

2010 年度冬学期

# 生命科学

試験対策プリント

教官：道上達男

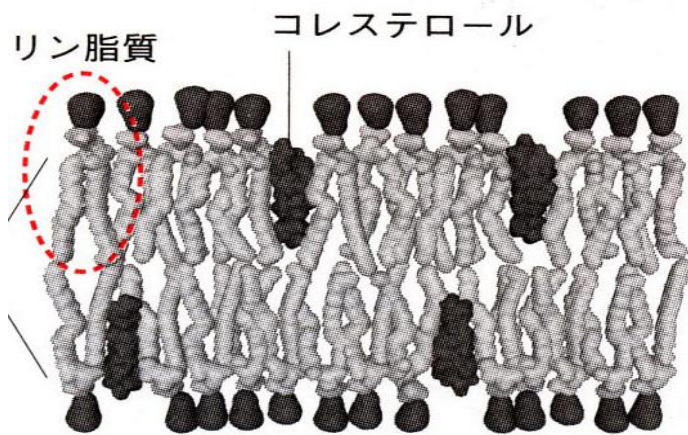


2010/1/16 文責：K.H

## 第 11 章 細胞の構造

### 11-1 細胞を構成する膜

細胞には膜構造が必須であり、これは【**生体膜**】と呼ばれており、この膜の基本構造は、【**リン脂質**】と【**コレステロール**】を主成分とする【**脂質二重層**】である。低温では結晶相、高温では流動性のある液晶相をとり、こうした温度に依存する変化を【**相転移**】と呼ぶ。



脂質二重層の模式図。リン脂質にはコレステロールが点在しており、膜の安定化に寄与している。左はリン脂質の拡大図。

生体膜を構成する脂質は①【**グリセロリン脂質**】、②【**スフィンゴリン脂質**】、③【**糖脂質**】の三種類に大別され、これらの構造を覚える必要はないが違いを把握しておく必要がある。いずれも【**グリセロール**】を基本構造としており、脂肪酸とリン酸（または糖）がエステル結合で結合している。尚、構造式の違いに関しては道上研究室 HP(旧)から授業のスライドを DL できるため、そちらを参照されたい。

細胞膜が流動性を持つ理由は、様々な機能を持つタンパク質が細胞膜上に埋め込まれる必要があるためである。細胞膜上には多くの膜貫通タンパク質、膜内外の表在性タンパク質があり、物質輸送やシグナル伝達等の役割を果たしている。また、細胞の内側には各種タンパク質の他に細胞骨格を主成分とする【**裏打ち構造**】が存在しており、【**細胞膜の強度を保つ**】、【**細胞外とのシグナル伝達を行う**】などの役割を持っている。

### 11-2 細胞構造と細胞小器官

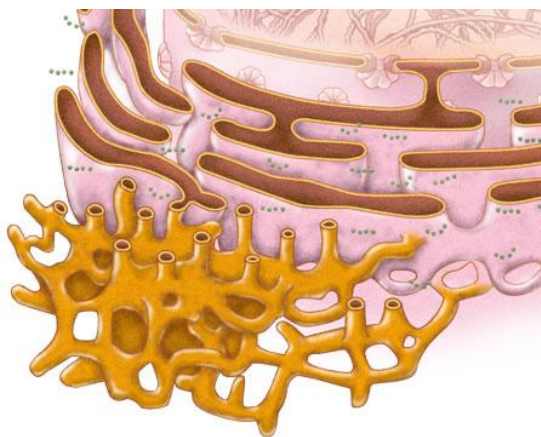
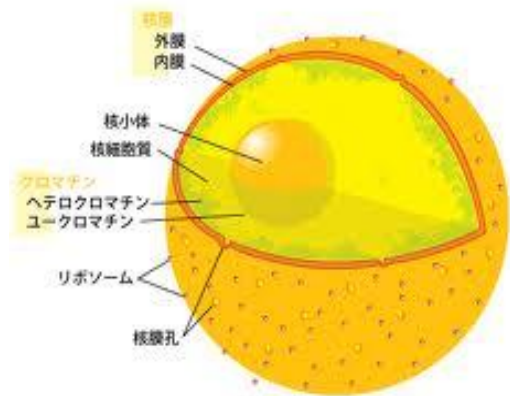
原核生物と真核生物とでは細胞構造に決定的な違いがある。以下ではこの違いを列挙する。

