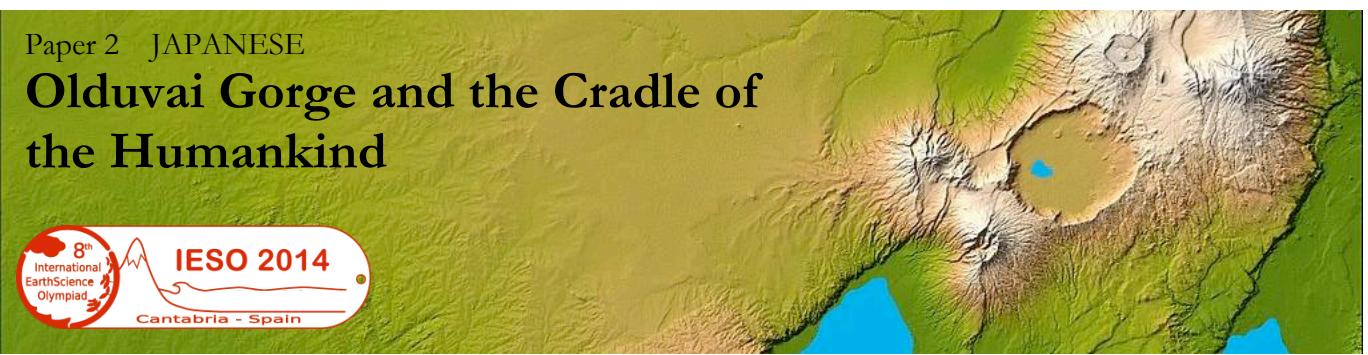


Olduvai Gorge and the Cradle of the Humankind



アフリカ大地溝帯

オルドバイ渓谷（タンザニア北部）は、「人類のゆりかご」としばしば呼ばれており、1979年からユネスコの世界遺産の一部となっています。タンザニアのその場所は、人類の祖先が存在していた最古の証拠がある所です。人類学者は、200万年前にさかのぼるこの地域で、数百もの化石化した骨や石器を見つけてきており、人類はアフリカで進化したという結論を導いています。この場所には、約190万年前はホモ・ハビリス、180万年前はパラントロップス・ボイセイ、120万年前はホモ・エレクトスが住んでいました。

地質学的な観点で見ると、タンザニアは先カンブリア時代後期の大陸塊の一部であり、古代大陸の断片にあたる片麻岩、花崗岩などの変成岩や火成岩から構成されています。この大規模かつ地質学的に安定した基盤は、侵食に対し比較的抵抗性のある変成岩の露頭に島状丘が点在する現在のような平坦な景観に変わってきました。この好例が島状丘の点在する北部タンザニア・セレンゲティの大平原です。

ところで、タンザニア大陸塊は、アフリカ大地溝帯として知られる南北断裂系によって断ち切られています。この地溝は、リソスフェアであるプレートが2つのプレートへ分裂することと関わりのある大規模な地質学的事象です。アフリカの大地溝帯は長さが4000kmあり、トルコ南部から、死海地溝帯、紅海、エチオピア、ケニア、タンザニアを通り、マラウイまで続いています（図1）。地溝帯は、2条に分枝するタンザニア北部以外は、長大な1条となっているのが見られます。アフリカでは約3000万年前に分裂を開始し、断裂は広がり、火山はマグマ地表にもたらして、現在でも地溝は活動しています。そして、いずれ大陸から東アフリカが分離して、間に紅海のような海が出現するでしょう。

大陸の分裂は、気候や風景にも重大な結果を招きます。地殻への大量のマグマの貫入を伴う分裂の作用は、広範囲の隆起域をもたらし、気候と生態系に対する大規模な障壁となります。アフリカ大地溝帯の名前ですが、正確には谷ではありません（図2）。実際には、巨大な湖がくぼみに存在する、引張の線が伸びた高地の繰り返しで形成されています（名前のわけ）。そして、今では、地溝帯は、西の湿潤熱帯（森林）、東の乾燥熱帯（サバンナ）に分かれています。しかし、地溝の拡大は非常に遅く漸進的な環境の変遷が進んできているので、ところどころに孤立した森林を残しながらも熱帯雨林がサバンナへと変わっています。植生のこの変化が、ある類人猿をあるジャングルから別のジャングルへと移動すること、すなわち二足歩行が大きな効果があったサバンナ横断の原動力となりました。

