



第 14 回日本地学オリンピック本選

(第 15 回国際地学オリンピック三次選抜)

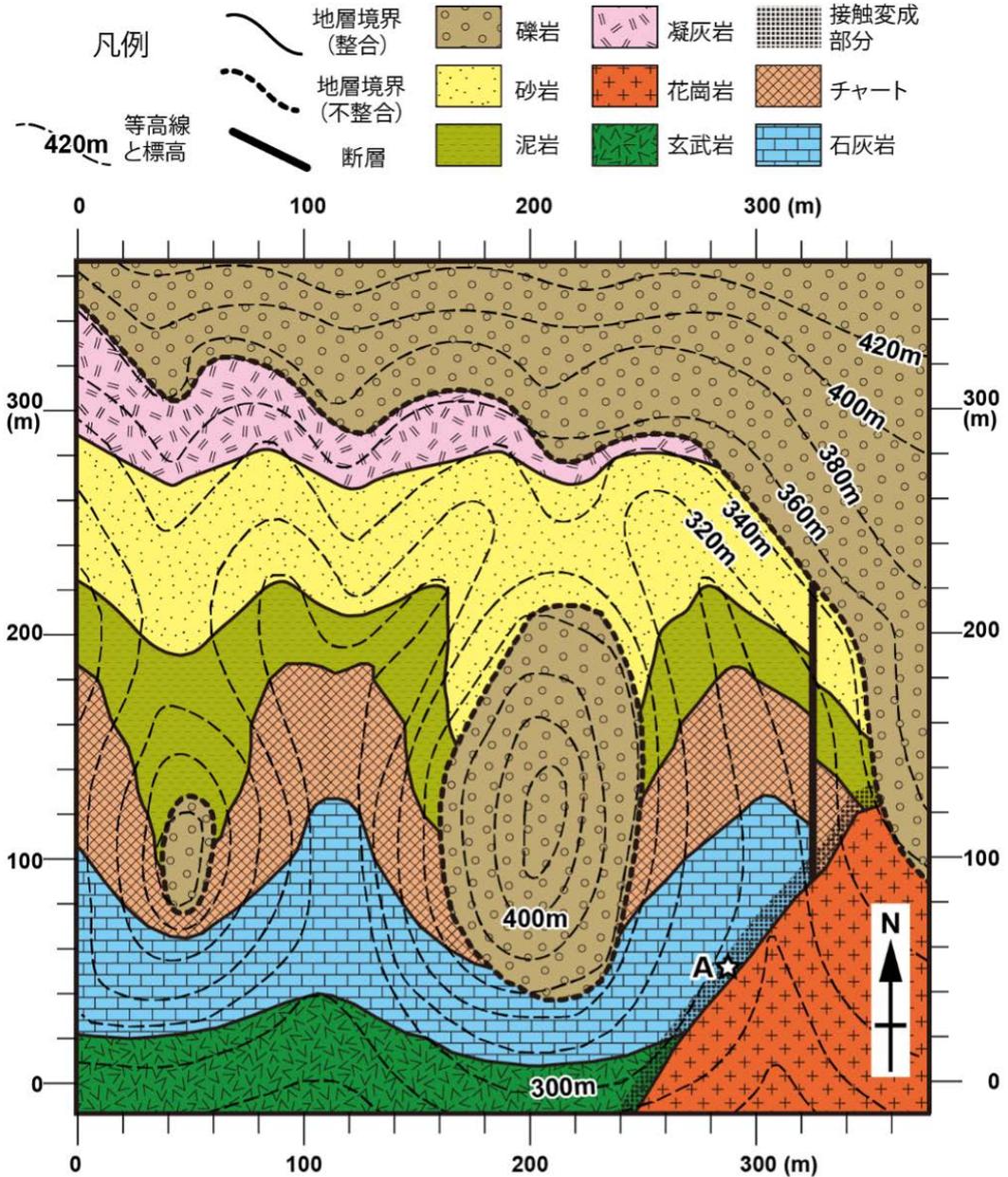
地質分野 問題

- ◆ 試験開始の合図があるまではこの冊子は開かないでください。
- ◆ 試験開始前に問題冊子と解答用紙に番号と氏名を記入してください。
- ◆ 解答はすべて解答用紙に記入して下さい。
- ◆ 問題冊子の余白等は適宜利用してください。
- ◆ 解答時間は 地質・固体地球・海洋・気象・天文・鑑定試験を合わせて 3 時間です。どの順で解き始めても構いません。
- ◆ 試験時間途中に、別室で鑑定試験があります(岩石5分、鉱物5分、化石5分)。受験番号を呼ばれたら、他の受験生の迷惑にならないよう、静かに一時退室してください。その際、問題と解答用紙は伏せてください。
- ◆ 試験中にトイレに行きたい受験生は、試験監督に申し出てください。その際も、問題と解答用紙は伏せてください。
- ◆ 試験終了の合図とともに筆記用具をおいてください。
- ◆ 解答用紙は試験監督が回収します。
- ◆ この問題冊子は持ち帰って構いません。
- ◆ 貸与物:電卓、定規、分度器

番号		氏名	
----	--	----	--

次の文章を読み、問いに答えなさい。

下図はある地域の地質図である。石灰岩からはフズリナ、砂岩からはトリゴニア、礫岩からはカヘイ石がそれぞれ産出している。設問に際し、必要に応じて定規、分度器、後ろの三角関数表を用いること。作図は、解答用紙の図に行い、下書きの線なども消しゴムで消さないこと。

