

- ◆モザンビーク産ルビーの低温処理について
- ◆インクルージョン・ギャラリー
- ◆サイズUP 中国製 HPHT 合成ダイヤ
- ◆教育部セミナー案内
- ◆宝石器材のご案内

## モザンビーク産ルビーの低温加熱処理について — 加熱温度の違いによる諸特徴の変化 —

リサーチ室 北脇 裕士、江森 健太郎、岡野 誠  
ジェムリサーチジャパン 福田 千紘

モザンビーク産ルビーの原石を 300℃～1000℃まで 100℃刻みで加熱処理を行い、温度の違いによる宝石学的特徴の変化を記録した。処理前後において内部特徴にはほとんど変化が見られなかったが、結晶の表面に達したフラクチャーに充填された鉄サビは赤味を帯びて暗くなる傾向が見られた。FTIR による透過スペクトルにおいて、未加熱時に見られた H<sub>2</sub>O 関連の吸収ピークが加熱温度とともに小さくなり、最終的にはほぼ消失した。また、未加熱時に見られたダイアスポアの吸収ピークも加熱温度とともに小さくなり、一旦 OH 関連の新たな吸収ピークが出現するが、これらも最終的には完全に消失した。フラクチャーの鉄サビを顕微ラマン分光法で測定したところ、未加熱時はゲーサイトのピークが検出されたが、加熱したあとではヘマタイトのピークが検出された。このように内部特徴に明瞭な加熱の履歴に関する特徴が見られないものについても、FTIR およびラマン分光法が、モザンビーク産ルビーの低温加熱の検出に役立つことが改めて確認された。

### 1. 背景

モザンビークは 2008 年の発見以降、宝石質ルビーの世界的に有数の供給源となっている。同国では Niassa 州と Cabo Delgado 州の複数の鉱山からルビーを産出しているが、Cabo Delgado 州の Montepuez は 2009 年 2 月に新しい鉱山として発見され（文献 1）、現在ではもっとも重要な産出地として知られている。モザンビークから産出するルビーの品質は様々であり、もっとも高品質のものはそのまま非加熱で取引されているが、ほとんどのものは加熱による色の改良が施されている（文献 2）。また、一部のクラリティの低いものは鉛ガラス含浸処理の素材としても利用されている（文献 3）。

モザンビーク産ルビーの加熱は、主にタイのバンコクやチャンタブリで行われており、伝統的な加熱手法が用いられている。クラリティの高いものはそのまま加熱されるが、低品質のものはフラクチャーを癒着させるためのフラックスが使用されている（文献 4）。文献 5 および文献 6 によると、2015 年頃からスリランカにおいてモザンビーク産ルビーの低温加熱が行われており、倫理観の欠如した取引業者によって非加熱として販売されている。その後の研究において、これらの低温加熱は青色味を除去するのに有効であることが示されたが（文献 5）、内部特徴へ与える影響は少なく、インクルージョンの観察に基づく鑑別のみでは看破が困難である。FTIR などの赤外分光法は加熱の履歴を検証するために有効であるが（文献 7、文献 8）、そのスペクトルの詳細な解析には試料の加熱前後の系統立てた研究の蓄積が必要不可欠である。また、FTIR 分析において鑑別特徴となるデータが個々の試料に必ずしも得られるとは限らない。最近になって、表面に達したフラクチャーに充填される鉄サビを顕微ラマン分光法で分析したところ、500℃～600℃の加熱でゲーサイトからヘマタイトに変化することが確認され、低温加熱を看破するための有効な指標になることが示された（文献 6）。

本研究では、モザンビーク産ルビーの低温加熱実験を行い、その加熱前後の諸特徴を記録することで、

加熱の履歴を検証するための判定基準の確立をめざした。特に FTIR 分析による加熱温度に伴うスペクトルの変化の理解と顕微ラマン分光法によるゲーサイトからヘマタイトへの転移温度の検証を主たる目的とした。

## 2. 試料と分析方法

試料はモザンビークで最も産出量の多い Montepuez 鉱山産の非加熱原石試料 5 個 (①0.352ct、②0.638ct、③0.377ct、④0.460ct、⑤0.456ct) を用いた (図 1)。これらは一次鉱床 (変質した角閃岩) から直接採取されたもので、研磨は行っていない。Montepuez 鉱山産のルビーは大きさ、形、色、クラリティにより品質分類されている。クラリティが 3A および 2A ランクの高品質のものは主にタイやスリランカでカット・研磨され、A ランク以下のものはインドに輸出されている。今回用いた試料は A ランクに相当する (阿依 私信、2018)。



図 1：本研究で用いたモザンビーク、Montepuez 鉱山産のルビー非加熱原石試料 5 個 (上段左より①0.352ct、②0.638ct、③0.377ct、下段左より④0.460ct、⑤0.456ct)



図 2：加熱処理に用いたマッフル炉 (ADVANTEC 製 FUM312DA)



図 3：加熱処理に用いたるつぼ (ジルコニウムるつぼの中にムライト質磁製るつぼを配置)

試料の加熱処理はジェムリサーチジャパンにおいて ADVANTEC FUM312DA マッフル炉を用いて行った (図 2)。試料は内径 30mm 容量 10ml のムライト質磁製るつぼ内にアルミナ粉末を充填し、その中に埋設した。磁製るつぼは底面炉材保護のためさらにジルコニウムるつぼに入れて炉内に配置した (図 3)。加熱ピーク温度は 300℃～1000℃まで 100℃刻みとし、同一試料を用いて低温から順に計 8 回熱履歴を与えた。温度調整は PID 制御とし、室温からピーク温度までの昇温時間を 2 時間、ピー

ク温度の保持時間を 2 時間、ピーク温度から室温までの降温時間を 4 時間の 3 path と設定し、炉内は酸化雰囲気（周囲雰囲気）で加熱した。設定温度と実測温度には必ず差異が生じるが、PID 制御は単位時間当たりの温度変化の微分値をフィードバックすることで温度の変動を抑制し、かつ設定温度と実測温度の差を時間軸で積分した面積が最小になるように誤差を制御する方法で他の制御方法に比べると差異や変動を少なくすることができる。降温時間は実際には 4 時間では室温まで降下しないため室温に戻るまで十分な時間をおいてから試料を取り出した。室温は水銀温度計で実験ごとに校正しピーク温度は工場出荷時の校正設定とした。

宝石学的検査および分析はすべて CGL のリサーチ室にて行った。外部特徴および包有物の観察には Motic 製の双眼実体顕微鏡 GM168 を用いた。紫外-可視-近赤外分光分析には日本分光製 V650 を用いて分析範囲は 220nm-860nm、バンド幅 2.0nm、分解能 0.5nm、スキャンスピード 400nm/min で室温にて測定を行った。赤外分光分析には日本分光製 FTIR4200 を用いて分析範囲は 5000-1500 $\text{cm}^{-1}$ 、分解能は 4.0 $\text{cm}^{-1}$ 、積算回数は auto (21~512 回) で測定を行った。顕微ラマン分光分析には Renishaw 社製 inVia Raman Microscope と Renishaw 社製 Raman system-model 1000 を用いて 488nm のレーザーを励起源として 50 倍の対物レンズを使用した。ラマンスペクトルのマッチングには CGL のサンプルデータベースと Arizona Univ. の鉱物データベースを参照した。

### 3. 結果と考察

#### ◆内部特徴

今回用いた試料はサイズが小さく未研磨であったこともあり、処理前後を通じて内部特徴に大きな変化を確認することはできなかった。唯一、結晶の表面に達したフラクチャーに充填された鉄サビの色が橙色から赤橙色に変化したものが見られた (図 4)。これらの変化は 300℃および 400℃の加熱で確認することができたが、ルビー自体の赤色が濃いために処理前の状態と比較しなければその差異は判り難い。

