



岩鉱教授

# 岩石学 担当：道林克禎

春学期

月曜日 3 時限 13:00-14:30



## 第4回 主要な造岩鉱物と 深成岩の分類

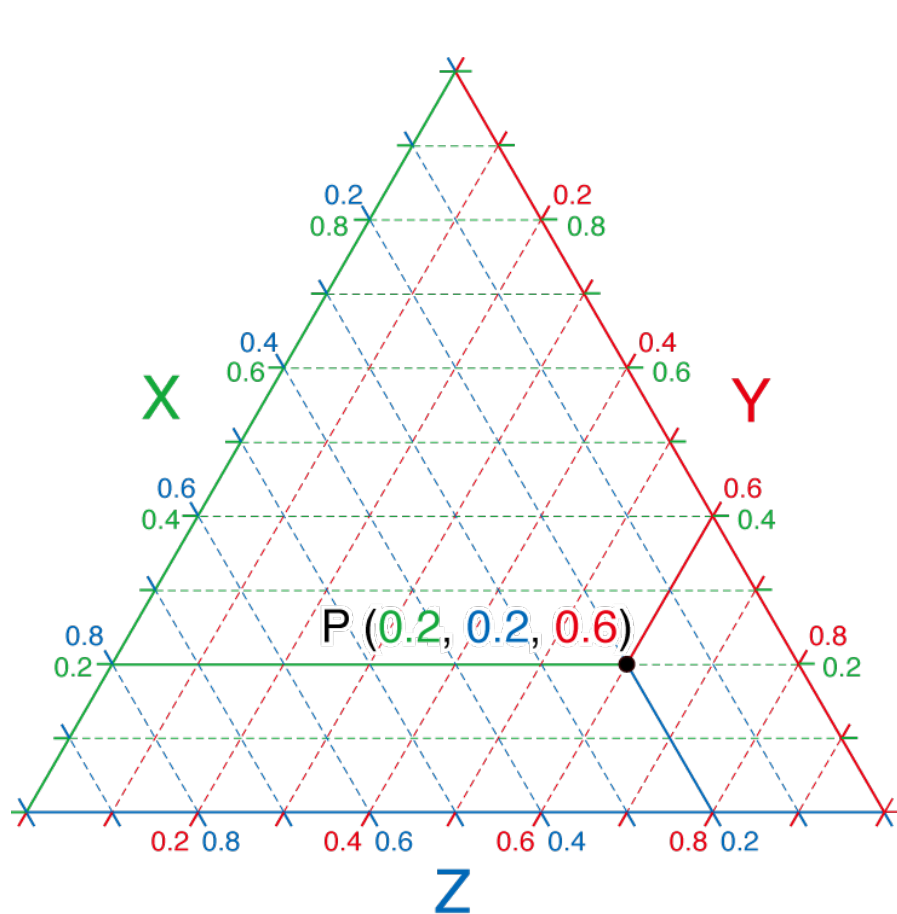


名古屋大学  
NAGOYA UNIVERSITY

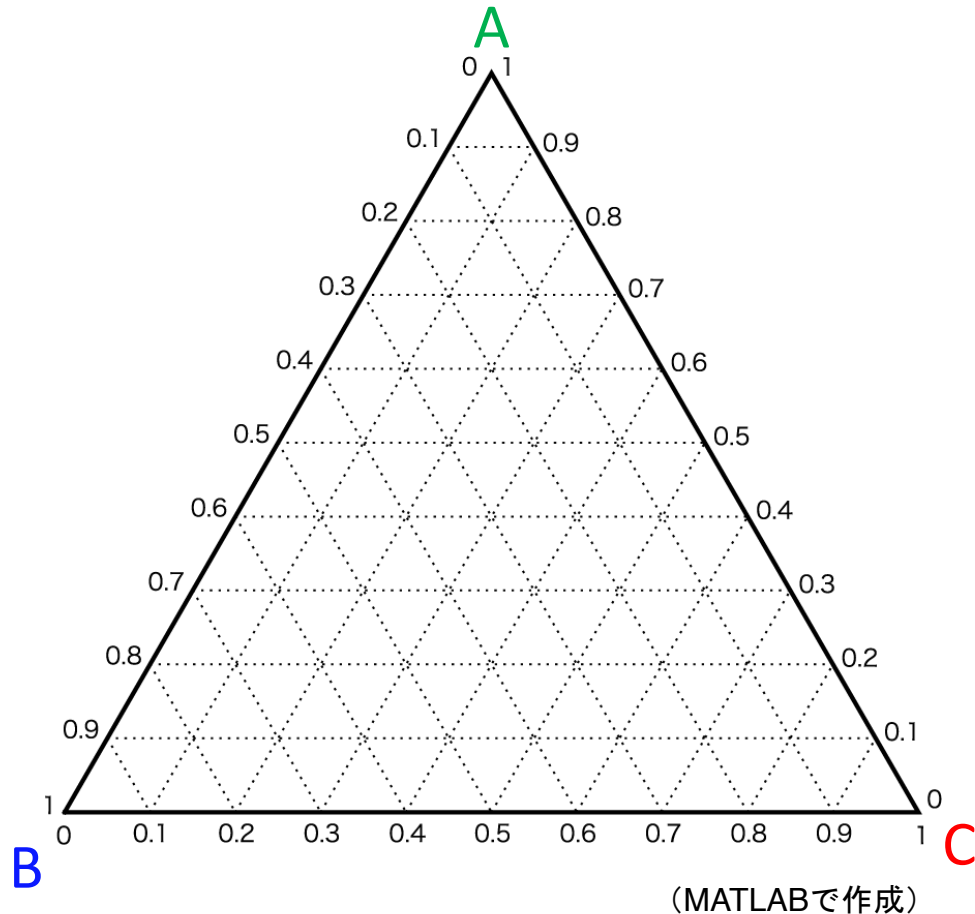


**MANTLE BOY**  
マントル君

# [準備] 三角ダイアグラムの使い方と読み方



<https://staff.aist.go.jp/a.noda/programs/ternary/ternary.html#delta>  
2022/09/14



(MATLABで作成)