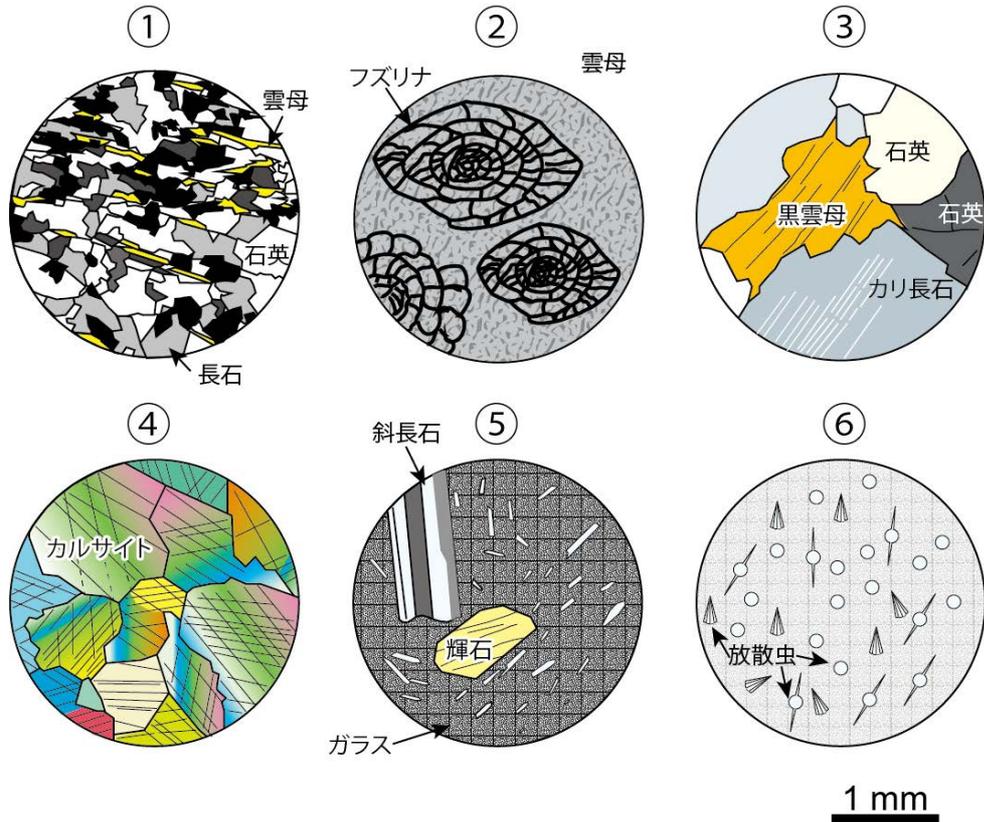


(作図は、解答用紙の図に行うこと)

(1) チャートの走向・傾斜と厚さを答えよ。

(2) 礫岩の走向・傾斜を答えよ。

(3) 地質図の地点 A の岩石の薄片写真として最も適当なものを一つ選べ



(4) 地質図凡例に示された岩石（礫岩、砂岩、泥岩、チャート、石灰岩、凝灰岩、玄武岩、花崗岩）のうち、火成岩に分類されるものを全て選べ。

(5) 地質図中の泥岩から産出する可能性がある化石として最も適当なものを3つ選べ。

- ① 三葉虫
- ② 筆石
- ③ アノマロカリス
- ④ アンモナイト
- ⑤ ビカリア
- ⑥ イノセラムス
- ⑦ フウインボク
- ⑧ デスモスチルス
- ⑨ 放散虫

(6) 地質図中の花崗岩と断層の形成年代として最も適当な組み合わせを一つ選べ。(Ma は 100 万年前を表す)

- ① 花崗岩 10 Ma、断層 20 Ma
- ② 花崗岩 20 Ma、断層 10 Ma
- ③ 花崗岩 50 Ma、断層 60 Ma
- ④ 花崗岩 60 Ma、断層 50 Ma
- ⑤ 花崗岩 300 Ma、断層 350 Ma
- ⑥ 花崗岩 350 Ma、断層 300 Ma

(7) 地質図中の凝灰岩の放射年代測定の方法として、最も適切でないものを一つ選べ。

- ① ウラン・鉛法
- ② 放射性炭素 (^{14}C) 法
- ③ カリウム・アルゴン法
- ④ トリウム・鉛法

三角関数表

角度	sin	cos	tan
0	0.00	1.00	0.00
5	0.09	1.00	0.09
10	0.17	0.98	0.18
15	0.26	0.97	0.27
20	0.34	0.94	0.36
25	0.42	0.91	0.47
30	0.50	0.87	0.58
35	0.57	0.82	0.70
40	0.64	0.77	0.84
45	0.71	0.71	1.00
50	0.77	0.64	1.19
55	0.82	0.57	1.43
60	0.87	0.50	1.73
65	0.91	0.42	2.14
70	0.94	0.34	2.75
75	0.97	0.26	3.73
80	0.98	0.17	5.67
85	1.00	0.09	11.43
90	1.00	0.00	-





第 14 回日本地学オリンピック本選

(第 15 回国際地学オリンピック三次選抜)

固体地球分野 問題

- ◆ 試験開始の合図があるまではこの冊子は開かないでください。
- ◆ 試験開始前に問題冊子と解答用紙に番号と氏名を記入してください。
- ◆ 解答はすべて解答用紙に記入して下さい。
- ◆ 問題冊子の余白等は適宜利用してください。
- ◆ 解答時間は 地質・固体地球・海洋・気象・天文・鑑定試験を合わせて 3 時間です。どの順で解き始めても構いません。
- ◆ 試験時間途中に、別室で鑑定試験があります(岩石5分、鉱物5分、化石5分)。受験番号を呼ばれたら、他の受験生の迷惑にならないよう、静かに一時退室してください。その際、問題と解答用紙は伏せてください。
- ◆ 試験中にトイレに行きたい受験生は、試験監督に申し出てください。その際も、問題と解答用紙は伏せてください。
- ◆ 試験終了の合図とともに筆記用具をおいてください。
- ◆ 解答用紙は試験監督が回収します。
- ◆ この問題冊子は持ち帰って構いません。
- ◆ 貸与物:電卓、定規、分度器

