
ゆるふわ文三男子 & 女子が 関西弁と理系イカ東共の 触手から逃れるためのシケプリ

2012SUMMER VER:1.01

BY:文三 18 組のももいろトロツキーズ

SPECIALTHANKS:文一・二の先賢の方々

① 21 世紀に惑星地球を学ぶ意味

俺ら出てない奴。この内容喋ったか分からん。

『飢餓の世紀（原題 FULL HOUSE）』（レスター・R・ブラウン）

- ・ 世界人口は 2008 年現在約 67 億人。2050 年には 90 億人に達すると予測される。
 - ・ アフリカなどの発展途上国では、出生率が高い:ニジェール(出生率8人)、ソマリア(7人)、アンゴラ、ギニアビサウ、ウガンダ、イエメン、マリ、アフガニスタン、ブルンジ、リベリア)
- ・ その一方で、穀物生産は頭打ち。(化学肥料の限界)
 - ・ 一人当たりで見れば減少傾向。穀物在庫率も低下している
 - ・ [消費量 - 収穫量]は赤字に→備蓄は低下傾向…
世界最大の人口をもち、食糧輸出国であった中国は、ついに農作物輸入国へ転落

- ・ 人類の歴史は 670 万年前に始まる(サヘラントロプス)
 - ・ いつから増えた？どこまで増える？
 - ・ 人類は従属栄養生物であり、植物等のように自分で有機物を作る独立栄養生物ではない
- ・ 地球における人類の適正人口は？
 - ・ 旧石器時代の人口が 500 万人であったことを考えると、自然における適正人口は 500 万人(現在の 1000 分の 1)
 - ・ 生存可能領域、食物連鎖、地球の表面積と光合成可能域／時間

→人類の増え過ぎによって、エネルギー問題、食糧問題、環境問題などのすべての社会問題は発生している。

人間の三大反則

- 1) 農 業 →食糧の増加
 - 2) テクノロジー →生活領域の増大
 - 3) 医 学 →死亡率の低下
- ・ 20 世紀に至るまで、人類の歴史は「飢餓の歴史」

地球型生命

- 1) DNA を介した遺伝情報の伝達方法を共有
 - 2) 液体の水の存在が前提
- ・ 地球:40 億歳。表層平均気温 15~20℃(水が液体として存在し得る温度であり、その中でも低め)。
大気組成(窒素8割、酸素2割)。水の存在量。固体地球の進化
 - ・ 地球と生命⇒量的には圧倒的な差(影響は常に「地球から生命へ」)
 - ・ 地球温暖化と異常気象の問題⇒ウソ
 - ・ 17 世紀:テムズ川凍結の寒冷化→2030 年に同様の寒冷化！？

- ・ 二酸化炭素の増加は、気温の上昇によって引き起こされている(二酸化炭素が増加→温度上昇ではない!!)
- ・ 現在は間氷期であり、明日氷河期になっても不思議ではない
(間氷期と氷河期の周期は大きなもので 10 万年周期)

② 地球温暖化問題の真相

〈内容〉地球温暖化の原因は二酸化炭素の増加ではなく、宇宙線によるものかも。
また、温暖化よりも寒冷化こそ恐れるべき。

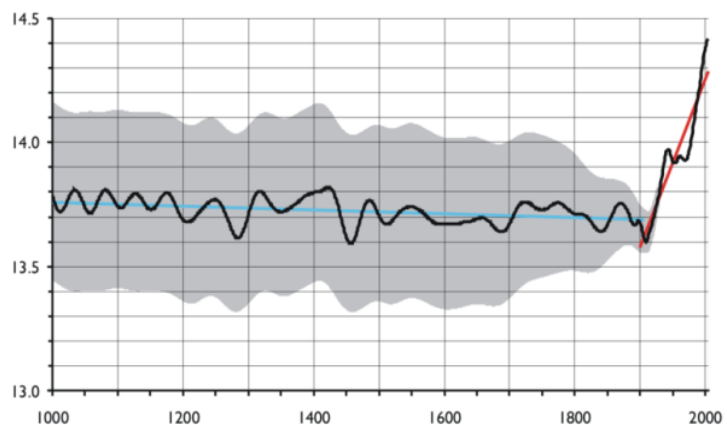
一般に言われる温暖化について (IPCC やアル・ゴアなどの立場)

(1) 温暖化によるマイナス面

- ① 海面上昇・水没
- ② 砂漠化
- ③ 異常気象
- ④ 農作被害
- ⑤ 生物多様性の減少

(2) 「人為起源 CO₂ 説」の根拠(←IPCC(気候変動に関する政府間パネル)の主張)

- ① 温度自体が高い
- ② 急激な温度上昇(ホッケースティック曲線)



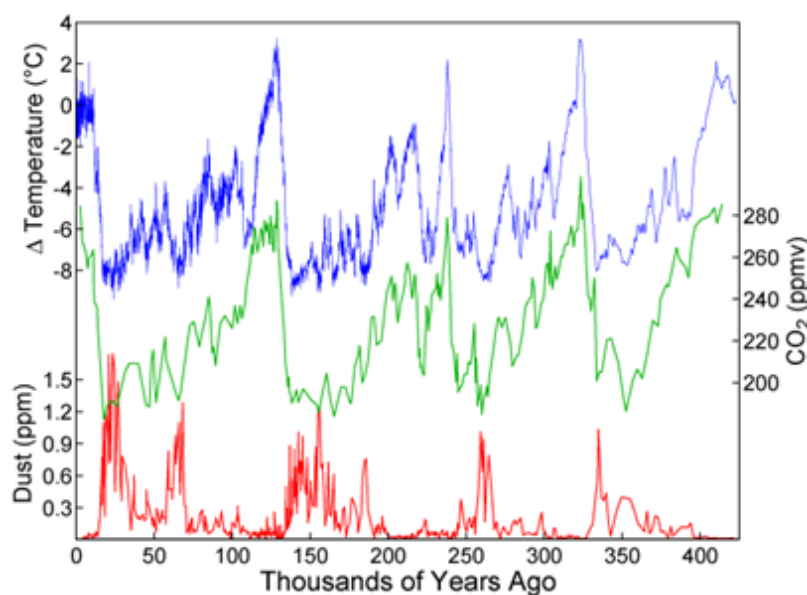
- ③ 人為起源の CO₂ が説明に不可欠

(3) 「人為起源 CO₂ 説」のおかしなところ

① 〈CO₂: 多 ⇒ 温度: 高〉としているところ

実際は、〈温度: 高 ⇒ CO₂: 多〉となるはず。CO₂ の飽和度は海水の温度によりコントロールされる。(常温で放置したコーラのイメージ)

③ 雲の量を、大きな変化はなく一定なものとして計算しているところ。



宇宙気象学 COSMOCLIMATOLOGY : まったく異なる視点・論点からの温暖化の説明

(1) 宇宙線が地球に来ることを原因とする

- ① 宇宙線とは超新星爆発などによって生じた放射線のことで、地球上にも絶えず降り注いでいる。しかし、太陽と地球が作り出す磁場がバリアの役割を果たし、直接地上に降り注ぐのを防いでいる。
- ② 宇宙線は大気にぶつかり大気分子がイオン化する。そしてそれらを中心(核)として雲ができる。そして雲が多ければ地上に届く日光の量が減るので当然寒くなる。

(2) この説の根拠

- ① 宇宙線の量のグラフと大気中の低い部分の雲の量のグラフに相関関係がみられたこと

※ちなみに、雲のでき方についてはまだ完全には明らかにされてはおらず、
IPCC は雲の量については一定として考えている。

- ② この説だと IPCC などとは違い産業革命以前の気温の変化についても説明できる

寒冷化

- (1) 地球は氷河期と間氷期を繰り返す

・次は氷河期(より正確には小氷河期)が来るだろう

- (2) 寒冷化によって起きること

- ① 凶作・食糧不足
- ② 民族の移動
- ③ 戦争・疫病大流行
- ④ 人口減少・安定平衡

※温暖化よりも寒冷化の方がずっと恐ろしい cf.中国の王朝交代

気候の変動が政治的にも大きく影響を与える。中でもアジアは「世界の火薬庫」と呼ばれ、その影響は特に大きいものになるだろう。

- (3) 文明の画期と環境変動

…歴史から次の変化(寒冷化)を予測してみる

- ① 宇宙線はどのくらい地球に降り注ぐのか？宇宙線の量を決める2つの要因(超新星爆発と太陽・地球の磁場)から考える

・超新星爆発について(これが多いほど、宇宙線も多い)

- a) 太陽系と腕のリズム

地球が所属している銀河系のかたちは渦上であり、またその中心かららせん状にいくつもの腕が伸びている。この腕の位置には多くの恒星が存

在しているので、そこでは自然と超新星爆発の数も多くなる。そのため、この腕を出たり入ったりするリズムがあるのではないかと考えられる。

b) 銀河の接近・衝突のリズム

上の a よりも長期のリズムとして考えられるのが、銀河同士の接近である。そしてその中で衝突した場合、超新星爆発も多くなる。(23 億年前と 7 億年前、赤道まで凍るほどの氷河期もあった)

・太陽・地球の磁場(これが弱いほど、宇宙線は多い)

この磁場は太陽の活動が活発な時ほど強くなる。

太陽の活動、磁場の強さをどう調べるかといえば、望遠鏡発達以降は太陽黒点の数(多いほど太陽が活発)、それよりも前はオーロラの記録(多いほど磁場が弱い)を用いる。そしてこれらの観察・推定の結果から、太陽の活動には周期性があることがわかる。