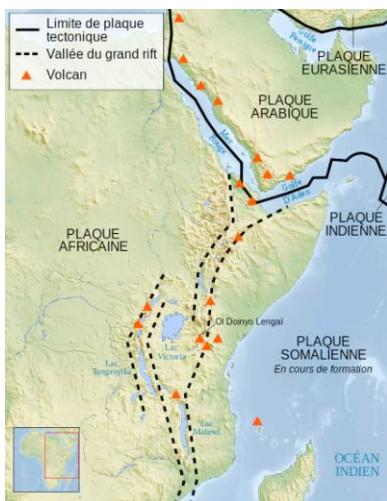
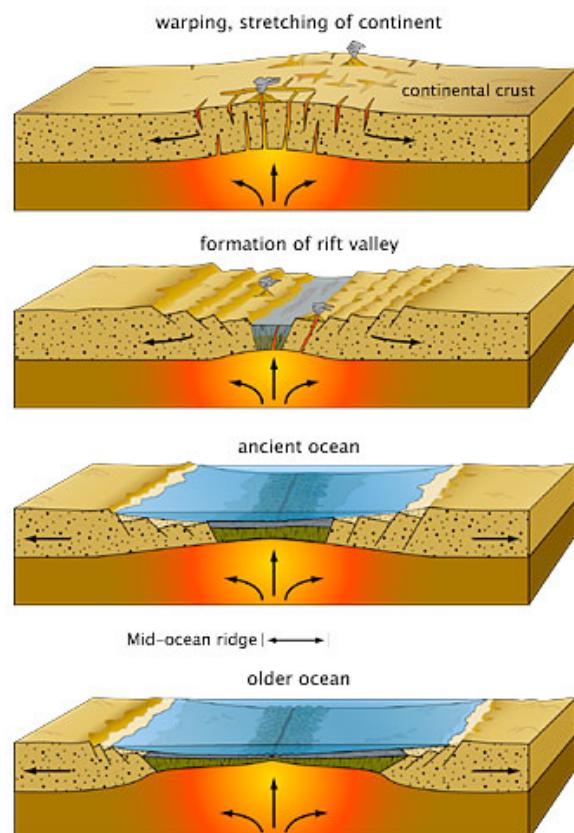


図2 プレートテクトニクスと東アフリカの構造

図2 地溝帯の進化

地溝帯の段階は、アフリカ地溝帯の現在の構造がそれにあたります。新しい海洋の段階は紅海にあたります。古い海洋の段階は大西洋が相当します。



時を同じくして、大きな浅い、細長い湖である、北部タンザニアの Eyasi、Manyara、Natron の各湖が、高地間の低地に形成されました。湖には、地表水、地下水、そして多くの場合、熱水も集まりました。火山活動の影響により、湖の形状や、炭酸水の湖、塩水湖、淡水湖になったような水質の多様性があります。周辺が乾燥サバンナの中で湖は湿地帯となっています。

最後に、タンザニア北部の主な火山は Kilimanjaro 火山、Meru 火山、Ngorongoro 火山群（8 火山）です。第四紀における溶岩や火碎物（火山灰）は、遺骨（骨）と初期の人類によって製作された人工物（石器）の埋没に有利に働きました。そして、火山灰はカルシウムとマグネシウムを基質に大量にもたらし、急速な化石化作用に有利に働きました。ある火山性堆積物は、350 万年前の初期のパラントロプスの足跡をも Lemagrut 山の斜面に化石として残しました。

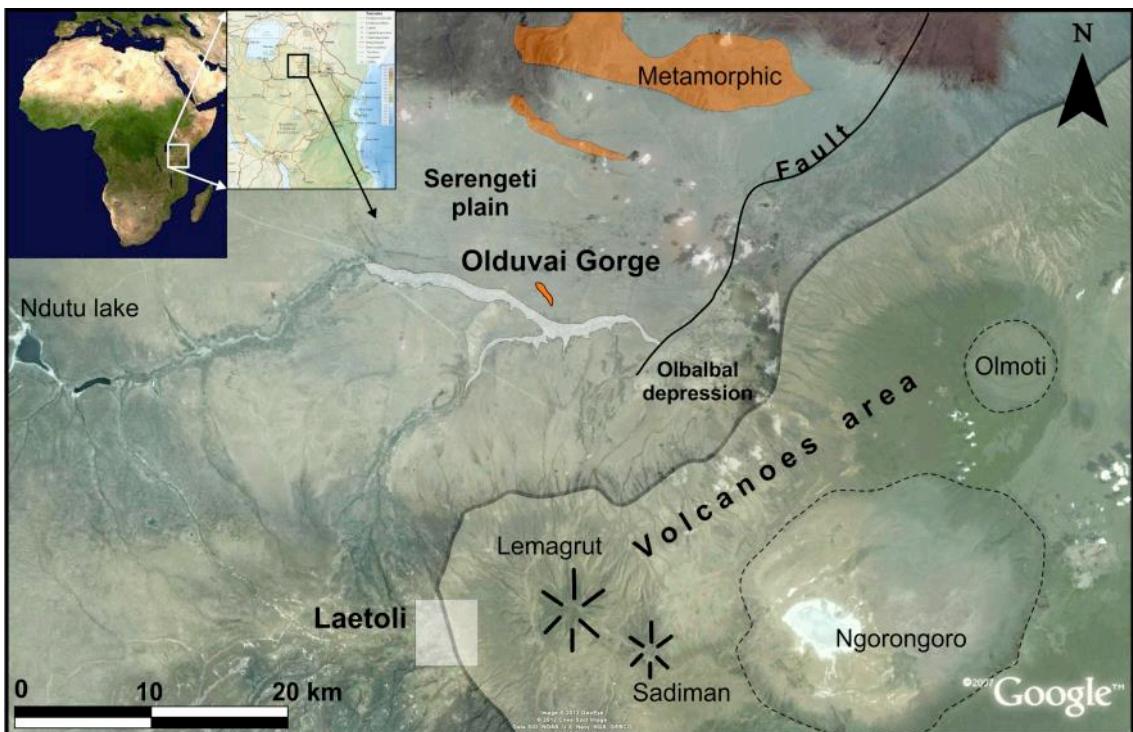


図3. オルドバイ渓谷、セレンゲティ平原および周辺の主な火山

オルドバイ渓谷

セレンゲティの南の境界、主要地溝断層のわきにオルドバイ渓谷があります。2百万年前、この場所は中部に浅い湖（オルドバイ湖）のある巨大な堆積盆でした。この堆積盆の南の境界は、レマグルートとンゴロンゴロの溶岩流でした。一方、北の境界は変成岩（珪岩）の大きな島状丘でした（図3）。

