

1. イントロダクション

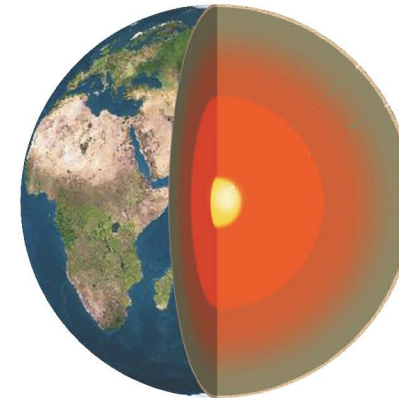
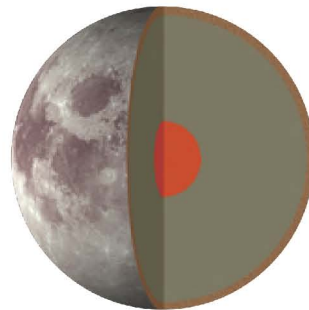
(1-1) 月面表層物質の
一般知識・概論

(1-2) 可視-近赤外波長域連続
分光データを用いた月面
表層へのアプローチ：
月科学研究の紹介

(1-1) 月面表層物質の 一般知識・概論

月の全体像 - 地球との違い -

- 大きさ
- 内部構造
- 大気の有無
→宇宙線環境
- 表層状態



月

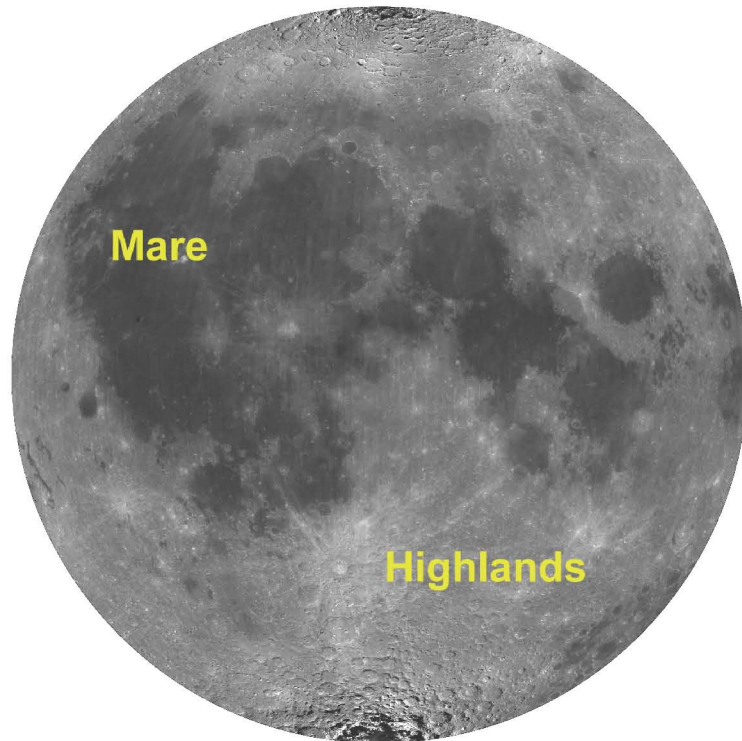
地球

月の見た目










– 海(mare)と高地(highlands) –

- 岩石の種類の違い

～玄武岩(basalt)と斜長岩(anorthosite)～



A CLASSIFICATION OF IGNEOUS ROCKS

	Cooling History/Texture			
	Slow Cooling and Coarse Grained	Fast Cooling and Fine Grained	Very Fast Cooling and Glassy/Cellular	
Mafic and Dark Color	GABBRO 	BASALT 	SCORIA 	
Intermed. and Intermed. Color	DIORITE 	ANDESITE (PORPHYRY) 		
Felsic and Light Color	GRANITE 	RHYOLITE 	PUMICE 	OBSIDIAN 

岩石の種類(地球)

