

理科

【新学習指導要領を踏まえた思考力・判断力・表現力の考え方】

思考力
取り扱う題材を深く理解して処理できる力、課題を見出す力である。
例えば「条件が変わった、視点が変わったなどにより、結果がどう変わっていくか、その変化でどういう事象等が生ずるか、どういう関係性が生ずるか、どういう価値が生まれるかなど、直接文章や図表などで示されていない事象について考える問題」などがこれに当たる。
判断力
取り扱う課題や関係性に対してある尺度、基準、条件を当てはめ「分類・順位付け・優先順位づけ・規則性発見、統合」等の判断・発見、論理的推論を進められる力である。
例えば「関係性を道筋だてて思考させた上で新たな基準、条件、意見、多様な価値観を踏まえて最善となるものを見出す問題」などがこれに当たる。
表現力
思考、判断により獲得した情報を正確に処理して絞り込み、抽象化、関連付けなどを行い、他者に伝達する意図を持って、文章や図表、グラフ等で可視化できる力である。
例えば「ある事象の変化、関係性、順位付けなどに対する状態を、最適な文、要旨、図表、グラフ等で表現しているものを選択させる問題」などがこれにあたる。

<理科の場合>

○思考力

- ・ 自然現象や日常の現象に対して得られた結果を既習の理科の原理・原則に対応させて説明できる。
- ・ 自然現象や日常の現象から得られた結果から必要な情報を抽出・思考できる。

○判断力

- ・ 自然現象や日常の現象に対する実験や観察から抽出した結果を既習の理科の原理・原則に対応させて整理・分析・仮説立案・実験・考察・推論などができる。
- ・ ある事象を説明したり課題を解決したりするための実験や観察方法を選択できる。
- ・ 理科の知識が環境保全や科学技術の発展に重要であることを判断できる。

○表現力

- ・ 得られた結果を他者に伝えるという観点から図表・グラフ等を用いて適切に表現できる。
- ・ 目的・実験(観察)・結果・考察・結論といった思考の論理性を表現できる。

サンプル問題：物理（平成28年度入学者選抜学力検査問題 大問4）

静電気の勉強をしたばかりの中学生の弟が、高専生の姉に仮説を提案し、一緒に実験をすることにした。あとの問1から問4に答えよ。なお、物体が静電気を帯びることを帯電という。

弟 「今日は、教科書にあった静電気の実験をやったよ。静電気は見えないし、役に立ちそうもないと思っていたんだ。でも、小惑星探査機はやぶさ2のイオンエンジンは、静電気の方で飛んでいるんだって。がぜんやる気が出ちゃった。」

弟 「教科書の静電気の実験は、面白かったな。ストローをティッシュペーパーでこすり、このとき働く力を調べるんだ。すると、ストローやティッシュペーパーについている電気は見えないのに、ストローとティッシュペーパーに静電気がついていることや、その符合が違うことまで実験で分かっちゃうんだ。」

弟 「それで、教科書には書いていなかったすごい仮説を思いついたんだ。」

仮説 “ストローでこすられたティッシュペーパー同士は反発し合う。”

そこで、姉に手伝ってもらってこの仮説の検証をしてみることにした。

姉 「まず、いま分かっていることを整理しましょう。」

弟 「教科書に書いてあるのは次の三つだよ。」

- A 同符号の電気を帯びた物体は反発し合う。
- B 異符号の電気を帯びた物体は引き合う。
- C 帯電していない物体には、等しい量の正負の電気がある。

姉 「そう、Cは大切よ。つまり、電気は突然生じたり消えたりするわけじゃなくて、普段は正と負の電気が等しい量あって中性になっているの。ところが、一方の電気が他方の物体に移動してしまうと、残った分が逆の符号の電気として現れると勉強したでしょ。」

姉 「ところで、帯電していないもの同士に力が働くのかな。」

弟 「そんなことはわざわざ教科書に書いてないけど、身の回りのことを考えればもちろん次のように考えてもいいんじゃないかな。」

- D 帯電していない物体同士に電気の方は働かず、電気の方が働かないときには帯電していない。

姉 「そうね、帯電していないもの同士は、引力も反発力も働かないと認めてよいと思うわ。電気の力が働かなければ、それぞれの物体は帯電していないと考えてもいいでしょうね。」

