

地球惑星科学II 試験問題 (基礎クラス: 23 ~ 30)

- 問1 から 問5 の全ての問題に解答せよ.
- 地球惑星科学入門と自筆ノートのみ持ちこみ可.
- 解答用紙は指定のものを使うこと. 解答欄は解答用紙の裏面に続いている. 必ず学生番号と氏名を記入すること.
- 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

$$3.14 \sim 3,$$
$$365 \sim 400$$

などと計算せよ. ただし, どのような近似を行ったかがわかるように記述すること.

2013 年 01 月 24 日

問1 次の文章は宇宙における物質の形成に関する記述である。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。

軽い元素である (a) およびヘリウムは約 (b) 前の宇宙創世期に形成された。これらの元素が、宇宙が冷却した後に作られる恒星の主原料となる。恒星の内部では、(c) により更に重い元素が作られる。質量の大きい恒星は最後に超新星爆発を起こして重元素を放出する。放出された物質が集まって星間分子雲をつくり、この中の密度が大きい領域で再び恒星が形成される。恒星の周囲では、ガスとダストが集積し (d) が形成される。地球は、約 (e) 前にこのように形成されたものであり、人類を含めた地球上の生命の材料は恒星の内部で作られたものということになる。

- | | | | | |
|-----|-------------|-----------|------------|------------|
| (a) | (1) 水素 | (2) ウラン | (3) 酸素 | (4) 鉄 |
| (b) | (1) 1000 万年 | (2) 1 億年 | (3) 46 億年 | (4) 140 億年 |
| (c) | (1) 潮汐 | (2) 赤方偏移 | (3) プロミネンス | (4) 核融合反応 |
| (d) | (1) 惑星 | (2) セファイド | (3) パルジ | (4) ダークマター |
| (e) | (1) 1000 万年 | (2) 1 億年 | (3) 46 億年 | (4) 140 億年 |

問2 以下の問に答えよ。いずれも図表を用いずに100時程度で解答せよ。

- (a) 地球の大気の温度は地表付近と50kmで極大となることの理由を説明せよ。
- (b) 温室効果について説明せよ。
- (c) 天体までの距離を測る方法は数種類ある。その中の1つを挙げ、その原理について説明せよ。
- (d) 地球の原始大気と原始海洋はどのように形成されたかを説明せよ。
- (e) 太陽系では太陽に近いところに岩石惑星が存在する理由を説明せよ。

問3 図1は衛星から見た地球の雲の画像である。以下の問に答えよ。

- (a) 個々の雲の多くは上昇気流領域に発生する。上昇気流が存在するときに雲が発生する理由を説明せよ。
- (b) 図1のAの領域では季節風の吹き出しが見えている。日本の冬に、風がユーラシア大陸から日本に向かって吹くことが多い理由を説明せよ。
- (c) 図1のBとCでは温帯低気圧に伴う雲が見えている。低気圧の定義を述べ、温帯低気圧の特徴を説明せよ。
- (d) 全ての温帯低気圧が、BC間と同じ間隔で並んでいたとした場合、日本において天気はおよそ何日周期で変わることになるかを大雑把な計算で求めよ。ただし、低気圧の移動速度を時速50kmとせよ。緯度45度で考えよ。
- (e) 図1にあらわれている雲の分布は、おおまかには、赤道で多く、緯度30付近で少ない、というものになっている。雲分布がこのようになっている理由を大気の大循環と関連づけて説明せよ。

