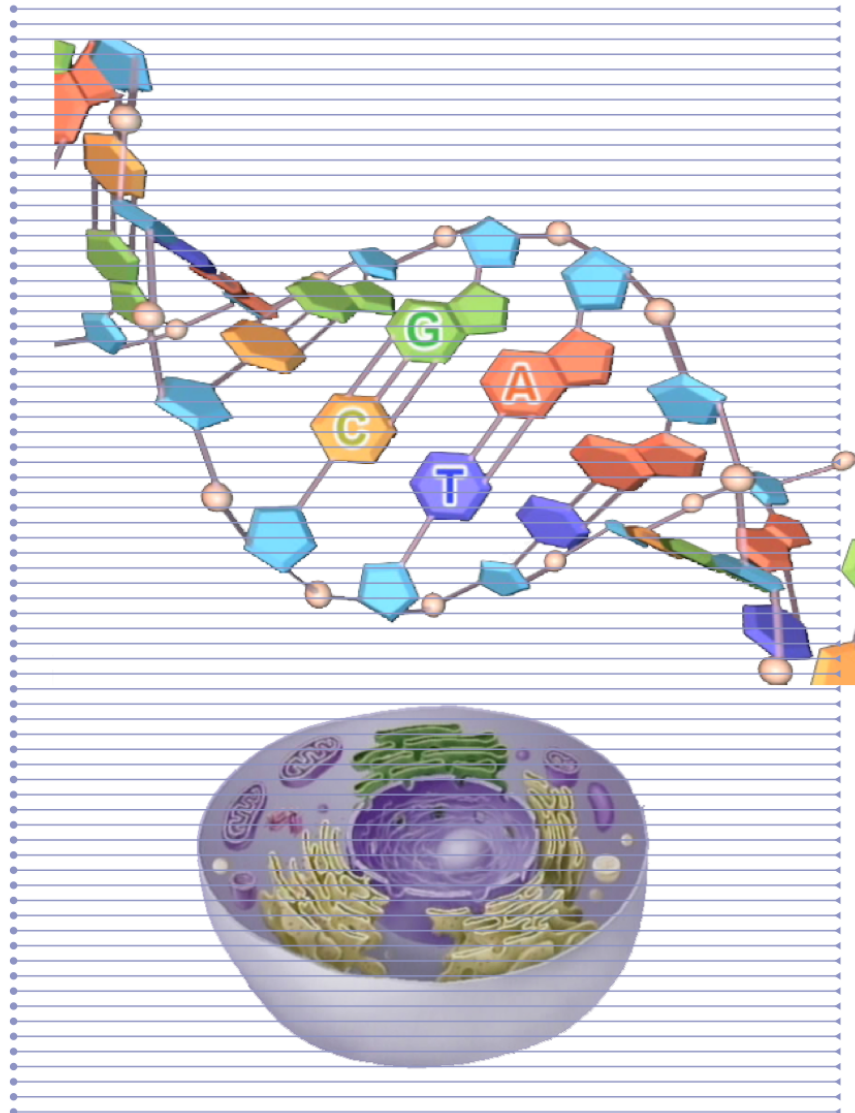


1章

細胞のしくみ・生命の基本機能

Cell

		TIME	MOVIE	NDB-
I 細胞	生体構成単位	7:03		099
II 遺伝と形質の 発現	自然と人間（生命過程）	8:14		001
	生殖（精子と射精）	5:41		059



Point

細胞は生命の基本単位であり、原則的に1個1個が独立した生命体です。形状や機能の異なる多様な細胞が集まってある働きをする組織を作り、組織が集まって一定の機能を果たす器官になります。人体は270種類、60兆個もの細胞からできています。

Key Words

○ 細胞の基本構造

細胞膜
細胞質
核

※注1：細胞の構造については、核を細胞内小器官に分類したり、細胞膜を細胞質あるいは細胞内小器官に分類することもあります。

○ 細胞の基本的な機能

細胞分裂
タンパク質の合成
エネルギー産生
栄養素の代謝
物質の輸送

1 基本的な構造と機能

細胞の多くは大きさが10~30 μ mですが、直径が200 μ mの卵細胞や軸索が1mに達する神経細胞などもあります。その形は、目的とする機能に応じて、球状、扁平状、紡錘状、円盤状、線維状、多角形、不定形などさまざまです。