姉 「じゃあ、帯電しているものと帯電していないものでは、電気の力は働くのかな。」

弟 「えっ、そんなの勉強していないよ。教科書にも書いてないし。力は働かない気がするけど。」

姉 「勝手に想像しないの。分からないことを分からないというのが、科学的な態度よ。」

弟 「はい。」

姉 「じゃあ、あなたの仮説を検証してみましょう。教科書と同じやり方で実験するわよ。」

※物体には電気の力以外の力も働くので、引力と反発力の関係からだけではA～Dのようには言えないこともあるが、ここでは静電気の力だけを考えることとし、A～Dが正しいとして扱う。また、2物体をこすり合わせて生じる静電気の符号は、こすり合わせた物体ごとに決まった符号になるとする。

実験

教科書ではストローとティッシュペーパーで実験をしていたが、ティッシュペーパーでは柔らかすぎて扱いにくいので、この代わりにストローの入っていた紙袋を使うことにした。紙袋に入ったストローを袋から引き抜くと、ストローをティッシュペーパーでこすったのと同様の結果が得られることが分かっている。

- 1 図1のように、ストローの入った紙袋を片手で持ち、もう一方の手で持ったストローを前後させて紙袋とこすり、こすったストローや紙袋を電気を流さないゴムひもでそれぞれつるし、図2のようにする。
- 2 別のストローと紙袋を手で持ってこすり合わせ、これを図3(a)~(d)のようにつるしたストローや紙袋にそれぞれ近づけ、その動きを記録する。

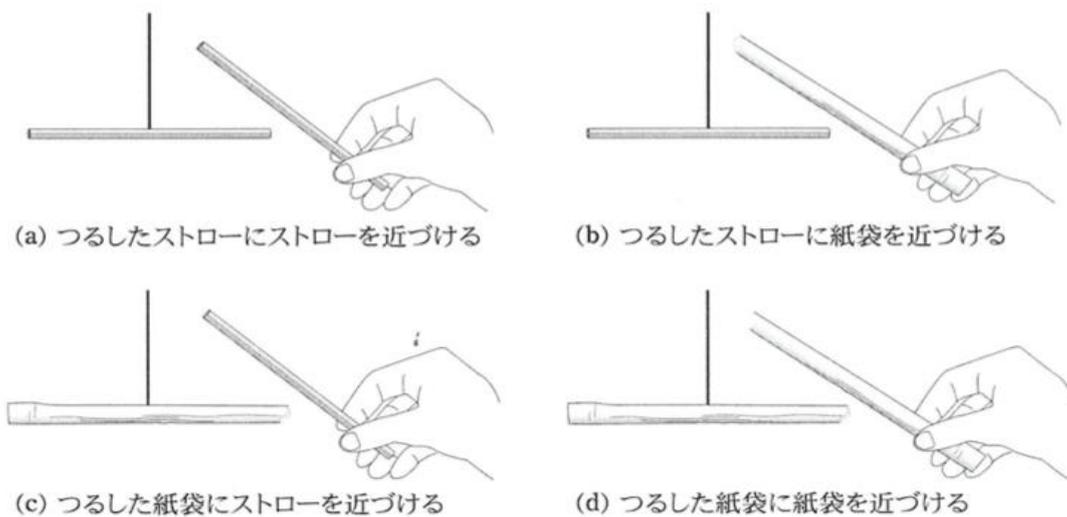
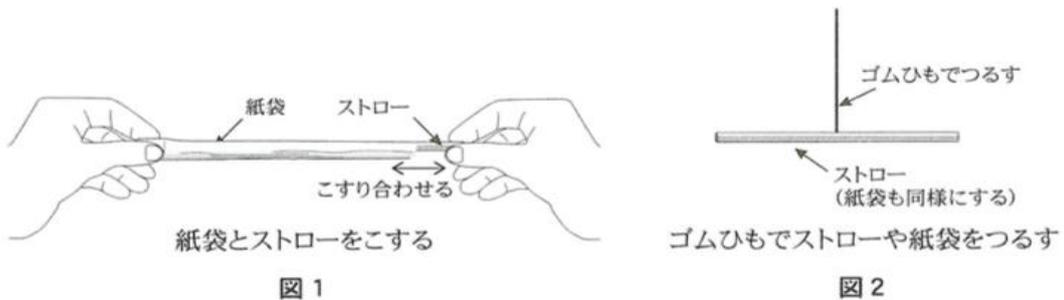


