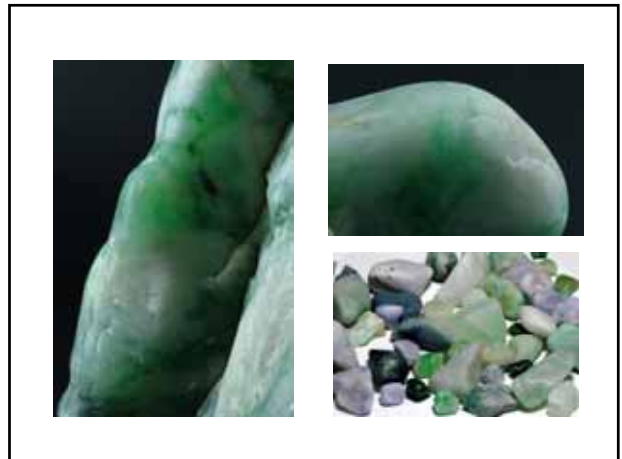


地球科学
特別講義A
10

宮脇 律郎
国立科学博物館
地学研究部



翡翠



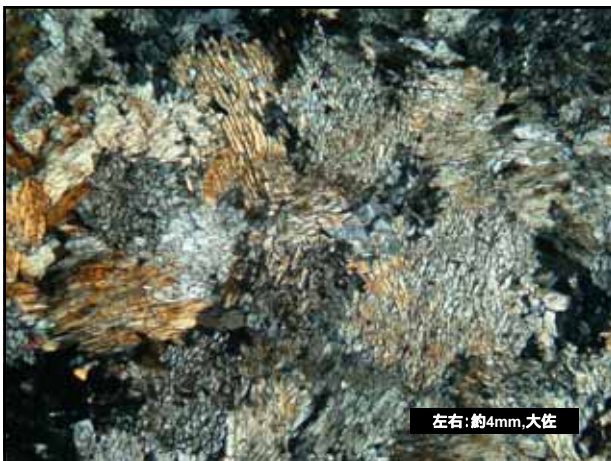
かわせみ



ひすい(ミャンマー産)

「ひすい」とJade

岩石	鉱物
Jade	
Jadeite (ひすい輝石) (ひすい輝岩) (硬玉)	Jadeite (ひすい輝石) Omphacite (オンファス輝石) Kosmochlore (コスモクロア輝石) Albite (曹長石) Others (角閃石類、ルチル、チタン石、方沸石、 ソーダ沸石、ストロナルシ石、糸魚川石、 蓮華石、松原石、ぶどう石など)
Nephrite (軟玉)	Tremolite-Actinolite (透閃石—緑閃石) Edenite-Eckermannite (エデン閃石—エッケルマン閃石) Kosmochlore (コスモクロア輝石) Uvarovite (灰クロムざくろ石)
Serpentinite (蛇紋岩)	Antigorite (アンチゴライト) Lizardite (リザード石) Clinochrysotile (単斜クリソtail石) など
	Quartz (var. chrysoptase, prase) (緑玉髓、緑石英) Diopside (var. Cr-bearing diopside) (クロム透輝石) Garnet (緑色の灰ばんざくろ石—灰鉄ざくろ石) Vesuvianite (ベスブ石)



左右:約4mm,大佐

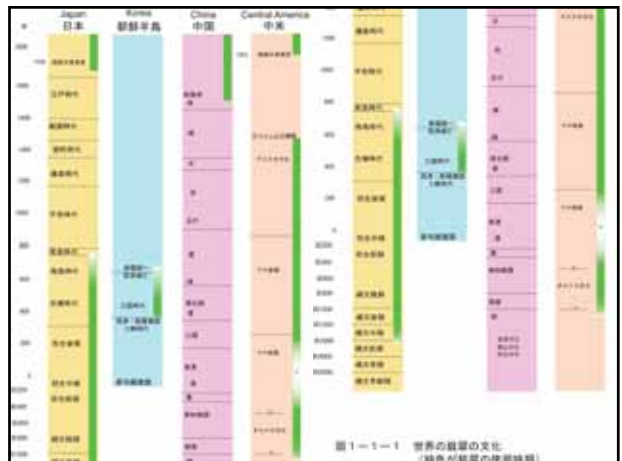
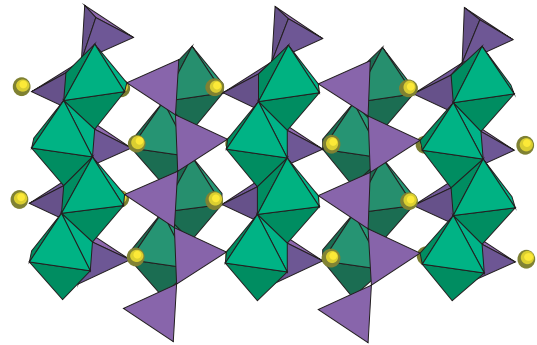