オルドバイ湖は火山の斜面から流れ下る河川の水によって涵養されるので、干ばつ時には湖の大きさは劇的に小さくなり、干上がるこざえありました。

堆積盆での堆積作用は、河川運搬（運搬の形跡と磨滅の痕跡のある物質）と火山性物質（火山灰、火山礫、火山弾など）によりもたらされました。粗粒の火山性粒子（火山礫、火山弾など）は、高速、高温な火碎サージに対応します。一方、火山灰はほとんどが降下火山灰として堆積し、そして湖底に堆積した火山灰粒子は粘土になりました。

水と植生を利用できることは、この地域の動物にとっての魅力になっています。水や狩猟のためにここにやってきた初期の人類は、石器の原料として玄武岩や珪岩の存在も活用しました。さらに、火山から噴出する化学物質はpHをかなり増加させるように湖水の成分に影響を与え、動物の遺体や石器を保存するような堆積作用プロセスや結晶作用を促進して、考古学的堆積物を形成します。

異なる専門分野の科学者らは、堆積盆の堆積シーケンス（積み重なり）を4つの主要ユニットに区分しました（I層、II層、III層、IV層）。これらは地球史の最近の2百万年間を表しており、この期間に進化した様々な人類化石を含んでいます（パラントロップス、ホモ・ハビリス、ホモ・エルガステル、ホモ・サピエンス）。

I層とII層は、古生物学的、考古学的に大変興味深い地層です。I層の堆積の間（図4）、グレートセントラル湖は景観の中のランドマークであり、最初の人類の活動の中心地でした。II層（約1.78–1.2百万年前）では、気候は乾燥化し、湖はいくつかの小さな持続性のない湖になり、河川も同様に持続性がありませんでした。時間の経過とともに、この堆積盆は100メートルの堆積物をためて、現在の大平原となりました。

さて、更新世の終わりの少し前に、東部地溝に伴った大規模断層がオルドバイ川の100メートルの下刻の原因となりました。小規模な溝（オルドバイ低地に達する、東西方向）として生まれた川が現在のオルドバイ渓谷になり、湖を埋めてできた地層を削り、地層に含む古生物学的、考古学的遺物に近づく手段を提供しています（図5）。

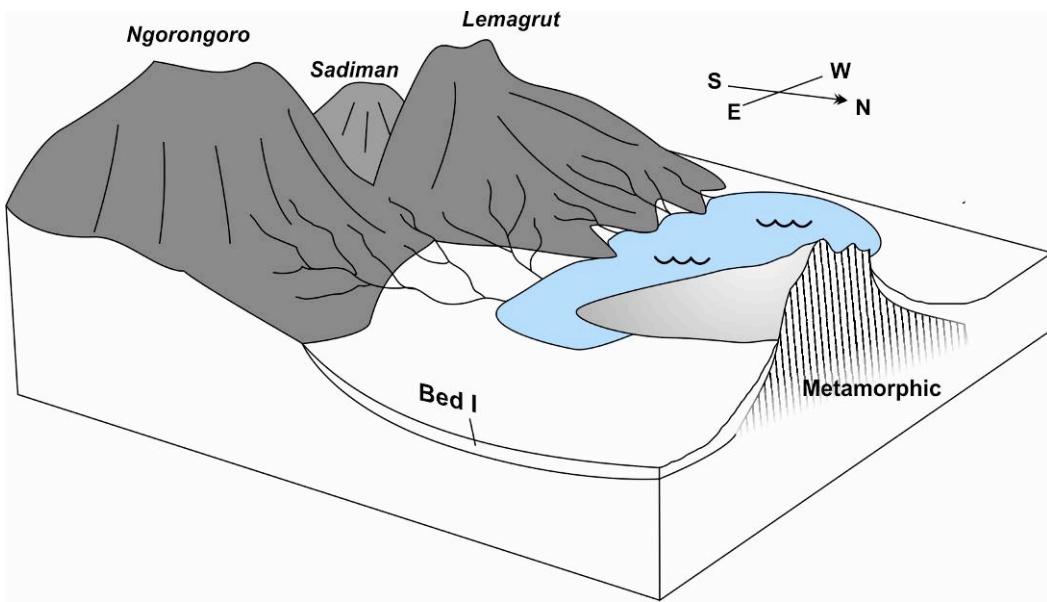


図4 *I*層の堆積時のオルドバイ盆地(2.0-1.78 Ma).

