

希少なアフガニスタン産緑色のアウイナイト

GSTV 宝石学研究所 阿依 アヒマディ、鳴瀬善久

アウイナイトは和名“藍方石”（らんぼうせき）と呼ばれ、硫黄(S)と塩素(Cl)を含むナトリウム(Na)、カルシウム(Ca)、アルミニウム(Al)、ケイ素(Si)で構成されたケイ酸塩鉱物です。方ソーダ石グループの準長石で、ダイヤモンドやスピネルやガーネットと同じ等軸晶系に属します。多様な色合いがあり、青色、黄色、ピンク、灰色、無色以外に、稀に緑色が見られます。

宝石品質として非常に鮮やかな瑠璃色のような青色を呈する小粒のアウイナイトは、1807年にドイツのエーフェル(アイフェル)地方のアルカリ性火山岩の多孔質火山砕屑物中に発見され、世界唯一の産出地として知られ、大変希少な人気の高い宝石となっています(Clark, 1993, Kiefert & Hanni 2000)。2006年にアフガニスタンの Badakhshan から青-緑色のアウイナイトが発見され(Kondo *et al.*, 2008)、2009年にタンザニアからも淡い黄緑色のアウイナイトの発見が報告されています(Zaitsev *et al.*, 2009)。



ドイツアイフェル地方の火山砕屑物に見られるアウイナイト 1-3mm 小粒の鮮やかなアウイナイト結晶

2023年の後半に、一部のアフガンの宝石商によって緑色味の濃いアウイナイトが少量に市場に提供され、Badakhshan 地域にある新鉱山 Sar-e-Sang から産出されたという信頼できる情報を与えられました(Srisataporn *et al.*, 2024)。

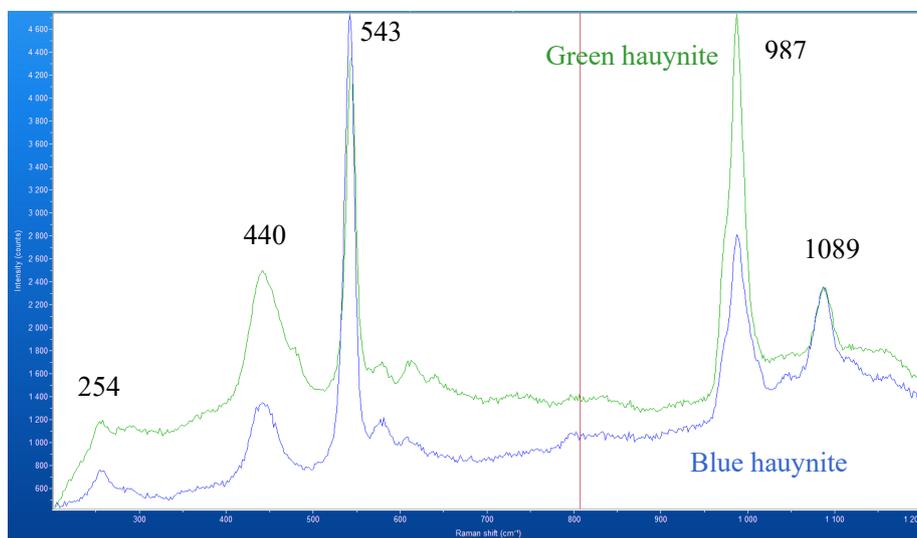
その希少な緑色のアウイナイトを古屋聡さんが入手することができ、GSTV 宝石学研究所で検査する機会が得られました。0.476ct のクッションカットされたアウイナイトは青緑色を呈し、明度がやや低く、青味がかかったエメラルドのような色に類似していましたが、内包物がなく、美しい透明感がありました。



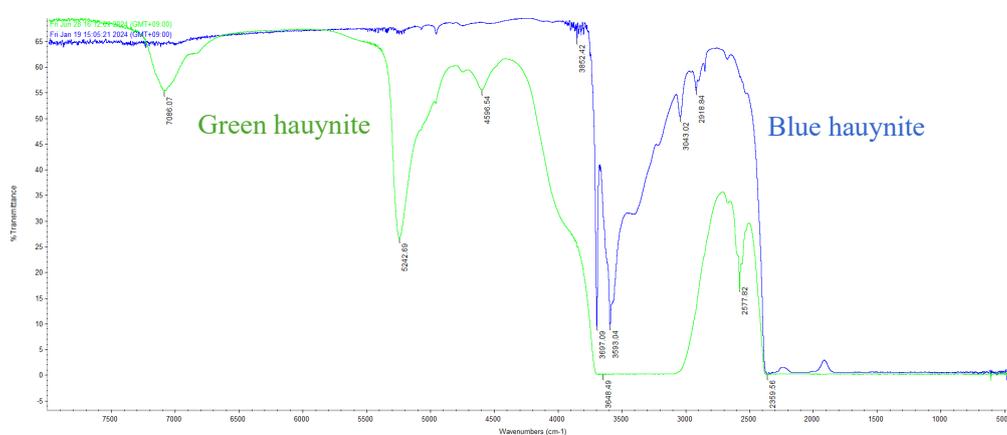
アフガニスタンのバダフシャー地域から産出された新変種—緑色のアウイナイト、0.426ct

