

地学概論 A

第4回

第4ターム 火・金曜日4限 (14:45~16:15)
担当
渡部直喜

1

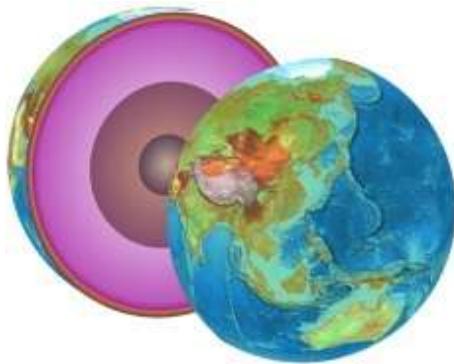
第4回 12月16日 (火)

I. 地球という惑星の特徴

1. 地球の形と大きさ、地球の構造と組成
2. 地球をつくる岩石と鉱物
3. 地震・火山・プレートテクトニクス

2

I. 地球という惑星の特徴 3. 地震・火山・プレートテクトニクス



3

副読本の「第3章 地震・火山・プレートテクトニクス」を講義の復習に役立ててください。
とくに今週は、99~117頁。



杵島正洋ほか著
「新しい高校地学の教科書」
講談社ブルーバックス
2006年

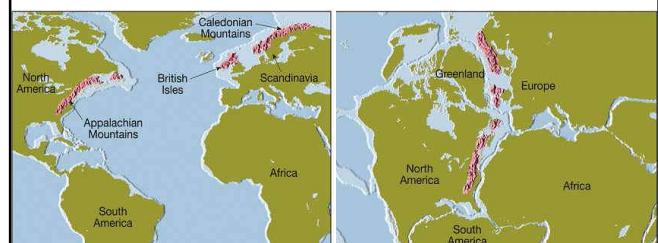
4

3-1 ウェグナーの大陸移動説

- ・ウェグナー (Alfred Wegener、ドイツ、1880年～1930年) によって1912年に提唱された。
- ・大西洋の両岸の形状が、パズルのように良く合うことに着目。
- ・さらに形状だけでなく、大西洋両岸の対応する部分の地質や化石に、多くの共通点があることを見出し、大陸移動の復元を試みた。
- ・しかし、大陸が移動するための原動力を地球物理学的に説明することが当時の科学のレベルでは不可能であった。
- ・第2次世界大戦後の海洋科学の進歩、さらには1950年代から始まった超高感度磁力計を用いた古地磁気学の発展により、大陸移動説は海洋底拡大説として復活する。