細胞は原則的に、**細胞膜**、**細胞質**、**核**の3つの部分に分けられます。細胞質はいろいろな**細胞内小器官**と、**細胞骨格**などを含んだ半透明の液体である**細胞質基質**からできています^(注1)。細胞は種類によって大きさや形状、さらに構造もいろいろですが、基本的な構造物はほとんど共通です(図1-1)。

細胞の形状、機能などに関するすべての情報、すなわち遺伝情報は核に存在します。核は二重の核膜で包まれており、その中の物質を核質といいます。その核質に納められているDNAに、遺伝情報が組み込まれています。ヒトでは正常な状態で核をもたないのは赤血球細胞だけです。細胞の機能も細胞の種類により異なりますが、基本的な機能は共通です(表1-1)。

表 1-1 細胞の基本的な機能

・ 周期的な細胞分裂	・ エネルギーの産生
・ 栄養素の代謝	・ 物質の取り込み / 排出(物質の輸送)
・ 構造物質や機能物質の産生(タンパク質の合成)	

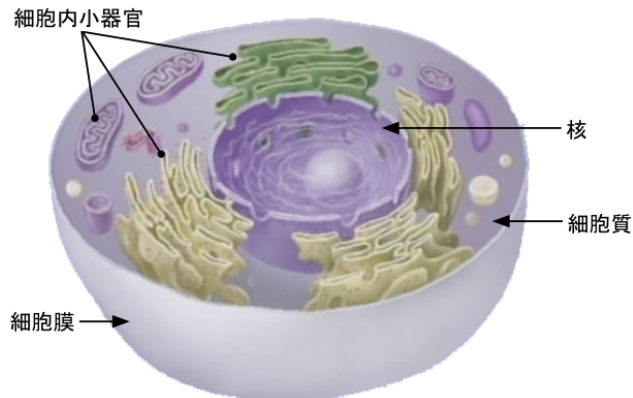


図 1-1 細胞の基本構造…NDB-099



動画はこちら

2 細胞膜

1) 細胞膜の構造

細胞膜は脂質、タンパク質、多糖類で構成されており、脂質やタンパク質の移動が可能な流動性があります。基本的には、**リン脂質**による**脂質二重層**といわれる構造になっています。層の表面には親水性の頭部（リン酸）が並び、細胞内部や細胞間質の親水性の環境になじむようになっています。一方、層の内部は疎水性の2本の尾部（脂肪酸）が並んで、疎水性のバリアーを作っています（**図1-2**）。

この脂質二重層には**タンパク質**や**コレステロール**が埋め込まれています。タンパク質は輸送タンパク質の**ポンプ**、**チャネル**、**輸送体**、情報伝達タンパク質の**レセプター**や**Gタンパク**、**酵素**、結合タンパク質の**接着分子**などで、その構成は細胞の種類によって異なり、同じ細胞であっても変化します。また**多糖類**がタンパク質や脂質に結合して機能的なバリエーションを与えています。