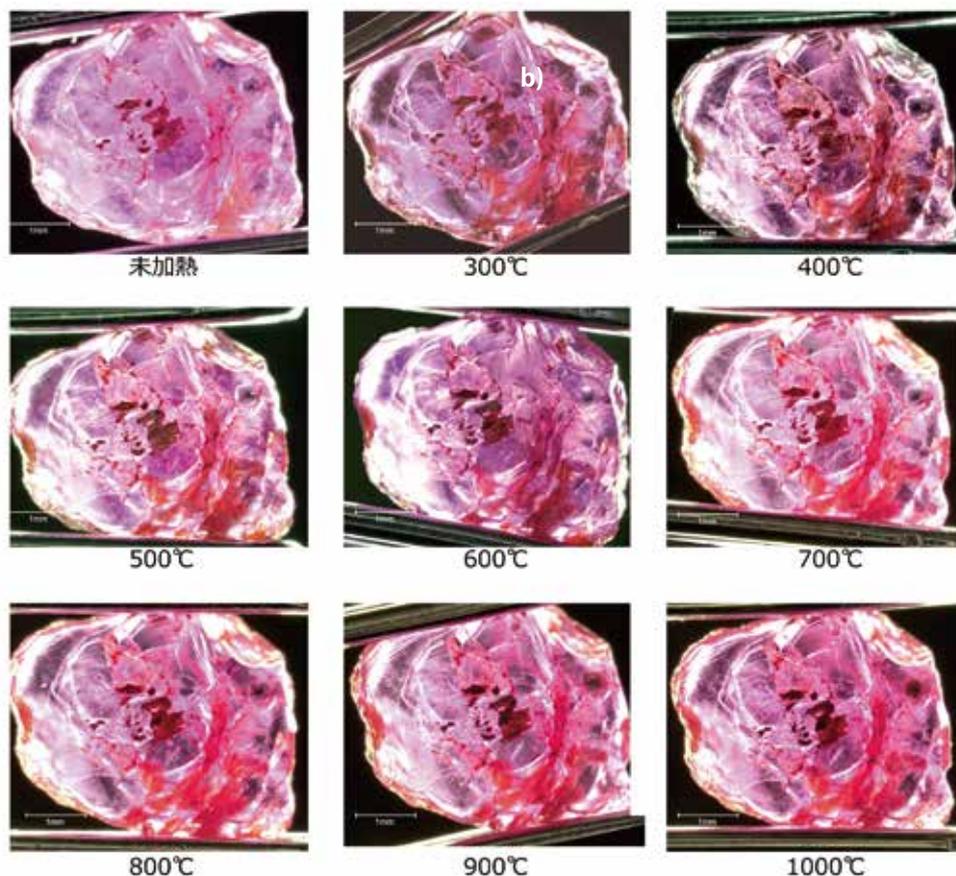


図 4：試料③0.377ct の未加熱および 300℃～1,000℃までの 100℃刻みの加熱後の概観の比較：未加熱時には黄色かった液膜（写真左上）が加熱により赤味と暗味を増す

今回の実験では確認できなかったが、文献5にモザンビーク産ルビーの低温加熱によって青色味（青色色帯）が除去できることが示されている。したがって、この青色味の除去が低温加熱の目的と思われるが、色の変化が何℃で生じるかは明確にされていない。別の文献では、ルチルなどのコランダム中の析出物が溶解を始める温度（1200～1350℃）以下が低温加熱と定義しており、青味の除去（ $Fe^{2+}/Ti^{4+}$ の破壊）には900～1,100℃が必要としている（文献9）。筆者(K.H)の過去のMong Hsu産ルビーの加熱実験において、1,000℃の加熱において青色味が除去できたものとできないものがあり（文献10）、商業的な低温加熱は1,000℃前後で行われていると推測できる。

#### ◆紫外-可視-近赤外分光分析

紫外-可視-近赤外透過スペクトルには5個の試料すべてにおいて加熱による明瞭な変化は認められなかった。

図5に試料⑤0.456ctの未加熱および300℃～1,000℃まで（100℃刻み）の加熱後の透過スペクトルを示す。縦軸はそれぞれのスペクトルを比較しやすいようにずらしている。紫外-可視-近赤外透過スペクトルに加熱による変化が見られないのは、見掛けの色調にほとんど変化がみられないことと調和的である。

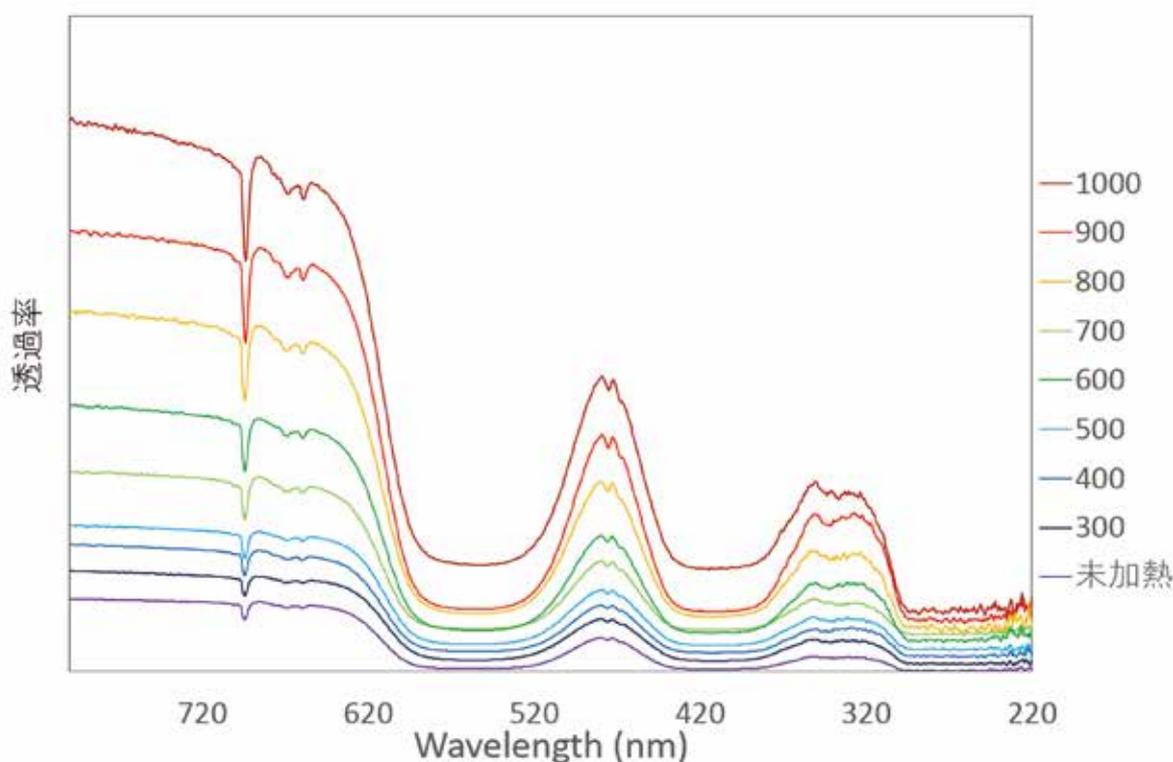


図5：試料⑤0.456ctの未加熱および300℃～1,000℃まで（100℃刻み）の加熱後の透過スペクトル：縦軸はそれぞれのスペクトルを比較しやすいようにずらしている

#### ◆FTIR分析

FTIRスペクトルには5個の試料すべてに加熱温度による明瞭な変化が認められた。試料④（0.460ct）の透過スペクトルを図6および図7に示す。図6は加熱温度の違いによる変化を比較しやすいように縦軸をずらしているが、図7は吸収の深さの違いが判りやすくするために縦軸の補正を行っている。

すべての未加熱の試料に $3440-3410cm^{-1}$ と $3235-3230cm^{-1}$ を中心とする幅広い $H_2O$ 分子の拡張振動による吸収が認められた。これらの吸収は加熱温度とともに小さくなり、 $3235-3230cm^{-1}$ ピークは500～600℃で消失したが、 $3440-3410cm^{-1}$ ピークは1,000℃でほぼ消失した。また、 $H_2O$ 分子の振動による $3698cm^{-1}$ と $3620cm^{-1}$ のうち、前者は500～600℃で消滅しているが、（→P6へ）

