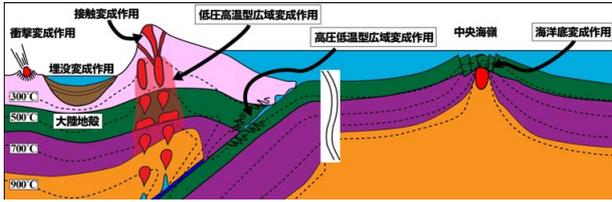


惑星地球科学1 (第9回目)  
変成作用と物質大循環

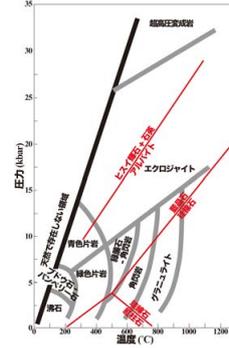
(1) 変成作用の種類 (変成作用の起こる場)

- (1) 広域変成作用 (1) 大陸衝突型変成作用 (2) 沈み込み帯変成作用 (c.f.) 火山帯の下の広域変成作用
- (2) 造山帯変成作用 (3) 沈み込み帯変成作用 (c.f.) 火山帯の下の広域変成作用
- (2) 埋没変成作用 (3) 海洋変成作用
- (2) 馬所変成作用 (せいぜい数百メートル規模)
- (1) 接触変成作用 (花崗岩や岩脈など火成岩が貫入したとき)
- (2) 衝撃変成作用 (隕石)
- (3) 熱水変成作用 (高温の流体が通過する周り)
- (4) 動力変成作用や破砕変成作用 (断層沿い)



(2) 変成相について

(1) 変成相とは、玄武岩系の鉱物組み合わせによって定義されたPT条件

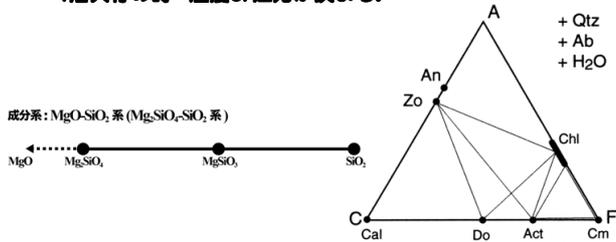


(2) 玄武岩系の鉱物組み合わせ

	プレアイト パンペー石	緑色片岩相	角閃岩相	角閃岩相	グラニュイト 相
アルバイト	●●				
ローモンタイト	●●				
プレアイト	●●				
パンペー石	●●				
緑泥石		●●			
アクチノ閃石		●●			
方解石		●●			
石英		●●			
フェンジャイト		●●			
新長石(An17)		●●			
普通角閃石		●●			
斜長石		●●			
角閃石		●●			
ガーネット		●●			
黒雲母		●●			
カミングトン閃石		●●			
プレアイト パンペー石	●●				
アルバイト	●●				
ローモンタイト	●●				
プレアイト	●●				
パンペー石	●●				
緑泥石		●●			
アクチノ閃石		●●			
方解石		●●			
石英		●●			
フェンジャイト		●●			
新長石(An17)		●●			
普通角閃石		●●			
斜長石		●●			
角閃石		●●			
ガーネット		●●			
黒雲母		●●			
カミングトン閃石		●●			

(3) 化学反応とギブスの相律

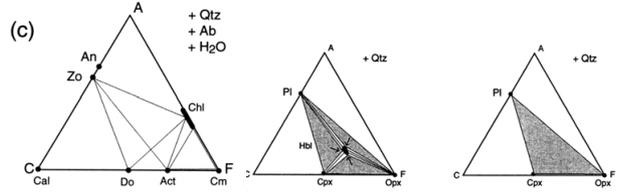
- (1)  $C+2=P+F$   
C:成分の数, P:相の数, F:自由度
- ① 2成分系:温度と圧力が与えられた時, 共存できる相: 最大2相
- ② 3成分系:温度と圧力が与えられた時, 共存できる相: 最大3相
- 例: A:  $Al_2O_3$ , C:  $CaO$ , F:  $MgO$   
→ 3成分系なので共存できる最大数は3 (三角形を作る)
- 4層共存の時→温度or圧力が決まる。



