

第Ⅱ部

第4回国際地学オリンピック

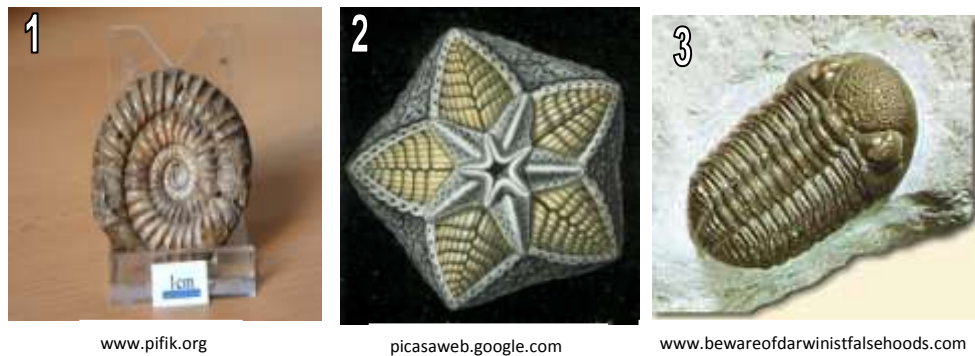
インドネシア大会

GEOLOGY

1. 地層累重の法則をもっとも適切に説明しているのは以下の文章のうちどれか。
_____ (1点)
- a. 下位の地層は、上位の地層よりも古い
 - b. 下位の地層は、上位の地層よりも新しい
 - c. 地層が逆転していれば、下位の地層は上位の地層よりも古い
 - d. 地層が逆転していなければ、下位の地層は上位の地層よりも古い
 - e. 地層は含有している化石をもとに特徴付けられる
2. 横ずれ断層上に立ち、断層に沿った方向を見ると、左側のブロックが自分の方向に向かって動くとき、この断層を何というか。 _____ (1点)
- a. 右横ずれ断層
 - b. 左横ずれ断層
 - c. 正断層
 - d. 衝上断層
 - e. 斜交断層
3. マグマの結晶分化作用の最後の段階で晶出する鉱物は次のうちどれか。 _____ (1点)
- a. かんらん石
 - b. 石英
 - c. 斜長石
 - d. 黒雲母
 - e. 輝石
4. 石炭紀～二畳紀の地層からみつかると可能性のある化石は次のうちどれか。 _____ (2点)
- a. ホモ エレクトス
 - b. マストドン
 - c. アケボノウマ
 - d. 貨幣石
 - e. フズリナ
5. モホロビッチ不連続面の特性は次のうちどれか。 _____ (2点)
- a. 地震波速度の変化
 - b. 高温
 - c. 重力増加
 - d. レイリー波の減衰
 - e. 高圧
6. ニッケルの鉱石鉱物は次のうちどれか。 _____ (2点)
- a. ボーキサイト
 - b. 珪ニッケル鉱
 - c. 黄鉄鉱
 - d. 輝銅鉱
 - e. 黄銅鉱
7. パンゲア超大陸が Gondwana 大陸と Laurasia 大陸とに分裂したのはいつか。
_____ (2点)

- a. シルル紀
 - b. カンブリア紀
 - c. 三畳紀
 - d. 漸新世
 - e. 始新世
8. 河川が谷を形成する初期段階で見られる特徴は次のうちどれか。 _____ (2点)
- a. 扇状地
 - b. U字谷
 - c. V字谷
 - d. 氾濫原
 - e. 蛇行河川

9.



上の図は無脊椎動物化石を示したものである。これらの名前の組み合わせとして適切なものを次から選びなさい。(2点) :

- a. 1=アンモナイト 2= ウミツボミ 3=三葉虫
 - b. 1= ウミツボミ 2= アンモナイト 3= 三葉虫
 - c. 1= 三葉虫 2= アンモナイト 3=ウミツボミ
 - d. 1=三葉虫 2= ウミツボミ 3= アンモナイト
 - e. 1= ウミツボミ 2= 三葉虫 3= アンモナイト
10. 次の選択肢のうち、斜面崩壊のプロセスではないものを選びなさい。(2点)
- a. 落石
 - b. 土石流
 - c. 沈降
 - d. 地すべり
 - e. 泥流
11. 層序学において、堆積岩に含まれる化石をもとに層序を復元する分野は次のうちどれか。(2点) _____.
- a. 岩相層序学
 - b. 時間層序学
 - c. 地質年代学
 - d. 生層序学

e. シーケンス層序学

12. 年代の古い火成岩体・変成岩体と年代の新しい堆積岩との不整合関係として、最も適切なものを次から選びなさい。 _____ (1点)

- a. 傾斜不整合
- b. 無整合
- c. 准整合
- d. ハイエイタス
- e. 非不整合

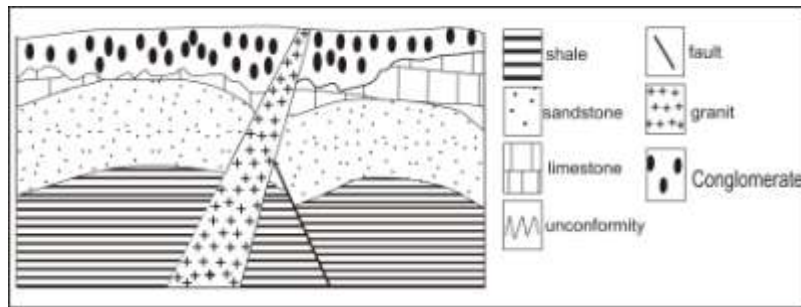
13. ヒマラヤ山脈はいつから存在しているか。 _____ (1点)

