

# 惑星地球科学 1 (第3回目)

プレートテクトニクスとブルームテクトニクス  
(マントルダイナミクス)

東京大学総合文化研究科：

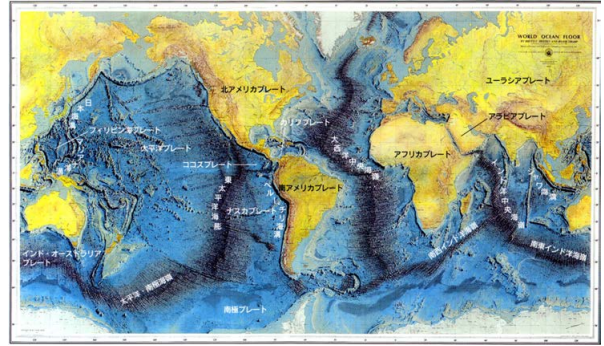
小宮 剛 准教授

2018/4/25

komiya@ea.c.u-tokyo.ac.jp

http://www43.tok2.com/home/isua/

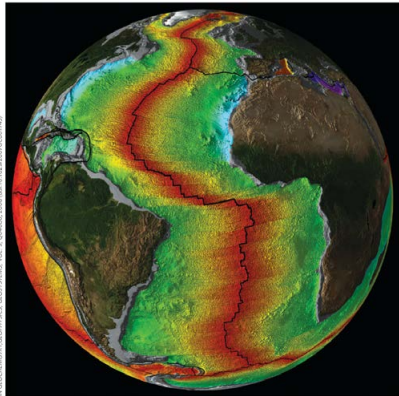
## 地球表層の地形



### ①大陸移動説

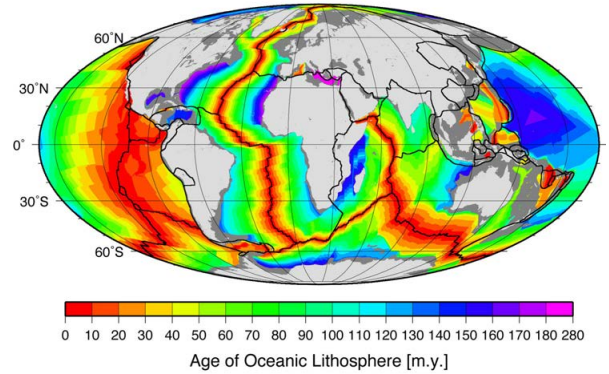
## 地球表層の地形

### ②海洋底拡大説

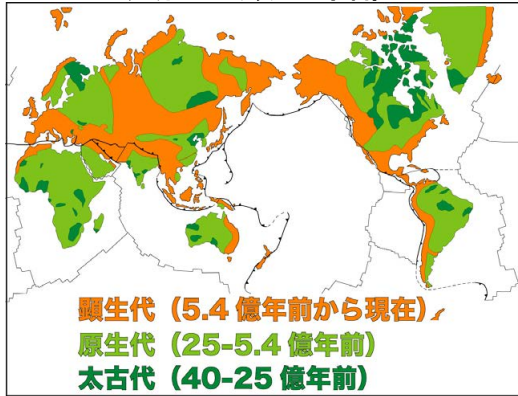


海底の顔い目 大西洋の底にある長さ1万kmに及ぶ「大西洋中央海嶺」は世界最長の山脈だ。色は海底の岩石質地殻の形成年代を示し、海嶺のそばが最も若く(赤)、大陸に近づくにつれ徐々に古くなっている。

## 海底の年代

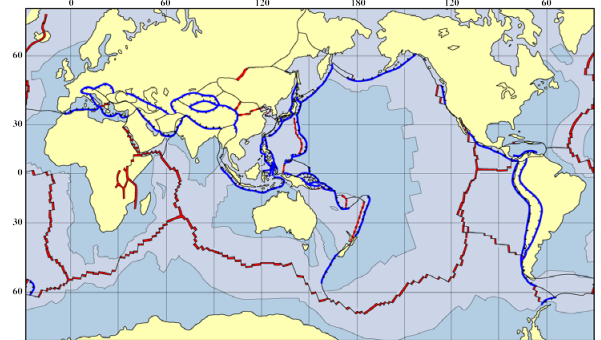


## 大陸地殻の年齢



## プレートテクトニクス

地球表層部 (リソスフェア) がいくつかの硬い板 (プレート) に分かれており、それらがほとんど変形することなしに相互に水平運動 (球面上の回転) しているという考えに基づく理論。