変成作用の反応 1

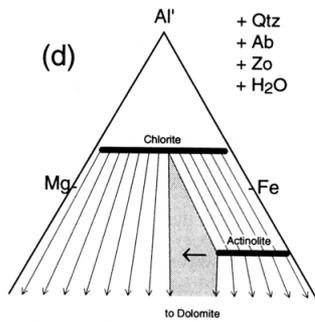
—不連続反応と連続反応—

- (1) 不連続反応～岩石の組成に依存しないで、同時に反応が進む。  
(1)  $NaAlSi_3O_8 \rightarrow NaAlSi_2O_6 + SiO_2$   
(2)  $CaMg(CO_3)_2$  (ドロマイト) +  $Mg_6Al_6Si_2O_{20}(OH)_{16}$  (緑泥石) →  $Ca_2Al_2Si_2O_{12}(OH)_2 + Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2 + CO_2 + H_2O$  (エピソード) (アクチノ閃石) (流体)
- (3)  $Ca_2Mg_4Al_2Si_2O_{22}(OH)_2$  (普通角閃石) →  $3MgSiO_3 + CaMgSi_2O_6 + CaAl_2Si_2O_8 + H_2O$  (斜方輝石) (単斜輝石) (斜長石) (流体)



変成作用の反応 2  
—不連続反応と連続反応—

- (1) 連続反応とは～固溶液の関与した反応。  
(1)  $Ca_2Fe_5Si_8O_{22}(OH)_2$  (アクチノ閃石) +  $Mg_6Al_6Si_2O_{20}(OH)_{16}$  (緑泥石) →  $Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$  (アクチノ閃石) +  $Fe_6Al_6Si_2O_{20}(OH)_{16}$  (緑泥石)
- (2) 反応は全岩組成に依存する。

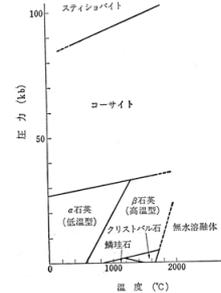


岩石の化学組成に依存しない反応 (不連続反応の一種)  
—多形—

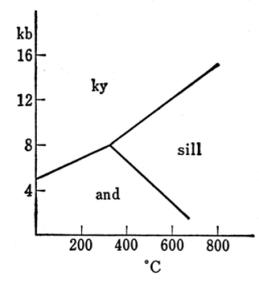
- (1) 多形: 同じ化学組成で、結晶構造の異なるもの。

(2) 例

(1)  $SiO_2$ 系



(2)  $Al_2SiO_5$ 系



(1) 緑色片岩相について

	プレアイト パンペー石	緑色片岩相	角閃岩相	角閃岩相	グラニュイト 相
アルバイト	●●				
ローモンタイト	●●				
プレアイト	●●				
パンペー石	●●				
緑泥石		●●			
アクチノ閃石		●●			
方解石		●●			
石英		●●			
フェンジャイト		●●			
新長石(An17)		●●			
普通角閃石		●●			
斜長石		●●			
角閃石		●●			
ガーネット		●●			
黒雲母		●●			
カミングトン閃石		●●			



(2) 主要鉱物  
アルバイト、石英、緑泥石など

アクチノ閃石、緑泥石

その他、方解石、スフェーンなど



足柄上郡山北町中川焼津産

(2) 角閃岩相について

	プレアイト パンペー石	緑色片岩相	角閃岩相	角閃岩相	グラニュイト 相
アルバイト	●●				
ローモンタイト	●●				
プレアイト	●●				
パンペー石	●●				
緑泥石		●●			
アクチノ閃石		●●			
方解石		●●			
石英		●●			
フェンジャイト		●●			
新長石(An17)		●●			
普通角閃石		●●			
斜長石		●●			
角閃石		●●			
ガーネット		●●			
黒雲母		●●			
カミングトン閃石		●●			

