

# Babingtonite with epitaxial hedenbergite whiskers

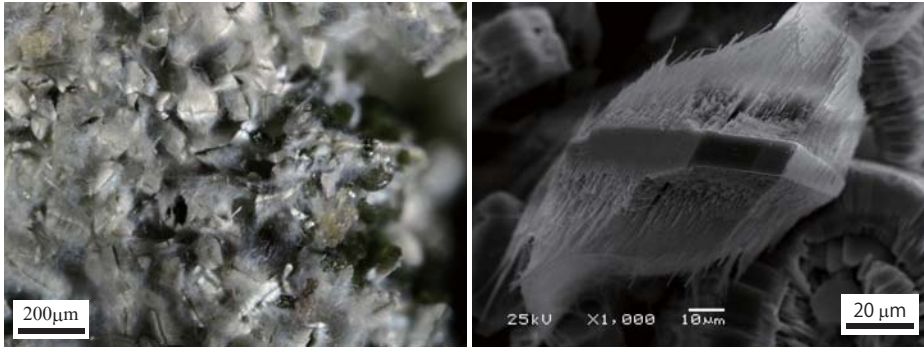
天然で含水準輝石であるバビントン石 (Bab:  $\text{Ca}_2\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}[\text{Si}_5\text{O}_{14}(\text{OH})]$ ) と透輝石 - ヘデン輝石 (Hd) 系単斜輝石 ( $\text{Ca}_2(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})\text{Si}_2\text{O}_6$ ) の共生はまれであるが、その中でバビントン石結晶の表面に繊維状の単斜輝石が発達するユニークな産状が数例報告されている (例 Kreimbach/Kaulbach, DE; Arvigo, CH; Lincoln Park, US)。2相はエピタキシー成長の関係にあることが示唆されてきたが、その関係は不明であった。

**目的** 透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いて 2 相の関係を直接決定し、結晶構造や成長機構の関係を明らかにする。

**試料** 深緑色を呈する板状バビントン石の表面白色繊維状のヘデン輝石が発達  
ヘデン輝石はバビントン石の結晶面に対して約  $105^\circ$  傾いて成長

## 1) スイス Arvigo 産 (ベルン州立自然史博物館提供 No. NMBE34974)

白色繊維状結晶を伴うバビントン石の深緑色の板状結晶 (約 0.15mm) と緑泥石や輝石が共生。  
化学組成: バビントン石 ( $\text{Ca}_{2.00}\text{Na}_{0.01}\text{Si}_{2.01}(\text{Fe}^{2+}_{0.50}\text{Fe}^{3+}_{0.95}\text{Mg}_{0.28}\text{Mn}^{2+}_{0.20}\text{Al}_{0.06})\text{Si}_{1.99}\text{O}_{14}(\text{OH})$  (n = 14))  
繊維状の単斜輝石 (Hd):  $\text{CaFe}_{0.5}\text{Mg}_{0.5}\text{Si}_2\text{O}_6$  ( $\text{Hd}_{50}\text{Di}_{50}$ )



