

TEST CODE: WRITTEN TEST – 2

Time: 13.00 – 15.00

Date: August 11th 2018

筆記試験の注意事項

2 時間 以内に試験を終えてください。解答は該当する **解答用紙** の解答欄に「X」を書き入れなさい。

採点要領：

「正答は一つ」の問題は次の通り。

- ・ 正答を選んだ場合， +1点
- ・ 不正答を選んだ場合， 0点
- ・ 複数を選んだ場合， 0点

「複数解答」の問題は次の通り。

- ・ 正答一つにつき， +1点
- ・ 不正答一つにつき， -0.5点
- ・ 正答と不正答が混ざっている場合， 最低でも0点

TEST CODE: WRITTEN TEST – 2

問 34～41 の前書き

2018年2月8日、バンコクの多くの地域において大気中の微粒子状物質(PM)の濃度が健康に影響を及ぼす水準にまで達した。直径 2.5 ミクロン以下の微粒子の濃度は大気 1m^3 あたり $63\sim 82\ \mu\text{g}$ となり、これは安全な水準である 1m^3 あたり $50\ \mu\text{g}$ よりもはるかに高い。バンコクの4カ所の大気環境観測点において健康に影響を及ぼす水準が記録された。汚染はバンコクのような都市部において大きな問題となっているが、規制によって安全な水準まで汚染を抑えることが可能である。



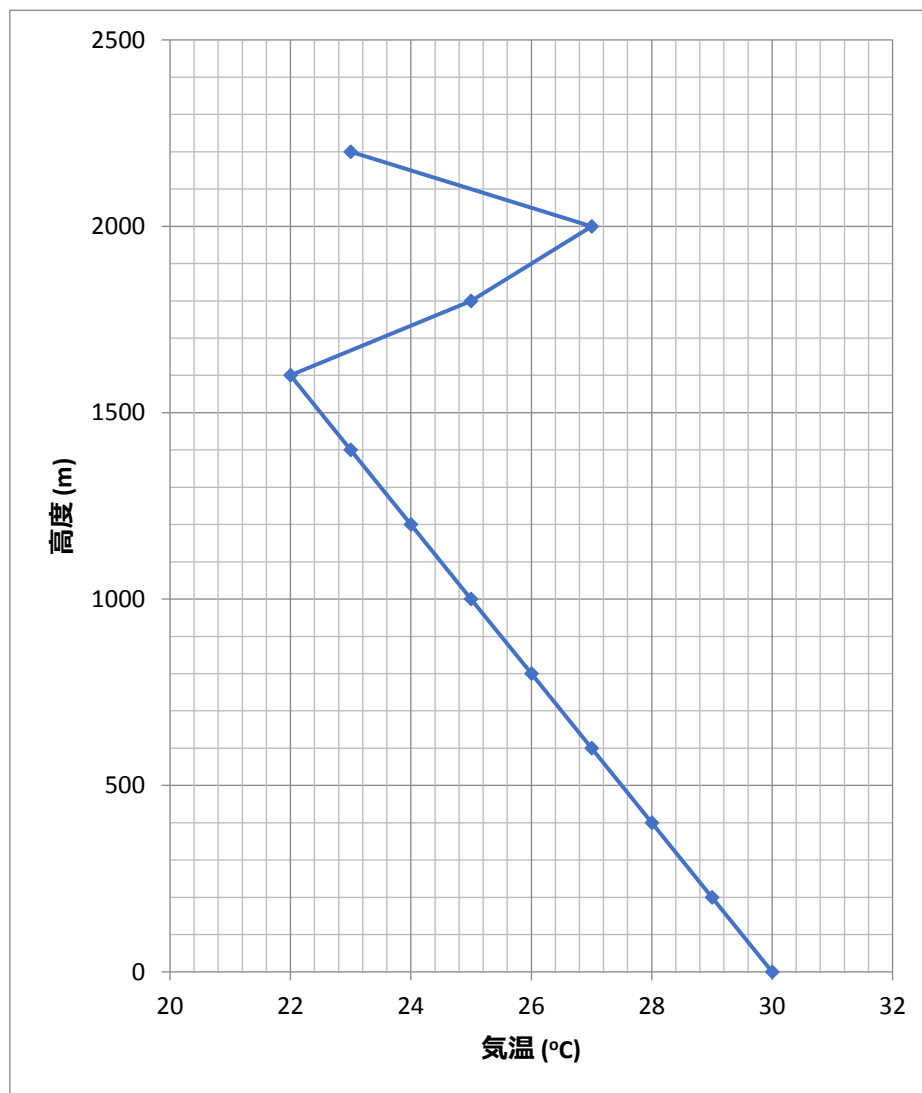
問 34 乾燥断熱減率を $10\text{ }^\circ\text{C}/\text{km}$ 、自動車や工場から排出される汚染された空気塊の温度を $35\text{ }^\circ\text{C}$ とする。高度 2 km でのこの空気塊の温度は何 $^\circ\text{C}$ か。(正答は一つだけ)

- a) $25\text{ }^\circ\text{C}$
- b) $15\text{ }^\circ\text{C}$
- c) $10\text{ }^\circ\text{C}$
- d) $5\text{ }^\circ\text{C}$
- e) $0\text{ }^\circ\text{C}$

TEST CODE: WRITTEN TEST – 2

問 35～36 の解答にあたっては、下の表とグラフを用いよ。下の表とグラフは異なる高度での気温を示す。乾燥断熱減率を $10^{\circ}\text{C}/\text{km}$ とする。

高度 (m)	気温 ($^{\circ}\text{C}$)	高度 (m)	気温 ($^{\circ}\text{C}$)
0	30	1200	24
200	29	1400	23
400	28	1600	22
600	27	1800	25
800	26	2000	27
1000	25	2200	23



TEST CODE: WRITTEN TEST – 2

問 35 問 34 で与えられた乾燥断熱減率を用いると、35 °C の汚染された空気塊が上昇する最高高度として最もふさわしいものはどれか。(正答は一つだけ)

