

2020年11月11日 ジュエリーデー

JGS 宝石勉強会@Zoom Meeting

講師 日独宝石研究所 古屋正貴氏

「宝石の魅力を考える」 ～もっと魅力を知るために～

谷野 修子

宝石の美しさはどこから来ているのだろうか。それを知らなくても宝石を美しいと感じ楽しむことができる。しかしその仕組みを知るともっと自分が楽しめ顧客にも喜んでもらえる良さを伝えることができるのではないだろうか。

ダイヤモンドの煌めきは光の反射だけではない。光の反射だけなら鏡のほうが優れている。しかし私達の目は、実際以上の輝きをダイヤモンドから受け美しいと感じている。知覚による反応だ。これは自然界において他にはない美しさだ。

そして知覚による反応は人それぞれに違う。こう考えると美しく見えるダイヤモンドも人それぞれということになる。4Cだけでなく一人一人が感じる美しさも考えていきたい。

色石については、印刷物・ディスプレイでは表現できない美しさを持つ物がある。それは高い彩度によるものだ。その美しさの理由を理解し、その美しさを伝える方法も考えたい。

また色石には変色特性等の宝石ならではの特徴があり、代えがたい宝石の魅力として私達を捉える。

これらの宝石の美しさのメカニズムについて基礎から考える機会とし、より宝石を楽しめるよう、また販売の中でその良さが伝えられるよう考えていきたい。

○宝石の3要件である美しさを深掘りしてみる

- A. 美しいこと
- B. 頑丈であること
- C. 珍しいこと

以上三点が宝石の3要件といわれている。宝石学ではB.Cについてよく語られてきた。しかし顧客が気に入って購入を考える時に重要なことはそれが美しいということである。宝石は元々美しいものということで、なぜ美しいのかを踏み込んで考えることが少なかったように思う。今それを考えることにより、宝石の良さを伝えることができ、コレクターにも、もう一度その良さを理解してもらえる一歩となるのではないだろうか。

では、ダイヤモンドと色石に分けて進めていこう。

○ダイヤモンドの美しさの理由

～高い屈折率とファイアー～

なぜキラキラと光るのか？屈折率と光の反射から考えてみよう。

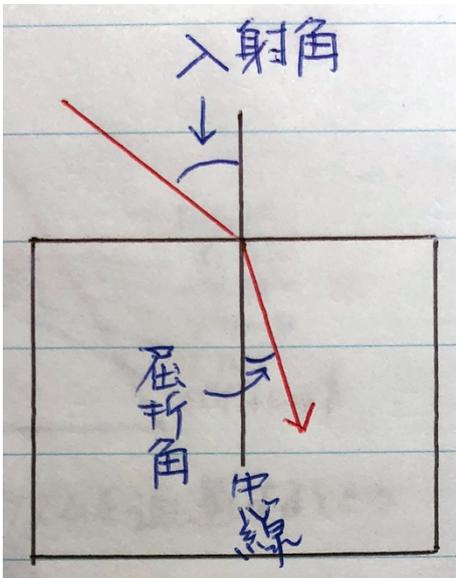
まず、ラウンド・ブリリアン・カットでの無色石〔ダイヤモンド・サファイア・水晶〕を見比べると明らかにダイヤモンドが明るく輝いてみる。それはダイヤモンドの屈折率が高いからだ。

では、なぜ屈折率が高いときらきら輝いてみえるのだろうか。

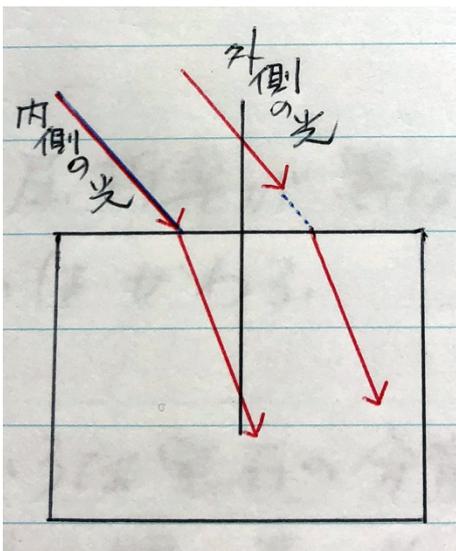
○屈折率について考える

屈折率とは異なる媒質の境界で光の進む速度（30 万 km/sec）がゆっくりになる割合のこと。物質によって異なる。屈折率 2.4 のダイヤモンドは 60% の減速となる。

