

宇宙地球科学 I (第七(六)回目)

地球資源・エネルギー

東京大学総合文化研究科:

小宮 剛 准教授

2015/11/5

授業の内容

9/17: 休講

9/24: 小宮① 惑星地球の構造

10/ 1: 小宮② 惑星地球の組成と起源

10/ 8: 小宮③プレートテクトニクスとプルームテクトニクス

10/15: 小宮④火成活動と地震

10/22: 磯崎①沈み込み帯のテクトニクス。造山運動。

10/29: 小宮⑤大気・海洋

11/ 5: 小宮⑥資源・エネルギー

11/12: 磯崎②付加体

11/19: 磯崎③日本列島 1

11/26: 磯崎④日本列島 2

12/ 3: 磯崎⑤絶滅と進化

12/10: 磯崎⑥ (テスト)

資源・鉱床

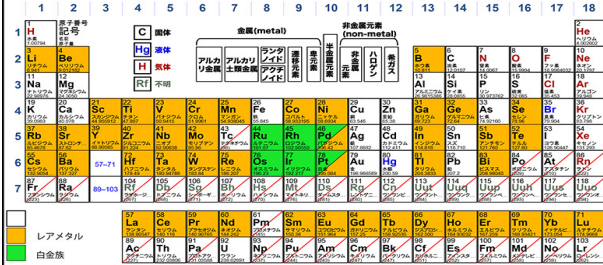
(1) 鉱産資源: ベースメタル: 鉄, Mn
レアメタル: 白金族, 希土類元素

(2) エネルギー: 石油, (石炭), 天然ガス(メタンハイドレート)

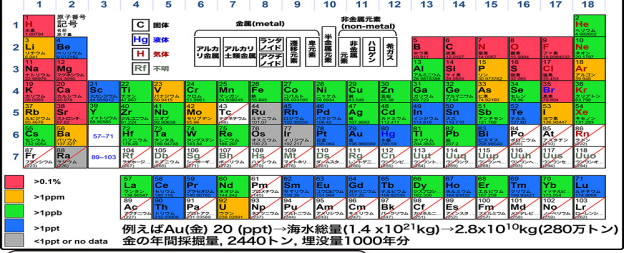
ベースメタル(Fe, Al, Cu, Zn, Pb): 採掘が容易。埋没量, 生産量が多い。精錬が容易。

レアメタル: 埋没量, 生産量が少ない。天然で濃集しない。精錬が困難。

レアメタル(47元素)と白金族

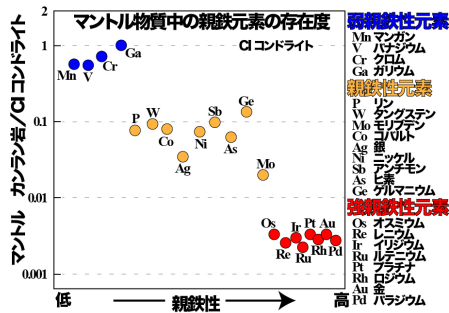


海水中の元素濃度



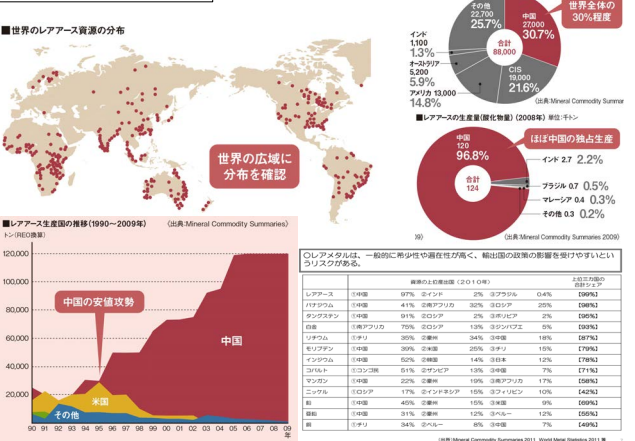
元素名	1960年代	1970年代	1980年代	1990年代
鉄	180	36	0.7	0.6
銅	50	8	2	2
銀	3	0.3	0.03	0.02
金	0.02	0.02	0.06	0.00015
鉛	0.2	0.2	0.005	0.005
ヒスマス	0.1	0.1	0.05	0.00015