$$X0 = (A, B, C)$$

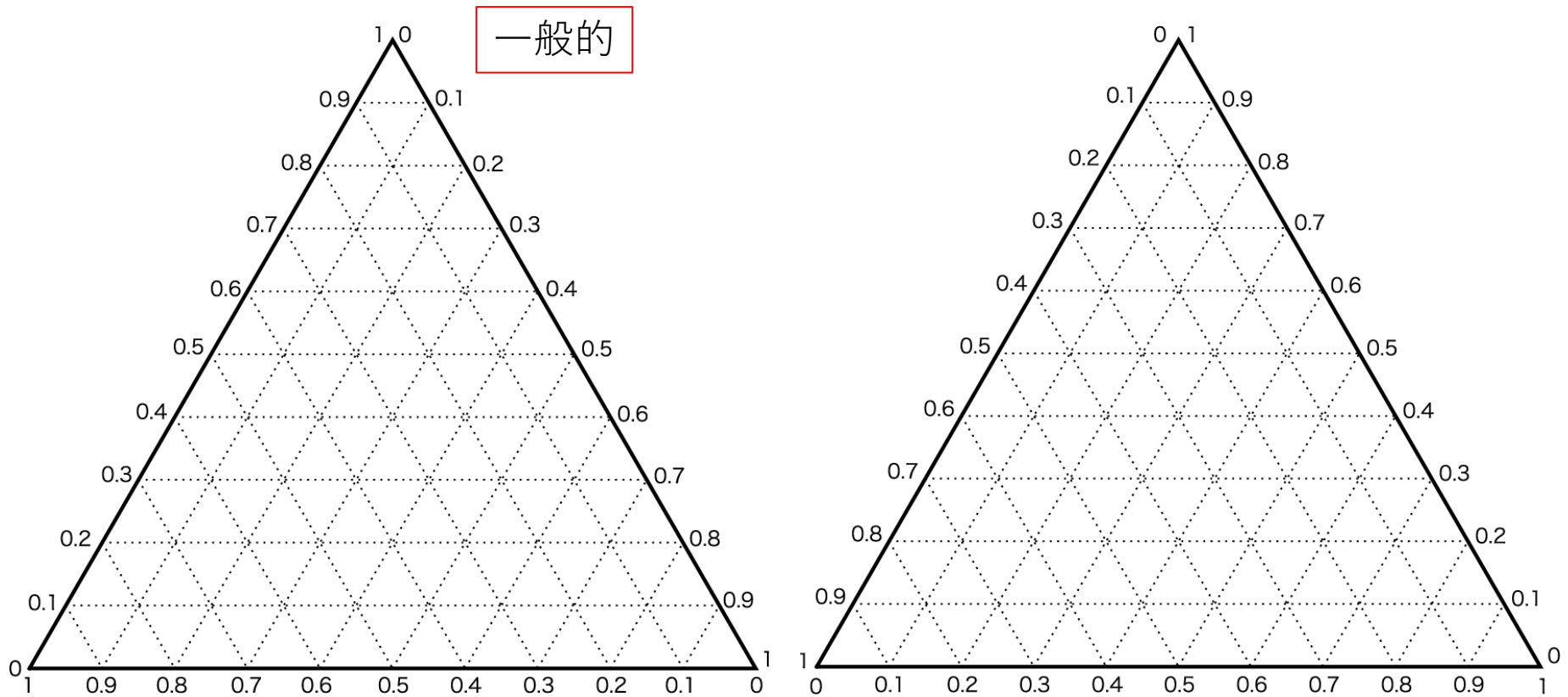
$$X1 = (0.9, 0.1, 0) \quad X5 = (0.5, 0, 0.5)$$

$$X2 = (0.7, 0.2, 0.1) \quad X6 = (0.2, 0.4, 0.4)$$

$$X3 = (0, 0.7, 0.3) \quad X7 = (0.3, 0.3, 0.4)$$

$$X4 = (0.3, 0.5, 0.2) \quad X8 = (0, 0, 1)$$

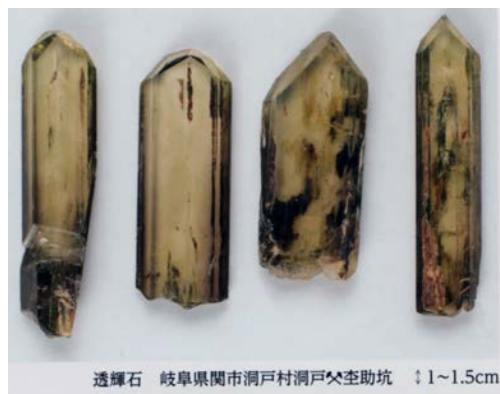
# [準備] 三角ダイアグラムの使い方と読み方



(MATLABで作成)

一般的には左のように目盛りをつけることが多い。  
注意としては、目盛りの位置が異なっても**使い方は同じ**である。

# 輝石の化学組成と分類



ディオプサイト



CaSiO<sub>3</sub> ヘデンバーサイト

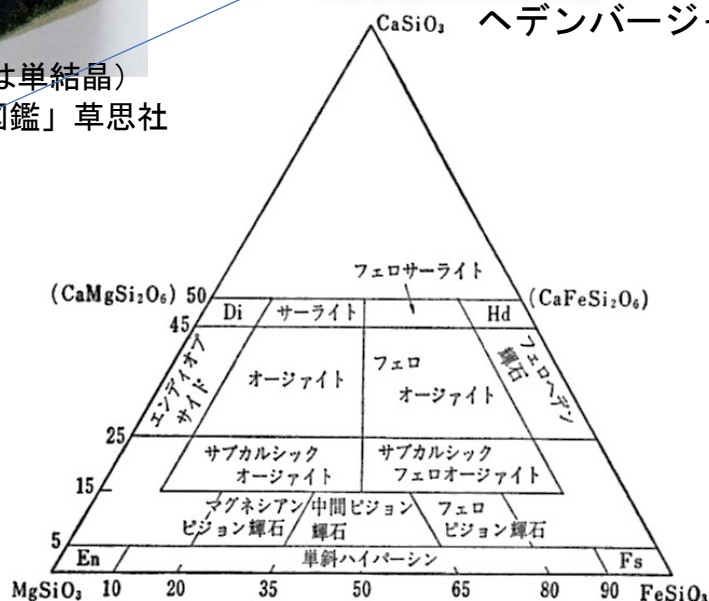
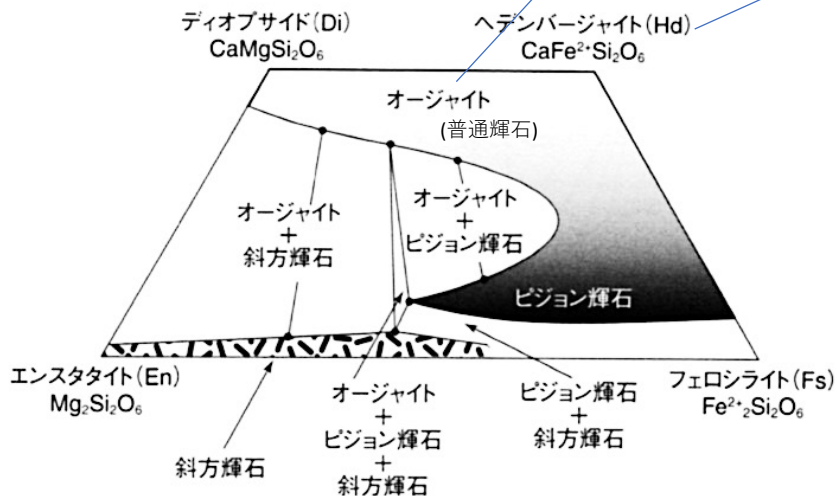


図 11・2 Di(diopside, 透輝石)-Hd(hedenbergite, ヘデン輝石)-Fs (clinoferrosilite, 単斜フェロシライト)-En(clinoenstatite, 単斜エンスタタイト) 系の単斜輝石の分類と命名。組成はモル%で示す。(A. Poldervaart & H. H. Hess, 1951, による)

図 2.11 エンスタタイト-ディオプサイド-ヘデンバーサイト-フェロシライトの輝石台形の模式的相平衡図 (Lindsley, 1983)