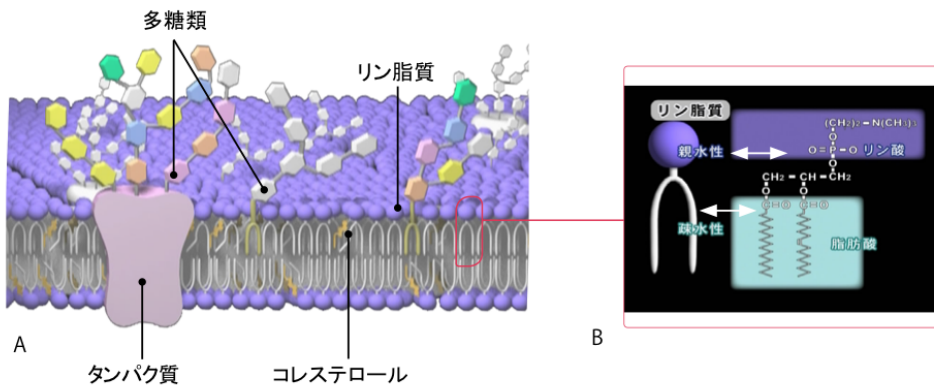


図 1-2 A. 細胞膜の基本構造 B. リン脂質の拡大図 (左) と化学式 (右) …NDB-099



動画はこちら

2) 細胞膜の機能

細胞膜には、主に以下の4つの機能があります。

インターフェイス機能：生命を維持するために、細胞内を周囲と隔て、独立した一定の環境を作っています。

物質の輸送：細胞内への物質の取り込みと、細胞外への排出を行います。輸送の方法には、濃度勾配に従った**受動輸送**、ATPなどのエネルギーを使う**能動輸送**、膜をダイナミックに動かす**膜動輸送**（エンドサイトーシス、エキソサイトーシス）があります。

情報の伝達：細胞の生命を維持するためには、外部環境の情報を得て、細胞内部の状態を適切に対応させる必要があります。そのため、**神経化学伝達物質**や**ホルモン**を膜の

Key Words

○ **細胞膜の構造**
リン脂質
脂質二重層
タンパク質
コレステロール
多糖類

○ **細胞膜の機能**
インターフェイス
機能
物質の輸送
情報の伝達
細胞の固定

1章
細胞の
しくみ

2章
神経系の
しくみ

3章
感覚の
しくみ

4章
身体運動の
しくみ

5章
血液の
しくみ

6章
循環の
しくみ

7章
呼吸の
しくみ

8章
消化吸収の
しくみ

9章
代謝の
しくみ

10章
排泄の
しくみ

11章
ホルモンの
しくみ

12章
ホメオス
タシスの
しくみ

13章
防御の
しくみ

14章
生殖の
しくみ

15章
人間の
存在

索引

レセプターに結合させて、細胞間の情報伝達を行っています。情報はさらに、Gタンパクやcyclic AMP (cAMP) などの働きによって細胞内へ伝えられます。神経細胞や筋細胞、感覚受容細胞では、**活動電位**が細胞膜を伝導することによって情報を伝えています。細胞内液と細胞外液とのイオン組成の違いによって、**細胞膜電位**が発生します。

細胞の固定：細胞が組織として機能するために、膜にある結合タンパク質が隣り合う細胞を結合させています。

3 細胞質

1) 細胞内小器官

細胞質には多種類の細胞内小器官（細胞小器官、オルガネラ）が散在し、固有の働きをしています（図 1-3）。これらは細胞膜と同様の膜に覆われており、この膜と細胞膜、核膜を合わせて**生体膜**と呼んでいます。

ミトコンドリア：細胞に必要なエネルギー源である ATP を産生する動力プラントです。内外二重の膜から成る袋状の器官であり、基質腔では解糖系やクエン酸回路、内膜では電子伝達系の反応が行われています。

リボソーム：タンパク質合成装置であり、粗面小胞体の表面に付着したり細胞質基質中に遊離しています。mRNA の指示に従って順次アミノ酸を結合させ、遺伝情報に指定されているタンパク質を合成します。