## プレート境界(地震で決定)

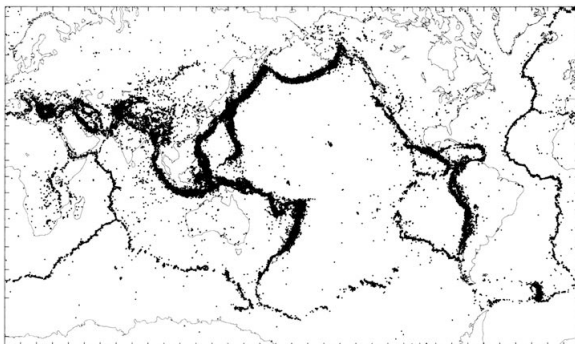
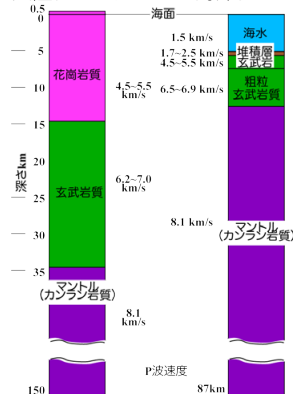


図 4.28 世界の地殻分布図 (M2-16、深さ 100 km 以下、1980-1998 年、国際地殻センター作成)

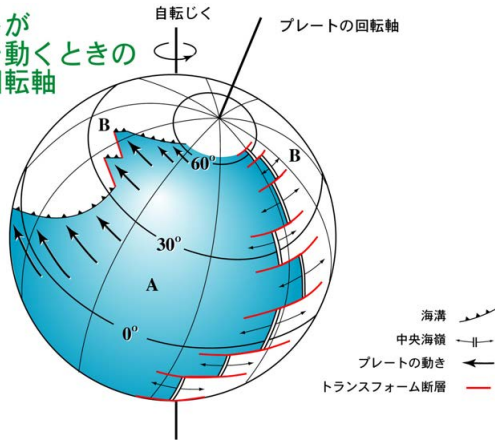
## プレート構造

大陸プレート 海洋プレート

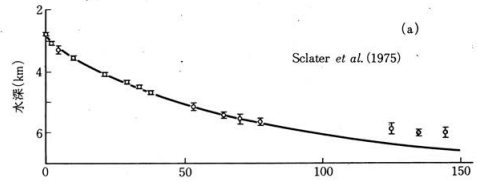




プレートが球面上を動くときの向きと回転軸



### 海の深さとプレートの年齢の相関



sea ( $h, \theta_s$ )  
リソスフェア ( $L, \theta_r$ )  
アセノスフェア ( $\theta_a$ )  
アイススタシー  
 $h-h_0 = \frac{\theta_r - \theta_s}{\theta_r - \theta_a}$   
熱伝導方程式  
 $C_v \frac{\partial T}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x} \left( -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$

Ts(プレート上面の温度)  
T(深さzの温度)  
Tm(マンツルの温度)

$\frac{T-T_m}{T_s-T_m} = \text{erfc}\left(\frac{z}{2\sqrt{kt}}\right)$   
または  
 $\frac{T-T_s}{T_m-T_s} = \text{erf}\left(\frac{z}{2\sqrt{kx/u}}\right)$

$T_s = 0^\circ\text{C}$   
 $T_m = 1320^\circ\text{C}$   
 $u$ : 拡大速度  
 $k$ : 熱伝導率

### プレート境界(3つの境界)

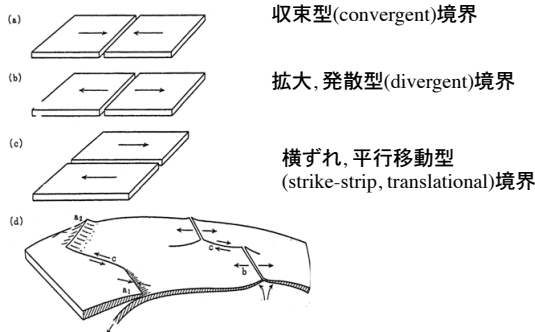
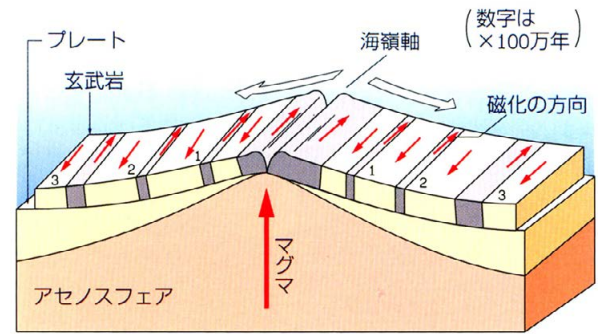