榎並正樹 (2013) 「岩石学」共立出版

都城秋穂・久城育夫 (1972) 「岩石学」共立出版

# 長石の化学組成と分類

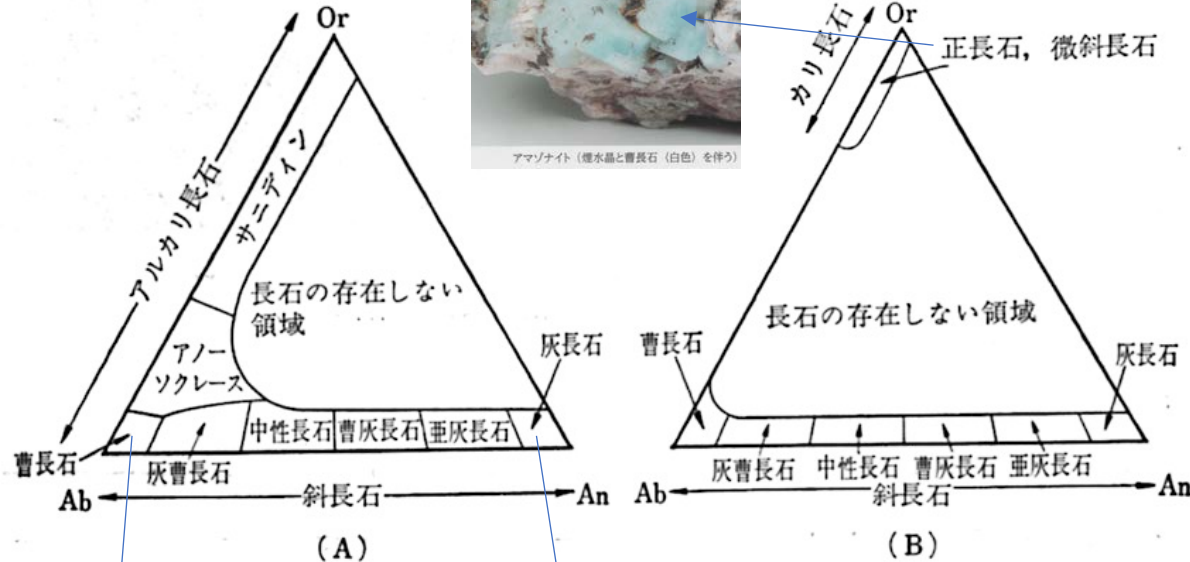
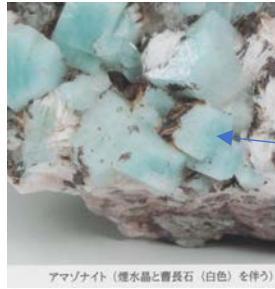


図 4.9 長石の化学組成と分類 (Deer et al., 1963 と Dietrich・Skinner, 1979 による)。

(A) 高温で形成された長石（たとえば火山岩中の長石）。

(B) 中温ないし低温で形成された長石（たとえば深成岩や変成岩中の長石）

この図で、微斜長石、アノーソクレス、斜長石は三斜晶系；サニディンと正長石は単斜晶系。

都城秋穂・久城育夫（1972）「岩石学」共立出版

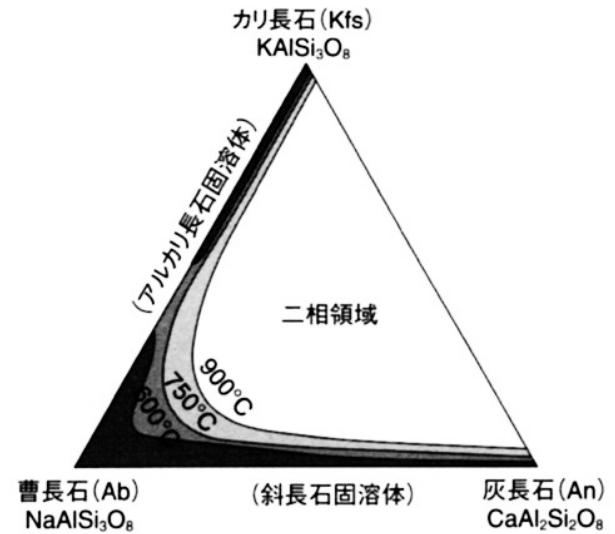


図 2.5 長石の組成範囲 (Winter (2010) をもとに編図)

榎並正樹 (2013) 「岩石学」共立出版



アルバイト  
(曹長石)



アノーサイト (灰長石)

堀 秀道 (2019) 「楽しい鉱物図鑑」草思社

# 角閃石の化学組成と分類



普通角閃石 (堀 秀道 (2019) 「楽しい鉱物図鑑」 草思社)

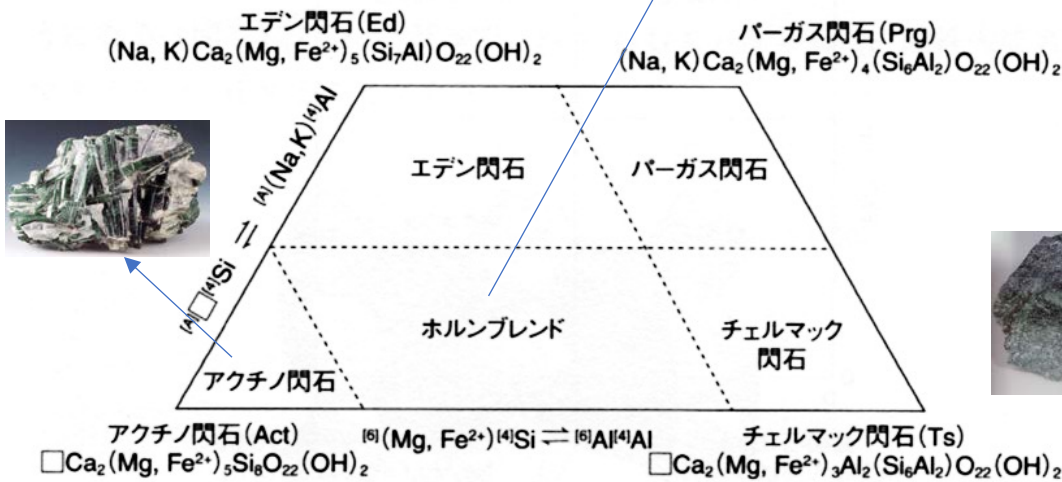


図 2.16 Ca 角閃石固溶体の分類と命名 (Leake *et al.* (1997) をもとに作図)

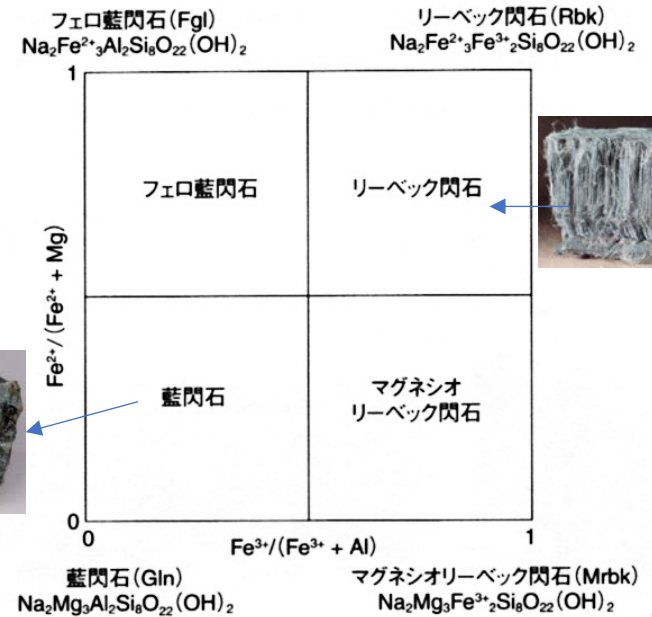
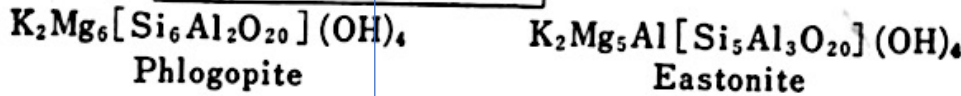
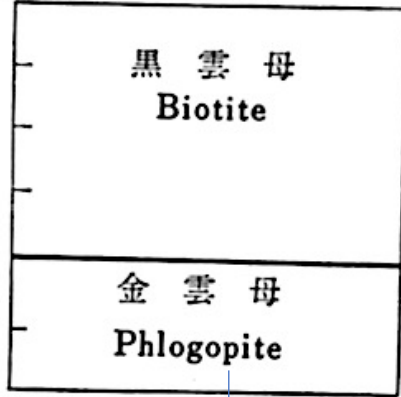