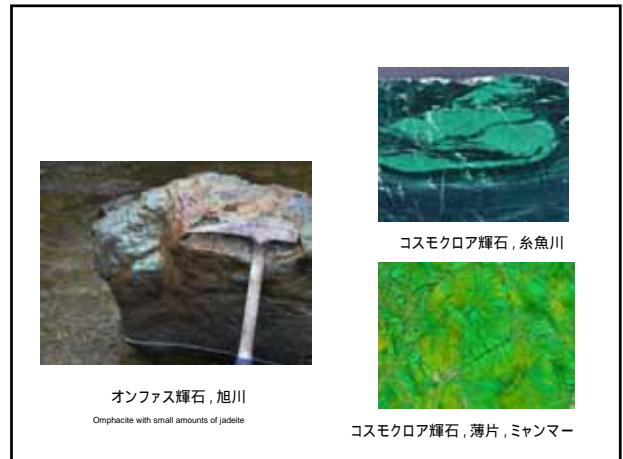
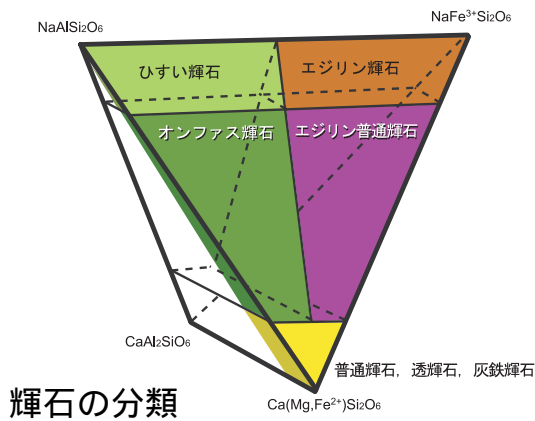
図1-1-1 世界の翡翠の文化、緑色及灰緑色の産出地

輝石の種類

鉱物名	和名	結晶系 空間群	A席占有元素	B席占有元素	T席	硬度
enstatite	頑火輝石	Orth. <i>Pbca</i>	Mg	Mg	Si	5-6
ferrosilite	鉄珪輝石	Orth. <i>Pbca</i>	(Fe ²⁺ , Mg)	(Fe ²⁺ , Mg)	Si	5-6
donpeacorite	ドンピーコー輝石	Orth. <i>Pbca</i>	(Mn ²⁺ , Mg)	Mg	Si	5-6
clinoenstatite	単斜頑火輝石	Mon. <i>P2₁/c</i>	Mg	Mg	Si	5-6
clinoferrrosilite	単斜鉄珪輝石	Mon. <i>P2₁/c</i>	(Fe ²⁺ , Mg)	(Fe ²⁺ , Mg)	Si	5-6
pigeonite	ピジョン輝石	Mon. <i>P2₁/c</i>	(Mg, Fe ²⁺ , Ca)	(Mg, Fe ²⁺)	Si	6
kanoite	加納輝石	Mon. <i>P2₁/c</i>	(Mn ²⁺ , Mg)	Mg	Si	6
diopside	透輝石	Mon. <i>C2/c</i>	Ca	Mg	Si	5.5-6.5
hedenbergite	灰鉄輝石	Mon. <i>C2/c</i>	Ca	Fe ²⁺	Si	5.5-6.5
augite	普通輝石	Mon. <i>C2/c</i>	(Ca, Na)	(Mg, Fe, Al, Ti)	(Si, Al)	5.5-6
johannsenite	ヨハンセン輝石	Mon. <i>C2/c</i>	Ca	Mn ²⁺	Si	6
petedunnite	ピートダン輝石	Mon. <i>C2/c</i>	Ca	(Zn, Mn ²⁺ , Fe ²⁺ , Mg)	Si	不明
esseneite	エッセン輝石	Mon. <i>C2/c</i>	Ca	Fe ³⁺	SiAl	6
omphacite	オンファス輝石	Mon. <i>C2/c, P2₁/n</i>	(Ca, Na)	(Mg, Al)	Si	5-6
aegirine-augite	エジリン普通輝石	Mon. <i>C2/c</i>	(Ca, Na)	(Mg, Fe ³⁺)	Si	6
jadite	ひすい輝石	Mon. <i>C2/c</i>	Na	(Al, Fe ³⁺)	Si	6-7
aegirine	エジリン輝石 (錐輝石)	Mon. <i>C2/c</i>	Na	Fe ³⁺	Si	6
namansillite	ナマンシール輝石	Mon. <i>C2/c</i>	Na	Mn ³⁺	Si	6.5
kosmochlor	コスモクロア輝石	Mon. <i>C2/c</i>	Na	Cr ³⁺	Si	6
jervisite	ジャービス輝石	Mon. <i>C2/c</i>	(Na, Ca, Fe ²⁺)	(Sc, Mg, Fe ²⁺)	Si	不明
natalyite	ナターリア輝石	Mon. <i>C2/c</i>	Na	(V ³⁺ , Cr ³⁺)	Si	7
spodumene	リンア輝石	Mon. <i>C2/c</i>	Li	Al	Si	6.5-7