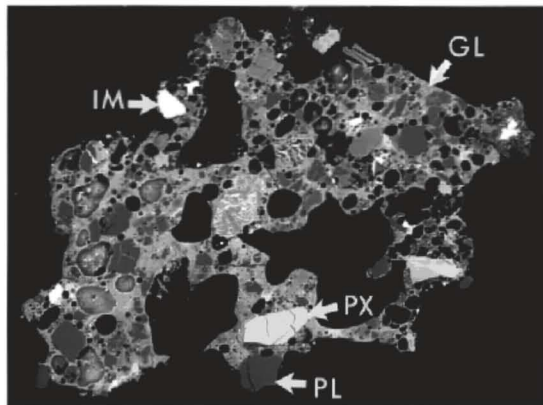


産総研webページより

岩石は鉱物の混合・集合体

- 鉱物は化学組成と結晶構造が一定

東北大学総合学術博物館webページより



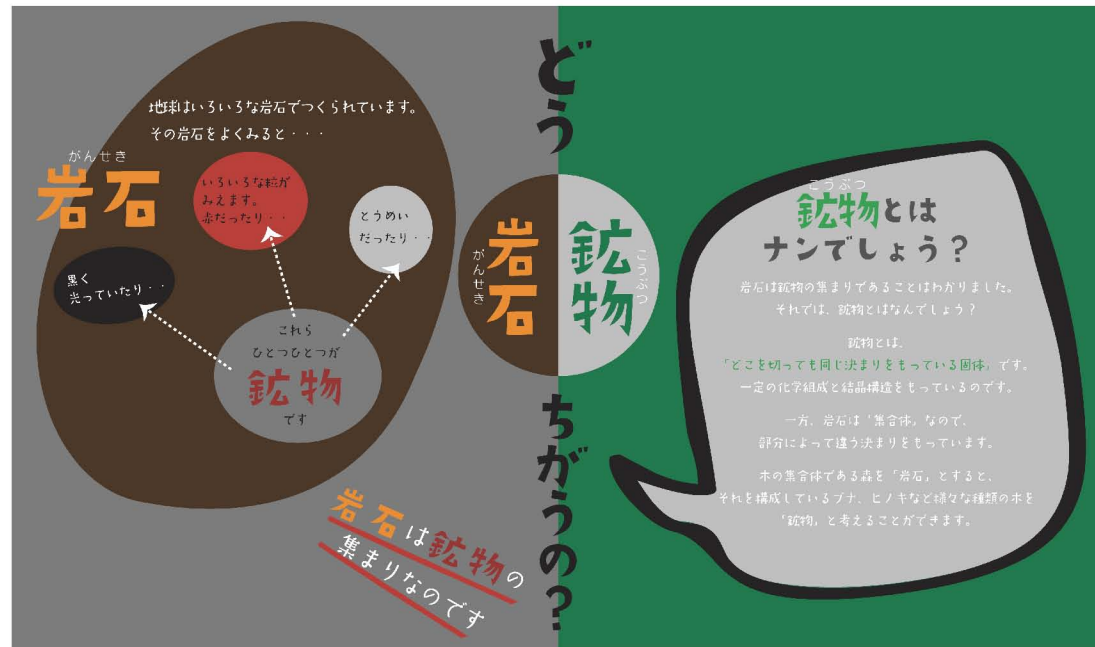
<http://ares.jsc.nasa.gov/>

Lunar mare soil grain (78221,8) in polished section.

GL: glass, PL: plagioclase, PX: pyroxene, and IM: ilmenite.

