

# GSJ 地球をよく知り、地球と共生する

# 地質ニュース

2021

6

Vol.10 No.6



# 6月号

- 
- 109 **地質標本館における「地層の話」プログラム（後編）  
三角州形成と海水準変動の再現実験に適切な“砂”の検討**  
辻野 匠・森尻理恵・佐藤隆司・高橋 誠・下川浩一・須藤 茂・利光誠一
- 
- 118 **蛍石の「履歴書」** 佐脇貴幸・兼子尚知・中村由美・朝川暢子
- 
- 135 **第 33 回 GSJ シンポジウム地圏資源環境研究部門研究成果報告会  
「地圏に関わる社会課題の解決に向けて」開催報告**  
地圏資源環境研究部門広報委員会
- 
- 138 **嶋崎吉彦さんを偲んで** 牧野雅彦
- 
- 140 **新人紹介** 浦田優美・青木伸輔

# 地質標本館における「地層の話」プログラム（後編） 三角州形成と海水準変動の再現実験に適切な“砂”の検討

辻野 匠<sup>1)</sup>・森尻 理恵<sup>2)</sup>・佐藤 隆司<sup>2)</sup>・高橋 誠<sup>2)</sup>・下川 浩一<sup>2)</sup>・須藤 茂<sup>3)</sup>・利光 誠一<sup>4)</sup>

## 1. はじめに

前編(辻野ほか, 2020)では地質標本館で実施している「地層の話」プログラムにおける水路実験と附随する講義について報告しました。水路実験の普及を図る上で重要な要素に“砂”の調合・選定があります。「そこらへんの砂」でも水路実験はできますが、多くの児童に地層形成のダイナミクスをより実感してもらうためには、授業に適切な砂の選定が必要です(小山, 2006)。新型コロナウイルス(COVID-19)の感染症対策が求められる状況において、水路実験のような対面型の実習・実験の実施が中止され、技術が途絶える<sup>おそ</sup>恐れが出てきています。ここでは、砂の粒径や形態、色調に関する特性評価を行い、次世代の砂として、あるいは別の博物館や学校が、水路実験を導入する際の手掛りとなる砂の条件について述べたいと思います。

これまでの運用から、“砂”に求める性質として4つの条件を満たすことが必要です。まずは、1) 粒度分布がバイモーダルであること、2) 細粒の方と粗粒の方で色が異なること、の2つがあげられます。条件1は第1図のように粒径の異なる2つの碎屑物を混合して調製します。条件2については多くの場合、細粒成分が石英砂であることから、多くは白色(正確には無彩色)になると考えられます。その際、さらに3) 濡れても白いままであること、が求められます。“砂”によっては濡れると明度が下がって(灰色っぽくなって)、地層がはっきりしなくなります。専門家には見えて当然のラミナでも慣れていない児童にははっきり見えないものです。小山(2006)や石原(2008)もそれぞれの授業用堆積実験装置の開発において、堆積物粒子の色を適切に選定しなければ児童にとって“縞”を認識することができないと指摘し、特に同系色になることを避けるようアドバイスしています。最後に、4) 海水準を下げた際に地すべりが起きにくいことが重要になります。実験で台地を形成できても地すべりが起きて崩壊してし

まっては、続く実験で新しい侵食河川、新しい河口、新しい三角州もなにもできませんから。

後段で詳細に砂の特性を述べますが、最初に目代邦康氏(2005年から2008年まで地質標本館在籍、現・東北学院大学)が水路実験をはじめた時に使用していた砂(第2図のA)はこの4条件を満たしており、使い勝手が良かったのですが、使っているうちに砂の散逸が進み量が減ってきました。関係者がいろいろな砂を探して試行錯誤したのですが、白っぽい砂はなかなかありませんでした。大人には白かろうと灰色であろうと本質ではないので一笑してしまいそうですが、児童の中には見かけの艶やかさに魅せられる場合もあるので軽視できません。試行錯誤の中で、研究戦略部国内連携グループの川邊禎久氏(現・活断層・火山研究部門)が熱帯魚用の砂(第2図のB)を導入し、これは濡れても白さを保つ性質があり、条件3については解決されました。これは想像ですが、熱帯魚など観賞用のため、砂の色調についても濡れても白い砂が選ばれていた可能性があります。

熱帯魚用の砂は濡れても白いのですが、残念ながら条件4、つまり、海水準を下げた時に、地すべりを引き起こしてしまい、実験の最後の部分(低海面期での河川の挙動)を実演することが困難な事態になったことがしばしばありました。そのため、地質標本館ではより適した砂を探す必要がありました。そこで珪砂とアルミナを導入し、かつ、それぞれの肉眼・顕微鏡観察、粒径分析、分光測色を実施し、それぞれの結果について報告し、適切な“砂”について議論したいと思います。

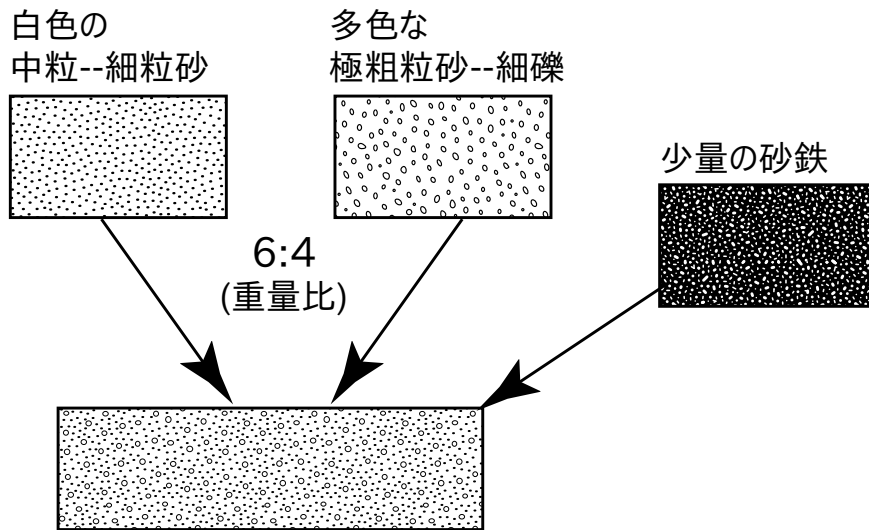
## 2. 使用する砂の特性

水路実験に使用している“砂”は、細粒成分(以下、砂)と粗粒成分(以下、細礫)の混合物(第1図)です。地質標本館で通常使用している砂は最初期に目代邦康氏が導入し

1) 産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門  
2) 産総研 地質調査総合センター 地質情報基盤センター  
3) 元職員  
4) 産総研 地質調査総合センター 研究戦略部

キーワード：地質標本館、小学校校外学習、水路実験、デルタ、海水準変動

## 砂の調合



第1図 砂の構成と調合

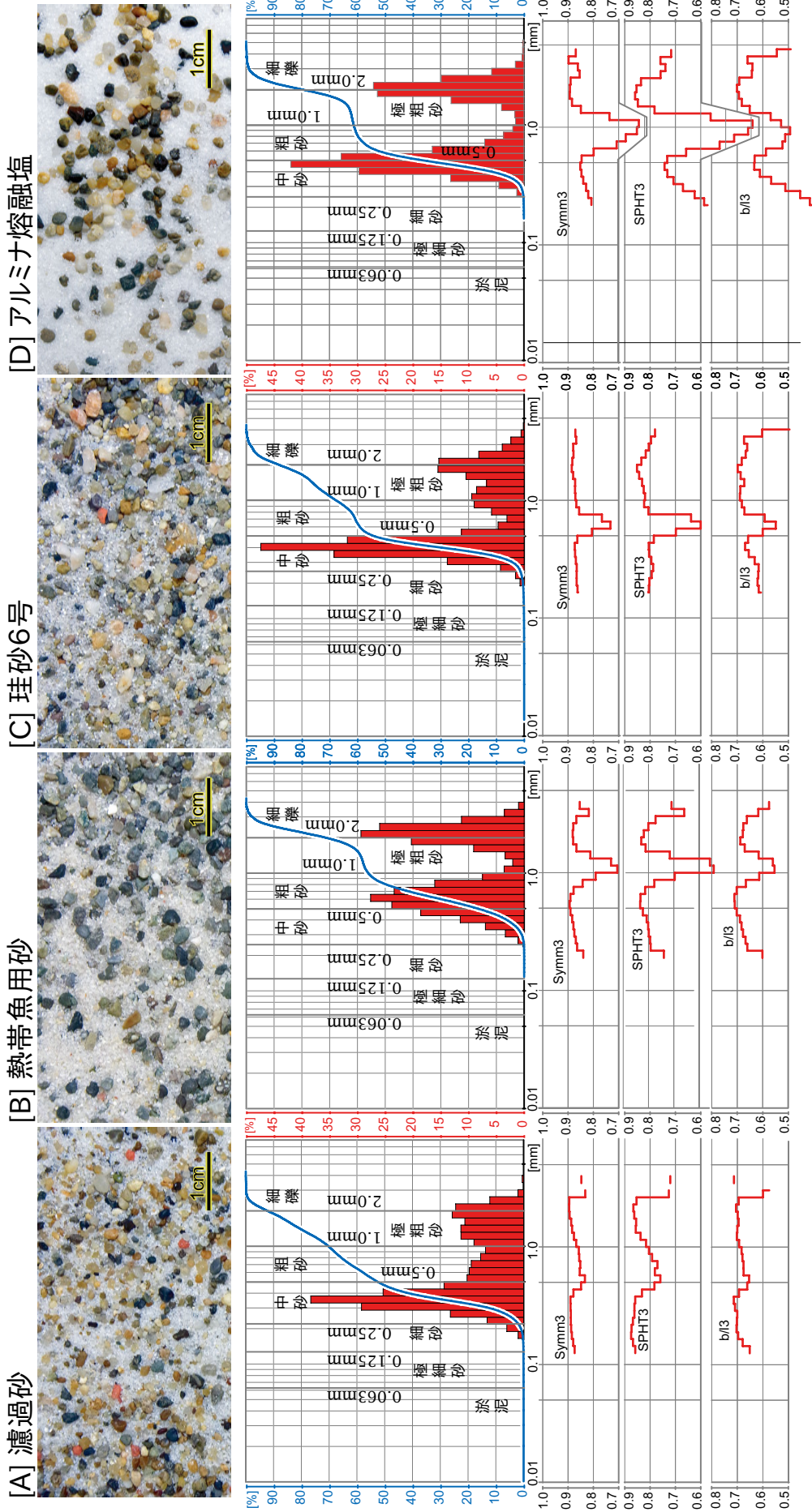
白色の細粒～中粒砂と多色な極粗粒砂～細礫とを重量比で6:4～7:3の割合で混合している。これに砂鉄を少量加える。砂鉄は地層の葉理を明確にする視覚的效果がある。

た砂(フィールドネームとして目代氏に因<sup>もくだいすな</sup>んで目代砂と呼称)です。この砂は筑波大学施設の濾過装置に充填されていたことから、ここでは「濾過砂」(第2図A)と表記し、今回の検討の基準にします。それ以外に、「熱帯魚用砂」(第2図B, フィールドネームとして導入者の川邊氏に因<sup>かわなべすな</sup>み川邊砂)と、珪砂(第2図C), 熔融アルミナ(第2図D)を検討の俎上に載せました。珪砂は粒度が号数で表記されており、濾過砂に相当する粒径は6号( $\phi$  0.10–0.42 mm)なので、こちらを用意しました。これを「珪砂6号」と表記します。というのは濾過砂も熱帯魚用砂も物質の名称としては珪砂だからです。また、調達した熔融アルミナはブラスト研磨用のもので、研磨剤を吹き付けたときに色うつりを嫌う素材用として白色の品質管理をされています。濾過砂に相当する粒径は珪砂とは規格が異なり46番( $\phi$  0.30–0.35 mm)が対応しますので、こちらを使用します。これは「熔融アルミナ」と表記します。

それぞれの砂の水路実験での実態は定量的な表現には至っていませんが、第3図に簡単にまとめています。濾過砂(A)は今回の検討での基準になります。これと比べて白さはどうか、斜面崩壊しにくい、が問われます。熱帯魚用砂(B)は前述のように白さは満たしていますが、崩壊しやすい欠点があります。珪砂6号(C)は今回導入した砂で、崩壊しにくい特徴をもつ一方、白さは今一つです。熔融アルミナ(D)は角張っていることから導入したもので斜

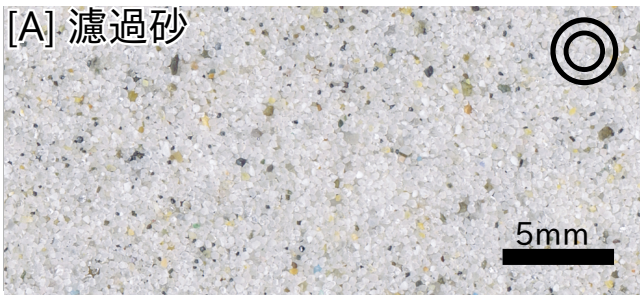
面崩壊しにくさでは非常な特性を発揮しました。第2図にある対称度、真球度、アスペクト比において熔融アルミナは他の砂に対してぬきんで低く斜面崩壊しにくさと関係しているように思われます。ところが、角張っていることが災いして、水路実験の各場面で洗掘されにくく移動しにくいという致命的な欠点があります。たとえば上流での砂山状態では侵食も遅く、子どもたちが退屈しがちです。より深刻なのは海退を起こして三角州が台地になった時です。本来は新しい河川が穿入して侵食河川となる筈ですが、熔融アルミナからなる台地は角ばっているために堆積層に間隙が多く、台地に流下した水流は「乾いた砂に水が浸み込む」ように伏流水化し、一向に侵食されません。結論として、珪砂6号を新規に導入し、熔融アルミナは使用しないことにしました。

以下に、細粒成分(白い砂の部分)にのみ注目して分析・観察を行った結果を示します。混合粒径の堆積に関する研究では、礫まじりの砂は礫だけ、砂だけより、よく運搬されやすいということが知られています(池田, 1984; 池田・伊勢屋, 1985)。この研究では、礫が多く、礫がお互い噛みあう状態だと渋滞しますが、礫が少ないと礫はスムーズに移動し、砂の性質によって移動が規制されることが明らかになっています。水路実験では粗粒成分(細礫)は同じものを使用していますし、混合比としては細粒成分(砂)が多い(6:4～7:3)ことから、砂に注目して以降の観察・

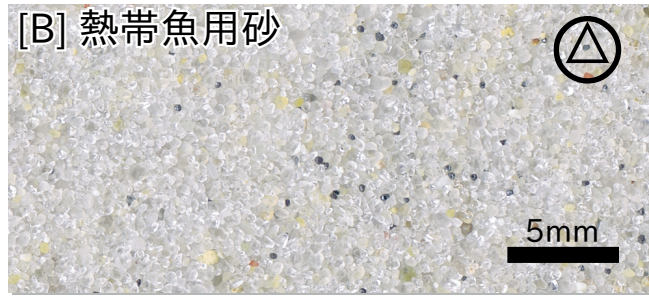


第2図 実験に使用する砂

それぞれの砂は、細粒成分（粒径0.2～1.0mm；中粒砂を主体とする）と粗粒成分（粒径>1mm・極粗粒砂+細礫）とを混合したものである。（A）細粒成分として濾過砂を利用したもの。（B）細粒成分として熱帯魚用砂を利用したもの。（C）珪砂（6号；号数は粒径）。（D）細粒成分としてアルミナ熔融塩を利用したもの。上段は接写写真、中段は粒径分析結果、頻度分布の棒グラフと積算の線グラフからなる。下段は写真判定による形状評価。Symm3は対称度、SPHT3は真球度、b/3はアスペクト比。



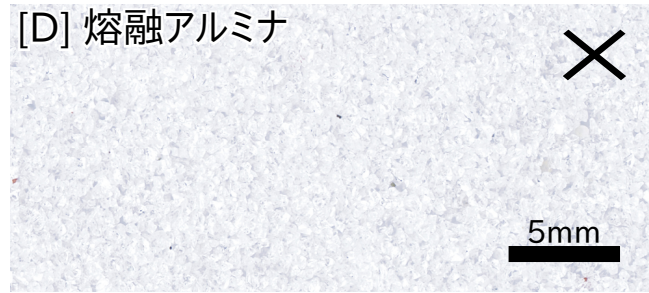
[A] 濾過砂  
元からある砂で、検討の基準。濡れても白い。



[B] 熱帯魚用砂  
主観的には崩壊しやすい。濡れても白さを保つ。



[C] 珪砂6号  
新しく導入。崩壊しない様に角張った珪砂にした。



[D] 熔融アルミナ  
崩壊しない。ただし侵食もされない。白さが一番。

第3図 検討した砂（細粒成分）の接写写真

(A) 濾過砂；(B) 熱帯魚用砂；(C) 珪砂6号；(D) 熔融アルミナ。写真の下に簡単に特徴を示した。

◎：とても良好，○：良好，⊙：準良好，×：不適

分析を進めています。なお、礫の比率を上げることで斜面崩壊を起こしにくくすることも可能かもしれません。ただし、上記の研究を援用すると、比率をあげすぎると流れない“砂”になることが予想されます。最適な礫/砂混合比は今後の課題かもしれません。

## 2.1 形状観察

最初にそれぞれの細粒成分だけを篩で取りだした写真を提示します(第3図)。写真は、たとえ照明を同一条件にしても撮影器材の特性や印刷の関係で色調の再現性には困難がありますが、熔融アルミナが一見して白いことは見てとれると思います。また、珪砂6号は赤っぽい色調がわずかに認められます。

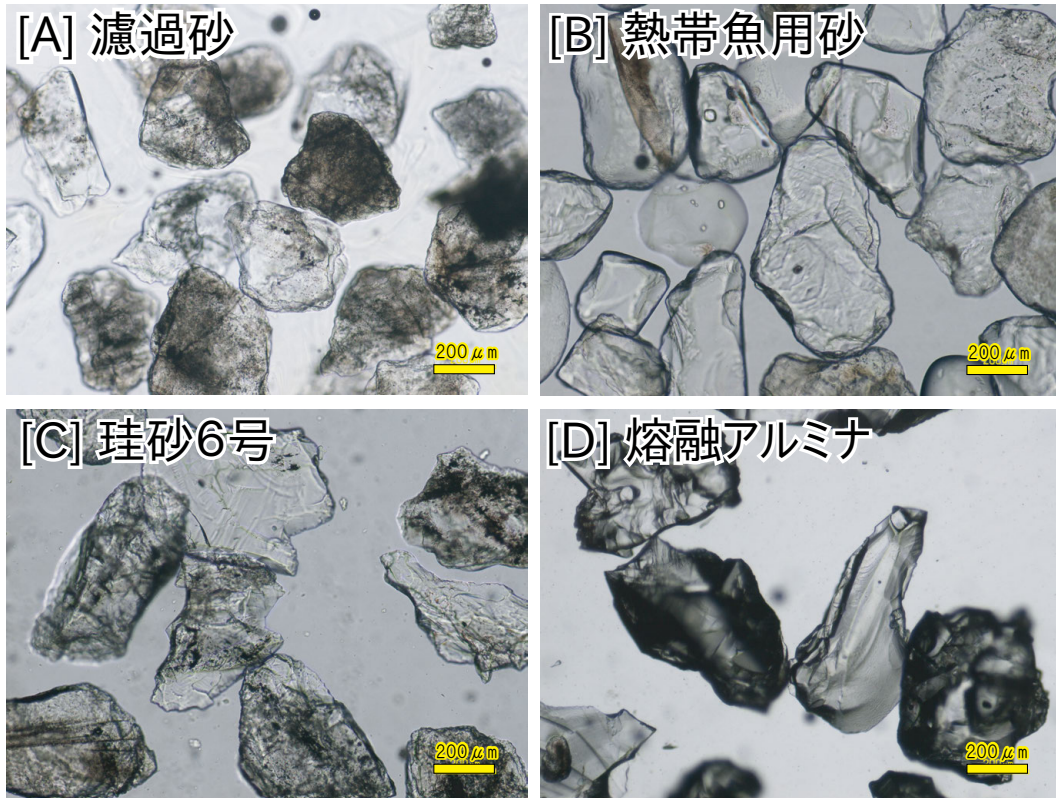
次に光学顕微鏡による写真を提示します(第4図)。一見してわかることは、熱帯魚用砂(第4図B)が非常に円磨(well-rounded: Tucker, 1982)されていること、及び、熔融アルミナが顕著に角張っていることです。熱帯魚用砂は、熱帯魚が口に含むことから人為的に円磨させているものがあり、これもその一つなのでしょう。熔融アルミナは爆発的噴火にともなう火山ガラスかと見間違えうくらいに尖っています(very angular, “極角状”)。それもその筈で、熔融アルミナはアルミナのメルトを急冷・粉碎したもので、火山ガラスと同様の過程で生成したものです。た