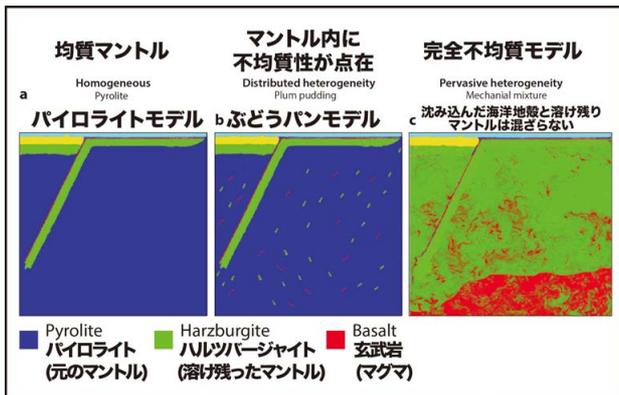


足柄上郡山北町中川焼津産

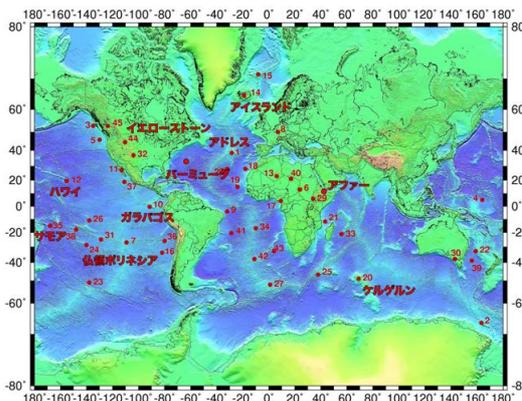
(2) 主要鉱物  
普通角閃石、斜長石(>30)



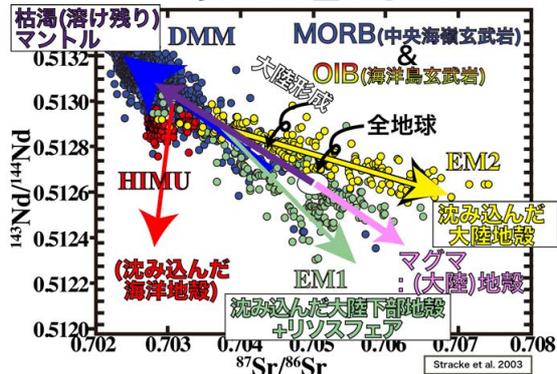
沈み込んだ物質はどうか？



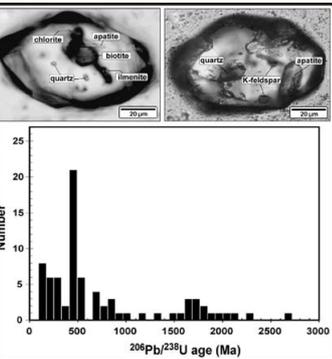
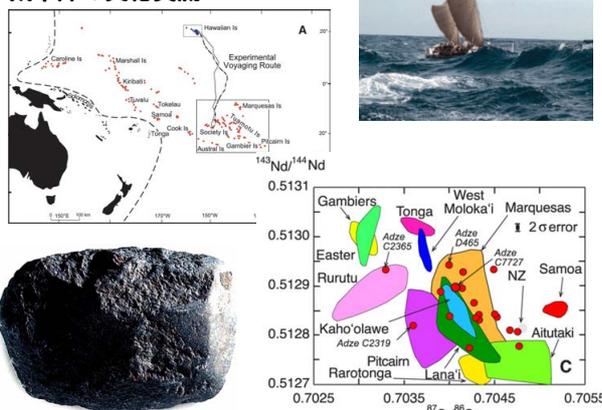
ホットスポット



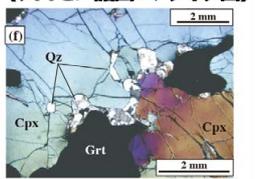
同位体の組成の多様性はどのようにして生じるのか



太平洋の文化交流



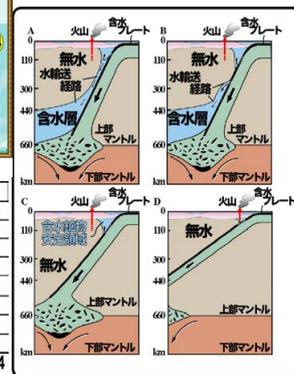
ホットスポットマグマ中に  
取り込まれた  
エクロジャイト捕獲岩中:  
沈み込んだ物質の証拠  
(ソロモン諸島: マライタ島)