- a. 更新世
- b. 中新世
- c. ジュラ紀
- d. 始新世
- e. 鮮新世

14. 礫岩はどのような特徴を持つ粒子からなる堆積岩か。 _____ (1点)

- a. 直径 2 mm 以上の丸みをおびた粒子
- b. 直径 2 mm より小さい丸みを帯びた粒子
- c. 直径 2 mm より小さい角ばった粒子
- d. 直径 2 mm より大きい角ばった粒子
- e. 二酸化珪素や炭酸カルシウムで固められた丸みを帯びた粒子あるいは角ばった粒子

15. 下に示した地質断面をもとに、地質事象を古いものから順にならべかえたものとして正しいものを下から選びなさい。 (3点)



- a. 礫岩－頁岩－砂岩－石灰岩－不整合－断層－花崗岩
- b. 花崗岩－断層－不整合－石灰岩－砂岩－頁岩－礫岩
- c. 頁岩－花崗岩－砂岩－不整合－断層－石灰岩－礫岩
- d. 頁岩－砂岩－断層－石灰岩－不整合－礫岩－花崗岩
- e. 頁岩－断層－砂岩－石灰岩－不整合－礫岩－花崗岩

16. 石灰岩は炭酸カルシウムの鉱物から構成される。炭酸カルシウムの鉱物として最も豊富な鉱物は _____ である。 (2点)

17. 花崗岩を構成する鉱物のうち、体積が占める割合が大きいものを2つ答えよ。

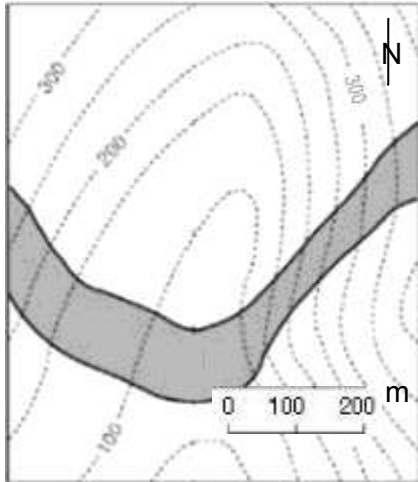
(2点)

_____ and _____.

18. 上盤が下盤に対してずり落ちた状態の断層を何というか。 _____。(1点)

- a. 右横ずれ断層
- b. 左横ずれ断層
- c. 正断層
- d. 衝上断層
- e. 斜交断層

19. Vルール(地質図から地層の姿勢を決定する方法〔日本では未学習〕)によると、図に示した地層(灰色で示した部分)の走向は _____方向で、傾斜は _____向きである。(2点)



20. 上の図で、真の傾斜方向にそって地質断面図をつくる時、断面図は _____方向に作成し、地層の厚さは _____mである。(2点)

21. 地表における重力加速度 g は、 $g = G \frac{M}{r^2}$ で表される。ここで、 $G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ 、地球の質量 $M = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$ 、 r は地球の表面と地球の中心との距離である。平均海水面($R = 6371 \text{ km}$)での重力 g が 9.83 m/s^2 であり、重力の値が海面の上昇値 h に依存するならば、重力の値は海面上昇につれて、関係式_____に従って減少する。この計算過程を示せ。(1 $\text{cm/s}^2 = 1 \text{ gal}$ とする)(2 点)

22. 地震波速度の異なる 2 層の間で、地震波は屈折することが知られている。地震波の走時 t と伝播距離 x の間の関係は次の式で表される。

$$t = \frac{2h_1 (V_2^2 - V_1^2)^{1/2}}{V_2 V_1} + \frac{x}{V_2}$$

ここで、 t 地震波の走時 (単位: 秒)

h_1 第 1 層の厚さ

x 地震波の伝播距離

V_1 第 1 層を伝わる地震波速度

V_2 第 2 層を伝わる地震波速度

V_1 、 V_2 、 h は定数である。 x と t の間に表 1 に示した関係がある場合、 V_1 と V_2 の値を求めよ(2 点)。

計算の過程を示し(2 点)、 h_1 の値を求めよ(1 点)。

表 1.地震波の
屈折データ

x (m)	t (ms)
2	4
4	10
6	12
8	19
10	24
12	27
14	30
16	31
18	32
20	34
22	36
24	39

23. 地震の発生頻度(N)とマグニチュード(M)の間には、

$$\log N = a - bM$$

の関係が知られている。 a 、 b は定数であり、地域によって異なる値である。図1はこの関係を示す Padang 地域の例である。

$b=1$ の地域で、 $M5$ の地震と
 $M7$ の地震の発生する比率
を求めよ。ただし、関係式
から求めても、図から求め
てもよい。(2点).

