下方係隔十分鐘後描寫所得之略圖。

流星之熱與光由何而生，實不外物體與空氣衝突消滅其速度之結果而已。設質量  $M$  公斤之物體以每秒  $V$  公尺之速度運動時，則因其靜止所發熱量之卡 (calorie) 數。以下式得之。

$$R = \frac{MV^2}{8339}$$

上式中之分母為熱功當量乘以重力加速度  $G$  之二倍而得，即等於  $425 \times 2 \times 9.81$ 。

故每秒有速度四十二公尺或二十六哩之物體，使其靜止時所生熱量極大，普通耐火物均可被

其熔融。石炭在氧中燃燒時所生之熱量，亦不過其數百分之一而已。此熱量均沿流星徑路而發生，且常僅限於表面。湯姆生 (Sir William Thomson) 爵士謂飛行於空中之熱效果與將流星插入

數千度高溫之吹管焰中者相當。且此溫度與流星所通過空氣密度無關係。於一定時間內所發生之熱量，當然空氣愈密時愈大，但在空氣與運動中之物體接觸摩擦之表面上，則不問其為濃密與稀薄，空氣自身之溫度，則恆相同。

運動中之物體每秒有一千五百公尺之速度時，其周圍空氣實際之溫度約為赤熱溫度。即當物體靜止時若其周圍空氣已被熱至該溫度，則該物體即迅速增加其熱。速度每秒達二十九至三十哩時，周圍之氣體，宛如被熱至數千度高溫之白熱狀態，而作用於流星。於是熔融其表面，其液化之部，不絕受空氣衝突而飛散，及冷卻凝縮後，成為發光輝之粉末，形成流星之尾。如此熔融之表面不絕更新，及速度降至每秒二哩以下或其附近時，如全凝固，形成特有之外皮。故一般隕石降下當時被吾人發見之者必有熱。然大形隕石，近於鉛直降下，通過空氣中路程較短時，則受熱影響僅限於表面。且隕石之導熱率較低，故中心部仍保持其原有運動於行星間軌道時之溫度，例如一八六〇年印度之譚姆薩拉（Durnasala）隕石之大破片，降下於潮濕地上約三十分間，其表面即為冰所掩蔽。

故關於隕石達地表面當時之溫度記述，均互相矛盾，吾人不得不鄭重考慮之。據海丁格之研究一八五九年降下於斯底利亞 (Syria) 之某隕石，繼續其白熱狀態約五秒至八秒間，其高溫繼續於十五分間，不能以手接觸之。又貝那 (Beinert) 之勃勞那 (Braunau) 隕鐵報告書中，謂其熱繼續於六小時其間不能以手執之。

因隕石之降下而起火災之報告，亦與上同樣，有互相矛盾之記述，如降下於阿雷根及溫納巴古 (Winnabago) 之隕石，乃落於乾燥草地上，其表面密接壓迫於草，但草上無有受焦者。且溫納巴古隕石中一片落於乾燥草堆，亦未發火。

關於人畜爲隕石所擊之例，古代姑且不論，卽在近世，人類之被擊殺者亦有若干之傳聞。但關於此種問題，雖在今日，其實例亦鮮有所聞，然則昔日記載，果否盡由於隕石，實爲疑問。但一九二五年二月中旬，海參崴附近之哇利根斯基村中，落下一大隕石，家屋被倒壞者有五六間，住民亦有受傷者。更據最近報紙所載，一九二七年十一月一日，腦溫之廣播電台曾報告謂「斯泰卜洛溥爾附近落下一巨大之隕石，其破片發火，燒燬家屋數戶，住民咸驚愕失色，不知所適。」是後其詳細情形

著者亦未之聞。

前編 第六章 阪石降下之現象

五五

## 第七章 隕石降下之數及重量

昔時對於着翅飛翔，視爲仙人，非俗人所能企及。但至今日，雄飛天空之飛機與飛船，已成爲極普通之事。或將感覺世界狹小而欲試往他世界從事探險旅行，爲期恐亦不遠矣。

關於此問題果有實現之可能性乎？離地球表面約百哩之處已無任何氣體，且有種種困難，決非人類所能發展之處，蓋地球上百哩之處無空氣抵抗，多數流星以特別快車之二十倍速度而疾走，故該處吾人已不能自由往返，向他世界之旅行更屬難能。自來雖有種種計劃，卒歸煙消雲散耳。

據阿雷紐斯 (Arrhenius) 計算，每年降於地上之隕石達二萬噸，其數每日約有二十萬個。此等隕石概屬甚小，一個重量不過一粒穀之大小耳，苟地球上無大氣之保護，則生物將因隕石而全



部絕滅，此種推想亦極合理。

現今全世界所知之隕石，有七百以上，且年年間有降下與發見，其代表的隕石為博物館與個人之所藏，而成為研究資料。若就實際降下，未入於人之總數論之，亦不過其極小部份耳。

降下現象，既能目擊，而又可入吾人手中之隕石，其屬於隕鐵者不過全數中之二十分之一耳。此又為可資研究之材料也。

現今世界中之最大隕石為貝利，由格林倫特之開波育克攜回之隕石，重量七萬三千磅（三三一一二·八公斤）。其次為墨西哥之勃克皮里脫附近平原上發見之隕石，重量約五萬磅（二二六八〇公斤）。第三位之大隕石為美國哇雷貢州之韋廉美德隕石，重量三萬一千一百零七磅（一四一一〇·一公斤）。此等大隕石皆屬於隕鐵。石質隕石中最大為匈牙利之克涅興亞隕石，重量約五百五十磅（二四九·五公斤），現尚保存於維也納之國立博物館中，又美國推克薩斯州之歐斯泰加圖（Estacado）隕石在發見當時重量約六百四十磅（二九〇·三公斤），但其後則已裂碎云。

## 第八章 隕鐵之利用與自然鐵

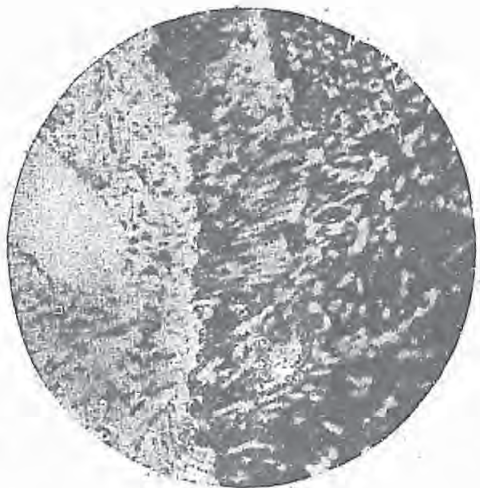
今日吾人日常所用之刀類與雜具等，何一不需用鐵材，至於大砲軍艦機器火車鐵軌等等，亦無一不爲鐵，其爲用至廣。此等鐵材，皆採自鐵礦，由化鐵爐製成，並非採掘自然所產之鐵而利用之者。返觀古代草創矇昧之世，人智未開，但人類已知使用鐵器或刀劍等，考其鐵之來源，恐係拾取隕鐵等自然所產之鐵塊而製成之，例如最近貝里所發見之格林倫特隕鐵，形體雖大，土人亦曾破碎之以作成種種鐵具。

隕鐵中有極近於純鐵者，但大多含有鎳分。試取其近於純鐵之材料一片，置於木炭火中，俾其適當吸入碳素，充分鍛鍊之，可得碳鋼，即普通之鋼。如多含鎳分之合金，則此項作業即甚困難，製成之物爲鎳鋼，較之於普通鋼有種種特徵。

由上述方法可知古代人類由拾得之隕鐵，作成刀劍等鐵具，唯年代極古，甚少傳載耳。吾國古時關於干將莫邪等名劍之傳說中，有謂楚王妃產鐵丸者，亦有視為有人獻隕鐵者。其後鍛之成劍，竟由名工費三年而始得製成。其困難情狀，亦屬情理中事。

地球上自隕鐵而外，金屬狀之鐵即所謂自然鐵者亦有產出。今述之如次。

自然鐵之小粒常見於噴出岩或玄武岩中。此自然鐵之存在為安特魯 (T. Andrews) 在阿伊倫特之恩德里姆玄武岩中證明之 (一八九五年)。其後世界各處，均常有自然鐵小粒之發見。自然鐵之最著名者為一八七〇年，諾屯斯溝爾 (A. F. Nordenskiöld) 在格林倫特之哇維發克 (Ovik) 發見。該處有重量二十噸 (二〇三二公斤) 之大鐵塊，自玄武岩中露出，如浮石狀。且岩石自身中仍夾有扁豆狀及平圓板狀之金屬片。最初以為隕鐵，但經多數人之研究，始知其生成於地球上，然頗似隕鐵。例如腐蝕後二者同呈維特孟斯泰頓組織，且含有氯化鐵，與磁硫鐵礦及石墨等，但普通隕鐵中所有磷化鎳鐵，則未存於哇維發克鐵塊中。據莫阿生之研究，此鐵中含有石墨，無定形碳，及剛玉之粒云 (一八九三年)。



(一)天然波鋼

(二)氧化物之波來士(Pearlite)

第十七圖

哇雅發克自然鐵之顯微鏡組織(放大千倍)此自然鐵今保存於斯篤克霍姆之博物館中。(一)中有自高溫冷却之高碳鋼組織含粒狀波來士(Pearlite)。(二)中有微細層狀波來士,而此鐵中含氧化鐵,此為金相學上珍奇之現象。所謂波來士者乃碳鋼自高溫徐冷時之顯微鏡下組織,純鐵與碳化鐵交互成層,如海濱波浪之狀。

據分析結果，可知此鐵之組成，非為均一，各部分相異。大塊之外皮極富於氧化鐵，內部則無之。各部分均夾有少量之鎳鈷銅硫黃磷碳等。且亦含有氮，苦土，矽酸鹽等，水分則僅見於外皮。

此鐵是否自始即存在於岩漿中，抑或融體自地下昇上時由含碳物質所還元而成，實難決定，但此二說之中，似以後者為可容認。蓋陶勃來謂將藍蘇石 (Iherzolite) (含貴橄欖石，斜方輝石，異剝石，及尖晶石等之綠灰色岩石) 與碳共熔融之，則得含有鎳分之金屬鐵小球。與自格林倫特所採集之試樣，全屬同一組成。且據其觀察，有褐炭層發見於哇維發克近傍，而石墨與自然鐵相密接共成。由此考察之，則鐵乃自地球內部深處流出，故地球本身實為一廣大之隕石，而其內部尤富於遊離金屬。

由上所述，若自然鐵果由岩漿還元而成，則玄武岩與橄欖岩侵入於含碳層中時，到處應有自然鐵存在。然實際則頗稀少，或以深處為其根源所致亦未可知。

## 第九章 金剛石之成因與隕石

### 一、天然之金剛石

金剛石之起源在昔視爲不可理解之問題，但由南非洲金剛石礦山之特點，可使該問題得一光明。古時曾有浚渫伐爾 (Vaal) 河採集之者，河流中之岩石崩壞後，含金剛石之岩石與砂礫狀堆積物應共同存在，故此項金剛石，決非產於被發見之處。又巴西之伊泰可勒石 (Itacolunite) 爲包圍其中散在之金剛石而團結者，但此岩非爲母岩，已無置疑之餘地。

金勃雷之金剛石產狀，甚不均一。該處坑道爲漏斗形之深穴，穴之縱斷面稍成橢圓形，愈達深處愈狹小，故必由噴出作用而生成。金勃雷坑今已達一千二百公尺之深度，但尙未見其終點，礦山上稱之爲管穴 (pipe)。穴中所充填之青土 (blue ground) 與周圍岩石，判然隔別，故此青土顯由

下方噴上。此種青土乃有特異組織之角礫岩狀橄欖石。有名岩石學者柳伊思(O. Lewis)曾為詳細之研究，命名為金勃雷岩 (Kibberite)。其青色即證明其富有鐵分，其上部水平面變為黃色者，即因鐵分之氧化使然。

由豎坑穿鑿坑道之經驗觀之，穴周岩石在某深度之上，已完全明瞭。表面下層為含鐵玄武岩之分解物，約六至二十七公尺，次為黑色頁岩厚約六十至七十五公尺，其次為三公尺之礫岩層，再其次為百二十公尺之橄欖輝綠岩，又其次為百二十公尺之砂岩，最下層為石英班岩，其下則豎坑尚未貫通，故岩石未明。諸地層略成水平，在管穴處，毫無上向之屈曲。該礦山地域全部為赤砂所掩，地下毫無埋有富源之象徵。水流作用，隨時間之經過而將噴出作用之痕跡盡行銷滅。青土中與金剛石共同產生之主要礦物，有磁鐵礦 (magnetite) 鈦鐵礦 (titanite) 鉻苦礬石榴石 (chromic pyrope)，含鐵頑火石 (feriferous enstatite) 分解之橄欖石，風信子礦 (zircon) 藍晶石 (kyanite) 及雲母等。

細觀青土或管穴之壁，確可證明該管穴與凡斯維亞斯火山等之噴火口不同，該處雖無異常

高溫作用之痕跡，但確有極大壓力作用之印象，蓋金剛石中包含液體碳氧氣，因之克羅克斯（Crookes），就金剛石之成因曾提出一說，謂水蒸汽之作用為原動，地下深處溶有碳氧氣之鐵，被封閉於高壓力之處，上方侵入之水，突然變為水蒸氣，向罅隙衝上地表，遂挾其造成之金剛石一同擁上。至此熔融鐵中，溶解碳後遂造成微粒之金剛石。其說當詳述於後，曾為著名化學家莫阿生由實驗證明。青土之含有鐵分，及金剛石通常染有黃色，皆為此說之證。至於碳之來源，或謂係由頁岩等含碳岩石中抽出溶解於鐵中，尙未得充分釋明之也。

又金剛石為碳之一同素體，光線折射率大，故昔時牛頓（Isaac Newton）曾謂其由油化成。又或因金剛石常發見於河床砂礫中，且其母岩在於何處，全屬不明，故亦有謂自天降下者。此說原不過一種臆度之說，直至輓近，曾在隕石中發見真正之金剛石。一八八六年俄羅斯國奔薩州之諾伏烏雷（Novo Urei）地方降下之隕石中，含有帶黝色之微細金剛石。一八八九年匈牙利之馬古拉地方降下之阿伐（Ava）隕石中，亦含有透明小結晶之金剛石，為范星克（Weinschenk）發見。其後美國阿利雙那州之甘農迪勃洛隕石中，亦含有黑色及無色透明之金剛石，成微細結晶體。此亦一



八九一年經甫退 (Boote) 所確認者。

鐵隕石本由金屬鐵及鎳而成，此外更含氫、氮及碳氧氣。隕石中其所以能吸收此等氣體，或謂當其在融體或氣體之時，曾侵入含有此種氣體之濃熱霧氣中所致此種氣體就吾人所知範圍內，僅存在於太陽及他恆星之髮狀光中。

如前所述甘農迪勃洛隕鐵等中所含之碳，常成金剛石，此等隕石中之金剛石雖甚小，而實為真正之金剛石，自今約四十年前（一八九三年）莫阿生用電氣爐製成之小黑色金剛石，實與此隕石中之金剛石甚相似，金剛石之埋藏於此等隕石中之事實，又可為隕石以太陽或他恆星為根源說之一有力論據。莫阿生因說明此說，故發明人造金剛石之方法。以電氣爐熱鐵至三千度左右，在其中溶解以由砂糖所製成之碳，注入於銅塊內之孔中，加鐵栓於其上。此時銅塊預先以冷水冷却之，俟全體冷卻後，取出其中鐵塊，以酸處理之，則鐵溶解而僅留金剛石於液中。其最大之粒徑亦不過半毫米。此鐵塊中所溶入之碳素，受強熱強壓急冷而成為微粒之黑色金剛石。

自今三十餘年前，費拉特爾斐亞之甘農迪勃洛隕鐵之破片，當研磨之時，金剛砂製之鎚輪，忽

然碎裂，經研究後，始知隕鐵中有微細金剛石，散布如胡椒狀。此等金剛石果何由而生？若太陽或天狼星可造成金剛石，則吾人關於此等金剛石之成因可得一大光明。太陽及他恆星中有充分之熱，充分之壓力，及多量之氧化鐵。太陽當大噴火時吸收碳素之鐵塊或以大速度射出，不能再歸於太陽。飛入空間極寒冷之處，其表面即速冷卻，宛如莫阿生方法中將溶入碳之融鐵注入於冷卻之銅模內，因之內部生大壓力，當鉄凝固時，其中所含有之碳即成金剛石之結晶。此說明之真否，吾人姑置不論，要之鉄隕石決非於到達吾人手中時之形態內所能創生，必為較吾人所見之形，更遠為宏大之物體之一部。

## 二、金剛石之製法

金剛石可熔與否，今尙未知，縱令可熔，必在三千度以上（據最近之研究，碳之熔融點為三千五百度）據莫阿生則金剛石於八百度至八百五十度時燃燒，但其開始氧化，尙在較低之溫度云。

