



第4章 地球表層の構成と組成

登尾浩助

044-934-7156

noboriok@isc.meiji.ac.jp

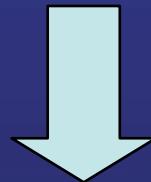
4.1 地球の成層構造

1. 地球の質量と平均密度
2. 地震波の速度分布と成層構造

からわかっている。

4.1(1) 地球の質量と平均密度

1. 万有引力の法則→地球の質量を推定
2. 平均密度=質量／体積=5.52 g/cm³
3. 表層の岩石の密度=2.5～3 g/cm³



地球の内部には表層にある岩石より密度の大きな物質が存在する。(成層構造)

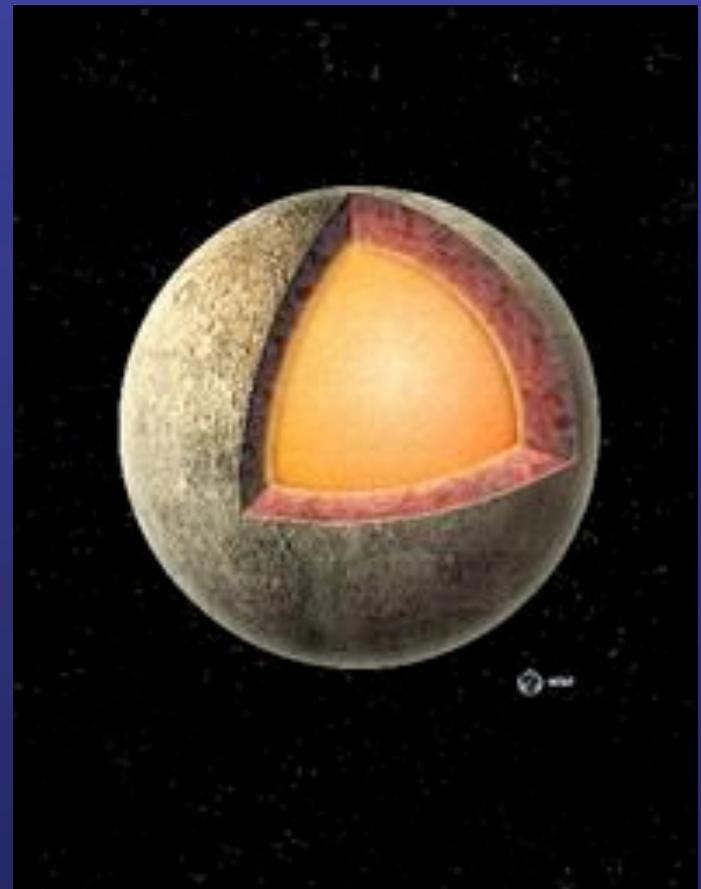
水星内部は「液体核」 米国観測チームが証拠

2007年05月04日03時08分 www.asahi.com

太陽に最も近い惑星の水星は、地球のように内部に液体の核がある可能性が極めて高いと、米国とロシアの観測チームが発表した。岩石や金属でできた「地球型」惑星では、水星と地球だけがいまも磁場をもつ。このため「液体核」などの共通点があると指摘されていたが、その「証拠」が初めて得られた。4日付の米科学誌サイエンスに論文が掲載される。

観測チームは地上のレーダーを使って水星が反射する電波をとらえ、動きを詳しく調べた。その結果、水星の自転にわずかな「ゆらぎ」があることなどを確認。「核の少なくとも一部は溶けている」と結論づけた。液体核が存在する可能性は「95%」としている。

地球では、液体核の対流が磁場を保つ働きをしているとされる。ただ、水星の重さは地球の5%ほどしかなく、なぜ内部が核を溶かすほど高温になるのか、どんな物質が溶けているのかなど、実態はわかっていない。今回の成果は、惑星形成や磁場が維持される仕組みを知る手がかりになる。



水星の内部の想像図。表面を覆うマントルの内側、明るい色の部分が液体の核。そのさらに内側部分は固体とみられる=サイエンス誌提供

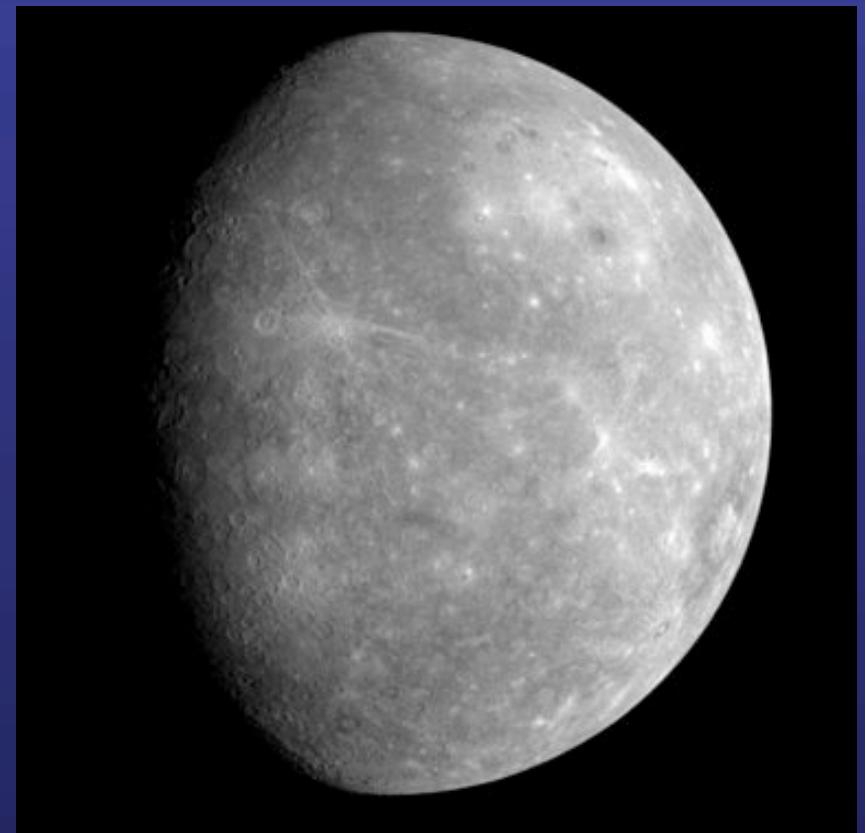
米NASA、水星探査機メッセンジャーの画像を公開

2008年01月17日 13:39 発信地:ヒューストン/米国

【1月16日 AFP】（1月17日 写真追加）米航空宇宙局（NASA）は15日、水星に200キロまで接近した水星探査機メッセンジャー（Messenger）が撮影した画像を公開した。

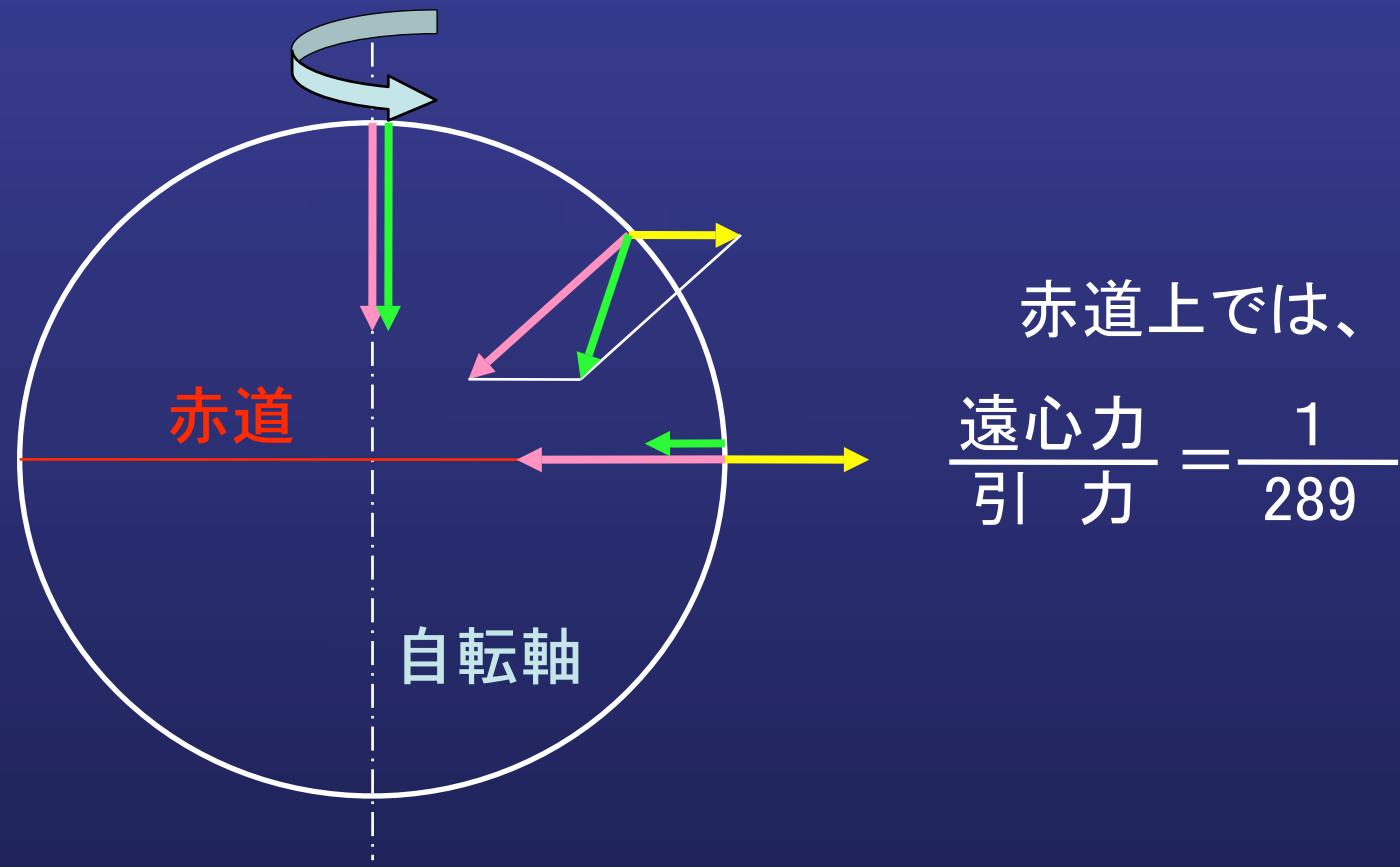
画像は10キロ四方までの解析が可能。前回送信されてきたマッピング画像と同様に水星の表面はクレーターで覆われている。右上のカロリス盆地（Caloris basin）をはじめとする西半球はこれまでの探査機ではとらえることができなかった部分。

