

第2部 「地球視(史) 入門」

(47 分) 地球と生命の歴史

＊

＊

＊

＊

＊

＊

＊

＊

[A] 地球の歴史

[B] 生命の歴史

2021年9月30日 永野 徹
10:45～12:00

[A] 地球の歴史

＊

＊

＊

＊

＊

＊

＊

＊

[1] 地球誕生前

(1) 宇宙の誕生
(2) 天の川銀河
(3) 太陽
(4) 地球・月
(5) 小惑星・隕石

[2] 地球誕生後

(1) 地球の年齢
(2) 地球誕生後のできごと
(3) 超大陸(大陸移動)
(4) 全凍結(スノーボール)

[1] 地球誕生前

(1) 宇宙の誕生 (137億年前～)


宇宙誕生(137億年前)～天川銀河(85)～太陽(47)～地球誕生(46億年前)

＊ (宇宙誕生後の主な出来事)

- ＊ **137 ビッグバン(宇宙誕生)**
- ＊ **133 最古の銀河誕生**
- ＊ **85 天の川銀河誕生**
- ＊ **48 超新星爆発(星雲の誕生)**
- ＊ **47 太陽誕生(星雲内で星の誕生)**
- ＊ **46 地球誕生**

※太陽は過去の超新星爆発で散らばった星間物質が再び集まって形成された星と考えられている。

＊ 超新星爆発後、星屑の重力集合で高温高圧下H2・He核融合が開始され原始太陽の誕生



① 宇宙誕生(ビッグバン) 137億年前



宇宙が膨化した結果、現在のようは星や銀河などが生まれてきた

現在 137億年

宇宙の膨れ上がり WMAPの観測 38万年

ビッグバン 10⁻³⁶秒

“家”のない状態で宇宙は始まった

①-2 宇宙の大きさ

スケールの比較

P(ペタ) = 10¹⁵

T(テラ) = 10¹²

G(ギガ) = 10⁹

M(メガ) = 10⁶

k(キロ) = 10³

宇宙の地平線 10²⁶m

銀河 10²¹m

太陽系 10¹⁶m

地球 10⁷m

10⁶m

10⁵m

10⁴m

10³m

10²m

10¹m

10⁰m

10⁻¹m

10⁻²m

10⁻³m

10⁻⁴m

10⁻⁵m

10⁻⁶m

10⁻⁷m

10⁻⁸m

10⁻⁹m

10⁻¹⁰m

10⁻¹¹m

10⁻¹²m

10⁻¹³m

10⁻¹⁴m

10⁻¹⁵m

10⁻¹⁶m

10⁻¹⁷m

10⁻¹⁸m

10⁻¹⁹m

10⁻²⁰m

10⁻²¹m

10⁻²²m

10⁻²³m

10⁻²⁴m

10⁻²⁵m

10⁻²⁶m

銀河

地球

人

細胞

原子

電子、クォーク

プランク長さ

m(ミリ) = 10⁻³

μ(マイクロ) = 10⁻⁶

n(ナノ) = 10⁻⁹

p(ピコ) = 10⁻¹²

f(フェムト) = 10⁻¹⁵

①-3 宇宙寿命

◇宇宙の寿命 ※大宇宙(私)は無数の小宇宙で構成される。(「私達の住む宇宙」も小宇宙の一つ)：最新の宇宙論 R1.122 永野

分類	時間・寿命			備考
	100億年	私達の宇宙寿命	無限大	
□無限の世界				
① 大宇宙(私) (無数の小宇宙の集まり?)				無限個の小宇宙がある・無限大の広い空間
② 多次元世界 (小宇宙と大宇宙との関係)				4次元(X・Y・Z軸+時間)以上(5~11)次元 例:5次元(暗黒体)、6次元(重力磁力)...
③ 観測世界 (意識の世界?)				仮に6次元の世界は意識として4次元の世界から 観測感知できるのは観測者のみ(観は観測力?)
□有限の世界				
① 私達の住む宇宙 (小宇宙の一つ)		私達の住む宇宙の大きさ137億光年の有限寿命?	現在ビッグバン後137億年経過、今後(膨張の停止or収縮)?	
② 銀河系		→10 ¹³ 年(銀河系消滅寿命)		銀河中心ブラックホール化して高亮?(X-キープ放射)
③ 太陽系		→10 ¹² 年(超新星爆発で消滅)(50億年経過済み)		仮し太陽核融合寿命≒100億年(太陽光の寿命)
④ 地球		→≒100億年(50億年経過済み:残り50億年)		MAX100億年?(太陽光寿命に依存or超新星爆発)
⑤ 生命体		→≒100億年=10 ¹⁶ (残り≒50億年)		DNA:ATGTAAGTCTAGTの地球環境生存限界
⑥ 人類寿命		→≒100億年(残り≒50億年)		生存の条件(衝突機軸・温度・水・空気他)
⑦ 人間寿命	▷ 100年	(参考) 10 ²⁰ * ≒11万年		人生100年時代?

(2) 天の川銀河 (85億年前~)

(2) - ① 上から見た天の川銀河 (棒状渦巻銀河)

上から見た天の川銀河 (棒状渦巻銀河) 直径10万光年。2000億個もの星が渦巻く星の大集団で、われわれの太陽系はその中心から2万8000光年も離れたところに位置している。中心がいて星の方向にあたるため、夏の天の川がとくに明るく幅広い見え、外側方向の冬の天の川が狭く見えるというわけだ。

(2) - ② 横から見た天の川銀河系 (半径=5万光年)

太陽系は天の川銀河中心から2.6万光年

銀河系は平面的に分布

(2) - ③ 天の川銀河の合体

銀河同志は重力で互いに近づいている
・「天の川銀河」は巨大な「アンドロメダ大星雲」に吸収される

アンドロメダ大星雲

天の川銀河

(3) 太陽系

① 太陽系の惑星

太陽と惑星の大きさ (地球の直径を1とした比較)

- 水星 (0.4)
- 金星 (0.9)
- 地球 (1)
- 火星 (0.5)
- 木星 (11)
- 土星 (9)
- 天王星 (4)
- 海王星 (4)
- 冥王星 (0.2)

地球型惑星	木星型惑星
● 水星、金星、地球、火星	● 木星、土星、天王星、海王星
● 小型で高密度	● 大型で低密度
● 金属や岩石が主成分	● 水素、ヘリウム、水、メタンなどが主成分
	● 輪(リング)を持つ

(3) - ② 太陽誕生 (47億年前: 寿命100億年、余命50億年)

主系列星: 水素をヘリウムに変換して核融合反応で自らエネルギーを放出する星

第一世代星の超新星爆発 (宇宙誕生後2億年内誕生恒星) 重力で飛散塵を再集結して太陽を形成

超新星爆発

重力崩壊型

中心部が重力崩壊することで、反動として外層は爆発的に外層へ広がっていく

かに星雲は、超新星爆発の名残

超新星爆発誘発星形成シナリオ

第一世代星 → 超新星爆発 → 第二世代星

衝撃波

宇宙で最初星

核融合や超新星爆発で作られた元素を宇宙に放出する

衝撃波が星種が入るを兼ねながら広がりを、新たな星を形成する

(4) 地球と月

(46億年前) (45億年前)

- * (月の誕生説)
- * 月は地球の1/4
- * 成分がほぼ同じ
- * 1. 兄弟説 (集積説)
- * 2. 親子説 (分裂説)
- * 3. 他人説 (捕獲説)
- * 4. 衝突説

(4) - ①地球誕生(46億年前)

第一世代超新星の爆発後、爆風でガス・塵が渦を巻き、中心に太陽が誕生して渦部がやや冷えて細かい粒子が重力集合して微惑星を造り更に何回も順次合体して大きくなり現在のよな地球が誕生した。

地球誕生初期(小惑星衝突)
マagma地球



ジャイアント・インパクト(想像図)
地球に微惑星テイア衝突して月が誕生(45億年前)



(4)-② 月の誕生

地球誕生4000万年後・微惑星テイアが衝突

月は地球の破片からできた?



