

鉱物肉眼鑑定研修報告 (2019年～2024年実施分)

坂野 靖行¹

1. はじめに

鉱物肉眼鑑定研修は産業技術総合研究所地質調査総合センター（以下、GSJ）で実施されている外部人材育成プログラムの1つであり、鉱山会社に勤務する技術者が金属鉱山等で産出する鉱物を肉眼で鑑定できるように実際の鉱物を用いてその特徴を理解し、判別可能な能力を身に付ける事を目的としています。ここにこれまで実施されてきた鉱物肉眼鑑定研修の概要を報告いたします。

2. 実施の経緯

2018年8月に住友金属鉱山株式会社資源事業本部探査部部長であった藤波智仁氏から同社の地質技師向けの鉱物肉眼鑑定研修についてGSJに打診があり、所内で検討の結果、最終的に産総研コンソーシアム規定に基づいて設置する地質人材育成コンソーシアム主催の研修事業の1つとして産総研つくば第7事業所（現つくば中央事業所7群）で実施されることになりました。講師は著者が担当することになり、2018年9月に依頼者である藤波氏と面談を行い、要望等を伺いました。先方から提出された研修で用いてほしい金・銀・銅・鉛・亜鉛等の有用金属を含む鉱物や造岩鉱物のリストを基に、地質標本館登録標本（主に今吉標本）から研修で用いる標本を選択し、2019年1月から研修用のテキストの作成を開始し準備を進めました。

3. 実施日程と参加者の概要等

2019年に住友金属鉱山株式会社の技術者を主要な参加者として第1回と第2回が開催されました。その後新型コロナウイルス感染症の世界的流行のため開催が見送られましたが、2022年以降毎年実施され、複数の民間企業等の地質技術者の方が受講されています。これまでの開催日程と参加者の所属は、第1回：2019年5月8日～10日（住友金属鉱山株式会社、Sumitomo Metal Mining Canada Ltd.）、

第2回：2019年12月2日～4日（JOGMEC（独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構、現独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構）への住友金属鉱山株式会社からの出向者、住友資源開発株式会社、三井金属資源開発株式会社、JX金属株式会社）、第3回：2022年12月19日～21日（JOGMEC（専任者及び住友金属鉱山株式会社からの出向者）、住友金属鉱山株式会社）、第4回：2023年10月25日～27日（住友金属鉱山株式会社、DOWAメタルマイン株式会社、神岡鉱業株式会社、三菱マテリアル株式会社）、第5回：2024年6月5日～7日（住友商事株式会社、五島鉱業株式会社、丸紅株式会社）です。1回ごとの参加人数は5名で、これまでに延べ25名がこの研修に参加しました。

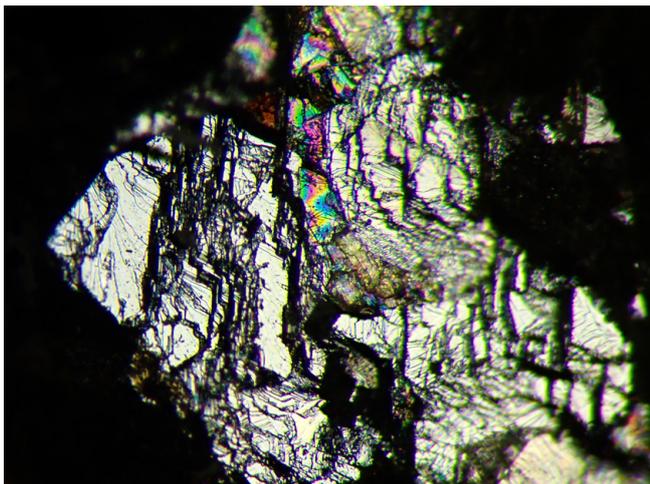
回を重ねる度に研修内容の改善を行ってきました。例えば、第2回から実体顕微鏡下での観察像のモニター表示、第3回から観察画像モニターの大型化と実体顕微鏡用高輝度LED落射装置の導入、第4回から高性能ルーペと常時観察用主要鉱石セットの貸与、そして第5回からは割ったり傷を付けたりしてもよい標本（方解石・ドロマイト・菱苦土石・重晶石）の導入です。これらの器具や標本は参加者が支払う参加費を原資として購入されてきました。

