

基礎地学II 試験問題

(基礎クラス: 39 ~ 42, 44 ~ 47)

- 問1 から 問14 の全ての問題に解答せよ.
- 地学図表を見ながら解答せよ.
- 地学図表以外は持ちこみ禁止とする.
- 解答用紙を複数枚使う場合は, 全ての解答用紙に学生番号と氏名を記入すること.
- 各問とも問題番号を明記してから解答を記述すること.
- 計算をする場合には, 計算過程も記すこと. その際, 四捨五入によって概数だけを求めれば良い. 例えば

$$3.14 \sim 3,$$
$$(6.4)^2 \sim 6^2 \sim 40$$

などと計算せよ.

問1 以下の文章 (a) ~ (j) はそれぞれ何について説明したものが、その用語を答えよ。

- (a) 地球表層付近における大気の主成分となる 2 種類の気体。
- (b) 空気の単位面積あたりにかかる力。大気について考える場合、上に乗っている空気の重さの指標にもなる。単位は hPa で表される。
- (c) 場所による加熱の大きさの違いによって生じる流れの総称。大気、海洋、地球内部、太陽表層で生じている。
- (d) 転向力 (コリオリ力) と気圧傾度力 (圧力差によって生じる力) の釣り合いによって生じる風。この風は等圧線と平行な方向に吹く。
- (e) 風によって起こる海の波の 1 種。他の海域で風によって起こされた波が伝わってきたもの。
- (f) 太陽系の惑星の中で最も質量の大きいもの。大気の主成分は水素とヘリウムである。
- (g) 地上の観測者を中心とする半径無限大の仮想の球面。恒星、惑星、衛星の位置をあらわすために使われる。
- (h) 太陽の光球に現れるしみのような部分。周囲よりも温度が低く磁場が強い。
- (i) 数百億以上の恒星が重力的にまとまったもの。楕円型、レンズ状、渦巻型、不規則な形をしたものなど様々な形をしたものが存在する。
- (j) 横軸にスペクトル型、縦軸に絶対等級をとって恒星を記入した図。この図により、恒星の分類がなされる。

問 2 1 秒間で地球全体で受け取る太陽放射量は約 1.8×10^{17} J/sec である. これから, 地球大気の上端で, 太陽光線に垂直な 1 m^2 の面が 1 秒に受ける太陽エネルギーの量 (太陽定数) の概算値を求めよ. 太陽定数の単位は $\text{J}/\text{m}^2/\text{sec}$ ($=\text{W}/\text{m}^2$) である.

問 3 地球全体の熱収支の図 (図 1) を用いて以下の量を求めよ. いずれも単位は W/m^2 である.

- (a) 地球の表面と大気 (雲を含む) によって反射される太陽放射量.
- (b) 地表に出入りする正味のエネルギー量 (地表に入るエネルギーの総量と地表から出るエネルギーの総量の和).