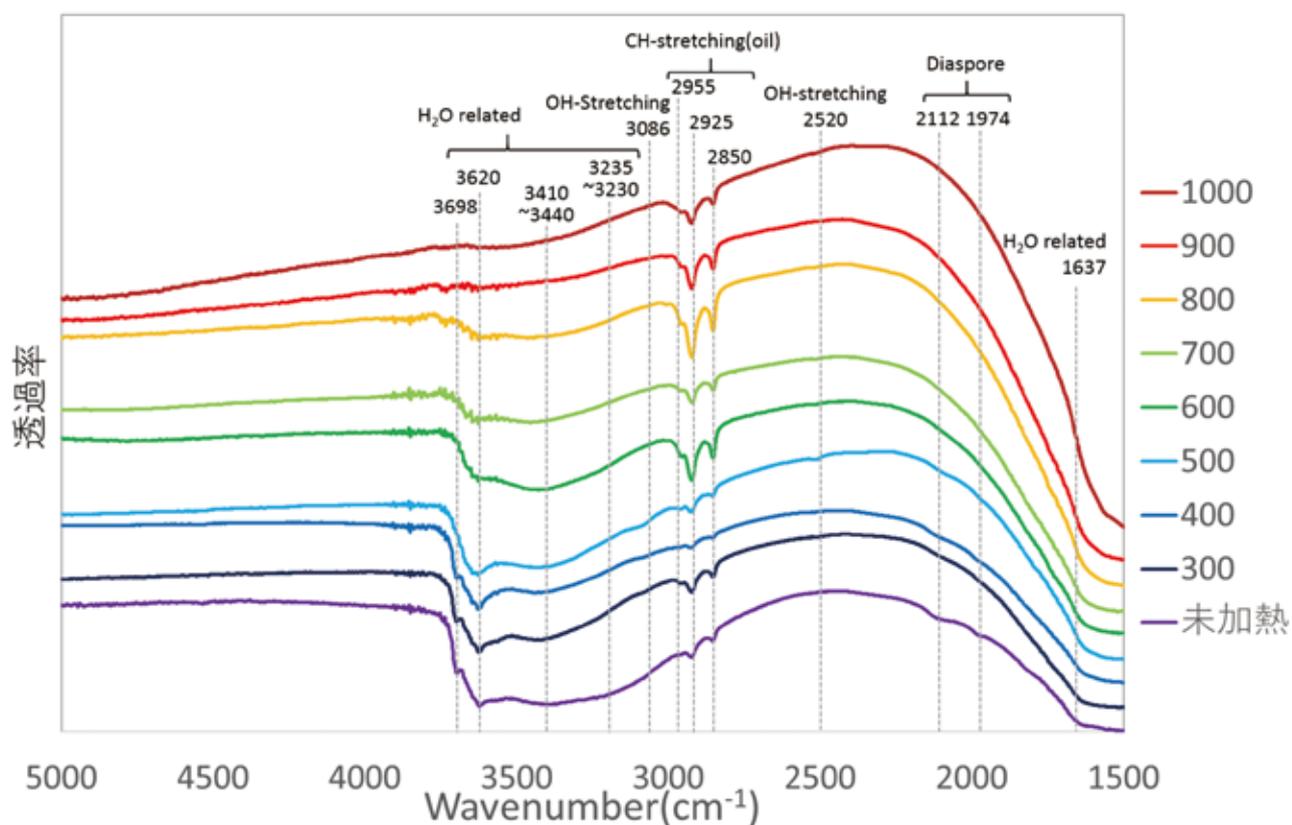


図 6：試料④(0.460ct) の加熱前後の FTIR による透過スペクトル（加熱温度の違いによる変化を比較しやすいように縦軸をずらしている）

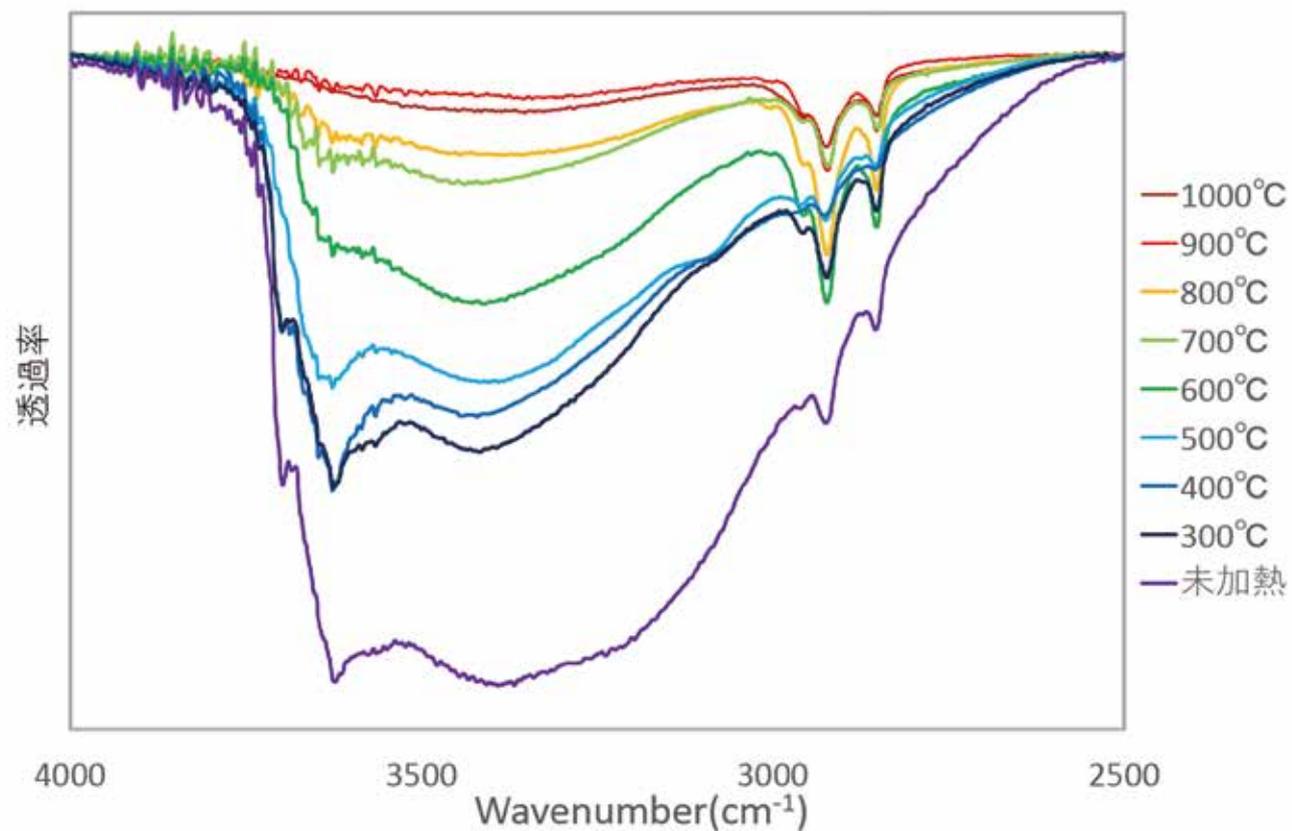


図 7：試料④(0.460ct) の加熱前後の FTIR による透過スペクトル（吸収の深さの違いが判りやすくするために縦軸の補正を行っている）

後者は 800℃まで残存している。同様に 1637  $\text{cm}^{-1}$  の  $\text{H}_2\text{O}$  分子に伴う吸収が試料①0.352ct、②0.638ct、④0.460ct に見られたが、いずれも 500℃以上では消失した。すべての試料において、非加熱時にはなかった 3086  $\text{cm}^{-1}$  と 2520  $\text{cm}^{-1}$  に OH の拡張振動による吸収が、300℃～600℃の加熱で新たに出現し、700℃以上では消失した。これらの FTIR で検出される  $\text{H}_2\text{O}$  分子は、微小包有物や吸着水としてコランダム中に存在することが知られている（文献 11）。本試料で見られた吸収ピークは、双晶面やマイクロクラックなどの結晶の間隙に吸着した  $\text{H}_2\text{O}$  分子に由来すると思われる。高品質のモザンビーク産ルビーの FTIR スペクトルには  $\text{H}_2\text{O}$  分子の振動吸収が検出されないことも多いが（文献 12、文献 13）、検出できた場合は加熱の履歴に関する重要な情報源となりうる。