- a) 200 m
- b) 600 m
- c) 1000 m
- d) 1200 m
- e) 1600 m
- f) 2000 m

問 36 真夏には地面は汚染された空気塊とともに暖められる。汚染された空気塊の温度が地表面で 40 °C であるとしたとき、問 34 で与えられた乾燥断熱減率を用いると、空気塊が上昇する最高高度として最もふさわしいものはどれか。(正答は一つだけ)

- a) 1200 m から 1400 m までの間
- b) 1400 m から 1600 m までの間
- c) 1600 m から 1800 m までの間
- d) 2000 m から 2200 m までの間
- e) 2200 m よりも上空

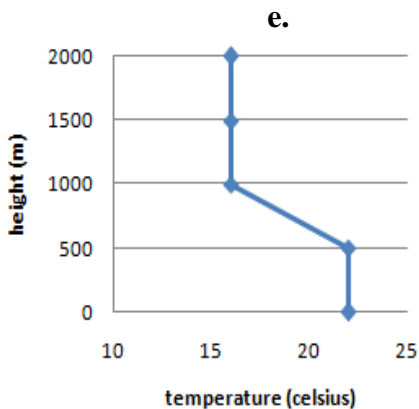
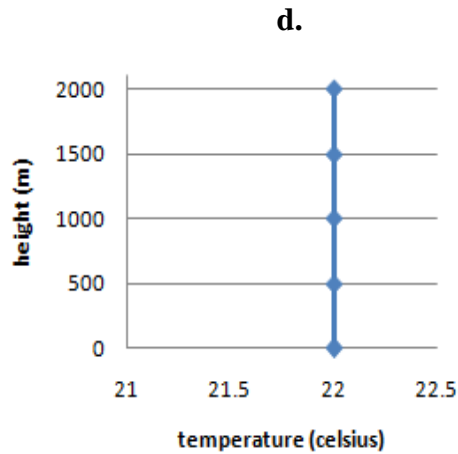
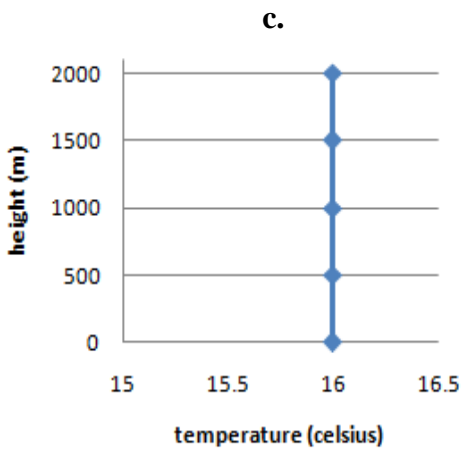
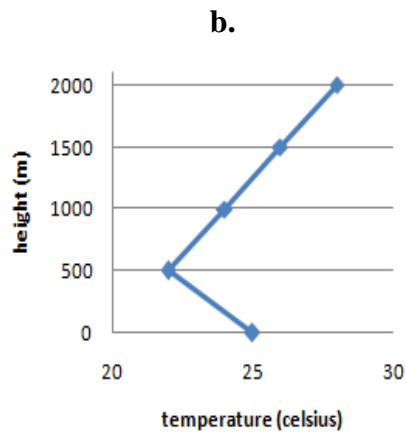
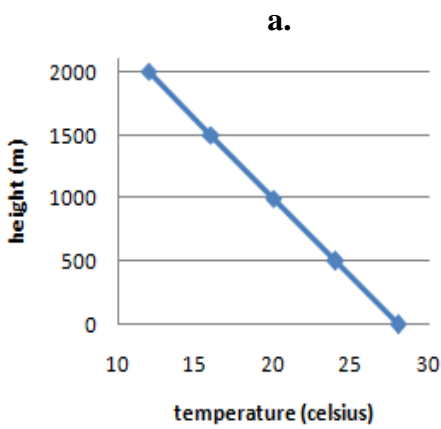
問 37 汚染された空気塊の温度が地表面で 50 °C であると想定しなさい。問 34 で与えられた乾燥断熱減率を用いると、前問の空気塊が上昇する最高高度として最もふさわしいものはどれか。(正答は一つだけ)

- a) 1400 m から 1600 m までの間
- b) 1600 m から 1800 m までの間
- c) 1800 m から 2000 m までの間
- d) 2000 m から 2200 m までの間
- e) 2200 m よりも上空

TEST CODE: WRITTEN TEST – 2

問 38 以下に示したものは、5つの気温分布（横軸に気温[°C]，縦軸に高度[m]）である。最も深刻な大気汚染をもたらす気温分布はどれか。（正答は一つだけ）

- a) 温度分布 a
- b) 温度分布 b
- c) 温度分布 c
- d) 温度分布 d
- e) 温度分布 e



TEST CODE: WRITTEN TEST – 2

問 39 問 38 における大気気温分布を考慮すると、一日のうちどの時間帯において大気汚染が最も深刻か。ただし、汚染物質の排出量は一定であるとする。(正答は一つだけ)

- a) 0:00 - 3:00
- b) 5:00 - 8:00
- c) 12:00 - 15:00
- d) 16:00 - 19:00
- e) 21:00 - 24:00

問 40 排出量を減らすことのほかに、地表における汚染物質の濃度を局所的に減少させるために私たちができることは何か。(一つ以上正しい答えがあるかもしれない)

- a) 30 °C より高い温度で汚染された空気塊を放出すること。
- b) 30 °C より低い温度で汚染された空気塊を放出すること。
- c) 80 m より高い煙突から汚染された空気塊を放出すること。
- d) 80 m より低い煙突から汚染された空気塊を放出すること。

問 41 タイのような熱帯の国において、一年のうちどの時期において大気汚染の問題が最も深刻となるか。ただし、汚染物質の排出源は年間を通して一定であるとする。(正答は一つだけ)

- a) 真夏
- b) 真冬
- c) 低温の気団がやってきて湿潤な気団に取って代わる頃
- d) 高温の気団がやってきて低温の気団に取って代わる頃
- e) 湿潤な気団がやってきて高温の気団に取って代わる頃

