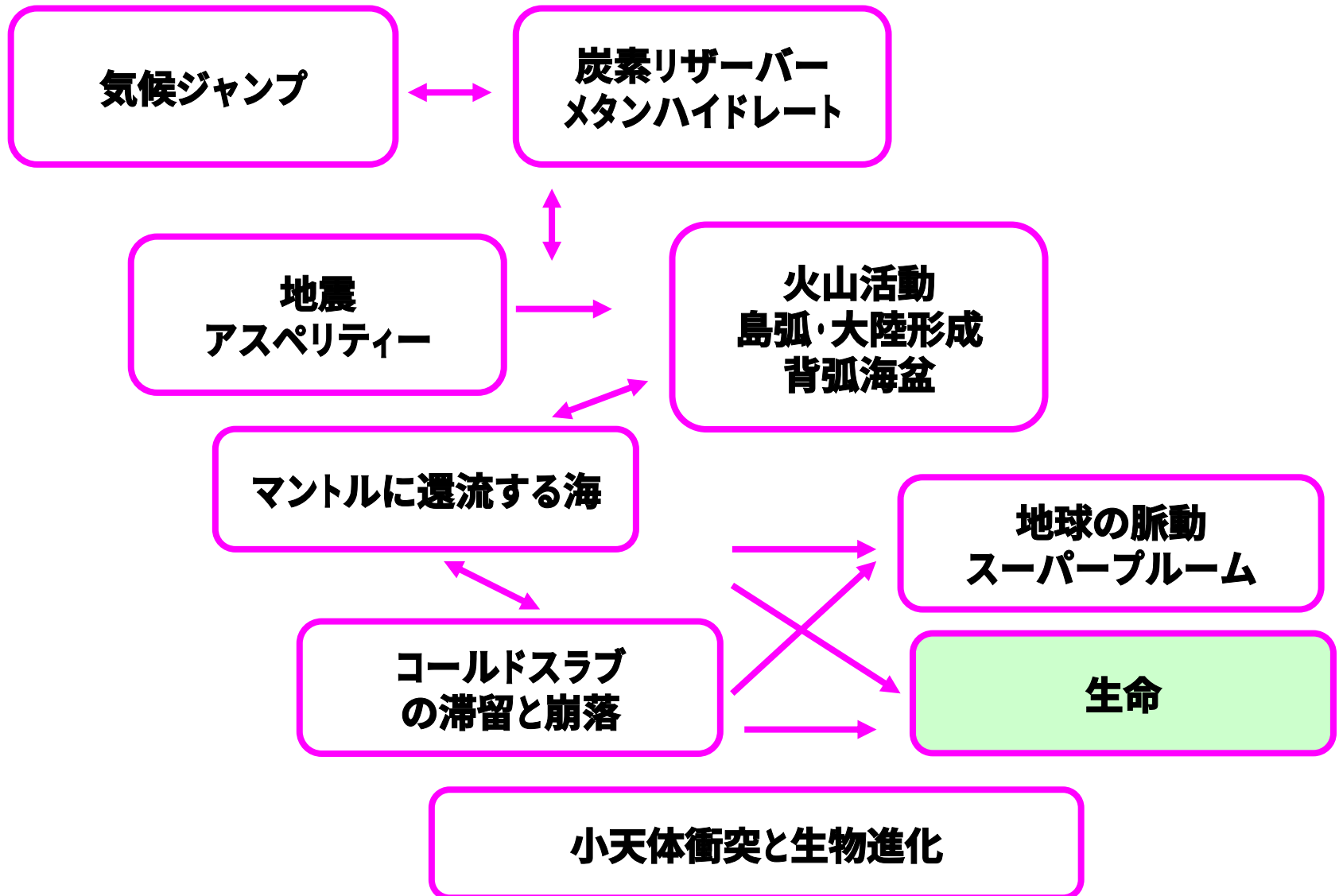


I. 全体の話



深海掘削の課題

コア試料の
回収率が悪い

Hydraulic Piston Coring
System
Extended Shoe Coring System
Motor Driven Coring System
Diamond Core Bit
コア・キャッチャー
ヒープ・コンペンセーター
ガイドベース
・・・

深く掘れない

掘削流体（泥水）
とライザー管によ
る孔内環境制御

石油・ガス存在
域で掘れない

3次元高精度地震探査

II. 生命の話

第一幕

- ユーリーとミラーの実験 (1953年)
原始大気＝還元型大気 (メタン、アンモニア、水蒸気、水素ガス)
- コアセルベート液滴 (オパーリン) とプロテインイド・ミクロスフェア (フォックス)
- シアノバクテリアの作るストロマトライト＝浅瀬で生命誕生？

有機物の生成

- **有機物 (有機化合物) とは**

炭素を含む大きな分子。

CO₂は無機物、メタンCH₄は有機物 (無機物とする人も)

- **起源はなんでもあり**

- **星間物質と宇宙線 (小惑星帯に濃集、彗星で地球に軟着陸)**
- **鉱物の表面**
- **ミラーの実験のような火花放電**
- **熱水噴出孔での冷水との接触**
- **小天体の地球への衝突 (斜め衝突＝軟着陸)**

.....

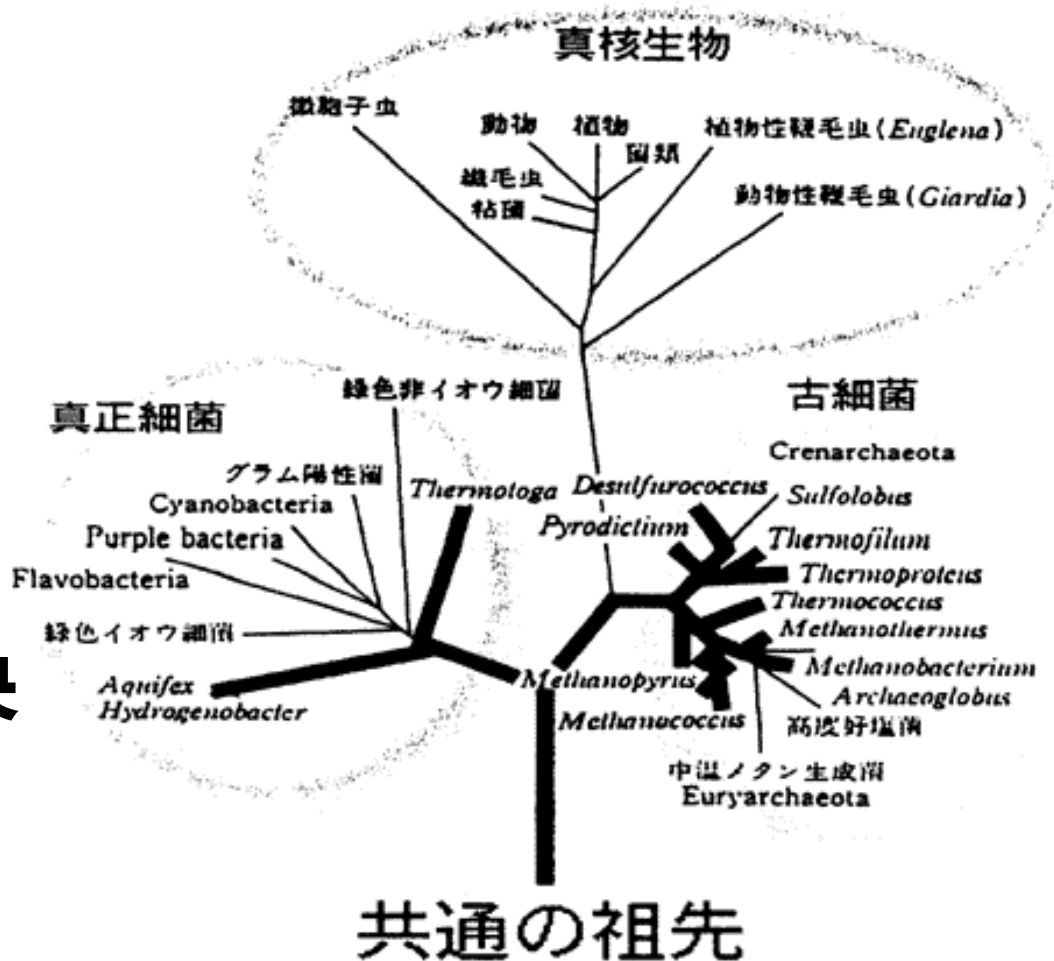
,

疑問

- 重合 (脱水縮合反応) と加水分解
海中では高分子物質はむしろ分解しやすい
- マグマオーシャン仮説では酸化型大気 (二酸化炭素、一酸化炭素、窒素ガス、水蒸気)
⇒有機物ができにくい
- 冷めたポタージュより熱いコンソメか？

第二幕

- 熱水噴出孔の化学合成生態系の発見 (1977年)
- 好熱菌と共通祖先
- 最古の生命の化石が浅瀬ではなく中央海嶺起源であることが判明



最古の生物化石

38億年前ストロマトライト状の化石

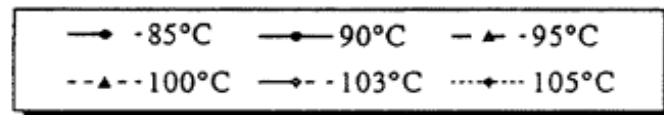
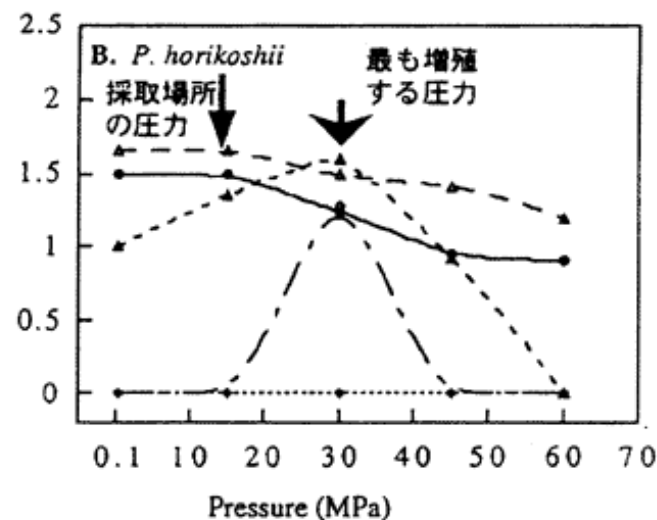
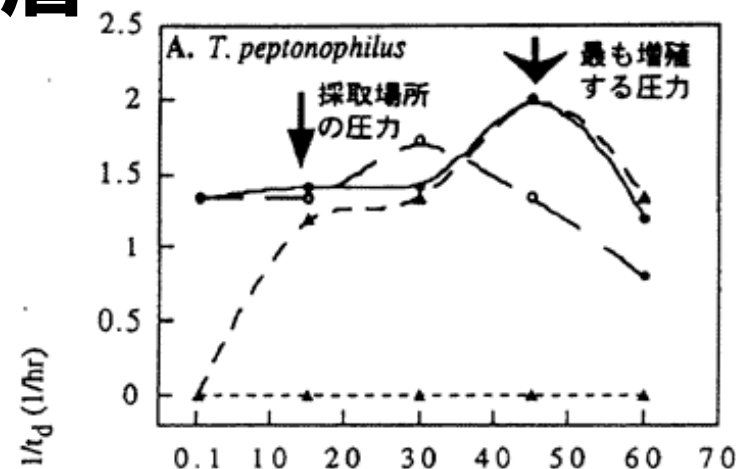
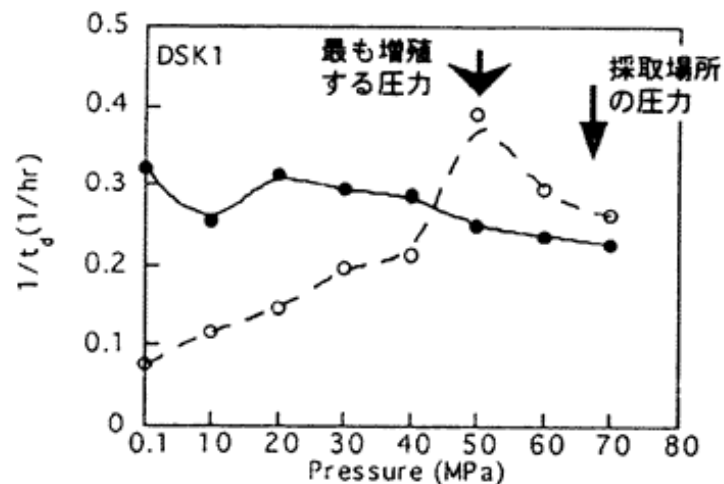
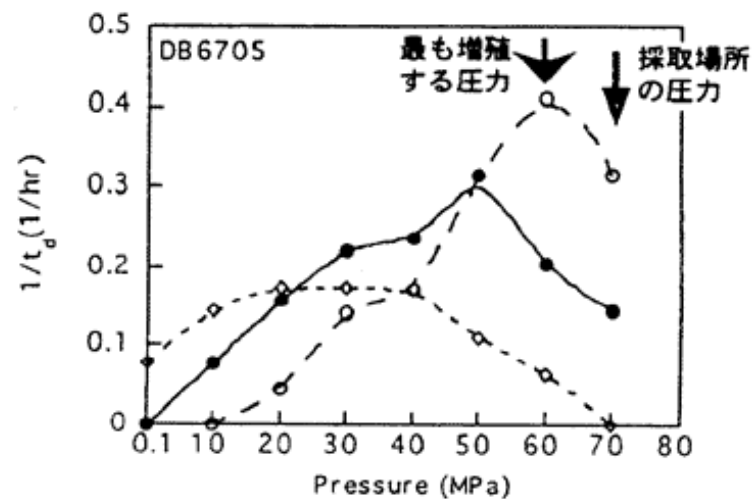
グリーンランドのイスア地域、
オーストラリア北西部ビルバラ地区ノースポール