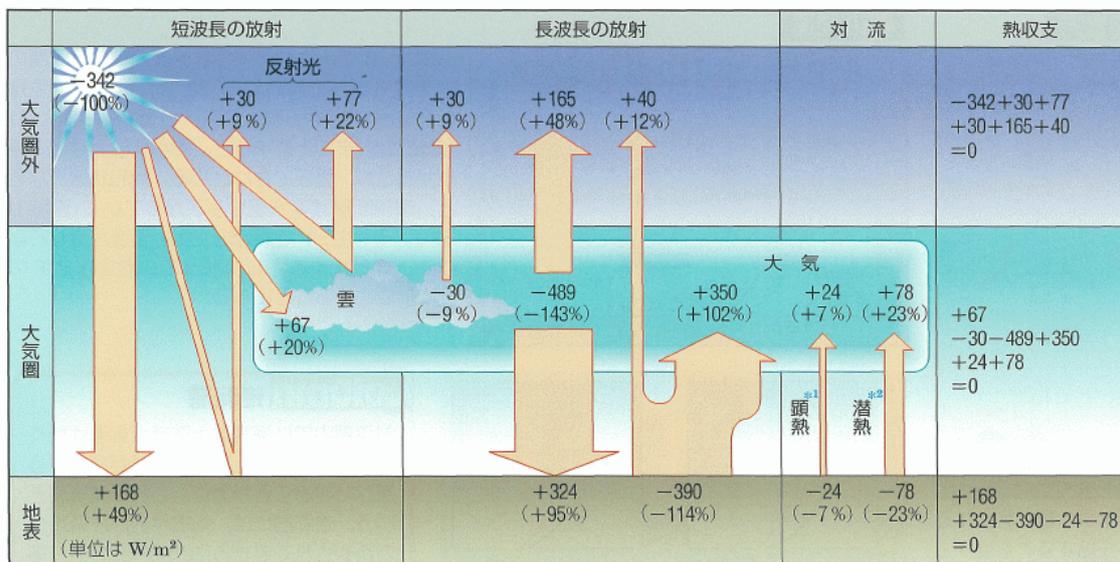


図 1: 地球全体の熱収支. 原図は地学図表 85 ページ.

問 4 ハドレー循環によって赤道から緯度 30 度まで空気が移動するタイムスケール (時間の概算値) を日単位で求めよ. ただし, ハドレー循環に伴う極向きの風の大きさを $1 \text{ m}/\text{sec}$ とせよ.

問 5 海王星が公転で宇宙空間を動く速度は地球の公転速度の何倍か? 概算値を求めよ.

問 6 球状星団の質量の概算値を計算せよ. 恒星 1 つの質量は平均的には太陽質量であると考えよ.

問7 次の6つの文章の中から、正しいもの全てを選び番号で答えよ。正しいものが無ければ「無し」と解答せよ。

- (1) 太陽系の中には8つの惑星が存在する。それらは岩石を主成分とする地球型惑星と気体を主成分とする木星型惑星に分類される。地球型惑星に比べて木星型惑星の方が密度が高い。
- (2) 太陽のエネルギー源は中心付近における核融合反応によって生成される熱である。波長毎にわけた放射エネルギーのスペクトル分布は恒星によって異なり、そのスペクトルの型によって分類がなされている。
- (3) 太陽は天球上を1年で1周する。天球上における太陽の位置をもとに黄道12星座が決められている。星占いで1月の星座とされるやぎ座は1月の夜空では見ることができない。
- (4) 星団とはお互いの重力によって作られた恒星の集団である。星団は、その形態から、球状星団と散開星団に分類される。散開星団の方が古い星を多く含んでいる。
- (5) 暗黒星雲では恒星が生まれる領域が存在する。これに対して、惑星状星雲と散光星雲は恒星から放出されたガスによって形成されたものであり、ともに星の進化の最終段階の姿である。
- (6) 衛星とは、惑星の周囲をまわる天体である。月は地球の衛星である。月の表面にある「海」と呼ばれる地形は火星サイズの天体による衝突(ジャイアントインパクト)で形成されたと考えられている。

問8 次の6つの文章の中から、間違ったもの全てを選び番号で答えよ。間違ったものが無ければ「無し」と解答せよ。

- (1) 地球の大気は鉛直方向に、対流圏・成層圏・中間圏などに区分されている。このような層構造を作り出す要因の1つは大気にとっての熱源が地表面とオゾン層の2カ所に存在することである。
- (2) 潜熱は水蒸気の相変化に伴う熱である。地表面の水の蒸発・水蒸気の凝結による雲の形成を通じて地表面から大気への潜熱輸送が起こる。潜熱の解放は大気の大循環や台風にとってエネルギー源になっている。
- (3) 転向力(コリオリ力)、エクマンらせん、フーコーの振り子の運動はいずれも地球が自転していることに起因するものである。地球の大気や海洋の運動には、自転の効果が大きく影響している。
- (4) 低気圧では、地表付近で転向力・気圧傾度力・摩擦力が働くため中心に風が吹きこむ。このため、低気圧では上昇流が生じ天気が悪くなる。
- (5) 南北方向の太陽放射量の差によって大気の大循環が起こる。中緯度では、低気圧と高気圧が発生する。低気圧と高気圧は、偏西風波動によって引き起こされる現象であり、フェレル循環として表現される。
- (6) 海洋の表層には、数千kmスケールの大規模な渦が存在している。海洋の西側の岸では、西岸境界流と呼ばれる強い流れが形成される。以上の海洋表層の流れは、大気の流れによって駆動されている。

