

問題2 以下の文章を読んで、後の【問1】～【問14】に答えなさい。

電磁気の利用

現在は、情報の伝達も記録も電子的に行われている。電子的情報通信によって、その伝達速度は飛躍的に向上した。

電気を取り扱う情報伝達技術は、電信にはじまる。電信では、電流が流れる時間の長短の組み合わせで情報が伝えられ、その伝達速度は毎秒10ビット程度である。

会話による情報伝達は、どのような言語でも毎秒40ビットほどだが、インターネットでは家庭で使う光通信であっても、毎秒100メガビット程度の速度で行われる。電磁気を利用することによって、会話と比べて速度が250万倍速くなったことになる。電子技術の発展は、情報伝達速度を画期的に高めた。

ただし、情報の記憶容量に関しては、電子技術以上に高いものが存在する。それはヒトの細胞である。ヒトの1細胞の質量(約2ナノグラム)には、およそ60億ビットの情報が保存されている。1グラム当たりでは、なんと約300京ビットにもなる。

一方、SDカードの記憶容量は、1グラムほどで約1テラバイトだ。1バイトは8ビットなので、1テラバイトのSDカードは8テラビット、つまり1グラム当たりで約8兆ビット。したがって、質量当たりの記憶容量では、ヒトの細胞のほうが大きい。

記憶するだけであれば細胞は必要なく、DNA分子で十分である。1細胞に含まれるDNAの質量は3ピコグラム。

DNA1グラム当たりの記憶容量は約20万京(20垓)ビットと、SDカードの(あ)倍高密度である。

ただし、記録の書き換え速度を考えると、電子情報は遺伝子とは比較にならないほど高速である。遺伝子が書き換えられるのにかかる世代時間が数十年、変化するのには1万年単位の時間がかかる。それに対して、電子的記憶はSDカードの全記録を書き換えたとしても2～3時間で事足りる。電子情報は遺伝情報と比して、速度の点で桁違いに高速化していった。

つまり、生物の情報と比べた場合、電子情報は密度の点ではまだ劣るものの、通信速度も情報書き換え速度も桁違いに向上したといえる。しかも、その速度は今もなお加速し続けている。

神経、目、鼻、耳、口の役割

さて、火の利用、道具の使用と製作からはじまり、電子技術の活用にまで至る人類の進化を可能にした要素とは、いったい何だったのか。脳あるいは知能が必要なことは説明不要と思う。それにたどり着くための進化では、どのような点が重要だったのだろうか。

先述したように、動物の祖先は襟鞭毛虫^{えりべん}という単細胞原生生物が多細胞化して生まれた。多細胞生物誕生時の化石はほとんど残されていないので、この時期の進化は発生学と分子進化学のデータによって推定されている。それらのデータによれば、襟鞭毛虫につながる原生生物が多細胞化して、海綿やサンゴ、イソギンチャク、クラゲの仲間の祖先が生まれた。

サンゴ、イソギンチャク、クラゲの仲間は、腔腸動物^{こうちよう}あるいは刺胞動物と呼ばれる生物のグループに分類される。腔腸動物は腸管をもたず、口から食べた餌は腔腸で消化され、不要なものを再び口から排出する。腔腸動物は触手で餌を捕らえるが、すでに神経系を備えており、触手の動きを制御している。こうした事実から、神経系は捕食という行動とともに誕生したということがわかる。

神経はやがて、多数の神経細胞の塊である脳をつくり出す。タコは 8 本の足を制御するため、八つの脳と、それらを (1) トウゴウするもう一つの脳(合計 9 個)をもつことが知られている。ただし、この場合でも全体を制御しているのは、頭に位置する脳である。

タコに限らず多くの生物の脳は、頭の位置にある。頭には脳のほかに眼や聴覚器、臭覚器と味覚器が集約しており、頭にある口は (2) ホソクした獲物を消化管に送る入り口の役割を果たしている。

こうした器官が集まる頭は、「捕食のための装置」と言うことができそうだ。捕食するために生まれた神経は塊となって、視覚や聴覚、臭覚、味覚を (1) トウゴウし、身体の動きを制御する脳となった。