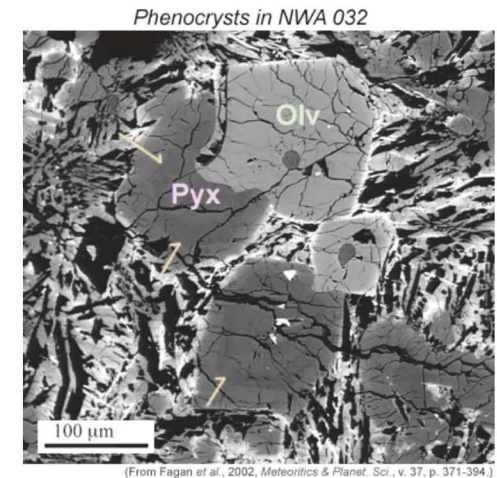
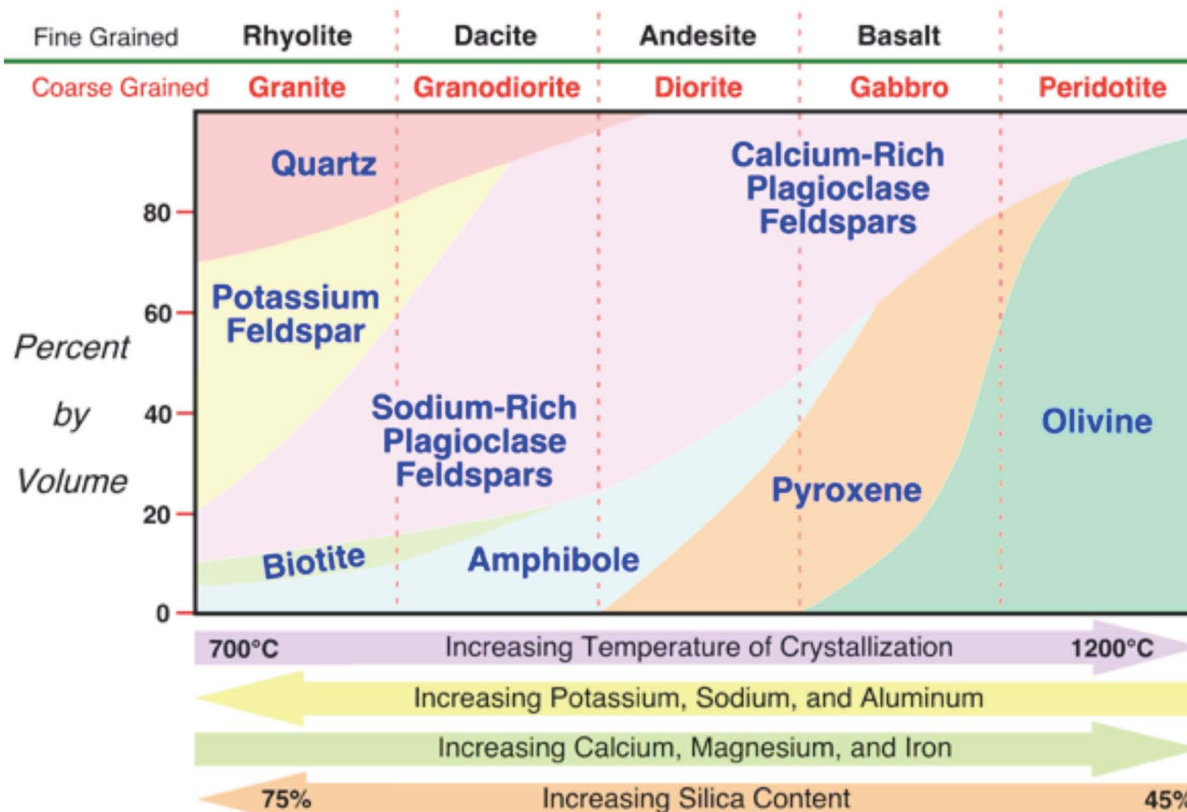
SEM back-scattered electron image.

Frame width = 660 μm.



月の岩石を構成する鉱物

- 主要3鉱物：斜長石(plagioclase)、輝石(pyroxene)、カンラン石(olivine)



<http://www.psrhawaii.edu/Sept09/NWA032.html>
Large olivine (Olv) and pyroxene (Pyx) crystals.

月の岩石を構成する鉱物

• 化学組成と光学的性質・特徴

北海道教育大学旭川校・和田研究室
早稲田大学内田研究室
のwebサイト他より

斜長石 (plagioclase)

$(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_8$.