問9 図2の天気図を見て以下の問に答えよ。

- (a) 図中の記号 A ~ F で示された地点のうち一番風力が強いと考えられる場所を記号で答えよ。
- (b) 図中の記号 C 付近 (日本の東北地方) の天気を答えよ。
- (c) 図中の記号 D で示された地点では雨が降っている。この雨をもたらしている前線の名称を答えよ。

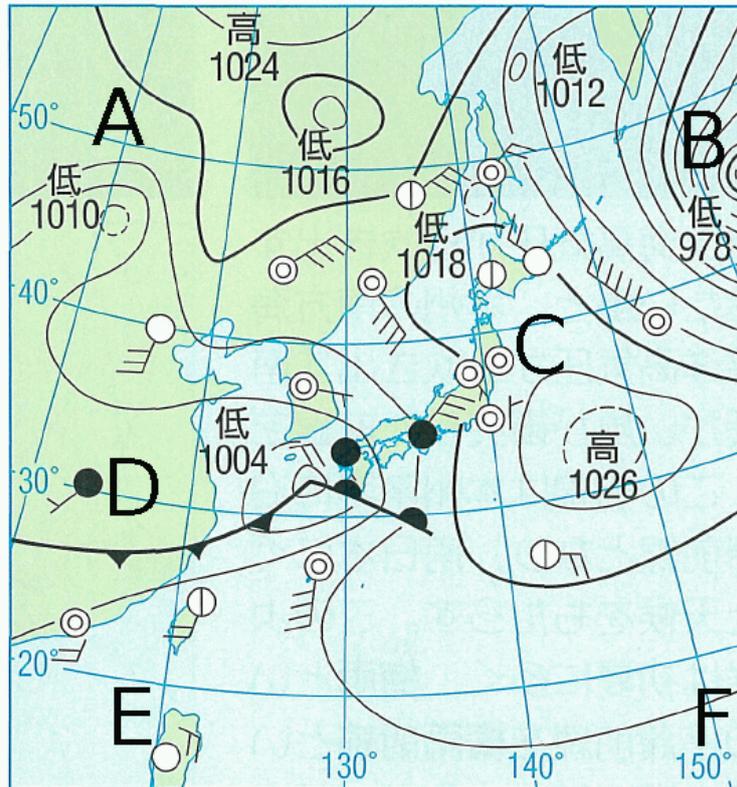


図2: 天気図. 原図は地学図表 100 ページに掲載されている.

問10 「恒星の緒量」の表(図3)などを参照して以下の問に答えよ。

- (a) プロキオン A という星はその進化の最終段階でどのような天体になると考えられるか?
- (b) 北極星とぎょしゃ座 ζ では、実際の明るさ(星本来の明るさ)は約何倍違うか?
- (c) 表の中の星は全て宇宙の膨張のため地球から遠ざかっている。表中の星のうち遠ざかる速度がもっとも小さい星はどれか?