すべての試料に 2955、2925 および 2850  $\text{cm}^{-1}$  に CH 拡張振動による吸収が認められた。通常、これらのピークは含浸されたオイル等に起因するものである。ルビーの鉱山ではしばしば採掘されたルビーの原石をオイルに漬けて保管することも行われており（堀川 私信、2018）、CH 吸収の原因となることも考えられる。モザンビーク産ルビーが市場に流通を始めた当初、海外のある鑑別機関ではレポートのコメント欄にしばしば “Wax is present in surface reaching fractures.” とワックス含浸の記載をしており、業界内でも問題視されたが、その後はほとんど記載されなくなっている。本研究に用いた試料は一次鉱床から採掘されたままの原石である。したがって、これらの CH 関連のピークは含浸物質ではなく、皮脂等の汚染に起因すると思われる。

試料①0.352ct、②0.638ct、④0.460ct の 3 個の未加熱試料にダイアスポアに起因する 2112  $\text{cm}^{-1}$  と 1974  $\text{cm}^{-1}$  のピークが見られたが、600℃の加熱温度ですべて消失した。ダイアスポア ( $\alpha$ - $\text{AlO}(\text{OH})$ ) はアルミナ ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) の水和相であり、コランダム中の微細な包有物（例えば Mong Hsu 産ルビー）として含まれる場合や、フラクチャーにアルミナ ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 変質物として介在することがある。ダイアスポアは 400～500℃でコランダムに転移することが知られており（文献 14）、ダイアスポアのピークはルビーやサファイアが加熱されているか否かの判定に有効である（文献 7、文献 15）。Mong Hsu 産ルビーのように包有物としてダイアスポアを含有するルビーを 1,000℃以上で加熱すると、3309、3234 および 3185  $\text{cm}^{-1}$  に新たな一連のピークが出現し、加熱の証拠とされている（文献 7、文献 10、文献 15）。これらのピークは構造的に結合した OH と Ti 等の陽イオンが関与したものと解釈されている（文献 7、文献 11）。本研究においては 1,000℃の加熱においてもこれらのピークは出現しなかった。したがって、本研究の試料から検出されたダイアスポアは結晶内部に包有物として存在していたのではなく、フラクチャーの介在物と考えられる。

#### ◆顕微ラマン分光分析

すべての試料について、表面に達したフラクチャーに見られる鉄サビを狙って分析を行った。その結果、試料①0.352ct と試料③0.377ct の未加熱時にゲーサイトのピークが検出された（図 8）、（図 9）。ゲーサイトは含水酸化鉄で  $\text{FeO}(\text{OH})$  の化学式で表される直方晶系（斜方晶系）の鉱物である。これらは母体結晶（ルビー）の生成後に後生的に沈積したものである。鉄分を豊富に含む地下水が結晶表面に達するフラクチャー、へき開面や成長管などに浸入し、残留した液体の水分が蒸発することにより水和した鉄鉱物が沈積する（文献 16）。モザンビーク産ルビーにはしばしば橙色～赤橙色の液膜として観察される。試料を加熱していくと、ゲーサイトが検出された鉄サビと同じ箇所を測定しても、300℃～600℃までは明瞭なピークを得ることはできなくなった。試料①0.352ct では未加熱時にゲーサイトが検出された鉄サビ（図 10-a）は 700℃の加熱後にヘマタイトのピークが検出され（図 8）、この時液膜の色は赤味を増していた（図 10-b）。同様に、試料③0.377ct においては 800℃の加熱後に明瞭なヘマタイトのピークが検出され（図 9）、液膜の色は赤味を増していた（図 11-a,b）。ゲーサイトとヘマタイトのラマンシフトは 200–700 $\text{cm}^{-1}$  の範囲では良く似ているが、ヘマタイトには 1320  $\text{cm}^{-1}$  に半値幅の大きなピークがあり、両者を区別することができる。

