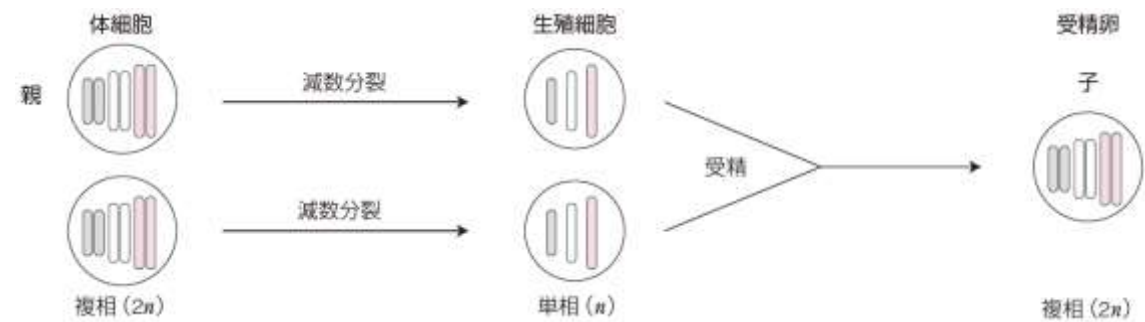


第2章 遺伝子とそのはたらき

1 遺伝情報と DNA

A 遺伝情報を担う物質＝DNA

- (1) **ゲノム** 生物が生命活動を営むのに必要な 1 組の遺伝情報を [1] という。
卵や精子などの単相 (n) の生殖細胞は [2] 組の遺伝情報 (ゲノム) をもつ。
受精卵や体細胞は、父親と母親それぞれの遺伝子のセットを受け継いだ複相 ($2n$) の細胞であり、 [3] 組のゲノムをもつ。



参考 体細胞に含まれている大きさと形の等しい 2 本の染色体を**相同染色体**という。

B DNA が遺伝子の本体であることの証明

メンデルは、エンドウの交配実験をもとに遺伝の規則性を発見し、親から子に伝わる遺伝形質を規定する因子 (遺伝子) の存在を示唆した。その後の研究で、遺伝子の本体が [4] であることを示す間接的証拠や直接的証拠がみつかった。

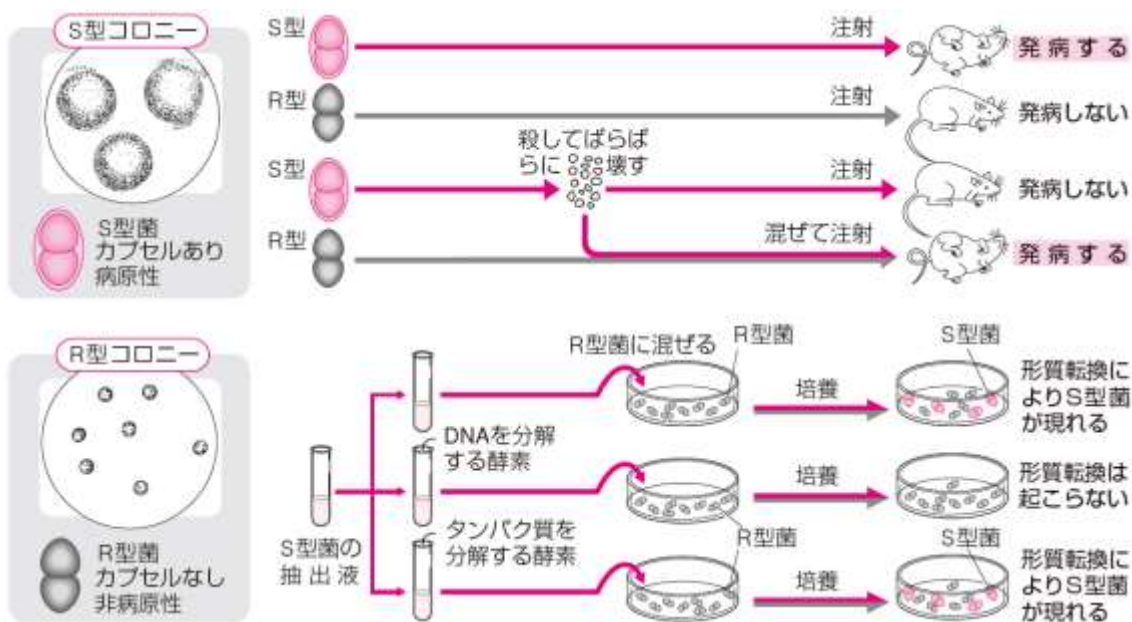
- (1) **間接的証拠** 遺伝子と DNA の行動・性質が一致している。

基本性質	遺伝子	DNA (デオキシリボ核酸)
存在位置	核内 (染色体) にある	核内、特に染色体に大部分がある
数量	生物の種類により一定。 卵や精子などの配偶子では、体細胞の半分	同じ生物種の体細胞では、組織・器官に関係なく一定。減数分裂によってできた卵や精子などの配偶子では、体細胞の半分である
自己増殖	細胞分裂前に 2 倍になる	細胞分裂前 (DNA 合成期) に 2 倍になる
安定性	全細胞にある安定な物質	安定な物質で環境変化の影響を受けにくい。 呼吸の過程で使用されない
変化性	X 線、紫外線などによって変化 (突然変異) する	X 線、紫外線などによって、塩基配列が変化することがある

- (2) **直接的証拠** 肺炎双球菌の形質転換や、バクテリオファージの増殖に関する研究。

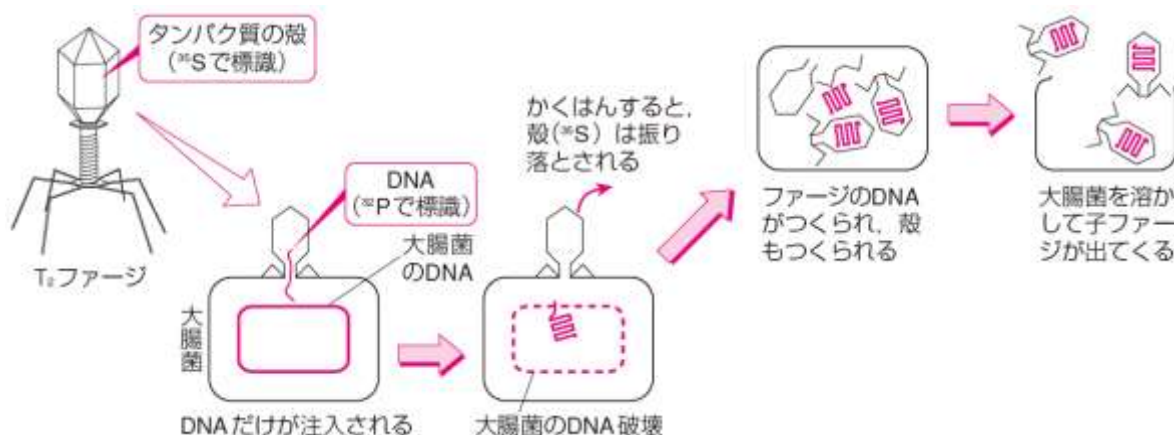
- ① **肺炎双球菌の形質転換** 肺炎双球菌には、外側にカプセルをもちなめらかな形のコロニーをつくる病原性の S 型菌と、カプセルをもたずしわのあるコロニーをつくる非病原性の R 型菌がある。 [5] は、S 型菌を殺してすりつぶしたもの (病原性はない) を R 型菌に混ぜると、S 型菌の形質をもったものが現れることを発見した (1928 年)。この現象を [6] という。

[7] らは、R 型菌が S 型菌の DNA を取りこむことによって形質転換が起こることを証明した (1944 年)。



② T_2 ファージの増殖 ハーシーと [8] は、ウイルスの一種で細菌に寄生する T_2 ファージの増殖過程を研究し、DNA が遺伝子の本体であることを証明した。

T_2 ファージは大腸菌に寄生して菌体内で増殖し、菌体を破って多数の子ファージを放出するバクテリオファージである。このファージは DNA とタンパク質の殻をもつ。P (リン) を含むが S (硫黄) を含まない DNA は ^{32}P で、S を含むが P を含まないタンパク質は ^{35}S で標識することができる。標識したファージを大腸菌に感染させた後、かくはんして殻を振り落とし、遠心分離して大腸菌を集めるとその中からは ^{32}P だけが検出されたが、しばらくすると、菌体内からタンパク質の殻をもった完全な子ファージが誕生した。大腸菌内に入ったファージの DNA のみから完全な子ファージが生じたことから、遺伝子の本体は [9] ではなく [4] であることが証明された。