番号		氏名	
----	--	----	--

地球の表面は複数の硬いプレートで覆われている。プレートに関する以下の問い（問1～5）に答えよ。

問1 プレートテクトニクスとはどのような考え方が、40字程度で説明せよ。

問2 図1は、海洋底年代と地殻熱流量の関係を示したものである。地殻熱流量とは、地球内部から地表（海底）に向かう熱の流れの量のことで、地表（海底）付近ではほとんどの熱が伝導によって運ばれていると考えられるため、熱流量（ Q ）は、異なる深さの2地点を比べた時、2点間の距離が一定であれば温度差が大きいほど大きく（温度差に比例）、逆に2地点の温度差が一定であれば、2地点の距離が短いほど大きい（距離に反比例）。また、熱流量（ Q ）は2地点の間の物質の熱伝導率にも比例をする。以下の問いに答えよ。

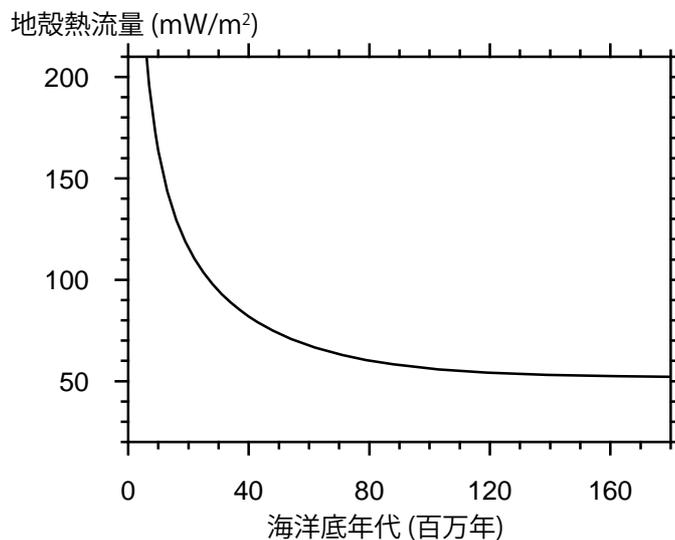


図1 海洋底年代と地殻熱流量との関係。

- (1) 海洋底年代が8千万年の場所における地温勾配（ $^{\circ}\text{C}/\text{km}$ ）のおよその値を求めよ。ただし熱伝導率は $3\text{ W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$ とする。
- (2) (1)で求めた地温勾配が地球内部で一定であると仮定し、核マントル境界における温度を予想せよ。ただし地表面の温度を 0°C とし、地表面から核マントル境界までの距離は 3000 km とする。
- (3) (2)で得られた温度は、現在知られている核マントル境界の温度（ $3000\sim 4000^{\circ}\text{C}$ 程度）とは大きく異なる。その理由を考察せよ。

問3 プレートは硬いため、その境界以外ではほとんど変形をせずに運動すると考えられる。そこで試しに硬くて変形をしない板（例えばまな板）を横に動かすことを考えてみると、その速さは板のどの場所でも同じとなる。しかし実際は、図2の太平洋プレートを見ても分かるように同じプレートでも場所によって運動の速さが大きく異なる。その理由を説明せよ。

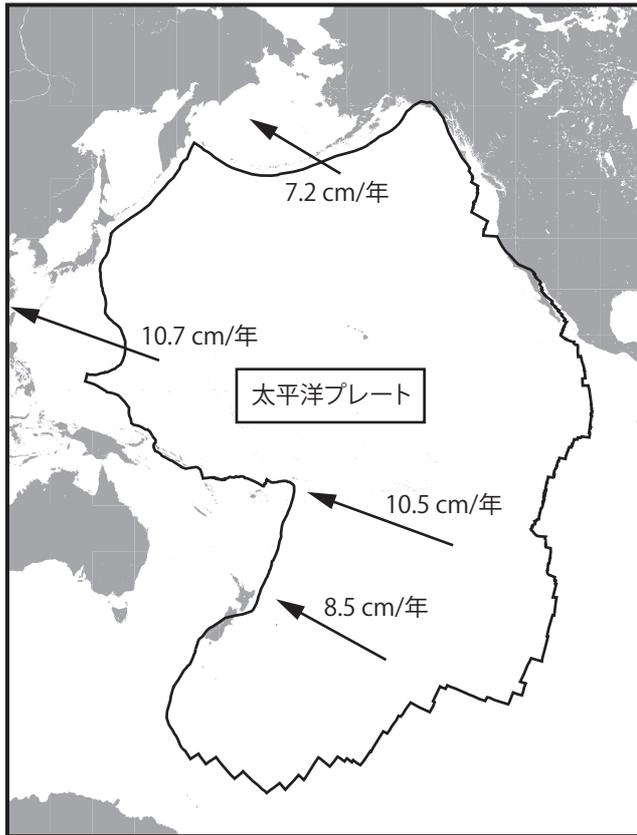


図2 アフリカプレートを固定した時の太平洋プレートの運動。矢印の向きと長さはそれぞれ、各場所における運動方向とその速さを示す。

問4 図3は複数のプレートに対する、プレート運動の平均的な速さとプレート外周のうち海溝が占める割合の関係を示している。この図からプレート運動の原動力として考えられることについて考察せよ。

プレート外周のうち海溝が占める割合(%)

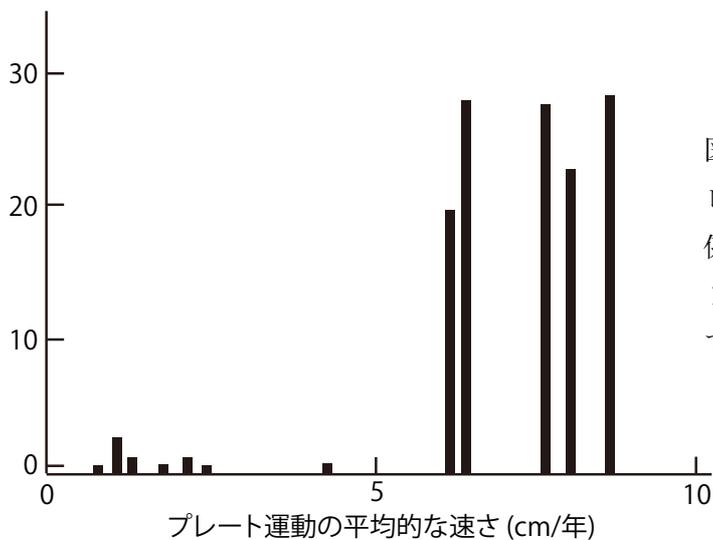


図3 プレート運動の平均的な速さとプレート外周のうち海溝が占める割合の関係 (Forsyth and Uyeda, 1975 を基に作成)。1本の黒い棒が1つのプレートに対応している。