カロリス盆地は、巨大隕石またはすい星が衝突した際にできたもので、太陽系で最も大きく、最も若い盆地の1つとみられている。(c)AFP



4.1(2) 重力と引力

重力=万有引力と遠心力の合力



重力の変動

1. 緯度によって異なる

a. 扁平率=1/298のため(遠心力の影響)

$$\text{扁平率} = (\text{赤道半径} - \text{曲半径}) / \text{赤道半径}$$

b. 赤道<極

2. 地下にある物質の密度

a. 高密度な物質がある場合-->大きい

b. 軽い物質がある場合-->小さい

地球物理性の深さによる変化

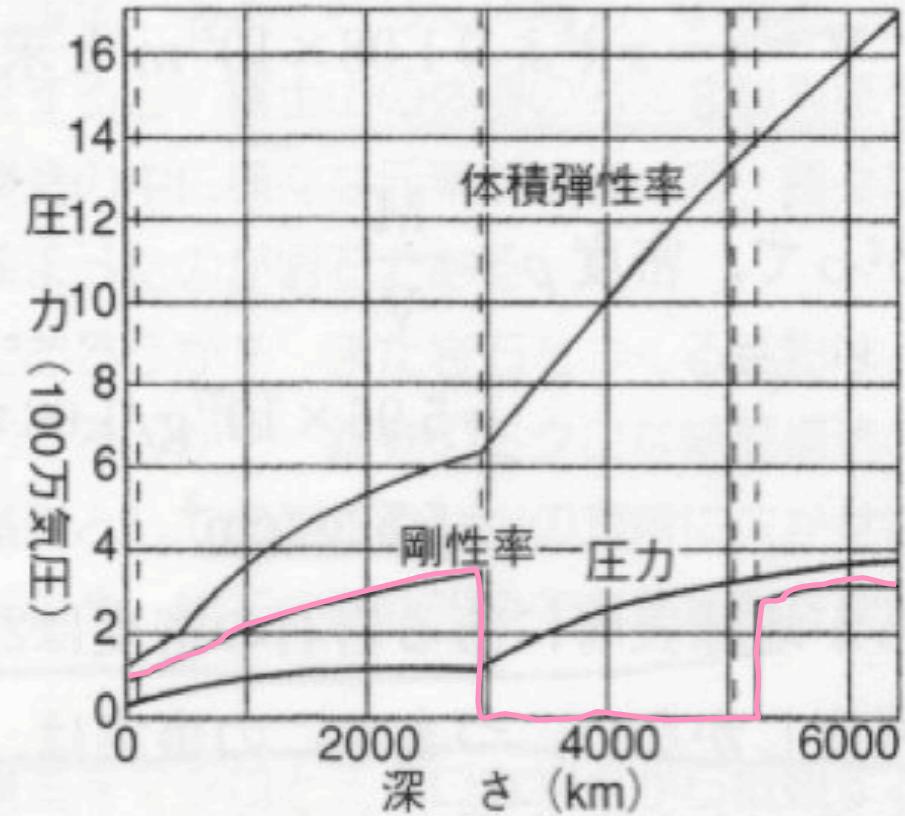
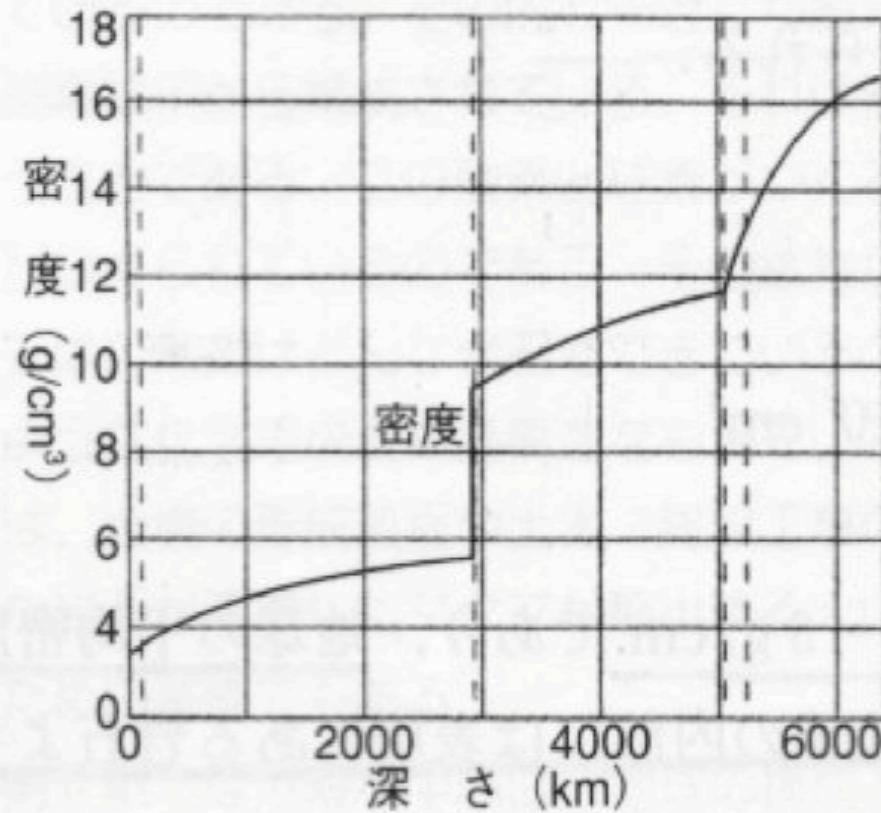
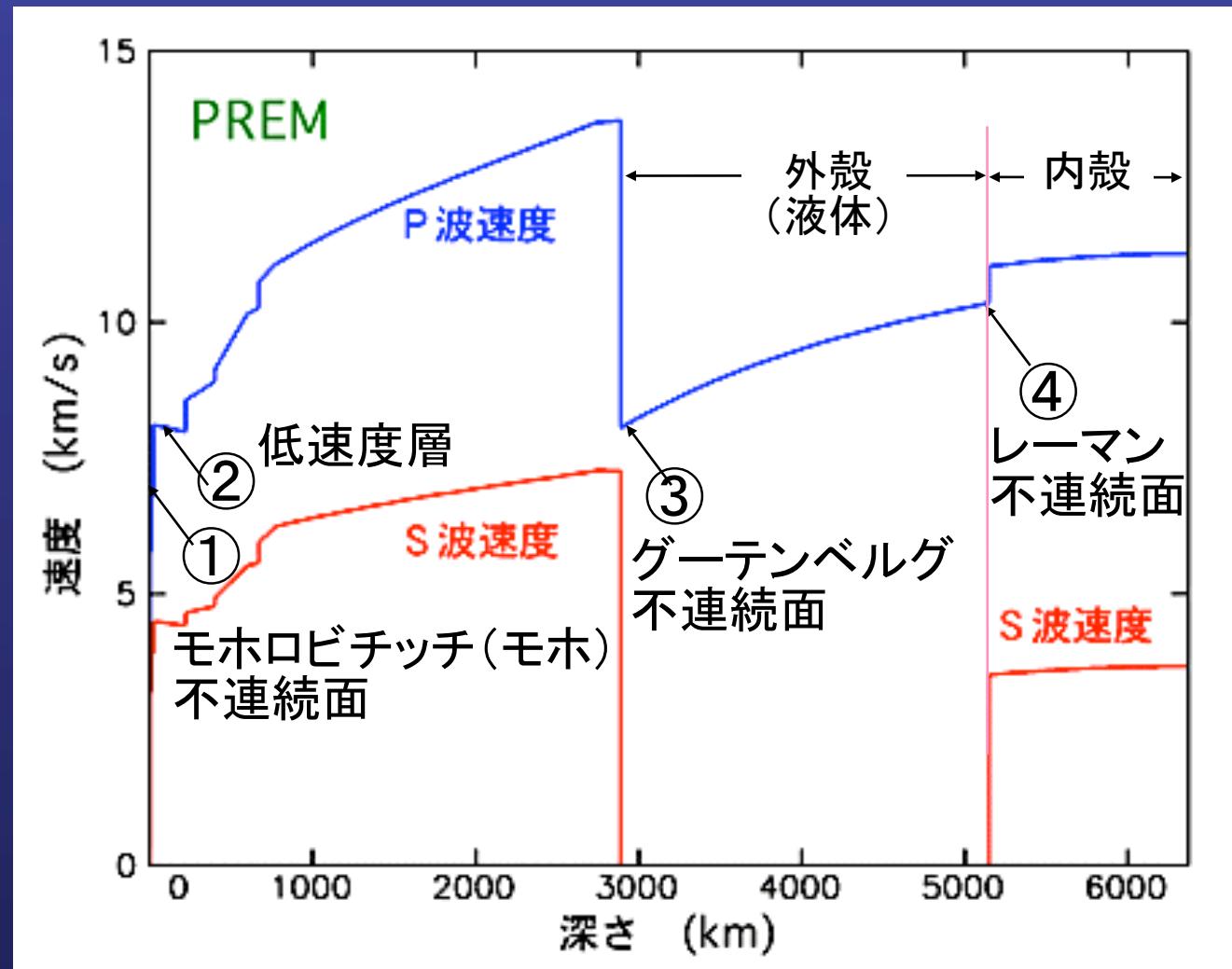


図 4.2 (p. 38)

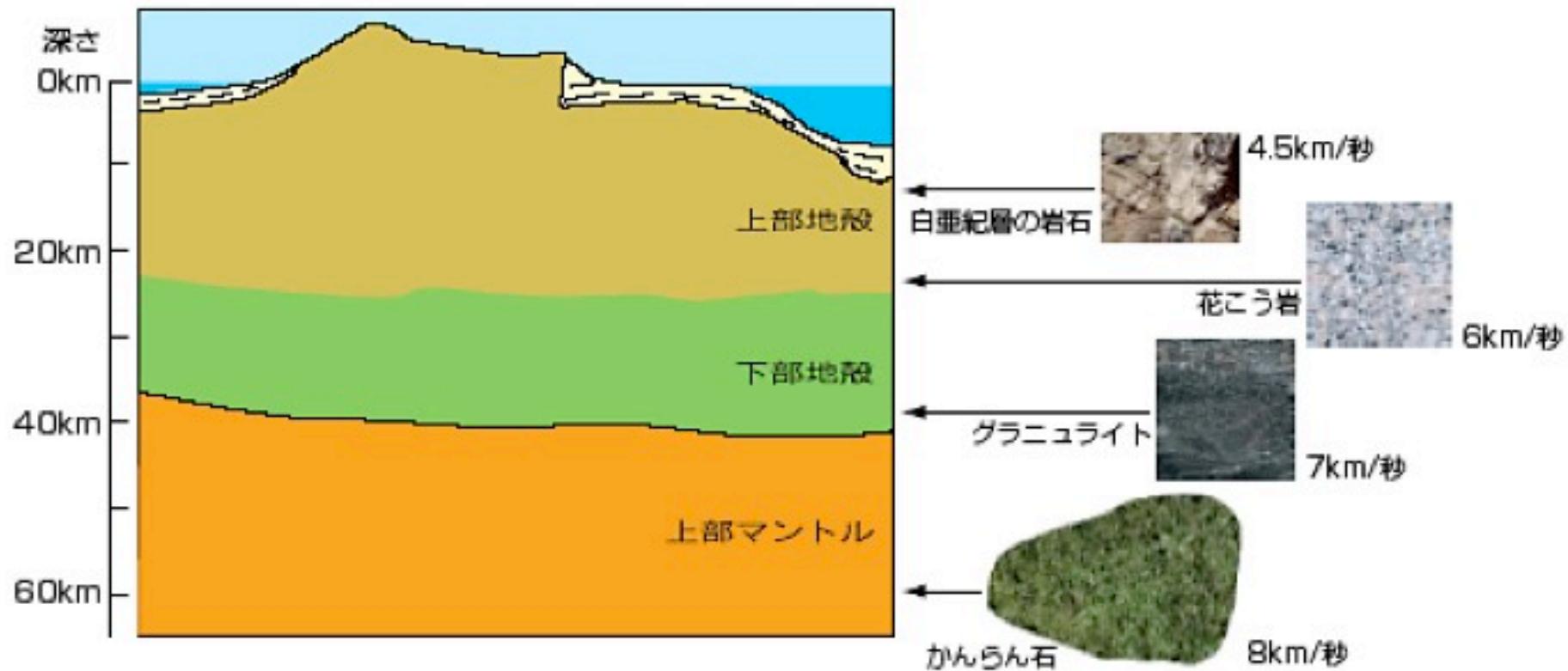
(酒井, 2003)