またそれによって光は曲がって進む、これを光の屈折という。



	屈折率	限界角
ダイヤモンド	2.417	24° 25′
サファイヤ	1.76	34° 37′
水晶	1.544 ~ 1.553	40° 53′
水		48° 6′



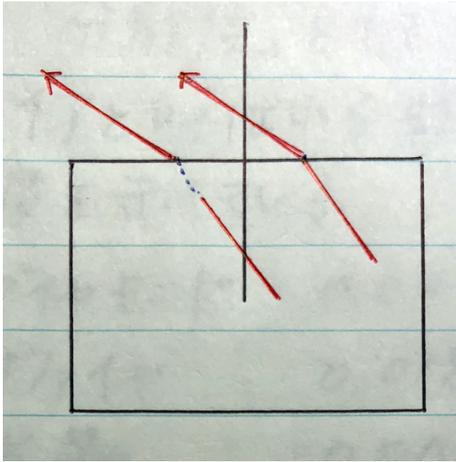
光が太いビームと考えよう

内側の光は外側の光よりも早くダイヤモンドに達するのでゆっくり進む。

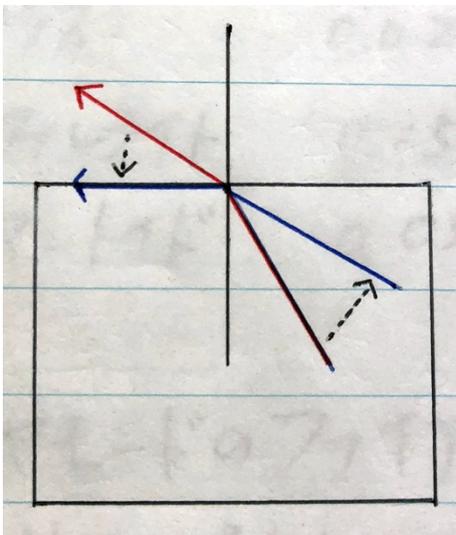
外側のひかりはまだ空気中であるので早く進む。

このことで光は屈折する。

車の両輪のように外側の方が早く進むので光は曲がる。



内から外にむかう時は、密なもの（ダイヤモンドの中）から、粗なもの（空気中）に移る時には、逆に中心線から離れいくように曲がる

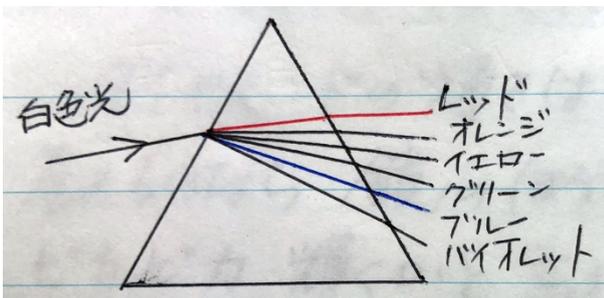


屈折率と臨界角

物質の中から光が出ていく角度を広くとっていき、光は中心かあらどんどん離れていき、物質を通り抜けられず、反射してしまう。宝石の外に出られなくなってしまう。この限界の角度を臨界角という。

ダイヤモンドは屈折率 2.417 と高く、臨界角は $24^{\circ} 4'$ と非常にせまい。一度入った光なかなか出られず、石の中を何度もよく反射し、よく輝いてみえる。