- 真核細胞には核があるが原核細胞にはなく、【**核様体**】と呼ばれるものが存在しているだけであり、真核細胞のように転写・翻訳の場所は区別されていない。
- 原核細胞には、細胞壁を持つものが多い。
- 原核細胞には【**グラム染色法**】という細胞染色法で染まらない【**グラム陰性菌**】とそうでないものとに区別できる。
- 細胞分裂の際に【**有糸分裂**】を行わない。

- 真核生物のものとは異なるような【鞭毛】をもつものがある。
- 細胞内の【膜区画】や【葉緑体】、【ミトコンドリア】などは真核生物に特有の構造である。

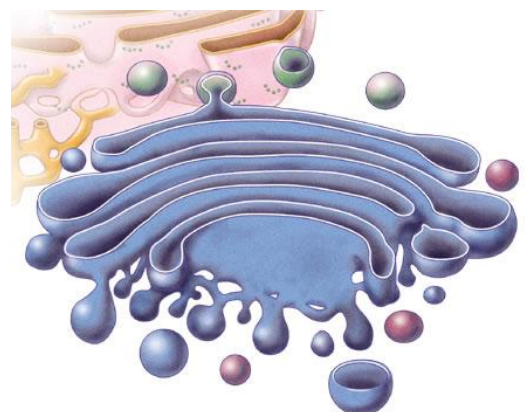
真核生物の細胞内には核膜や小胞体といった【膜区画】があり、さらに細胞質には各種の【細胞内小器官（オルガネラ）】がそれぞれ特別の機能を果たしている。

核とは、脂質二重層からなる【a 核膜】に包まれた【b クロマチン】（DNA とヒストンの複合体。前期の内容を参照）を基本とする細胞小器官である。A には【核膜孔】という無数の孔があいており、核の内外に物質を輸送している。また、b には核膜周辺に分布し転写活性が低い【ヘテロクロマチン】、全体に拡散して転写活性が高い【ユークロマチン】の二種類がある。他に目につく物体としては【核小体】が挙げられるが、ここには rRNA やリボソーム前駆体が蓄積されており、代謝が活発でタンパク質が多く含まれる細胞ではこれが大きくなる。



【小胞体】は、その膜表面に多数のリボソームが付着している【粗面小胞体】と、そうでない【滑面小胞体】とに区別される。前者のはたらきは表面に付着したリボソームによるタンパク質合成で、膜の内部には合成されたタンパク質が詰まっている。後者のはたらきはリン脂質合成、グリコーゲン代謝、カルシウムイオン調節、細胞内消化など多岐にわたっている。

【ゴルジ体】は扁平な滑面小胞体は何層も積み重なった構造をした細胞内小器官であり、ここでは粗面小胞体から送られるタンパク質の【糖鎖修飾】が行われている。この反応には方向があり、タンパク質が送られてくる側を【シス】、次の過程に送り出す側を【トランス】と呼ぶ。



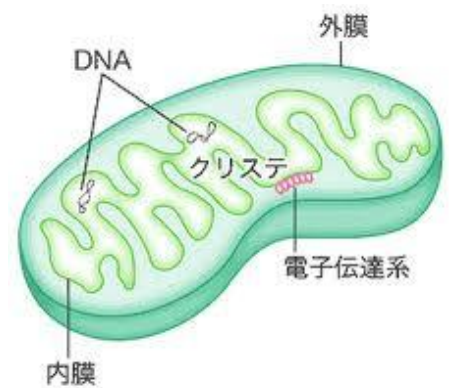


【リソソーム】と呼ばれる小胞には多種の【酸性加水分解酵素】が存在しており、タンパク質や脂質、糖、核酸などのあらゆる生体物質を分解することができる。さらに、外部から取り込んだ養分や老廃物の分解、【アポトーシス】の際には自身を分解する役割も果たしている。こうした酵素活性を維持するために内部は酸性に保たれている。

【ペルオキシソーム】は小型の小胞で、内部には【カタラーゼ】(過酸化水素を分解)、アミノ酸化酵素、尿酸酸化酵素などが含まれている。具体的な役割としては、脂肪酸の【β酸化】、【胆汁酸などの合成】、【アミノ酸代謝】などが挙げられる。

【ミトコンドリア】や、葉緑体・アミロプラストなどの【色素体】は、細胞内に取り込まれた原核生物が起源であるため、それぞれ独自のDNAをもった細胞内小器官である。

前者は内膜と外膜からなる二重の膜構造をとっており、内部構造は【クリステ】と呼ばれる。内膜の内部空間は【aマトリックス】と呼ばれ、独自のDNAやリボソーム、RNAポリメラーゼなどが存在している。クリステの内膜上には電子伝達系が見られATP生産に関与しており、aではクエン酸回路が働いている。