- 体積弾性率
 - 圧縮のしにくさを表す指数
- 弾性率
 - 直角3方向の力に対する変形のしやすさをきめる指数
- 剛性率
 - せん断力による変形のしやすさをきめる指数

4.1(3) 地震波の速度分布

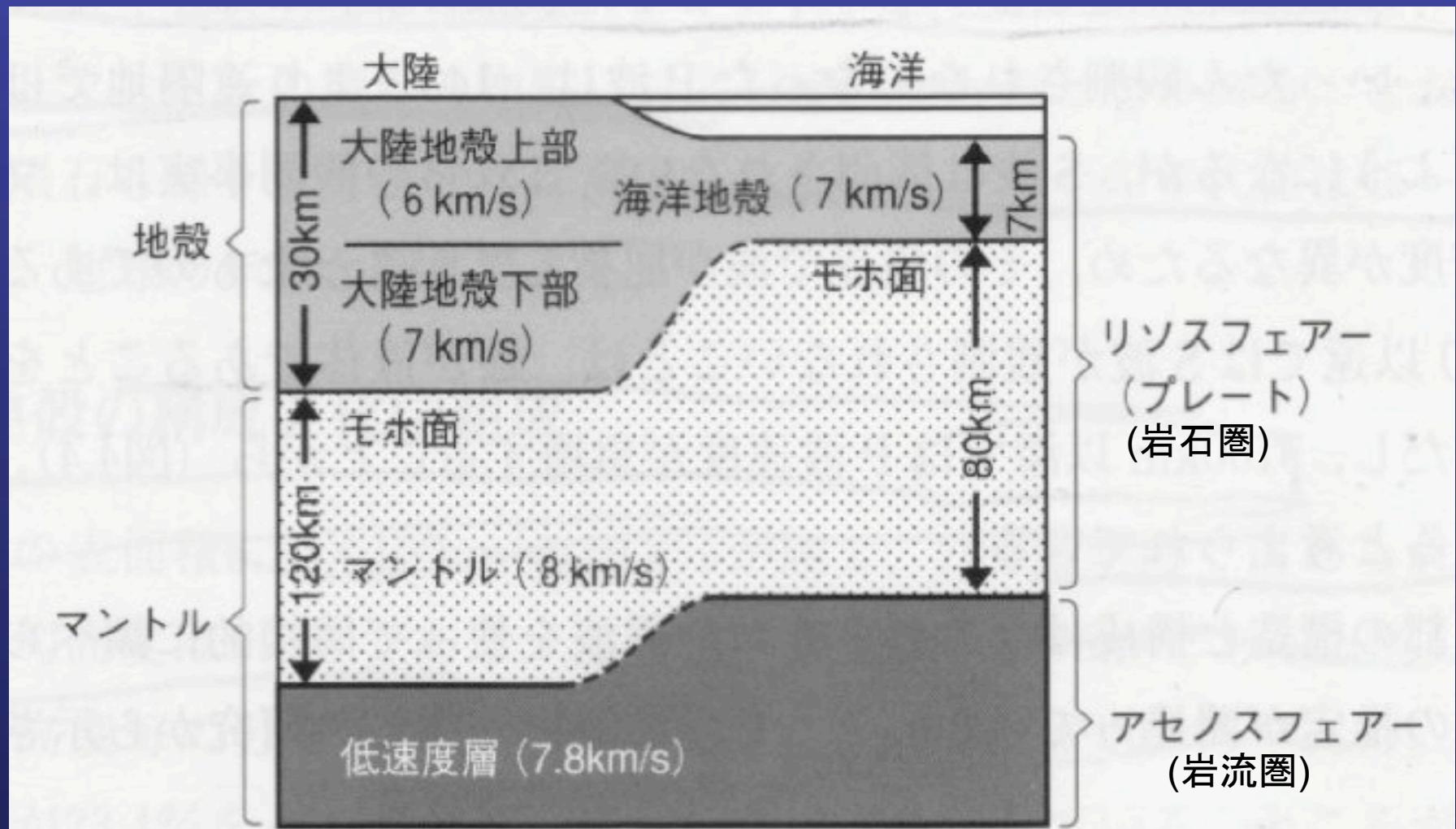


地球表層での地震波速度



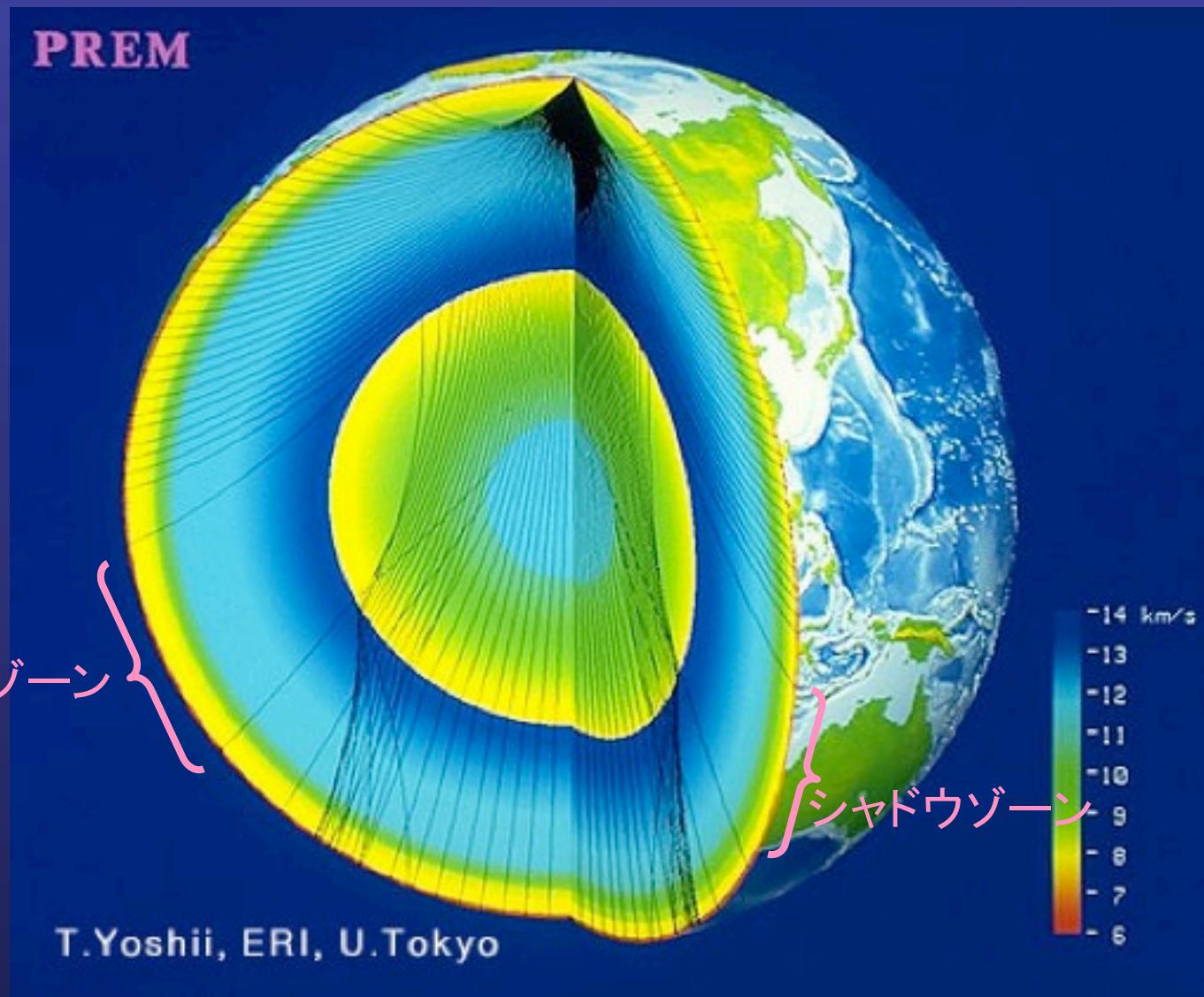
地核とマントル上部の代表的な岩石の地震波速度（数字はたて波速度）

地球表層の構造(図 4.5)

