

2023年度 保健医療学部 講義

看護学科 1学年 後期 病理学1

理学療法学科 1学年 後期 病理学

作業療法学科 1学年 後期 病理学

医学部附属フロンティア医学研究所 組織再生学部門

教授 三高 俊広

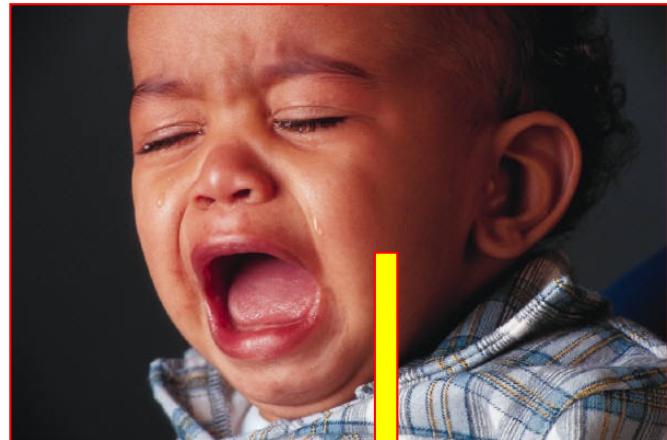
第2章：細胞・組織の障害と修復

10月16日（月）

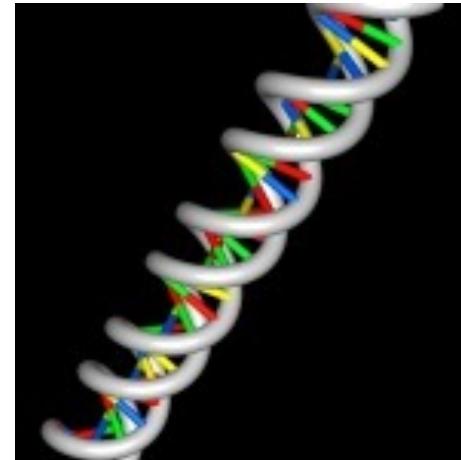
- 細胞の構造と機能
- 細胞適応
- 細胞増殖
- 細胞死
- 細胞障害

10月23日（月）

