

鉱物の世界

The world of minerals
地球からの贈り物への誘い

早稲田大学 教育・総合科学学術院
林 政彦

2024

序

かつて、自然界のものを動物・植物・鉱物という3つに分類して、それぞれを研究対象として自然科学が進歩してきました。現在の生活をより快適なものにするためには、自然科学の研究は欠かすことのできないものです。その研究対象については、現在あまりにも人工的に造られたものによって環境づくりが行われているために、自然界の鉱物の存在が意識されません。

例えば、窓ガラスに使われているガラスは自然界に産出する鉱物である石英を溶かしたものであり、石英の小さな切片はクォーツ時計やコンピュータの中で時を刻むために使われています。その他にも銅や鉄などは様々に加工されて使われているのは周知の事です。

ここでは、かけがえのない地球からの贈り物としての鉱物について、その生い立ち（成因）や特徴について学びます。地下からの手紙とも言われる鉱物について詳しく知ることで、鉱物の世界を読み解き、地球の環境についての理解もより深まることを願っています。

目 次

序	1
1. わが国で観察できる鉱物	4
・ 鉱物の産出状態	
2. 鉱物について	16
・ 鉱物とは	
3. 鉱物の世界（Ⅰ）	24
・ 外観（形や色）の特徴	
4. 鉱物の世界（Ⅱ）	72
・ さまざまな外観の鉱物	
5. 鉱物の同定（Ⅰ）	81
・ 野外での観察	
6. 鉱物の同定（Ⅱ）	90
・ X線を使った機器分析	
7. 鉱物の同定（Ⅲ）	95
・ 電子線を使った機器分析	
8. 鉱物の産状（Ⅰ）	102
・ 地球からの贈り物である鉱物	
9. 鉱物の産状（Ⅱ）	103
・ 鉱物と人工物の違い	
10. 鉱物の産状（Ⅲ）	108
・ 未知鉱物との遭遇	
11. 鉱物と岩石（Ⅰ）	116
・ 鉱物の集合である岩石を偏光顕微鏡で観察	

1 2. 鉱物と岩石 (Ⅱ)	1 2 2
・人工的につくられたコンクリート	
1 3. 鉱物の鑑定	1 2 6
・鉱物の記載	
1 4. 鉱物の見方	1 2 9
・まとめ	

参考資料

1 5. 鉱物各論	1 3 0
赤色～ピンク色鉱物 (物質) の性質表	1 9 8
青色鉱物 (物質) の性質表	1 9 9
緑色鉱物 (物質) の性質表	2 0 0
1 6. 鉱物の研磨	2 0 1
・鉱物や岩石の研磨	
・宝石の研磨	
・岩石や鉱物の薄片・研磨片づくりの方法	
1 7. 貴金属製品	2 2 3
1 8. 野外巡検	2 2 5
鉱物観察会 案内書	2 2 6
国立科学博物館の見学 案内書	2 2 9
参考文献	2 3 0
あとがき	2 3 1

1. わが国で観察できる鉱物

・ 鉱物の産出状態

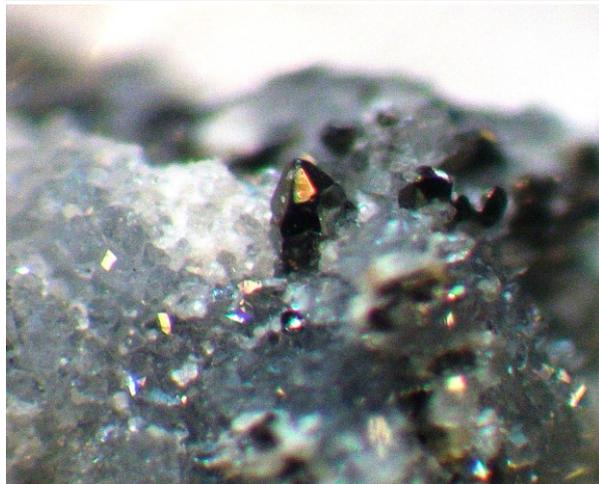
わが国では様々な鉱物を産出し、世界に産出する鉱物の 1/4 が報告されています。ここでは、その一例を図（写真）と共に紹介します。

