

Chatham Created Diamonds を始めとした合成ダイヤモンドの鑑別の現状

はじめに

現在、合成ダイヤモンドの製造方法としてHPHT（高温高压）法、CVD（化学気相成長）法、衝撃圧縮法が挙げられます。この中で、宝石品質の合成ダイヤモンド製造ではHPHT法が主流です。合成カラーダイヤモンドは、カラーレスに比べて低コストで製造ができ、以前よりもより天然カラーダイヤモンドに近い発色が可能となってきました。一方、カラーダイヤモンドの人気の高まってきていることから、合成カラーダイヤモンドの市場への流入は今後ますます増加すると思われます。

Chatham Created Gems社の合成カラーダイヤモンド

Chatham Created Gems社では、1990年代始めにロシアでBARS法により合成されたダイヤモンドを販売していましたが、新たにアジアのメーカーによるBARS法以外の製造方法で合成されたカラーダイヤモンドを扱うようになりました。窒素含有量のコントロールが可能になったので、色のバリエーションも増えました。同社ではピンク、ブルー、イエローの合成ダイヤモンドを販売していますが、ピンクはTraditional Pink・Raspberry Pink・Peachy Pink、ブルーはTraditional Blue・Sky Blue・Aqua Blue、イエローはCanary Yellow・Marigold・Amberとそれぞれ3種類のカラーバリエーションが展開されています。クラリティはVVSからIクラスと幅広く、サイズもメレーサイズから2ctまで用意されています。今回この新しい製造方法による合成カラーダイヤモンドを検査する機会を得ましたので、ご紹介します。検査対象となったサンプル数は11石で、うち4石がブルー（写真1-1）、7石がピンク（写真1-2）です。いずれもラウンドブリリアントカットに加工されています。



写真1-1



写真1-2

ブルーのサンプルについて

4石とも濃い青色で、カラーグレードではFancy Deep Blueに相当します。結晶中に金属インクルージョン(写真2)が含まれているためクラリティグレードは3石がSI2、1石がI1と低いものでした。(本来、合成ダイヤモンドにはグレーディングを行いませんが、今回特別に行いました。)重量は最小のもので0.162ct、最大のもので0.317ctでした。

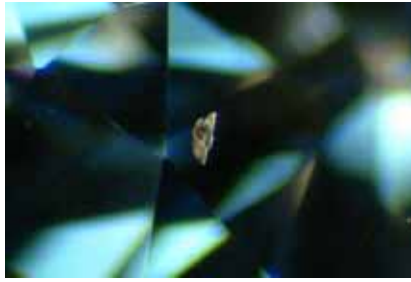


写真2



写真3

拡大すると、パピリオン側から立方・八面体の成長セクターに依存したブルーと無色の色むらが観察されました(写真3)。通常、天然 b型ブルーダイヤモンドには、このような成長セクターに依存した色むらは見られません。さらに、クロスニコル下での検査では、天然 型のダイヤモンドに特有のタタミマットは見られませんでした。

紫外線照射に対する蛍光反応は、長波紫外線では1石にweak Orange、短波紫外線では4石すべてにmedium greenish Yellowの蛍光が見られました。燐光は50秒から60秒ほどと、天然II b型ブルーダイヤモンドの場合よりも長く観察されました。

FTIRの吸収スペクトルは、ホウ素による吸収の 2460cm^{-1} と 1290cm^{-1} が現れ、 b型とわかります。紫外-可視分光では特徴的な吸収は見られませんでした。天然 b型ブルーダイヤモンドと同様の吸収パターンを示しました。また、4石とも導電性があり、このことからサンプル石が b型であることを示しています。