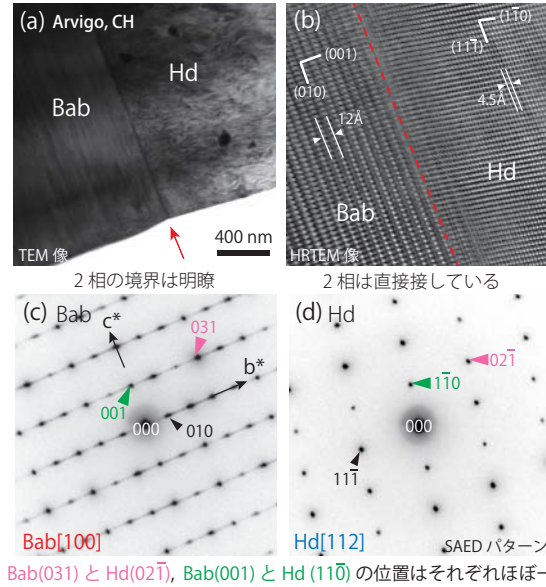
## 2) ドイツ Kreimbach/Kaulbach 産

方解石で形成される集合結晶の空洞内に白色繊維状結晶を伴うバビントン石の深緑色の板状結晶が存在。ザクロ石 (Grs-And) やペクトライトと共生。

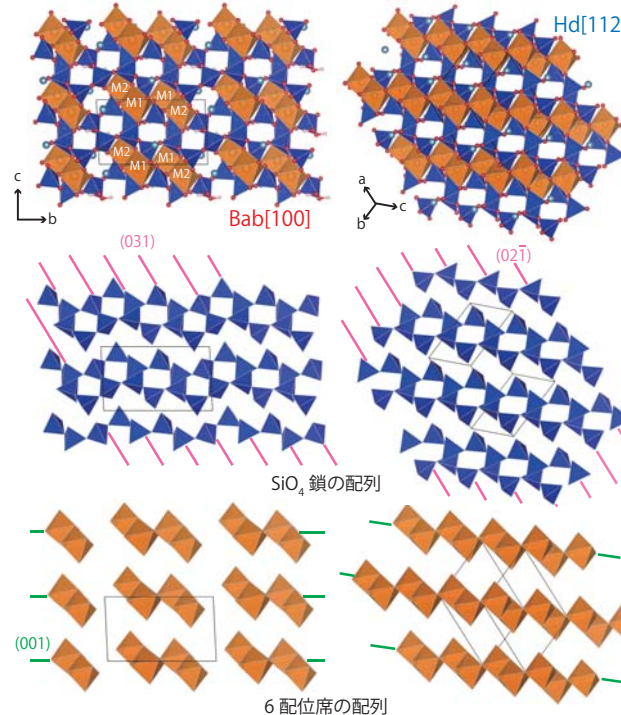
化学組成: バビントン石 ( $\text{Ca}_{2.01}\text{Na}_{0.02}\text{Si}_{2.03}(\text{Fe}^{2+}_{0.72}\text{Fe}^{3+}_{0.99}\text{Mg}_{0.15}\text{Mn}^{2+}_{0.08}\text{Al}_{0.03})\text{Si}_{1.97}\text{O}_{14}(\text{OH})$  (n = 10))  
繊維状の単斜輝石: ( $\text{Ca}_{0.88}\text{Na}_{0.11}\text{Si}_{2.09}(\text{Fe}_{0.67}\text{Mg}_{0.30}\text{Mn}^{2+}_{0.04})\text{Si}_{1.01}\text{O}_6$  ( $\text{Hd}_{58}\text{Di}_{31}\text{Ae}_{11}$ ))



## TEM 観察結果: Arvigo 産試料の Bab, Hd 境界部



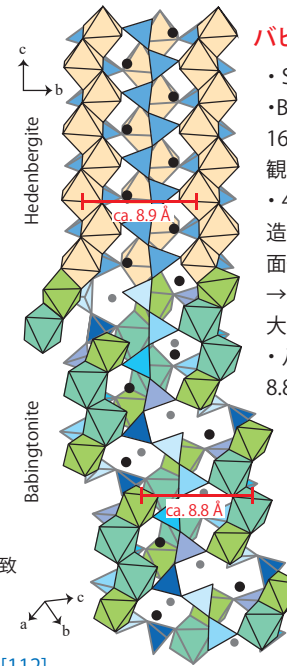
TEM で決定された 2 相の方位から結晶構造を検討



両相の構造的関係は、 $\text{SiO}_4$  鎖と 6 配位席の配列の類似性により説明できる

Drawn with VESTA3 (Momma & Izumi 2011)

## 準輝石と単斜輝石の連続的な成長の制御要因



### バビントン石とヘデン輝石の関係

- $\text{SiO}_4$  鎖と 6 配位席の配列が類似。
- Bab と Hd の  $\text{SiO}_4$  鎖が接続する場合、 $16.1^\circ$  方向が伸長方向が変化する。→ 観察結果と一致
- 4 つの 6 配位席で構成される Bab 構造中の八面体クラスターが、Hd の八面体層に連続転移
- この幾何学的な違いや 6 配位席の大きさの違いは、連続成長を妨げない。
- 八面体レイヤーの層間距離は Bab = 8.8 Å, Hd = 8.9 Å とほぼ一致

上記の幾何学的関係に基づき、Hd は板状 Bab[010] 上に中間相なしに直接エピタキシー成長していると結論づけられる

- 2 相の組成が近い必要はないが、その類似性は有利に働くかもしれない

### エピタキシー vs トポタキシー

- 輝石と準輝石は内部成長して共生することがある (例: ヨハンセン輝石とバラ輝石)。← トポタキシーな関係
- 共通点: 2 相の構造的な関係は  $\text{SiO}_4$  鎖の方向で決定される

#### エピタキシー成長

明瞭な境界を持つ  
中間相は存在しない

ゲスト相は基盤となるホスト相の後で異なる条件で形成 (非平衡状態)

超臨界状態の熱水溶液や過飽和溶液、気相環境での成長が想定される

エピタキシー連続成長のカギはホストとゲストの接触面での密接な関係! 例えば...

ソロケイ酸塩の場合、ホストとゲスト相の表面構造において  $\text{SiO}_4$  鎖が存在する場所の一致が望ましい

ほぼ核形成エネルギーが不要?

完全な核形成エネルギーの供給なしに  
ゲスト相の結晶化が起こる

#### トポタキシー (内部成長)

連続的に変化・  
準安定な中間組成を持つ混合相が存在

拡散が制御された固体 - 固体反応 (平衡状態)