TEST CODE: WRITTEN TEST – 2

次のページの火星の地図を使って問 42–43 の質問に答えなさい。

問 42 火星が地球よりたくさんのクレーターがある理由にならないものを選べ（正答は一つ）。

- a) 火星の表面には長い間ほんの少ししか、または全く水がなかったから。
- b) 火星の大気は地球の大気よりかなり薄いから。
- c) 地球は火星より大きいから。
- d) 火星は小惑星帯の内側にかかなり近い軌道で太陽の周りを回っているから。

問 43 オリンポス山は太陽系の惑星の中で一番高い山であり火山である。その高さは地球のエベレスト山の 2.5 倍である。そして Arsia 山、Pavonis 山と Ascræus 山もまたエベレスト山よりも高い。

上で示した現象について述べたものは、以下の説明文のうちのどれか。（正答は一つ）

- a) 火星は引力が小さいので地球より火山が高くなることができる。
- b) 地球は火星より大きな月を持っているから。
- c) 地球と火星のマントルの組成が違うことによりオリンポス山の形成が可能になる。
- d) 火星は太陽風による侵食が激しいから。

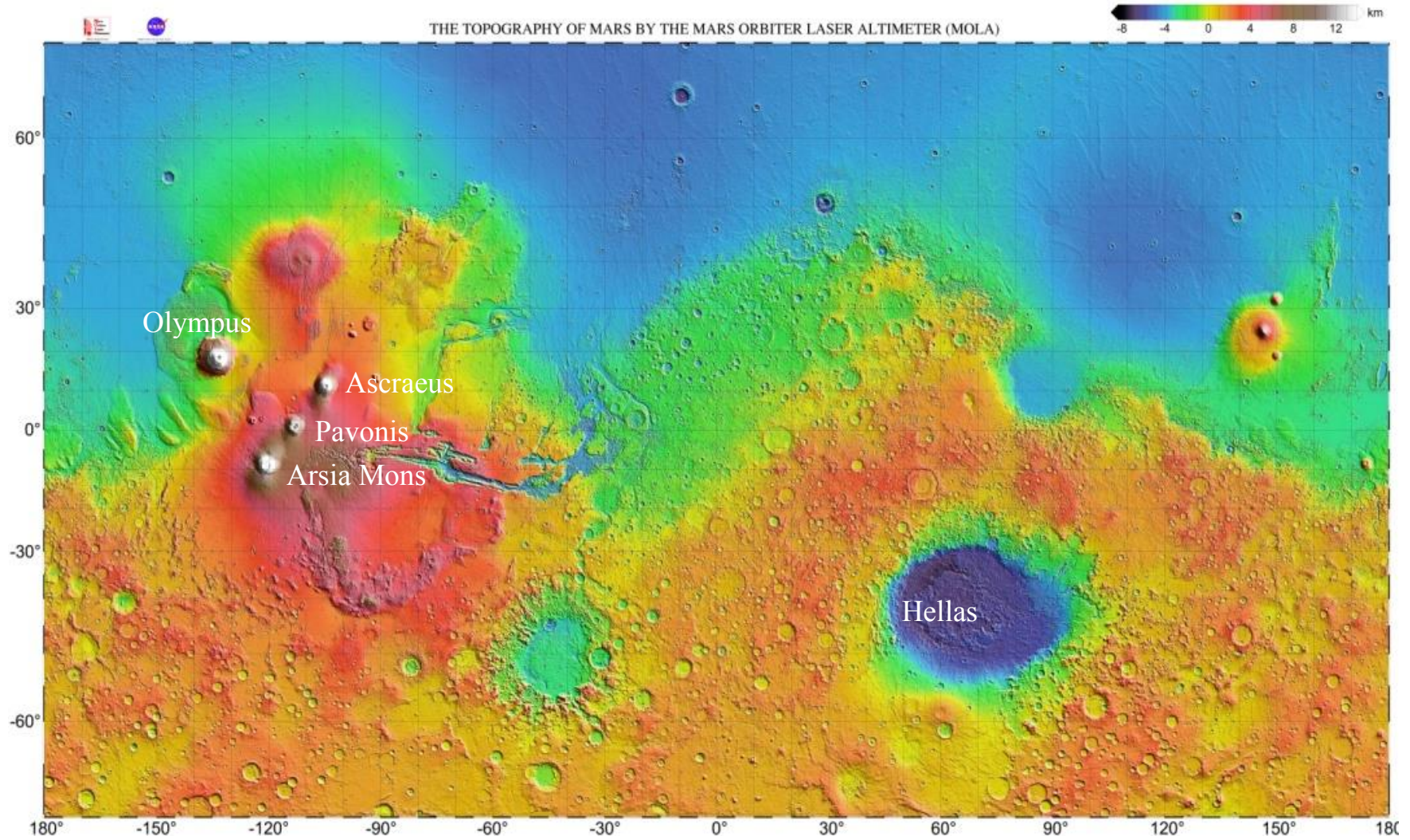


図: 火星の地形 (Credit: The Mars Orbiter Laser Altimeter)

