



平成 31 年度 一般選抜入学試験 個別学力試験
出題意図(地学)

地学

前期日程

大問 1

・ 出題意図

恒星の進化に関する基礎学力および簡略化したモデルを用いて、恒星の集合体としての銀河の色と銀河内での星形成史との関係を問う問題です。銀河の進化に関する問題では、問題文を丁寧に読み取って問題を解く応用力、及び恒星の色とその質量即ち表面温度の関係についての基礎学力を問いました。具体的な数値を扱う設問は、理解の確からしさの確認を目的としています。

・ 講評

問 1 解答 (ア) 巨星、(イ) 白色矮星、(ウ) 超新星爆発、(エ) 中性子星
恒星の進化に関する基礎学力を確認する問題です。

問 2 解答 $t_2=12.5$ 億年 $t_{0.5}=800$ 億年

恒星の主系列状態の滞在時間、すなわち寿命をその質量から導出する標準的問題です。質量が太陽の 2 倍の恒星の寿命が 12.5 億年、0.5 倍の恒星の寿命が 800 億年です。

問 3 恒星の集合体としての銀河の色の進化を考察する応用問題です。

(1) 解答 (1) 0% (2) 50% (3) 100%

問題設定から、現在の銀河を構成する恒星の種類を推定する問題でした。問題文を読めば正答にたどり着ける設問であり、また (2) を解くための導入として設定した問でしたが、正答率は想定よりも低いものでした。

(2) 解答 3.7

質量光度比という物理量の定義を問題文で与え、(1) の結果を用いて問題文で与えられた進化をたどった銀河の、現在の質量光度比を求める応用問題です。複雑な設定を問題文から丁寧に読み解き、解答を引き出す能力が必要な問題でした。正答率は低く、ほぼ想定していたものでした。

(3) 恒星の質量と表面温度の関係及び恒星の表面温度と恒星が放出する光の波長の関係についての基礎学力を確認すること、また銀河の色の考察に発展させる応用力を確認する問題でした。恒星の質量と表面温度の関係および、ウイーンの変位則を正しく理解していない受験生が多く見受けられました。正答率は想定よりも低いものでした。

大問 2

・出題意図

地震に伴う急激な地殻変動や、地震間のゆっくりとした地殻変動がどのように観測され、得られた観測結果はどのように解釈することが可能かについて問う問題です。海洋プレートが沈み込むプレート収束境界においては、地震間にはプレート間の固着によって長期にわたる定常的な地殻変動が観測されます。一方で、プレート境界で大きなすべりが短時間に発生する現象であるプレート境界型の巨大地震では、急激な地殻変動が生じます。こうした地震の発生メカニズムを、一連の流れとして理解しているかを問いました。さまざまな現象が時間軸でどのような相互関係にあるかを、包括的に学習するように心がけて下さい。

・講評

問1 解答：ア：三角、イ：GPS（もしくはGNSS）、ウ：リアス海岸

地殻変動をとらえるための観測手法や、長期の地殻変動によって生じる地形についての基礎的な語句を問う問題です。

問2 解答 -2.3 cm

上下方向の地殻変動を精密にとらえる観測手法である水準測量についての基礎的な計算問題です。水準測量では、基準となる点に対する相対上下地殻変動量が得られます。この点を理解していないと思われる解答や、符号の間違いなどが散見されました。

問3 四国の室戸岬を例として、地震間の地殻変動と、地震に伴う急激な地殻変動の原因について、観測された上下地殻変動の時系列を元に説明する記述問題です。プレートが沈み込むプレート収束境界の多くでは、アスペリティと呼ばれるプレート間が強く固着する部分にひずみが蓄積され、そのひずみが地震によって解放されるという地震発生サイクルが存在します。プレート間の固着および地震による断層面のすべりという「原因」と、上下方向の地殻変動という「結果」を、適切に言葉で関連付けて説明できている解答は多くはありませんでした。想定よりも低い正答率でした。

問4 平均隆起速度が隆起方向の値を持つ沿岸地域で発達する海岸段丘の成因について問う問題です。平均隆起速度が正の値を持つということは、地震間の沈降量よりも地震時の隆起量の方が大きいことを示します。そのため、地震前に海水面近くに存在した海食台が、地震時に隆起して陸地になることで海岸段丘が形成されます。

大問3

・出題意図

地球内部構造と地球内部物質に関する問題です。個別に暗記するのではなく、地球の誕生とその後の進化の結果として今の地球が形成されるという一連の流れとして理解しておいて欲しいと思います。