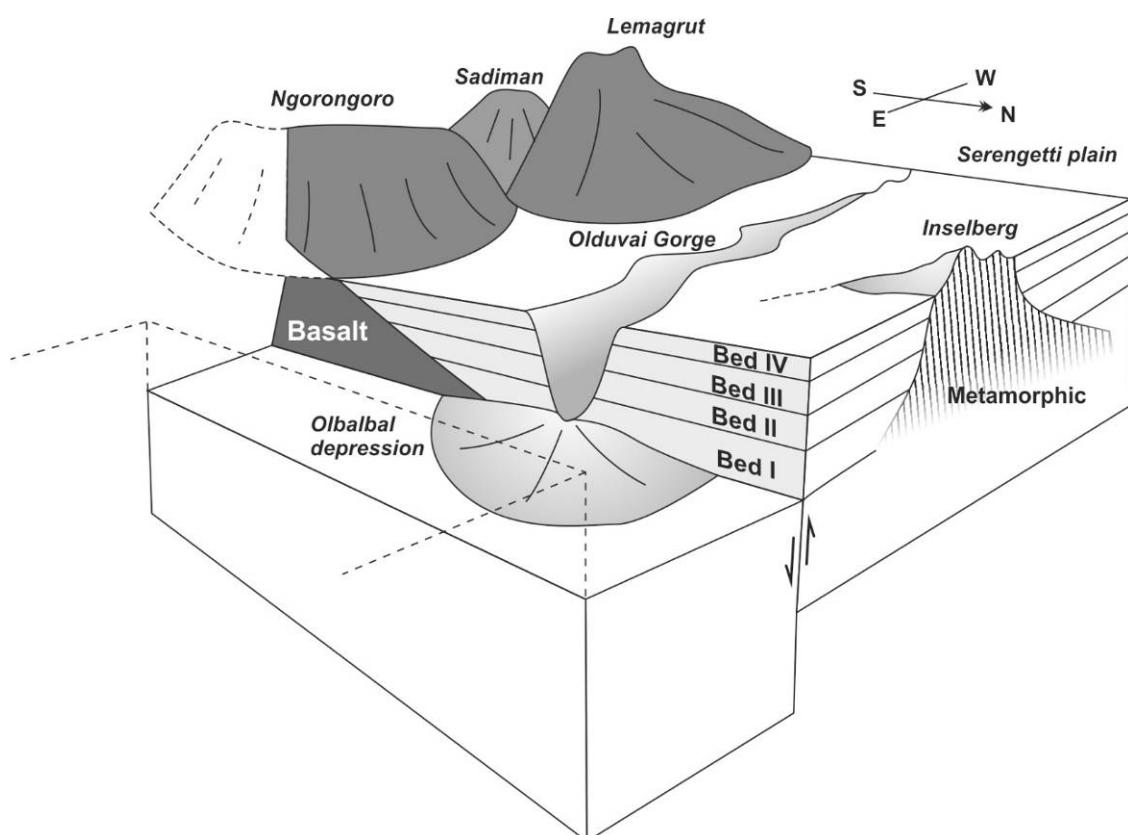


図5 現在のオルドバイ渓谷を示す図

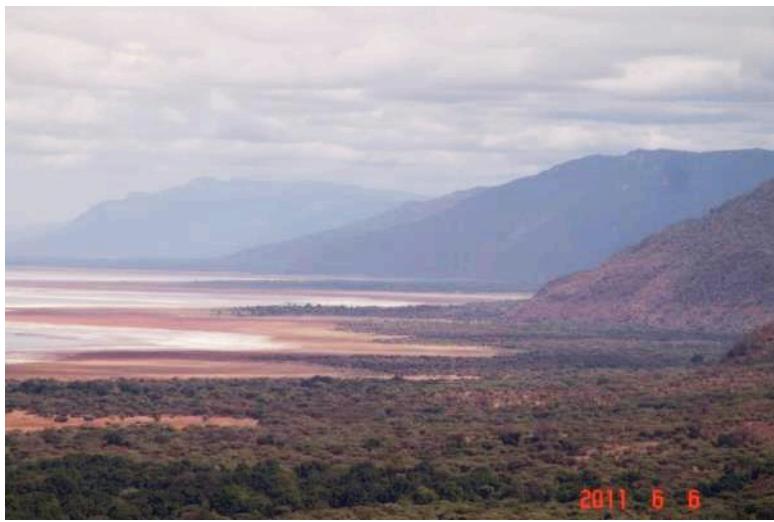


図6 アフリカ地溝帯のManyara湖(タンザニア)



図7 現在みられる火碎物の影響

出典: <http://volcano-club.blogspot.com.es>

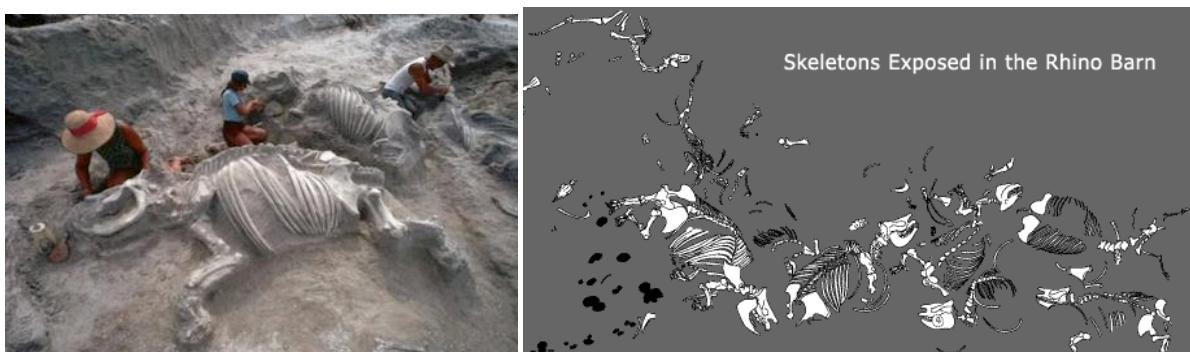


図8 過去の火碎物の影響: ネブラスカの降下火山灰化石層の何百もの化石化した骨

1. 初期人類の二足歩行登場に関するアフリカ地溝帯拡大の影響を述べた文として、最も適切なものは次のどれですか。
 - a) 雨蔭の効果が森林をサバンナへ変えた
 - b) 火山活動が生態系多様化拡大の原因となった
 - c) 多数の湖の出現
 - d) 大陸の南北を結ぶ回廊の形成