その後の人類へとつながる進化過程においては、脳のほかに 2 本の「腕」と「指」の存在が重要であった。道具の利用と製作、さらに文字の記録、電子機器の製作と利用には、これらの細かい作業を行うための「指」と、「指」の土台となって道具や電子機器を動かすための「腕」が必要である。

先述したニューカレドニアのカレドニアガラスは、すべての作業を行えないまでも、脚とくちばしが 2 本の「腕」の役目をしている。このとき、くちばしは細かい作業を行う「指」の役目も担う。

道具を使うわけではないが、^{もうきん}猛禽類は脚で獲物を押さえながら、くちばしで餌をちぎり取る。トリの脚は (3) ホニュウリイの後ろ脚に相当し、猛禽類のくちばしと後ろ脚は 2 本の「腕」の役割を果たしている。動物がものを取り扱う場合、2 本の「腕」と「指」に相当する器官が必要となるのだろう。

情報を伝達する手段としては、光を受容する眼、音波を発する発音器官、音波を受容する聴覚器が必要である。これらの器官は捕食活動のため、あるいは外敵の検出とそこからの逃避行動にとって重要であり、多くの多細胞動物が有している。

脳と腕と指、音波の発生器官と検出器官、さらに光の検出器官。こうした要素が、人類にとって重要だったのだろう。これらの器官があって初めて、火を利用し、道具を使い、音波や電磁気を活用することができ、それらが人類を進化させたからである。

生物はなぜ進化する

ここまで生命の進化について記してきた。では、なぜ生命は進化するのだろうか。そして、生命はどのように進化するのだろうか。ダーウィンは『種の起源』で「(い)」という疑問を検討している。

『種の起源』初版のページ数は、英語で本文 490 ページほどである。『種の起源』でダーウィンは、生物進化に関する様々なことを検討した。同書のエッセンスは、序章の中で 10 行にまとめられている。それを訳すと次のようになる。

生存可能な数よりも多くの子孫がそれぞれの種から生まれる。そのため、生存のための競争が頻繁に繰り返される。その結果、複雑な時々変化する生存条件の中で、もしほんの少しでも何らかの点で有利であるような個体があると、その個体にはより大きな生存の機会が生じ、その結果、その個体は (う)ことになる。強力な遺伝の仕組みにより、選択された個体のもつ変化した新しい性質は広がっていくことになる。

進化とは、生物の個体が集まった集団内で起こる現象である。生物は多数の子孫を生むが、多数の子孫は互いに異なった性質をもつ。それらの中で、複雑に変化する環境に対して、いくらかで

も有利な個体が存在すると、その個体がより高い確率で生き残るというわけである。それをダーウィンは「その個体は□(う)□」と表現した。

進化の仕組み

ダーウィンが『種の起源』を書いた当時は、まだ DNA や遺伝の仕組みがわかっていなかった。ダーウィンが生きた時代は、遺伝学の基礎を築いたグレゴール・ヨハン・□(え)□の生きた時代とほぼ同時期であった。しかし、当時□(え)□の遺伝学は注目されておらず、ダーウィンは□(え)□の考えを知らなかった可能性が高い。

ダーウィンが研究を行っていた時点での生物学の知識は、かなり限られたものであった。しかし、ダーウィンが唱えた生命進化の仕組みは、その後の多くの生物学研究によって確かめられている。

1953 年、ジェームズ・ワトソンとフランシス・クリックの二人が、DNA の二重らせん構造を発見した。その後、この分野は分子遺伝学へと発展していく。この分子遺伝学により、遺伝子の変化の仕組みが極めて詳細に明らかになったことで、「生命進化が、どのように起きるのか」という進化の分子の仕組みも解明されつつある。

すべての生物は、核酸に遺伝情報を記録している。念のため確認すると、核酸とはリボ核酸(RNA)とデオキシリボ核酸(DNA)を総称したものである。

遺伝情報を RNA に記録している一部のウイルスを除き、すべての生物は DNA に遺伝情報を記録している。そして遺伝情報は遺伝の仕組みにより、タンパク質の機能として発現する。ごく一部は RNA のまま(転移 RNA とリボソーム RNA)、あるいはリボザイムとして機能を発現する。ただし、その場合でも RNA は塩基配列の情報に従って構造をとり、機能を発揮している。つまり、その場合でも遺伝子の情報が機能を記録しているという点では、タンパク質と同じである。