空欄の解答

- 1 ゲノム 2 1 3 2 4 DNA 5 グリフィス 6 形質転換 7 エイブリー 8 チェイス
9 タンパク質

④ DNA の構造

(1) DNA の構成単位 DNA (デオキシリボ核酸)

はリン酸・糖・[1] からなる [2] が多数鎖状に結合してできた高分子化合物である。

DNA を構成するヌクレオチドでは、糖に [3] をもつ。また、塩基にはアデニン (A) , [4] (T) , グアニン (G) , シトシン (C) の 4 種類がある。

補足 ヌクレオチドは酸性物質であるため、オルセインやカーミンなどの塩基性色素によく染まる。

補足 DNA の大部分は細胞の核にあるが、葉緑体とミトコンドリアにはそれぞれ独自の DNA が含まれている。葉緑体とミトコンドリアは、それぞれ別の生物であったものが共生してできた細胞小器官と考えられている。



(2) DNA 中の塩基の割合 DNA はヌクレオチドが数万～数億個も結合した巨大な分子である。

1 分子の DNA に含まれる塩基の数を調べると、A と T, G と C がそれぞれ等しくなっている。これを [5] の規則という。

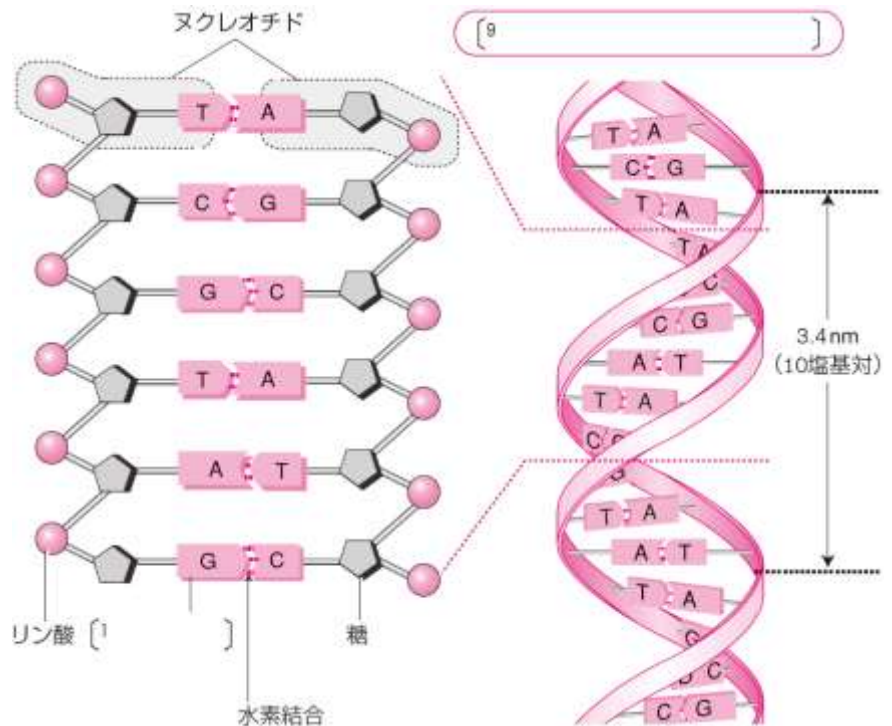
塩基の割合にこのような規則性が見られるのは、A と [6] , G と [7] がそれぞれ相補的に結合しているためである。

(3) 二重らせん構造 (ワトソンとクリックのモデル) DNA の塩基組成の研究やX線回折による研究などの結果をもとに、ワトソンと [8] は、DNA が [9] をしていることを明らかにした (1953 年)。

① DNA はヌクレオチド

がリン酸とデオキシリボースとの間で結合して鎖状につながってできたヌクレオチド鎖 2 本からなる。

② 2 本のヌクレオチド鎖は相補的な塩基どうし (A と T, G と C) の間でゆるやかな結合 (水素結合) によって結ばれ、はしご状となり、全体がねじれて二重らせん構造をしている。



2 遺伝情報の発現

A 遺伝情報とタンパク質

(1) 細胞を構成する物質 細胞を構成する物質として最も多いのは〔¹⁰ 〕である。次に多いのは、一般に動物細胞では〔¹¹ 〕，植物細胞では〔¹² 〕である（植物細胞には炭水化物からなる細胞壁があるため）。そのほかに、脂質，核酸，無機塩類などが含まれる。

(2) 生体ではたらくタンパク質 細胞壁を除くと，細胞を構成する有機物のうち最も多いのはタンパク質である。タンパク質を構成する〔¹³ 〕には 20 種類あり，その〔¹³ 〕の数と配列によってさまざまなタンパク質ができる。

タンパク質には細胞を形づくるもの，物質の輸送に関係するもの，情報伝達に関係するもの，酵素として生体の化学反応を触媒するものなどがあり，生命活動に重要な役割を担っている。

① 細胞を形づくる ミオシンとアクチン（筋細胞），クリスタリン（水晶体）

② 物質輸送 ヘモグロビン（酸素運搬），アクアポリン（水の通過）

③ 情報伝達 インスリンとその受容体（血糖濃度の調節）

④ 酵素 アミラーゼ（デンプン→麦芽糖），カタラーゼ（過酸化水素水→水＋酸素）

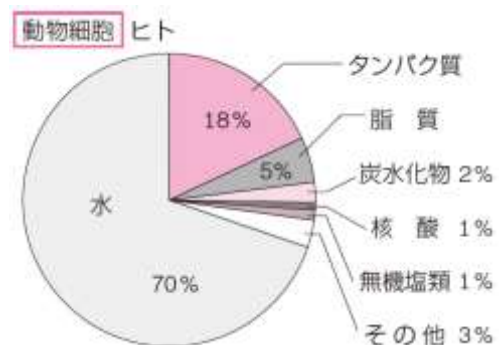
参考 細胞の構成要素とそのはたらき

① 水（H₂O） 多くの物質を溶かすすぐれた溶媒で，物質の運搬や化学反応の場として重要である。比熱が高いため，生体内の温度変化を緩和するはたらきもある。

② 無機塩類 生体物質の構成成分になったり，水に溶けてイオンになったりする。

例 骨…Ca，ヘモグロビン…Fe，クロロフィル…Mg など。

③ 有機化合物



物質名		構成単位		構成元素	はたらき・性質など
タンパク質		アミノ酸（約 20 種）		C, H, O, N, S	細胞構造の主成分，酵素の本体。酸・アルカリ・熱などによって変性
炭水化物		単糖類 （グルコース，フルクトースなど）		C, H, O	デンプンやグリコーゲンはエネルギー源。セルロースは細胞壁の成分
核酸	DNA	ヌクレオチド	糖はデオキシリボース	C, H, O, N, P	遺伝子の本体。核に存在するが，ミトコンドリアや葉緑体にも含まれる
	RNA		糖はリボース		核小体，リボソーム，細胞質基質に存在。タンパク質合成に関係する
脂質	脂肪	グリセリン・脂肪酸		C, H, O	水に溶けにくい。エネルギー源
	リン脂質	リン酸化合物を含む		C, H, O, P	生体膜の構成成分

空欄の解答

1 塩基 2 ヌクレオチド 3 デオキシリボース 4 チミン 5 シヤルガフ 6 T 7 C
8 クリック 9 二重らせん構造 10 水 11 タンパク質 12 炭水化物 13 アミノ酸

B タンパク質の合成

(1) RNA のはたらき [1]

(リボ核酸)はDNAのもつ遺伝情報をもとにタンパク質を合成する際にはたらく。RNAもDNAと同様にリン酸・糖・塩基が結合した[2]

からなり、糖には[3]をもつ。塩基にはアデニン(A)、[4](U)、グアニン(G)、シトシン(C)の4種類がある。RNAはDNAとは異なり、TのかわりにUをもつ。

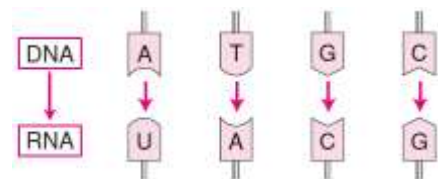
発展 RNAの種類

RNAはそのはたらきによって次の3種類に分けられる。

- ① mRNA (伝令 RNA) DNAの一方の鎖の塩基配列を写し取ったRNA。
- ② rRNA (リボソーム RNA) 細胞内のタンパク質合成工場であるリボソームの構成成分となるRNA。
- ③ tRNA (転移 RNA) アミノ酸と結合して、アミノ酸をリボソームへ運ぶRNA。

