

柘榴石、紫水晶、藍玉、金剛石、翠玉、真珠、紅玉、橄欖石、青玉、蛋白石、黄玉、土耳其石、と続けたら何の話かお察しいただけるでしょうか。何やら石の話の気がするが、といったところ？

では、カタカナ表記にしたらいかがでしょう。ガーネット、アメシスト、アクアマリン、ダイヤモンド、エメラルド、パール、ルビー、ペリドット、サファイア、オパール、トパーズ、ターコイズ。ああと気づいた方も多いのではないのでしょうか。そうです、誕生石の漢字表記です。紅玉って林檎りんごみたいですが、ルビーくれないぎよくを紅の玉と称するのは「なるほど」と思えます。しかし、アクアマリンが藍玉でサファイアが青玉というのは、納得がたし難いのが正直なところですよ。

アクアマリンはラテン語の水と海が起源の水色の石、小洒落こじやれて言うと水み 縹はなだがピッタリです。縹とは明度の高い薄青色を表す和語です。サファイアは確かに青い石ですが、やや紫がかった青でその色が濃いほど高価とされる石。紺や群青の方が近いような気がしますが、和語こきはなだそろえで深 縹と扱うことにします。

漢字表記はさておき、人々は、太古から宝石の色と輝き

から放たれる神秘性に魅了され、生み出した自然へ畏敬の念を抱き、病を治す力があると信じ、お守りにしていました。命の起源として誕生日と石が結び付けられたのは自然な流れかと。

ここでは 12 種の誕生石のうち双子といえる石たちをご紹介します。“主組成分と結晶構造は同じであるのに全く違う色の光を放つ不思議”の話。

先に光のエネルギーと人が認識する色の関係について、少し触れる必要があるのでは、しばしお付き合いを。

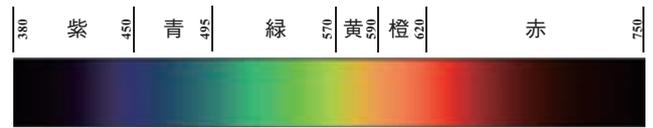
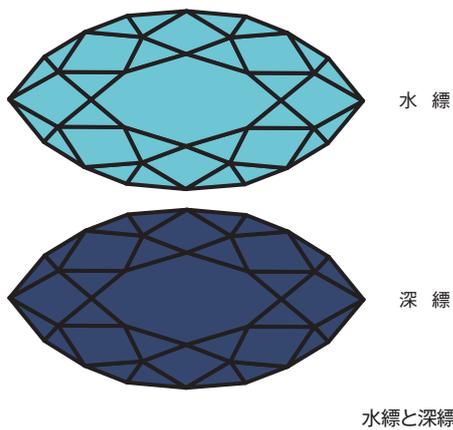
ご存じのように太陽はさまざまな電磁波を放出していて、これらはいろいろなエネルギーをもっています。昔の物理学者が、このエネルギーの違いを波長で表せることを見いだしたおかげで、電磁波の種類を波長で区別できるようになりました。ただし、エネルギーが高いほど波長は短いと定義されるので、少し違和感があるかもしれません。地上に届く電磁波のうち、人が目で認識できる波長の電磁波を光と呼んでいます。自然光（太陽光）は白色光といわれますが、白色の光がある訳ではありません。自然光は、さまざまな波長をもった光の集まりで、その波長に

光と色 — 双子の宝石 —

技術開発本部 技術企画部

正木 みゆき





	色	波長 (nm)	エネルギー (eV)
	紫	380 ~ 450	2.755 ~ 3.26
	青	450 ~ 495	2.50 ~ 2.755
	緑	495 ~ 570	2.175 ~ 2.50
	黄色	570 ~ 590	2.10 ~ 2.175
	橙色	590 ~ 620	1.99 ~ 2.10
	赤	620 ~ 750	1.65 ~ 1.99

光の波長と色とエネルギーの関係

よって光の色が異なります。全ての光が集まると人はそれを白色と感ずるのです。人が色として感ずることが出来る光の中で最も短い波長は、紫色の光で 380 nm (nm = 10⁻⁹ m) くらいです。反対に人が感ず出来る一番長い波長は赤色の光で 750 nm くらいです。

雨上がりに見られる虹は、湿った空気のおかげで、太陽光がその波長の順に紫-藍-青-緑-黄-橙-赤と色が区別できている状態であることはよく知られています。この波長の異なる紫~赤の光を組み合わせることで、さまざまな色が表現されます。自然界には単体で赤紫色を出せる光はありません。紫色の光と赤色の光を組み合わせることで表現します。