原始地球に火星サイズの天体が衝突する

地球の岩石がはじき飛ばされる

岩石が衝突・合体をくり返して成長し、月になる

(4) - ③地球と月の大きさ

(大きさ: 径≒4倍、重量≒100倍)

地球と月の比較



地球 半径 約6378km (赤道半径)
重さ 5.97×10^{24} kg

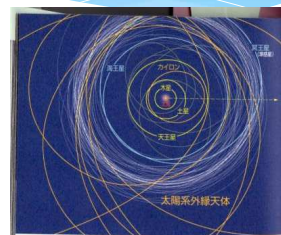
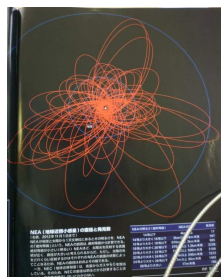
月 半径 約1738km (赤道半径)
重さ 7.35×10^{22} kg

(5) 小惑星・隕石の落下

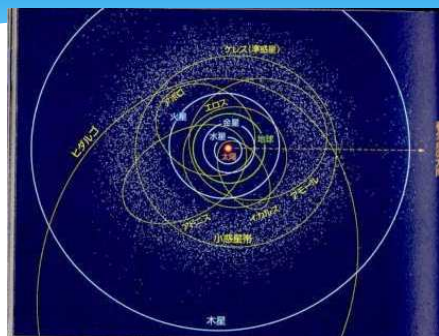
(5) - ①小惑星の地球衝突リスク

太陽の小惑星軌道

太陽系外縁天体



(5) - ②小惑星帯(火星と木星の間)からの隕石

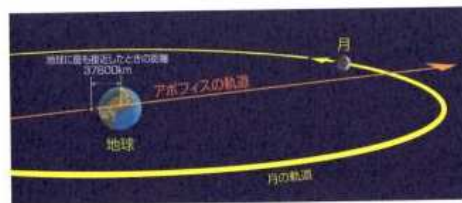


(5) - ③近未来小惑星の地球衝突リスク

(雑誌: ニュートンより)

○小惑星アポフィス(φ≒320m) 衝突? (NASA)

- ・第1回(8年後): 2029年大接近(スイングバイ)
- ・第2回(15年後): 2036年(衝突の危険性大?)



(5)-④小惑星等の地球衝突頻度

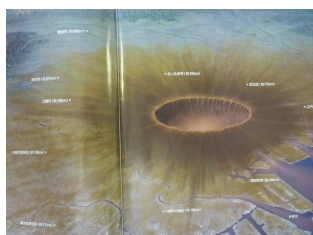
小惑星の直径	衝突頻度	衝突エネルギー (TNT火薬換算)	被害の程度
1m	10日に1度程度	約100トン	大気圏で燃えつきる
10m	数十年に1度程度	約10万トン	大気圏でほほ燃えつきる
50m	1000年に1度程度	約1000万トン	クレーター
100m	1万年に1度程度	約1億トン	クレーター
1km	100万年に1度程度	約1000億トン	クレーター、気候変動
10km	1億年に1度程度	約100兆トン	クレーター、気候激変、大量絶滅

直径1キロメートル以上の小惑星は、地球規模の気候変動を引き起こすおそれがある。小惑星の直径が小さくなればなるほど、被害は小さくなる反面、衝突の頻度は高くなる。なお、地表に到達する固体は、直径1ミリメートル以下の小さな微粒子も含めると、1年間で合計約4万トンにも達する。

(5)-⑤直径10km(小惑星の衝突) (1億年前)

- * ①いつ: 約1億年前⇒「恐竜絶滅」
- * ②大きさ: 直径≒10km、秒速約(15~20) km/s
- * ③場所: ユカタン半島(魔のハミュタ海域)、水深≒100M
 - * 重力異常、船の遭難場所
- * ④痕跡: クレータ直径≒180km、深さ≒30km
 - * 揺れ≒M11地震相当、津波高さ≒300M
- * ⑤環境破壊: 「衝突の冬」
 - * 衝突で舞い上がったチリにより太陽光線は遮られ、最低でも冬のような気候が数年続く。

(5)-⑥直径1.0km小惑星衝突クレーター (東京山手線φ≒10KM程度)



[2]地球誕生後のトピックス

- (1)地球の年齢
- (2)地球誕生後のできごと
- (3)超大陸(プレートテクトニクス)
- * (4)全凍結地球(スノーボール)

(1)地球の年齢

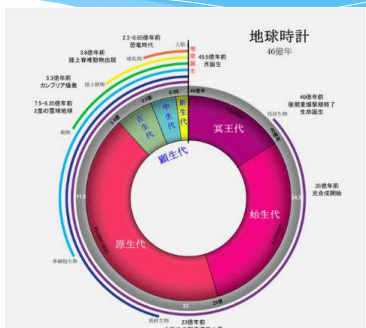
①地質による年代区分



(1)-② 地質年代内訳(46億年)

- | <地球誕生以降>(億年前) | 期間 |
|--------------------|--------|
| (A)先カンブリア時代(≒40億年) | |
| 1)冥王代(46~40) | 6億年 |
| 2)始生代(40~25) | 15億年 |
| 3)原生动代(25~5.5) | ≒20億年 |
| (B)顕生代(≒6億年) | |
| 4)古生代(5.5~2.5) | 3億年 |
| 5)中生代(2.5~0.65) | ≒2億年 |
| 6)新生代(0.65~現在) | ≒0.5億年 |

(1) - ③地球年齢の円グラフ (46億年)
(地球時計:地質年代)



(2)地球誕生後のできごと
①主な出来事一覧表

分類	地質年代	細分	億年前	記事
先カンブリア	冥王代	—	47~40	太陽・太陽系誕生、地球誕生48(貴族形成)
	始生代	古始生代	40~32	マグマ地球(隕石衝突熱地球)、最古の岩、
		中始生代	32~28	海洋誕生、プレート移動、生命誕生
		新始生代	28~25	藍藻光合成
	原生代	古原生代	25~16	スーパー大陸、光合成、大酸化イベント、氷期
中原生代		16~10	ロディニア大陸、シア/バクテリア、真核生物誕生	
新原生代		10~5.4	寶石地球、多細胞生物、エディアカラ生物	
顕生代	古生代	カンブリア紀	5.4~4.8	生物のカンブリア爆発、全動物門出現
		オルドビス紀	4.8~4.4	オウムガイ、三葉虫、魚類誕生
		シルル紀	4.4~4.2	昆虫類、最古陸上植物
	中生代	デボン紀	4.2~3.6	両生類、シダ、種子植物
		石炭紀	3.6~3.0	4大大陸、シダ、昆虫、爬虫類
		ペルム紀	3~2.5	パンゲア大陸誕生
	新生代	三畳紀	2.5~2.1	パンゲア大陸、恐竜出現
		ジュラ紀	2.1~1.5	ジラ紀-パンゲア、ゴンドワナ分裂、大型恐竜
		白堊紀	1.5~0.66	恐竜繁栄・絶滅、現在の大陸分裂
	第四紀	古第三紀	0.66~0.23	古第三紀-新哺乳類、日本海地溝帯
		新第三紀	0.23~0.03	新第三紀-ヒマラヤ山脈、古日本列島、t祖先
		第四紀	0.03~現代	第四紀-人類時代、氷期・間氷期、日本列島

(2) - ②冥王代 (46~40億年前) のできごと
冥王代とは(マグマだけで岩石がなく地質学的証拠が存在しない年代)