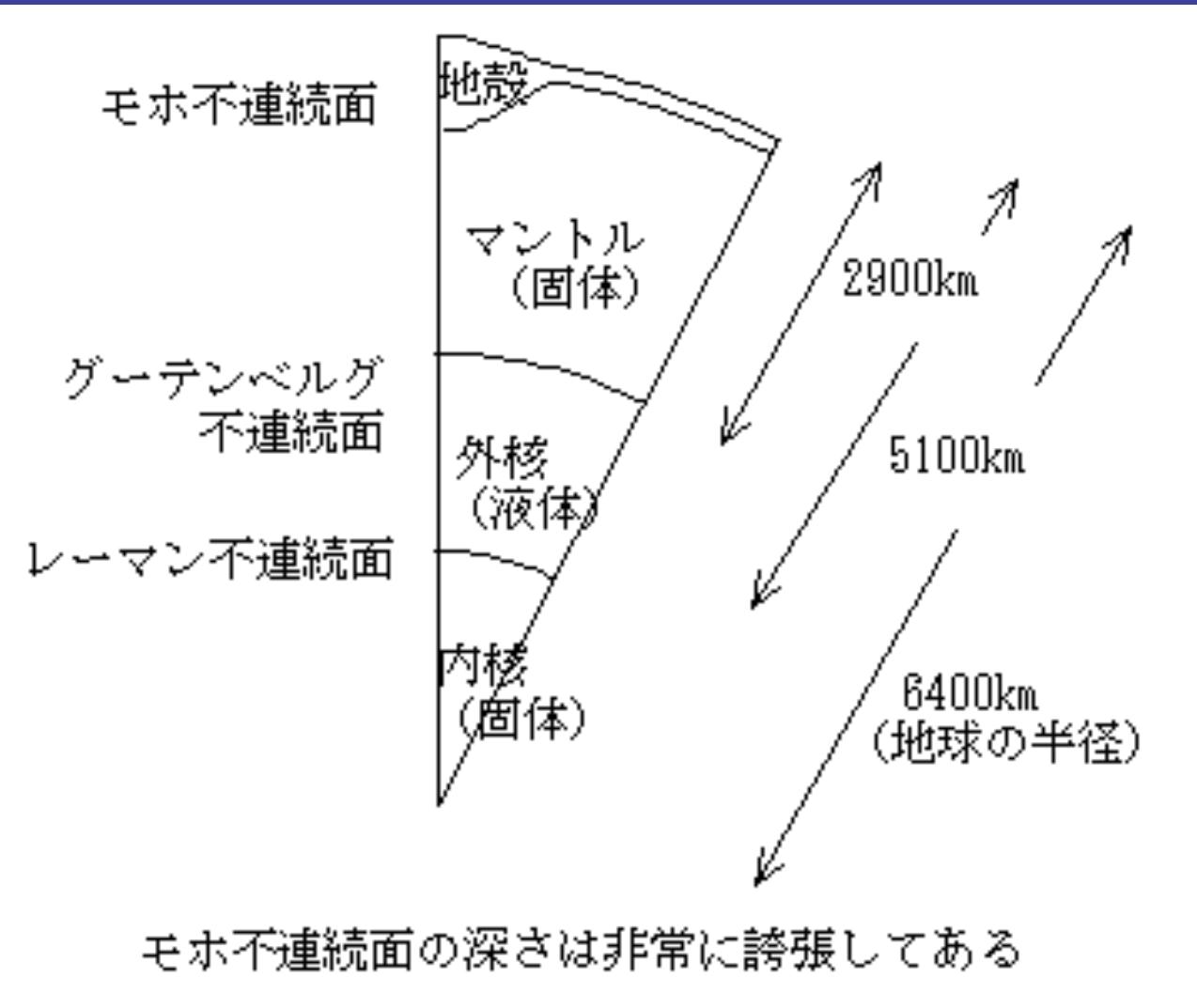


(酒井, 2003)

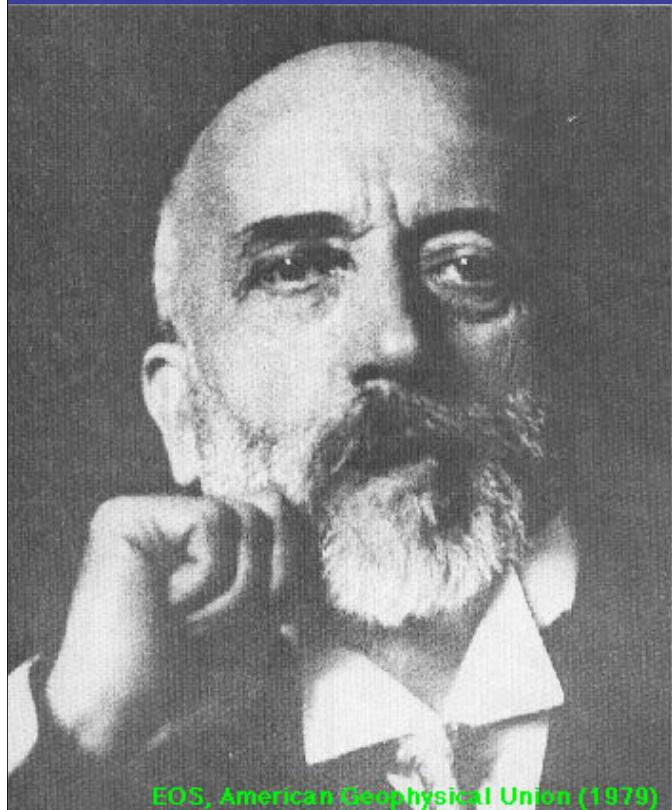
地震波のシャドウゾーン



4.1(3) 成層構造

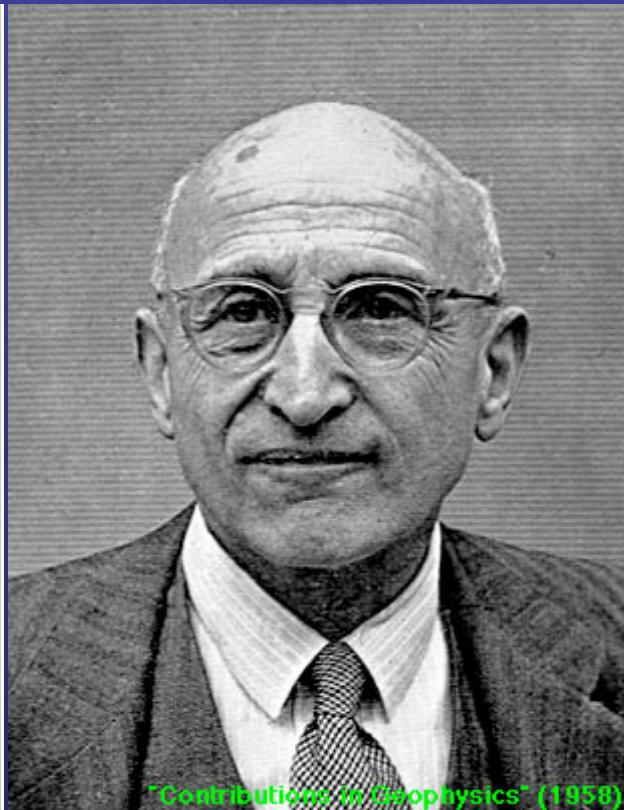


地震波不連続面の発見者



A. Mohorovicic (1857-1936)

地殻とマントルの境界
モホロビチッチ不連続面



B. Gutenberg (1889-1960)

マントルと核の境界
グーテンベルク不連続面



I. Lehmann (1888-1993)

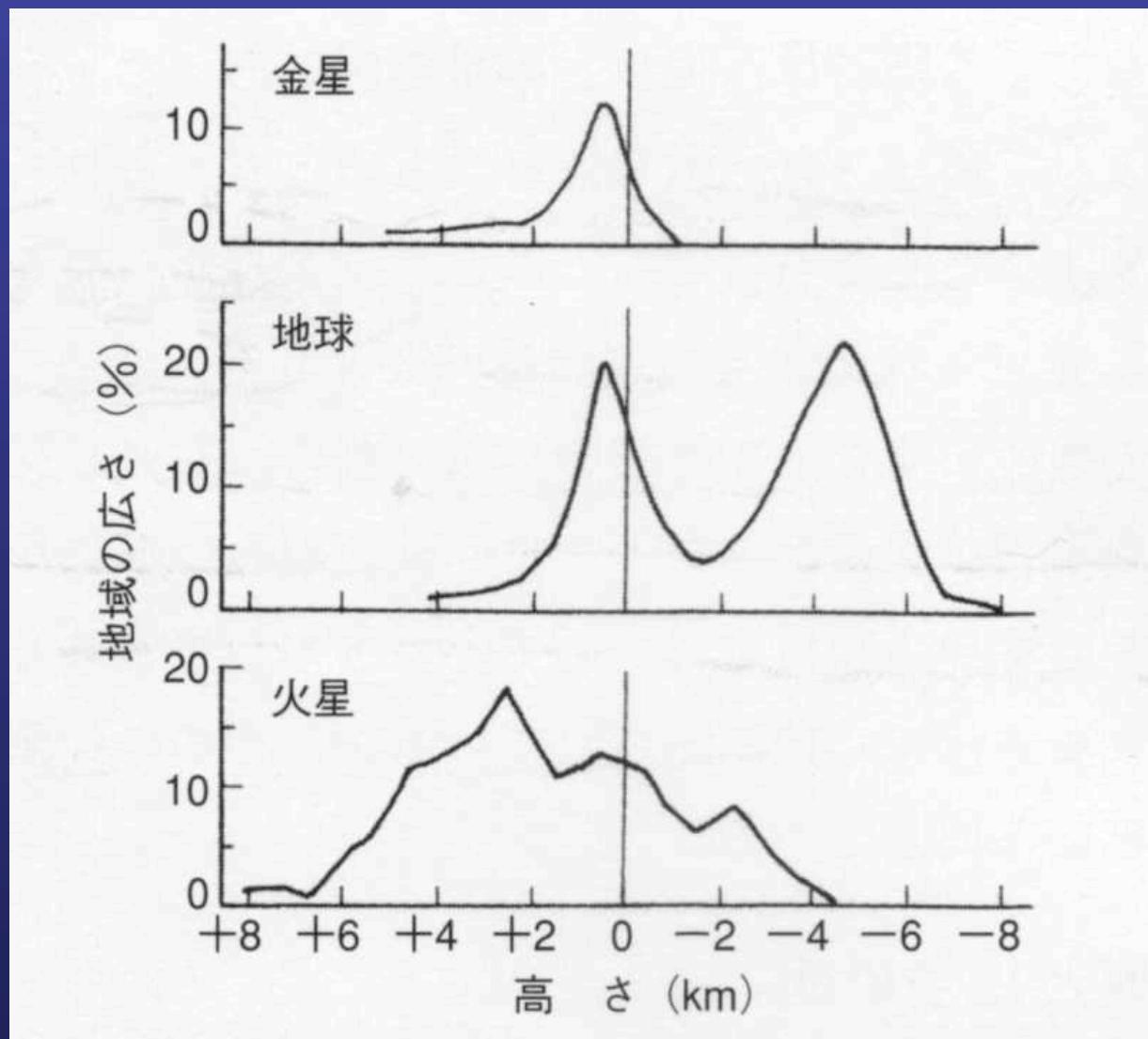
外核と内核の境界
レーマン不連続面

4.2 地殻の構成と化学組成

1. 地球の表面積= $5.10 \times 10^8 \text{ km}^2$
 - a. 陸:29.2%---平均高度=840m
 - b. 海:70.8% ---平均深度=-3795m