人は、白色光のほとんどを透過させる物質を透明、ほとんどを反射させる物質を白色、ほとんどを吸収してしまふ物質を黒色と認識します。一部の光(色)だけを透過させる物質や、一部の光(色)だけを反射する物質は、透過や反射した光(色)の組み合わせで色が決まります。

インクや染料はどの光をどれだけ反射させるかでさまざまな色を表現しています。

これらの光の色を感ずる細胞が人には幾つか備わっています。それは錐体細胞と呼ばれ、それぞれ感ずる波長域が異なり、波長別の光量の組み合わせで色を感じさせます。波長 420 nm 付近に感度ピークがある錐体が青錐体、530 nm 付近が緑錐体、560 nm 付近が赤錐体です。赤錐体と名付けられていますが、人が赤と感ずるのは 620 nm より長い波長域で、560 nm 付近は黄緑色。赤色は錐体感度が少し低いところで感ずっています。

三つの錐体の感度バランスは人それぞれなので、同一の色名称で呼んでいても一人一人見えている色は異なっているはずで、互いに色名称でしか確認できないので、他人が見えている‘本当の色’はわかりません。人それぞれ独自の色世界が在ります。最近、四つの錐体をもつ人たちが確認されたそうです。四つの組み合わせですからより豊かな色世界となっているのでしょう。

さて、ようやく、双子の石たちの話題です。



太陽光の色が波長順に区別できる虹

その昔、コランダム王国にサファイア王女とルビー王子という姉弟がおりました。うり二つなのですが、王女は深縹こきはなだのドレス、王子は深紅のマントを身に着けていたので区別がつかしました。

サファイアとルビーは共にコランダムと呼ばれる鉱石で、アルミニウム (Al) と酸素 (O) が規則的に並んで石の結晶骨格が作られています。純粋な酸化アルミニウム (Al_2O_3) 結晶は無色透明で、深縹や深紅の神秘の色はもちません。 Al_2O_3 結晶を構成している Al の一部が微量の他金属に置き換わると、特定の波長の光を吸収ようになります。厳密には局所的に組成が変化していますが、鉱石としての全体組成や骨格は Al_2O_3 結晶のままです。

Al_2O_3 結晶の Al が、微量の鉄 (Fe) やチタン (Ti) に置き換わると、主に 550 nm 付近より長波長の光 (緑色の一部と黄色～赤色) を吸収し、420 nm 付近 (主に青色) の光だけが結晶の壁に反射されて深く閉じ込められ、サファイア王女のドレスを深縹に染め上げます。

一方、Al が微量のクロム (Cr) に置き換わると、420 nm 付近の光 (主に青色) と 540 nm 付近の光 (主に緑色) を吸収して、赤色の光が多く透過したり石のカット面に反射したりします。加えて自ら赤い光を放つようになります。これは、吸収する光のエネルギー (青、緑) が発光する赤より高いため起きる現象です。こうして、ルビー王子にあの見事な深紅まどのマントを纏まとわせるのです。

ほとんどの宝石は、地中で熱と圧力とを加えられて永い年月をかけて生まれます。結晶格子中にほんの僅かに置き換わった金属が色を創り出しているのですから、この量の微妙な違いやほかに含まれる金属の量によって、さまざま

な色のルビーやサファイアが存在することもご理解いただけるのではないのでしょうか。もちろん、色味が濃く透明感が失われていないものが希少価値が高いのは言うまでもありません。

この世界には別の双子もいます。ベリル王家のエメラルド姫とベリル王国公爵家のアクアマリン嬢です。この二人も同じ組成・骨格で成っています。先の二人に比べると組成は些いささか複雑で、ベリリウム (Be)、シリコン (Si)、Al の混合物と O とで石の結晶骨格が作られていて、この組成の鉱石はベリルと呼ばれます。

アクアマリン嬢は、エメラルド姫と双子の姉妹としてベリル王家に生まれた美しい姫でした。ベリル鉱石の結晶骨格に微量の Cr とバナジウム (V) が入り込みみどり翠色に輝くのがエメラルド姫、結晶骨格に入り込んだ Fe が創り出す水縹色に輝くのがアクアマリン姫です。が、ちょっとした理由がありアクアマリン姫は公爵家の養女になりました。