この順序は、単純な化学組成や結晶構造から複雑なものへと並びかえ、さらに周期表の軽い元素を先としています。



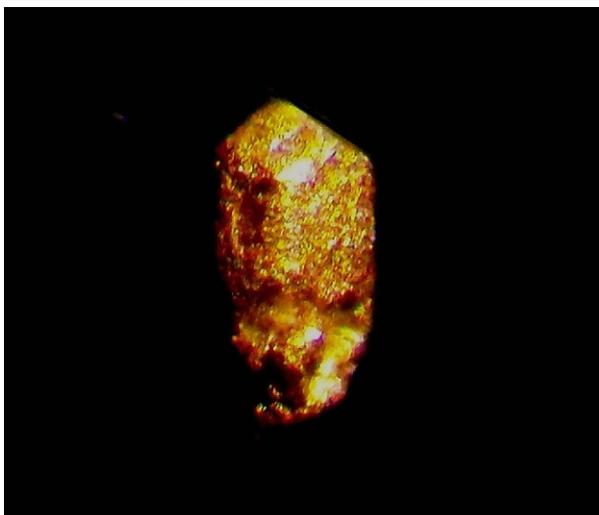
秋田県仙北郡田沢湖町渋黒温泉は、秋田焼山（1,366m）の西麓にあり、その噴気孔には自然硫黄が見られます（図-1、横幅 1mm）。この山は、熊沢山あるいは硫黄山とも呼ばれ、その山頂の火口や山麓には、この他にもいくつかの温泉があります。このような硫黄を含む温泉では、硫化水素や二酸化硫黄のような刺激臭がありますが、硫黄には臭いはありません。

図- 1 自然硫黄 Sulphur S 直方晶系



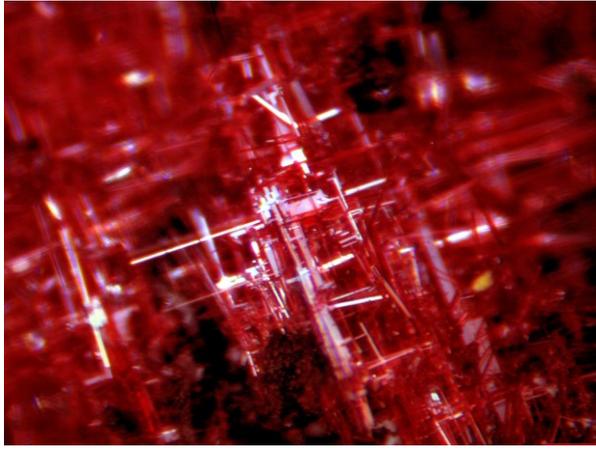
静岡県河津鉱山は、熱水性と呼ばれる温泉水のようなものから生成した鉱床です。鉱床とは、私達にとって有用なものが集まった場所を指します。このような熱水から生成した脈状の石英の空隙に六角柱状で光沢の強い金属鉱物として自然テルルが見られます（図-2、横幅 2mm）。

図- 2 自然テルル Tellurium Te 三方晶系



北海道紋別市八十土（やそし）砂金沢で産出した自然金で、明治38(1905)年 12 月 20 日に発見された。その後、百年以上も経った今でも採集ができる。図のように結晶面の見えるものも多い（図-3、横幅 1mm）。

図- 3 自然金 Au 立方晶系



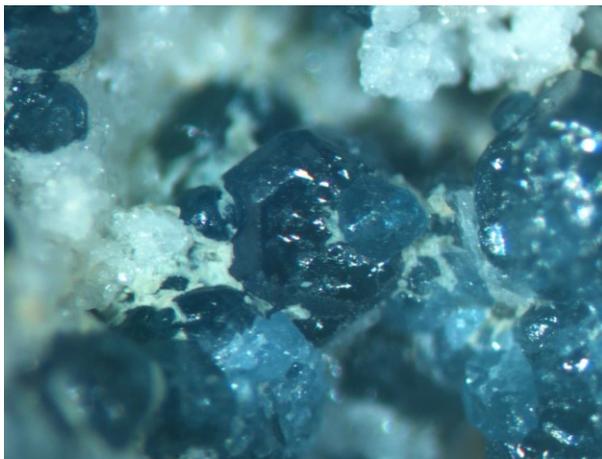
秋田県仙北郡角館町日三市鉱山で産出した赤銅鉱で、その形状から針銅鉱とも呼ばれた（図-5、横幅 2mm）。針状赤色金属光沢であり、「日本鉱物誌 第三版 上巻」（和田維四郎・伊藤貞市・櫻井欽一、昭和 22(1947)年）で当地のものが記載されている。同様なものは「日本鉱物誌」（和田維四郎、明治 37(1904)年）では毛状赤銅鉱として紹介されている。

図- 4 赤銅鉱(針銅鉱) Cuprite(Chalcotrichite)
 Cu^1_2O 立方晶系



山梨県塩山市竹森には、堆積岩中の石英脈の空隙に水晶が見られます。その表面には、黒色不透明金剛光沢で鋭錘石も見られます（図-6、横幅 20mm）。この産地では、苦土電気石が水晶に含まれ、“草入り水晶”とも呼ばれます。

