

小論文（前期日程）（生命環境学部理系）

（ 注 意 事 項 ）

1. 試験開始までに表紙の注意事項をよく読んでください。
2. 試験開始の合図があるまで、この冊子を開いてはいけません。
3. 試験開始の合図があったら、すぐに用紙の種類と枚数を確かめ、受験番号をすべてに記入してください。
 - 表 紙 1 枚
 - 問題並びに答案用紙（その1～その7） 各1枚 計7枚
4. 配布された用紙の種類や枚数が異なる場合や印刷が不鮮明な場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
5. 試験終了後、すべての用紙を回収します。
6. 問題用紙の余白や裏面を草案に使用しても構いませんが、採点の対象にはなりません。

受験番号

問題1 以下の文章を読み、問(1)～(4)に答えなさい。

現代人の集団が示す遺伝的多様性は、人類遺伝学の分野を中心にさかんに研究されている。一方、アフリカやアジアの熱帯林に暮らす大型類人猿たちの遺伝的多様性の情報は乏しかった。しかし、近年の霊長類学研究の発展により少しずつだがこうした情報がわかってきた。そして、人間と類人猿の際立ったちがいがしだいに増えてきたのである。

ここでは、ミトコンドリア遺伝子の研究例をとりあげる(図)。野生の大型類人猿集団の遺伝的多様性を測るには、個体ごとに遺伝子の構成をしらべて多数の試料を分析する必要がある。種内変異の幅を種間変異とくらべるスタイルである。

図は、細胞質にある小器官ミトコンドリアの遺伝子配列の一部(突然変異がとくに起こりやすい部分の約400塩基を解読)をくらべ、個体のもつタイプごとに配列の類似性から近縁関係をまとめた結果である。試料の数はくらべた種によって偏りがあるが、いくつかの傾向が読みとれる。

はじめに種内の遺伝的多様性の大小に注目すると、人間の多様性が著しく小さいことに気づく。これは、図に示されている枝の長さ、枝の分かれ方を種間でくらべてみればわかる。しらべられた人間は811人だが、世界各地を代表しており、人間の分布する地域全体を反映した遺伝的多様性が示されているといえる。一見してわかるとおり、データはごく狭い部分にまとまっている。

一方、大型類人猿たちは、熱帯のかぎられた場所にしか生息していないにもかかわらず、遺伝子タイプにばらつきがきわめて大きい。つまり遺伝的多様性が大きいということである。つぎに、種内の遺伝的多様性の幅を種間のちがいとくらべてみると、分子系統研究の結果に矛盾なく、人間に近縁なのはチンパンジーたちで、ゴリラやオランウータンはさらにその外側になる。また、類人猿ごとに地域差や亜種で区別されることのあるグループ(表)をくらべると、個体差の幅は人間を上回るものの、はっきりした地域差や亜種差が認められる。

この図には一例だけだが、ネアンデルタール人(旧人)の化石DNAの配列情報が入っている。ネアンデルタール人は現代人の集まりの外にあるので、旧人は新人(現代人)の傍系になるといえるだろう。いずれにせよ、この結果だけからでも、人間の個体差に関する遺伝的多様性が類人猿とくらべて低いことがわかる。地球全域に拡大し多様な環境に定住する人間は、アフリカやアジアの森に封じ込まれたように暮らす類人猿たちより遺伝的多様性が乏しいのである。もし種としての繁栄は遺伝的多様性とは関係しないということになれば、人間は生物として特異な存在なのであろうか。

人口が多いのに類人猿より遺伝的多様性が低いという現代人集団の特徴の原因をどう考えたらよいか。また、身体特徴や言語、文化のちがいとこの特徴はどういう関係にあるのだろうか。

類人猿より遺伝的多様性が低いという原因は、まさに人間の進化プロセスの特異性にあると考えられる。人間が進化的にみればごく短期間で広域に拡大できたことは、遺伝的多様性だけでは説明できない。

人間に特異な進化プロセスとは何か? それは、いうまでもなく人間がみずからの遺伝子を大きく変えることなしでも周囲の環境に適応し、それを利用したり変えたりしながら進化してきたというプロセスである。地球上のほかの生物とは異なる生き方を身につけたことが、アフリカの熱帯を起点に、爆発的に地球全体に分布を拡大した原動力であったのだろう。