2. アフリカ地溝帯で考古学の遺跡が非常に多いのはなぜですか。
 - a) 遺骸を保存する火碎物の放出があったから
 - b) 周辺に豊富な水資源があるから
 - c) 石器を作るための岩石が豊富だから
 - d) 地溝帯の湖に塩が存在したから

3. オルドバイで石器をつくるのに最適な岩石は次のどれですか。

a) 片麻岩（粗粒）	d) 玄武岩溶岩（微粒な結晶）
b) 面構造のある変成された珪岩	e) 玄武岩溶岩（カンラン石の大結晶入り）
c) 粘板岩（ガーネット入り）	

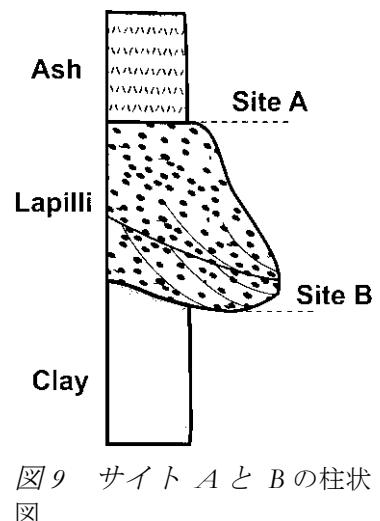
4. 図9の層序柱状図では、考古・古生物サイトBは湖成粘土の上位にあり、斜交葉理のある火碎サージに覆われます。サイトAは、サイトBの火山礫火碎物層の頂部にあり、平行葉理の見られる火山灰層に覆われます。完全な骨格標本はどこで見つかりやすいですか。
 - a) 堆積物密度が非常に低いのでどこからでも
 - b) 火山灰は堆積速度が遅いのでサイトA
 - c) サージは堆積速度が非常に速いのでサイトB
 - d) 火碎物の高温は骨を破壊するのでどこからも見つからない

5. ラエトリ遺跡の足跡を覆って保存するのはどの物質ですか。

a) 火山灰	d) 溶岩
b) 火山礫	e) 礫
c) テフラ	f) 粗粒砂

6. パラントロップスの家族が Lemagrut 山の斜面の脇を歩いていた時に発生した地質現象は次のどのタイプですか。
 - a) 津波（湖で発生するタイプ）
 - b) 地震（リヒタースケールでマグニチュード8）
 - c) ストロンボリ式噴火
 - d) ハワイ式噴火

7. オルドバイの保存のよい化石骨を説明できるものはどれですか。
 - a) 塩が析出する浅い湖の存在
 - b) 変成岩の風化
 - c) Oldoynio Lengai 火山の噴火（炭酸マグネシウムを含む溶岩）
 - d) 灰長石に富む玄武岩に加えて火山灰の存在