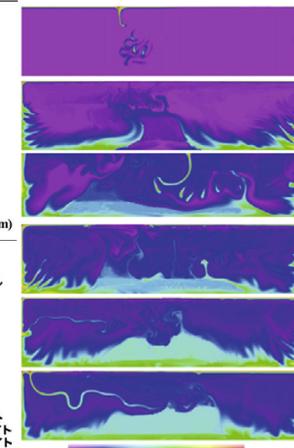
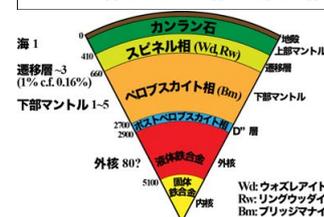
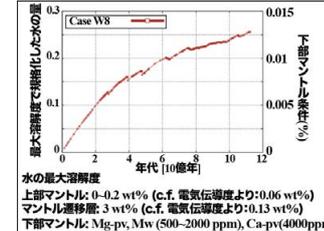
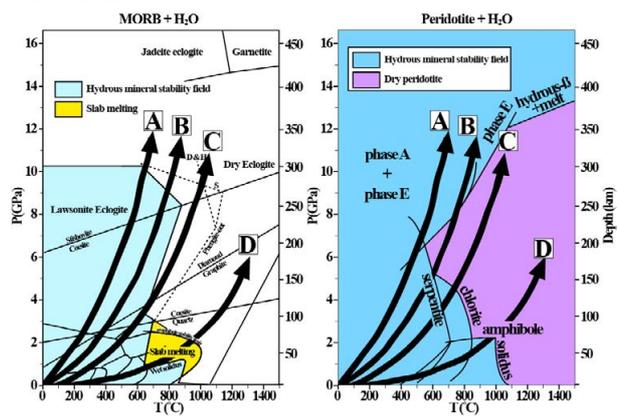
水の循環



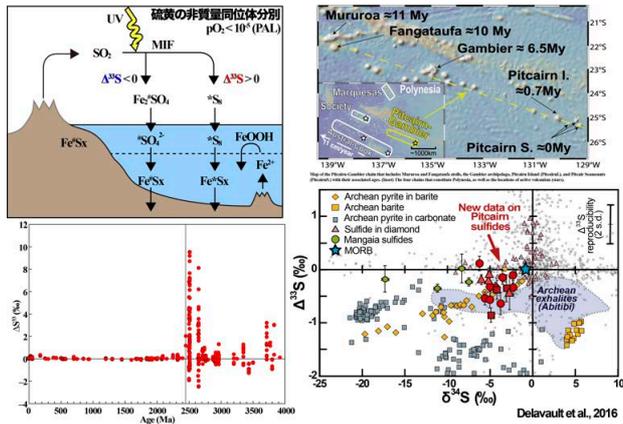
水の大循環		各リガーバーにおける水量(目安)	
	水	貯水空間	貯水量 (10 <sup>12</sup> kg)
平均的な水の移動量	海洋	1370	97.25
流動量	氷河など	29	2.05
陸地への降水量	地下水	9.5	0.68
陸地からの蒸発量	湖沼	0.125	0.01
地殻流動中	土壌	0.065	0.005
地下水と地表水	大気中	0.013	0.001
海洋への降水量	河川	0.0017	0.0001
蒸発からの蒸発量	生物圏	0.0006	0.00004



水の循環

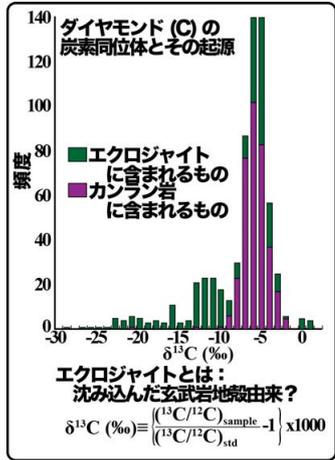


### イオウの非質量同位体分別と表層物質のリサイクル

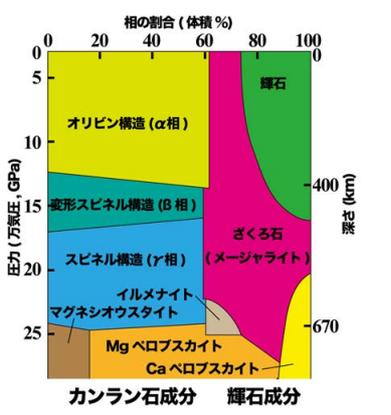
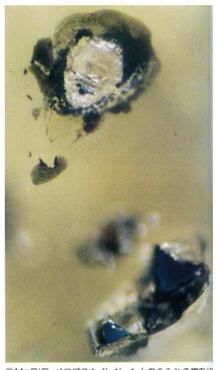


### ダイヤモンドの炭素同位体

① エクロジヤイト (沈み込んだ海洋地殻物質に伴う) 型  
ダイヤモンドは生物起源(化石)?



### ダイヤモンド中の包有鉱物は下部マントル物質も運ぶ!!



MeSiO<sub>3</sub> ペロブスカイトだったと考えられる輝石 (色, 約200 μm), 真っ白い共存結晶はマグネシオウスタイト。

### 地球内部の化学的構造モデル