○ダイヤモンドのプリズム効果 ファイア



白色光がプリズムを通過する時の屈折と分散

ダイヤモンドの輝くの要素のひとつに「ファイア」がある。プリズム効果によるものだ。

ダイヤモンドに白い光をあてた時、何度も屈折する中で、七色に光に分かれ「ファイア」と呼ばれる強いきらめきが見られる。この現象をプリズム効果という。

プリズム効果（分散・ファイア）は光の波長ごとに屈折率が異なることにみられ、物質によって分散の度合いはかわる。

○いろいろな宝石の分散度

波長の短い青の光の屈折率と波長の長い赤の光の屈折率の差が「分散度」として測定される。ファイアと呼ばれる虹のきらめきをもつダイヤモンドでは特に大きな分散度を示している。

ダイヤモンド	0.044
サファイヤ	0.018
水晶	0.013
ガラス	0.020～
スファレライト	0.156
デマントイドG	0.057

ダイヤモンドのファイアだけを取り出すと（映像）、七色の光が沢山出ていることがみられる。ダイヤモンドの美しさの理由だ。以上が科学的に説明できるダイヤモンドの美しさだ。

しかしダイヤモンドの美しさはこれだけではない。

○ダイヤモンドの美しさの秘密

～みる人を惑わす輝き～

みる人の知覚的特性により、輝いているダイヤモンドの光をより強く感じてしまう特徴が人間にはある。この点からダイヤモンドの美しさを説明していきたい。

ダイヤモンドの輝きはただの光の反射ではない。光の反射だけを考えるなら鏡のほうがもっと強く光を反射する。しかし、どちらがピカピカ輝くかと言われると、ダイヤモンドを選ぶだろう。

ダイヤモンドをわずかに角度をかえると輝いている面と影にたる面ができる。ここにダイヤモンドが生み出す輝きの三つノイルージョン（幻）がある。人間が起こす幻覚だ。

① ダイヤモンドは両方の目それぞれに違って見えている

同じファセットでも片方の目には光って見え、もう片方の目には影に見える。そのとき脳は混乱して、より以上に輝いているように認識してしまう。

なぜこのようなことが起こるのかというと、両目の角度の違いで、左右違った像を見ているからだ。

目から 30 c m離れたところからダイヤモンドの1つのファセットを見る。

右目で見た時は光線の進み方を追いかけると、二回ほどパビリオンで反射し、表面に出てくるが、その光線は見ている人の頭に当たり、回りがどれだけ明るくても影として見えてしまう。一方左目で見ると、同じように光線は二回ほど反射して出てくる。その光は頭をそれて、天井の光源にあたり光ってみえる。

- 実験**
- 1, 石を動かさず、輝きを感じる面を見つける。
 - 2, 片目ずつ、同じ面を見る。

同じ面でも左右の目で別々に見ると、「光る」・「影なる」と変化する。つまり、左右の目で一度に同じファセットに影と光を同時に見ることになり、脳は混乱し、現実以上に輝いていると感じてしまう。

石の大きさと視力の関連から考えると、両目が錯覚し、より美しいと感じるには大きさが重要となる。ファセットの大きさを。

視力が良い時代には、小さなファセットでもその輝きが十分に感じられる。しかし年齢による視力の変化で大きなファセットのほうがよく感じられるということがある。

石の大きさとシェープによってファセットの大きさがかわってくる。

エメラルドカット→ファセットが大きい→視力が落ちてもきらめきがよく感じられる。

プリンセスカット→ファセットが小さい→視力のよい世代では小さくてもきらめきよく感じられる。

顧客に勧める時、若い方にはプリンセスカットを、シニアのかたにはエメラルドカットを提案すれば、よりダイヤモンドの美しさを感じてもらえるのではないだろうか。

② 空間の錯覚

周囲とのコントラストが高いと、人はより明るさ・暗さを感じる。

同じ明るさでもまわりの明るさで見え方がまったく違う。

ダイヤモンドは光輝くファセットとまっ黒の影のファセットが小さな空間の中で隣あっている。このような状態では輝きはより強く見える。

同じダイヤモンドでも

☆面光源（蛍光灯）

☆点光源（少し離れた強いスポットライト）

とでは、見え方がまったく違って来る。後者のほうがコントラストが高まり、よりダイヤモンドらしく見せることができる。

屋外でみると、太陽という強い点光源がある。うまく取り入れたいものだ。

ラボのライティングでは蛍光灯でみる。これはそのダイヤモンドの良さを消し、欠点を見つけるために行うものだ。

③ 時間の錯覚

動かしてみると、1つのファセットは光→影→光→と輝き方が変化する。時間の変化でより輝いてみえる。車のウインカーのように、灯りがついたり消えたりするほうがつきっぱなしの灯りより、より明るく見えるのと同じだ。