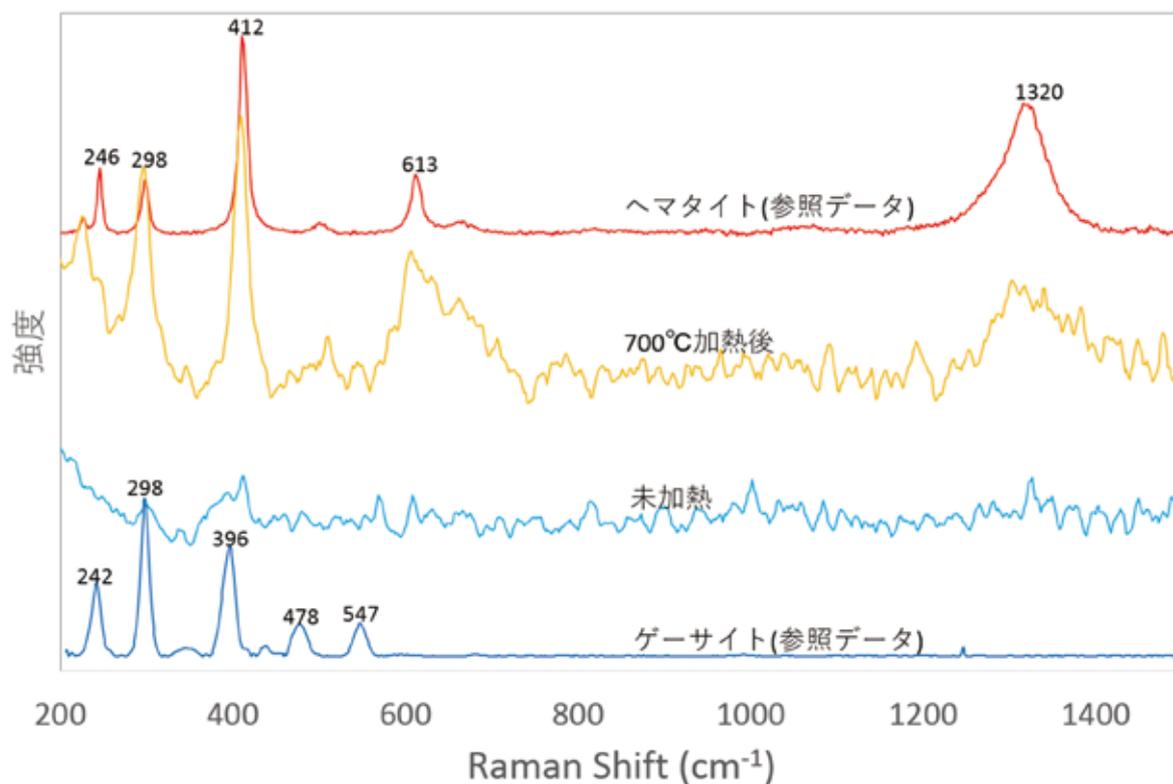


図 8：試料①0.352ct の加熱前後のラマンスペクトル：未加熱時にはゲーサイトのラマンスペクトルが、700℃ではヘマタイトのラマンスペクトルに変化している

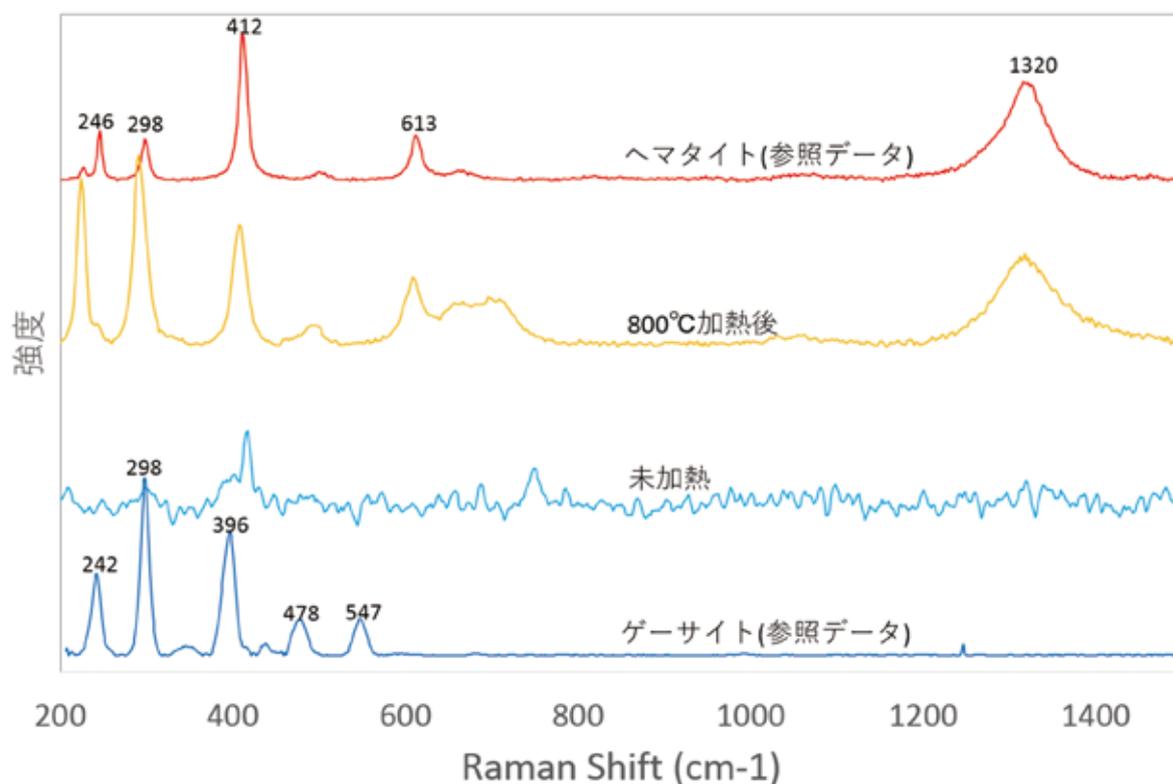


図 9：試料③0.377ct の加熱前後のラマンスペクトル：未加熱時にはゲーサイトのラマンスペクトルが、800℃ではヘマタイトのラマンスペクトルに変化している

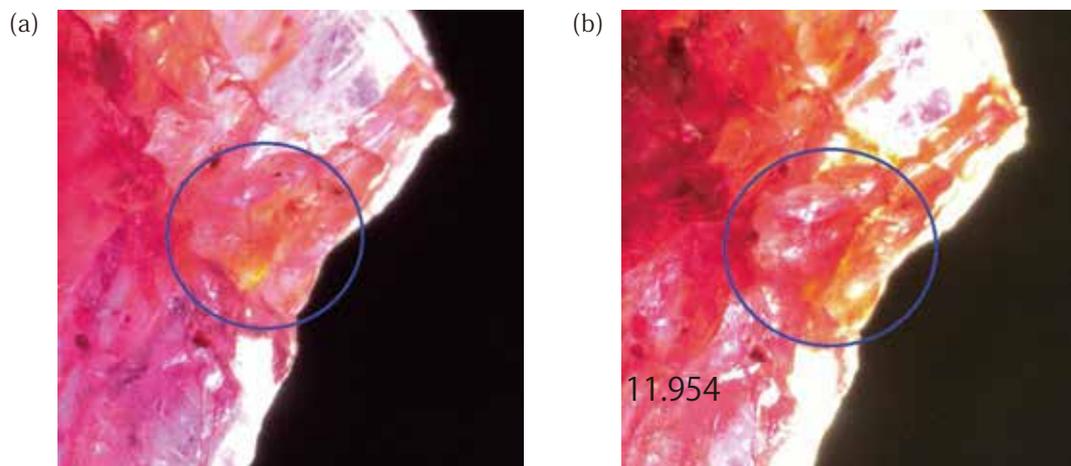


図 10：(a) 試料①0.352ct では未加熱時の鉄サビは黄色味を帯びる。(b) 700℃の加熱後の液膜の色は赤味が増した

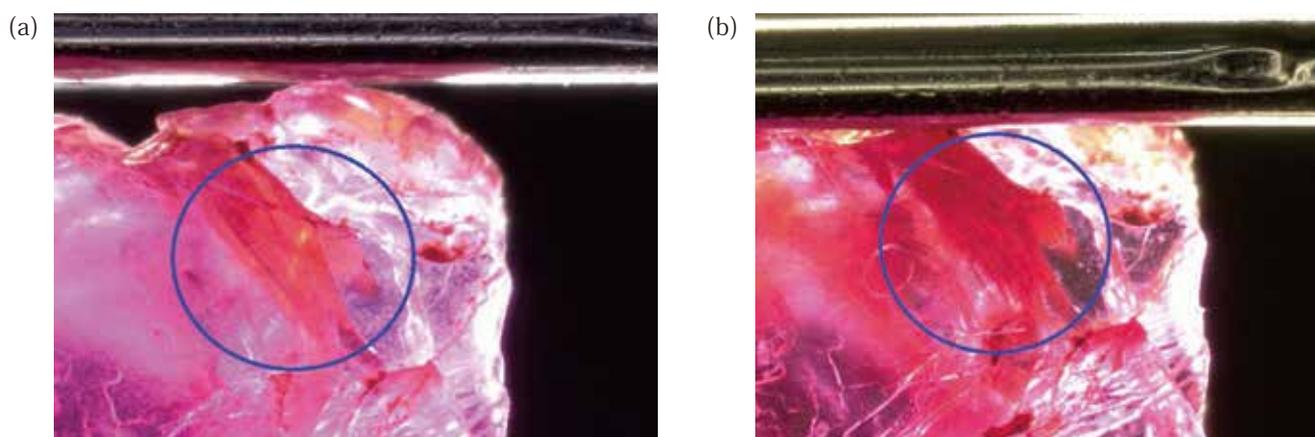
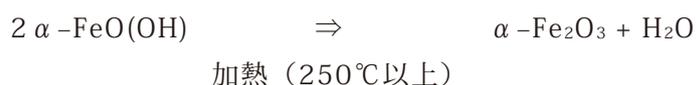


図 11：(a) 試料③0.377ct では未加熱時の鉄サビは黄色味を帯びる。(b) 800℃の加熱後の液膜の色は赤味が増した

ヘマタイトは  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  の化学式で表される三方晶系の鉱物である。ゲーサイトを加熱すると、250℃から脱水し、ヘマタイトへの転移が始まるとされている (文献 17)。この変化は以下のように表される。



宝石中の包有物においてもしばしばこれらの変化が見られることがある。加熱により黄褐色のゲーサイトが赤褐色のヘマタイトに変化する例が知られており、この変化は 300℃～400℃で生じるとされている (文献 16、文献 18)。文献 6 ではモザンビーク産ルビーの鉄サビを分析しており、500℃および 600℃の加熱後にゲーサイトからヘマタイトに変化したと報告している。いずれにしても、コランダムの低温加熱に利用される温度 (おそらく 900～1100℃: 少なくとも 700℃以上 (阿依 私信, 2018)) 以下でゲーサイトからヘマタイトへ変化することは確実である。したがって、ルビーのフラクチャーに見られる鉄サビがゲーサイトであることが確定できれば非加熱であり、ヘマタイトであれば加熱の証拠となりうる。

顕微ラマン分光法でコランダム中の鉄サビを測定する際、サビを含む液膜の厚み、位置、方位等の要因により、ゲーサイトやヘマタイトのピークが検出できる場合とできない場合がある。したがって、いずれかのピークが検出されるまで顕微鏡下で観察される鉄サビを根気良く分析する必要がある。

#### 4. まとめ

モザンビーク産ルビーの低温加熱についての理解を深めるために加熱実験を行った。加熱の履歴の検証には宝石顕微鏡による拡大検査が重要であることは言うまでもないが、常に加熱の兆候が確認できるとはかぎらない。特に低温加熱 (900～1100℃以下) では、その変化は捉え難い。フラクチャーに充填された鉄サビの色の赤味が強い場合は加熱の疑いがあるが、確証には至らない。FTIR 分析において、

