

問題・解答 用紙番号	33
---------------	----

の解答用紙に解答しなさい。

国 語

〈受験学部・学科〉

3科目型 受験者 **3科目型と2科目型の併願受験者**

理工学部(生命科学科)、看護学部、農学部【理系統】

問題は100点満点で作成しています。

I 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(五五点)

I は著作権処理(二次利用)の関係上、非公開となります。

II

次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(四五点)

チンパンジーやゴリラに比べると、ヒトの寿命は飛び抜けて長いです。¹ヒトは老化および寿命に
関して、非常に特殊な生き物なのです。

日本人の平均寿命は最近100年間、毎年平均0.3歳ずつ延びており、大正時代に比べてほぼ
2倍になりました。生物として何がこの短期間に変化したわけではなく、社会の変化、つまり栄
養状態や公衆衛生の改善により若年層の死亡率が低下したおかげです。

では、本来の生物学的なヒトの寿命はどのくらいでしょうか？ 私は50〜60歳くらいではないか
と考えています。そう考える根拠はいくつかあるのですが、中でも強いものを3つ挙げてみます。

1つ目は、ゴリラやチンパンジーの寿命からの推定です。ゴリラやチンパンジーの最大寿命は大
体50歳前後です。ヒトとゴリラやチンパンジーは、見た目かなり違いますが遺伝情報(ゲノム)は
ほぼ同じ(チンパンジーは98.5%同一)です。ヒトはちよつと賢い(?)だけで、同じ大型霊長
類の仲間なのです。ですので、ヒトの肉体的な寿命も彼らと似ている、つまり50歳前後、と考える
のはありだと思います。

2つ目の根拠は、「哺乳動物の総心拍数は一生ではほぼ20億回仮説」からの推定です。ちよつと長
い仮説名称ですが、簡単に言うと、哺乳動物の一生涯の総心拍数(心臓の拍動回数。“ドクン、
ドクン”の数)は、寿命が2〜3年のハツカネズミも60年のゾウもほぼ同じで大体15億〜20億回
というものです。実際にネズミの拍動は1分間に600回と非常に速く、逆にゾウのそれは1分間
に30回とゆっくりで、それに寿命をかけるとほぼ同じ回数に収まります。

心臓は再生しない消耗品であり、使った分だけ劣化すると考えると、理にかなった説だと思いま
す。心拍数20億回を限界としてヒトの寿命を計算すると、やはり50歳前後になります。つまりヒト
のハード(肉体)としての寿命は、本来はそれくらいということなのです。

3つ目はがんです。ヒトは、55歳くらいからがんで亡くなる人数が急激に増加します。これはこ
の年齢以上に生きることが想定されていない、進化の選択がかかっていたことを意味してい
ます。というのは、野生の哺乳動物でがんで死ぬものがほとんどいないので、ヒトも本来はがん
になる前、つまり55歳よりも前に死んでいたのでしょう。

以上3つの理由から、ヒトの本来の寿命は55歳くらいというのはそれほど間違っていないと思
います。しかし実際には、それよりも30年程度長く生きています。これは一体なぜなのでしょう。

2022年4月、『ネイチャー』というイギリスの科学雑誌に興味深い論文²が掲載されました。
それはいろいろな動物の遺伝子の変異率を調べたものです。変異率とはゲノム(DNA)の変わり
やすさを示したもので、「DNAの壊れやすさ」と考えてもいいと思います。

その論文によると、寿命が2年のマウス(ハツカネズミ)と30年のハダカデバネズミを比べると

マウスの遺伝子の変異率が10倍程度高い、つまり壊れやすいことがわかりました。寿命もハダカデバネズミはハツカネズミの10倍程度長いです。ヒトのゲノムは、ハダカデバネズミよりもさらに変化しにくく壊れにくいです。ヒトの寿命はハダカデバネズミよりも3倍弱長いです。遺伝子の変異率が低い、つまりゲノムが壊れにくいと、細胞の機能は落ちないですし、がんにもなりません。この論文の結論は、ゲノムの壊れにくさが、寿命を決める一因だということです。

この論文では、寿命だけでなく、遺伝子の変異率と体の大きさの関係も調べています。こちらは変異率ほどきれいな相関は見られませんが、傾向はあります。

先にもお話ししたように、³ 体が大きい動物のほうが一般的に長生きです。これは成長するのに時間がかかるので、その分長生きになったのでしょう。養育期間も長くなるので、親も長生きでないといけません。しかし結果的にそうなったというだけで、順序としては長生きになったから体が大きくなったというほうが自然です。

つまり最もシンプルなストーリーは、まず遺伝子の変異が起こり、DNAの修復能力が上がりました。すると老化が抑えられ、がんにもなりにくくなり長生きになります。その間いっぱい食べて体が大きくなったということなのかもしれません。

体が大きいことが有利な環境に生きている生き物だとすると、大きいほうが選択されて、ますます大きくなったと推察されます。キリンの首が長くなったのと同じ理屈です。こちらは変異によってたまたま首の長いのが現れて、その環境、たとえばキリンだけが食べられる高さに餌が豊富で、たまたま有利だったのでしょう。進化のプログラム「A」の結果です。