大陸移動説の根拠

ウェグナーが根拠としてあげた地質構造のつながり



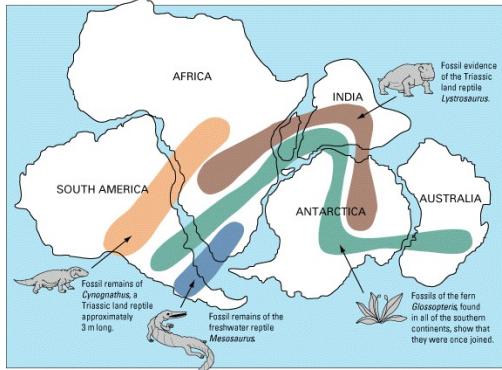
一見するとバラバラの
古い山脈

大陸をつなげると一つの
山脈になる

5

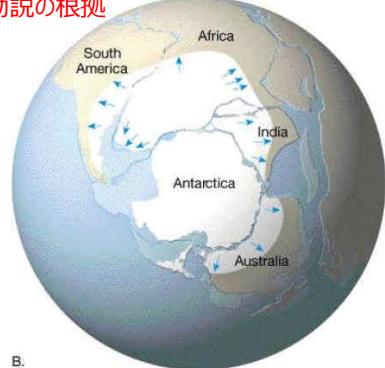
6

大陸移動説の根拠



ウェグナーが証拠としてあげた古生物（化石）の分布。
大陸をつなげると分布が連続する。

大陸移動説の根拠

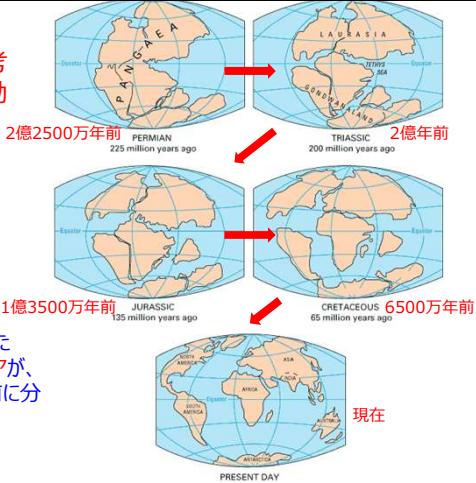


約2億5000万年前の氷河の分布と氷河の流れた方向。
大陸の配置が上の図のようだとすればうまく説明できる。

7

8

ウェグナーの考えた大陸移動

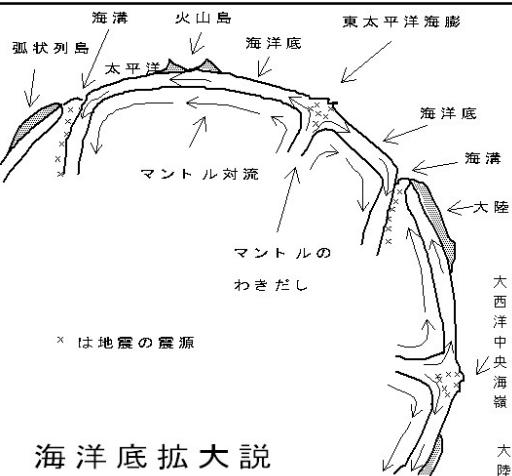


9

3-2 大陸移動説からプレートテクトニクスへ

- 1950年代の海底地形調査や古地磁気の調査などの結果、忘れ去られていた大陸移動説が復活する。
- ヘス (Harry H. Hess, アメリカ, 1906年～1969年) やディーツ (Robert S. Dietz, アメリカ, 1914年～1995年) などによる海洋底拡大説である。