D 恒星の緒量

※距離のデータは、年周視差のほかに、分光視差や力学視差を併用して算出してある。

星名	赤経	赤緯	スペクトル型	見かけの等級	絶対等級	有効温度 (K)	質量 (太陽=1)	半径 (太陽=1)	平均密度 (g/cm ³)	年周視差	距離 (光年)	
北極星	αUMi	02 ^h 32 ^m	+89° 16'	F7:1b-IIv	2.0	-3.6	—	6	46	—	0.008 ^a	430
アルデバラン	αTau	04 36	+16 31	K5III	0.8	-0.7	3300	4	60	3×10 ⁻⁵	0.050	65
ぎょしゃ座 ζ	ζAur	05 02	+41 05	K41b	3.8	-4.6	3700	8.3	160	2.4×10 ⁻⁶	0.002	1600
リゲル	βOri	05 15	-08 12	B81ae:	0.1	-6.6	—	—	—	—	0.004	700
カペラA	αAur	05 17	+46 00	G5IIIe+G0III	0.1d	-0.5	5500	4.2	12	0.0034	0.077	42
ベテルギウス	αOri	05 55	+07 24	M1-2Ia-Iab	0.4v	-5.5	3100	15	1000	8×10 ⁻⁷	0.008	500
ケンタウルス座 β	βCen	14 04	-60 22	B1III	0.6	-5.5	21000	25	11	0.026	0.006	530
アークトゥルス	αBoo	14 16	+19 11	K1IIIb	-0.0	-0.27	4200	8	24	4×10 ⁻⁴	0.089	37
アンタレス	αSco	16 29	-26 26	M1.5Iab-Ib	1.0v	-4.9	3500	3	230	4×10 ⁻⁷	0.005	500
はくちょう座 32A	32Cyg	20 16	+47 43	K6I	4.2	-3.2	3200	23	350	7.5×10 ⁻⁷	0.003	1000
ベガス座 β	βPeg	23 04	+28 05	M2.5II-III	2.3v	-1.6	3300	9	150	3×10 ⁻⁶	0.016	200
太陽	—	—	—	G2V	-26.74	4.8	5780	1	1	1.41	—	—
カシオペア座 ηA	ηCas	00 49	+57 49	G0V	3.47	4.7	5940	0.87	1.03	1.14	0.174	18.7
カシオペア座 ηB	ηCas	00 49	+57 49	M0V	7.22	8.4	3800	0.54	0.81	1.41	0.174	18.7
ほうおう座 κA	κPhe	01 08	-55 25	B6V	4.1	-0.3	15000	6.1	3.4	0.22	0.013	250
ほうおう座 κB	κPhe	01 08	-55 25	A0V	5.8	1.4	11000	3.0	2.0	0.53	0.013	250
アケルナル	αEri	01 38	-57 14	B3Vpe	0.5	-2.7	—	—	—	—	0.023	140
シリウスA	αCMa	06 45	-16 43	A1Vm	-1.5	1.4	10400	2.14	1.76	0.55	0.379	8.6
カストル	αGem	07 35	+31 53	A1V+A2Vm	1.6d	0.6	—	—	—	—	0.063	52
プロキオンA	αCMi	07 39	+05 14	F5IV-V	0.4	2.8	6450	1.78	2.17	0.25	0.286	11
レグルス	αLeo	10 08	+11 58	B7V	1.3	-0.6	13000	—	3.8	—	0.042	77
ケンタウルス座 α	αCen	14 40	-60 50	G2V+K1V	-0.3d	4.1	—	—	—	—	0.742	4.4
さそり座 ν	νSco	16 12	-19 46	B3V	2.7	-5.6	17000	5.2	1.6	0.23	0.002	1500
さそり座 μ	μSco	16 52	-38 03	B1.5V+B6.5V	3.08	-3.6	17000	5.2	3.2	0.23	0.004	700
へびつかい座 70A	70Oph	18 05	+02 30	K0V	4.20	5.7	5290	0.89	0.85	2.0	0.201	16.2
へびつかい座 70B	70Oph	18 05	+02 30	K6V	5.98	7.5	4250	0.66	0.80	1.8	0.201	16.2
ベガ	αLyr	18 37	+38 47	A0Va	0.0	0.6	9500	3.0	3.0	0.16	0.129	25
アルタイル	αAql	19 51	+08 52	A7V	0.8	2.2	8250	1.7	1.7	0.8	0.194	17
はくちょう座 61A	61Cyg	21 07	+38 44	K3.5V	5.2	7.5	5100	0.9	1.0	1	0.286	11.4
クリューガー 60A	—	22 28	+57 42	M4V	9.77	11.8	3150	0.26	0.32	11	0.250	13.1
クリューガー 60B	—	22 28	+57 42	M6V	11.43	13.5	2950	0.16	0.25	14	0.250	13.1
フォーマルハウト	αPsA	22 58	-29 37	A3V	1.2	1.8	9300	—	1.6	—	0.130	25
ファン・マーン星	—	00 49	+05 23	DG	12.37	14.2	7500	0.14	0.007	6×10 ⁵	0.227	14.4
エリダヌス座 σ ² B	σ ² Eri	04 15	-07 39	DA	9.6	11.2	12900	0.44	0.020	8×10 ⁴	0.204	16.0
シリウスB	αCMa	06 45	-16 43	DA	8.52	11.4	14800	1.06	0.016	4×10 ⁵	0.379	8.6