マンツルの組成 (親鉄元素)

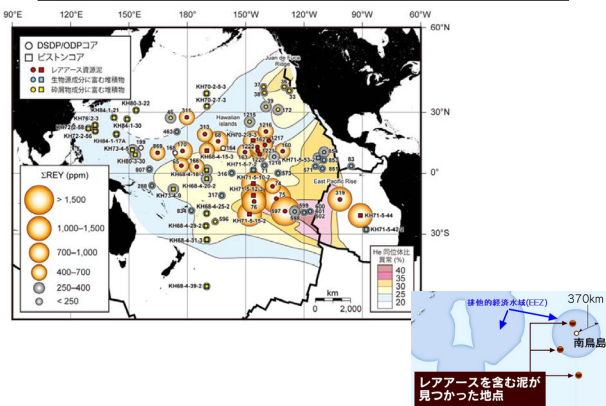


- ① 親鉄性元素はマンツルに少ない
- ② 強親鉄性元素もマンツルに含まれる
- ③ 強親鉄性元素濃度は一定

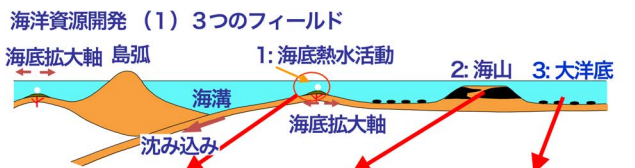
レアメタルの問題点



レアアースを探せ



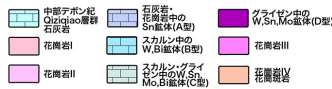
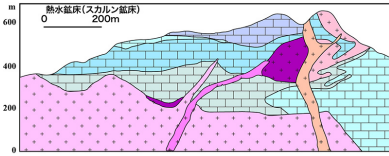
レアアースを探せ



	海底熱水鉱床	コバルトリッチクラスト	レアアース
特徴	海底から噴出する熱水に含まれる金属成分が沈殿してきたもの	海底の岩石を皮殻状に覆う厚さ数mm~10数cmのマンガン酸化物	泥状に賦存。陸上の全賦存量に比べ、約800倍の量の存在が見込まれる。
含有する金属	銅、鉛、亜鉛、金、銀やゲルマニウム、ガリウム等レアメタル	マンガン、銅、ニッケル、コバルト、白金等	中重希土類元素を含むレアアースを含む
分布する水深	500m~3,000m	1,000m~2,400m	4,000~6,000m