問5 海溝から沈み込んだ後の海洋プレートの位置を知るための方法を、地球内部の震源分布を見ること以外で1つ答えよ。





第 14 回日本地学オリンピック本選

(第 15 回国際地学オリンピック三次選抜)

海洋分野 問題

試験開始の合図があるまではこの冊子は開かないでください。

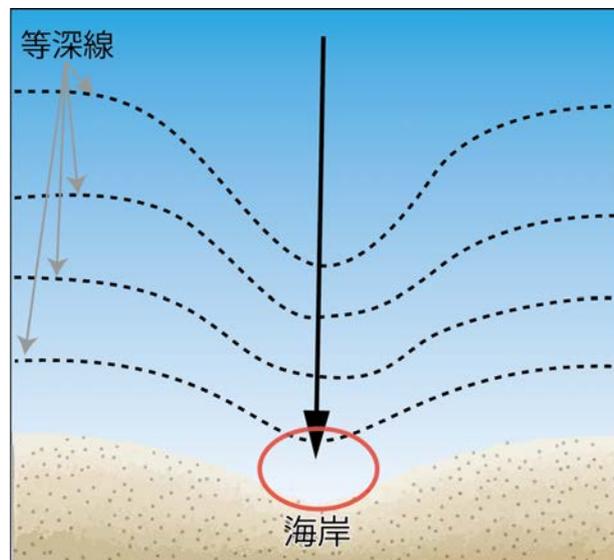
- ◆ 試験開始前に問題冊子と解答用紙に番号と氏名を記入してください。
- ◆ 解答はすべて解答用紙に記入して下さい。
- ◆ 問題冊子の余白等は適宜利用してください。
- ◆ 解答時間は 地質・固体地球・海洋・気象・天文・鑑定試験を合わせて 3 時間です。どの順で解き始めても構いません。
- ◆ 試験時間途中に、別室で鑑定試験があります(岩石5分、鉱物5分、化石5分)。受験番号を呼ばれたら、他の受験生の迷惑にならないよう、静かに一時退室してください。その際、問題と解答用紙は伏せてください。
- ◆ 試験中にトイレに行きたい受験生は、試験監督に申し出てください。その際も、問題と解答用紙は伏せてください。
- ◆ 試験終了の合図とともに筆記用具をおいてください。
- ◆ 解答用紙は試験監督が回収します。
- ◆ この問題冊子は持ち帰って構いません。
- ◆ 貸与物:電卓、定規、分度器

番号		氏名	
----	--	----	--

海水の運動は、天体の運行に関わる潮汐力や、海面を通して運動量、熱や塩分による密度の相違が加わることなどによって引き起こされる。海水の運動に関する以下の問いに答えなさい。

問1 海面に運動量を加える強制力は風である。海面を風が吹くと、さまざまな波長と周期を持った波浪が作られる。一般に、波の速さと波長・周期の間には、波の速さ(V)=波長(L)/周期(T)の関係があるが、深い海を伝わる波では、波長と周期の間に水深に応じて一定の関係があり、波長に比べて水深が大きい場合は、 $V = \sqrt{\frac{gL}{2\pi}}$ (g:重力加速度)となる。海面の波は四方に伝播し、波浪の形成域（波長に比較して水深が十分深い海域）から遠く離れた海域、特に風の吹いていない海域まで伝播した時、波長がそろったうねりが観察できる。波浪の生成域から遠く離れた海域で、波長がそろう理由を述べなさい。

問2 うねりが海岸近くまで伝播してきたとき、砂浜の海岸では波の峰線がほぼ海岸に並行になる。下図のような凹型をした海岸線に向かって波が進む際、図の赤丸の地点では、波高は高くなるか？もしくは、低くなるか？どちらかを答えた上で、その理由を波の速さと海の深さとの関係を考慮して説明しなさい。



問3 風は波を作るだけでなく、流れも生み出す。例えば、台風などで強い風が、狭い湾の湾奥に向かって吹き続けると、表層の海水は風によって引きずられ、湾奥に海水が吹き寄せられて高潮が起こる。特に湾口に比較して湾奥が狭くなっている湾で高潮の警戒が必要となる。台風の通過に伴って高潮が起こりそうなとき、注意すべき点を3つ挙げ、高潮の発生について説明しなさい。簡単のため南側に開いた湾の場合について答えなさい。

問4

一方、外洋では、海上を吹き渡る風は、海洋の海面下数 100m から 1000m 程度の厚さを持った表層循環を作っている。しかし、風は海面だけに作用するので、数百 m の厚さの水を直接駆動することはできない。風による摩擦力が海面に作用するだけで、数 100m の厚さの海流系が作られる理由を、北太平洋の亜熱帯環流を例に、1) 風の影響が摩擦力を通じて直接伝わる海面下数 10m の厚さの水の動き、2) 風の運動量が直接伝わらない数 100m の厚さの循環、の 2 段階に分けて、以下のように説明できる。[ア]～[ク]に入る語として最も適当なものを下記の【語群】から選びなさい。

1) 海面を風が吹いたとき、北半球ではコリオリの力（転向力）の影響によって、風下に向かって [ア] 度右寄りに表面の海水の動きが作られ、その流れに引きずられた直下の海水はさらに右寄りに流れ、以下流れの速度を弱めながら、少しずつ右に流向を変えていく流れの分布ができる。これらを風の影響が直

