

2021年度

S F

小 論 文

3月12日(金)

理 学 部 (地球科学科)

9 : 40 ~ 11 : 00

【後期日程】

注 意 事 項

試験開始前

- 1 監督者の指示があるまで、問題冊子、解答用紙、下書き用紙に手を触れてはいけません。
- 2 監督者の指示に従って、全部の解答用紙(4枚)に受験番号を記入しなさい。

試験開始後

- 3 この問題冊子は、3ページあります。はじめに、問題冊子、解答用紙、下書き用紙(1枚(表裏))を確かめ、枚数の不足や、印刷の不鮮明なもの、ページの落丁・乱丁があった場合は、手をあげて監督者に申し出なさい。
- 4 解答は、すべて解答用紙に記入しなさい。(下書き用紙と間違わないよう十分注意してください。下書き用紙は採点対象となりません。)
- 5 解答用紙の使い方については、裏面の『注意事項』を参照してください。
- 6 問題は、声を出して読んではいけません。
- 7 配点は、比率(%)で表示してあります。

試験終了後

- 8 問題冊子と下書き用紙は、必ず持ち帰りなさい。

注意事項

1. 書き出しは、一マスあけない。
2. 改行したら、最初の一マスをあける。
3. 読点には「、」を使用し、句点には「。」を使用し、それぞれ一マスとする。
4. 小さな文字「っ」「ゃ」「ゅ」「ょ」は一マスで使う。
5. 行の末尾の「、」と「。」については、下の例に従う。
6. 数字と英語の書き方は、下の例に従う。

近	年	の	海	水	準	上	昇	に	関	し	て	は	,	20	世	紀	の	上	昇	量	は	,	1.7-	
1.8	mm	/	yr	と	推	定	さ	れ	て	い	る	。	一	方	,	CO ₂	濃	度	は	,	産	業	革	
命	前	の	濃	度	(280	ppm)	で	現	在	は	400	ppm	で	あ	る	。	し	た				
が	っ	て	,	1.4	倍	に	増	加	し	た	。	こ	れ	は	懸	念	す	べ	き	問	題	で	あ	
	IP	CC	は	,	20	13	年	に	第	5	次	報	告	書	を	出	し	た	。	そ	れ	よ	る	と
18	80	~	20	12	年	に	お	い	て	,	世	界	平	均	地	上	気	温	は	0.85	°C	上	昇	
し	た	。	海	洋	は	人	為	起	源	の	CO ₂	の	約	30	%	を	吸	収	し	た	。			

50字

100字

150字

学生のAさんとB先生との会話を読み、以下の問に答えよ。

Aさん：地球科学の特徴は、現在だけでなく過去におこった自然現象についても研究の対象になることですね。特に、有史時代より遥かに大昔の話も珍しくないことに驚きました。

B先生：地球の誕生から現在までの時間は約 45.5 億年なので、地球の年齢を 1 年に換算すれば、有史時代は 12 月 31 日の最後のわずかな数秒間だけですからね。地球の歴史は古くからの人類の興味の対象ですが、そのほとんどについて人類による記録はありません。

Aさん：そのような人類による記録のない時代におこった自然現象についても、私たちが知ることができるのは何故ですか？

B先生：それは、過去におこった自然現象の情報が、地層・岩石に記録されているからです。地層・^(a)岩石の種類や産状、形、内部構造、化学組成などの特徴は、それらを作った自然現象の種類や規模、過程を強く反映します。したがって、地層・岩石の形成過程を丹念に調べることで、過去におこった自然現象について知ることができるのです。例えば、恐竜絶滅の一因と考えられている約 6600 万年前の巨大隕石衝突は、世界中に見られる同年代の粘土層の特徴から明らかにされたイベントです。この粘土層は、地表にはほとんどありませんが隕石中にはたくさんあるイリジウムという元素が濃集していることから、隕石衝突によってできたものと考えられました。この他にも、約 7 億年前の全地球凍結や、約 2 億 5 千万年前の洪水玄武岩噴火など、過去におこった様々な自然現象が地層・岩石の研究から明らかにされてきました。ここにあげたイベントはいずれも人類が未経験の自然現象ですが、未来に同様のことがおこっても不思議ではありません。