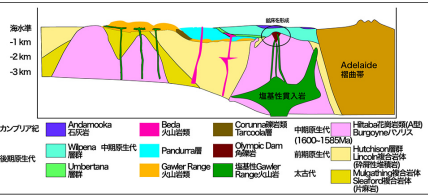
スカン型

石灰岩と火成岩の間での熱水鉱床



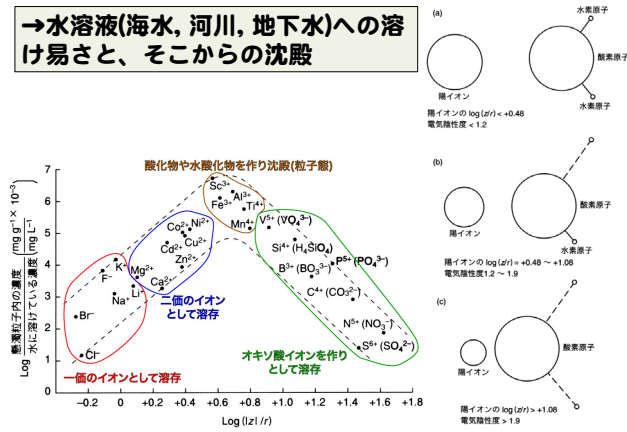
キルナ型

堆積岩とアルカリ花崗岩の間での熱水鉱床

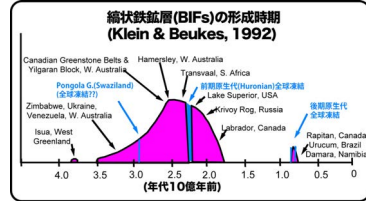


(1) 堆積性鉱床: Fe, Mn, U, P について

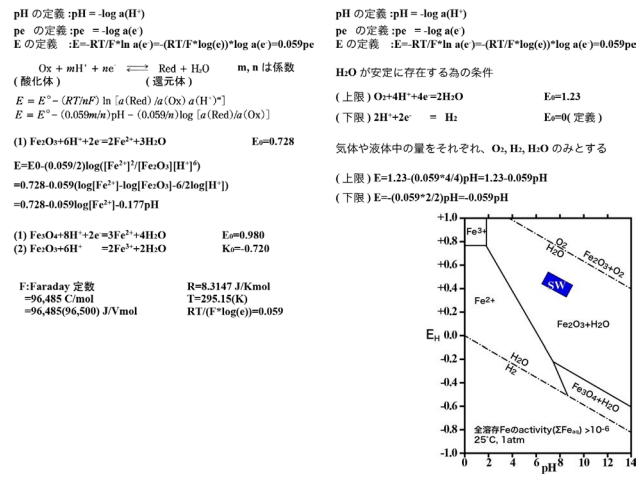
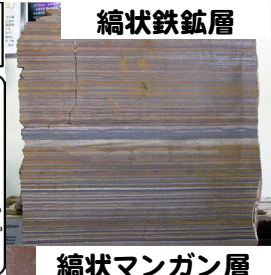
→水溶液(海水, 河川, 地下水)への溶解易さと、そこからの沈殿



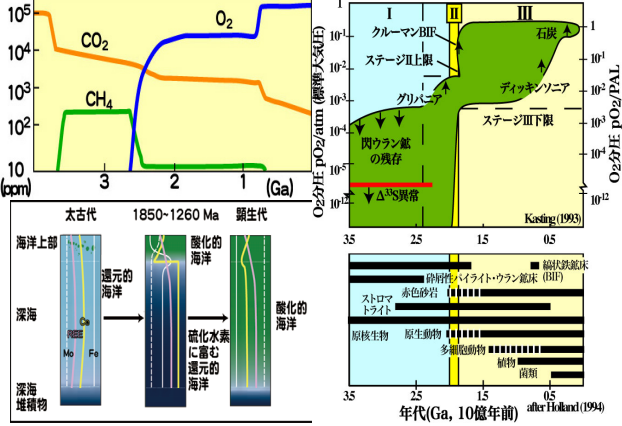
18億年前以前
海水中のFe²⁺が酸化されて、Fe³⁺になり、沈殿(Fe₂O₃, FeO(OH))