○冥王代
※冥王代とは地質学的証拠が見つからない時代

単位(億年前)	説明
①46	地球誕生
②45	月誕生(惑星衝突ジャイアント・インパクト)
③46~38	原始海洋誕生 ・マグマ地球が降りし水蒸気凝結(雨)
④43	大陸誕生(現代の北米大陸程度) ・隕石が地表に落下しプレート誕生
⑤41~38	後期重爆撃期 ・小惑星衝突頻度の極大期
⑥40	世界最古の岩石(ウラン・鉛年代測定法) ・カナダ北部アスタチ麻岩

誕生直後の地球
(マグマ・オーシャン状態)



② - 1冥王代(マグマ地球とジャイアント・インパクト)
地球誕生直後(45億年前)
冥王代とは:地球が高温のマグマで覆われ岩石が存在しない時代
(地質学的証拠が存在しない)

冥王代初期のマグマ地球(原始惑星衝突)
大気: H₂水素+H₄ヘリウム

ジャイアント・インパクト(想像図)
地球誕生4000万年後:月誕生(45億年前)



② - 2 地球誕生 (46億年前) 直後の鉱物
地球最古のジルコン鉱物 (44億年前地球は存在していた)
オーストラリア・ジャックヒルズ

世界最古の花崗片麻岩 (4.4億年前)
・地球最古の鉱物:ジルコン
・オーストラリア・ジャックヒルズ (44億年前)
・U/Pb年代測定法



(2) - ③始生代(太古代) (40~25億年前)
始生代(太古代)はバラバラの地殻が衝突・合体を繰り返して小型の大陸を作り始めた時代。
始生代は大気中に酸素がなく(窒素とCO₂)マグマが冷えて岩石が形成され始めた時代

主な出来事(海・大陸・生命の出現)

- * 40億年前:世界最古の岩石
- * 38億年前:原始生命誕生
(原核生物=核酸の連結物RNA)
- * 38億年前:海の誕生(水の惑星)
- * 38億年前:プレート・テクトニクス(マントル対流)
- * 27億年前:シア/バクテリアの誕生
(大酸化事変)



③-1 小型大陸の痕跡 (始生代:40億年前)

地球最古の岩石 (カナダ:アカスタ片麻岩)

(多数の小惑星衝突で溶融岩石が地上に落下して小プレートが誕生
(大気) 原始大気: 酸素は無く(水蒸気+CO₂)、その後火山誕生でCO₂とNH₄
海誕生後: 窒素が供給されて(CO₂+窒素)

露頭片麻岩 (カナダ・グレートスレイブ湖)

カナダのアカスタ片麻岩 (花崗岩)
片麻岩: 花崗岩が高压変成された岩石

③-2 始生代海と生命誕生痕跡 (40~38億年前)

※生命とは: 代謝と自己複製できるもの

原始海洋誕生

原始大気中の水蒸気が凝結して降雨
初期海洋は亜硫酸・塩酸で強酸性
枕状溶岩 (海が存在した痕跡)
高温の溶岩が海水で急冷され誕生

礫岩 (グリーンランド): 生命誕生の痕跡

・イスア堆積岩 (グリーンランド): 最古の堆積岩
・岩石中に濃い炭素C12=生物起源炭素
・200~300°C海水とアミノ酸の化学反応で生命誕生




グリーンランドで発見された約38億年前の堆積岩「枕状溶岩」。

③-3 27億年前 光合成の痕跡 (藍藻シアノバクテリア)

・地球最期誕生で宇宙からの放射線が遮断され浅海に藍藻が移動。
・バクテリアが深海⇒浅海へ移動して太陽光により光合成を開始
・藍藻(シアノバクテリア): 酸素発生型光合成を行う細菌 = 光合成バクテリア

(ストロマイト)シアノバクテリアの集集体化石 シアノバクテリアの地球最古の光合成(大量の酸素発生)

縞状鉄鉱石 (発生酸素吸収) 大酸化事変に繋がる

西ノースアリア・シャーク湾




(2)-④ 原生代 (25~6億年前)

オゾン層出現、原始真核生物誕生、

主な出来事 (単位: 億年)

- ①25億年前 火山活動活発化 (太陽光遮断⇒寒冷化)
- ②24~22 大氷河期-全地球凍結 (スノーボールアース)
氷河期にメタンハイドレイトが貯蓄される
- ③21億年前 大酸化イベント (嫌気性微生物生滅)
メタン放出により温暖化が進み、大陸の化学風化が進み海に栄養塩が蓄積されて光合成が活発化。
- ④19~14 最初の超大陸出現 (ヌーナ大陸)
- ⑤12 真核生物誕生 (多細胞生物誕生) ミトコンドリアと共生
- ⑥12~10 ロディニア超大陸が形成された後に分裂が始まる。
- ⑦8~6 全球凍結 (スノーボールアース)
- ⑧6億年前 多細胞生物出現:
エディアカラ生物の繁栄と紀末に絶滅

(2)-④-1 (24~22億年前) 全地球凍結


④-2 (21億年前) 大酸化イベント

④-3 (19億年前) 最古超大陸ヌーナ誕生

1) 全地球凍結
大気中の酸素濃度が1万倍以上に増加。
※氷河期が終りメタンハイドレイトが溶けてメタン放出により暴発的に温暖化が進み大陸の化学風化で大量の栄養塩が海洋に流れ込み藍藻光合成が活発になりO₂が増えた

2) 大酸化イベント(21億年前)
大気中の酸素濃度が1万倍以上に増加。
※全球凍結後、光合成が活発になり大気は酸素で満ち溢れて(と言っても現在の1/100、現在は21%) 酸素濃度が増えて嫌気性バクテリアが絶滅
※氷河期が終りメタンハイドレイトが溶けてメタン放出により暴発的に温暖化が進み大陸の化学風化で大量の栄養塩が海洋に流れ込み藍藻光合成が活発になりO₂が増えた

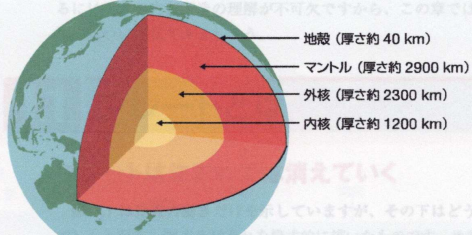
3) ヌーナ超大陸誕生(19億年前)
北7列島主要部・アイルランド・スカンジナビア

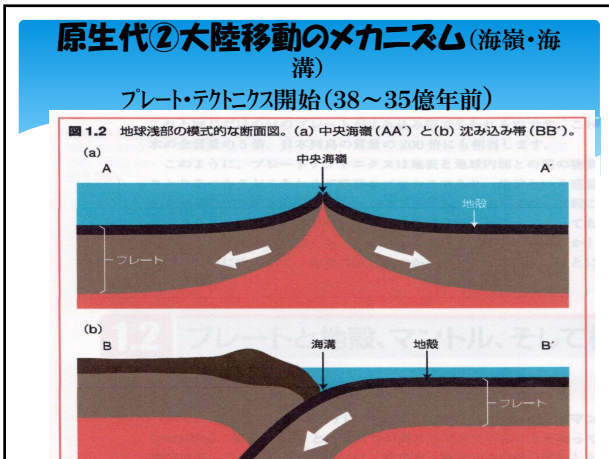


(3) 超大陸 (プレート・テクトニクス)

①地球の内部構造

図 1.3 地球の化学的構造。地殻 (海洋の下では厚さ約 6 km、大陸での平均の厚さは約 40 km)、マントル (厚さ約 2900 km)、外核 (厚さ約 2300 km)、内核 (厚さ約 1200 km)。地殻の厚さは地球の半径の 1% にも満たないので、線のようにしか見えない。





原生代③最古の大陸移動痕跡(38~35億年前)