けれど、遺伝的多様性が他の生物より低いことを強調しすぎると誤解をまねくこともあるので、もう少し説明をくわえよう。

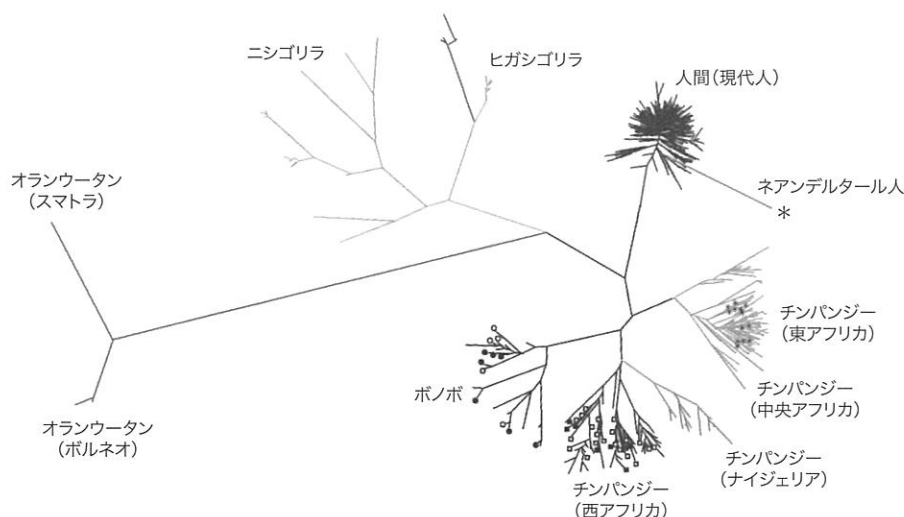
人種集団や地域集団のちがいをしらべた結果では、全体に占める集団間のちがいは小さい。しかし、いわゆる人種を特徴づける皮膚の色や体格などの身体特徴を決めることには当然遺伝子が関係している。したがって、一部の遺伝子では地域的なちがいや、生息環境のちがいを反映した変化は認められるのである。問題はそういう変化が、人間がもつ遺伝子情報全体のなかでは割合として少ないという点である。

短時間に多様な環境へ拡大した人間の進化プロセスと重ねて考えるなら、これら一部の遺伝子変化はまさしく特定の地域や環境に適応するために急激に起きたと考えられる。有名な例としては、マラリアが多い熱帯地域に異常ヘモグロビン遺伝子の頻度が高いことがあげられる。西アフリカから東アフリカの赤道周辺地帯では、ヘモグロビンβ鎖に突然変異を起こした、この「鎌状赤血球」遺伝子の割合が高い。ふつうの遺伝子とくらべるとアミノ酸が一カ所おきかわっているだけの突然変異だが、この遺伝子をもつ人ともたない人ではマラリアにかかったときの抵抗性に大きなちがいがあるのである。これらの地域から新大陸に移住した子孫たちでは、マラリアと無関係の環境に生活の場を変えたことにより、この遺伝子の割合が減っている。

つまり、人間は環境に働きかける能力を獲得したからといって、環境とは無関係にみずからの遺伝子をまったく変化させなかったというわけではない。むしろ、状況によっては、短時間に一部の遺伝子だけを大きく変化させることに成功しなければ、現在の繁栄を確保できなかったのかもしれない。

未経験の環境に適応するのに生物がとる対応には限界がある。拡大に成功した人間の祖先は、他の生物には真似のできない適応性を発揮できたようだが、その基盤は外界の環境に自分を合わせるという基本的な適応のスタイルだけでなく、環境を自分の生存に都合よいように変える努力によるところも大きかったはずである。そして、その努力は、遺伝的に決まる部分だけでなく、言語の発達を介した非遺伝的伝達、つまり文化の多様化にも大きく支えられてきたのだろう。(後略)

受験番号



【図】 DNA塩基配列の個体変異に見られる多様性

ミトコンドリア遺伝子の多様性について、人間と大型類人猿をくらべた結果。人間（現代人）の外にあるアステリスク（*）は化石DNAの配列にもとづくネアンデルタール人（旧人）を示す。くらべた配列は突然変異が起こりやすい可変域の一部で長さは約400塩基。試料数は人間811、チンパンジーは291（東アフリカ154、中央アフリカ24、ナイジェリア15、西アフリカ98）。ボノボは24、ゴリラは26（ヒガシゴリラ11、ニシゴリラ15）、オランウータンは3（スマトラ1、ボルネオ2）。