図3

実験結果

		近づけたもの	
		ストロー	紙袋
つるしたもの	ストロー	(a) 素早く離れた	(b) ゆっくり近づいた
	紙袋	(c) ゆっくり近づいた	(d) 動かなかった

問 1 この実験結果から、すでに分かっている知識 A, B, C, D を用いた正しい判断はどれか。次のアからオの中から最も適当なものを一つ選べ。

- ア 二つのストローは、ともに正に帯電している。
- イ 二つのストローは、いずれも帯電していない。
- ウ 二つの紙袋は、ともに負に帯電している。
- エ 二つの紙袋は、いずれも帯電していない。
- オ ストローと紙袋は、ともに負に帯電している。

問 2 この実験結果から、ストローと紙袋をこすり合わせた後、紙袋やストローに働く力を調べる時点では“ストローだけが帯電し、紙袋は帯電していないという現象が生じた。”と仮定してみた。

この様な現象が生じた原因はどれか。次のアからエの中から最も適当なものを一つ選べ。

なお、姉と弟の会話をもとに判断するとし、ストローと紙袋をこすり合わせる前は、いずれも帯電していないことが確認されている。

- ア ストローを紙袋とこすり合わせている時に、ある符号の電気がストローにだけ生じ、紙袋には生じない。
- イ こすり合わせた時は、ストローと紙袋間で電気の移動があり、それぞれが異符号に帯電したが、すぐに紙袋の電気だけがストロー以外のどこかに逃げてしまった。
- ウ ストローを紙袋でこすると、ある符号の電気だけが紙袋にだけ生じストローには生じない。この後ただちに、紙袋からストローに帯電した電気がすべて移動した。
- エ こすり合わせた時は、それぞれが異符号に帯電したが、すぐに紙袋の電気がストローに移ってしまい、ストローの静電気だけが残った。

問 3 紙袋に働く力を調べる時点では紙袋が帯電していないと考えた場合，“ストローとこすった直後の紙袋は帯電していたが，紙袋から手を通して電流が流れてしまったため，紙袋は結果的に帯電していなかった。”と仮説を立てた。これを確かめるには，少しの電流も流れないようにして実験をすればよいと考えた。ゴム手袋は，きわめて電気抵抗が大きいので，ゴム手袋を着けて図 3(a)~(d)と同様な実験をすることにした。この仮説が正しいと検証されるのは，次のどの結果が得られた場合か。次のアからオの中から最も適当なものを一つ選べ。

- ア 紙袋同士で動きが見られなかった。
- イ 紙袋同士が近づいた。
- ウ 紙袋同士が離れた。
- エ ストローと紙袋が離れた。
- オ ストローと紙袋で，動きが見られなかった。

問 4 静電気がストローと紙袋間だけで移動している限り，正と負の電気の量が等しいことを示したい。初め帯電していない紙袋入りストローを 2 組用い，ゴム手袋を着けてこの検証実験をする。

