

大気中に酸素分子が出現し現在の濃度にまで増加するに至った事情につき、生物学の観点から述べよ

- ・生物の存在が大きな要因
  - 生物がいなかったら酸素は微量しか存在しないという試算
- ・光合成細菌の誕生
  - 硫化水素を分解するタイプの細菌(硫黄細菌)が最初：酸素非発生型，限定的
  - 水を分解して酸素を発生する「酸素発生型」光合成開始
  - 「シアノバクテリア」の誕生：酸素の急速な蓄積の開始
- ・酸素は上空でオゾンとなりオゾン層が形成される
  - 紫外線がカットされ生物の陸上進出が可能に
  - 多細胞生物が出現，酸素濃度は現在の 21%程度になる

原核生物と真核生物の違いについて論ぜよ

	原核生物	真核生物
生物種	真生細菌・古細菌	原生生物・菌類・植物・動物
大きさ	1 - 10 $\mu\text{m}$	5 - 100 $\mu\text{m}$
代謝	嫌氣的 or 好氣的	好氣的
細胞小器官	若干（発達していない）	核・ミトコンドリア・葉緑体・小胞体などが発達
RNA とタンパク質	細胞質中に環状の DNA	非暗号領域（イントロン）を多く含む，長い線状の DNA
細胞質	細胞骨格・細胞質流動・エンドサイトーシス・エキソサイトーシスを欠く	細胞質流動・エンドサイトーシス・エキソサイトーシスを行う
細胞分裂	染色体が細胞膜に付着して引き離される	染色体は細胞骨格で出来た紡錘体によって引き離される
細胞の存在様式	ほとんど単細胞	主として多細胞体制であり，分化している

同種異個体間におけるコミュニケーションについて論ぜよ

- ・フェロモン：低分子，揮発性，微量でよく作用する化学物質
  - アリの道しるべフェロモン，女王バチのフェロモン
- ・その他：鳴き声や諸動作による交信
  - ミツバチの 8 の字ダンス
  - ヒトの声やボディランゲージ(身振り)

現生の生物は、全て共通の祖先に由来する（単系統である）といわれているが、その根拠について述べよ

- ・細胞の基本構造
- ・生体の営む化学反応：好気呼吸（1 グルコース→38 ATP）
- ・生体における遺伝情報の流れ：DNA→mRNA→タンパク質
- ・遺伝暗号
- ・タンパク質を構成するアミノ酸の立体異性：L型「のみ」
- ・生体における直接的なエネルギー源：ATP（アデノシン三リン酸）を使用  
などの共通性

生物を5界に分類することが多いが、5界のそれぞれにつき名称と特徴を述べよ

- ・モネラ界(Monera)：原核生物の集まり
- ・プロティスタ界(Protista)：菌界・植物界・動物界のいずれにも属さない真核生物
- ・植物界(Plantae)：細胞壁あり，光合成可能，無機物から有機物を合成する生産者
- ・菌界(Fungi)：細胞壁あり，光合成不可能，有機物を無機物に変換する分解者
- ・動物界(Animalia)：細胞壁なし，消費者

細胞小器官をひとつ選びその構造と機能につき述べよ

- ・ミトコンドリア：エネルギー産生工場
  - 二重膜構造（共生説の証拠），マトリックス，クリステ
  - 好気呼吸を行い ATP を生産：解糖系，クエン酸回路，水素伝達系
- ・葉緑体：光合成の場
  - 二重膜構造（共生説の証拠）チラコイド，グラナ(チラコイドの重なり)，ストロマ
  - チラコイド：明反応(光化学系 I・II，電子伝達系)の場，クロロフィルなどの光合成色素
  - ストロマ：暗反応(カルビン・ベンソン回路)の場
- ・核：DNA 複製，mRNA 合成の場
  - 二重膜の核膜，球形 or 楕円形
  - 基本的には1つの細胞に1つ（例外：白血球，骨格筋→多核，赤血球→無核）
  - 核膜孔（物質(例えば mRNA)の移動口），核小体の存在
- ・リボソーム：タンパク質合成工場
  - タンパク質と rRNA からなる小さな顆粒状，サブユニット構造
  - mRNA から3個セットの遺伝暗号（コドン）を読み取り，それに対応するアンチコドンをもった tRNA を結合