4. 研修内容の概要

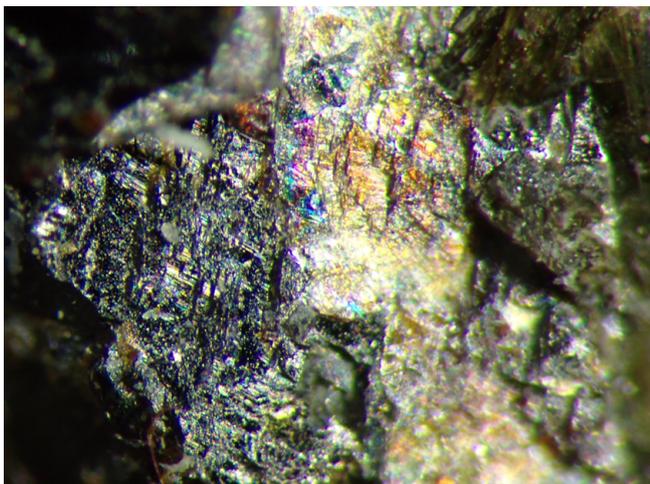
研修は前半の座学（第1日目：9:45～11:30、13:30～17:15）と後半の各自による標本の観察（第2日目及び第3日目：9:00～11:30、13:00～17:15、ただし第3日目は16:00で終了）から構成されています。前半の座学では最初にルーペを用いた観察手順を丁寧に説明することになっています。その手順は以下の通りです：ライト（明るい光）の下で自分の影で標本が暗くならないようにして標本を観察→結晶（多面体になっている）があるかどうかを確認（結晶が確認できればその形を観察）→結晶が見えず塊状となっている場合は（野外ならハンマーで割って新鮮な面を出して）標本の割れ口をライトの下で標本を傾けるようにして

¹ 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門

キーワード：研修、鉱物肉眼鑑定、地質人材育成コンソーシアム、ジオ・スクール

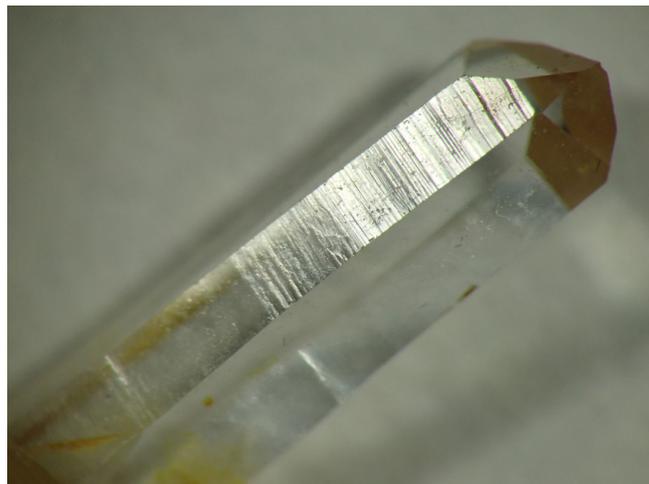


第1図 閃亜鉛鉱：岐阜県神岡鉱山。破断面を光らせた状態で観察するとへき開面が存在することが分かる。へき開面は階段状になっている。階段を構成する各段のへき開面（光っている部分）の外縁部が直線的に割れている。図上ではこの直線的に割れた外縁部は線状を示す影（黒色部）として認識でき、ちょうど階段の段差部分のように見える。外縁部の直線方向は光って見えるへき開面と別の方向のへき開面との交線の方向に対応する。この方向は2方向認められ両者が斜交することに注意。図の長辺は約2.0 mm。