關於金剛石之製法，換言之，即金剛石可生成於如何情形之下，關於此問題，曾有多數人之實驗。報告茲記其要如下。

(一) 麥斯屯 (R. S. Marsden) 於一八八〇年，將無定形碳熔於熔融之銀中，由此得細微之結晶（一八八〇年——一八八一年）。又克魯斯屈夫 (K. Christschoff) 自熔融銀液會得金剛石，并謂熔融銀中可熔入六%左右之碳云。（一八九三年）。

(二) 漢內 (J. B. Hannay) 會將無定形碳與滑油及金屬鋰共同加熱於強壓下，得類似於金剛石形之數個碳結晶（一八八〇年）。

(三) 最初得到完善之結果者，為莫阿生，係將碳溶解於熔融之鐵中，加以壓力急冷之，由冷却之鐵內可分離真正之金剛石結晶（一八九三年）。

(四) 菲里特倫特 (J. Friedländer) 會將石墨溶於熔融橄欖石中，得小金剛石（一八九八年）。

(五) 哈斯林格 (R. Van Hasslinger) 會將無定形碳溶於人造矽酸鎂之岩漿中亦得小金剛石（一九〇二年）。

(六) 其後哈斯林格與烏爾夫 (J. Wolf) 重作前之實驗，用種種岩漿，研究金剛石之生成之

條件。據其結果，則苦土與石灰，適宜於碳素結晶之生成，但岩漿中若多無水矽酸時則起相反之作。用。據此，則先生碳化物而後碳再分離成爲金剛石之形（一九〇三年）。

（七）富倫克（L. Frank）及愛丁格（Edinger）兩人謂淬煉之鋼中曾發見金剛石云，（一八九六年）。

（八）魯特威（A. Ludeke）將鐵彈簧埋於粉末之煤氣炭內，通以氫氣，并加強壓，然後通電流於彈簧上，目睹金剛石之生成云（一九〇一年）。

（九）據其後之研究，魯特威更將鐵碳混合物熔於電流中，於二千二百大氣壓之下注冷水急冷之，則熔融碳因壓力與急冷凝成微細之金剛石晶形。若緩冷之則得較金剛石更安定之石墨，此等觀察與莫阿生結論相一致。莫阿生謂於大氣壓力下將碳熱至高溫度，則不熔融而揮發，當冷却時常生石墨，然其實驗中，未由外部加以壓力，即當鐵表面急冷時所起內部內力而生。若熔融鐵中加以少量之硫化第一鐵，則可增加金剛石之收穫量云（一九〇二年）。

（十）魯索（G. Rousseau）則自碳化鈣中所生乙炔氣於三千度高溫時，以電流分解之，則於

通常壓力之下亦生金剛石云（一八九三年）。

（十一）勃頓（C. V. Burton）謂加以一%鈣之熔融鉛中溶以碳，則亦成金剛石之結晶云（一九〇五年）。

（十二）克羅克斯（W. Crookes）曾於在密閉器中爆發之紐狀火藥灰內發見金剛石，其時之壓力必甚大（一九〇五年）。

（十三）其後巴生（C. A. Passons）變更莫阿生之方法，關於金剛石之生成，曾作多數實驗。據其結論則金剛石生成於六百九十度，且由其吸藏之氣體誘導而成。該氣體以一氧化碳為最重要，將熔融合金徐冷時，因氣體逸散，故不得金剛石。反之，瞬息急冷時則氣體保留而生金剛石。熔融合金冷卻時，若其中生強壓，雖可適於金剛石之生成，但強壓力未必為金剛石生成上之必要條件。據巴生之推測，金剛石之生成甚複雜，最初生成者為剛玉石（碳化矽）狀之若干碳化物，其實際之反應，乃包含此等碳化物與鐵、硫黃、氧化碳等物（一九一八年）。

要之，自種種實驗結果視之，地球上及隕石中金剛石之成因，尙有研究之餘地。

## 第十章 生物之起源及隕石

昔人往往對於生物自何處而生，何由而生，懷有疑問。此等問題以吾人知識判斷之，實屬至難之問題，故宗教家有「創造說」以一切疑問，瞑目一思，歸之造化。但此種解釋對於今日知識發達之人類，實難滿足。

於是有所謂「移住說」者，謂吾人所棲息之地球上生物，乃由火星上傳來，此火星上生物之發達，較地球更早二三百萬年云。其傳來方法宛如地球上無數菌類與塵埃，共同飛散於高空，由照耀火星之光線，傳播而到達於地球。若傳播速度與光線有同一速度，而且直行，則僅費十餘日即可到達。途中空間雖遇絕對零度之寒冷狀態，因日數不多，得保持其命脈而到達於地球，卒造成繁殖之新世界，於長年月間，依生物進化之原，築成今日之狀況云云。此說雖似有一理之長，但一方有反

對說，謂遇極冷，則雖原形質亦將破壞，自他世界之移住決不可能云。然下等動物能耐極低溫度鑑於種種事實。此反對說亦未足信。如人類等，溫血高等之動物，浸於液體空氣中，雖決無生命恢復之希望，但有種魚類，浸於液體空氣中，降至攝氏零下百九十度，使其堅凍暫時之後，再放置於常溫空氣中，仍有復蘇生之希望，至於更下等之細菌類，則抵抗低溫之力更強，已為多數學者由實驗證明之。

於極低溫度時之生物，外觀上雖似死滅，實際上未必如是，一時保持「潛生」而成「假死」之狀態，及周圍狀況再適於其生活力時，復得蘇生。

此潛生不特起於低溫，即乾燥與毒物之作用，亦有此現象，已得種種方面之證明。細菌之假死狀態，由實驗上知其可繼續至二十八年間，因乾燥而陷於假死之輪虫，經三四年後，苟撒以水，復得還生，亦屬實事。昔時羅馬某農家當建其新居時，見天花板中有一蚯蚓，其後即被封閉於其內，越十二年當修繕之時，此蚯蚓已成乾燥體，撒以水而濕潤之，暫時後復得還生云。對於其他植物之種子亦有貯藏二百年而仍能發芽之實驗談。然自埃及古墳中所得數千年前之種子，仍能發芽之說，據

埃及之學者則謂出於土人之惡作劇云。植物種子剝去其表皮，乾燥於攝氏四十度之真空中，經一年間，密封於真空管內，取出之再置於液體空氣之低溫，凡三週間，又放置於液體氫氣內（攝氏零下二百五十度），三日間，最後取出之置於濕潤之綿上，仍能發芽。由此可見其抵抗乾燥、高溫及低溫之潛生力強度，實足驚異也。

動植物既能繼續其假死狀態，自他世界而移住於地球，則細菌自與塵埃相混，除隨光線來自地球之外，當然尚可附着於隕石而達於地球。或謂隕石入於地球大氣圈時，應生高熱，細菌皆遭死滅，因而反對此說者，然如第六章所述，降於地球上之隕石，未必皆為高熱，且縱令高熱，亦僅限於薄層之表面，達熔融之程度。為時亦不過數秒，即降達地球，故附着於隕石上深處之菌類，未必全部死滅。況隕石在途中，有破壞之機會，此時細菌可保其生命而飛散，又既入於大氣中時，隕石上之細菌亦必有被吹散而浮遊於空中，漸次到着於地球之機會。要之，遇此等機會時，生物之移住，不可謂為絕不可能。然縱令有移住之機會，生物未到達於地球前，其自身生命起源之如何，又為一混沌難解之問題。於是又有生物自生說之學說，為今日一般生物學家所視為一有力之說。即生物之起源於



適當溫度時，由酵素作用自膠狀體創始。凡物質大別之為結晶體與非結晶體，即膠狀體二種。膠狀體中，又以碳水化合物對於生物為極有密切關係之物。植物自葉之氣孔，由空氣中吸入碳氧氣，與由根吸上之水分混合，賴葉綠素之作用，藉日光之助力，生成甲醛 (formaldehyde)。此物又變為葡萄糖，再變為澱粉。此乃自外界之無機物造成生物體內有機物之一徑路，實足驚嘆之一變化也。

今若以生物自生說為最有力之說，則移住說果根本不成立乎。然此二說亦並非不相容者。蓋自生說雖確認他世界與地球等天體，應其年齡之久暫，達其適於生物自生之相應階程，則不問任何天體，均同樣可生生物，但生物自他世界移住之機會，與自生於地球上之機會，果以何者為先，抑不問其孰先孰後，二者皆可以成立。尙屬疑問也。

據自生說，或謂地球上之創生生物，不過遠在古昔短期間適順之時代，亦有謂雖在今日尙仍繼續創生生物者。但今日果否繼續創生生物，及膠狀體內由酵素作用而成生物之實證等問題，非待顯微鏡之再進一步發達，不能確定。故上之諸說今尙不能斷定其孰是孰否。又謂生物之起源不限蛋白質之膠狀體，較更簡單之氫 (cyanogen CN) 在某種狀況之下生成者，亦為有機物即生物

頤 石

之起源云云。要之，此等諸說亦不過大同小異而已。

## 後編

### 第一章 隕石之分類

勃雷齊那提出之隕石分類法如次，爲今日一般所採用者。括弧內原名之次所記者爲各略號。

#### 一、石質隕石 (Meteoritic Stone: Aerolite)

A. 富於含鈣鋁礦物，乏鐵，且缺球粒狀之隕石。

(一) 安格來土 (Auriferite A.) —— 主由富於鈣之普通輝石而成，此外含有少量橄欖石及硫化鐵。呈結晶性粒狀組織。

(二) 歐克來土 (Eucrite Eu.) —— 主由普通輝石及灰長石而成，含有少量之硫化鐵。呈玄武岩狀組織。

(三)仙古太土 (Shergotite Sh.)——主由普通輝石及麥斯開里土而成,含有少量之苦土,呈結晶性粒狀組織。

(四)呼華達土 (Howardite Ho. 及 Hob)——主由普通輝石,灰長石古銅石,及橄欖石而成,組織一部為凝灰岩狀,一部為結晶性。

B. 富於苦土礦物,乏鎳鐵,且大抵缺乏球粒之隕石。

(一)班斯太土 (Bustite Bu)——主由透輝石及古銅石而成,有時含斜長石,鎳鐵奧斯璞土,及奧爾達麥土,呈結晶性組織。

(二)夾西納土 (Chassignite, Cha)——主由橄欖石及少量鉻鐵鑛而成呈結晶性斜狀組織。

(三)克拉特土 (Chladnite Chl)——主由斜方輝石而成,呈結晶性粒狀組織。

(四)安福得土 (Amphoterite Am)——主由橄欖石及古銅石而成,含少量之硫化鐵及鎳鐵,組織有時為粒狀有時為球粒狀。

C. 富於鎂鐵礦物,主由橄欖石,古銅石,鎳鐵及硫化鐵而成,具有碎屑岩狀或凝灰岩狀之石

基，而呈球粒狀組織之隕石。

(一) 呼華達士狀球粒隕石 (Howarditic chondrite Cho) —— 位於球粒隕石 (Chondrite) 及無球粒隕石 (Achondrite) 中間之一羣。

(二) 白色球粒隕石 (White chondrites) —— 由黃白色凝灰岩狀石基而成，大抵含有同色球粒，此羣分爲三小羣。

a. 白色球粒隕石 (Cw)

b. 有脈性白色球粒隕石 (Veined white chondrites, Cwa)

c. 角礫岩狀白色球粒隕石 (Breccia-like white chondrites Cwb.)

(三) 中間球粒隕石 (Intermediate chondrites) —— 含有白色至灰色球粒隕石間之中間形態，亦分三小羣。

a. 中間球粒隕石 (Ci)

b. 有脈性中間球粒隕石 (CSa)

c. 角礫岩狀中間球粒隕石 (Oib)

(四) 灰色球粒隕石 (Gray chondrites) —— 由黃白色至青灰色凝灰岩狀石基而成。含有堅填於石基內各色之球粒，亦分爲三羣。

a. 灰色球粒隕石 (O<sub>2</sub>)

b. 有脈性灰色球粒隕石 (O<sub>ga</sub>)

c. 角礫岩狀灰色球粒隕石 (O<sub>gb</sub>)

(五) 黑色球粒隕石 (Black chondrites) —— 由暗灰色至黑色之堅質球粒塊而成，其色之一部起因於碳及硫化鐵。球粒概爲淡色。

(六) 球狀球粒隕石 (Spherical [Kugelchen] Chondrites) —— 多數硬質整齊球粒依種種比例，含於凝灰岩狀或結晶性之石基中。有時埋入甚鬆，故自石基脫出，或與石基共碎。分爲下之五羣。

a. 汪那塞 (Oransite Oco) 及顏華士 (Ngawite Ocn)

b. 球狀球粒隕石 (Oo)

c. 有脈性球狀球粒隕石 (Oca)

d. 角礫岩狀球粒隕石 (Ocb)

e. 結晶性球狀球粒隕石 (Ock)

(七) 結晶性球粒隕石 (Crystalline chondrites) —— 由結晶性石基而成，含有填埋甚堅之球粒，此羣分爲三小羣。

a. 結晶性球粒隕石 (CK)

b. 有脈性結晶性球粒隕石 (CKa)

c. 角礫岩狀結晶性球粒隕石 (CKb)

(八) 含碳球粒隕石 (Carbonaceous chondrites K 及 K<sub>0</sub>) —— 含碳及鐵極少之一羣球粒隕石 (Chondritic stones)。

(九) 奧皮納土 (Orinitha Co) —— 爲流體狀組織之帶黑色石基中球粒所成之一小羣。現今唯一一種之代表物。

(十) 泰建來士 (Tadjerite Ct) —— 由含球粒之淡黑色，且概成玻璃狀石基而成。  
(十一) 烏雷來士 (Ureilite Cu) —— 主由橄欖石而成，有時有球粒狀或粒狀組織，呈淡黑色或近於黑色，且常轉移於次之種類。

二、石鐵隕石 (Stony Iron Meteorites: Siderolites)

此為矽酸鹽礦物填入於不連續網狀或海綿狀鎳鐵中之形之隕石。

(一) 洛特拉士 (Lodhranite Lo) —— 由橄欖石及古銅石之結晶性狀混合物而成，填入於細粒金屬之稍呈不連續網狀或海綿狀組織內。

(二) 美索鐵石 (Mesosiderite, Grahamite M) —— 主由橄欖石，古銅石，斜長石，及普通輝石而成。有時呈球粒狀或結晶性狀，填埋於金屬之稍呈中斷網狀，或海綿狀組織中。

(三) 西特洛石 (Siderophyre, S) —— 主含有附着於古銅石及鎳鐵之阿池麥士 (Asmanite)，鎳鐵為八面體晶，呈維特孟斯泰頓之網狀組織。

(四) 巴拉塞士 (Pallasite, P) —— 由填埋於連續之金屬網狀或海綿狀組織中之橄欖石而



成。

(五)隕鐵角礫岩 (Meteoric iron breccia Obs) —— 乃填於八面體晶鐵之角礫岩狀團塊中之結晶性球粒之隕石。

(六)內幾伏隕鐵 (Meteoric iron of Netschaev Omm) —— 此為埋於八面體晶鐵之團塊中之結晶性球粒隕石。

### 三、鎳鐵隕石 (Nickel-iron Meteorites: Siderites)

鎳鐵隕石或單稱鐵隕石，主由鎳鐵而成，含硫化鐵，磷化鎳鐵，通常又含石墨及他形態之碳。

(一)八面體晶鐵隕石 (Octahedral irons) —— 主為排列成平行於八面體晶面之板狀鎳鐵合金，且常挾入西勒勃塞土 (Schreibersite) 薄片。以酸腐蝕之則此等隕鐵呈維特孟斯泰頓組織。此等隕石因板狀部之厚度分別之如次。

(a) 厚 0.1 毫米薄片之八面體晶鐵隕石 (O<sub>1</sub>)

(b) 厚 0.15 至 0.4 毫米薄片之八面體晶鐵隕石 (O<sub>2</sub>)

(c) 厚 0.5 至 1 毫米薄片之八面體晶鐵隕石 (Oh)

(d) 厚 1.5 至 2 毫米薄片之八面體晶鐵隕石 (Og)

(e) 厚 2.5 毫米以上薄層之八面體晶鐵隕石 (Ogs)

(f) 角礫岩狀八面體晶鐵隕石 (Breccia-like octahedral irons, Obz)

(二) 六面體晶鐵隕石 (Hexahedral irons) —— 爲鍊鐵之均一團塊，有平行於六面體各面之明瞭劈開，且呈八面體晶面上立方體雙晶之薄層，腐蝕此種隕鐵，則呈諾伊孟紋 (Neumann band) 更小分之如次。

a. 六面體晶鐵隕石 (Hexahedral irons H)

b. 角礫岩化六面體晶鐵隕石 (Brecciated hexahedral irons. Hb)

c. 凱泊鐵屬隕石 (Cape iron group, Hca)

d. 千思得維爾屬隕石 (Chester ville group Hcb)