- tRNA が運んできたアミノ酸同士をくっつけてタンパク質を合成
- ・小胞体：タンパク質運搬の通路
  - 一重の膜に囲まれた扁平な層状構造
  - 滑面小胞体(Smooth ER)：脂質代謝，カルシウムイオン貯蔵
  - 粗面小胞体(Rough ER)：リボソームが表面に結合，リボソームで合成されたタンパク質を貯蔵 or ゴルジ体に移送
- ・ゴルジ体：タンパク質の修飾と発送
  - 平滑な膜で囲まれた大小さまざまな膜胞が多数重なり湾曲した構造
  - Rough ER から移送されたタンパク質に糖鎖を付加
  - タンパク質を濃縮し目的の細胞のもとまで発送
- ・ライソゾーム：加水分解酵素の袋
  - 内部の酵素により食物，異物を消化
  - 酵素の最適 pH は 5 程度と酸性より→他の細胞内区画(pH7 程度)での反応の防止
- ・細胞骨格：細胞形態維持，細胞運動の基礎
  - 細胞質全体に張り巡らされた繊維状タンパク質の網目構造
  - 「微小管」「マイクロフィラメント」「中間径フィラメント」の 3 種
  - 真核細胞の構造を支持，細胞の統一的な方向性のある運動を可能する

## 酸素発生型光合成について述べよ

- ・明反応：光エネルギーを利用した酸化還元反応・・・チラコイド
  - 光化学系 II が光を吸収，反応中心のクロロフィル(P680)で励起された電子が飛び出す
  - P680 の電子間隙を埋めるため水分子から電子が奪われ，酸素分子と水素イオンになる
  - 励起された電子は一次電子伝達系を通り光化学系 I に運ばれる
    - 電子のエネルギーレベルが下降するときチラコイド膜で ATP が作られる
  - 光化学系 I に運ばれた電子は反応中心のクロロフィル(P700)の電子間隙を埋める
  - 光化学系 I で励起された電子は二次電子伝達系を通り NADP<sup>+</sup>を NADPH にする
- ・暗反応：カルビン・ベンソン回路による炭酸固定・・・ストロマ
  - 炭素固定： $3\text{RuBP} + 3\text{CO}_2 \rightarrow 6(3\text{-PGA})$ 
    - Rubisco(RuBP carboxylase / oxygenase)という酵素により調節
  - 還元： $6(3\text{-PGA}) + 6\text{ATP} \rightarrow 6\text{BPG} + 6\text{ADP}$ ,  $6\text{BGP} + 6\text{NADPH} \rightarrow 6\text{G3P} + 6\text{ADP} + 6\text{Pi}$ 
    - G3P 1 分子が回路を外れてグルコースや他の有機物に
  - RuBP 合成： $5\text{G3P} + 3\text{ATP} \rightarrow 3\text{RuBP} + 3\text{ADP}$
- ・まとめると「 $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2$ 」の反応式
- ・葉緑体の起源は真核生物に潜り込んだ光合成細菌（共生説）

化学物質を介した同種異個体間におけるコミュニケーションについて論ぜよ  
略（同種異個体間コミュニケーションの項を参照せよ）

ヒトの活動が生態圏に与えている影響を生物学の観点から述べよ

- ・ヒトという種
  - 短期間で世界中に広まった珍しい種
  - 農耕，牧畜など他の種を「支配」する活動
  - 産業革命以降ヒトは指数関数的に増加，数十年以内には 100 億人を突破
- ・物質循環に与える影響
  - 淡水の枯渇
  - 化石燃料の過剰燃焼による二酸化炭素の増加，地球温暖化
  - 過剰農薬の水系への流入，水系の汚染
  - 環境毒物の食物連鎖を介した生物濃縮
- ・生命系(Spherosphylon)の概念：過去から未来へわたる地球環境，生物全体を見渡した概念の重要性

生物が地球の物理化学的環境に与えた影響につき述べよ

- ・高い酸素濃度
  - 硫化水素を分解するタイプの細菌(硫黄細菌)が最初：酸素非発生型，限定的
  - 水を分解して酸素を発生する「酸素発生型」光合成開始
  - 「シアノバクテリア」の誕生：酸素の急速な蓄積の開始
  - オゾン層の形成，生物の陸上進出が可能に
  - 多細胞生物が出現，酸素濃度は現在の 21%程度になる
- ・多様な有機物の存在
  - 非生命圏には高分子は存在しない
  - 多くの有機物は生物由来

ヒト *Homo sapiens* の生物学的特徴につき述べよ

- ・アフリカ大地溝帯東側の草原で誕生
  - 地殻変動で森を失ったチンパンジーがサバンナで二足歩行を開始
- ・短期間で世界中に広まった珍しい種
- ・農耕，牧畜など他の種を「支配」する活動
- ・非常に大きい脳の容積
  - 言葉など高い知的能力を持つ
  - sapiens は「知恵のある」の意
- ・産業革命以降ヒトは指数関数的に増加，数十年以内には 100 億人を突破