H<sub>2</sub>O 分子に起因する吸収や OH 関連の吸収の存在は低温加熱の否定あるいは検出に有効である。また、ダイアスポアの吸収は 600℃以上の加熱を否定する根拠となる。

顕微ラマン分光法によるフラクチャー中の鉄サビの分析において、ゲーサイトが検出されれば非加熱と判断することができ、ヘマタイトであれば加熱の証拠として捉えることができる。したがって、加熱の履歴の検査においては、顕微鏡による拡大検査において兆候が得られない場合でも、FTIR 分析や顕微ラマン分光分析を組み合わせることで総合的に判断することが必要である。

## 5. 謝辞

Tokyo Gem Science LLC. の阿衣アヒマディ博士には、今回実験に用いたモザンビーク産ルビーの試料をご提供いただいた。ここに記して感謝いたします。◆

## 6. 文献

1. Pardieu V., Jacquat S., Senoble J., Bryl L.-p., Hughes R., Smith M. (2009) Expedition report to the ruby mining sites in northern Mozambique (Niassa and Cabo Delgado provinces).  
<https://www.gia.edu/doc/Expedition-report-Ruby-mining-sites-Northern-Mozambique.pdf>
2. Chapin M., Pardieu V., Lucas A. (2015) Mozambique: A ruby discovery for the 21st Century. G&G, vol.51, No.1, pp44-54
3. Smith C. (2010) Mozambique rubies. Gems & Jewellery, vol.19, No.1, pp3-5
4. Pardieu V., Sturman N., Saeseaw S., Du Toit G., Thirangoon K. (2010) FAPFH/GFF treated ruby from Mozambique: A preliminary report.  
<https://www.gia.edu/doc/FAPFH-GFF-Treated-Ruby-from-Mozambique-A-Preliminary-Report>.
5. Pardieu V., Saeseaw S., Detroyat S., Raynaud V., Sangsawong S., Bhusrisom T., Engniwat S., Muyal J. (2015) "Low temperature" heat treatment of Mozambique ruby-result report.  
[https://www.gia.edu/doc/Moz\\_Ruby\\_LowHT\\_US](https://www.gia.edu/doc/Moz_Ruby_LowHT_US).
6. Sripoonjan T., Wanthanachaisaeng B., Leelawatanasuk T. (2016) Phase transformation of epigenetic iron staining: Indication of low-temperature heat treatment in Mozambique ruby. Journal of Gemmology, vol.35, No.2, pp156-161
7. Smith C.P. (1995) A contribution to understanding the infrared spectra of rubies from Mong Hsu, Myanmar. Journal of Gemmology, vol.24, No.5, pp321-335
8. GAAJ-Zenhokyo Lab. (2007) ルビーおよびサファイアの加熱の履歴に関する鑑別. Gemmology, 2007 年 2 月号 pp24-27
9. Hughes R., Manorotkul W., Hughes E. (2015) Ruby & Sapphire A gemologist's guide. Gem and Jewelry Institute of Thailand, Bangkok.
10. GAAJ-Zenhokyo Lab. (2005) 産地鑑別と加熱・非加熱鑑別の正確性と限界について. Gemmology, 2005 年 9 月号 pp4-7
11. Beran A., Rossman G.R. (2006) OH in naturally occurring corundum. European Journal of Mineralogy, vol.18, No.4, pp441-447
12. Pardieu V., Supharart S., Muyal J., Chauvire B., Massi L., Sturman N. (2013) Rubies from the Montepuez area (Mozambique).  
[https://www.gia.edu/doc/GIA\\_Ruby\\_Montepuez\\_Mozambique.pdf](https://www.gia.edu/doc/GIA_Ruby_Montepuez_Mozambique.pdf)
13. 川野潤., 北脇裕士., 阿依アヒマディ., 岡野誠. (2009) 新産地：モザンビーク産ルビー. Gemmology, 2009 年 12 月号 pp13-15
14. Phlayrahan A., Monarumit N., Satitkune S., Wathanakul P. (2016) Phase Transformation of diaspore and its application for indicating the low temperature-heat treatment of corundum samples. Proceedings of GIT2014, pp167-170
15. Phlayrahan A., Monarumit N., Loetwanitsakul L., Satitkune S., Wathanakul P. (2013) The alteration of structural OH group in FTIR spectra on ruby samples from Mong Hsu, Myanmar and Montepuez, Mozambique. Proceedings of 33rd IGC, pp154-157
16. Koivula J.I. (2013) Useful visual clue indicating corundum heat treatment. G&G, vol.49, No.3, pp160-161
17. Liu H., Chen T., Zou X., Qing C., Frost R.L. (2013) Thermal treatment of natural goethite: Thermal transformation and physical properties. Thermochimica Acta, vol.568, pp115-121
18. Kammerling R.C., Koivula J.I. (1989) Thermal alteration of inclusions in "rutilated" topaz. G&G, vol.25, No.3, pp165-167