灰長石: anorthite ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, An)と

曹長石: albite ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, Ab)

との固溶体.

無色で屈折率が低い. アノーサイト成分
が高い斜長石は淡黄色.



http://minerva.union.edu/hollochk/c_petrology/fieldtrips/fieldtrips2002.htm

カンラン石 (olivine)

$(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$.

forsterite (Mg_2SiO_4 , Fo)と

fayalite ($\text{Fe}_2\text{Si}_4\text{O}$, Fa)

との固溶体..

無色~淡黄色、一般に有色. 変質生成物
は、蛇紋石 (serpentine) や赤褐色のイデ
インクス石 (iddingsite) など.



http://olivine.geo.umn.edu/people/j_tielke/Tielke_webpage.html

月の岩石を構成する鉱物(続)

• 化学組成と光学的性質・特徴

北海道教育大学旭川校・和田研究室
早稲田大学内田研究室
のwebサイト他より

斜方輝石 (orthopyroxene)

(Mg,Fe)SiO₃. enstatite (MgSiO₃, En)と
ferrosilite (FeSiO₃, Fs)との固溶体.
少量のCa, Al, Mnなどを含む.

一般にEn > 90をエンスタタイト(enstatite),
En 90-80を古銅輝石(bronzite), En 80-50を紫蘇
輝石(hypersthene)と呼ぶ.

enstatiteに近いものは無色.
hyperstheneには淡緑色～淡赤色の
弱い多色性あり. Feが多く含まれるも
のは多色性強. 柱状結晶が多い. 鑑
定のポイントは多色性と直消光と低
い干渉色.

普通輝石 (augite)

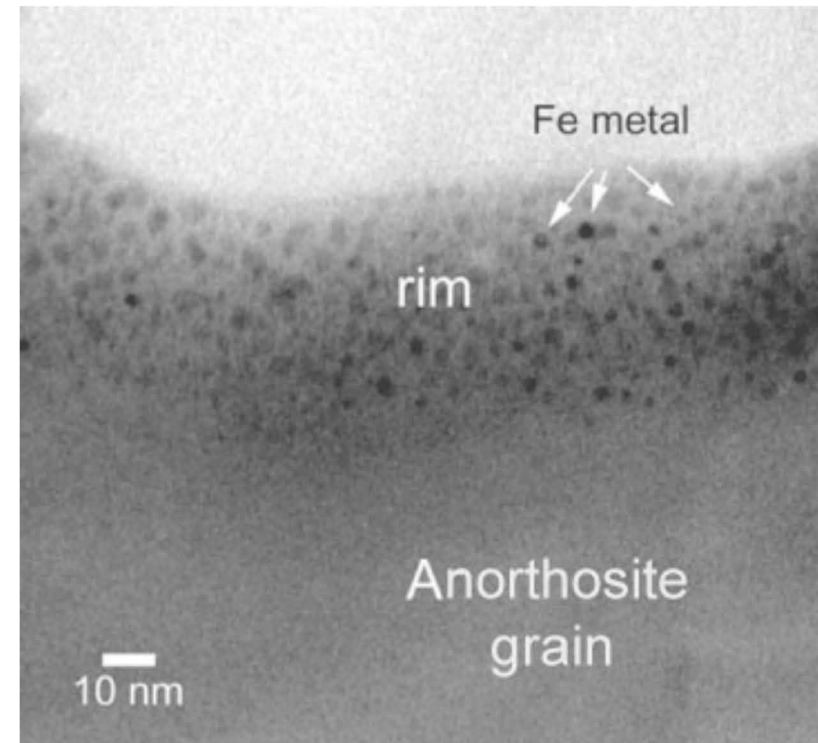
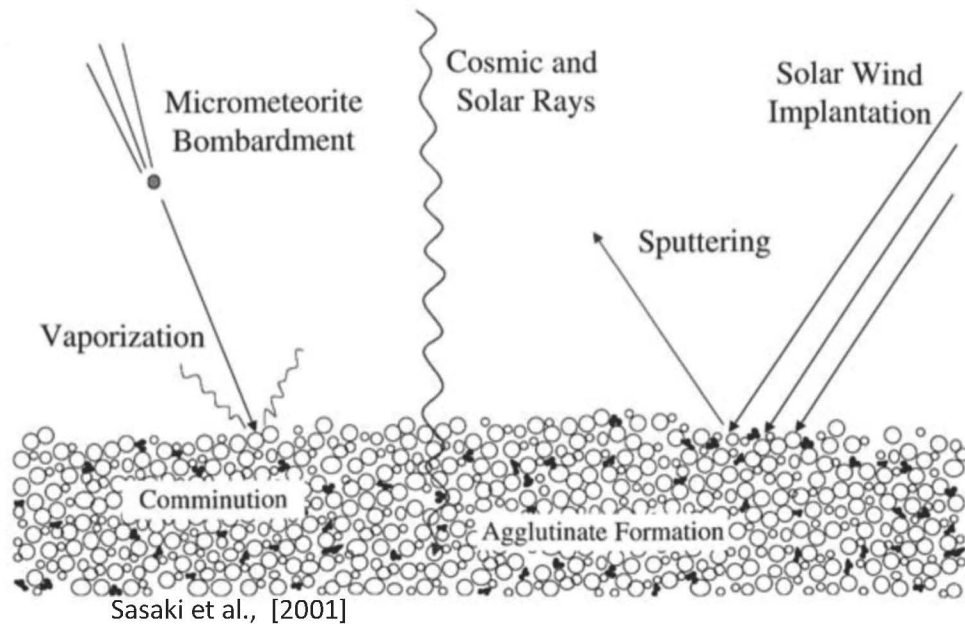
Ca(Mg,Fe)Si₂O₆. 組成範囲は広い.
少量のTi, Al, Fe³⁺, Mn, Naなどを含む.

