

10. 鉱物の産状（Ⅲ）

・未知鉱物との遭遇

最近遭遇した Be を含む“堇青石（Cordierite あるいは lolite）”



図 10-1 （左：最初のもの）



図 10-2 一部切断したもの(左)と再研磨したもの(右)

今回遭遇した青紫色の魅力的なカット石で、仕入れた業者によると、“柱石（scapolite）”と思っていたそうである（図 10-1）。多色性が顕著であり、顕微鏡観察や屈折率等の測定結果からは、堇青石（Cordierite あるいは lolite、以下、ここではアイオライトと記す）と酷似していた。しかし、可視分光特性（UV-VIS）や赤外吸収（FT-IR）による測定結果からは、これまでのアイオライトとは明らかに異なるパターンを示すことが分かった。

最初の試料の物理データ

- ・ 大きさ：9.04 × 10.30 × 6.87 mm
- ・ 重量：2.949 ct
- ・ 屈折率：1.570 – 1.562
- ・ 比重：2.72（静水法）

・顕微鏡による観察

当該石の中央部を拡大して観察すると図 10-3 のとおり、液膜状のインクルージョンが見られる。これらから天然起源であることが推測される。

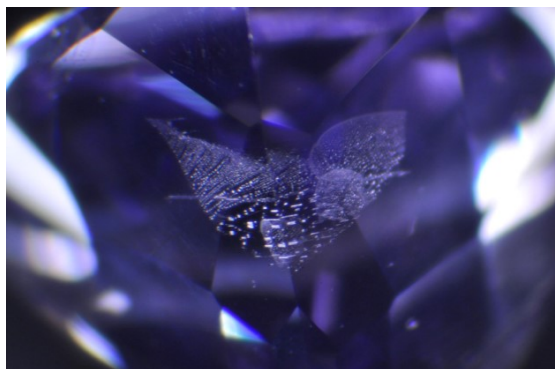


図 10-3 拡大すると液膜が観察される



図 10-4 図 10-3 をさらに拡大したもの

さらに詳しく調べるために切断したもの（図 10-2 の左）について、次のような機器を使って分析を試みた。

【分析機器】

- ・可視～紫外分光特性：日本分光 V-550
- ・赤外分光特性：日本分光 FT-IR4100
- ・蛍光X線分析：日本電子 JSX3200M (30kV 3mA コリメーター7mm)
- ・ラマン分析：顕微ラマン Renishaw JRS-SYSTEM 1000
- ・レーザアブレーションICP質量分析：レーザー部は New Wave Research UP-213A/F, ICP-MS 部は Agilent 7500a.
- ・X線粉末回析分析：理学電機 Geiger Flex RAD I B (Cu/ $K\alpha$ 40kV / 20mA)

・可視～紫外分光特性（測定範囲：250～800nm）

可視から紫外部にかけての分光特性を、アイオライトと比較してみると、図 10-5 のとおりで、似ているが両者は異なるものと考えた方がよさそうである。

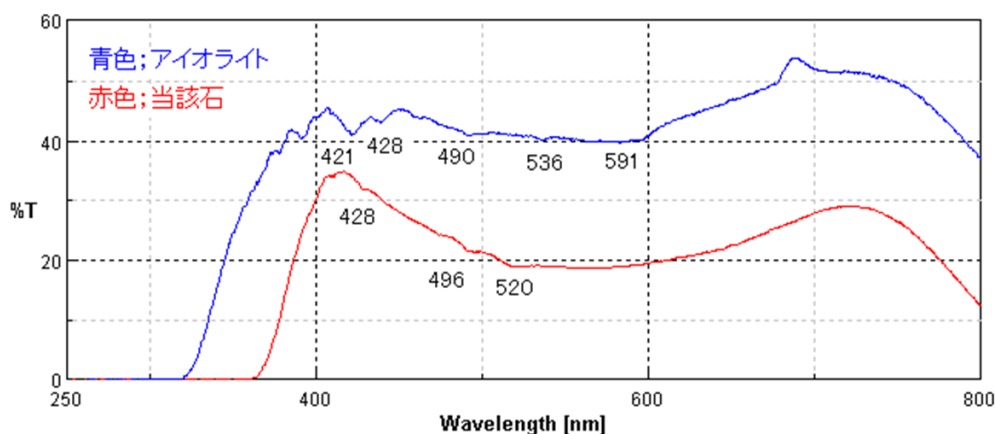


図 10-5 当該石と Cordierite (Iolite : アイオライト) との比較

・赤外分光特性（測定範囲：400～2,000 cm^{-1} ）

赤外部の分光特性を分析したものが図 10-6 で、422, 933, 1011, 1116, 1219 cm^{-1} などの特徴的なピークが見られる。

当該石とアイオライト及び鉄堇青石 (Sekaninaite, 以下, セカニナイトと記す) と比較をしたものが図 10-7 であり、アイオライトとセカニナイトは酷似しているが、当該石とは明らかに異なるパターンを示すことが分かる。なお、アイオライトとセカニナイトは、マグネシウム (Mg) と鉄 (Fe) の量の違いで名付けられている鉱物であり、マグネシウム (Mg) が多いと前者、鉄 (Fe) が多いと後者である。