宝石学的特性値として、屈折率 RI は 1.498~1.510 で、屈折率の幅はおおよそ 0.012 で、比重は 2.42 でした。長波紫外線ではドイツ産青色のアイナイトよりもやや強いオレンジ蛍光を示し、短波紫外線下でも弱いオレンジ蛍光を示しました。拡大検査では、液体と微小インクルージョンしか観察されませんでした。

ラマン分光分析では、主に 440, 543, 987, 1089 cm^{-1} の強いスペクトルが検出され、アイオン鉱物と一致しました。緑色のアイナイトは青色のアイナイトよりやや強い 987 cm^{-1} のラマン分光スペクトルを示しました。400~8000 cm^{-1} の赤外領域での FTIR 分光分析では、3000~3850 cm^{-1} の範囲に非常に強い水酸基による吸収バンドが現れ、5239 cm^{-1} と 7084 cm^{-1} にも強い吸収ピークが検出され、いずれにしても青色のアイナイトより結晶構造内に多くの水酸基(OH)と水(H₂O)が含まれていることを示します。

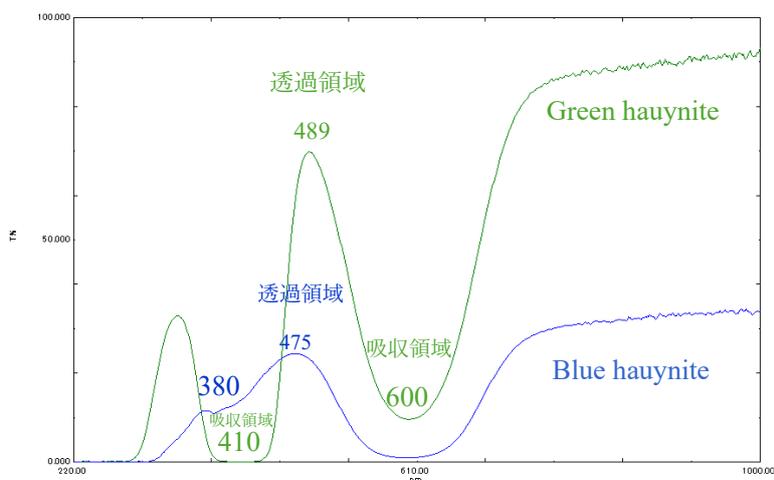


緑色と青色のアイナイトのラマン分光スペクトル



緑色と青色のアイナイトの FTIR 分光スペクトルの比較

紫外-可視-近赤外領域(220-1000nm)での分光分析では、410nm と 600nm を中心とした強い吸収バンドがあり、青色領域において 410nm による吸収が非常に強く現れ、489nm 付近に大きな透過度があったため、アウイナイトに緑色が現れたのです。典型的なドイツ産青色のアウイナイトは、600nm での吸収が非常に強く、380nm 付近にごく僅かな弱い吸収しか現れないので、475nm に光が透過するため、青色が現れています。緑色と青色のアウイナイトの発色はどちらも硫黄元素によるものと思われませんが、緑色のアウイナイトでは S_2 による吸収は 410nm に顕著に現れ、青色のアウイナイトでは S_3 による強い吸収は 600nm に集中しています。



緑色と青色のアウイナイトの紫外-可視-近赤外領域の分光スペクトル

蛍光 X 線化学組成成分では、主元素として Si, Al, Na, S, Ca、微量元素として K, Sr, Cl などが検出されています。両色のアウイナイトの組成を比較すると、アフガニスタン産の緑色アウイナイトに Na が富み、Ca と K と Sr の値が低い傾向が見られ、Fe は検出限下でした。

Oxide(wt.%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	NaO	SO ₃	CaO	K ₂ O	SrO	Fe ₂ O ₃	Cl
緑色アウイナイト	31.91-32.48	26.09-26.72	18.95-19.08	13.85-15.54	7.24-7.26	0.16-0.18	0.05-0.06	dbl	0.30-0.40
青色アウイナイト	31.46-32.02	26.19-26.38	15.72-15.90	14.76-15.43	8.85-9.04	1.57-2.05	0.02-0.03	0.19-0.21	0.32-0.34

今回初めて出会った緑色のアウイナイトは青色のアウイナイトと同様の屈折率と比重を持ち、硫黄によるオレンジ色の蛍光を発する性質も同様ですが、結晶構造内に含まれる硫黄電荷による吸収位置と強度に差が現れ、異なる地質環境から成長したものと思われます。ソーダライト(方ソーダ石)グループに新たな希少な変種が誕生したのです。

参考文献；

Clark A.M. 1993. Hey's Mineral Index, 3rd ed. *Natural History Museum Publications*, Chapman & Hall, London.

Kiefert, L. & Hanni, H.A. 2000. Gem-quality hauynite from the eifel diatrich, Germany. *Gems & Gemology*, 36(3), 246-253.

Kondo, D.M, Laurs, B.M & Fritz, E. 2008. Gem News International: Gem-quality afghanite and hauynite from Afghanistan. *Gems & Gemology*, 44(1), 79-80.

Srisataporn, B., Chongraktrakul, W., Suphan, C. 2024. *The Journal of Gemmology*, 39(1), 13-16.

Zaitsev, A.N., Zaitseva, O.A., Buyko, A.K., Keller, J., Klaidius, J. & Zolotarev, A.A. 2009. Gem-quality yellow-green hauynite from Oldoinyo Lengai volcano, northern Tanzania. *Gems & Gemology*, 45(3), 200-203.