だ、違いは、アルミナ粒子の界面が暗くなっていることで、これは火山ガラスではあまりお目にかかれなれないと思います。これは熔融アルミナの屈折率が高いため(1.76程度)です。それ以外の砂は石英から成っており、屈折率は1.53～1.55です。

濾過砂と珪砂6号の円磨度は亜角(sub-angular)で、濾過砂のほうがやや角が落ちています。また、これらの砂は流体包有物を大量に含有していることも特徴にあげられ、熱水起源の石英を想像させます。このような流体包有物があることによって乱反射が増し、濡れた時の白さを維持している可能性があります。濡れた時に白さが減じるのは砂粒子表面の乱反射が低減することによるためです。原理的には乱反射する要素が多ければ多いほど白さが増すこととなります。新車を紙やすりで擦ると白っぽくなりますが、これは表面に微細な凹凸ができて乱反射が増すためで、乱反射が白さの鍵になると考えられます。

## 2.2 粒径特性

粒径分析はRetsch Technology社製のCamsizer P4を用いて行いました。この粒径分析装置は自由落下する粒子をデジタルで撮影し、その画像解析から粒度分布と粒子形状について測定できるというものです。まず、粒度分布を第5図に示します。どの砂も山がひとつの分布で、あまり分



第4図 検討した砂の顕微鏡写真  
(A) 濾過砂；(B) 熱帯魚用砂；(C) 珪砂6号；(D) 熔融アルミナ。

布には違いがないといえます。最頻値は、濾過砂(A)が中粒砂領域の0.35 mmにあり、熱帯魚用砂(B)が粗粒砂領域の0.6 mmに、珪砂6号(C)が中粒砂領域の0.4 mmに、熔融アルミナ(D)も同様に中粒砂領域の0.45 mmの領域にあることがわかります。また、各砂の中央粒径値は第6図iに示しました。最頻値と同じく、熱帯魚用砂(B)で高い値(0.57 mm)を示しています。

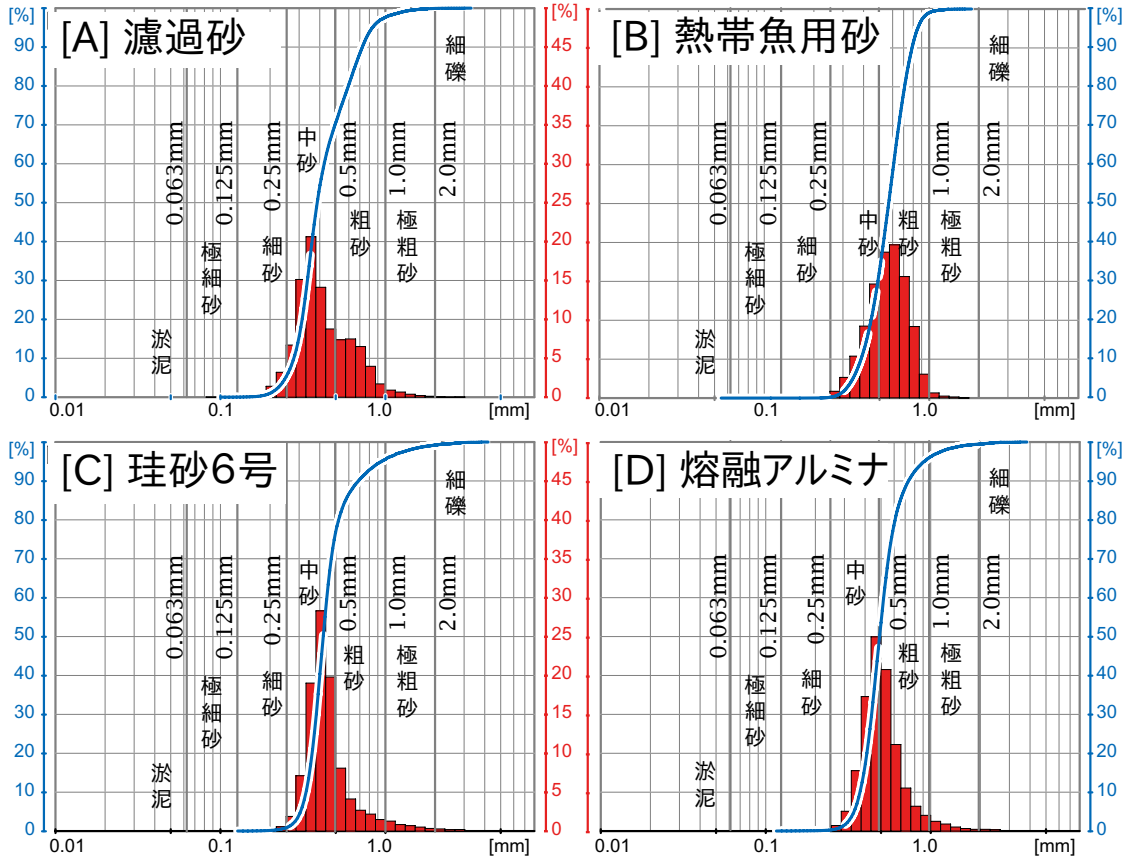
この粒径測定装置は画像解析から形状に関するいろいろな指標を取り出すことができます。今回とりあげるのは、対称度、真球度、アスペクト比で、第6図iに示します。理解が容易なのはアスペクト比で、粒子(の影)を楕円として近似した場合に長軸と短軸の比(短軸/長軸)で表現されます。円であれば長軸と短軸は同じですから1になり、楕円が伸びれば伸びる程、0に近づきます。真球度は「粒子(の影)の面積」を「粒子(の影)の外周の自乗を $4\pi$ で除したもので割ったもので、真球(円)であれば1になり、外周が増えても面積がほとんど増えないような形状、つまり突起物が多い形状になれば1を下まわります。円の場合、半径を $r$ として、外周( $2\pi r$ )を自乗して $4\pi$ で除せば円の面積( $\pi r^2$ )になることから、これは面積と外周とを比べる指標であることがわかります。対称度は線対称の指標で、計算方法が少し複雑ですので厳密な説明は

省略しますが、粒子(の影)の重心からの距離の最短のものとの最長のものの比(最短/最長)が最小のものを求めて計算します。こちらも円だと対称度が1になり、対称度の低いものほど値は小さくなります。それぞれの詳しい説明はRetsche Technology(2017)のカタログをご覧ください。

これらの値を見てみると、崩壊しやすい熱帯魚用砂(B)が、対称度、真球度、アスペクト比のどれも高く、崩壊しにくい熔融アルミナはどれも小さいことがわかります。これらは主観的な印象と符合しており、かつ、検鏡結果とも一致しています。また、濾過砂(A)を基準とした場合、要求される対称度、真球度、アスペクト比の範囲もある程度制約できそうです。

### 2.3 安息角

これらの砂の安息角を乾燥状態と湿潤状態の2状態でそれぞれ測定しました(第6図i)。基本的には砂の安息角の代表値である30度に近い値なのですが、熔融アルミナ(D)の40度(乾燥)、38度(湿潤)が突出している一方で、熱帯魚用砂(B)の32度(乾燥)、30度(湿潤)は、濾過砂(A)や珪砂6号(C)(35~37度程度)に比べて低い値と



第5図 検討した砂の粒径分析結果  
(A) 濾過砂；(B) 熱帯魚用砂；(C) 珪砂6号；(D) 熔融アルミナ。

なっています。粒子形状の凹凸の有無と安息角の大小は関係しているかもしれませんが。たとえば、豊浦(山口県)標準砂とガラスビーズと珪砂とでは、安息角が大きく違うことが示唆されており(蜂谷ほか, 2008), それぞれ 34 度程度, 24 度程度, 36 度程度となっています。これらの粒子集合は粒径調整がなされており, 珪砂と豊浦標準砂は同じ石英ですので密度は同じで, ガラスビーズも成分によりますが, 石英とは大きく変わらないことから安息角の大小は形状によることが読みとれます。

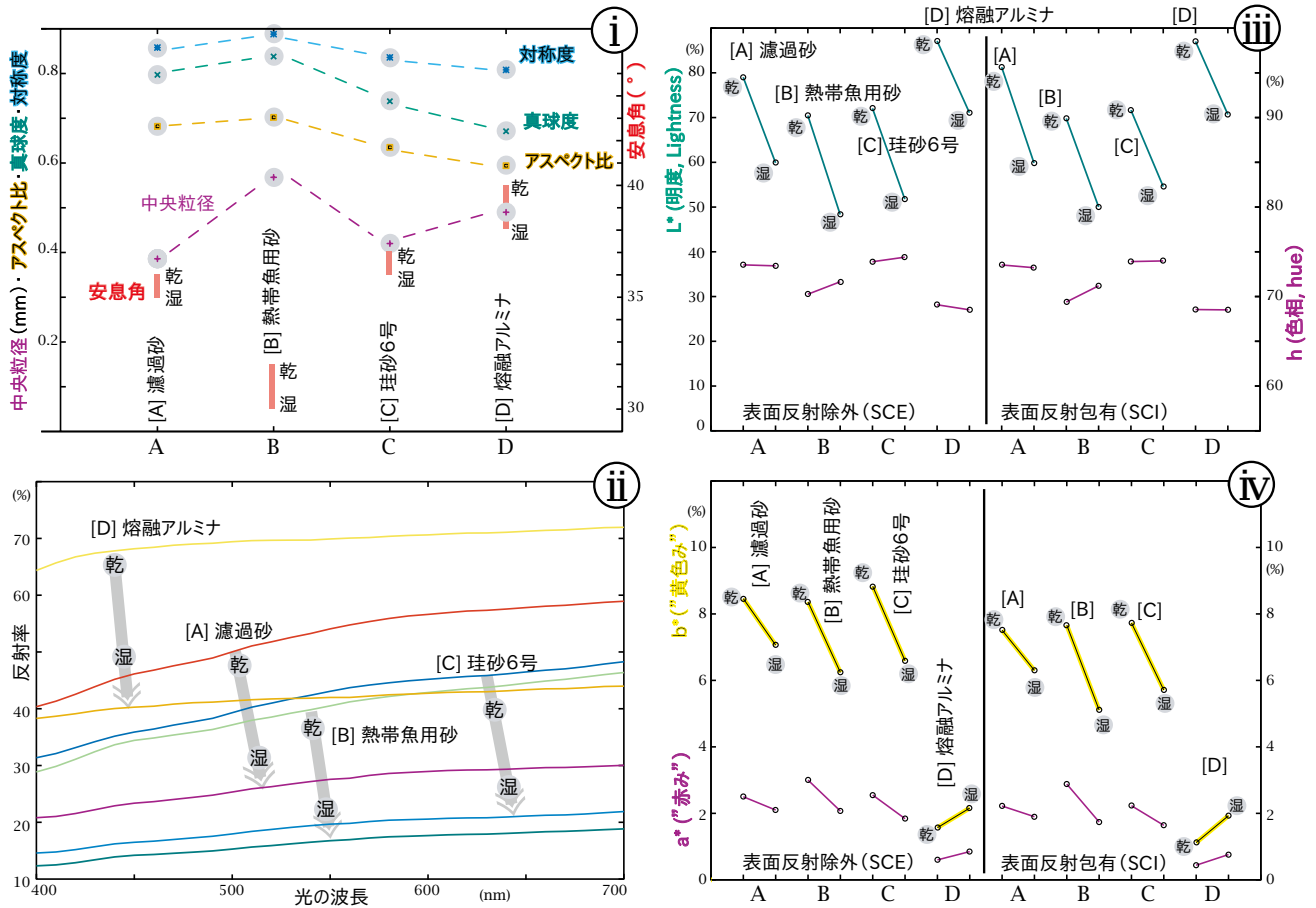
## 2.4 分光分析

水路実験で使用する砂は, 濡れても白いことが望ましい条件と考えています。砂の白さを定量化するために分光測色を実施しました。測定器はコニカミノルタ製の CM-2022 です。測定条件は白い蒸発皿に測定すべき砂を 1 cm の厚さで敷き詰め, 乾燥状態/湿潤状態の 2 状態で測定しました。分光スペクトラムを第 6 図 ii に示します。この図は, 横軸は光の波長を示します。右は 700 nm で赤色(>700 nm は赤外線), 左は 400 nm で青(紫)色(<350

nm で紫外線)になり, 400 ~ 700 nm がほぼ可視光の領域になります。縦軸は反射率でその波長の光がどれくらい反射したかをパーセントで示しています。全体に言えることは, 濡れると反射率は低下(20%程度)し, しかも長い波長(赤側)ほど低減率は大きいことです。つまり, 濡れるとすこし暗く, 青っぽくなります。濡れると色が暗くなることは日常生活で感じている主観と一致しています。赤側で低減率が大きいのは光の散乱のしやすさが波長によって異なり, 長波長(赤側)のほうが散逸しやすく, 測定窓に返ってこない光が長波長のほうが多くなるためと考えられます。より広い面積を測定すると散逸した長波長成分も測定できるため, これとスペクトルが異なる可能性があります(測定における面積効果)。色の測定については Hunt and Pointer (2011) や大田(2005)をご参照ください。

スペクトルを俯瞰すると, 第 6 図 ii に実線で示したように, 熔融アルミナ(D)が全波長域において最も高い反射率(乾燥 65 ~ 72%, 湿潤 38 ~ 42%)をもっており, 波長 400 nm での反射率と 700 nm での反射率の差も最も小さくなっています。これは熔融アルミナ(D)が最も白く, 特に色目(色調)がついていないことを示しています。





第6図 粒径分析、安息角及び分光測色データ

i) 粒径分析・安息角。安息角は乾湿両方の値を示した。ii) 分光スペクトル。こちらも乾湿両方のスペクトルを示した。iii)  $L^*C^*h$  測色系における明度 ( $L^*$ ) と色相 ( $h$ )。iv)  $L^*a^*b^*$  測色系における  $a^*$  ("赤み") と  $b^*$  ("黄色み")。SCEは表面の反射(主に乱反射や鏡面反射)を除いたもので、SCIはそれらの光を含めた測定値。

その次に高い反射率をもっているのは濾過砂(A)(乾燥40~60%, 湿潤20~30%)で、熔融アルミナ(D)に次いで白いことを表していますが、400nmの反射率と700nmの反射率の差は多少あり、すこし赤めの色目になっていることを示しています。珪砂6号(C)と熱帯魚用砂(B)はほぼ同じスペクトルで、濾過砂の10%(湿潤で7%)くらい下をほぼ平行に伸びています。これは濾過砂と色調は似ていて、白さは少し落ちることを意味しています。

次に、スペクトルから色の特徴を数値化したものを示します(第6図のiiiとiv)。指標としてCIE(Commission Internationale de l'Éclairage, 国際照明委員会)の $L^*a^*b^*$ と $L^*C^*h$ を用います。 $L^*$ は明るさ(lightness),  $a^*$ は赤み(負の値は緑),  $b^*$ は黄色み(負の値は青み)になり、これらは互いに独立な値をとります。 $C^*h$ は $a^*b^*$ を極座標系にしたものです。 $C^*$ は彩度(chroma)で、 $a^*b^*$ 平面上の原点からの距離として計算され、大きい程、 $a^*$ または $b^*$ が大きくなり、色がついていることを意味します。 $h$ は色相

(hue)で、 $a^*$ と $b^*$ の直交座標系の $a^*$ からの角度で示される値で、0度が赤、90度は黄色、180度が緑、270度が青になります。したがって、白いとは、 $L^*$ が大きく、 $a^*$ も $b^*$ も小さいこととなります。 $h$ は $a^*b^*$ が小さくても0でない限り角度が生じるので何らかの値にはなりますが、白さとは直接の関係はありません。関係するのは $C^*$ (彩度)で、 $C^*$ が小さい程、色がついていない(無彩色)こととなります。

さて、測定結果を見ると、スペクトルで触れた通り、濡れた砂は乾いた砂よりも明るさ( $L^*$ )が小さくなっており、20%程度の低下で(あたりまえですが)スペクトルでの低減率と一致しています。 $L^*$ の値としては熔融アルミナ(D)がもっとも高く、次いで濾過砂(A)で、熱帯魚用砂(B)と珪砂6号(C)はこの中では低い値になっています。色相( $h$ )を見ると、どれも68~75程度で、自然言語での色表現としては、赤みのある橙色になります。肉眼では熔融アルミナ(D)は白色で赤みのある橙色ではないのですが、

上で述べたように  $a^*$ ,  $b^*$  の値の比から計算上は何らかの色が算定されます。  $C^*$  を見ると、他が 6~9 程度なのに対して熔融アルミナ (D) は 1~2 とほとんど無彩色で、実際には色として認識されるほどの彩度はないことを示しています。

肉眼では珪砂 6 号 (C) は熱帯魚用砂 (B) よりも赤っぽく見えますが、色相での差異は僅少で、  $a^*$  (赤み) も同程度で、むしろ熱帯魚用砂 (B) のほうが  $a^*$  は大きい値をとっています。一方で、  $b^*$  は珪砂 6 号 (C) のほうが大きく、珪砂 6 号 (C) が赤っぽく見えるのは黄色の強さに由来するのかもしれません。

### 3. おわりに

以上の検討を踏まえると、水路実験に適当な砂の条件は以下ようになります。粒子分析から言えることは、1) 色調的には、包有物の多い石英砂が適当で、粒子形状は angular で対称度が低いほうがよい。ただし、2) angular であればあるほどよい、というものではない。熔融アルミナ (あるいはガラス質火山灰) のように極端に角張っているものは洗掘自体が起きにくく、堆積以前に運搬されないという問題がある。3) 粒径は 0.4~0.6 mm 程度 (中粒砂の領域) を使用していて、4) 形状特性としては、対称度は 0.85 程度で実用に耐える (瀘過砂) といえる。真球度は 0.75 以下が望ましいが 0.8 程度でもよく、アスペクト比は 0.7 以下が望ましい、となります。ただ、これらは測定器がないと統計的に有意なデータは取得しにくいかもしれません。5) 安息角は、手軽に測定でき、実際の前置層安定性と深く関係する指標ですが、乾湿ともに 35 度以上あってほしく、33 度以下だと崩壊のリスクが高くなりそうです。

色調としては、明るさ (lightness)  $L^*$  が乾燥状態で 70 以上、湿潤状態で 45 以上が望まれます。  $L^*$  だけなら測色計がなくてもデジタルカメラで測定は不可能ではありませんが、肉眼で判断するほうが手軽で正確でしょう。

