

鉱業博物館だより

2017年
春/夏
第12号

国立大学法人 秋田大学大学院国際資源学研究科附属鉱業博物館

〒010-8502 秋田市手形字大沢 28 番地の 2 / TEL 018-889-2461 / FAX 018-889-2465
メールアドレス w3admin@mus.akita-u.ac.jp 公式サイト <http://www.mus.akita-u.ac.jp/>

玄武岩中の橄欖（カンラン）岩ゼノリスのプレパレート



2. 研究ノート

「鉱物の熱ルミネッセンス画像」秋田大学大学院国際資源学研究科 西川 治

4. 秋田大学鉱山絵図絵巻デジタルギャラリー / 博物館の春

5. 平成28年度活動報告 企画展・特別展・連携展・教育普及事業

6. 学芸員実習生の受入 / 鉱業博物館業務体験 / サイエンスボランティア

7. 無料開放の実施 / 寄贈資料の受入 / 入館者数

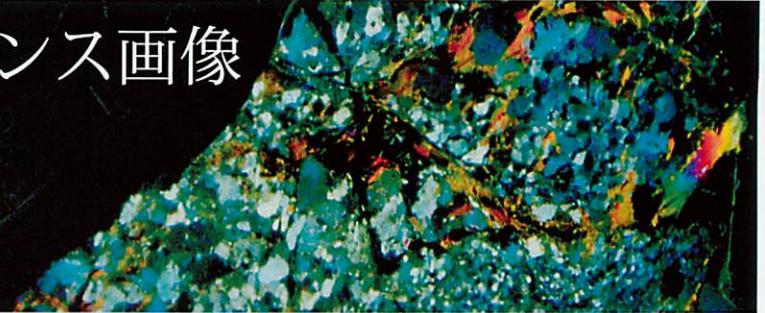
8. 平成29年度前期行事予定 / お知らせ

研究ノート

鉱物の熱ルミネセンス画像

秋田大学国際資源学研究所
 鉱業博物館

西川 治



石が光ることをご存知ですか？ 鉱業博物館には、紫外線を照射したときに鮮やかな色に光る蛍光鉱物の展示コーナーがあります。アンケートでいつも上位に来る人気のある展示のひとつです。(図1)今回は、これとよく似た熱による発光の話をしたと思います。

物質に高いエネルギーを持つ電磁波(放射線や加速された電子線など)が照射されると、照射された原子のもつ電子が軌道から弾き出されます(励起状態)。飛び出した電子のほとんどはすぐに元の軌道に戻りますが(基底状態)、結晶の中の欠陥や不純物が関与したトラップにはまり込んで抜け出せないものもあります。トラップされる電子の数は、放射線による被ばく線量が増えるとともに増加します。この状態は、照射されたエネルギーの一部を物質が蓄えていると見ることができます。このように蓄えられたエネルギーは、熱や光などで刺激してやることで解消されます。電子がトラップを脱して元に戻る過程で、物質は発光して余剰のエネルギーを放出しますが、蓄えられたエネルギーが大きいとより強い光を出します。このような発光現象はルミネセンスと呼ばれ、熱刺激によるものを熱ルミネセンス(TL)と呼んでいます。

TLは様々な分野で応用されています。最もよく知られているのは放射線管理区域に入るとき携行が義務づけられている被ばく線量計です。線量計にはいくつかのタイプがありますが、熱ルミネセンス線量計は使用後に加熱処理して光の強さを測定し、それに基づいて被ばく線量を見積もります。また、被ばく線量が時間の関数であることから、考古学や地質学の分野で年代測定に利用されてきました(文献(1,2))。古い土器や石は天然の放射線を周りの土や岩石から長期間にわたって浴び続けているので、古い年代のものほどよく光るのです。

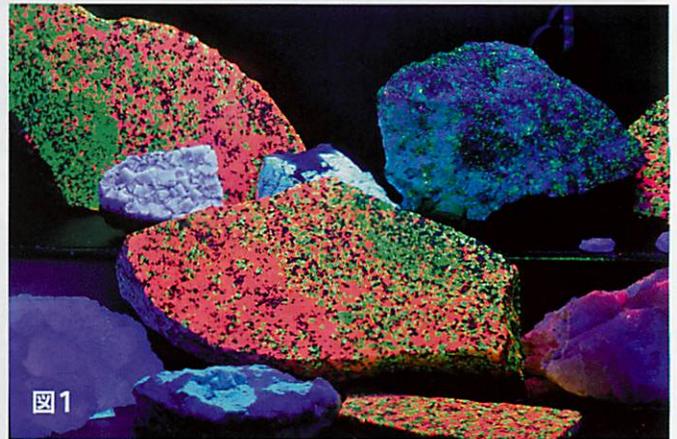


図1 鉱業博物館1階の蛍光鉱物展示

同じ鉱物でも、加熱した時の光の強さと蓄積線量の関係は一樣ではありません。発光特性の異なるいろいろな種類のトラップがあり、その数には個体差があります。蓄積線量を知るためには、個別の試料ごとに、放射線を人工照射した試料のルミネセンス強度も測定しておく必要があるのです。

