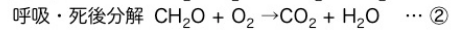
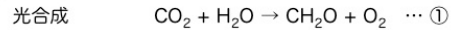


地球史における大気の変遷：酸素

◆酸素の放出

(1)有機物の埋没

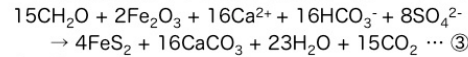


…②右辺の CH_2O の埋没・堆積により

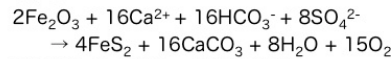
呼吸・分解から免れる → 酸素の増加

(2)黄鉄鉱 FeS_2 の生成・埋没

…硫酸還元バクテリアの作用 (鉄還元: $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$)



①, ③より



黄鉄鉱 FeS_2 の埋没 → 酸素の増加

◆酸素の消費

- 還元ガス・ CO , H_2 (火山ガス)、 CH_4
- 還元物質・ Fe^{2+}
- 有機物の酸化 (①逆反応)、黄鉄鉱の酸化 (③逆反応)

【酸素】

西オーストラリア

ビルバラ地塊

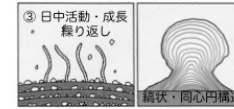
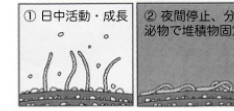
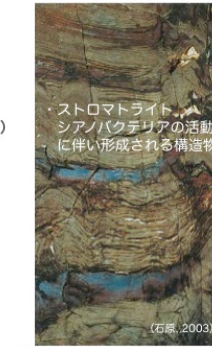
Warrawoona 層: 35億年前

・最古の生物化石

シアノバクテリア (ラン藻類)

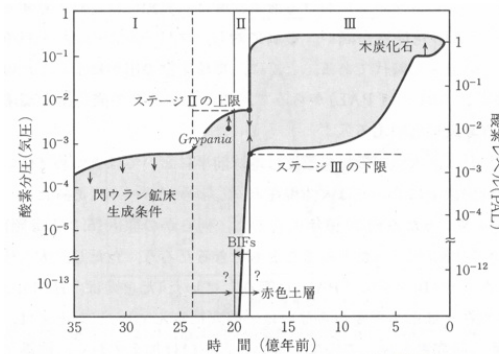


(Skinner et al., 1999)



現生のストロマトライト (シャーク湾・ハメルンブル)

大気中の酸素濃度の変化：約20億年前に増大



大気	大気	大気
R	O	O
海洋表層水	海洋表層水	海洋表層水
R	O	O
海洋深層水	海洋深層水	海洋深層水
R	R	O
I	II	III
R: 還元的	O: 酸化的	

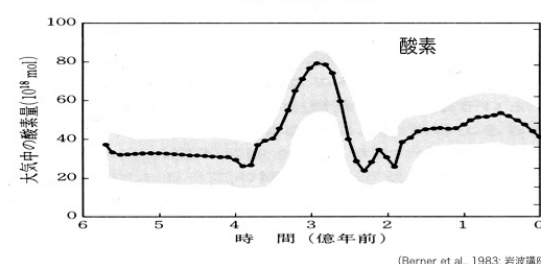
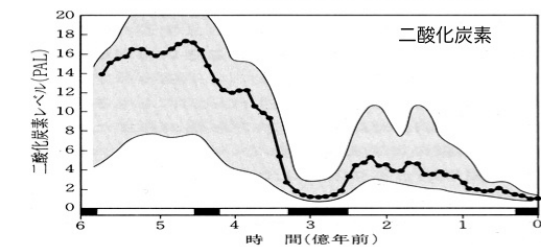


縞状鉄鉱層

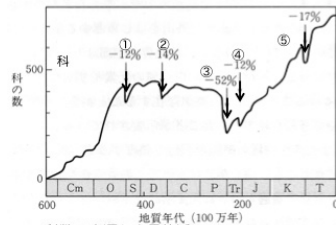
- 閃ウラン鉱床 (ウラン鉱: UO_2)
- 黄鉄鉱床 (FeS_2)
砕屑性 (表層: 貧 O_2 環境)
約24億年前以降は存在なし
- 赤色土壌
赤鉄鉱に覆われた石英粒の細流堆積物
約20億年前以降
(最古: 約24億年前)
- 縞状鉄鉱層: BIF (Banded Iron Formation)
3 層の鉄鉱層と SiO_2 -rich 層の互層
地表・深層水中の2価鉄が海洋表層で酸化され沈積 (2価鉄: 陸上・熱水)
約20億年前が形成最大
(終了: 約18.5億年前)
- 真核生物 (O_2 分圧 $> 0.01\text{PAL}$)
最古: 約21億年前 (Grypania spiralis)
- 木炭化石 (森林燃焼)
デボン紀以降 (約4.2億年前)
自然発火: 1.7PAL (35%) 以上で起こる
0.6PAL (17%) 以上で起こる
過去4億年間: 0.6~1.7PAL