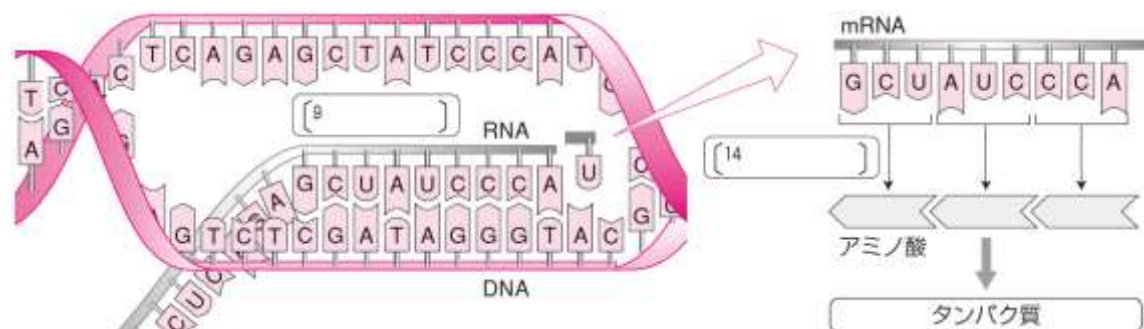
(2) タンパク質の合成過程 DNAは、塩基[8]個の配列が1つの情報となって、これが特定のアミノ酸を指定することによって、タンパク質合成を支配している。

- ① 遺伝情報の転写 まずDNAの二重らせんの一部がほどける。一方の鎖が鋳型となり、その塩基配列に対応した[9]が合成される。これを遺伝情報の[9]という。



DNAの塩基に対してRNAの塩基はA→[10], T→[11], G→C, C→Gと対応する。

- ② 遺伝情報の翻訳 転写されたRNAは[12]とよばれる。[12]の3個の塩基配列は[13]を指定しており、mRNAの塩基配列に応じたアミノ酸が結合してタンパク質がつくられていく。この過程を遺伝情報の[14]という。



- (3) 遺伝情報はDNAの塩基配列として保持されている。DNAの塩基配列はRNAに転写され、次にRNAの塩基配列にしたがってタンパク質に翻訳される。このように遺伝情報が一方向に流れるという考え方を[15]という。



発展 タンパク質合成のくわしい過程

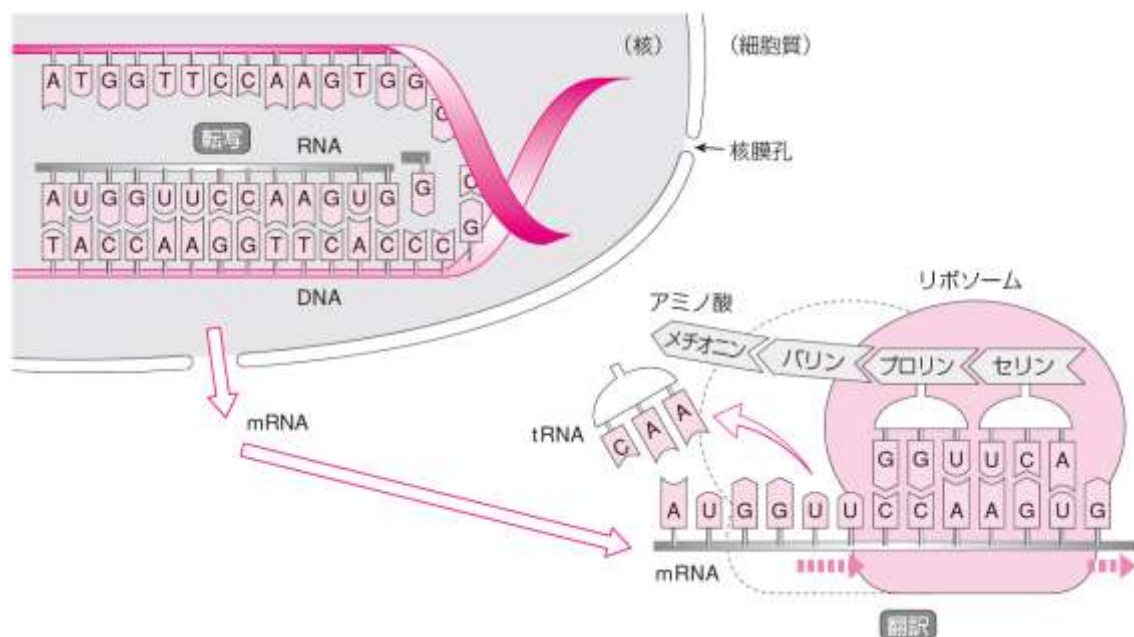
① 転写 DNA の二重らせんの一部がほどけ、一方の鎖を鋳型として、その塩基配列に対応した RNA のヌクレオチドが弱く結合する。さらに RNA ポリメラーゼ (RNA 合成酵素) が隣どうしのヌクレオチドを結合させることによって RNA が合成される。

真核細胞の DNA には、タンパク質の情報となる部分 (エキソン) とタンパク質の情報とならない部分 (イントロン) が含まれている。転写の際には、イントロンも含めた塩基配列が RNA に写し取られた後、RNA からイントロンの部分を取り除かれる。これをスプライシングという。スプライシングを受けた後の RNA を mRNA という。

② 翻訳 核内で合成された mRNA は、核膜孔から細胞質中に出て、リボソームが付着する。リボソームは rRNA とタンパク質からなり、タンパク質合成の場となる細胞小器官である。

細胞質中にある tRNA は、特定のアミノ酸を結合してリボソームに運ぶ。tRNA は、mRNA の 3 個ずつの塩基配列 (コドン) に対応する塩基 3 個の配列 (アンチコドン) をもっている。

リボソームは mRNA の上を動きながら、mRNA のコドンで指定されたアミノ酸をもった tRNA を次々と結合させる。これによって mRNA の塩基配列の指定通りのアミノ酸が運ばれる。隣りあったアミノ酸が互いにペプチド結合で結ばれると、tRNA は離れていく。この過程が繰り返されてタンパク質が合成されていく。



発展 DNA の塩基配列とアミノ酸の関係

DNA の塩基 1 個で 1 つのアミノ酸を指定すると考えると、塩基の種類は A, T, G, C の 4 つなので 4 種類のアミノ酸しか指定できない。

2 個の塩基配列 (AA, AT, AG, ...) でアミノ酸を指定すると考えると、 $4 \times 4 = 16$ 種類のアミノ酸を指定できるが、20 種類のアミノ酸には対応できない。

3 個の塩基配列 (AAA, AAT, AAG, ...) であれば、 $4 \times 4 \times 4 = 64$ 通りの指定ができ、20 種類のアミノ酸を指定するのに十分となる。このような連続した塩基 3 個の配列をコドンという。

空欄の解答

1 RNA 2 ヌクレオチド 3 リボース 4 ウラシル 5 デオキシリボース

6 二重らせん構造 7 1本鎖 8 3 9 転写 10 U 11 A 12 mRNA 13 アミノ酸

14 翻訳 15 セントラルドグマ

3 遺伝情報の分配

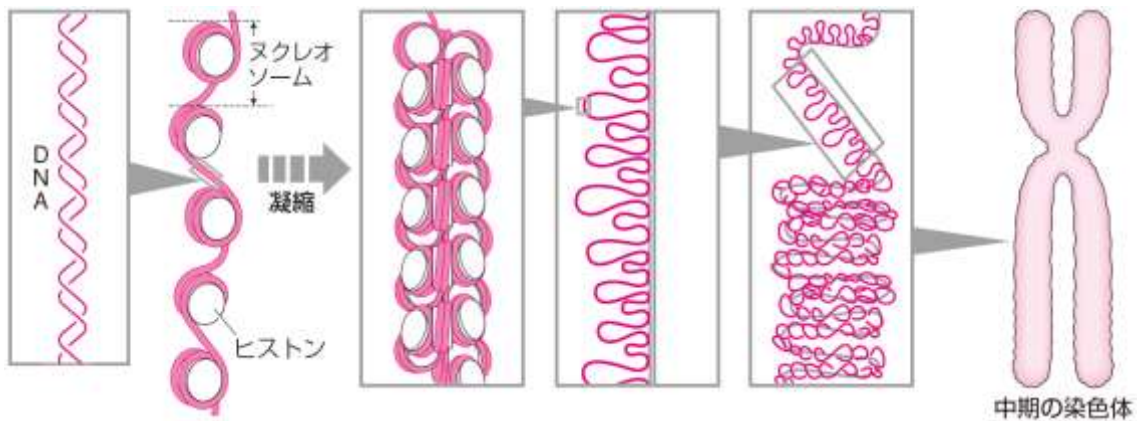
A DNA と染色体

1本の染色体は1つの〔1〕分子からできている。また、染色体の数や形は生物の種類によって一定している（右表）。体細胞は1つの受精卵が体細胞分裂を繰り返して増殖したものであり、すべての細胞に同じ〔1〕の遺伝情報が含まれている。