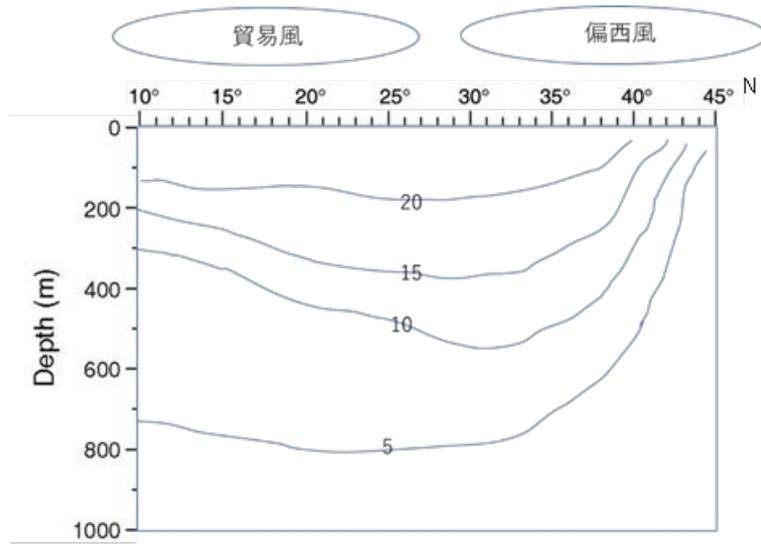


図2 北太平洋中・低緯度の南北断面における、観測値を基に単純化した水温分布（等値線の単位は°C）。

接及ぶ深さまで全部積算すると、風下に向かって [イ] の海水輸送が形成される。

2) この表層で駆動された流れによって、偏西風帯では南向きに、貿易風帯では北向きに海水が輸送され、図2に示されているように偏西風帯と貿易風帯の間に暖かい水が集積される（暖水層が厚くなる）。暖かい水は軽いため、アイソスタシーの原理で暖かい水が集積したところでは海面が盛り上がる。この盛り上がりによって生じる [ウ] と [エ] がバランスする流れとして、偏西風及び貿易風側でそれぞれ [オ] 向き及び [カ] 向きの流れが形成される。この海面勾配に伴った [ウ] は深くなるにつれて、水温の [キ] 方向の分布によって徐々に打ち消され、それに伴って、1000m 程度ではその流れは非常に小さくなる。すなわち、風に起因する海流は、水温の水平分布が見られる 1000m 程度までの深さに限られる。この流れは、北太平洋の東と西にある大陸や島嶼によって制約され、 [ク] の環流になる。

【語群】 45、90、45 度右向き、90 度右向き、圧力傾度力、風による摩擦力、コリオリの力（転向力）、東、南、西、北、南北、東西、鉛直、時計回り、反時計回り





第 14 回日本地学オリンピック本選

(第 15 回国際地学オリンピック三次選抜)

気象分野 問題

試験開始の合図があるまではこの冊子は開かないでください。

- ◆ 試験開始前に問題冊子と解答用紙に番号と氏名を記入してください。
- ◆ 解答はすべて解答用紙に記入して下さい。
- ◆ 問題冊子の余白等は適宜利用してください。
- ◆ 解答時間は 地質・固体地球・海洋・気象・天文・鑑定試験を合わせて 3 時間です。どの順で解き始めても構いません。
- ◆ 試験時間途中で、別室で鑑定試験があります(岩石5分、鉱物5分、化石5分)。受験番号を呼ばれたら、他の受験生の迷惑にならないよう、静かに一時退室してください。その際、問題と解答用紙は伏せてください。
- ◆ 試験中にトイレに行きたい受験生は、試験監督に申し出てください。その際も、問題と解答用紙は伏せてください。
- ◆ 試験終了の合図とともに筆記用具をおいてください。
- ◆ 解答用紙は試験監督が回収します。
- ◆ この問題冊子は持ち帰って構いません。
- ◆ 貸与物:電卓、定規、分度器

番号		氏名	
----	--	----	--

気象に関する以下の問い（問1・2）に答えよ。問1・2はそれぞれ独立に解くことができる。問題全体に目を通し、できるところから解答するとよい。一部の計算問題については、計算過程も示すこと（結果が誤りでも加点することがある）。

問1 大気のエネギー収支について述べた次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

下の図1-1は地球全体で長期間にわたり平均したときの地球のエネギー収支を示した模式図である。大気に着目すると、大気は太陽放射により **ア** W/m^2 のエネギーを、潜熱により **イ** W/m^2 のエネギーを、顕熱により **ウ** W/m^2 のエネギーを受け取る一方で、地球放射により正味で **エ** W/m^2 のエネギーを失うことで収支がつり合っている。