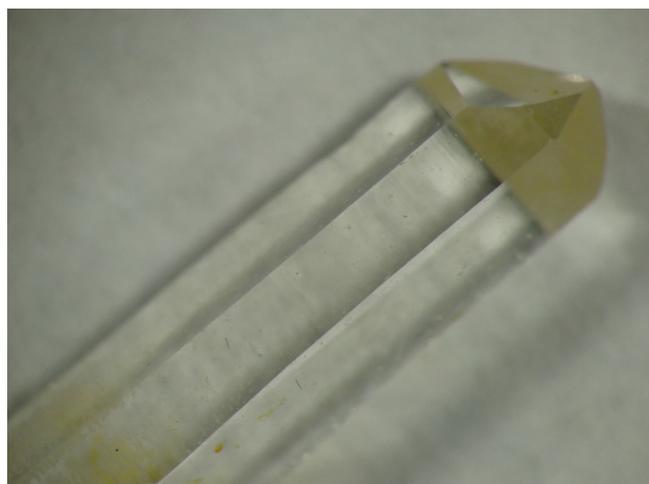


第2図 閃亜鉛鉱：岐阜県神岡鉱山。第1図で示された閃亜鉛鉱の破断面が光っていない状態。この状態で観察するとへき開の認識は困難となる。図の長辺は約2.0 mm。

動かして鏡のように光る面(第1図;塊状を示す鉱物を割った場合、通常は光る面はへき開面に該当する)を探す。これはある時から多くの方が標本をほとんど動かさず、へき開面が光っていない状態(第2図)で観察していることに気が付いたからです。これではその鉱物にへき開があるかどうか分かりませんし、へき開面が光らない状態でへき開を観察してもその特徴がよく分かりませんので最近では光る面で観察することを特に強調するようにしています。鉱物



第3図 水晶：愛知県春日井市高蔵寺町高座山^{たかくら}。水晶の結晶面(柱面)を光らせた状態で観察すると結晶面上に多数の筋(条線)が観察できる。水晶の柱面上の条線は水晶の伸びの方向に対して垂直であることが分かる。図の長辺は約7.3 mm。

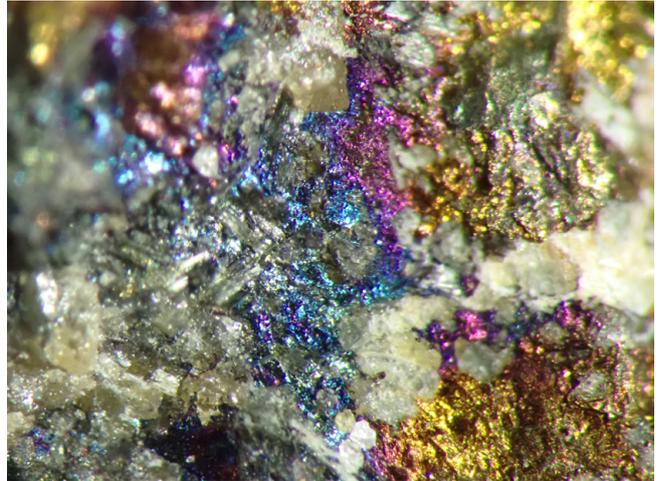


第4図 水晶：愛知県春日井市高蔵寺町高座山。第3図で示された水晶の柱面が光っていない状態。この状態で観察すると条線を認識することはできない。図の長辺は約7.3 mm。