・講評

問1 解答 ア：鉄、イ：酸素、ウ：カンラン石、エ：輝石、オ：カンラン（ウ・エ：順不同）

用語に関する問題です。地球内部の密度分布から、中心部の核には地殻やマントルよりも高密度の物質があります。また、地球化学的な研究から、それが鉄やニッケルを主成分とする金属であることが分かっています。一方、地殻の主要構成元素は、多い順に酸素、ケイ素、アルミニウムです。これらを主要成分として含んでいる鉱物と合わせて覚えておいてください。逆に、地殻に多く含まれる鉱物から主要構成元素を理解することもできるでしょう。さて、上部マントルはカンラン岩でできていると考えられています。カンラン岩とはどのような岩石なのか、物理的・化学的に理解しておくことは非常に重要です。主要構成鉱物は、もちろんカンラン石ですが、輝石も不可欠の鉱物です。その他の鉱物として、スピネルやザクロ石が含まれます。

問2 地球の層構造形成に関係した問いです。隕石のような惑星の素となる物質は、金属と岩石が混じり合ったものです。ところが現在の地球は、地球物理観測などから中心部の核に高密度の金属があり、その外側に核よりも低密度の岩石があります。この様な層構造（密度成層）を作り出すには、金属と岩石を分離する必要があります。それにはマグマオーシャンで融けた状態になることがとても重要です。

問3 カンラン岩から玄武岩質マグマができる過程を問う問題です。カンラン岩と玄武岩は、構成鉱物比も総化学組成も異なります。この様に異なるものができるには、「部分熔融（融解）」であることが不可欠です。部分熔融とは、融けやすい成分から融解が進行するもので、「融けやすい（低融点の）鉱物から順番に融けていくこと」ではありませんので注意してください。上部マントルはカンラン岩でできているのに、海洋底は玄武岩であることは、一見すると不思議なことです。様々なことについて、「なぜだろう」「不思議だ

な」と考えて興味を持つようにするとよいと思います。正答率は低く、部分熔融についての理解が乏しい印象を受けました。

問 4 固溶体に関する問題です。地殻やマントルを構成する鉱物のうち、カンラン石や斜長石は固溶体になっています。同じ結晶構造で化学組成が連続的に変わります。特に斜長石は多くの火山岩に含まれる重要な鉱物です。非常に重要なことなので覚えておいてください。

大問 4

・ 出題意図 (大問ごと)

地球内部の熱源や温度分布に関する基礎的な内容を問う問題です。火山噴火などに代表されるように地球には内部に高温の物質があり、この地球内部に蓄えられた熱が地球のエネルギーとなっています。記述の問題では、様々な自然現象の発生メカニズムを論理的に理解する学習が必要です。また地球科学的現象の因果関係を意識して、論理的な文章を書くよう心がけてください。

・ 講評 (小問ごと)

問 1 解答 ア：地温勾配、イ：30、ウ：日本海溝、エ：火山前線

地球内部の温度や熱分布に関する基本的な事柄に関する穴埋め問題です。(イ)が100 m ほどの値を選択した回答や、(ウ)と(エ)が逆になっていた回答が見られました。

問 2 地球内部の熱源として、地球形成時に発生し現在も地球内部に残る熱源の存在と放射性同位体の崩壊による発熱の両者を答える必要があります。回答にはこれらの現象の因果関係をしっかりと理解して記述することが必要です。2つの項目を両方正答した受験者は多くはなかったです。

問 3 解答 (1) $4.4 \times 10^{13} \text{ W}$ (2) 0.086 W m^{-2}

大陸地域と海洋地域の地殻熱流量の測定値から、簡単な計算により地球内部からの総発熱量や全球的な平均熱流量を導くことを期待した問題です。小問 1、2とも単位の間違いをしている回答が見られました。それぞれの値の単位をしっかりと揃え、適切に計算を行う必要があります。

問 4 地震波トモグラフィーによって地下の温度を推定する方法を問う問題です。地震波トモグラフィーとは、地下を伝わる地震波の速度を推定する手法で、得られた速度分布から、地下に存在する岩石のかたさや温度などを推測することができます。解答には地震波速度と温度や密度などの関係を正確に理解しておく必要があります。速度と温度の関係