ストローを紙袋から引き抜いたのち，どのような実験をし，どのような結果が得られればよいか。次のアからエの中から最も適当なものを一つ選べ。

- ア 紙袋同士，ストロー同士の場合は互いに反発し，紙袋とストローでは引き合うことを確認する。続いて，ストローをもとの袋に入れ，ストローの入ったそれぞれの紙袋を近づけても，力が働かないことを確認する。
- イ 紙袋同士，ストロー同士の場合はお互いに引き合い，紙袋とストローでは反発することを確認する。続いて，ストローをもとの袋に入れてそれぞれを近づけても，力が働かないことを確認する。
- ウ 紙袋同士，ストロー同士，紙袋とストローのいずれでも力が働かないことを確認する。続いて，ストローをもとの袋に入れてそれぞれを近づけると，互いに引き合うことを確認する。
- エ 紙袋同士，ストロー同士，紙袋とストローのいずれでも力が働かないことを確認する。続いて，ストローをもとの袋に入れてそれぞれを近づけると，互いに反発することを確認する。

弟 「かなり分かってきたけど，はじめの実験でストローに紙袋が引きつけられた仕組みが，分からなくなっちゃった。」

姉 「帯電していない紙片や髪の毛に，帯電している下敷きを近づけると，紙片や髪の毛が引き寄せられる現象は，よく見るでしょ。あれと同じなの。詳しくは，高専に入学すると分かるわよ。」

正解

問1	エ
問2	イ
問3	ウ
問4	ア

思考力・判断力・表現力との関連性

- 問1、2は、実験結果を正しく読み解き、有している静電気についての基本的な知識を活用しながら、実験結果が示す意味を評価判断する能力が適切に身についているかどうかを測る問題となっている。

(思考力)「自然現象や日常の現象から得られた結果から必要な情報を抽出・思考できる」に相当

(判断力)「自然現象や日常の現象に対する実験や観察から抽出した結果を既習の理科の原理・原則に対応させて整理・分析・仮説立案・実験・考察・推論などができる」に相当

- 問3、4では、科学的なものの見方考え方が中学生として十分に育っており、疑問を解決するべく、仮説を立て、検証実験を計画し、その実験データにもとづいて科学的な議論ができるかどうかを測る問題となっている。

(判断力)「ある事象を説明したり課題を解決したりするための実験や観察方法を選択できる」に相当

(表現力)「目的・実験(観察)・結果・考察・結論といった思考の論理性を表現できる」に相当

サンプル問題：化学（令和2年度入学者選抜学力検査問題 大問5）

花子さんは、所属する化学クラブで中和に関する実験を行った。まず、AからEの5個のビーカーを準備し、ある濃度のうすい塩酸（以後、塩酸 aと呼ぶ）と、ある濃度のうすい水酸化ナトリウム水溶液（以後、水酸化ナトリウム水溶液 bと呼ぶ）を、それぞれ別々の割合で混合した。その後、実験1および実験2を行ったところ、表に示すような結果になった。下の問1から問4に答えよ。

実験1 各ビーカーの水溶液をそれぞれ試験管に少量とり、フェノールフタレイン溶液を加えて色の変化を調べた。

実験2 各ビーカーの水溶液をそれぞれガラス棒に付けて少量とり、青色リトマス紙に付けて色の変化を調べた。

表

ビーカー	A	B	C	D	E
塩酸 a の体積 [cm ³]	10	12	14	16	18
水酸化ナトリウム水溶液 b の体積 [cm ³]	30	30	30	30	30
実験1の結果	赤色	無色	無色	無色	無色
実験2の結果	変化なし	変化なし	赤色	赤色	赤色