この太陽の活動周期と過去の気温変化を比較すると、ぴったり一致する。

2020 年問題

(1)これからの世界について

1970 年 有識者が集まって今後の世界について議論した(ローマクラブ)。

→「2020 年問題」…地球の食糧状態はパニックになるだろう

・ローマクラブの提唱から 30 年が経っているが、グラフの予想は当たっている。

・ローマクラブが予測したとき、気候変動はないことを前提にしている

= 氷河期が起これば、凶作になり状況はさらに悪くなる。

→2035 年、小氷河期が起こるのではないかな？

・温度が上がっていたのに、だんだん平らになり、2008 年は下降した

・太陽黒点の数が減っている

・バグダードで 50 年ぶりの雪

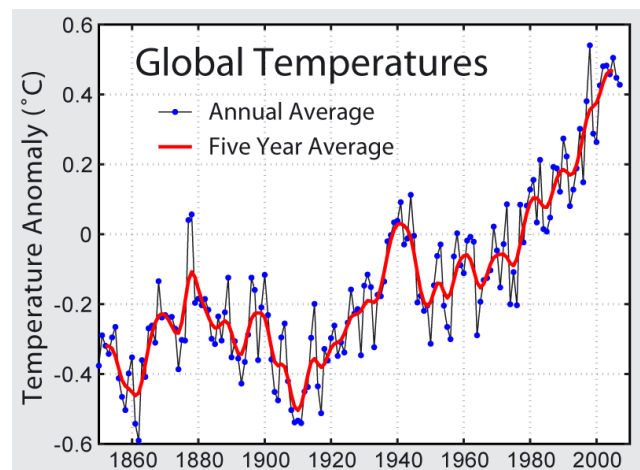
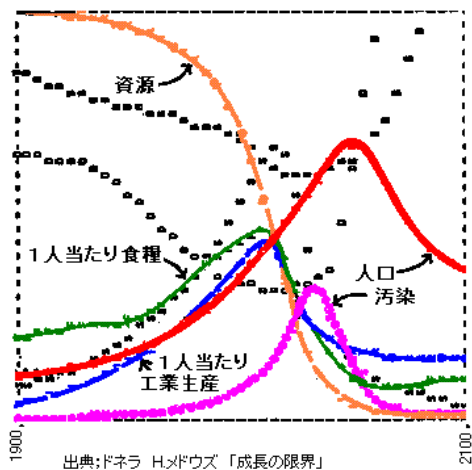
(2)寒冷化が始まれば？

- 日本は世界最大の食糧輸入国
- 石油高騰による物価インフレ
- 中国・インドが食糧輸出国から輸入国へ
- ローマクラブのシナリオが当たる
- 国際的な人口移動

20C は新大陸へ人口が移動して、人口構成が再構築、なんとか乗り切った

21C は中央アジアを中心に再構築されるのではないかな？

「成長の限界」世界モデルの標準計算



③ 惑星としての地球

太陽系と銀河系

太陽系の位置

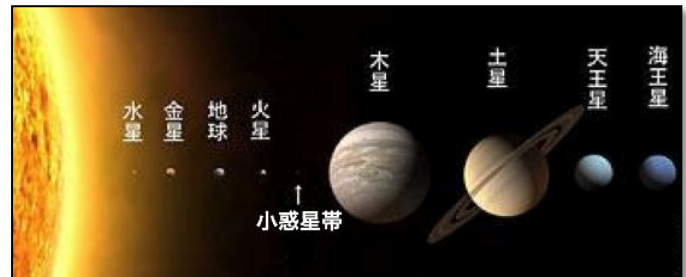
- ・ 太陽系は銀河系のはずれに位置
 - ・ 銀河系の中心(バルジ Bulge)から約3万光年
- ・ 太陽系は銀河系を約2億年周期で一周
 - ・ 46 億年生きている地球は 23 周していることになる

※ 銀河系:渦巻き銀河の一種。太陽系を含む銀河。
(銀河系には太陽系みたいなやつがいっぱい存在)



太陽系の構成

- ・ 太陽(恒星)…太陽系の質量の 99%を占める
- ・ 地球型惑星…水星・金星・地球・火星
→半径小・密度高
 - ・ 地球型惑星はほぼ同距離をおいて並んでいる
- ・ 木星型惑星…木星・土星・天王星・海王星
→半径大・密度低(大部分はガス)
- ・ 小惑星帯…火星と木星の間に存在



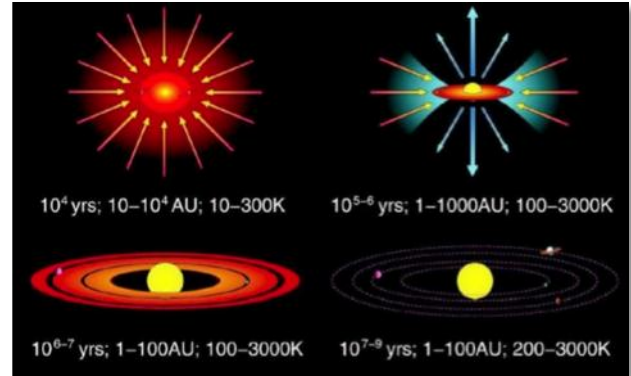
太陽系の誕生

- ・ 約 46 億年前、太陽と太陽系の惑星は同時に誕生(質量の 99%は太陽に)
 - ・ 46 億年という数字は地球に落下した始原始的な隕石の放射性年代に対応…ちなみに太陽系の寿命はあと 50 億年くらい

① 真空中に近い宇宙空間に、わずかにガスやダストなどの星間物質が集まる暗黒星雲が存在

② 星間物質の密度の濃い部分を中心に凝集

- ③ 中心に原始星ができ、周囲のダストやガスを集めて大きくなる→恒星(原始太陽)が誕生
- ④ 原始星が成長するにつれ、周辺部にはダストとガスの円盤
- ⑤ 次第にガスが分離して、数条のガスリングに
- ⑥ 気体から鉱物→石→隕石→微惑星に成長
(引力で互いに引き合いながら)
- ⑦ 微惑星同士が衝突
- ⑧ 周りのガスをひきつけながら微惑星は成長し、各々の軌道に強大な惑星が完成(微惑星が惑星になるまで1億年以内)
(その後も小さなかけらが引力によって集まってくる)



©WWW.JWST.NASA.GOV

惑星地球の形成

原始地球の誕生 ～毎日が「隕石爆撃」～

- ① 隕石同士が衝突を繰り返し微惑星に
- ② 微惑星同士が衝突を繰り返し巨大化し、地球サイズに成長
- ③ 衝突によって生じたエネルギーは熱に変換され、地球表面は高温に
- ④ 衝突してくる隕石や微惑星が含んでいた揮発成分(H_2O や CO_2)が、熱で蒸発
→原始大気の発生(高気圧、ほとんどが CO_2 と H_2O)
- ⑤ 衝突エネルギーの蓄積と、 CO_2 や H_2O のもつ強力な温室効果(約 $1500^\circ C$)によって、地球の表面はドロドロに
→マグマ・オーシャンの形成がはじまる
- ⑥ 地球全体がマグマ・オーシャンになると、対流が発生。重い金属は地球の中心へ沈み、軽い岩石(SiO_2)と分離。
→現在の地球に近い成層構造に(金属で構成された核と岩石で構成された地殻・マントルに分化)
…(地球中心(核)の金属は磁場の存在に関係している)

- ⑦ 徐々に隕石衝突がおさまり、宇宙へ熱が放出されていくにつれ、少しずつ冷えて固まってい
- ⑧ 水蒸気が凝固し、地球はじめての大雨が降る→原始海洋の誕生

大気組成と光合成

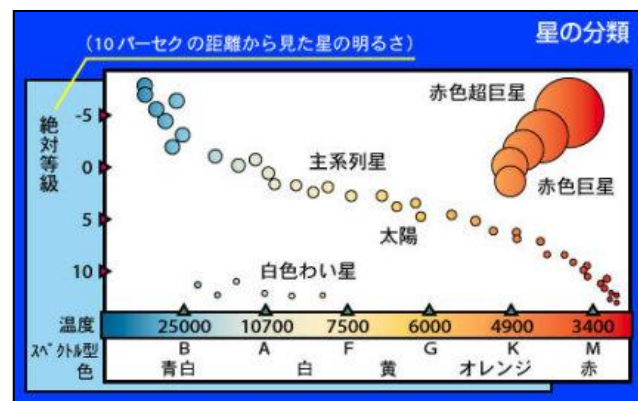
- ・ 地球は他の地球型惑星に比べて異常な組成(金星、火星では、N や O は微少であり、CO₂ が 95%超)
→光合成により、CO₂ が減少し、O₂ が増加(光合成がなければ、金星や火星と同じような組成)

・ 大気組成が変化してきたことを示すのが “Young Faint Sun Paradox “

- ・ “Young Faint Sun Paradox(暗い太陽のパラドックス)”
(Carl Sagan)

・ 星の表面温度を横軸、絶対等級を縦軸にとった図を HR(ヘルツシュプルング・ラッセル)図といい、星の進化のようすをあらわしている(右図)

・ 誕生したばかりの恒星は主系列星へ進化し、HR 図においては右下から左上へと移動(その間に徐々に明るさを増している)。その後赤色巨星→白色矮星へ



・ 太陽は主系列星であり、徐々に明るさを増しているはず

・ これら恒星進化の研究より、原始太陽は現在の光度よりも 30%程度暗かったということが判明。

・ もし地球表層の環境が現在と同じであれば、当時の地球表面は極めて寒冷で、凍り付いているはずだが、実際に原始地球が凍り付いた時代はない→<Young Faint Sun Paradox>