図 1.3 3種のプレート境界。二つのプレートが、(a)ぶつかり合う、(b)遠ざかる、(c)ずれちがう。

### プレート境界：3つのタイプ

#### (1) 拡大境界



### (3) 熱水について

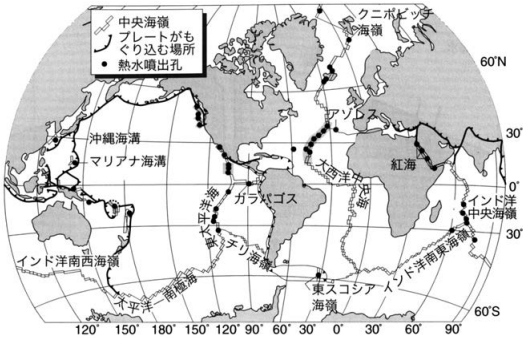
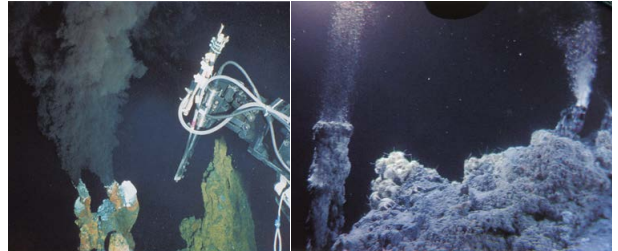


図 6.16: 中央海嶺の熱水循環が確認されている場所。Barkerら(1995)による。  
中央海嶺での熱水循環が確認されている場所  
最初に見つかった所-ガラパゴス諸島沖の海底(1976年5月)

### ②熱水噴出口(Black & White smokers)



11 ブラック・スモーカー、東太平洋海嶺南部海域、水深2000m付近。提供：JAMSTEC。12 ホワイト・スモーカー、南西諸島海域、水深約1500m付近。提供：JAMSTEC。

**Black smoker (東太平洋海嶺)**

**White smoker (南西諸島海域)**

Black smoker: 鉄分が主体で硫酸を含んだ熱い(250℃を超え400℃ほど)液体で、チムニーから噴きだした熱水は透明だが、周囲の海水で冷やされて金属硫化物が噴出し、黒い煙になる。最高温度はゴルダ海嶺のBlack smoker(356℃~400℃)。White smoker: 一般にBlack smokerより規模が小さく、流量も少なくよりゆっくり放出。また、水温もやや低く250℃以下。流体の中には、Ba, Ca, Siの化合物を含む白い煙を吐き出す。

### 熱水系での生命活動

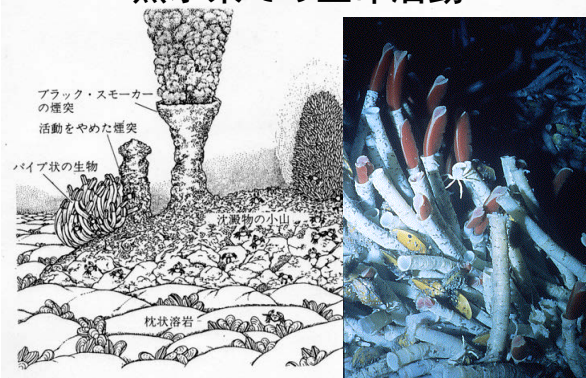
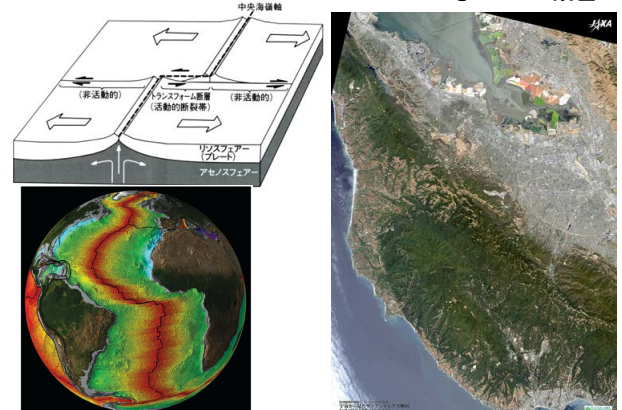


図 6.5 海嶺頂上部での光景(Macdonald and Luyendyk, 1981).