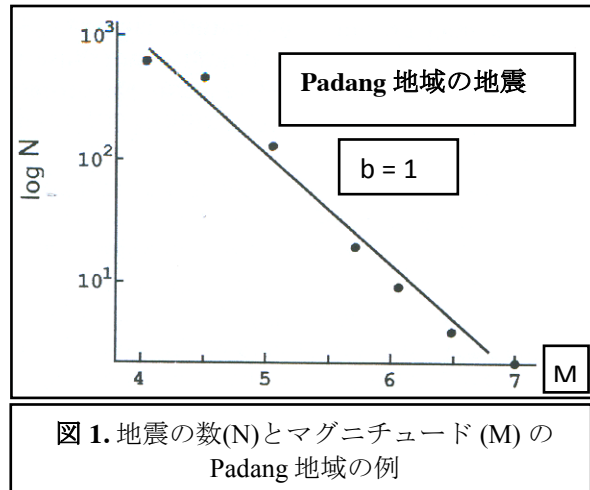


図1. 地震の数(N)とマグニチュード(M)の Padang 地域の例

24. ある地震の波形が、インドネシアのジャワ島中部にある 4 カ所 AE2 (7.7 S、109.5 E)、AG2 (7.6 S、110.0 E)、BH2 (7.5 S、110.4 E)、AK4 (8.2 S、110.9 E)の観測点で記録された。図 2 は、それらの観測点の位置を示す。図 3 は、これらの観測点の波形記録である。P 波速度 V_p と S 波速度 V_s の平均値が、それぞれ 6.4km/s と 3.7km/s であるとき、地震の震源を決定せよ。 $1^\circ = 111\text{km}$ で計算し、計算過程を示し、求めた震源を図 2 に記入せよ。(5 点)



图 2. 観測点 AE2, AG2, BH2, AK4 の位置

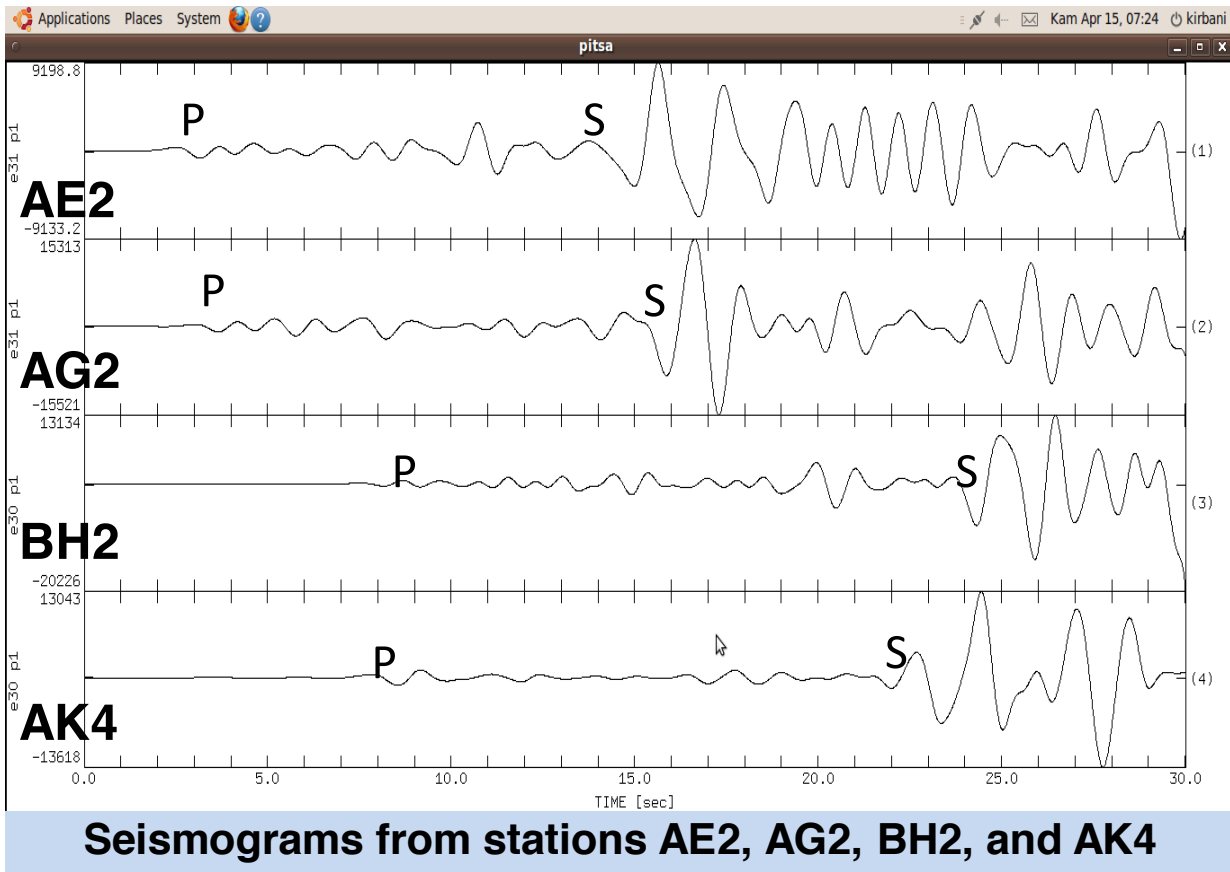


図 3. 4カ所（AE2, AG2, BH2, AK4）の観測点で記録された地震波形

気象学

1 大気の鉛直構造に関する名称として、**正しくないもの**をひとつ以下から選べ。

(5 ポイント)

- (a) 熱圏
- (b) 電離層
- (c) 雪氷圏
- (d) 非均質大気
- (e) 均質大気

2 以下の大気電気に関し、正しいものをひとつ選べ。(5 ポイント)

- (a) 稲妻は常に雲から地面に向かって落ちる。
- (b) 雲粒は常に負に帯電している。
- (c) 稲妻は時には雲頂から電離層に向かっても放電する。
- (d) 雷雲中では電荷はプラスとマイナスが等量に分布する。
- (e) 上のすべての問題は正しい。