ミトコンドリアの輪切り

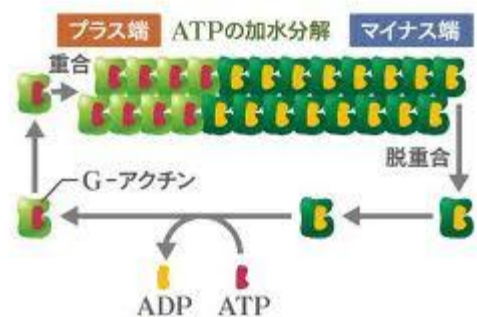
後者は植物や藻類などに必須の細胞内小器官で、【光合成】や脂肪酸合成、アミノ酸合成、【窒素と硫黄の同化】、色素の合成など、はたらきは多岐にわたる。その中で、葉緑体の構造は右図のとおりである。2枚の生体膜からなり、【ストロマ】と呼ばれる内膜の内部空間では【チラコイド】と呼ばれる扁平な小胞が積み重なって【グラナ】を形成している。



### 11-3 細胞骨格 —アクチン繊維—

真核細胞の細胞質には【細胞骨格】と呼ばれる繊維構造が存在しており、細胞の形態の維持、細胞の運動、物質輸送、細胞分裂などの働きをもつ。

【アクチン繊維】(直径5~9nm)は、【a G-アクチン】と呼ばれるタンパク質が2列に重合し、それらがゆるやかにらせん構造を描いて(F-アクチン)、三種類の主要な細胞骨格の中



では一番【**細い**】。アクチンは重合および脱重合を頻繁に繰り返しており、【**b アクチン結合タンパク質**】と【**ATP**】が関係している。aにはATPとADPに結合しやすい二つの型があり、どちらと結合しているかによって三次構造（分子の形）が変化する。この変化がG-アクチンの重合・脱重合に重要な役割を果たしている（詳細は教科書 p139 参照）。また、G-アクチンの重合・脱重合には方向性があり、それぞれが行われる部位を【**プラス端**】、【**マイナス端**】と呼ぶ。このメカニズムは【**重合速度**】が後者でかなり遅いため、結果として加水分解が進行することによる。こうした重合・脱重合の調整をするのがbである。

このように重合されたアクチン繊維は、さまざまな細胞機能に必要な立体構造を構築している。

#### 11-4 細胞骨格 — 微小管 —

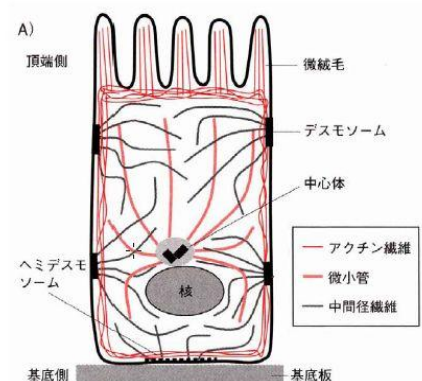
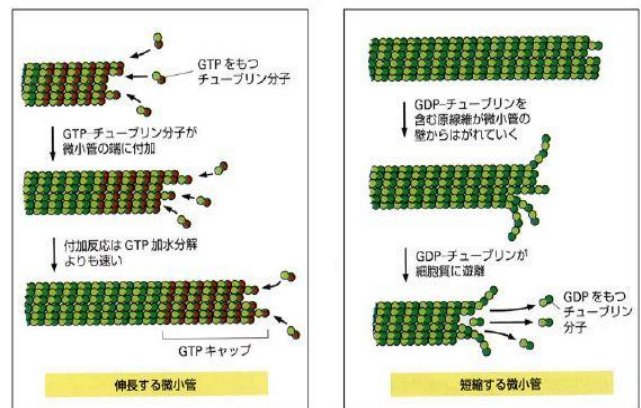
【**微小管**】(直径 24~25nm; 管状構造) は、【**a α-チューブリン**】と【**b β-チューブリン**】という2種類のタンパク質からなる【**二量体**】の単位タンパク質が、円筒状に規則正しく重合することでできた管状線維である。細胞骨格の中では一番【**太く**】、また、アクチン繊維と同様に重合・脱重合を頻繁に繰り返している。教科書 p141 にあるような種々の性質から、微小管の【**プラス端**】にGTPを結合したbをもつ二量体が安定に結合し、GTPが加水分解されてGDPになり、不安定になった二量体が【**マイナス端**】から脱重合する。この重合は【**微小管結合タンパク質**】によって制御されている。第二回スライド 11 枚目も参照のこと。