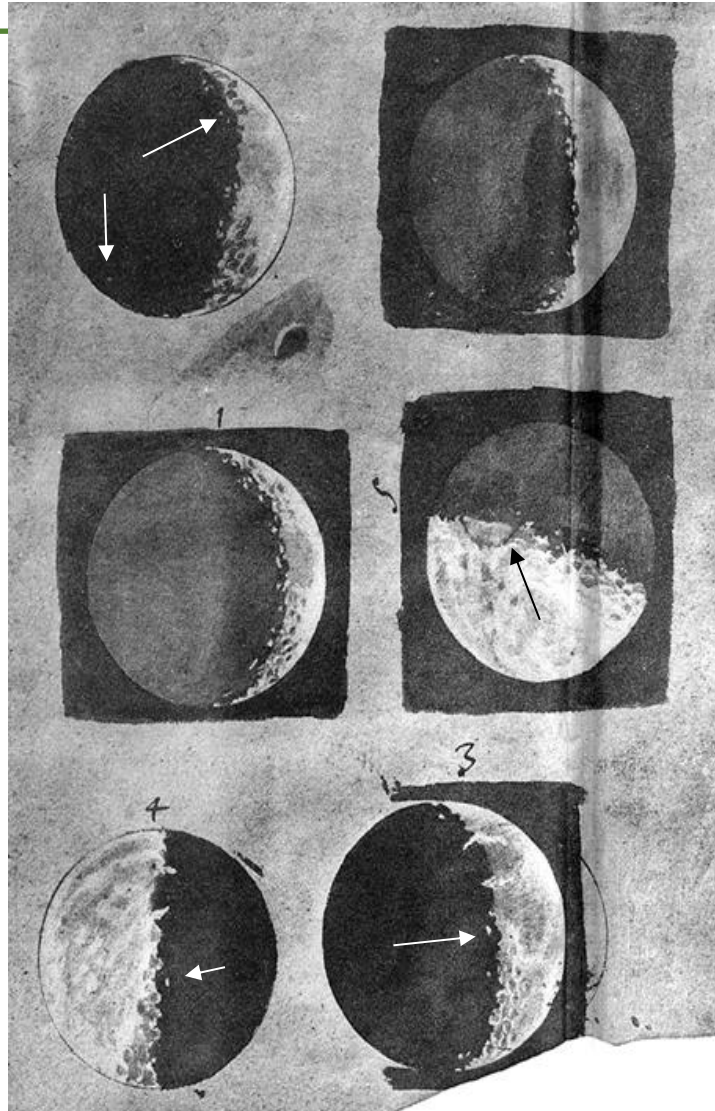
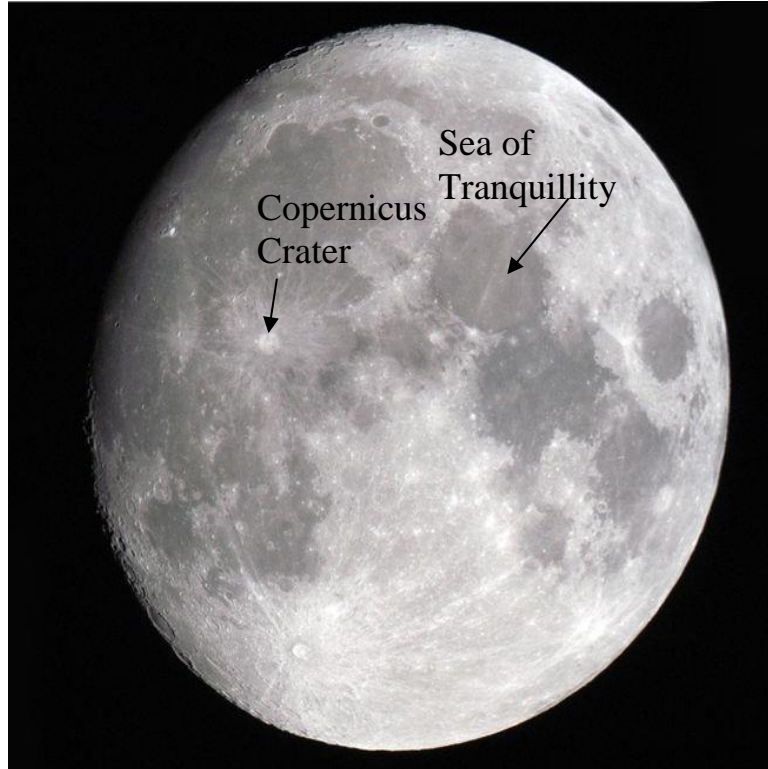


図 44 上の月の絵はガリレオ・ガリレイによって描かれたものである。暗い部分にある明るい点（白色矢印で示されている）と明るい部分にある暗い円（黒色矢印で示されている）に注目しなさい。ガリレオは、明るい点がひと月のうちに形が変化することを観察し、それらは山であることと、黒色の円は低い地形に投影された影であると結論した。

ガリレオの仕事のうち、以下のどの現象が月のひと月のうちの位相変化の原因となるか。（正答は一つ）。

- a) 地球が太陽からの光を遮断し、そしてその影を月に投影するから。
- b) 月の自転によって、ひと月の位相変化を生み出す。
- c) 地球の周りの月の公転によって、ひと月の位相変化を生み出す。
- d) 太陽の周りの地球の公転によって、ひと月の位相変化を生み出す。

問 45 の前書き



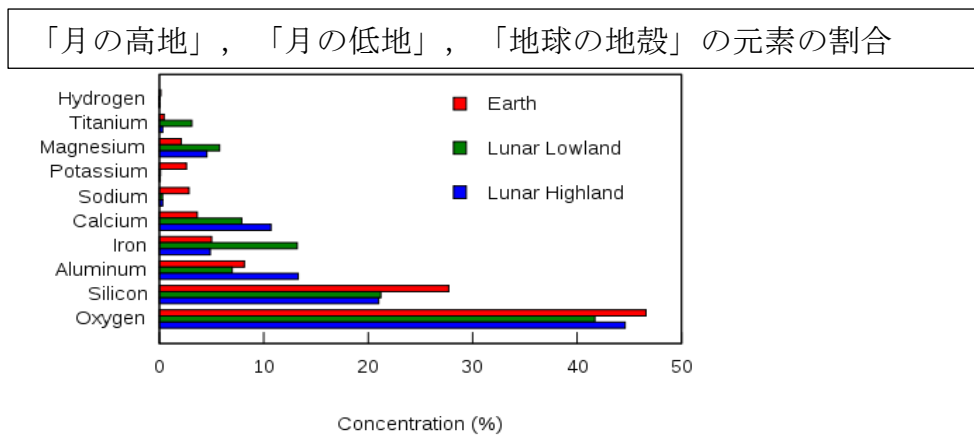
問 45 上の図は、月の地球に向いている側、すなわち常時地球に見せている側の現代の写真である。この写真は、月の表面にたくさんの丸いクレーターが散らばっていることを示している（例として「コペルニクスクレーター」を印で示している）。高地として知られる表面の明るく見える部分と低地すなわち海として知られている暗い部分（例として「静かの海」が印で示されている）に気付くだろう。