⇒地球の大気組成が時間的に変化(原始地球の大気には、現在に比べて温室効果ガスが多かった)、と考えれば解決する

- ・ ほとんど存在していなかった酸素が、23 億年前に急増

・ ウランは酸化すると水に溶けてしまうが、23 億年前までは地層に残っていることや、

23 億年前以降の土壌には酸化鉄が存在し赤土土壌が出現していることから、酸素割合が急上昇したことがわかる

惑星地球の構造

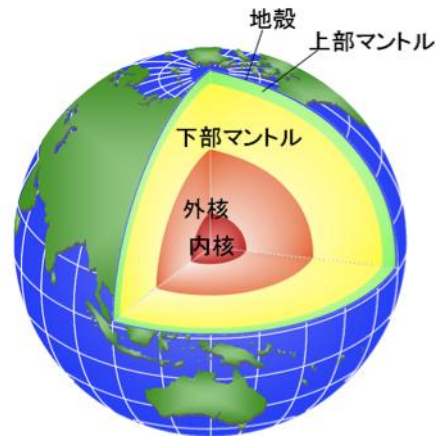
- ・ 地球の内部は地震波によって判明
(旧ユーゴスラビアの地震学者モホロビッチによって発見)

地球地下の層構造

カチカチの岩石がほとんどであり、マグマはまれな存在

- ・ 地殻: 軽い岩石
- ・ マントル: 重い岩石(大部分固体だが、一部溶解)
- ・ 外核(outer core): 液体、対流が発生(磁場発生の原因)
- ・ 内核(inner core): 固体

※地殻とマントルの境界: モホ面(モホロビッチ不連続面)



©MINERALX.SCI.HOKUDAI.AC.JP

地球内部の熱と対流

地球は冷える方向にある

- ・ 地球内部は高温(ではあるが、マグマはない)→原始地球の内部は表面より熱い
- ・ 地球誕生時の熱と放射性元素崩壊熱は、徐々に宇宙空間へ逃げていき、最終的には枯渇していく
→いつかはカッチカチに
- ・ マントルの岩石(かんらん岩を主成分とする)は、長いスパンで見ると対流している
 - ・ 地震波トモグラフィーによる分析(地震波の伝わりを分析。マントル内部の地震波速度は温度に依存し、温度が高いと地震波速度は遅く、温度が低ければ速くなる)によって判明
 - ・ マントル内での対流運動をブルームといい、地球表層で起こる様々な地質現象(プレート運動など)がブルームの働きによって起こるとする考えをブルームテクトニクスという

他の地球型惑星との比較

金星(VENUS)

- ・ 太陽、月について明るく見える星であることから、「明けの明星」、「宵の明星」として親しまれる
 - ・ これは金星が地球よりも太陽に近い惑星であるため、太陽からあまり離れず、太陽がまだ隠れている薄暗い明け方と夕刻のみに観察できるためである
- ・ 太陽に近く高温なため、プレートテクトニクスはなく、プルームテクトニクスが存在するのみ

火星 (MARS)

- ・ 地球の 1/6 の大きさであり、とても低温
- ・ マリネリス峡谷など、あちこちに谷やクレーターが存在
- ・ 両極に氷が存在

地球は特別な存在

- ・ 金星も火星も、生まれた頃は地球と同じような状態であったが、
地球のみが、水が液体として存在できる、程よい太陽との距離と大きさを持っていた
(太陽との距離が運命を分けた)
→生物が発生し、O₂ 濃度が上昇
- ・ 月、金星、火星と異なり、地球には陸と海が存在し、陸と海のための斜面の面積が小さい
(高度分布に二つの大きなまとまりがあるのは、地球にのみ見られる特徴)
←水の影響とプレートテクトニクス(プレートテクトニクスが存在するのも、地球のみ)が原因
- ・ 惑星の進化＝冷却の歴史
 - ・ 原始地球はプルームテクトニクスが支配していたが、原始海洋が二酸化炭素を吸収したため温室効果が低下し、地球内部の熱が宇宙空間に簡単になに逃げてしまうようになった。
 - ・ 急速な温度低下によって表層の岩石が剛体化して「プレート」になり、プレートテクトニクスが機能するようになった

| | 状態 | 例 |
|------------|-----------|---|
| 成長テクトニクス | マグマ・オーシャン | 46 億年前の全ての惑星 (全惑星は、マグマ・オーシャン状態を経ている) |
| プルームテクトニクス | プレート無し | 金星、原始地球 |

| | | |
|-----------------------------------|--------|-----------------------------|
| プレートテクトニクス | 多数プレート | 地球 |
| 収縮テクトニクス (小さく、冷え固まるのが早い) | 単一プレート | 火星、水星 |
| 最終テクトニクス (非常に小さく、冷え固まるのがとても早い) | 単一プレート | 月 (月は衛星としては大きい→惑星の出来損ない) |

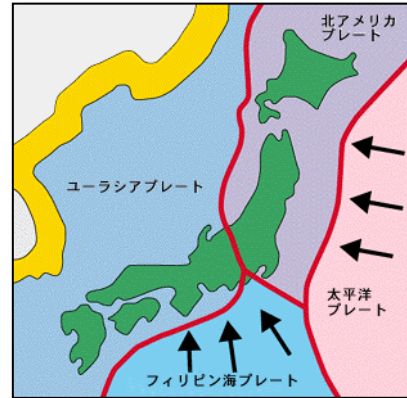
- ・ 液体としての水の存在は、適切な太陽からの距離と、適切な大きさ(によってもたらされる引力)によるもの

→ Good planets are hard to find.

④ プレートテクトニクス

プレートテクトニクス

- ・ 原始地球はブルームテクトニクスが支配していたが、表層の温度低下によって表層の岩石が剛体化して「プレート」になり、プレートテクトニクスが機能するようになった
 - ・ 地球の表面を覆う剛体としてふるまう部分をプレートと呼び(剛体とは、力を加えても変形しないもの)、海洋プレートと大陸プレートの二種類が存在
- ・ 地表では直線上の亀裂(海嶺)の上で新しいプレートが生まれ、水平方向へ移動して開溝へ到達し、そこでマントルに沈み込む



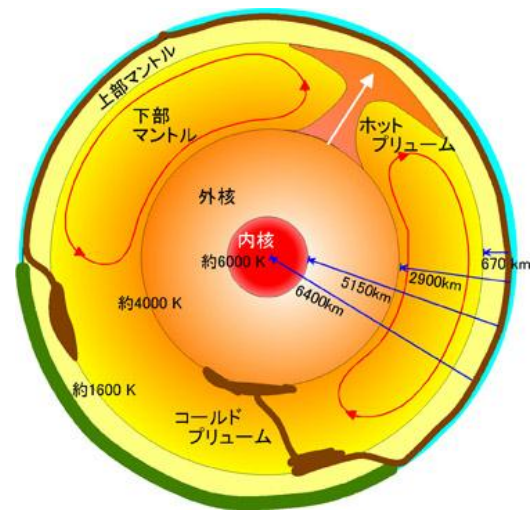
プレートテクトニクスとは

- ・ 地球の表層部は十数枚のプレートで覆われ、それぞれのプレートがほとんど変形することなく、お互いに水平方向に動いているという考え方。プレート同士は相対運動しており、その境界では地震や火山噴火のような地殻活動が起きたり日本列島のような島弧が作られたりする
- ・ 海洋プレートは大陸プレートよりも強固で密度が高いため、両者が衝突すると海洋プレートが陸上プレートの下に沈んでいく
- ・ 小さいプレートはマイクロプレートとよばれる。大きいプレートは 10 枚程
- ・ 日本近辺には、ユーラシアプレート、北米プレート、太平洋プレート、フィリピン海プレートが存在
- ・ プレートは年 2~3cm の動いている
 - ・ これは、クエーサー(周期的に光る星)を利用して観測している
 - ・ ハワイは年間 4cm、アラスカは年間 2cm 日本に近づいている

ブルームテクトニクスとプレートテクトニクス

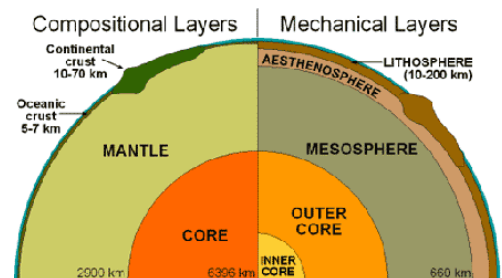
- 700km より浅いところ、つまり地殻から上部マントルは硬く、プレートテクトニクスが支配
- 700km より深いところ、つまり下部マントルでは、巨大な岩石が上下運動して対流しているブルームテクトニクスが支配
 - 2900km 以深の核は成長テクトニクスの領域らしい

(http://www.moriyama.com/netscience/Maruyama_Shigenori/Maruyama-1.html)



地球内部の構造

- 核(コア)とマントルの境界=2900km
マントルは岩石が8割(長期的には流動性をもつ)



物質による区分

(元素組成などの物質によって区分)

- 地殻(厚さは 5~30km)
- マントル
- 核

物性による区分

(硬いか柔らかいかによる区分)

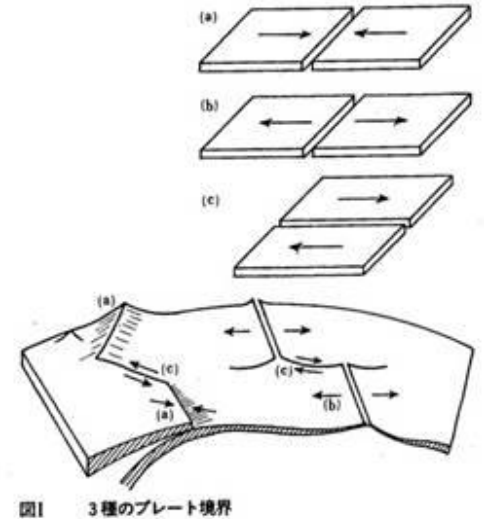
- リソスフェア lithosphere (=プレート plate)
…剛体として振る舞う部分。厚さは約 100km
=地殻+Upper Most マントル(マントル最上部)
- アセノスフェア

| | |
|------|--------------|
| 地殻 | リソスフェア(プレート) |
| マントル | 固い |
| | アセノスフェア |
| | 柔らかい |