- 当初、浅海のシアノバクテリアが作る構造物（ストロマトライト）に似ていることから、生命は浅海で誕生したと言われた。
- ・ その化石には浅海に特有の陸から流入した粗い粒状物が見られなかったことから、遠洋性、すなわち、中央海嶺の熱水活動域であったと推定。

実は

- チューブワーム（ハオリムシ）：新種の生物ではなく、ゴカイの仲間だった。
- チューブワーム自身は酸素を呼吸
- 熱水噴出孔で採取した好熱菌の至適圧力と採取深度とのギャップ

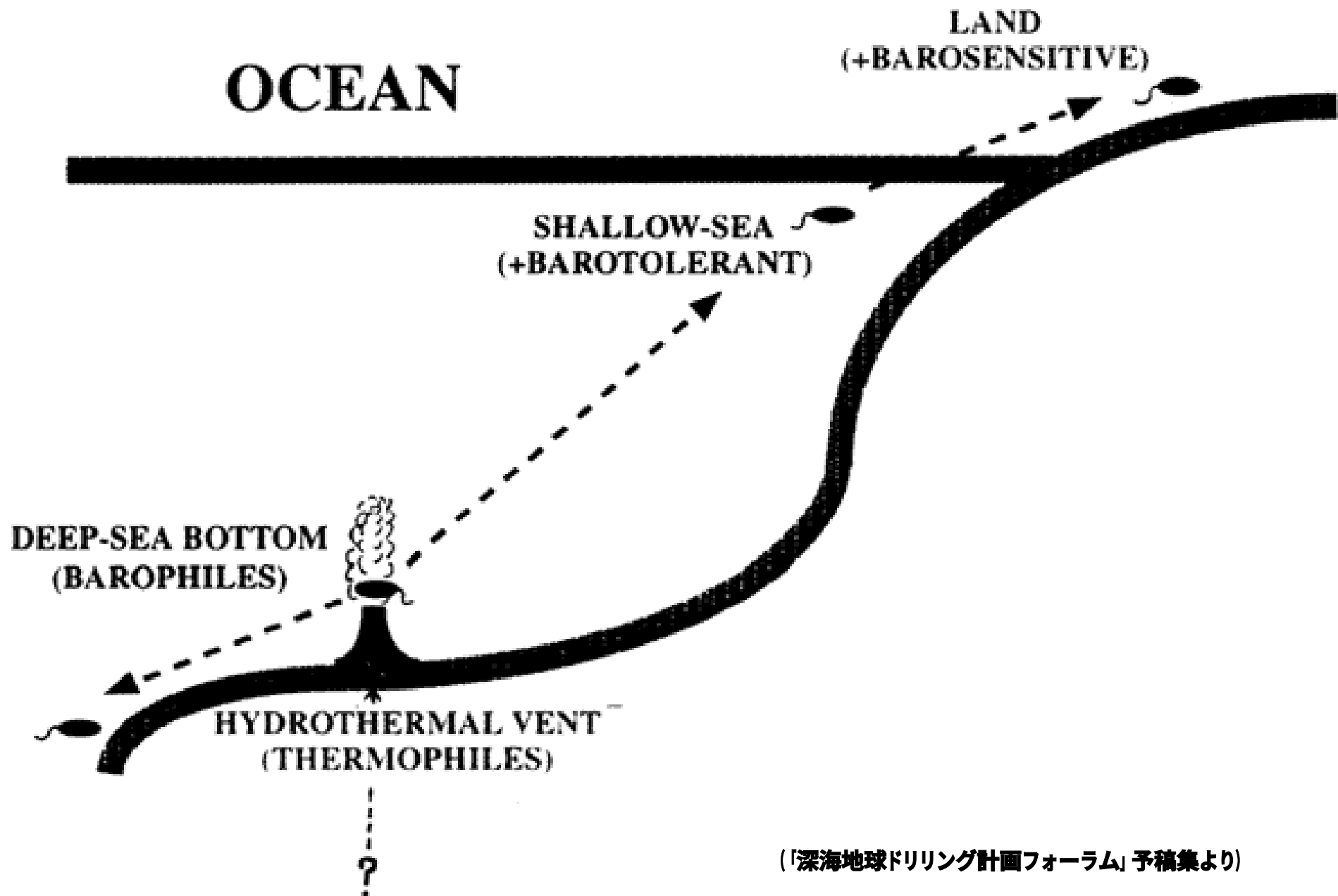
採取水深と至適圧力の矛盾



↓ : Environmental Pressure at Sampling Site

↓ : Optimal Pressure for Growth

(「深海地球ドリリング計画フォーラム」予稿集より)



(「深海地球ドリリング計画フォーラム」予稿集より)

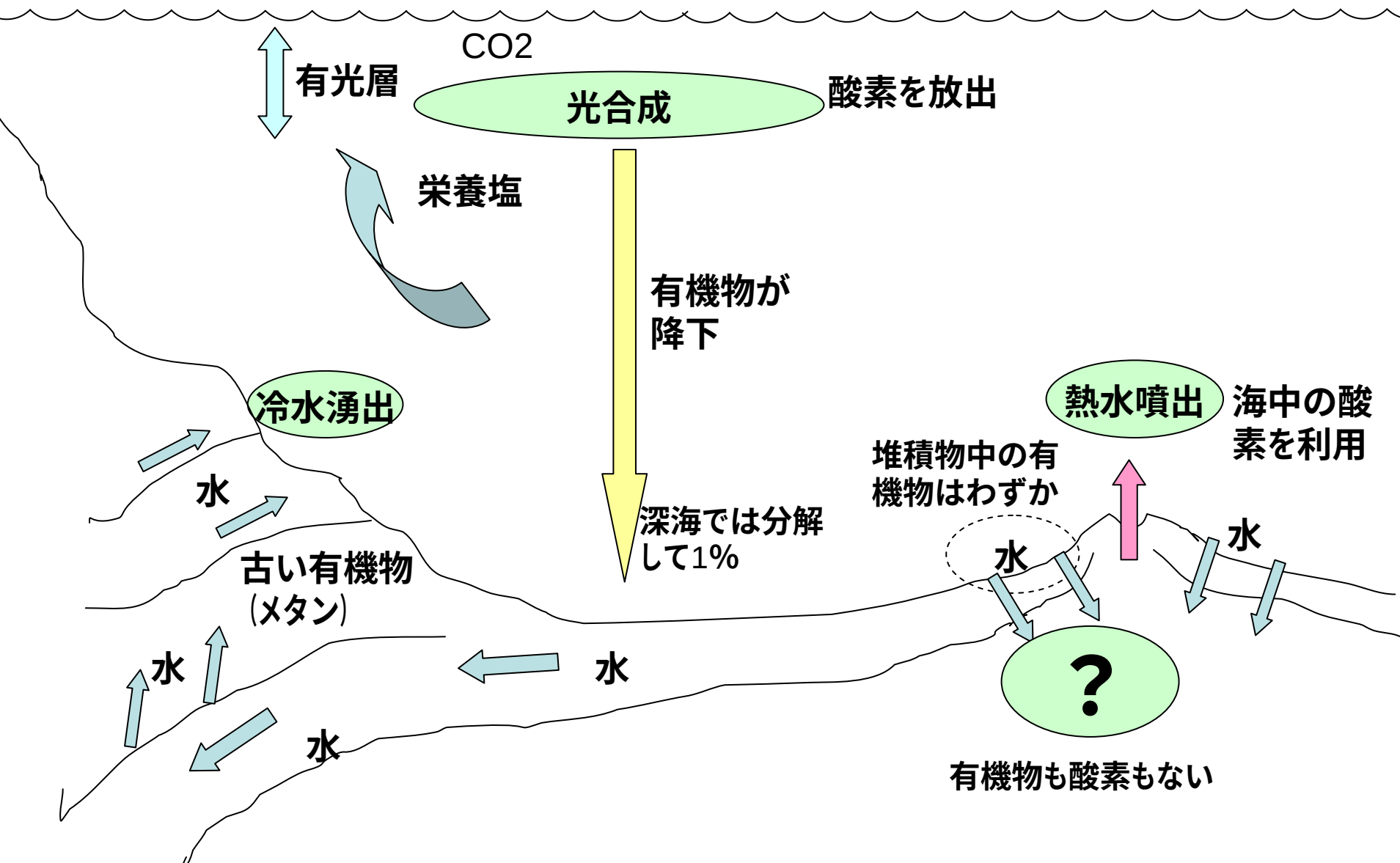
第三幕

熱水噴出孔下の地殻内に ハイパースライムが存在するか？

- 超好熱性完全独立栄養微生物生態系
- HyperSLiME: Hyperthermophilic Subvent Lithotrophic Microbial Ecosystem



生態系のいろいろ

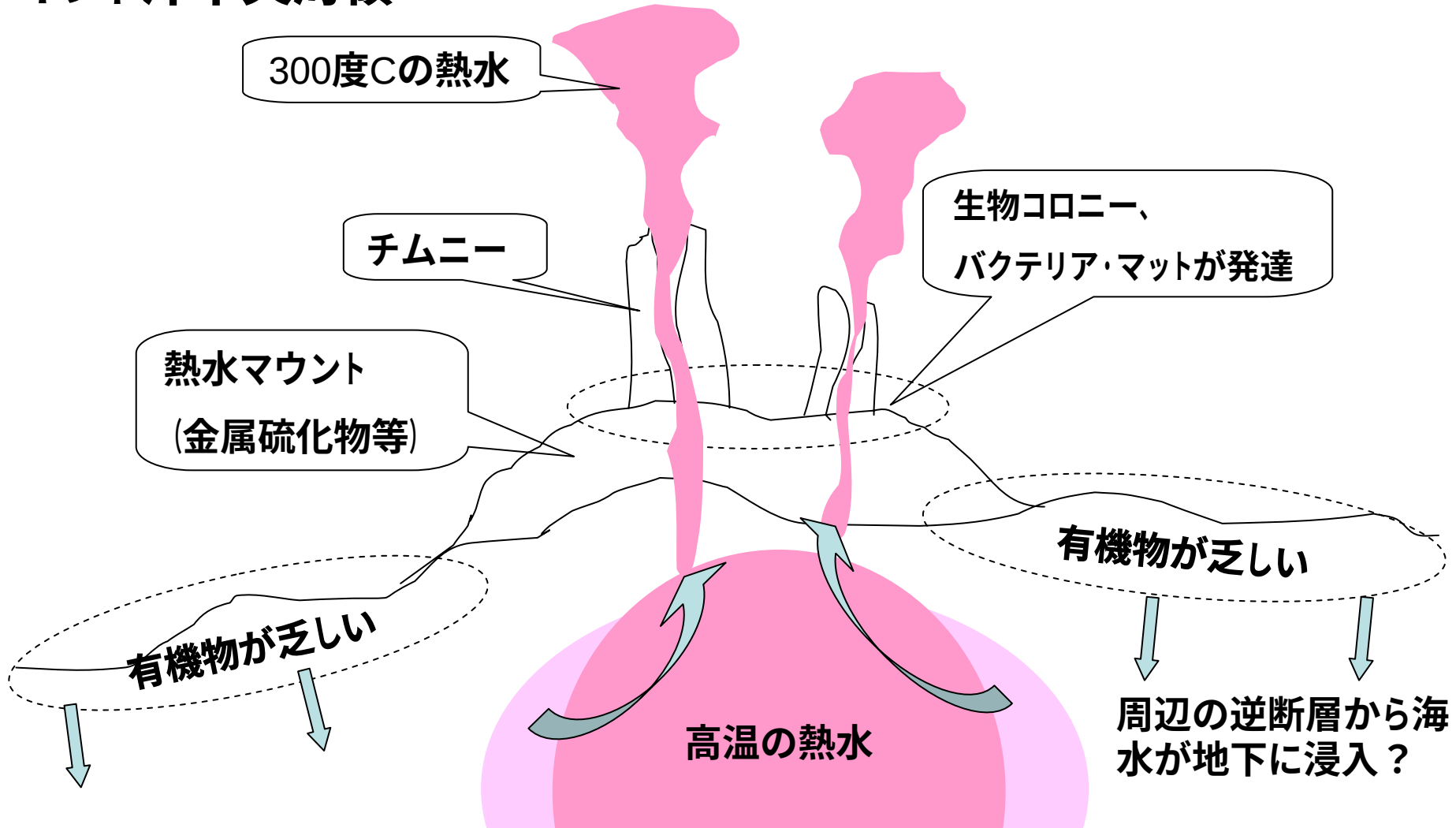


独立栄養生物とは

	有機物を食べるか？	酸素ガスを呼吸するか？（酸化エネルギーを利用）
有光層の植物プランクトンなど	無機化合物CO ₂ を利用	光を利用
中央海嶺の熱水噴出域	金属硫化物などを利用	海中の溶存酸素、熱水起源の硫化水素を利用
付加体の冷水湧出域	厚い堆積層から染み出る古い有機物（メタン）	海中の溶存酸素、堆積物中の硫化水素を利用
地殻内？	高温高压下で岩石と熱水が反応してできるCO ₂ を利用？	同じく水素を利用？