問1 Eのビーカーの水溶液に亜鉛板を入れたとき、発生する気体を次のアからオの中から選べ。

ア 酸素 イ 塩素 ウ 水素 エ 二酸化炭素 オ 窒素

問2 Aのビーカーの水溶液を試験管に少量とり、緑色のBTB溶液を加えると何色に変化するか、次のアからオの中から選べ。

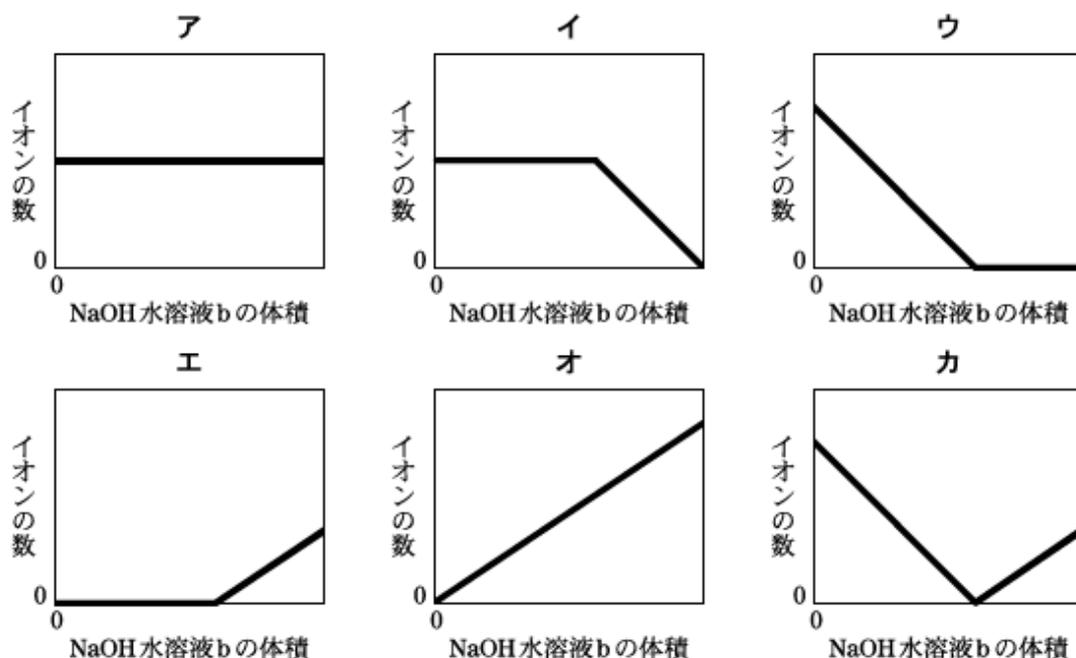
ア 無色 イ 青色 ウ 緑色のまま エ 黄色 オ 赤色

問3 AからEの5個のビーカーに、実験1、実験2を行う前の混合溶液を再度用意し、それらをすべて混ぜ合わせた。その後、この溶液を中和して中性にした。このとき、何の水溶液を何 cm^3 加えたか、次のアからカの中から選べ。

- ア 塩酸 a を 12 cm^3
- イ 塩酸 a を 25 cm^3
- ウ 塩酸 a を 30 cm^3
- エ 水酸化ナトリウム水溶液 b を 12 cm^3
- オ 水酸化ナトリウム水溶液 b を 25 cm^3
- カ 水酸化ナトリウム水溶液 b を 30 cm^3

問4 酸とアルカリの中和において、イオンの数の変化を考える。例えば、100個の水素イオンと70個の水酸化物イオンが混合されると、70個の水酸化物イオンはすべて反応し70個の水分子ができ、30個の水素イオンは未反応のまま残ることになる。

6 cm^3 の塩酸 a を新たなビーカーにとり、このビーカーに 25 cm^3 の水酸化ナトリウム水溶液 b を少しずつ加えた。このときの水溶液中の①ナトリウムイオン、②塩化物イオン、③水酸化物イオンの数の変化を示したグラフとして適切なものを、次のアからカの中からそれぞれ選べ。



正解

問1		ウ
問2		イ
問3		オ
問4	①	オ
	②	ア
	③	エ

思考力・判断力・表現力との関連性

- 問1、2は、酸性とアルカリ性での指示薬の変化に関する基礎的な知識を有しているか、またそれを元にビーカーの液性を判断して金属板との反応を推測する能力を有しているかを測る問題になっている。
- 問3は、中性になる条件であるBを基準とし、全部混ぜ合わせたときの量的な関係を正しく判断し、その時点での液性を決定、さらに中和に必要な物質とその量を正しく計算することができるかを問うている。一連の流れを整理して、有している知識と総合的に考察する能力を測る問題になっている。