2. 高度の2極化
 - a. 0～1000m:20.8%
 - b. -4000～-5000m:23.4%

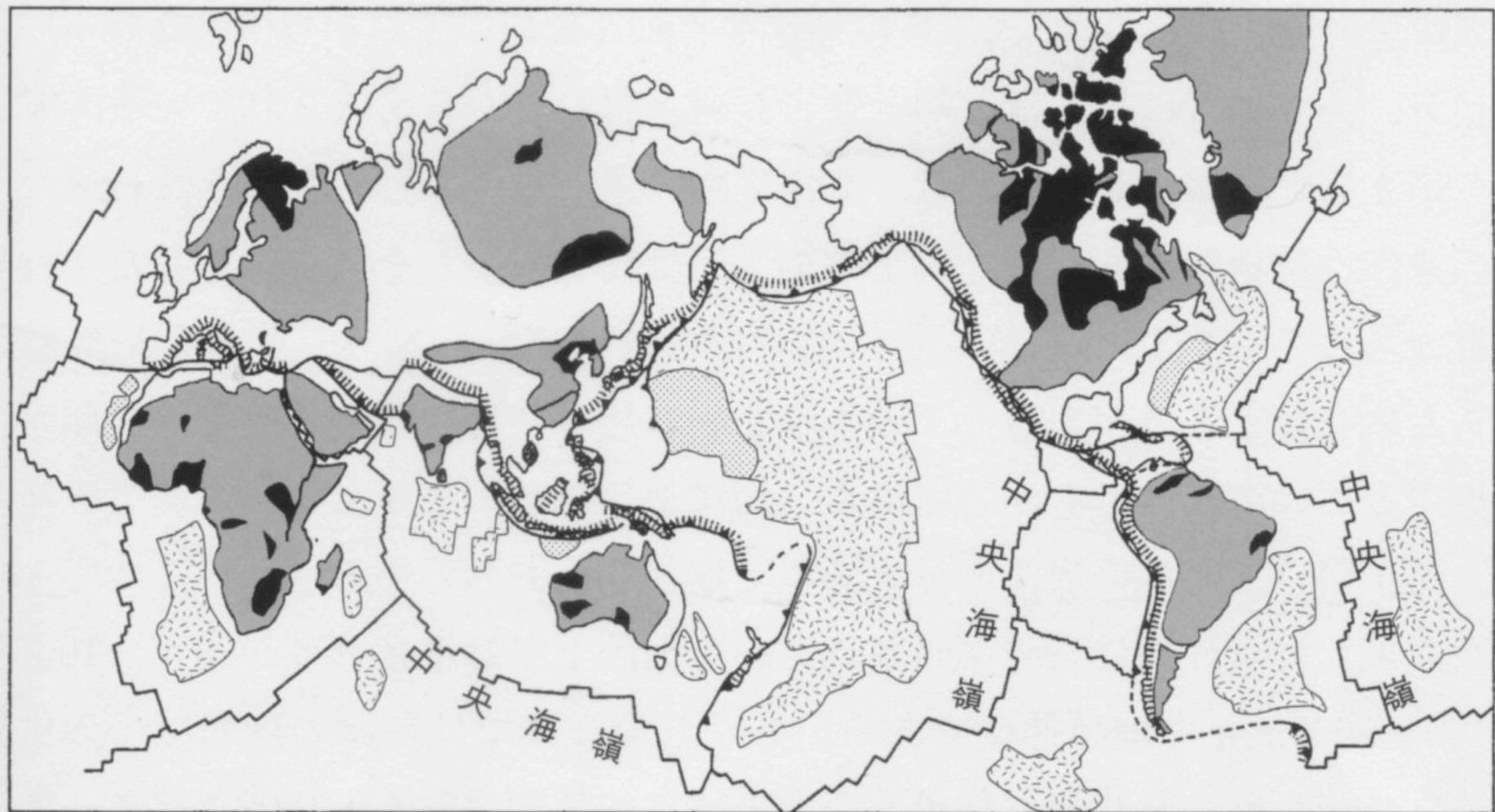
惑星の表面高度の頻度分布



(酒井, 2003)

4.2(1) 大陸地殻と海洋地殻

- 大陸地殻
 - 厚さ: 約40km
 - 岩石: かこう岩質、はんれい岩質(複雑な組み合わせ)
 - 年齢: 40億年～現在
- 海洋地殻
 - 厚さ: 約7km
 - 岩石: 玄武岩質、はんれい岩質(均一な組み合わせ)
 - 年齢: 2億年～現在
- 島弧(弧状列島)
 - 岩石: 安山岩質(かこう岩と玄武岩の中間的な組成)



□ 顯生代（0～6億年前）
 ■ 原生代（6～25億年前）
 ■ 太古代（25～40億年前）
 最近1億年の間にできた造山帯
 造山帯

□ 0～0.65億年前
 ■ 0.65～1.4億年前
 ■ 1.4～2.0億年前
 海洋底

(酒井, 2003)

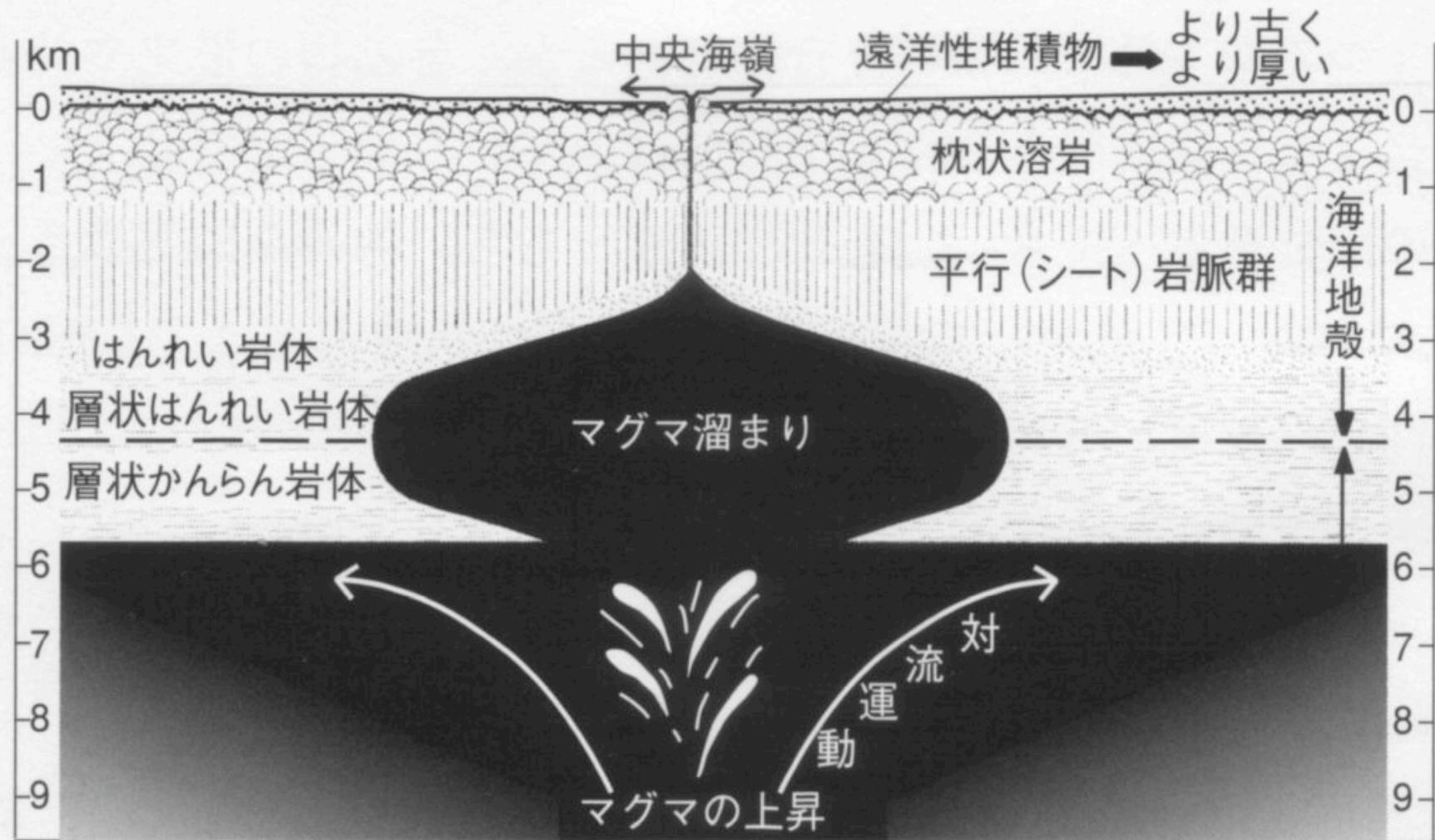


図 4.11 中央海嶺における海洋地殻の形成モデル. (Gass, 1982を改作)

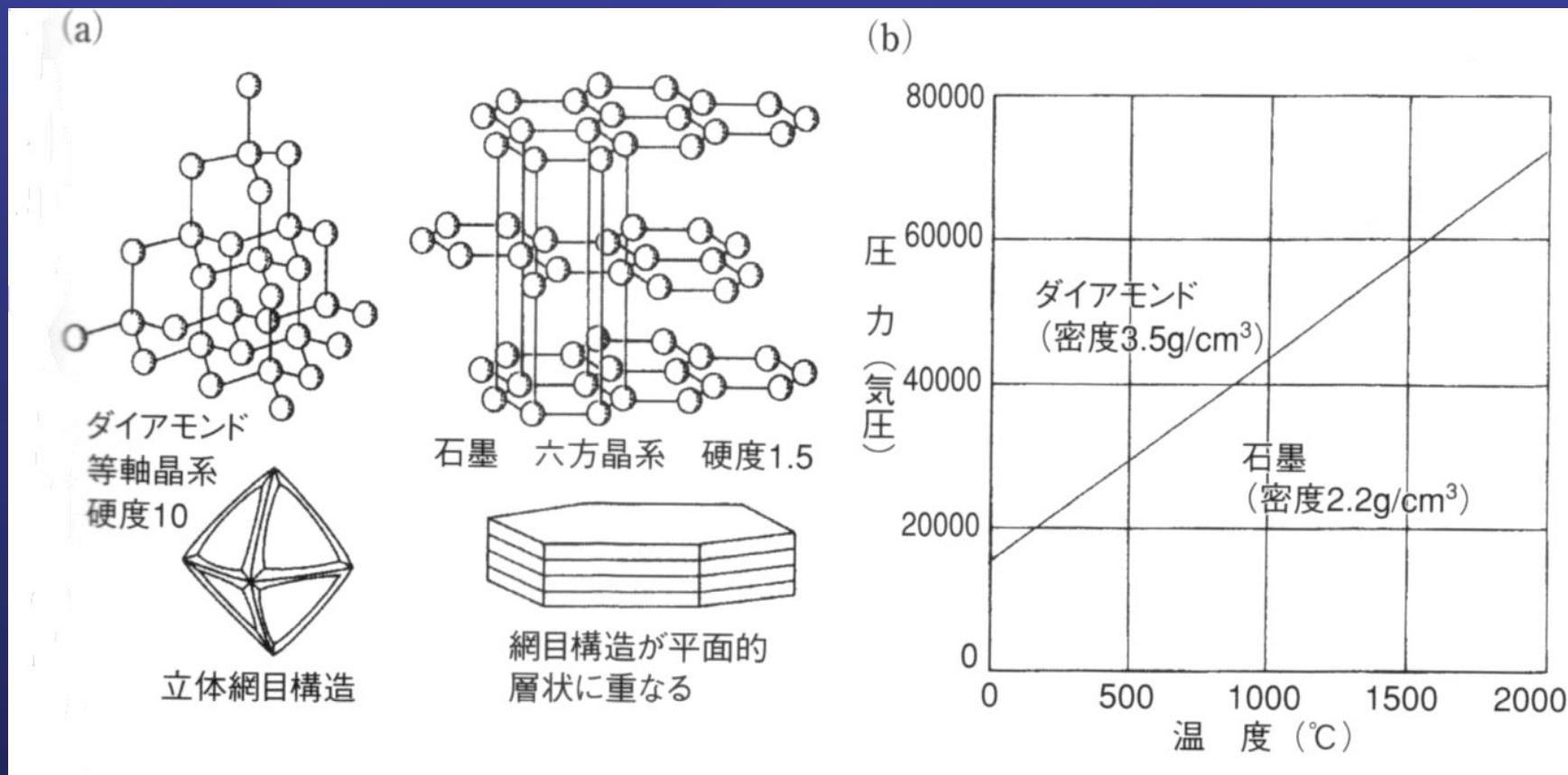
(酒井, 2003)