図- 5 鋭錘石 Anatase TiO_2 正方晶系



埼玉県秩父市秩父鉱山石灰沢には石英と灰礬石榴石と共に、それらの空隙中に綺麗な青色粒状のスピネルが産出します。それらの中には自形結晶を示すものも見られます（図-7、横幅 1 mm）。

図-6 スピネル(尖晶石) Spinel
 MgAl_2O_4 立方晶系



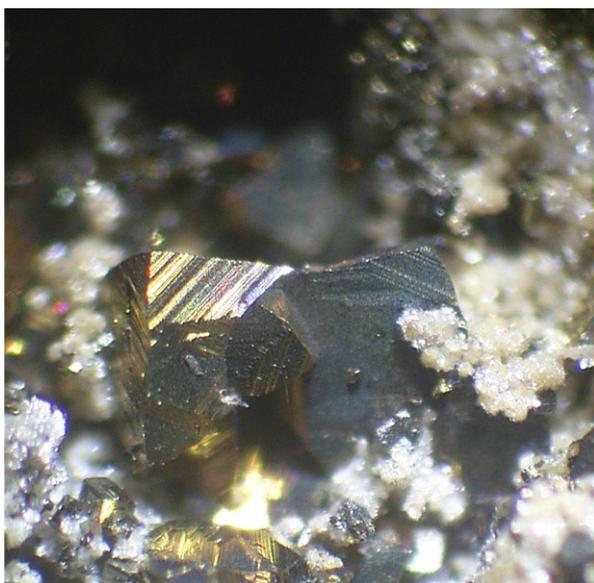
岐阜県中津川市蛭川の花崗岩質ペグマタイトの空隙に自形結晶で見られる蛍石（図-4，横幅 10mm）。この標本は，淡い緑色，正八面体の自形で，褐色のチタン石(楔石)と共に産す。同じ蛭川産で，他の標本では，紫色の外観の蛍石もある。

図-7 蛍石 Fluorite CaF_2 立方晶系



栃木県日光市(旧塩谷郡栗山村)西沢鉱山では，江戸時代末より銀や鉛を採掘し，途中一時休止しましたが，昭和 14（1939）年まで操業が続けられました。流紋岩質凝灰岩あるいは石英斑岩中にある鉱床から，暗赤色金剛光沢で皮膜状として産出する濃紅銀鉱が多いが，稀に石英脈の空隙に図のような自形結晶として見られます（図-8，横幅 5mm）。

図- 8 濃紅銀鉱 Pyrrargyrite Ag_3SbS_3 六方晶系



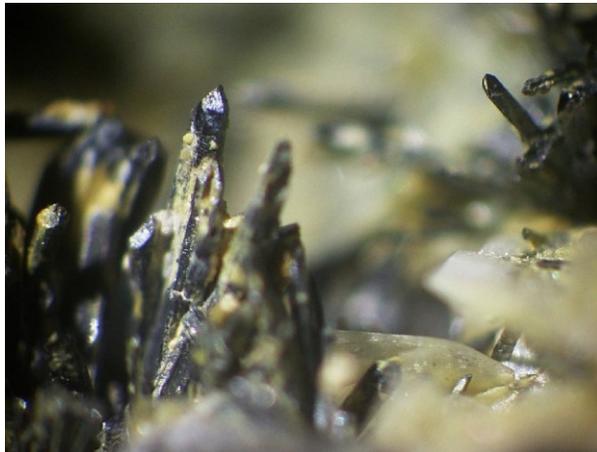
秋田県大館市比内町大巻鉱山では，黒鉱鉱床中に，図のような四角形，黄銅色で金属光沢の黄銅鉱を産出しました（図-9，横幅 10mm）。

図- 9 黄銅鉱 Chalcopyrite CuFeS_2 正方晶系



埼玉県秩父郡大滝村秩父鉱山大黒鉱床中に閃亜鉛鉱，黄銅鉱，方鉛鉱，黄鉄鉱，硫砒鉄鉱，安四銅鉱等と共に鋼灰色，金属光沢，短柱状にて産出する車骨鉱です（図-10，横幅2mm）。