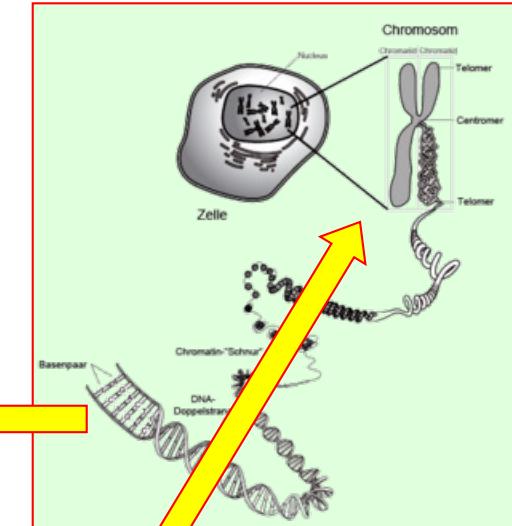
- 紡織再生
- 紡織修復
- 創傷治癒
- 異物処理機構



ヒト



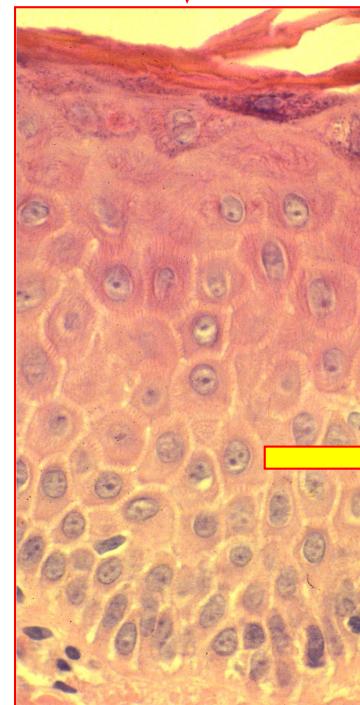
遺伝子
Gene



染色体
Chromosome

臓器・組織
Organ Tissue

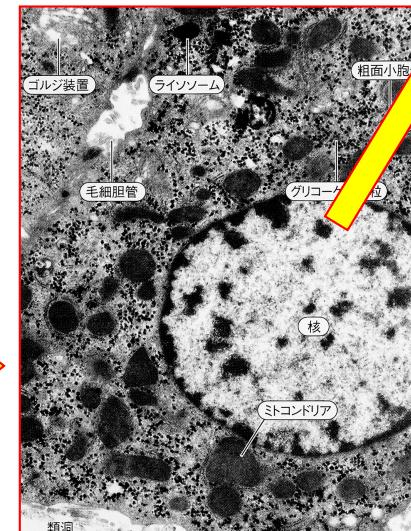
皮膚



細胞
Cell



扁平上皮細胞



肝細胞

細胞内小器官
Organella

核
Nucleus