ガリレオの時代と違い、月の平均密度が 3.344g/cm^3 （地球の平均密度の約 60 パーセント）と月の重力が地球の 6 分の 1 であることが現在わかっている。地球からは月の同じ面しか見えない理由として最も適したものを選び（正答は一つ）。

- a) 月が公転する時間と月の自転の時間とが同じであるから。
- b) 月の見えていない面は反射率の低い岩石でできているから。
- c) 月の一方の面だけが太陽に向いているから。
- d) 月の密度と重力が月の自転と軌道に影響を与えるから。

問 46 以下のうち、地球と比べて月のクレーターの数について説明している文はどれか。（正答は一つ）

- a) 月の大気の欠如
- b) 地球の強い磁場が隕石の衝突を直接的に回避している。
- c) 月の低い密度が天体を引き付ける。
- d) 月の軌道は地球の軌道よりも多くの隕石が通る。



問 47 上のグラフは地球の表層の岩石、月の低地の岩石、月の高地の岩石の元素組成を示している。上に示したデータと関連して、以下の文で正しいものはどれか。（一つ以上正しい答えがあるかもしれない）。

- a) 月の低地において鉄の割合が高いのは、鉄を含む砂岩が多量にあることを示唆している。
- b) 月の低地において鉄の割合が高いのは、主に玄武岩を含むことを示唆している。
- c) 月の低地において鉄、マグネシウムとチタンの元素組成が異なるのは、他の2つの領域に存在しない岩石を含んでいることを示唆している。
- d) 地球の岩石で、カリウムとナトリウムの元素組成が異なるのは、月の表面にはない岩石を含んでいることを示唆している。
- e) 月の領域において、アルミニウムとカルシウムが他の2つの領域に比べて高い割合であることは、炭酸塩と粘土の量が多いことを示唆している。
- f) 月にナトリウムとカリウムの割合が少ないことは、地球の地殻の分化の度合いが月のそれよりも高いことを示している。

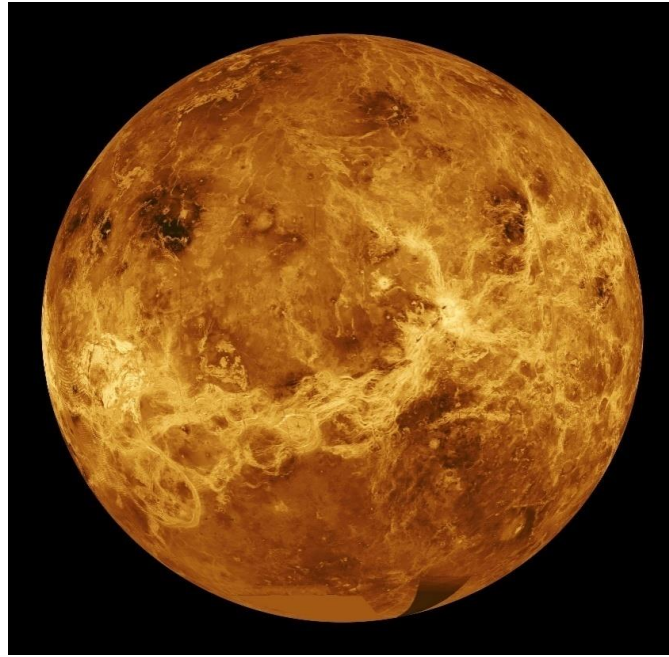
問 48 月の低地の岩石には弱い残留磁気をおびているにもかかわらず、現在、月全体に磁場がないのはなぜか（一つ以上正しい答えがあるかもしれない）。

- a) 地球に比べて月の表面には鉄がかなり低い割合でしか含まれておらず、それゆえに全球的な磁場ができない。
- b) 月の密度が低いことは、月の核における鉄の割合は磁場を維持するのに十分ではない。
- c) 月の重力場が月の磁場を弱めているから。
- d) 月はサイズが小さいために速く冷え、そのことが月の核における液体の鉄の量に影響したため。