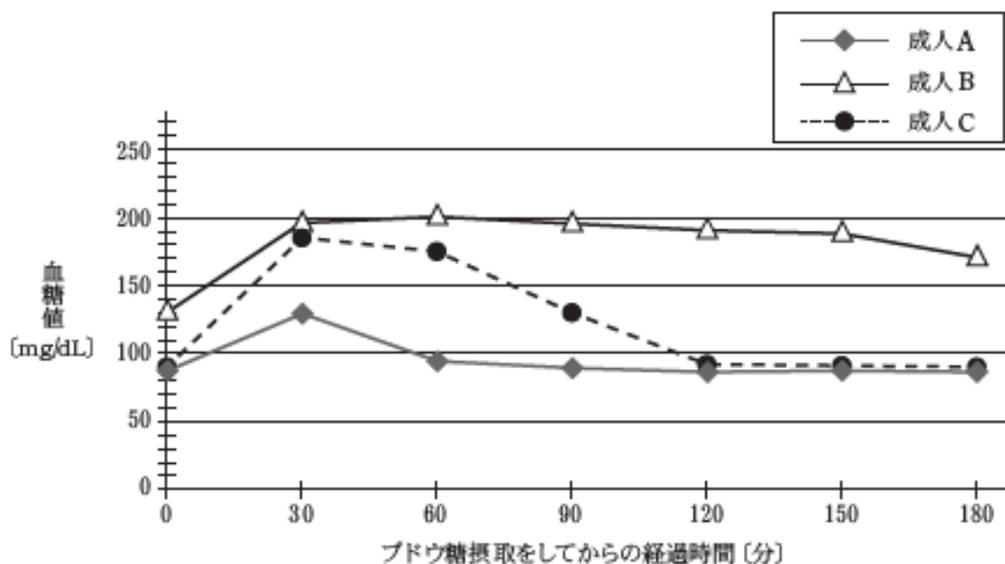
(思考力)「自然現象や日常の現象から得られた結果から必要な情報を抽出・思考できる」に相当

(判断力)「自然現象や日常の現象に対する実験や観察から抽出した結果を既習の理科の原理・原則に対応させて整理・分析・仮説立案・実験・考察・推論などができる」に相当

- 問4は、酸性～中性～アルカリ性で存在するイオンについて理解した上で、液体中での量的な関係（特に水酸化物イオンが最初水になり、その後水酸化物イオンとして増加するという点）などを正しく思考できるかを問うている。また、その変化をグラフとして適切に表現しているものを選択する問題になっている。

(思考力)「自然現象や日常の現象から得られた結果から必要な情報を抽出・思考できる」に相当

(表現力)「得られた結果を他者に伝えるという観点から図表・グラフ等を用いて適切に表現できる」に相当



- 1 この図から考えられることができるものとして、間違っているものはどれか。次のアからオの中から二つ選べ。

ア ブドウ糖摂取をすると血糖値が上昇すると考えられる。

イ 健康な成人Aの場合、血糖値はブドウ糖摂取によっていったん上昇しても、2時間以上かけて上昇前とはほぼ同じ値に戻ると考えられる。

ウ 成人Bは健康な成人Aに比べて、ブドウ糖摂取をする前の血糖値も高く、ブドウ糖摂取をした後に上昇した血糖値がなかなか低下しないと考えられる。

エ 健康な成人Aのブドウ糖摂取をした直後の血糖値は、140 mg/dL 未満と考えられる。

オ 健康な成人Aのブドウ糖摂取をする前の血糖値は、100 mg/dL より高いと考えられる。

- 2 成人Cはブドウ糖摂取をする前の血糖値は健康な成人Aと変わらない。しかし、成人Cはブドウ糖摂取をした後に上昇した血糖値の低下が遅いという特徴を持つ。成人Cがかかっている病気は肝臓が原因となるものであるが、肝臓の異常によって血糖値の低下が遅くなる理由として、最も適当なものを次のアからオの中から一つ選べ。