図 2.17 Na 角閃石固溶体の分類と命名 (Leake *et al.* (1997) をもとに作図)

# 黒雲母の化学組成と分類



都城秋穂・久城育夫 (1972) 「岩石学」 共立出版

図 4.67 黒雲母と金雲母の化学組成。



金雲母 Kobdor, Murmansk, Russia

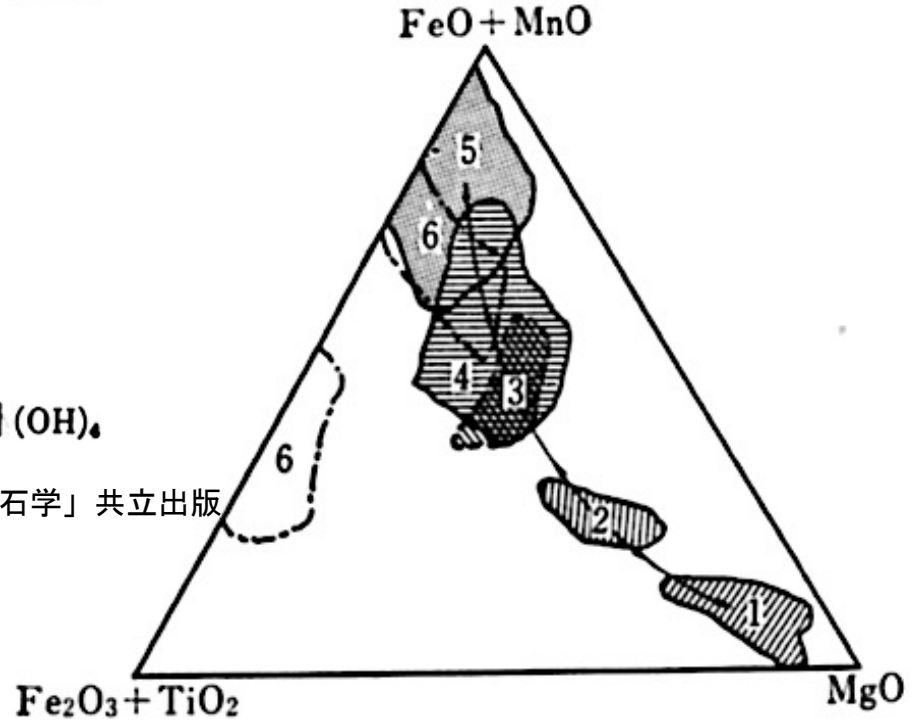


図 4.68 各種火成岩中の黒雲母の組成 (Heinrich, 1946 による)。

都城秋穂・久城育夫 (1972) 「岩石学」 共立出版

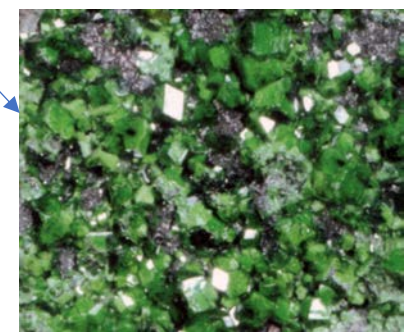
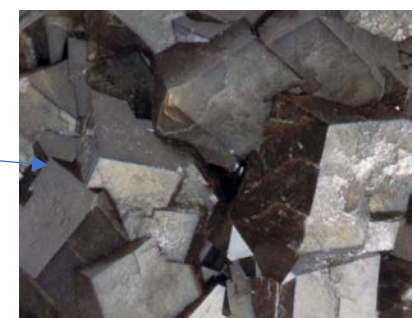
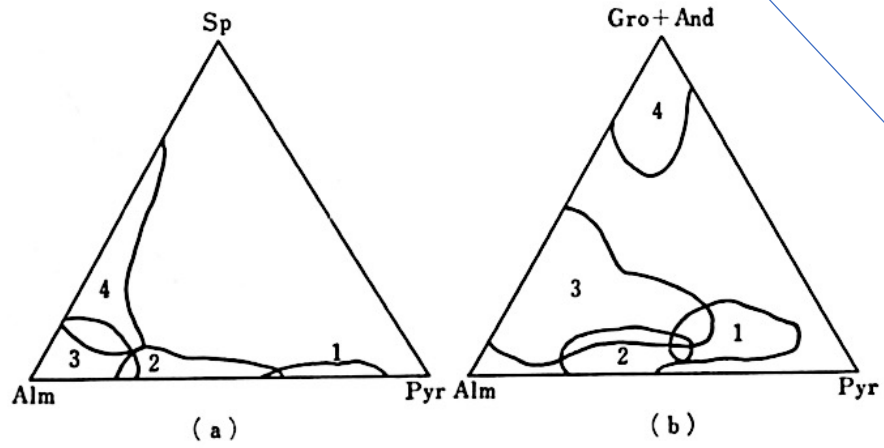
堀 秀道 (2019) 「楽しい鉱物図鑑」 草思社

# ザクロ石の化学組成と分類

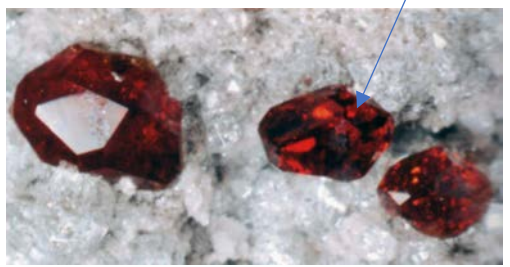
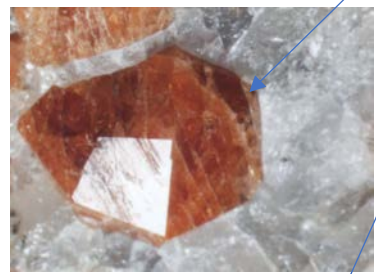
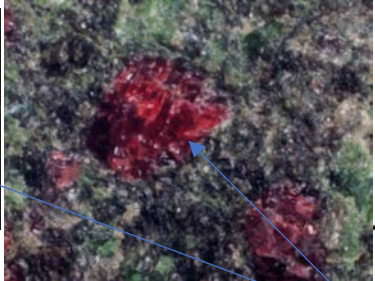
第13表 ザクロ石の普通のI