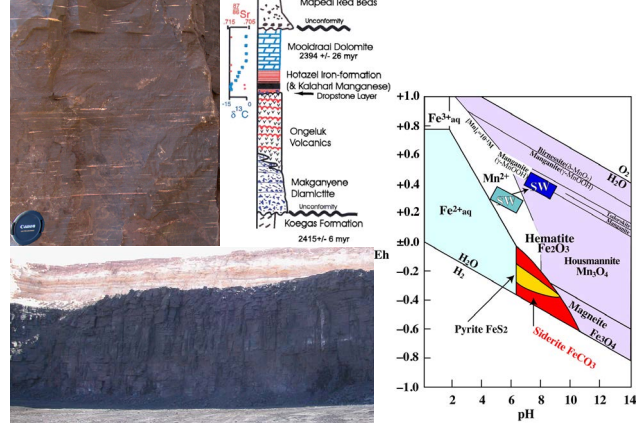
23億年前
海水中のMn²⁺が酸化されて、Mn³⁺またはMn⁴⁺になり、沈殿



大気・海洋の酸素濃度の上昇



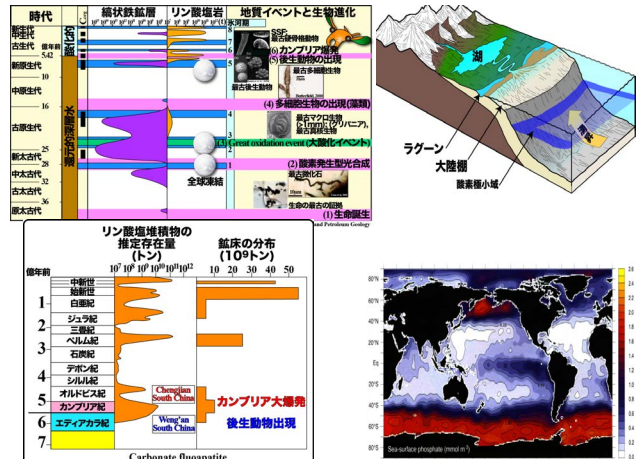
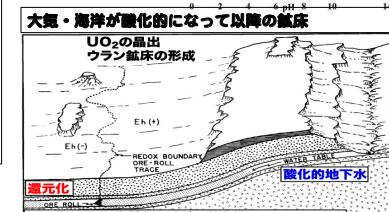
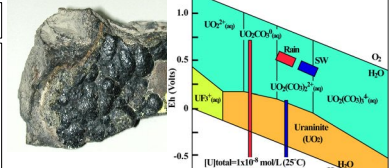
縞状マンガン層の形成と酸素濃度



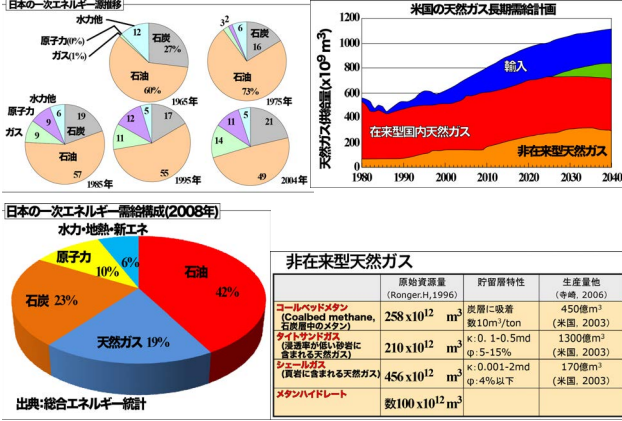
ウラニナイト

UO₂の黒色の鉱物

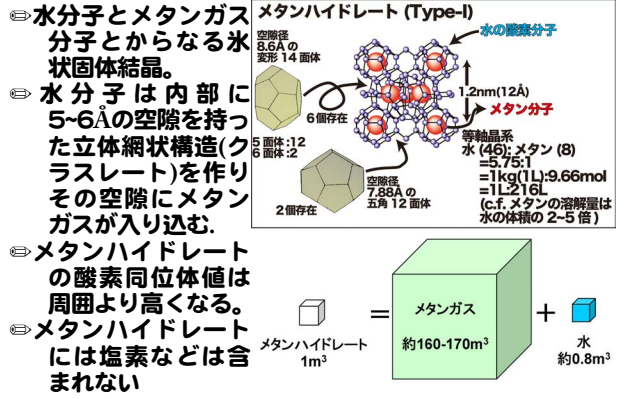
Uについて
+3, +4, +5, +6が存在
①酸化的〜少し酸化的な状態
UO₂²⁺やU⁴⁺が最も安定
②還元的な状態
UO₂(uraninite)
③他の価数は不安定
3価はすぐに4価になってしまう。
5価はUO₂⁺をつくり、結局6価や4価になってしまう。



