

'19

前期日程

理科小論文

(教育学部)

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題冊子は1冊(4頁)、解答用紙は3枚、下書用紙は1枚です。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所等があった場合には申し出てください。
3. 氏名と受験番号は解答用紙の所定の欄に記入してください。
4. 解答は指定の解答用紙に記入してください。
5. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
6. 問題冊子と下書用紙は持ち帰ってください。

問 題

次の文章を読み、問1から問4に答えなさい。必要があれば、図を用いてもよい。

人間を含む地球の生命は、食べ物や酸素などの物質を体内に取り入れ、体内を循環する水分と一緒に運び、水溶液の中で起こる化学反応によってエネルギーに変えて活動し、余った老廃物を水分とともに排出します。生命というものが化学反応でできている以上、こうして物質を「出入り」させることが必要です。

ということは、物質を出入りさせる「媒体」も必要なわけですが、この媒体の状態は、物質の三態でいうと固体でも気体でもうまくいかず、液体がベストです。というのは、まず固体はあまりに動きが遅すぎて物質の出入りをさせにくいのです。気体になると分子の動きは速いのですが、密度が低すぎて効率よく物質を出入りさせられません。たとえば我々は気体を出入りさせて呼吸をしていますが、空気から栄養をとっている人はいません。まさに、「霞を食って」は生きていけないのです。食事は胃や腸で液体に溶かしてとりこんでいます。他の多くの生き物も事情は似たようなものです。

ですから、とりあえず「液体」が必要だろうということは納得できます。

さて、液体が必要なのはいいとして、それが「水」でないといけないのはなぜでしょう？ H_2O に限らずとも、どんな物質でも液体になれます。それでも、生命が水を選んでるわけが、何かあるはずですよ。

そこでまずは、水の特別な性質を考え直してみましよう。

特別な性質と言っておいて、いきなり逆のことを言うようですが、水は「ありふれた物質」です。少なくとも、地球上に住んでいる私たちはそう思っています。しかし、^(a)両隣の火星と金星を見てみると、地球ほど大量の水があるようには見えません。地球は水がありふれている「特別な星」なのではないでしょうか。

そもそも、宇宙には水がどれくらいあるのでしょうか。

宇宙全体で個々の元素がどれくらいあるのか、正確なところはよくわかりません。しかし、太陽系の中ならば、個々の元素がどれくらいあるのかという比率は、太陽の観測や隕石の分析でだいたいわかっています。

一番多いのは水素です。次はヘリウム。実はここまででもう全部の元素の質量の99%くらいを占めています。

あとは酸素、炭素、ネオン、窒素、マグネシウム、ケイ素、鉄。ここまでで、99.9%以上です。要するに、太陽系はほとんどこれだけの物質でできていると言ってしまってもいいほどです。この太陽系の元素の存在比率は、元素がどのようにできてきたかという理論と照らし合わせてみても、大きくずれてはいません。すると、この元素の比率は宇宙の平均値とまでは言いませんが、特に変てこな組成というわけでもなさそうです。

さて、 H_2O という通り、水は水素=Hと酸素=Oからできています。太陽系で二番目に量が多いヘリウムは化学反応しない物質です。ということは、水は、化学反応する物質の中で一番多いものと二番目に多いものでできているのです。すなわち、宇宙的な規模で言っても、水は「たくさんあってしかるべきもの」だと推測できます。

ちなみに、原始の太陽系が形成された過程を理論的に計算してみても、太陽系の組成の気体を冷やしていくと、分子の気体の中から、いずれ岩石や鉄が固体として凝縮してきますが、水は岩石や鉄の3倍くらいの量が生成されることがわかっています。

つまり、水がありふれた星だというのは、そんなに特別なことではなく、宇宙に生命が発生するときに、媒体として「液体を使うなら、水を選ぶ」のはごく自然なことと言ってよいでしょう。まずこれが、私が水を**最重要条件**だと考える根拠のひとつになりました。^(b)

私たちは水を見慣れているので、水のいろいろなふるまいを当たり前のように思っています。しかし、本当は水は特別な性質を持っている……というか、すごく変な物質なのです。水は液体の代名詞のように思われています。言い換えれば、液体の状態を取る物質の中で最も身近なものだということです。実はそのこと自体が、水の「変さ」の表れなのです。

どんな物質でも、三態、つまり液体・固体・気体の状態を取ります。それは、温度

と圧力の変化に対応しています。一般的に、温度が低く、圧力が高いときに固体。温度が高いか、圧力が低いときに気体。その中間で液体になります。

しかし、一般的には液体状態になる温度・圧力の範囲は狭いのです。常温常圧で液体でいる物質を考えてみてください。実は身の回りのたいていの物質は固体か気体で、水以外の液体はあまり多くないことに気づくと思います。食用油、石油、ガソリン、アルコールくらいでしょうか。さらに、これらの物質を眺めてみるとすべて、炭素と水素を主な材料としてできているのです。炭素と水素でできていなくて、常温常圧で液体の物質となると、水銀などがあるにはありますが、身近なものに関していえば、水以外の液体はほとんど炭素と水素の化合物だと言ってしまってもいいくらいなのです。

これらの身近な液体と比べると、水の「変さ」は際立っています。

一般的に液体が蒸発する温度、固体が融解する温度は、その物質の分子量(=物質を構成する分子の重さ)が大きいほど高くなります。分子量が大きい、重い分子ほど、高温で液体になります。

水の分子量は18です。

たとえば、炭素と水素でできているメタン(CH_4)は分子量16なので水に近い重さですが、常温常圧では気体です。常圧で液体にしようとする、マイナス161℃に冷やさなくてははいけません。

常温常圧で液体のメタノール(CH_3OH)は分子量32で、水の倍近い重さです。それでも、水よりもずっと低い65℃で沸騰して気体になってしまいます。分子量が小さい分子の方が低い温度で蒸発するはずなのに、水は自分より倍も重い分子と比べても、ずっと高温まで液体のままです。本当は、水程度の分子量の物質は常温常圧では気体のはずなのに、液体のままというのは、水という物質の「変さ」の一つの表れなのです。

分子量が小さいということは、ありふれた物質だということもできます。分子量が大きい物質は、多くの原子が合わさらないとできない分子ということなので、いくつもの原子を集めた物質のほうが当然少ししか作れません。例外はありますが、大きい分子量の物質は相対的には少ないものと言っていいでしょう。

そう考えると、分子量が小さいのでたくさん存在し、高温まで液体でいるという「変さ」が、水を液体の代表たらしめているのです。そして、そのことは、「液体の水」を生命が選んだ理由の二つ目とも言えるでしょう。

(出典：阿部豊『生命の星の条件を探る』文藝春秋，2015，一部改変)

問 1 下線部(a)について、水がありふれた物質である理由は何か。著者の考えを100字以内でまとめなさい。

問 2 水の「変さ」について、次の問に答えなさい。

- (1) 著者が述べる水の「変さ」とは何か。50字以内でまとめなさい。
- (2) その「変さ」が生じる理由を説明しなさい。
- (3) 水が示す(1)以外の特異な性質について、身の回りの現象を例にあげて説明しなさい。

問 3 著者が考える、「液体の水」を生命が選んだ理由を200字以内でまとめなさい。

問 4 下線部(b)のように、著者は液体の水の存在を生命が発生する最重要条件と考えている。生命が発生する条件として他にどのようなものが考えられるか。条件として考えられるものを一つあげて説明し、そう考えた理由を述べなさい。