図-10 車骨鉱 Bournonite CuPbSbS_3 直方晶系



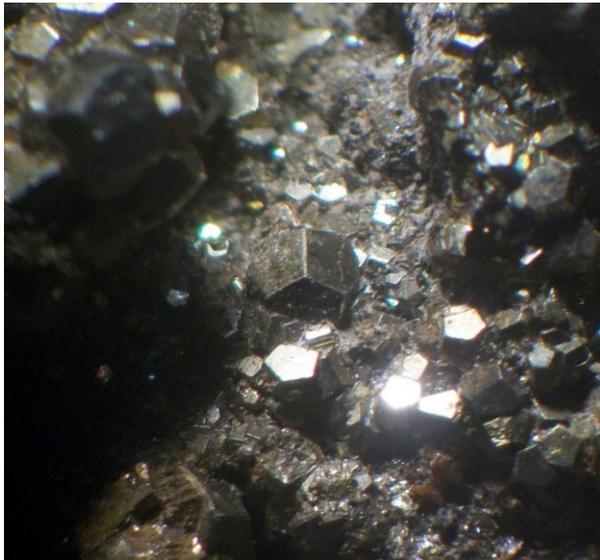
群馬県甘楽郡下仁田町中丸鉱山は，熱水性鉱床であり，その鉱山から鉛灰色細柱状金属光沢にて輝安鉱を産出しました（図-11，横幅1mm）。これらの輝安鉱の集合体の隙間を埋めるように白色～無色板状の重晶石も産出しています。

図- 11 輝安鉱 Stibnite Sb_2S_3 斜方晶系



埼玉県秩父郡大滝村秩父鉱山大黒鉱床中に，閃亜鉛鉱・方鉛鉱・黄鉄鉱と共存し，鉛灰色金属光沢で，板状あるいは放射状の集合として見られるセムセイ鉱です（図-12，横幅6mm）。

図-12 セムセイ鉱 Semseyite $\text{Pb}_9\text{Sb}_8\text{S}_{21}$ 単斜晶系



埼玉県秩父市秩父鉱山から、塊状の黄鉄鉱の空隙に写真のような五角十二面体の集合体が見られます（図-13，横幅10mm）。

図-13 黄鉄鉱 Pyrite FeS_2 立方晶系



岡山県川上郡備中町布賀からは、ゲーレン石やスパー石などを含む珍しい硼酸塩鉱物が産出しています。青色ガラス光沢の逸見石（図-14，横幅10mm）もその一つで、2019年には新鉱物の千代子石 Chiyokoite $\text{Ca}_3\text{Si}(\text{CO}_3)[\text{B}(\text{OH})_4]\text{O}(\text{OH})_5 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ も発見されています。

図-14 逸見石 Henmilitite
 $\text{Ca}_2\text{Cu}[\text{B}(\text{OH})_4]_2(\text{OH})_4$ 三斜晶系



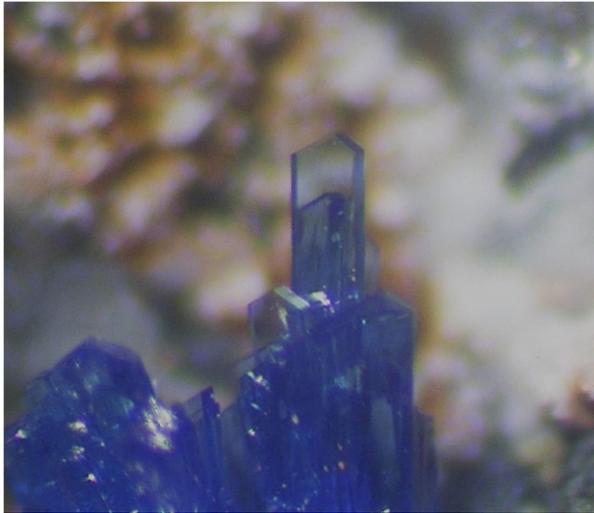
岩手県下閉伊郡田野畑村田野畑鉱山に見られる変成層状マンガン鉱床の鉱石中に脈状ピンク色ガラス光沢で産出する菱マンガン鉱です。その空隙には、図のような菱面体の自形結晶で見られることがあります（図-15，横幅5mm）。

図-15 菱マンガン鉱 Rhodochrosite
 MnCO_3 三方晶系



秋田県仙北郡協和町日三市鉱山に見られる銅・亜鉛鉱床の酸化帯に産出するベゼリ石です。結晶形は擬八面体であるが、写真からも二つのピラミッドの底面を合わせたような形態がよくわかります。かつて“荒川石”と呼ばれていたものです（図-16，横幅20mm）。

図-16 ベゼリ石 Veszelyite
 $(\text{Cu,Zn})_3(\text{PO}_4)(\text{OH})_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 単斜晶系



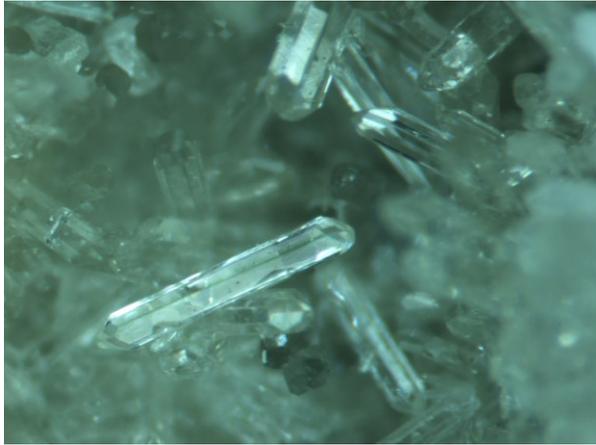
秋田県亀山盛鉱山は、江戸時代から亀山森銅山、鉛山、大倉沢鉛山、そして沢古鉛山という名称で稼行されていました。その鉱山の熱水銅・亜鉛・鉛鉱床の酸化帯に産出し、坑口の周辺のズリ（品位が低く鉱石にならないもの）から、美しい青色の青鉛鉱などが見られました（図-17，横幅2mm）。