生物種	染色体数
タマネギ	16
ダイズ	40
ヒト	46
メダカ	48
ニワトリ	78

ヒトなどの真核生物の細胞では、DNAはおもに核の中に存在し、〔2〕を形成している。

発展 真核細胞では、DNAはヒストンとよばれるタンパク質に巻きつき、それが規則的に積み重なってクロマチン繊維とよばれる構造をつくっている。さらにこれが何重にも折りたたまれて太く短いひも状の染



色体をつくっている。

B DNA の分配—細胞分裂

1個の細胞が二分されて2個の細胞になる現象を〔3〕という。細胞分裂では、もとの細胞に含まれる〔1〕が正確に〔4〕されて、新しい細胞に受け継がれる。

分裂を行うもとの細胞を母細胞、分裂によってできた新しい細胞を娘細胞という。細胞分裂には、〔5〕と減数分裂がある。

補足 いずれの分裂でも、通常は、はじめに核が2つに分かれる核分裂が起こり、続いて細胞質が二分される細胞質分裂が起こる。

(1) 細胞周期 体細胞分裂の結果できた娘細胞がさらに分裂を繰り返す場合、その周期を細胞周期といい、間期と〔6〕に分けられる。

① 〔7〕 分裂が終わってから次の分裂が始まるまでの時期で、DNA合成準備期（G₁期）、DNA合成期（S期）、分裂準備期（G₂期）に分けられる。

② 〔6〕（M期） 核や染色体の状態によって前期・中期・後期・終期に分けられる。

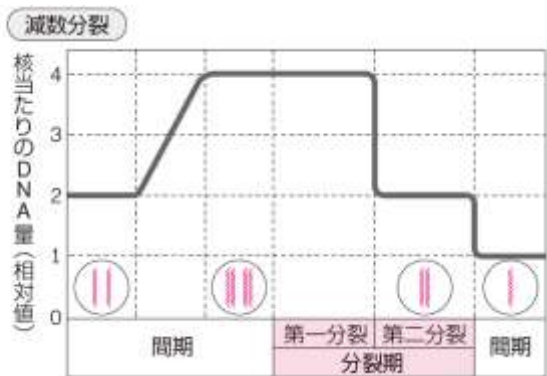
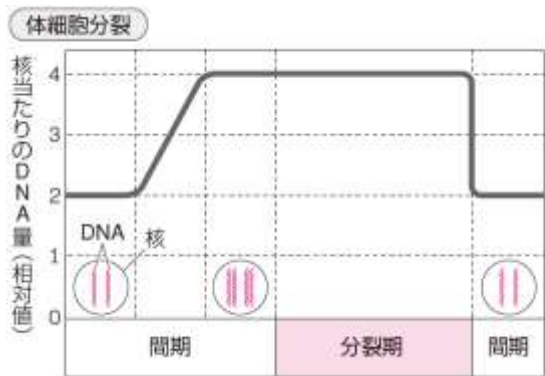


(2) 体細胞分裂の過程

		動物細胞	植物細胞	特 徴
〔7〕				DNA 合成準備期 (G ₁ 期), DNA 合成期 (S 期), 分裂準備期 (G ₂ 期) がある。クロマチン繊維が核内に分散。S 期に DNA が〔4〕される
〔6〕	前期			2 本の染色分体からなる太く短い染色体ができる。核膜・核小体が消失し、紡錘糸が伸びてきて、各染色体の動原体に付着し、紡錘体の形成が始まる
	中期			染色体が赤道面に並ぶ。紡錘体が完成する
	後期			各染色体は、縦裂したところで分離し、娘染色体は紡錘糸に引かれるようになり、両極へ移動する
	終期			移動した娘染色体は、細い糸状に戻り、分散する。核膜・核小体が現れ、2 個の娘核ができる。多くの場合、終期の途中から細胞質分裂が始まる。 〔動物…赤道面付近でくびれる 植物…細胞板が形成される〕

(3) 細胞分裂と DNA 量の変化 DNA は分裂に先立つ間期の DNA 合成期 (S 期) に複製されて〔8〕倍になる。体細胞分裂では、細胞 1 個当たりの DNA 量は分裂の前後で変わらない。

〔参考〕 減数分裂では DNA の複製の後、第一分裂・第二分裂という 2 回の連続した分裂が起こる。そのため、娘細胞の DNA 量は、母細胞の半分になる。



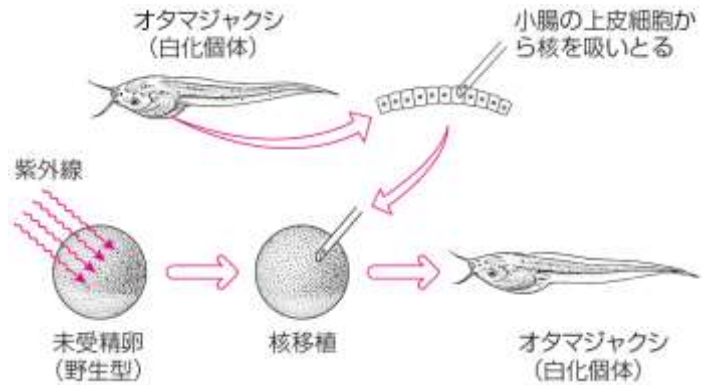
空欄の解答

1 DNA 2 染色体 3 細胞分裂 4 複製 5 体細胞分裂 6 分裂期 7 間期 8 2

㉒ 分化した細胞の遺伝情報

多細胞生物のからだを構成する細胞は、もとは1個の受精卵であり、これが体細胞分裂を繰り返してできたものである。受精卵の核内にある〔1〕の遺伝情報は、体細胞分裂によってからだを構成するすべての細胞に伝えられている。

- (1) **核移植実験** ガードンは、アフリカツメガエルの正常個体の未受精卵に紫外線を照射して核を破壊し、この卵に白化個体の腸の上皮細胞の核を移植した。すると、この卵から生じたすべてのカエルは核を提供したカエルと同じ白化個体となった。この実験によって、腸に〔2〕した細胞にも受精卵と同様にからだをつくるすべての遺伝情報があることが示された。



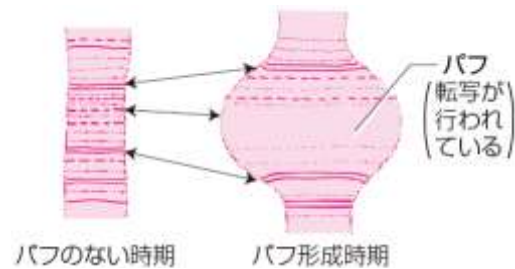
核移植によって得られた個体は、もとの白化個体と遺伝子構成が全く同じである。このような遺伝的に同一な生物集団を〔3〕という。

補足 1997年には、ヒツジの乳腺から取り出した核を、核を除いた未受精卵に移植することによって、クローンヒツジのドリーが誕生したことが発表された。

- (2) **ゲノムと細胞の分化** 多細胞生物では、体細胞はすべて同じゲノムをもつにもかかわらず、筋肉・神経・骨などの異なる組織に〔2〕する。これは、発生段階においてそれぞれの細胞が、異なる〔1〕の塩基配列の領域を転写・翻訳することなどによって生じる。

例 キイロショウジョウバエのパフ

キイロショウジョウバエのだ腺細胞には、だ腺染色体とよばれる通常の約100倍の大きさの巨大染色体が存在する。この染色体には酢酸カーミンでよく染まるしま模様があるが、ところどころパフとよばれる膨らみがある。この部分では転写が盛んに行われており、発生段階に応じてパフのできる場所が変わる。



- (3) **生物の塩基対数と遺伝子数** ヒトのゲノムは〔4〕個の塩基対からなるが、遺伝子の数は約2万個であり、全塩基対のうち遺伝子の部分は4500万塩基対と推定されている。これはヒトゲノム全体の約1%であり、遺伝子としてはたらない部分がほとんどである。

生物名	ゲノムの大きさ (塩基対)	遺伝子数
大腸菌	460 万	4400
酵母	1300 万	6200
ショウジョウバエ	1 億 8000 万	13700
ヒト	30 億	20500