## 細胞の構造につき述べよ

略（細胞小器官の項を参照せよ）

## 生物に見られる一様性（共通性）と多様性につき述べよ

- ・ 一様性
  - 単系統の根拠の項を参照せよ
- ・ 多様性
  - 種の多様性：環境に適応するように進化する
  - 呼吸・排出システム：C3, C4, CAM 植物
  - 集団の増え方
    - K-戦略：少数の子を確実に育てる
    - $\gamma$ -戦略：たくさんの子を産み高い死亡率を補う
  - 行動における遺伝と学習様式

## 植物細胞と動物細胞の違いを2点あげ説明せよ

- ・ 細胞壁の有無
  - 植物細胞には存在するが、動物細胞には存在しない
  - 主にセルロースで構成され、細胞の形状や大きさを決定
- ・ 液胞の有無
  - 植物細胞には存在するが、動物細胞には存在しない
  - 浸透圧の調節・不要物の貯蔵
- ・ 葉緑体の有無
  - 植物細胞には存在するが、動物細胞には存在しない
  - 光合成の場

## 遺伝子の本体はDNAであることを証明した実験

- ・ 遺伝子はDNA？タンパク質？という疑問
- ・ Hershey – Chase の実験(1952)
  - T2 ファージを E.coli(大腸菌)に感染させる
    - ・ ファージはタンパク質の殻の内部に DNA を持つという構造をしており、感染すると E.coli 内部に遺伝子を送り込み、その遺伝子をもとに増殖する
  - P, S の放射性同位体を用いてファージの DNA とタンパク質をそれぞれラベル：P は DNA, S はタンパク質に含まれる
  - ファージに感染した E.coli 内部では子ファージが増殖、それが放射能を持つかどうかを調べる
  - P でラベルすると放射能が検出され、S でラベルすると放射能は検出されず

→P でラベルしたもの, すなわち「DNA が遺伝子の本体である」

### 有性生殖と無性生殖の違い

- ・有性生殖：卵と精子が受精卵をつくることにより新しい個体を作る  
→雌雄の2組の遺伝子を受け継ぐので, 多様性が増し, 環境変化に対しても適応しやすい
- 適応出来なかった遺伝子は淘汰される
- ・無性生殖：有性生殖以外の生殖  
→自分の完全なクローンであるため, 環境変化に弱い

### メンデルの法則と染色体の関係

- ・優性の法則：劣性遺伝子は優性遺伝子と共に存在するとその影響で発現しない.
- ・分離の法則：各個体は1つの形質について2個の遺伝子を持っていて, 配偶子にはこの2個が分かれて, どちらかの1つが入る.
- ・独立の法則：対立遺伝子A,Bが別々の相同染色体にあれば, 各遺伝子A,Bは互いに独立に遺伝する(AとBが相互関係を持つことは無い)

### 細胞周期について

- ・G<sub>1</sub>期：DNA複製準備期
  - ・S 期：DNA 複製が行われる時期
  - ・G<sub>2</sub>期：分裂準備期
  - ・M 期：有糸分裂の時期
- 
- ・G<sub>0</sub>期：静止期, 分裂せずにG<sub>1</sub>期と類似の状態に留まる  
→癌細胞はG<sub>0</sub>にならずいつまでも増殖し続ける

### 細胞膜の機能

- ・細胞膜：リン脂質二重層, 流動モザイクモデル
  - 輸送：ナトリウムポンプ etc
    - 能動輸送：濃度勾配に逆らった物質輸送, ATP を使用
    - 能動輸送：濃度勾配に従った物質輸送
  - 酸素活性
  - 情報伝達
  - 細胞間認識
  - 細胞骨格と細胞外マトリックスへの接着

### 生物の階層性について

- ・生物圏＞生態系＞生物群集＞個体群＞個体＞器官系＞器官＞組織＞細胞＞細胞小器官
- ・生命系(Spherophylon)：過去から未来へわたる地球環境，生物全体を見渡した概念

### 真核生物での遺伝子の発現について

- ・遺伝子の発現：DNA 塩基配列に記録された情報をもとにタンパク質ができること
- ・タンパク質合成の流れ：DNA－(転写)→mRNA－(翻訳)→タンパク質
  - DNA の二本鎖がほどけ，RNA ポリメラーゼが DNA を鋳型として mRNA を合成
    - イントロン（非暗号領域）の存在：スプライシングによるイントロンの除去
    - スプライシングされた成熟 mRNA はリボソームへ移動
    - リボソームは mRNA から 3 個セットの遺伝暗号（コドン）を読み取り，それに対応するアンチコドンをもった tRNA を結合
      - tRNA が運んできたアミノ酸同士をくっつけてタンパク質を合成
      - 開始コドン，終始コドンの存在