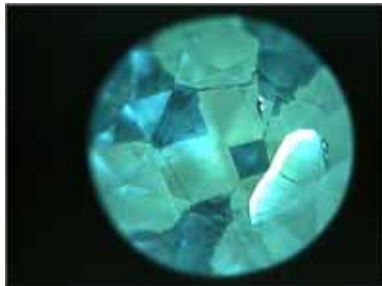


写真4

DTC製ダイヤモンドビュー™で表面パターンを観察すると、HPHT法特有のクロスした成長模様がはっきりと確認できます(写真4)。

顕微ラマン分光分析装置で3種類のレーザー(Ar514nm、Ar488nm、He-Cd325nm)を用いてPL(フォトルミネッセンス)のスペクトル測定を行いました。その結果、天然 b型ではGR-1(741nm)のピークが見られるのですがサンプル4石ともすべてGR-1はなく、いくつかのサンプルにはニッケルに由来すると思われる493nm(図1、Ar488nm使用)や483nm(図2、He-Cd325nm使用)のピークが現れました。これらニッケル関連のピークは、天然 b型ブルーダイヤモンドでは見られません。

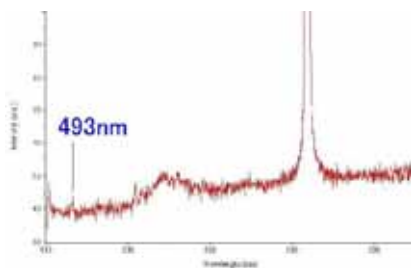


図1

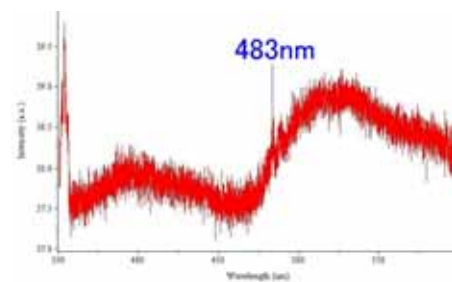


図2

金属インクルージョンが表面に達しているサンプルを蛍光X線元素分析装置で測定したところ、鉄とコバルトで

あることが判明しました。PLスペクトルにはニッケル由来のピークが現れましたが、蛍光X線元素分析装置ではニッケルは検出されませんでした。

以上のことから、一般的に合成過程では窒素が混入して b 型の黄色のダイヤモンドになるのですが、サンプル石はブルーにするためのホウ素と窒素を取り除くために鉄やコバルトなどを育成時に入れて、b 型の合成ブルーダイヤモンドにしたものと思われます。

ピンクのサンプルについて

オレンジ味の強い濃いピンク色であり、カラーグレードでは 7 石中 5 石が Fancy Deep orangy Pink、1 石が Fancy Intense Pink でした。残り 1 石は、テーブル側から見ると Fancy Light brownish Yellow Pink でしたが、パピリオン側から見ると Fancy Pink でした。7 石とも金属インクルージョンは見られず、クラリティグレードは VVS1 が 1 石、VVS2 が 2 石、VS1 が 3 石、SI1 が 1 石と、ブルーのサンプルと比べると高品位でした。重量は最小のものが 0.264ct、最大のものが 0.389ct でした。

拡大すると、天然ピンクダイヤモンドは八面体面に平行な色帯が観察されることが多いのですが、サンプル石はパピリオン側から立方・八面体の成長セクターに依存したピンクとイエローの色むらが観察されました（写真 5）。

紫外線照射に対する蛍光反応は、長波ではすべての石に strong Orange の蛍光が見られました。短波では 1 石が strong Orange、残り 6 石は medium Orange の蛍光が見られました。Orange の蛍光は、天然ピンクダイヤモンドでも稀に見られるので、鑑別に特に有効ではありません。また天然同様、燐光はありませんでした。

FTIR の吸収スペクトルは、b 型を示す 1344cm^{-1} ・ 1130cm^{-1} の吸収とアニールによる吸収の 1450cm^{-1} が 7 石すべてに現れ、同じくアニールによる 1503cm^{-1} の吸収が弱いながらも存在しました。紫外-可視分光では、7 石とも N-V センターに由来する 637nm の強い吸収がありました。2 石には N-V⁰ センターの 575nm の吸収も見られました。

DTC 製ダイヤモンドビュー™による表面パターンでは、HPHT 法特有のクロスした成長模様が見られ、さらに N-V センターの影響でオレンジ色に発光しています（写真 6）。