イスラ地質構造には(枕状溶岩・縞状鉄鋼床・炭酸岩塩・礫岩層)が存在
※ウラン・鉛年代測定法: 岩石がマagmaから固化した時点で原子の出入りが無くなり、崩壊後のウランと鉛の存在比から半減期で計算される。

イスラ地質構造(グリーンランド)
縞状鉄鋼床・炭酸岩塩・枕状溶岩。礫岩層が有る
イスラ地域の地質構造は付加体の特徴を持つことからプレートテクトニクスが働いていたと考えられる。

原生代(3) - ④ 超大陸の変遷

超大陸名	億年	地質年代	記事
ヌーナ大陸	19	原生代 前期	最初の超大陸、北米大陸
パンゲア大陸	15~10	原生代 中期	ロディニア超大陸形成~分裂
ロディニア大陸	11~7	原生代 後期	海が沈降しロディニア大陸分裂
ゴンドワナ大陸	6	古生代	カンブリア紀 南半球
ロシニア大陸	5	古生代	オルドビス紀 北米大陸
パンゲア開始	3.5~3	石炭紀	超大陸パンゲア(全大陸合体)
パンゲア形成	2.5	古生代	ペルム紀 超大陸1つ、巨大火山活動
パンゲア分裂	2	中生代	三畳紀 北ローラシア+南ゴンドワナ
ゴンドワナ分裂	1.8	中生代	ジュラ紀 北ローラシア+南ゴンドワナ
南ゴンドワナ	1.8	中生代	南米・亞弗・南極・豪州(南半球)
ゴンドワナ大陸	1	古第3紀	東西ゴンドワナ大陸誕生
5大陸・南極	0.5~0.3	新生代	新第3紀 現在の大陸

原生代④-1 ヌーナ超大陸(19億年前) (地球上初の超大陸)

ヌーナ大陸
ヌーナとは北欧と北米の頭文字の合成名。
原生代はまだ陸地の量は少なくヌーナ超大陸と言えども、大きさは現在の北米程度の大きさで大部分が北半球に位置した。

超大陸とは
地殻が薄く弱い部分から大陸が隆起し分裂と合体を繰り返しながら全て(80%以上)の大陸が集まった状態を超大陸と称する。

④-2 ロディニア大陸 ④-3 ゴンドワナ大陸 原生代(11~7億年前) (6~5億年前)

②ロディニア大陸(11~7億年前)
③ゴンドワナ大陸(6億年前)
ロディニア大陸が分裂して北半球ローラシア大陸と南半球ゴンドワナ大陸となる。

原生代④-4 パンゲア大陸(ペルム紀2.5億年前)

④パンゲア大陸(3.5~2.5億年前) (左図)パンゲア大陸の詳細
ローラシア大陸(北)とゴンドワナ大陸(南)の合体

原生代④-5 世界大陸の未来予想

2000万年後の日本

2億年後の世界大陸

原生代(4)全地球凍結(スノーボールアース)

原生代に3回 ①24~22、②7、③6億年前、大量の二酸化炭素が地殻に石灰岩等として固定され、大気中のCO2が減少したことにより温室効果が低下して地球全体が凍結。

①ヒューロニアン氷河期(24~22億年前) ②スターチアン氷河期(7億年前)

③マリニアン氷河期(6億年前)

- * [全地球凍結(原生代に全3回)]
- * 太陽活動は現代の70%
- * 赤道も含めて全地球が凍結
- * 原生生物の大絶滅と生物進化
- * 嫌気生物絶滅と好酸素生物誕生
- * シアハクアリア光合成と縮状鉄鉱床生成
- * 酸素呼吸を行う真核生物の繁栄
- * 火山活動によるCO2で凍結解除
- * 火山活動により大陸が急激に成長
- * CO2濃度は相当高く温室効果大
- * 多細胞生物の誕生

[B] 生命の歴史

<目次> 地質年代順

- * (1) イントロ・冥王代(46~40)、
- * (2) 始生代(40~25)
- * (3) 原生代(25~5.5)
- * (4) 古生代(5.5~2.5)
- * (5) 中生代(2.5~0.65)
- * (6) 新生代(0.65~現在)

(1) イントロ・冥王代

イントロ①地球誕生後の生命歴史

● 生物絶滅時期

代	単位(百万年)	紀	植物関連事項	地球の様子や動物の変化
古生代	先カンブリア紀	約45~5.7億年前	生命の出現	現在知られている最古の化石で、約35億年前の地層から糸状細菌(シアノバクテリア)
	カンブリア紀	570	真核生物の出現	約20億年前から水生動物の出現(シアノバクテリア)
	500	藻類の出現	水中生活を行う藻類の繁栄	カンブリアの火曜線
	オールドビス紀	500	光合成、酸素量増加、雲の減少	雲量
	440	シラ植物の出現	シラ植物(フツツニア)など	光合成、酸素量増加、雲の減少
	400	子ボニ紀	シダ植物の森林帯	植物量増加、オゾン層の増加、雲の減少
中生代	350	石炭紀	森林帯の出現	森林帯の出現
	280	二疊紀(ペルム紀)	シダ植物の森林帯	植物の地上進出の後に二疊紀の絶滅が分岐した
	230	三疊紀	シダ植物(トクサ)類	高温多湿
	190	ジュラ紀	シダ植物の出現、イネ科類	高温、乾燥
	140	白亜紀	被子植物の出現	中や寒冷
	新生代	6.5	第三紀	被子植物の繁栄
1.8		第四紀	被子植物の繁栄	寒冷化、温暖化、氷河期の繰り返し、隕石衝突

(1) イントロ②生命の進化(始生代~原生代まで)

(40~25)億年前~(25~5)億年前

地球が誕生してから恐竜が現れるまで43億年以上もかかった。

だんだん複雑になっていく

約46億年前 [地球誕生]

約38~35億年前 [生命の誕生] (原核生物) DNA

約27億年前 [光合成生物の誕生] (シアノバクテリア)

約21億年前 [真核生物の出現]

約14億年前 [多細胞生物の出現]

約5億2500万年前 [ヒコクワイクス]

約5億2500万年前 [ヒコクワイクス]

約5億2500万年前 [ヒコクワイクス]

(1) イントロ③植物の進化(5億年前~現在) 塚腰講師

(1) イントロ④冥王代 (45億~40億) 年前 (生命の痕跡無し)

冥王代とは:地球が高温のマグマで覆われ岩石が存在しない時代
マグマ地球とジャイアント・インパクト

冥王代のマグマ地球 (小惑星衝突)
 ・原始大気(水蒸気+CO₂)
 ・地表温度1000度以上
 ・地表が数百度以下になり雨が地表まで届き海洋の誕生

ジャイアント・インパクト (想像図)
月誕生 (45億年前)



(2) 始生代生命 (40~25億年前)

(先カンブリア時代の生命はマイクロの世界)
 始生代は大気中に酸素がなく(窒素とCO₂):**嫌気性細菌**
 マグマが冷えて岩石が形成され始めた時代:**好熱性細菌 (200°Cでもok)**

主な出来事(海・大陸・生命の出現)

- 40億年前:世界最古の岩石
- 38億年前:**原始生命:好熱性・嫌気性**
(**原核生物**=DNA 養生膜無し)
- 38億年前:海の誕生(水の惑星)
- 38億年前:プレート・テクトニクスの痕跡
- 27億年前:**シアノバクテリアの誕生**
(大酸化事変)

始生代① 生命の誕生 (38億年前)

海底で200~300°Cの熱水と岩石やアミノ酸と化学反応?
 ※生命とは:代謝と自己複製できるもの

礫岩:生命誕生痕跡
 ・グリーンランド・イスア堆積岩(付加体)
 ・岩石中に生物起源の炭素C12が存在
(生物は軽い炭素を多く吸収)