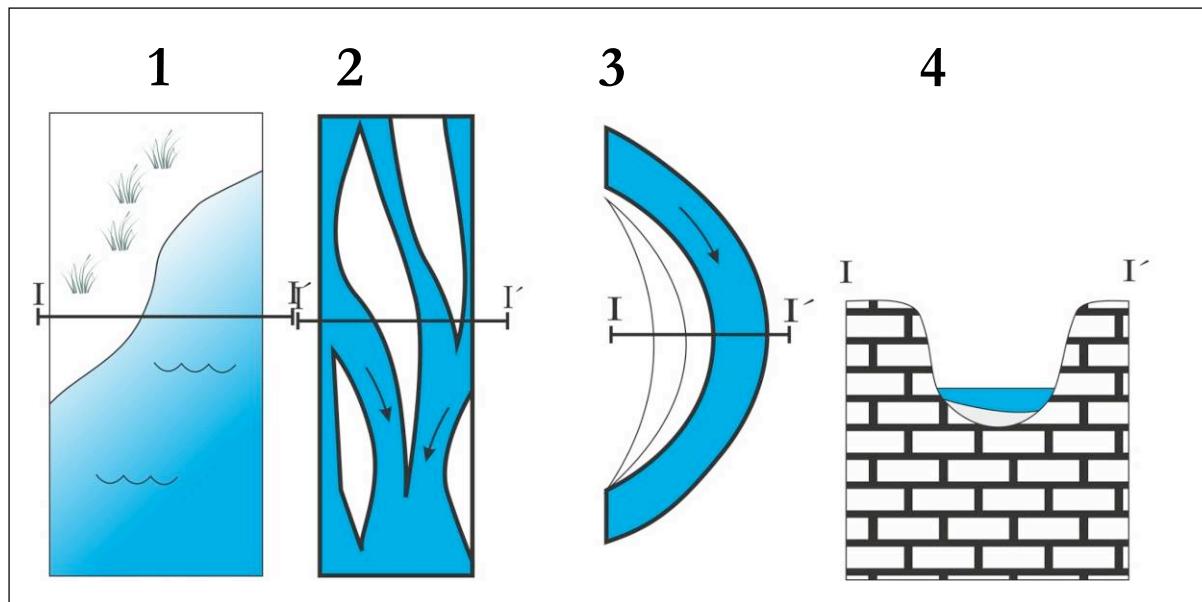
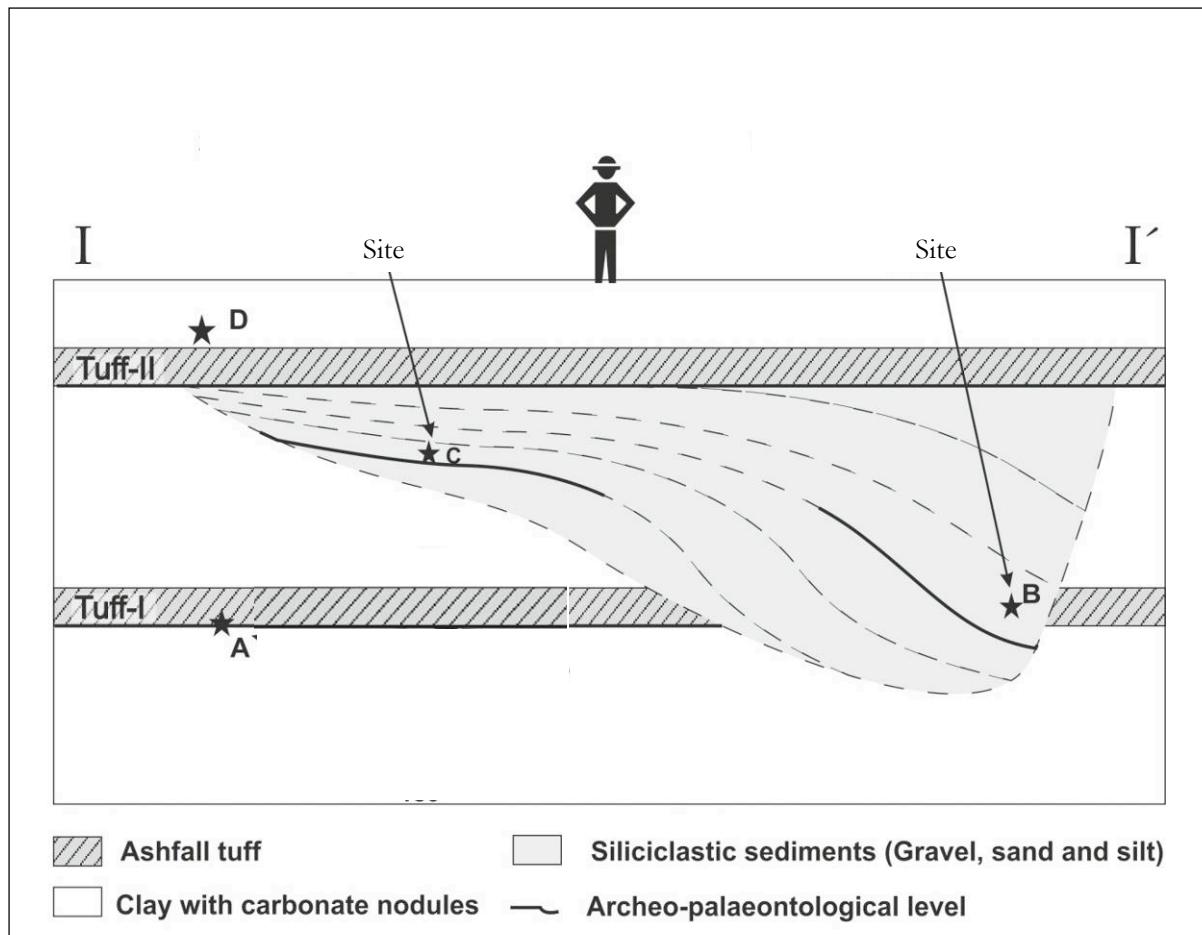


図 10. 上: オルドバイの II 層の上面にある BK (Bell's Korongo) サイトの地質断面図. 図は 4 つ の考古学的レベル (A, B, C と D) を示しています。下: 簡略化した 4 つの堆積環境 (1, 2, 3 と 4)。

8. II層に関して、なぜ動物化石の90%が河川環境で保存されたかを説明できる可能性があるものは、どれですか。
- a) 乾燥した気候が湖を縮小させると動物が川の近くで過ごす時間が長くなります。
 - b) 気候がより湿潤になると、川に洪水が発生します。
 - c) 動物相が川岸の環境に適応しました。
 - d) 流れの速い川は、骨や考古学的遺体の運搬、堆積および保存の主な作用因子です。

図10に関して、以下の問い合わせに答えなさい。

9. サイトAとD（図10の上部）の堆積環境（図10の上部）として最も適切なものを選びなさい。
[答えは解答用紙に記入すること。]

10. サイトCとB（図10の上部）の堆積環境（図10の上部）として最も適切なものを選びなさい。
[答えは解答用紙に記入すること。]

古生物学の重要な課題の一つに、化石の年代決定があります。年代が決まらないと発見の意味はありませんが、年代決定は複雑なプロセスです。初期の地質学者が用いた非常に基本的な方法から現代的な手法へと年代決定はかなり発展してきました。

11. 図10に関して、各サイトの年代を古い方から新しい方へ順に並べたものとして正しい順番は次のどれですか。

- a) A > B > C > D
- b) B > C > D > A
- c) C > D > A > B
- d) D > A > B > C
- e) D > B > C > A
- f) A > C > B > D
- g) D > C > B > A
- h) D > B = C > A
- i) A > C = B > D
- j) 判断不可能