現行の地質標本館では、熱帯魚用砂 (B) と珪砂 6 号 (C) も使用していますが、そのほかに、元職員の磯部一洋氏がストックしておいた新島羽伏浦 (東京都) で採取された流紋岩の火山島の海砂も運用しています。今回は具体的にデータを示しませんが、流体包有物は少ないものの比較的白く、比較的尖っており (sub-angular ~ sub-rounded)、地すべりに対しても好調な成績のようです。参考までに、中央粒径は 0.46 mm、真球度は 0.71、対称度は 0.83、アスペクト比は 0.65 となっており、角が若干落

ちていることを除けば瀘過砂とほぼ同じ粒径・粒子形状をしている、といえそうです。また、アイディアとしては、今回は使用に耐えなかった熔融アルミナと円磨度の高い石英砂とを混合して、より崩壊しにくい砂を調製することも可能かもしれません。

最後に、新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) 予防の対策で校外学習の自粛が続いているという状況においても、このような実験手法が途絶えることなく、イベントが再開された時には子どもたちや市民にブラッシュアップされた川と海の堆積実験を見ていただき、地球科学にさらに親しみをもってもらえるように願ってやみません。

**謝辞:** 分光測色計については中村光一氏 (当時、GSJ 研究戦略部) に測定器使用の便宜を図っていただきました。粒度分析については地質情報研究部門の七山 太氏に機器操作等をご教示いただきました。東北学院大学の目代邦康氏、ならびに活断層・火山研究部門の川邊禎久氏には水路実験を実施し本検討を行う上で適切な助言をいただきました。記して謝意を表します。

### 文 献

- 蜂谷菜穂子・菊池剛志・飛田善雄・山口 晶・吉田 望 (2008) 粒状体の安息角と流動に関する基礎的実験。平成 20 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, 289-290。
- Hunt, R.W.G. and Pointer, M.R. (2011) *Measuring Colour, fourth edition*. Wiley and IS&T series in imaging science and technology, 469p.
- 池田 宏 (1984) 二粒径混合砂礫の流送に関する水路実験。筑波大学水理実験センター報告, no. 8, 1-15。
- 池田 宏・伊勢屋ふじこ (1985) 粗砂の運ばれやすさに及ぼす細砂の影響。筑波大学水理実験センター報告, no. 9, 43-47。
- 石原 清 (2008) 生徒の興味を惹く地学実験器具の開発 (2 年次)。島根県教育センター平成 20 年度研究紀要, 1-13。 [https://www.pref.shimane.lg.jp/education/kyoiku/kikan/matsue\\_ec/chousa\\_kenkyu/h15-h20kenkyuseika/19nendo.data/kojin\\_ishihara.pdf](https://www.pref.shimane.lg.jp/education/kyoiku/kikan/matsue_ec/chousa_kenkyu/h15-h20kenkyuseika/19nendo.data/kojin_ishihara.pdf) (閲覧日: 2018 年 9 月 21 日)
- 小山ちさと (2006) 児童一人ひとりが実感を伴って学べる理科の授業づくり。神奈川県立総合教育センター長期研修員研究報告, 4, 33-36。
- 大田 登 (2005) 色彩工学 (第 2 版)。東京電機大学出版

局, 311p.

Retsche Technology (2017) CAMSIZER P4-Partikelgr-o:1en- und Partikelformanalyse mitdynamischer Bildanalyse (カムサイザー P4 のカタログ). ヴァーダー・サイエンティフィック株式会社, [https://www.retsch-technology.jp/dltmp/www/53e4b554-e528-4a46-ba78-636500000000-6d893f1588c2/brochure\\_camsizerP4\\_de.pdf](https://www.retsch-technology.jp/dltmp/www/53e4b554-e528-4a46-ba78-636500000000-6d893f1588c2/brochure_camsizerP4_de.pdf) (閲覧日: 2018 年 8 月 24 日) ルートページ (リンク切れの時のために) は <https://www.retsch-technology.jp/jp/products/dynamic-image-analysis/camsizer-p4/downloads/>

Tucker, M.E. (1982) *Sedimentary Rocks in the Field (Geological Field Guide)*. Wiley, West Sussex, UK,

234p.

辻野 匠・森尻理恵・佐藤隆司・高橋 誠・下川浩一・須藤 茂・利光誠一 (2020) 地質標本館における「地層の話」プログラム (前編) 三角州の形成と海水準変動の再現実験の紹介. GSJ 地質ニュース, 9, 317-326.

---

TUZINO Taqumi, MORIJIRI Rie, SATOH Takashi, TAKAHASHI Makoto, SHIMOKAWA Koichi, SUTO Shigeru and TOSHIMITSU Seiichi (2021) Flume experiment in Geological Museum, AIST, GSJ (Part 2) - Sand characteristics suitable for experiments on delta development in response to sea level changes.

---

(受付: 2021 年 3 月 3 日)

# 蛍石の「履歴書」

佐脇 貴幸<sup>1)</sup>・兼子 尚知<sup>2)</sup>・中村 由美<sup>1)</sup>・朝川 暢子<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

鉱物好きな人ならだれでも知っている<sup>ほたるいし</sup> 蛍石。鉱物を扱うお店ならば定番の鉱物ですね。もちろん、産業技術総合研究所(産総研)地質調査総合センターの地質標本館にも展示されています(第1図)。

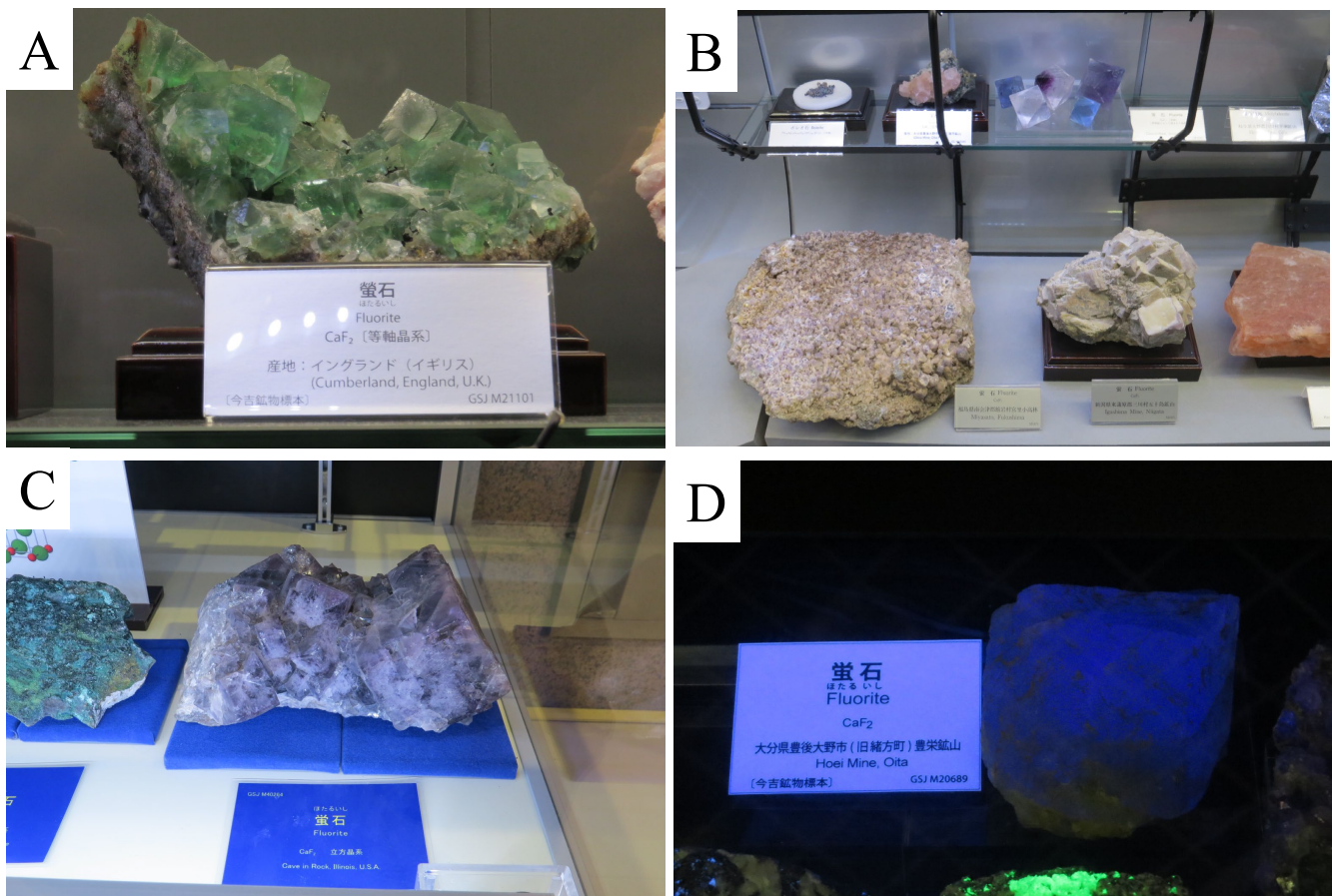
蛍石の魅力は、なんとといってもその色と形です。地質標本館のウェブサイトの「おすすめ標本ストーリー」([https://www.gsj.jp/Muse/story/src/story\\_037.pdf](https://www.gsj.jp/Muse/story/src/story_037.pdf) 閲覧日: 2021年2月14日)にもある通り、自然界には紫、青、緑、黄、ピンク、赤などの多彩な蛍石が産します。また、立方体あるいは正八面体のきれいな外形も人気の理由だと思います。

でも、ふと考えると、なぜ「蛍石」なのでしょう?なぜこんなきれいな、幻想的な名前が付けられたのでしょうか?今回は、上記の「おすすめ標本ストーリー」を作成する中でわいてきた疑問について、古い文献にまでさかのぼって調べたことをお話しします。なお、以下の文章では、古い文献の文章を引用する場合は、表現をなるべくそのまま転記するようにしています。

## 2. 蛍石とは

### 2.1 鉱物学的特徴

蛍石(fluorite)は等軸晶系の鉱物で、屈折率は1.433～



第1図 地質標本館に展示している蛍石

A:「今吉鉱物標本」の蛍石(カンバーランド産:第4展示室), B:いろいろな蛍石(第4展示室), C:「青柳鉱物標本」の蛍石(イリノイ州産:2階回廊), D:蛍光を発する蛍石(大分県豊栄鉱山産:第2展示室)

1) 産総研 地質調査総合センター地質情報基盤センター

2) 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門(兼務 地質情報基盤センター)

キーワード: 蛍石, 金石学, 鉱物学, 木内石亭, 宇田川裕庵, 和田維四郎

1.435, モースの硬度計では硬度 4 です。上述の通り, 無色透明, 紫, 青, 緑, 黄, ピンク, 赤など, 多彩な色を持ちます。立方体, 正八面体などの自形結晶で産することがあり, (111)面の劈開が顕著です。この劈開が, 蛍石の形態を左右する重要な要素となっています。化学成分としてはカルシウムとフッ素からできているハロゲン化鉛物 (CaF<sub>2</sub>) ですが, まれにカルシウムを置換してストロンチウム (Sr), イットリウム (Y), セリウム (Ce) などが入ることがあります (黒田・諏訪, 1983)。

## 2.2 産状

地質学的には, 蛍石は熱水性鉛物脈, 気成鉛床, 花崗岩類及びペグマタイト, 炭酸塩岩, 温泉沈殿物など, 実に多様な地質環境に産することが知られています (加藤, 2018)。石原 (2005) は日本の蛍石鉛床の再総括を行っていますが, それによれば, 日本の蛍石鉛床は大局的には後期白亜紀花崗岩分布域の西南日本内帯, 関東-羽越帯に産出し, 阿武隈帯以東の東北日本の白亜紀花崗岩中には分布しない, と述べています (蛍石が東北日本に産しない, と言っているわけではありません)。この鉛床分布は, 花崗岩類中の錫の存在量とも一致し, また厚い大陸地殻的な部分の存在との相関もあると述べています。日本で最も大きな蛍石鉛山は岐阜県の平岩鉛山でしたが, これは 1972 年に閉山しています。これ以降, 日本での鉛業的な生産はなくなり, 現在はすべて輸入されています。

## 2.3 用途

蛍石は, 工業用原料として重要で, 製鉄用融剤, フッ素ガス製造, 化学薬品製造, 窯業 (ガラス, セメントなど), 合成樹脂 (フッ素系樹脂) 製造, 光学レンズ製造などのために使われます (上野, 1963; 長沢・クズヴァルト, 1989; 石油天然ガス・金属鉛物資源機構, 2019)。この

うち, 製鉄においては, 蛍石を融剤として加えることで, スラッグ (鉛滓) を構成する物質に流動性を持たせ, そこに鉄鉛石から放出された硫黄 (S), 燐 (P) を捕えるようにするために使われます (長沢・クズヴァルト, 1989)。

## 2.4 色と発光現象

蛍石を特徴づけるのは, なんとといってもその「色」と「発光現象 (ルミネッセンス: luminescence)」でしょう。

蛍石が多彩な色を持つ原因は, 鉛物学の分野で盛んに議論されてきました。その発色の原因としては, 現在のところ, 格子欠陥, 微量の希土類元素, 炭質物や MnO<sub>2</sub> の包有物, 放射性鉛物 (包有物あるいは周囲の母岩の鉛物) の影響などが挙げられています (Chang *et al.*, 1996)。例えば, 格子欠陥を図示したものとしては, 秋月 (1998) による, 蛍石における格子欠陥 (点欠陥) の例 (着色中心) があります。また, Mn はきわめて多くの鉛物に発光性を付与することが知られているとのことです (原田, 1973b)。

もう一つの特徴であるルミネッセンスですが, このルミネッセンスとは, 物質が外部からエネルギーを受けて励起され, その後受け取ったエネルギーを光として放出する現象のことを言います (山川, 2008)。放出する光のスペクトル領域は紫外部から赤外部にわたりますが, 普通は可視光部を中心に, 近紫外部から近赤外部の領域を取り扱うことが多いとされています (原田, 1973b)。

山川 (2008) は, ルミネッセンスの種類と原因を系統的にまとめています (第 1 表)。蛍石といえば, なんとなく, 紫外線発生装置 (ブラックライト, ミネラライト) に反応して蛍光を出す, 即ち第 1 表の分類でいえば「フォトルミネッセンスによる蛍光」が特徴的, というイメージがあります。このフォトルミネッセンスによる蛍光で特に有名なのは, イギリスのカンバーランド (Cumberland) の蛍石 (第 1 図 A) で, 太陽光線に含まれている紫外線レベルで

第 1 表 ルミネッセンスの種類 (山川, 2008)

分類の基準	名称	理由
光り方による分類	蛍光 (フルオレッセンス: fluorescence)	エネルギーを与えた瞬間に即座に光るもの
	燐光 (フォスフォレッセンス: phosphorescence)	エネルギーを与えてから遅れて光り, エネルギーが途絶えても発光しているもの
	フラッシュ	最初の光の色がそのあとの光の色と違う場合の, 最初の光
発光の外的要因による分類	フォトルミネッセンス (photoluminescence)	可視光線, 紫外線等によるもの
	カソードルミネッセンス (cathodoluminescence)	電子ビームによるもの
	サーモルミネッセンス (thermoluminescence)	熱によるもの
	トリボルミネッセンス (triboluminescence)	摩擦, 打撃等によるもの
	ケミルミネッセンス (chemiluminescence)	2つ以上の物質の化学反応によるもの
	バイオルミネッセンス (bioluminescence)	生物の生体内化学反応によるもの
	エレクトロルミネッセンス (electroluminescence)	電界エネルギーによるもの
ソノルミネッセンス (sonoluminescence)	音響エネルギーによるもの	

も反応し、緑色の蛍石が青みを帯びて見えるとのこと（門田，1943；堀，1990）。

このフォトルミネッセンスという現象自体を人類が目にしたのはおそらく非常に古いことと思われませんが、最初の文献はスペインの医師 Nicolás Bautista Monardes による 1575 年もしくは 1565 年の *Lignum nephriticum*（植物の一種）の観察記録だそうです（八木ほか，1960；Acuña and Amat-Guerri，2007）。また、モースの硬度計で知られる Fredrich Mohs も、1824 年に紫外線による蛍石の蛍光に気がついていたとのこと（ボネウィッツ〔青木訳〕，2007）。fluorescence という用語は、この蛍石が放つ光に対して作られた言葉で、イギリスの数学者・物理学者 George Gabriel Stokes が 1852 年に命名したとのこと（八木ほか，1960）。しかしながら、実は必ずしも全ての蛍石がフォトルミネッセンスによる蛍光の性質を持つわけではなく、むしろルミネッセンスを示さないことの方が多いようです（山川，2008）。

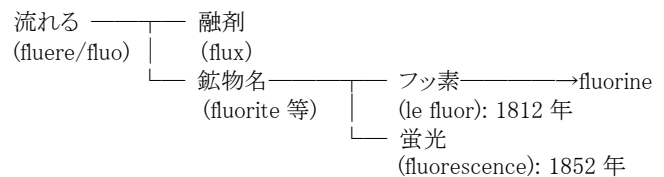
一方、蛍石に強く熱を与えることによって光を放つ性質（サーモルミネッセンス）は、様々な蛍石によく見られるものとのこと（門田，1943；堀，1990）。また、原田（1973b）によれば、燐光の場合、数秒間から数十日間も発光を継続する場合があります。なお、加熱、打撃等の物理的作用による燐光を最初に記録したのは、ドイツの物理学者 Placidus Heinrich によるもので、1811 年のことだそうです（佐藤，1922a）。

## 2.5 Fluorite の字義

蛍石は英語で fluorite といいます。この鉱物名が名付けられたのは 1797 年のことで、イタリアの鉱物学者 Carlo Antonio Galeani Napione の著作 “Elementi di mineralogia” が初出のようです（Dana，1875；<http://www.alexstrekeisen.it/english/meta/fluorite.php>；<https://mineralogicalrecord.com/libdetail.asp?id=1016> など、閲覧日：2021 年 2 月 15 日）。それ以外の名称としては、文献としての記録に残る最古のものとして G. Agricola による fluores, Flüsse (1529 年のほか 1528 年、1530 年とするものもある；Dana，1875；後閑，1939；松浦・国分，1972；富阪，1990) があり、これは鉱山冶金にかかわる “Bermannvs (あるいは Bermannus) sive de re metallica (dialogus)” での記載のようです。また、A. J. Cronstedt による Fluss, Flusspat (1758 年)、M. Sage による spath fusible (1777 年)、F. S. Beudant による fluorine (1832 年) などがあります（松浦・国分，1972）。これに加え、真偽は不明ですが、15 世紀の錬金術師であった Basilius

Valentinus が最初に fluores と呼んだという話もあるようです（Emeléus，1950）。なお、蛍石（にあたるもの）を最初に記載したのはローマ時代の Gaius Plinius Secundus（大プリニウス：23 生 -79 没）で、蛍石製の器について記載しています（プリニウス〔中野ほか訳〕，1986，p.1501）が、原語の綴りはこの翻訳本に記されていないので不明です。

fluorite という言葉そのものは、2.3 節のスラッグのところでも述べた流動性に関連しており、ラテン語の「流れる」という意味の fluere あるいは fluo（英語の flow）に由来するもので、融剤のことをフラックス (flux) と呼ぶのも同根です。ただし、工業用原料名としては、fluorite よりも fluorspar の方が普通とのこと（長沢・クズヴァルト，1989）。ここで、この語尾の “spar” は、透明～半透明で劈開・光沢のある鉱物のことを指し、重晶石 (barite) や長石 (feldspar) にもその名残りが残ります（Bates and Jackson，1980）。なお、フッ素 (fluorine) は、1812 年にフランスの物理学者・数学者の André-Marie Ampère（電流の単位「アンペア」はこの人にちなむ）が、蛍石由来のフッ酸 (HF) を構成する元素名 (le fluor) として提案したものに由来します（松浦・国分，1972）。すなわち、