(Kasting, 1993; 岩波講座地球惑星科学13, 1998)

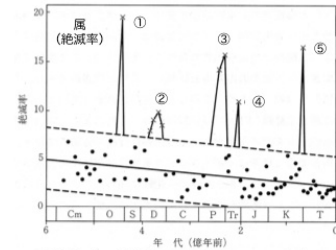
6億年間の二酸化炭素、酸素の変動



(Bernier et al., 1983; 岩波講座地球惑星科学13, 1998)



科数の変遷と大量絶滅
(Ramp & Sepkoski, 1982; 岩波講座地球惑星科学2, 1996)



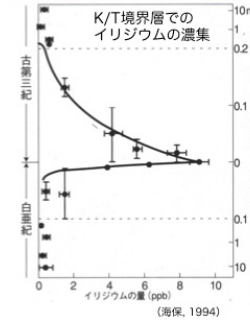
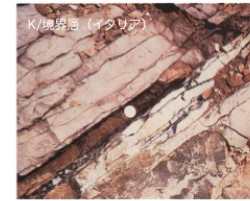
海棲生物の絶滅率 (絶滅属数/100万年)
(Ramp & Sepkoski, 1982; 岩波講座地球惑星科学13, 1998)

生物の大絶滅

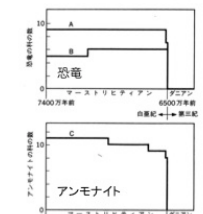
- ◆ 5回の主要な大量絶滅 [絶滅率] 科 属 種
- ① オルドビス紀末期 440Ma 25% ≤ 57% (海洋生物)
 - ② デボン紀後期 370Ma 21% 50% (海洋生物)
 - ③ ペルム紀/三疊紀境界 (P/T境界) 251Ma 50% 83% 96% (海洋無脊椎動物)
 - ④ 三疊紀/ジュラ紀境界 200Ma 20% 32% (海洋無脊椎動物)
 - ⑤ 白亜紀/第三紀境界 (K/T境界) 65Ma 20% 50% (海洋生物: 科 66%)

(海保, 1993; 平野, 1993, 2006)

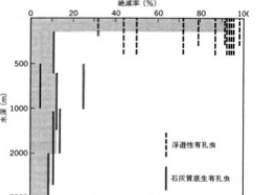
K/T境界



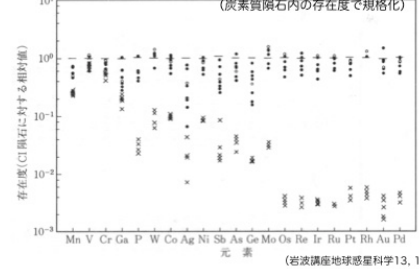
恐竜・アンモナイトの絶滅



有孔虫の絶滅率の水深による変化 (海保, 1995)



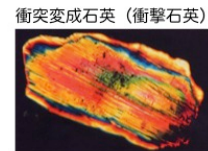
親鉄元素のマンテール・地殻内 (x) と各種隕石内 (●) の存在度 (炭素質隕石内の存在度で規格化)



(岩波講座地球惑星科学13, 1998)

K/T境界

隕石の衝突の証拠

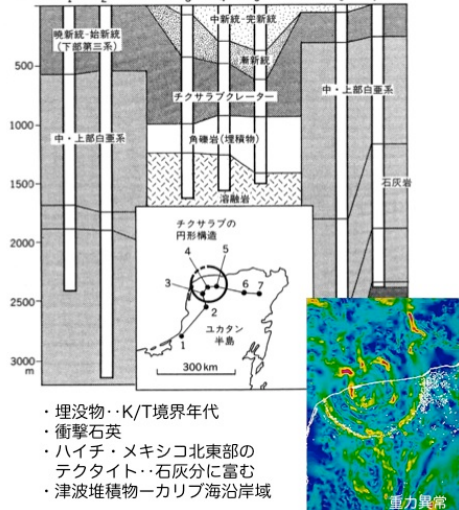


衝突変成石英 (衝擊石英)