名 称	化 学 式
パイロープ (pyrope)	$Mg_3Al_2Si_3O_{12}$
アルマンディン (almandine)	$Fe_3^{+2}Al_2Si_3O_{12}$
スペサルティン (spessartine)	$Mn_3^{+2}Al_2Si_3O_{12}$
グロシュール (grossular)	$Ca_3Al_2Si_3O_{12}$
アンドラダイト (andradite)	$Ca_3Fe_2^{+3}Si_3O_{12}$

ウバロバイト ( $Ca_3Cr_2Si_3O_{12}$ )



堀秀道 (2019) 「楽しい鉱物図鑑」草思社



堀秀道 (2019) 「楽しい鉱物図鑑」草思社

図 5.6 ザクロ石の組成と産状との関係  
都城秋穂・久城育夫 (1972) 「岩石学」共立出版

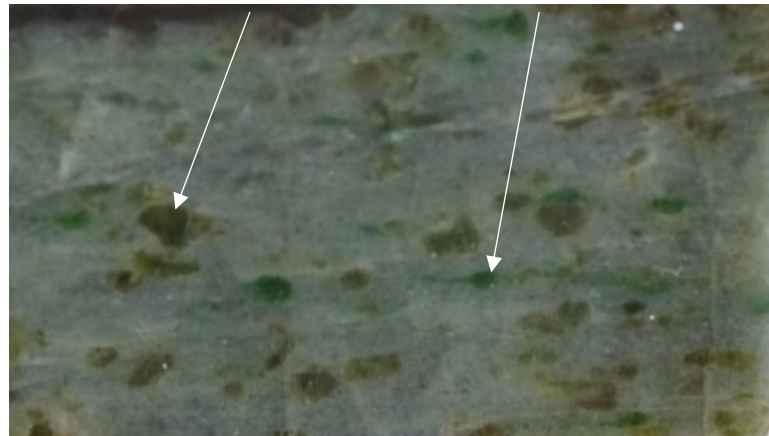


# 道林コレクション

ガーネットコレクション (一部)

直方(斜方)輝石

単斜輝石



幌満橄欖岩



ダイヤモンド結晶  
Diamond (和名:金剛石)

# 造岩鉱物と火成岩の分類

輝石は普通輝石, 角閃石は普通角閃石

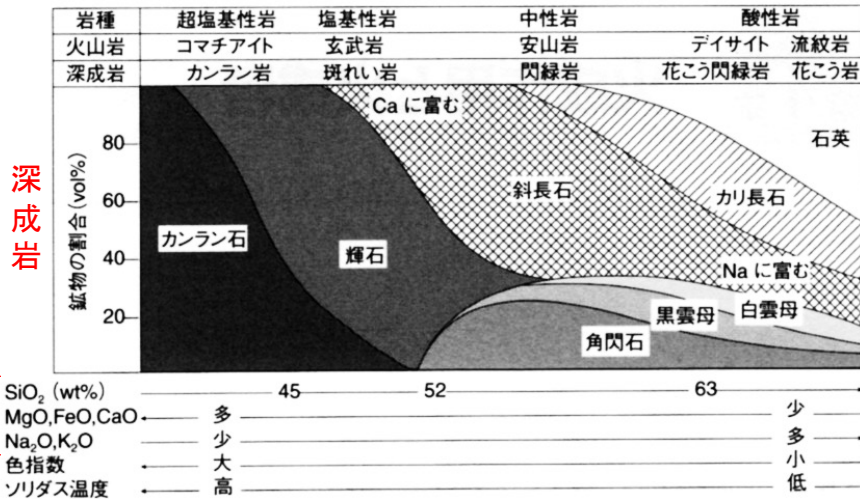


図 4.1 火成岩の分類

([http://en.wikipedia.org/wiki/Igneous\\_rock](http://en.wikipedia.org/wiki/Igneous_rock): 2013/01/08 閲覧)

玄武岩 (basalt), デイサイト (dacite), 斑れい岩 (gabbro), 流紋岩 (rhyolite).

輝石は普通輝石, 角閃石は普通角閃石

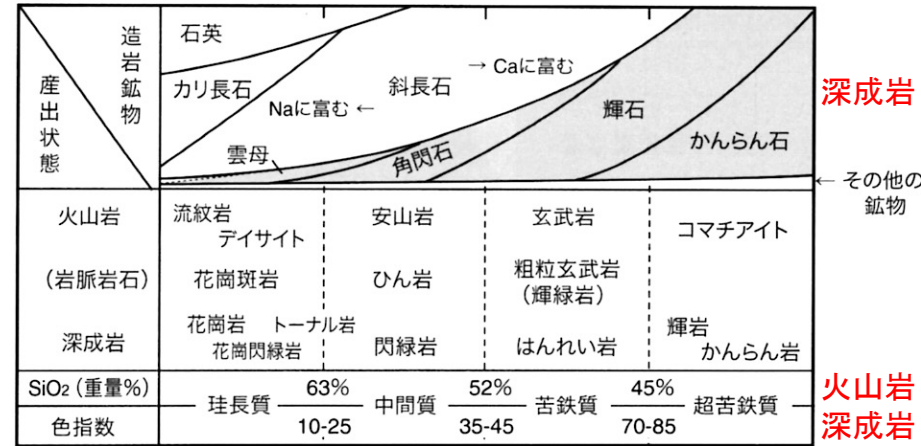


図 2.13 非アルカリ岩系列火成岩の分類

網掛けの部分は有色鉱物 (苦鉄質鉱物), 色指数の境界値はだまかな目安.