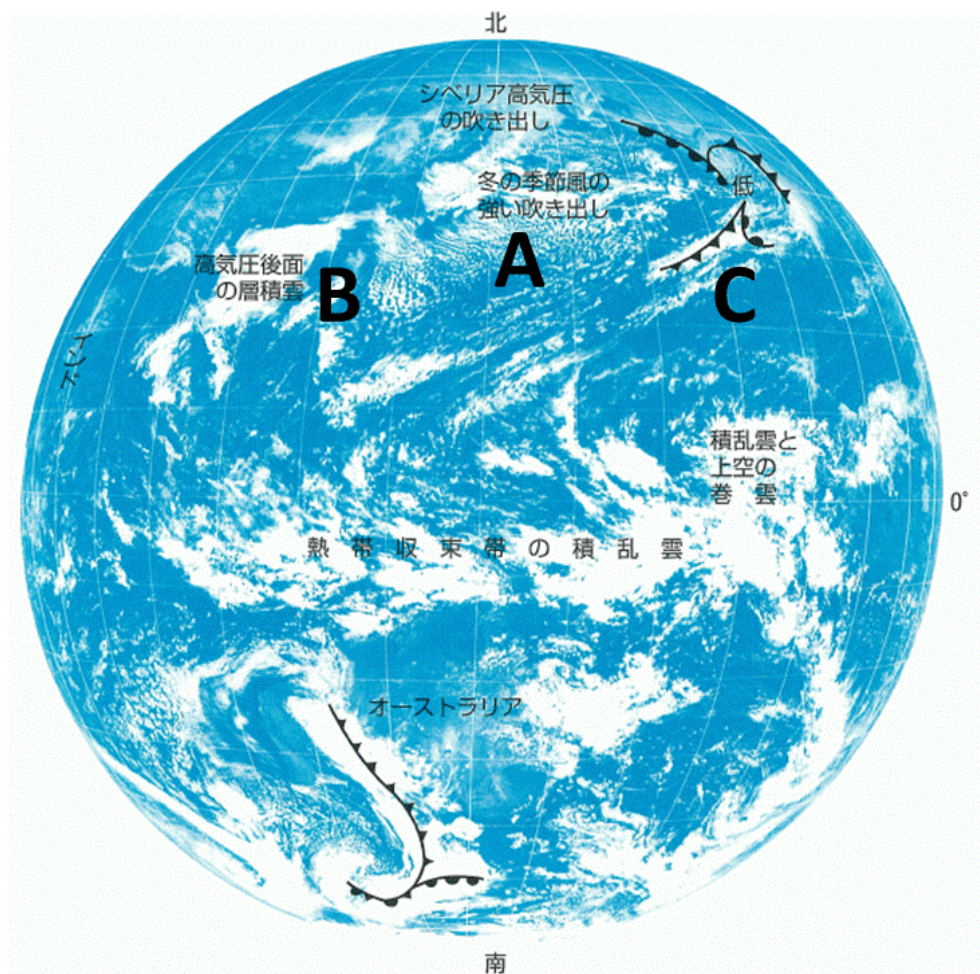


図1: 衛星によって見える雲の分布。原図は地学図表 90 ページ。

問 4 図 2 は海洋表面における水温分布と塩分分布を示したものである。以下の問に答えよ。

- (a) 太平洋でも大西洋でも塩分がもっとも高くなっているのはどのような領域か答えよ。また、その領域で塩分が高くなる理由を説明せよ。
- (b) ペルー沖の赤道付近では、インドネシア域に比べて海面温度が低くなっている。その理由を、深層循環と関連づけて説明せよ。
- (c) エルニーニョ現象について説明せよ。
- (d) 7 億年前には地球全体が凍結した可能性がある (雪玉地球仮説)。もし、海洋全体が凍ってしまったとすると融解するのにかなり時間がかかることを以下の問題を解き確認せよ。

[問題] 海洋全体 (質量: 10^{21} Kg) が凍っており、その温度が摂氏 0 度になっている状況を考える。海洋全てを融かすのに入射太陽エネルギー (1.8×10^{17} J/sec: 1 秒あたりに 1.8×10^{17} J の熱量が入射する) をまるまる使ったとして何年かかるかを大雑把に見積もれ。ただし、氷の融解熱は約 3.3×10^5 J/Kg (1 Kg の氷を融かすのに 3.3×10^5 J の熱量が必要となる) である。