ひすい輝石の結晶構造,
bc面投影



ひすい輝石の鉱物学的特徴

- 化学式: NaAlSi₂O₆
- 晶系: 単斜晶系
- 空間群: C2/c
- 格子定数: a=9.4, b=8.6, c=5.2 Å, β=108°, Z=4
- 晶癖: 柱状晶; 発達面{110}, {111}, {100}, 一般に塊状, 纖維状, 粒状, 緻密
- 劈開: {110}良好
- 断口: 易割
- 密度: 3.24-3.43 (実測) 3.33 (計算)
- 硬度: 6-7
- 韌性: 塊状の場合極めて強靱
- 光学特性: 半透明
- 呈色: 無色, 緑, 紫, 青; 薄片では無色
- 条痕: 白
- 光沢: 亜ガラス光沢, 劈開面上で真珠光沢
- 二軸性 (正)
- 光軸: Y = b; Z c = 32-55°
- 分散: r > v, 中-強
- 屈折率: n_x = 1.640, n_y = 1.645, n_z = 1.652, 2V = 67°

ナトリウム、アルミニウムのケイ酸塩鉱物

鉱物名	和名	化学式	モース硬度	理論密度	分類群
jadeite	ひすい輝石	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_6$	6	3.345	輝石
sibite	碧長石	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_6$	6.2	2.623	長石
nepheline	霞石	$\text{Na}_4\text{Si}_3\text{O}_{10}$	5.7	2.63	
ussingite	ウッシンジャイト	$\text{Na}_7\text{Al}_2\text{Si}_5\text{O}_{16}(\text{OH})$	6.5	2.51	
chabazite-Na	ソーダ菱沸石	$\text{Na}_4\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$		2.07	沸石
faujasite-Na	ソーダフォージャ沸石	$(\text{Na}, \text{Ca}, \text{Mg})_{12}(\text{Si}, \text{Al})_{12}\text{O}_{24} \cdot 15\text{H}_2\text{O}$	5	1.91	沸石
philipsite-Na	ソーダヒラ沸石	$\text{Na}_8\text{Al}_5\text{Si}_4\text{O}_{22} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$		2.02	沸石
natrolite	ソーダ沸石	$\text{Na}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	5.2	2.25	沸石
gmelinite-Na	ソーダグメルン沸石	$\text{Na}_8\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{22} \cdot 11\text{H}_2\text{O}$	4.5	2.02	沸石
gobbsinite	ゴブンス沸石	$\text{Na}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$		2.22	沸石
dachiardite-Na	ソーダダキアルディ沸石	$\text{Na}_8\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{22} \cdot 13\text{H}_2\text{O}$		2.141	沸石
analcime	方沸石	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$	5.2	2.26	沸石
paranatrolite	パラソーダ沸石	$\text{Na}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	5.2	2.225	沸石
tetranatrolite	テトラソーダ沸石	$\text{Na}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		2.23	沸石
paragonite	ソーダ雲母	$\text{NaAl}_2(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_{10}(\text{OH})$	2.5	2.893	粘土鉱物
rectorite	レクタイト	$(\text{Na}, \text{Ca})\text{Al}_2(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_{10}(\text{OH}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		2.39	粘土鉱物
beidellite	バイデライト	$(\text{Na}, \text{Ca})_2\text{Al}_2(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	1.54		粘土鉱物
quartz	石英	SiO_2	7	2.651	

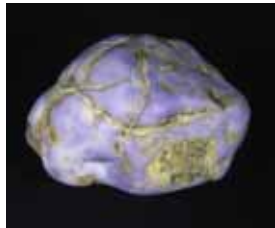
本質的な色: ひすい輝石の結晶構造中に存在する遷移金属元素

Cr^{3+} 鮮緑色から量が増加すると黒緑色
 Fe^{2+} 黄緑色から緑色
 Ti^{3+} 紫色
 $\text{Fe}^{2+} - \text{Ti}^{4+}$ 青色から青紫色
 Fe^{3+} ピンクから紅紫色

みせかけの色: ひすい輝石結晶粒間に入っている着色鉱物
 角閃石 一般に緑色系統、淡青色系統もある
 酸化鉄 黄色から赤褐色
 炭素 黒色

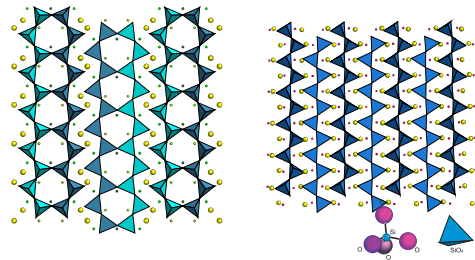
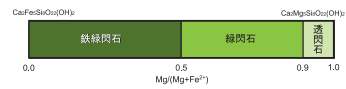