HyperSLiME 仮説
JAMSTEC-DeepStarグループ

インド洋中央海嶺



仮説の証明？

チムニー内の300度C熱水中で微生物を選択的に吸着
分離・培養に成功→水素酸化好熱菌



100度Cあたりで増殖可能な
超好熱菌が300度C熱水に取り
込まれて死なずに噴出？



インド洋中央海嶺の拡大軸付近
は堆積物が薄く有機物は乏しい

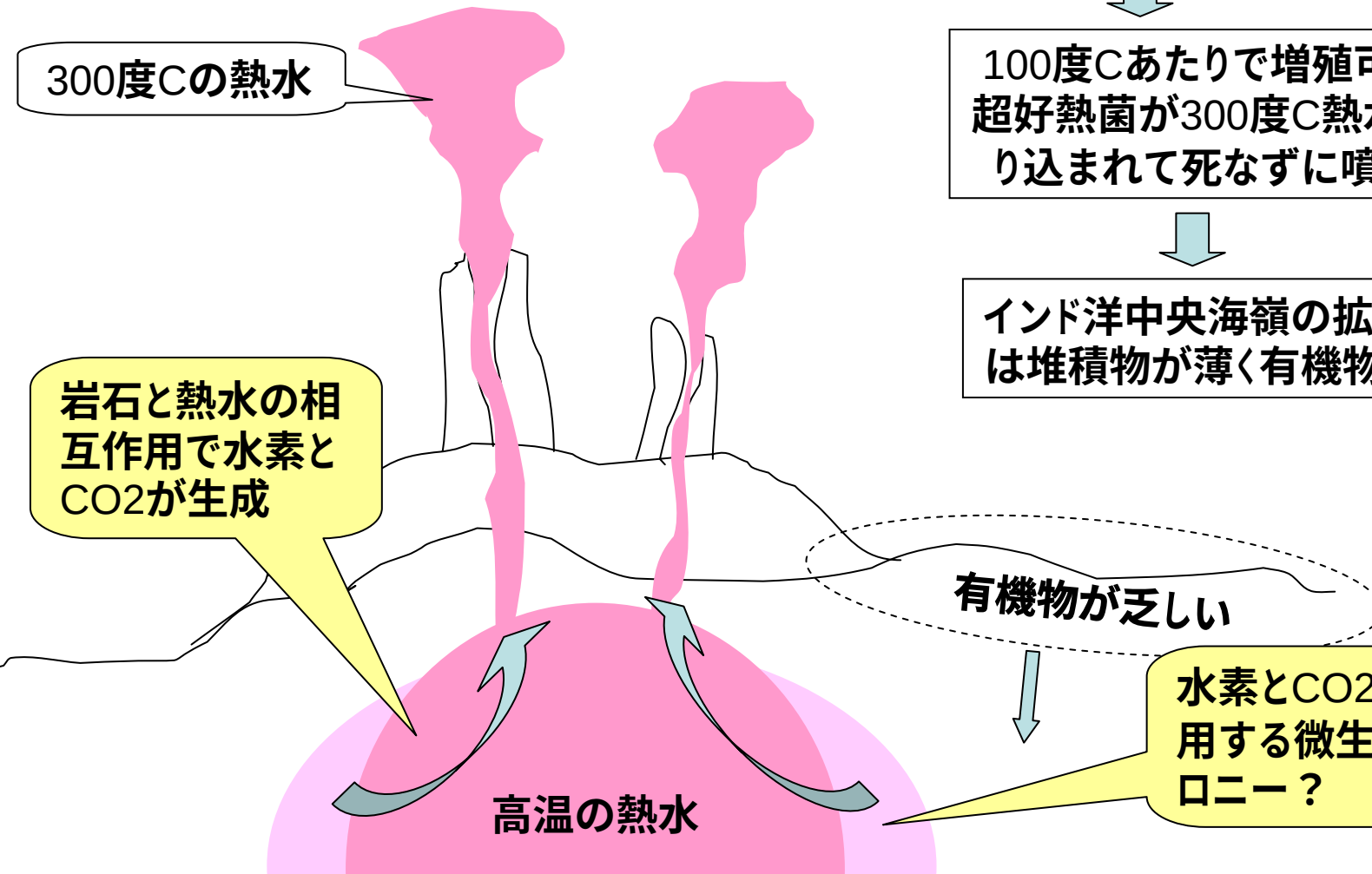
300度Cの熱水

岩石と熱水の相
互作用で水素と
CO₂が生成

有機物が乏しい

水素とCO₂を利用
する微生物コ
ロニー？

高温の熱水



HyperSLiME存在証明の意味

- 有機物にも酸素にも依存しない生態系 (地球太古は有機物も酸素も乏しかった)
- 環境変動に影響されにくい環境 (海とマントル活動があればよい→エウロパ？ 太古の火星？)

疑問

- 従属栄養生物が先であるべき
- 「グリシン以外のアミノ酸はすべてL型分子」の謎
- 「生命誕生の場所」と「生命の棲家」は別？

第四幕

生命誕生の場所は？

- 有機物が濃縮する場所、メカニズムが未解明
- 超臨界水では有機物が溶けて無機物が沈殿
- カンラン岩（マントル物質）と熱水が反応すると還元的环境に

干潟濃縮説を追う

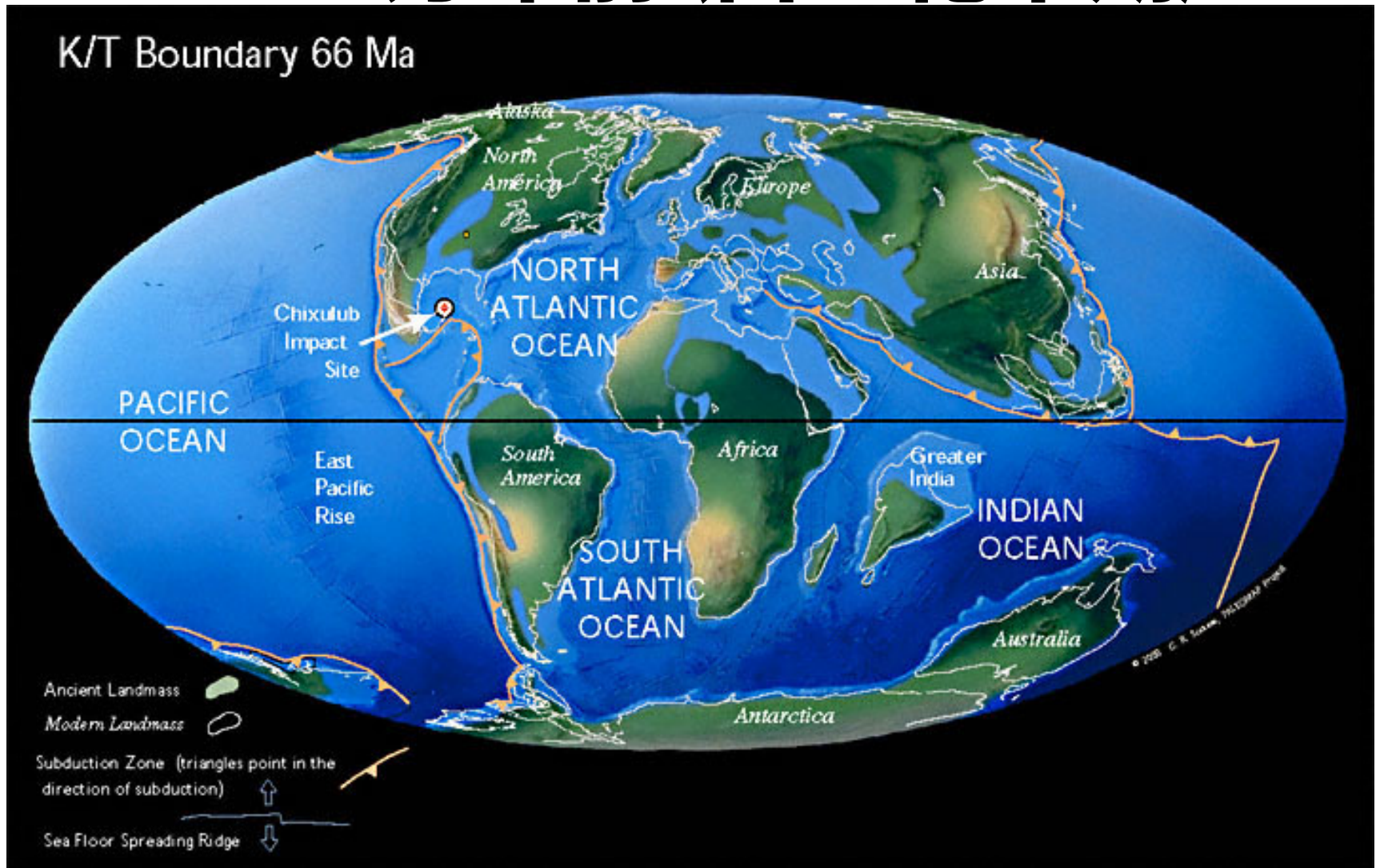
過去への旅

World Plates - Geology 109: Geology of the National Parks

University of Wisconsin – Madison

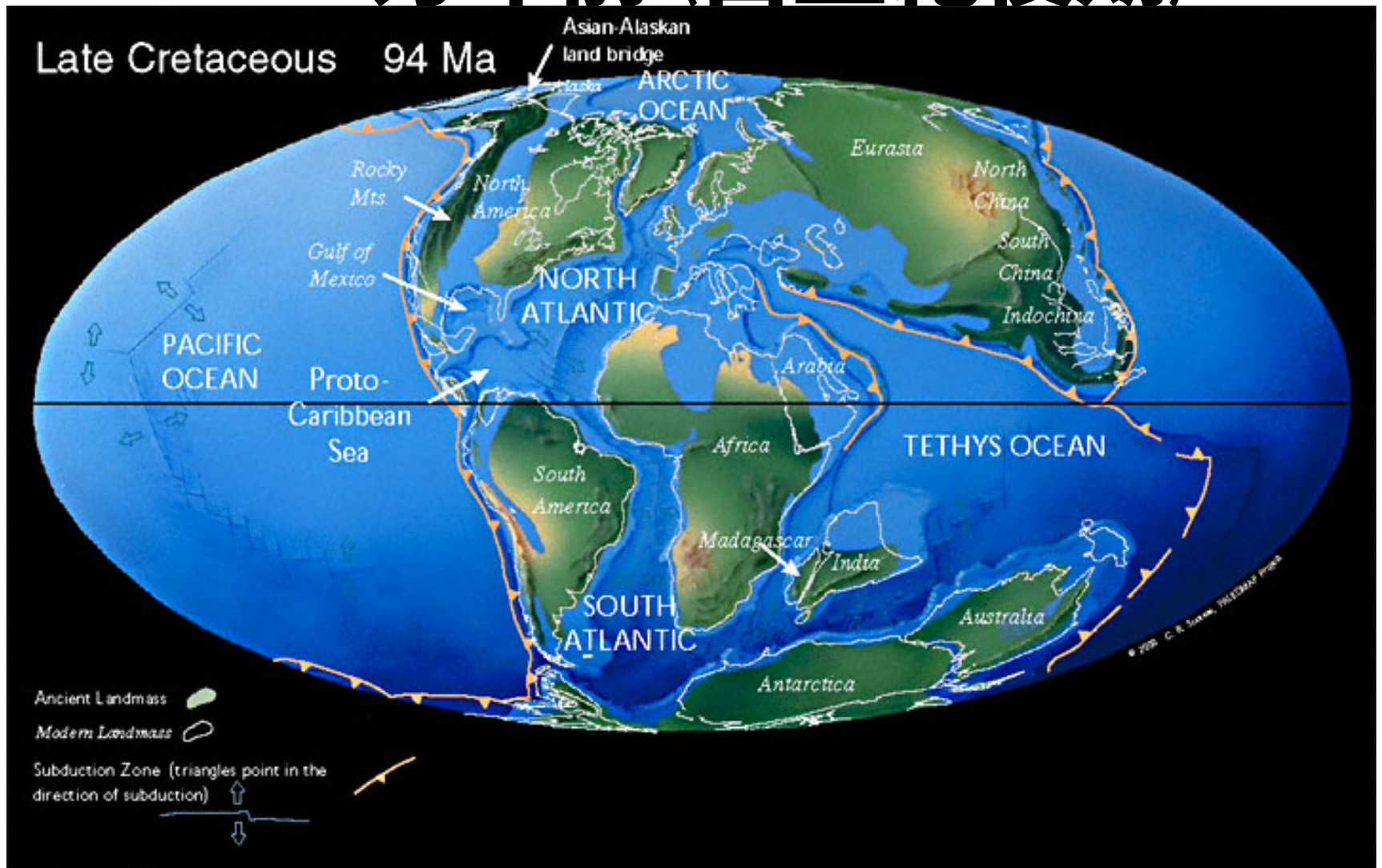
http://www.geology.wisc.edu/courses/g109/Additional/world_plates.htm