生体構成物の大きさの比較

生体～原子

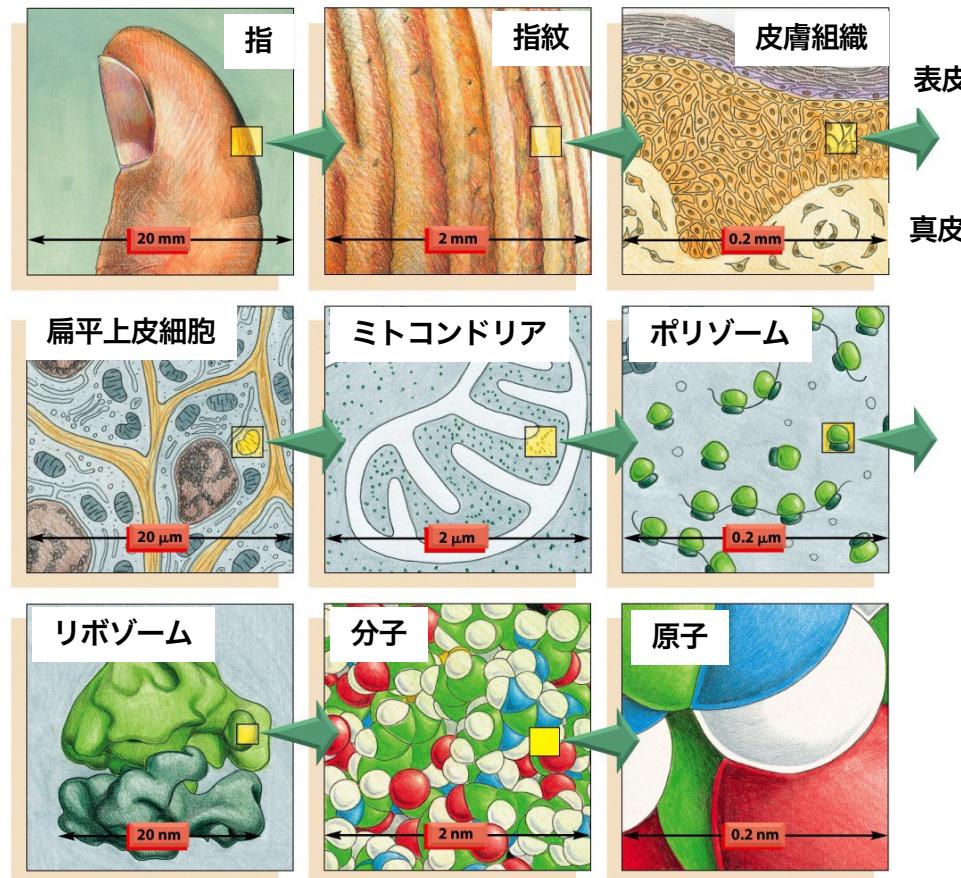
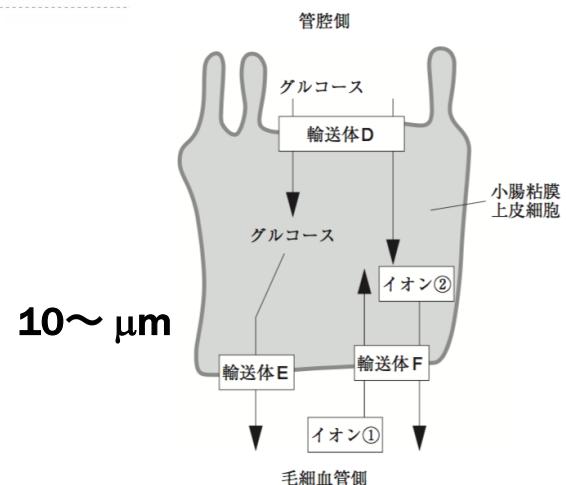
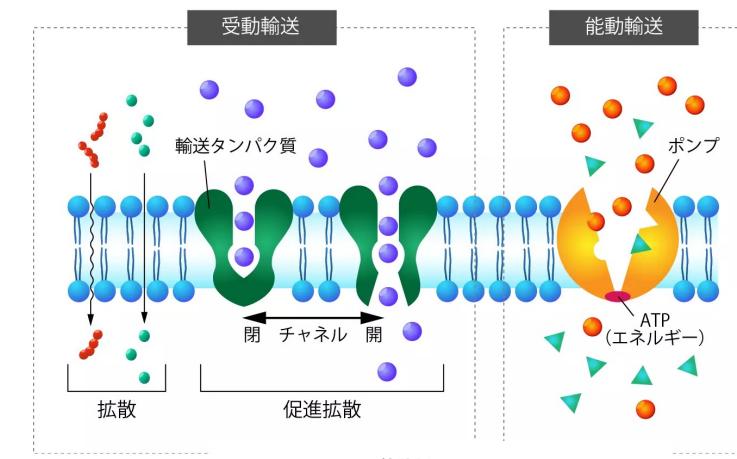
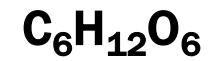
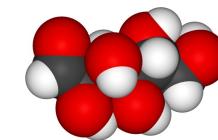
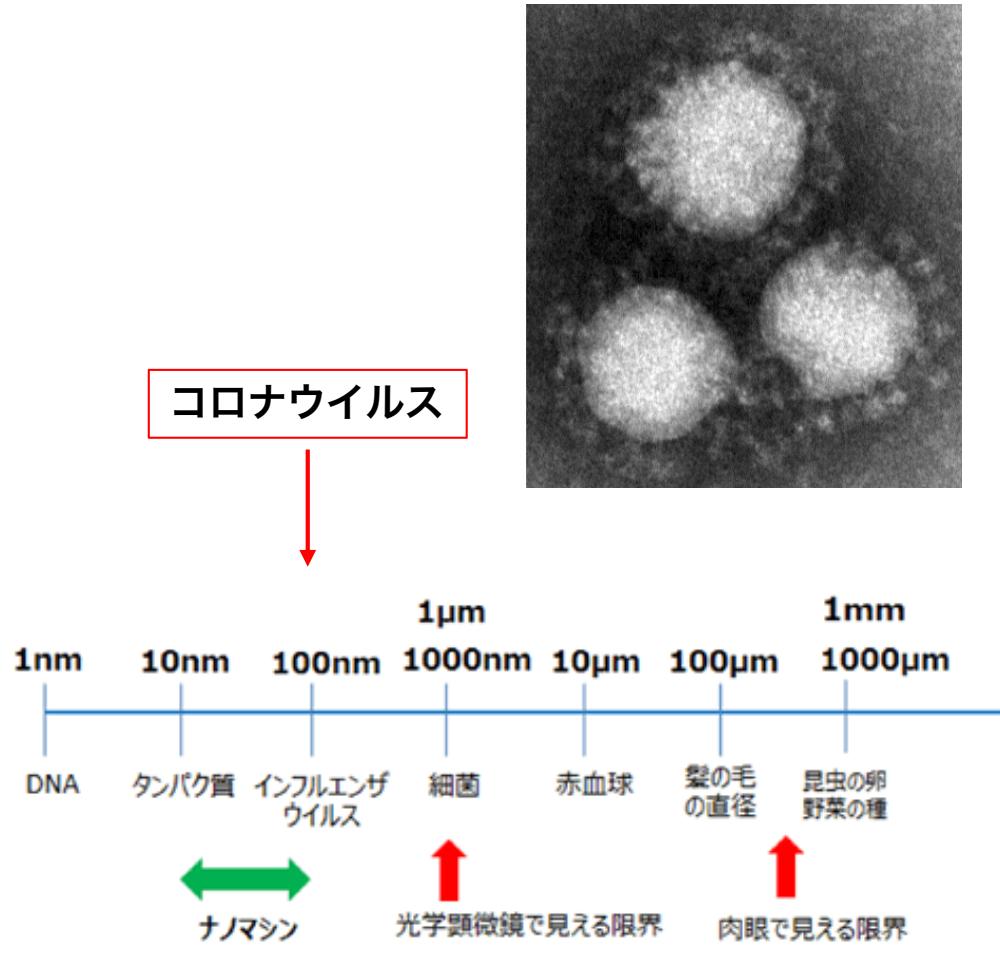