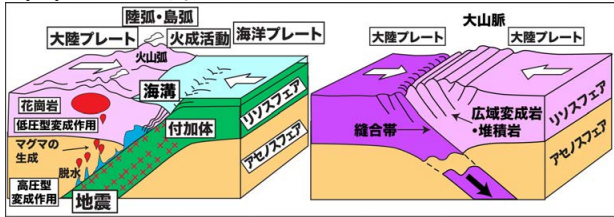
### (2) 横ずれの境界 トランスフォーム断層





# プレート境界：3つのタイプ

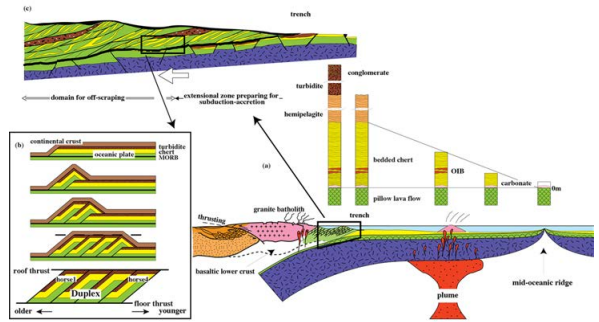
## (3) 収束境界



**造山作用**

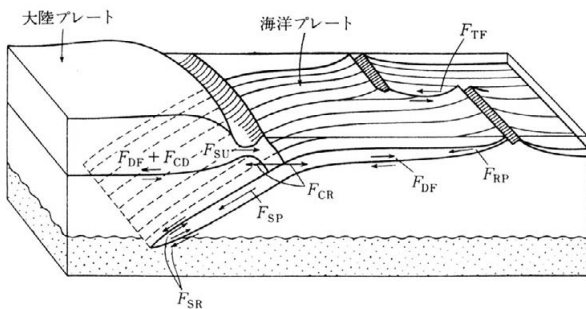
**火成活動：特に花崗岩の生成**  
**地震活動：変形運動**  
**変成作用**  
**付加体の形成**