6600万年前 (白垩紀末期)



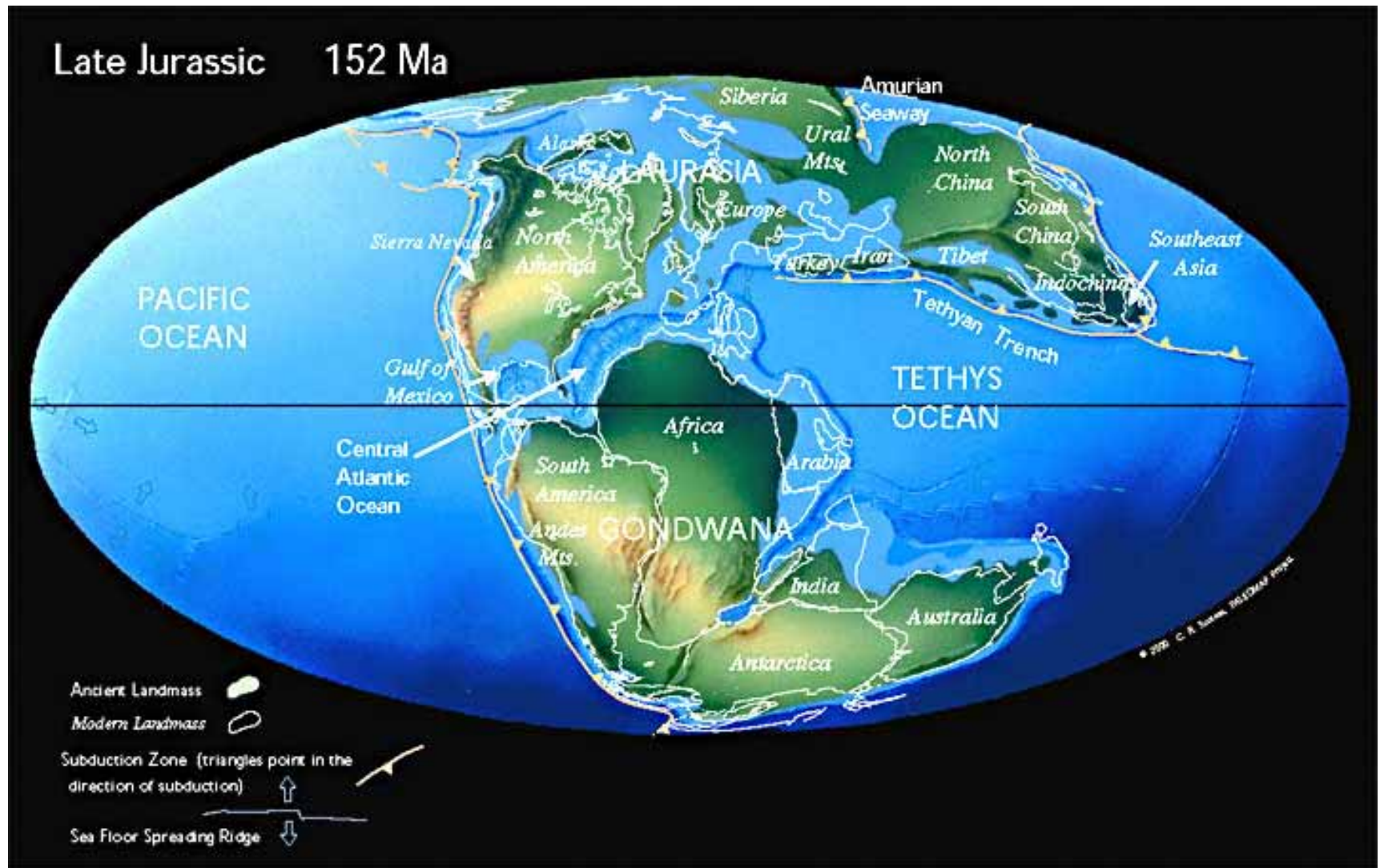
この直後6500万年前に、メキシコ湾ユカタン半島に小天体が衝突して恐竜が絶滅。ちょうど真反対のインド半島で同時期に大陸洪水玄武岩が50万年にわたって噴出(デカン高原)。

9400万年前 (白垩紀後期)



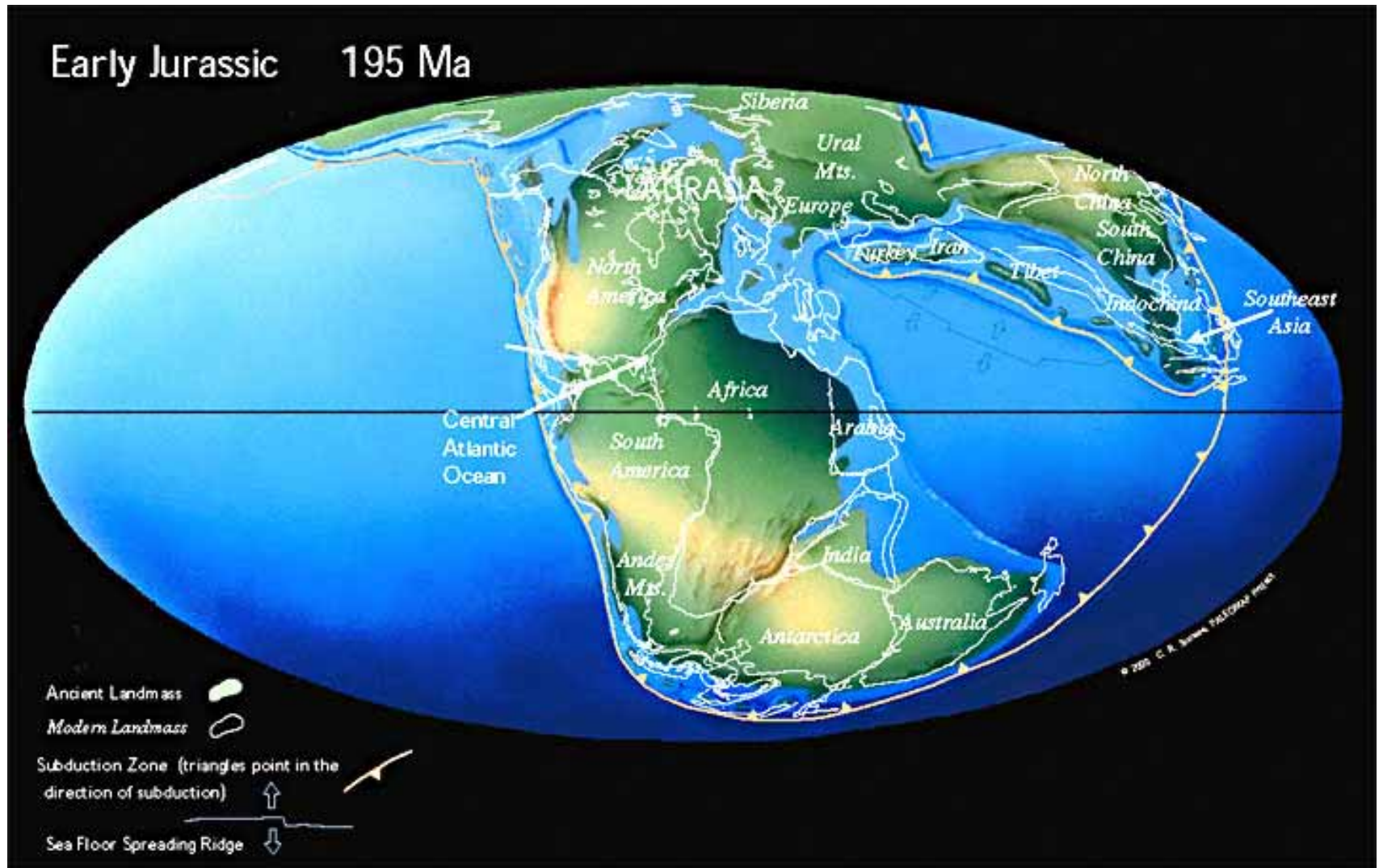
無氷河時代。南太平洋スーパープルームの活発な活動により海面が大幅に上昇、シアノバクテリアが大量発生して石油が形成

1億5200万年前 (ジュラ紀後期)



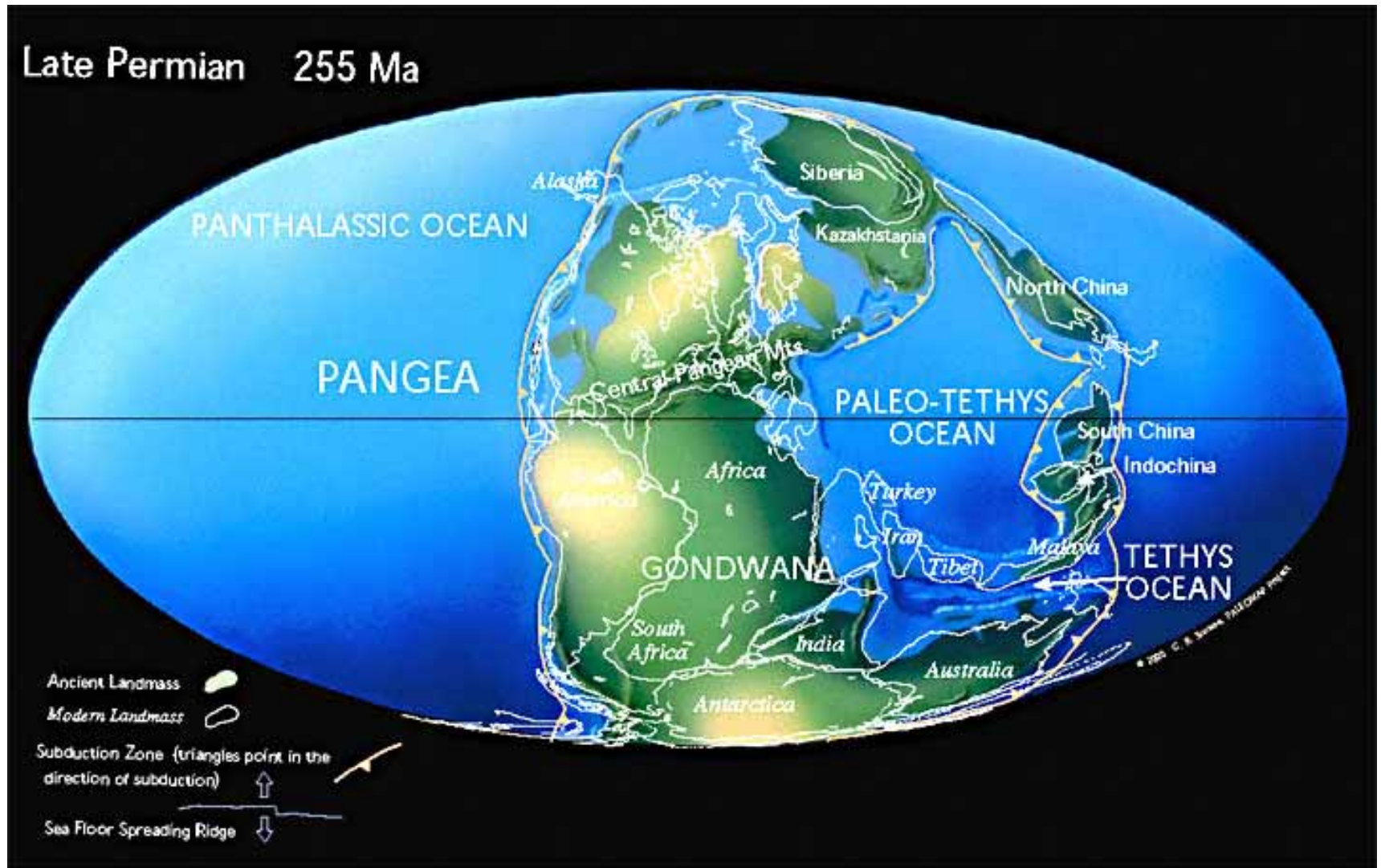
この後、1.44億年前に、アフリカ東部のスーダンでの玄武岩噴出とMorokweng 隕石 (南アフリカ) と Mjolnir 隕石 (ノルウェー) などによって大絶滅 (ジュラ紀末期)