粗面小胞体：表面のリボソームで合成されたタンパク質を細胞内で輸送します。

滑面小胞体：脂質やステロイドホルモンの合成を行っています。

ゴルジ体：新たに合成されたタンパク質や化合物を粗面小胞体から受け取り、修飾や成熟、細胞内輸送などを行っています。

リソソーム：内部に多種類の酵素を含み、異物や不要な物質を処理しています。酵素がリソソーム外に出ると、細胞自身を壊してしまうこともあります。

中心体：細胞分裂の際には2つに分かれて両極に移動し、有糸分裂の紡錘糸を伸ばします。

○細胞内小器官

生体膜
ミトコンドリア
リボソーム
粗面小胞体
滑面小胞体
リソソーム
ゴルジ体
中心体

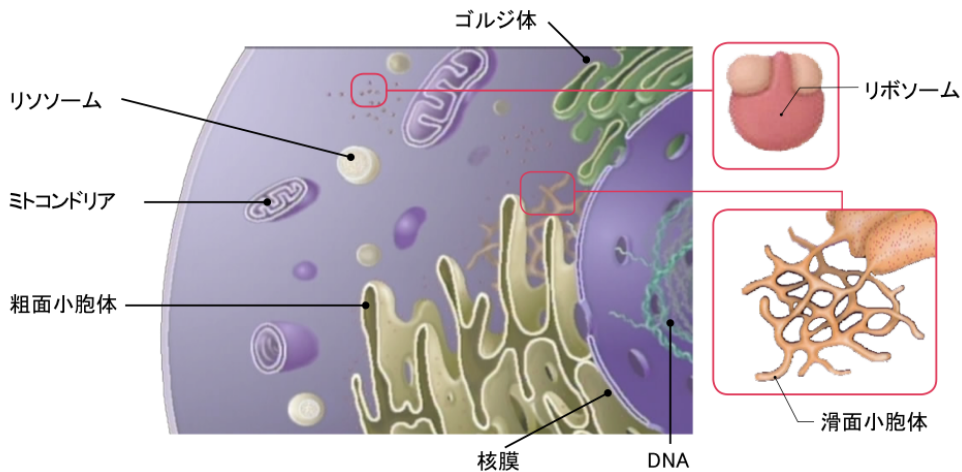


図 1-3 細胞内小器官…NDB-099



動画はこちら

2) 細胞質基質

細胞質から細胞内小器官を除いた部分が**細胞質基質**です。半透明の液体が大部分を占め、**電解質**や**タンパク質**などが含まれています。タンパク質の中には**細胞骨格**といわれる数種類のフィラメントがあります。これは細胞内に張りめぐらされており、細胞の形態の保持や神経細胞の軸索輸送などの機能を有しています。

Key Words

○細胞質基質
細胞骨格

1章
細胞のしくみ

2章
神経系のしくみ

3章
感覚のしくみ

4章
身体運動のしくみ

5章
血液のしくみ

6章
循環のしくみ

7章
呼吸のしくみ

8章
消化吸収のしくみ

9章
代謝のしくみ

10章
排泄のしくみ

11章
ホルモンのしくみ

12章
ホメオスタシスのしくみ

13章
防御のしくみ

14章
生殖のしくみ

15章
人間の存在

索引

Point

細胞の形状や機能などに関する情報は、増殖する細胞へ保持されます。ひいては、個体の形質が子孫へと引き継がれる「遺伝」によって、種の存続が維持されています。その遺伝情報は、個々の細胞のDNAの中に遺伝子として組み込まれています。