写真 5

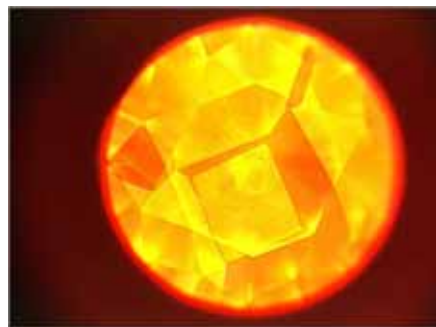


写真 6

ブルーのサンプルと同様に、3 種類のレーザーを用いて PL のスペクトル測定を行ったところ、7 石とも 637nm・575nm に強いピークがあり、-150 度以下に冷却して測定すると、637nm のピークはさらに強く現れました（図 3、Ar514nm 使用）。また H3(503nm)のピークは N-V センター（635nm・575nm）のピークに比べると非常に弱いのですが、522nm のラマン一次線と同程度あるいはそれよりも強いものでした（図 4、Ar488nm 使用）。

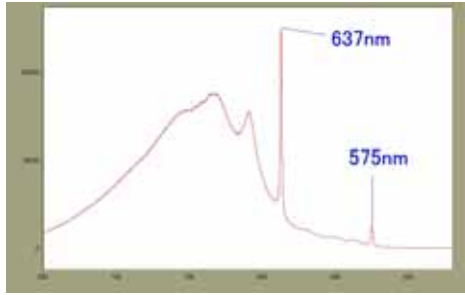


図 3

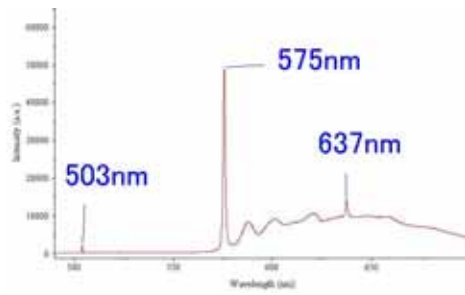


図 4

He-Cd325nm のレーザーを用いた PL のスペクトル測定でも 7 石とも 575nm のピークが非常に強く、503nm のピークが弱く現れました。その他に、照射に由来すると思われる 388nm のピークが現れました (図 5、図 6。図 6 は図 5 の拡大)

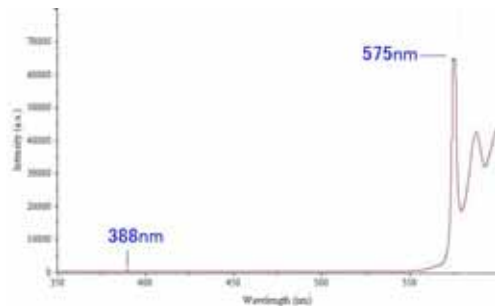


図 5

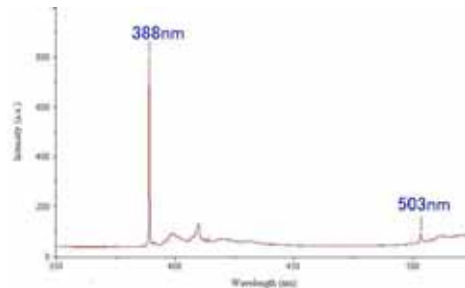


図 6

以上より、Chatham Created Gems 社の合成ピンクダイヤモンドは、本来黄色であるはずの b 型をピンク色にするために照射とアニールが施されたと考えられます。

合成ダイヤモンドの鑑別

下記は Chatham Created Gems 社の合成ダイヤモンドを含め合成ダイヤモンドに特有であり、鑑別の指標になります。

- ・ HPHT 法で合成されるダイヤモンドによく見られる立方・八面体の成長構造に沿ったカラーゾーニング
- ・ DTC ダイヤモンドビューの紫外線蛍光による表面パターン (クロスした成長模様)
- ・ PL のニッケルに由来するピークや非常に強い N-V センターのピーク
- ・ 鉄やコバルトなどの金属インクルージョン

以前よりもさらに天然ダイヤモンドに近い 自然な 色の合成ダイヤモンドが製造されるようになってきていますが、以上の特徴から天然ダイヤモンドと合成ダイヤモンドの鑑別は可能と言えます。