さらに遺伝子は、しばしば突然変異を起こす。(A) DNA 複製という細胞の基本的活動中にも、1 億回の複製に対して 1 回程度、遺伝子は突然変異を起こす。この現象は、自然突然変異と呼ばれている。

また、紫外線や放射線によって DNA が損傷すると細胞は修復を行うが、その際に修復間違いを起こす。それが突然変異である。

しかし、これらの突然変異が「何か特別の機能を目指して起きる」ということは決してない。突然変異は完全にでたらめに起きる。

ダーウィンが『種の起源』に記した自然選択の前提となる個々の個体をもつ多くの変異は、完全にでたらめに起きる。そのとき生物は考えない。様々な変異をもつ多種多様な生物個体の中で、いくらかでもその環境での生存に有利な個体があると、その個体の生存の可能性が高くなる。このようにして自然選択は生じる。このダーウィンの考えた自然選択の理論は、現在の分子生物学的な知見によって裏打ちされている。*

*

(I)

人類は身近な元素を用いている

生物が主に有機化合物と水からできていることは、すでに説明した。有機化合物を構成する元素は炭素を骨格として、水素、酸素、窒素が分子の性質を変えて様々な機能を発現している。

たとえば、水素が結合することでその部分は疎水性となり、酸素や窒素が結合することで親水性となる。脂質分子がもつ疎水性と親水性の性質によって、膜がつくられる。疎水性のアミノ酸と親水性のアミノ酸によって、タンパク質の構造がつくられる。それぞれのタンパク質ごとに決まった構造となったタンパク質は、筋肉の動きや神経の働き、細胞の中で反応を触媒するような機能をもつ。

また先に述べたように、アルカリ金属イオン(ナトリウムイオン、カリウムイオンなど)やアルカリ土類金属イオンであるカルシウムイオンは、情報伝達に利用されている。イオンの細胞内外の濃度差を利用し、シグナル伝達に使用している。

さらに極微量ではあるが、生物は様々な金属元素を酵素反応に利用している。生物種によっては、骨格や殻にカルシウムやケイ素を使う。人類以前の生物は、これらの身近にある元素を使っていた。

人類の身体の構造は数億年の歴史の中で形づくられてきたので、その基本原理がそう簡単に変わることはない。人類の身体の変化が短期間で起こることはない。人類が身体の中で用いる元素も、進化の過程でまったく変わっていない。一方、人類は様々な元素を、道具として利用してきた。そのとき人類は、身近にある使いやすいものを使っている。ここでは、その例を紹介していく。

ケイ素・カルシウムの発見

人類は陸地や川で手に入る **(お)** を、**(か)** として利用しはじめた。**(か)** の材料である **(お)** には、ケイ素(Si)が大量に含まれている。

(お) の主な成分は、二酸化ケイ素(ケイ酸)およびケイ酸塩である。二酸化ケイ素およびケイ酸塩からなる鉱物は、硬くてもろい。そうした **(か)** の材料となる **(お)** は、山脈として隆起し、水や植物の浸食作用によって土砂となり、陸地や川を経て海に流れ込んでいく。

人類はまず、身近にある **(お)** を利用した。やがて剥がれやすく、剥離面が鋭利な形状になる **(お)**、黒曜石やチャート(石英)を交易によって入手し、利用するようになっていく。

ケイ素と同じく道具をつくるために使われた元素としては、カルシウム(Ca)が挙げられる。カルシウムは捕獲した **(き)** などの成分である。

一方、同じケイ素化合物でも、ケイ酸からなる **(お)** が水と反応してできたものが **(く)** である。**(く)** は **(お)** と水とが反応することによって形成される。**(く)** を高温で焼くと、硬い構造をもつようになる。人類は山火事やたき火によって偶然、**(く)** が硬くなる現象に遭遇したのだろう。それにより **(け)** の製造を覚えたのかもしれない。**(く)** (ケイ素化合物)も容易に入手可能な材料であり、**(け)** として広く利用された。