斜方輝石に比べ, 斜消光する. 短柱状
結晶が多い. 断面は四角形か八角形.



月面の宇宙風化

太陽風や微小隕石の衝突により表面物質の見た目(色や明るさ)が変化する

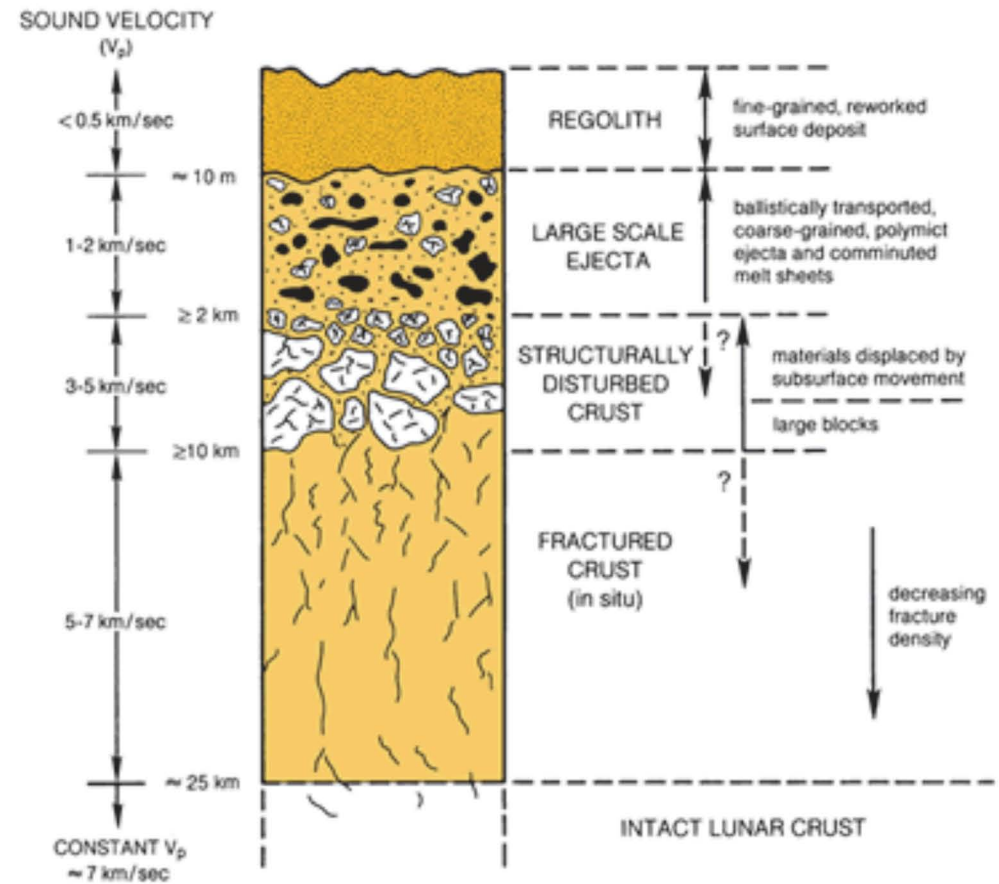


表面の鉱物(輝石やカンラン石)が蒸発して再凝結する際に、蒸発しなかった鉱物の表面にナノメートルスケールの微小鉄粒子が付着?

月の表土 レゴリス



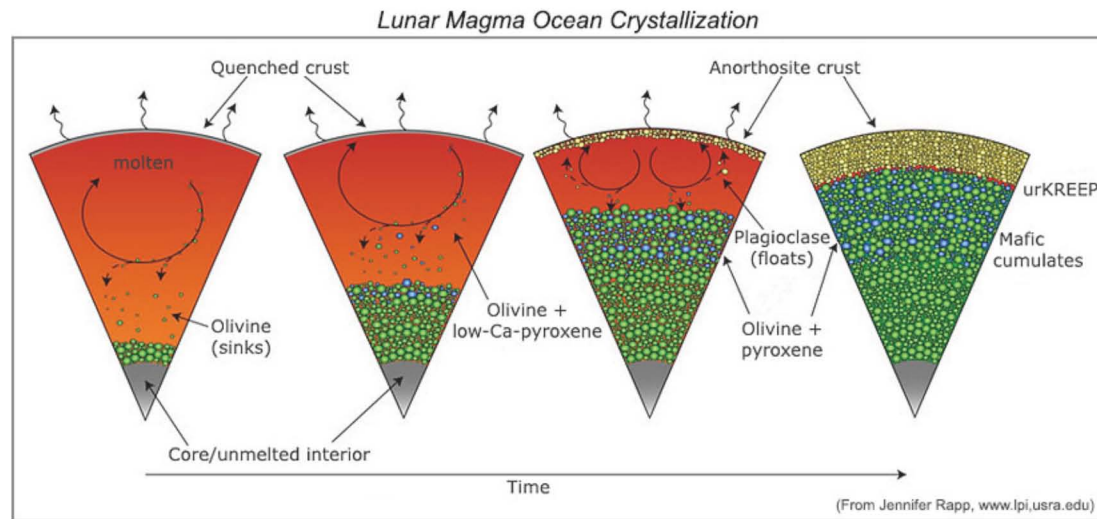
NASA-Apollo 16 photograph.