観察手順の説明を行った後に、(1) 鉱物肉眼鑑定の難しさ(生物種同定との違い)、(2) 水晶を用いた結晶の形・結晶面上に出現する条線、(3) 鉱物肉眼鑑定における観察ポイントに関する講義を行いました。(1)では生物では個体の肉眼的パターンと1つの種が対応しているが、鉱物では1つの種において肉眼的外形は一定のパターンを示さず、目では見えない原子的なオーダーにおいてのみパターン(原子配列)が一定となることを説明し、鉱物の肉眼鑑定が容易ではないことを述べ、(2)では水晶を観察しながら結晶のイメージ(多面体の形状)や柱面・柱面・条線(第3図、第4図)等の用語を理解してもらい、(3)では標本を見せなが



第5図 研修で使用した実体顕微鏡一式。観察部分をモニターに表示して結晶の形やへき開の特徴等を研修者に示すことができる。



第7図 黄銅鉱の表面にできた紫色の錆：アメリカアリゾナ州。黄銅鉱は空気中での酸化により表面に紫色の錆が生じやすい。これが鑑定の決め手になることがある。黄銅鉱は立派な結晶になることが少ない。図の長辺は約3.0 mm.



第6図 黄鉄鉱：青森県尾太^{おつぶ}鉱山(地質標本館登録標本:GSJM20980)。サイコロのような形(正六面体)の結晶を示す黄鉄鉱。結晶面上に条線が観察できる。隣り合った面では条線の方向が異なる(直交する)ことに注意。黄鉄鉱は結晶を示すことが多い。図の長辺は約1.5 cm.

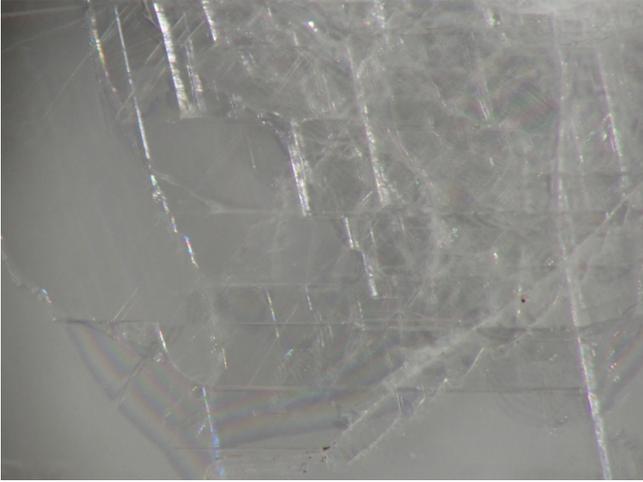


第8図 方鉛鉱：宮崎県土呂久^{とろく}鉱山。方鉛鉱のへき開片。閃亜鉛鉱(第1図)とは異なりサイコロ状に割れる(へき開面同士が直交する)ことが特徴。図の長辺は約7.3 mm.

ら硬度・へき開・色・比重・光沢・磁性・蛍光・放射線・希塩酸への反応・結晶の形が鑑定の決め手になることを説明しました。

後半は各自による標本の観察です。目的とする鉱物の特徴がよく分かる地質標本館登録標本を数個準備し、各鉱物の見るべきポイントを説明しながら1つの鉱物種あたり約10～20分ほどかけてルーペを用いて観察してもらい、鑑定の決め手となる特徴を理解していただきました。そしてその場で講師が研修生からの疑問点に答える方法を取りました。この方法だと多くの研修生を受け入れることができないので少人数(5名)での実施としています。ルーペを用

いる研修では講師と研修生とが観察部分を同時に共有することができないため、必要に応じて実体顕微鏡下での観察画像を大型モニターに表示して(第5図)、全員が同じ画像を見る方法を導入しています。また、第5回からは鑑定のポイントとなる結晶の形やへき開面の写真を実体顕微鏡下で事前に撮影し、それらを印刷したものを配布しました。そして説明時にはPC内に保存した実体顕微鏡画像を大型モニターに表示し、観察ポイントを直感的に理解できるような工夫を行いました。観察した鉱物は、観察順に、黄鉄鉱(第6図)・黄銅鉱(第7図)・方鉛鉱(第8図)・閃亜鉛鉱・磁鉄鉱・赤鉄鉱・輝安鉱・長石・方解石(第9図)・ざ