青銅の発見

(B) 銅(Cu)は、金属の中でも比較的入手しやすい。多くの金属元素は天然では他の元素と結合し、鉱石として存在しているが、銅は天然に自然銅として少量発見される。初期人類は少量発見された金属銅を、道具として利用した。紀元前 6000 年頃には、メソポタミア地域のシュメール人とカルディア人が金属銅を使用していた形跡が残っている。孔雀石 $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ (マラカイト・炭酸水

酸化銅)を窯炉(焼窯)で還元し、少量の金属銅がつくられていた。孔雀石は高温で容易に還元される。

ただし、銅は軟らかすぎるので、そのままでは道具として利用することができない。少量のスズと混合することで、強度が高く加工しやすい青銅となるが、自然界の多くの銅鉱石はもともとスズを含んでいるので、天然に青銅が得られたと思われる。

こうした金属の利用は、鉱石から金属を精錬する技術の獲得に依存していた。鉱石は世界各地で産出されるが、局所的に見ればその地域は限られている。人類は産出地でつくられた青銅器を交易によって入手し、利用するようになった。

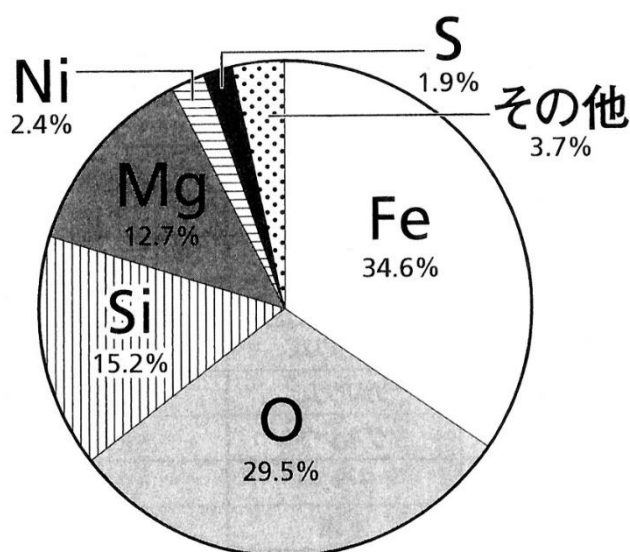
鉄の発見

地球に含まれる元素で最も多いのは鉄(Fe)である(図 1)。鉄は、隕石^{いんせき}の一種として地球にもたらされた。宇宙から降り注ぐ隕石は多種多様で、大部分はかんらん岩、輝石などからなる石質隕石であった。ただし、炭素を含む炭素質隕石や、鉄とニッケルを主成分とする鉄隕石も宇宙から地球に降り注いでいる。鉄隕石を使った道具は、青銅器時代以前から使用されていたが、その量はごくわずかでしかなく、限定的な利用にとどまっていた。

(C) 鉄鉱石の精錬は、銅と比べてかなり難しい。精錬のためには鉄鉱石を木炭と混ぜて、大量の空気を送り込む必要がある。

初期の鉄の精錬は、天然の風が吹き込む環境ではじまったが、その後ふいごを用いた人力による精錬が行われるようになった。砂鉄を木炭で還元する日本のたたら製鉄も、鉄の精錬方法の一つである。

地表から 16 キロメートルの範囲の地殻中の元素含有量を調べると、最も多いのは酸素である(図 2)。次に量が多いのはケイ素、アルミニウムの順で、鉄は 4 番目である。酸素は地殻中でケイ素やアルミニウム、鉄と結合して存在している。二酸化ケイ素や酸化アルミニウムを還元することと比べて、酸化鉄の還元は、はるかに容易であることから、青銅器時代のあとには鉄器時代が到来した。



出典: Mason, B. (1966) Principles of Geochemistry. 3rd Edition, Wiley, New York, London, p.329

図 1 地球に含まれる元素の比率

	元素名	含有量(重量%)
1	酸素	46.6
2	ケイ素	27.7
3	アルミニウム	8.1
4	鉄	5.0
5	カルシウム	3.6
6	ナトリウム	2.8
7	カリウム	2.6
8	マグネシウム	2.1
9	チタン	0.4
10	水素	0.1

出典：『鉄の歴史と化学』田口勇、裳華房(1988)