(三) 塊鐵隕石 (Massive irons, Ataxite) —— 爲無定形鐵，無諾伊孟紋及維特孟斯泰頓組

織。且無組織上之特色，足以供滿足之分類。勃雷齊那更分爲五屬。

- a. 巴勃斯米爾屬隕石 (Babb's Mill group, Db)
- b. 內達古拉屬隕石 (Nedagolla group Dn)
- c. 泊利米的伐屬隕石 (Primitiva group Dp)
- d. 塞內加爾屬隕石 (Senegal group, Ds)
- e. 德克生屬隕石 (Fuson group, Dt)

## 第二章 隕石之礦物學的組成

隕石中所含礦物與地球上岩石中所有者大抵相同，但結合方式往往根本相異。且其生成，與今日地球上現存者之生成狀態，完全相異，尤以遊離氧及濕氣之存在爲然。

次列各種礦物地上岩石中亦含有之，爲隕石中之礦物。卽隕石中含有橄欖石，屬於斜方輝石之頑火石或古銅石，屬於單斜輝石之透輝石及普通輝石，屬於斜長石之灰長石、鈉灰長石或灰鈉長石，磷酸鹽之磷灰石，氧化物之磁鐵礦及鉻鐵礦，硫化物之黃鐵礦及磁黃鐵礦，碳酸鹽之褐菱苦土礦，及石墨與金剛石等種種形態之礦。

地球上岩石中所稀有而多見於隕石中之礦物，爲鎳及鐵之種種合金。有開麥塞士 (carnacite) 豆納士 (taenite) 及泊雷塞士 (plessite) 等種種名稱。其他尚有鎳鐵之磷化物西勒勃塞士

(schreibersite) 一硫化鐵之屈洛雷士 (troilite) 鐵及鉻之硫化物陶勃里士 (dubreelite) 一氯化鐵之勞倫塞士 (laurencite) 鈣鈦 (或錯) 之氧硫化物奧斯邦士 (osbornite) 鐵鏢之碳化物苛恩那士 (cohenite) 碳化矽之莫阿生士 (moissanite) 一般承認為再熔融之斜長石即麥斯開里士 (maskelynite) 之等方性礦物 矽酸之一形態之阿池麥士 (asmanite) 等。

次將上述礦物之成分依原名字母順序，略述如下。

磷灰石 (apatite) —— 關於隕石之多數分析中，所有磷酸通常均視為磷灰石之一成分。事實上隕石中此礦物結晶僅於印度所發見者，屬於石鐵隕石之古達根 (Kodaikanal) 隕石石質部中，白華斯 (Berwerth) 曾見之。據最近之研究，則此磷酸鹽礦物非磷灰石，僅為具相同組成之礦物，而結晶學及光學之性質則全相異。恐與菲倫古來士 (francolite) 相同，但其性質尚未全明。

阿池麥士 (asmanite) —— 此名稱為麥斯開林 (Maskelyne) 所定，見於含矽酸鹽約三分之一之勃拉頓白哈 (Breitenbach) 隕石中。乃以矽酸鹽為主成分之礦物。其純粹者無色，比重二·二四五，硬度五·五，結晶屬於斜方晶系。通常視為與地球上岩石中之磷石英 (tridymite) 為同

一之物。

褐菱苦土鑲 (Brunnerite)——此乃對於地球上岩石中所有含鐵碳酸鎂相對應之物。海丁格 (Haidinger) 定以是名僅於法國奧溝 (Orgueil) 隕石中一見之。即隕石原有成分之含碳酸鹽者，惟此一例耳。

碳 (carbon)——碳成爲一氧化碳 (CO) 或二氧化碳 (CO<sub>2</sub>)，又或成爲碳化氫或無定形碳，又或成爲石墨之結晶形存於某種隕石，尤多成爲隕鐵之一成分。白贊留 (Berzelius) 於一八三八年就阿雷 (Alais) 隕石中見碳化化合物。韋勒 (Wöhler) 及克雷茲 (Cloez) 於一八三九年就可保開凡 (Cold Bokkeveld) 隕石中發見類似於地球上有機物殘渣之化合物。又法國化學家白斗洛 (Berthelot) 於一八六四年由降下於法國奧溝之含碳隕石中抽出與石油系相同之碳化氫。

美國化學家史密斯 (J. L. Smith) 等就石質隕石及鐵隕石之多數分析結果，謂碳成爲無定形與結晶形之石墨存在。

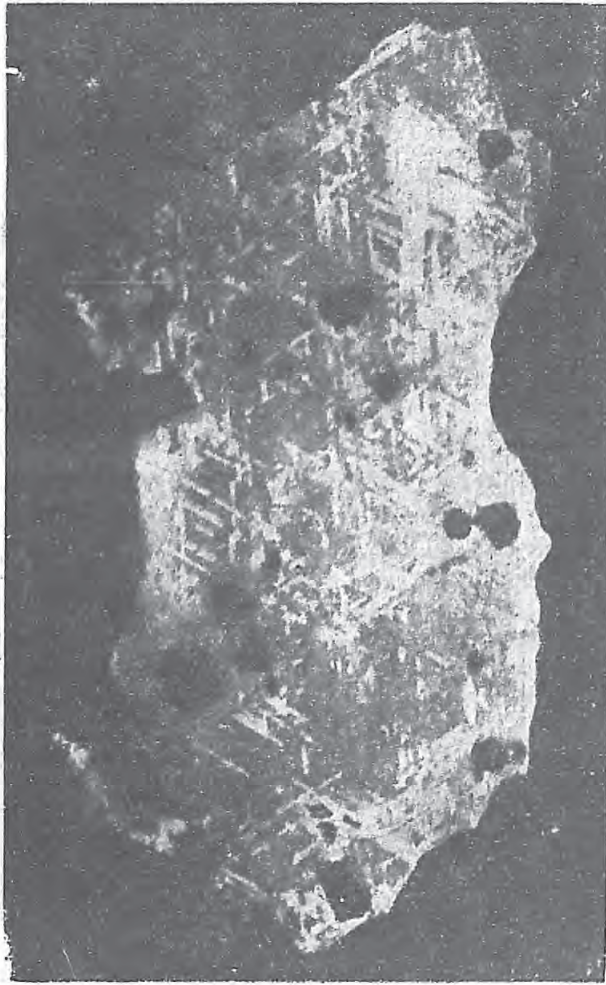
一八四六年海丁格謂匈牙利阿伐(Apa)隕鐵中石墨之立方形乃與黃鐵礦爲擬似形，但據洛池(Rose)意見，則與金剛石爲擬似形云。又一八八六年柳易思研究南非洲產金剛石之石基，預言隕石中應有金剛石之發見。

一八八八年歐洛斐夫(Terofeit)及拉齊諾夫(Latschinoff)於俄國諾伏烏雷(Novo-Drei)隕石中發見形態等於金剛石之礫云。

一八八九年在阿伐隕鐵中發見無色物質，由其硬度及燃燒後得碳氧氣等現象觀之，必爲金剛石。

一八九一年美國費拉特爾斐亞之凱尼希(Koenig)曾於甘農迪勃洛隕鐵中見黑色玻璃狀之物質，硬度在青玉以上，信以爲金剛石(第十八圖參照)。其後經亨丁頓(O. W. Huntington)調查，確知其爲微細無色之八面體真正金剛石。法國化學家莫阿生亦於該隕鐵內發見成爲石墨及成爲黑金剛石或金剛砂(carbonado)之無定形碳。

矽化鐵之莫阿生土(Moissanite)恐與人造金剛石爲同一之物，乃莫阿生於甘農迪勃洛隕



第十八圖 甘肅通渭隕鐵之碎片(研磨腐蝕面)



鐵中所發見者。

鉻鐵礦(Chromite)及磁鐵礦(Magnetite)——鉻及鐵之氧化物或鐵之氧化物乃地球上岩石及隕石之共通成分。但其量甚少，通常不過為顯微鏡下散亂之結晶及結晶粒耳。

陶勃里士 (Daubreelite) —— 一八七六年史密斯 (J. L. Smith) 就墨西哥之哥韋勒 (Coahuila) 隕鐵內與屈洛雷士相混之礦物中發見黑色光輝之結晶性物質，而遂付以該名稱。據當時之不完全分析，則硫約三六·四八%，鐵約一〇%，含碳物質少量，其他未定部分為鉻。其真組成恐為硫三七·六二%，鉻六二·三八%云。

其後史密斯由哥韋勒隕鐵中得多量更純粹之陶勃里士，一八七八年發表其新分析結果，為硫四四·二九%，鉻三六·三三%，鐵一九·三八%，化學式為  $(FeS.Cr_2S_2)$ 。然真正分析結果則為硫四二·六九%，鉻三五·九一%，鐵二〇·一〇%，合計九八·七〇%云。

長石 (Felspar) 及麥斯開里士 (Maskelynite) —— 由地球上鹼性火成岩視之，則隕石中之長石當如鈉灰長石 (Labradorite) 與灰長石 (Anorthite) 等，更屬於鹼性之種類。因純粹材料

極難得，故實際上完全之分析不甚多。下所引用者至少於二例中，其長石乃如閃綠岩等具有中等酸性度岩石之特徵形態，即為灰長石 (oligoclase)，麥斯開里士之名稱乃賊馬克 (Tschermak) 對於仙古底隕石中所有豐富之等方性無色礦物，通常視為再熔融之長石而付與之者也。反之，礦物學家格洛斯 (Groth) 則信以為與白榴石 (leucite) 類似之種類。

長石為玄武岩式隕石之共通成分。例如法國裘伐那隕石中，與地球岩石同樣為細長聚片連品 (polysynthetically twinned forms)。其在球粒式中，此等長石成散亂粒占據橄欖石與頑火石之隙，又有缺除結晶之外形者，此時其滿足決定實為至難。球粒式之多數隕石，及普通之巴拉塞土中完全缺除長石。今將三種隕石中之長石列表如下：

## 隕石中長石之分析

成分	出處	(一) 黑維的斯 (Hvitts)	(二) 海斯爾 (Hessle)	(三) 仙古底 (Shergotty)
無水矽酸		六三·五	六四·九七	五六·三
礬土		二二·二	二二·〇六	二五·七

石灰	四·〇	三·〇一	一一·六
鈉	九·二	九·九六	五·一
碳酸鉀	一·一	—	一·三
合計	一〇〇·〇	一〇〇·〇	一〇〇·〇

在以上之分析結果中，(一)及(二)屬於灰鈉長石，(三)屬於鈉灰長石。

氣狀成分——意大利之雷那托 (Tonato) 隕鐵熱於真空中，則放出水分，此事實一八六七  
 年格雷安 (F. Graham) 最初注意及之馬雷脫於一八七二年發見美國佛及尼州之奧格斯泰  
 (Augusta) 隕鐵，在同一狀況之下，不特生氫并生氮，一氧化碳，及二氧化碳等。

賴脫 (A.A. Wright) 於一八七五年至一八七六年間證明下列各項。

- (一) 石質隕石與鐵隕石不同之點，為其特有之氣體不為氫，而為二氧化碳及碳之氧化物。
- (二) 低溫度所放出之二氧化碳較高溫度時為多。
- (三) 大隕石或彗星核部中所含氣體之量足以形成其尾。

(四)其氣體之光譜全與某一彗星之光譜相同。

就上述之結果，昔時雖有所懷疑，但經後來研究，亦完全冰釋。石質(球粒)隕石中一氧化碳之比率較二氧化碳為小，而於鐵隕石中其狀態適相反。據秦白林(R. T. Chamberlin)最近研究之結果，有下表所示之總括的數值。

種類	分析次數	二氧化碳(CO <sub>2</sub> )	一氧化碳(CO)	甲烷(CH <sub>4</sub> )	氫(H <sub>2</sub> )	氮(N <sub>2</sub> )	合計
石質隕石	一二	三·七七	〇·二四	〇·二〇	〇·五〇	〇·〇九	四·八〇
鐵隕石	九	〇·二一	〇·六七	〇·〇二	一·六七	〇·二四	三·八一

其後倫敦之拉姆集教授發見氮與氫亦存於隕石中云。

勞倫塞士(Laurencite)——此為鐵之一氯化物。凡隕鐵之新切斷面，或破斷面上滲出氯化第一鐵之薄層，此已為昔人之所注意者。一八五五年史密斯(S. H. Smith)在美國登納西州之泰士威爾(Tazewell)隕鐵中，曾發見之，成為綠褐色軟質固體。一八七七年史密斯又在北部加利福尼亞州之洛錦根(Rockingham)隕鐵中發見同一物質之存在。是年陶勃來在格林倫之哇維法克

(Ovifal)地方之鐵中，亦見有此物存在。遂稱之爲勞倫塞士。此物質露於空中則起潮解，鐵變爲三  
氧化物。因有此特性故多數隕鐵迅速崩壞，且石質隕石常因銹蝕而成褐色，或蒙以銹色之斑點。  
金屬成分，鎳鐵合金——此等金屬成分之本質對於各隕石相同。但其成分則如畢蕭泊維爾  
隕石含量不足一%，至於鐵隕石則含量達九〇%。石質隕石中其形狀成不連續之斑狀或紐狀，巴  
拉塞士中則成包含矽酸鹽礦物之不連續網狀或海綿狀，而金屬狀形態中則幾構成全塊。

以弱酸腐蝕之，則隕鐵之研磨面大抵呈維特孟斯秦頓組織。某方面之學者謂構成隕鐵之鐵  
鎳三種合金相異其溶解度使然也。此等合金中二者成薄片狀，稱爲開麥塞士及豆納士，第三合金  
之泊雷塞士則充填於此等板狀物交叉所成之間隙中（參照第五，十八，十九各圖）。此等合金之  
組成因板狀物難以互相分離，故未能確定。但泊雷塞士則有視爲不過他二者之混合物或其交雜  
生長 (intergrowth) 者。賓維生 (Davison) 曾就加拿大之韋倫 (Welland) 隕鐵，加以分析其結  
果，如下：

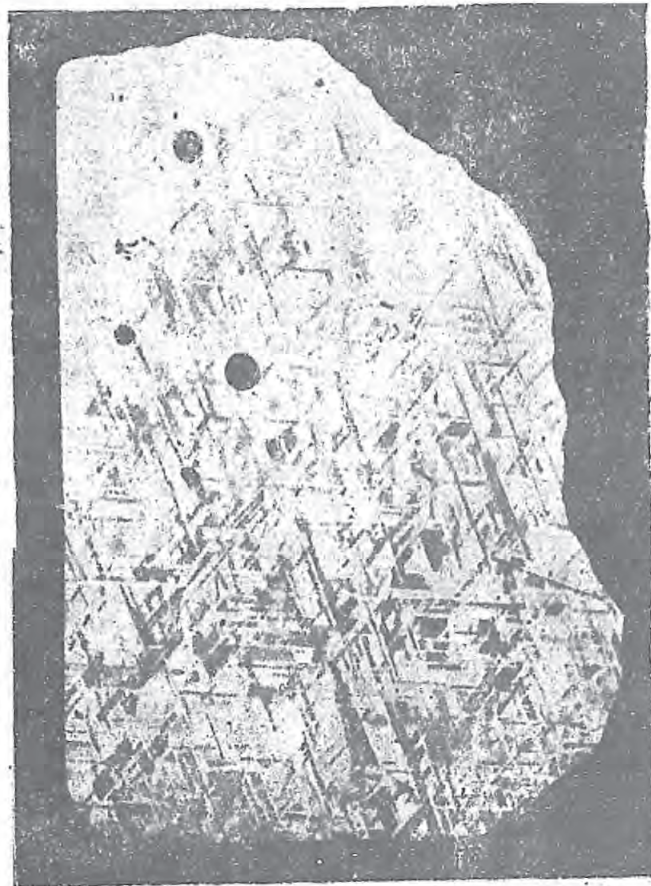
隕石

成分	開麥塞士	豆餅士
鐵	九三·〇九%	七四·七八%
鎳	六·六九%	二四·三二%
鈷	〇·二五	〇·三三
碳	〇·〇二	〇·五〇
合計	一〇〇·〇五	九九·九三

在凱薩斯格倫迪，托爾加及其他多數隕鐵中，此等板狀物之排列與八面體相平行（其詳參照本編第五章）故人知其為八面體結晶，不呈維特孟斯泰頓組織之他種隕鐵，則腐蝕後生諾伊孟紋。此係諾伊孟發見，以為由於八面體結晶面之周圍起立方體之雙晶者，此等稱為六面體晶鐵，例如根脫溝（Kentucky）之斯可茲維爾（Scottsville）隕鐵，或巨大之可其（Couch）隕鐵等截片中所示者是也（參照前編第四章）。

其他之隕鐵則無任何有規則之組織，有時幾全呈均一之組織。此等隕鐵另分類之為塊鐵隕石，例如北部加利福尼亞之深泉（Deep Springs）地方所得試樣是也。

第十九圖 凱薩斯格倫迪氏隕鐵之薄片(研磨成鏡面)