空欄の解答

1 DNA 2 分化 3 クローン 4 30 億

用語 CHECK

- ① 生物が生命活動を営むのに必要な 1 組の遺伝情報を何というか。
- ② 肺炎双球菌の R 型菌に死んだ S 型菌を混ぜると、S 型菌の形質をもつものが現れた。この現象を何というか。
- ③ DNA はある構成単位が多数鎖状に結合してできた高分子化合物である。この構成単位を何というか。
- ④ リン酸・糖とともに、③の単位を構成する成分は何か。
- ⑤ DNA を構成する④はアデニン、グアニン、シトシンと何か。
- ⑥ DNA はどのような構造をしているか。
- ⑦ ⑥の構造を解明した科学者を 2 名答えよ。
- ⑧ タンパク質は何が多数結合してできた物質であるか。
- ⑨ ヌクレオチドの糖がリボースからなる核酸は何か。
- ⑩ DNA の一方の鎖が鋳型となり、その塩基配列に対応して⑨がつくられる過程を何というか。
- ⑪ ⑩のときにできる⑨を何というか。
- ⑫ mRNA の塩基配列に対応してアミノ酸が結合し、タンパク質が合成される過程を何というか。
- ⑬ 遺伝情報が、DNA→RNA→タンパク質のように一方向に流れるという考えを何というか。
- ⑭ 卵や精子などをつくる減数分裂に対して、通常の細胞をつくるときの分裂を何というか。
- ⑮ ⑭の結果できた細胞がさらに分裂を繰り返す場合、分裂が終わってから次の分裂が終わるまでの周期を何というか。
- ⑯ ⑮において、分裂期に対し、分裂していないときの時期を何というか。
- ⑰ ⑯の中でも、DNA の複製が行われる時期を特に何というか。
- ⑱ 特定の遺伝子が発現することで、細胞が特定の構造や機能をもった細胞に変化していくことを何というか。

解 答

- ① ゲノム ② 形質転換 ③ ヌクレオチド ④ 塩基 ⑤ チミン ⑥ 二重らせん構造
- ⑦ ワトソン、クリック ⑧ アミノ酸 ⑨ RNA ⑩ 転写 ⑪ mRNA ⑫ 翻訳
- ⑬ セントラルドグマ ⑭ 体細胞分裂 ⑮ 細胞周期 ⑯ 間期 ⑰ DNA 合成期 (S 期)
- ⑱ 分化

例題

例題 2 DNA の構造

DNA の塩基には A, T, G, C の 4 種類があり, A は (ア) と, G は (イ) と対を形成している。いま, 2 本のヌクレオチド鎖からなる, ある DNA 分子を調べると, 全塩基中 A が 30% を占めていた。

- (1) 文章中の空欄に適当な語句を記せ。ただし, 塩基の記号でなく, 名称で記せ。
- (2) DNA の一方の鎖の塩基配列が TAGCACT のとき, 対になる鎖の塩基配列を示せ。
- (3) 下線部の DNA では, T, G, C それぞれの塩基が占める割合 (%) はいくらか。

指針

DNA を構成する単位はリン酸と糖 (五炭糖) と塩基からなるヌクレオチドで, A と T, G と C が相補的に結合している。DNA 中の塩基の割合は, $A=T$, $G=C$ である。

- (2) 一方の鎖の塩基配列がわかると, もう一方の鎖の塩基配列はその相補的な塩基を考えればよい。
- (3) A が 30% なので, それと相補的に結合する T も 30% であることがわかる。A と T を除いた 40% が G と C の合計となる。G と C も相補的に結合しているので, それぞれ 20% ずつとわかる。

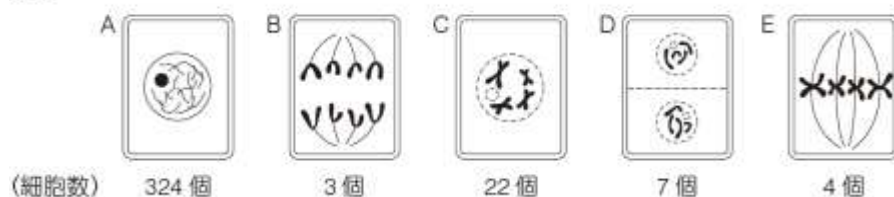
解答

- (1) (ア) チミン (イ) シトシン (2) ATCGTGA (3) T…30%, G…20%, C…20%

例題 3 体細胞分裂による遺伝情報の分配

次の図 1 は, すべての細胞の細胞周期が同じで, 非同調分裂している分裂組織に見られるいろいろな段階の図と各段階の観察された細胞数である。また, 図 2 は細胞周期における 1 核当たりの DNA 量の変化を示したものである。

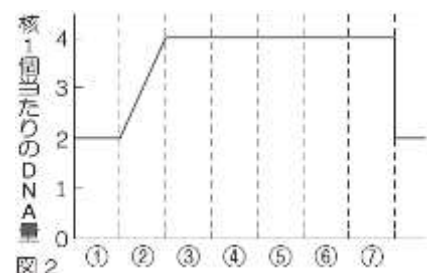
図 1



- (1) 図 1 の A から分裂していく順に並べよ。
- (2) 細胞周期が 20 時間とすると, 間期の長さは何時間か。
- (3) 図 2 の②に相当するのは図 1 の A~E のいずれか。

指針

- (1) A は間期 (G_1 , S, G_2 期を含む), B は後期, C は前期, D は終期, E は中期である。



(2) 非同調分裂のとき，細胞周期に対する各期の長さの割合は，全細胞数に対する各期の細胞数の割合に等しい。この関係を用いて計算する。

(3) ②は DNA 量が増えているので DNA 合成期（S 期）である。

解答

(1) $A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow B \rightarrow D$ (2) $20 \text{ 時間} \times \frac{324}{324+3+22+7+4} = 18 \text{ 時間}$ **答**

(3) A

基本問題

36. 遺伝情報を担う物質

次の文章中の空欄①～③にあてはまる語句を、下の語群から選べ。また、空欄(a), (b)に適切な数字を入れよ。

生物が生命活動を営むのに必要な1組の遺伝情報を(①)という。卵や精子などの生殖細胞は(a)組の(①)をもち、受精卵や体細胞は(b)組の(①)をもつ。この遺伝情報を担う物質が(②)である。(②)は(③)の略であり、すべての生物は、遺伝情報の担い手として(②)をもっている。

〔語群〕 (ア) DNA (イ) RNA (ウ) ゲノム (エ) リボ核酸 (オ) デオキシリボ核酸

37. 遺伝子の本体＝DNA

次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

DNA は、ミーシャーによって、ヒトの傷口のうみから最初に発見された。その後、(a)は肺炎双球菌のさやをもつ病原性の S 型菌を加熱殺菌したものとさやをもたない非病原性の生きた R 型菌とを混ぜてネズミに注射すると、(ア) 型菌が生じることを発見した。このような現象は(イ) とよばれる。その後、(b) らは、肺炎双球菌の(イ) を引き起こす原因物質が DNA であることを明らかにした。

一方、当時は遺伝物質が(ウ) であるという考えも依然としてあった。(c) とチェイスは大腸菌に感染するウイルスを用いた巧妙な実験により、(d) 遺伝子の本体が(ウ) ではなく DNA であることを証明した。

(1) 文章中の空欄(ア)～(ウ)に適する語句を記せ。

(2) 文章中の空欄(a)～(c)にあてはまる人物名を次の中から選べ。

① エイブリー ② グリフィス ③ ワトソン ④ クリック ⑤ ハーシー

(3) 下線部(d)に関して、DNA を含む細胞の構造体を次の中から1つ選べ。

① 染色体 ② 細胞膜 ③ 液 胞 ④ 細胞壁

38. 肺炎双球菌の実験

肺炎双球菌には R 型菌と S 型菌があり、それを別々にネズミに注射すると、S 型菌を注射した場合にのみネズミは発病する。いま、S 型菌をすりつぶして得た抽出液に、① 無処理、② DNA 分解酵素を加えたもの、③ タンパク質分解酵素を加えたもの、の3種類を用意した。①～③を別々に R 型菌に加えて培養すると、を加えたとき以外は、R 型菌の中に S 型菌の形質をもつものが現れた。

(1) に適するのは文章中の①～③のどれか。

(2) 下線部の現象を何というか。

(3) この実験からわかることを述べた以下の文章中の空欄に適切な語句を入れよ。

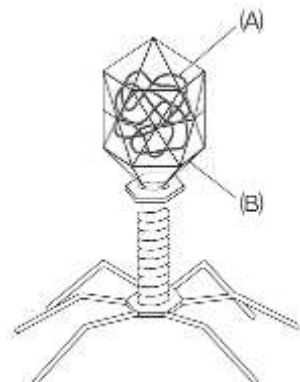
(ア) 型菌の(イ) によって(ウ) 型菌が(エ) 型菌の形質を現したことから、遺伝子の本体が(イ) であることが強く示唆された。