図2 地球における地表から16kmの範囲の地殻中の元素含有量

電子機器の時代

電子機器の時代に入ると、銅(Cu)は再び重要な金属となった。青銅器として用いる銅の純度は低くてもよいが、電子機器開発のためには純度を高めた銅が必須となる。純度の高い銅は電気伝導度が高いので、電流を流した際の発熱を低く抑えることができるからである。

純度の高い銅は、電線やモーター、電磁石などの電気機器で利用される。純度の高い銅の生産には、高度な技術と多くのエネルギーを必要とするが、工業の発展によってそれが可能となった。

逆に熱を利用する際には、電気をあまり通しやすすくない元素が用いられる。電気を通しにくい金属は、電気を流すと発熱する。高温になると多くの金属は溶融、あるいは酸化してしまう。高温になっても溶けず、酸化もしない金属として、(こ)が白熱電球のフィラメントに用いられた。

やがて、半導体の時代が到来した。半導体というのは、電子を通す状態である「導体」と、通さない状態である「不導体」の二つの状態を取り得る物質のことである。

半導体は、こうした二つの性質を利用することで、電気の流れを制御している。この半導体として最初に使われた元素は、ゲルマニウム(Ge)であった。初期のトランジスタラジオは、ゲルマニウムを使ったトランジスタを用いてつくられた。トランジスタとは、電子回路中でオン・オフを担う素子のことである。

シリコン(ケイ素)の利用

いくつかのトランジスタを組み合わせると増幅回路ができ、その増幅回路を組み合わせることで、論理演算回路や記憶回路を作製することも可能となる。初期の増幅回路は、複数のトランジスタを組み合わせることで構成されていた。

やがて、一つの結晶の上に複数のトランジスタや様々な素子からなる回路を、写真技術を用いて焼き付けるようになった。多数の増幅回路を一つの半導体結晶上に焼き付けたものを、集積回路と

いう。

集積回路の作製はゲルマニウムでも可能であるが、ゲルマニウムには高温で不安定になるという欠点がある。金属シリコン(純粋なケイ素)を用いたほうが、より安定的なので、集積回路は金属シリコンでつくられるようになった。現在、数万個、数億個の素子から形成された集積回路が金属シリコンを用いて製造され、コンピューターや携帯電話はもちろん、車や家電製品の制御に利用されている。

ケイ素は先史時代より、石器や土器として使われてきたが、これらはケイ酸を主成分とする利用であった。集積回路として利用されるのは、精錬された純粋なケイ素である。純粋なケイ素を、金属シリコンと呼ぶ。また本書で単にシリコンという場合には、金属シリコンを指すことにする。

金属シリコンの主要原料となる二酸化ケイ素(ケイ酸)は、(さ)に最も多く存在する成分である。しかし、ケイ酸から酸素を取り除いて金属シリコンを得るには、大きなエネルギーが必要となる。ケイ酸中のケイ素と酸素の結合が、非常に安定しているからで、そのため金属シリコンの利用は工業生産技術の発展で初めて可能となった。

(ル)の魅力

(ル)は、天然に金属の状態で発見されるので、紀元前の時代から利用されてきた。

(ル)は錆びず、いつまでも輝きが失われない。そのため、権威を象徴する貴金属として、古くから社会の支配層のあいだで重用されてきた。

時代が経過し、現在では情報機器の部品として、(ル)は不可欠な元素となっている。社会の情報化が進み、コンピューターやインターネット、携帯電話が発達したことによって、現代では集積回路が大量に使用されるようになった。高度な集積回路では温度の上昇をどう防ぐかが課題となるが、そこには元素の電気抵抗率が関係してくる。

銅の電気抵抗率は低い、(ル)はそれよりもさらに低い。そうした理由もあり、現代の電子機器では、発熱を抑えるための導線の素材として(ル)が利用されている。

(Ⅱ)を利用した人類史

アルミニウム(Al)は、ケイ素に次いで地殻中に多く含まれる元素である(8.1%)。しかし、ケイ素と同様に酸素との結合が非常に強く、アルミウムの単体、金属アルミニウムを得るためには多くのエネルギーが必要である。現在、金属アルミニウムを得るため、多大な電力が消費されている。