（注）枝分かかれは系統の分岐を示し、枝の長さは観察された変異の回数から計算された時間経過を表す。

【表】 人類と大型類人猿の分布と生息個体数（注1）

人間 (<i>Homo sapiens</i>)	ヒガシゴリラ (<i>Gorilla beringei</i>)
生息地：全世界	亜種 <i>G. g. beringei</i>
生息個体数：6,378,000,000	生息地：ウガンダ、ルワンダ、コンゴ民主共和国
チンパンジー (<i>Pan troglodytes</i>)	生息個体数：約700
亜種 <i>P. t. troglodytes</i>	亜種 <i>G. b. graueri</i>
生息地：アンゴラ、カメルーン、中央アフリカ、コンゴ、コンゴ民主共和国、赤道ギニア、ガボン	生息地：コンゴ民主共和国
生息個体数：47,000~78,000	生息個体数：約16,000
亜種 <i>P. t. verus</i>	ボルネオオランウータン (<i>Pongo pygmaeus</i>)
生息地：ブルキナファソ、ベナン、コートジボアール、ガンビア、ガーナ、ギニア、ギニアビサウ、リベリア、マリ、セネガル、シエラレオネ、トーゴ、ナイジェリア	亜種 <i>P. p. pygmaeus</i>
生息個体数：21,000~55,000	生息地：ボルネオ島北西部（インドネシア、マレーシア）バリト川からサラワクまで
亜種 <i>P. t. schweingurthii</i>	生息個体数：他亜種との合計で約39,000
生息地：ブルンジ、中央アフリカ、コンゴ民主共和国、ルワンダ、スーダン、タンザニア、ウガンダ	亜種 <i>P. p. wurmbii</i>
生息個体数：14,000	生息地：ボルネオ島南西部（インドネシア）カプス川とバリト川の間
亜種 <i>P. t. vellerosilis</i> (注2)	生息個体数：他亜種との合計で約39,000
生息地：ナイジェリア、カメルーン	亜種 <i>P. p. morio</i>
生息個体数：不明	生息地：ボルネオ島東部~北部（インドネシア、マレーシア）サバからマハカム川まで
ボノボ (<i>Pan paniscus</i>)	生息個体数：他亜種との合計で約39,000
生息地：コンゴ民主共和国	スマトラオランウータン (<i>Pongo abelii</i>)
生息個体数：50,000以下	生息個体数：7,500
ニシゴリラ (<i>Gorilla gorilla</i>)	
亜種 <i>G. g. gorilla</i>	
生息地：アンゴラ、カメルーン、中央アフリカ、コンゴ、コンゴ民主共和国、赤道ギニア、ガボン	
生息個体数：約94,500	
亜種 <i>G. g. diehli</i>	
生息地：ナイジェリア、カメルーン	
生息個体数：250以上	