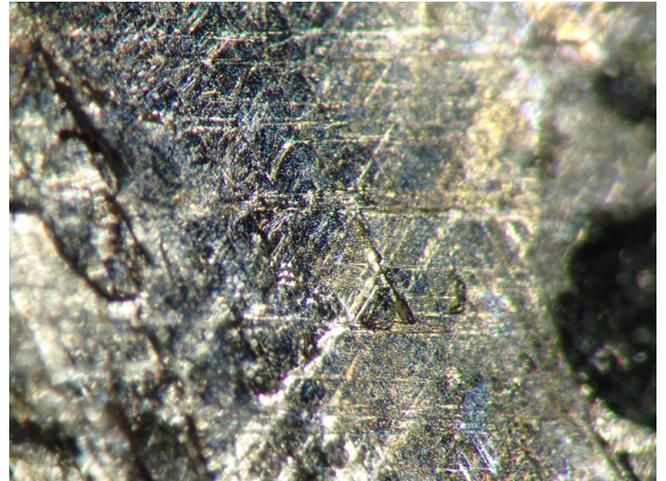
第9図 方解石：産地不明。方解石のへき開面。へき開面上には別方向のへき開面との交線が2方向認められる。両者が斜交することに注意。図の長辺は約3.6mm。



第11図 硫砒鉄鉱：埼玉県秩父鉱山。菱餅のような形を示す硫砒鉄鉱の結晶。結晶表面がさびて本来の色である銀白色とは異なる真鍮色を示している。図の長辺は約3.6mm。



第10図 蛍石：岐阜県平岩鉱山(地質標本館登録標本:GSJ M41596)。蛍石のへき開面。へき開面上には別方向のへき開面との交線が3方向認められ、それらにより三角形の様子が観察できる。図の長辺は約5.8mm。



第12図 自然蒼鉛：兵庫県生野鉱山。自然蒼鉛のへき開面。へき開面上には別方向のへき開面との交線が3方向認められ、それらにより三角形の様子が観察される。ややピンク色を帯びた特徴的な銀白色を示す。図の長辺は約3.0mm。

くろ石・輝石・蛍石(第10図)・トパーズ・磁硫鉄鉱・ペントランド鉱・硫砒鉄鉱(第11図)・斑銅鉱・チタン鉄鉱・クロム鉄鉱・輝蒼鉛鉱・自然蒼鉛(第12図)・鉄重石・灰重石・錫石(第13図)・辰砂(第14図)・濃紅銀鉱・淡紅銀鉱(第15図)・針銀鉱(第16図)・自然金・輝水鉛鉱・石墨です。

5. 課題等

本研修では地質標本館からの借用標本を主体に観察しているため、それらを割ったり傷付けたりすることができま

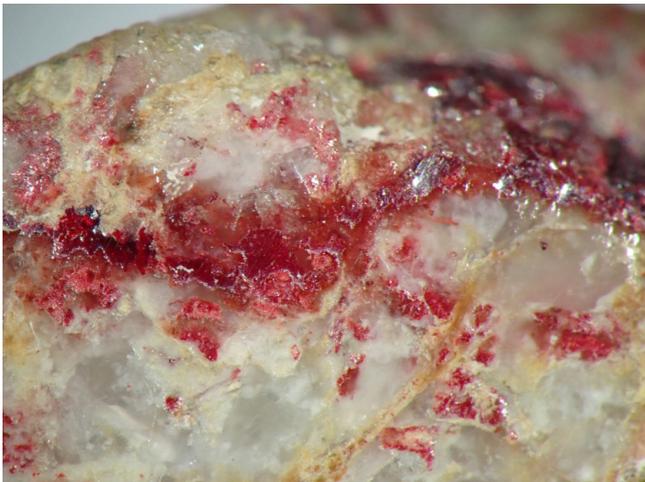
せん。多くの研修者は各鉱物の自形結晶のイメージを持っていないため、観察している面が結晶面なのかへき開面なのかがよく理解できていないようでした。鉱物の肉眼鑑定では試料をハンマーで割り、新鮮な面を出してへき開面や結晶形を認識して観察することが極めて重要です。第5回からは割っても良い方解石を準備して、実際に研修中に鉄乳鉢内で方解石を破壊し、その断片のへき開面を観察してもらいました。また新規に購入した方解石・ドロマイト・菱苦土石をラベル無しの状態に渡して釘を使って硬さの違いを体感してもらい鉱物鑑定を行ってもらいました。このようなテスト形式にするとより真剣に観察してもらえるよ