図-17 青鉛鉱 Linarite $\text{CuPb}(\text{SO}_4)(\text{OH})_2$ 単斜晶系



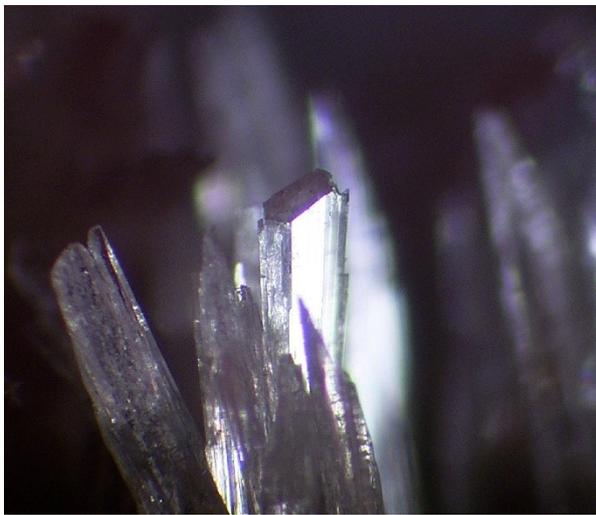
鹿児島県霧島市(旧始良郡)隼人町のデイサイトあるいは流紋岩の空隙に白色の鱗珪石などと共に産出する大隅石は、六角短柱状で産出します（図-18，横幅4mm）。この標本の大隅石は、透明感のある濃い青色を呈しています。その外観から、最初は堇青石と思われていました。

図-18 大隅石 Osumilite
 $(\text{K,Na})(\text{Fe}^{2+},\text{Mg})_2(\text{Al,Fe}^{3+})_3(\text{Si,Al})_{12}\text{O}_{30}$
六方晶系



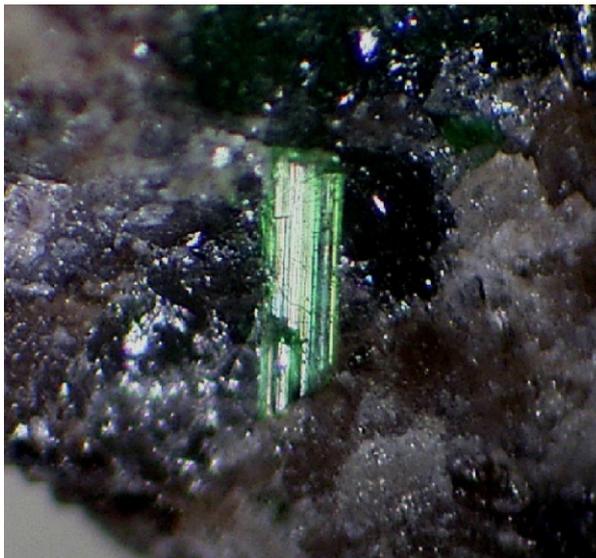
北海道沙流郡日高町沙流川からは、大きさが10cmほどの転石で、ほとんどが白色の透輝石で構成されている岩石がありました。部分的には“日高ひすい”と呼べるような緑色を呈するところもあります。その空隙には無色透明の自形結晶が見られます（図-19、横幅15mm）。

図-19 透輝石 Diopside
 $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ 単斜晶系



熱水性鉱床中の石英脈の空隙にピンク色透明結晶ガラス光沢の針状～柱状集合体で産出します。その先端はほとんど尖っていますが、稀にこの写真のような結晶面（完全な平面ではなく凹凸がある）を持つものが見られます（図-20、横幅2mm）

図-20 イネス石 Inesite
 $\text{Ca}_2\text{Mn}_7\text{Si}_{10}\text{O}_{28}(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 三斜晶



群馬県桐生市上菱茂倉沢鉱山の変成層状マンガニ鉱床中のばら輝石と石英に伴い、鮮緑色ガラス光沢、板状～針状にて産出します。その表面は図のように条線が顕著に見られます（図-21、横幅2mm）。

図-21 鈴木石 Suzukiite
 $\text{Ba}_2\text{V}^{4+}_2\text{O}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ 直方晶系