（注1）この分類ではゴリラとオランウータンはそれぞれ2種に区別されている。

（注2）ミトコンドリア遺伝子変異から予想された新しい亜種。

出所：日高敏隆編、『生物多様性はなぜ大切か？』（株式会社昭和堂、2005年）より一部抜粋・改変した。

受験番号

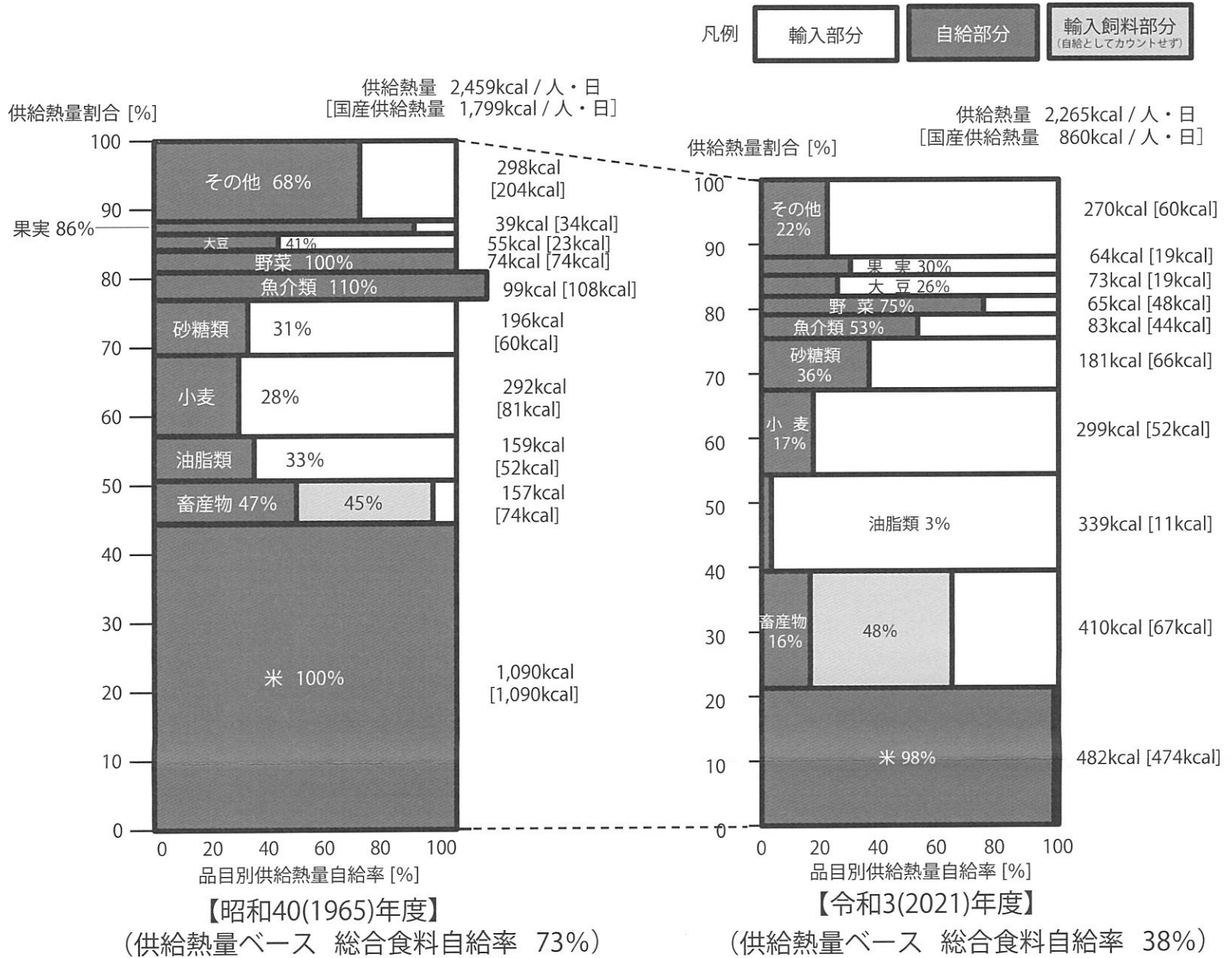
令和6年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙（小論文 理系 その4） — 前期 —

問(4) 現代人が大型類人猿と比べて遺伝的多様性が低いことにより生じる種の存続を脅かすリスクは何か。あなたの考えを以下の枠内で述べなさい。また、そのリスクを克服する術について、あなたの考えを論じなさい。

受験番号	小計

令和6年度入学者選抜試験問題並びに答案用紙（小論文 理系 その5） — 前期 —

問題2 図1は日本の供給熱量（カロリー）ベースの総合食料自給率の年比較を示し、図2と図3はその総合食料自給率低下の原因に関する事柄を示している。これらの図に基づいて、問(1)～(4)に答えなさい。