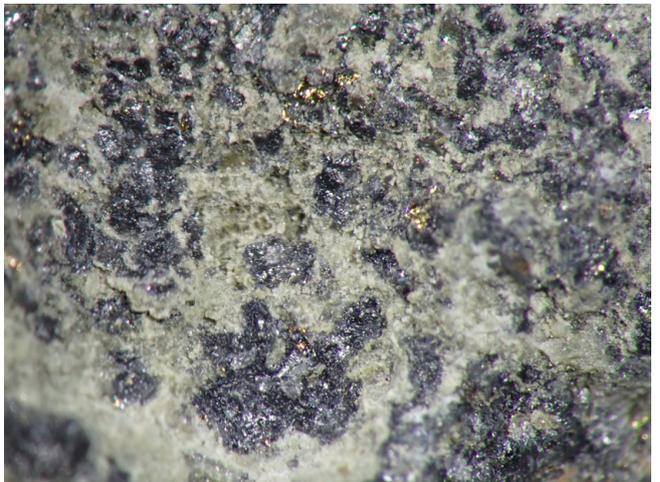
第 13 図 錫石：京都府鐘打鉱山（地質標本館登録標本：GSJ M20048）。錫石の分離結晶。正方柱状を示し、結晶の伸びの方向から見ると正方形に近い形が観察できる。図の長辺は約 1.5 cm。



第 15 図 淡紅銀鉱：栃木県西沢鉱山（地質標本館登録標本：GSJ M24673）。淡紅銀鉱結晶の破断面。透明でありつつ金属的な光沢を持ち、深い赤色を示す。図の長辺は約 2.0 mm。



第 14 図 辰砂：奈良県大和水銀鉱山（地質標本館登録標本：GSJ M22456）。辰砂を含む鉱石の研磨面。光沢が強く深紅色を示す。周りの白色部分は石英。図の長辺は約 5.8 mm。



第 16 図 針銀鉱（輝銀鉱仮晶）：静岡県清越鉱山（地質標本館登録標本：GSJ M25226）。高品位金銀鉱石を割った面。黒色部分が針銀鉱（輝銀鉱仮晶）。四角形に近い形の断面（立方体結晶の断面と思われる）を示すものが認められる。図の長辺は約 5.8 mm。

うでした。

6. おわりに

以上簡単ですが、鉱物肉眼鑑定研修の報告を行いました。これまでの開催内容は、GSJ のウェブサイト内「ジオ・スクール」(<https://www.gsj.jp/geoschool/koubutsu/index.html> 閲覧日：2024 年 8 月 19 日)でご覧いただけます。

今後は、毎年 1 回程度の頻度で同研修を実施する予定であり、割っても良い金属鉱物を用意し、より実践的な研修を行うことを検討しています。募集案内は、GSJ ウェブサイトのトップページ「お知らせ(すべて)」に掲載されます。地質標本館登録標本選定に当たり地質調査基盤センターの角井朝昭氏のご協力を頂きました。ここに記して感謝申し上げます。

BANNO Yasuyuki (2024) Report on the traditional mineral identification training held from 2019 to 2024.

(受付：2024 年 6 月 27 日)