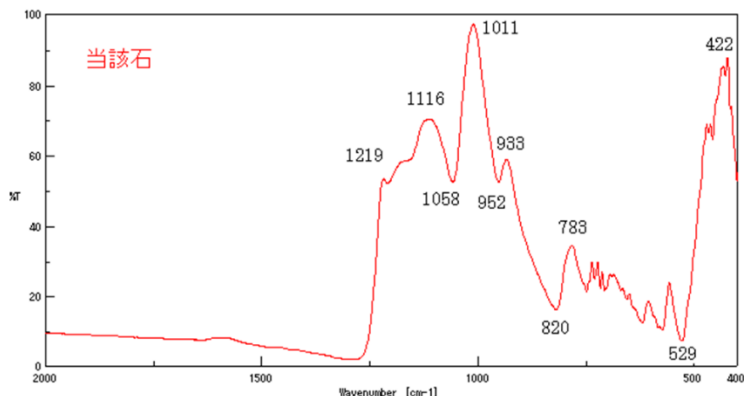


図 10-6 当該石の赤外分光特性

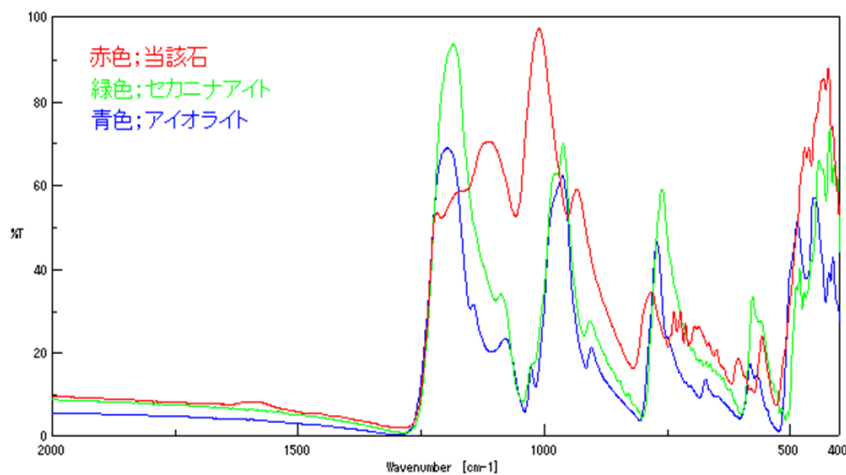


図 10-7 当該石とアイオライト (Iolite) ・セカニナイト (Sekaninaite) との比較

・蛍光X線 (XRF) による化学分析結果

化学分析を蛍光X線で行った結果は図 10-8 及び表 10-1 (左) で、比較のためアイオライトとセカニナイトを掲載 (表 10-1, 右) した。この結果からは、アルミニウム (Al) が少なく珪素 (Si) が多いことが分かる。