苛恩那士爲范星克 (Weinschenk) 最初在麥古拉 (Magura) 隕鐵中發見者，其後在他種隕鐵中亦見之，乃錫白色之碳化鎳鐵也。

奧爾達麥士 (Oldhamite) —— 此名稱乃指史篤里與麥斯克林 (Story-Maskelyne) 兩人於一八六二年就勃斯底 (Busti) 隕石中所發見之硫化鈣而言。其詳載於一八七〇年倫敦王家學會理學雜誌 (Philosophical Transactions of the Royal Society of London) 其純粹者爲青白之褐色，但因石膏質之氧化生成物，掩蔽其外面，帶圓形而成粒狀，充填於輝石成分中，其本質有矩形之劈開。在交叉尼古爾稜晶 (Nicol Prism) 下爲等方性，故屬於等軸晶系或均質系，此重二·五八。與水共煮沸之則分解而生多硫化鈣之輝黃色溶液與不溶解性之殘渣。

橄欖石 (olivine) —— 爲鎂及鐵之矽酸鹽，化學式爲  $(Mg, Fe)_2SiO_4$ ，但鎂及鐵之比率時有變化。分析結果如次。

出處

無水矽酸 ( $SiO_2$ )

苦土 (MgO)

氧化第一鐵 (FeO)

(一) 克拉斯諾耶斯克 (Krasnojarsk Siberia)

四〇·二四

四·四一

一一·八〇



(11) 凱哇阿 (Kiowacounty Kansas)	四〇・七〇	四八・〇二	一〇・七九
(三) 勃拉興 (Brahin Russia)	三九・六一	四八・二九	一一・八八
(四) 阿太加麥 (Atacama, Chile)	三六・九二	四三・一六	一七・二一

此種礦物除班狀球粒外，成結晶形者甚鮮。在各種隕石中存量最多，分布甚廣，有時如美國密蘇里 (Missouri) 之華倫頓 (Warrenton) 隕石，含量極多，達七五%。隕石中缺除此物者甚少，即如鐵隕石中，亦大抵成爲小粒夾雜於其中。

橄欖石又於地球上火成岩中分布極廣。

奧斯璞士 (Osbornite) —— 此名稱亦爲麥斯開林所取。在勃斯的隕石中與奧爾達麥士相結合，成金黃色之顯微鏡的八面體。結晶脆而不溶於酸，且與碳酸鉀及碳酸鈉等熔劑共處理之，亦不熔融。其組成雖未確定，但可視爲鈦或鋳之氧氯化物。

輝石 (Pyroxenes) —— 輝石成斜方晶系及單斜晶系之形，普遍存於隕石中。

(一) 斜方輝石 —— 頑火石及古銅石，此等礦物在橄欖石之次，普遍存於隕石中之矽酸鹽礦

物中，其組成隨鐵及鎂之種種分量而異，如橄欖石然，其代表的頑火石之化學式為  $MgSiO_3$ 。亦有混入鐵而成，為古銅石之種類 ( $Mg, Fe, SiO_3$ ) 者。

就所知之範圍中，則含鐵頗著而多色性種類之紫蘇輝石 (Hypersthene)，絕不存於隕石中。但至少在印度夏爾加 (Shalka) 隕石中，確含有與紫蘇輝石同等之物。

斜頑火石者 (clino-enstatite) 沿斜軸面之斷面 (clino pinacoidal sections) 上較他之單斜輝石有小消光角 (extinction angle)，乃屬於單斜晶系之種類且對於聚片連晶有顯著影響，為其特徵。今將最著名隕石中所得頑火石及古銅石之種種組成示於下表：

出處	無水矽酸 ( $SiO_2$ )	苦土 ( $MgO$ )	氧化第一鐵 ( $FeO$ )	氧化鈉 ( $Na_2O$ )	氧化鉀 ( $K_2O$ )	石灰 ( $CaO$ )	礬土 ( $Al_2O_3$ )
畢蕭伯維爾 (Bishopville)	五九·九七	三九·三四	〇·四〇	—	—	—	—
勃斯底 (Brix)	五八·四四	三八·九四	一·一八	〇·三六	〇·三三	一·六八	—
洛特倫 (Lodhran)	五五·三五	三二·八五	一二·一三	—	—	〇·五八	〇·六〇
勃拉頓白哈 (Breitenbach)	五六·〇五	三〇·八五	一三·四四	—	—	—	—

海因霍茲 (Hainholz)	五三·〇五	二五·四〇	一五·六三	—	—	二·七三	三·一九
黑維的斯 (Hvitis)	五九·〇五	三七·一〇	〇·九〇	〇·六八	〇·四七	〇·九八	一·〇九
古爾巴拉 (Golpara)	五九·九二	三八·〇〇	—	—	—	二·一一	—
莫利那 (Molina)	五七·八〇	三九·二二	〇·九一	—	—	—	二·〇七
夏爾加 (Salka)	五五·五五	二七·七三	一六·五三	〇·九二	—	〇·〇九	—
李德施格林 (Rittersgrun)	五七·四九	二五·七八	一〇·五九	一·四五	—	二·一二	二·〇八

對於橄欖石言之則此礦物除斑狀球粒隕石而外，成完善結晶形者甚少。如後所述其更普通之形態乃在於放射狀潛晶性球粒 (cryptocrystalline Kugels) 中。

(1) 單斜輝石 (monoclinic pyroxenes) —— 透輝石 (diopside) 及異剝石 (diallage) 隕石中輝石之屬於此種形態者較斜方晶系更少，然較一般所想像者實際當尙豐富。除其光學的性质 (因形小而結晶不完全，故未必任何時皆可決定) 外，其他諸點皆有確定之區別，其組成大抵如頑火石而屬不定，但因難自礦物分離，故純粹者之分析結果，幾等於無。下示之分析表中之(一)

乃麥斯開林之結果，其(二)乃賤馬克之結果。

成分	(一)勃斯的(Busti)	(二)仙古底(Shergotty)
無水矽酸(SiO <sub>2</sub> )	五五·四九	五二·三四
礬土(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	—	〇·二五
氧化第二鐵(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	〇·五五	—
氧化第一鐵(FeO)	—	二三·一九
苦土(MgO)	二三·三二	一四·二九
石灰(CaO)	一九·九八	一〇·四九
氧化鈉(Na <sub>2</sub> O)	〇·五五	—
合計	九九·九〇	一〇〇·五六
比重		三·四六六

關於其他之矽酸成分，單斜輝石不過析出極少量之結晶而已，幾為無色而非多色性，間亦有

超過二十五度之消光角者。與頑火石為交雜生長。成球粒中之雙晶形者更為普通。

(一)



(二)



西勒勃塞士 (Schreibersite) —— 此種礦物最初於一八四七年為海丁格發見之於馬格拉

隕石之礦物學的組成

101

第二十圖 (一) 唐羊皮隕鐵中之西勒勃塞士  
(二) 阿利斯泊隕鐵中樹枝狀之西勒勃塞士

隕鐵中，成爲隕石之一成分，極其最普通之附屬物。化學式爲  $(Fe, Ni, Co)_3P$ ，即鎳鐵鈷之磷化物。通常成錫白色方形薄板狀，或與豆納士及開麥塞士板平行排列。又或如唐畢皮 (Tonbridge) 隕鐵中，成角形鋸齒狀塊，其他尙有如阿利斯泊 (Arispe) 隕鐵中成樹枝狀者 (第二十圖 (一) 及 (二) 參照)。於巴拉塞士中則成薄板橫亘於橄欖石及金屬網狀組織間有磁性，難熔解，由此可自其他成分分離。甘農迪勃洛隕鐵之一塊據泰奧 (Tassin) 之分析，其組成如下：

鐵	六三・〇四%
鎳	一三・〇七
磷	一三・八〇
鈷	〇・〇三
合計	九九・九四%

又有所謂拉勃達士 (Rhodite) 者，外觀上與西勒勃塞士有相同成分，爲脆質之磷化物，通常可視爲其形態學的變種。

屈洛伊勒士 (Troilite) 此物係海丁格在阿爾勃雷圖 (Albaroto) 隕石內所含結節狀團塊中所發見，幾成爲隕石中之一般成分。化學式爲  $(FeS)$ ，其理論的組成，鐵六三·六四%，硫三六·三六%，據實際分析之結果，常含鎳，有時并有含銅之痕迹。其名稱係紀念昔時隕石自天降下說之熱心擁護者屈洛伊里 (D. Troili) 據莫尼歐 (Moumier) 等對於此物視爲與磁硫鐵鑛 (Pyrrhotite) 相同，有謂石質隕石中之硫化物呈磁硫鐵鑛之形，鐵隕石中則成屈洛伊勒士云。然美利爾，拉姆集，及保格斯屈倫 (Borgstrom) 等則謂石質隕石中之硫化物恐爲一硫化物之屈洛伊勒士云。

### 第三章 隕石之化學組成

研究隕石之興味不僅在於礦物學或岩石學之立場而已。在太陽系外存在之物質，其性質可由隕石供給明白證據，且除使用分光器外，而欲親見構成天體之物質，隕石亦為唯一之引導者。德人克拉特尼於一七九四年擁護隕石之宇宙之根源，且指之為世界之破片，即斷片之世界殘骸，而他世界亦恐為此隕石構成。總之，關於世界之生成，無論採用任何學說，而物質之究極根源，仍同歸於一。故將此種從天空降下之物質之化學組成，與構造成地殼岩石之物質，加以比較研究，當極有趣。下表第一列係根據多數分析結果算得之石質隕石之平均組成，第二列為地殼中火成岩之平均組成。

此等隕石由分析結果視之，乃屬於極富鹼性種類之岩石，即矽酸分低而鹼性成分，鐵及苦土



之量較高。自地球上之立場觀之。則此等隕石與橄欖岩，或輝岩及玄武岩等頗相類似。

組成	石質隕石	火成岩
無水矽酸 $SiO_2$	三八·六八%	五九·九三%
氧化第二鈦 $TiO_2$	〇·一八	〇·七四
氧化錫 $SnO_2$	皆無	—
氧化鋯 $ZrO_2$	皆無	〇·〇三
礬土 $Al_2O_3$	二·八八	一四·九七
氧化第二鐵 $Fe_2O_3$	—	二·五八
氧化第二鉻 $Cr_2O_3$	〇·四七	〇·〇五
氧化鈦 $V_2O_5$	痕跡	〇·〇二
鐵 $Fe$	一一·九八	—
鎳 $Ni$	一·一五	—
鈷 $Co$	〇·〇七	—
氧化第一鐵 $FeO$	一四·五八	三·四二
氧化鎳 $NiO$	〇·四八	〇·〇三

礦石

一〇六

氧化鈷 $\text{CoO}$	〇・〇六	
石灰 $\text{CaO}$	二・四二	四・七八
氧化鋇 $\text{BaO}$	皆無	〇・一一
苦土 $\text{MgO}$	二二・六七	三・八五
氧化第一錳 $\text{MnO}$	〇・二九	〇・一〇
氧化鈉 $\text{SrO}$	皆無	〇・〇四
氧化鈉 $\text{Na}_2\text{O}$	〇・八七	三・四〇
氧化鉀 $\text{K}_2\text{O}$	〇・二一	二・九九
氧化鋰 $\text{Li}_2\text{O}$	痕跡	〇・〇一
水分 $\text{H}_2\text{O}$	〇・七五	一・九四
磷酸 $\text{P}_2\text{O}_5$	〇・二六	〇・二六
硫黃 $\text{S}$	一・八〇	〇・一一
銅 $\text{Cu}$	〇・〇一四	
碳 $\text{C}$	〇・一五	
氯 $\text{Cl}$	〇・〇八	〇・〇六
氟	(?)	〇・一〇



與石質隕石之矽酸鹽部分分離析出金屬之二例。

隕石中所含金屬分之分析表  
隕 鐵

名 稱	種 類	總 數	銀	鈷	銅	磷	硫	錳	矽	鉻	氣	碳	雜
Hex River	大面盤 六品	93.59	5.68	0.66	0.04	0.23	0.08	—	—	0.02	—	—	不溶性殘渣 0.03
Canon Diablo	粗大八 面盤 中形八 面盤	93.425	7.335	0.51	痕跡	0.159	0.08	皆無	0.032	—	0.097	0.465	鉍及鈹痕跡
Casas Grandes	中形八 面盤	90.47	7.442	0.634	0.012	0.166	0.029	皆無	0.01	皆無	痕跡	0.177	
Kokstadt	全 上	91.21	8.01	0.63	0.02	0.22	痕跡	—	—	皆無 (1)	0.05	0.03	
Ranchito	全 上	85.54	9.40	0.98	0.02	0.12	0.02	—	—	0.01	0.02	0.01	
Bethany	微細八 面盤 最微八 面盤	91.37	7.97	0.50	0.02	0.03	0.02	—	—	0.04	—	0.05	鉍及鈹痕跡 鉍(?)痕跡
Cowra	最微八 面盤	85.265	13.23	1.02	0.02	0.225	0.01	痕跡	0.01	—	—	0.25	鉍, 鈹, 鈳, 鉍, 痕跡
Perryville	全 上	89.15	9.66	0.545	0.025	0.365	0.002	皆無	0.003	—	—	0.015	

由巴拉塞士所得之金屬

Mount Vernon	巴拉塞士	82.52	14.044	0.949	0.104	0.390	0.283	0.151	0.808	0.300	痕跡	0.05	痕跡
Krausnojarck	全上	89.90	9.52	0.60	皆無	0.085	皆無	皆無	—	—	—	—	—
由石質隕石所得之金屬													
Gullison	球狀球粒	89.70	9.207	0.507	0.04	0.07	痕跡	0.08	0.129	0.16	—	0.088	—
Indarck	全鐵球粒	90.44	8.26	0.18	—	0.08	—	0.01	—	—	—	—	—

## 第四章 隕石之組織

本編第一章所述之分類中曾將隕石分爲三大類。

(一)金屬狀隕石(Metallic Meteorites, or siderites)——此類之組織由金屬合金之種種結晶性而定。

(二)石鐵隕石(Stony irons, or siderolites)——此類由其含有矽酸鹽之金屬網狀或海綿狀之物而成。金屬部之組織其本質上與全部爲金屬之隕鐵相同。

(三)石質隕石(Stony Meteorites)——此種自完晶性或玄武岩式起，至斷片的及凝灰岩狀爲止，其間包含有種種變化。

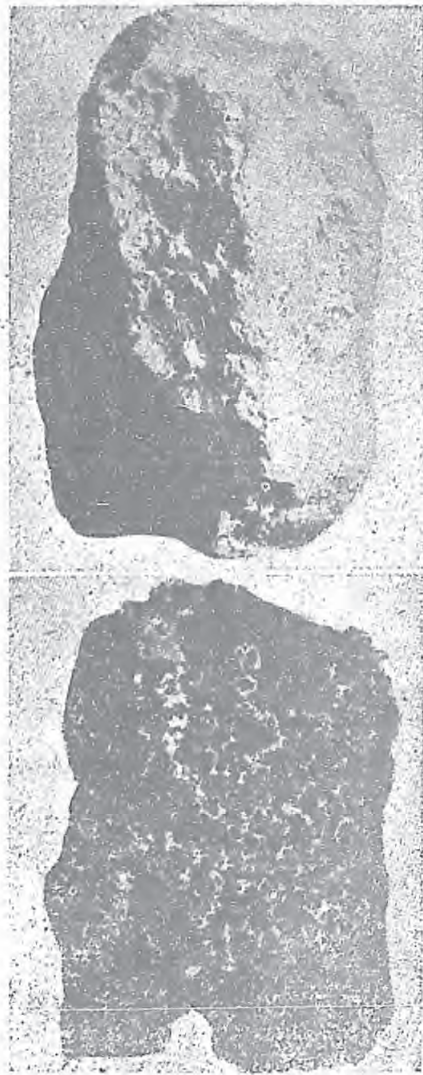
最後之種類中，因其含有球粒，與地球上岩石之既知組織，相差甚遠。

對於純金屬式之結晶組織，將於隕石之金屬成分項中，述之，由第五圖（一）（二）第六圖（三）  
 第十八圖及第十九圖亦極明瞭（參照本編第五章）。

石鐵隕石之組織見第二十一圖及第二十二圖。其組織有顯明不同兩類，一類如矽酸鹽外觀  
 上有安靜之結晶生長，結晶面可得辨認。他一類如結晶既生成後之矽酸鹽，復遭破裂，金屬成爲多

（一）完形

（二）研磨之碎片

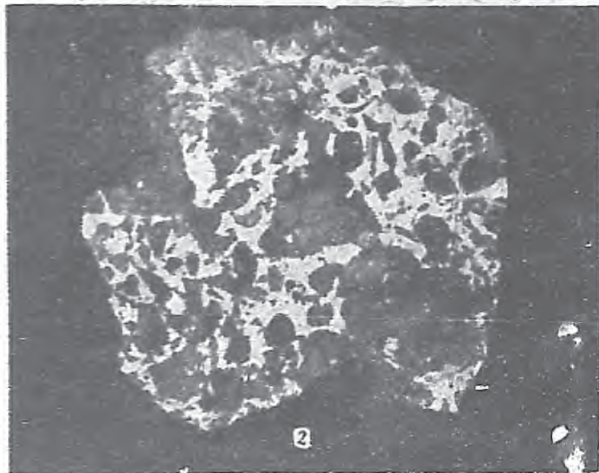


第二十一圖 凡農山巴拉塞士  
 (Mt. Vernon  
 Pallasite)