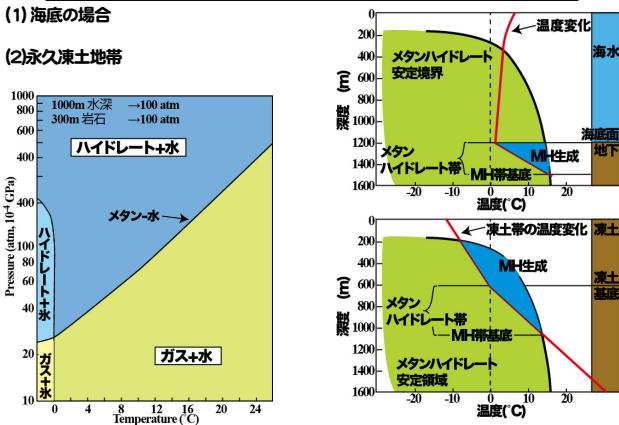
日本の一次エネルギー構成



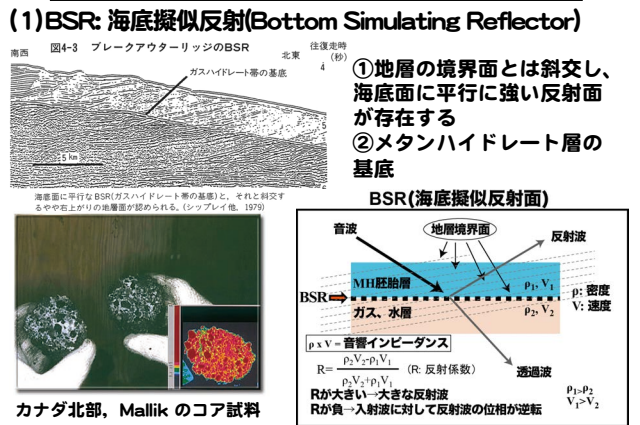
メタンハイドレート



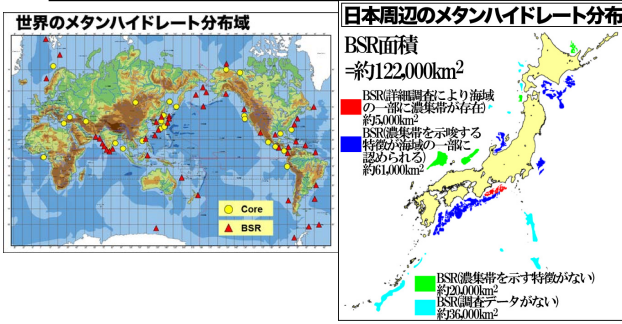
メタンハイドレートの安定領域



メタンハイドレートの探索とBSR



メタンハイドレートの分布



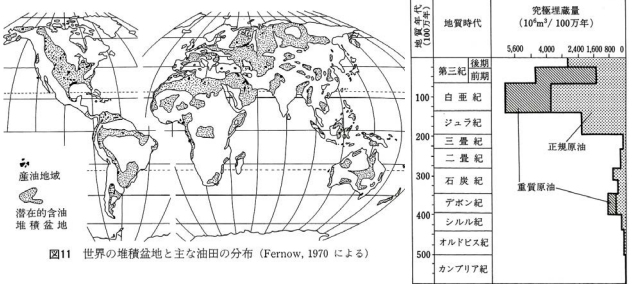
石油: 炭化水素類を主成分とし、非炭化水素化合物であるN, S, Oの化合物、微量の金属を副成分とした混合物である。温度圧力条件などにより、気体、液体、固体として産する。