3種のプレート境界

プレート境界は3種類

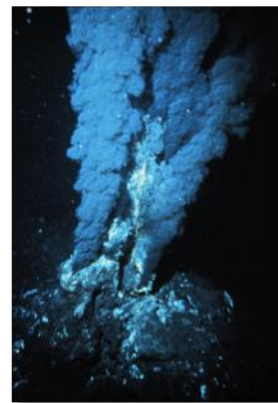
- (1) 収束型(ぶつかる)
 - (2) 発散型(離れる)
 - (3) 平行移動型(すれ違う)
- ・ 2つが組合わさるところもあるので、そう簡単に分類できるわけではない
 - ・ 各々のプレートが違う回転運動をしており、合わないところはマイクロプレートで埋め合せている。
 - ・ 海の岩石の年代を調査すると…新しい岩石は東太平洋、太平洋の中央、インド洋にみつき、それらは左右対称に広がっていることがわかった



発散するプレート境界

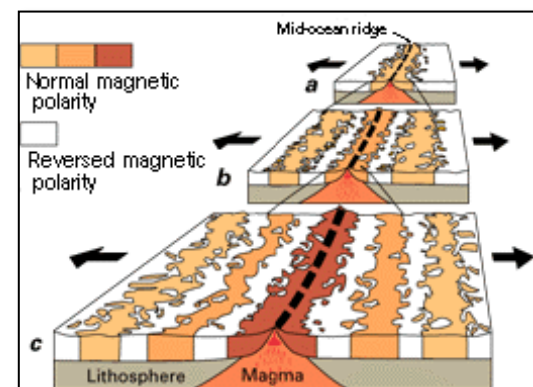
発散型境界の代表例は中央海嶺(mid-oceanic ridge)。
ほかにはアフリカの大地溝帯やアイスランドなどが知られる

- ・ 新しいプレートが生まれる場所
 - ・ 下のマグマだまりが冷えて岩石となり、上を押し出す。
そのため、海嶺山脈の頂上部分は割れており、深い谷を形成
 - ・ 非常に高温(300℃以上)の熱水が吹き出す場所(ブラック・スモーカー)
- …水圧のため蒸発はしない
- ・ 中央海嶺と地磁気縞(地磁気の縞模様)



ブラック・スモーカー

- ・ 海嶺はプレートが生産され両側に広がっている場所であるが、
海嶺周辺の地磁気を調査したところ、数万年毎に発生する地磁気の逆転現象
が海嶺の左右で全く対称に記録されており、
海嶺を中心として地殻が新しく生産されている証拠とされた
(バイン・マッシュューズのテープレコーダー仮説)

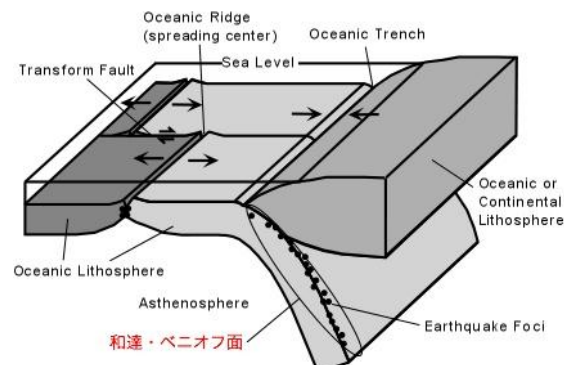


- ・ 中央海嶺周辺の岩石を調べると(右図)、海嶺と並行して磁化の方向が現在と同じ部分(着色部)、逆の部分(白)が左右に同じパターンをなして並んでいる。
- ・ アイスランド(Iceland on MOR(Mid Ocean Range 中央海嶺))
→中央海嶺が海面上にあらわれている、世界で唯一の場所(地上は氷だらけだが、地下は超高温)
- ・ ギャオ(大地の裂け目)…水平展張性応力場。アイスランド語で裂け目を意味する。中央海嶺と平行して数本の裂け目を形成している。裂け目の幅は数 10m にもなる。(基本的にアイスランドの岩石は中央海嶺上と同様のもの)
ちなみに、ギャオの岩壁では声が良く反響するため、ここで世界初の民主議会が開かれた

収束するプレート境界

代表例は海溝(環太平洋地域)

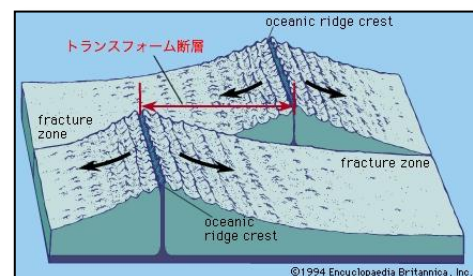
- ・ 地震多発(M4,5 以上の地震が集中)
 - ・ 地震＝地殻岩石の破壊が波として伝搬する現象。太平洋側に多い
 - ・ 大陸プレートの下では、海洋プレートが沈み込んでいるため、大陸プレートも海洋プレートに引っ張られてゆがんでしまい、その部分がバネのように弾性力を蓄える。やがてある限界に達すると、大陸プレートが跳ね返る。このときの揺れが地震となる
- ・ 震源は「和達＝ベニオフ面」に集中
 - ・ 和達＝ベニオフ面…水平圧縮応力場。プレートの沈み込み帯にある活発な地震の震源の領域。和達清夫とヒューゴ・ベニオフがそれぞれ独立にこのゾーンを発見。和達は最初に現象を発見したが、成因を研究せず



すれ違うプレート境界

すれ違う境界では、トランスフォーム断層(transform fault)が形成される。
アメリカ西部のサンアンドレアス断層などが有名

- ・ サンアンドレアス断層…地上に姿を現したトランスフォーム断層の代表例。西海岸地震の原因となっている



プレート運動の原動力

プレート運動の原動力の根本的な原因は不明。(プルームの動き(マントル対流)の一部であることは確か)

沈み込み帯で…プレートはなぜ沈み込むの？

- ・ そもそも、プレートは硬い剛体なんじゃないの???
→プレートはモデルであり、完全な剛体ではない
- ・ プレートが沈み込む原因 ～2つの説～
 - ① 中央海嶺でのマントル物質上昇による海洋底の拡大(リッジプッシュ Ridge-Push)
 - ② 海溝で沈み込んだプレートが重りとして引っ張る(テーブルクロス説)
 - ・ 沈み込んだプレートの岩石は、地球の中心に近づく温度と圧力が増すにつれ、その環境に対応する最も安定な形へと変化(相転移)

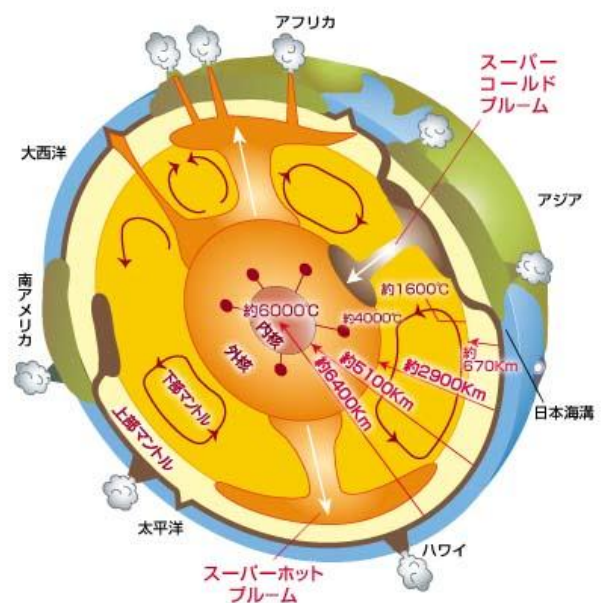
→周囲のマントルより重くなると錘としてはたらき、残りの部分を引っ張っている <テーブルクロス説>

深さ 670KM ～上部マントルと下部マントルの境界～

- ・ プレートテクトニクスの領域とプルームテクトニクスの領域の境界

- ・ 沈み込んだ海洋プレートは、670km 以深のマントル物質と比べると軽くこれ以上沈めないため、670km あたりに集まる。時間がたち、プレート物質の温度が上がると、(カンラン石からペロブスカイトという鉱物へ相転移し)、重い鉱物に変化する。更に内部マントルの底を目指して沈んでいくが、これをコールドプルームという
- ・ 何かのきっかけで下降流が複数寄り集まった場合には、強く大きな下降流が発生する。これはスーパーコールドプルームと呼ばれ、現在はアジア大陸の下に存在している
- ・ コールドプルームが落ち込む反動で、深さ 2,900km の核との境目で核の熱を受けて高温になったマントル成分が上昇する。これをホットプルームという。

ホットプルームもまた、外部マントルと内部マントルの境目の深さ 670km の部分に一旦滞留するため、通常では地上へ

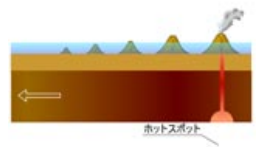


激甚な影響を与えることはない

- ・ 現在はアフリカ大陸の下と南太平洋にスーパーホットブルームが存在し、アフリカ大地溝帯が形成された原因であり、南太平洋に点在する火山の源であると考えられている。
- ・ ブルームの活動は6～8億年周期で変化している

ホットスポット

プルームテクトニクスでいうところのホットプルームの先端が、地殻の弱い部分を突き破って現れた火山ないしそれに類する地形。代表例はハワイ諸島
※ホットスポットの位置はプレートテクトニクスと無関係に一定であるため、ホットスポットの位置によってプレートの動きを知る事ができる。