大気中の温室効果ガスが増加して地球全体が温暖化すると、この収支のつり合いも変化する。特に、全球平均降水量の変化に対して重要な制約を与える。

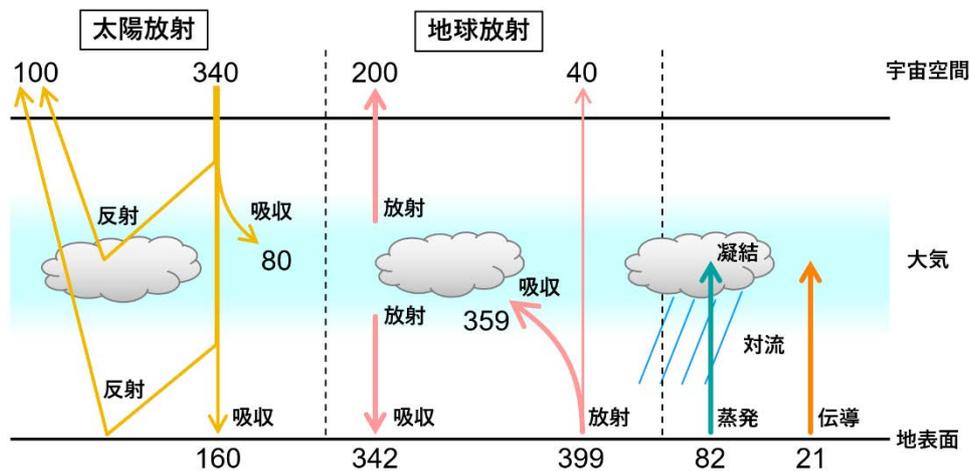


図1-1 地球のエネギー収支の模式図（単位は W/m^2 ）

- (1) 上の文章中の空欄**ア**～**エ**に入る値を整数で答えよ。
- (2) 温暖化により大気が全球的に昇温するにしたがい、地球放射による正味の大気の冷却が強化することが知られている。この正味の放射冷却の強化を昇温 1°C あたり 3 W/m^2 とするとき、潜熱加熱は図1-1が示す現在の値に対して昇温 1°C あたり何%増加または減少するか、有効数字2桁で答えよ。ただし、太陽放射と顕熱による大気の加熱には変化がなく、温暖化後もエネギー収支がつり合っているものとする。
- (3) 大気中の潜熱加熱は降水量に比例することが知られているので、(2)で求めた潜熱加熱の変化率は全球平均降水量の変化率と等しい。降水は下層の水蒸気を含む気流が収束して上昇する過程で生じる。そこで次の図1-2に模式的に示すように、降水をもたらす大気循環の強さ（単位時間あたりに雲に流入する空気の質量）を M 、下層の水蒸気量（単位質量の空気が含む水蒸気量）を q とする。上層の空気は気温が低いために水蒸気をほぼ含まないとすれば、降水量 P は

単位時間あたりに雲に流入する水蒸気量に等しく、 $P = Mq$ と書ける。このとき、温暖化に伴う降水量 P の変化率について、

「降水量 P の変化率 = 大気循環の強さ M の変化率 + 下層の水蒸気量 q の変化率」

・・・(★)

のように、大気循環と水蒸気量それぞれの変化からの寄与に分解できる。

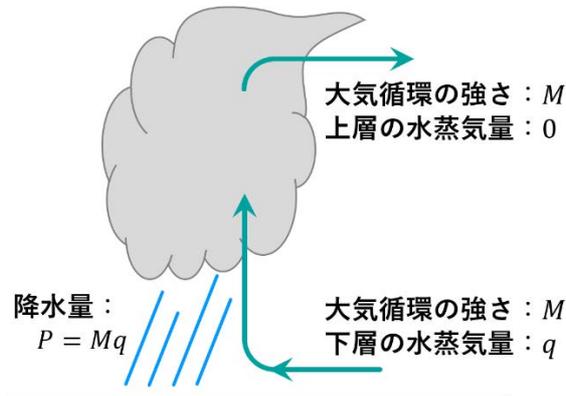


図 1-2 降水をもたらす大気循環の模式図

(i) 温暖化に伴う下層の水蒸気量 q の変化は、相対湿度が一定であるとすれば、気温と飽和水蒸気量との関係から導ける。下層の水蒸気量 q は、温暖化前の値に対して昇温 1°C あたり何%増加または減少するか、有効数字 2 桁で答えよ。ただし、ここでは気温が 20°C から 21°C に上昇する場合を考え、飽和水蒸気量は 20°C で 15.86 g/kg 、 21°C で 16.88 g/kg であるとする。

(ii) 上の(★)式と(i)の結果とをふまえると、 M で表される大気循環の強さは、温暖化前の値に対して昇温 1°C あたり何%強化または弱化するか、有効数字 2 桁で答えよ。

問2 次の図2-1は、成層圏（30hPa）と対流圏上層（300hPa）における高層天気図を、それぞれ夏と冬のある日について示したものである。これに関して以下の問いに答えよ。