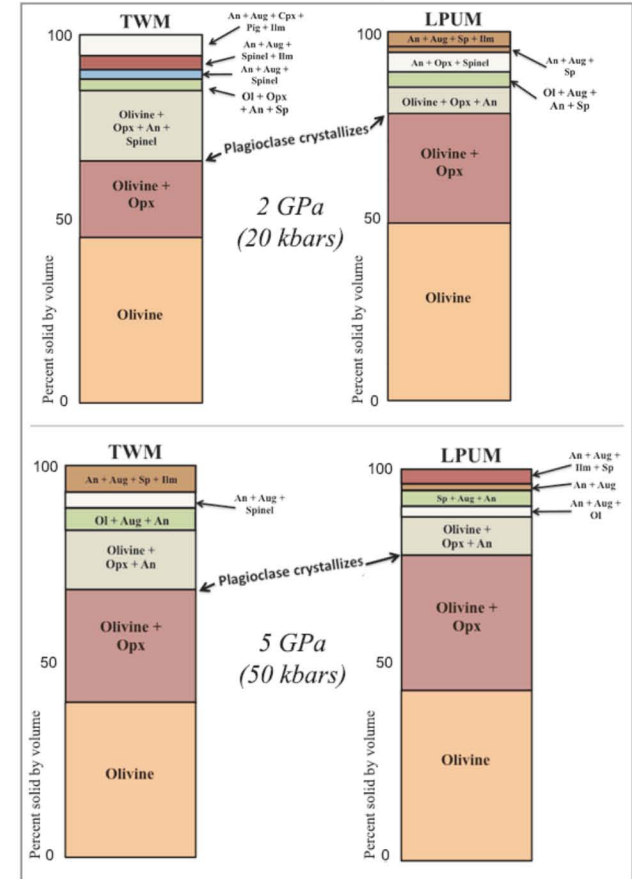
<http://www.lpi.usra.edu/nlsi/training/illustrations/lunarGeology/>

月の表層情報

- 今表面にある物質の”由来”: 場所と時間
- マグマからの鉱物の晶出順序



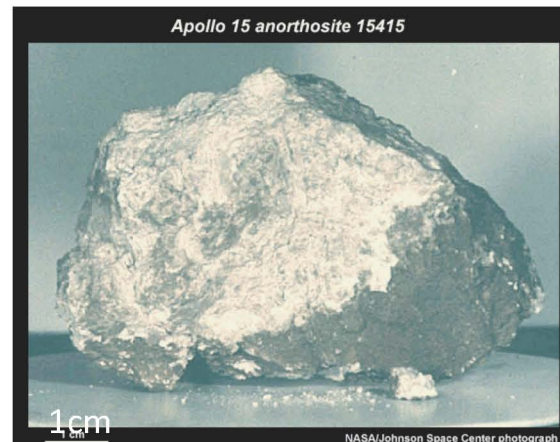
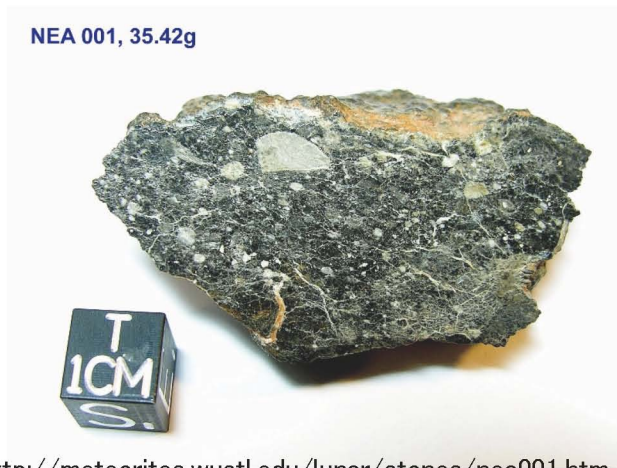
*Crystallization Order of the Lunar Magma Ocean
Modeled for Two Compositions*



(From Davenport, J.D., C.R. Neal, D. Bolster and G.A. Snyder, in review, Forward and Reverse Modeling of the Lunar Magma Ocean: Implications for the Bulk Lunar Magma Ocean Composition.)

月の岩石・鉱物の情報源

- (i) 月から地球に落ちてきた隕石
- (ii) 月面着陸船が持ち帰ったサンプル(試料)
- (iii) 月探査衛星によるリモートセンシング
(リモセン)データ



<http://edu.jaxa.jp/news/20071218.html>

全球規模での表層情報収集 リモセンデータ

・ 月周回衛星「かぐや」