- ・ ハワイ諸島の中でも、現在でも激しい火山活動が見られるハワイ島のキラウエア火山周辺の地底奥深くに「ホットスポット」が存在
- ・ ハワイ諸島は北西に向かって、島を作る火山体の形成年代が古くなる。
- ・ ハワイ島から北西にハワイ海山列が連なり、ミッドウェー島から北に方向を変えて天皇海山列が連なる
→このことよりミッドウェー島付近でプレートの動く方向が変わったことがわかる。



⑤ 大陸と海

岩石には、火成岩、堆積岩、変成岩の3種類があるが、今日は火成岩のおはなし。

火成岩 (IGNEOUS ROCKS)

マグマが冷えて固まった岩石 火成岩

- ・ マグマが冷え固まってできた地球は、当初すべて火成岩で構成。現在に置いても大部分を火成岩が占める
(それに比べ、堆積岩や変成岩は少ない)

マグマと溶岩

- ・ マグマ (magma) …天然に発生したケイ酸塩メルト
- ・ 溶 岩 (lava) …地表に噴出したマグマ (冷え固まって黒くなったものも溶岩)

花崗岩 ～火成岩の一種～

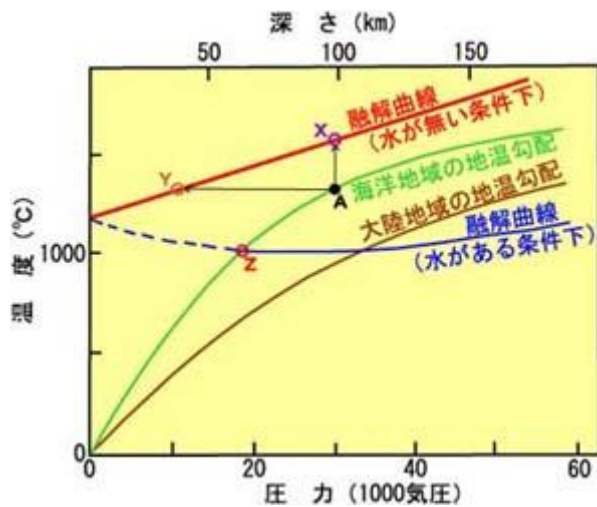
- ・ 緻密で硬いことから漬物石や墓石など広く使われ、石材としては御影石とも呼ばれる
 - ・ 元々は兵庫県の六甲山から出てくる石が良質であったため、御影港から全国に出荷される石、「御影石」と名付けられた。神戸以西においては花崗岩がむき出しになっているところが多い。
- ・ 大陸地殻は主として花崗岩から構成されている
- ・ 複数種の鉱石から不規則的に構成している。これは、早く結晶になるものとゆっくり結晶になるものの差による
 - ・ 鉱石 (mineral) …鉱石とは岩石を作っている結晶のこと。鉱石1つ1つは規則正しい配列を持っている



岩石の融解

- ・ 約 1200°C以上に熱して、部分融解の状態…結晶によって溶けるのが早いものと遅いものがある
→早く結晶になるものと遅く結晶になるものに差

マグマの発生



- ・ 地下は通常すべて固体であり、マグマが発生するのは特殊な状況下→[火成活動場]
- ・ 岩石が融解するためには、温度が上がるか圧力が下がるかの状態になければならないが、局所的な温度上昇はふつうあり得ないため、大抵は局所的な圧力低下が原因となって融解している
- ・ 固体流動とマグマの発生…岩石が上昇していくと圧力が低下していくため、マグマが発生する
- ・ 固体が液体になると、体積が増加し、一方で比重が下がるため、マグマはさらに上昇していく
 - ・ しかし、地表に出られずに留まるものも存在し、マグマだまりを形成。マグマだまりは地震などの刺激により吹き出す。

3 種の火成活動場

①中央海嶺（プレート発散境界）

- ・ 海洋プレートが両側に引っ張られるために生じた地表の割れ目を、地中のマントル（固体）が上昇することによってうめられ、マントルの断熱上昇のために部分融解が起こり、マグマが発生し、火山活動が起こり、新しいプレートと海洋地殻が生成(wiki より)
- ・ 中央海嶺のようす…枕状溶岩(右上写真)、白い深海生物(右下写真)
 - ・ 枕状溶岩…噴き出したマグマ(玄武岩質)の表面が海水で急冷されるため、チューブ状の独特のかたちで積み重なることで形成された溶岩のこと。玄武岩であり、黒い。
 - ・ 玄武岩…急冷されてできる火成岩。粒の細い結晶による緻密な構造。海洋地殻のもととなる。
 - ・ 深海生物…太陽の光が届かず暗く、色素が不要なため、白い



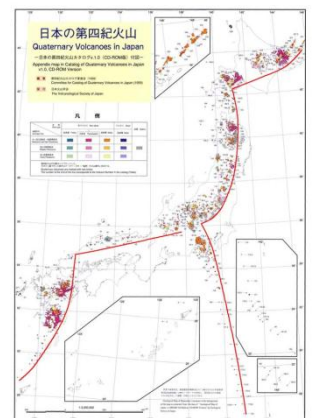
<http://georoom.hp.infoseek.co.jp>

②沈み込み帯（プレート収束境界）

- ・ マグマの活動が凶暴であり、爆発的な噴火を生み出す(中央海嶺のマグマは爆発しない)
- ・ 日本の火山は沈み込み帯に沿って列状に分布しているが、太平洋側はある境界から東側には火山が分布していない(北海道～関東がわかりやすい)
- ・ これらの火山分布の海溝側の縁を火山フロント(volcanic front)と呼ぶ

(図: <http://www.s-yamaga.jp/nanimono/chikyu/kazan-02.htm> より)

- ・ 沈み込んだプレート上面の深さが 120km に達したとき(圧力条件)、地表に火山は帯状に出現するため、火山フロントはプレートが沈み込む海溝とほぼ平行に延びている
(場所により沈み込む角度は異なるため、完全に平行になるわけではない)
- ・ 火山フロントの周囲には火山島が形成され、環太平洋のようにアーク状に島が並ぶ。これを島弧－海溝系という
- ・ 水が存在すると岩石の融点は効果的に下がる。沈み込んだ海洋プレートには、岩石と化学的に結びついた水が大量に含まれる(OH 基の形で沈み込む)ため、(沈み込み帯の温度は周囲よりも低いにもかかわらず)水によって岩石は融解し、その結果として海溝付近でマグマが発生する。

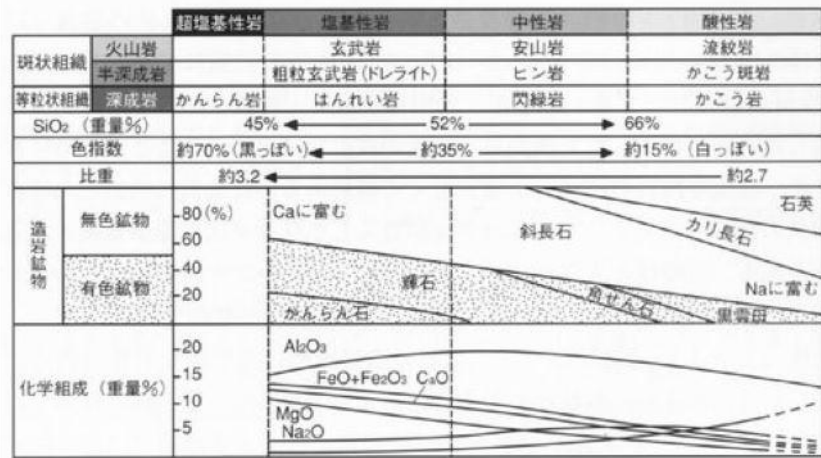


③ホットスポット（プレート内）

- ・ ホットスポットの真下にはマントル深部に固定した高温の熱源があり、そこから上昇する高温のプルームによって火山活動が起こる

火成岩の分類

- ・ SiO_2 の重量%が大きいものは白くなり、小さいものは黒くなる
- ・ マグマが急激に冷やされてできた岩の結晶粒は粗いが、ゆっくり冷やされてできた岩の結晶粒は細かい
- ・ 表の左に行く程…黒っぽく、 SiO_2 の重量%は小さく、融点が高い。一方、表の右に行く程白っぽく、 SiO_2 の重量%は大きく、融点は低くなる



www.jisuberi-kyokai.or.jp

- ・ 白っぽく、 SiO_2 の重量%は大きいものは軽い。すなわち、花崗岩は軽い
→大陸と海洋のプレートが衝突したときは、必ず重たい海洋プレートが沈み込む
- ・ 白い石は時間をかけて増加してきた（現在は大陸は 30%）←これはプレート・テクトニクスの成果
- ・ 覚えるのは「花崗岩」「玄武岩」「かんらん岩」（右上図を全部覚える必要は無い）

かんらん岩

- ・ マントル（地球の 80%を占める）を構成する。 SiO_2 の重量%は 45%以下と小さい（ SiO_2 以外の物質が多い）
 - ・ かんらん岩はカンラン石（マントルを構成する鉱物。宝石としてペリドットとも呼ばれる）のかたまり
 - ・ 地表で見られるかんらん岩は捕獲岩（マグマが上昇してくる途中で周りから取り込まれた異種の岩石片のこと）として運ばれてきた「マントルのかけら」（捕獲岩のなかにダイヤモンドが含まれていることも）