⁴ ハダカデバネズミは、この「体の大きさが寿命を決める仮説」からかなり外れています。小さい体の割に、例外的に寿命が長いです。おそらくハダカデバネズミの特殊な生活環境が関係しているのだと思います。

ハダカデバネズミはアフリカの砂漠の地中にたくさんの部屋を擁する穴を掘って、アリのよう集団で暮らしています。まずこの「地中」という生活空間では、いくら寿命が長くても体が大きくなるのは無理ですね。大きくなるメリットなしです。進化的には大きいことが選択されなかったということです。かといって外の暮らしは、天敵の存在など別の理由で困難だったのでしょう。先に寿命が延び、その後、体が大きくなるはずだったのが、そうはならなかったのです。

アリと似ているのは巣だけではなく、社会構造も似ています。女王ネズミがいて、その1匹だけが出産し、他の個体（ワーカー、日本語では「働きネズミ」）は分業して子育て、巣作り、防衛、食料の調達などの役割をこなします。ただ天敵は少なく、まれにヘビが侵入を試みるくらいです。またアリとの大きな違いは、ハダカデバネズミは基本的には草木の根などを食べるので、巣から出てくることはありません。このような「安全な安定した環境」では、一般的な小型のネズミのように、捕食されるまでにできるだけ早く成熟して子供を作るといった生存戦略は必要ないのです。

加えて集団生活による分業制は、ワンオペで全てこなすよりもストレスや労働時間を減らします。生理的には、穴蔵生活で体温の低下や酸素消費量の減少、代謝の低下が起こり、DNAにできる傷の数は減りました。

また寿命が長くなることで世代交代の時間も長くなり、その分、子の教育などに時間がかけられます。するとさらに分業の効率化が進み、これがまた長寿につながるという「寿命延長の正のスパイラル」に見事にハマったのだと思います。さらにハダカデバネズミもゾウと同様に老化しません。高齢個体も若い個体と同じように仕事をこなします。と言っても、老若問わず昼寝していることが多いのですが。

まとめると、同じネズミの間でも、生活環境や社会構造によってかなり寿命に差が生まれるということです。

⁵ ヒトも、他の大型哺乳類に比べると例外的に寿命が長いです。こちらも「体の大きさが寿命を決める仮説」からかなりかけ離れています。体の大きさの割にDNAの修復能力がずば抜けて高いのです。寿命約30年のハダカデバネズミは、生涯がんになることはありません。先にお話したように、ヒトの場合も55歳くらいまではほとんどがんにはなりません。以降、急激にがんで亡くなる人が増えます。がんは変異で起こることを考えると、おそらく高齢者の中にはがんが見つからないまでも、小さいがんや増殖が遅いがんとある程度共存しながら生きている場合も少なからずあると思います。

ヒトはなぜ、がん化のリスクを背負いながら、55歳以降の約30年間も生きられるのでしょうか。ゾウのように遺伝子がたくさんあるわけでもありません。一つの理由は、強力な免疫機構のおかげだと思います。免疫細胞は細菌や異物のみならず、古くなった自身の細胞やがん化した細胞もやっつけます。この免疫機構を強固にした要因の一つは、十分な栄養のおかげだと言われています。栄養状態は心臓や他の臓器の機能にもプラスに働くので、やはり寿命延長に重要な要因となっているはずです。

また、遺伝子の変異率が低い、つまりDNAが壊れにくい割に例外的に体が小さいハダカデバネズミとヒトでは、大きくなることによる優位性があまりなかったのだと推察されます。

共に社会性の生き物なので、大きくならなくても、別の手段で他の生物より集団としての優位性を保てたのでしょう。

(小林武彦『なぜヒトだけが老いるのか』一部改変)

問一 傍線部1「ヒトは老化および寿命に関して、非常に特殊な生き物なのです」とあるが、ヒトの寿命に関する本文の説明として最も適切なものを、次のア～オのうちから選びなさい。