3 (A) 高度 0 m、気圧 1013 hPa の空気の温度と相対湿度が 30°C と 53.65% であるとする。熱帯で乾燥断熱減率を 10°C/km とし、雲の凝結高度を求めよ。(10 ポイント)

気温°C	乾燥空気 1kg あたりの飽和水蒸気量(g)
50	88.12
40	49.81
30	27.69
20	14.85
10	7.76
0	3.84

(B) この空気が高度 2539m の山の斜面に昇ったときの温度を求めよ。ただし、熱帯での湿潤断熱減率を 6.5°C/km とする。(10 ポイント)

(C) この空気が山頂 (3308m) を通過するときの温度と相対湿度を求めよ。さらに、山の風下のはじめと同じ気圧面(1013 hPa)に達したときの温度と相対湿度を求めよ。(15 ポイント)

4 赤道での平均風速が 20 m/s であるとする。また、 800 km 隔てた 2 点の気圧差が 8 hPa で、空気密度が 0.364 kg/m^3 であるとき、単位質量の空気に働くコリオリの力を求めよ。(3 ポイント)

- (a) 0.02 ms^{-2}
- (b) $1.37 \times 10^{-4} \text{ ms}^{-2}$
- (c) 0 ms^{-2}
- (d) $1.37 \times 10^{-6} \text{ ms}^{-2}$
- (e) 1.37 ms^{-2}

5 図 6 に示した最盛期の低気圧の等圧線分布図を見て、雨量および雲量が最も少ないと思われる地点はどれか、以下の選択肢から選べ。(6 ポイント)

- (a) point A
- (b) point H
- (c) point B
- (d) point I
- (e) point G

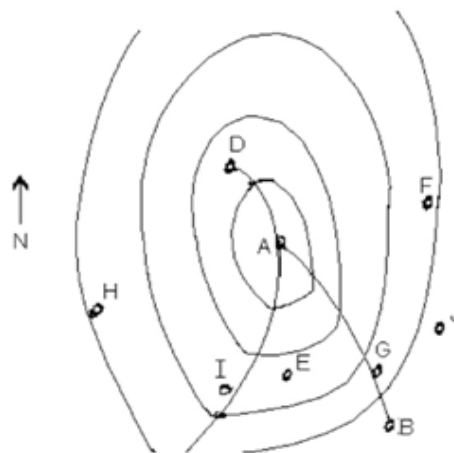


Figure 6. 最盛期の低気圧の等圧線図

6 コリオリパラメータが $f \approx 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ の地点で、地衡風が 5 m/s の東風であるとき、この地衡風に対応する単位質量あたりの気圧傾度力として、正しいものを以下の選択しから選べ。(6 ポイント)

- (a) $5 \times 10^{-4} \text{ ms}^{-2}$
- (b) 0.005 ms^{-2}
- (c) -0.00005 ms^{-2}
- (d) $-5 \times 10^{-4} \text{ ms}^{-2}$
- (e) 0.00005 ms^{-2}

7 以下の図を見て質問に答えよ

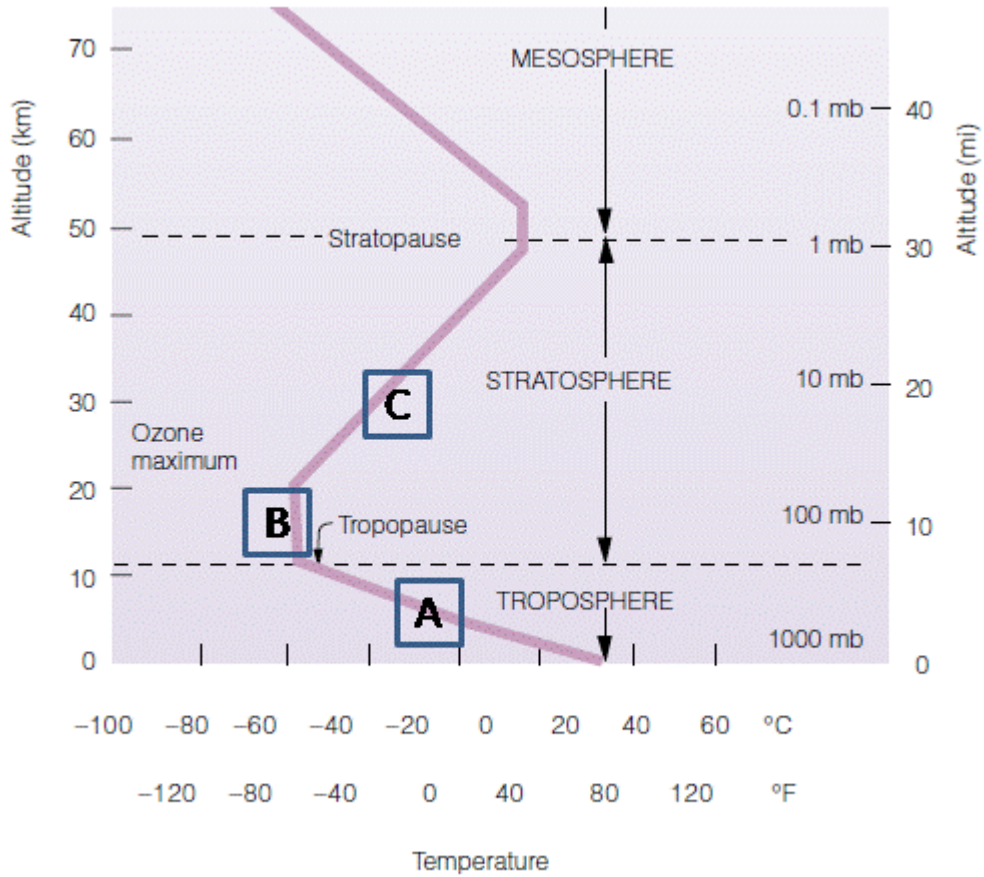


Figure 7. 記述式問題の図

3つの空気塊 A, B, C が上の図のように 5, 15, 30 km の高度にあるとする。もしこの空気塊を鉛直上向きに動かしたとき、これらの空気塊の動きを推定せよ。(10 ポイント)