1億9500万年前 (ジュラ紀初期)



パンゲア超大陸の分裂開始。これより前、2.1億年前には、中央大西洋の玄武岩噴出とカナダ東部のマニコーガン隕石孔 (直径100km、世界地図でも環状湖となっているのが分かる) などがあった (三疊紀末期の大絶滅)。

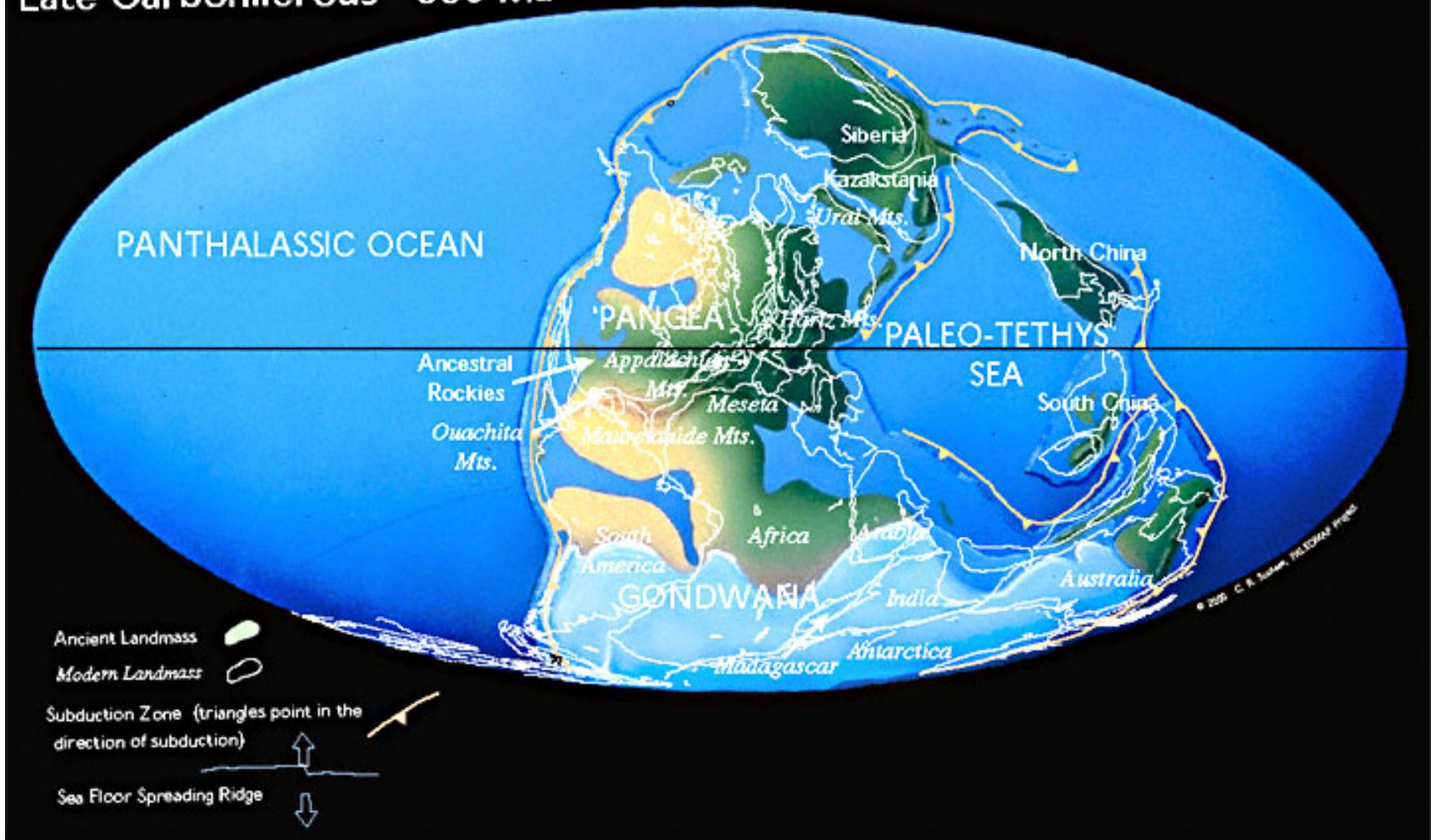
2億5500万年前 (ペルム紀後期)



パンゲア超大陸の形成、この後2.48億年前には無酸素海洋による大量絶滅。シベリアの玄武岩噴出と Bedout 隕石 (オーストラリア西部) が同時期 (ペルム紀 (二畳紀) 末の大絶滅)

3億600万年前 (石炭紀後期)

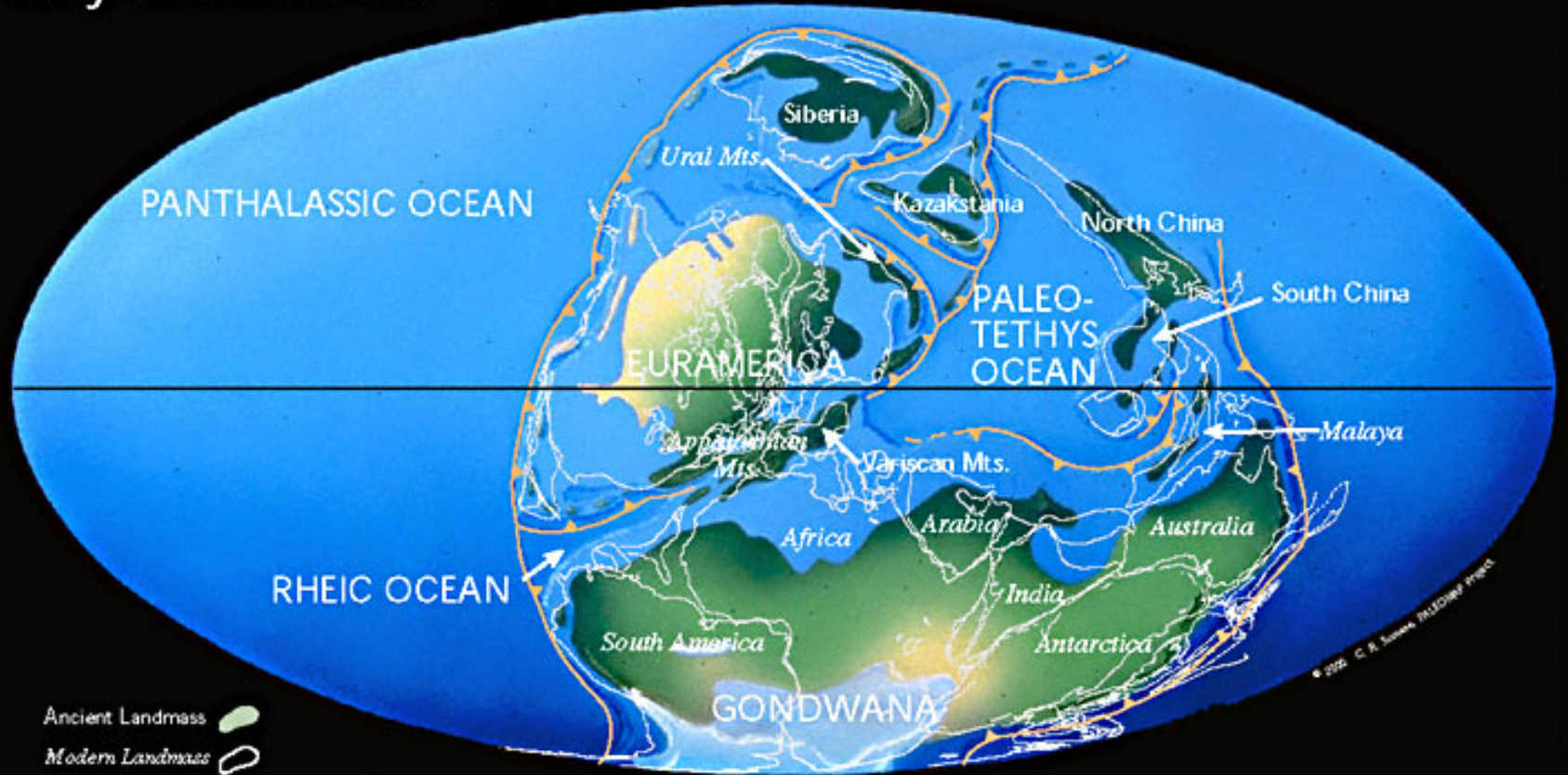
Late Carboniferous 306 Ma



ゴンドワナ氷床の発達

3億5600萬年前 (石炭紀前期)

Early Carboniferous 356 Ma



Ancient Landmass

Modern Landmass

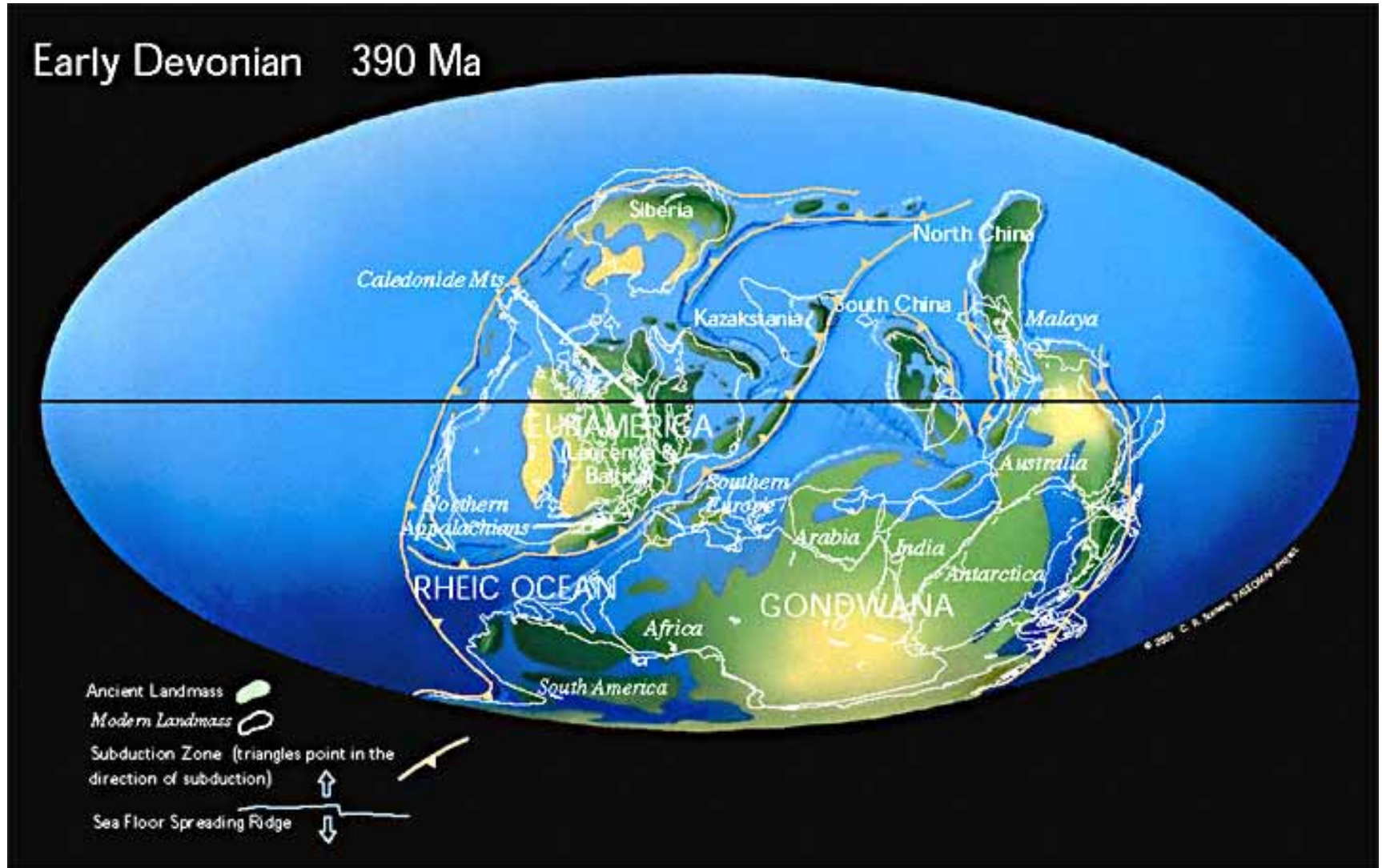
Subduction Zone (triangles point in the direction of subduction)