という順序で言葉ができていったこととなります。

このように、fluorite や fluorspar という名称は「流れる」という性質に由来するものであり、ルミネッセンスの「光る」という性質や蛍の生態などとは結び付いていません。すなわち、fluorite 等の原語を意識して鉱物名「蛍石」としたわけではないこととなります。では、どのようにして、この鉱物名が名づけられたのでしょうか。それを、古い文献を紐解いて調べてみましょう。

## 3. 江戸時代以前の「蛍石」

### 3.1 本草学関係の資料

菊池（2014）によると、紀元前 200 年ころに中国で成立したとされる本草誌（新農本草経）には、蛍石が「紫石英」の名で記されている、とあります。そこで、「国立国会図書館デジタルコレクション」において本草学及びその影響を受けている文献を調べてみました。調べたのは、〈本草和名〉、〈本草綱目〉、〈本草綱目啓蒙〉等です（第 2 表、通番 1～11）。その結果、〈大和本草〉以外にはどれにも「紫

石英」という項目はあるものの、残念ながら、蛍石を特徴づけるルミネッセンスは明確に記されていないようです。また、益富（1967）では、これらの本草学の書物における「紫石英」のことを現在の石英のこととして記述していますので、どうやら蛍石のことを紫石英として記述した本草学の書物はないように思われます。

ただし、後述する宇田川榕庵の〈舎密開宗〉（3.3 節）には「漢渡ノ紫石英 邦産ノ螢石、螢砂、此二属ス」、及び明治時代の文献、例えば熊澤・柴田（1885）にも「本邦ノ薬舗其紅紫色ノ者ヲ以テ紫石英ト呼フハ訛ナリ」との記述があり（第3表、通番28）、少なくとも明治時代初期までは、漢方薬の店舗（薬舗）において、紫石英と蛍石の間での混同が起きていたことが示唆されます。〈物品識名拾遺〉、〈品物名彙〉（第2表、通番18、20）の「紫石英」に関する記述もこの一端でしょう。また、益富（1957）の紫石英の説明において、「中国市場品に紫色の螢石を紫石英と誤れるをみることあり」となっており、さらに益富（1967）では、「石英は古来白・黒・黄・青・紫の五色に分けられるが、紫が貴人の衣服で高貴な色であったため、紫が一番貴ばれた」ということが述べられています。混同された背景には、このように紫石英のほうが色の格式とそれに基づく薬効の面で価値が高いと評価されたことがあり、それによって紫色の透明鉱物を広く「紫石英」と呼ぶようにしていたのではないかと推察されます。ちなみに、宝石業界においては、フォールスアメジスト等の名称での呼び名もあるとのこと（久米、1927）。なお、偶然と思われませんが、Alberti Magni (Albertus Magnus) の〈鉱物論〉（13世紀）でもアメジストと蛍石の混同がみられるようです（アルベルトゥス・マグヌス〔沓掛訳〕、2004、p.156）。

### 3.2 雲根志

江戸時代における岩石、鉱物の記載といえば、木内石亭（きうちせきてい、きのうちせきてい：1724生-1808没）の〈雲根志〉を外すわけにはまいりません。〈雲根志〉は、前編（1773年）、後編（1779年）、三編（1801年）の三編からなり、木内石亭が49歳から78歳の間にまとめた、日本各地の岩石・鉱物・化石（奇石）を集めた一大岩石鉱物化石図鑑であったと言えます。出版当時かなり好評で、全国の奇石愛好者だけでなく、さらに広い読者層があり、第5版まで版を重ねたようです（斎藤、2020）。木内石亭は、そのほかにも〈奇石産誌〉、〈諸国産石誌〉、〈諸州石品産所記〉、〈石筍〉などの岩石・鉱物誌を残しており、これらの中には、まさに現代の蛍石に相当する記述がみられません（第2表、通番12～16）。

まず、〈雲根志〉（後編 巻之二 生動類）では、伊勢国<sup>はったさん</sup>治田山に産する「螢砂」というものを記載しており、その「火中に投ぐれば青く燃えて飛揚す。そのさま蛍の飛ぶに異なる事なし。」という記述（木内〔今井訳〕、1969）は、まさにサーモルミネッセンスを示す蛍石の薄片の描写そのものです。〈奇石産誌〉では、伊勢国治田山以外に、備中国窪屋郡の記述が追加されています。〈諸国産石誌〉では、伊勢国のものとして、「螢石：員辨郡石樽南村の山」、<sup>いなべ いしぐれ</sup>「螢砂：治田山にあり」の二カ所のことを記述しています。伊勢国以外では、陸奥国の「螢石」、備前国の「螢砂」、備中国の「螢石」も挙げられており、陸奥国、備中国のものも火にくべれば光るといふところを見ると、現在の蛍石に相当するものと考えられます。

木内〔横江訳〕（2010）は、この「伊勢国治田山」という地名を現在の三重県員弁郡北勢町（現いなべ市北勢町）治田に比定していますが、このあたりに蛍石がどの程度産したかははっきりしません。北勢町治田西方に治田峠があり、原山ほか（1989、p.119）によれば、この峠の東斜面にはかつて治田鉱山（銀・銅など）があったとのことですが、蛍石採掘の記載はありません（第2図）。ただし、蛍石の産状で述べたように、蛍石は熱水性鉱物脈や気成鉱床などに伴って産することがあり、小規模な蛍石の鉱脈がこの鉱山付近にもあった可能性はあると思われま

一方、治田峠の南南東5kmくらいの宇賀溪砂山（いなべ市大安町石樽南）では、明治以降蛍石を採掘したとあります（日産鉱山：第2図；原山ほか、1989）。ここは明治時代以降の資料でも蛍石の産地として必ず記載されている場所です。砂山での蛍石の鉱脈の発見は明治初期（1876年：原山ほか、1989）ですが、江戸時代においても鉱脈の一部が崩れて、川砂として蛍石が溜まっていた可能性はあります。また、治田峠の下流の青川と砂山の宇賀川はいずれも員弁川の支流で、両者は接近した関係にありますので、治田山の方にも蛍石の鉱脈の一部が出ていた可能性はあると思います。

ここで興味深いのは、〈雲根志〉にある、『螢砂』という名称は、伊勢国治田山の付近での俗名的なものであった」というところ（第2表、通番12）。ここだけを見れば、伊勢国のある地域の呼び名であった「螢砂」が、木内石亭が文書化していく中で一般名詞的なものとなり、各地の同様な鉱物を「螢砂」、「螢石」と呼ぶようになっていったという可能性があるわけです。1825年に出版された〈物品識名拾遺〉の記述は、まさに〈雲根志〉の記述を引用しているものと思われま

通番 18)。また、吉野(2018)は「畔田翠山の『古名録』また伴信友の『動植物名彙』にも見られないので、江戸時代にできた名のようなのである。」と記しています。これらのことは、螢石という鉱物名の源流は、やはり〈雲根志〉をはじめとする木内石亭の一連の著作物にあったことを示唆します。

なお、〈雲根志〉(前編 卷之五 愛玩之類)には、上記とは別の「螢石」の項目もあります(<https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2563668/15> 閲覧日:2021年2月18日)が、益富(1989)、加藤(2014)によれば、これは現在「螢岩」と称される物とのことです。貴船川に沿って露出し、その上を螢が飛び交う岩のことを指しているとのことですので、混同しないように注意することが必要です。

### 3.3 舎密開宗

〈舎密開宗〉は、宇田川榕庵(1798生-1845没)による、江戸時代に書かれた化学に関する大著(全21巻)です。内容は、ラヴォアジエの化学体系を主として各論的に記述したもので、底本とした蘭書と参考資料を総合し仕上げたものであって、化学命名法による物質名称、元素などの概念、操作の呼称、装置の名称などを創案しており、現代の化学用語はこの書に拠るところ大とのことです。宇田川本人は「訳」扱いとしていますが、「著」とするのが適切であると評価されています(田中, 1978)。

さてそんな書物の中にも、3.1節で述べたように、螢石は出てきます。物質名としては「弗耳乙酸加爾基[フリュアス、カルキス フルーイシューレ、カルキ]」、鉱物名としては「弗耳乙■把多[フルーイスパート]」(註:■は「蘇」の「魚」と「禾」が左右入れ替わった字)という表現で記しています。フッ素は「弗律阿里捏[フリユヲリ子、ホトリ子]」、カルシウムは「加爾丘母[カルキユウム][カルキ]」です(<https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2556255/12> 閲覧日:2021年2月19日)ので、鉱物名の表記は、構成元素による化学命名法での表現に近いようにしたものでしょう。

一方で、化学組成での表現だけでなく、サーモルミネッセンスのこととともに、「螢石」、「螢砂」という名称をここで使っていることも注目されます。先述(3.1節)のように、今のところ本草学の資料の方ではこの表現は見つけることができていませんので、もしかしたら宇田川は、木内石亭の著書までしっかり読んでそれをここで取り入れ、世の中に知れ渡りつつあった鉱物名を、化学的な名称と対比させたのではないかと考えられます。

ただし、ここでいまだ不明なのは、紫石英と螢石の混同についての指摘、即ち螢石の成分がSiO<sub>2</sub>ではなくCaF<sub>2</sub>で

第2表 江戸時代以前の「螢石」の記載

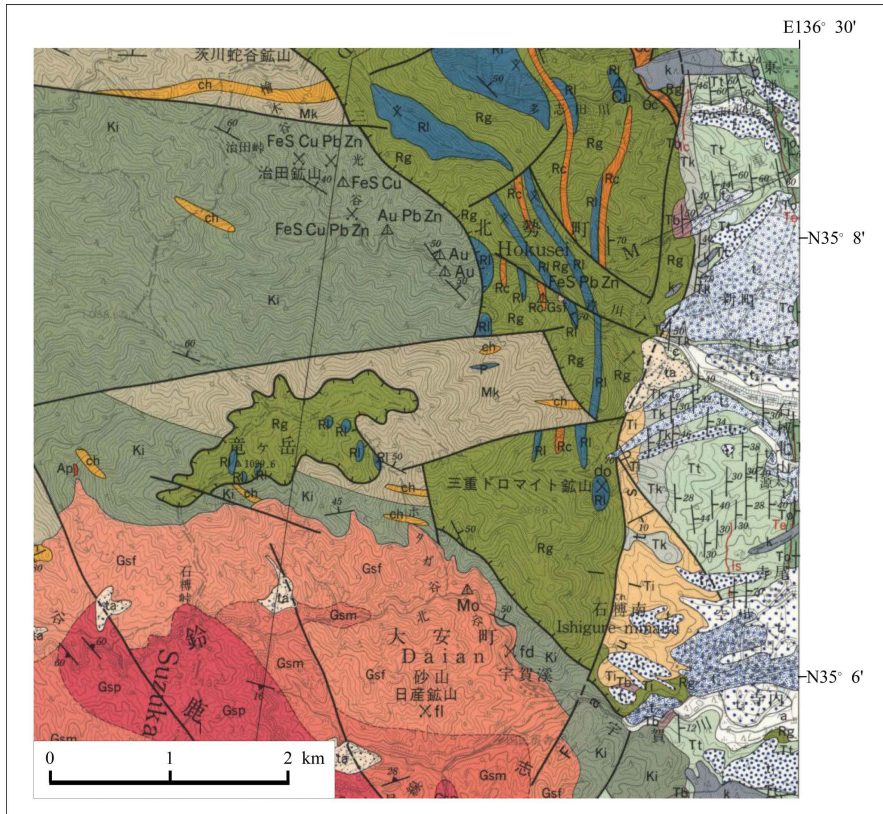
通番	著者・編者	書名・文献題名	出版時期	国号(西暦年)	螢石および螢光・螢光に関する記述内容	国立国会図書館デジタルコレクション(URL)	備考
1	深江輔仁	本草和名	平安時代		なし 「紫石英」の説明はあるが、螢石のことかどうかは判断できない。	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1021074/20">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1021074/20</a>	所収: 興野野ほか(1926)
2	李時珍撰、李建中図	本草綱目 第7冊(第8-9巻)	万暦18年	1590年	なし 「紫石英」の説明はあるが、螢石のことかどうかは判断できない。	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1267088/49">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1267088/49</a>	著者: 出版年号は国立国会図書館デジタルコレクションの書誌情報による
3	李時珍撰	本草綱目59巻瀟湖脈學1巻奇經八脈攷1巻、[7]	寛永14年	1637年	なし 「紫石英」の説明はあるが、螢石のことかどうかは判断できない。	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2557941/66">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2557941/66</a>	著者: 出版年号は国立国会図書館デジタルコレクションの書誌情報による
4	貝原篤信(貝原益軒)	大和本草 卷三	宝永6年	1708年	なし 「紫石英」の項目なし。「水晶」の説明はあるが、螢石のことかどうかは判断できない。	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2557465/23">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2557465/23</a>	著者: 出版年号は国立国会図書館デジタルコレクションの書誌情報による
5	平賀国倫(平賀源内)編	物理品騰	宝暦13年	1763年	なし 「紫石英」の説明はあるが、螢石のことかどうかは判断できない。	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2555265/35">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2555265/35</a>	著者: 出版年号は国立国会図書館デジタルコレクションの書誌情報による
6	寺島良安編	倭漢三才図会:105巻首1巻尾1巻、[40]	文政7年	1824年	なし 「紫石英」の説明はあるが、螢石のことかどうかは判断できない。	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2569736/31">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2569736/31</a>	著者: 出版年号は国立国会図書館デジタルコレクションの書誌情報による
7	和泉屋善兵衛ほか8名	重訂本草綱目啓蒙 卷之四~卷之七	弘化4年	1847年	なし 「紫石英」の説明はあるが、螢石の精微に言及していない。ただし、「今來ルモノハ緑石ト紫色ト相類」班二ナリテ」の部分は、螢石の色合いと似ていない。	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2555632/32">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2555632/32</a>	著者: 出版年号は国立国会図書館デジタルコレクションの書誌情報による
8	岩永霍齋	本草綱目啓蒙増補抄録 卷	江戸後期		なし 「紫石英」の説明はあるが、螢石の精微に言及していない。	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2558711/54">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2558711/54</a>	著者: 出版年号は国立国会図書館デジタルコレクションの書誌情報による
9	森立之編	神農本草經	寛永7年	1654年	なし 「紫石英」の説明はあるが、螢石のことかどうかは判断できない。	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2555263/15">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2555263/15</a>	著者: 出版年号は国立国会図書館デジタルコレクションの書誌情報による
10	魏吳晋等撰他	枕中 神農本草經	江戸寛		なし 「紫石英」の説明はあるが、螢石のことかどうかは判断できない。	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2555673/17">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2555673/17</a>	著者: 出版年号は国立国会図書館デジタルコレクションの書誌情報による
11	田村藍水	日本諸州薬譜			なし 「紫石英」の項目はあるが、本文にはない。	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2541193/28">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2541193/28</a>	著者: 国立国会図書館デジタルコレクションの書誌情報による



蜚石の「履歴書」

12	木内石亭	蜚石産誌 後編 巻之二 生動類	安永8年	1779年	蜚砂 [ほたるすな] (現代語訳1) 伊勢国治田山に蜚砂というものあり。色薄白く常体の蜚砂にて、大なるは豆粒のごとく、小なるは豆粒のごとし、一見すれば更に陸産なるものにあらず。或いは口中に入れば、味もなく馨氣もなし、但火中に投ぐれば青く燃えて飛揚す。そのさま蜚の飛ぶに類する事なし、予一合計りを得たり。ばなはた高品質なり。里俗蜚砂という。 (現代語訳2) 伊勢国治田山 [はつた山] [三重県伊勢郡北勢町治田] に「蜚砂」と呼ばれるものがあります。うす白い色で豆粒ほどの大きなものもあれば、コマ位の小さなものもあり、一見しただけでは何の要目もない砂です。試しに口の中へ入れ、燻んでみても味も香りもありません。ところが火の中へ投げ入れてみても青く燃えて飛び散ります。その様子はまるで蜚が飛び交うかの如き風景でもあります。私も一合ばかりを所蔵しています。まことに自慢しても恥ずかしくない奇砂な砂と言っても大げさではありません。その地方の呼び名は「蜚砂」と言うことです。	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info.ndl.jp/info.ndl.jp/oid/2563669/41">https://dl.ndl.go.jp/info.ndl.jp/info.ndl.jp/oid/2563669/41</a>
13	木内石亭	青石産誌	寛政6年以前	1794年以前	伊勢 金輪嶺 治田山ニアリ 蜚砂 同上 (二治田山ニアリ) の意) 火中ニ投ズレハ蜚ノ如ク飛散 備中 蜚石 窪屋郡三子岩之淵水中ニ在里人青紫石云形紫石英也火ニ投スレハ青クモユル	所収: 中川 (1936) 出版年は木内 [今井訳] (1969) による。 木内石亭80歳前後の著作物 (益富, 1989)。
14	木内石亭	諸国産石誌 (全7巻)	(年代不詳)	(年代不詳)	巻一 伊勢国 蜚石 貞辨郡石構 [いしくれ] 南村の山にあり 蜚砂 治田山にあり 巻一 陸奥国 蜚石 蝦夷内浦嶽にあり、火に投ずればバ×ク飛ぶ、なる (註: 'x' は読め取れなかった文字) 巻二 備前 蜚砂 (?) た (or 友?) 賀村にあり 巻二 備中 蜚石 窪屋郡三子岩にあり 酒津 [さいつ] 村、又黒田村	1805年出版の《蜚石産誌》巻末広告に「諸国産石誌」が「近刻」といつ広告がある (益富, 1989)。 本書の冒頭 (https://dl.ndl.go.jp/info.ndl.jp/oid/2575488/5) に「石亭」の表記有り。 《蜚石産誌》の別名が (後開, 1979)。
15	木内石亭	諸州石品産所記	(年代不詳)	(年代不詳)	伊勢 蜚砂 治田 [ハツタ] 山 火ニ投スレハ蜚ノ如ク飛散	《蜚石産誌》の別名が (後開, 1979)
16	木内石亭	石筌	(年代不詳)	(年代不詳)	伊勢 蜚砂 治田山ニアリ 常體ノ白砂ナリ、火ニ投スレハ蜚ノ如ク飛フ火ノ色青シ。	所収: 中川 (1896) 出版年は木内 [今井訳] (1969) による。 木内石亭80歳前後の著作物 (益富, 1989)。
17	岡林清達・水谷豊文	物品譜名	文化6年	1809年	「紫石英」の項目があるのみ	著者: 出版年代は国立国会図書館デジタルコレクションの書籍情報による。
18	水谷豊文	物品譜名拾遺	文政8年	1826年	ホタルイシ、ウギキキニ投ズレハ光リテ飛フモノナリ 勢州石構 備中黒田産 又源産紫石英モ火ニ投スレハ光リテ飛フモノナリ	著者: 出版年代は国立国会図書館デジタルコレクションの書籍情報による。
19	宇田川榕庵	香密開宗 三巻八	天保8年～弘化4年	1837年～1847年	弗耳乙鏡加爾基 [リユアス、カルキス、フルーイシユル、カルキ] 漢渡ノ紫石英 邦産ノ蜚石、蜚砂、此二屬ス (總稱別悉理 [ルベシテ] 及他地ニ産ス、弗耳乙鏡地多 [フルーイシユル] ト名ク (註: この部分だけ、■に「魚」と「宋」が左右に入れ替わった字を当てている) ◆ケハ燐光ヲ發ス (註: ◆は「燐」に似ているが「火へん」に「曜」の旁部からなる字を当てている)	蜚石 (宝石) の名を借りて呼ぶ場合もあったとのこと。 例: 亞墨知斯多 [アメリジス] 出版年号は国立国会図書館デジタルコレクションの書籍情報による。
20	岡 安定	物品名彙	安政6年	1859年	ホタルイシ 舶来紫石英	著者: 出版年代は国立国会図書館デジタルコレクションの書籍情報による。