ア 柔毛の毛細血管からの吸収が低下するためである。

イ 吸収された養分を貯蔵するための物質に変える働きが低下するためである。

ウ 尿素が体の外に排出されなくなるためである。

エ 酸素が細胞に運ばれなくなるためである。

オ 体に有害な物質を体に無害な物質にかえる働きが低下するためである。

正解

問 1	(1)	A 群	イ
		B 群	イ
		C 群	ア
	(2)	A 群	ウ
		B 群	ア
		C 群	イ
	(3)	A 群	ア
		B 群	ウ
		C 群	ウ
問 2	(1)		エ
	(2)		ア
	(3)		ウ
	(4)		カ
問 3	1		イ
			オ
	2		イ

思考力・判断力・表現力との関連性

- 問 1、問 2 は、消化と吸収に関係した基本的な知識を有しているかを問う問題になっている。
- 問 3 の 1 は、グラフから必要な情報を抜き出し、知識と関連付けて特定の条件下で起こる現象を思考することを求めている。また、肝臓の働きについての記述が正しくグラフに表現されているかを判断させる問題になっている。

(思考力)「自然現象や日常の現象から得られた結果から必要な情報を抽出・思考できる」に相当。

(判断力)「自然現象や日常の現象に対する実験や観察から抽出した結果を既習の理科の原理・原則に対応させて整理・分析・仮説立案・実験・考察・推論などができる。」に相当。

○問3の2は、肝臓の機能を深く理解した上で、肝機能障害のメカニズムを思考させる問題になっている。

(思考力)「自然現象や日常の現象に対して得られた結果を既習の理科の原理・原則に対応させて説明できる」に相当

サンプル問題：地学（平成31年度入学者選抜学力検査問題 大問1）

地球、月、太陽に関する、問1から問3に答えよ。

問1 図1は月面上のある位置Aから撮った写真を模式的に表したものである。ただし、上半分が光っている天体は地球で、その左端が北極であった。地球の周りは暗く、月面は明るい。暗い空間と月面の境は、遠くに見える月の地平線を表している。

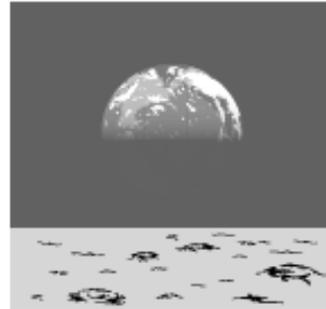


図1

1 この写真の撮影者が位置Aで、地球を正面にして立っていたとすると、撮影者に対して太陽はどこにあることになるか。次のアからカの中から最も適当なものを一つ選べ。

- ア 太陽は撮影者の正面にあり、月の地平線の下に隠れている。
- イ 太陽は撮影者の正面にあり、地球の裏側に隠れている。
- ウ 太陽は撮影者の頭の真上近くにある。
- エ 太陽は撮影者の背中の方にあり、月の地平線の上に出ている。
- オ 太陽は撮影者の背中の方にあり、月の地平線の下に隠れている。
- カ 太陽は撮影者の足下の方にあり、位置Aから見て月の裏側に隠れている。

2 図1でこの写真を撮影した時、地球の北極から月が見えたとすると、どのような形に見えるか。次のアからエの中から最も適当なものを一つ選べ。

- ア ほぼ新月 イ ほぼ上弦の月 ウ ほぼ満月 エ ほぼ下弦の月

問2 仮に、地球の直径が2倍になったとすると、どのような現象に影響が出ると予想できるか、次のアからオの中から最も適当なものを一つ選べ。

（ここではあくまでも「直径」だけが2倍になり、「質量」や「回転運動の様子」など、他の要素は全く変わらなかったとする。）

- ア 地球からは皆既日食が観察できなくなる。
- イ 地球からは皆既月食が観察できなくなる。
- ウ 地球から観測できる皆既月食の継続時間が変化する。
- エ 月の満ち欠けに変化が起き、半月が地球から観察できなくなる。
- オ 月の満ち欠けに変化が起き、三日月の形が変化する。

問3 月は空の高いところに見えるときよりも、地平線近くに見えるときの方が、なぜか大きく見えるような気がした。このことについてインターネットを使って調べ学習をして、次のような書き込み記事を見つけた。インターネットの記事には不正確な内容も含まれていることがあるので、気をつけて使わなくてはならない。下の1, 2に答えよ。