Figure 9-1 *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

ブドウ糖
(Glucose)



大きさの比較

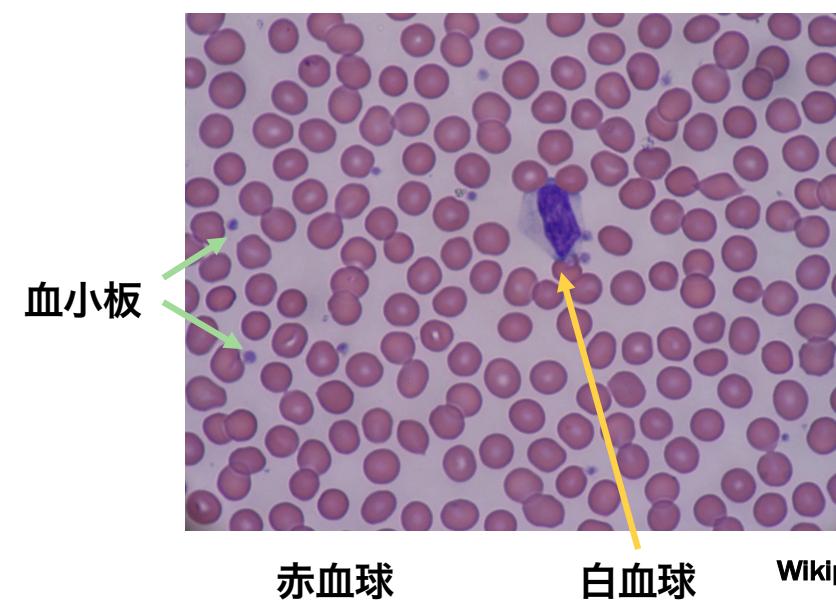
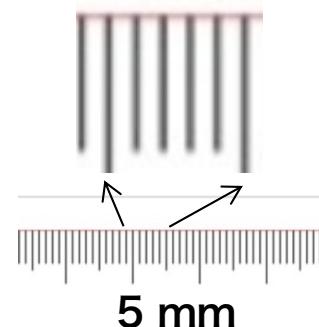


組織を見るときの目安

卵細胞	200 μm (0.2 mm)
赤血球	6~8 μm (~0.008 mm)

ヒトの目で識別出来る大きさ

mm程度



人体を構成する物質

- 水 60~70% (新生児約80%)

- 有機化合物 (炭素を持つ)

タンパク質	15~20%	アミノ酸
脂質	13~20%	脂肪酸
糖	0.5~ 1%	単糖類

- ビタミン

- 無機化合物 (ミネラル) 5%

ナトリウム (Na) \longleftrightarrow カリウム (K)

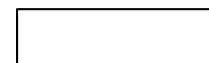
電解質バランス (血圧・心筋収縮・神経伝達)