- ヘスは1962年に海洋底拡大説を提唱する。
- 海洋底拡大説とは、中央海嶺でマントル対流がわきあがり、そこで新しい海洋底が形成され、その新しくできた海洋底はマントル対流に乗って海嶺の両側に移動していく、マントル対流が沈み込むところで海洋底も消滅するというものである。

10

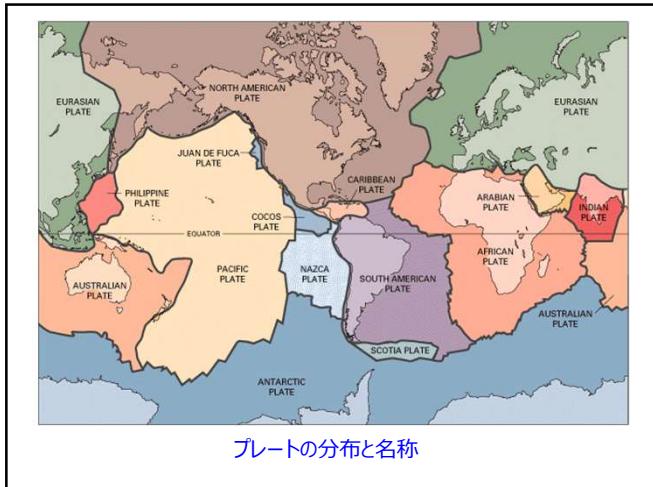


11

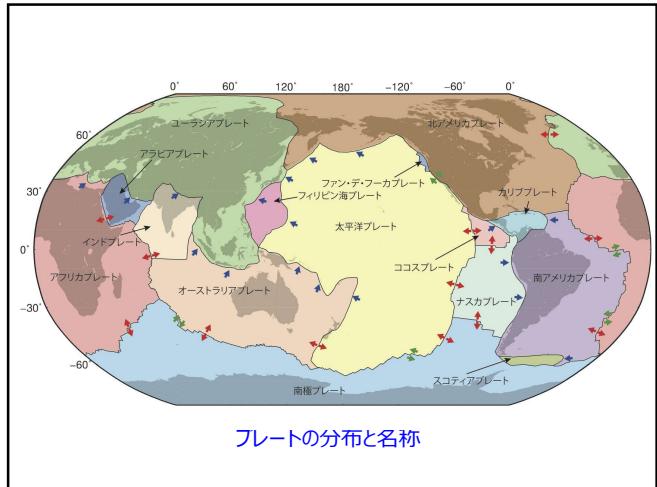
大陸移動説からプレートテクトニクスへ

- 1965年になると、 wilson (John T. Wilson, カナダ, 1908年～1993年) はトランスフォーム断層という概念を提唱した。
- 1967年ごろからは、複数の地球物理学者により、プレートという概念が提出され、今日のプレートテクトニクスにつながっていく。
- プレートテクトニクスによれば、プレート同士の相互作用が、地震や火山という現象、大陸の分裂・移動・衝突、さらには巨大山脈の形成（造山運動）といった現象を引き起こしている。
- 地球の表面は十数枚の硬いプレートに覆われている。
- プレートは相互に移動していて、地震や火山などの活動はそのプレートの境界で起こる。