玄武岩（黒っぽい）

- ・ 中央海嶺の海底を形成し、海洋地殻を構成する

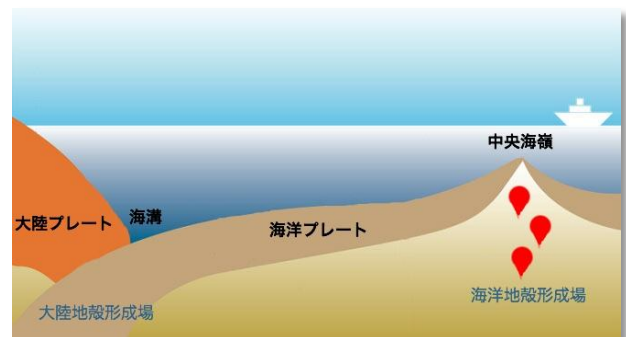
花崗岩（白っぽい）

- ・ プレート沈み込み帯で形成し、大陸を構成する

岩石の形成

温度などの条件の違いで、生まれる岩石は変化

- ・ 中央海嶺付近（海洋地殻形成場）では、マントル（かんらん岩）が部分溶融→海嶺玄武岩に（一番搾り！）
- ・ 島弧・海溝系のマグマが発生する場所（大陸地殻形成場）では、玄武岩→花崗岩に（二番絞り！）
- ・ 中央海嶺と沈み込み帯は地上の岩石生産工場である。中央海嶺で黒い石が生まれ、プレートに乗って移動し、沈み込み帯に入って部分溶解し、白い石となる（←過去ブリのまんま）



⑥ 表層物質とプレート ～堆積岩～

HOLY TRINITY OF ROCKS

- 火成岩 (igneous rocks) … 前回はこれのおはなし
- 堆積岩 (sedimentary rocks) … 今回はこの「堆積岩」のおはなし
- 変成岩 (metamorphic rocks)
 - ・ もともとあった岩石 (火成岩、堆積岩、変成岩のいずれでもよい) を起源として、温度と圧力の変化により物質の原子配列、分子配列、電子構造などが変化して、新しい構造や状態に至る (相転移する) ことによってできた岩
 - ・ 堆積岩よりも量は少ない。マグマとして溶けることはない

堆積岩

堆積岩

- 堆積岩 = 碎屑物 (泥・砂・礫)、生物の遺骸、火山碎屑物 (火山灰など) などが堆積し、続成作用を受けてできた岩石のこと

堆積システム

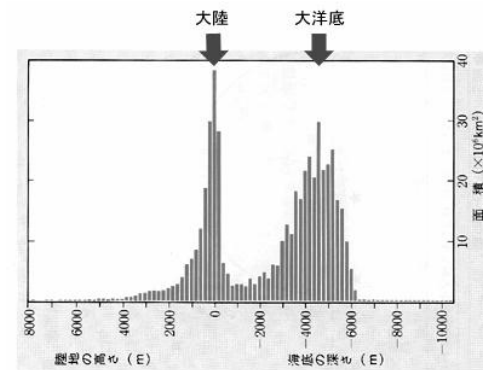
堆積システム = 削剥・運搬・堆積。堆積システムを経て堆積に至る

- 削剥 … 海水面より上に有る岩石や地層は水や風などによって削られる (浸食)。
また、地表にある岩石は日光や風雨にさらされることにより破壊され、物理的、化学的に変質していく (風化)
 - ・ 物理的風化 … 温度変化による岩石自体の膨張と収縮、また岩石の亀裂中の水の凍結などにより、岩石をつくる鉱物間の結合をゆるみ、破壊にいたる
 - ・ 化学的風化 … 水や CO_2 などが関係した化学反応によって岩石が分解・溶解する
- 運搬 … 碎屑物は、風や流水や氷河などの流体によって運搬される。川の上流の大きな石は大雨などのときに急に運ばれる

- ・ 堆積…堆積作用は流体(大気、海)と固体(地面)の間でおこる。地球の7割は海洋で覆われており、岩石の碎屑物などの多くは海洋で堆積する

地球の高度分布

- ・ 大陸と海洋に2つのピークが存在
- ・ 海洋:大陸=7割:3割
- ・ 海洋…堆積岩 6%+玄武岩 94%。最古の岩石は2億年前
- ・ 大陸…堆積岩9%+花崗岩 45%+玄武岩 46%。
最古の岩石は 40 億年前(軽いためずっと残っている)



礫岩 (CONGLOMERATE) ～堆積岩の一種～

- ・ 礫が続成作用により固結してできた岩石
- ・ 礫と礫の間には粘土や砂が埋まっている
- ・ 世界最古の礫岩は 38 億年前(グリーンランド)
→38 億年前には既に堆積システムが完成していた
(マグマ・オーシャンから8億年後)



続成作用

- ・ 続成作用…堆積物が固まり、堆積岩となるまでの物理的・化学的変化を伴う一連の過程。速度は一定ではない
- ・ 堆積物の粒子同士は、粒子の間隙にある水の表面張力によって結合される。続成作用が進行するにつれ、粒と粒の間には石英など新しい結晶が二次的に成長していき、これらの結晶が接着剤の役割を果たす
- ・ 続成作用が進行した古いものほど硬くなっていく(一定の関係があるわけではない)

地層としての堆積岩

- ・ 地層=碎屑物(泥・砂・礫)、生物の遺骸、火山碎屑物(火山灰など)等の堆積物が、層をなして堆積したもの
→堆積岩は地層の一部と考えられる

堆積岩とプレートテクトニクスとの関連

地球上の主要な堆積場

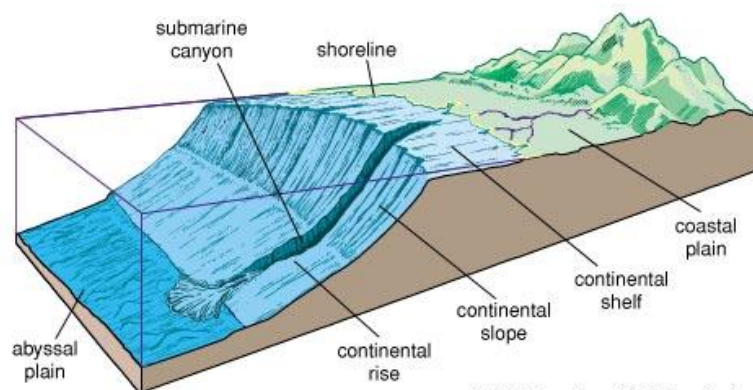
- ①. 安定大陸
- ②. 受動的大陸縁(大西洋沿岸など、近くにプレート境界がない)
- ③. 活動的大陸縁(太平洋)
- ④. 遠洋深海

※ 重要なのは、②受動的大陸縁と③活動的大陸縁の2つ

- ・ 大陸縁、つまり大陸の縁には、「受動的」なところ(北米・南米大陸の大西洋縁辺部のように地殻変動が穏やか)と、「活動的」なところ(プレート沈み込み帯やトランスフォーム断層の影響を受ける北米南米大陸の太平洋側、日本列島のような島弧などのように、火山・地震・構造活動が活発)の2種類がある
- ・ 海洋は地球全体の7割を占め、岩石が風化・浸食してできた碎屑物の多くは海洋、特に海中斜面の麓に堆積する

安定大陸

- ・ グランドキャニオン(Grand Canyon)では、谷間に美しい縞模様が見られる。大昔グランドキャニオンは堆積によって形作られた地形であることがわかる。
グランドキャニオンの地域は、かつて浅い海底と海岸平野であった。その後この地域が急速に隆起したためにコロラド川の急速な侵食が進み、現在の地形に至った
- ・ サハラ砂漠のように、水が無くても、風によって運ばれて堆積する
…大陸中の盆地の底には、風化された岩の内容物(塩)がたまる(→死海、グレートソルトレーク)
- ・ 扇状地(fan): 斜面から平野部に移るところでみられる扇状の堆積地形。デス・バレーなど。
→海底で発生すると、海底扇状地に



受動的大陸縁 (PASSIVE CONTINENTAL MARGIN)

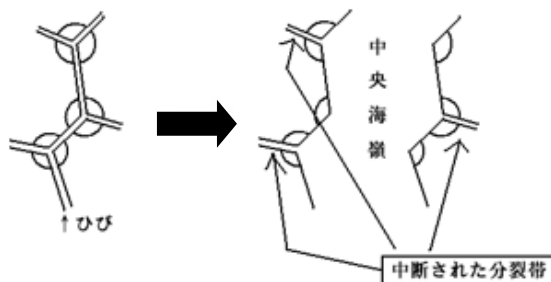
北米・南米大陸の大西洋縁辺部のように、地殻変動が穏やかである大陸縁(=受動的大陸縁)において、コンチネンタル・ライズという地形が堆積によって形成される

- ・ コンチネンタル・ライズ (continental rise) = 深海底につながる大陸斜面のふもとに、堆積物がたまって形成される傾斜のゆるい斜面。その長さは大きいものは600kmにおよぶ

コンチネンタル・ライズの形成

- ・ リフト(rift) = 拡大しているプレート境界(発散型境界)において現れる地形(地溝帯と捉えて問題ない…かも)。現在、リフト帯が地上に現れている地域は、アフリカ北東部の大地溝帯とアイスランドのみ

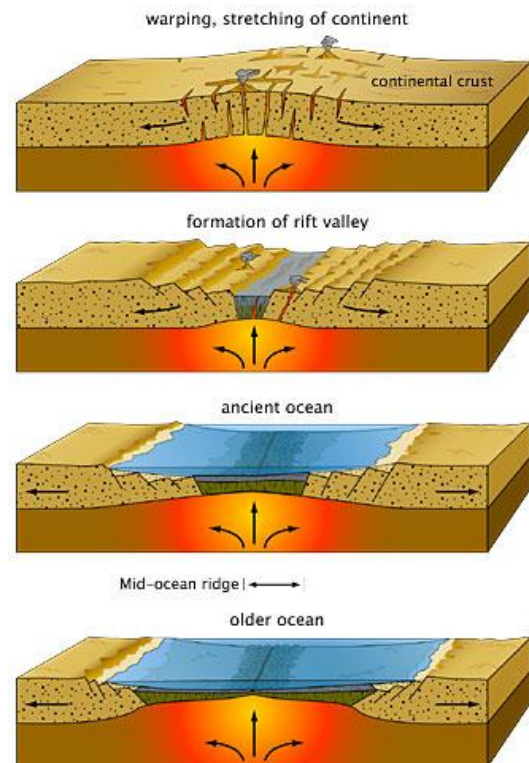
- ・ アフリカ北東部の紅海も rift valley の一部と考えられている。プレート拡大の境界上であり、大陸が裂けている
- ・ アフリカ北東部では、放射状の割れ目が発生している。紅海・アラビア半島・アフリカ大陸の形を見ると、三つ又に陸地が分裂しているように見える。これは、マントル深部に起源をもつスーパーブルームの地球表層への上昇に起因する
- ・ 三つ又分裂の図