このように、人類は身近な元素を道具として利用してきた。ただし、身近という意味は、時代によって大きく異なる。先史時代の初期には、住居のそばにあった、まさに手近な石と骨の利用からはじまった。しかし、ほどなくよい石、よい金属を遠方から手に入れるようになった。また粘土を成形後、焼いて利用することもできるようになった。

次の段階での金属利用は、技術と工業の発展に依存していた。金属の利用は自然界から手に入る純金や純銀、金属銅、鉄隕石の使用からはじまった。やがて青銅をつくり、さらに鉄の精錬へと技術が進歩していった。

その後、電気や電子の利用は、金属の利用形態を大きく変えた。現在では、純度の高い銅を用いた電線から、精製の困難なタングステン、ゲルマニウム、精錬に大量のエネルギーが必要な金属シリコンやアルミニウムが利用されるまでに至っている。電気関連技術の発展によって初めて、多

量の金属シリコンやアルミニウムが利用可能となった。

人類以前の生物は、自分自身が使う元素を身近で選び、それを自身の身体材料として利用してきた。人類は、自分の身体自体は変えていない。元素を身体の外で利用してきただけである。

人類による元素の利用は、単に近くで手に入るということからはじまったが、やがて技術的・エネルギー的に入手可能なものを使うように発展した。ただし、人類はこうした利用方法の発展過程を、最初から考えていたわけではない。そのとき手に入る元素を、そのとき利用可能な技術で、より有利になるよう利用してきただけである。

新しい元素の利用はまた、新しい産業の発展を促し、新しい元素の利用をさらに促進していった。

山岸明彦『元素で読み解く生命史』株式会社 集英社インターナショナル 2023 年より抜粋、一部改変

【問1】 本文中の下線部（1）～（3）と同じ漢字を含むものを、1～5より1つずつ選びなさい。

（1）トウゴウ

1. 目的地にトウ着する
2. 新聞にトウ稿する
3. トウ論会で発言する
4. トウ尿病で入院する
5. トウ計資料を分析する

解答番号[18]

（2）ホソク

1. 図書返却の督ソクをする
2. ソク達郵便
3. 歴史にソク跡を残す
4. 要点をトラえる
5. 腕をツカむ

解答番号[19]

（3）ホニユウルイ

1. ホ育園の園児
2. 稲のホが実る
3. ホ装道路
4. 国のホ助金をもらう
5. この種の猿はホ育期間が長い

解答番号[20]

【問2】 本文中の（あ）に入る数として最も近い値はどれか。次の単位を参考にして、1～5より1つ選びなさい。

単位	0の数
一（いち）	0
十（じゅう）	1
百（ひゃく）	2
千（せん）	3
万（まん）	4
億（おく）	8
兆（ちょう）	12
京（けい）	16
垓（がい）	20

1. 1億
2. 2億
3. 4億
4. 8億
5. 16億

解答番号[21]

【問 3】 本文中の（い）に入る言葉として最も適切なのはどれか。1～5 より 1 つ選びなさい。

1. 遺伝の仕組みとはどのようなものか
2. 生存に有利な個体と環境との関連性はどれくらいあるのか
3. 生命はどれくらい多くの生存可能な子孫をそれぞれの種で残せばよいか
4. 生命がなぜ、どのように進化したのか
5. 進化は個体が集まった集団内で起こる現象なのか

解答番号[22]

【問 4】 本文中の（う）に入る言葉として最も適切なのはどれか。1～5 より 1 つ選びなさい。

1. 強力な遺伝の仕組みにより選択される
2. 複雑に変化する環境により選択される
3. 自然によって選択される
4. 多くの子孫を残せるかどうかで選択される
5. 変化する生存条件によって選択される

解答番号[23]

【問 5】 本文中の下線部（A）について、今、自然突然変異の発生する頻度は、1 回の DNA 複製につき、1 億個の塩基対あたり 1 回程度だとされています。また、ヒトゲノムの DNA の塩基は約 32 億塩基対です。1 回のヒトゲノムの DNA 複製では単純計算で何回程度突然変異を起こすか。1～5 より 1 つ選びなさい。