註1: 国立国会図書館デジタルコレクションの資料については、2021年1月22日～2月26日の間にアクセスして確認。  
 註2: くずし字の確認のために「日本古典籍くずし字データベース」 <http://codh.rois.ac.jp/char-shape/hentaigana/> (2021年2月22日確認) を利用。  
 註3: [ ] は、各文献内でのふり仮名 (ルビ) を原文の表記で示す。



第2図 5万分の1地質図「御在所山」(原山ほか, 1989)の一部  
図の上部中央に治田鉱山, 下部中央に日産鉱山が示されている。地質図の凡例については原山ほか(1989)を参照のこと。

あることをどのように知ったか, という点です。唯一考えられるのは, 宇田川が「螢石」, 「螢砂」を何がしかの形で手に入れ分析を行い, さらに原書の結晶学情報, 鉱物化学情報と合わせて推定した, ということでしょう。残念ながら, <舎密開宗>の「弗耳乙酸加爾基」の項には, 「螢石」, 「螢砂」を分析したか否かについて書かれていないので, それを確かめる術はありません。

#### 4. 明治~大正時代の「螢石」

明治維新に伴い, 日本にも西洋の学問が積極的に取り入れられるようになりました。この流れの中で, 科学的に体系づけられた地質学, 鉱物学等は, 明治時代になってから新たに研究が始められたと言えます(吉野, 2015)が, 鉱物学における日本の先駆者<sup>つなしろ</sup>といえば, まず和田維四郎(1856生-1920没)の名とその業績を挙げないわけにはいきません。その足跡は, 今井(1966), 佐々木(1980), 地質調査所百年史編集委員会(1982), 田賀井(2001)などに詳しく記されていますが, もちろん螢石の名前を決めるところにもかかわっています。第3表には, 鉱物学が日本に取り入れられ, それが発展しつつある時期であった, 明治~大正時代の文献にある螢石の記述について, できる限り調べてまとめました。この表の文献以外にも, 多数の鉱物にかかわる文献はありますが, ここでは螢石の記述が

確認できたもののみ掲載しています。なお, 鉱物学は, 明治初期には「金石学」という名で扱われていました(原田, 1973a)。

今回調べた中で最も古い文献は<化学入門 後編第二巻>(第3表, 通番1)ですが, ここでは「弗耳乙斯巴多」と表記しており, <舎密開宗>の表現を踏襲しているものと思われる。

次いで古いのは<化学対訳辞書>(第3表, 通番2)ですが, ここでは fluor spar を「五色石英」, 「衡化石灰」という, まったく聞きなれない名称に訳しています。このうち, 「五色石英」の方は<勞氏地質學上>, <英華學藝辭書>, <金石初歩>(第3表, 通番10, 12, 15)にも表れますが, これは前章(3章)で述べたように, 明治初期までは, 螢石と紫石英(それ以外の石英も含めて)の混同があったことが推察され, それが「五色石英」という表現になってしまったのではないかと考えられます。「五色」の部分は, 一つの螢石結晶内でも多彩な色を示す様子や, 益富(1967)が述べている「石英を五色に分けていること」に関係させた表現なのかもしれません。一方, 後者の「衡化石灰」については, <金石學>(第3表, 通番5)による「■灰石」, 「■酸石灰」(■は「行がまえ」に「黄」)と同じ主旨であって, フッ素を表現するための漢字表現を新たに考え出し, 「フッ化カルシウム」に相当する元素名表記を行おうとしたと考えられます。ただし, 後の<本邦金石畧誌>, <金石

第3表 明治～大正時代の「蛍石」の記載

通番	著者・編者・訳者 (譯者註)	書名・文献題名 化学入門 後編第二巻 Chemical and Mineralogical Dictionary (化学辞書)	出版時期	回左(西曆年)	執筆時期	蛍石の表記 弗耳乙斯巴多(フルーイスマー) Fluor spar 五色石英(即 氟化石) 灰 Fluorite 螢石 Fluorite 螢石[フリュールス・ハール] 即フリュール酸-石灰 Fluor spar 螢石 Fluorite 螢石[ホタルイシ] 和名 ■ 灰石 漢譯 即 石 ■ 螢石 灰 Fluorspath Fluorite (註: ■は「行がまえ」に「黄」)	蛍光(および蛍光)に関する記述内容 (記述なし)	国立国会図書館デジタルコレクション(URL) <a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/830884/38">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/830884/38</a> <a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/830883/54">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/830883/54</a> <a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831994/29">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831994/29</a> <a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831994/90">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831994/90</a> <a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831994/91">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831994/91</a> <a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832006/17">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832006/17</a> <a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832006/78">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832006/78</a> <a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832008/87">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832008/87</a> <a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831294/68">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831294/68</a> <a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832046/10">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832046/10</a> <a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832047/14">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832047/14</a> <a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832047/33">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832047/33</a> <a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832166/15">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832166/15</a> <a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832003/19">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832003/19</a> <a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1083988/142">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1083988/142</a> <a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832153/40">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832153/40</a> <a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831986/39">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831986/39</a> <a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832336/11">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832336/11</a> <a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832289/11">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832289/11</a>	備考
1	桂川南策・石橋八郎 (譯者註)	化学入門 後編第二巻	明治6年	1873年	明治7年11月	弗耳乙斯巴多(フルーイスマー)	(記述なし)	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/830884/38">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/830884/38</a>	
2	Mezazoto, Masayasu (宮正正静)	Chemical and Mineralogical Dictionary (化学辞書)	明治7年11月	1874年	明治7年11月	Fluor spar 五色石英(即 氟化石) 灰 Fluorite 螢石	(記述なし)	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/830883/54">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/830883/54</a>	英語 <> 日本語辞書
3	和田権四郎	金石鑑別表	明治10年	1877年		螢石 Fluorite	之ヲ暗處ニ照スレバ各色ノ燐光ヲ發シ 往々飛散スルアリ 少量ノ水ヲ發ス		所収: 日本鉱業史料集刊行委員会 (1990a) 本書の冒頭に、フレイベルク鉱山中学校ワイズハハ教授らの金石鑑別表を基礎に、同校の他の教育陣の研究内容を取り入れて編集したことが記されている。
4	杉浦次郎	金石學必携 内編上	明治11年3月	1878年	明治11年3月	螢石[フリュールス・ハール] 即フリュール酸-石灰 Fluor spar 螢石 Fluorite 螢石	フリュール、スパーハルハ熱ニ因テ最モ燐光ヲ發シ、シ、之ヲ粉トシテ燐光ニ照スレバ、其色ハ或ハ翠綠色、或ハ紫色、或ハ褐色 之ヲ熱燐トシテ燐光アリ、其火光ハ或ハ翠綠、或ハ紫、或ハ黄ノ紫色アリ 和漢之ヲ燐石ト唱スルモノハ、其火中ニ投スレバ、黄ノ燐光アリテ飛散シ、眞ニ螢ノ如シ故ニ以テ螢トス	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831994/29">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831994/29</a> <a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831994/90">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831994/90</a>	本書の冒頭で、Danaの“Manual of Mineralogy”、“System of Mineralogy”を基に編集したことが述べられているものの、書誌情報(版、出版年等)は不明。 「巻之二 金石ノ理學性ヲ論ス」での記述 「巻之五 螢金類ヲ論ス」での記述
5	和田権四郎	金石學	明治11年4月	1878年	明治9年12月	螢石[ホタルイシ] 和名 ■ 灰石 漢譯 即 石 ■ 螢石 灰 Fluorspath Fluorite (註: ■は「行がまえ」に「黄」)	之ヲ粉末ニシタル者ヲ熱スレバ青、綠、赤色トナル 此性ヲ燐光性ト云ヒ甚ダ美屬ナリ	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831994/91">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831994/91</a>	所収: 日本鉱業史料集刊行委員会 (1990c) 上記文献の解説文によれば、ヨハンネス・ロビンソンの《博物學》の附録だが、ナウマンの《金石學》、シルングの《博物學》も参考にしているとのこと。
6	和田権四郎	本邦金石畧誌	明治11年10月	1878年	明治11年4月	弗灰石 Fluorite 又 螢石 即 弗化カルウム	弗灰石ハ往時ノ所謂螢石ニシテ弗灰石ノ小塊ナルモノ、或ハ砂ヲ斯ク稱セリ 螢石ノ名號ハ火中ニ投スレバ、燐光ヲ發スルニ因リ	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832006/17">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832006/17</a>	所収: 日本鉱業史料集刊行委員会 (1990b)
7	和田権四郎	鳥形學	明治12年2月	1879年	明治12年2月	螢石 Fluorite	(記述なし)	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832006/78">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832006/78</a>	
8	武藤 善	日本金石產地	明治12年2月	1879年	明治12年2月	螢石[ホタルイシ]	(記述なし)	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832008/87">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832008/87</a>	《金石學》の附録扱いであることが、裏面に明記されている。
9	白野三巳郎	金石小帳	明治12年4月	1879年	明治12年1月	弗灰石 FLUOR SPAR フリュールス・ハール	熱燐上ニ置キハ燐火ヲ發ス (註:「トキ」は合字)	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832008/87">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832008/87</a>	所収: 日本鉱業史料集刊行委員会 (1991b) 上記文献の解説文によれば、本書はDanaの“Manual of Mineralogy” (1872年)の抄訳とのこと。 《金石小帳》の別版の 明治16年(1882年)版(他社版)、明治17年(1884年)版(改正版)も記載は同一。
10	ローラン(佐治太郎 訳)	勞氏地質學上	明治12年10月	1879年	明治12年10月	弗律阿林[フルウアリズ]即五色石英[スハツ、フルウラルク]	(記述なし)	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831294/68">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831294/68</a>	「五色石英」にはふり仮名が付けられているが、つぶれてしまっている正確に読めない。 「勞氏」とは、フランス・ポルドー大の教授であったローラン氏のこと(日本地質學史編纂委員会、1993)。
11	村上英子	鑛物字彙	明治13年11月	1880年	明治13年10月	(「螢石」の項目はないが、「紫石英 ホタルイシ」という項目あり)	(記述なし)	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832046/10">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832046/10</a>	別添独立に「紫石英 ムラサキスイセイ」、「紫石英 スイセイ、ムラサキスイセイ」などの項目もあり。
12	矢田龍 潤	英華學藝辭書	明治14年7月	1881年	明治12年7月	Fluor spar 紫石英(五色石英)	(記述なし)	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/861916/51">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/861916/51</a>	1884年版でも同じ表記
13	松本栄三郎	鑛物小學	明治14年9月	1881年	明治14年8月	螢石[ホタルイシ][フロリス・ハール] 弗業 及ヒカルシウム	試ニ一ノ片ヲ螢石[ホタルイシ]ヲ取リテ之ヲ熱シテ暗處ニ置キハ青白ノ光ヲ發スルヲ見ルニ、是即チ燐光ナリ	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832047/14">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832047/14</a>	本書の冒頭で、Nicolの“Elements of Mineralogy”を基として、Danaほかの著作を参考に編集したことを述べているが、それらの書誌情報(版、出版年等)は不明。
14	龜川晴和	小學博物小解 金石之部	明治14年10月	1881年	明治14年10月	弗律阿林[フルウアリズ] 又五色石英	之ヲ熱スレバ、燐光ヲ發シ 赤蘭ノ美觀ナリ	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832047/33">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832047/33</a>	弗律阿はフッ素、加爾曼母はカルシウムのこと。
15	龍本寛則	金石初歩	明治15年7月	1882年	明治15年7月	弗律阿林[フルウアリズ] 又五色石英	(記述なし)	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832003/19">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832003/19</a>	
16	飯盛桂造	物理學中篇(第四版)	明治15年11月	1882年	明治15年11月	螢石[フルオールス・ハート]	或ル光[フルオールセシツ]、或ル一定種ノ螢石[フルオールス・ハート]ハ紫青色ヲ現ハスベシ 螢石ナル名稱ハ蓋シ此螢石ヨリ之ヲ取リ	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1083988/142">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1083988/142</a>	第一版は明治13年発行
17	山崎忠興	小學中教科博物學 鑛物論	明治16年1月	1883年	明治16年1月	螢石	此螢石ハ火中ニ投スレバ、燐光ヲ發スルヲ以テ螢石ト名ア	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832153/40">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832153/40</a>	
18	大津清造	金石一覽圖解 上	明治16年3月	1883年	明治16年3月	螢石[ホタルイシ][フロースパー]	之ヲ熱スレバ、小片飛散シ、流體ノ如シ。	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831986/39">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831986/39</a>	ページ番号無し
19	鳥居正敏	普通小學博物學 金石之部	明治16年5月	1883年	明治16年5月	螢石	火ニ燐ケハ、小片飛散シ、流體ノ如シ。	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832336/11">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832336/11</a>	
20	原島準次郎	博物訓蒙 卷之三 金石	明治16年8月	1883年	明治16年8月	螢石	(記述なし)	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832289/11">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832289/11</a>	

第3表 続き

通番	著者・編者・訳者	書名・文献題名	出版時期	同左(西暦年)	執筆時期	蛍石の表記	蛍光(および蛍光)に関する記述内容(記述なし)	国立国会図書館デジタルコレクション(URL)	備考
21	富士谷孝雄	地学要略(巻之一)	明治16年11月	1883年	明治16年10月	螢石	記述なし	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831285/13">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831285/13</a>	和田権四郎氏の巻頭言有(明治16年10月)
22	小藤文次郎	金石學一名礦物學	明治17年6月	1884年	明治17年7月	螢石 Fluorspar Fluorit	礦物中螢石(フルライト)ナルモノアリ。熱ニ遇ハ忽ニ光ヲ發射ス。之ヲ碎テ粉塵ト爲シ。熱鉄上ニ投スレバ。其光。鮮明ナリ。其色或ハ紫線或ハ紫或ハ玫瑰或褐色ナリ。故ニ此礦ニ螢石ノ名アリ	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831989/25">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831989/25</a>	
23	農商務省博覧會掛	【第二回】内國物産博覧會列品譜名	明治18年2月	1885年	明治18年2月	螢石 Fluor-spar	記述なし	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/801881/6">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/801881/6</a>	項目ごとにページ番号付けされている。
24	林 光徳	中等小學博物書 金石之部	明治18年3月	1885年	明治18年3月	ほたるいし 螢石	此ヲ熱スレバ。熾光ヲ發シ。宛モ螢火ノ如ク。甚ダ美麗ナリ。	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832329/33">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832329/33</a>	
25	小藤文次郎	礦物學初歩 上巻	明治18年5月	1885年	明治18年2月	(記述なし、下巻にあり?)	礦物中螢石(フルライト)ナルモノアリ。熱ニ遇ハ忽ニ光ヲ發射ス。之ヲ碎テ粉塵ト爲シ。熱鉄上ニ投スレバ。其光。鮮明ナリ。其色或ハ紫線或ハ紫或ハ玫瑰或褐色ナリ。故ニ此礦ニ螢石ノ名アリ	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832032/80">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832032/80</a>	下巻は国立国会図書館デジタルコレクションになし。熾光の記述内容は、(金石學一名礦物學)に同じ。
26	森山 達	生徒必修金石一班	明治18年5月	1885年	明治18年5月	螢石	此石ヲ破碎シテ火中ニ投スレバ。熾光ヲ發スル。螢火ノ如ク。故ニ此名アリ (註:「」は合字で、「」と読む)	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831989/15">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831989/15</a>	
27	井上久太郎	金石一覽圖解 小學博物金石學附	明治18年6月	1885年	明治18年3月	螢石 即チ 弗灰石 又 フリュエル酸石灰	之ヲ火中ニ投スレバ。熾火ノ如キ火飛散ス		所収: 日本鉱業史料集刊行委員会(1891b) 本文の方では、螢石(ケイセキ)とふり仮名をつけている。
28	熊澤善庵・柴田承桂	普通金石學	明治18年6月	1885年	明治18年7月	螢石 Liparit(獨)、Fluasspath(獨)、Fluor(英)、Fluor Spar(英)	此光ヲ發セシムルノ因由ハ……或ハ熱シ(螢石燐灰石)……	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832096/45">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832096/45</a>	「螢石英と呼ぶのは誤り」と指摘 <a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832096/70">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832096/70</a> 1988年(明治21年)の改正第二版ではLiparit(獨)→Liparit(獨)に修正。
29	杉村次郎	日本産ノ金石	明治18年9月、4月、8月	1885年	明治18年2月	螢石 [フロロライト]	寶石ニ比スレハ軟クシテ火ニ投スレバ。熾光ヲ發ス。故ニ此名アリ		所収: 日本鉱業史料集刊行委員会(1891a) 工業委刊行工業誌誌第39、40、44巻所収。講演会(明治18年2月14日)の記録。
30	杉村次郎	日本金石解説	明治18年12月	1885年	明治18年1月	螢石 [フロロライト]	寶石ニ比スレハ軟クシテ火ニ投スレバ。熾光ヲ發ス。故ニ此名アリ	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832087/15">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832087/15</a>	杉村氏の口述を筆記したもの。(日本産ノ金石)と内容は同一と思われる。
31	敬業社	礦物學	明治21年11月	1888年	明治21年11月	螢石 Fluorite	螢石ハ熱ニヨリ熾光ヲ發スル者ニシテ。其粉末ヲ取りテ之ヲ灰火ニ熱スレバ。美麗ナル光輝ヲ放ツ	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832018/46">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832018/46</a>	
32	山田 董	物理學科(改正再版)	明治22年10月	1889年	明治22年10月	螢石	螢石光 Fluorescenz, Fluorescence 及ニ 熾光 Phosphorescenz, Phosphorescence	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1083945/58">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1083945/58</a>	螢光と熾光の違いを各種物質を例に記載。
33	西松二郎	中等教科 礦物學	明治25年6月	1892年	明治25年6月	螢石 Fluorite	螢石ニ火熱ヲ加フレハ。同シク綠・紫・青或ハ赤色等種々ノ光色ヲ其輝耀ニヨリテ現スモノナリ	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832022/39">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832022/39</a>	
34	富士谷孝雄	中等 礦物學教科書	明治25年11月	1892年	明治25年11月	螢石 Fluorite Fluorspar	熱スレバ。熾光ヲ發ス	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832087/84">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832087/84</a>	
35	小泉義次郎	改正増補 工業藥全書(第四版)	明治29年6月	1896年	明治29年6月	螢石 Fluor-spar (獨名) 弗灰石、弗化石、弗七加 簡雙談	之ヲ熱板上ニ置クトキハ。熾火ヲ發ス (註:「」は合字)	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/847538/86">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/847538/86</a>	第一版は明治27年発行
36	神保小虎	新撰 礦物學教科書全	明治30年11月	1897年	明治29年11月	螢石 Fluorite Fluasspath	かんばらんとノ青々々々螢石ハ。之ヲ熱スル時。ハ。熾光ヲ放ツ	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832067/81">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832067/81</a>	
37	神保小虎	礦物學教程	明治31年12月	1898年	明治31年11月	螢石 Fluorite	或ル藥品ハ。火中ニ投スレバ。熾火ノ如キ光ヲ放ツ。ソノ石ノ名アリ	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832030/12">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832030/12</a>	
38	藤山鉄五郎	新式 礦物學(改訂正六版)	明治32年12月	1899年	明治32年12月	螢石 Fluorspar or Fluorite	暗所に於テ之を熱すれば。片々分裂すると同時に美麗なる青色光を放つ。之を熾光と云ふ。	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832065/53">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832065/53</a>	初版は明治30年発行
39	横山又次郎	中等 礦物教科書 補遺	明治34年12月	1901年	明治34年11月	螢石	螢石ナル名稱ハ。蓋シ其ノ熾光ヲ放ツヨリ出テタルモノニシテ。此ノ熾光ハ。藍色ト緑色ト赤色ト紫ト。即チ單ニ之ヲ眺ムルトキハ。藍色ト紫ト。之ヲ透視スレバ。綠色ト紫トス。	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832079/8">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832079/8</a>	「螢石の名称の由来は熾光と誤記している。
40	藤山三彌	礦物學及地質學教科書	明治35年4月	1902年	明治35年4月	螢石	暗室内ニ之ヲ熱スレバ。青色光ヲ放ツ。此モノハ。坊間ニ於テハ。住々々々螢石英ト稱スルコトアリ	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832024/14">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832024/14</a>	
41	三澤力太郎	自然物之利用 空中及地中篇	明治37年1月	1904年	明治37年1月	螢石 Fluorspar	暗所に熱すれば。片々分裂して美麗なる青色光を放つ。	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/902269/63">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/902269/63</a>	
42	和田権四郎	日本 礦物誌	明治37年6月	1904年	明治37年5月	螢石 Fluorite	(記述なし)	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832094/63">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832094/63</a>	