# 付加体と海洋プレート層序



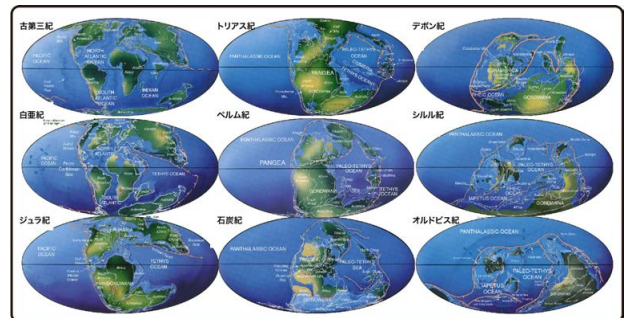
Komiya et al. Fig. 10

# プレートテクトニクスと原動力

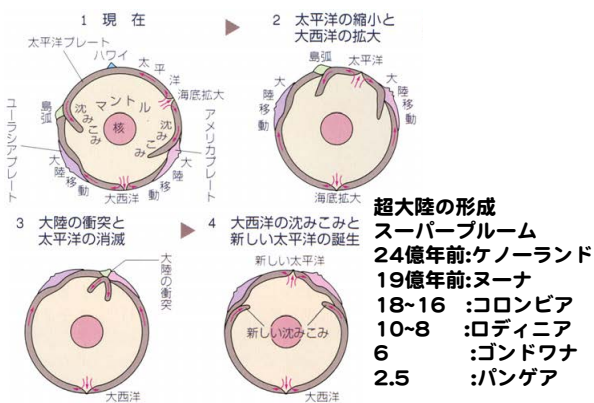


$F(SP)$ : slab pull, スラブ引っ張り力  
 $F(RP)$ : ridge push

# 大陸移動



# プレート運動とウィルソンサイクル



# 火山活動の分布

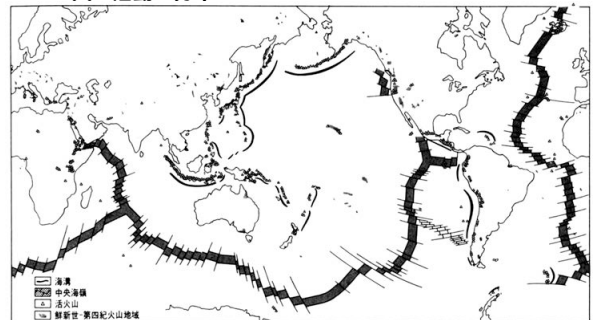
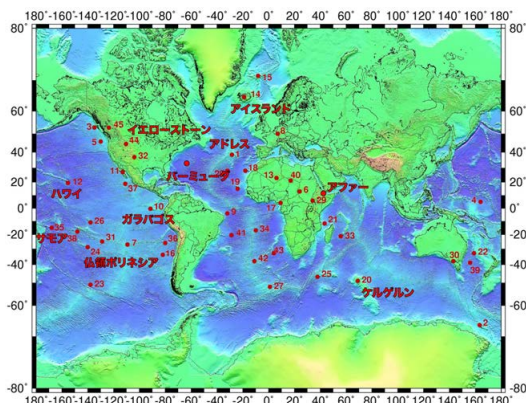


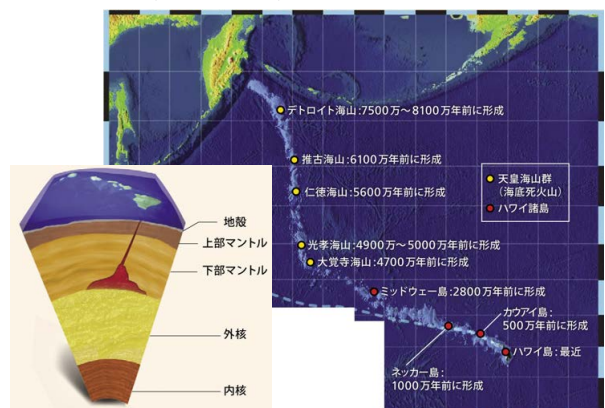
図 1.1 世界の火山分布 [IAVCEI, 世界の活火山カタログ]

**中央海嶺、沈み込み帯、ホットスポット**

# ホットスポット

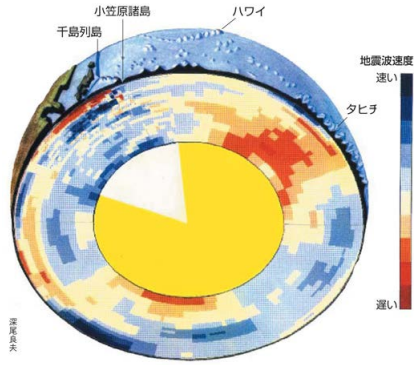


# ホットスポットとプレート運動



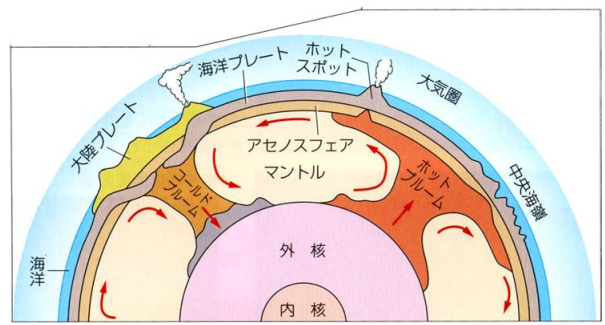
### 地球内部の微細構造

### 地球断面とブルームテクトニクス

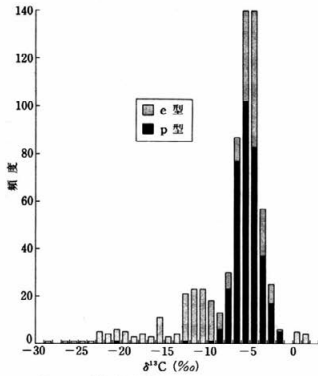


### プレートテクトニクスとブルームテクトニクス

### 地球断面とブルームテクトニクス



### ダイヤモンドの炭素同位体 (-6 or -5.5‰)



① エクロジャイト (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)?



### 巨大火成岩区と生物絶滅