(一) 金屬狀部分



(二) 研磨之薄片



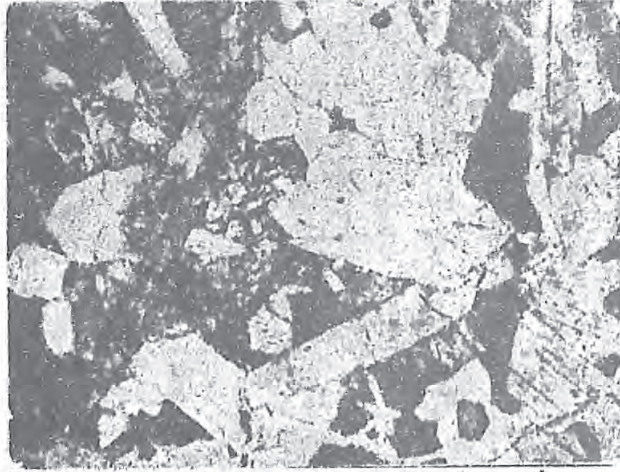
第二十二圖 阿特麥巴拉塞士 (Admire Pallasite)



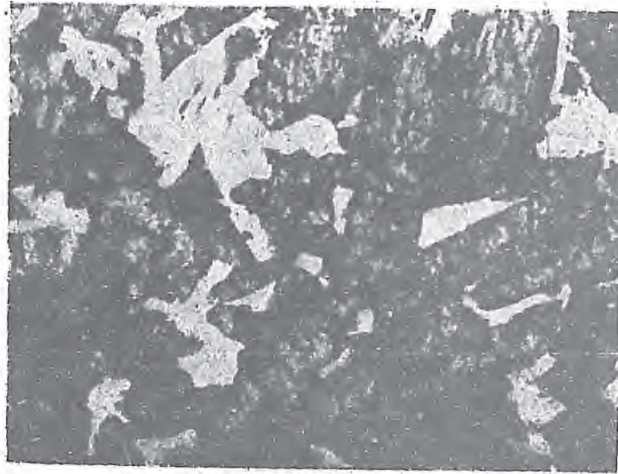
角形粒子之接合劑。後者之組織卽角礫化作用 (Precipitation) 由第二十二(一)可完全明瞭之。圖中黑暗處爲橄欖石，明亮處爲金屬。圖約當實物之五分之三。金屬部擴大後，組織如圖(一)，其黑暗外部仍爲橄欖石，明亮處(1)爲金屬，內部黑暗處(3)爲勞倫塞士及屈洛伊勒士所包圍之鐵之海綿狀聚成岩。此海綿狀物質中針狀形(4)爲鎳鐵，鎳鐵(1)與海綿狀部之間，通常橫有西勒勃塞士之薄板，但在此圖中，則不能區別之。

類似地球上玄武岩，輝岩或橄欖岩族等岩石之完晶式石鐵隕石之顯微鏡組織，如第二十三及第二十四兩圖。第二十三圖(一)表婆伐那之黝克來士 (Echols) 中，如班礪岩之狀，裂縫中含金屬，橄欖石及輝石之結晶性粒狀石基中有細長之長石或斜長石。第二十三圖(二)所示仙古底隕石之一片中，組織極似輝綠岩 (Diabase) 或玄武岩，明亮石基中有大板狀之輝石結晶，此結晶爲等方性，恐爲熔融之長石卽所謂麥斯開里士者是也。

第二十四圖中(一)示最近降下之愛爾納克拉 (Elhakhla) 隕石之組織，由綠色輝石之結晶性聚成岩而成，且含有少量赤褐色橄欖石之長石，及鐵鈦與鉻鐵鑛等散亂粒子。此組織與地

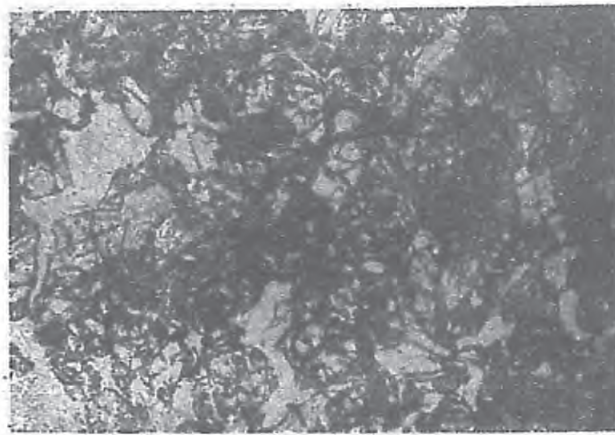


(一) 裴伐那隕石

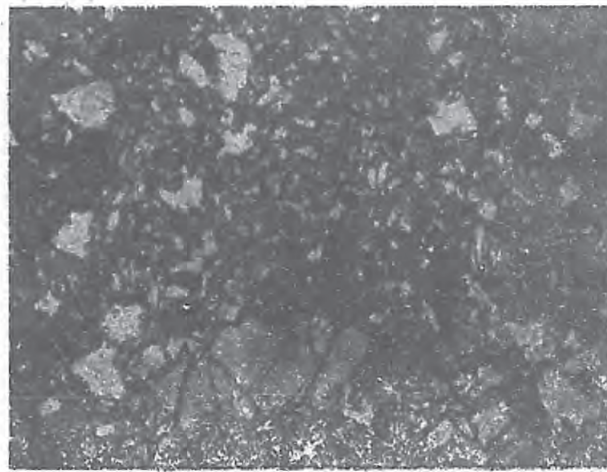


(二) 仙古底隕石

第二十三圖 石質隕石之顯微鏡組織



(一) 愛爾納克拉隕石



(二) 伊恩脫維爾之美索鐵石

第二十四圖 石質隕石之顯微鏡組織

球上之輝石相當，同圖（二）示美國愛哇亞州（Iowa）伊思脫維爾（Esterville）之美索鐵石（Mesosiderite）之完晶性矽酸質組織，主由橄欖石，斜方輝石，單斜輝石及斜長石而成。

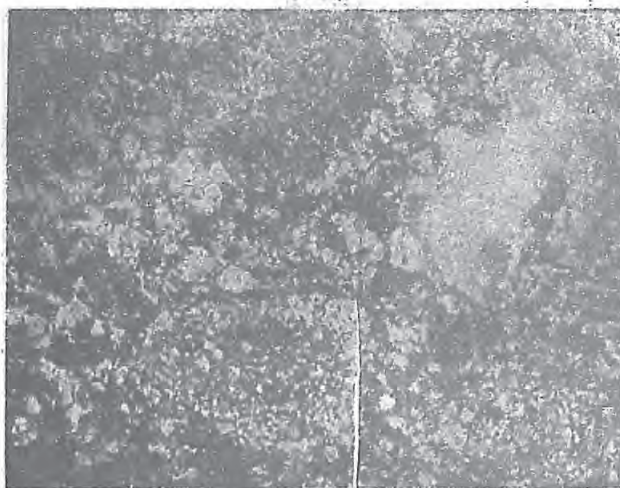
石質隕石大抵其全部或一部分中含有圓形或橢圓形斷面之粒子，稱曰球粒（chondrules）。埋於結晶質或凝灰岩石基中該小球體自身之組織與形體及所埋入之石基，實為研究石質隕石上極饒興趣之點。（第二十五圖，第四圖，第二十六圖參照。）

第二十五圖（一）示由美國推克薩斯州歐斯泰加圖所得結晶性球粒隕石之組織。由圖中可見埋於結晶性石基中之帶圓形或不規則之球粒。同圖（二）示在阿拉勃馬（Alabama）之塞爾馬（Selma）所得之凝灰岩形。此隕石內凝灰岩石基中有各種程度之球粒及碎片等埋入其中。

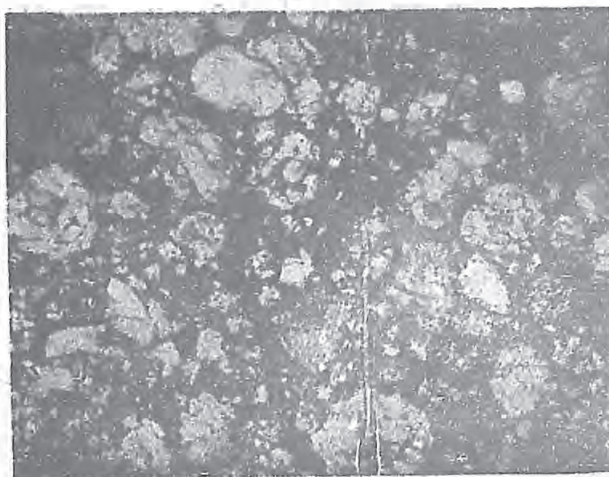
各個球粒之形體，為數極多，保格斯屈倫（Borstion）及拉姆集（Ramsay）兩人曾在比爾貝爾（Bjur bole）隕鐵中舉出十九種之組成且認為若此多數形體，能於其他之隕石中，亦得認識之時，當可更作充分詳細之研究云。

其形狀有成完全球形而於一方稍生凹處者，有成橢圓形者，有成細長形者，亦間有成多角形

(一)



(二)



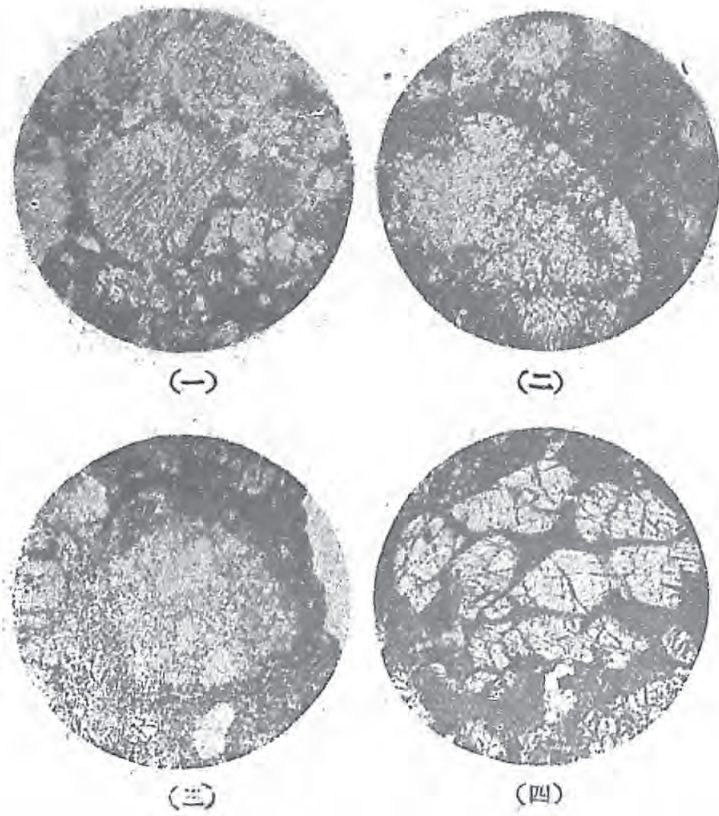
第二十五圖 石質隕石之顯微鏡組織  
(一)歐斯泰加圖隕石(二)塞爾馬隕石

(雖不為碎片)者,內部大都成放射狀、棒狀,或成為具有格子狀組織之潛晶性或完晶性之玻璃質。個體則埋在玻璃質或纖維質之石基中。有時如第四圖(五)所示,後成結晶之境界。

有時此類完整球粒,遍埋於隕石全部。例如美國密西根州之阿雷根 (Allagan) 隕石,或阿拉勃馬州之塞爾馬 (Selma) 隕石,〔第二十五圖(二)〕等是也。又或如推克薩斯州之歐斯泰加圖 (Estacado) 隕石〔第二十五圖(二)〕有少數球粒,散於結晶性石基中全部。此等球粒,或與石基結合極鬆,擊之即自石基中脫出,或與石基結合甚堅,鈍擊之則與石基共同破碎。

橄欖石及輝石(不問其屬於斜方晶系之頑火石或屬於單斜晶系之其他種類)為普遍之成分,而長石則稀罕。球粒周圍常有鎳鐵或硫化鐵之境界,球粒內部,有時有金屬侵入〔第二十六圖(一)〕。

球粒組織 (chondritic structure) 之成因——蘇爾比 (H.C.Sorby) 於一八七七年謂個個球粒原為如火雨狀之各個融體,冷卻後內部或成結晶性或成無定形狀態而成。又據洛克耶 (Lockyer) 謂雷恩巴 (Reichenback) 以為各球粒為獨立結晶之個體,對於石基為外來者,宛如



第二十六圖 種種球粒之顯微鏡組織 (一)及(四)爲格利生隕石(二)爲天南西爾姆隕石(三)爲巴那利隕石。

石灰石中之埋有介壳等物。

威馬克將球粒

比之於菲洛頓泰爾

(Fraudenthal) 之

粗面岩狀凝灰岩中

之小球形，又比之於

史的略(Syria)之

加奮石(Kapfenst-

ein)及范爾特保豆

(Feldbade)之橄欖

石小球體。以爲此等

凝灰岩乃由於噴火口之播碎 (Frituration) 而來。并舉古巴爾布石 (Gopalpurstone) 以爲證。謂爲冷卻團塊，因摩擦而成碎粉，其中粘性之細片，成爲小球，再聚集而化爲鬆質聚成岩云。

洛希 (Pench) 對於鐵斯內斯 (Tynes) 隕石中之球粒，認爲鐵之腐蝕作用雖有制限，然大多數則由於結合粒子之磨滅。至於放射點之古銅石小球組織，則假定其爲圓錐，與在放射結節狀之黃鐵礦中者相類似，其結節上面形成圓錐之底，由摩擦受損，結節點自然破壞。

伯京斯 (Berwerth) 謂球粒隕石乃因隕石凝灰岩之局部再熔融 (Partial refusion) 而成。勃雷齊那及其後華茲哇斯 (Wadsworth) 對於一般隕石之組織及球粒之組織，視爲由於急激之結晶生成。此結論對於某種型式之範圍內，似甚適合。

此外尚有種種假說，如蒸氣凝結，及最初之再熔融說等，似均不重視。

美利爾於一九〇〇年關於美國密西根州之阿雷根隕石，曾有詳細之發表。其意見如次。

阿雷根式 (Allegam Type) 隕石之一般組織，可視爲埋入斷片石基中之球粒集塊岩，石基物質則由其他球粒播碎而成。事實上球粒部以外，並無玻璃狀石基，故對於急激結晶生成之假定



顯然矛盾。隕石若爲團塊之結晶生成物，則球粒當爲最早期之凝固生成物。自地上岩石學之標準組織判斷之，球粒當爲最完全之結晶性，而周圍之石基，則由狀況而別或爲玻璃質或爲結晶質。事實上則與之相反，球粒或略含玻璃質，或成棒狀扇狀而非完全結晶，隕石之石基，轉而由結晶粒子與球粒自身粒子而成。

在生成結晶之某種狀況下，可生頑火石之小球形，已無可容疑。關於石英粗面岩中此等球形之發達克洛斯 (Cross) 及伊丁格斯 (Iddings) 曾加以研究，例如黑耀石之球石 (Spherulites) 其全部或一部分結晶性之小球體，突然轉變爲玻璃質石基，固易知之，然對於多數隕石自玻璃質小球粒至全部結晶性粒子所成石基間之轉移，在岩石學上實難說明。

故結晶生成之變則情形雖得說明，然斷片的球粒 (隕石最後凝固時爲斷片之球粒) 依然未得釋明。此隕石中多數球粒之爲早期破碎生成物者因斷面之擦損特性可得決定之。關於某球粒所示玻璃質，及纖維質石基中之班岩形則或可視爲班晶 (phenocrysts) 自分泌後成球狀之滴而溶解於岩漿中，因冷卻過速，無結晶生成之暇，又於放射性形體中，則未爲球狀時而有結晶者。

此種形體可視為擁護前所引用之說。即此等或可視為最初先成爲融體之發泡，次凝固而成爲粒子，其後搗碎於某火山之深噴火口中。然球之形狀非如火山礫 (lapilli) 之起因於搗碎，實可視為起於以前之熔融狀態中。自凝固程度視之，則根據於球粒隕石，爲高溫度時稍變形之凝灰石之說，或可說明球粒隕石之現狀，然球粒自身不能如此說明之，蓋如某學者所論，使凝灰岩豆石 (pisolite) 成爲結晶性時之充分之熱，確於周圍石基中使起更顯著之岩石變性故也。

要之，僅就球狀球粒言之，則自空中降下於地球之際，多數石塊尙未成一團之時，已腐蝕而磨損，由此經歷而獨立形成，此種觀念外觀上難以脫除。現在所討論之外形，其由於機械的原因者實不言而喻，故皆有共通之起源歟。