蛍石の「履歴書」

43	安藤淳三次郎	礦物界之現象 前編	明治39年1月	1906年	明治38年11月	螢石 Fluorite	螢石の結晶は通常透明なれども、往々透過光線に見た る時の色と全く異なる黄青色を呈することあり、斯か る現象を螢光(Fluorescence)といふ。 螢石の小薄片を閉塞中に入れて少しく熱すれば螢石は 發光體となりて黄色の光を發するに至る。之を螢光 (Phosphorescence)といふ。		明治39年初版、明治36年再版 英語、ドイツ語、日本語の表記
44	小藤文次郎・神保小 虎・松島紅四郎	礦物学彙(第三版)	明治39年12月	1906年		Fluorit (Flusspath)ドイツ語 Fluor Spar (Fluente) 英語 Hotaru-iishi 螢石 日本語	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/332101/54	明治41年初版
45	和田権四郎	本邦礦物標本	明治40年7月	1907年	明治40年5月	螢石 Fluorite	熱すれば異様に輝く	https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1081808/29	
46	神保小虎	近畿礦物鑒定略表 (再版)	明治43年	1910年		螢石 Fluorite		https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/832099/38	
47	比企忠	日本礦物各論	明治45年6月	1912年	明治45年5月	螢石 Fluorite	螢石の薄片を炭火中に投じて注視せよ。燦々の聲と共に に螢光の發するを認め得べし。	https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/947995/55	サーモルとネットセンスの点で、石匠岩(方解石?)が螢 石と間違えられることあり、と述べている。
48	和田人重造	礦物学實驗手引	大正3年3月	1914年	大正3年3月	螢石	螢光 其他螢石が熱せられて螢の如き光を發するは古来本邦 人の知るところにして螢石の名實にこれに超因す		p.221の記述
49	岩崎龍三	實用礦物學講義	大正3年7月	1914年	大正3年5月	螢石 Fluorite	螢石光 ……本邦にて元來螢石と名づけたる所は所謂螢石 光あるにもよるにあらざりて却つて螢光の存在によれば なり、況やこれを螢光と云ふに至りては益々其命名の 相當ならざりしを驚ふ、彼の螢の放つところの光は決して 螢石光にあらずればなり。		p.221-222の記述 「螢光」ではなく「螢石光」とすべきとの主張。なお、「螢 石光」をfluorescenceの訳と位置付けている。
50	鈴木敬	寶石誌	大正5年4月	1916年	大正5年3月	螢石 Fluor Spar	螢光 寶石中之を熱し最も著しく螢光を放つものを螢石とす。 其色は石質に依り異なるも靑青及び紫色を以て普通と す。而して之を過度に熱すれば螢光は消へ失せるも電 氣を通すればその光を再現す	https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/954689/55	和田権四郎氏が誤謄言
51	和田権四郎	日本礦物誌	大正5年8月	1916年	大正5年5月	螢石 Fluorite	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/933382/83	
52	稲葉彦六	簡易礦物實驗手引	大正7年6月	1918年		螢石	……螢石は燐酸を發して盛んに酸研し、其の隙間美麗 なる淡紫色(或は靑白色とも見ゆ)の螢光を放つを見 る。	https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/954689/56	螢石の觀察、フッ化水素發生実験(今の常識では危険 だが)の解説有。
53	吉村高治・今泉 敬	有用礦物の産地及び 用途(増補改訂第三 版)	大正7年	1918年	大正7年6月	螢石 Fluorite Fluorspar	螢石中の多くのものは熱せらるゝとき螢光を發す		大正8年初版、大正6年再版
54	佐藤備藏	大礦物學 中巻(第四 版)及び 下巻(第四 版)	中巻・大正11年 9月 下巻・大正11年 7月	1922年		螢石 Fluorite Fluorspar	螢光 或る螢石の種類例へば英國のコールノウールより産す る緑色の螢石は、之を反射光線出でみれば緑に加ふる に少しく靑を以てするが、之を透過光線にて見れば全く 緑色となる 螢光 螢石の或る種の者は、之を熱すれば割れて其の割れた る面に螢光を放ち……螢石は燐酸を發して盛んに酸研し、其の隙間美麗 なる淡紫色(或は靑白色とも見ゆ)の螢光を放つを見 る。の夜光の珠と稱するは金剛石の如き螢光を放つものを 云ふなり 緑色の螢石の如きは之を六十度程度に熱し、……螢光を放 つ 暗室に於て螢石の薄片を高熱せる金屬箔上に撒布す るときは、靑赤・靑靑・或は靑緑色の光輝を放つを見る 電氣を通ずることによりて螢光を發するものは、緑色螢石 及び重晶石なり 螢石は摩擦又は破砕により螢光を放つ	https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/95497/51	中巻・大正4年2月初版、下巻・大正7年9月初版 本文では、螢石の螢光の起因として熱・電氣・摩擦を列 挙。

註1: 国立国会図書館デジタルコレクションの資料については、2021年1月22日～2月26日の間にアクセスして確認。

註2: [ ] は、各文献内のふり仮名(ルビ)を原文の表記で示す。

小解〉では「弗灰石」,「弗化カルシウム」となっており(第3表,通番6,9),結局は〈舎密開宗〉の音訳や竹原(1873)の音訳(弗律阿◆母:◆は「にんべん」に「留」)に合わせたと思われる。

これらに続くのが和田の〈金石識別表〉及び〈金石学〉及び杉邨の〈金石学必携 内編上〉(第3表,通番3~5)です。この三書を脱稿の順序で見ると,〈金石学〉もしくは〈金石識別表〉が〈金石学必携 内編上〉に先立つこととなります。これにより,江戸時代に名づけられた(と推測される)「螢石」が,和田維四郎によって正式に fluorite の訳語として鉱物学に取り入れられることになったわけです。すなわち,この時点で螢石の結晶系,化学成分が fluorite と同じであることを確認していたこととなります。なお,和田は,明治8~9年にかけて全国の鉱物の分析を行っており,それを〈各府縣金石試験記〉の明治8年分および明治9年分としてまとめています(和田,1876a,b)が,残念ながらここには「螢石」の記述はありません。ただ,分析作業の中では螢石の試料を扱ったことがあって,それが〈金石識別表〉の記載へつなげたのかもしれない。

さて,1878~1885年の間の著作物を見ると,今度は「螢石」と「弗灰石」という表現が混在するようになります。この辺りはまさに鉱物学が成り立ちつつある時期の「用語の揺れ」が表れているのだと思います。やがてそれは,小藤文次郎による金石学から鉱物学への学問体系の整理としての〈金石学一名礦物学〉(第3表,通番22)の出版(日本地学史編纂委員会,1993)を経て,「螢石」という鉱物名に収斂していったのだと考えられます。また,その名がつけられた理由として,単に熱すれば光るから,というだけではなく,光る小片が舞い上がって光る螢が飛んでいるようだから,という動きも含めた叙情的な表現をしている文献もあり,木内石亭の「螢砂」の記述がここでも影響を与えたようにも見えます。

このようにして定着していった螢石という鉱物名ですが,その名前の由来として,一点気になる表現があります。それは杉邨の〈金石学必携 内編上〉(第3表,通番4)にある「和漢之ヲ螢石ト唱スルモノ」の部分です。すなわち,ここでは「中国でも螢石と呼んでいる」と述べています。本書は Dana の“Manual of Mineralogy”,“System of Mineralogy”などを基に編集したのですが,Dana が日本や中国の螢石の状況を知っていたとは思えないので,この部分は杉邨による訳注的な部分と思われます。前章で述べたように,今のところ中国由来である本草学の書では螢石という名称を見つけることはできていませんので,螢石

は日本生まれの鉱物名ではないかと推測しているわけですが,これはその判断を左右する記述です。明治時代には,西洋の言葉を翻訳した日本生まれの漢語が中国へ逆輸出されて行ったという歴史はありますので,そういう意味でこれを書いているのかもしれませんが,その意図はこの短文だけではわかりません。その一方で,中国の古典にまで調査範囲を広げるのは,私たちの力ではほぼ不可能です。ただ,乗りかかった舟ですので,現在手に入るだけの資料で,中国における螢石の表記を調べました。

## 5. 中国での「螢石」

第4表に,中国での螢石の呼び方がどうなっているかをまとめました。残念ながら日本でいうところの江戸時代以前(1860年代以前)に書かれた本草学関係以外の文献は未だ見ることができていません。最も古いのが Dana の著作を漢訳した1872年の〈金石識別 一〉(第4表,通番1)ですが,ここでは「夫羅而斯罷」,「客羅而斯罷」という表現となっており,〈舎密開宗〉と同様の音訳がなされているものと思われます。

これに次いで古いのは,1919年の〈中國鑛産誌畧〉(第4表,通番2)ですが,ここでは fluorite に対して「螢石」,「弗石」という訳語が当てられています。また,1930年の〈中國鑛産(第二版)〉(第4表,通番4)では「氟石」という記載も見られます。ここで「弗」「氟」はフッ素を表す漢字です。もっとも,古い文書としてはせいぜいこの程度で,それ以外は比較的新しい時代の辞書しか探せませんでした。ともかく,これらを見る限り,中国では螢石(螢石)が氟石とともに一般的に使われていることだけはわかりました。しかしながら,果たして螢石が古来中国での呼び方であったかは,今のところ確認が取れていません。明確な根拠はありませんが,杉邨が思い込みで「和漢」という表現をしてしまったものではないかと思われます。

ところで,〈中國寶石和玉石〉(第4表,通番11)には,螢石に関連して「夜明珠」という言葉が出てきます。日本ではあまり聞きなれないものですが,その名の通り「夜光る球(珠)」とのこと。〈謎の宝玉 夜明珠〉(中村,2006)は,おそらく日本語で書かれた唯一の夜明珠に関する本ではないかと思われませんが,それによれば,夜明珠は「ヤメイシュ」,「ヤミョウジュ」,「ヤメイジュ」,「ヤミョウジュ」などの読み方の候補はあるものの,特に日本語表記は決まっていなようです。中国では伝説的な石(玉)として扱われてきたようですが,その一方で,夜明珠でできた実用品,装飾品,祭祀用具などが存在しており,中村

第4表 中国の「蛭石」の記載

通番	著者・編者	書名・文献題名	出版年	蛭石の表記	燐光(および燐光)に関する記述内容	国立国会図書館デジタルコレクション(URL)	備考
1	代那撰 瑪高温 口訳 華衛芳 筆術	金石鑛別 一	1872年	夫羅而斯罷	客羅而斯罷碎之爲粉置熱鐵上則生光其光或綠色或青紫色或致褐色	<a href="https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/987753/42">https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/987753/42</a>	江南機器製造局出版 Dana(代那)の著書を漢文に訳したものらしい。 瑪高温は、Macgowan, Daniel Jerome (1815-1893)を指しているらしい。 出版年、著者は国立国会図書館デジタルコレクションの 書誌情報による。
2	翁文灝	中國鑛産誌畧	1918年	蛭石、弗石	(記述なし)		p.226に「其用途從前僅作爲紫石英」の記述あり。
3	章鴻釗	石雅(再刊)	1927年	弗石(?)	(記述なし)		p.48に「市人往以弗石帶紫色者爲紫石英吾浙產弗石尤富昔嘗論稱紫石英以爲藥石之用然非弗石本名紫石英也」との文あり。
4	黃著勳	中國鑛産(第二版)	1930年	氟石、螢石	(記述なし)		初版は1926年 p.117に「其紫色者用途、與紫石英同、」との文あり。
5	全國鑛冶地質聯合展覽會	全國鑛業要覽	1936年	弗石、螢石	(記述なし)		p.268にある引用文献に、弗石鑛、螢石の表記あり。 p.500の統計表に螢石の表記あり。
6	張守範	礦物學	1956年	氟石、螢石	燐光 如將氟石碎片、在暗室內散布於高熱之金屬板上、則有紅、藍、綠等色之燐光放出。 螢光 置綠色氟石於日光下視之、則能放射一種帶藍色之光彩;若以其無色之一種褶時、則能放射美麗藍紫色之光彩。 在閉口管中燃燒時、爆炸並發燐光。		
7	中國科學院編譯出版委員會 名詞室	總合地質名詞	1957年	螢石	(記述なし)		
8	地質部地質辭典辦公室	地質辭典(二) 礦物 岩石 地球化學分冊	1981年	螢石、氟石	加熱時或在紫外線照射下顯熒光		
9	武漢地質學院外語教研室	英漢常用地質學詞匯	1981年	螢石	(記述なし)		
10	石原舜三・張安棟	中國的地質用語	1982年	螢石: 日本名 螢石: 中国名	(記述なし)		
11	龔秉敬	中國寶石和玉石	1989年	螢石、夜明珠	紫外綫長波照射有多種顏色的熒光。個別有磷光。		夜明るく燐光するものについて「夜明珠」という呼び名がある、と記述。
12	英漢地質詞典編輯組	英漢地質詞典	1993年	螢石(氟石)	(記述なし)		
13	清華大學外語系《英漢科學 技術詞典》編譯組	英漢科學技術詞典	1991年	螢石、氟石、紫石英	(記述なし)		初版は1991年、参照したのは、1998年の第17次印刷 (第17刷の意と思われる)。
14	常子文	日英漢地質詞典	1996年	螢石(氟石)	(記述なし)		
15	史靜・劉素芳・劉振鋒	地質學漢語辭彙表	2010年	氟石、螢石	(記述なし)		

註: 国立国会図書館デジタルコレクションの資料については、2021年1月22日～2月26日の間にアクセスして確認。

(2006)はその実物の写真を多数紹介しています。また、夜明珠には、半透明な軟玉(角閃石類からなるもの)とみられる「玉質」なもの、透明な方解石や螢石と思われるものがあるとのことです。それらにまつわる歴史的・文化的な逸話は省略しますが、どうやら古代中国において、「螢石」は他の螢光性・燐光性鉱物とともに「夜明珠」という神秘的・伝説的なもの、すなわち、「螢」のような自然風景とは違った概念の名称のものとして扱われてきたと推測されます。2.4節の「燐光の場合、数秒間から数十日間も発光を持續する場合がある(原田, 1973b)」というのは、まさにこの夜明珠のようなことを述べているのかもしれませんが。なお、日本の古文書にも夜明珠と似た言葉が出てることがあります。例えば、〈古名録〉の「夜光玉<sup>よるひかるたま</sup>」(https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1123089/132 閲覧日:2021年3月15日)ですが、これが上記の夜明珠と同じものであるかどうかは定かではありません。

## 6. 螢石と人の関わり

以上のように、私たちが手に入れられるだけの様々な文献をあたってみた結果からすると、どうやら螢石という鉱物名は、中国由来ではなく、木内石亭による記載・命名に源流があって、それが現在まで伝わってきていると推定されます。

さて、ヨーロッパでは「流れる」ことに由来して fluorite ほかの名称になったのですが、これは製鉄の歴史と関係があるのではないかと想像します。ヨーロッパの製鉄の歴史は、ヒッタイト帝国(紀元前1200~1000年ころ)に始まり、時代を経て16世紀には大砲製造用の溶鉱炉がヨーロッパに広がり、17世紀にはさらに大型化しました(永田, 1997)。このような大規模な製鉄作業のためにはスラッグを効率よく除去することが必要で、そのために石灰岩や螢石の使用が始まったのだらうと思います。最も古い螢石に関する記載は、先述(2.5節)の通り1529年のG. Agricolaによるものですので、時期的には合います。もちろん、加熱による螢石のサーモルミネッセンスには気がついていたかもしれませんが、2.4節で述べたとおり、現在確認できている螢石のルミネッセンスの最初の記載は1824年であり、このことから考えると、螢石に関しては、「光る鉱物」であることよりも「生産効率を上げるための工業原料」、すなわち製鉄のための道具として「流れるもの」という呼び名の方が重視されたと思われます。一方、日本の製鉄は、明治時代にヨーロッパからの近代的な製鉄技術が導入されるまで(明治中葉まで)は、中心的な役割はたたら製鉄が

担っており、これには融剤が使われていなかったようです(清水, 1994)。したがって、融剤としての螢石の「流れる」性質には気づかなかつたものと思います。

想像するに、古の伊勢の人々は、夜、河原などで焚火をしたときに、その下にたまたまあった螢石が発光したのを見て、その光を愛で、「螢の砂」、「螢の石」と名づけたのではないのでしょうか。そして、その印象的な風景を聞いた木内が文書として著し、それが巷に広がっていったのではないかということが考えられます。

もっとも、螢石は、ヨーロッパだけでなく世界各地に広く産していますので、それぞれの地域で特徴的な「光るもの」になぞらえた地域名称はあると思いますが、さすがにそこまでは調べ切れていません。拙稿を読まれた方がさらに深く調べていただいて、ぜひ何がしかの形で報告していただければ幸いです。

## 7. おわりに

以上のように、螢石という鉱物がどのような性質を持っていて、どのような扱われ方、名づけがされてきたかという、いわば螢石の「履歴書」を調べました。まだ完全な結論を得られているわけではありませんので、今後も折に触れて文献をあたってみたいと思います。

ところで、今回螢石のことを色々調べる中で、それ以外にも新たな知識が得られました。Agricola (Georgius Agricola, 本名はBauer, 1494生-1555没)は神の創造説を否定して、自然の力によって生成した無機的自然の研究に取り組んだ先駆的な科学者のひとりであり、「鉱物学の父」、「採鉱冶金学の父」と呼ばれているとのことです(後閑, 1939; 富阪, 1990)。鉱物学の点では、総計で80種の鉱物を記載し、うち約20種は新種だったとのことです(後閑, 1939)。冶金学の点では、1556年に“De re metallica”(邦訳:アグリコラ [三枝訳], 1968)を出版(死後1年後ですが)し、その鉱山、冶金、機械に関する技術は、16~18世紀のヨーロッパの技術者にとって、技術革新のための基礎と位置付けられました(富阪, 1990)。

また、後閑(1934)は、「現在私等が用ふる地質学といふ語は、箕作先生が初めて作った譯語と思はれることである」、「地殻圖説の二頁や三頁に地學と書き、後に朱筆で質の字を加へて居る」と述べています。「箕作先生」とは、<sup>みつくりげんぼ</sup>箕作阮甫(1799生-1863没)のことで、現在の岡山県津山市生まれの蘭学者であり、地質、地理をはじめ、天文、兵器、造船などにかかわる多数の著作があります(岡田・鈴木, 2009)。