ア ヒトは、ゴリラやチンパンジーと遺伝子情報が限りなく近いため、ヒトの寿命は彼らに近いと言われているが、近年では疑問の声も上がっている。

イ ヒトの一生の総心拍数やその速さは、ハツカネズミとはほとんど同じであるため、ハツカネズミの寿命からヒトの生物学的な寿命を割り出すことができる。

ウ ヒトは平均すると、仮説から推定される寿命より30年ほど長く生きることができ、他の同じ大型霊長類の仲間のチンパンジーやゴリラの寿命に比べると突出して長い。

エ がんで亡くなる人は55歳以上の年代で大幅に増加するが、がんで死ぬ野生動物も一定数いるので、ヒトががんで亡くなるのは自然の摂理に基づいた現象である。

オ 社会環境の改善による死亡率低下の結果、100年前から寿命は延び続けて約2倍になり、本来の生物学的な寿命の平均は50～60歳まで延びている。

問二 傍線部2「興味深い論文」とあるが、この内容の説明として最も適切なものを、次のア～オのうちから選びなさい。

ア マウスの平均寿命は、ハダカデバネズミより10倍ほど長い。

イ ヒトの遺伝子の変異率はハダカデバネズミより高く、寿命も長い。

ウ ハダカデバネズミのゲノムは、ハツカネズミより壊れやすい。

エ ゲノムの変わりやすさと体の大きさには、明確な関係性が見てとれる。

オ 生き物の寿命は、遺伝子の変異率の多寡によって左右される。

問三 傍線部3「体が大きい動物のほうが一般的に長生きです」とあるが、このことについての筆者の考えとして最も適切なものを、次のア～オのうちから選びなさい。

ア 体が大きいほうが、老化を抑えやすくがんになりにくい傾向にあるので、体が大きくなるように進化を遂げる動物が出現した。

イ 遺伝子の変異でDNAが変化し、長生きできる体を手に入れた結果、たくさんの栄養を摂取できるようになり体が大きくなった。

ウ 体が大きい動物ほど天敵に狙われる機会が少なく、その分寿命が長くなる傾向にあるため、自然界では大きな体が有利に働くとされている。

エ 体が大きい動物は食事の摂取量が多く豊富な栄養を取り込めるため、DNAの修復能力が向上し、老化が抑えられるようになった。

オ ハダカデバネズミが、寿命が長くなったことで環境に合わせて体の大きさを変えられるようになったのは、種の繁栄に有利な選択をした結果と言える。

問四 空欄

A

 に当てはまる最も適切なものを、次のア～オのうちから選びなさい。

ア 変化と選択

イ 遺伝と繁殖

ウ 淘汰と適応

エ 行動と競争

オ 生存と成長

問五 傍線部4「ハダカデバネズミは、この『体の大きさが寿命を決める仮説』からかなり外れて
います」とあるが、「ハダカデバネズミ」の暮らしに関する本文の説明として適切なものを、
次のア～カのうちから二つ選びなさい。

ア 草木の根を主食とするため活動量が増え、代謝の活性化が起こることで、DNAの修復能
力を上げることを実現させている。

イ 地上での暮らしが難しいことから、限られた地中の空間で生活しているため、体が大きく
なることは進化的に選択されなかった。

ウ 巣の外に出てへびなどの天敵に対する警戒を続ける働きネズミの防衛行動は、集団生活に
おける平和維持に貢献している。

エ 寿命が長くなることで老齢の個体が子の教育を担い、若い個体は他の役割に専念できるよ
うになり、集団としての生存能力が高まった。

オ 女王ネズミと働きネズミの役割の交代が可能であることが、「寿命延長の正のスパイラル」
に結びついている。

カ 働きネズミによる分業制によつてストレスや労働時間が軽減され、生活環境によつてDN
Aの損傷も抑えられることで、長寿の実現が叶っている。

問六 傍線部5「ヒトも、他の大型哺乳類に比べると例外的に寿命が長いです」とあるが、この理
由として適切なものを、次のア～カのうちから二つ選びなさい。

ア ヒトは、体が小さいことでエネルギーの消費が少ないため、老化の進行が他の哺乳類より
も緩やかになると考えられているから。

イ ヒトは、進化の過程でがんを防ぐ遺伝子を数多く獲得し、それが細胞の変異を抑える仕組
みとして活発に働いているから。

ウ ヒトは、年をとつても自力で新たな細胞を再生する力があり、体の各器官を維持しながら
老化に対処できるようになっているから。

エ ヒトは、十分な栄養確保によつて臓器の機能を保つことで強力な免疫機構を獲得し、がん
化した細胞などを排除できるようになったから。

オ ヒトは、遺伝子の変異率が低く、体の大きさの割にDNAの修復能力がきわめて高いこと
で、老化やがんのリスクが抑えられているから。

カ ヒトは、他の生物に比べて社会性の高い生き物として集団で生活しているため、肉体的に
衰えても助け合うことができるから。

問七 次のア～オについて、本文の内容に合致するものには a、合致しないものには b を、それぞれマークしなさい。

ア ヒトは、本来であればゴリラやチンパンジーと同じ程度の寿命であるが、進化の過程で知性を獲得したおかげで、さらに生きられるようになった。

イ ハダカデバネズミは、集団生活での分業制によって労働時間やストレスを減らし、子の教育に時間を割くようになり、寿命延長を実現した。

ウ 基本的に巣から出ず草木の根を食べるハダカデバネズミは、アフリカの砂漠地帯やそれ以外の寒冷の地域にも生息し、生活環境の違いにより寿命に差がある。

エ 55歳頃になるとがんで亡くなる人が急激に増えるが、それより若い世代でも、小さいがんと共存している人はたくさんいると考えられている。

オ 寿命が60年のゾウの拍動は、1分間に30回というゆっくりとしたペースで、一生の総心拍数は15億～20億回程度と言われている。