問 49 探査機マリナー10号によって撮影された、金星の可視光写真を下に示す。この写真では、金星の主に CO₂ からなる厚い大気が観察できる。

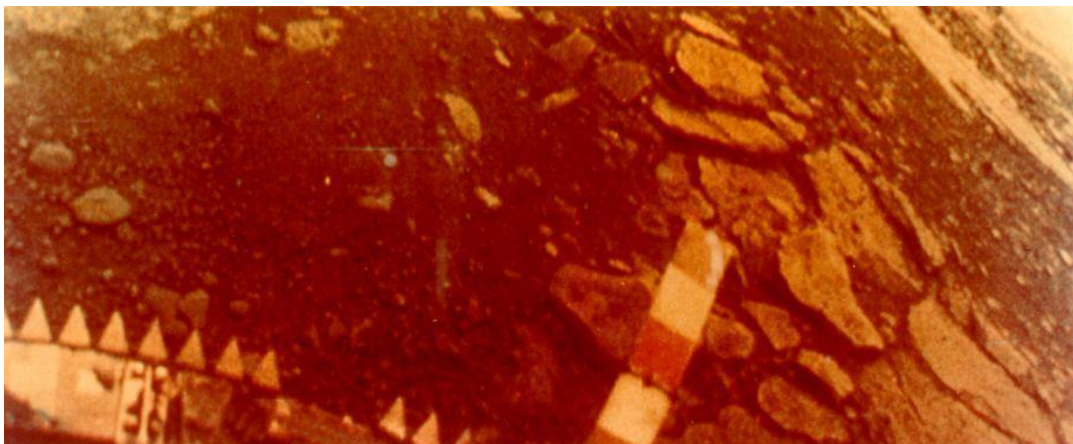


次の図は、マゼラン探査機によって1990年代に撮影された金星表面のレーダー画像である。



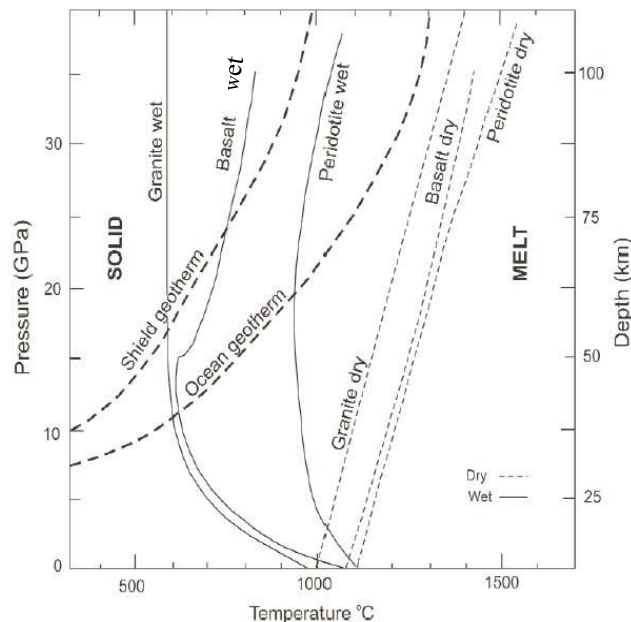
写真の明るい色の部分は標高が高い部分、暗い色の部分は標高が低い部分を表している。この写真は、月と比べてクレーターが少ないことを示している。

下の写真はベネラ13号探査機によって撮影されたもので、金星の玄武岩質の表面を示している。



これら 3 枚の画像を含む情報に基づくと、金星で隕石衝突によるクレーターが少ないことを説明する文を次のうちから選択せよ。（1 つ以上正しい答えがあるかもしれない）

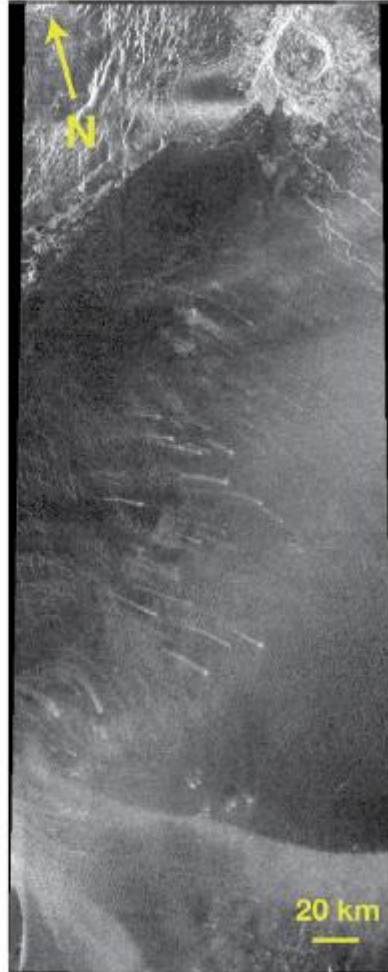
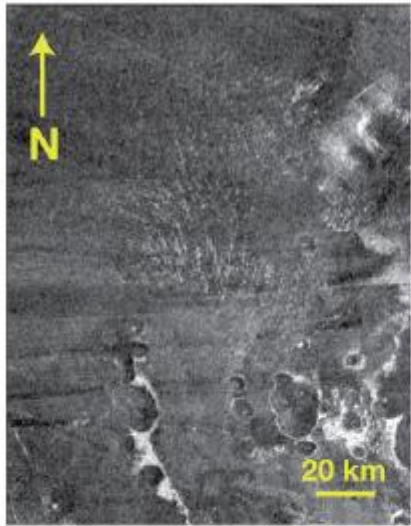
- a) 金星の厚い大気が金星の地表面に影響している。
- b) 金星の軌道が隕石の多い領域を通過していない。
- c) 金星表面の侵食作用が古いクレーターを不明瞭にしている。
- d) 火成活動が古いクレーターを覆う。
- e) 金星の磁気圏と大気圏間の相互作用



Pressure: 圧力, Depth: 深度, Temperature: 温度, Granite wet: 含水状態の花崗岩, Basalt wet: 含水状態の玄武岩, Peridotite wet: 含水状態のかんらん岩, Granite dry: 無水の花崗岩, Basalt dry: 無水の玄武岩, Peridotite dry: 無水のかんらん岩, Solid: 固相, Melt: 液相

問 50 金星の大気は主に CO_2 を含んでおり、ほとんど水分は含まれていない。上のグラフはマグマ発生時の水の影響を示す相図である。金星のマントルを構成する岩石は無水であると仮定する。これらの情報に従うと、金星で火成活動を生じさせる仕組みとして可能なものはどれか。（正答は 1 つだけ）

- a) プレーートの沈み込み
- b) 加熱による脱水作用
- c) 金星にたびたび衝突する彗星
- d) プルーム内部における玄武岩質物質の減圧

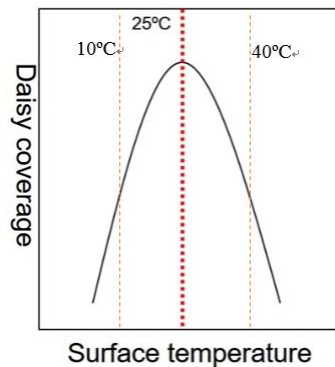


問 51 上の図はマゼラン探査機によって撮影された写真で、金星の表面の砂丘を示している。淡い色調は砂丘の頂部や前面を示す。上に示したものとここまでの問題で提示されたすべての情報に基づくと、砂粒子の組成として期待されるものは次のうちどれか。（正答は 1 つだけ）

- a) 玄武岩
- b) 石英
- c) 粘土鉱物
- d) 石英粒子と玄武岩の粒子の混合物

問 52-54 の前書き

「ガイア仮説」は、生物が生存環境と相互作用を及ぼし合い、自己統制のとれた系をなすと提案している。ガイア仮説では、惑星表層はデイジーと呼ばれる仮想の白い花を咲かせる植物と黒い土壌で覆われている。白い花デイジーと黒い土壌のアルベド（地球表面の反射率、例えば 0.4 は太陽エネルギーの 40% が反射されて宇宙に戻され、惑星は 60% を保持する）はそれぞれ 0.7, 0.3 である。デイジーの最適温度は 25°C である（すなわち惑星でのデイジー被覆率が最大になる）。また、惑星上でのデイジーの被覆率と表面温度の関係は以下の図のように示される。