(中断された分裂帯は巨大河川の流れ道になる)

- ・ 大西洋も同様に、リフトの拡大によって大洋まで拡大し、現在の形に至ったものと考えられている(右図)
- ・ 現在のアフリカ大陸と南アメリカ大陸の間で3つ股の裂け目が生じ、それが最終的に中央海嶺となった。
ナイル川やアマゾン川は中断された分裂帯の痕跡である

- ・ 現在の紅海は誕生したてのものである



- ・ 三つ又分裂: 複数のプルーム中心の連結から大陸分裂は開始する。
プルームの上昇によって大陸が割れたところに中央海嶺が形成され、次第に大陸の裂け目は成長していく。
- ・ 大洋の拡大の結果としてコンチネンタル・ライズも誕生し、大陸が離れるにつれコンチネンタル・ライズも離れていく。こうしてできた大西洋の海底は、「大陸棚 (continental shelf) → 大陸斜面 (continental slope) → コンチネンタル・ライズ (continental rise) → 深海平原 → 中央海嶺」と中央海嶺を中心に対称な配列となっている
 - ・ 大陸棚には、大陸地殻から栄養分が流れ込み、水深が浅くプランクトンも発生しやすいので、好漁場となっている
(例: ドーヴァー海峡、ニューファンドランド沖)

⑦ 我々の大陸縁

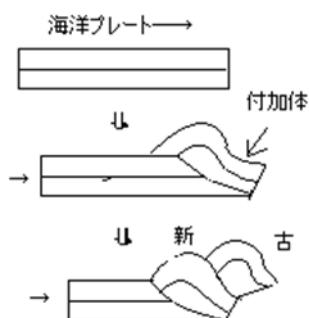
◎大陸縁には2種類

- ① 受動的大陸縁（大西洋型大陸縁）
- ② 活動的大陸縁（太平洋型大陸縁）

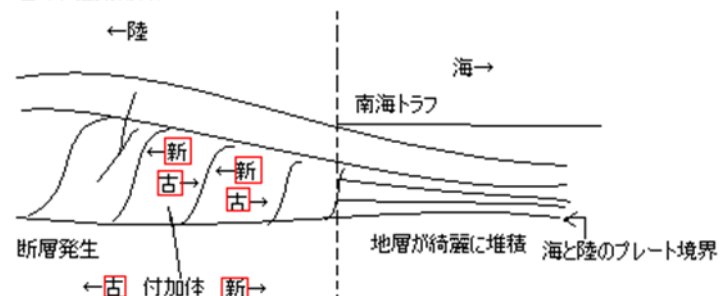
活動的大陸縁

- ・ プレート収束境界にある
- ・ 主な構成要素
 - ① 海溝…6,000m以上の深さをもつ。それより浅いものをトラフと呼ぶ。海洋プレートが大陸プレートの下に沈み込んで形成される。例)日本海溝
 - ② 付加体…海洋プレートが大陸プレートの下に沈み込むときに、大陸プレートの上に溜まっていた堆積物がはぎとられ、陸側にくっついたままとったもの。

＜付加体のできる仕組み＞



＜日本列島の形成＞



※付加体のできるプロセス(雪かきモデル)をもう少し詳しく

海洋プレートに溜まっていた堆積物は、海洋プレートが大陸プレートの下に沈み込むとき、大陸プレートの先端がストッパーとなって一緒に沈み込まず大陸プレート側にどんどんくっついて(付加)太っていく。よって付加体は海溝を埋めていく役割を持つ。さらに付加体は大陸を海洋側に成長させる役割も持つ。日本列島も付加体でできた。

※海溝の内側に十分な付加体ができるための条件

① 堆積物の多さ

② 海洋プレートが平らであるか

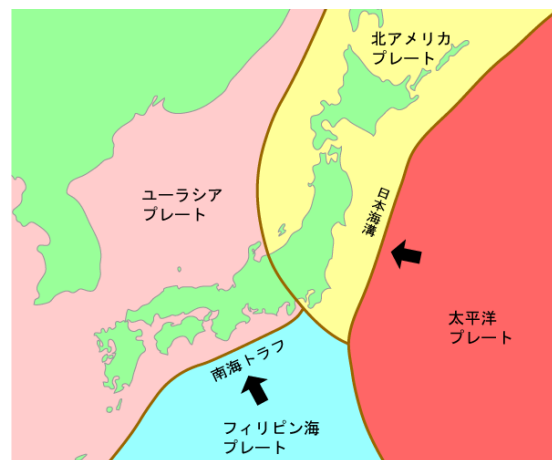
↑ 海山など突起物があると、プレート移動で海溝にそれが来たときに付加体を削ってしまう

太平洋型大陸縁

- ・ 太平洋の底が大陸の下に沈み込む構造

例外)カリブ海(バルバドス)・・・大西洋側だが海溝がある・フォークランド(イギリス)

- ・ 日本周辺のプレート・・・4 枚のプレート(東西のユーラシアプレート、太平洋プレート、フィリピン海プレート)が関東地方に集中
→東北日本～北海道は北米プレート上



- ・ 海底の地形・・・船上からの音波探査(強力な音波と屈折を利用すると構成物質も見える)

→ 明瞭な線 = プレート境界に平行・・・海溝(トラフ)においては明瞭な堆積だが、その周りでは、曲がったり切れたりする(大陸プレート側)

⇒ 海洋プレート上に水平にたまったものが大陸プレートに押し付けられて(圧縮)されて曲がってしまう

cf) バルバドスの場合 → カリブ海の大陸が大西洋に乗り上げている

相対的には大西洋が下に沈み込んでいる動き

→水平方向の距離は圧縮、垂直方向に厚くなる(duplex 構造＝雪かきモデル)

付加体…accretion→変形構造を生み出すプロセス

→付加体…accretion complex(prism)←断面が三角形となっている

→海溝にたまっていた堆積物が圧縮に耐えられず切られてつけ加わっていく

⇒このプロセスであるために新しいものが古い物の下に押し込められていく

・国際深海探削計画(OPP) →世界中で 2000 ヶ所(ボウリング)

→50～100m の鉄の棒を大量に積んで4～5km下に届かせる

⑧ チャート

チャート

例) 竜安寺の石庭、金魚鉢の玉砂利

(1) チャートの特徴

① 細粒緻密

② 硬い(たたくと火花) ←95% SiO_2 (ガラスのよう)

③ ガラス光沢 ※ SiO_2 が 100%なのがガラス

(2) 層状チャート

① チャートは堆積岩の 1 種

② きれいな縞模様

…珪質部と泥質部が交互に堆積

・珪質部= SiO_2 が多量に含まれた硬質な地層

・泥質部= SiO_2 が 75%程しかないなめらかな地層

③ 日本全国にたくさんある(世界中にはない)

…日本列島はほとんど過去の付加体でできているから

チャートのでき方

チャートの成分

・HF(フッ化水素)をかけてエッチングし、顕微鏡で観察すると、

・ SiO_2 の塊=放射虫の殻が密集して固まったもの

※放射虫=プランクトンの 1 種。殻の形が年代によって異なるので、年代決定手段ともなる。

チャートはどこでできるのか？

⇒ 遠洋深海でできる (⇒ チャート = 遠洋深海堆積物)

理由・チャートは堆積スピードが極度に遅い

・大陸の淵などでは陸からの堆積物が多くなってしまう

※ 遠洋深海堆積物の特徴

- ① 陸源粗粒碎屑物質の欠如(極細粒)
- ② プランクトン遺骸(珪質/石灰質)卓越
- ③ 低い堆積速度

なぜ珪質部と泥質部が交互なのか？ (プランクトン含有量が異なる)