4.2(2) 岩石・鉱物・ガラス

- 岩石の基本粒子
 - 鉱物
 - 原子が規則正しく配列した結晶から構成
 - 一定の化学組成、均一な内部構造を持つ天然の無機物
 - ガラス
 - 非結晶–原子の配列に規則性がない
 - 融解した鉱物を急冷すると得られる
 - 鉱石
 - 特定の元素や鉱物が濃集し、抽出しても採算が取れる岩石

同質異像

化学組成が同じでも結晶構造が異なるもの



(酒井, 2003)

4.2(3) 地殻の化学・鉱物組成

- 地殻の組成
 - 岩石
 - 玄武岩質岩石、かこう岩質岩石、安山岩質岩石、
変成岩と堆積岩
 - 鉱物
 - 斜長石、正長石、石英、輝石、角閃石、雲母、粘土
鉱物、その他鉱物
 - 元素
 - O, Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K

地殻の酸素分率

EL=3,776m

EL=2,400m (6合目付近)

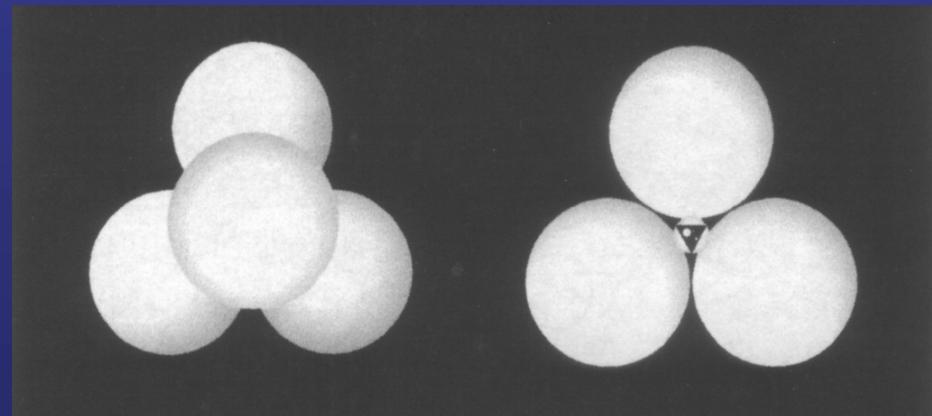
体積の94%＝酸素原子

EL=0m (田子の浦)

写真: フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』

4.3(1) 造岩鉱物の結晶構造

- 硅酸塩鉱物
 - 造岩鉱物の92%を構成
 - SiO_4 の4面体結晶構造



(酒井, 2003)

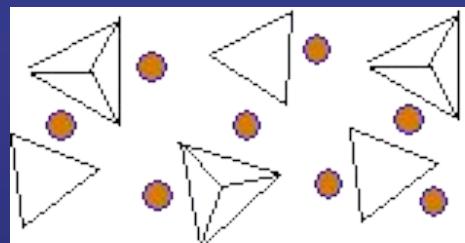
- Si-O ---共有結合(結合力強い)
- 酸素原子の共有の仕方によって6つのグループ

4.3(2) 主要造岩鉱物の構造

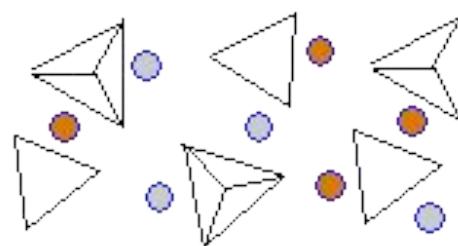
- 地殻を構成する主要岩石をつくる鉱物
 - 無色鉱物
 - 石英
 - 長石
 - 雲母
 - 有色鉱物
 - 輝石
 - 角閃石
 - かんらん石

固溶体

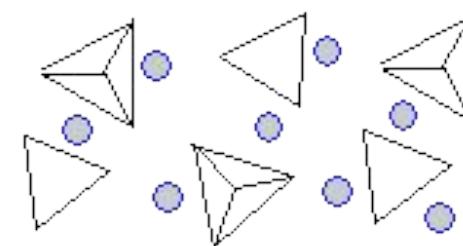
結晶の構造はそのままで、その中の原子のあるものが別の原子に様々な割合で置き換わっているもの。



苦土かんらん石

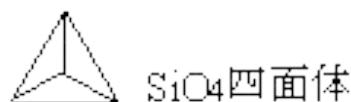


マグネシウムイオンと鉄イオンが自由な割合で入れ替わっている



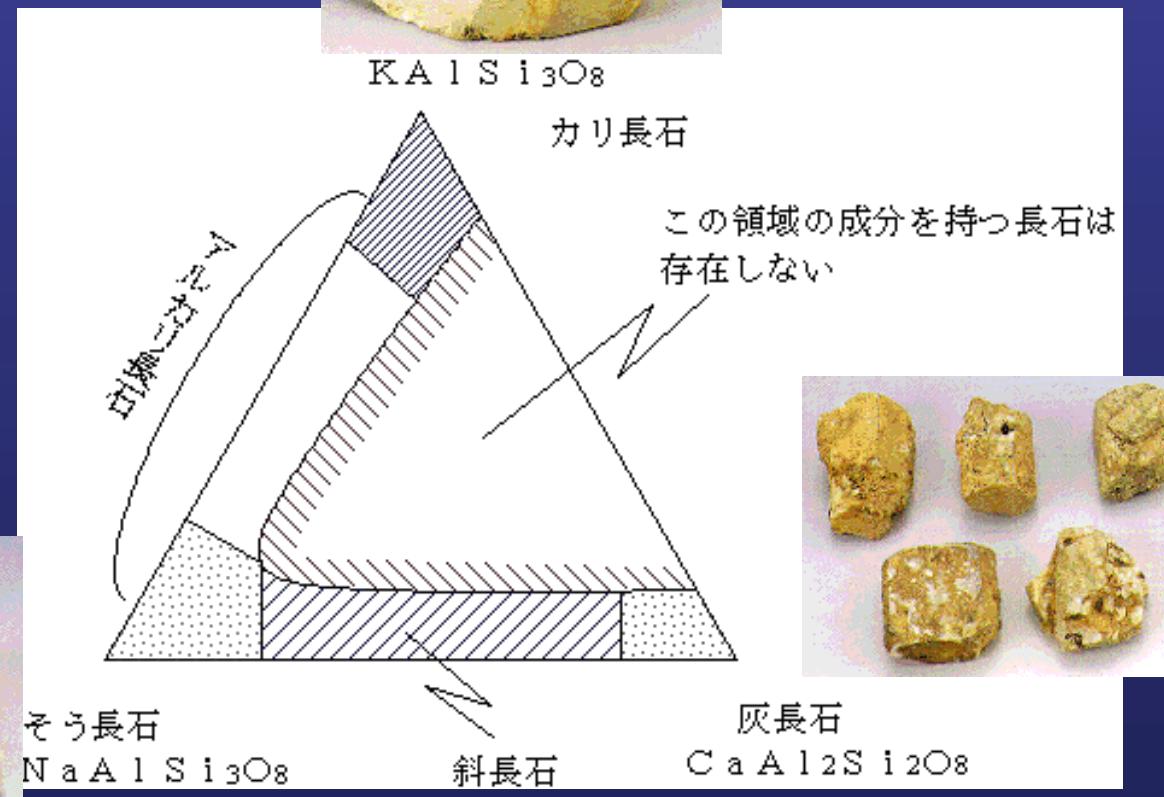
鉄かんらん石

- マグネシウムイオン
- 鉄イオン



8月の誕生石
苦土(Mg)かんらん石

長石の固溶体



端成分

- 固溶体の中で相互に入れ替わりうる成分
 - かんらん石:Mg, Fe
 - 長石:K, Na, Ca
 - 雲母:K, Mg, Fe

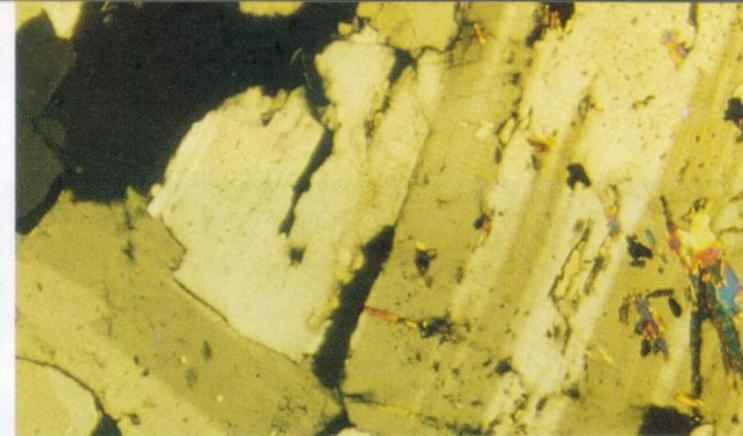
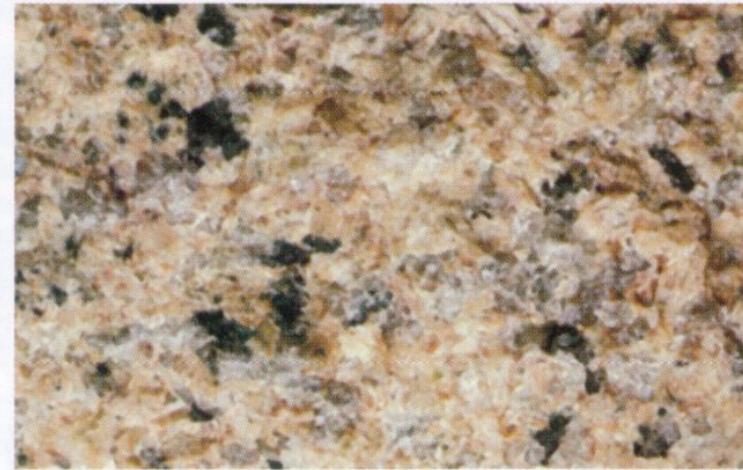
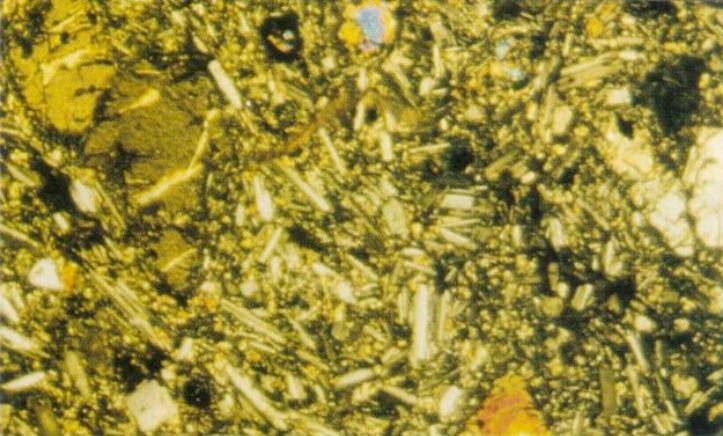
4.4(1) 火成岩の分類①