(4) 加熱殺菌した S 型菌を注射してもネズミは発病しない。では、それを生きた R 型菌と混ぜて注射すると、ネズミは発病するか、それとも発病しないか。

39. T₂ ファージの実験

次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

遺伝子の本体が何であることを証明した実験の1つとして、図のようなウイルスの一種 T₂ ファージの増殖を用いたものが有名である。この実験では、硫黄 (S) の放射性同位体で (ア) を標識し、リン (P) の放射性同位体で (イ) を標識してその動向をくわしく調べた。まず、標識したファージを大腸菌に感染させた後、かくはんして殻を振り落とし、遠心分離して大腸菌を集めると、その中からは (ウ) だけが検出された。さらに、しばらくすると、大腸菌内から標識されていない (エ) の殻をもった完全な子ファージが誕生した。



- (1) 図中の(A)、(B)を構成する物質はそれぞれ何か。
- (2) 文章中の(ア)～(エ)に入るのは、図中の(A)、(B)のうちそれぞれどちらか。
- (3) この実験から、遺伝子の本体は何であったと考えられるか。
- (4) の実験を行って、T₂ ファージの増殖過程を解明した学者を2人答えよ。

40. DNA の構成単位

図は DNA を構成する単位を示した模式図である。

- (1) 図の(a)～(c)にあてはまる名称を、次のうちからそれぞれ選べ。ただし、(a)はリンを含む物質である。



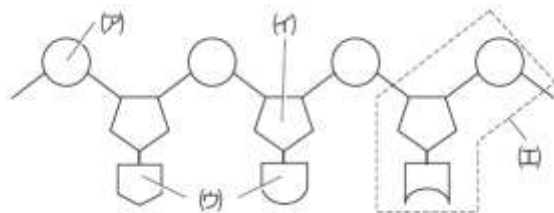
① 塩基 ② 糖 ③ リン酸

- (2) 図のような DNA の構成単位を何というか。
- (3) DNA を構成する(b)は何という物質か。
- (4) 図の(c)で示される部分は4種類あり、A・T・G・Cで表される。それぞれの名称を答えよ。

41. DNA の構造

図は DNA の構造を示したものである。以下の問いに答えよ。

- (1) 図中の(ア)～(エ)について、あてはまる名称を答えよ。



- (2) DNA は図のような鎖状構造2本がからみ合って構成される。このような構造を何というか。

- (3) (2)の構造を最初に提唱した人物を2人答えよ。

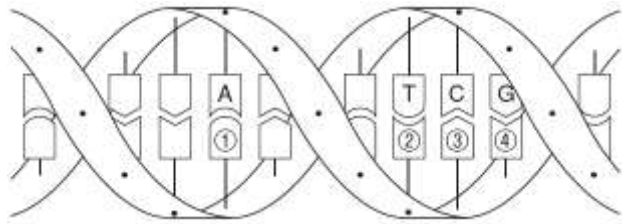
- (4) 次の文章中の空欄に適切な語句を入れよ。なお、①、②は塩基の記号で答えよ。

図の(ウ)で示される部分は、A・T・G・Cの4種類がある。DNAが(2)の構造をとる際、(ウ)の結合はAと(①), Gと(②)と決まっており、一方の鎖の(ウ)の並び方が決まれば、もう一方も自動的に決まる(③)的な関係にある。

- (5) (2)の構造のとき、片方の鎖の(ウ)の配列の一部がATTGCATであったとすると、それに対応するもう一方の鎖の配列はどのようなになるか。

42. DNA の構造

右図は、DNA の構造を模式的に示したもので、4 種類の塩基を A・T・G・C の記号で表してある。



(1) 図のような DNA の構造を何というか。

(2) 図中の①～④にあてはまる構成成分（塩基）を、それぞれ A・T・G・C の記号で示せ。

(3) 2 本鎖の DNA に含まれる塩基の数について、常に成り立つのは次のうちどれか。

- ① A=T=G=C ② A=T, G=C ③ A=G, T=C

(4) ある DNA 分子に含まれるそれぞれの塩基の割合を調べたところ、A の割合が 20% であった。このとき、ほかの塩基の割合はそれぞれ何% になるか。表の①～③にあてはまる数値を答えよ。

塩基	割合	塩基	割合
A	20%	G	(②) %
T	(①) %	C	(③) %

43. 核酸の構成単位

次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

核酸である DNA と RNA は、どちらもリン酸と (ア) と (イ) からなる (ウ) が多数結合した鎖状の分子である。DNA の (ア) は (エ) であるのに対し、RNA の (ア) はリボースである。また、DNA の (イ) は A (アデニン)、T (オ)、G (カ)、C (キ) の 4 種類であるのに対し、RNA の (イ) は A (アデニン)、U (ク)、G (カ)、C (キ) の 4 種類である。DNA は遺伝子の本体であり、2 本の鎖が (イ) の部分で互いに結びついた (ケ) 構造をとっている。この (イ) の結合を見ると、A は (コ) と、G は (ク) と相補的に結合している。

(1) 文章中の(ア)～(ク)に適当な語句を記せ。

(2) DNA の一方の鎖の塩基配列が TAGCACT のとき、対になる鎖の塩基配列を示せ。

(3) ある DNA 分子に含まれる A の割合が 28% とすると、ほかの構成成分（塩基）の割合はそれぞれ何% になるか。

(4) DNA の一方の鎖の全塩基のうち A が 26%、G が 24%、C が 20% であった。これと対をなす鎖の全塩基のうち A は何% か。また、DNA 全体で見ると、全塩基のうち A は何% か。

44. ヒトの体細胞と核酸

次の問いに答えよ。

(1) ヒトの体細胞の染色体は何本あるか。(a)～(f)から 1 つ選べ。

- (a) 8 (b) 22 (c) 24 (d) 42 (e) 46 (f) 48

(2) ヒトの肝細胞から DNA を取り出し、含まれている塩基の割合を調べると、C が 14.8% であった。この DNA に含まれる C と G の合計の割合、および T の割合に最も近い値を次の(a)～(f)からそれぞれ選べ。

- (a) 20 (b) 22 (c) 25 (d) 30 (e) 32 (f) 35

45. タンパク質

次の文章中の空欄にあてはまる語句を、下の語群から選べ。

タンパク質は、(①) が多数結合してできたものである。タンパク質の性質は、(①) の (②) とその配列順序によって決まる。タンパク質は一般に動物細胞を構成する成分としては (③) 番目に多い。また、タンパク質は生体内の化学反応を触媒する (④) の主成分でもある。

〔語群〕 (ア) グルコース (イ) アミノ酸 (ウ) 2 (エ) 3 (オ) 総数 (カ) 酵素

46. DNA と RNA

DNA と RNA の違いをまとめた次の表の空欄に適する語を答えよ。ただし、⑥、⑦については適するものをどちらか選べ。

	DNA	RNA
糖	(①)	(②)
塩基	アデニン, (③) グアニン, シトシン	アデニン, (④) グアニン, シトシン
存在場所	(⑤)	細胞質やリボソームなど
構造	⑥ (1本鎖, 2本鎖)	⑦ (1本鎖, 2本鎖)

47. RNA とタンパク質合成

RNA とタンパク質合成に関する次の文章中の空欄に適切な語句あるいは数字を入れよ。

タンパク質合成の過程では、まず DNA の 2 本鎖の一部がほどけ、一方の鎖が鋳型となり、その塩基配列に対応した RNA が合成される。この過程を遺伝情報の (①) という。DNA は塩基として (②) をもつが、RNA は (②) をもたず、かわりに (③) をもっている。DNA の (④) に対しては RNA の (③) が結合する。

(①) によってできた RNA は、(⑤) とよばれる。(⑤) は DNA の塩基配列を写し取ったもので、連続した (⑥) 個の塩基配列が特定の (⑦) を指定している。(⑤) の塩基配列に対応する (⑦) が結合していくことで、タンパク質が合成される。この過程を遺伝情報の (⑧) という。