顧客にみせる時、写真ではなくビデオで、また実際につけてもらい、動かして見てもらうことで、より美しさを感じてもらえる。

まとめ — ダイヤモンドが輝くのは、科学とイルユージョン

科学的に説明できること

- 屈折率が高く、光を反射しやすい
- 分散度が高く、プリズム効果で七色の光ファイアが現れる

視力の習性で説明できること

- 左右の目でみえる像が違うことからおこる錯覚
- コントラストが高いことからおこる錯覚
- 時間の中での光の方の変化からおこる錯覚

これらの人の知覚の習性によってダイヤモンドが強い輝き・美しさを持つ。

色石の美しさの理由

～美しい色～

ダイヤモンドとちがい、色石の良さはその色になる。無色のダイヤモンドは何よりも光の輝きが大事になる。色石はその色が美しさの中心になる。

色は 色相 — 色合い、どういうタイプの色かを表す
彩度 — 色の鮮やかさ、高ほど色がはっきりする
明度 — 明るさの度合い

この三点で表される。

様々な色の中で、いろとしてどのようなものが美しいと感じるのかというと、暗いものは色が感じられなくなるので、より明るいものを美しいと選ぶことはないだろうか。

今回は明るさのある石であっても彩度の高いもの低いものを取り上げて考えてみたい。

彩度の低いパステルと呼ばれる色石にも、ダイヤモンドよりも低いがムーンシュタイナーのアクアマリン例のように両目の錯覚を使うと十分に石の輝きを感じることができる。

しかし彩度の低い宝石は今まで良いものとはされてこなかった。

以前流行したメラニメントと呼ばれたパステルグリーングロッシュラーガーネットについて考えてみたい。

これまでははじかれていた淡い色の石ですが、緑の中でも暗さのない石をみつけだし、ロシアのダイヤモンドのようなよいカットをしたところ、きらきらと輝く石になった。新しい価値を作り出したといえる。

○パステルカラー

～色石の美しさ、輝きを感じるために

パステルカラーの美しさはダイヤモンドと同様輝きが重要

彩度が低めでも暗くないことが条件、以上あまり重要視されていなかったカットの良さがダイヤモンドと同様必要となる。

○宝石の色の鮮やかさは特別

最高峰の宝石とされるピジョンブラットルビーやロイヤルブルーサファイヤの特徴はものすごい高い彩度にある。

私達が認識できる色をあらわした色空間 CIE1931 にそれらの宝石をおいてみると、すべてそれぞれの色の端になる。そこは印刷で表現できる区域、それより広いディスプレイで表現できる区域の外になる。それほど鮮やかさをもつものがこれらの宝石だ。

○高彩度の理由

ピジョンブラットルビーの分光スペクトルは赤をわずかに青の光を通すだけで、他の色は通さない。透過する波長と透過しない波長のコントラストが高い彩度を生んでいる。

○高い彩度を表現するためには透明度も必要

表面でしか光を反射しない不透明なものの色に比べて透明な宝石では、石の中を透過する間により

はっきりと色の選択が起こり、より高い彩度が得られる。

透過する間に赤以外の色は吸収され、赤のみが透過するため選択のコントラストがはっきりしているといえる。

○高い彩度を表現するためには透明度が必要

色見本として今まで使っていた印刷されたマンセルというものではルビーの高い彩度が表現できない。

Color codex という透明のプラスチックに印刷され、その下に銀紙を貼ったものは色見本として使用できる。直接対面できにくい現在では、使えるものではないか。

○高い彩度を感じるためには強い光も必要

ルビーのように透過する光の波長の領域が狭いものは光が十分でないと暗く見えてしまうことがある。

我々の目に見える色 = 光源の発光スペクトル × 宝石の透過スペクトル
光源として室内の蛍光灯よりも太陽光のように強い力で見るとその良さが感じられる。

個人的な話だが、ピジョンブラトルビーを初めて見た時鮮やかすぎて、恐怖を感じるというほどの鮮やかさだった。これほど鮮やかな色を生の中でこれまで見たことがなかったと思った。よれゆえ、見なれないとその良さがわからないのではないだろうか。