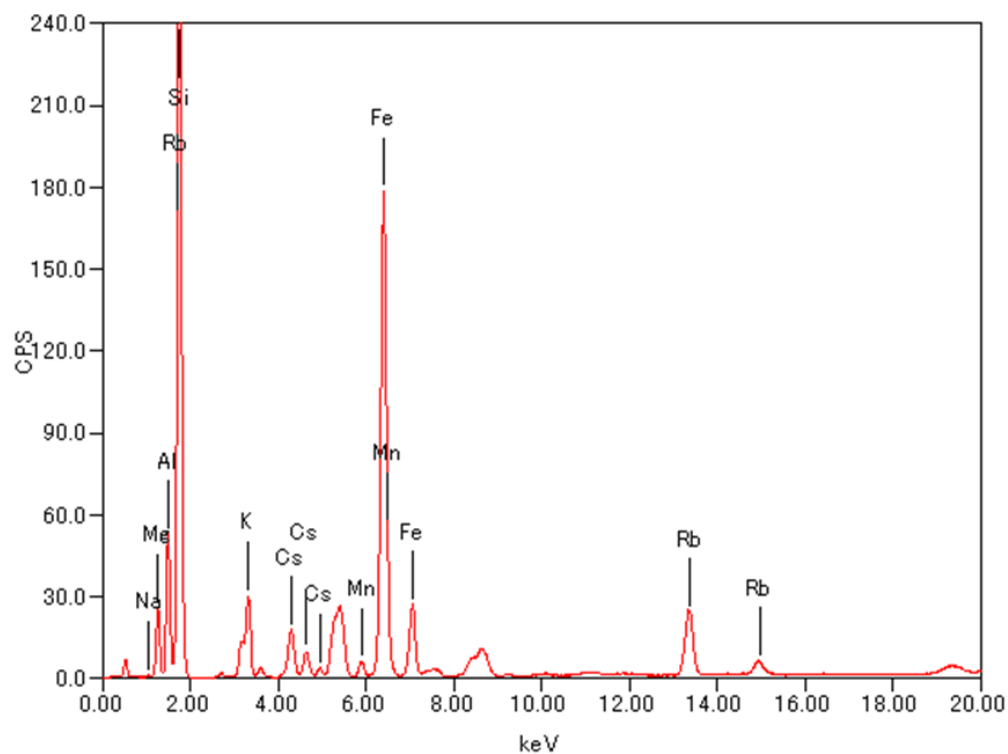


図 10-8 当該石のXRFによる測定結果

	当該石	Cordierite $\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$	Sekaninaite $\text{Fe}^{2+}_{1.5}\text{Mg}_{0.5}\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$
Na_2O	1.76	—	—
MgO	13.28	13.78	3.19
Al_2O_3	11.16	34.86	32.25
SiO_2	64.12	51.36	47.52
K_2O	2.09	—	—
MnO	0.21	—	—
FeO	4.96	—	17.04
Rb_2O	0.40	—	—
Cs_2O	2.02	—	—
Total	100.00	100.00	100.00

表 10-1 当該石の分析結果，比較のため Cordierite と Sekaninaite を掲載。

・顕微ラマン分析結果

顕微ラマンの分析結果が図 10-9 で，1088，1034，760，683，591 cm^{-1} などの特徴的なピークが見られる。一方，当該石とアイオライト（Iolite）・セカニナイト（Sekaninaite）との比較をしたものが図 10-10 であり，アイオライトとセカニナイトは酷似しているが，当該石とは明らかに異なるパターンを示すことが分かる。