が逆となっている回答が多く、正答率は想定を下回りました。

大問 5

・ 出題意図

プレートテクトニクスにより、地球で生じている、さまざまな地質学的現象が統一的・合理的に説明できるようになりました。過去におけるプレートの移動方向・速度に関する情報源として有名な例として、ハワイ-天皇海山列が挙げられます。これらの海山は、ハワイホットスポットと呼ばれる、高温のプルームの上昇地点上をプレートが通過することにより形成されたものとされています。本問では、ハワイ-天皇海山列を例にして、プレートテクトニクスに関する基礎的知識が体得されているかを、計算問題を交えて出題したものです。

記述式の解答では、日本語の表現が重要です。普段から、短い文章でも論理的な表現をするように心がけて下さい。

・ 講評

問 1 ハワイ-天皇海山列では、北側に位置する海山ほど水深が深い理由を問う問題でした。北側に位置するものほど、形成年代が古いものであるからという記述で止まったものが多く、海山が冷却して密度が増加する点に言及した答えは少なかったです。

問 2 プレートの運動方向の変化を示す事例として有名なハワイ-天皇海山列の屈曲の理由を問いました。プレートの運動方向の変化が原因とは理解できていても、運動方向を誤っていた答案がありました。

問 3 解答 7.7 cm/年

海山間の距離と年代差から、プレートの運動速度を計算する問題でした。円の弧の長さを求め、時間 (=年代差) で割るという初歩的な問題でしたが、意外にも正答率は高くなかったのは残念でした。また、計算の過程を記述するように指示していたにも関わらず、式のみが示されている答案が見られました。

問 4 ホットスポットが不動点ではないということを証明するための条件を考察させることを意図して、出題しました。問題文の中にヒントがあったにも関わらず、やや応用的な問題だったせいか、正答率は低かったです。

地学

後期日程

大問 1

・ 出題意図

銀河系の構造と恒星の分光観測に関する基礎学力および撮像観測と分光観測の結果から奥行きをを引き出す応用力を問う問題です。物理量を定義からしっかり理解しようとする習慣が身についているかについても、合わせて問いました。

・ 講評

問1 解答 ア：いて、イ：分光、ウ：大気

銀河系中心部がいて座の方向にあること、恒星の視線方向の運動の情報が分光観測により恒星大気(恒星元素あるいは水素でも可)による吸収線が現れる波長から引き出せることを知っているかを確認する基本的問題です。正答率は想定通り高いものでした。

問2 解答 ドップラー効果

ドップラー効果を知っているか、確認する基本的な問題です。正答率は想定通り高いものでした。

問3 恒星が視線に沿った方向の速度成分を持たない時、ドップラー効果による波長のズレが生じないことを理解しているか確認する基本的問題です。

問4 ケプラーの第2法則を応用して、銀河系中心部の巨大ブラックホールまでの距離を導出する応用問題です。

(1) 解答 4800 km/秒

ドップラー効果から得られる、視線に沿った恒星の速度の測定結果と、軌道の3次元構造から、恒星の公転速度を導出する問題でした。ドップラー効果の正しい理解と、設問から恒星軌道の3次元構造を読み解く力が必要です。問題文をよく読めば正答にたどり着ける設問でしたが、3次元の軌道を正しくイメージすることが難しかったと思われる受験者が散見されました。正答率は期待よりも低いものでした。公転軌道が属す平面の視線方向に対する傾きを考慮して、ドップラー効果で測定された速度を2倍することで求める速度4800km/秒が導かれます。

(2) 解答 $\pi ab/P$

問題文からほぼ迷いなく正答が導ける設問です。ケプラーの第2法則により面積速度が一定であるため、公転運動一周にわたる平均の面積速度を求めれば良いことが保証され

ていることがポイントです。正答率は期待よりも低いものでした。求める面積速度は、 $\pi ab/P$ です。

(3) 解答 860AU

恒星の軌道上のある一点での物理量で面積速度を表し、(2)の結果と合わせて公転軌道の長半径を求める応用問題です。ここでもケプラーの第2法則が成立することを使用します。面積速度を焦点と長軸上の恒星までの距離およびその点の恒星の速度で表す表式の導出に苦勞している受験生が多く見られました。一方で、解答に至る考え方を正答できた割合は、期待通りでした。点Cでの恒星の速度は、焦点と点Cを結ぶ直線に垂直なので、面積速度は $1/2 \times \text{焦点と点C間の距離} \times V_c = 1/2 \times a/5 \times V_c$ です。これと(2)の結果から、求める長さ 860AU が求められます。

(4) 解答 8.6 キロパーセク(kpc)