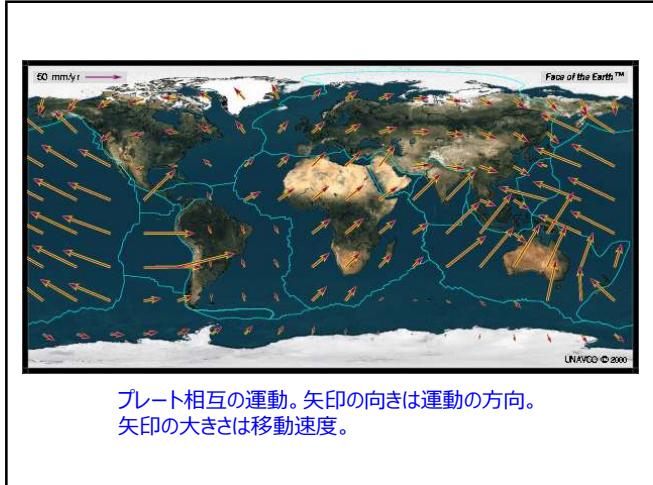
12



13



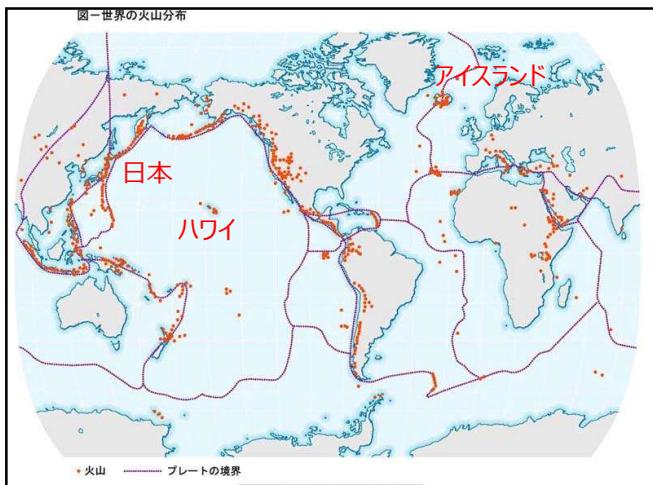
14



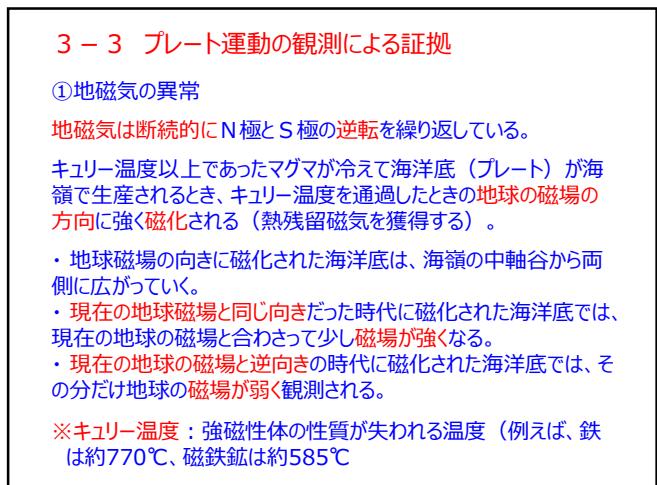
15



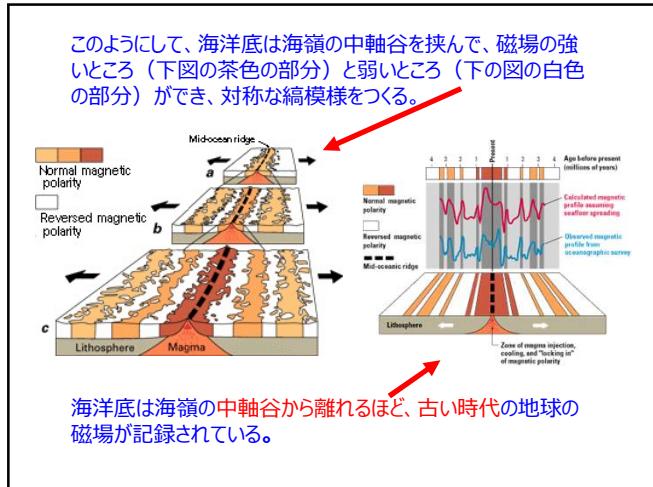
16



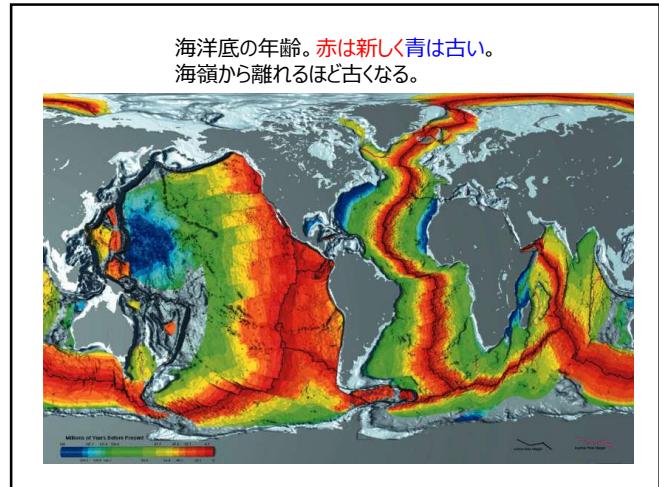
17



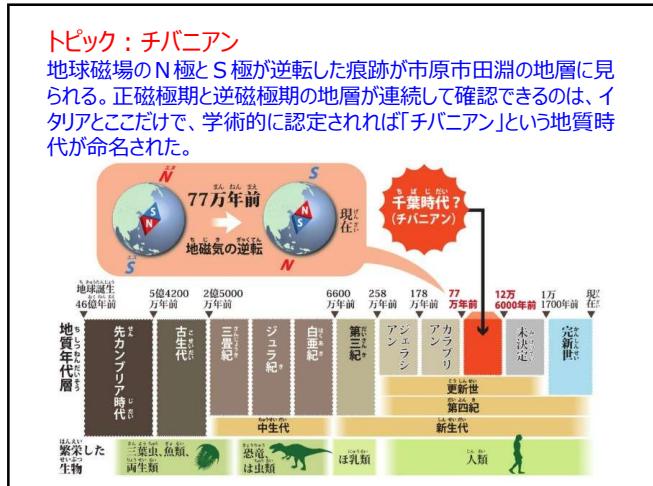
18



19



20



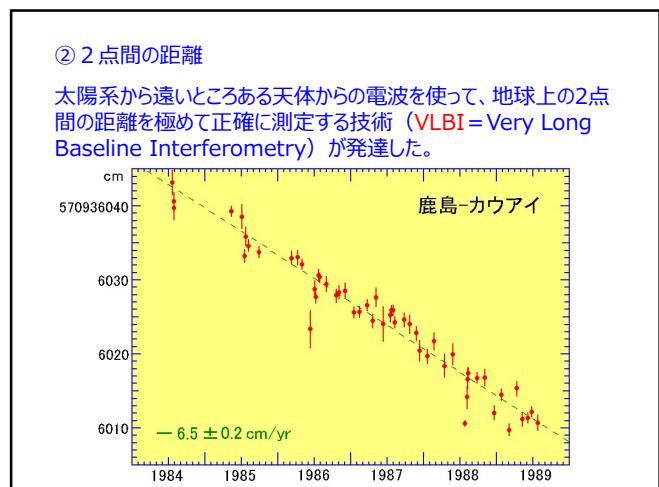
21