空気塊の記号	空気塊の動き*
A	
B	
C	

*) 解答は以下の記号で答えよ:

- ▲ : 上昇が継続する
- ⊥ : 新たな高度で停滞する
- ↕ : 元の高度の周辺で振動する

8 Ramage 博士によると、インドネシアの海洋大陸地域はモンスーン地域の典型である。インドネシアで西風のモンスーンが吹くとき、フィリピンの南に位置するサンギヘタラウド諸島($5^{\circ} 30' 23''$ N $126^{\circ} 34' 35''$ E)の主風向は、以下のどれか選択せよ。

(3ポイント)

- (a) Westerly
- (b) Easterly
- (c) Southerly
- (d) Northeasterly
- (e) Southwesterly

9 以下の図8はインドネシアの年降水量分布図で、スマトラ島の西海岸で赤道から離れている地域でも熱帯雨林気候が見られる。その理由として正しいものを以下から選べ。(6ポイント)

- (a) インドネシアーオーストラリアモンスーンの影響下にあるため
- (b) ブキットバリサン山脈(スマトラ島を南北に連なる脊梁山脈)の地形の影響とインド洋の複合効果のため
- (c) 南シナ海の影響のため
- (d) 熱帯低気圧のため
- (e) インドネシア低気圧のため。

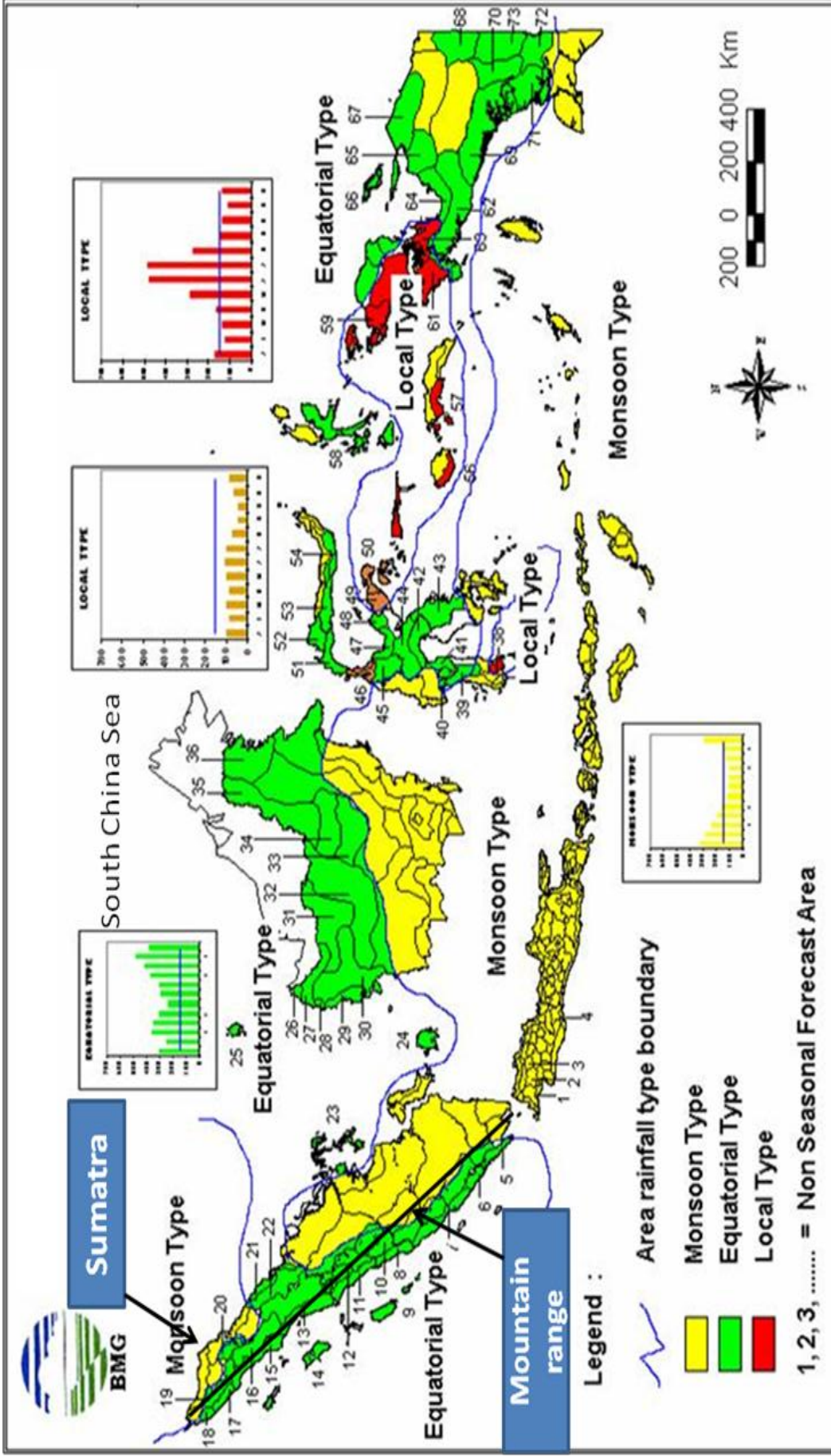


Figure 8. インドネシアの年間降水量分布

10 温室効果ガスは可視光線に対しては透明であるが、赤外線に対しては不透明である。以下の気体を、放射強制力の大きい順に正しく並べた組み合わせを選べ。(6ポイント)