スペクトル型のローマ数字はI超巨星, II輝巨星, III巨星, IV準巨星, V主系列星を表す。a, b, ... はそれをさらに細分する分類。^a「資料年表」などによる見かけの等級のdは視差1'以下の重星の合成等級。見かけの等級のvは変光星の極大等級。太陽の質量=1.99×10³⁰kg, 太陽の半径=6.96×10⁵km

図3: 恒星の緒量の表。もとの表は地学図表139ページに掲載されている。

問 11 以下の空欄に入る最も適切な語句を下のそれぞれの選択肢の中から 1 つ選び、番号で答えよ。

過去の地球では (a) の周期で氷期と間氷期が繰り返し起こっていた。これは、(b) などの変化により日射量の変動することによってもたらされたと考えられている。このときの温度変化は (c) 程度であったと見積もられている。これに比べると、この 100 年間では変化率が非常に大きい気候変化が起こっている。1900 年から 2000 年の間には、地上気温が約 1 度上昇しており、この現象は地球温暖化と呼ばれている。地球温暖化は、人間の産業活動に伴って排出された二酸化炭素などの (d) を持つ気体が主因となって引き起こされているとする説が主流である。

- (a) (1) 数百年 (2) 数万年 (3) 数千万年 (4) 数億年
(b) (1) 自転軸の傾き (2) 惑星半径 (3) 湧昇の大きさ (4) 塩分濃度
(c) (1) 0.1 度 (2) 1 度 (3) 10 度 (4) 100 度
(d) (1) 潜熱 (2) ドップラー効果 (3) 紫外線 (4) 温室効果

問 12 以下の空欄に入る最も適切な語句を下のそれぞれの選択肢の中から 1 つ選び、番号で答えよ。

宇宙は、約 (a) 前に誕生したと考えられている。初期の宇宙の姿は、真空中の非常に小さな高温領域であった。初期におけるゆらぎが、現在の宇宙に存在する、グレートウォール、ボイド、銀河団、銀河、星団などの宇宙の (b) を作る種になった。このような理論を裏付ける証拠の 1 つは、地球に対する恒星の移動速度の値である。恒星の移動速度は、星の (c) の観測結果とドップラー効果の考え方を使って得ることができる。恒星の移動速度の値は、現在の宇宙が (d) しているということを示している。

- (a) (1) 1.4 億年 (2) 14 億年 (3) 140 億年 (4) 1400 億年
(b) (1) 階層構造 (2) 鉛直構造 (3) 渦巻き構造 (4) 球状構造
(c) (1) 質量 (2) スペクトル (3) 微量成分 (4) 粒状斑
(d) (1) 膨張 (2) 収縮 (3) 冷却 (4) 温暖化

問 13 次の文章は誤りを含んでいる。訂正して正しい文章に書き直せ。

大西洋では通常貿易風(東から西に吹く風)が吹いており、これにより赤道上の海水が大西洋西部に寄せられ、大西洋東部では暖かい海水が深層から湧昇している。ところが、数年の周期で赤道付近の風が弱くなり、大西洋の西側にたまっていた冷水が東側に流れ出すことがある。このとき、ペルー沖の海水温が平年に比べて1～2°C前後下降する「エルニーニョ現象」が発生する。

問 14 地球および地球大気・海洋が形成されたプロセスを300字程度で説明せよ。図や表は用いず文章だけで解答すること。