デイジーの被覆率と表面温度の関係

問 52 表面温度の初期値を 20°C であると仮定する。6°C の温度上昇は _____ をもたらす。

(正しいものを一つ選べ)

- a) 表面温度は 26°C で安定になること
- b) デイジーの被覆率が増加すること
- c) デイジーの被覆率が低下すること
- d) すべてのデイジーが死滅すること

問 53 表面温度の初期値が 30°C であると仮定する。1°C の温度上昇は _____ をもたらす。

(正しいものを一つ選べ)

- a) 温度は 31°C で安定になること
- b) 温度は 30°C に戻ること
- c) デイジーは死滅すること
- d) デイジーの被覆率は増加すること

問 54 表面温度の初期値が 20°C であり、 5°C の温度低下が起きたとする。このときに起こりそうにないものはどれか。(一つ以上の正答があるかもしれない)

- a) 惑星は 15°C の表面温度で新しい平衡状態に達する。
- b) デイジーの被覆率は低下する。
- c) 惑星は太陽放射をより吸収するようになる。
- d) すべてのデイジーは死滅する。

問 55 後期古生代 (約 3 億 5 千万年前) 以前は大陸が砂でおおわれていたが、維管束陸上植物の進化に伴い、その後森林は大陸の地表を覆い始めた。大陸における植生の直接的な影響の一つは反射能 (アルベド; 砂漠の砂の反射能は 0.4, 森林のそれは 0.15) の変化である。

次の文のうち正しいのはどれか。(正答は一つ)

- a) 3 億 5 千万年前以降、地球はより多い太陽放射を吸収した。
- b) 3 億 5 千万年前以降、地球はより少ない太陽放射を吸収した。
- c) 温度が高すぎたのでシステム全体は崩壊するだろう。
- d) 温度が低すぎたのでシステム全体は崩壊するだろう。

問 56 問 55 で示された事実に基づくと、反射能 0.1 で地表の 70% が海洋でおおわれ、大陸は残りの 30% を占めていると仮定する。大陸が森林でおおわれた後、次の文のうち正しいのはどれか。(正答は一つ)

- a) 地表面が受けとる太陽放射は 7% 増えた。
- b) 地表面が受けとる太陽放射は 7% 減った。
- c) 地表面が受けとる太陽放射は 30% 増えた。
- d) 地表面が受けとる太陽放射は 30% 減った。

問 57 ダイアミクタイトは、泥岩や砂岩の基質中に粘土サイズから巨礫サイズの粒子を含む、不淘汰～淘汰の悪い堆積物である。

地質学者は、インド、オーストラリア、南アフリカで後期石炭紀から前期ペルム紀の地層から多くのダイアミクタイトを発見してきた。このことは氷河作用があったことを示唆している。次の文のうち正しいのはどれか。（正答は一つとは限らない）

- a)氷河作用は森林発達のために太陽放射吸収の減少によってもたらされた。
- b)氷河作用は、森林植生の光合成の増加によって強化された。
- c)大気のコ₂レベルが減少したかもしれない。
- d)インド、オーストラリア、南アフリカは石炭紀には南極地域の近くに位置していた。

問 58 石炭紀は、石炭形成の最初期かつ最も重要な時代の一つである。きわめて大量の石炭形成の地球システムにおける潜在的な影響を述べた文は、次のうちどれか。（正解は一つとは限らない。）

- a)石炭形成は森林発達の結果であった。
- b)石炭形成は氷河作用によって引き起こされた。
- c)石炭形成は大気コ₂の減少を引き起こした。
- d)石炭形成は大気オ₂の増加を引き起こした。

問 59 石炭紀のもう一つの特徴は、巨大な昆虫の出現、例えば1 mサイズの巨大なトンボの出現である。昆虫が巨大であるという特徴を持つにいたった理由の一つはどれか。（正答は一つ）

- a)高温
- b)低温
- c)大気の高いオ₂レベル
- d)大気の高いコ₂レベル

問 60 の前書き

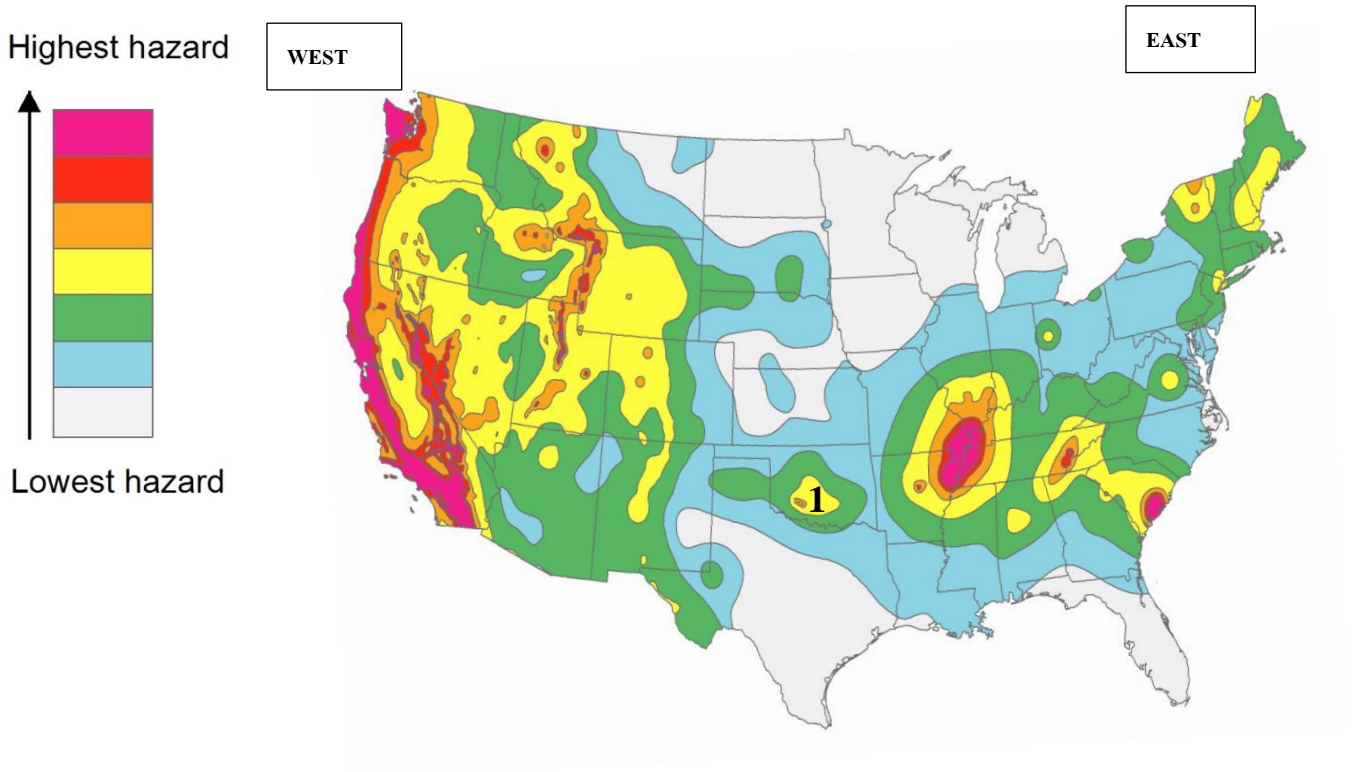
ボーキサイトはアルミニウムを比較的高濃度で含む残留性堆積岩である。炭酸塩ボーキサイトは、ラテライト化作用に先立つ炭酸塩の溶脱によって濃縮された炭酸塩岩中の粘土の、ラテライト化作用で形成される。ラテライト質ボーキサイトは、水酸化アルミニウム以外のほとんどすべての鉱物が溶脱されるケイ酸塩岩の著しい風化作用のため、たいてい熱帯地域で産する。石炭紀は堆積性ボーキサイト鉱石の最初期の時代である。