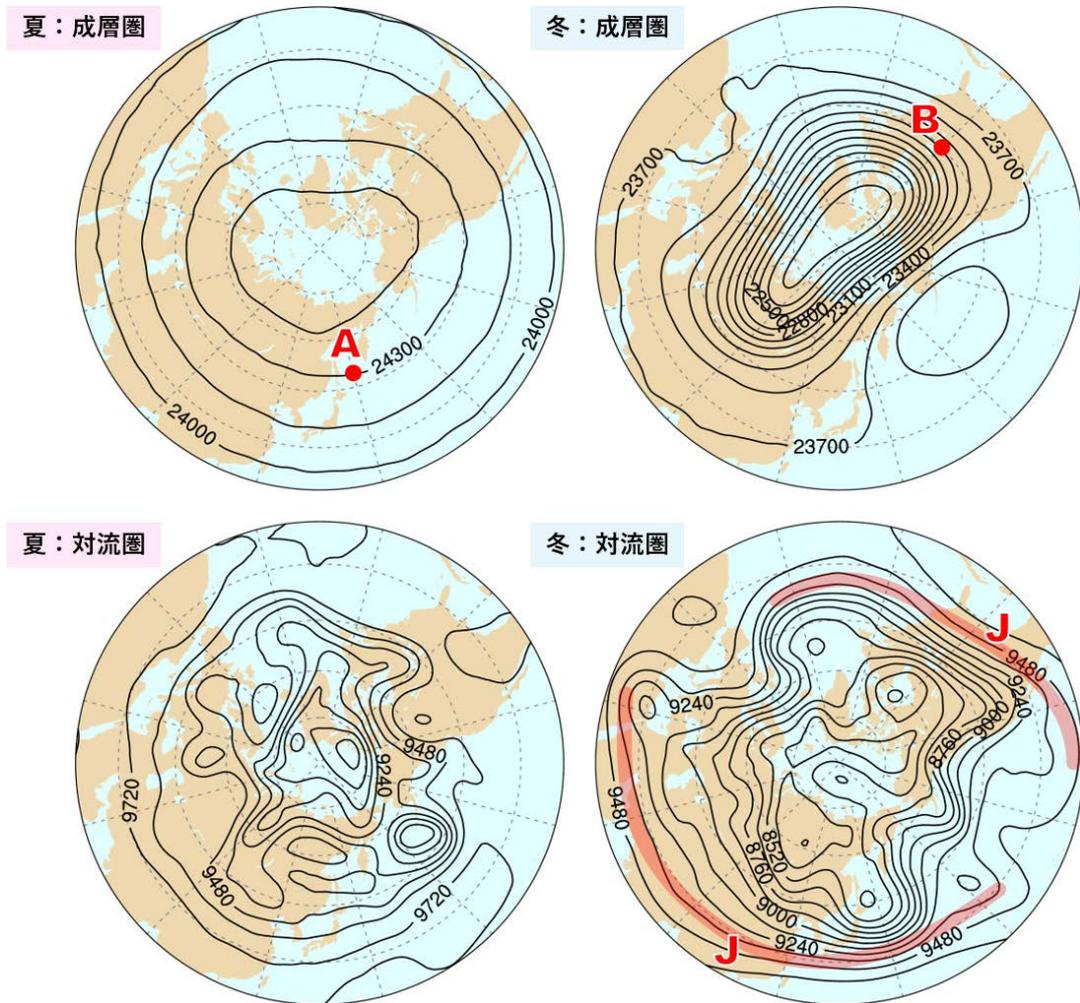


図2-1 成層圏（30hPa）と対流圏上層（300hPa）の高層天気図（単位はm）
北半球を北極を中心に描いたもので、地図の下部に日本が位置する。

- (1) 地表面との摩擦がほとんどない上空では、熱帯を除いて空気にはたらく気圧傾度力とコリオリの力（転向力）とがほぼつり合うように風が吹く。このような力のつり合いにある風を何とよぶか、漢字で答えよ。
- (2) (1)をふまえて、図2-1中の点A・Bにおける風向をそれぞれ4方位（東西南北）で答えよ。ただし、風向とは風が吹いてくる方角をさす。

(3) 成層圏での流れの蛇行は、対流圏で生じた蛇行が対流圏として上向き伝播することで主に形成されることが知られている。しかし、下の図 2-2 が示すように、この波動は東西風速に応じて限られた波長の波動しか上向き伝播できない性質をもつ。図 2-1 の高層天気図が示す次の特徴(i), (ii)の要因を、図 2-2 に基づいてそれぞれ 2 行以内で説明せよ。

(i) 夏の成層圏では流れの蛇行がほとんどみられない。

(ii) 冬の成層圏では波長の長い大規模な蛇行は明瞭であるが、対流圏にあるような波長の短い小規模な蛇行はみられない。

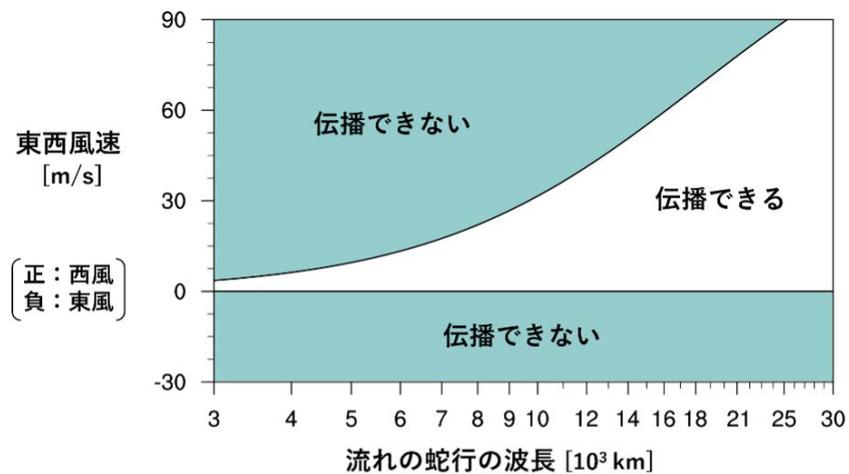


図 2-2 流れの蛇行をもたらす波動が上向き伝播できる条件

- (4) 図 2-1 中の J にみられるように、亜熱帯の対流圏上層には亜熱帯ジェット気流と呼ばれる強風が存在する。この成因は次のように説明される。

低緯度では赤道付近で上昇し、亜熱帯で下降する 循環とよばれる子午面循環が存在し、対流圏上層では空気塊が極向きに移動する。この極向きの移動の間、空気塊は「自転軸からの距離×宇宙から見た空気塊の自転軸まわりの速度」が一定となるように運動する。ここで「宇宙から見た空気塊の自転軸まわりの速度」とは、地表面に対する東西風速に、地表面の自転速度を加えたものを意味する。

いま、赤道上空で地表面に対して静止した空気塊を考えると、宇宙から見た自転軸まわりの速度は m/s である。この空気塊が、例えば緯度 30 度まで移動すると、自転軸からの距離が赤道での値の 0.87 倍となるため、宇宙から見た自転軸まわりの速度は m/s となる。よって、このとき、地表面の自転速度も 0.87 倍となることに注意すると、地表面に対する東西風速は m/s となり、これが亜熱帯ジェット気流に相当する。

- (i) 上の文章中の空欄 X に入る語句として適切なものを、次の①～④から一つ選べ。

① フェレル ② ハドレー ③ ロスビー ④ ウォーカー

- (ii) 上の文章中の空欄オ～キに入る値を求め、有効数字 2 桁で答えよ。ただし、地球の自転周期を 8.6×10^4 s、赤道一周の距離を 4.0×10^4 km とする。

(空白)





第 14 回日本地学オリンピック本選

(第 15 回国際地学オリンピック三次選抜)