(インターネットで見つけた書き込み記事)

「月は、高度（その天体の地平線からの角度）の違いにより、私には2倍も3倍も大きさが変化して見える気がした。月は一つしかないので、異なる高度で同時に観測して直接比べることはできない。しかし、(A)月と太陽は、部分月食が起こったときに確認できるが、見かけの大きさがほとんど同じである。 (B)ある夕方太陽が沈む頃に、空高く頭の上近くに満月が見えた。 良いチャンスと思い、月と太陽の見かけの大きさを、手をいっばいに伸ばし五円玉の穴の大きさと比べてみた。結果は、両方とも見かけの大きさはほぼ同じで、五円玉の穴の中にはほぼ収まった(図2)。よって地平線近くに見える月が大きく見えるのは、ただの錯覚である。」(太陽を見るときには遮光板も用いた)

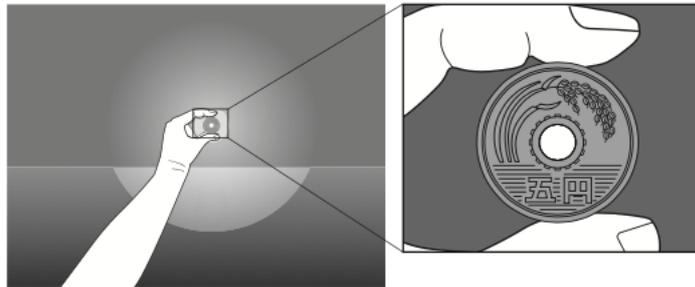


図2

1 下線部 (A) の記述について、次のアからウの中から最も適当なものを一つ選べ。

- ア この記述は正しい事実を述べている。
- イ 下線部 (A) の「部分月食」が、「皆既日食と金環日食」ならば、正しい。
- ウ 下線部 (A) の「部分月食」が、「皆既月食」ならば、正しい。

2 下線部 (B) の記述について、次のアからエの中から最も適当なものを一つ選べ。

- ア このような観測を、実際に行うことは可能である。
- イ 下線部 (B) の「満月」が「上弦の月」であれば、そのような観測は可能である。
- ウ 下線部 (B) の「満月」が「下弦の月」であれば、そのような観測は可能である。
- エ 下線部 (B) の「満月」が「三日月」であれば、そのような観測は可能である。

正解

問1	1	ウ
	2	エ
問2		ウ
問3	1	イ
	2	イ

思考力・判断力・表現力との関連性

- 問1の1では、写真から光が当たっている方向を判断し太陽の位置を決定する状況整理能力を測る問題になっている。
- 問1の2は、典型的な地球-月-太陽の位置関係の図（平面状に地球の北極中心があり、その周りを月が回り、太陽が一方向から照らしたときの月の満ち欠けの様子を表した図）を踏まえた上で、観測点を移して思考し、北極の位置・月から見た状態・月と地球と太陽の位置関係などをイメージする能力を測る問題になっている。

（思考力）「自然現象や日常の現象から得られた結果から必要な情報を抽出・思考できる」に相当

（判断力）「自然現象や日常の現象に対する実験や観察から抽出した結果を既習の理科の原理・原則に対応させて整理・分析・仮説立案・実験・考察・推論などができる」に相当

- 問2は、日食と月食の位置関係とメカニズムに関する知識を有しているかを問い、条件が変わった時に結果がどう変わっていくかを問う問題となっている。
- 問3の1は、既存の知識である日食と月食の関係を元に、与えられた記事の説明が妥当であるか判断することができるかを問う問題となっている。

（思考力）「自然現象や日常の現象に対して得られた結果を既習の理科の原理・原則に対応させて説明できる」に相当

- 問3の2は、上弦および下弦の月に関する基礎知識は有した上で、夕方に太陽が西にあるという情報から、空高くある月はその半分が照らされていることが思考できるかを問う問題となっている。

(思考力)「自然現象や日常の現象から得られた結果から必要な情報を抽出・思考できる」に相当