Key Words

○ 遺伝情報

遺伝子
核酸
DNA
RNA

○ DNA

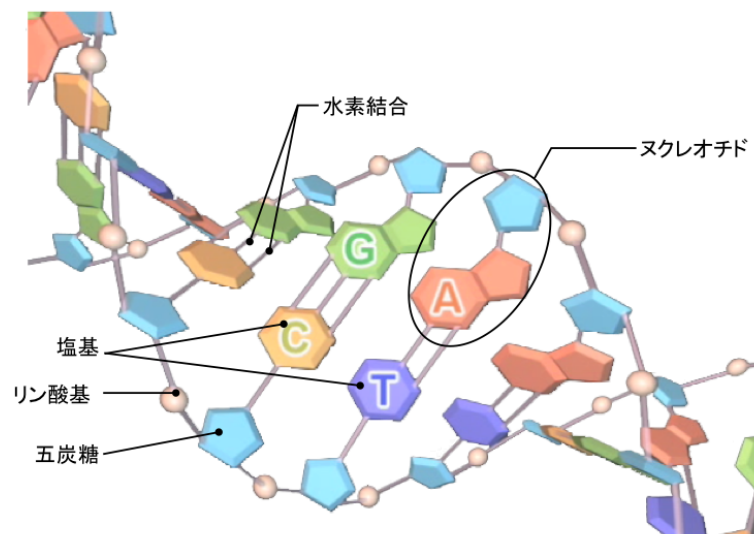
ヌクレオチド
塩基
アデニン
チミン
グアニン
シトシン
染色体
ゲノム

1 遺伝情報

遺伝子は、化学的には核酸そのもので構成されています。ヒトの核酸には核内に存在する二重らせん構造をしたDNA（デオキシリボ核酸）と、1本鎖のRNA（リボ核酸）があります。体細胞の増殖時には、DNAは同じ分子を自己複製して新しい細胞に遺伝子を保持させ、生殖時には、減数分裂によってDNAを分配し、子孫へと遺伝情報を伝えています。一方、RNAはタンパク質合成にかかわっており、DNAの情報を細胞質へ伝達しています。

1) DNAと染色体

核酸はヌクレオチドの繰り返しでできており、ヌクレオチドは塩基、五炭糖、リン酸基で構成されています。DNAは、莫大な数のヌクレオチドが連なった2本の鎖が二重らせんを形成しており、そのほとんどは右巻きです（図1-4）。2本の鎖はそれぞれの塩基部分で結びついており、アデニン（A）とチミン（T）、グアニン（G）とシトシン（C）同士が水素結合し、それ以外の組み合わせは生じません。RNAの場合は、塩基のチミンがウラシル（U）に置き換わっており、五炭糖の種類も異なります。DNAの鎖となって連なる塩基の配列によって遺伝情報が決定されています。



動画はこちら

図 1-4 DNA の二重らせん構造…NDB-001

DNAは核の中に折り畳まれて存在しており、細胞分裂時には複製されたDNAが**染色体**となって現れます(図1-5)。ヒトでは23本の染色体(22本の**常染色体**と1本の**性染色体**〔XまたはY〕)があり、そこに含まれるDNAが遺伝情報のセット(**1ゲノム**)となります。ヒトの1ゲノムは約30億個の塩基対から成りますが、遺伝子そのものの部分はDNAの1~3%にすぎません。通常、体細胞や受精卵には23対の相同染色体が存在し、2ゲノム(2n)となっています。

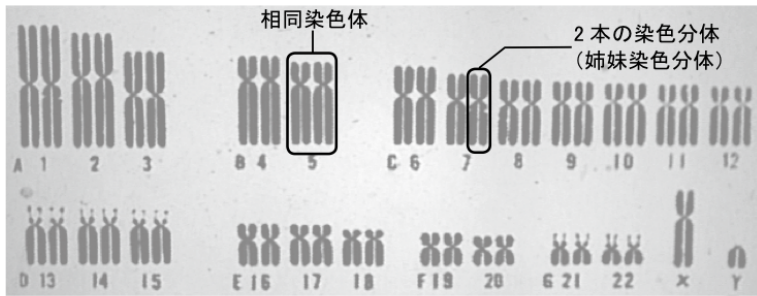


図 1-5 ヒトの染色体 (複製後の 4n の状態) …生命の科学 vol.4

2) DNA の複製

細胞が分裂する際には、核の中で **DNA の複製**が行われます(図 1-6)。二重鎖 DNA が酵素によってほどかれてよじれが直され、DNA の 1 本鎖となったそれぞれの部分に酵素がヌクレオチドを結合して、新たな DNA が合成されていきます。

このヌクレオチドの結合は、元の塩基配列を鋳型として、A-T、G-C の塩基の組み合わせで行われます。その結果、複製された 2 本の DNA はそれぞれ片方の鎖が元の鎖となっているため、**半保存的複製**と呼ばれます。この 2 本の DNA が凝集して染色体 (**姉妹染色分体**) となります。