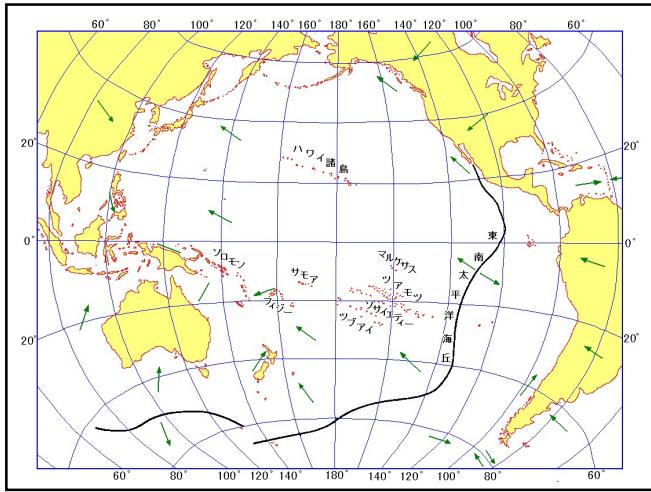
22



23



24



25

3-4 プレートの境界

プレートの境界のタイプには以下の3種類がある。

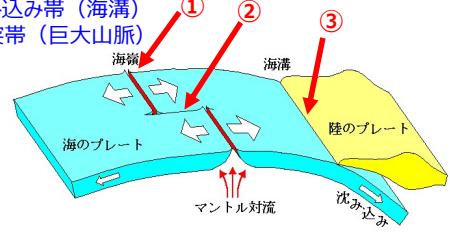
①離れる（発散する）境界（海嶺と地溝帯）

②すれ違う境界（トランスフォーム断層）

③閉じる（収束する）境界

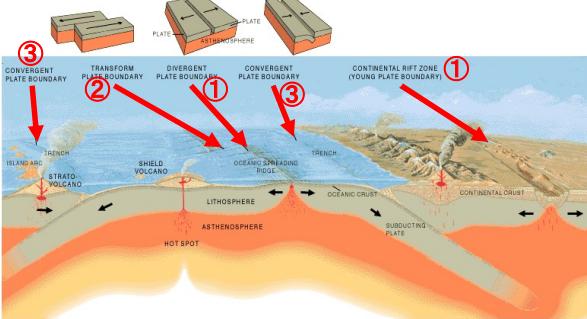
(1) 沈み込み帯（海溝）

(2) 衝突帯（巨大山脈）



26

- ①離れる（発散する）境界（海嶺と地溝帯）
- ②すれ違う境界（トランスフォーム断層）
- ③閉じる（収束する）境界
 - (1) 沈み込み帯（海溝）、(2) 衝突帯（巨大山脈）