# インクルージョン・ギャラリー

写真撮影：CGL リサーチ室

## 《モザンビーク産ルビー（非加熱）》

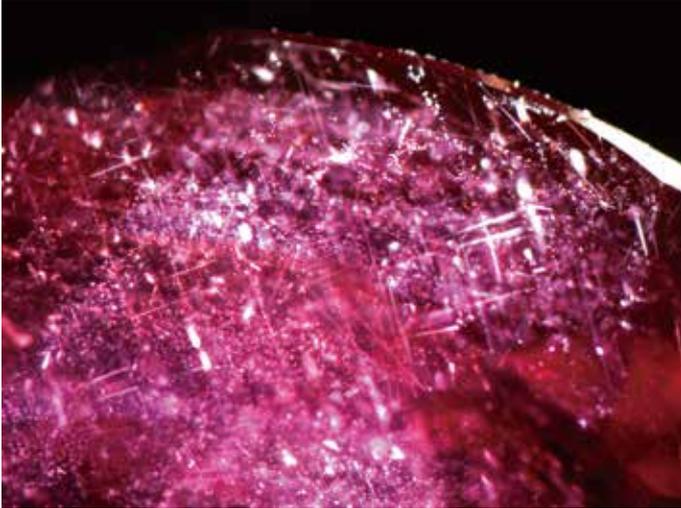


写真1：シルク・インクルージョン（ファイバー光による斜光照明）：針状と板状の混在がモザンビーク産ルビーの特徴



写真2：シルク・インクルージョン（ファイバー光による斜光照明）：長い針状と点状の混在が見られる

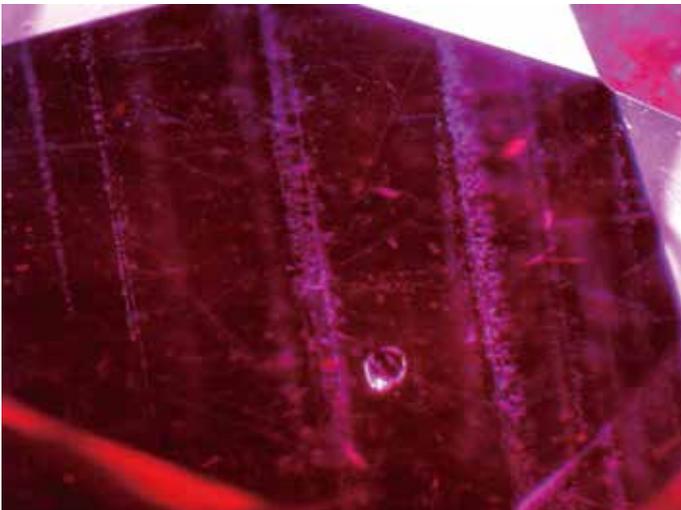


写真3：点状のシルク・インクルージョンと丸みを帯びた結晶（黄銅鉱と思われる）インクルージョン



写真4：柱状の結晶（パーガサイト）インクルージョン：パーガサイトは角閃石の一種で、モザンビーク産ルビーの母岩である角閃岩の主要構成鉱物である

## 《モザンビーク産ルビー（非加熱）》

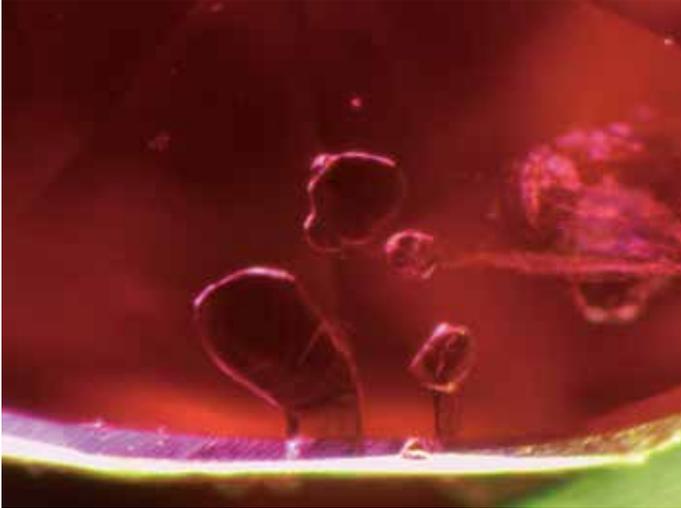


写真5：柱状の結晶（パーガサイト）インクルージョン：パーガサイトの結晶が厚みを増すと緑色を呈する



写真6：ブラインド状双晶面：変形双晶の一種で、しばしばモザンビーク産ルビーにも見られる

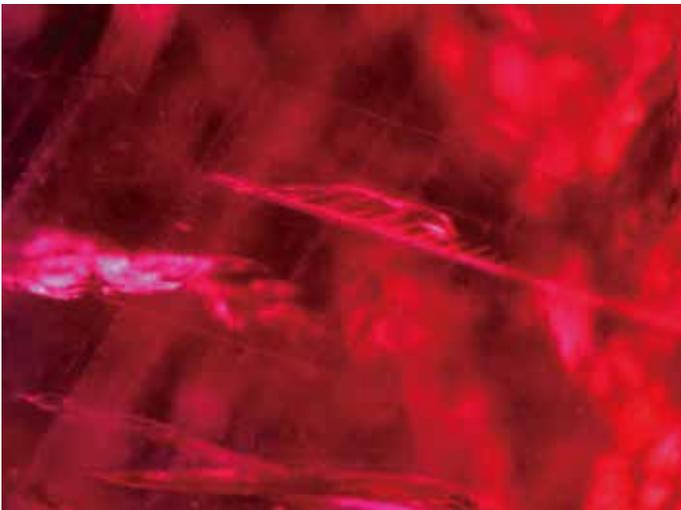


写真7：双晶面沿いに発達した針状インクルージョン：これまでペーナイトといわれてきたが、最近の研究で変形双晶に伴って生じた hollow channel（中空の溝：チューブ）と考えられている



写真8：3次元的に交差した針状インクルージョン（hollow channel）

## 《モザンビーク産ルビー（加熱）》



写真9：加熱により生じた結晶の周囲のテンションクラック

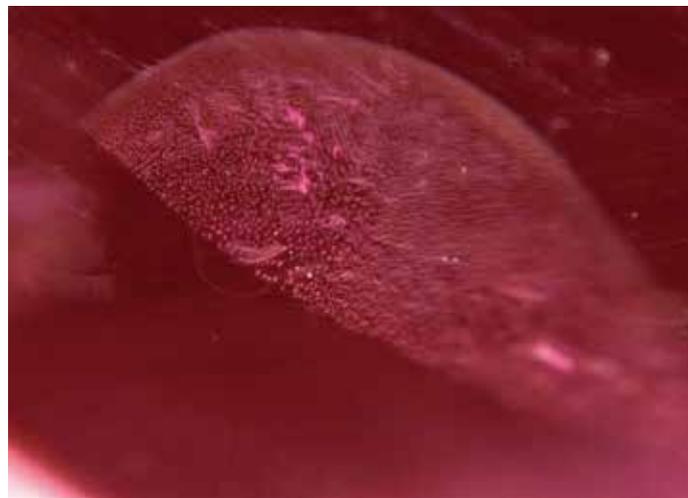


写真10：加熱により一部癒着した液体インクルージョンとテンションクラック



写真11：加熱により癒着した液体インクルージョン

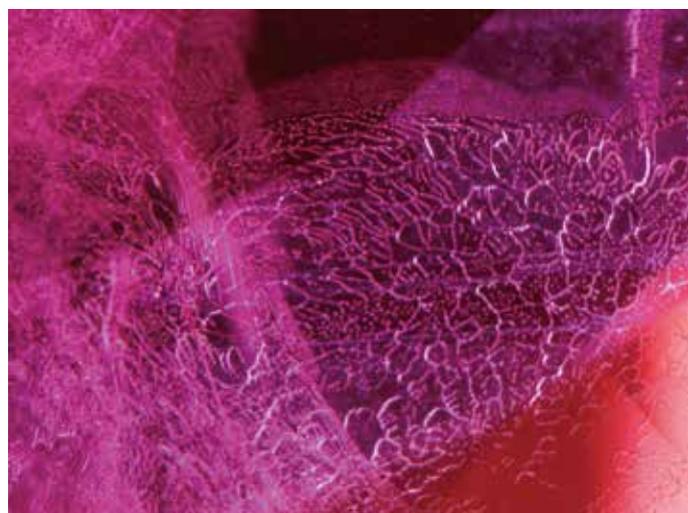


写真12：フラクチャーから侵入したフラックスが加熱により癒着して生じた液体様インクルージョン。侵入したフラックスが“透明物質”として残存している

## コラム：サイズアップする中国製 HPHT 合成ダイヤモンド

リサーチ室 北脇 裕士

中国で製造される HPHT 合成ダイヤモンドについては、本誌 No.30、No.32 および No.35 などにて詳しくお伝えしてきました。最近、鑑別業務で見かけるものや、研究用に入手した中国製と思われる合成ダイヤモンドはサイズが大きくなってきており、これまでの「中国製 HPHT 合成ダイヤモンド＝メレサイズ」という認識を改める必要があると感じています。写真1に示したのは最近研究用として調べる機会を得た中国製と思われる HPHT 合成ダイヤモンドです。写真左側の多数個のものは従来通りのメレサイズですが、褐色掛かっています。写真右上の3個のものは褐色系で左から 0.52ct、0.38ct、0.43ct あります。中段の2個は黄色味を帯びており、下段の2個はやや青味を帯びています。

これらのうち多くのは金属包有物が認められ（写真2および写真3）、強力なネオジム磁石にくっつきました（写真4）。また、天然には見られないダスト状の包有物（写真5）や針状の包有物が認められ（写真6）、ルーペでチェックする際の手がかりになります。

中国製の HPHT 合成ダイヤモンドは、複数の企業による競合の結果、メレサイズから徐々にサイズが大きなものにシフトしつつあります。この際、製造工程における金属溶媒の種類や温度制御などの技術レベルの発展途上にあり、完全な無色ではなく、様々な色合いを持ったものが出現しているようです。◆