冷却速度の違いによる分類

- 火山岩
 - 地上あるいは地下浅いところで急速に冷却した岩石
 - 斑状組織
- 深成岩
 - 地下深くでゆっくり冷却されて結晶化した粗粒の鉱物の集合体
 - 粗粒状組織

虫メガネ

偏光顕微鏡



玄武岩
(斑状組織)

かこう岩
(粗粒状組織)

4.4(1) 火成岩の分類②

化学組成の違いによる分類

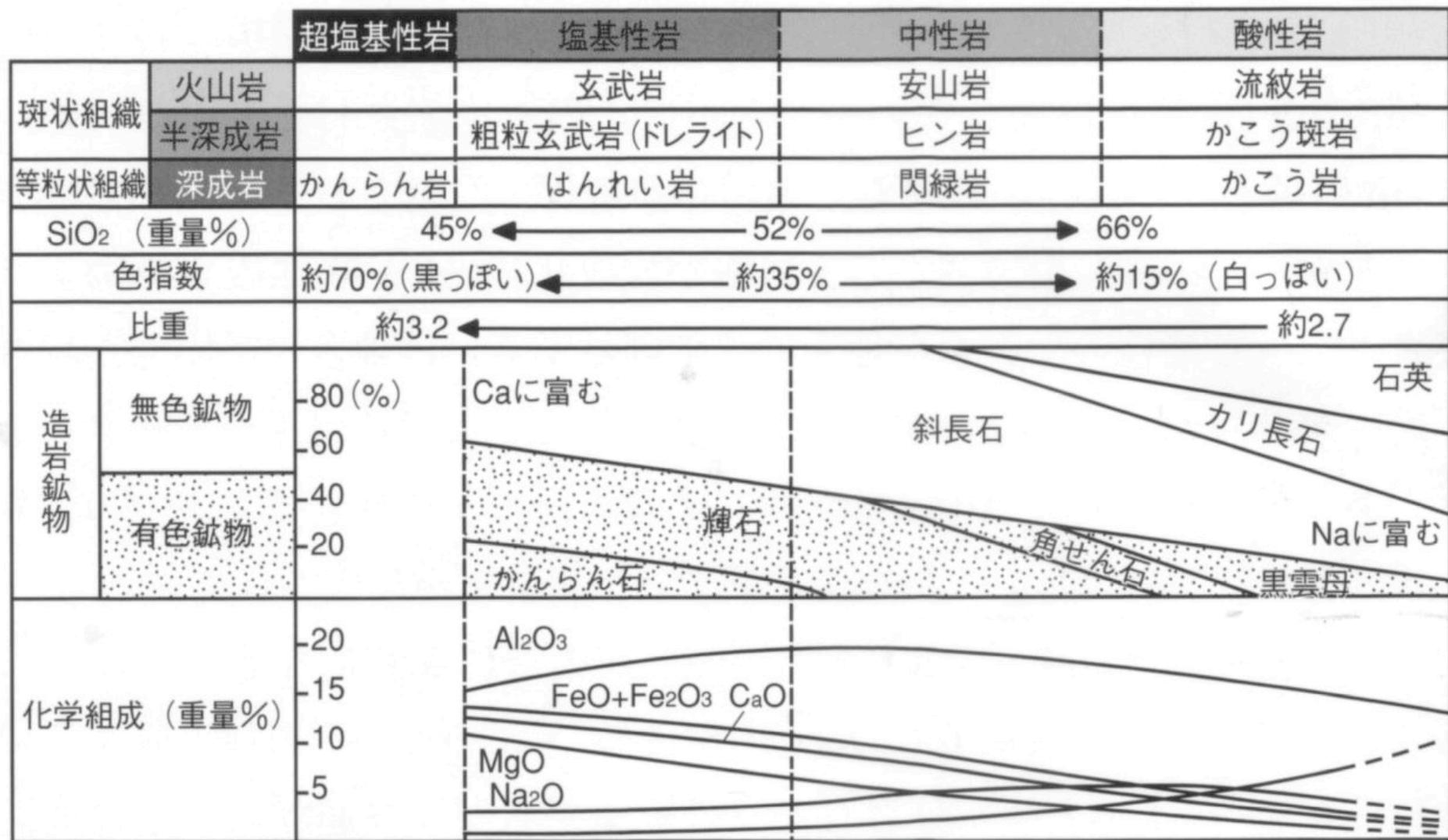
- 玄武岩(はんれい岩)
 - SiO_2 が約52%以下
- 安山岩(閃緑岩)
 - SiO_2 が約52~66%
- 流紋岩(かこう岩)
 - SiO_2 が約66%以上

4.4(1) 火成岩の分類③

SiO_2 の量比による分類

名称	SiO_2 量(重量%)	比重
酸性	66 <	2.6 ~ 2.7
中性	66 ~ 52	2.8±
塩基性	52 ~ 45	2.9 ~ 3.0
超塩基性	45 >	3.0 <

火成岩の分類



(酒井, 2003)

火山岩

塩基性岩

酸性岩

深成岩



深成岩



かんらん岩

はんれい岩

閃緑岩

かこう岩

少ない ← → 多い
 SiO_2

4.4(2) 火成岩の構造と産状

深成岩の規模と母岩との関係から分類

- 底盤(バソリス)
 - 巨大な岩体で母岩とは非調和な関係
- 岩株(ストック)
 - 分布面積が100km²以下の小さな岩体で母岩とは非調和な関係
- 岩脈(ダイク)
 - 母岩の成層構造に斜交・直交する板状の岩体。規模は問わない。
- 岩床(シート)・岩餅(シル)
 - 母岩の成層構造に調和的な岩体。板状のものを岩床、レンズ状のものを岩餅と呼ぶ。