恒星の軌道長半径の見かけの大きさと分光観測から得られた実際の長さから天体までの距離を導出する基本的問題です。距離の単位であるパーセクの定義を理解し、応用する力が無いと具体的数値が簡単には導けない設問でした。距離を求める式の導出の正答率は期待通りでしたが、パーセクの定義、1 パーセク離れた距離から太陽と地球の平均距離 1AU を観測した時見かけのサイズが 1 秒角に観測される、を用いて数値を導出できた受験生はきわめて少数でした。(3)の結果とこの定義を用いると銀河中心までの距離 8.6 キロパーセク(kpc)が求まります。

大問 2

・ 出題意図

地球の大気圏内の構造とその中で発生する現象についての、基礎的な問題です。地球の大気圏は高度による気温の変化をもとにして、対流圏、成層圏、中間圏、熱圏に区分されていますが、その温度構造は地球大気に固有の特徴的な様子を示します。こうした構造が生じる理由や、そこで発生する諸現象について、包括的に理解を深めることが重要です。記述問題では、問われていることを論理的かつ簡潔に記述することが求められます。日頃から、問われていることに対して的確かつ簡潔に答えることを意識する必要があります。

・ 講評

問1 解答 ア：対流圏界面、イ：中間圏界面、ウ：夜光雲（極中間圏雲）、エ：大気境界層
大気圏内の構造について、基本的な語句を問いました。

問2 よく晴れた日に地表面付近で発生する、接地逆転層が生じる理由について問いました。放射冷却による地表からの赤外放射により、地表が効率よく冷却されるために接地逆転層は生じます。

問3 熱圏において高度が高くなるほど温度が高くなる理由について問いました。熱圏では酸素が太陽放射のうち短い波長の紫外線を吸収して大気を暖めます。成層圏における、オゾン層が太陽の紫外線を吸収し、大気を暖める現象と混同している解答が散見されました。

問4 熱圏において発生するオーロラの発生様式について、地球磁場との関係を含めて問うた記述問題でした。指定した語句を適切に使用し、かつ論理的に説明できていた解答は少数でした。正答率は想定よりもやや低いものでした。

問5 電離層を使うことで長距離無線通信ができる理由について問いました。電離層は電波を効率的に反射するため、本来であれば直達できない電波が遠距離まで到達します。

大問3

・出題意図

隕石に関する問題です。隕石は太陽系の起源や惑星の形成過程を研究するうえで重要な試料です。また、地球への隕石の衝突は大量絶滅の原因の一つになっているので、生命の進化史にも大きな影響を与えます。単に用語を暗記するのではなく、それぞれを関連づけて充分理解しておいてください。

・講評

問1 解答 ア.鉄隕石 イ.石鉄隕石 ウ.石質隕石

用語に関する問題です。隕石の分類は太陽系の物質科学の基本事項です。鉄隕石（隕鉄）、石鉄隕石、石質隕石に分かれます。石質隕石はさらに、コンドリュールを含むコンドライトと、コンドリュールを含まないエコンドライトに分類されます。想定よりも低い正答率でした。

問2 隕石が地球に衝突する原因に関する問題です。太陽系の全ての天体は、お互いに多かれ少なかれ相互に影響を及ぼしています。どの天体も安定な軌道を保っていたら衝突は起こりません。衝突が起こらなければ惑星はできません。天体の衝突は惑星の形成過程でも非常に重要なことですから、充分理解しておいてください。

問3 月の表層に関する問題です。宇宙飛行士が月面に降り立ったところには足跡が残されています。この様な表層は、小天体の衝突によって粉砕された月面の物質が、再び堆積して形成されます。月が誕生した頃はマグマオーシャンに覆われていたと考えられてい

ますが、現在の月面はハワイの溶岩流の表面のようなものではありません。地球における岩石の風化については学習していると思いますが、地球とは大きく異なる環境で、どの様にして岩石が粉砕されるのか、疑問を持って考える力を養って欲しいと思います。想定よりも低い正答率でした。

問 4 火星の表面に関する問題です。火星は赤く見える惑星として有名ですが、なぜ赤く見えるのでしょうか。全ての事象には原因があります。自然の中で目にしたこと、触れたものに興味を持ち、「なぜなのか」を考えるのは地学を学ぶ上で非常に重要なことです。始原始的な隕石に含まれる主要元素を思い浮かべ、赤い色になるものは何かを考えれば答えが導けるでしょう。想定よりも低い正答率でした。