写真1：研究用に調査した中国製と思われる HPHT 合成ダイヤモンド。最大は 0.52ct



写真 2：金属包有物

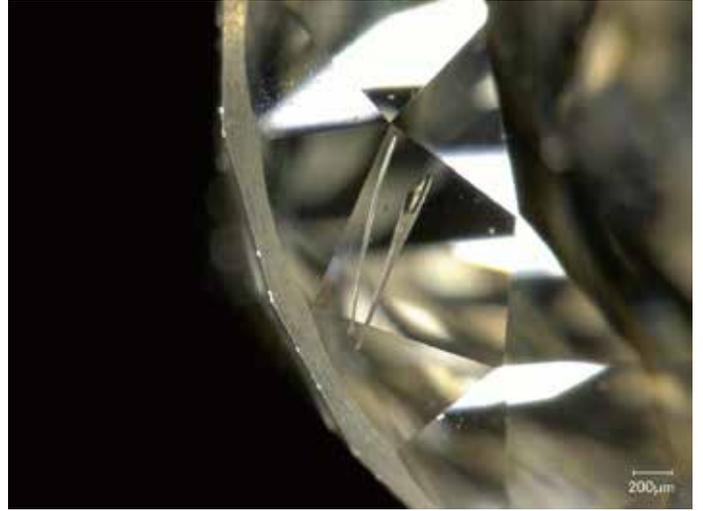


写真 3：針状の金属包有物

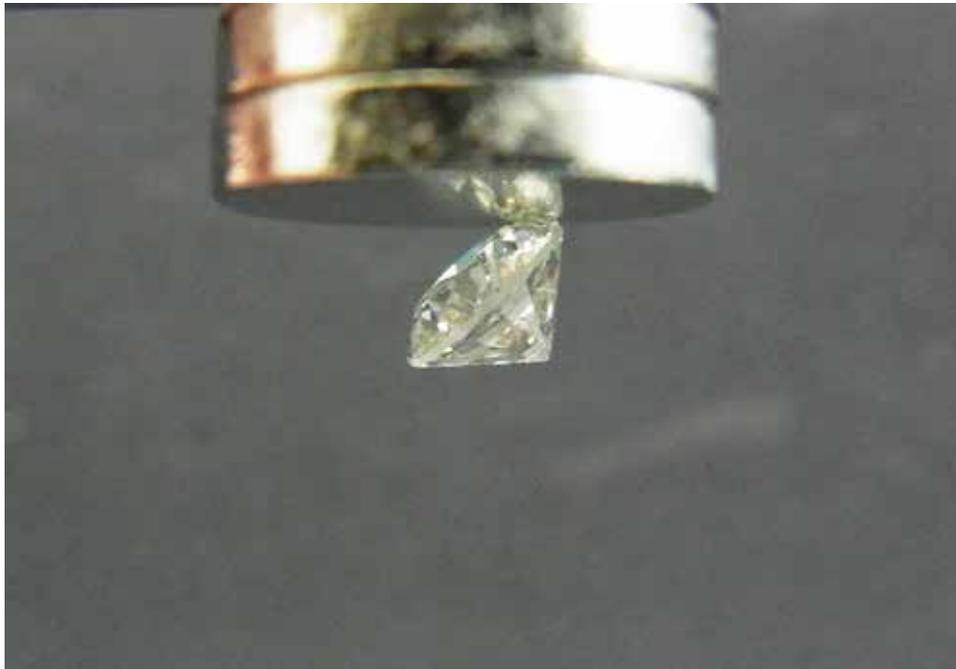


写真 4：強力なネオジム磁石にくっつく



写真 5：ダスト状包有物

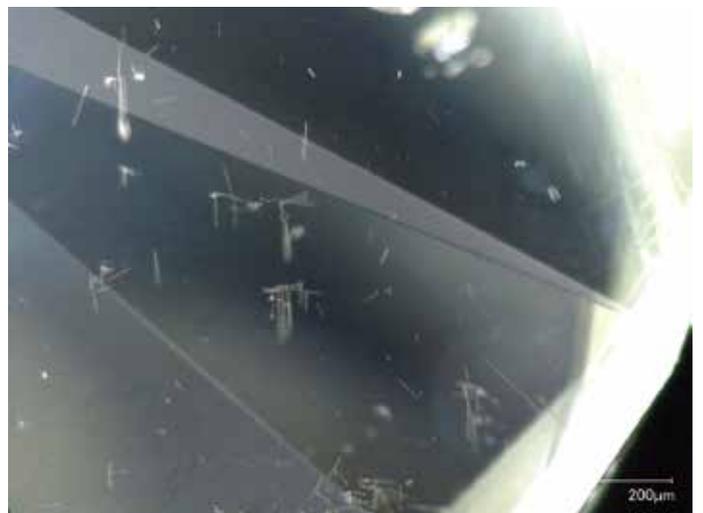


写真 6：針状包有物

# 中央宝石研究所の各種セミナー

各種セミナースケジュール	6月	7月	8月
ベーシックコース(東京)	7～8	12～13	2～3
ベーシックコース(大阪)	14～15		23～24
ダイヤモンドコース(東京)	21～22	26～27	28～29
ダイヤモンドコース(大阪)		19～20	
博多ダイヤモンドコース			
宝石鑑別コース(東京)	25～26		
パールグレーディングコース(東京)	12	17	

※上記日程は都合により変更となることがありますので、あらかじめお問合わせの上お申し込みください。

## 受講料 (税込)

ベーシックコース	(2日間)	¥25,000+消費税
ダイヤモンドコース	(2日間)	¥25,000+消費税
パールグレーディングコース	(1日)	¥12,000+消費税
宝石鑑別コース	(2日間)	¥30,000+消費税

※一度ご入金いただきました受講料のご返金は致しかねます。予め御了承下さい。

## セミナー時間

【東京】10:00～17:00 【大阪】10:30～17:00 (会場都合による)  
【博多】10:00～16:30 (会場都合による・開催最低人数5名)

## 各種セミナーのご紹介

- **ベーシックコース**
- **パールグレーディングコース**
- **ダイヤモンドコース**
- **宝石鑑別コース**
- **特別研修生コース** 募集中【入学時期は<4月・10月>になります】

各セミナー関連の情報は当社WEBサイトでもご覧いただけます！

<http://www.cgl.co.jp/cgl/seminar.html>

お申し込み・セミナー内容のお問合せは下記までお願い致します

東京TEL: 03-3837-0855 FAX: 03-3839-1455  
大阪TEL: 06-6245-5187 FAX: 06-6245-5197  
博多TEL: 092-472-3038 FAX: 092-472-3046

教育部: 〒110-0005 東京都台東区上野5-15-15 中田ビル 5階  
TEL 03-3837-0855 / FAX 03-3839-1455

# メトラー・トレド カラット天びん & グラム天びん

## 緊急時も安心！電池も使える！

災害等の緊急時や電源のない所でも、乾電池によるオペレーションが可能。  
使用場所を限定しません。

JP シリーズは、全自動調整機構 (FACT) を搭載しており、天びん周辺の温度変化を察知し、  
天びんが自動で調整します。



### ◆ JP 7 0 3 C

定 価 ￥ 1 8 6 , 0 0 0 (税別)  
**販売価格 ￥ 1 6 3 , 6 0 0 (税別)**

### ◆ JP 1 6 0 3 C

定 価 ￥ 2 0 0 , 0 0 0 (税別)  
**販売価格 ￥ 1 7 5 , 0 0 0 (税別)**

### ◆ JS 1 2 0 3 C

定 価 ￥ 1 6 9 , 0 0 0 (税別)  
**販売価格 ￥ 1 4 8 , 5 0 0 (税別)**

モデル	最小表示	ひょう量	繰り返し性	計量皿サイズ (mm)	インターフェイス	調整方法
JP 703C	0.001ct (0.1mg)	700ct (140g)	0.001ct (0.1mg)	φ 90	2 x RS232	FACT
JP 1603C		1600ct (320g)	0.001ct (0.1mg)	φ 90	2 x RS232	FACT
JS 1203C	0.001ct (0.1mg)	1200ct (240g)	0.001ct (0.1mg)	φ 90	RS232	内臓分銅による ワンタッチ調整

## ～グラム天びん～



画像は ME シリーズ

### ◆ ME1002 上皿天びん (0.01 ~ 1,000 g) ◆

定価 ￥ 75,300 (税別) ⇒ **販売価格 ￥ 67,770 (税別)**

その他に 

ME 2002 (0.01 ~ 2,000g)
ME 3002 (0.01 ~ 3,000g)

 もございます。

### ◆ ML1602T/A00 特定計量器 (0.01 ~ 1,620g) ◆

定価 ￥ 170,000 (税別) ⇒ **販売価格 ￥ 153,000 (税別)**

その他に ML3002T/A00 (0.01 ~ 3,200g) もございます。

※その他の機種についてはお問合せください。

◆お問い合わせ、ご用命は・・・

 **中央宝石研究所**

器 材 部 : 〒110-0005 東京都台東区上野 5-15-15 中田ビル 5 階

TEL 03 (3839) 1451 (代) / FAX 03 (3839) 1455

東京支店 03 (3836) 3131 名古屋支店 052 (971) 1628 大阪支店 06 (6245) 5187 博多支店 092 (472) 3038 甲府事務所 055 (232) 8231