27

①離れる（発散する）境界（海嶺と地溝帯）

2つのプレートが離れて両側に広がっていくところでは、両側に張力が働くために何段もの正断層が発達して、長い溝（地溝帯、海の海嶺では中軸谷）をつくる。

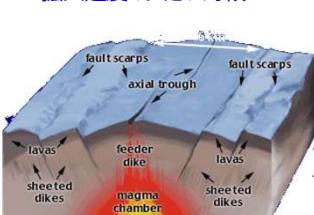
地下深部ではその空間を埋めるように下からマントル物質が湧き上がる。

上昇してきたマントル物質は、圧力が下がるために、かんらん石が部分溶融してマグマ（玄武岩マグマ）が発生する。

海嶺と中軸谷は、深海底なので直接には見ることができないが、潜水艇の調査では、中軸谷で新鮮な玄武岩の枕状溶岩が見られることから、活発なマグマの噴出が起きている。

28

拡大速度の大きい海嶺



中軸谷も浅く、山脈の幅が広いので、海嶺というより、海膨と呼ばれることが多い。

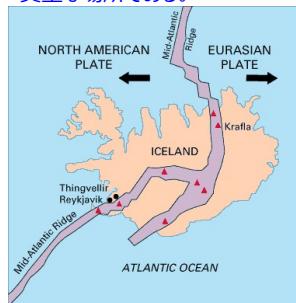
拡大速度の小さい海嶺



中軸谷がはっきりとしている。アフリカの大地球帯もこのような構造をしている。

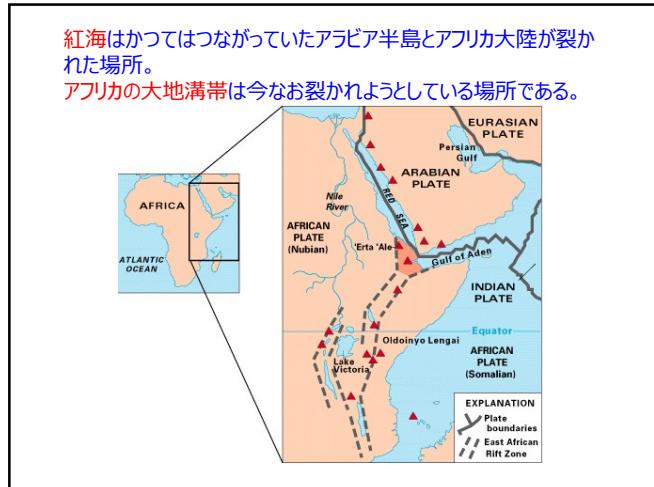
29

アイスランドは大西洋中央海嶺が海上に顔を出している貴重な場所である。

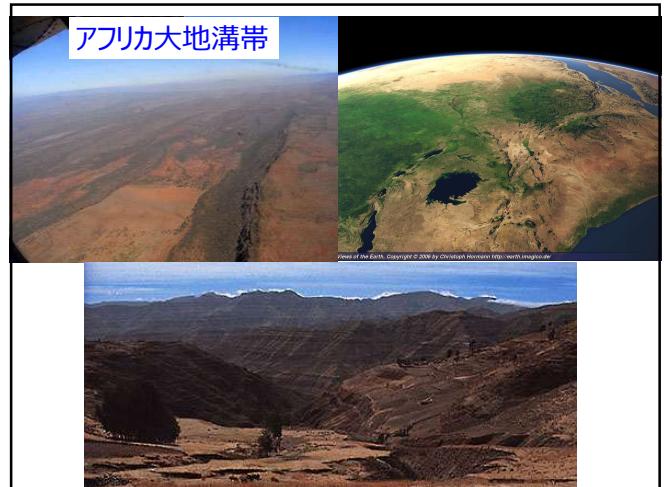


大西洋中央海嶺とアイスランド。北アメリカプレートとユーラシアプレートが両側に広がっていく。その間に裂け目（ギャオ）、あるいは火山となっている。

30



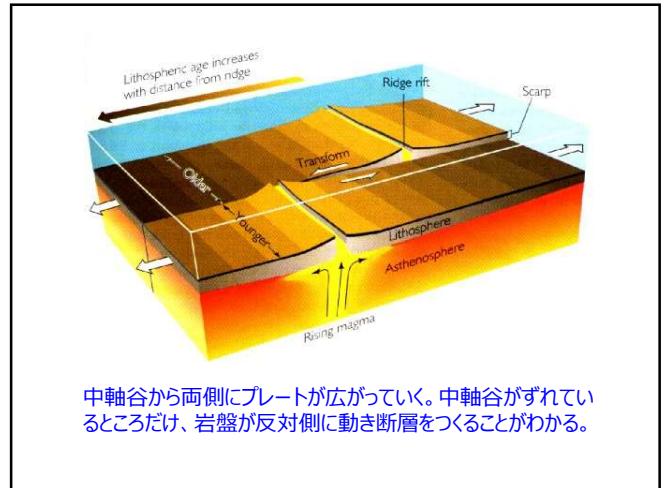
31



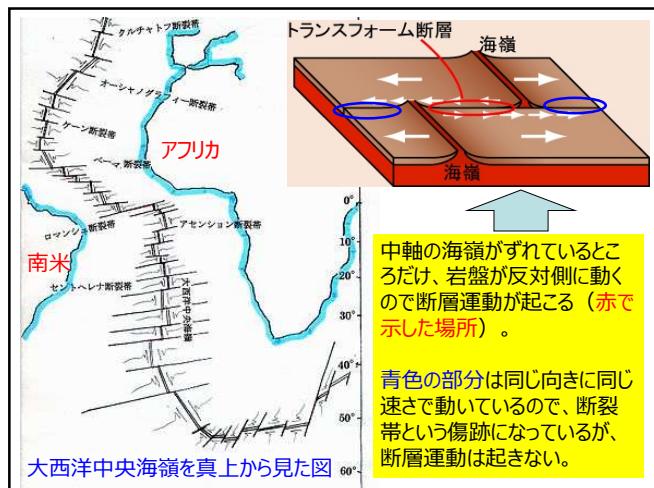
32

②すれ違う境界（トランスフォーム断層）
海嶺の中軸谷はところどころで食い違っている。
中軸谷から両側に新しくできたプレートは広がっていく。
中軸谷のずれが発見された当時は、そのずれは横ずれ断層の結果生じたと考えられた。
カナダの地球物理学者 wilson は、中軸谷はプレートが両側に広がっていくところだとすると、中軸谷がずれているところだけ断層運動が生じ、そのずれの動きは中軸谷のずれを生じさせる横ずれ断層の動きと逆であるとした。
wilson はこうした断層をトランスフォーム断層と名付けた。