天文分野 問題

- ◆ 試験開始の合図があるまではこの冊子は開かないでください。
- ◆ 試験開始前に問題冊子と解答用紙に番号と氏名を記入してください。
- ◆ 解答はすべて解答用紙に記入して下さい。
- ◆ 問題冊子の余白等は適宜利用してください。
- ◆ 解答時間は 地質・固体地球・海洋・気象・天文・鑑定試験を合わせて 3 時間です。どの順で解き始めても構いません。
- ◆ 試験時間途中で、別室で鑑定試験があります(岩石5分、鉱物5分、化石5分)。受験番号を呼ばれたら、他の受験生の迷惑にならないよう、静かに一時退室してください。その際、問題と解答用紙は伏せてください。
- ◆ 試験中にトイレに行きたい受験生は、試験監督に申し出てください。その際も、問題と解答用紙は伏せてください。
- ◆ 試験終了の合図とともに筆記用具をおいてください。
- ◆ 解答用紙は試験監督が回収します。
- ◆ この問題冊子は持ち帰って構いません。
- ◆ 貸与物:電卓、定規、分度器

番号		氏名	
----	--	----	--

※ 対数 (log) に関する説明

$a > 0$ で、 $a \neq 1$ で、 $M > 0$ とするとき、次が成り立つ。

$$M = a^p \Leftrightarrow \log_a M = p$$

超新星爆発とは主に大質量星の進化の最後に起こす爆発現象である。超新星爆発の際に放出されたエネルギーにより非常に明るく輝く天体は超新星と呼ばれている。超新星についての以下の問いに答えよ。必要であれば $\sqrt{10} \approx 3.16$ を用いること。

1987年には地球から51.4キロパーセクの距離にある大マゼラン雲中に超新星SN1987Aが発見されている。また、近いうちに超新星爆発を起こすと予想されている恒星の一つとして、ベテルギウスがあげられる。

問1 赤道座標系では、図2のように天の赤道を赤緯0度とし、天の北極が赤緯+90度、天の南極が赤緯-90度と定義されている。12月1日に東京(北緯35.7度、東経139.7度)で観測した場合、赤緯+7.4度に存在するベテルギウスの最大高度は何度になるとか考えられるか。90度以下の角度で、小数点以下1桁まで答えよ。

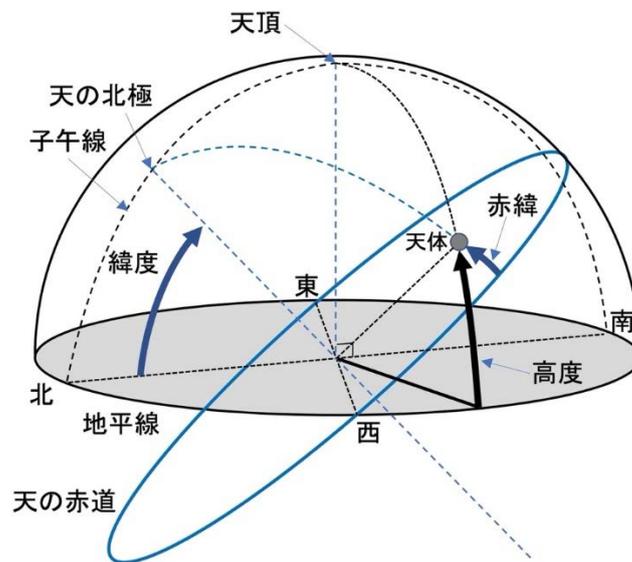


図2: 赤道座標系の模式図

問2 SN1987Aの赤緯は-69.3度である。爆発が起きた1987年2月23日に東京とオーストラリアのアデレード(南緯34.9度、東経138.6度)で観測しようとした場合、SN1987Aの最大の高度はそれぞれの地点で何度になるか。90度以下の角度で、少数点以下1桁まで答えよ。なお、地平線下にあり観測できない場合は「観測できない」と答えよ。

超新星の種類の一つである Ia 型超新星は絶対等級が -20 等とほぼ一定の明るさであると考えられているため、観測した明るさと絶対等級とを比較することでその天体までの距離を推定することが可能である。Ia 型超新星のように天体の絶対等級が判明している、もしくは絶対等級を精度よく推定することが可能であり、距離の推定が可能である天体のことを標準光源と呼ぶ。

問 3 Ia 型超新星以外に標準光源として用いられている天体の例を 1 つ挙げよ。

問 4 銀河 A を観測したところ、その銀河内に Ia 型超新星が発見された。この Ia 型超新星の見かけの等級が 12.5 等であったとき、銀河 A は地球からどの程度の距離に存在するか。パーセクを単位とし、有効数字 2 桁で答えよ。ただし散乱吸収などの効果は考えないものとする。

超新星の中でも重力崩壊型と呼ばれる種類の超新星は、8 太陽質量以上の恒星が一生を終える際に起こすと考えられている。すべての重力崩壊型超新星は 10 太陽質量の恒星が寿命を迎える際に見られる天体であると仮定して、重力崩壊型超新星が観測される頻度から、1 個の銀河の中で 1 年間に生まれる星の質量（星形成率）を推定してみよう。

問 5 10 太陽質量の恒星の主系列星としての寿命を推定せよ。ただし主系列星としての寿命 T は質量 M に比例し、光度 L に反比例するとし、質量光度関係として L が M^4 に比例するとせよ。また、太陽の寿命は 10^{10} 年とする。

問 6 3487 個の銀河をちょうど 4 年間観測し続けた結果、243 個の重力崩壊型の超新星が発見された。すべての銀河で超新星が発生する確率は等しく、観測した銀河の中で発生した超新星は必ず発見できるものとする、1 個の銀河の中で超新星爆発が発生する頻度は、何年間に 1 個の割合であると考えられるか。整数値で答えよ。

問 7 ほぼ同時に誕生した様々な質量の恒星のうち、重力崩壊型超新星爆発を起こす恒星は質量比で 10% である。単一の銀河内において、問 6 で計算した割合で超新星が発生している場合、この銀河の中では 1 年あたりに何太陽質量の恒星が誕生していると考えられるか。[太陽質量/年] を単位として有効数字 2 桁で答えよ。

問 8 問 7 で計算した速度で恒星が作られ続けたと仮定すると、約 700 億太陽質量の恒星からなる銀河系のすべての恒星が作られるためには、どの程度の時間が必要となるか答えよ。また、得られた結果を宇宙年齢と比較することで、銀河系における過去の星形成の速度について考察せよ。