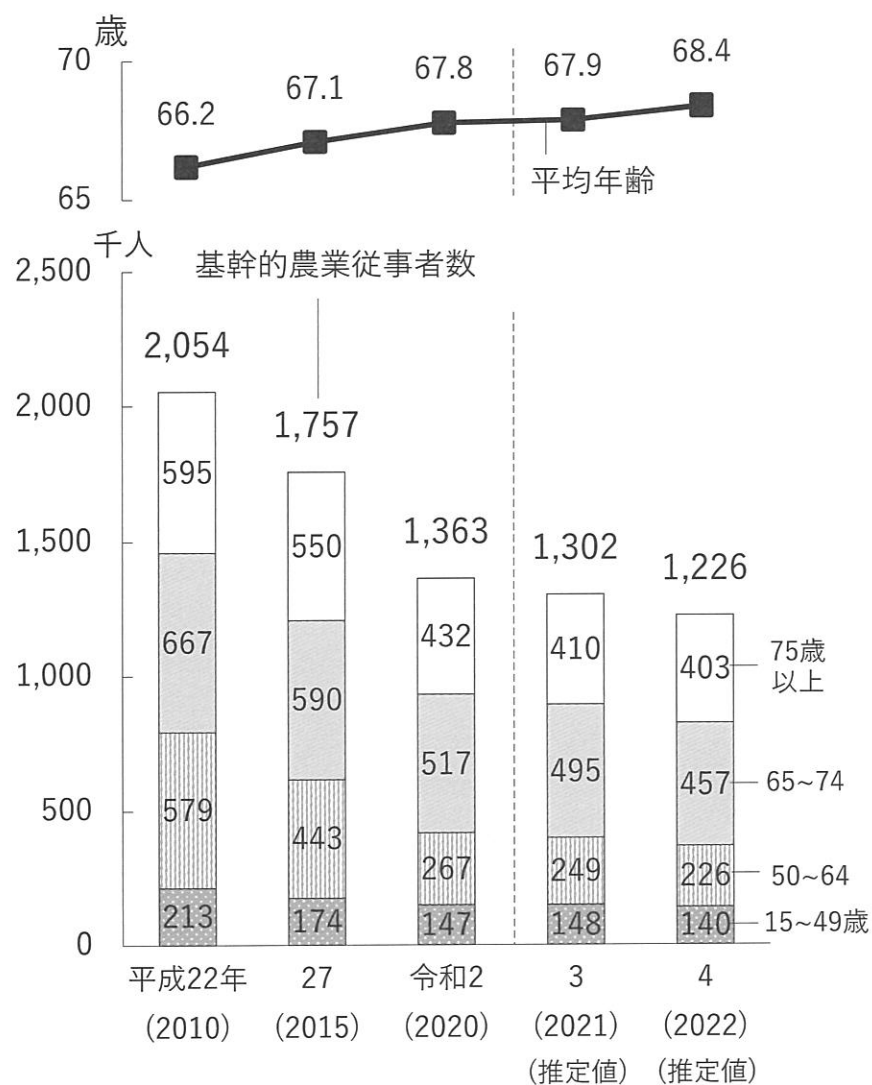
【図1】 昭和40年度と令和3年度の供給熱量（カロリー）ベースの総合食料自給率の比較

出所：農林水産省『令和4年度食料・農業・農村白書』より一部抜粋・改変

注：図1の縦軸は、カロリー換算した供給熱量割合（1人に1日あたり供給される熱量の品目ごとの割合）を表す。すなわち、供給熱量割合は、食料消費量割合と見なしてよい。横軸は、供給熱量ベースの品目別自給率を表す。

供給熱量ベース総合食料自給率（算出方法の例）= 1人・1日当たりの国産供給熱量 860 kcal / 1人・1日当たりの供給熱量 2,265 kcal = 38%（令和3年度）

受験番号

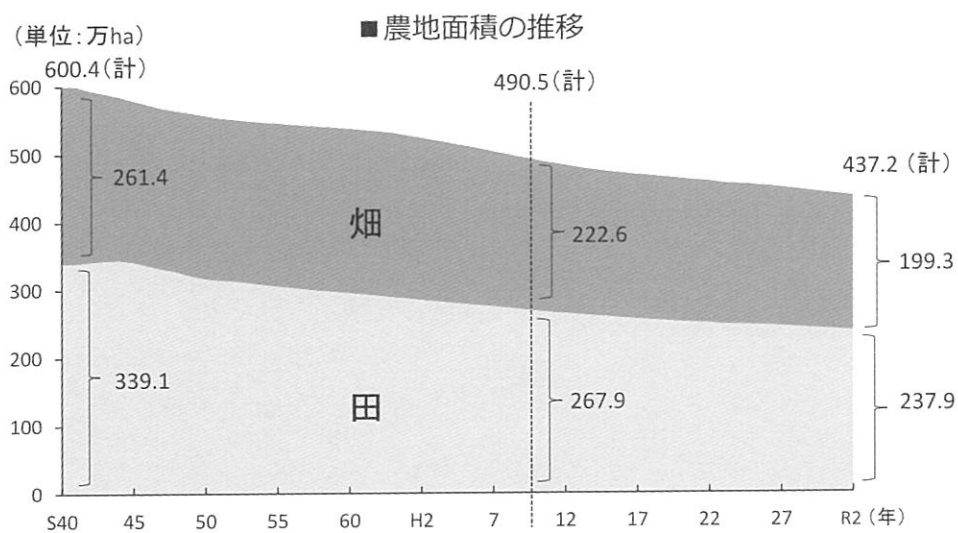


【図2】 基幹的農業従事者数と平均年齢の変化

出所：農林水産省『令和4年度食料・農業・農村白書』

注：基幹的農業従事者とは、就農人口のうち普段の主な仕事として農業に従事する者。

基幹的農業従事者の単位は千人のため、各年代人数の合計値は棒グラフ上の数値と一致しない場合がある。



【図3】 農地面積の推移

出所：農林水産省「知ってる？日本の食料事情2022」

受験番号