ひすい輝石, 青海 Fe^{2+} の発色



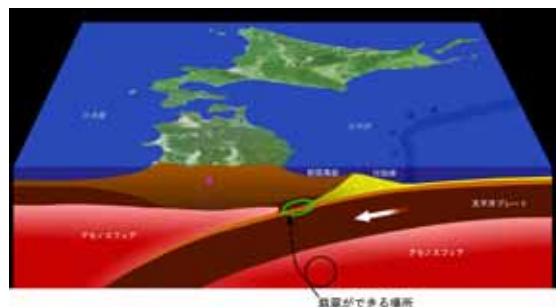
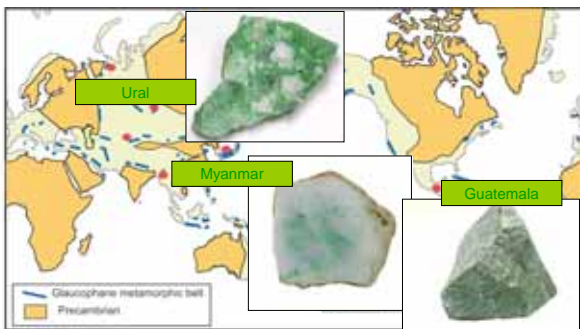
ひすい輝石, 親不知海岸 Ti^{3+} の発色

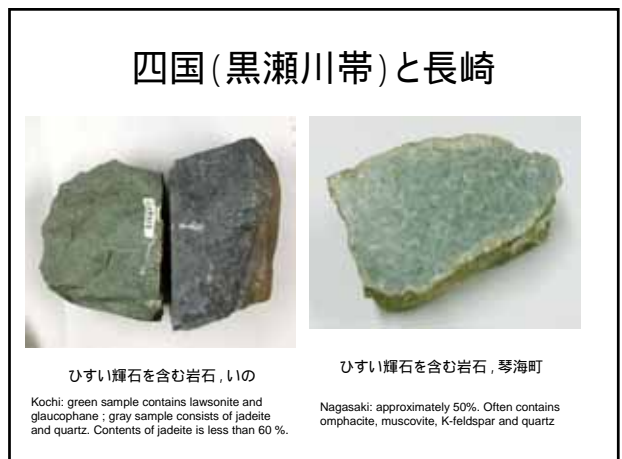
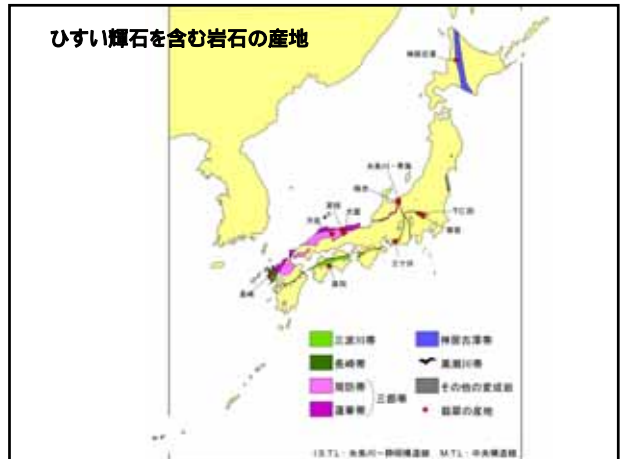
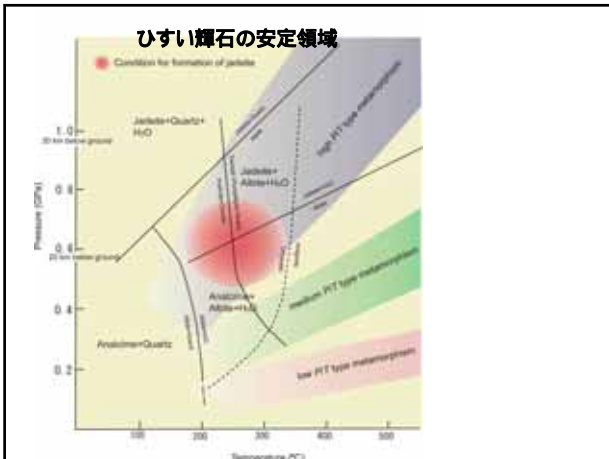
角閃石と輝石の比較



ひすい輝石が発見される場所

藍閃石を含む変成帯









乾隆款竜紋翠杯盤，
故宮博物院(一級文物)



翡翠羊佩，
故宮博物院



おしまい