

蛍石が光る仕組み

無色透明な蛍石

蛍石はフッ素とカルシウムの結晶です。

不純物もなく、元素が欠けたりせず完全に理想的な結晶になると蛍石は無色透明です。

カメラの高級なレンズに使われるくらい無色透明です。

でも、笹洞鉱山で採集した蛍石は色がついていたり、乳白色でそこまで透明じゃなかったりします。そもそも、蛍石は最もカラフルな鉱物と言われるくらい、色んな色があります。

これは、①不純物を含む ②元素が欠けて不完全な結晶が出来てしまう
この2つの理由で色がついてしまいます。

ですので、レンズに使われている蛍石は人工的に完璧な蛍石を作って使っています。じゃないと、紫外線で光ってしまっただけではレンズとしては使えないですもんね。

色がつく仕組み

笹洞鉱山の蛍石は主に②の不完全な結晶であるために色がついていると考えています。

不完全な結晶とは、本来カルシウム1個にフッ素2個が1組になって蛍石は出来ているところを、紫外線や放射線など強いエネルギーを浴びてフッ素がフツ飛ばされて（フッ素だけに）しまい、穴が空いてしまうことがあります。

これを結晶欠損といいます。

結晶欠損の穴が出来ると、そこに電子が入り込むことがあります。この事をFセンターといいます。

FセンターのFは、ドイツ語のFarbe(ファールベ)から取ったもので、色という意味です。

このFセンターが出来ると、穴に入り込んだ電子が一定の波長の光を吸収します。そうすると、鉱物全体に色が付くので、Fセンターといいます。

Fセンターができると400~450nmの光を吸収し、蛍石が紫色に見えるようになります。

Fセンター同士が隣接すると、吸収する波長が変わって、550~650nmを吸収し蛍石が緑色に見えるようになります。これをF2センターといいます。

笹洞鉱山の蛍石はこのF2センターの可能性が高いと思っています。

紫外線で蛍光する蛍石

紫外線で光る仕組みも、このF2センターが原因となっています。

F2センターは、自然にできたLEDのような性質を持っていて、紫外線を当てるとF2センター内の電子が充電されて活発になります。この状態のことを励起状態といいます。

励起状態から、普段の落ち着いた状態に戻ろうとするのですが、充電されたエネルギーを消費しきらないと戻れません。そこで、光としてエネルギーを消費して、元の落ち着いた状態に戻ります。この元の状態のことを基底状態といいます。

F1センターにも電子は存在するのですが、電気コンロのように、充電されると熱を出す性質を持っています。ですので、F1センターの紫色の蛍石は、蛍光がすごく弱いんですね。

F1センターやF2センターは環境によって作られますので、すべてがF1、全てがF2なんて完全なものではなくて、どちらも存在していてどちらが多いかで色が決まります。

当然緑色のものの方が F2 センターが多くて、良く光るんですね。

F1 センターは、じゃあ、あったかくなるの？という、ものすごく小さな熱エネルギーなので、人が感じることは出来ません。

しかし F2 センターの出す光エネルギーも同様にものすごく小さいのですが、人の目は肌で熱エネルギーを感じる 50 兆倍もの感度があるため、同様のエネルギーでも熱は感じず、光は感じる事が出来ます。

まとめると、緑色の蛍石は紫外線を当てると光る F2 センターという構造を持っているために、蛍光します。

紫色の蛍石は F1 センターという構造をしており紫外線を当てると熱を発しますが、人が感じることは出来ません。

蛍石の名前の由来

また、蛍石は紫外線以外に、熱でも光ります。

熱で光る仕組みは紫外線とは違い F2 センターではありません。

不純物や、構造的な歪みから電子が深い谷のような場所に閉じ込められてしまうことがあります。これをトラップといいます。

トラップの中の電子は紫外線などで励起状態になっても、深い谷の中に閉じ込められているせいで、基底状態に戻ることが出来ず、何年も励起状態を保ち続ける事があります。

こういった物を含む蛍石を熱すると、蛍石の歪んだ部分が耐えられなくなり、開放されます。つまり、冷えたガラスに熱いお湯を入れて割れてしまうのと同じ様な現象が起きます。

歪みが開放される時に同時にトラップに捕まっていた電子も開放され、ようやくエネルギーを発散できるようになった電子は光としてエネルギーを消費するので、蛍石が光るのですね。(熱ルミネッセンス)

こちらの発光が日本で蛍石という名前になった由来となります。

他の地域で採れる蛍石には紫外線で赤く蛍光したり、白く蛍光する蛍石もありこれらは不純物として蛍光する元素を含んでいます。緑色の蛍石で青紫色に光るものにも蛍光する不純物が含まれる例もあり、それらが複合している可能性もあり、何が原因で光っているのかは細かく分析しないと分からないというのが、実際のところでもあります。

蛍光はホタルの光？

ちなみに、「蛍光する」という英語は Fulloressens (フルオレッセンス) といい、蛍石 (fluorite) が蛍光することから出来た単語です。

虫のホタルの発光は bioluminescence (バイオルミネッセンス) です。

日本語だと虫のホタルから石の名前がつけられて、英語のフルオレッセンスを訳したことから蛍光という単語が出来ているので、一見すると蛍光は虫のホタルの光のように見えるのがややこしいですね。本来なら蛍光は蛍石光と呼ぶべきなのですが、何故か蛍光と訳されて定着しています。

蛍光灯は蛍石光灯となっていたかもしれない、いや、語呂が悪いですね。