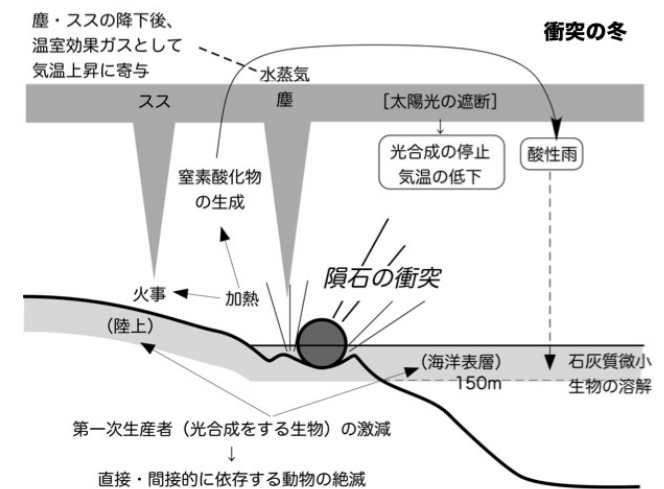
ススの化石: 大規模火災の痕跡 (現在のバイオマス10%相当)

チクシュルーブ (チチュルブ) クレーター Chicxulub crater (直径約180km)



- ・埋没物・K/T境界年代
- ・衝撃石英
- ・ハイチ・メキシコ北東部のテクトイト・石灰分に富む
- ・津波堆積物ーカリブ海沿岸域

K/T境界



P/T境界



P/T境界のチャート層 (岐阜県各務原市)

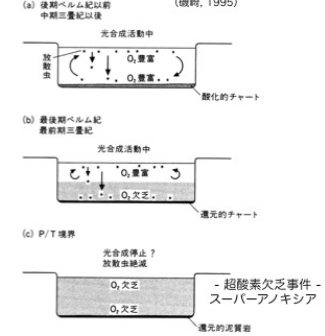


P/T境界：灰色チャート～黒色泥岩 (京都府馬場)

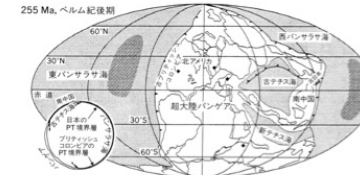
P/T境界周辺の層状チャート層の柱状図 (磯崎, 1995)



P/T境界でのチャートの堆積環境の変化 (磯崎, 1995)

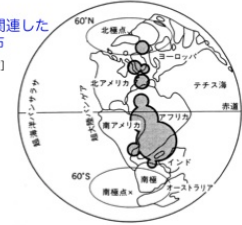


P/T境界頃の古地理 (磯崎, 1995)



パングェア分裂に関連したブリュームの分布

[古地理：約2億年前]

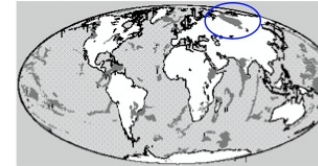


P/T境界頃の異常な火成活動

- ・シベリアトラップ (洪水玄武岩)
- ・キンバーライト (シベリア)
- ・大陸のリフティング
- ・スーパーブリュームの関与する火成活動

シベリアン・トラップ

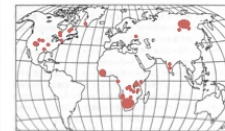
巨大火成岩岩石区 (Large igneous provinces, LIPs)



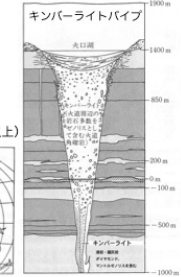
(Dawson 1971; 岩波講座地球科学3)

キンバーライト

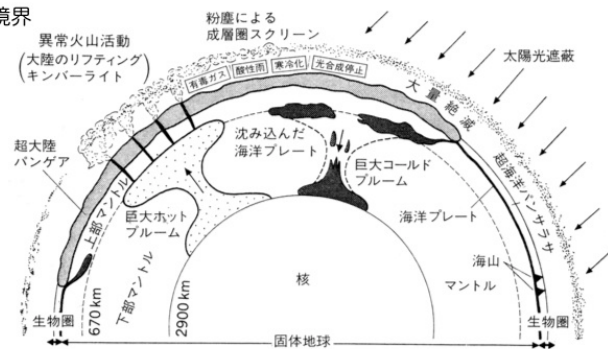
深さ100~200 kmで生成した
マグマが高速で地表に達した
地表：400 m/秒
上部マントル内：10~20 m/秒
激しい発泡現象を伴う
火道を粉砕、すり鉢状構造
(キンバーライトパイプ)
ダイヤモンドを含む
(炭素Cの高圧相・深さ150 km以上)



(Cox, 1978; 岩波講座地球惑星科学10)



P/T境界



コールドブリューム落下

↓

スーパーブリューム上昇

↓

異常火山活動

・シベリアトラップ (洪水玄武岩：巨大火山岩石区LIPs)

・キンバーライト (シベリア)

・大陸のリフティング

…スーパーブリュームの関与する火成活動

↓

粉塵・火山ガス…長期噴出

環境変化

・光合成の停止

・有毒ガス

・酸性雨

・寒冷化

↓

超酸素欠乏事件

生物大量絶滅