枕状溶岩(海が存在した痕跡)
 高温の溶岩が海水で急冷され誕生

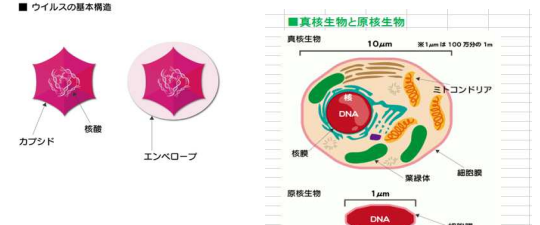


始生代①-1 原始生命 (生命とは:代謝と自己複製できるもの)

ウイルス(核酸)と細菌(DNA)誕生(原核・真核生物)
 DNA(遺伝子):細胞核内の染色体に有りA・T・G・C4種の部品からなる
 DNA=デオキシリボ核酸(4種:Aアデニン、Tチミン、G Guanin、Cシトシン)

原核・真核生物(生命体)
 細胞壁+細胞膜+細胞質+核様体
 真核生物:酸素を利用するミトコンドリアを呼吸器官にDNAを核膜で包み酸素から作る
 植物:シアノバクテリアを取込み葉緑体とする

■ ウイルスの基本構造
 ウイルス(生命体でない)
 核酸+カプシド



始生代①-2 ウイルス・細菌・微生物(ナノ~マイクロの世界)

原核細胞とは:核が無く、染色体DNAが細胞質基質中にある細胞
 真核細胞とは:核膜で囲まれた核があり、染色体DNAが核内に在る細胞

	ウイルス	細菌	真核(カビ)
大きさ	10nm	100nm	1000nm
基本的な構造	カプシド、エンベロップ	細胞壁、鞭毛、核様体、リボソーム	細胞壁、細胞膜、核、リボソーム、ミトコンドリア

始生代② 光合成生物の痕跡 (27~19) 億年前)

ストロマトライト:シアノバクテリアで形成された化石

光合成(シアノバクテリア:酸素発生)
 ・写真は27億年前のストロマトライト(ホリヒ)。
 ・ストロマトライトは光合成生物であるシアノバクテリアの活動で形成された岩石。
 ・27億年前シアノバクテリアが大量の酸素発生。その後大気中に酸素が徐々に増え始める。

精鉄鉄鉱床 (Fe²⁺⇒Fe³⁺)
 海水中の2価鉄イオンが**酸素を吸収**して3価鉄に酸化して凝縮して形成されたもの。
 (19億年前まで続くが以降は形成されなくなる)



(3) 原生代 (25～6億年前)

主な出来事 (単位: 億年)
オゾン層出現、原始真核生物、

①25億年前	火山活動活発化(太陽光遮断⇒寒冷化)
②24～22	大氷河期一全地球凍結(スノーボールアース) 氷河期にメタンハイドレイドが貯蓄される
③21億年前	大酸化イベント(嫌気性微生物生滅) メタン放出により温暖化が進み、大陸の化学風化が進み海に栄養塩が蓄積されて光合成が活発化。
④19～14	最初の超大陸出現(スーナ大陸)
⑤12	真核生物誕生(多細胞生物誕生)ミトコンドリアと共生
⑥12～10	ロディニア超大陸が形成された後に分裂が始まる。
⑦8～6	全球凍結(スノーボール・アース)
⑧6億年前	多細胞生物出現: エディアカラ生物の繁栄と紀末に絶滅

原生代① (24～21億年前) 大酸化イベント

シアノバクテリアの光合成で大気中の酸素が急増
20億年前: オゾン層形成開始

1) 大酸化イベント(21億年前～) 2) スーナ超大陸誕生(19億年前)

大気中の酸素濃度が1万倍増加。
大陸の化学風化が進み大量の栄養塩が海洋に供給され光合成生物の活動が活発化して莫大な酸素が放出された。

北7列島主要部・アイルランド・スカンジナビア

- ・全球凍結後、**光合成が活発**になり大気は酸素で満ち溢れて(現在の100)
- ・**真核生物が誕生し、細胞内にミトコンドリアを持ち大型化**
- ・**全球凍結終了後、軽いCO2が大気と海に供給された。**
- ・**CO2とメタンハイドレイドで温室効果増大**
- ・**同時に大陸風化も進み栄養塩P等が海に供給されシアノバクテリアが大繁殖して光合成により遊離酸素を放出。**
- ・**21～19億年前から放出されたO2で積状鉄鉱床形成。**

原生代② 多細胞生物誕生 (10～6億年前)

・6億年前に単細胞生物が進化して多細胞生物が誕生
・エディアカラ生物群誕生(原生代末期): **まだ硬い骨・骨格のない生物群**
・エディアカラ生物群は次の時代カンブリア爆発で捕食生物に食べられ全滅

エディアカラ生物群誕生 (6, 2～5, 6億年前)
ネーデルラント・アイルランド北方

- ・ **海底軟体生物が泥流により一瞬にして土砂に封じ込められ化石化**

多細胞生物誕生 (6億年前)
動物界の祖先群

原生代③ エディアカラ紀多細胞生物 (6, 2～5, 5億年前)

目に見える生物: 骨格・循環器無しで扁平な形状 (数cm～1M)

地球で初めての大きな生物

カンブリア爆発前は、最も原始的な時代エディアカラ紀というこの時代の生物をエディアカラ生物群という。エディアカラ生物群は、陸上に初めて現れた、目で見ることのできる大きさの体をもち、動物だった。しかし、現在の生物とどうもつながりがあるかは、よくわかっていない。

- キクロメドゥーサ**
身長20cm、クラゲの母体と見られるが、キックと呼吸器を有する動物らしい。
- プランリデニウム**
身長10cm、クワガタの幼虫と見られるが、クワガタと似たような動物らしい。
- モルギア**
身長15cm、クワガタの幼虫と見られるが、クワガタと似たような動物らしい。
- カルニオディスタス**
身長10cm、クワガタの幼虫と見られるが、クワガタと似たような動物らしい。

◆ 顕生代 (5.5億年前～現代)

1. 先カンブリア時代: 目に見えないバクテリア生物時代
※末期に目に見える軟体生物誕生

2. 顕生代: **目に見える大きさの多細胞生物時代**

- * **顕生代 (現在まで) ≒ 6億年経過**
- * **(4) 古生代 (5.5～2.5) 3億年**
- * **(5) 中生代 (2.5～0.65) ≒ 2億年**
- * **(6) 新生代 (0.65～現在) ≒ 1億年**

(4) 古生代 (5.5～3億年前)

古生代① 生物のカンブリア大爆発 (生物種の爆発的誕生)

(動物) 骨格動物誕生・節足動物誕生・昆虫誕生・魚類誕生・爬虫類誕生
(植物) 海中から陸上へ、陸上で孢子植物～裸子植物～種子植物へと進化


* **古生代のできごと (単位: 億年前)**

(5.5～) カンブリア紀	カンブリア大爆発: 生物の爆発的進化、英国ウエール地方名(骨格動物誕生: エビ・カニ出現)
(4.8～) オルドビス紀	ワームガイ全盛期、三葉虫等の節足動物、ウエール地方名オールドビス紀に植物が海から陸上に現れた
(4.4～) シルル紀	昆虫類誕生、植物が陸上進出(4.3億年前)
(4.2～) フォン紀	魚類の時代～両生類、シダ植物、種子植物の出現、英国
(3.6～) 石炭紀	ゴンドワナ・ロレンシア・バルチカ・ユーラシア大陸、シダ最盛期
(3.0～) ヘルム紀	超大陸パンゲア大陸形成、爬虫類登場、ロシア(最古の魚類)


古生代②カンブリア紀生物のカンブリア爆発 (5.5~4.9億年前)