Sea Floor Spreading Ridge

© 2000 C. R. Scotese, Paleogeography Project

3億9000万年前 (デボン紀初期)

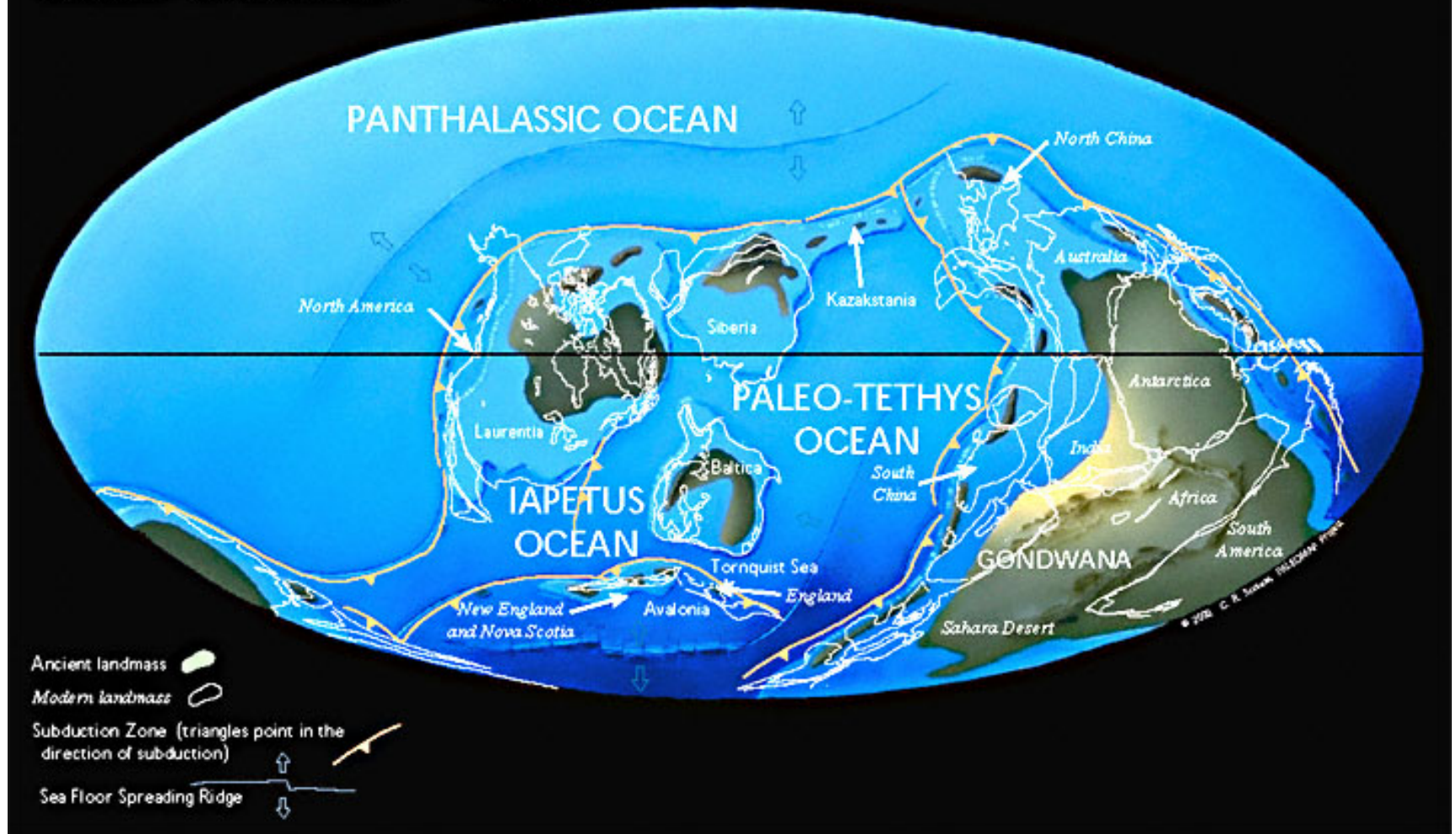
Early Devonian 390 Ma



大型陸上植物と魚類が進化

4億5800万年前 (オルドビス紀中期)

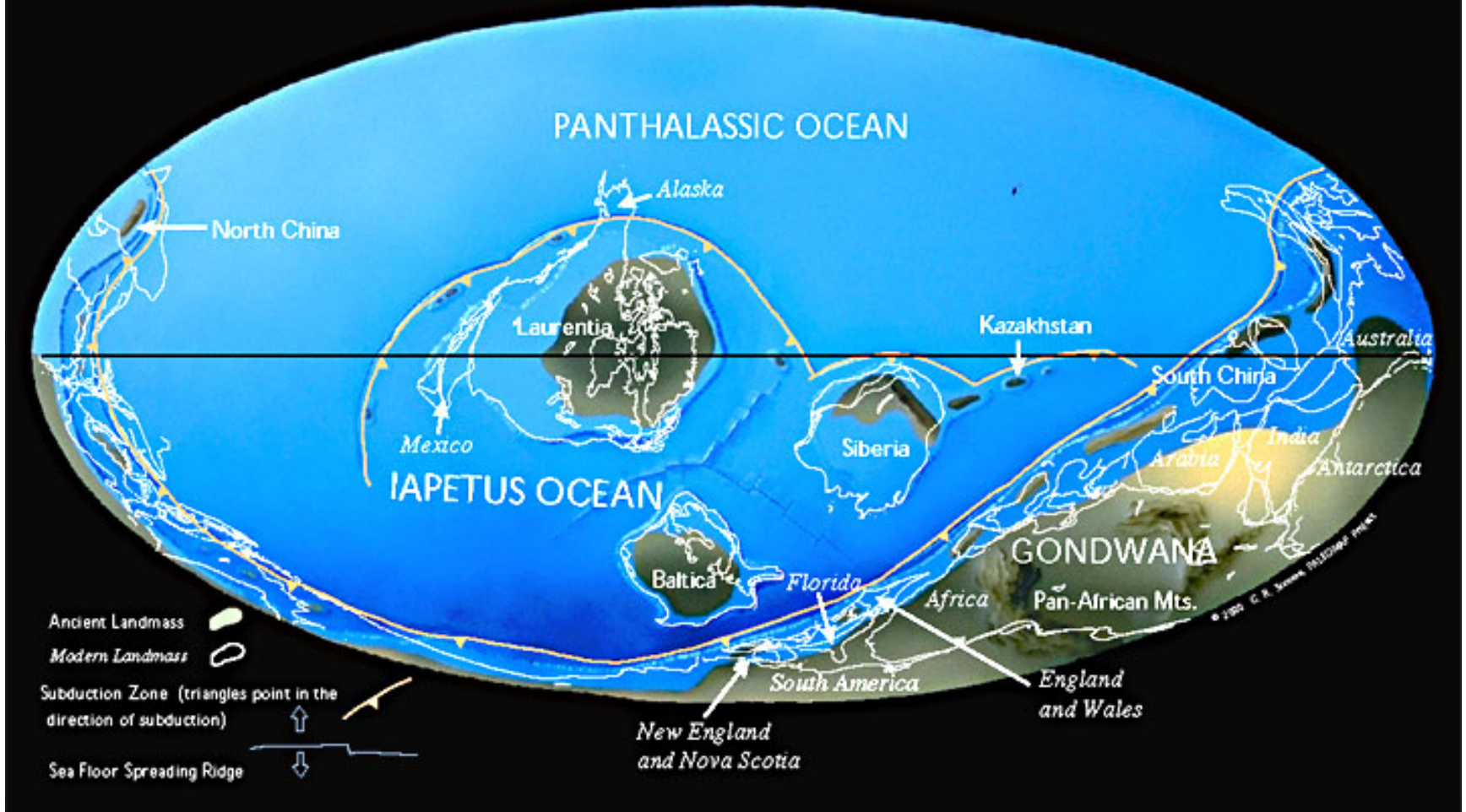
Middle Ordovician 458 Ma



大陸は移動しつつその面積を拡大

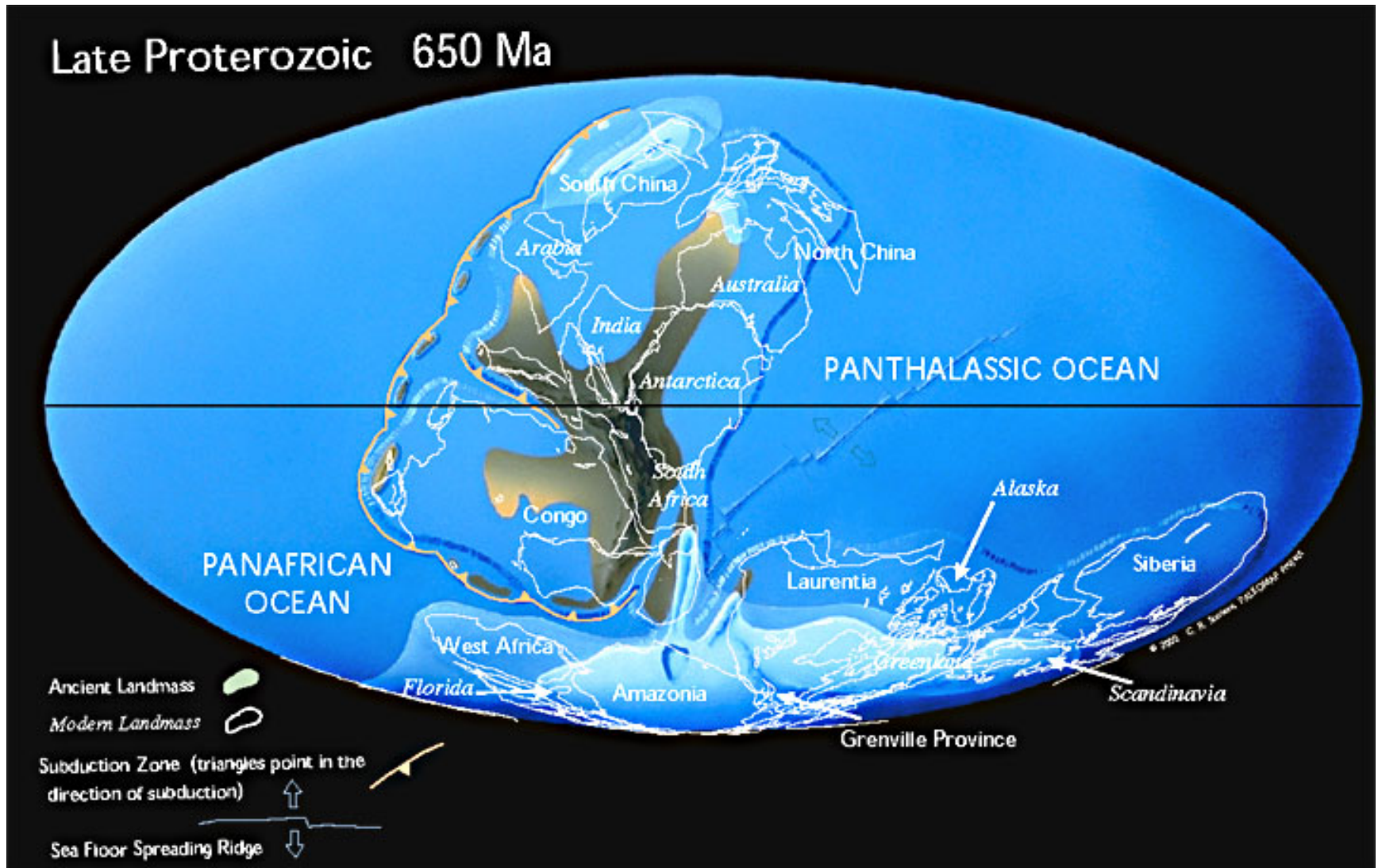
5億1400万年前 (カンブリアン紀後期)