其他之組織的外觀——在石質隕石或巴拉塞土中，由其金屬成分所占之位置可知除硫化物外，其他成分均成於凝固後。其熔融點（約千五百度）較其所組合之矽酸鹽之熔點稍低，且侵入於此等成分（第二十二圖阿特麥巴拉塞土參照）之裂縫中。此種狀況，當然不起於乾式熔融之狀態，如勞倫塞土等，大約由於富有容易還元之鐵分之化合物還元而成，與蘇必利湖附近之矽

酸質角礫岩中自然銅之還元酷似。此種還元據諾屯斯溝爾等所示，起於吾人大氣之外且缺乏氧氣之處。

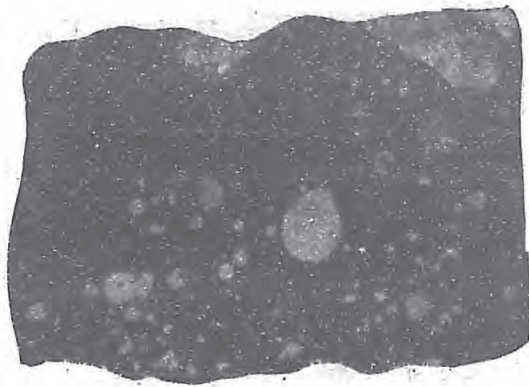
石質隕石中金屬鐵之平均量，爲一一·九八%，與磁鐵礦一六·五五%或純粹第一鐵勞倫塞土之二七·一六%相當。

石質隕石表面之黑皮，因隕石通過大氣中時所生之熱，熔融而成，屬於完全之玻璃質。其薄截面示於第二十七圖（一）中，厚數毫米以上者甚少。此乃由未熔融矽酸鹽中雜以多數粒子之黑玻璃而成，漸向內方變爲未變化之粒狀石。由下面厚層發泡之玻璃截面，表示自玻璃質石基中而生成之不完全分泌氣泡及過小而未見於圖中之多數小結晶與殘留之原礦物未熔融之粒子。

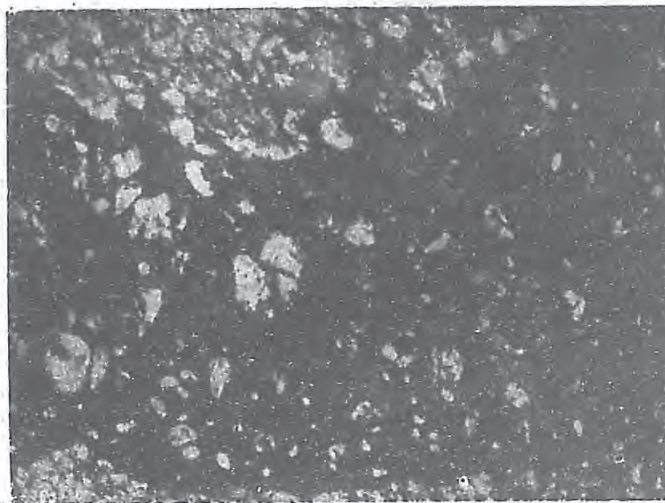
多數石質隕石中夾有細黑色狀脈，此乃突入於大氣中時隕石會破裂之明證。自美國推克薩斯州之勃勒夫（Buff）隕石所得之截面，擴大如第二十七圖（二）。脈之充填物如石炭狀爲黑色不透明者，其性質未明。白色及灰色之粒子，乃構成隕石本體之礦物碎片。有時脈壁間起輕微動搖時，則生地球上岩石中之鏡皮（silicensesides）之組織。但本例中未起此種移動，惟該黑色脈狀

之物質成小脈狀而侵入於側壁內。

(一)



(二)



第二十七圖 (一)阿雷根隕石中黑色外皮,(二)勃勒夫隕石中黑色脈,二圖皆示顯微鏡組織。

其他可記述之外形，乃無色透明而有間隙且屬等方性之礦物。此為仙古底隕石之一主成分，在其他隕石中亦極普通，特其量甚微，不過顯微鏡鏡下所見之程度耳。威馬克視之為熔融之長石，他人則以為類似於白榴石之一種礦物。由其折射率視之，似以威馬克之見解為是。此物無一定形態而充填於間隙，乃最後成為固體之成分中之一。

據阿倫 (Allen) 及其他學者所示，如頑火石之斜方輝石因高溫度加熱而變態為單斜晶系，更如隕石特性，純矽酸苦土之熔融塊，速冷時可得二種結晶之共同生長。冷卻愈速，則單斜晶系之量愈增。對於二者之組合若更詳細研究時，則對於隕石降下以前之歷史，極有興味並可導出極重要之發展。

## 第五章 維特孟斯泰頓組織

相傳人類發明用火始於電閃；發明用鐵，始於隕石。宇宙間地球以外之天體上之物質，對於吾人實屬珍奇，極能引起學者之注意。試腐蝕隕鐵之研磨面，即見其有奇妙之組織，維特孟斯泰頓 (Widmannstätten) 曾作精深研究，惜未留任何紀錄。後遂稱之曰維特孟斯泰頓組織 (Widmannstätten structure or figure) 以紀念其發見之功。

其後一八二〇年史篤達 (Stodart) 及法拉第 (Faraday) 兩人知隕鐵中含鎳，遂作成含鎳三至一%之鐵鎳合金，但並未涉及於此種組織。蓋維特孟斯泰頓組織，當時未為一般所知，法拉第亦未曾注意及之。今日所知隕鐵之含鎳量在於四至二六·五%間，在二〇%以上及五·五%以下者甚少。

陶勃來 (A. Daudrie) 曾於一八六八年，對於岩石及隕石研究此組織，但歸於失敗。

其後一八八〇年莫尼歐 (St. Meunier) 視隕石爲氣體急激凝縮所成，曾試以氫還元鐵及鎳之氯化物，亦未成功。

蘇爾比 (H. C. Sorby) 亦於一八八七年試行關於此方面之實驗，亦未成功，史泰特 (J. B. Stead) 於一九〇七年曾試行多數實驗，欲以人工製成杜魯加 (Toluca) 隕鐵。

其後一九〇四年奧斯蒙 (F. Osmond) 及加滔 (G. Cartaud) 兩人曾發表關於隕鐵之記事，其中有種種趣益之見解。其後一九〇八年菲倫凱爾 (W. Frankel) 湯孟 (G. Tammann) 有研究發表，但均未達造成維特孟斯泰頓組織之目的。

鐵碳合金中有維特孟斯泰頓組織之存在已先於鐵鎳合金爲人所知。一八九五年奧斯蒙將鐵鋼之麻頓塞士兼奧斯頓士 (martensite — austenite) 組織解釋如下。 $\gamma$  鐵固溶體 (奧斯頓士) 之原型中因變態而生  $\beta$  鐵固溶體 (麻頓塞士) 之薄層，此薄層之配置與隕鐵中之薄層即所謂開麥塞士者極相似，且奧斯蒙阿諾爾特 (Arnold) 麥克韋廉姆 (Mc William) 挪拉尤 (N.)

Beliew) 諸人對於含少量碳之鐵鋼，獨立造成維特孟斯頓組織，都拉尤更注意及於沿隕鐵之八面體結晶面分離配列之地鐵 (Ferrite)。

在鐵鎳合金中尚未得知此種組織之前，曾想像隕鐵有三種主要成分，即雷恩巴 (Reichenbach) 之三成分，所謂開麥塞士 (camacite) 豆納士 (taenite) 及泊雷塞士 (plassite) 者是也。

奧斯蒙與羅壽朋 (Roosboom) 共同決定鐵鎳系之平衡圖。挪內地克 (O. Benedicks) 林內 (E. Rinne) 等贊成之。菲倫凱爾及湯孟等則以為隕鐵在常溫時為不安定者，與奧斯蒙之說不相容。

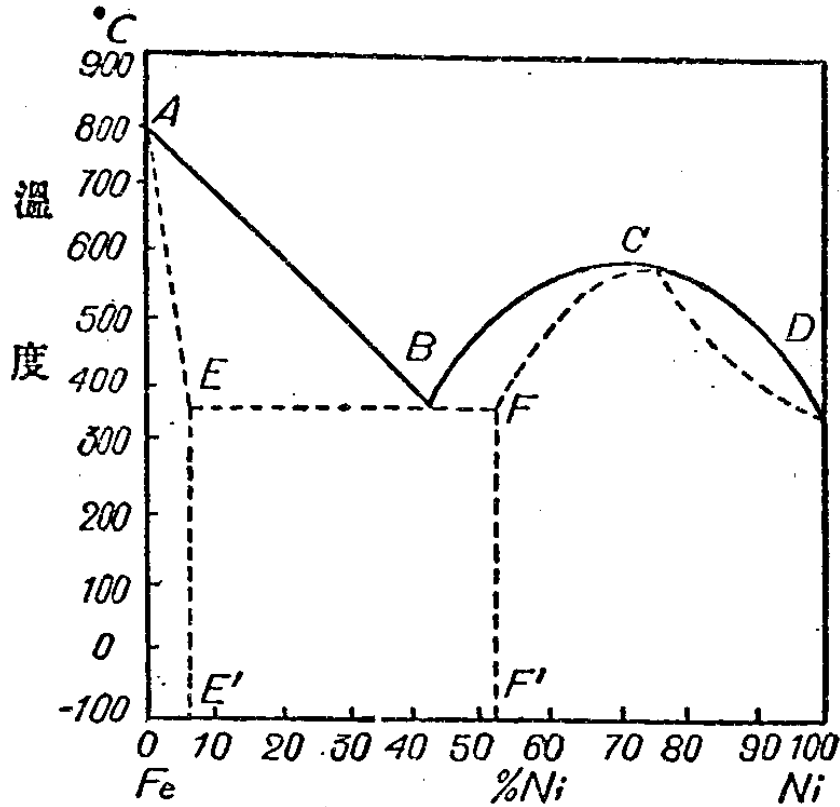
奧斯蒙與羅壽朋謂隕鐵可分為二種，即

- (一) 專由開麥塞士所成立方體晶隕鐵，其含鎳量在六至七%以下，
- (二) 由開麥塞士豆納士及其集合之泊雷塞士所成之八面體晶隕鐵，其含鎳量在六至七%以上。

此等成分之性質，可由第二十八圖，即奧斯蒙及羅壽朋兩人之狀態圖，極易證明之。此種狀態



中，A B D 區域，內之融體，隨溫度降下而入於 A B 內，則生樹枝狀晶 (dendrite)，此乃正八面體



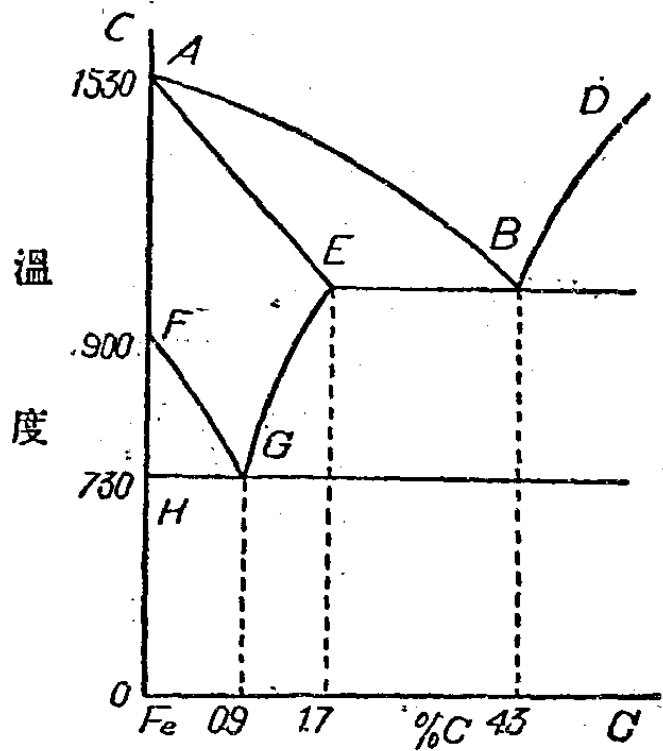
第二十八圖 奧斯蒙及羅壽朋之鎳鐵系狀態圖 (共析型)

圖，今日尚有學者繼續提出。

此組織之成因起於鐵之二種結晶形，此說為一八一三年勾雷與洛蒙 (Guillemot) 兩人所創，當時研究者咸反對之，故未為人所記憶。其後蘇爾比奧斯蒙等 (Lau Mont) 研究隕鐵，此說又為世間之所注意，耶拉尤亦由此研究而得其說明。

耶拉尤關於此組織之研究，曾發表於一九一〇，一九一四，及一九二三年，其概要如次。

在第二十九圖之鐵碳二元系狀態圖



第二十九圖 鐵碳系狀態圖

結晶之集合。及全部成固體而入於  $\Delta$  區內時，粒子生長結晶亦整然排列。通過  $\Delta$  而入於  $\square$  區內，則此處起結晶形之變態，由八面體而變移為立方體。

耶拉尤氏稱  $\Delta$  區內之變化為初期晶出 (primary crystallization)。AEGH 區域內為粒狀化 (granulation) FGH 區域內為次期晶出 (secondary crystallization) ABE 內析出

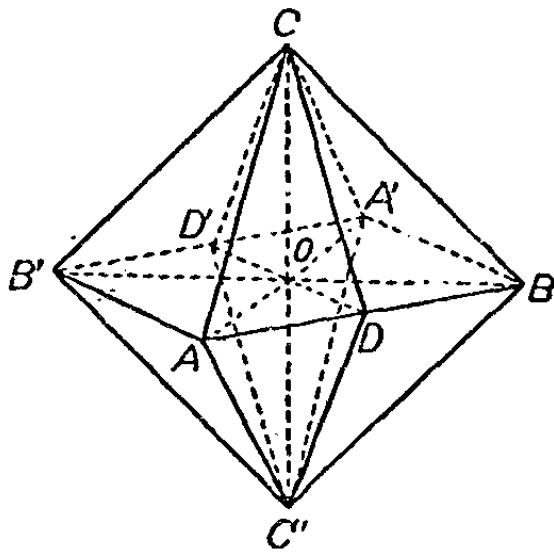
之結晶，一般較母液缺乏碳，故由擴散而成為均勻之鐵碳合金（奧斯頓士）。但含硫化物與磷化物等不純物時，則不能由擴散而成均勻。  $\Delta$  區內徐徐冷卻時，奧斯頓士之粒子極大。此粒子入於  $\square$  區域內，則因結晶變態立方體晶之  $\alpha$  鐵，即地鐵，由八面體晶之  $\gamma$  鐵中析出，漸被驅

遂至於粒子之境界。此時冷卻速度緩慢時，則成普通之網狀組織 (network)，若不緩慢，則地鐵無充分擴散而達於境界之餘暇，殘留於原有奧斯頓土粒子內八面體晶之原型中，得多數帶狀配列之地鐵，此即為維特孟斯泰頓組織之一，隕鐵內所見者亦同樣生成。又鐵碳合金中，若碳量在○·九%以下時，則於 $\alpha$ 線下析出地鐵，若○·九%以上時，則於 $\beta$ 線下析出碳化鐵 (Cementite)。

一般初期晶為等軸晶系，變態而析出次期晶時，因其排列面之磨法而現種種有規則之條紋，此不限於鐵合金，其他所見者亦甚多。

欲闡明維特孟斯泰頓組織之成因，可觀第三十圖中正八面體晶之截面。

(a) 平行於八面體之對稱面  $ABA'B'$  等正方形之截面皆為正方形，此又為平行於立方體側面之截面，研磨



第三十圖 正八面體晶之截面

面現二方向之薄層排列。

(b) 正八面體又有四對之正三角形，平行於其中之一之截面皆為正三角形。即薄層互成相等角而排列於三方向。

(c) 又設有正方形  $ABAB$  之兩對角線交角間之二等分平面  $CD'CD$ ，則角  $OD'OD$  為  $109^{\circ}28'16''$ ，此適為菱形十二面體之面之一角。平行於此間之截面，皆有此角之菱形。此時結晶之薄片為有上角之二方向，及其他二方向，但此後二方向相合，等分前者之夾角。其他任意截面上則顯出有種種方面之四相異線。

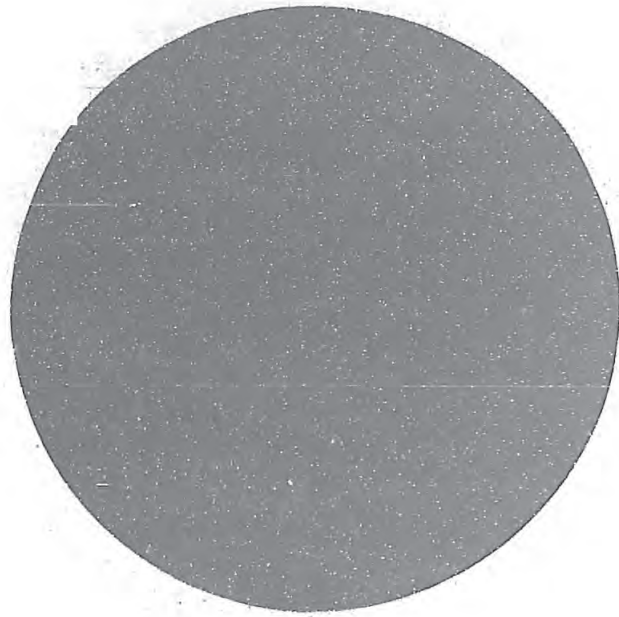
耶拉尤將下示成分之碳鋼熔解之。自其融體約費八十小時冷至常溫，得第三十一圖所示之美麗維特孟斯泰頓組織，雖肉眼亦能覺察之。