カンブリア紀：生物が爆発的に進化(動物部門が爆発)
 オゾン層が誕生して強い紫外線が遮断され生物は地上に進出できた。
カンブリア紀初期：海に目・足が有るが骨格の無い生物が動き回っていた。
(後期)：陸に外骨格(硬い殻)、内骨格(背骨)を持つ生物誕生。

三葉虫(最初目を持った動物)
ピカイア(脊椎動物：魚の祖先)



アマロカス(捕食動物)
ハルキゲニア



古生代③カンブリア紀 海の生物 (5.5~4.9)

海の中は動き回る生物でいっぱい



ピカイア
全長5cm 小さい動物の祖先に近しい種。

マルレラ
全長2cm 海にすくつかげあつて、目線に近い位置で泳ぎ、目はなかった。

ワイゾクシア
全長50cm 長い、が太い足をもつ、ゴカイに似た節足動物。

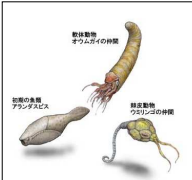
デムバスタス
全長2.5cm 節足動物。

レドリキア
全長10cm~1m 節足の骨が硬く、腕が長い。節足動物の祖先。

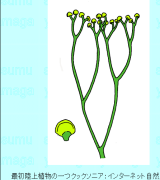
古生代④オルドビス紀～シルル紀の生物

4.3億年前オゾン層が完成(植物：緑藻類シャンケモが地上に進出)
 植物最古の化石：**クワカニア**(胞子で繁殖・葉茎の区別なし。維管束無し)

オルドビス紀 (4.9~4.4億年前)
オーム貝・棘皮動物が繁栄・魚にまだ骨なし



シルル紀 (4.4~4.2億年前)
魚類の時代：骨・アゴ・ヒレができた
セニコケ(緑藻類シャンジグモ)：地上に進出



古生代⑤オルドビス紀末(~4.5億)～シルル紀(4.4~4.2億年前)

シルル紀以前：軟体動物(オウムガイ等)足動物・顎無し魚
シルル紀~：脊椎動物：背骨有り(背骨・顎・ひれを持つ魚)

進化する魚たち



エンドセラス
全長10cm このころの魚で最も早く泳ぎの速い魚。


サカバンバスピス
全長20cm 体の前半部分が骨のみに覆われていた。

アンドレオレピス
全長10~20cm 最初のアゴをもち、口の中に歯をもつ。背骨の間に軟骨があり、背骨は長く伸びた。

コバドント
全長10cm 最初の顎をもつ魚。

古生代⑥魚の変化(オルドビス紀～シルル紀～デボン紀)

オルドビス紀 (4.9~4.4) 億年前：魚誕生(顎・無一有)
シルル紀 (4.4~4.2) 億年前：魚進化(多数ヒレ；尾びれあり)
デボン紀 (4.2~3.6) 億年前：魚進化(大きさ・捕食・背骨頸有り)



クラドセラク
全長1.2m 最初のサメ。骨はやわらかい軟骨でつたが骨格があり、神経のたばを導いていた。

クリマティウス
全長15cm 骨にたくあるのが特徴で、骨をそれの骨に強いとげがまわっている。

タイロレピス
全長50cm 最初の硬皮ではないうる。最初のアゴをもち、歯もつ。しりぞくと歯で、尾びれは上下動して呼吸を助けた。

ダファラスピス
全長20cm 最初のグラーカンスの骨格。最初の背骨の間に軟骨があり、目、上にある。

ダンタルネステウス
全長8m 骨の部分をよりいでおおった。腕、腕が長いと骨で骨格を助けた。

ネステオレピス
全長200cm 最初のグラーカンスの骨格。最初の背骨の間に軟骨があり、目、上にある。

古生代⑦生命上陸(海～陸) デボン紀(4.2~3.6)～石炭紀(3.6~3.0)

(植物が上陸)：海草からシダ植物(水分を吸い上げる根と茎が発達)
維管束植物誕生：体を支えし水分と栄養分を地中から吸い上げる器官
地上環境適応：気孔による光合成(ガス交換しきみをつ造った)

(動物の上陸)
 ○**デボン紀 (4.2~3.6億年前)**
デボン紀：魚類の時代：魚に顎や骨が有る。魚の胸のひれが足となり両生類となる。魚地上進出さぞいもり等が陸上を這い回る

○**石炭紀 (3.6~3.0億年前)**
両生類出現：陸上節足動物が増える
シダ植物の大森林帯が誕生
巨大なシダ植物誕生：シダ、フウコク、ロウキ(ヒゲカサアサ科、トナリ科)



古生代⑧デボン紀 両生類の時代 (4.2~3.6) 億年前

(4.2~3.6) 億年前 (魚類時代⇒両生類出現、昆虫誕生)

魚から両生類へ
 植物が上陸してから約3000万年たったころ、魚の卵から陸に上がるものが現れた。陸地の環境に適した。お尻の骨をのびのび伸ばして生活に役立てた。お尻の骨をのびのび伸ばして生活に役立てた。お尻の骨をのびのび伸ばして生活に役立てた。

【デボン紀の世界】
 コケの群生はオールドビスネにすでに存在していた。シラカバにはシラの仲間も陸に上がった。上陸したばかりの植物は、まだ成長は遅い。シラカバは10cm程度の高さに育つ。シラカバは10cm程度の高さに育つ。シラカバは10cm程度の高さに育つ。

フナクサツクリ
 葉の形が針葉樹に似ている。葉の裏面に樹脂腺がある。樹脂腺は葉の裏面に樹脂腺がある。樹脂腺は葉の裏面に樹脂腺がある。

アケトスチガ
 アケトスチガは、葉の裏面に樹脂腺がある。樹脂腺は葉の裏面に樹脂腺がある。樹脂腺は葉の裏面に樹脂腺がある。

アケトスチガ
 アケトスチガは、葉の裏面に樹脂腺がある。樹脂腺は葉の裏面に樹脂腺がある。樹脂腺は葉の裏面に樹脂腺がある。

アケトスチガ
 アケトスチガは、葉の裏面に樹脂腺がある。樹脂腺は葉の裏面に樹脂腺がある。樹脂腺は葉の裏面に樹脂腺がある。

古生代⑨石炭紀 (3.6~3.0) の植物

・シダ植物の全盛(石炭は石炭紀の植物化石)
 リンボク(ヒカゲノカスラ仲間)、フウソク(ヒカゲノカスラ仲間)、ロボク(トウサ科)

【石炭紀の世界】
 石炭紀は、植物の多様化が進んだ。シダ植物の全盛期である。シダ植物の全盛期である。シダ植物の全盛期である。

シダ植物
 シダ植物は、石炭紀の主要な植物群である。シダ植物の全盛期である。シダ植物の全盛期である。

フウソク
 フウソクは、石炭紀の主要な植物群である。フウソクの全盛期である。フウソクの全盛期である。

ロボク
 ロボクは、石炭紀の主要な植物群である。ロボクの全盛期である。ロボクの全盛期である。

古生代⑩ペルム紀 (3.0~2.5) 史上最大の絶滅(P-T絶滅)

(2.9) 億年前:ペルム紀に被子植物誕生 哺乳類の祖先が現われる
 (2.5) 億年前:ペルム紀に生物大量絶滅(三葉虫・アモナイト・オウム貝)
 「ペルムの冬」仮説:マントルで火山が活性化し光合成生物絶滅による酸欠事件

石炭紀後期の大陸配置図 (大まかに記したもの)

石炭紀後期になると、ついにローレンシア、バルティカとゴンドワナが一つになりました。最も有名な大陸である、超大陸「パンゲア」の誕生です。一方、カザフスタニアは周りの陸地(現在のシベリア)と合体し、アン