Late Cambrian 514 Ma



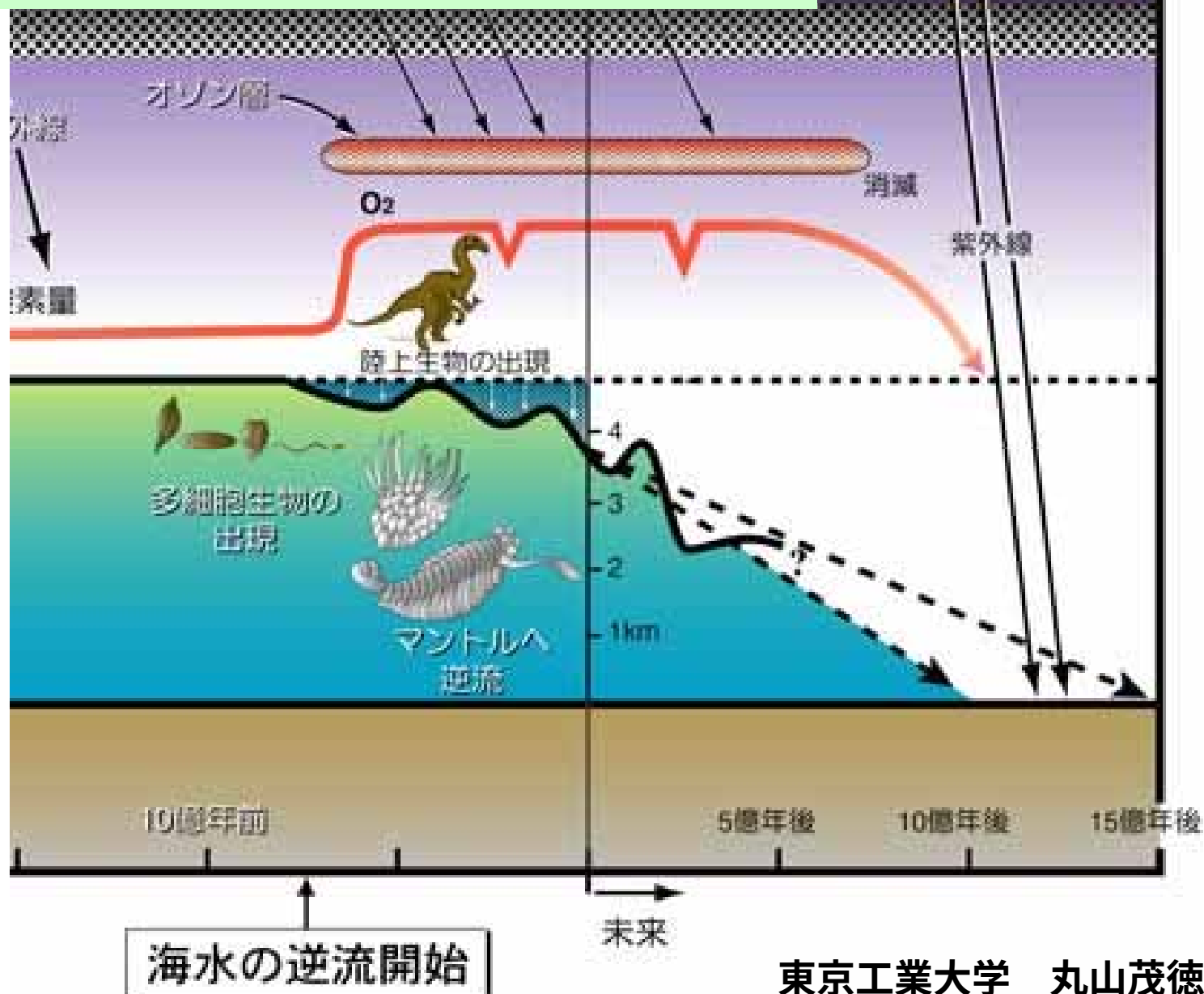
カンブリアの大爆発。海水がマントルに還流し始めて海面が大幅に低下（大陸面積の増大）したのが原因か。

6億5000万年前 (原生代後期)