- ① まず、珪質部と泥質部では堆積速度が異なる

それぞれの部分に含まれる宇宙塵(=コスミックダスト、一定の速度で宇宙から降ってくるもの)の含有量が異なることからわかる

→それぞれの堆積年数は 珪:泥 = 1:10 で、あわせて2万3千年程

⇒したがって、2万3千年に1回くらいの周期でプランクトンが大発生(大量死)している。これによって2つの層ができる。

- ② なぜ上の周期でプランクトンが大発生するのか？

⇒ミランコビッチ周期による

・南極、北極に当たる日光量が周期的に変化

→冷たい水が深海に大量に沈む

→それが上がってくるときに深海の豊富な栄養ももってくる

→プランクトンの大量発生

※ ミランコビッチ周期

a)地球の公転軌道の離心率 b)自転軸の傾き c)歳差運動

により、日射量が変動する周期を言う。今回のプランクトンの大量発生とチャートのでき方に関しては c の周期にほぼ一致する。

チャートの終わり

→プレートの活動により、堆積している地層が陸や海溝に接近すると、土砂などが集積していくためチャート層は泥岩質に近づく

⇒ 海洋プレート層序

・海溝でたまる砂や泥

・次に遠洋深海チャート層

・一番下に中央海嶺の枕状玄武岩

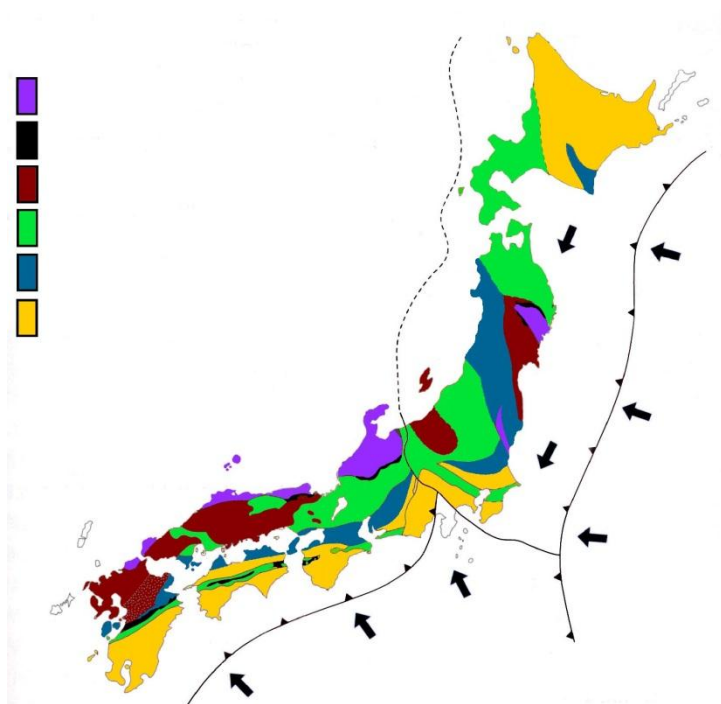
※堆積する順序は下から順に

このような地層の堆積が付加体の形成につながる

また、層序によって海溝での付加体の形成時期や、海溝にプレートが沈み込んだ時期、沈み込んだプレートの年齢もわかる

⑨ 日本列島の形成

日本列島の組成



(1) 受動的大陸縁由来の要素

(a) 古期変成岩(オフィオライト)+花崗岩

(b) 大陸棚堆積物

(2) 活動的大陸縁由来の要素

(a) 付加体

(b) 高圧型変成岩

(c) 火山フロントの火成岩

このうち、(2)の活動的大陸縁に由来する要素が約8割を占め、日本で観察される大陸由来の岩石が存在するのは能登半島・山陰海岸・北上山地・茨城の一部の4か所のみである。

日本列島の形成

約10～7億年前

超大陸ロディニア(現在の北米、豪、中国南部、南極、インド)が存在。

約7億年前

超大陸ロディニアがスーパープルームの活動により分裂。分裂した縁は受動的大陸縁となり、コンチネンタルライズが成長。(プレートの沈み込みはまだない。)

このとき受動的大陸縁となった、現在のユーラシアプレートの一部である揚子江(南中国)プレート(Yangtze Block)の沿岸にあたる部分が日本列島の起源。

日本列島だけでなく北米西岸、豪州東岸でも同様のことが起きた。上記の能登半島～の部分が形成されたのはこの時期である。

このときユーラシアプレートと北米プレートがくっついていた。

約5億年前(カンブリア紀)

プルームによりユーラシア・北米両大陸は分裂し、現在の日本列島付近はアジア大陸の東端となる。

その後海洋プレートが南中国プレートの下に沈み込み始め(=活動的大陸縁に変化)、コンチネンタルライズのあった場所に堆積物を巻き込んで付加体ができる。

さらに火山活動も活発化し、地上に噴出したマグマでできる火成岩によって日本列島は付加体の上にさらに成長する。

この成長は今から約2.5億年後まで続くとみられる。

ウィルソンサイクル

超大陸→プルームで分裂→大陸の移動→大陸衝突・融合→再び超大陸の形成。

現在では例えば太平洋プレートは日本付近のプレート沈み込み地帯(海溝)に向かって年数cmの速さで移動しており太平洋はとじていく傾向にある。

逆に大西洋の中央海嶺ではプレートが生まれて拡大しているので大西洋は開く傾向にある。(∵太平洋は沈み込み帯だらけ。大西洋には沈み込み帯なし。大西洋は広がる一方、太平洋は収縮可能。)

約2.5億年後には太平洋はなくなり(まず豪が、続いて北米がユーラシア大陸に衝突)超大陸ができる。その後シベリア付近で裂けてそこに受動的大陸縁を形成、一方現在受動的大陸縁の大西洋がプレートの沈み込みを開始し活動的大陸縁に変化……と続いていく。

※付加体には低温高压型の変成岩がときおり(約1億年ごとに地表に上がり)現れる

→この変成岩はプレートの沈み込み時に巻き込まれることによってできる
(∵沈み込み帯は深いため低温かつ高压)。

プレートが中央海嶺で生まれてから沈み込むまでの期間(プレート層序における玄武岩と砂泥の形成年代の差)は不定。この期間は中央海嶺が沈み込む際は0になる。中央海嶺が沈み込む周期は約1億年。中央海嶺ではプレートができたて。つまり熱い、軽い。よって沈み込みの角度が緩い(沈み込みの角度は不定)。よって変成岩は約1億年に一回押し上げられる。

大陸は付加体として形成された部分と火山フロントからの花崗岩の貫入によって成長する。付加体の構成割合は大陸の花崗岩起源の砂・泥が高い。よって大陸の大部分は花崗岩でできる。

⑩ 地球の歴史

化石とは

…地層や岩石中に天然に保存された、過去に存在した生命の痕跡の総称。

(生物遺体一部、生物の足跡なども含まれる)

具体例:a) T.rex(Mesozoic king)

・中生代。完全な形ではなく、バラバラの状態で見られる

b) 三葉虫(trilobite)

・古生代。節足動物。ゴキブリの先祖

c) マンモス

・ロシアの永久凍土層から、皮膚、内臓、消化物などそのままに出土

d) 琥珀と蜂の化石

- ・樹液が固まり、中の蜂が空気から遮断される。

e) 5億 8000 万年前の卵の化石 @中国

- ・多細胞生物の存在の証拠

- ・卵は柔らかく残りにくいが、化学変化で鉱物質に変化して残った

生命とは

(1) 生命一般

① 膜で隔てられた内空間

② 自己代謝(物質、エネルギー)

③ 自己複製(生殖)

☆④ 進化(=時間とともに自己複製が変化)

(2) 地球型生命

① 特徴

a) タンパク質(L 型アミノ酸)

b) 世代交代に DNA が関与

- ・DNA は全生物に共通点がある→すべての生物の起源は1つ

c) 水の存在が前提

- ・代謝に必要

② 生物の分類

リンネ式二名法(「属名+種名」): 交配して種を残せるかどうかで種を分類

Ex. ヒト; ホモ(属)・サピエンス(種)

化石のカテゴリー

(1) 体化石

- ① 大型化石…肉眼で見てわかるもの
- ② 微化石…顕微鏡など、道具を必要とするもの

(2) 生痕化石…生物そのものではなく、存在の痕跡を示すもの

例)足跡、巣穴、フン

(3) 化学化石…生物の体を構成した有機物が分子として残ったもの。

例)DNA、炭化水素など

化石が持つ情報

(1) 情報の種類

- ① 年代:時代による生物の特徴により地層年代を推定できる
- ② 古環境:地層の堆積時環境(気候帯・緯度・水温)を生物分布から推定
- ③ 古地理:地層の堆積時の陸・海・地形を推定

☆④ 進化史:時代による生物区分

(2) 化石の情報から得られたこと、また逆に個々の化石の識別に用いられるもの

① 地層記録

- a) 化石も地層と同じく、古いものが下、新しいものが上にくる
- b) 年代により、形態が大きく異なっていることがわかる

☆c) 地質年代表

- ・地層の重なりや化石をもとにした年代表(地質学的なタイムスケール)
- ・生物等に大きな変動があった場合に時代区分される
- ・生物は安定と絶滅により、入れ替わりを繰り返している

② 遠隔地相互の対比

a) 地球上の他の地域でも、同時期に生物の入れ替わりが起きている

☆b) 古生物地理区

- ・A.ウエゲナーは、アフリカと南米における地質構造、古生物、古環境などの共通性から、両大陸はもともと1つだったものが分裂したものだと言った(パンゲア大陸、大陸移動説)

③ 地質時代区分…時代ごとに様々な生物が主役となった

| | | | | |
|----------|-----|---------|--------|--|
| ~40 億年前 | 冥王代 | 先カンブリア紀 | | 原始地球、マグマの海 |
| ~25 億年前 | 太古代 | | | CO2 減少、岩石の保存開始 生命誕生 最古の化石(38 億年前) |
| ~5.5 億年前 | 原生代 | | | 大陸造成活発 光合成開始(27 億年前) 真核生物登場(21 億年前) 多細胞生物登場(10 億年前) |
| | 顕生代 | 古生代 | カンブリア紀 | 酸素急増加 |
| | | | オルドビス紀 | 生物の上陸 |
| | | | シルル紀 | 殻を持った生物の登場(6 億年前)→多量の化石 |
| | | | デボン紀 | |
| | | | 石炭紀 | |
| | | | ペルム紀 | |
| | | 中生代 | 三畳紀 | 恐竜の繁栄 |

| | | | | |
|--|--|-----|------|---------------------------|
| | | | ジュラ紀 | 温暖な気候 |
| | | | 白亜紀 | |
| | | 新生代 | | ほ乳類の繁栄、人類祖先誕生 氷河時代 |

- ・ 40億年前が痕跡から推測する最古のものであり、冥王代の約6億年間は何も証拠がない暗黒時代。
- ・ なぜ時代区分が生まれるか。生物の入れ替わりはシャープ(紀の終わりに絶滅)だから。