(5) 中生代 (2.5~0.66) 億年前

中生代:温暖な気候、火山活動が活発、巨大平原の砂漠化
 三畳紀後半:裸子植物~被子植物(種子植物)へ

★ 中生代(恐竜時代);(単位:億年前)

- ①三畳紀(2.5~2.1):パンゲア超大陸、三畳紀末大量絶滅
- ②ジュラ紀(2.1~1.5):パンゲア大陸分裂、生物大型化
- ③白亜紀(1.45~0.66):恐竜の繁栄と絶滅、哺乳類進化、真鳥類

中生代①-1 三畳紀 (2.5~2.1) 億年前

三畳紀の動物(爬虫類全盛) (恐竜出現)
 (水中) 魚類・首長竜
 (陸上) 単弓類:哺乳類型爬虫類
 双弓類:ワニ類・リコゾウリス恐竜類

三畳紀の植物(裸子植物)
 ○イチョウ・ソウダツシダ類の全盛時代
 ○石炭紀の(ヤブレガサ・ワラビ)も繁栄
 ネオカマニス(トウサ)・ハウスマニア(ヤブレガサ)

中生代①-2三畳紀の植物 (2.5~2.1) 億年前

(三畳紀~ジュラ紀)大量絶滅:(アモナイト・爬虫類・単弓類等大型生物)(裸子植物生き残り):トウサ・ソウダツシダ

三畳紀の植物
 ヤブレガサワラビ植物群が広がる

イチョウ
 イチョウは、三畳紀の主要な植物群である。イチョウの全盛期である。イチョウの全盛期である。

ソウダツシダ
 ソウダツシダは、三畳紀の主要な植物群である。ソウダツシダの全盛期である。ソウダツシダの全盛期である。

トウサ
 トウサは、三畳紀の主要な植物群である。トウサの全盛期である。トウサの全盛期である。

中生代①-3 三疊紀の動物 (2.5~2.1億年前) (爬虫類全盛時代)

大量絶滅の後に栄えた生き物たち

絶滅は繁栄のチャンス
生物は生きるために、きつい生存競争をせざるを得ず、競争相手がなくなれば、食べ物も子どもも育てる場所も、すべて簡単に手に入られるようになります。絶滅を生き残った生物にとっては、生存の数をふやす絶好のチャンスだ。

【三疊紀の世界】
三疊紀は、ペルム紀末の大規模な絶滅を生きのびた生物の繁栄した時代。陸には爬虫類が、海には魚類や、中生代から哺乳類や鳥類を産むものなどがいた。陸は現在の三疊紀より又いものが多かった。三疊紀末期には、三疊紀の中から原始的な恐竜が現れた。

エオプラトル
全長約1m。三疊紀の恐竜の祖先と見られる。

デスマスチス
全長約3m。陸を歩いていたこの恐竜。

ヒエロダヘドン
全長約1m。三疊紀の恐竜の祖先と見られる。

ヘノドス
全長約1m。三疊紀の恐竜の祖先と見られる。

ウツツサウルス
全長約10m。三疊紀の恐竜の祖先と見られる。

中生代①-4 爬虫類⇒恐竜 (三疊紀2.0億年前)

恐竜は爬虫類の仲間

過去から現在まで地球上にはたくさんの爬虫類が現れた。

恐竜は三疊紀に現れた
原始的な恐竜は、三疊紀に生きていた爬虫類の仲間から現れた。恐竜は爬虫類の仲間から現れた。恐竜は爬虫類の仲間から現れた。

【爬虫類の仲間たち】
恐竜は爬虫類の仲間から現れた。恐竜は爬虫類の仲間から現れた。恐竜は爬虫類の仲間から現れた。

原始的な爬虫類
原始的な爬虫類は、三疊紀に生きていた爬虫類の仲間から現れた。原始的な爬虫類は、三疊紀に生きていた爬虫類の仲間から現れた。

栄えた恐竜
栄えた恐竜は、三疊紀に生きていた爬虫類の仲間から現れた。栄えた恐竜は、三疊紀に生きていた爬虫類の仲間から現れた。

中生代② ジュラ紀 (2.1~1.5億年前) 恐竜の時代

ジュラ紀は超大陸パンゲアが分裂して大陸の間に海水が流れ込み穏やかな気候となり、乾燥気候から温帯気候へと変化して生物が豊富に栄えた。動物と植物が繁栄。

グリーンランド

北アメリカ、ヨーロッパ、アジア、イベリア、テチス海、ハンサラッサ (古太平洋)、ゴンドワナ

ジュラ紀の大陸配置図

中生代②-1 ジュラ紀 (2.1~1.5億年前)

(動物)
巨大恐竜・鳥類・真骨魚類の時代

(植物)
シダ植物は消えて裸子植物の全盛時代

恐竜: クリオソサウルス、フシオサウルス、ビジャプリオサウルス

植物: トクス・シダ・ソテツ・イチヨウ・針葉樹類が栄えた。下図はワレマイ・ハイン

クリオソサウルス (国立科学博物館 1/20スケール 展示される真骨魚類の化石)

ワレマイ・ハイン

中生代②-2 恐竜全盛 (ジュラ紀: 2.0~1.46)

宇宙をたどった放射線や隕石がはげしいようになり、約1億年前に太陽系の惑星として誕生した地球です。できたばかりの地球の表面はマグマでおおわれ、生命はまったく存在していませんでした。

約2億5000万年前
【始祖鳥】
【三疊紀の絶滅】
【三疊紀】

約2億3000万年前
【恐竜の出現】
【カマラサウルス】
【トリケラトプス】
【ティラノサウルス】
【アークオティリス】

約2億1000万年前
【双竜の出現】
【アcantステガ】
【ペトロコサウルス】

約1億9000万年前
【翼竜の出現】
【コッコステラス】

約1億7000万年前
【翼竜の出現】
【翼竜の出現】

約1億5000万年前
【翼竜の出現】
【翼竜の出現】

約1億3000万年前
【翼竜の出現】
【翼竜の出現】

中生代②-3 ジュラ紀 (2.0~1.5) ~ 白亜紀 (1.46~0.65) 三疊紀大量絶滅が有ったが恐竜は生き延びた

大噴火や隕石の落下などが原因で、地球上では何億も絶滅がくり返され、たくさんの生き物がすがたを消しました。それでも、地球上には今もさまざまな生き物が生きています。

ジュラ紀から白亜紀の世界
三疊紀末期の大規模な絶滅を生きのびた、それまで陸上を支配していた爬虫類が再び増え、恐竜が繁栄するようになった。ジュラ紀にはともなう恐竜や鳥の祖先が現れ、三疊紀末期に絶滅するまで大繁栄した。

始祖鳥
全長約1m。三疊紀の恐竜の祖先と見られる。

スーパーサウルス
全長約33m。三疊紀の恐竜の祖先と見られる。

スタゴサウルス
全長約10m。三疊紀の恐竜の祖先と見られる。

アロサウルス
全長約12m。三疊紀の恐竜の祖先と見られる。

カンボサウルス
全長約10m。三疊紀の恐竜の祖先と見られる。

中生代②-4 ジュラ紀の植物 (2~1.46) 億年前

ペネテデス類(針葉樹:ソテツ等)が繁栄

ジュラ紀の植物
ペネテデス類が大繁栄

中生代は「ペネテデス類の時代」ともいわれるほど、植物も数多くあり、動物は絶えず進んでいく。

ジュラ紀の高では、針葉樹のペネテデス類が繁栄した。こうした植物を食べて、竜脚類はどんどん大きくなったのだとよさる。

植物 中生代の植物 2

ジュラ紀の植物

ペネテデス類が大繁栄

中生代は「ペネテデス類の時代」ともいわれるほど、植物も数多くあり、動物は絶えず進んでいく。

ジュラ紀の高では、針葉樹のペネテデス類が繁栄した。こうした植物を食べて、竜脚類はどんどん大きくなったのだとよさる。

植物の進化の歴史

中生代(2億5000万年前) 中生代(1億9000万年前) 中生代(1億5000万年前)