碳 〇・五五% 矽 痕跡% 錳 〇・三〇% 磷 〇・〇二〇% 硫

〇・二一% 鐵 九八・六八% 合計 九九・五七%

此圖中有二十個粒子，其中線之僅有二方向者(a)惟一粒。其或然率為

或然率，未必為小也。



第三十一圖 碳鋼內之維特孟斯泰頓組織 (約四倍大)

$$P_a = \frac{1}{20}$$

有三方向者 (b, c) 有二粒，其或然率為

$$P_{b,c} = \frac{2}{20}$$

且此等為相互獨立事象，故二種或三種方向之起生之或然率為

$$P_{a,b,c} = \frac{1}{20} + \frac{2}{20} = \frac{3}{20}$$

即約一五%。今用立體座標軸計算之，由特

米屈利夫 (V. D. Driest) 所得結果為

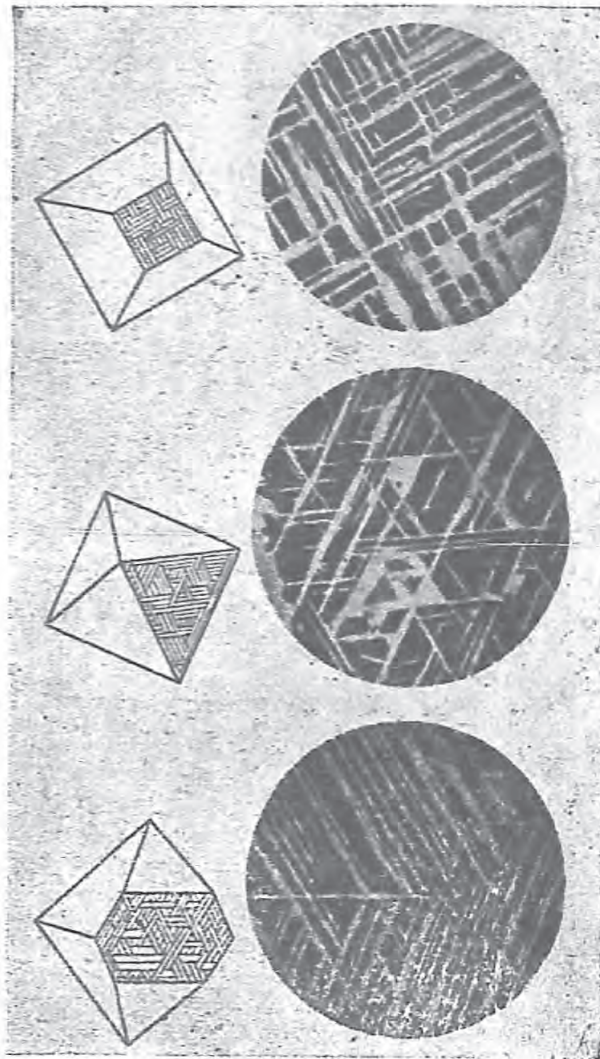
$$P_{a,b,c} = \frac{1}{6}$$

即約一六%，故理論與實際相一致。要之由適當處理，在一試樣中欲顯出此種組織之

(1)

(2)

(3)



第三十二圖 正八面體晶之截面模型與碳鋼中維特孟斯泰頓組織間之對照

又八面體晶之截面模型與挪拉尤所得碳鋼內維特孟斯泰頓組織相對照，則如第三十二圖(一)(二)(三)所示。各圖左側表威馬克模型，各為平行於立方體，正八面體，正十二面體各面之截面。各圖右側表挪拉尤第三十一圖之碳鋼組織之同一截面倍率約十四。

由各種合金組織視之其類似處甚多。挪內地克 (Benedicks) 舉出下列三條以為維特孟斯泰頓組織之定議。

- (一) 限於等軸晶系且含有排列為八面體之薄層，此為最初所知者，隕鐵亦屬之。
- (二) 等軸晶系周圍析出八面體以外之他面者，例如奧斯頓土中之麻頓塞士。
- (三) 任意結晶形中有均一排列之組織。

又資訖 (O. H. Desch) 則謂

- (一) 維特孟斯泰頓組織，
- (二) 雙晶 (twin)
- (三) 麻頓塞士 (martensite)

三種之外觀上雖有類似組織，但維特孟斯泰頓組織係線狀部與基質之化學成分有不同，雙晶則無此差別，麻頓塞士則介於前二者之間。

要之，自結晶之生成及變態之關係上，可得維特孟斯泰頓組織之狹義的定義。即沿八面體所成結晶羣之各面，因變態而析出生成物時，所生之組織曰維特孟斯泰頓組織。在廣義上，則凡包括有類似之外觀者，均得謂為維特孟斯泰頓組織。

因之，對於鐵碳合金之維特孟斯泰頓組織，可由前述拉尤之說解釋之。且有多數實驗證據。至於鐵鎳合金之隕鐵中之維特孟斯泰頓組織之成因，能否用奧斯蒙與羅壽朋之共析狀態圖（第二十八圖）說明之，討論如下。

（一）鐵中起相之變化之  $\gamma$  點，換言之較此點高溫處成為有八面體結晶之  $\gamma$  鐵，低溫處成為立方體結晶之  $\alpha$  鐵，此點之溫度約在於九百度，故以自八百度以下出發之  $\gamma$  綫區劃之，則不宜此乃起磁氣變化之溫度，非表相之變化之溫度也。

（二）隕鐵可視為冷卻於極常年月間者，故引  $\beta$  綫，其一部與實驗加熱鐵鎳合金時之變態點



相當。然隕鐵在常溫為不安定，不能視為如是緩冷而成者，故近於冷卻曲線之線，當引於甚下方處。

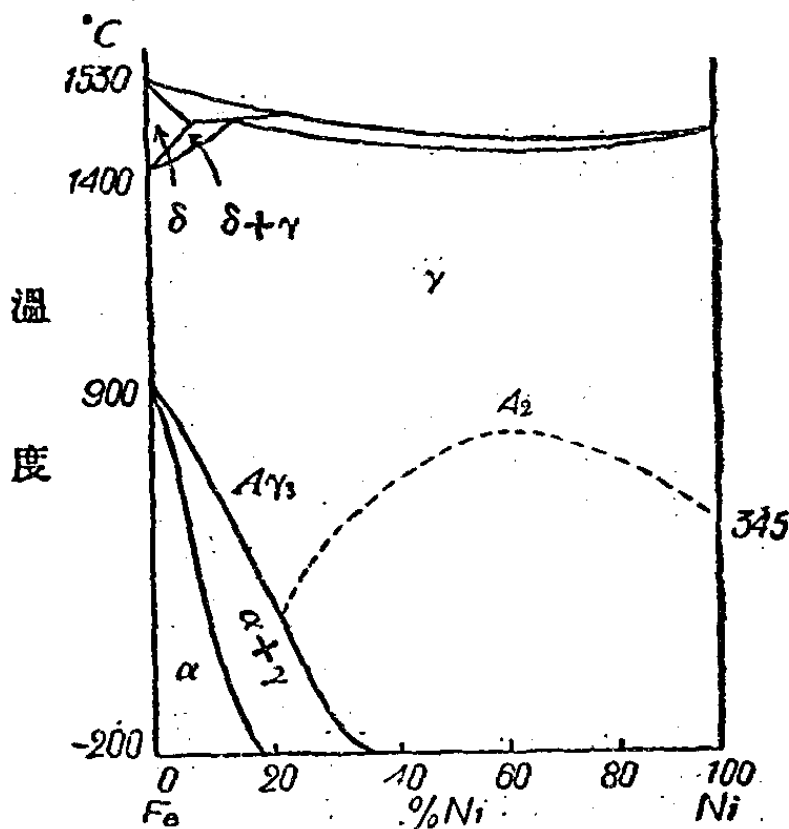
(三)若如第二十八圖中設開麥塞士為E點，豆納士為F點，隕鐵分解成為二成分結晶，則豆納士之鎳量當有一定。但實際上參差不一，少者含鎳一三%，多者含鎳五〇%。但此參差或因三四十年前化學分析術之未精密，又或因不純物之影響，故漢生(D. H. Hanson)等於鎳三三%處，區劃一豆納士線。但由實驗所得之連續固溶體式狀態圖(第三十三圖)考察之，則成豆納士而殘留者，因冷卻方法而含鎳量自異，此固自始所明瞭者也。

(四)第二十八圖之BOO線全屬於磁氣變態(P)，而非表相之變化，因之，表相之變化之左方部分，與不表相之變化之右方部分，互相接續實屬無理，故不得不除去之。

然則合理的鐵鎳系狀態圖，果如何乎？據最近著者等之研究，如第三十三圖所示。一旦成固體後變為高溫度時，大結晶之 $\gamma$ 固溶體即八面體晶之豆納士，通過變態點P而入於 $\delta + \gamma$ 區域，析出 $\alpha$ 固溶體即六面體晶之開麥塞士，殘留泊雷塞士，成為充填於大晶隙間之微細 $\alpha$ 與 $\gamma$ 混合物。又 $\gamma$ 固溶體之大晶當溫度上升而入於 $\delta + \gamma$ 區域內，則與前同樣析出 $\delta$ 晶(此乃等於 $\alpha$ 之

六面體晶)於八面體晶之面上,故有如隕鐵中之維特孟斯泰頓組織之出現。且任何情形中。因適當急冷,可將組織保存於常溫。但關於變態點範圍內之濃度,則鎳量多者易於保存,少者難於保存。

維特孟斯泰頓組織今日可人工製造之,且不限於類似於隕石之成分。唯人造者不能得如天然之大形鮮明之組織。次示二三之人造合金及天然砂鐵中所見維特孟斯泰頓組織之顯微鏡照相。第三十四圖(一)乃廚刀鐵鑄入於鐵型者加熱於一〇五〇度三十小時,投入水中急冷後之組織,(約百倍大)。此廚刀鐵之組成幾近於純鐵。



第三十三圖 鐵鎳系狀態圖 (固溶體型)

碳 〇・〇五四%

矽 〇・一八八%

錳 〇・〇一五

磷 〇・〇六五

硫 〇・〇〇八

第三十四圖(二)乃將純鈷鑄入於鐵型之組織(約四百倍大)其所以有維特孟斯泰頓組織者,因熔融鈷先凝固成爲八面體晶,而後其結晶形再變化爲六方晶形故也。此現象對於鑄入鐵型之純鐵,則未之見。蓋純鐵先凝固爲立方體晶之 $\delta$ 鐵,變更化爲八面體晶之 $\gamma$ 鐵故也。

第三十四圖(三)示含鎳二五・六%之鐵鎳合金,一旦熔融後,爐中冷卻者再加熱至千度約二十四小時,次施以普通冷卻而得。其維特孟斯泰頓組織甚爲明瞭(約百倍大)。

第三十四圖(四)示含鎳一〇%,鐵一%,鈷八九%之鐵鈷鎳合金,自熔體爐中冷卻後加熱至八百度約二十四小時,施以普通冷卻而得,亦示維特孟斯泰頓組織(約四十倍大)。蓋此時自八面體晶變態爲六方晶系故也。

第三十四圖(五)示成分類似古巴湯隕鐵之合金(本編第六章參照),自融體徐冷之,至千

四百度附近投入於水中急冷之即得（約百倍大）。

第三十四圖（六）示日本某處之砂鐵粒之顯微鏡組織（約四百倍大）。其現維特孟斯泰頓組織者。因高溫時溶於八面體晶鐵中之鈦鐵礦（Ilmenite），溫度降下即沿八面體晶各面析出。



（一）磨刀鐵

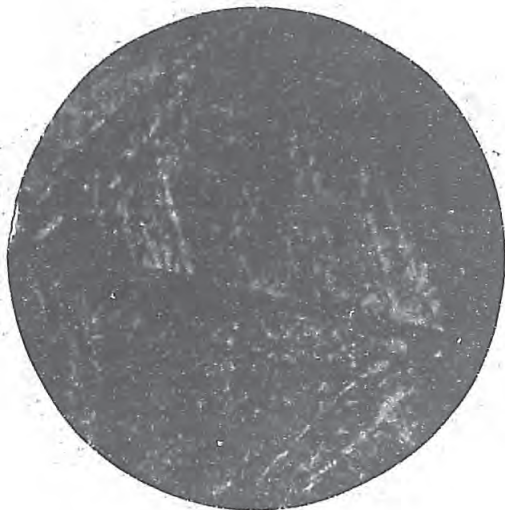


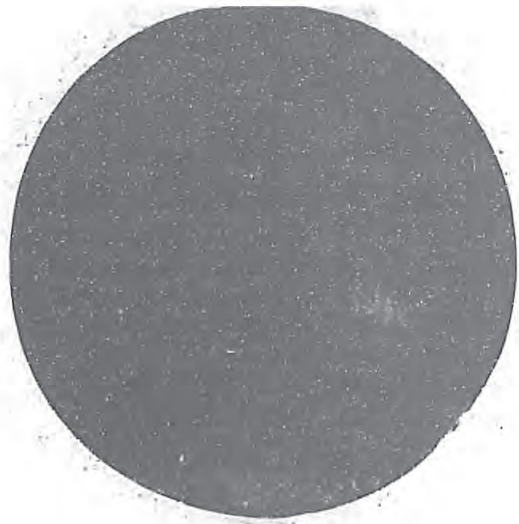
（二）純鈦

(三) 鐵銀合金 (銀25.6%)

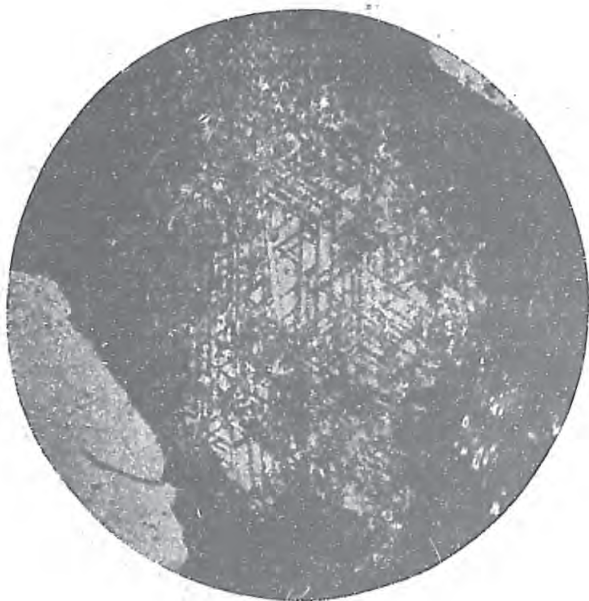


(四) 鐵鎢鉍合金





(五) 與古巴邊隕鐵相類似成牙之合金



(六) 日本文熱產砂鐵

第三十四圖 人造之金屬合金及天然砂鐵中所見維特孟斯頓組織

隕鐵中之豆納土即八面體晶，研磨後，以三千五百倍之倍率攝影之，如第三十五圖（一）及（二）所示，但此圖乃較原圖稍加縮小者，約有二千八百倍之倍率。



第三十五圖 隕鐵中所含豆納土晶之二千八百倍擴大圖（一）及（二）均表正八面體之截面。

最近(一九二六年)楊格(J. Young)研究隕鐵石之X射線分析,發表其結果。其大要謂腐蝕隕鐵而得維特孟斯泰頓組織者,因鐵鎳合金中有不均之部分,即有結晶構造不同之結晶,同時存在故也。此兩種結晶爲豆納士及開麥塞士。據X射線分析之結果,前者爲面心立方方式,後者爲體心立方方式。且由X射線分析,則開麥塞士之(110)面與豆納士之(111)面相平行。其格子常數各爲3.590Å與2.870Å,隕鐵中自鎳七%附近,方有面心立方格子之存在。

隕鐵中之豆納士及開麥塞士之含鎳量各以化學分析及其他方法施以定量,則極困難。據著者之經驗,利用磁性分析與狀態圖,可簡單達其目的,并可達相當精度。



## 第六章 隕石之標本及文獻

### (一) 安尼希脫隕鐵(或開波育克隕鐵)

一八九四年貝利大尉於格林倫之開波育克地方發見巨大隕石，愛斯基摩人稱之爲安尼希脫 (Ahnighits 天幕之意)。其後(一八九七年)運至美國紐約保存於白魯克林 (Brooklyn) 博物館，陳列於進口處。又有稱爲「犬」及「婦人」之二小隕石亦發見於該地，陳列同博物館內。據土人傳說，此三塊乃天上婦人被惡魔追逐，降於地上均化爲石云。安尼希脫隕鐵之長，有十一呎半，寬七呎半，厚六呎，重量三十六噸半。當時之運費需五百元美金。其破片曾送至英國不列顛博物館之菲來加教授，德國閔星之范星克教授，奧國維也納之勃雷齊那教授，美國芝加哥之式利斯彼利教授，各學者均異口同聲，斷定爲非地上之物。據美國博物館之韋德斐爾特教授之分析，鐵九一

·四八%，鎳七·七九%，鈷〇·五三%。色暗褐，上方光，呈楔狀，底部為平板狀，全體為三角柱狀之形，據式利斯彼利教授，此隕石原落於冰上，其後因冰熔融而落於地面上，埋於土中，僅上半部露於地表，其被土人鑿去而製鐵具者當占該隕石之大部分，故貝利所發見者不過其餘下之殘部耳。

文獻 美國博物館目錄

(二) 凱薩斯格倫迪隕鐵(OB)(第一圖)

此為橢圓體之大塊，長九七厘米，寬七七厘米，厚四六厘米，重量一三一七·九二〇公斤。藏於美國國立博物館中。

第十九圖所示者長五五厘米，寬三八厘米之截口上，有維特孟斯泰頓組織及屈洛伊勒土之岩球。此隕石如前編第二章所述，發見於墨西哥之凱薩斯格林迪廢墟中。用粗布包裹後安置於磚砌之墓或祭壇中。原有重量一五四五·三九一公斤。尚無任何降下之紀錄。據韋德斐爾特(Whitfield)之分析，有下示之成分。

矽 〇·〇一%      鐵 九〇·四七%      鎳 七·七四二%

鈷	〇・六〇四	銅	〇・〇二二	磷	〇・一六六	
碳	化合狀	〇・一四五%	硫	〇・〇二九	氧化鐵	〇・七九四
	石墨狀	〇・〇三二				

文獻 W. Tassin:—Proc. U. S. Nat. Mus. 25(1902), 69—74.