鹿児島県垂水市早崎戸柱鼻早咲大橋の橋脚の脇にあった流紋岩の転石の空隙中にガラス光沢黒褐色透明板状結晶で産出します（図-22，横幅 3mm）。同じ空隙には大隈石も見られました。

図-22 鉄橄欖石 Fayalite
 Fe_2SiO_4 直方晶系



奈良県吉野郡天川村の接触交代鉱床中に褐色ガラス光沢で斜方十二面体にて産出します（図-23，横幅 20mm）。稀に表面に綺麗な虹色が見られます。その虹色の原因は、内部の構造（100～300nm 幅の平行なラメラ構造）により、可視光線が干渉するためと考えられています。

図-23 灰鉄石榴石 Andradite
 $\text{Ca}_3\text{Fe}_2(\text{SiO}_4)_3$ 立方晶系



長野県小県郡和田村東餅屋和田峠に見られる白色の流紋岩中に透明感のある赤褐色あるいはオレンジ褐色にて満鑿石榴石が産出します（図-24，横幅 2mm）。その流紋岩の風化により、含まれていた満鑿石榴石が抜け、沢に落ちているものを探すとよく見つかりました。現在は採集禁止の看板が立てられています。

図-24 満鑿石榴石 Spessartine
 $\text{Mn}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ 立方晶系



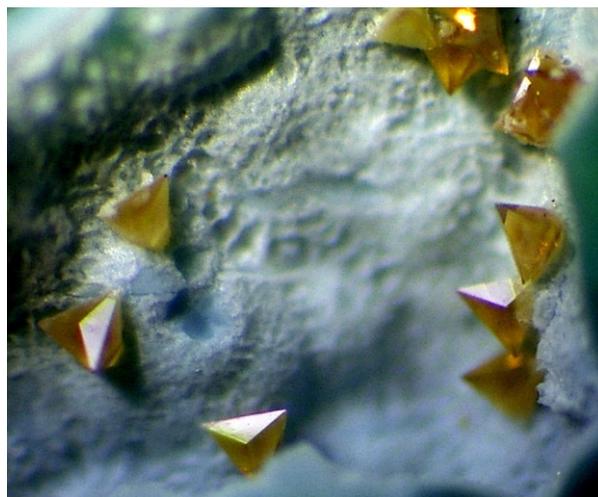
茨城県桜川市真壁町山ノ尾では、かつて数多くの花崗岩の石切場がありました。そこには緑柱石や鉄礬石榴石・長石類などの綺麗な自形結晶が見られました。また、図のような六角柱状オレンジ色の鉄礬石榴石56%、満礬石榴石44%の単結晶が産出しました。柱状の石榴石は極めて希な形態です（図-25、結晶の大きさ0.2mm）。

図-25 鉄礬石榴石—満礬石榴石 Almandine-Spessartine $(\text{Fe}_{0.56}\text{Mn}_{0.44})_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ 立方晶系



山梨県南都留郡富士河口湖町長浜に見られる玄武岩質の変質凝灰岩中に貫入する石英安山岩の岩脈中に赤褐色ガラス光沢粒状で鉄礬石榴石が産出します。希に美しい偏菱二十四面体として見られます（図-26、横幅10mm）。

図-26 鉄礬石榴石 Almandine $\text{Fe}^{2+}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ 立方晶系



福島県相馬郡飯館村高倉鉱山の鉱床中に自然銅、輝銅鉱、斑銅鉱、黄銅鉱、赤銅鉱、磁鉄鉱、針鉄鉱、孔雀石、珪孔雀石、灰鉄石榴石、緑簾石などが見られ、珪蒼鉛石は、孔雀石、珪孔雀石の割れ目に黄色透明微細結晶で産出します（図-27、横幅2mm）。

図-27 珪蒼鉛石 Eulytite $\text{Bi}_4(\text{SiO}_4)_3$ 立方晶系



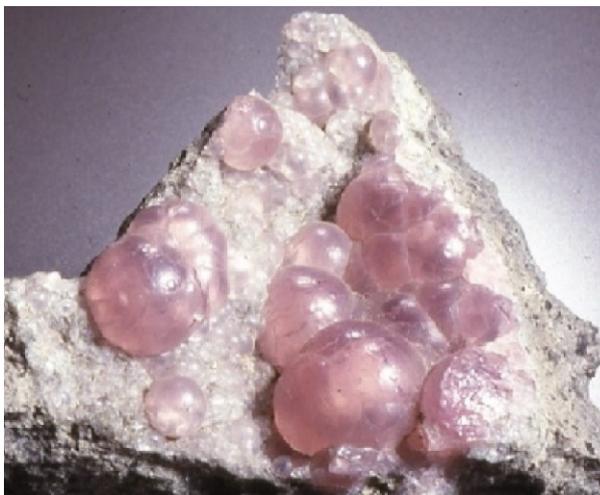
茨城県東茨城郡城里町高取鉱山は、八溝層群（ペルム紀～白亜紀）の砂岩・チャート・頁岩中に胚胎した熱水の鉱脈から、タングステン・錫・銅などを採掘していました。トパーズは、脈石鉱物である石英の脈の中から、蛍石や白雲母などに伴って産出します。柱状の縦の方向に見られる条線が特徴です（図-28、横幅2mm）。