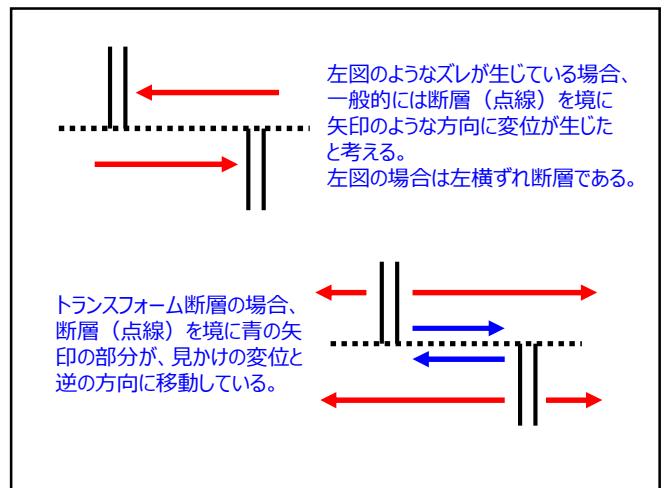
33



34

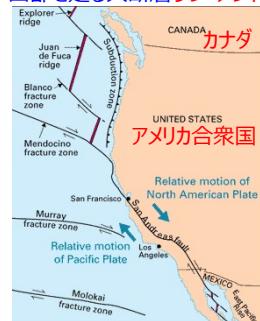


35



36

このトランスフォーム断層が陸上で見られるのが、アメリカの西部を走る大断層サン・アンドreas断層である。



陸上で見える部分は右ずれ断層。数百km以上の食い違いがある。

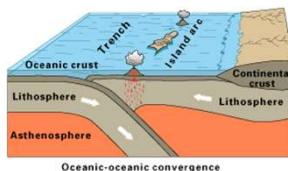


年間10cm程度動いているため、補修を繰り返しても道路がずれていく。

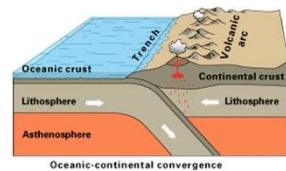
③閉じる（収束する）境界 (1) 沈み込み帯（海溝）

日本列島のような島弧（弧状列島）では、密度の大きい海洋プレートが、密度の小さい大陸プレートの下に沈み込んでいる。

プレートが沈み込んでいる場所では、深い溝のような海溝ができる。



日本列島のような島弧でのプレートの沈み込み



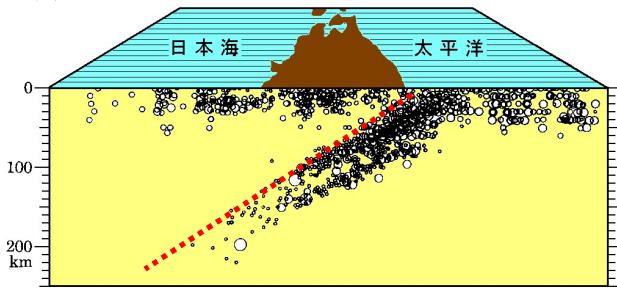
南米チリのように島弧をつくらないプレートの沈み込み

37

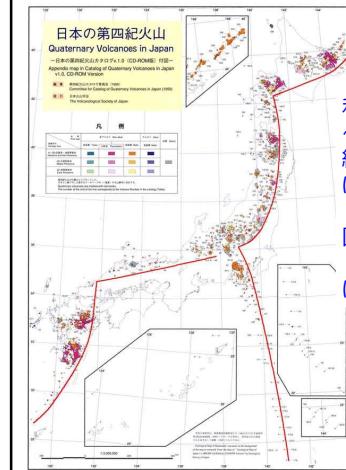
38

プレートが沈み込んでいる面に沿って起こる深発地震の震源も海溝から大陸側に斜めに深くなっている（和達ーベニオフ帯）。

和達ーベニオフ帯の深さが110km～130km程度ところで、マグマが発生しやすくなっている。



39



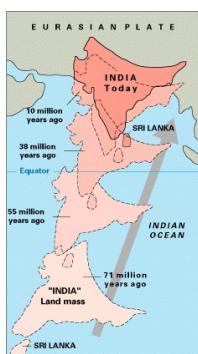
和達ーベニオフ帯の深さ110km～130km程度を地表に描いた線が「火山フロント（火山前線）」に対応する。

図からもわかるとおり、火山フロント（火山前線）よりも太平洋側には火山が存在しない。

40

③閉じる（収束する）境界 (2) 衝突帯（巨大山脈）

衝突しているプレートの密度が両方とも小さいと沈み込めずに衝突する。

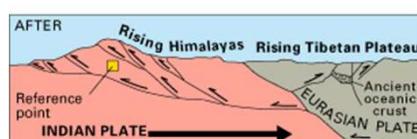
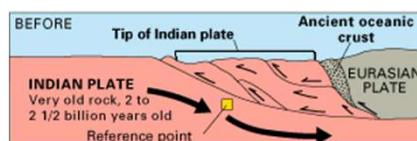