カルシウム (Ca) \longrightarrow



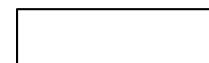
骨、エネルギー (ATP)

リン (P) \longrightarrow



骨

鉄 (Fe) \longrightarrow



亜鉛 (Zn) \longrightarrow



免疫

銅 (Cu) \longrightarrow

血球減少、成長障害
補酵素、骨形成

マグネシウム (Mg) \longrightarrow

食物



消化



吸收



再合成

細胞が取り込める大きさ
まで小さくする

読んで細胞の身体の中での役割が分かる

作者： 清水 茜 講談社



人間の体内にある細胞（特に免疫系）を擬人化した作品

はたらく細胞

作品紹介

白血球、赤血球、血小板、マクロファージ、記憶細胞、キラーティ細胞、NK細胞、B細胞、マスト細胞... etc. 人間の細胞の数、およそ60兆個！彼らは皆、体の中で休むことなく働いている！体内に入ってきた細菌・ウィルス・異物には徹底抗戦！そこには細胞たちの知られざるドラマがあった！シリウス新人賞出身の清水茜が描く、細胞擬人化ファンタジー！

試し読みする



登場人物



白血球（好中球）
体内に侵入した細菌やウイルスなどを駆除する。



赤血球
体の隅々の細胞へ酸素を運び、肺へ二酸化炭素を送る。



血小板
血管が損傷した際に集合し、傷口をふさいで止血する。



キラーT細胞（細胞傷害性T細胞）
ヘルパーT細胞の命令を受け、がん細胞やウイルス感染細胞などを攻撃する。



マクロファージ
細菌などを捕えて殺し、抗原や免疫情報を見つけ出す。



NK細胞（ナチュラルキラー細胞）
全身をバトロールし、がん細胞やウイルス感染細胞などを見つけ第3攻撃する。

教科書に書いてあることは覚えづらいが、面白いことと関連すると記憶に残る

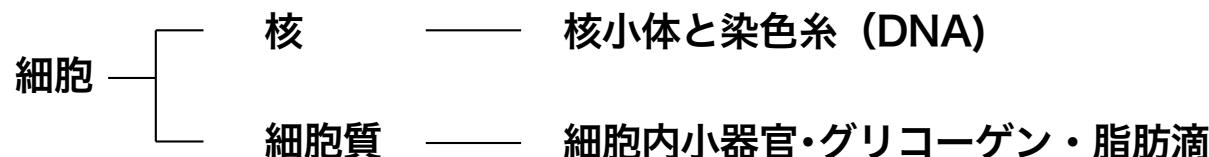
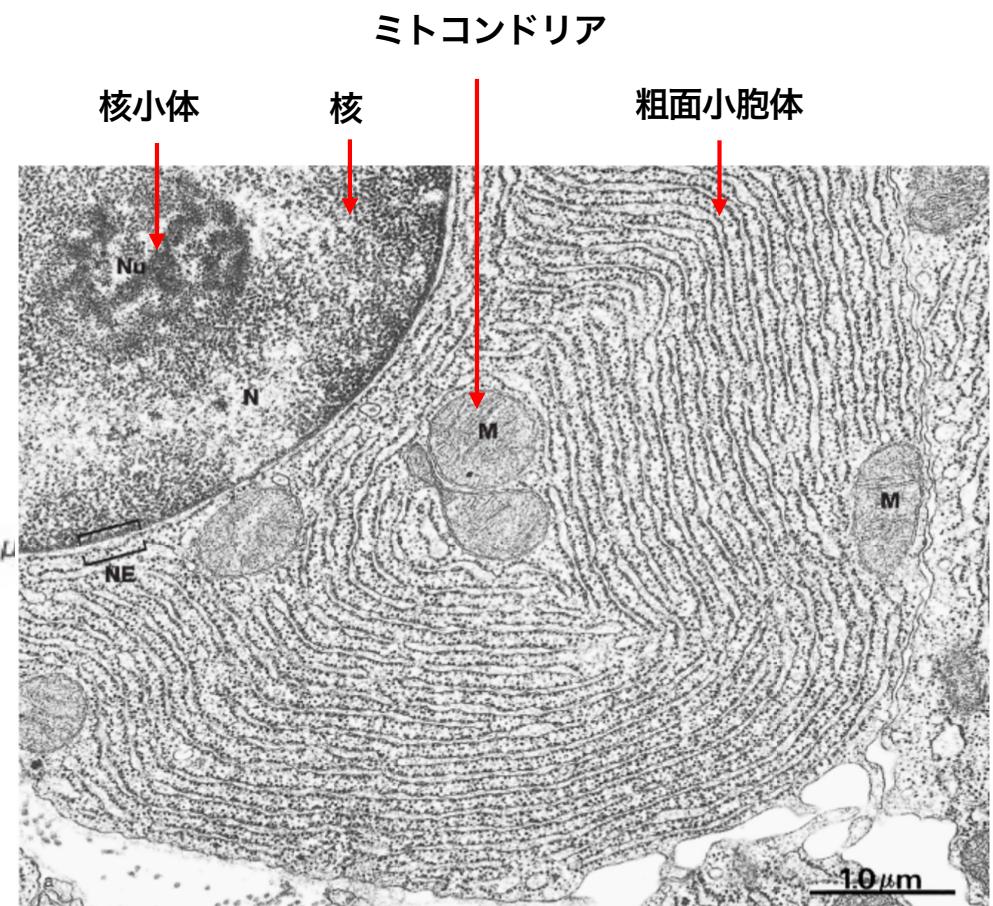
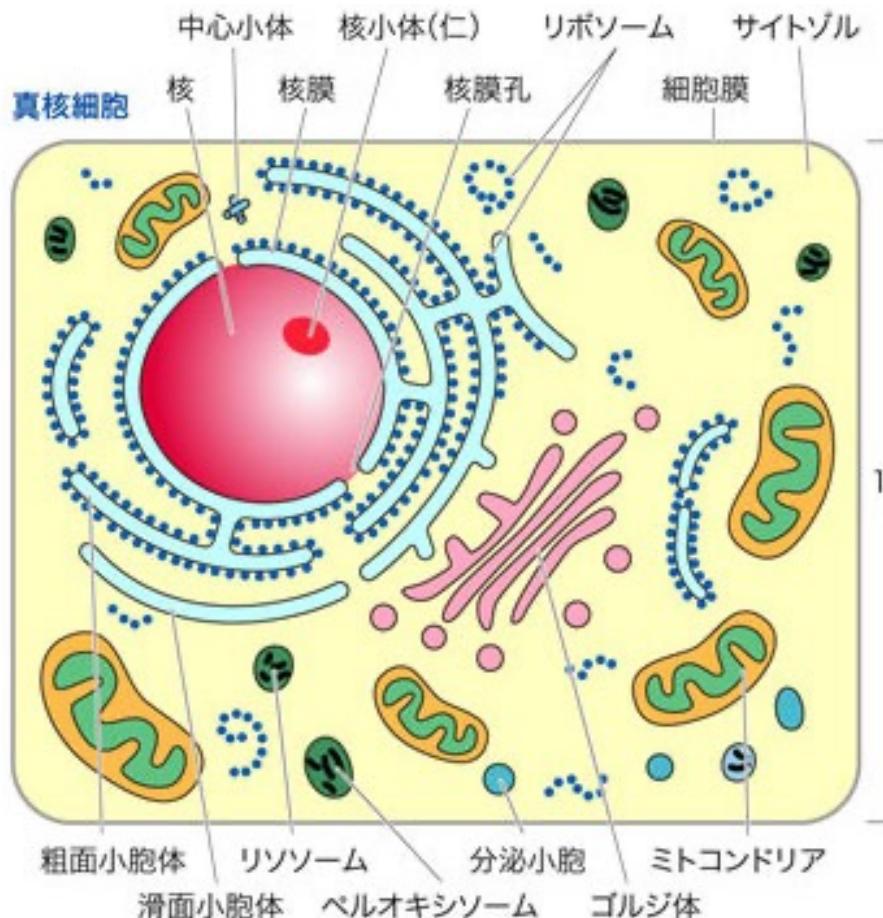
読んで細胞の身体の中での役割が分かる