問 60 上記によると、次のうちどれが正しい文か（正解は一つとは限らない）。

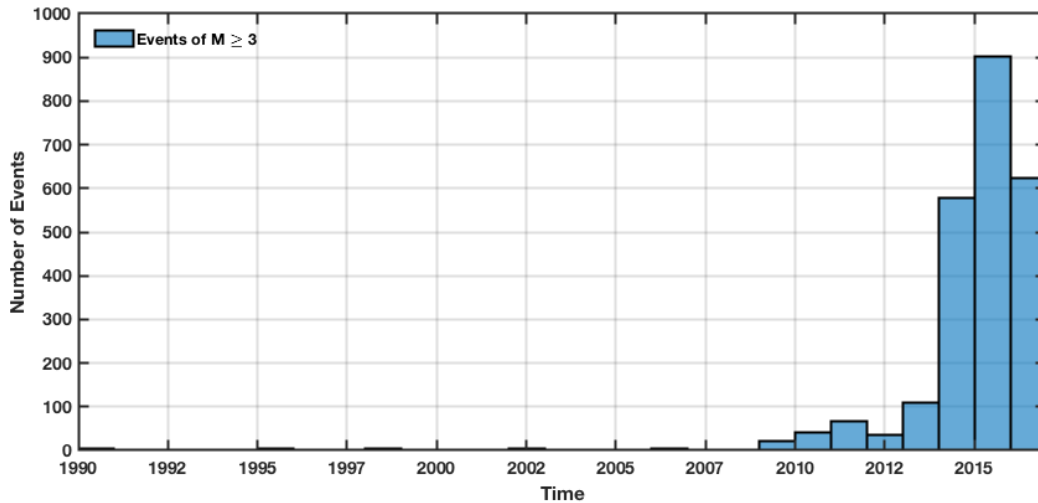
- a) 両タイプのボーキサイトの形成において、植生は重要な役割を担う。
- b) 氷河作用は化学的風化を強化し、ボーキサイト形成に関わりがあるあるかもしれない。
- c) ラテライト質ボーキサイトよりも炭酸塩ボーキサイトの形成の方が、生物圏システムとの相互作用に、より依存している。
- d) 炭酸塩ボーキサイトよりもラテライト質ボーキサイトの形成の方が、生物圏システムとの相互作用に、より依存している。
- e) 炭酸塩ボーキサイトよりもラテライト質ボーキサイトの形成の方が、大気圏システムとの相互作用に、より依存している。
- f) ラテライト質ボーキサイトよりも炭酸塩ボーキサイトの形成の方が、大気圏システムとの相互作用に、より依存している。
- g) ラテライト質ボーキサイトの存在は過去の熱帯林の直接的な指標である。

問 61 の前書き :

下の図は、米国地質調査所 (USGS) による米国の一部の地震ハザードの長期予測を示している。数字の 1 を付した地域はオクラホマ州である。オクラホマとテキサスは石油とガスを埋蔵していることよく知られている。2007 年に石油会社は岩石の浸透性を増すために水圧破砕を実施し、可採石油量が増加した。この破砕プロセスで生じた廃水は、帯水層にポンプで戻されている。



オクラホマ地質調査所は、州内の地震活動を文書に 125 年以上記録してきた。下のグラフは、1990～2017 年の間に発生したマグニチュード 3 以上の地震の数を示している。



問 61 上記のデータによると、次のうちどれが正しい文か。（正解は一つとは限らない）

- a) オクラホマ州は活動的なプレート境界上に位置している。
- b) オクラホマから東海岸にかけての高災害地域のパターンは、北米プレートが西から東に動いていることを示している。
- c) オクラホマ州における地震活動の増大は、おそらく人間活動のせいである。
- d) オクラホマ州における地震活動の増大は、4つの地球システム（地圏、水圏、大気圏、生物圏）間の相互作用のためである。
- e) オクラホマ州における地震活動の増大は、地圏と水圏間だけの相互作用のためである。
- f) オクラホマ州における地震活動の増大は、地圏と生物圏間だけの相互作用のためである。
- g) オクラホマ州における地震活動の増大は、地圏、水圏と生物圏間だけの相互作用のためである。