Aさん：探偵の推理みたいで面白いですね。でも、そのような自然現象が発生した年代はどうやって決定するのですか？

B先生：年代についても、地層・岩石に含まれる鉱物などから、その絶対値を決定することができます。物質を構成する原子の中には、時間とともに一定の割合で放射壊変をおこして別の種類の原子に変わっていく、放射性核種というものがあります。放射壊変する前と後の原子核をそれぞれ親核種、娘核種と呼びますが、物質に含まれる親核種と娘核種の量比は放射壊変によって時間とともに変化していくので、それらの数を計測することで年代の絶対値を決定することができます。この方法を放射年代測定法とよびます。放射年代測定法は 20 世紀に入ってから開発された技術で、この方法によってはじめて地層・岩石の年代の絶対値を決定することが可能になりました。今、自然現象の発生頻度や周期について議論できるのは、放射年代測定法によって岩石・地層の年代が決定できるからですね。

Aさん：年代の絶対値が決められるようになったのは最近なのですね。放射年代測定法には、具体的にどのようなものがありますか？

B先生：もっとも代表的なものは、ジルコンという鉱物のウラン(U)-鉛(Pb)年代測定法でしよう。^(b) ^{238}U という放射性核種は44.7億年の半減期で放射壊変して ^{206}Pb に変化します。半減期とは、放射壊変によって親核種が半数に減るのにかかる時間のことですね。ジルコンは火成岩・変成岩・堆積岩のいずれにも含まれる鉱物です。この鉱物は形成時にウランを結晶中に取り込みますが、鉛は取り込まない性質があります。このため、この鉱物に含まれる ^{206}Pb は全て ^{238}U が放射壊変したものとみなすことができます。したがって、現在の ^{238}U と ^{206}Pb の含有量を測定すれば、一粒のジルコンからでも形成年代を決定できます。実際、現在見つかっている地球起源の最古の物質は、オーストラリアの太古代の堆積岩中に含まれていた一粒のジルコンで、その年代は約44億年と報告されています。

Aさん：あれ？ 地球最古のジルコンは、地球の形成年代より1億年以上も若いのですね。それでは、どうやって地球の形成年代は決められたのですか？

B先生：鋭いですね。約44億年よりも古い年代値を示す地球起源の物質はまだ見つかっていません。実は、約45.5億年前という地球の形成年代は、隕石から推定された値なのです。隕石の中には、太陽系形成初期の状態をそのまま保っているものがあります。このような隕石の形成年代が45～45.7億年前に集中することから、太陽系の形成と同時に隕石や地球ができたと仮定すれば、約45.5億年前に地球が形成したと考えられます。

Aさん：この地球形成の年代値を支持するデータは、隕石の他にはないのですか？

B先生：アポロ宇宙船が月から持ち帰った斜長岩という岩石からも、約44.5～45.1億年前の形成年代が報告されています。月は、地球ができつつあったときにおこったジャイアントインパクトによってできたと考えられています。そして、月ができたときにその表面を覆っていたマグマオーシャンが固化した岩石が斜長岩です。したがって、月の斜長岩について求められた年代は、地球形成の年代値と整合的であるといえます。また、先に話した地球最古のジルコンの年代とも矛盾しません。

Aさん：地球の年代が、地球外の岩石から決められていたということに驚きました。これまで岩石に^(c)は図鑑で見るイメージしかなかったのですが、地層・岩石に関する研究が、地球の歴史を明らかにするうえで重要であることがわかり興味が湧いてきました。

B先生：物理学者の中谷宇吉郎は「雪は天からの手紙」という有名な言葉を残していますが、これにならうと「地層・岩石は地球からの手紙」といえるかもしれませんね。

問1 下線部(a)について、地層・岩石の記録から過去におこった自然現象を推定した例をひとつ、50～75字で説明せよ。(配点20%)

問2 下線部(b)について、ジルコンに含まれる ^{238}U と ^{206}Pb の含有量を測定すれば、その形成年代の絶対値を決定できる理由を、100～150字で説明せよ。ただし、 ^{238}U 、 ^{206}Pb 、44.7はいずれも2文字とみなすものとする。(配点30%)

問 3 下線部(C)について、地球起源の物質から地球の形成年代の絶対値を決定することが困難な理由を、50～75 字で説明せよ。(配点 20 %)

問 4 過去に発生した自然現象について明らかにすることには、どのような意義があると考えますか？ あなたの考えをまとめて、100～150 字で説明せよ。(配点 30 %)