Agricola の存在がなければ鉱物学・冶金学は始まっていなかったし、箕作が翻訳で悩まなければ、私たちが所属している産総研地質調査総合センターの名が存在しなかったこととなります。私たちの研究活動は、彼らを含め、幾多の先人の努力と業績の上に成り立っていることを改めて感じた次第です。

**謝辞：**本稿をまとめるにあたり、産総研電子光基礎技術研究部門の安部浩司様には文献情報をお教えいただきました。筑波大学地球科学学位プログラムの吉良洋美様には文献調査でお世話になりました。ここに記し、厚く御礼申し上げます。

## 文 献

- Acuña, A. U. and Amat-Guerri, F. (2007) Early history of solution fluorescence: The *Lignum nephriticum* of Nicolás Monardes. In Berberan-Santos M. N. (ed), *Fluorescence of Supermolecules, Polymers, and Nanosystems*. Springer Series on Fluorescence, vol. 4. Springer, Berlin, Heidelberg, doi:10.1007/4243\_2007\_006
- アグリコラ〔三枝博音 訳, 山崎俊雄 編〕(1968) デ・レ・メタリカ ―全訳とその研究 近世技術の集大成. 岩崎学術出版社, 東京, 680p.
- 秋月瑞彦 (1998) 鉱物学概論 形態と組織. 裳華房, 東京, 312p.
- 安東伊三次郎 (1906) 礦物界之現象 前編. 光風館書店, 東京, 200p.
- アルベルトウス・マグヌス〔沓掛俊夫 訳〕(2004) 鉱物論. 朝倉書店, 東京, 188p.
- Bates, R. L. and Jackson, J. A. (1980) *Glossary of Geology (Second Edition)*. American Geological Institute, Virginia, 751p.
- ボネウィッツ, R. L.〔青木正博 訳〕(2007) Rock and Gem 岩石と宝石の大図鑑. 誠文堂新光社, 東京, 360p.
- 章 鴻釗 (Chang, H. T.) (1927) 石雅 (再刊) (*Lapidarium Sinicum, A Study of the Rocks, Fossiles and Meals as known in Chinese Literature*). 地質專報乙種第二号 (Memoirs of the Geological Survey of China, Series B, no. 2), 中央地質調査所(Geological Survey of China), 432p.
- Chang, L. L. Y., Howie, R. A. and Zussman, J. (1996) *Rock-Forming Minerals Volume 5B (Second Edition) Non-silicates: Sulphates, Carbonates, Phosphates, Halides*. Longman, Essex, 583p.
- 張 守範 (1956) 礦物學. 商務印書館, 上海, 1090p.
- 常 子文 (1996) 日英漢地質詞典. 地質出版社(中国)・東方書店(日本), 北京・東京, 1525p.
- 地質調査所百年史編集委員会 (1982) 地質調査所百年史. 通商産業省工業技術院地質調査所創立 100 周年記念協賛会, 谷田部町(茨城県), 162p.
- Dana, J. D. (1875) *System of Mineralogy: Descriptive Mineralogy (Fifth Edition, 5<sup>th</sup> sub-edition)*. John Wiley & Son, New York, 827p.
- 代那〔撰；瑪高温 口訳, 華蘅芳 筆術〕(1872) 金石識別一. 江南機器製造局, 上海, 98p. (註：総ページ数表記はないので、各巻本文の合計ページ数を表記)
- 地質部地質辞典辦公室 (1981) 地質辞典 (二) 矿物 岩石 地球化学分冊. 地質出版社, 北京, 356p.
- Emeléus, H. J. (1950) Nonvolatile Inorganic Fluorides. Chapter 1, In Simons, J. H. (ed), *Fluorine Chemistry Volume 1*, Academic Press Inc., New York, 1-76.
- 富士谷孝雄 (1883) 地学要略 (巻之一). 酒井清造・岩本三二, 東京, 110p.
- 富士谷孝雄 (1892) 中等礦物學教科書. 金港堂書籍, 東京, 170p.
- 後閑文之助 (1934) 第 7 章 江戸時代の鑛業と地質. 江戸時代の鑛業書と地質學書, 江戸時代の科学(東京科學博物館編). 博文館, 東京, 190-192.
- 後閑文之助 (1939) 近世に於ける西洋鑛物學地質學の日本に及ぼした影響 (その 1) 天文より寛政まで. 東京科學博物館研究報告, no. 1, 53-104.
- 後閑文之助 (1979) 日本の古代より近世に至る地質學と関連學の發達史. 地学雜誌, **88**, 1-25.
- 原田準平 (1973a) わが国の鉱物学の歩み. 鉱物学雜誌, **11**, 1-18.
- 原田準平 (1973b) 鉱物概論(第 2 版). 岩波全書, 岩波書店, 東京, 351p.
- 原島準次郎 (1883) 博物訓蒙. 卷之三 金石. 山中市兵衛ほか, 東京, 19p.
- 原山 智・宮村 学・吉田史郎・三村弘二・栗本史雄 (1989) 5 万分の 1 地質図幅「御在所山」及び「御在所山地域の地質」. 地域地質研究報告, 地質調査所, 145p.
- 林 光徳 (1885) 中等小學博物書 金石之部. 博文堂, 東京, 32p.
- 比企 忠 (1912) 日本鑛物各論. 弘道館, 東京, 124p.
- 堀 秀道 (1990) 楽しい鉱物学. 草思社, 東京, 301p.
- 飯盛挺造 (1882) 物理學 中篇 (第四版). 島村利助・丸屋善七, 東京, 580p.

- 今井 功 (1966) 黎明期の日本地質学 (地下の科学シリーズ 7). ラティス, 東京, 191p.
- 稲葉彦六 (1918) 簡易鑛物実験手引. 光風館書店, 東京, 112p.
- 石原舜三 (2005) 岐阜県平岩ほたる石鉱床の地質と日本のほたる石鉱床区における重要性. 地質調査研究報告, **56**, 167-176.
- 石原舜三・張 安棣 (1982) 中国の地質用語. 地質調査所月報, **33**, 241-249.
- 岩崎重三 (1914) 實用鑛物學講義. 内田老鶴圃, 東京, 848p.
- 神保小虎 (1897) 新撰鑛物學教科書全. 富山房, 東京, 194p.
- 神保小虎 (1898) 鑛物學教程. 金港堂書籍, 東京, 74p.
- 神保小虎 (1910) 近易鑛物鑒定略表 (再版). 三省堂, 東京, 33p.
- 門田重行 (1943) 螢石及び螢石鉱床. 共立出版, 東京, 317p.
- 龜川明和 (1881) 小學博物小解 金石之部. 正元堂, 東京, 21p.
- 加藤 昭 (2018) 鉱物各説. 公益財団法人益富地学会館, 京都, 258p.
- 加藤碩一 (2014) 石の俗称辞典 (第2版). 愛智出版, 東京, 408p.
- 桂川甫策・石橋八郎 (譯並註) (1873) 化學入門 後編第二卷. 一貫堂, 東京, 51p.
- 榎木寛則 (1882) 金石初歩. 錦森閣, 東京, 26p.
- 敬業社 (1888) 鑛物學. 敬業社, 東京, 102p.
- 菊池 賢 (2014) 感染症四方山話 (7): Geomedical science - その2. *The Chemical Times*, 2014 No.1 (通巻 231号), 3-6.
- 木内石亭 [今井 功 訳注解] (1969) 雲根志. 築地書館, 東京, 607p.
- 木内石亭 [横江孚彦 訳] (2010) 口語訳 雲根志. 雄山閣, 東京, 503p.
- 小泉榮次郎 (1896) 改正増補 工業藥全書 (第貳版). 英蘭堂, 東京, 302p.
- 小藤文次郎 (1884) 金石學 一名鑛物學. 澤屋蘇吉, 東京, 163p.
- 小藤文次郎 (1885) 鑛物學初歩 上巻. 澤屋蘇吉, 東京, 182p.
- 小藤文次郎・神保小虎・松島鉦四郎 (1906) 鉱物字彙 (第三版). 丸善, 東京, 43p.
- 熊澤善庵・柴田承桂 (1885) 普通金石學. 島村利助ほか, 東京, 252p.
- 久米武夫 (1927) 通俗寶石學. 丸善, 東京, 808p.
- 黒田吉益・諏訪兼位 (1983) 偏光顕微鏡と岩石鉱物 (第2版). 共立出版, 東京, 343p.
- 夔 乘漱 (1989) 中國寶石和玉石. 新疆人民出版社, 新疆, 233p.
- 益富壽之助 (1957) 正倉院薬物を中心とする古代石薬の研究 正倉院の鉱物 I. 日本鑛物趣味の会, 京都, 211p. (註: 奥付の発行日は昭和33年3月10日となっている)
- 益富壽之助 (1967) 昭和雲根誌. 六月社, 大阪, 250p.
- 益富壽之助 (1989) 雲根志 昔と今. 日本地学研究会館, 京都, 55p.
- 松本栄三郎 (1881) 礦物小學. 錦森閣, 東京, 35p.
- 松浦新之助・国分信英 (1972) フッ素の研究. 東京大学出版会, 東京, 150p.
- Meyazato, M. (宮里正静) (1874) *Chemical and Mineralogical Dictionary* (化學對譯辭書). Kobayashi (小林?), TOKEI (東京?), 215p.
- 三澤力太郎 (1904) 自然物之利用 空中及地中篇. 光風館書店, 東京, 184p.
- 森山 達 (1885) 生徒必携金石一班. 稱好館, 上野町 (三重県), 26p.
- 村上瑛子 (1880) 鑛物字彙. 有隣堂, 東京, 18p.
- 武藤 壽 (1879) 日本金石産地. 宮内省博物館, 東京, 160p.
- 長沢敬之助・クズヴァルト, M. (1989) 工業原料鉱物資源. 修学館, 東京, 280p.
- 永田和宏 (1997) 熱力学的に見た製鉄の歴史. *Inorganic Materials*, **4**, 575-585.
- 中川泉三 (1936) 木内石亭全集 石之長者 (全六巻) 巻二. 下郷共済会, 長浜町 (滋賀県), 104p.
- 中村博明 (2006) 謎の宝玉 夜明珠. 文芸社, 東京, 245p.
- 日本地学史編纂委員会 (東京地学協会) (1993) 西洋地学の導入 (明治元年~明治24年) <その2> - 「日本地学史」稿抄一. 地学雑誌, **102**, 878-889.
- 日本鉱業史料集刊行委員会 (1990a) 「和田維四郎編 金石識別表 完」, 日本鉱業史料集 第12期 明治篇 上巻. 白亜書房, 東京, 116p.
- 日本鉱業史料集刊行委員会 (1990b) 「和田維四郎編 本邦金石畧誌 全」, 日本鉱業史料集 第12期 明治篇 中巻. 白亜書房, 東京, 74p.
- 日本鉱業史料集刊行委員会 (1990c) 「和田維四郎訳 金石學 全」, 日本鉱業史料集 第12期 明治篇 下巻. 白亜書房, 東京, 162p.

- 日本鉱業史料集刊行委員会 (1991a) 「杉村次郎 日本産ノ金石」, 日本鉱業史料集 第13期 明治篇 中巻, 白亜書房, 東京, 115p.
- 日本鉱業史料集刊行委員会 (1991b) 「白野己巳郎 金石小解 全」, 「井上久太郎 金石一覽圖解(小學博物金石學附)」, 日本鉱業史料集 第14期 明治篇 中巻, 白亜書房, 東京, 121p.
- 西 松二郎 (1892) 中等教科 鑛物學. 文學社, 東京, 200p.
- 農商務省博覽會掛 (1885) 第二回内國勸業博覽會列品譯名(鑛物類). 有隣堂, 東京, 34p.
- 岡田博有・鈴木茂之 (2009) 日本最初の用語「地質学」の成立: 箕作阮甫 (1799-1863) の貢献. 岡山大学地球科学研究報告, **16**, 1-7.
- 大坪源造 (1883) 金石一覽圖解 上. 文光堂, 名古屋. (註: ページ数表示無し)
- プリニウス [中野定雄・中野里美・中野美代 訳] (1986) プリニウスの博物誌 第三巻. 雄山閣, 東京, 1092-1560. (註: ページ番号は第I巻からの通番)
- 清华大学外语系《英汉科学技术词典》编写组 (1991) 英汉科学技术词典. 國防工業出版社, 北京, 1934p.
- 全國鑛冶地質聯合展覽會(編) (1936) 全國鑛業要覽. 全國鑛冶地質聯合展覽會, 天津, 856p.
- ローラン [佐治太郎訳] (1879) 勞氏地質學 上, 文部省, 東京, 409p.
- 斎藤 忠 (2020) 木内石亭(きのうちせきてい) 人物叢書 新装版(オンデマンド版). 吉川弘文館, 東京, 265p.
- 佐々木 亨 (1980) 和田維四郎 - 日本鉱山学の先駆者 - (若狭人物叢書 8). 小浜市立図書館, 小浜市, 77p.
- 佐藤傳蔵 (1922a) 大鑛物學 中巻 (第四版). 六盟館, 東京, 298p.
- 佐藤傳蔵 (1922b) 大鑛物學 下巻 (第四版). 六盟館, 東京, 418p.
- 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (2019) 鉱物資源マテリアルフロー 2018 30. フッ素 (F). ([http://mric.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2019/03/material\\_flow2018\\_F.pdf](http://mric.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2019/03/material_flow2018_F.pdf) 閲覧日: 2021年2月12日)
- 史 静・刘 素芳・刘 振锋 (2010) 地质学汉语叙词表. 地质出版社, 北京, 786p.
- 清水欣吾 (1994) たたら製鉄とその金属学. まてりあ, **33**, 1453-1458.
- 杉邨次郎 (1878) 金石學必携 内編上 (巻之一~巻之六). 丸屋善七・丸屋善蔵, 安清村(愛知県), 355p.
- 杉村次郎 (1885) 日本金石解説. 文學社, 東京, 66p.
- 鈴木 敏 (1916) 寶石誌. 和田維四郎, 東京, 301p.
- 田賀井篤平 (2001) 和田鉱物標本(東京大学コレクション XI). 東京大学総合研究博物館, 東京, 135p.
- 竹原平次郎 (1873) 化學入門初篇. 一貫堂, 東京, 22p. (<https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/830683/7> 閲覧日: 2021年2月17日)
- 田中 実 (1978) 50『舎密開宗』化学を日本に導入した大著. 自然科学の古典をたずねて上 (田中 実・今野武雄・山崎俊雄 編), 新日本出版社, 東京, 227-230.
- 富阪武士 (1990) ルネサンス期から17世紀末までの鉱物科学の成立過程. 鉱物学雑誌, **19**, 227-232.
- 鳥居正敏 (1883) 普通小學博物書. 金石之部. 二酉楼, 京都, 22p.
- 上野三義 (1963) 蛍石. 地質ニュース, no. 106, 14-15.
- 和田維四郎 (1876a) 明治八年分各府縣金石試験記. 文部省, 東京, 72p. (<https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831980/1> 閲覧日: 2021年3月13日)
- 和田維四郎 (1876b) 明治九年分各府縣金石試験記. 文部省, 東京, 104p. (<https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/831981/1> 閲覧日: 2021年3月13日)
- 和田維四郎 (1879) 晶形學. 文部省, 東京, 143p.
- 和田維四郎 (1904) 日本鑛物誌. 和田維四郎, 東京, 281p.
- 和田維四郎 (1907) 本邦鑛物標本. 野村宗十郎, 東京, 307p.
- 和田維四郎 (1916) 日本鑛物誌. 福地信世, 東京, 357p.
- 和田八重造 (1914) 鑛物界實驗手引. 大日本圖書, 東京, 114p.
- 脇水鉄五郎 (1899) 新式鑛物学 (改題訂正六版). 内田老鶴圃, 東京, 117p.
- 脇山三彌 (1902) 鑛物学及地質学教科書. 富山房, 東京, 74p.
- 黃 著動(Wong Chu Fun) (1930) 中國鑛産(第二版)(*The Chinese Mineral Wealth, Second Edition*), 商務印書館(The Commercial Press), 上海, 67p.
- 翁 文灝 (Wong Wen-Hao) (1919) 中國鑛産誌畧 (Mineral Resources of China, metals and nonmetals except coal). 地質專報乙種第一号 (*Memoirs of the Geological Survey of China, Series B, no. 1*), 農商部地質調査所(Geological Survey of China, Ministry of Agriculture and Commerce), 270p.
- 武汉地质学院外语教研室 (1981) 英汉常用地质学词汇. 科学出版社, 北京, 340p.
- 八木國夫・太幡利一・吉田善一 (1960) 螢光 - 理論・測定・応用 - (訂正第2版). 南江堂, 東京, 392p.
- 山田 董 (1889) 物理學粹 (改正再版). 島村利助ほか, 東京, 192p.
- 山川倫央 (2008) 光る石ガイドブック~蛍光鉱物の不思議

議な世界～. 誠文堂新光社, 東京, 143p.  
山崎忠興 (1883) 小學中等科博物學 鑛物論. 丸善, 東京, 42p.  
矢田堀 鴻 (1881) 英華學藝辭書. 片山平三郎, 東京, 216p.  
英漢地質詞典編輯組 (1993) 英漢地質詞典. 地質出版社, 北京, 1170p.  
横山又次郎 (1901) 中學鑛物教科書 補遺. 金港堂, 東京, 66p.  
與謝野 寛・正宗敦夫・與謝野晶子 (1926) 日本古典全集 本草和名 上. 日本古典全集刊行会, 東京. (註: ページ数表示無し)  
吉村萬治・今泉 敏 (1918) 有用鑛物の産地及び用途 (増補改訂第三版). 丸善, 東京, 435p.  
吉野政治 (2015) 明治以降の鉍石名について. 同志社女子大学大学院文学研究科紀要, 15, 15-39.

吉野政治 (2018) 日本鉍物文化語彙放. 和泉書院, 大阪, 452p.  
中國科學院編譯出版委員會名詞室 (1957) 綜合地質名詞 (英中對照本). 科学出版社, 北京, 244p.

註: 江戸時代以前の文献(第2表)については, 出版・発行の形式が明治時代以降と大きく異なるため, 上記には掲載していない. 中国の文献についてピンインを考慮して並べている.

---

SAWAKI Takayuki, KANEKO Naotomo, NAKAMURA Yumi and ASAKAWA Nobuko (2021) Curriculum vitae of "hotaruishi" (fluorite).