1. 16
2. 32
3. 64
4. 128
5. 256

解答番号[24]

【問 6】 本文中の（え）に入る人名として適切なものはどれか。1～5 より 1 つ選びなさい。

1. ファーブル
2. メンデル
3. コッホ
4. パスツール
5. キュリー

解答番号[25]

【問 7】 本文中の空欄(I)には以下の①～④の文章が入る。正しい順番を 1～5 より 1 つ選びなさい。

- ① したがって、(え) 遺伝しないからエピジェネティックな仕組みがダーウィン進化から外れるという一部の主張は、ダーウィン進化に対する勘違いと思われる。
- ② この遺伝現象では遺伝形質が(え) 遺伝しないことが特徴だが、この仕組みに関わるタンパク質は DNA に記録されているので、その機能は自然選択される。
- ③ これは DNA やそれに結合するタンパク質(ヒストン)が化学修飾されることで、DNA の配列とは別に情報が子孫に対して伝えられる仕組みである。
- ④ エピジェネティックと呼ばれる遺伝現象が知られている。

- 1. ②→③→①→④
- 2. ③→②→④→①
- 3. ④→③→②→①
- 4. ④→①→③→②
- 5. ④→②→①→③

解答番号[26]

【問 8】 本文中の(お)～(け)に入る語句の組み合わせで正しいものを 1～5 より 1 つ選びなさい。

- 1. (お)岩石 ー(か)石器 ー(き)動物の骨ー(く)粘土 ー(け)土器
- 2. (お)土器 ー(か)岩石 ー(き)石器 ー(く)動物の骨ー(け)粘土
- 3. (お)岩石 ー(か)土器 ー(き)粘土 ー(く)石器 ー(け)動物の骨
- 4. (お)動物の骨ー(か)粘土 ー(き)土器 ー(く)岩石 ー(け)石器
- 5. (お)岩石 ー(か)動物の骨ー(き)粘土 ー(く)土器 ー(け)石器

解答番号[27]

【問 9】 本文中の下線部 (B) の銅の一般的な説明として適切でないのはどれか。1～5 より 1 つ選びなさい。

- 1. 炎色反応は赤色を呈する
- 2. 鉄に比べてやわらかく加工しやすい
- 3. 磁石に引き付けられない
- 4. 十円硬貨や鍋など広く利用されている
- 5. ナトリウム (Na) やカリウム (K) よりイオン化しにくい

解答番号[28]

【問 1 0】本文中の下線部（**C**）の説明として適切でないのはどれか。1～5 より 1 つ選びなさい。

1. 精錬には二酸化炭素の還元作用を利用する
2. 精錬とは鉱石から金属を取り出すことをさす
3. 酸化鉄を還元して金属の鉄を得る
4. 日本刀の鉄は、たたら製鉄で得た
5. 木炭の他にコークスや炭酸カルシウムも使われる

解答番号[29]

【問 1 1】本文中の（**こ**）に入る語句として最も適切なのはどれか。1～5 より 1 つ選びなさい。

1. アルミニウム(Al)
2. ゲルマニウム(Ge)
3. 鉄(Fe)
4. 銅(Cu)
5. タングステン(W)

解答番号[30]

【問 1 2】本文中の（**さ**）に入る語句として最も適切なのはどれか。1～5 より 1 つ選びなさい。

1. 大気
2. 海水
3. 地殻
4. 氷河
5. 地球

解答番号[31]

【問 1 3】（解答不能な設問であったため、全員正解とした）

解答番号[32]

【問 1 4】本文中の小見出しの空欄（**Ⅱ**）にあてはまる語句として最も適切なのはどれか。1～5 より 1 つ選びなさい。

1. エネルギー
2. 金属
3. 精錬技術
4. 元素
5. 化学

解答番号[33]

正解

解答番号	正解
解答番号[18]	5
解答番号[19]	4
解答番号[20]	5
解答番号[21]	2
解答番号[22]	4
解答番号[23]	3
解答番号[24]	2
解答番号[25]	2
解答番号[26]	3
解答番号[27]	1
解答番号[28]	1
解答番号[29]	1
解答番号[30]	5
解答番号[31]	3
解答番号[32]	全員正解
解答番号[33]	4