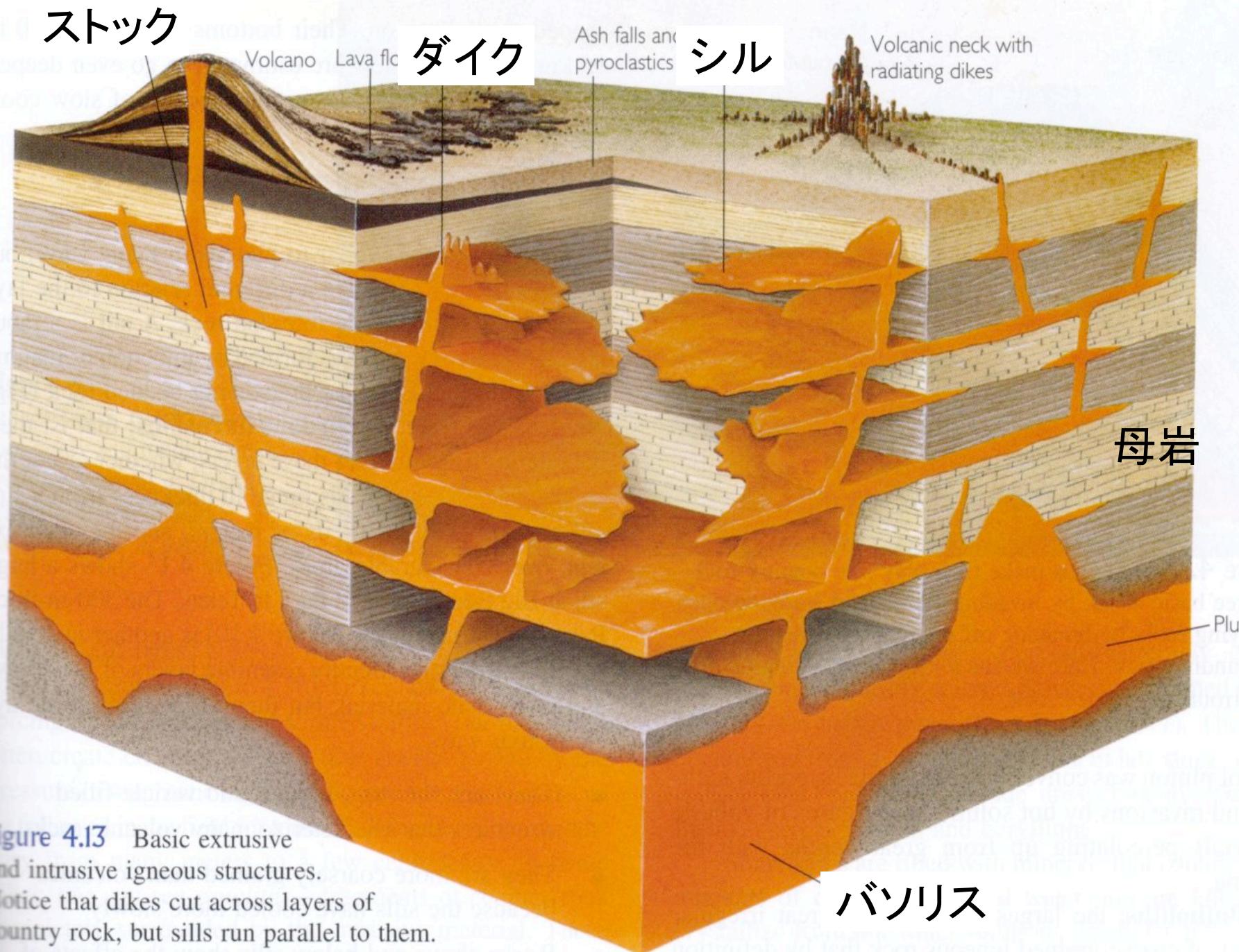
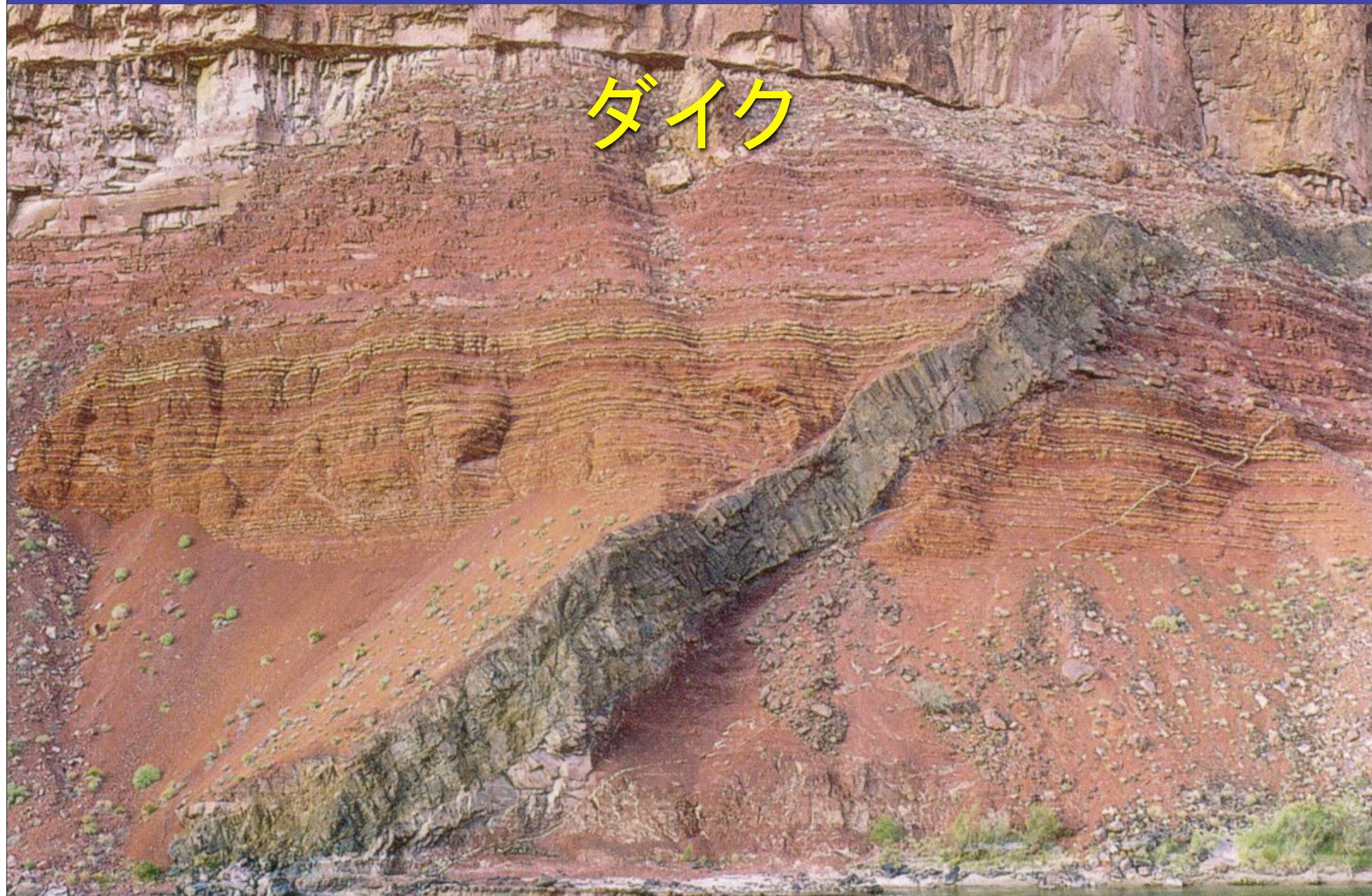
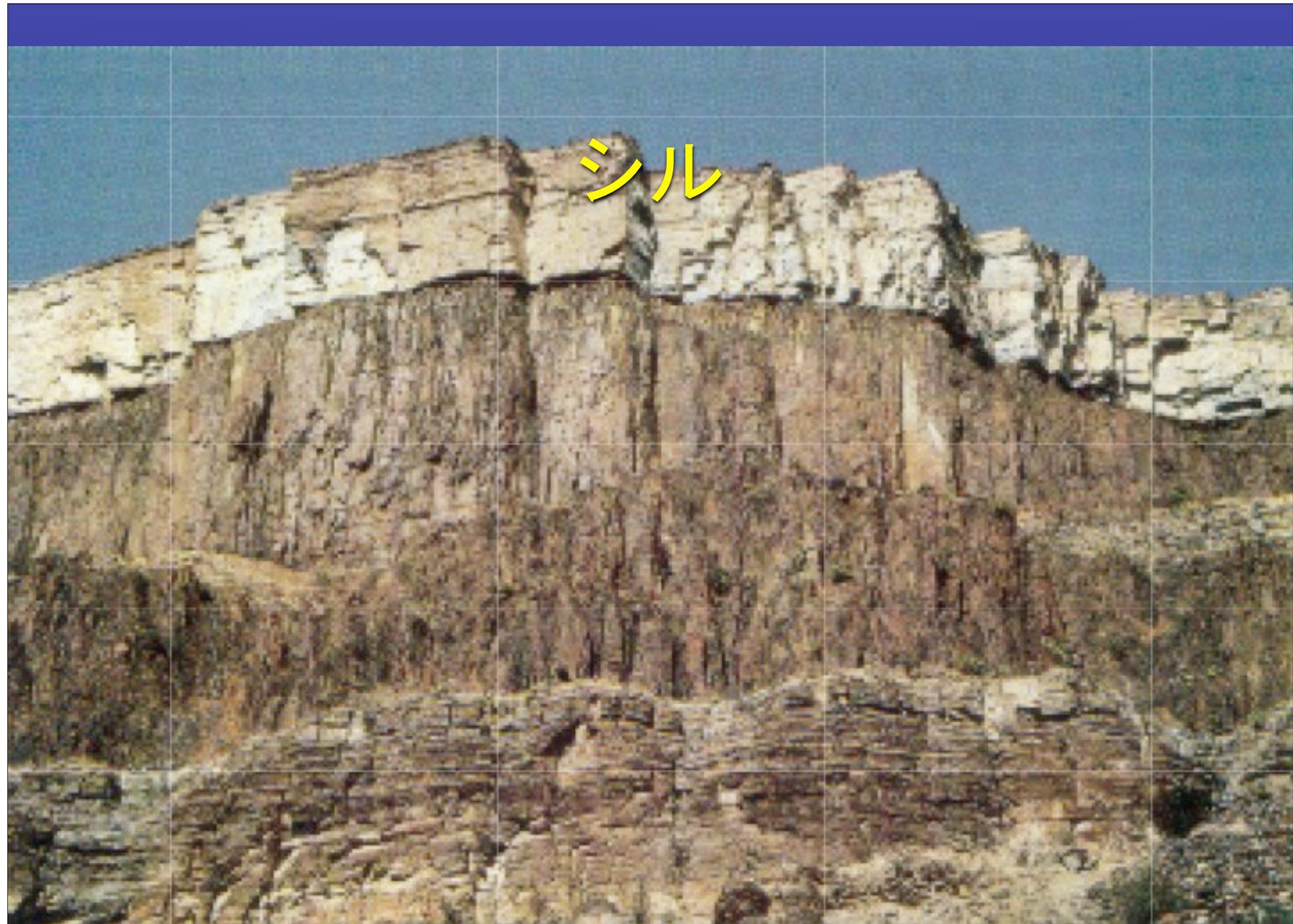


Figure 4.13 Basic extrusive and intrusive igneous structures. Notice that dikes cut across layers of country rock, but sills run parallel to them. Batholiths are the largest forms of plutons.

(Press and Siever, 2001)



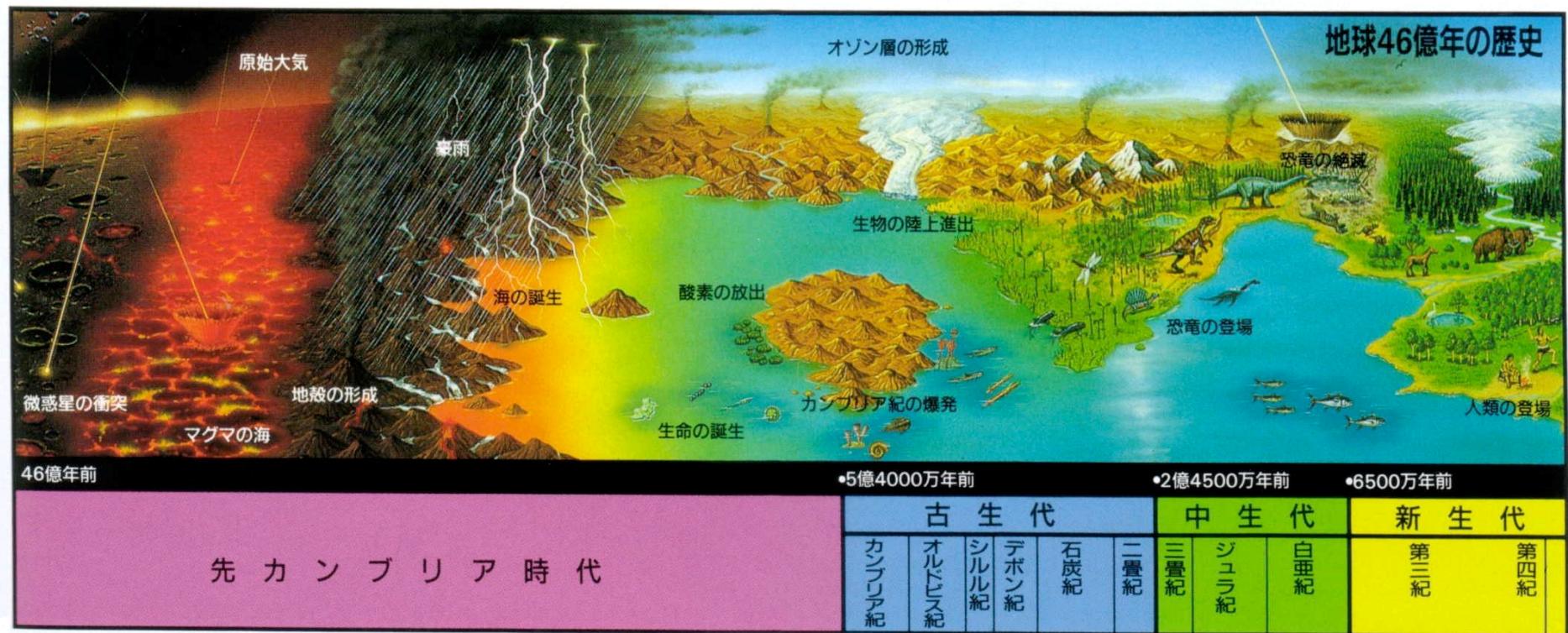
(Press and Siever, 2001)



(Press and Siever, 2001)

おわり

地質時代



(松井, 2002)