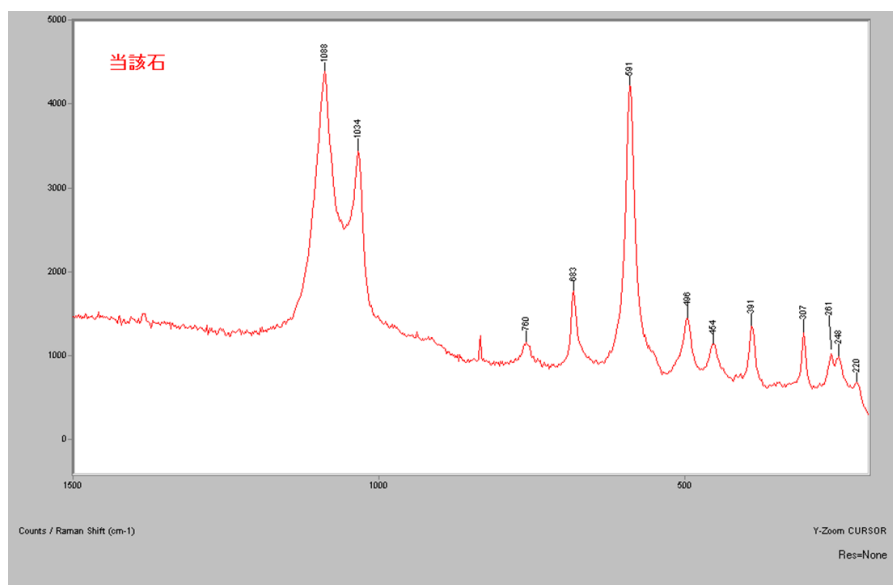


図 10-9 当該石のデータ

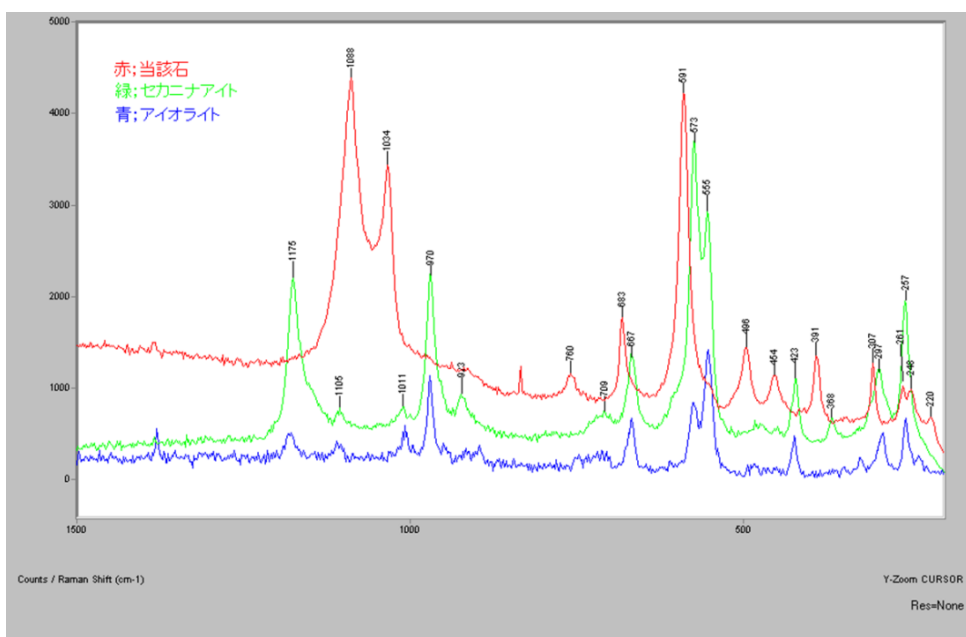


図 10-10 当該石の分析データ，比較のため Cordierite と Sekaninaite を掲載.

・レーザアブレーション ICP 質量分析による Be の確認

短時間ながら，計測すると当該石には，ベリリウム（Be）とリチウム（Li）が含まれていることが分かる（図-10-11）．

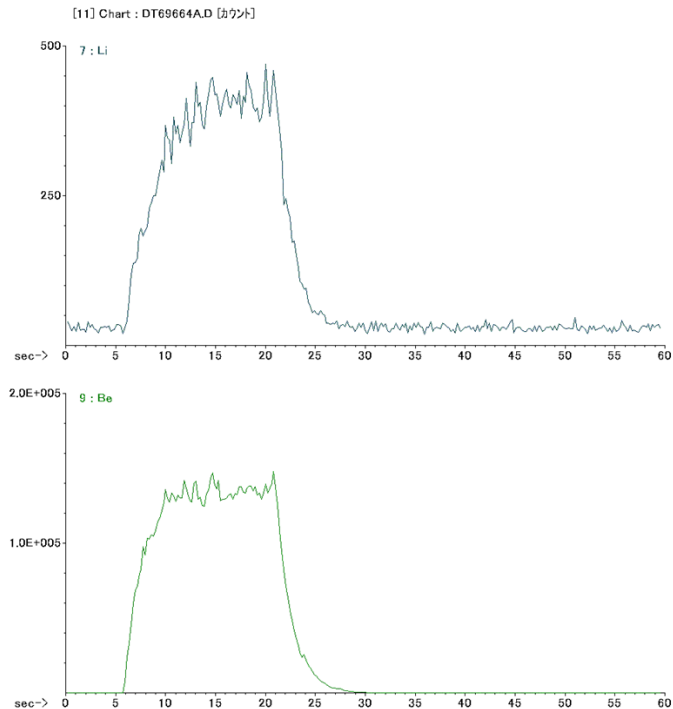


図 10-11 LA-ICP-MS による Li と Be の検出

• X線粉末回折 (XRD) 実験結果

当該石を粉末にしてX線回折実験を行った結果は表 10-2 の通りで、Hölscher らが合成した結晶である、 $\text{BeMg}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ の回折値とほぼ一致する。

表 10-2 当該石と $\text{BeMg}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ のX線粉末回折値。