高木ほか (2019) 「地球・環境・資源」 共立出版

榎並正樹 (2013) 「岩石学」 共立出版

深成岩は主に鉱物の集合体  
→ 造岩**鉱物**の種類と量で分類

火山岩は冷却によって鉱物とガラスが混在する集合体

→ (1) **全岩化学組成**で分類

→ (2) **全岩化学組成からノルム鉱物組成**を計算して分類

# マグマから造岩鉱物が生成する温度と それらの密度の違い

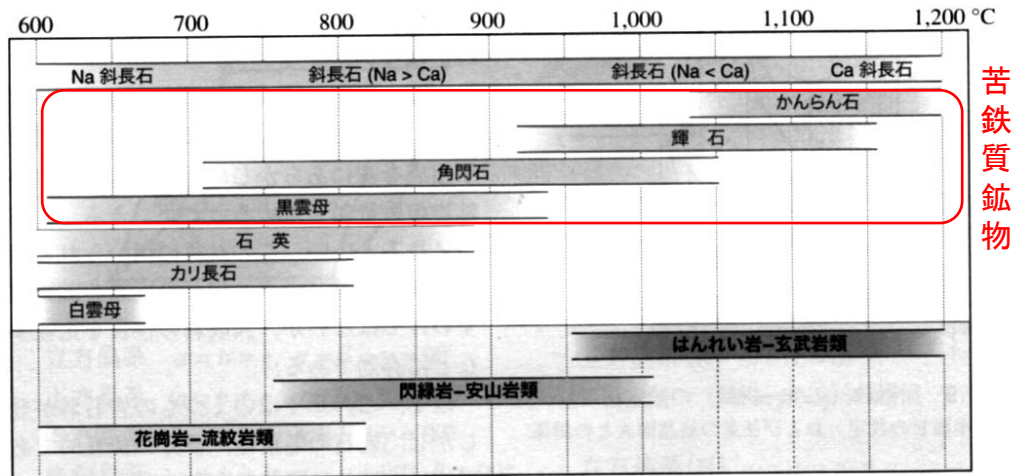
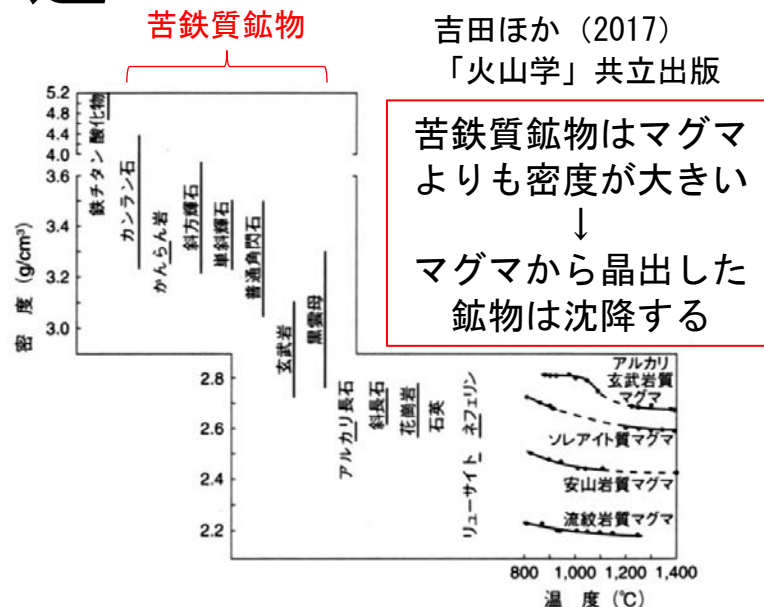


図 2.10 マグマから造岩鉱物が生成する順序

各データは実験によって得られたものであるが、実験条件により、温度範囲の両端にはある程度の変化幅がある。

高木ほか (2019) 「地球・環境・資源」 共立出版

苦鉄質鉱物

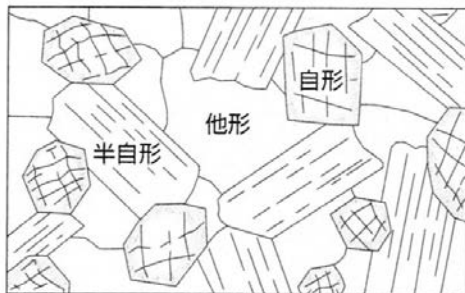


吉田ほか (2017)  
「火山学」 共立出版

苦鉄質鉱物はマグマよりも密度が大きい  
↓  
マグマから晶出した鉱物は沈降する

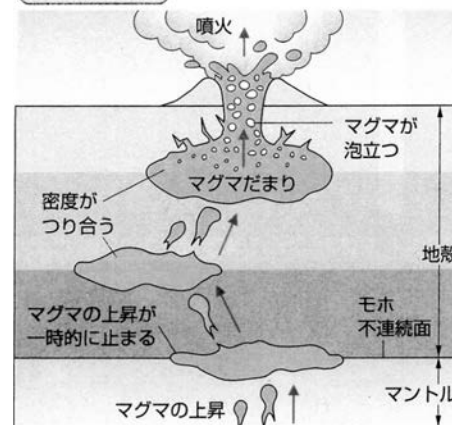
図 2.17 マグマと主要鉱物の密度とその温度変化 (Murase and McBirney, 1973: Best, 2003)

## 晶出順序



鉱物の本来の結晶の形(自形)をしているものが早期に晶出したと考えられる。早期に晶出する場合は周囲が固化していないため自由に結晶が成長できるからである。晩期に晶出するものほど周囲の鉱物のすき間を埋める形でしか成長できず、不規則な外形(他形)を示す。鉱物は晶出順序が決まっているため石英などは自形をとりにくい。(結晶分化作用 ▶ P.26)

## マグマだまり

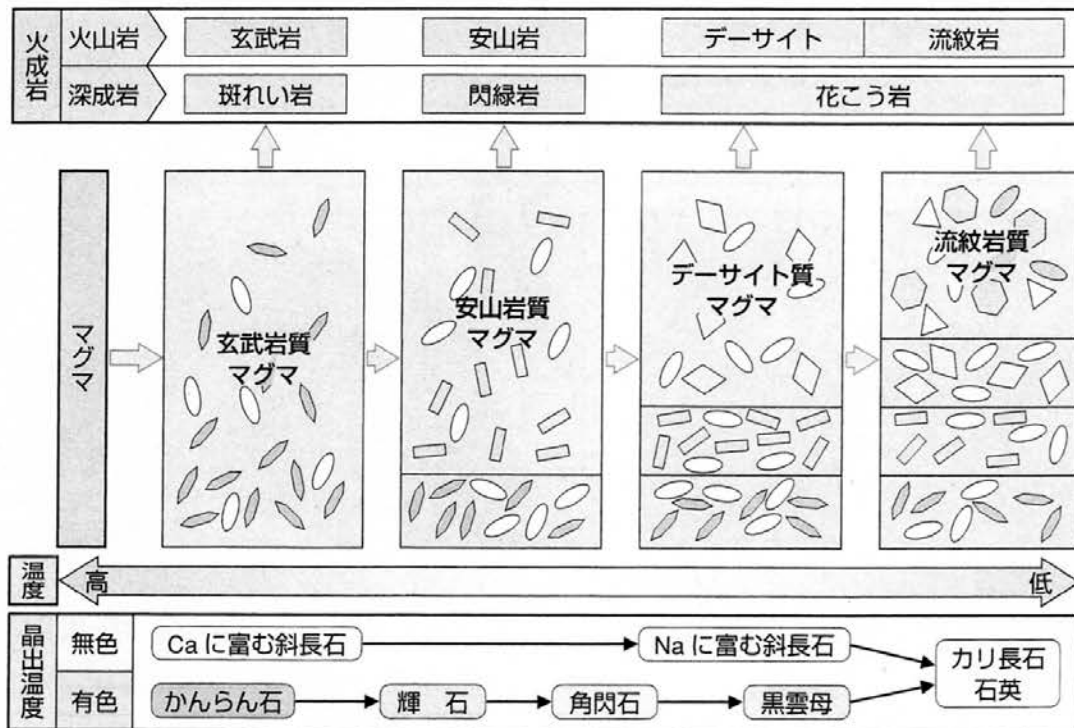


浜島書店編集部 (2015) 「ニューステージ新地学図表」 浜島書店

# マグマの化学組成の変化：結晶分化作用

マグマが固化するときは、特定の順に鉱物が晶出する (前のスライド) ため残液のマグマの化学組成は変化していく。これを結晶分化作用という。  
(ただし、結晶分化作用とは別の機構も存在する)

## ② マグマの分化



マグマが固化するときは、特定の順に鉱物が晶出するため残されたマグマの化学組成はしだいに变化する(結晶分化作用)。さまざまな火成岩の成因は、マントル上部(かんらん岩質)の部分熔融で生じる玄武岩質マグマ(本源マグマ)の結晶分化作用によって説明できる。現在では、玄武岩質マグマと流紋岩質マグマの混合によって安山岩質マグマができるなど、結晶分化作用以外のマグマの形成も知られるようになっている。