植物の進化の歴史

中生代(2億5000万年前) 中生代(1億9000万年前) 中生代(1億5000万年前)

中生代(5) 白亜紀 (1.5~0.66億年前)

白亜紀は長期に渡り温暖で湿潤な気候が続く
恐竜の繁栄と絶滅、哺乳類の進化、大陸はほぼ現在の形に分裂。末期に恐竜絶滅の原因となる小惑星が衝突。白亜紀は白い石灰岩トパー海峽

動物(恐竜繁栄~絶滅)
恐竜の繁栄と絶滅、哺乳類の進化
白亜紀末期に恐竜絶滅

植物(被子植物出現)
白亜紀に被子植物出現し多様化。針葉樹、マツ類が多くなる。花が本格的に登場。
(イチゴ(キンゴイデス)・ワサ(エキテテス)

恐竜:テラサウルス等大型化。恐竜の多様化(鳥脚類・石炭類・獣脚類)

植物の進化の歴史

中生代(2億5000万年前) 中生代(1億9000万年前) 中生代(1億5000万年前)

植物の進化の歴史

中生代(2億5000万年前) 中生代(1億9000万年前) 中生代(1億5000万年前)

③-1 白亜紀の植物 (1.46~0.65億年前)

(被子植物出現)

白亜紀の植物
被子植物が栄え始める

白亜紀は温暖で湿潤な気候が続いた。被子植物は、この時期に栄え始める。また、恐竜も多様化し、大型化が進んだ。

植物の進化の歴史

中生代(2億5000万年前) 中生代(1億9000万年前) 中生代(1億5000万年前)

植物の進化の歴史

中生代(2億5000万年前) 中生代(1億9000万年前) 中生代(1億5000万年前)

白亜紀③-2 白亜紀末(0.65億年前)の大量絶滅

恐竜絶滅(巨大隕石落下)

白亜紀末の大量絶滅

巨大な隕石が地球にぶつかった

巨大な隕石(直径10km)が地球にぶつかった。その衝撃は、地球の気候を激しく変えた。また、多くの生物が絶滅した。

植物の進化の歴史

中生代(2億5000万年前) 中生代(1億9000万年前) 中生代(1億5000万年前)

植物の進化の歴史

中生代(2億5000万年前) 中生代(1億9000万年前) 中生代(1億5000万年前)

(6) 新生代 (6500万年前~現在)

中生代末期に恐竜・アンモナイト・海生爬虫類が絶滅して哺乳類・鳥類の全盛時代に入る。植物の分野では中生代白亜紀に生まれた被子植物が全世界に広がる

哺乳類の時代(人間の時代)

* (新生代の主な出来事)

代	紀	世	百万年前	記事
新生代	古第三紀	暁新世	66~56	アフリカ、南米、南極は分離、欧州と北米は一体のまま。被子植物が繁栄。哺乳類の殆どが出現
		始新世	56~34	哺乳類の殆どが出現
		漸新世	34~23	大規模な海退、哺乳類の大型化
	新第三紀	中新世	23~5.5	日本海地溝帯と吉日本列島の隆生
		鮮新世	5.5~2.5	ヒラオ山脈上昇、人類誕生
	第四紀	更新世	2.5~1万	人類の時代、日本海が広がる
完新世		1万~現在	氷期と間氷期の繰返し	

新生代① 新生代の生命(哺乳類の時代)

第四紀(更新世): 人類出現(700万年前)

新生代の細区分

新生代	紀	世	特徴
新生代	第三紀	古第三紀	哺乳類の進化、被子植物の出現
		始新世	温暖な気候、哺乳類の進化
		漸新世	森林から草原へ、哺乳類の進化
	第四紀	中新世	哺乳類の進化、被子植物の出現
		更新世	人類の出現(ホモサピエンス)
		完新世	氷期と間氷期の繰返し

新生代② 人類の進化 (中新世:700万年前~)

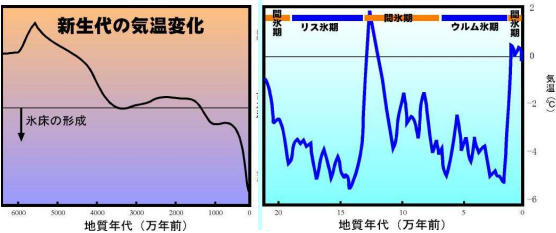
《類人猿~原人~旧人類~新人類》

猿人	原人	旧人類	新人類
500万年 中新世	240万年 第3~4紀 更新世	30万年 第4紀 更新世	3万年 第4紀 更新世
アガストロピテカス ラプティス猿人 化石人類 類人猿から進化 直立二足歩行 犬歯が退化 ・火未使用 ・マンモスを追いかけず ・狩猟はしない	ホモ・エレクトウス ジャワ原人、 北京原人 直立した人 化石人類 脳容積を増大 火を使用 打製石器使用	ネアンデルタール人 旧石器時代 脳容積は現在人並 火を使用 頭蓋骨が厚い 眼窩上隆起(ガンカ)	ホモ・サピエンス ・クロマニヨン人 現在人 更新世の新入 脳容積拡大 旧人類と区分
			
猿人	ジャワ原人 北京原人	ネアンデルタール人	クロマニヨン人

新生代③ 第四紀・気候変動 (250万年前~)

(間氷期と小氷河期)の繰り返し

第四紀の気温変化



新生代の気温変化

第四紀の気温変化

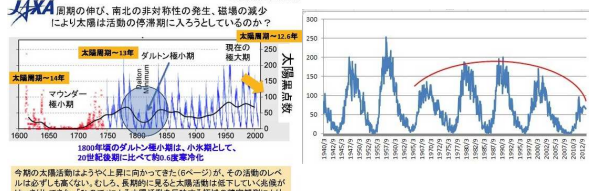
地質年代 (万年 前)

新生代③ 気候変動の要因 (第四紀180万年前~)

太陽活動の変動 (黒点の数)

新生代：第四紀は氷期と間氷期の繰り返し (黒点の数増減)

(太陽黒点数の周期的変動)



1800年頃のダルトン極小期は、小氷期として、20世紀後期に比べて約0.6度寒冷化

今期の太陽活動はようやく上層に向かってきた(ベージ)が、その活動のレベルは必ずしも高くない。むしろ、長期に渡る太陽活動は低下していき後者がはつきりしてきた。「ひので」による太陽活動を反映する機械の精密観測により、太陽活動の長期変動の謎の解明を行う。

◆地球視入門(まとめ)

歴史区分	現時代(現在から遡る)											
宇宙歴史	宇宙誕生	太陽誕生	地球誕生	生命誕生	火山活動	地球凍結	陸大陸	森林誕生	恐竜絶滅	人類誕生	現代の人類	
	137億年前	47億	45億	38億	28億	23億	10億	5億	2.5億	6500万	30万	240万
地球歴史	地球誕生	月誕生	原始生命	ハゲリ7	寒暖変化	恐竜	巨大隕石	哺乳類	猿人誕生	旧人類	新人類	現代
	45億年前	45億	35億	7億	2.5億	1億	6500万	500万	30万	3万	1.7万	
地質年代	古生代			中生代			新生代					
	石炭紀	二疊紀	三疊紀	ジュラ紀	白亜紀	第三紀	第四紀	中新世	更新世	完新世	更新世	完新世
	2.5億年前	2.5億	1.5億	6550万	5580万	3400万	2300万	533万	350万	260万	1.2万	

おわり

R3(2021)9月 永野 徹