G. P. Merrill:—Amer. Journ. Sci, 35(1913) 514.

L. Fletcher:—On the Mexican Meteorites; Min. Mag., 9(1890)

(三) 古巴湯隕鐵(〇m)

第五圖(二)之截口長一六厘米,寬一〇厘米,重量六三二克之一塊,研磨腐蝕後即成此圖。一八六〇年發見於美國登納西州古巴湯(Cooperstown)地方,由一七公斤左右之塊上切取而得,其維特孟斯泰頓組織甚顯著明瞭。

據史密斯(J. J. Smith)之分析結果,有下之成分。

鐵	八九・五九%	鎳	九・一二%
---	--------	---	-------

鈷 〇・一二五

磷 〇・〇四

銅 痕跡

文獻 J. L. Smith:—Amer. Journ. Sci. 31(1861)266.

(四)吉貝翁(摩開洛泊)隕鐵(〇中)

一八九九年發見於南西非州之吉貝翁 [Gibeon (Mukerop), Great Namagualara Southwest Africa] 地方,原重量一七八公斤,由此所得重量一四・三二公斤,大小寬二五厘米,長七〇厘米之一片,研磨面示於第三十七圖(一)。由結晶方向注意之,似三片熔接而成者也。

希雷勃倫特之分析結果如次。

鐵 九〇・九六%

鎳 八・一九%

鈷 〇・四六

銅 〇・〇四

碳 〇・〇二

鉻 〇・〇二

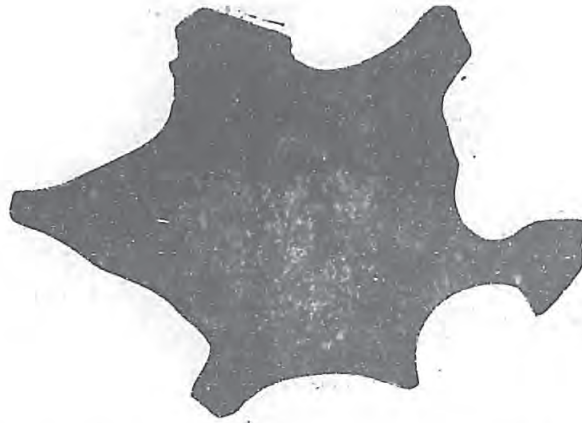
氮 〇・〇一

硫 痕跡

(一)



(二)



第三十六圖 (一)吉貝翁隕鐵(二)韋廉美得隕鐵之截片  
(均為研磨腐蝕面)

磷 〇・一八 殘渣 〇・〇一

合計 九九・八九%

文獻 A. Brezina and E. Cohen: Jahr. Ver. Vaterl. Naturk. in Württemberg

58(1902), 292.

(五) 凡農山隕石〔第二十一圖(一)(二)〕

此為石鐵隕石巴拉塞土(Pallasite)之例。第二十一圖(一)之原物幾為完全之物，該圖(二)乃磨其一面者，重量一三〇・六公斤，發見於古遠，在一九〇二年以前未知其為隕石。因為石質與金屬質之混合狀態，故其總分析不能利用之。

其礦物之組成決定如次。

橄欖石	六三・一五%	鑲鐵	三三・一二%
西勒勃塞土	一・九五	屈洛伊勒土	〇・六九
鉻鐵鑛	一・〇〇	碳	〇・〇九

氣

稍有之未能決定

合計

一〇〇・〇〇%

鎳鐵約占全塊三分之一。腐蝕之見有多數錫白色細線之黑色合金。此細線一部與原塊共同排置，一部成之字形而侵入於原塊中。以此為境界，有發光輝之白色鐵帶，如線狀，其寬度在一毫米以下。

顯微鏡下視之，此鐵塊乃並列為細薄層之小八面體之集合。其各個體為稍含屈洛伊勒土及西勒勃塞士之粒狀八面體晶鐵。

此組成二部分各取十克而分析之，結果如次。

鐵(Fe)	八二・五二〇%	鎳(Ni)	一四・〇四四%
鈷(Co)	〇・九四九	銅(Cu)	〇・一〇四
硫(S)	〇・二八八	無水矽酸(SiO <sub>2</sub> )	〇・八〇八
鋁(Al)	〇・四一〇	碳(C)	〇・四六五

磷(P)	〇・三九〇	氯(Cl)	痕跡
------	-------	-------	----

合計	九九・九七八%
----	---------

豆納土為極薄錫白色之板狀，比重當攝氏二〇・一度時為七，其組成如次。

鐵(Fe)	六三・九九%	鎳(Ni)	三五・九八%
-------	--------	-------	--------

鈷(Co)	〇・一〇	銅(Cu)	痕跡
-------	------	-------	----

磷(P)	〇・〇四
------	------

合計	一〇〇・一一%
----	---------

此物質有強磁性，而無極性(Polarity)。

西勒勃塞土量極多，肉眼估計為一・三五%，分析之有一・九五%，此物增加橄欖石之面積，有時侵入其中而被包含。然普通於鎳鐵成分中成泡脈，或線狀。此礦物為有光輝之錫白色，有強磁性，有極性，雖有一例為結晶，但因試樣過脆，未能測定。據分析有下之結果。

鐵(Fe)	六四・九九〇%	鎳(Ni)	一八・九〇五%
-------	---------	-------	---------



鉛(Pb) 〇・一〇五 磷(P) 一五・七〇〇

銅(Cu) 痕跡

合計 九九・七〇〇%

屈洛伊勒土通常於鎳鐵成分中，成爲掩覆於包含橄欖石之穴內側，如黑色鏡狀之物質。厚僅二毫米或數毫米以下，長約十毫米。屈洛伊勒土之粒子及薄片有時含於鎳鐵合金塊中，此時與西勒勃塞土共存。且有時成孤立之粒子或薄片，亦有充填於橄欖石部分中之裂紋者。

分析材料乃將金屬部以氯化第二汞(昇汞)處理之者即金屬部溶解後屈洛伊勒土與西勒勃塞土，由磁石而與碳及砂相分離且由浸出而相互分離。如此所得物質之屈洛伊勒土於攝氏十八度時比重四・七五九，有次之組成。

鐵(Fe) 六二・九九% 鎳、鉛(Ni, Pb) 〇・七九%

磷(P) 痕跡 硫(S) 三六・三五

合計 一〇〇・一三%

掩被橄欖石之穴之鏡狀物質乃為含硫及氣之石墨狀鐵。其物質極不均一，可用放大鏡選別之，其組成如次。

鐵(Fe)	八四·九〇〇%	鎳、鈷(Ni, Co)	五·〇三九%
無水矽酸(SiO <sub>2</sub> )	二·九九〇	碳(C)	二·八一〇
硫(S)	一·七五〇	磷(P)	一·四七〇
氯(Cl)	〇·一〇〇	礬土(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	〇·九四〇
合計	九九·九九九%		

鎳鐵礦頗豐富，其大小自顯微鏡的小粒至徑一毫米左右之結晶，有種種。結晶略為完全之八面體，亦偶有變成其他之形體者。有黑色光輝之金屬光澤。乃非磁性，攝氏十八度時比重四·四九〇。有次之組織。

氧化鎳(NiO)	六四·九一%
礬土(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	九·八五

苦土(MgO)	四·九六
氧化第一鐵(FeO)	一七·九七
無水矽酸(SiO <sub>2</sub> )	一·三八
合計	九九·〇七%

橄欖石成爲稍帶圓狀之塊，注意抽出之，現顯著之刻面。此等恐與任何結晶均無關係。蓋反覆測定之無任何晶帶關係故也，通常帶褐色。有時帶密黃色。發泡稍裂開，裂縫中充填有石墨狀之鐵，褐鐵礦，鉻鐵礦等異物質，用放大鏡選出其無夾雜之純粹粒子而分析之。則得次之結果。

無水矽酸(SiO <sub>2</sub> )	三五·七〇%
苦土(MgO)	四二·〇二
氧化第一鐵(FeO)	二〇·七九
氧化第二鐵(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	〇·一八
礬土(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	〇·四二

隕石

一五六

錳(Mn) 〇・一四

氧化鎳(NiO) 〇・三一

磷(P) 痕跡

合計 九九・四六%

文獻 W. Fassin:—Proc. U. S. Nat. Mus. 28(1905), 213.

(六) 韋廉美德隕鐵(Om)

第三十六圖(二)示其一部，即寬二三厘米，長三〇厘米，重一・九五四公斤之研磨面，為第十五圖(一)(二)所示原塊之一小部，原塊重一四・一一〇公斤，一九〇二年之秋，發見於美國哇雷賓州，韋廉美德地方，今保管於紐約之美國博物館內。其大小實為現在世界第三位之隕石。

據賓維生(Davidson)之分析，有次之組成。

鐵(Fe) 九一・六五%

鎳(Ni) 七・八八

鈷(Co)

0.21

磷(P)

0.09

合計

九九.八三%

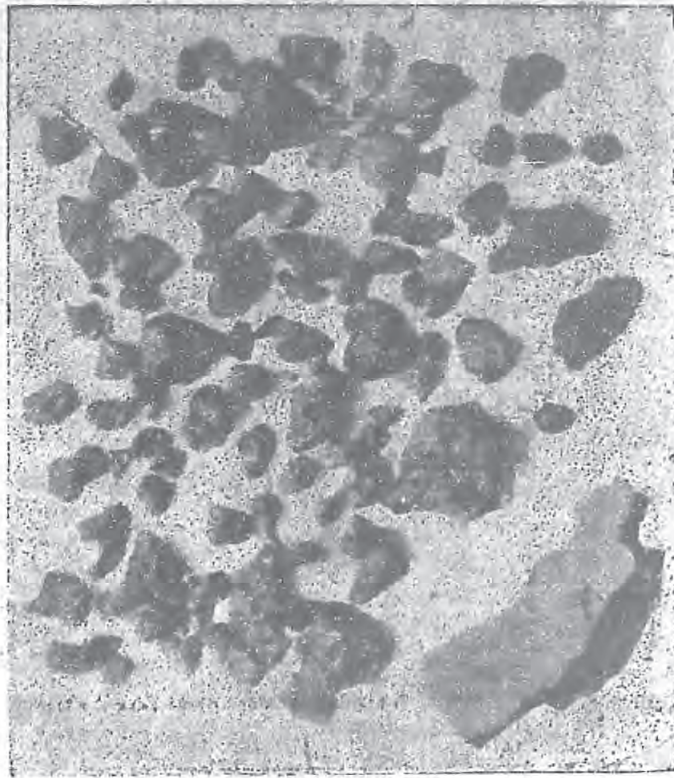
文獻 H. L. Ward——Proc. Rochester Acad. Sci. 4 (1904), 137.

E. O. Hovey:——Amer. Mus. Journ. 6, No. 3 (1906), 105.

(七)歐斯泰維爾隕石(第三十七圖)

此等爲石鐵隕石(mesosiderite)重量三·五七五公斤，一八七九年五月十日下午五時，降於美國愛哇亞之歐斯泰維爾。其大小自豌豆大，至於雞卵大，共發見一百零九個左右之完全整體。表面呈圓形之瘤，而部分的呈鋼白色，或呈鋼青色，至黑色。觀其截口，爲海綿狀之塊，或岩球及不規則薄片之鐵，散布於石基全部。其橄欖石之岩球示玻璃質之外皮，有顯著流動體狀之線，更爲鎳鐵所掩蔽。石質之五個，則表示穿有深穴之外皮。石基中含有橄欖石，鎳鐵，及屈洛伊勒土之大岩球。

(八)隕石玻璃(第三十八圖1至9)

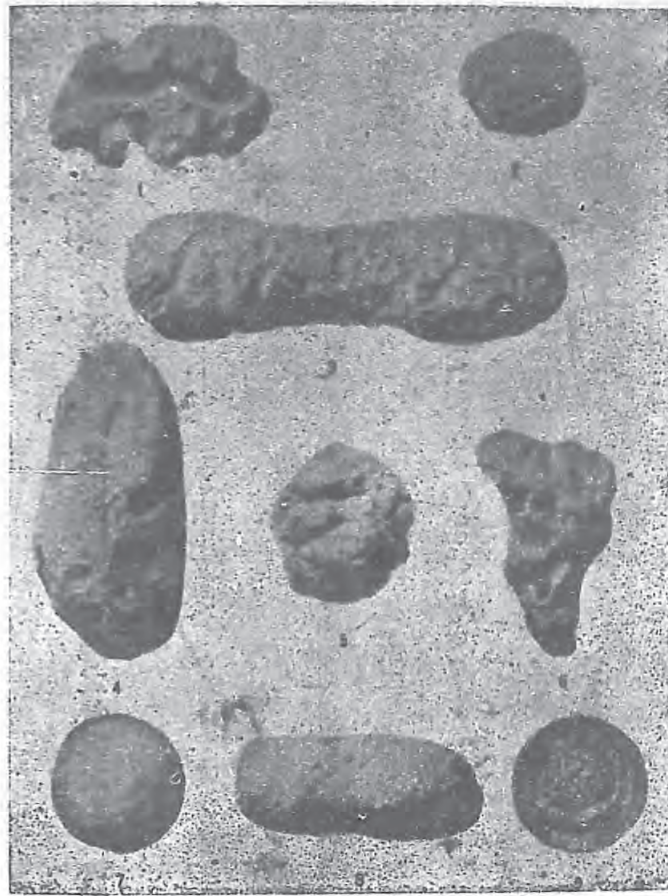


第三十七圖 歐斯泰維爾隕石

常研磨之而利用為寶石。7 至 9 似為砂所摩擦，而呈水蝕之觀，此等亦為黑色，除其薄緣之外為透

在於遠隔火山之地，有天然之玻璃，非為其噴出物，而與隕石有同樣出處，第三十八圖 1 至 9 所示者即此也。藏於美國國立博物館中。

1 至 3 為有光澤之黑色物，僅其薄邊為半透明。4 至 6 為略呈圓形之小石或扁平之礦滓狀塊，因表面摩擦而成不透明。其色呈貴橄欖石 (Cryso-Olite) 狀之綠色，折射率大故



第三十八圖 隕石玻璃(1至9)

明。

以上均全屬非晶性之物，不含黑耀石及火山所噴出玻璃之特徵之毛狀玻璃 (trichite) 等痕跡。

文獻 Franz. E. Suess:—"Die Herkunft der Moldavite und verwandter Gläser".

Jahrb. d. k. k. ged. Reichsanstalt, Heft 2, Band 50 (1900), 193—381.

R. H. Walcott:—"On the Occurrence of So-called Obsidian Bombs."

Proc. Roy. Soc. Victoria (1898), 23-52.



中華民國二十五年四月初版

(57103)

自然科學  
小叢書隕

石 一 册

每册定價國幣

外埠酌加運費

\*\*\*\*\*  
\* 版 權 所 有 \*  
\* 翻 印 必 究 \*  
\*\*\*\*\*

發 行 所	印 刷 所	發 行 人	主 編 者	譯 述 者	原 著 者
商 務 印 書 館	商 務 印 書 館	王 雲 五	周 昌 壽	陸 志 鴻	加 瀨 勉
上海及各埠	上海河南路	上海河南路			

(本書校對者 潘同曾 林懷民)

八一八上

1.40