48. 遺伝情報の発現

次の図は、タンパク質の合成過程を示したものである。

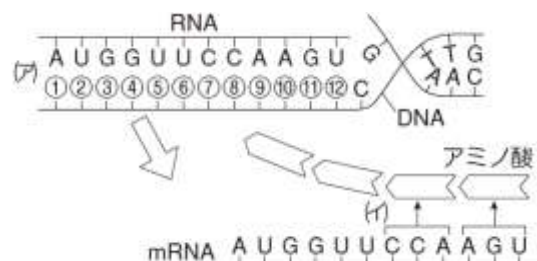
(1) 図中の①～⑫に入る塩基配列を塩基の記号で示せ。

(2) (ア)、(イ)の過程はそれぞれ何とよばれるか。

(3) 遺伝情報は、一般に、(A)→(B)→(C)へと一

方向に流れる。(A)～(C)にあてはまるものを、下の語群からそれぞれ選べ。また、そのような考え方を何というか。

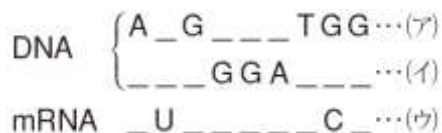
〔語群〕 (a) タンパク質 (b) DNA (c) RNA



49. 遺伝情報の発現

遺伝情報の発現に関する次の問いに答えよ。

- (1) DNA の塩基配列にしたがって、mRNA が合成される過程を何というか。
- (2) mRNA の塩基配列にしたがって、タンパク質が合成される過程を何というか。
- (3) ユスリカやキイロショウジョウバエの幼虫のだ腺染色体のパフとよばれる場所では(1)、(2)のどちらの過程が盛んに起こっているか。
- (4) 右図は、DNA の塩基配列と DNA の一方の鎖の塩基配列を写し取った mRNA の塩基配列である。空欄にあてはまる適当な塩基を記号で示せ。



50. 遺伝情報の発現の流れ

下図は、細胞の中で DNA の遺伝情報がどのように流れて形となって現れるかを示している。以下の問いに答えよ。



- (1) 遺伝情報が DNA→RNA→タンパク質と一方向に流れるという考え方を何というか。
- (2) 図中(a)は、細胞分裂の際に同じ DNA をもう 1 組つくる過程を示している。その過程は何とよばれているか。また、(a)の過程は細胞周期のどの時期に行われるか。
- (3) RNA に関する記述として正しいものはどれか。1 つ選べ。
 - ① RNA にも DNA にも共通して含まれる塩基はアデニンとシトシンの 2 つである。
 - ② RNA にはチミンをもったヌクレオチドがなく、代わりにウラシルをもっている。
 - ③ RNA は DNA とは異なって、リン酸を含まない。
- (4) (b)、(c)の過程はそれぞれ何とよばれているか。

51. 遺伝情報の発現

次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

真核生物の体細胞の核内で、DNA は染色体を形成している。核内には染色体数と同じ数の DNA 分子が含まれている。例えば、ヒトの体細胞 ($2n = 46$) の核内には (a) 個の DNA 分子があり、全体で非常に多数の塩基対を含んでいる。

卵や精子などの配偶子には、体細胞の半数の DNA 分子が入っており、これがその生物に必要な遺伝情報の 1 セットである。この 1 セットの遺伝情報全体は、その生物の (b) とよばれている。

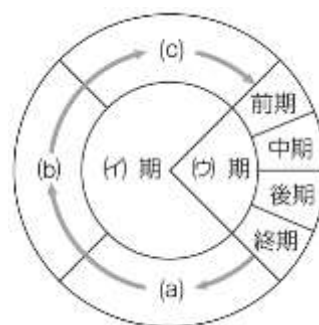
- (1) 文章中の(a)、(b)に適する語句または数字を入れよ。
- (2) DNA の遺伝情報からタンパク質が合成されるまでには、次のア～エのような過程が見られる。ア～エをタンパク質が合成される反応の段階順に並べかえよ。
 - ア DNA の一方の鎖の塩基に相補的な塩基をもつ RNA のヌクレオチドが結合する。
 - イ mRNA の塩基配列にもとづいて、アミノ酸が結合し、タンパク質が合成される。
 - ウ DNA の塩基対どうしの結合がほどけて 1 本鎖になる。
 - エ 隣り合った RNA のヌクレオチドどうしが結合して mRNA ができる。

52. 細胞分裂の周期

次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

体細胞分裂によってできた細胞がさらに分裂を繰り返す場合、分裂が終わってから次の分裂が終わるまでを（ア）という。

（ア）は分裂の準備を行う（イ）期と分裂を行う（ウ）期に分けられる。（ウ）期はさらに前期・中期・後期・終期に分けられる。右図はそれを模式的に示している。



(1) 文章中の空欄(ア)～(ウ)に適切な語句を入れよ。

(2) (イ)期は、図のように(a)～(c)の時期に分けられる。(a)～(c)

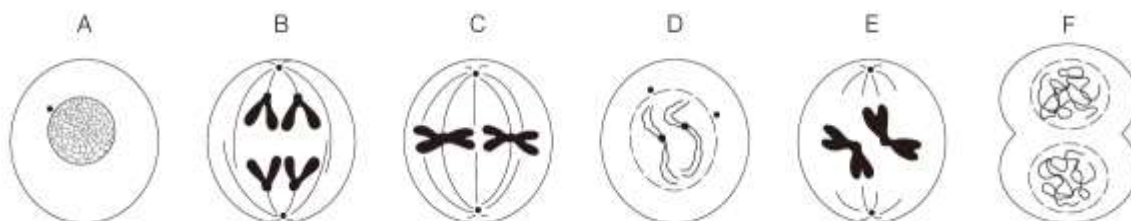
にあてはまる時期を下の語群からそれぞれ選べ。

〔語群〕 DNA 合成期 (S 期) DNA 合成準備期 (G₁ 期) 分裂準備期 (G₂ 期)

(3) DNA の複製が行われるのは、図の(a)～(c)のうちどの時期か。

53. 体細胞分裂と遺伝情報の分配

次の図は、体細胞分裂において見られるさまざまな時期の染色体のようすを模式的に示したものである。以下の問いに答えよ。



(1) A から順に細胞分裂の進行順に並べよ。

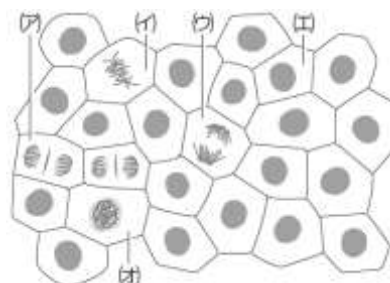
(2) A～F の中で、DNA が複製されている時期の細胞はどれか。

(3) 顕微鏡で多くの細胞を観察したところ、間期の細胞の数と分裂の各時期にある細胞の数は、右の表ようになった。この細胞の細胞周期に要する時間が 20 時間とすると、間期の時間は何時間か。ただし、観察したすべての細胞が細胞周期にあるものとする。

	細胞数
間 期	65
前 期	18
中 期	8
後 期	5
終 期	4

54. 体細胞分裂の観察

ある植物の種子を発芽させ、根の先端部分を切り取って①酢酸・アルコール混合液に浸した。これを②60℃のうすい塩酸に 5 分浸した後、③酢酸オルセイン液を滴下して染色し、カバーガラスをかけて押しつぶして根端分裂組織の細胞を観察した。右図は、一視野内で観察された各期の細胞を示している。



(1) 下線部①および②の処理を何というか。次の中から選び、それぞれ記号で答えよ。

(a) 染 色 (b) 解 離 (c) 固 定 (d) 消 化

(2) 下線部②を行う理由を述べよ。

(3) 下線部③の操作で染色されるのは細胞のどの部分か。また何色に染色されるか。

- (4) 図の(ア)～(オ)の細胞を、(エ)を最初にして分裂の進行順に並べよ。
- (5) この植物の細胞周期を 15 時間と仮定すると、間期および分裂期はそれぞれ何時間になるか。ただし、図中の全細胞に対する各期の細胞の割合が、細胞周期における各期の長さの割合に一致しているものとする。

55. だ腺染色体とパフ

次の文章中の空欄にあてはまる語句を、下の語群から選べ。

ショウジョウバエやユスリカの幼虫の (①) の細胞では、右図のような巨大な (②) が観察できる。この (②) には、多数の横じま模様と (③) という染色体のふくらんだ部分が見られる。この部分は、(④) の一部がほどけて染色体からはみ出したもので、遺伝情報が活発に (⑤) されて、(⑥) がさかんに合成されている。発生段階の異なる幼虫の (②) を観察すると、発生の進行につれて (③) の位置が一定の変化をしていくのがわかる。