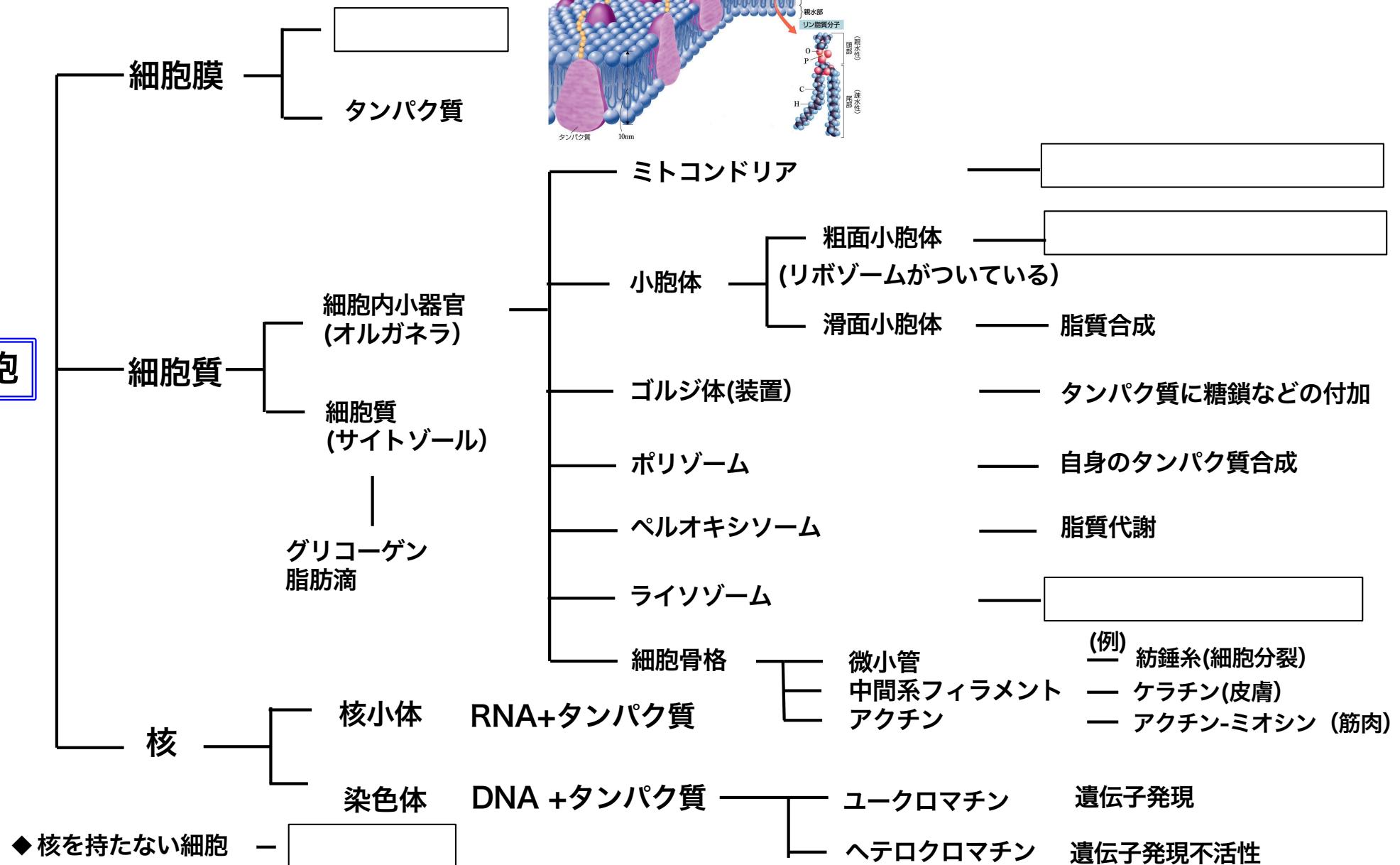
はたらく細胞のスピンオフ版