TL信号のもつ重要な情報は、光の強さと被ばく線量の関係ばかりではありません。私たちは、TLの色や強度が、岩石の履歴とどう関係しているのか、石の組織とどのような関係があるのかということについて興味を持ち研究を行っています(文献(3))。このような研究では、TLを画像として捉えられたら大変便利です。天然の鉱物のTLは微弱なので、肉眼で観察することは困難ですが、高感度のカメラで撮影するとTL像(TLCI)が得られます。これは、岩石を粉末にし、何段階もの処理を行って目的の鉱物粒子のみを取り出し、光子計数装置でグローカーブを描く従来の方法より簡便です。光の色と強さが一回の測定で全て判るのも、大きなメリットです。また、どの部分が良く光っているのか、岩石の組織と比較することもできます。



図2 水晶(荒川鉱山産;c軸に垂直な断面)のTLCI, 断面径:0.8cm.

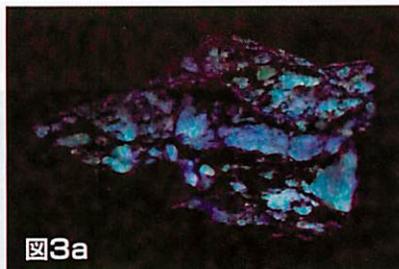


図3a

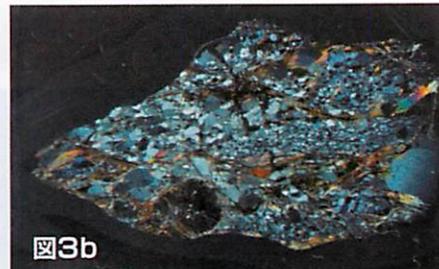


図3b

図3 変成岩(ニュージーランド アルバインシスト) 試料の長辺:2 cm. (a)TLCI(加熱温度:200-300°C), (b)薄片プレパラートの直交ポーラー写真. 左下の円形暗色の鉱物はガーネット, 葉片状の鉱物は黒雲母と白雲母, その他は長石と石英.

図2は、水晶や石のかけらを暗箱の中で温度 400°C まで加熱しながら撮影した画像です。図2の水晶は、内側が強く赤色に発光しています。発光している部分は、水晶の六角形の外形に調和した対称性があるように見えます。成長速度や成長段階での環境変化が発光特性の違いに関係しているのかもしれませんが。

図3(a,b)は、変成岩の TLCI(a)と、薄片を偏光フィルムで挟んで撮影した直交ポーラー画像(b)です。両者を比較すると、発光パターンと鉱物粒子との対応関係が明瞭です。長石が強く発光し全体に青白く見える一方、石英の赤い光は微弱です。真ん中のバンドには、細粒の再結晶した粒子が集合していますが、青白く発光していることから、これが長石の集合体であることがわかります。雲母やガーネットは全く発光していません。また、同じ鉱物でも場所によって明るかったり暗かったりと光り方に違いがみられます。

図4(a,b,c)は花崗岩の画像です。図4aの赤い光を放っているのは石英粒子で、大きな粒子が4つ認められます。長石(カリ長石と斜長石)は白っぽい紫がかかった青や緑に光るものが多いようです。黄色に見える部分は、斜長石が多い部分に対応しているように見えますが、今後詳しく解析する必要があります。光り方は加熱温度でも違いがあります(図4b)。高温での発光は石英が中心となり、全体にやや暗く赤色を帯びています。

TLCIは、高感度の写真フィルムが開発された今から30年近く前に初めて撮影され(文献(4))、その後の一連の研究によってTLの発光特性の解明に大きな貢献をしました。現在、画像解析の技術は大きく進歩しており、当時に比べるとかなり手軽にTLCIを得ることができるようになってきました。近い将来、TLCIを利用して岩石の同定をしたり、生成過程を推定するのに役立てられることが期待されます。



図4a

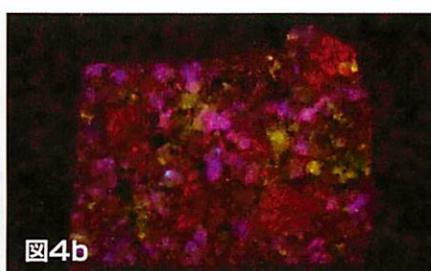


図4b



図4c

図4 花崗岩(岡山市日応寺産), 試料の長辺:1.7cm. (a)TLCI(加熱温度:200-300°C), (b)TLCI(加熱温度:300-380°C), (c)薄片プレパラートの直交ポーラー写真. 主要な造岩鉱物は石英, カリ長石, 斜長石. 有色鉱物は黒雲母.

文献

- (1) Takashima, I., Kobayashi, T. (2014) Journal of Geography, 123, 153-158.
- (2) Chuenpee, T., Matsuura, T., Nishikawa, O., Uchida, T., and Takashima, I. (2017) Quaternary Research, 56, 51-58.
- (3) Chuenpee, T., Nishikawa, O., Kon, Y., Ninagawa, K., Toyoda, S., Ogata, T., Uchida, T. and Takashima, I. (2017) Applied Radiation and Isotopes, 120, 30-39.
- (4) Hashimoto, T., Koyanagi, A., Yokosaka, K., Hayashi, Y., Sotobayashi, T., (1986) Geochem. J., 20, 111.