日本人は色についての感性が高い。パパラチアサファイヤのような微妙な色の良さはわかるというが、ピジョンブラトルビーやロイヤルブルーサファイヤは基本的にミャンマーのような強い太陽の光の中に生まれた文化で、外で宝石を見ることのなかった日本ではすんなり受け入れられないものではないだろうか。

これから見慣れていってもらって楽しんでもらえたらと思う。

○彩度の高い宝石 色石の美しさの感じ方

- 色石の美しさのひとつは高い彩度にある
- 特に彩度の高い宝石では印刷物やディスプレイでも表現できないほどの高い彩度がみられる。
- その彩度を発現させるためには宝石の透明度も高いことが必要
- さらにその彩度を見るためには強い光源を当てることも必要

○色石の美しさの理由 ～光を放つ宝石～

ルビーは透過する光の色により、石の持つ色が見られるが宝石の中には光を放つものもある。

蛍光するオパール（ハイアライト、メキシコ産）は紫外線ライトを当てると黄緑の強い蛍光をみてとることができる。またすでに黄緑色がのこっている石は、蛍光が強すぎて蛍光灯の光に含まれる青い波長の光だけで、すでに黄緑色の蛍光が見えている。多くの蛍光の石は限られた波長の光（単色の光）で彩度も高く、美しいといわれる。

現在は身の回りの照明がLEDライトの単波長のものみなっている。この照明を身近に接してきた若いひとたちは、蛍光の石が受け入れられるのではないかと思う。

またルビーでも蛍光によりさらに赤い色の魅力を増している。ルビーに含まれるクロムによるもので、赤い蛍光を発することにより、より鮮やかな赤色になる。多くのLabではピジョンブラットの条件の中に「蛍光が強い」ことを取り入れている。ルビーの鮮やかさについて蛍光による価値を認めているのだ。

サファイヤにもこのような蛍光を示すものがある。カシミール産サファイヤにみられるヘイジー（hazy）状Incによるものだ。

深い青の石に光が当たることでヘイジー状Incが光を散乱し青白い光がサファイヤから発せられる。青い石が青い光を発することでより鮮やかな青色に見える。

これはレイリー光の散乱と呼ばれるもので、光がその波長により小さな粒子に当たる時、波長の短い青い光のみが散乱し、青い光が見られる現象だ。空が青いのと同じ仕組みだ。

カシミール産のサファイヤには、結晶方向に交差する無数の条線状の微小なIncが含まれ、これにより青い光を散乱させる。Hazyと形容される、内部よりのもや状効果をもたらしている。カシミール産サファイヤの美しさの特徴づけている。

○他の色石の魅力 ～光彩効果～

他にも色石には、色そのものの概念を超える特徴をもつものもある

- ・変色性 — 太陽の光では緑色、白熱光の下では赤色に変わるアレキサンドライト
- ・遊色効果 — 光の干渉によって様々な光がきらめくオパール (Precious opal)
- ・ミラー効果 — 内部構造による光の反射によって青は白の光が浮き上がるムーンストーン
- ・アベンチュリン — 細片結晶のIncによりきらめく性質

まとめ 色石の魅力

◇彩度の強弱による分類から見ると

○彩度の弱いものはパステル色とブリリアン—の輝き

光の透過を遮らないように暗さがないことが必要でダイヤモンドと同様に光をよく反射できる良いカットが必要となる

○光の鮮やかなものは他にないほどの高い彩度

身近なものの中には見いだせない鮮やかな色は透明な結晶の中の色だからこそその色を感じることができる。そのた鮮やかさを現すための強い光源が必要となる。

○彩度を高める宝石に見られる特徴

蛍光と散乱、これらの特徴の光を出す石はより彩度が高まる

◇様々な光彩効果（カラーチェンジや遊色効果など）