- (a) CO_2 , CH_4 , H_2O , NO_2
- (b) H_2O , CH_4 , CO_2 , NO_2
- (c) H_2O , CO_2 , CH_4 , NO_2
- (d) CO_2 , H_2O , NO_2 , CH_4
- (e) None is true.

11 現時点から 25 分後の天気を予測する方法として、現在の気象状況が変わらないと仮定する予報法は以下のどれか。(3ポイント)

- (a) 持続予報
- (b) 統計的予報
- (c) 過去の類似による予報
- (d) 数値予報
- (e) 広域天気図による予報

12 図9を見て以下の問いに答えよ。(12ポイント)

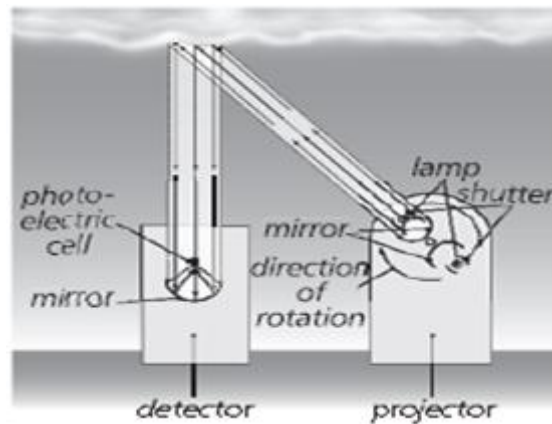


Figure 9. 雲高計。雲底—受光器—発光器のなす角度は直角である。.

雲高計とは雲底を図る装置である。これは発光器と受光器からなる。発光器には2つの反射鏡付光源が回転しながらシャッターを通してビームを発光する。よって、角度をもって雲底を照らすパルス波となる。受光器は天頂を向き、指定された周波数でパルス波に対し電子的に反応する。雲定高度は三角測量の方法で発行器と受光器の間の距離と放射角、反射角を測ることで求められる。雲高計は日中は3000mの高度、夜間は6000mの高度の雲底を測定できる。

もし、発行器と受光器の距離 b を 20 m で固定し、放射角と反射角の角度 α が 0.5° であるとする、雲底高度 d を計算せよ。

海洋学

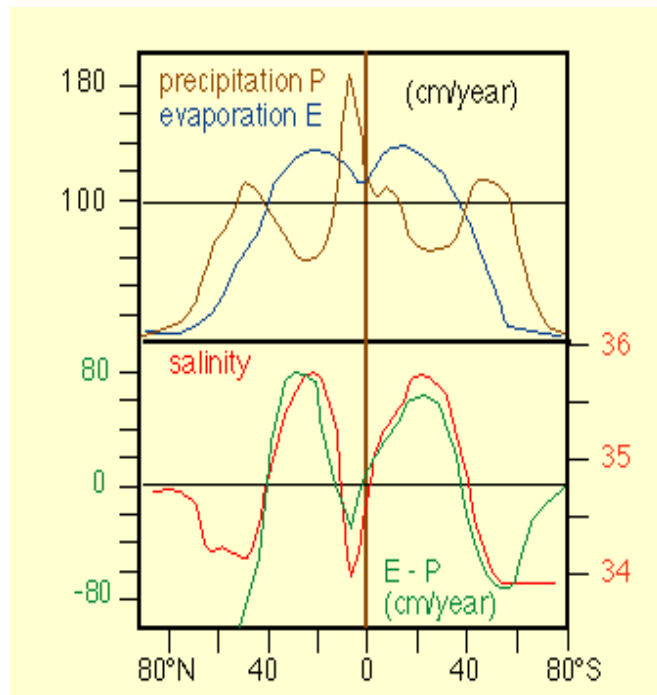
以下の問題から最もふさわしい解答を選べ。

1. 海水が層状になる理由はなぜか (10 ポイント)
 - a. 極域の海氷の存在
 - b. 海流の存在
 - c. 密度の違い
 - d. 波の存在
 - e. 蒸発と降水

2. 海洋は大量の太陽エネルギーを受けているにも関わらず、温度がほとんど変わらないのはなぜか。 (10 ポイント)
 - a. 海水の量が膨大だから
 - b. 水の蒸発の潜熱が比較的小さいため
 - c. 海面は入射エネルギーを反射しないため
 - d. 海水の熱容量が比較的大きいため
 - e. 海水に大量の塩分があるため