インドははるか南方にあったが、印度洋プレートに乗ってユーラシアプレートと衝突した。

そのため、その間の海で堆積した分厚い堆積物がついた地層は、激しい地殻変動を行い隆起して現在のヒマラヤ山脈～チベット高原をつくりた。

実際にヒマラヤ山脈の地層からは、海の生物の化石が採取されている。

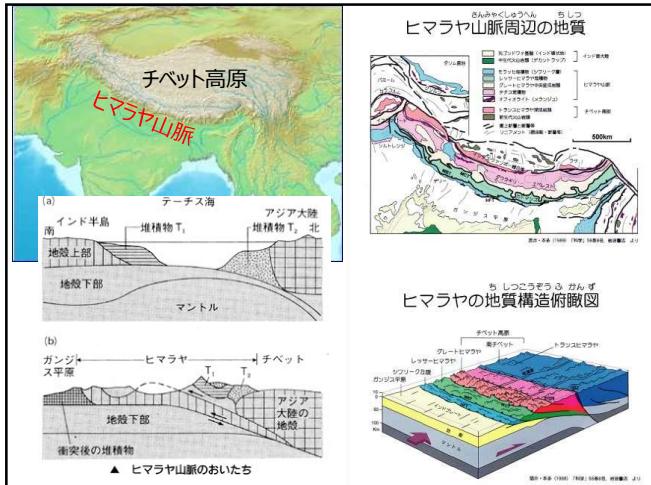
南（図では左）からやってきたインド亜大陸がユーラシアと衝突。



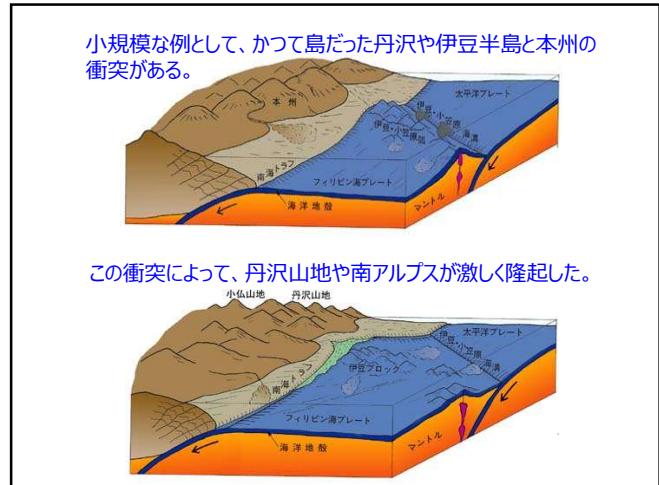
地殻はふつうの場所の2倍である約70kmの厚さになっている。

41

42



43



44

3 – 5 プレート運動の原動力

有力な説として、沈み込むプレートがその重さで残りの部分を引っ張っているという説がある。

一部がテーブルから垂れたテーブルクロスが、自分の重さで残りを引っ張って全部がずり落ちてしまいイメージから、テーブルクロス説という。

プレートが沈み込むところは海溝であり、また、両側から引っ張られてできた裂け目を埋めるようにマントル物質が湧き上がってくるところが海嶺である。

海嶺で生産された新しくプレートは温度が高く密度が小さい。

しかし、中軸谷の両側に広がって離れていくうちに温度も下がり密度が高くなる。

45

なぜプレート（リソスフェア）はアセノスフェアに沈み込むのか？

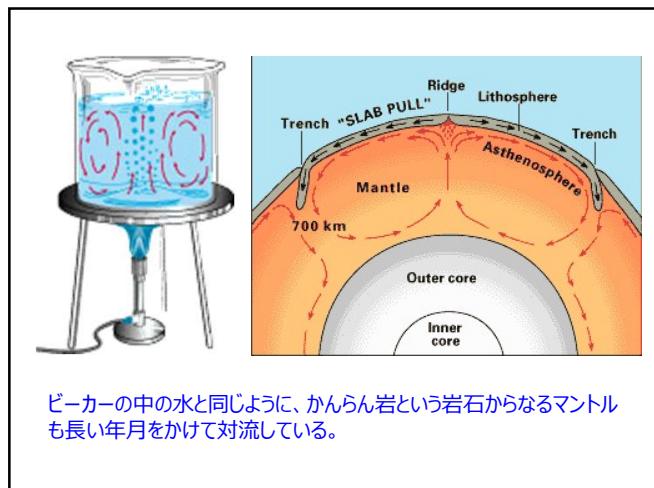
これは冷えたプレート（リソスフェア）の密度はアセノスフェアより大きくなるためである。

つまり温度差から密度の差が生じ、その密度の差がプレートの運動を引き起す。

リソスフェアやアセノスフェア（あるいは地殻やマントル）を構成している岩石も、長い年月のうちに液体のように対流すると考えられている。

マントル対流

46



47

講義のまとめとして、各自で YouTube の動画（下記のURL）を必ず視聴してください。

プレートテクトニクスの基礎1：海洋リソスフェアの生成と破壊
<https://www.youtube.com/watch?v=zfrz--4dwGc>

海洋研究開発機構（JAMSTEC）によるテキサス大学制作「Plate Tectonic Basics 1: Creation and Destruction of Oceanic Lithosphere」の日本語版です。

プレートテクトニクスの最も重要な2つのプロセス、拡大海嶺で起こる「プレートの生成」と沈み込み帯で起こる「プレートの破壊」について、詳細なアニメーションで説明されています。

48