図 1-6 DNA の自己複製…NDB-001



動画はこちら

Key Words

1章
細胞の
しくみ

2章
神経系の
しくみ

3章
感覚の
しくみ

4章
身体運動の
しくみ

5章
血液の
しくみ

6章
循環の
しくみ

7章
呼吸の
しくみ

8章
消化吸収の
しくみ

9章
代謝の
しくみ

10章
排泄の
しくみ

11章
ホルモンの
しくみ

12章
ホメオス
タシスの
しくみ

13章
防御の
しくみ

14章
生殖の
しくみ

15章
人間の
存在

索引

○DNAの複製
半保存的複製
染色体
姉妹染色分体

2 細胞分裂と遺伝子

1) 有糸分裂 (体細胞分裂)

神経細胞や心筋細胞以外のヒトの**体細胞**は、**細胞周期**を繰り返し、**有糸分裂**を行っています (図 1-7)。例えば、活発に働く肝臓や腎臓の細胞は数十時間、骨の細胞でも 20 ~ 24 ヶ月の間隔で分裂しています。

細胞周期は G1 期、S 期、G2 期、M 期に分けられ、S 期で DNA が複製され、M 期では DNA が凝集して**染色分体**となり、細胞分裂が行われます。両極へ移動した**中心体**から伸びた**紡錘糸**によって 2 本の染色分体が 1 本ずつに分けられ、娘細胞に母細胞と同じ遺伝情報が引き継がれます。

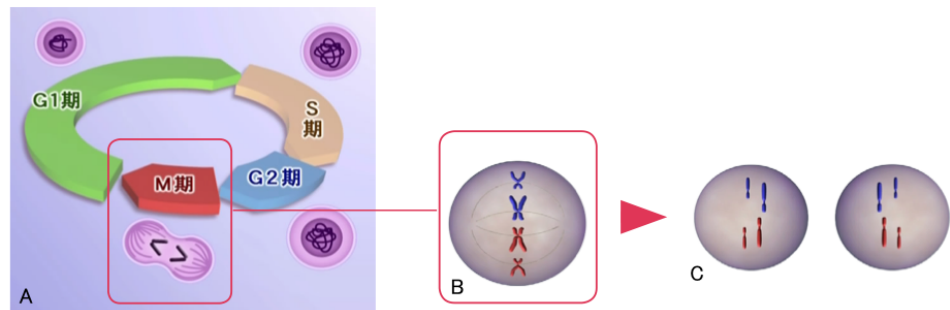


図 1-7 A. 細胞周期と有糸分裂 (体細胞) B. M 期の母細胞 (複製後 $4n$) C. 娘細胞 ($2n$) …生化学 vol.6

2) 減数分裂

ヒトの**生殖細胞**は、減数分裂といわれる 2 回の分裂によって、染色体数を体細胞の半分減らした**1 倍体**の細胞 (配偶子) を作ります (図 1-8)。**配偶子**の精子と卵子が受精することで**2 倍体**に戻ります。第 1 分裂の際には**遺伝子組換え**が起こり、受精卵の遺伝子に多様性をもたらしています。

第 1 分裂では、複製された**相同染色体**が対合して赤道面に並び、2 価染色体を形成します。このとき相同染色体間で遺伝子組換えが起こり、組換え終了後の相同染色体がそのまま両極に分かれ、2 個の 2 倍体細胞ができます。第 2 分裂では、1 本ずつの染色分体に分離して 1 倍体の細胞ができます。