### 玄武岩質マグマの結晶分化作用

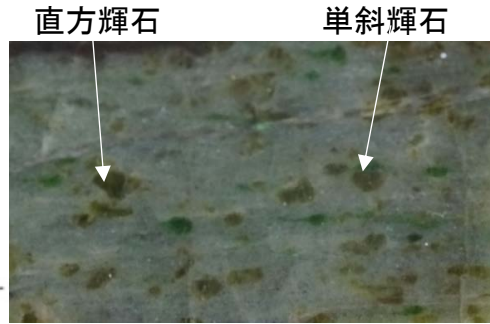
初期に有色鉱物ではかんらん石や輝石が、無色鉱物ではCaに富む斜長石が晶出し、マグマから分離してマグマたまりの底に沈む。やがて、晶出する鉱物は角閃石や斜長石に、さらにNaに富む斜長石やカリ長石に変わり、それにつれて残されたマグマは化学組成が変化し量も減っていく。SiO<sub>2</sub>量は相対的に増加し、最後に石英が晶出する。この一連の変化の途中でマグマが上昇し地上付近で固化するとそれぞれの化学組成に対応した火山岩ができる。マグマたまり付近で固化した岩石は深成岩となる。

鉱物の種類（三成分）と量による

## 深成岩の分類

# 超苦鉄質(超マフィック)岩の分類

斜方輝石→直方輝石  
(日本鉱物科学会推奨)



幌満レールゾライト

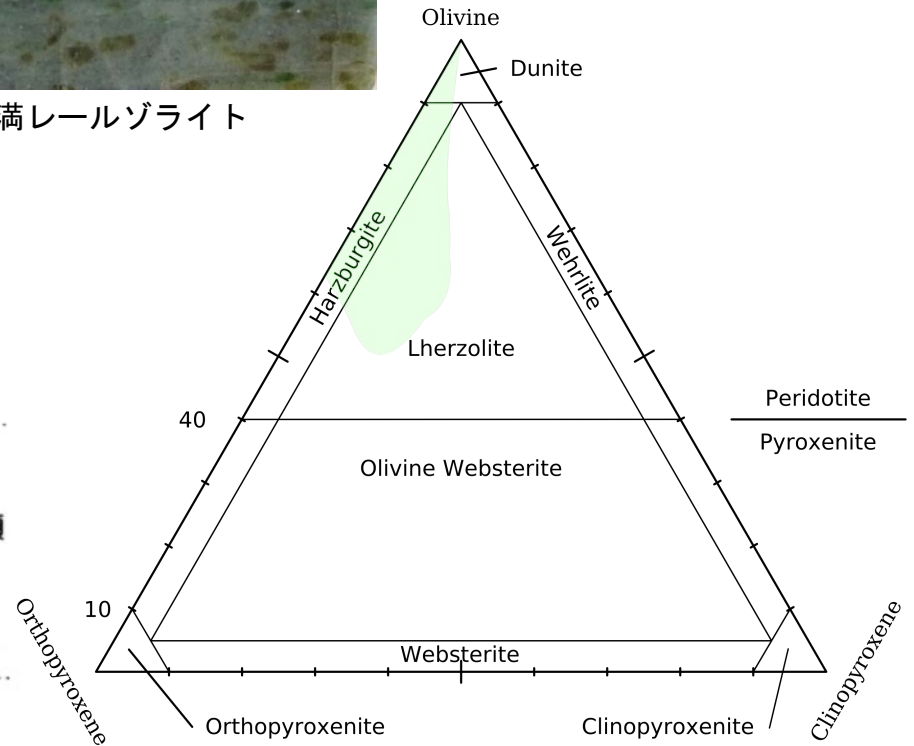
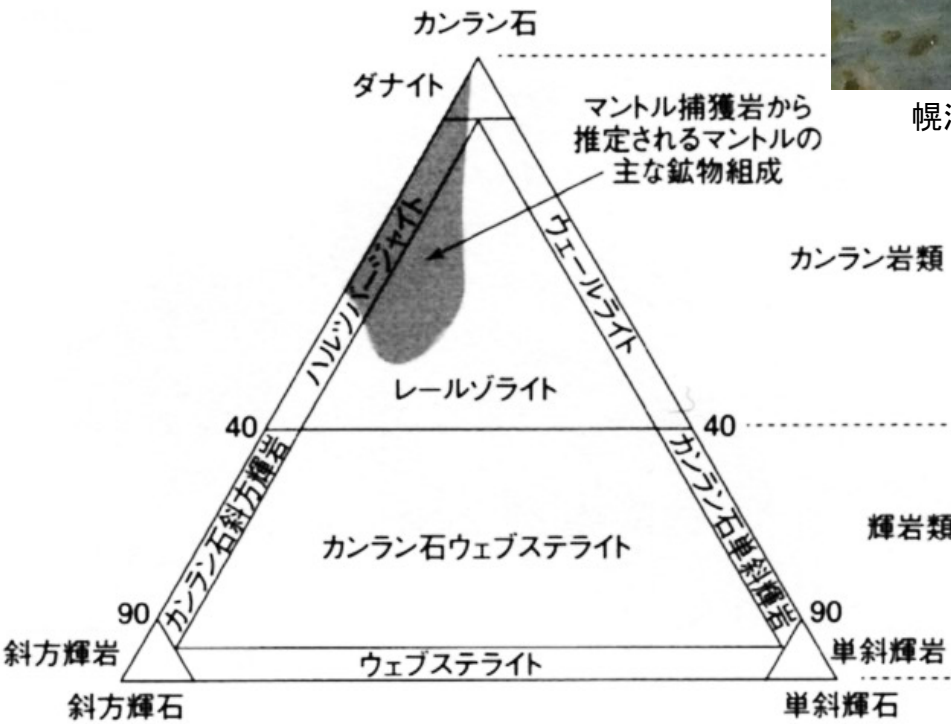


図 4.4 超苦鉄質岩の分類 (Le Bas and Streckeisen, 1991)