問 5 隕石の衝突による大量絶滅に関する問題です。中生代に繁栄した陸上と海中の多くの生物が、隕石の衝突によってもたらされた環境変動などが原因で絶滅しました。多くの教科書で解説されているためか、多くの皆さんが理解しており、高い正答率でした。

大問 4

・ 出題意図

地球磁場の特徴やその成因などに関する基礎的な内容を問う問題です。地球磁場は、地球の中心に存在する液体金属からなる外核の対流で生まれ、海洋底で岩石が冷却する際に地磁気として記録されるものです。古地磁気を調べることによって、海洋底拡大説が確かめられ、プレートテクトニクスの誕生につながりました。記述の問題では、様々な自然現象の発生メカニズムを論理的に理解する学習が必要です。また地球科学的な現象の因果関係を意識して、論理的文章を書くよう心がけてください。

・ 講評

問 1 地磁気の 3 要素（全磁力、水平分力、鉛直分力）のそれぞれの関係が偏角と伏角を使ってベクトル分解できることを問う基礎的な問題です。全磁力が水平分力と垂直分力の合成からなること、また 2 つの分力と偏角・伏角との関係が明確ではない回答が多く見られました。またそれぞれのベクトルにしっかりと説明がついていないものも多く見られました。想定より低い正答率でした。

問 2 海洋底に記録された地磁気の縞模様の特徴とそれらを使ったプレート移動速度を求める手法に関する基礎的な問題です。海嶺で生まれたマグマがプレートの拡大とともに冷却される際に、当時の地磁気の方に磁化されますが、当時の磁場方向によっては現在と逆向きの方向に磁化されます。地磁気の逆転した年代とその場所の海嶺からの距離を調べることで、海洋プレートの移動速度を知ることができます。地磁気の特徴とそれを使

ったプレート移動速度の求める方法の両方を完答した回答は多くありませんでした。

問3 高温のマグマが冷却する際に磁化を獲得するメカニズムから、地球内部の高温下で岩石の磁化がなくなる理由を問う問題です。

問4 溶融した液体金属からなる外核に関する基礎的な問いです。地震波の横波は液体を通ることができないという特徴を使って外核を調べることができます。ほぼ想定していた正答率でした。

問5 地球の磁場が太陽風によって急激に乱れる磁気嵐という現象の名称を問う、基礎的な問題です。

大問5

・出題意図

海洋底に分布する堆積物の図を見て、「なぜ、その場所に、その堆積物が存在するのか」が理解できているかを問いました。海洋底の堆積物の組成は、堆積場に供給される堆積物のサイズ・供給量・化学組成と、堆積場の物理的・化学的特性（例えば、流速や炭酸カルシウムに飽和か／不飽和かなど）を反映しています。地球表層の物質循環で重要な位置を占める、海洋での物質循環（海洋への物質流入、海洋における生物生産、堆積・溶解作用）に関しては、しっかり理解しておいて欲しいと思います。

・講評

問1 古い海洋底がみられない理由を問いました。正答率は高かったのですが、プレートテクトニクスによる海洋底の更新であることを論理的に記述してある答案は少なかったのは残念でした。

問2 解答 有孔虫、ナノプランクトン

海洋表層における主要な炭酸塩生産者を問いました。生物の種類が問われたにもかかわらず、「サンゴ礁」という誤答が散見されました。

問3 解答 A

炭酸塩堆積物の堆積場所に関する問題でした。炭酸塩が堆積する場合は、海洋表層における炭酸塩の生産量が多く（＝海洋表層から炭酸塩が多くもたらされる）、炭酸塩補償深度より浅く、炭酸塩が溶解しないことが条件なのですが、2つの条件を挙げることができた受験生は少なかったです。

問4 解答 放散虫、ケイソウ

海洋底のケイ質堆積物の主たる構成物を問いました。基本的な問題であり、比較的正答率

は高いものでした。

問5 解答C

深海粘土の分布と成因を問いました。ケイ質軟泥も溶けてしまうような深所という条件を挙げることができていた受験生は極めて少なかったです。

○志願者へのメッセージ

地学では、物理学、化学、生物学を含む広範な分野、現象に関する総合的な理解が求められます。個々の現象に対する基本的な事項の理解度を確かめることに加え、それらがどのように相互に関係しているかを確認することを目的として作題を行いました。特に、記述式の問題によって、論理的かつ簡潔に、現象やその相互作用を説明することを求めました。日頃から、論理的に事象を説明できる力を身につける能力を培うことが重要です。