オイル: 常温・常圧で液体の石油。

ガス: 常温・常圧で気体の低分子量炭化水素(C<6)を主成分とする石油成分。

貯留型石油: 鉱床を形成する石油

非貯留型石油: 分散し堆積岩中に存在しているピッチメン。微量に堆積物、天水や生物中に含まれる炭化水素を分散型炭化水素。



石油の地層

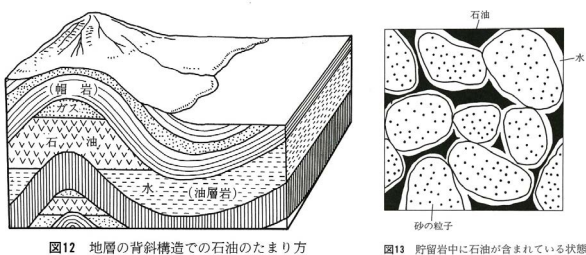


図12 地層の背斜構造での石油のたまり方

図13 貯留岩中に石油が含まれている状態

貯留岩中の構成粒子は表面張力の大きな水で覆われ、石油は水の間に存在。水は通常塩水(油田鹹水)で、海水起源とされているが、SO₄²⁻やアルカリ土類に枯渇、ただし、若い時代の油田鹹水は特に海水に似る

石油の起源

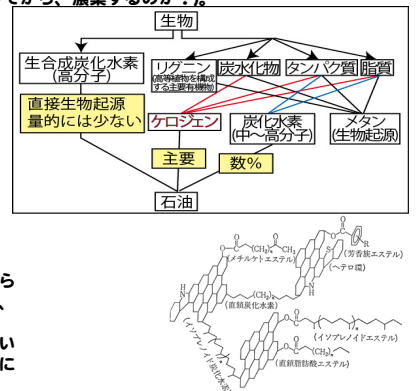
- (1) 炭化水素の起源 (有機説 vs. 無機説)。
- (2) 炭化水素の熟成 (熟成してから、濃集するのか?)。
- (3) 炭化水素の濃集。

炭化水素の起源

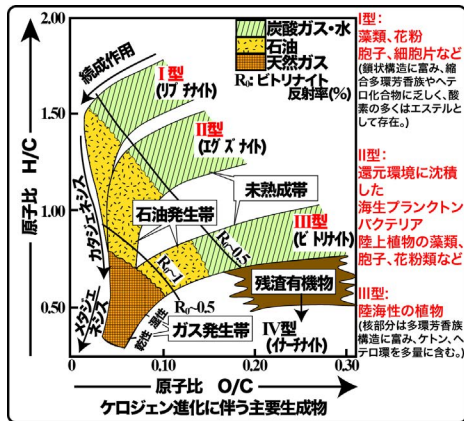
ケロジェンとは

- ① 堆積物中に存在する有機溶媒やアルカリ水溶液に不溶な有機物
- ② C₁₀H₈Oを主成分とし、少量のN,Sを含んだ複雑な非晶質高分子有機物で、一定の化合物ではない。

- ③ 核の部分は芳香族構造からなり、アルキル鎖によって、網状構造。
- ④ 加水分解や酸化を受け易い種々の側鎖を持つ。→ 熟成によりなくなる



ケロジェンを4グループに分類と石油生成との関係

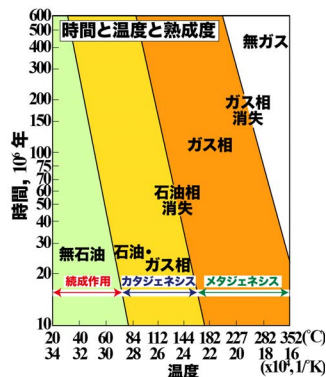


ケロジェンから炭化水素へ

続成作用期
 ①官能基が取り除かれるO→H₂O, CO₂, N₂やCH₄などのガスも
 ②ケロジェン核が分離。
 ケロジェン核はより芳香族に富む
 ③一部の分離したものは有機溶媒に溶解するNOS化合物となる