○有糸分裂
細胞周期
染色分体
紡錘糸

○減数分裂
生殖細胞
1 倍体
2 倍体
遺伝子組換え

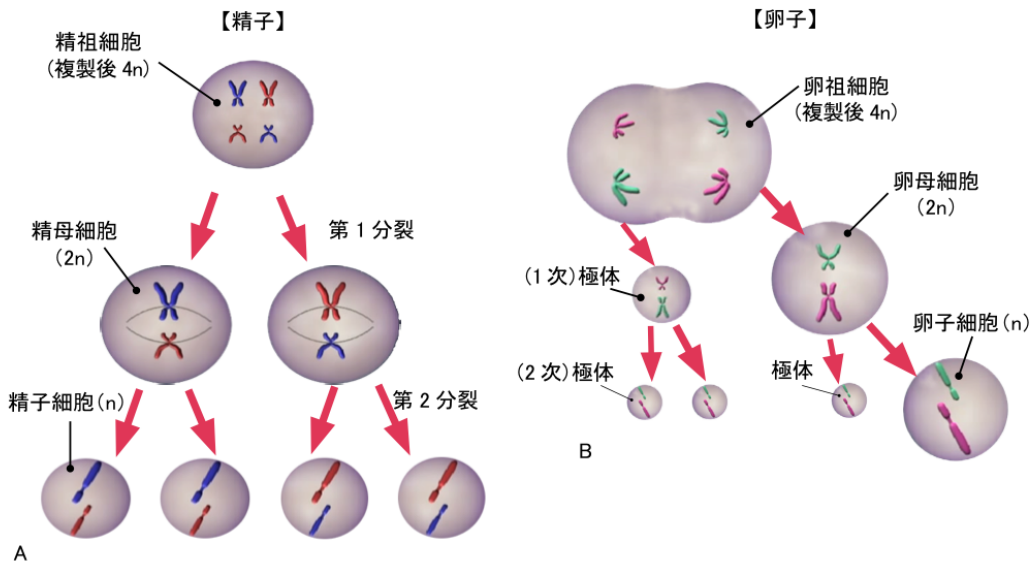


図 1-8 A. 精祖細胞の減数分裂 B. 卵祖細胞の減数分裂。卵祖細胞から、減数分裂によって 1 個の卵子細胞と 2 個あるいは 3 個の極体が作られる…NDB-059、生化学 vol.6



動画はこちら

3 形質の発現 (タンパク質の合成)

身体を作り生命を維持するために、体内では必要に応じて特定のタンパク質を合成し、細胞に必要な物質を作っています。遺伝子に記された設計図に基づいてタンパク質を合成することで、**形質の発現**がなされています。タンパク質の合成の過程は、**転写**と**翻訳**というメカニズムで行われます。

1) 転写

二重鎖 DNA がほどかれ、片方を鋳型にして mRNA が合成される、つまり遺伝情報が写し取られる過程を**転写**といいます。DNA の塩基配列が相補的に**転写**されますが、塩基のチミン (T) が RNA ではウラシル (U) に置き換わります。

遺伝情報は塩基配列によって決定されますが、それは**コドン**という 3 個の塩基配列が鍵となっています。mRNA のコドンは U・C・A・G が作る塩基 3 個の組み合わせによって、 $4^3 = 64$ 通り存在します。これらのコドンは、特定の**アミノ酸**を指定したり、翻訳の開始や終止を指示しています。

○ **転写**
mRNA
コドン

Key Words

1章
細胞のしくみ

2章
神経系のしくみ

3章
感覚のしくみ

4章
身体運動のしくみ

5章
血液のしくみ

6章
循環のしくみ

7章
呼吸のしくみ

8章
消化吸収のしくみ

9章
代謝のしくみ

10章
排泄のしくみ

11章
ホルモンのしくみ

12章
ホメオスタシスのしくみ

13章
防御のしくみ

14章
生殖のしくみ

15章
人間の存在

索引

○ 翻訳
リボソーム
tRNA

2) 翻訳

遺伝情報を転写した mRNA は核から細胞質中へ出て、**リボソーム**に結合して**翻訳**を行います。翻訳とは、コドンに指定されたアミノ酸を指示通りに配列させてタンパク質を合成する過程です。

リボソームが開始を示すコドンの位置に来ると翻訳が始まります。**tRNA**によって運ばれたアミノ酸がコドンの指定通りに次々に結合して、アミノ酸の鎖が伸びていきます。こうして遺伝情報に組み込まれたタンパク質が合成されます（**図 1-9**）。タンパク質の多くは、さらに**化学的修飾**を受けて完成します。



図 1-9 タンパク質の合成過程…NDB-001



[動画はこちら](#)