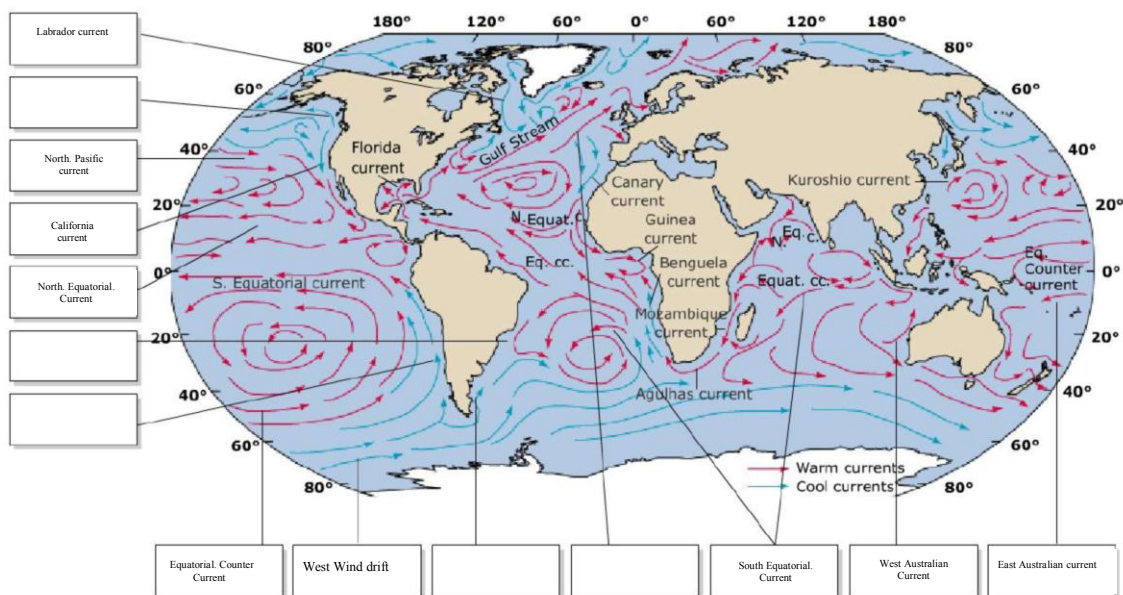
3. 海水中の酸素濃度について最も正しい記述はどれか (10 ポイント)
 - a. 表層水の酸素濃度は深層水の濃度より高い
 - b. 冬季の酸素濃度は夏季の濃度よりも高い
 - c. 高緯度の酸素濃度は低緯度の濃度よりも高い
 - d. 解答の (a) と (b) は正しい
 - e. 解答の (a), (b), (c) は正しい

海洋の水収支は蒸発量(evaporation)と降水量(precipitation)に依存する. この水収支は表層水の塩分(salinity)に影響を及ぼす. 下図を参考に、熱帯の海水の塩分が亜熱帯の海水よりも低い理由を説明せよ。(20ポイント)



4. 下記の海流の名称の記号(A to E)を下の図中の枠内に書き込め (20 ポイント)

(A)	Alaska current
(B)	Peru current
(C)	North Atlantic current
(D)	Brazil current
(E)	Falkland current

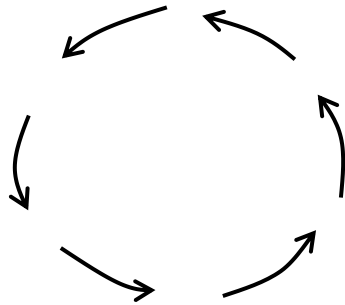


6. 近年、海洋上を浮遊するごみが、海洋の特定の領域に溜まっていることが指摘されている。その位置は還流または循環する流れの中心付近にある（前問の海流図を参照）。プラスチックのごみは、光化学的に分解するまでの間、これらの領域に数百年にわたり蓄積するものと予測されている。ある還流については、テキサス州の2倍のサイズの“ごみの島”を形成する。

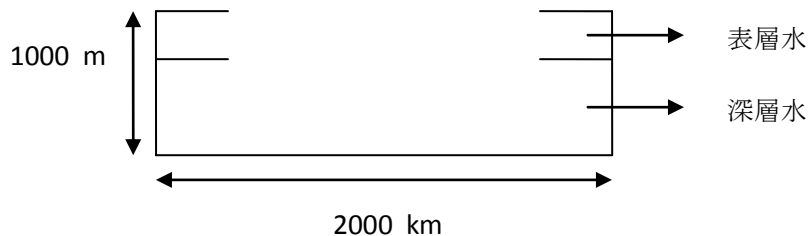
以下の図は還流のスケッチである。

- 1) このタイプの還流は A, B どちらに見られますか。A か B で答えよ。（10 ポイント）

- A) 北半球
B) 南半球



- 2) 上の還流の図に対し、還流の中心を通る鉛直断面での海水の鉛直運動を、以下の図に書き込んで流れの様子を完成させよ。（20 ポイント）



問題 - 理論 : 天文学

5 ページの参考の表を参照して下さい。

A. 多肢選択問題

1. (太陽系)あなたは新しい惑星を見つけました。観測すると、その惑星は太陽の近くにあり、最大離角は 30° であることがわかった。金星と水星の最大離角がそれぞれ 46° と 23° であるとき、次のうちどれが正しいか。

- a. その惑星の軌道は水星の軌道よりも太陽近くにある。
- b. その惑星の軌道は水星と金星の軌道の間にある。
- c. その惑星の軌道は金星と地球の軌道の間にある。
- d. 与えられたデータから惑星の位置は決められない。
- e. 上記の答えはすべて正しくない。

[1 点]

2. (太陽系)地球に面した月面に立っている宇宙飛行士にとって、次のうち正しいものを一つ選べ。

- a. 地球はいつも満月のように見える。
- b. 一昼夜の長さは地球から見る月の朔望月（新月から次の新月までの時間）と同じ。
- c. 一日の長さは地球の周りを公転する月の周期の半分である。
- d. 地球の出から地球の入りまでの時間は、新月から満月までの時間と同じ。
- e. 月に面した地球の表面はいつも同じであるので、月からは地球表面の一方だけが見える。