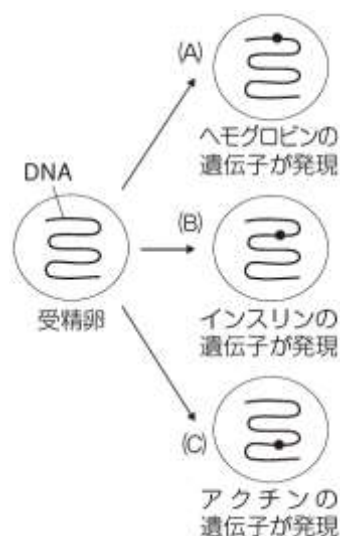
〔語群〕 パ フ だ 腺 だ腺染色体 転 写 翻 訳 DNA mRNA

56. 遺伝子発現の調節

次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

多くの多細胞生物のからだは、もとは1つの受精卵である。受精卵は (①) 分裂を繰り返すことによって細胞の数を増すが、どの細胞にも全く同じ DNA (遺伝情報) が含まれている。これは、分裂に先立つ (②) 期の (③) 期に、DNA が複製されるためである。(②) 期には、ほかに DNA 合成準備期 (G₁ 期) や分裂準備期 (G₂ 期) がある。

(①) 分裂した細胞が特定の形やはたらきをもつ細胞に変化することを細胞の (④) という。すべての細胞はすべての遺伝情報をもっているが、(④) した後の細胞では、すべての遺伝子が常にはたらいているわけではなく、部位によってはたらく遺伝子が異なっている。右図は、受精卵がもつ遺伝子のうち、特定のものが発現することで、特定の細胞へと (④) することを模式的に示している。



- (1) 文章中の空欄①～④に適切な語句を入れよ。
- (2) 図の細胞(A)～(C)に適するものを、次の(ア)～(ウ)から選べ。
- (ア) 筋肉を構成する筋細胞 (イ) 血液中の赤血球 (ウ) すい臓の細胞
- (3) 正常に発生させたカエルの幼生の腸の上皮細胞から核を取り出し、核を除いた未受精卵に移植して発生させた結果、一部から正常な幼生や個体が得られた。この実験から正しいと考えられるものを、次の(ア)～(ウ)から選べ。
- (ア) 分化した細胞の核も、からだをつくるのに必要なすべての遺伝情報をもっている。
- (イ) 分化した細胞の核は、その細胞に必要な遺伝情報しかもっていない。
- (ウ) 分化した細胞の核がもつ遺伝情報と受精卵がもつ遺伝情報は異なっている。

章末総合問題

57.

いろいろな生物の DNA について、以下の問いに答えよ。

表 1 は DNA を構成する 4 種類の塩基の数の割合を測定した結果である。また、表 2 はコイ、ニワトリ、ウシの細胞 1 個当たりの DNA 量を測定した結果である。

表 1

DNA を構成する塩基数の割合 (%)

	A	T	G	C
トリ結核菌	15.5	14.3	36.4	33.8
大腸菌	24.7	23.6	26.0	25.7
コムギ	27.4	27.1	22.7	22.8
サケ	29.7	29.1	20.8	20.4
ヒト	30.9	29.4	19.9	19.8

表 2

細胞 1 個当たりの DNA 量 [ピコグラム (10^{-12}g)]

	コイ	ニワトリ	ウシ
肝臓	3.3	2.66	7.05
すい臓	—	2.61	7.15
腎臓	—	2.28	5.90
赤血球	3.5	2.58	—
精子	1.6	1.25	3.42

(1) 表 1 の結果から考えられることを説明文(A)～(D)の中から 2 つ選べ。

- (A) 生物種が異なってもおおむね $A : T = 1 : 1$ 、 $G : C = 1 : 1$ である。
- (B) 生物種が異なると A と T、G と C の比はそれぞれ異なる。
- (C) DNA 分子は 1 本の鎖の中で A と T、G と C が隣り合って結合している。
- (D) 生物種が異なると DNA に含まれる塩基の構成比は異なる。

(2) 表 2 の結果から考えられることを説明文(A)～(D)の中から 2 つ選べ。

- (A) DNA 量は動物種が異なっても組織や器官において差がない。
- (B) 同じ動物であれば組織や器官が異なっても体細胞中の DNA 量はほぼ同じである。
- (C) 精子は減数分裂により核相が n になっているために DNA 量は体細胞の $1/2$ になる。
- (D) DNA 量が多ければ染色体数が多いと考えられる。 [10 東京農大 改]

(3) 2 本の鎖からなる、ある DNA では全塩基中 A が 30% を占めていた。このとき、T、G、C それぞれの塩基が占める割合 (%) はいくらか。

(4) (3) の DNA の 1 本の鎖についてのみ調べたところ、4 種類の塩基のうち A は 35% を占めていた。この鎖において T の占める割合を次の(a)～(f)のうちから 1 つ選べ。

- (a) 25% (b) 32.5% (c) 35% (d) 40% (e) 45% (f) 70% [02 早稲田大 改]

58.

遺伝情報の発現に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

生物の遺伝情報は、DNA の (①) 配列として刻みこまれ、保持されている。したがって、体細胞分裂の際も、^(ア)DNA は正確に複製され、全く同じ DNA をもった細胞が作られていく。遺伝情報からタンパク質が合成される過程は、^(イ)DNA の遺伝情報を RNA に写し取る過程と、^(ロ)RNA に写し取られた遺伝情報を (②) の配列に読みかえてタンパク質を合成する過程からなる。

(1) 文章中の空欄に適切な語句を入れよ。

(2) 文章中の下線部(イ)は、細胞周期の中で何とよばれる時期に行われるか。

(3) 文章中の下線部(ロ)および下線部(イ)は、それぞれ何とよばれるか。

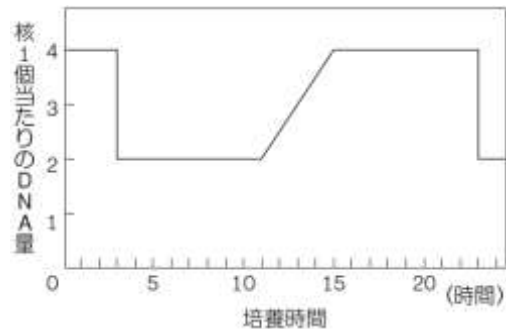
- (4) DNA および RNA の①はそれぞれ 4 種類ずつある。また、タンパク質を構成する②は約 20 種類が知られている。1 つの②を指定するのに必要十分な①の個数を、次の(a)～(d)から 1 つ選べ。

(a) 1 個 (b) 2 個 (c) 3 個 (d) 4 個

59.

細胞周期に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

細胞周期は、4 つの時期 (G₁ 期, S 期, G₂ 期, M 期) に分けられる。細胞周期の時間を測定するために、増殖している培養細胞を用いた。一定の細胞周期で分裂している 1000 個の細胞を顕微鏡で観察した結果、間期の細胞が 900 個で残りは分裂期の細胞であった。この培養条件 (細胞周期) における、核 1 個当たりの DNA 量の変化を右図に示した。



- (1) この培養細胞の細胞周期は、何時間か。次の(a)～(d)の中から選べ。
(a) 20 時間 (b) 22 時間 (c) 24 時間 (d) 26 時間
- (2) この細胞周期中の分裂期 (M 期) は、何時間か。次の(a)～(d)の中から 1 つ選べ。
(a) 2 時間 (b) 4 時間 (c) 6 時間 (d) 8 時間
- (3) この細胞周期中の S 期は、何時間か。(2)の(a)～(d)の中から 1 つ選べ。
- (4) この細胞周期中の G₁ 期は、何時間か。(2)の(a)～(d)の中から 1 つ選べ。
- (5) この細胞周期中の G₂ 期は、何時間か。(2)の(a)～(d)の中から 1 つ選べ。 [10 杏林大]

60.

核移植実験に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

野生型の黒いアフリカツメガエルの(7)未受精卵に紫外線を照射し、この未受精卵に突然変異体の白いアフリカツメガエルのオタマジャクシの腸の上皮細胞から吸い取った核を注入した。この卵の発生を調べたところ、ほとんどは発生が途中で停止するか異常胚になったが、数%は、(8)オタマジャクシに成長した。

- (1) 下線部(7)の操作を行った理由として、最も適当なものを次の中から選べ。
- ① 核のはたらきを失わせるため。
 - ② 核のはたらきを活性化させるため。
 - ③ 卵の色素を失わせるため。
- (2) この実験で、腸の上皮細胞の核を用いて正常なオタマジャクシが発生したことから、分化した細胞に含まれる遺伝子について、どのようなことがわかるか。
- (3) 下線部(8)のオタマジャクシが成体になった場合、その体色は、黒・白・灰色のうちどの色になると考えられるか。
- (4) 下線部(8)のオタマジャクシは小腸上皮を提供したオタマジャクシと全く同じ遺伝子型をしている。このような個体を何というか。 [03 浜松医大 改]