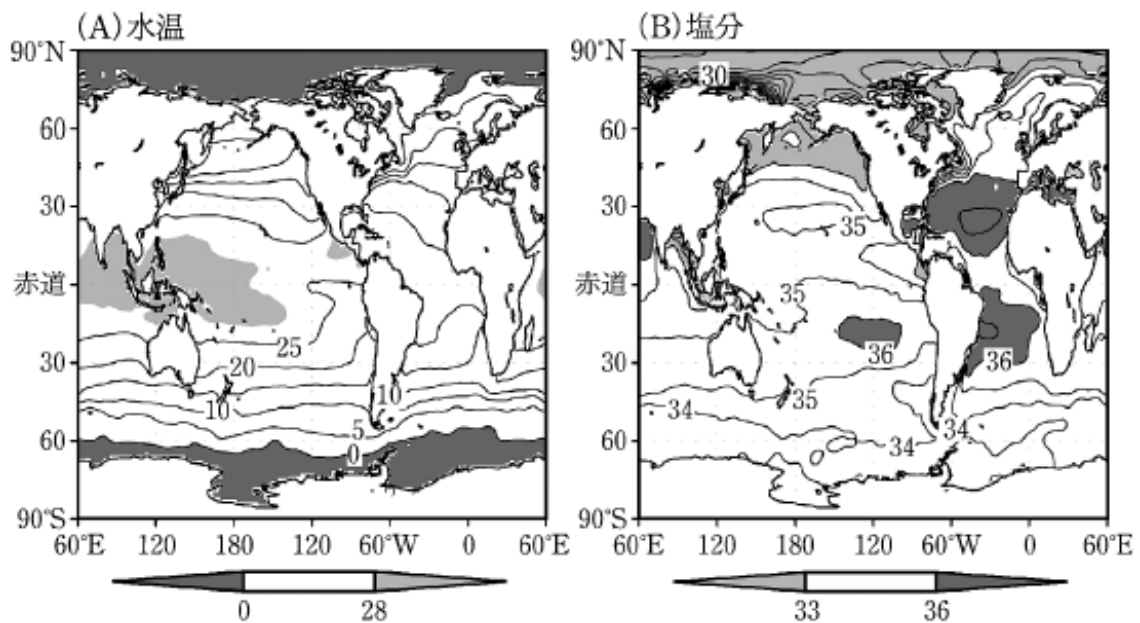


図 2: 海洋表面における水温分布と塩分分布. 原図は地球惑星科学入門 p.277.

問5 数百億～数千億個の恒星が重力によってまとまって銀河を形作っている。銀河は更に銀河団と呼ばれる集団を作っている。銀河団は 50 個から 1000 個程度の銀河が集まったものである。このように、宇宙の物質の分布は階層的な構造を持っている。以下の問に答えよ。

- (a) 恒星によってその色は大きく変わる。恒星の色は恒星表面のどのような物理量の違いを反映したものが、答えよ。
- (b) 恒星は未来永劫同じ姿をしているわけではなく、時間変化している。太陽は、将来 (100 億年のスケールで) どのような変化を起こすと考えられているか、説明せよ。
- (c) 図3 は主な銀河団の地球からの距離と地球からの後退速度を示した表である。銀河団の距離と後退速度にはどのような関係が成り立っているか、答えよ。
- (d) それぞれの銀河団の後退速度を一定だと仮定した場合、過去において全ての銀河団は 1 点に集中していたことになる。図3 で示された数値を用いて、何年前に 1 点に集中していたことになるか、大雑把に計算せよ。ただし、1 光年は約 9.4×10^{12} km である。
- (e) 宇宙は今後どのように変化していくと考えられているか、説明せよ。

銀河団	視直径	距離 (億光年)	後退速度 (km/s)
おとめ座銀河団	12°	0.59	+1180
ペルセウス座銀河団	4	2.9	5400
かみのけ座銀河団	4	3.6	6700
おおぐま座 I 銀河団	0.7	8.4	15400
かんむり座銀河団	0.5	12	21600
うしかい座銀河団	0.3	21	39400
おおぐま座 II 銀河団	0.2	22	41000
うみへび座 II 銀河団	—	33	60600

図 3: 銀河団. 原表は地学図表, p.148.