図-28 トパーズ Topaz
 $\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F},\text{OH})_2$ 直方晶系



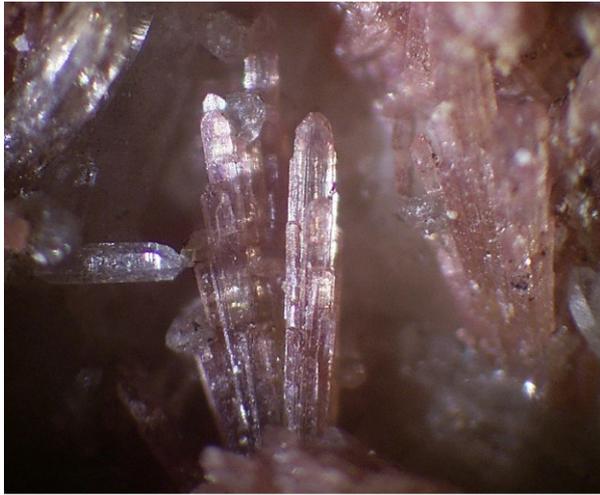
山梨県南巨摩郡早川町に見られる長石類の表面に緑泥石・濁沸石・石英などと共に黄色透明楔状の樹脂光沢で産出します（図-29、横幅2mm）。

図-29 チタン石 Titanite
 CaTiSiO_5 単斜晶系



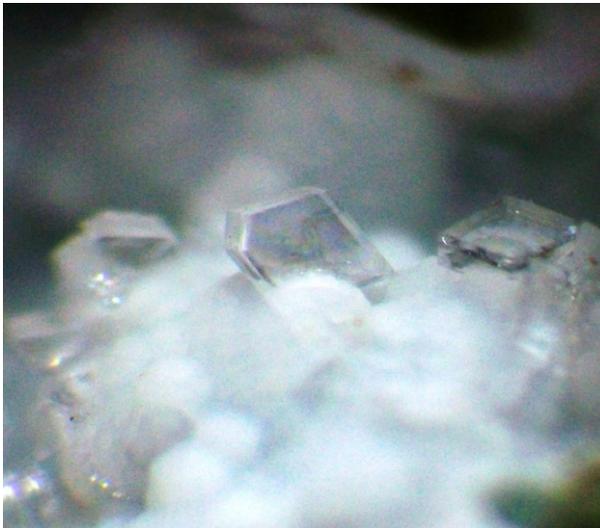
愛媛県浮穴郡久万町槇野川に見られる安山岩の空隙中に淡紫色透明結晶ガラス光沢の集合体にて産出します。球がいくつも集合した形態、いわゆる葡萄状で、別名をボトリオ石 (Botryolite) と呼ばれます。板状に見える無色～白色の共生鉱物は輝沸石です（図-30、横幅10cm）。

図-30 ダトー石 Datolite
 $\text{CaBSiO}_4(\text{OH})$ 単斜晶系



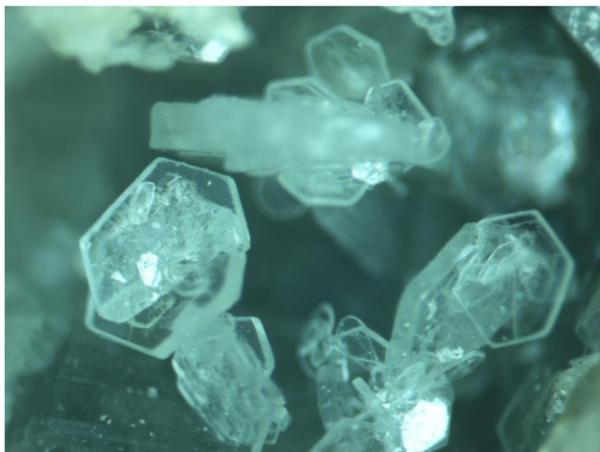
長野県小県郡真田町入軽井沢から、空隙中に柱状でピンク色の色調を呈し、“桃簾石”とも呼ばれているものを産出します（図-31，横幅6mm）。信濃鑛物誌（八木貞助著，大正12年刊）に「黝簾石 Zoisite は，緑簾石と共に流紋岩中に含有せらるるものにして，かつて紅簾石と称せられしものなり」と記されています。