細胞内において微小管は、【**中心体**】を基点として放射状にのびており、細胞内輸送における【**輸送路**】となっている。細胞分裂の際には、二つの中心体から伸びた【**紡錘糸**】が染色体の分離と両極への移動に関与している。

#### 11-5 細胞骨格 — 中間径繊維 —

【**中間径フィラメント**】(直径 10nm ; アクチン繊維と微小管の中間くらい) も、単位タンパク質の重合により作られた細胞骨格であるが、その種類は単一ではなく、たとえば表皮細胞のケラチン、筋細胞にあるデスミンなど、細胞によって異なる。重合の頻度も【**低く**】、アクチン繊維や微小管のように【**結合の向き**】が無い。これは、中間径フィラメントの役割が、細胞接着の補強や恒常的に存在する細胞内構造の保持のように静的なものばかりだからである。

チューブリンの重合様式



## 11-6 細胞外基質（細胞外マトリクス）

真核生物・原核生物を問わず、細胞は様々な物質を細胞外に分泌しており、これを総称して【a 細胞外基質】と呼んでいて、多くの役割を持つ。多細胞生物においては、多くは細胞に対する【接着分子】として働き、例えば細胞はaに接着することにより【b 組織構築】を行っている。加えて重要な役割の一つに、【c 細胞への情報伝達】がある。

【コラーゲン】やグリコサミドグリカン**b**を行う代表的な物質である。詳細は教科書 p142 参照。また、細胞の分化や増殖、運動、情報伝達などの様々な役割を果たすものに【プロテオグリカン】が挙げられる。

植物や原核生物の持つ【細胞壁】も細胞外基質によって形成されていて、透過性が高いため分子量2万以下の物質ならば容易に通過することができる。

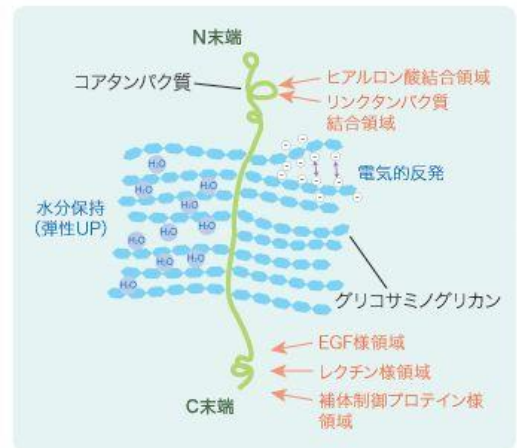
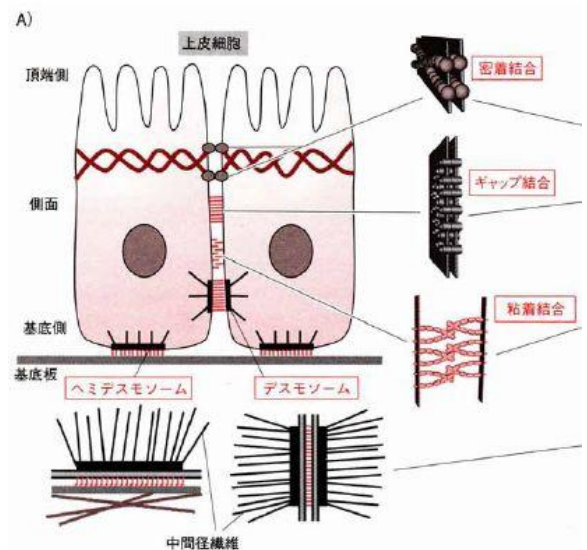


図2 軟骨プロテオグリカン模式図

## 11-7 細胞接着と組織構築

細胞同士の接着が重要な役割を果たしている例として、【a 上皮細胞】がある。a 同士はその側面で、細胞同士を固定する【デスモソーム】、特殊なタンパク質が鎖上に細胞表面に連なって、水溶性物質の漏れ出しを防ぐように細胞同士を結合する【密着結合】、膜タンパク同士を介して結合し、内部のアクチンによる裏打ち構造につながる【接着(粘着)結合】、さらに、細胞間の物質輸送を担う【ギャップ結合】を形成している。細胞同士の接着には【カドヘリン】という複数種類の膜貫通型膜タンパク質が大きく関与しており、その組み合わせで接着の独自性を生みだしている。



細胞の底面と基底版との結合を介するのは【ヘミデスモソーム】という構造で、 $\alpha$ 、 $\beta$ のサブユニットからなる【b インテグリン】というタンパク質によって結合している。bは単なる結合機構であるだけでなく、細胞間での情報伝達も行っている。

・・・次回からもうちょっと絞ります。自分の為にも。