12. 上の問題を解答するときにあなたはある方法を用いました。あなたが今しがた用いた方法を表したものとして最適なものを2つ選びなさい。

- a) 絶対年代
- b) 年代対比
- c) 相対年代
- d) 年代層序
- e) 放射年代
- f) 不整合の法則
- g) 地層累重の法則
- h) 斜交層理の法則
- i) 交差切りの法則

13. これらの考古学サイトで用いられるのは次の放射系列のどれですか。

- a) K/Ar
- b) Ce/U
- c) Pb/Ca
- d) He/Ar

地質構造も古生物研究の一つの手がかりになります。図11に簡略化した地質図を示します。このような単純な図でも古生物学-考古学発掘に役立ちます。

14. F1の断層の種類はどれですか。

- a) 正断層
- b) 逆断層
- c) 横ずれ断層
- d) 回転断層

15. 断層面の傾斜が東に 30° で傾斜しているとき、F2は何断層ですか。
- a) 正断層
 - b) 逆断層
 - c) 横ずれ断層
 - d) 回転断層
16. F2 の動きについて最適な説明を選びなさい。
- a) BL は BC に対して隆起している
 - b) BC は BR に対して隆起している
 - c) BR は BL に対して隆起している
 - d) 判断不可能
17. これらの断層は、…と呼ばれる大局的な構造を切っています。
- a) ダイアピルの貫入
 - b) ロポリスの貫入
 - c) 平行層理
 - d) 斜交層理
 - e) 対称的な褶曲
 - f) 非対称的な褶曲
18. 地図の北部の傾斜の値はどうなるはずですか。
- a) 南部と同じ角度
 - b) 南部よりも大きい
 - c) 南部よりも小さい
 - d) 判断不可能

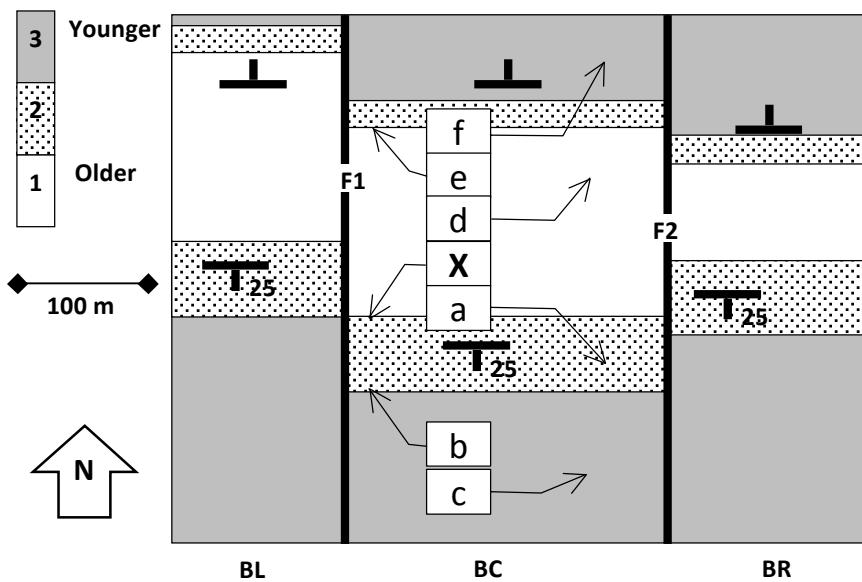


図 11. 褶曲した古生物学サイトの簡略化した地質図。F1 と F2 は断層です。柱状図に示したように 3 つの地質ユニットは相対的新旧が求められています。「T」の記号（と数字）は地層の傾きの方向（と値）を示しています。BL=Block Left; BC=Block Center; BR=Block Right. a, b, c, d, e, f と X は位置。

図 11 中の X を付した矢印で示した境界面は古生物学サイトで、ユニット 1 上にできた人類とキリンの足跡をユニット 2 が覆っている箇所です。科学者たちはその場所を調べることと、サイトになりそうな場所を掘ることを決めました。

19. 褶曲がおこったのは…
- a) 足跡ができたのと同じ時代
 - b) 足跡の前
 - c) 足跡よりも後
 - d) 判断不可能
20. サイト X と同じような化石を見つけることができる箇所を選びなさい。
- [解答用紙で正しい答えを選びなさい。]

21. 最小限の発掘で、X 中のものと同じ化石を得るために掘る箇所として最適な箇所はどこですか。
- a) a
b) e
c) a と f は同じ
d) a や e で化石を見つけることは不可能
e) 判断不可能

生物学、地球科学、天文学は互いに密接に関連しています。惑星探査が多様な分野にまたがると同様に、これらの分野は課題に対する長足の進歩を遂げるための基盤となります。

以下の設問は宇宙飛行士選抜過程の一部です。

22. 次のデータに基づくと、どの惑星が木星と考えられますか。

[解答用紙の中から答えを選びなさい。]

	惑星 A	惑星 B	惑星 C	惑星 D
質量 (kg)	5.69×10^{26}	8.68×10^{25}	1.90×10^{27}	1.02×10^{26}
平均表面温度 (K)	88	59	120 (雲頂)	48
大気	75% 水素 25% ヘリウム 微量の水蒸気、 メタン、アンモニア	83% 水素 15% ヘリウム 2% メタン	90% 水素 10% ヘリウム 微量の水蒸気、 メタン、アンモニア	74% 水素 25% ヘリウム 1% メタン

あなたはとあるミッションの宇宙飛行士に選抜され、近傍の 4 つの惑星で、そこが人類の生存を支えることができるかどうかを調べる時が来ました。あなたが求めている惑星には、適度な温度と液体の水が存在する必要があります。