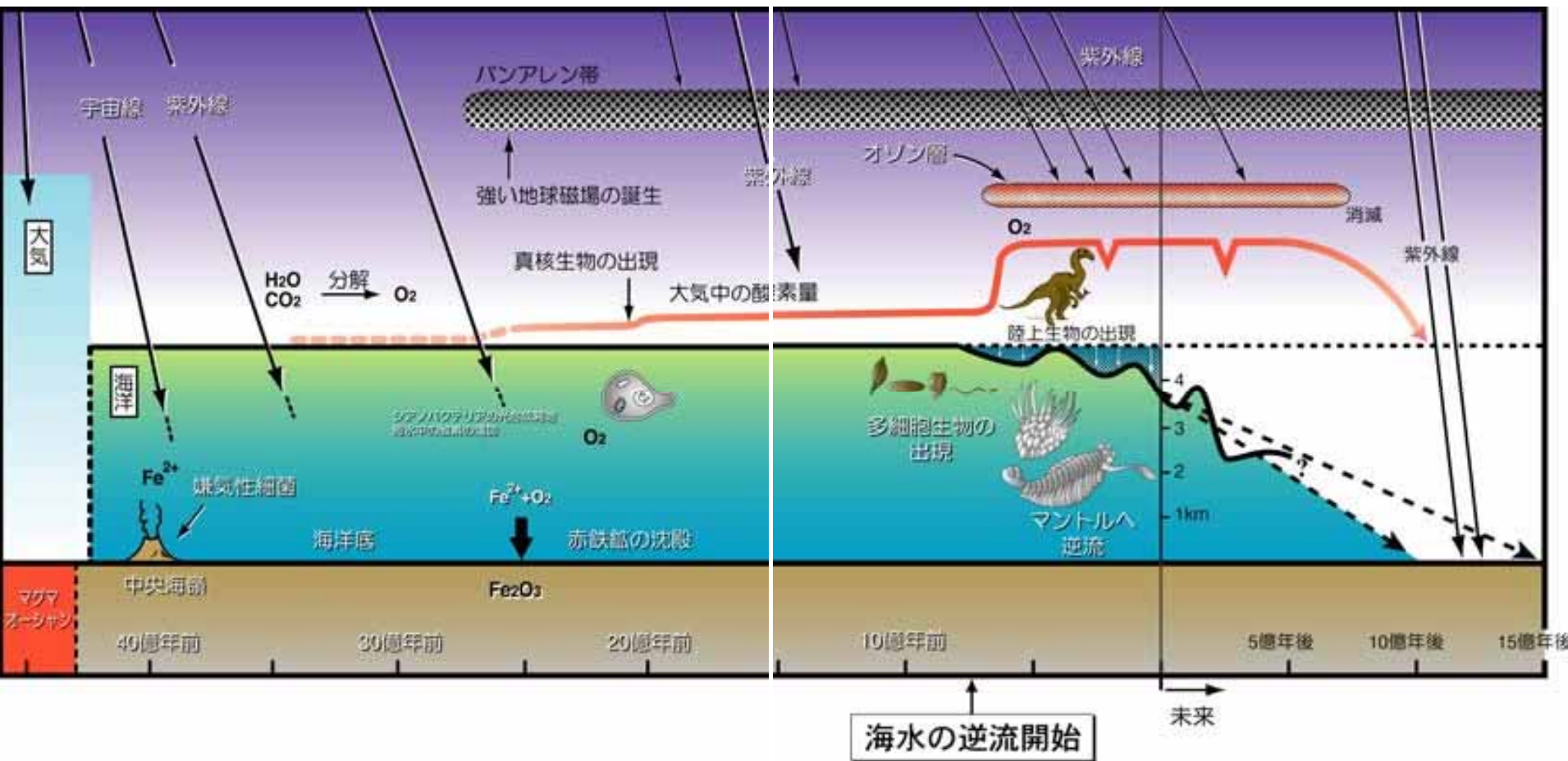


雪玉地球が終焉した頃。まだ海面が低下する前で、陸地面積は小さかった。

IV. マントルの中の海



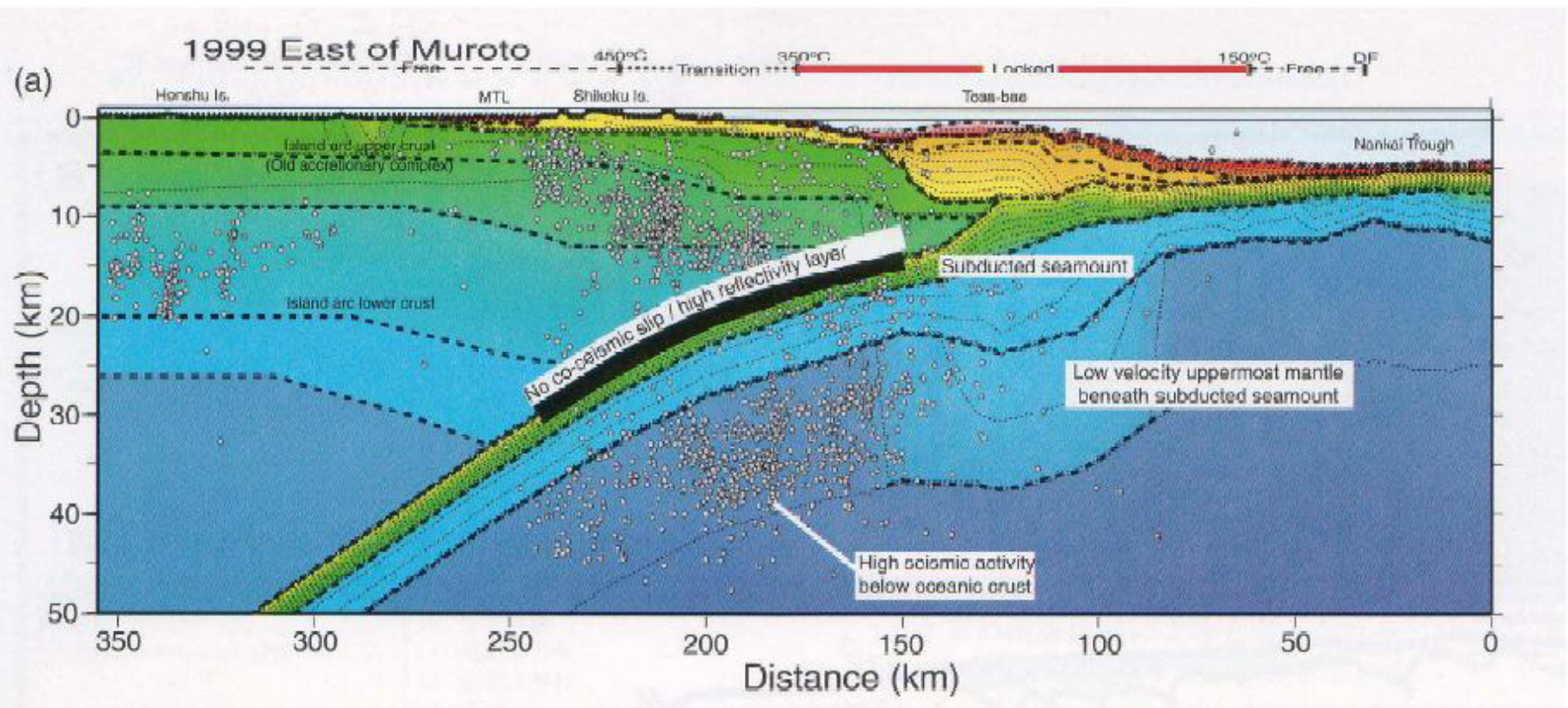
マントルに還流する海



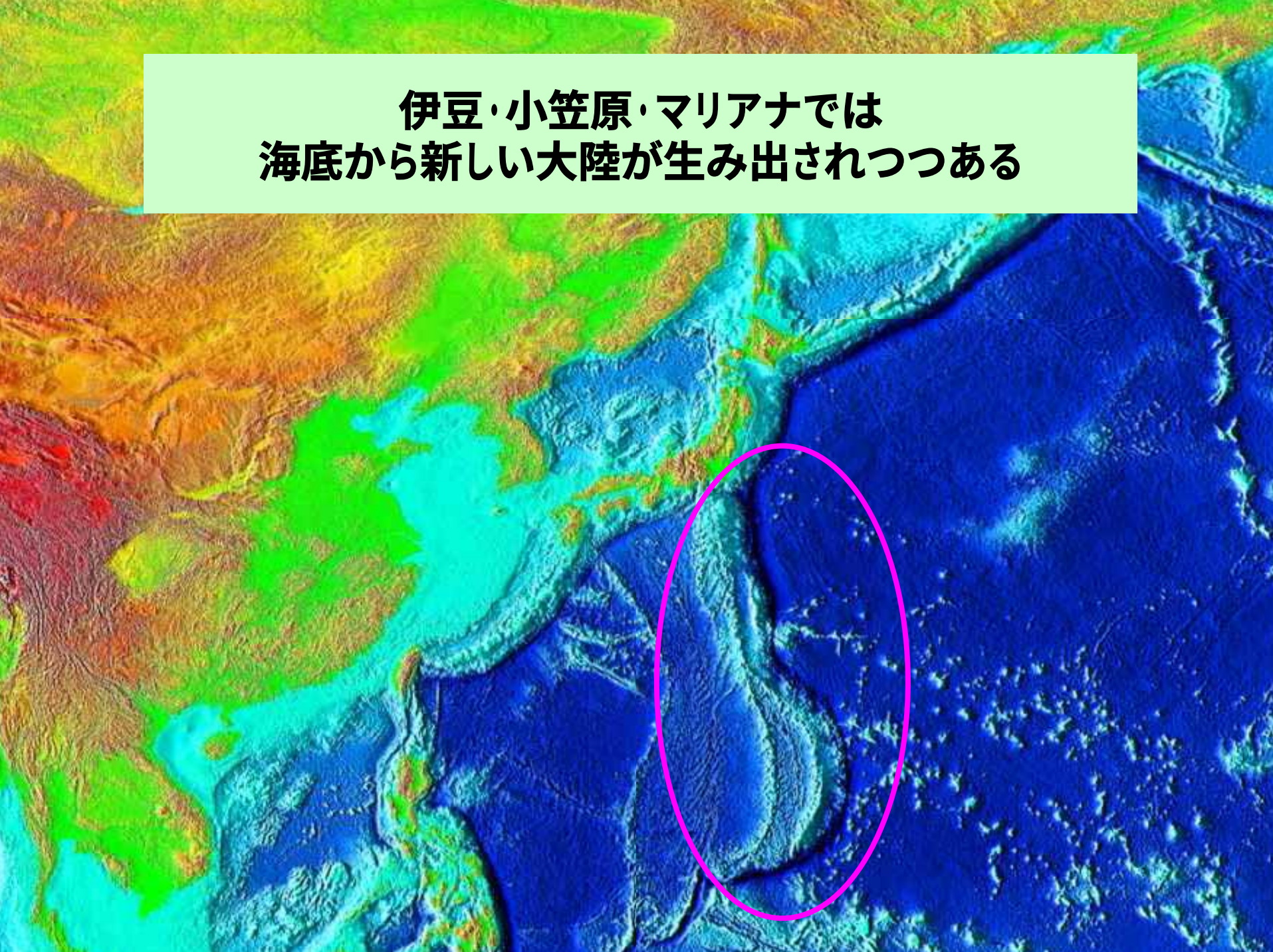
プレートとともに水がマントルに侵入 火山活動を活発化し、島弧や大陸を作り出す

口絵 1：海陸統合地震探査による南海トラフ地震発生帯を横切る地下構造トランセクト

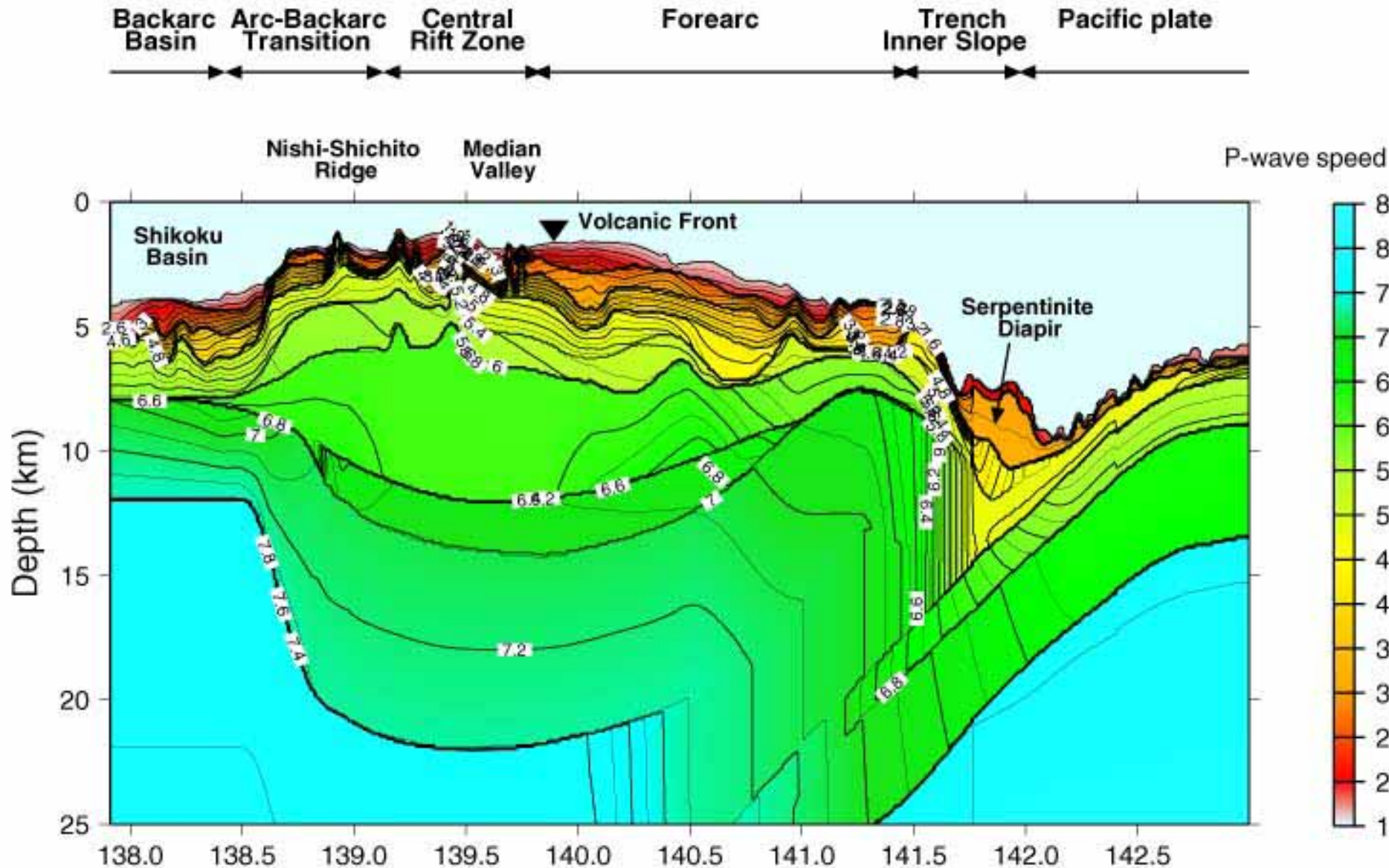
Pictorial 1 : Crustal Transects Crossing the Nankai Trough Obtained from Onshore-offshore Wide-angle Seismic Surveys



**伊豆・小笠原・マリアナでは
海底から新しい大陸が生み出されつつある**

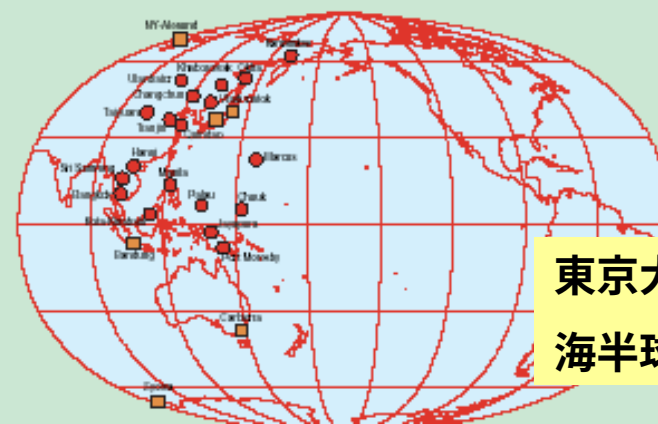


伊豆・小笠原島弧の深部構造



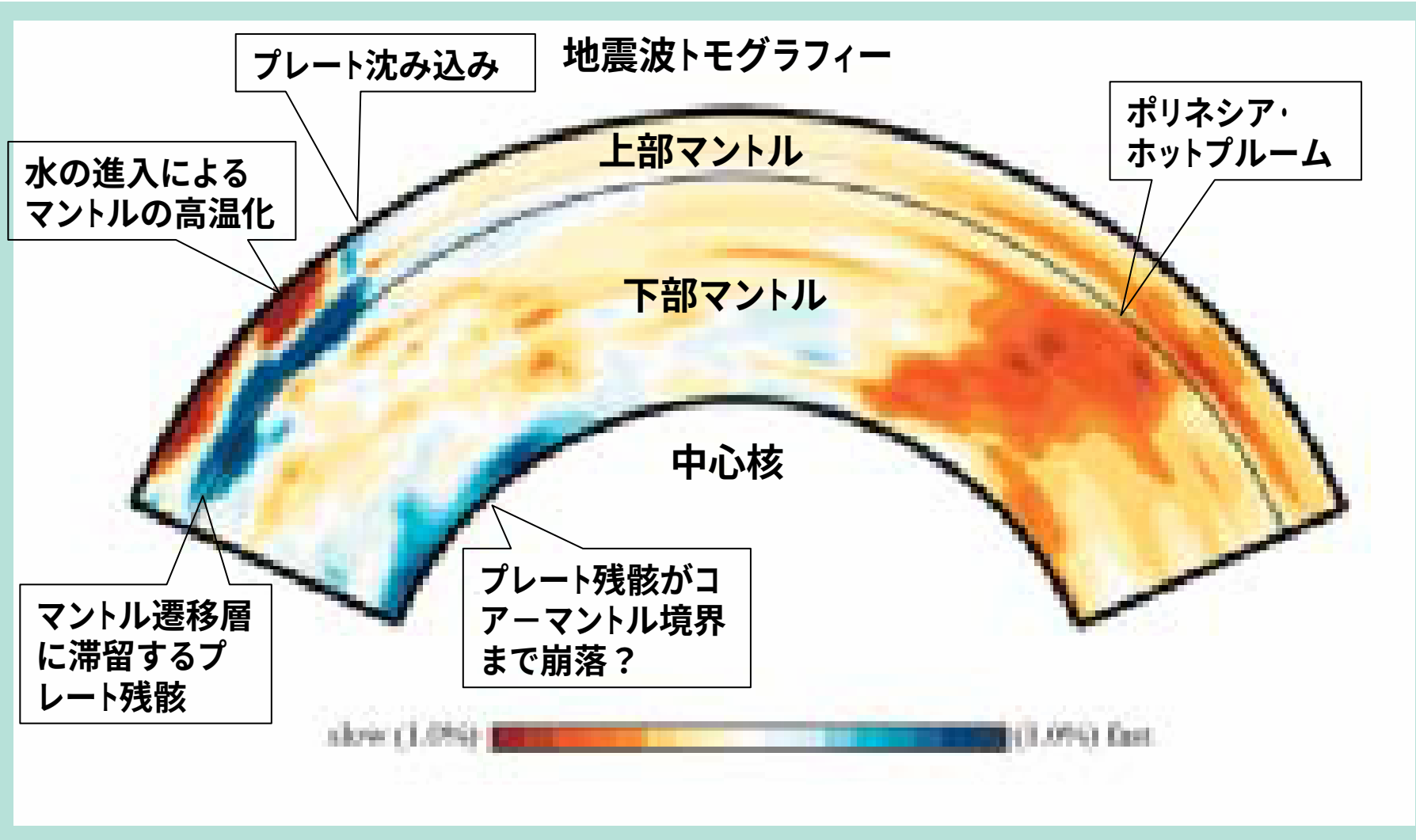
P-wave velocity structure of a typical intra-oceanic arc, measured by detailed OBS studies across the IBM arc at 32° 15' N (Suyehiro et al., 1996).

沈み込み帯の下での現象を探る観測ネットワーク



東京大学地震研究所
海半球観測研究センター

マントルに還流した海は含水鉱物として遷移層に滞留 超大陸の毛布効果で水となりスーパープルームを引き起こす



どこで生命は誕生したのかを推理する

40億年前

- おそらく大陸はなかった
 - 大気と海洋は酸化性的（二酸化炭素、一酸化炭素、窒素ガス、水蒸気）。
 - 当時のマントルは2層対流
 - 海水はまだマントルの中までは潜り込めなかった。
 - 最初の生命は従属栄養
-
- 有機物の濃縮その1：拡大軸よりもむしろ沈み込み帯
 - 有機物の濃縮その2：熱水と超臨界水の闘ぎ合い
 - 有機物の脱水縮合反応は熱水とマントルの接触する還元的環境で
 - マグマと粘土鉱物の闘ぎ合い