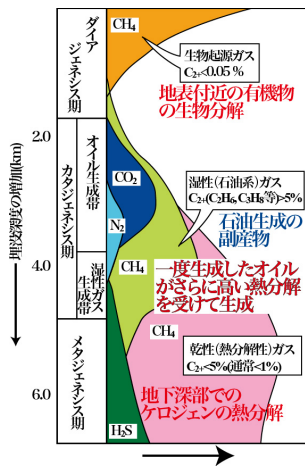
カタジェネシス期
 ①結合がより切れ、小さくなる
 ②NOS化合物はエステルやC-C結合が破壊され、かつNOSなどのヘテロ原子もなくなる。→炭化水素(低~中分子量)化

メタジェネシス期
 ①C-C結合の破壊
 ②メタンガスの生成
 ③芳香族性を増し、縮合、石墨へ



天然ガス

- (1) 不燃性天然ガス~CO₂, N₂など
 - (2) 可燃性天然ガス~炭化水素, C₁~C₄脂肪族炭化水素
- ①生物起源ガスと熱分解性ガス
 ②貯留岩ガス: 貯留岩に濃集した有用ガス



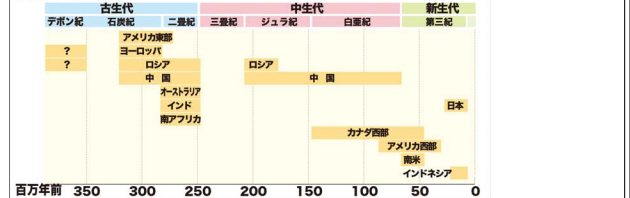
石炭の分布、年代

(1) 年代はデボン紀以降。
 陸上植物はオルドビス紀(450Ma-)、シルル紀に多様化、デボン紀後期には巨大な森林を形成

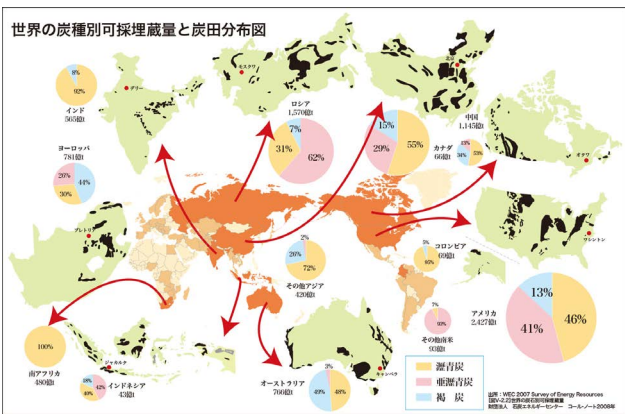
(2) 主要鉱床の時代:

- ①石炭紀~二疊紀前半: 管束蕨花植物陸上植物
- ②ジュラ紀~白亜紀前半: 裸子植物やシダ植物
- ③白亜紀後半~古第三紀: 被子植物

石炭の生成年代

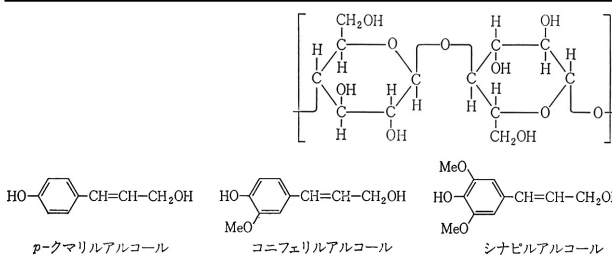


石炭の分布、年代



石炭の起源物質

(3) 石炭の起源物質:
 ①陸上植物のセルロース(陸上植物, >50%)vsリグニン(ca.30%)
 セルロース:細胞膜の主要成分
 リグニン:セルロースで構成された植物組織の結合



石炭の形成プロセス