23. あなたの測定器は以下の値を示しています。人類が生存可能な惑星はどれですか。

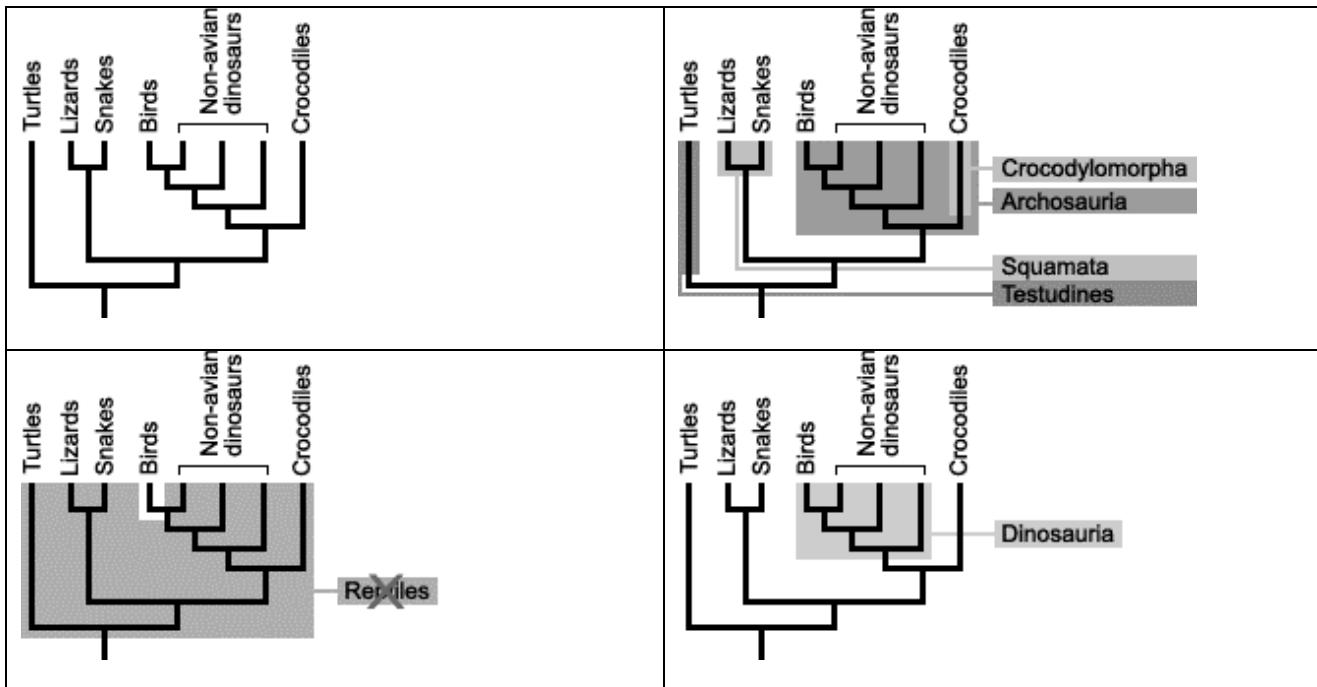
	惑星 E	惑星 F	惑星 G	惑星 H
質量 (kg)	4.87×10^{24}	6.42×10^{23}	5.98×10^{24}	3.3×10^{23}
平均表面温度 (K)	726	310	281	452
大気	96.5% 二酸化炭素 3.5% 窒素	95.3% 二酸化炭素 2.7% 窒素 1.6% アルゴン 0.15% 酸素 微量の水	70% 窒素 26% 酸素 2% アルゴン 微量の二酸化炭素と水蒸気	大気なし
衛星数	0	2	1	0

<http://evolution.berkeley.edu/evosite/evohome.html>

系統発生論は進化生物学の基礎です。共通の先祖を持つすべての生物の分岐群を明らかにするために系統発生を用いる説明が、分岐進化です。一例として、爬虫類と鳥類は近縁であることを見てとれます。この知識を使って、以下の質間に答えなさい。

24. 表から導き出されるものとして正しい答えを選びなさい。

- a) 非飛行恐竜は生物分岐群を形成しています。
- b) カメ類(Testudines)、有鱗類(Squamata)、恐竜類 (Archosauria)、クロコダイル亜科(Crocodylomorpha)で (4つの) 生物分岐群を形成します。
- c) 陸亀やクロコダイルは多様性の中で同じレベルにあります。
- d) 進化の観点では、鳥類とヘビは、鳥類とワニより近い。
- e) 「爬虫類」は系統発生学的に根拠のある生物分岐群ではないとするか、あるいは鳥類を爬虫類として考え始めなければなりません。
- f) 恐竜は絶滅していません。実際、鳥類は恐竜類の一部です。



25. 図 12について正しい文を選びなさい。断面は…

- a) 堆積の連続
- b) 土壤
- c) 風化断面
- d) 有機物の蓄積

26. 図 12に関して、鋤きこむような機械的農作業は、どのレベルをかきまぜますか。

- a) すべてのレベル
- b) 上部のレベル
- c) 下部のレベル
- d) どのレベルでもない

27. 図 12に関して、集約的農業は、どのレベルで化学的な影響がありますか。

- a) すべてのレベル
- b) 上部のレベル
- c) 下部のレベル
- d) どのレベルにもない

図 12.断面