[1.5 点]

3. (太陽系)もし地球の公転方向はそのままで自転の向きが突然逆になったとしたら、1 太陽日の長さはどうなるか。

- a. 以前より 4 分長くなる。
- b. 以前より 4 分短くなる。
- c. 以前より 8 分長くなる。
- d. 以前より 8 分短くなる。
- e. 変わらず、以前と同じまま。

[1.5 点]

4. (太陽)恒星進化理論によると、太陽は数十億年後までに赤色巨星の段階に進化する。太陽が赤色巨星になり、半径は $1.12 \times 10^7 \text{km}$ 、温度は 2900K になるとき、地球の平均表面温度は現在の温度と比べるとどうなるか。現在の太陽半径を $7 \times 10^5 \text{km}$ 、平均表面温度を 5800K とするが、地球の反射能の変化は無視できるものとする。

- a. 現在の温度の 4 倍になる。
- b. 現在の温度の 2 倍になる。
- c. 現在の温度の半分になる。
- d. 現在の温度の $1/4$ になる。
- e. 変化なし。

[2 点]

5. (恒星)ある恒星の視差が地球では 0.05 秒角である。もし木星から測定したら、この恒星の視差はいくらか。(木星の太陽からの距離は 5.2 天文単位である)。

- a. 1.00 秒角
- b. 0.50 秒角
- c. 0.33 秒角
- d. 0.26 秒角
- e. 0.50 秒角

[1.5 点]

6. (天体の運行)もし、太陽の質量が現在の値の2倍になり、惑星の軌道は現在と同じならば、地球の公転周期はおよそいくらか。

- a. 423 日
- b. 365 日
- c. 321 日
- d. 258 日
- e. 147日

[1.5点]

7. (天体の運行)もしハレー彗星の近日点距離が $8.9 \times 10^{10} \text{m}$ で周期が 76 年とすると、ハレー彗星の離心率はいくらか。

- a. 0.567
- b. 0.667
- c. 0.767
- d. 0.867
- e. 0.967

[1.5 点]

8. (恒星)ある恒星のあるスペクトル線が 4999Å ($1 \text{Å} = 1 \times 10^{-10} \text{m}$) に観測された。実験データによるとこのスペクトル線は 5000Å に現れるはずである。この恒星の観測者に対する相対速度は次のうちのどれか。

- a. 観測者に 60km/s で近づいている。
- b. 観測者から 60km/s で離れている。
- c. 観測者に 75km/s で近づいている。
- d. 観測者から 75km/s で離れている。
- e. この恒星は観測者に対し動いていない。

[1.5 点]

B. 記述問題

1. (太陽系) 何年か前に、「火星が月くらいの大きさ (約 0.5°) に見えるようになる」といううわさがあった。地球の平均距離 (長半径) a_E を 1 天文単位、地球の離心率 e_E を 0.017 とし、火星の平均距離 (長半径) a_M を 1.5 天文単位、火星の離心率 e_M を 0.093 とし、火星の半径 R を 3393.4km とした時に、火星の最大の視直径を求め、このうわさの正当性を判断しなさい (正しいか、それとも、間違っているかで答えなさい)。

これらの問題に、以下の指示にしたがって答えなさい。

- このうわさの状況を示すように、模式図を描きなさい。
- 求めた時に使った式を示しなさい。
- 計算過程と最終結果 (正しいか、それとも、間違っているか) を示しなさい。

[5 点]

2. (天体力学) 2010 年 1 月 15 日に、月によって太陽面が最大 97% 隠された部分日食があった。その時に、地球は近日点にとっても近い位置にあった。地球の平均距離 (長半径) を 1.5×10^8 km、太陽の半径を 7×10^5 km、地球の離心率を 0.017、月の半径を 1.738×10^3 km とした時に、地球と月との間の距離はいくらか。

(式を示し、計算過程と最終結果とを示しなさい。)

[3 点]

定数と単位の表

定数	記号	値
太陽光度	L_\odot	$3.86 \times 10^{26} \text{ Js}^{-1} = 3.86 \times 10^{26} \text{ watt}$
太陽定数	F_\odot	$1.368 \times 10^3 \text{ Jm}^{-2}$
万有引力定数	G	$6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$
重力加速度	g	9.8 ms^{-2}
地球の質量	M_\oplus	$5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$
月の質量	M_ζ	$7.34 \times 10^{22} \text{ kg}$
太陽の質量	M_\odot	$1.99 \times 10^{30} \text{ kg}$
シュテファン-ボルツマンの定数	σ	$5.68 \times 10^{-8} \text{ Js}^{-1}\text{m}^{-2}\text{K}^{-4}$
1 天文単位	AU	$1.496 \times 10^{11} \text{ m}$

月－地球の平均距離	D	$3.84 \times 10^8 \text{ m}$
地球の半径	R_{\oplus}	$6.37 \times 10^6 \text{ m}$
太陽の半径	R_{\odot}	$6.96 \times 10^8 \text{ m}$
1 恒星年	τ	$365.256 \text{ days} = 3.16 \times 10^7 \text{ s}$
太陽の表面温度	T_{\odot}	5880K
1 光年	Ly	$9.5 \times 10^{15} \text{ m}$
1 パーセク	pc	3.26 Ly (光年)
光速	c	$3 \times 10^8 \text{ m/s}$