---

(受付: 2021年3月17日)

# 第 33 回 GSJ シンポジウム地圏資源環境研究部門研究成果報告会 「地圏に関わる社会課題の解決に向けて」開催報告

地圏資源環境研究部門広報委員会<sup>1)</sup>

※ GREEN News 72 号を一部修正の上転載

令和 3 年 2 月 5 日（金）に Microsoft Teams ライブイベントを用いたオンライン配信方式にて、第 33 回 GSJ シンポジウム「地圏資源環境研究部門研究成果報告会」を開催しました。当研究部門の研究成果報告会としては 19 回目となる今年度のテーマは「地圏に関わる社会課題の解決に向けて」とし、地質調査総合センターから 1 件、当研究部門から 5 件の講演を行いました。当日は 140 名強のご参加をいただきました。

はじめに光畑裕司研究部門長（写真 1）は、令和 2 年度から始まった産総研第 5 期中長期計画（以下、第 5 期という）の当研究部門のミッションが「地下資源の安定確保及び持続可能な地圏の利用と保全のための調査と研究」であることを説明しました。重点研究課題は 1) 地圏資源の調査・研究および活用、2) 地圏環境の利用と保全のための調査・研究、3) 地圏の調査および分析技術の開発と展開の 3 つであり、民間企業のニーズが大きいことから 3) を加えたことが第 4 期と異なる点と述べ、SDGs に関する研究課題にも貢献していくことを示しました。次に、当研究部門の研究トピックスを紹介すると共に、第 5 期中での当研究部門の役割として、社会課題の解決のための新たな融合研究センター / 融合研究ラボ（環境調和型産業技術研

究ラボ、ゼロエミッション国際共同研究センター、資源循環利用技術研究ラボ、サステナブルインフラ研究ラボ）における研究開発、橋渡しの拡充のための「産業利用に資する地圏の評価」に係る取り組み、基盤整備として標準化活動の一層の推進および“土壤汚染等評価・措置に関する各種試験方法の標準化”を挙げました。

中尾信典研究戦略部長 / 研究ラボ長（写真 2）は、環境調和型産業技術研究ラボ（E-code）を紹介しました。E-code では、解決すべき社会課題に対し持続可能な開発を実現することを目的としており、環境保全と産業（開発 / 利用）との調和を目指す研究開発として、環境基盤情報の整備、環境影響評価技術、リスク評価・社会経済影響分析について研究を実施していることを示しました。また研究実施にあたり、地質調査総合センターが主体となり、6 研究領域が参画する融合研究として 4 チーム体制で取り組むことを説明しました。具体的には、土壤汚染に伴う環境リスク等を調査・研究する地圏環境研究チーム、海洋メタロミクス研究を中心に推進する海洋環境研究チーム、気候変動の影響を考慮した沿岸域の環境影響評価法の開発等を実施する沿岸環境研究チーム、研究成果の社会実装に向けたリスク・コスト評価や社会経済影響分析等によって E-code の



写真 1 研究部門長 光畑裕司



写真 2 研究戦略部長 / 研究ラボ長 中尾信典

1) 産総研 地質調査総合センター地圏資源環境研究部門 キーワード：産総研第 5 期中長期計画、地下資源、地圏利用保全、分析技術、融合研究ラボ、社会課題、標準化、調和、燃料資源、探鉱、カーボンリサイクル、物理探査、NMR、高周波電気探査、インフラ、放射性セシウム、モニタリング、プルシアンブルー、土壤汚染、公定試験、溶出、振とう、固液分離、GREEN Report

研究成果を社会へ橋渡しするような研究を中心に実施する環境調和型社会実装研究チームです。これら研究対象の場は、地圏、海洋、沿岸域であり、社会実装に向けた環境調和型の開発/利用の方法論・プロトコルを提示し、5年後の2024年に向けて社会実装を推進していくことと、今年度の主な成果を示しました。詳しくはGSJ地質ニュースをご覧ください(<https://www.gsj.jp/publications/gcn/gcn9-12.html> 閲覧日:2021年5月11日)。

中嶋 健燃料資源地質研究グループ長(写真3)は、「地質学をベースにした燃料資源探鉱支援」という演題で、地球温暖化の危機が叫ばれCO<sub>2</sub>の排出削減を進める国内外の状況において、石油・天然ガス・石炭等の燃料資源の探鉱における地質学の重要性を指摘しました。化石燃料からの脱却は緊喫の課題であるものの、天然ガスは比較的クリーンな燃料であること、石油についてもプラスチック等の化学製品の原料などとして今後も必要であると説明しました。これら燃料資源のより効率の良い探鉱のためには、石油・天然ガス・石炭が地下のどこで植物などの有機物から形成され、どの地層に移動・貯留されているかを地質学的に解明する必要がある、当研究部門における地質学をベースとした民間石油開発業界への国内探鉱支援の取り組み例をいくつか紹介しました。北陸沖の石油・天然ガスの移動・貯留のタイミングの推定に貢献した事例では、その海底地層の陸域への延長上にある富山県の地層の絶対年代測定を行い北陸地方の地史を解明したこと、また三陸沖での天然ガス探鉱においては3次元地震探査データの解析から巨大海底地すべりの存在を明らかにし、探鉱時の掘削障害の情報を提供できたことを紹介しました。さらに将来展望として地質学は、カーボンリサイクルのための石油の人工製造プロジェクトに対する天然の実験室として、石油生成プロセスの知識を提供することで貢献し得ることも紹介しました。



写真3 燃料資源地質研究グループ長 中嶋 健

横田俊之物理探査研究グループ長(写真4)は、「物理探査技術を用いた社会課題解決の試み」という演題で、第5期で発足した持続可能な安全・安心社会のための革新的インフラ健全性診断技術および長寿命化技術の開発を目指す「サステナブルインフラ研究ラボ」において物理探査研究グループが取り組んでいる2つの研究事例(NMR物理探査と高周波電気探査)を紹介しました。老朽化したトンネルやダムなどのコンクリート製のインフラ内部に水が溜まることで鉄筋の腐食や、凍結・融解を繰り返すことにより亀裂が進展するリスクが生じるため、コンクリート内部の水を現場で非破壊定量する技術が望まれ、そのニーズに応えるべく、水の定量を得意とするプロトン核磁気共鳴を応用した物理探査装置を開発し、コンクリート表面から数mmの部位の水を計測するプロジェクトの進捗状況を発表しました。また、高度経済成長期に急速に整備された我が国の水道管インフラは、その多くが法定耐用年数の40年を超え急速に老朽化が進み、深刻な社会問題となっていることを踏まえ、これら水道インフラの効率的な保守・点検のニーズに応えるため、路面上から道路を傷つけずに地下の比抵抗と地質構造とを面的に推定できる高周波交流電気探査法を開発し、この画期的な手法による埋設水道管の近傍にある低比抵抗な腐食性土壌の簡易かつ高速な探査実績や、出願した特許の物理探査コンサルティング系の民間企業に対しての許諾の実施(技術の橋渡しの実例)、地方自治体などの水道事業者への課題解決型提案の計画などを報告しました。

保高徹生地圏化学研究グループ長(写真5)は、水中の放射性セシウムのモニタリング手法の社会実装や標準化活動について説明しました。技術の社会実装の例として、民間企業や弊所ナノシステム研究部門と連携して共同開発したナノ粒子プルシアンブルーを担持した不織布を用いた溶存態放射性セシウムの迅速な濃縮技術を紹介しました。東京



写真4 物理探査研究グループ長 横田俊之



写真5 地圏化学研究グループ長 保高徹生



写真6 地圏環境リスク研究グループ主任研究員 井本由香利

電力福島第一原子力発電所の事故の後、放射性セシウムのモニタリングが必要となる一方、水中放射性セシウムの濃縮技術に課題があったため、プルシアンブルー担持不織布カートリッジを開発し、従来は6時間から3日間程度かかっていた20Lの水の濃縮を40分で可能にしたこと、さらに開発した高性能な亜鉛置換型プルシアンブルーカートリッジによって20Lを8分で濃縮可能となり、年間4,000個の販売実績があると述べました。標準化への取り組みでは、当研究部門が事務局となって複数の低濃度の水中放射性セシウム存在形態別測定法における精度評価を行い、いずれの方法でも同程度の精度を示すことを確認し、その結果を技術資料として公開していることを紹介しました。

井本由香利地圏環境リスク研究グループ主任研究員(写真6)は、「土壌溶出量調査における公定試験の改正と試験方法の高精度化に関する研究」という演題で、「土壌溶出量調査に係る測定方法(平成15年環境省告示第18号)」での試験手順「土壌汚染に係る環境基準について(平成3年環境庁告示第46号)」の変更(平成30年)における改正内容とこれに関連する調査研究について紹介しました。まず、土壌汚染対策法の制度の概要と汚染土壌の定義、汚染区域の指定状況例、土壌汚染の判定方法、土壌溶出量試験の手順について説明し、次にこの試験手順における課題として、一部の試験操作・条件が詳細に記載されていないことにより試験実施者によって操作が異なり試験結果にばらつきが生じていることを指摘、測定精度の向上を図った試験手順(平成31年4月施行)の検討経緯を紹介しました。具体的には、試験結果に影響を与える検液中の土壌コロイドに着目し、工程での振とうと固液分離(遠心分離、ろ過)の操作の高精度化に関して報告しました。また、地盤工学会「社会実装に向けた地盤環境管理と基準に関する委員会」でのサブワーキンググループでの活動の紹介があり、土壌溶出試験の再現性および正確さに係る課題につい



産総研つくばセンターからのオンライン配信の様子

て、引き続き関係機関と協力して取り組んでいく旨を報告しました。

本シンポジウムの講演要旨が収録された「GREEN Report 2020」は、当研究部門のwebサイト(<https://unit.aist.go.jp/georesenv/>)にて公開しています。ご興味・ご関心のある内容については、是非個別にご連絡頂き、今後の展開に繋がっていただければ幸いです([geore-web-ml@aist.go.jp](mailto:geore-web-ml@aist.go.jp))。

---

Public Relations Committee, Research Institute for Geo-Resources and Environment (2021) Report of the 33rd GSJ Symposium – Toward solving social issues on geo-resources and environment –.

---

(受付：2021年5月11日)

## 嶋崎吉彦さんを偲んで

牧野 雅彦<sup>1)</sup>

嶋崎吉彦 元地質調査所海洋地質部長・鉱床部長・海外地質調査協力室長が2021年4月22日満92歳でご逝去されました。

嶋崎さんは地質調査所のみならず東アジア、東南アジアの国際協力活動の草分けのひとりとして、その発展のために長い間ご尽力されました。1928年にお生まれになられ、1953年に東京大学理学部を卒業後、米国スタンフォード大学でPhDを取得されました。嶋崎さんは幼少の頃に父君の仕事で海外滞在経験もあり、その話す英語はまさに native そのものでした。地質調査所で鉱物研究ならびに国際協力・国際連携活動に従事され、そして鉱床部長および海洋地質部長を務められ、退職後は、民間企業で国際協力プロジェクト計画立案に従事、また公益社団法人東京地学協会の名誉会員として地球科学研究者の活躍の場と対象を広げること尽力されました。

嶋崎さんの地質調査所での簡単な経歴を以下に記述します。

- 1957年 地質調査所鉱床部鉱石課
- 1969年 鉱床部核原料資源課長
- 1972年 鉱床部鉱物研究課長
- 1975年 ESCAP 出向
- 1979年 海外地質調査協力室長
- 1982年 鉱床部長
- 1985年 海洋地質部長
- 1988年 退職

嶋崎さんは東・東南アジア地球科学計画調整委員会 (Coordinating Committee for Geoscience Programmes in East and Southeast Asia: CCOP) の設立からその発展に至るまで大きく貢献されてきました。その多大なる功績により CCOP から名誉顧問の称号を与えられ、その人柄から加盟国から“big father”と慕われてきました。CCOP は東・東南アジア地域における経済発展と生活レベルの向上を目的として、地球科学分野のプロジェクト、ワークショップ等の推進、調整を行う政府間機関です。1966年、国連アジア太平洋経済社会委員会 (United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific: ESCAP) の下に設立されました。当初は海洋地域での共同探査に重点を置き、そのための研究や調査の立案、実行の調整を行う機関でした。嶋崎さんは日本政府代表代理として CCOP の設立で活躍されました。設立当初は、日本、韓国、台湾、フィリピンの4カ国を加盟国として発足しましたが、現在の加盟国は16カ国 (ブルネイ、カンボジア、中国、インドネシア、日本、韓国、ラオス、マレーシア、モンゴル、ミャンマー、パプアニューギニア、フィリピン、シンガポール、タイ、東ティモール、ベトナム) です。日本の常任代表は (国研) 産業技術総合研究所地質調査総合センター長が務めています。

嶋崎さんご自身で、地質調査所の国際活動について地質ニュースに多くの記事を執筆されています。また「東・東南アジア地球科学計画調整委員会 (CCOP) 設立と地質調



2013年10月に仙台で開催されたCCOP年次総会にて

1) 産総研 地質調査総合センター研究戦略部

キーワード: CCOP, アジア, 国際活動, 地球科学, ESCAP, 訃報, 地質調査所



査所の国際連携活動の展開」と題した記事(嶋崎, 2016)を工業技術院および産総研 OB 組織である「産工会」のWEBサイトに掲載されています。AISTの研究秘話として、1945年の敗戦から国際連携活動がどのように展開されてきたかについて具体的に様子が分かります。また、別の記事では「実は、私の本心ではなくむしろイヤイヤながら、国際的な活動に否応なしに引きずり込まれましたが、仕事をやっているうちに、せっかくなら、日本の地質調査所を是非とも世界の地質調査所にしてやろう、というような夢を抱くようになりました」と当時の心情を述べています。

CCOP加盟国は4カ国から16カ国と発展してきましたが、途中で危機的な財政状況がありました。嶋崎さんはこの危機に率先して取り組み、見事に財政を立て直しました。2008年頃、私は地質調査企画室長としてこの問題解決を間近で知ることができたのは貴重な経験でした。嶋崎さんは亡父と同年であり、私にとってもまさに“big father”な存在でした。嶋崎さんの訃報を関係機関に直ちにお伝えしたところ、CCOP関係者からも多くの弔意が寄せられ、ご家族にお伝えしました。ご家族によれば、2016年11月にバンコクで開催されたCCOP創立50周年記念総会の時に嶋崎さんの88歳の誕生日を皆さんでお祝いしてくれたことが一番の思い出だったそうです。

最後に、嶋崎さんの期待した国際活動についての言葉で締めくくりたいと思います。

「地質調査所に、日本の地学関係の国際活動の一つの中心になってほしい」

「地質調査所の最大の強み、最大の利点、武器は何か、ということを考える必要があると思います。私は、これは先程申し上げた世界各国の地質調査機関相互の連繋・連帯感だと思えます。これ以上の強みはないのではないかと思います」

## 参 考

嶋崎吉彦 (2016) 「東・東南アジア地球科学計画調整委員会 (CCOP) 設立と地質調査所の国際連携活動の展開」 ([https://sankoukai.org/secure/wp-content/uploads/untold\\_stories/yoshihiko-shimazaki\\_final.pdf](https://sankoukai.org/secure/wp-content/uploads/untold_stories/yoshihiko-shimazaki_final.pdf) 閲覧日: 2021年5月20日)

---

MAKINO Masahiko (2021) Condolences for Dr. SHIMAZAKI Yoshihiko.

---

(受付: 2021年5月20日)



## 浦田 優美 (うらた ゆみ)

活断層・火山研究部門 地震テクトニクス研究グループ

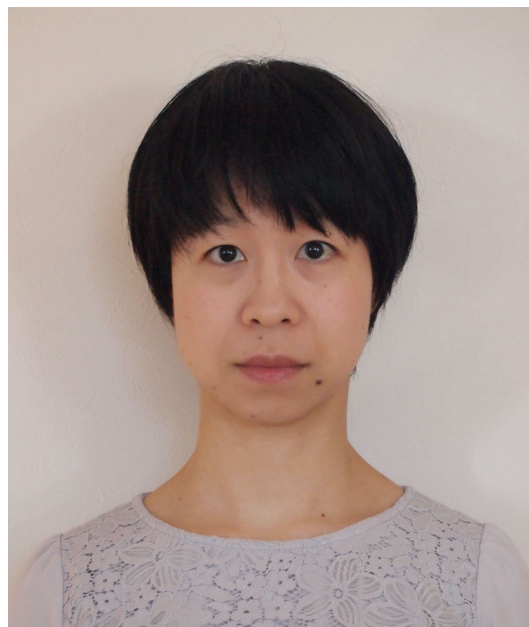
2021年4月より活断層・火山研究部門地震テクトニクス研究グループに配属されました浦田優美です。京都大学大学院理学研究科で学位を取得した後、昨年度まで国立研究開発法人防災科学技術研究所でポスドクをしていました。

私は、なぜ大地震が起こるのを知りたいです。特に地震時の断層の動きに関する理論・数値モデル研究によって、大地震現象の理解・発生メカニズムの解明に向けた研究を行ってきました。

大学院時代には、水と摩擦発熱の相互作用による断層摩擦の低下が大地震を引き起こすことを、数値シミュレーションによって明らかにしました。ポスドク時代には、大学院時代に行った理想的な場での基礎的な理論研究を、より現実的な場へと発展させたいと考えました。岩石摩擦実験や自然地震のデータを基にしたモデリング研究を行い、大地震が発生する力学条件などを示しました。

今後は、過去の地震の再現シミュレーションによって大地震の発生条件に関する知見を深めるとともに、将来

どのような地震が起こり得るかを想定するための研究に取り組みたいです。どうぞよろしくお願いいたします。



## 青木 伸輔 (あおき しんすけ)

地圏資源環境研究部門 燃料資源地質研究グループ

今年度より産総研特別研究員として地圏資源環境研究部門燃料資源地質研究グループに所属となりました。青木伸輔と申します。2019年に明治大学で博士号を取得し、明治大学ガスハイドレート研究所、イスラエルのVolcani Centerのポスドクを経て、現職に至ります。

専門は比誘電率測定に用いられるTDR法や熱的性質測定法の1つであるHP法を用いた土壌物理学です。これらの手法を不飽和土壌中の油汚染物質質量の推定や、圃場における土壌中の物質移動のモニタリングなどに適用した研究に大学では取り組んでいました。Volcani CenterではArduinoを用いた安価なHP法の測定システムの評価、HP法による土壌中の水分フラックス測定をテーマに研究していました。

学部生の頃にメタンハイドレートの調査航海に参加する機会を得てからは、表層型メタンハイドレートが生成する環境で起きる現象が環境にどのような影響を与えるか、ということに興味を持ちました。この観点から、海底から噴出するメタンの気泡が大気濃度に与える影響、

堆積物中の流体の移動が堆積物強度に与える影響について研究してきました。

燃料資源地質研究グループでは表層型メタンハイドレート賦存域における堆積物の地盤強度調査に取り組みます。農学部では吸収できなかった知識と技術を、産総研で自分の力にしながらプロジェクトのお役に立てるように尽力いたします。どうかよろしくご指導をくださいますようお願いいたします。



#### GSJ 地質ニュース編集委員会

委員長 宮地良典  
副委員長 小松原純子  
委員 杉田創  
児玉信介  
戸崎裕貴  
伊尾木圭衣  
宇都宮正志  
伏島祐一郎  
森尻理恵

#### 事務局

国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
地質調査総合センター  
地質情報基盤センター 出版室  
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

---

GSJ 地質ニュース 第10巻 第6号  
令和3年6月15日 発行

国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
地質調査総合センター

〒305-8567 茨城県つくば市東1-1-1 中央第7

印刷所

#### GSJ Chishitsu News Editorial Board

Chief Editor : MIYACHI Yoshinori  
Deputy Chief Editor : KOMATSUBARA Junko  
Editors : SUGITA Hajime  
KODAMA Shinsuke  
TOSAKI Yuki  
IOKI Kei  
UTSUNOMIYA Masayuki  
FUSEJIMA Yuichiro  
MORIJI Rie

#### Secretariat Office

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology  
Geological Survey of Japan  
Geoinformation Service Center Publication Office  
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

---

GSJ Chishitsu News Vol. 10 No. 6  
June 15, 2021

**Geological Survey of Japan, AIST**

AIST Tsukuba Central 7, 1-1-1, Higashi, Tsukuba,  
Ibaraki 305-8567, Japan



福島県会津盆地北縁に位置する磐梯山は東北地方有数の活火山であり、有史以来、多数の噴火災害を起こしたことが知られている。特に 1888 年 7 月 15 日の水蒸気噴火は、明治以降の近代日本初の大規模激甚災害であったことが記録されている。この噴火により裏磐梯地域において大規模な山体崩壊が発生し、これに引き続く岩屑なだれやラハール等の流入による河川堰き止めにより、五色沼湖沼群と称される桧原湖、小野川湖、秋元湖などの大小様々な湖沼が形成された(写真右手前)。

(写真・文：七山 太 産総研地質調査総合センター地質情報研究部門)

Bandai Volcano and Goshikinuma Ponds, central Fukushima Prefecture taken from an airplane. Photo and Caption by NANAYAMA Futoshi