実は、ベリル王家にもう一人黄緑色の姫がいました。しかし、その黄緑色の輝きは美しいと称賛されることなく、この姫は一人美しく変身できることを願っていました。ある日、とうとう黄緑色を別の色の輝きに換える技を身に着けました。その色は何と水縹色。本物のアクアマリン姫と区別がつかいません。しかもその見いだした技とは熱をかけるだけ。

これは、同じベリルの結晶骨格でも、エメラルド姫の Cr と V が光の赤成分を吸収し、緑色成分を閉じ込める働きをしているのに対して、アクアマリン姫の Fe は 2 価のイオンが水縹色の光を創り出す働きをしていたことによります。黄緑色の姫色も Fe が創り出していたのですが、3 価のイオンでした。このため、放つ光の色が水縹色とは



エネルギーの異なる黄緑色だったのです。熱エネルギーを与えることで放つ光を黄緑色から水縹色へシフトさせることができたのです。アクアマリン姫の水縹色の輝きは、宝石としての希少価値という点でエメラルド姫には適わないものになってしまいました。

このことを知ったベリル王は、王家の威信のために手を打たねばならなくなりました。誰も真似できない色を放つエメラルド姫だけを王家に残し、臣下の公爵にアクアマリン姫の養育を委ねました。そして黄緑色の姫を追放し、ベリル王家の血筋を名乗ることを禁じました。悲しい黄緑色の姫。美しさに憧れて、ベリルの黄緑の光は水縹の光に換えられると公にしてしまったため、アクアマリン姫を公爵家の令嬢へと追いやり、自らはベリル王国の村娘として暮らしていくことになったのです。

実際、黄緑色のベリル鉱石は、イエローベリルと呼ばれ、アクアマリンの原料として扱われています。天然のアクアマリンは、見事な輝きを放つ石が採掘できる鉱山が限られているため宝石としての貴重価値は高いのですが、イエローベリルの熱処理で発する色を変えた半人工アクアマリンが数多く出回っています。

誕生石の話として始めましたが、各月の誕生石は1種類に決まっている訳ではありません。

発祥国ごとの文化の違いや宝飾業界の思惑もあり、各月2~3種あります。冒頭では、11月の誕生石をトパーズ（黄玉）と紹介しましたが、シトリン（黄水晶）も11月の誕生石です。シトリンは漢字から解るようにアメシスト（紫水晶）と双子のSiO₂です。

純粋なSiO₂の結晶は、お察しのとおり無色透明。この結晶にFeが入り一部の光を吸収し、特定の波長の光が石のカット面に反射して発色します。しかし、アメシストは長い間太陽光に曝されるとその紫色が褪せてしまいます。自然光のエネルギーで結晶の中のFeの状態が変化してしまい、紫色を反射することができなくなるのです。占いで使われる水晶玉が暗い場所に置かれているのは、神秘的紫色を保持するための工夫の一つかもしれません。

紫色のアメシストと褐色のシトリンの違いは、アクアマリン姫と黄緑色の姫のような関係で、Feの状態の違いで吸収する光の色が異なると考えられています。



宝石の話をしなが、宝石連邦最強国のダイヤモンド（金剛石）に触れない訳にはいきません。ダイヤモンドの結晶骨格を形成するのは炭素（C）で、無色透明なものから黒まで存在します。色違いでも双子（別の石）と区別されません。ピンク、ブルー、グリーンのダイヤモンドは希少で、このうちピンクダイヤモンドの色は微量の他元素の入り込みではなく、結晶格子の歪みが創り出しています。

また、ダイヤモンドの遠縁に黒鉛がいることはご承知の方も多いはず。遠縁だけあって、成分は同じCでも骨格は全く異なります。ダイヤモンド結晶格子と成るまでに高温・高圧下で永い年月を耐えてきたのですから、やはり格が違う！と言わないといけません。ダイヤモンドは、最も硬い石であることや、高い屈折率が特殊カットで見事な輝きを見せることから、婚約指輪として多用されているのはご承知のとおりです。お給料3か月分の大枚をはたいて用意するのが当然！という時代もありました。でも、婚約指輪には誕生石を！が、筆者の持論。その後の人生を共にする約束の証である指輪。その人の誕生石である方が適していると思いませんか？「君を守る石だから、誕生石を贈りたい！」くらいのことは言ってほしいもの。何より同じ予算なら、ダイヤモンドでない方がその宝石としてはより価値の高いものが手に入るし…。こうと書くと女は…と言われそうなので、そろそろ失礼した方が良さそうです。