榎並正樹 (2013) 「岩石学」 共立出版

<https://en.wikipedia.org/wiki/Peridotite> 2022/09/14

# 珪長(フェルシック)質～ 苦鉄質(マフィック)深成岩の分類

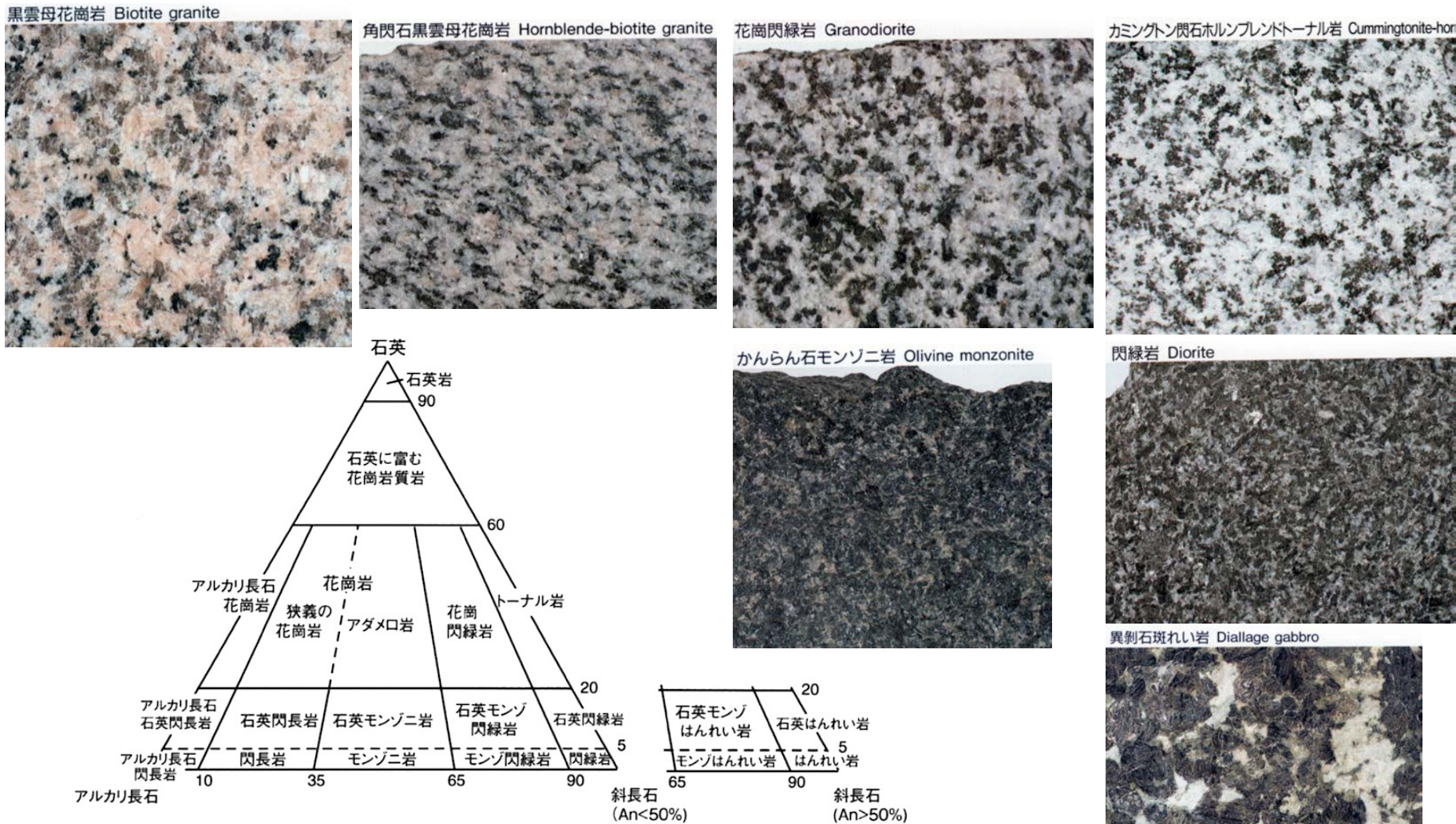


図 2.14 珪長質～苦鉄質深成岩 (M<90) の分類

(左は端成分斜長石の組成が An<50% の場合, 右は An>50% の場合)。(国際地質科学連合の規約による)

# 準長石を含む深成岩類

(実は**主要**造岩鉱物の1つ)

**準長石**とは、長石に似ているという意味からつけられた名前である。化学組成のうえでは、長石と同様にK, Na, Caを主とするアルミノ珪酸塩であるが、SiO<sub>2</sub>の含有量は長石よりもかなり少ない。

**準長石**はSiO<sub>2</sub>に乏しい岩石に含まれており、SiO<sub>2</sub>に乏しいアルカリに富んだマグマから長石の代わりに生成される。一般にSiO<sub>2</sub>鉱物(石英など)とは共生しない。

代表的な準長石：霞石 (ネフェリン)



(楽しい鉱物学, 2019)

かすみ(霞)石  
Nepheline

北朝鮮咸鏡北道吉州郡長白面上八洞 → 4.5cm

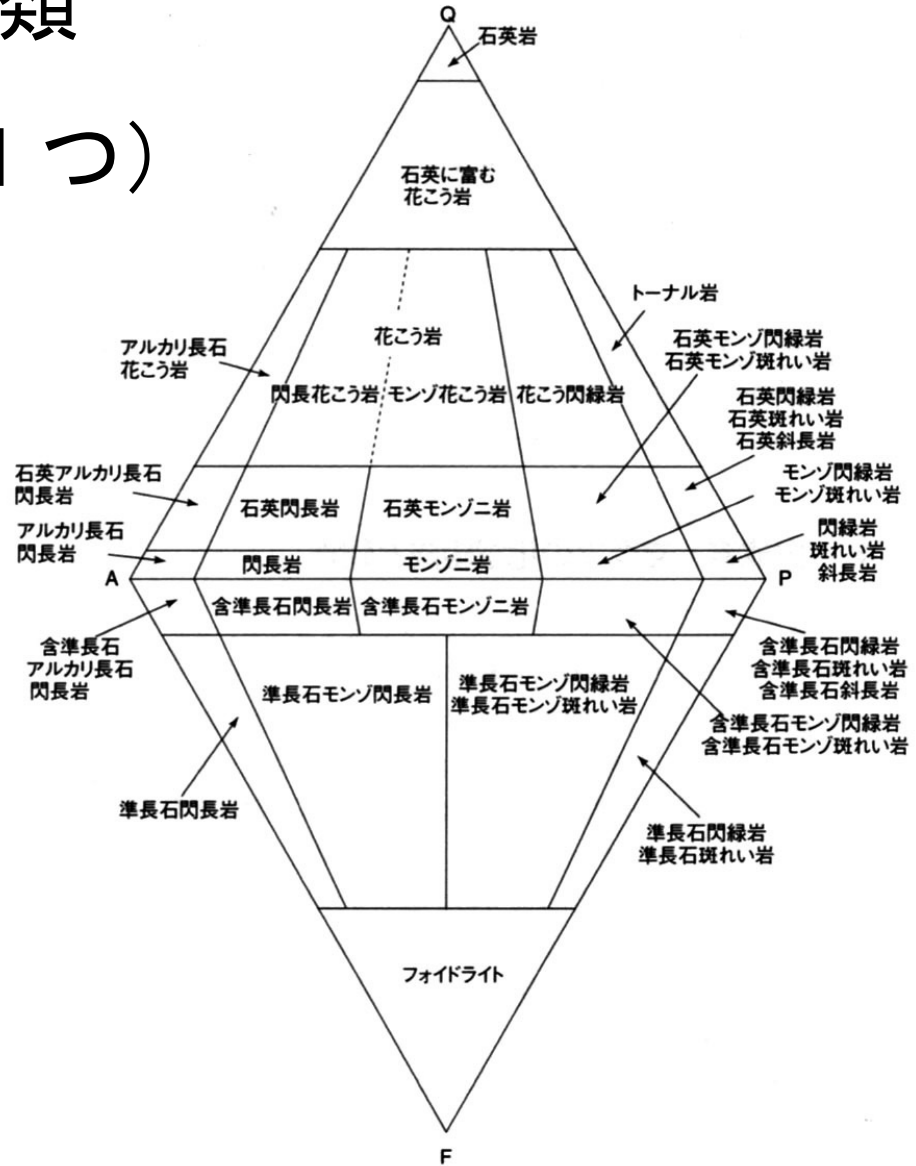


図 4.5 超苦鉄質岩を除く深成岩の分類 (Le Bas and Streckeisen, 1991)  
[略号] A: アルカリ長石, F: 準長石, P: 斜長石, Q: 石英.