図-31 単斜灰簾石 Clinozoisite
 $\text{Ca}_2\text{AlAl}_2(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O}(\text{OH})$ 単斜晶系



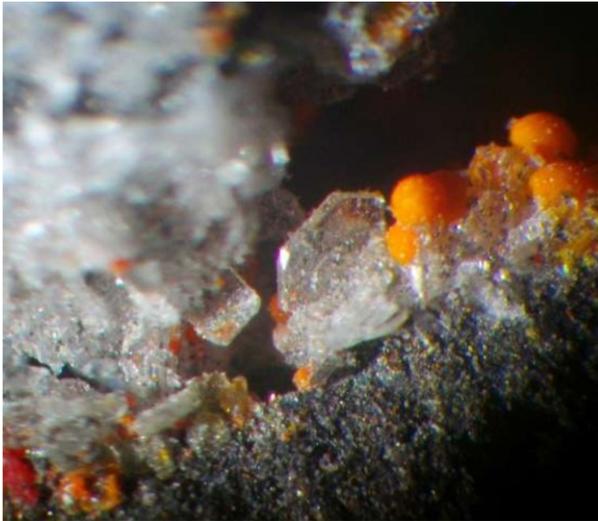
静岡県賀茂郡河津町菖蒲沢海岸から，変質した安山岩に青緑色のセラドン石に覆われた空隙中に白色の沸石類，方解石，魚眼石などが見られます。その空隙の一つには，透明板状ガラス光沢で灰輝沸石が観察できます（図-32，横幅6mm）。

図-32 灰輝沸石 Heulandite-Ca
 $(\text{Ca}_{0.5}\text{Na,K})_9[\text{Al}_9\text{Si}_{27}\text{O}_{72}] \cdot 26\text{H}_2\text{O}$
単斜晶系



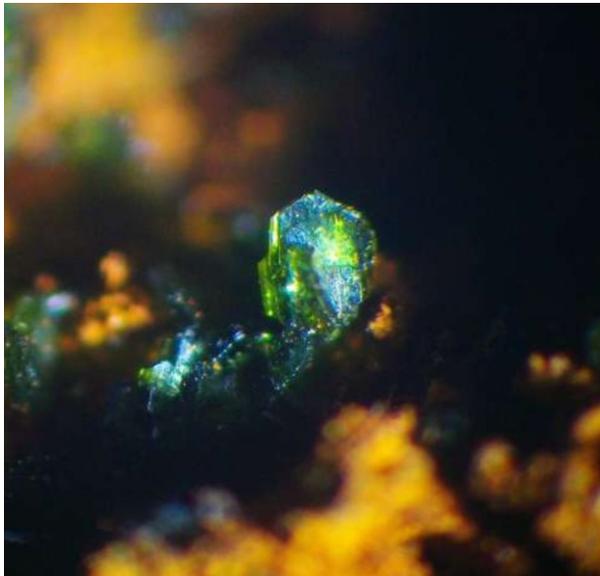
埼玉県秩父市中津川秩父鉱山から，灰鉄石榴石の空隙中に薄青色六角板状でクリントン雲母が見られます（図-33，横幅4mm）。前述のように同様な産状にて青色のスピネルも産出されます。

図-33 クリントン雲母 Clintonite
 $\text{CaMg}_2\text{Al}(\text{Al}_3\text{Si})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ 単斜晶系



沖縄県粟国島沖には，熱水により変質した岩石中に脈状で重晶石が見られます．図のように空隙には無色透明な重晶石の板状結晶が，同じ空隙には赤色の鶏冠石や黄色の雄黄などのような砒素を含む鉱物が見られます（図-34，横幅5mm）．

図-34 重晶石 Barite BaSO_4 直方晶系



山口県美祢郡美東町喜多平鉱山の鉱床中の酸化帯に見られるオリーブ銅鉱は，茶色の粉末状，いわゆる褐鉄鉱の空隙に黄緑色ガラス光沢で板状結晶にて産出します（図-35，横幅3mm）．

図-35 オリーブ銅鉱 Olivenite
 $\text{Cu}_2\text{AsO}_4(\text{OH})$ 単斜晶系



千葉県南房総市荒川から，約1,800万年前の保田層群（泥岩，凝灰岩，砂岩，礫岩などで構成されている）の砂岩中の石英脈や方解石脈の空隙に，ほとんどのものは双晶のため六角板状で透明結晶として産出します（図-36，横幅4mm）．結晶構造中に，有機物のメタン，エタン，プロパン，ブタンを含みません．

図-36 千葉石 Chibaite
 $\text{SiO}_2 \cdot n(\text{CH}_4, \text{C}_2\text{H}_6, \text{C}_3\text{H}_8, \text{C}_4\text{H}_{10})$ ($n < 3/17$)
立方晶系