h k l	当該石 (Sample)		$\text{BeMg}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ (Hölscher, A. and Schreyer, W., 1989)	
	d (Å)	Intensity	d (Å)	Intensity
1 0 0	8. 292	43	8. 3052	45
1 1 0	4. 787	21	4. 7933	46
0 0 2	4. 628	34	4. 6344	19
1 0 2	4. 033	63	4. 0450	41
1 1 2	3. 324	100	3. 3327	68
2 0 2	3. 085	53	3. 0934	54
2 1 1	2. 965	75	2. 9735	100
3 0 1	2. 761	70		
2 1 2	2. 592	15	2. 5999	24
2 2 0	2. 393	9	2. 3989	3
3 0 2			2. 3775	3
0 0 4	2. 312	14	2. 3185	13
3 1 1	2. 227	12	2. 2356	5
2 1 3	2. 194	8	2. 2031	4
2 2 2	2. 122	9		
1 1 4	2. 072	16	2. 0878	5
3 1 2	2. 056	10	2. 0634	10
2 0 4	2. 019	15	2. 0243	7
3 2 0			1. 9057	4
4 0 2			1. 8949	4
3 2 1	1. 860	7	1. 8664	4
3 1 3	1. 841	18	1. 8475	14
4 1 0	1. 807	14	1. 8131	6
3 0 4, 4 1 1	1. 772	27	1. 7781	18
4 1 2	1. 683	8	1. 6885	2
2 2 4	1. 662	27	1. 6667	24
5 0 0	1. 616	7	1. 6617	20
3 1 4			1. 6348	2
3 3 0	1. 593	7	1. 5981	5
4 2 0			1. 5700	5
4 1 3	1. 564	8	1. 5635	13
1 4 3	1. 559	22		
0 0 6	1. 540	12	1. 5459	5
3 3 2	1. 507	9	1. 5115	4
3 2 4	1. 467	20	1. 4717	11
2 0 6	1. 444	6	1. 4490	3
0 2 6	1. 441	7		
5 1 2	1. 415	8	1. 4205	8
2 1 6	1. 383	8	1. 3862	5
5 2 0	1. 325	11	1. 3295	4
6 0 2	1. 322	20	1. 3260	14
5 2 1	1. 319	13	1. 3166	6
3 3 4	1. 312	10		
4 2 4, 2 2 6	1. 295	13	1. 2992	9
4 1 5	1. 292	12	1. 2961	8
3 1 6			1. 2830	3
5 2 2	1. 279	7	1. 2791	3

化学組成と結晶構造

当該石は、これまでの化学組成とX線粉末回折実験から、合成結晶の $\text{BeMg}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ とほぼ同一と考えられます。この合成結晶に相当するものは、未だ発見されていないので、新鉱物の可能性があります。

化学組成は、Beの定量はしていませんが、次のように考えられます。

$\text{Be}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn})_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$

マグネシウム(Mg)のところに鉄(Fe)やマンガン(Mn)が置き換わったとみられますが、リチウム(Li)、ナトリウム(Na)、カリウム(K)等については、結晶構造に関係なく、内部に含まれた不純物と考えられます。

結晶構造については、前述の合成結晶が六方晶系 ($a = 9.592(1) \text{ \AA}$, $c = 9.273(1) \text{ \AA}$, $V = 738.9(1) \text{ \AA}^3$) で報告されており、得られたX線回折データから六方晶系と仮定して格子定数を計算したところ、 $a = b = 9.550(13) \text{ \AA}$, $c = 9.239(17) \text{ \AA}$, $\alpha = \beta = 90^\circ$, $\gamma = 120^\circ$, $V = 729.7(17) \text{ \AA}^3$ の結果が得られました。

ところが、得られた格子定数は、かなりバラツキがありましたので、ここでは擬六方晶系としました。

当該石は、残念ながら産地が不明のため、新鉱物の申請ができない、ブラジル産と思われるが。

表 10-3

	当該石		— $\text{BeMg}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$	Cordierite $\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$	Sekaninaite $\text{Fe}_{1.5}^{2+}\text{Mg}_{0.5}\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$
BeO	未定量	* 4. 40	4. 40	—	—
Na ₂ O	1. 76	1. 68	—	—	—
MgO	13. 28	12. 70	14. 19	13. 78	3. 19
Al ₂ O ₃	11. 16	10. 67	17. 95	34. 86	32. 25
SiO ₂	64. 12	61. 30	63. 46	51. 36	47. 52
K ₂ O	2. 09	2. 00	—	—	—
MnO	0. 21	0. 20	—	—	—
FeO	4. 96	4. 74	—	—	17. 04
Rb ₂ O	0. 40	0. 38	—	—	—
Cs ₂ O	2. 02	1. 93	—	—	—
Total	100. 00	100. 00	100. 00	100. 00	100. 00

10章のまとめ：

I. 鉱物の図鑑に掲載されていない外観の鉱物に遭遇しました。あなただったらどうしますか？

II. 鉱物を保管する時に気を付けなければいけないことは？ 次のなかで間違っているものは？ その番号の前の括弧内に○を書きなさい.

- () 他の鉱物と混ざらないように十分に注意する.
- () 購入した標本で、何処のものかは気にせずに標本についていたラベルは捨てた.
- () 空気中で変質する鉱物があるのでケースに入れた.
- () 表面は汚れていると思い、すべての標本は綺麗に洗うようにしている.
- () 産地別あるいは系統分類順に整理し、標本リストも作成している.