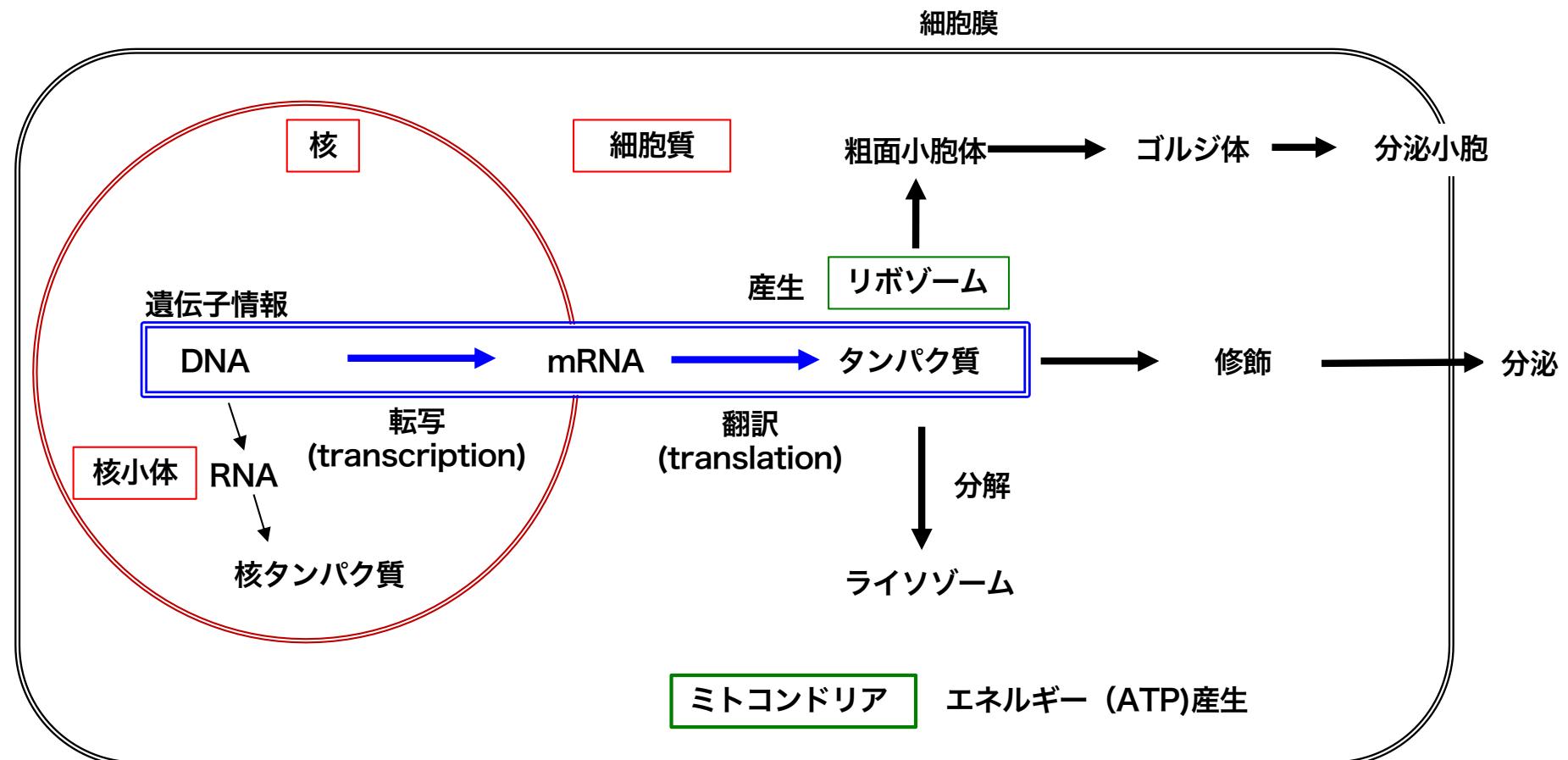


動物細胞の基本構造

細胞の構造と機能



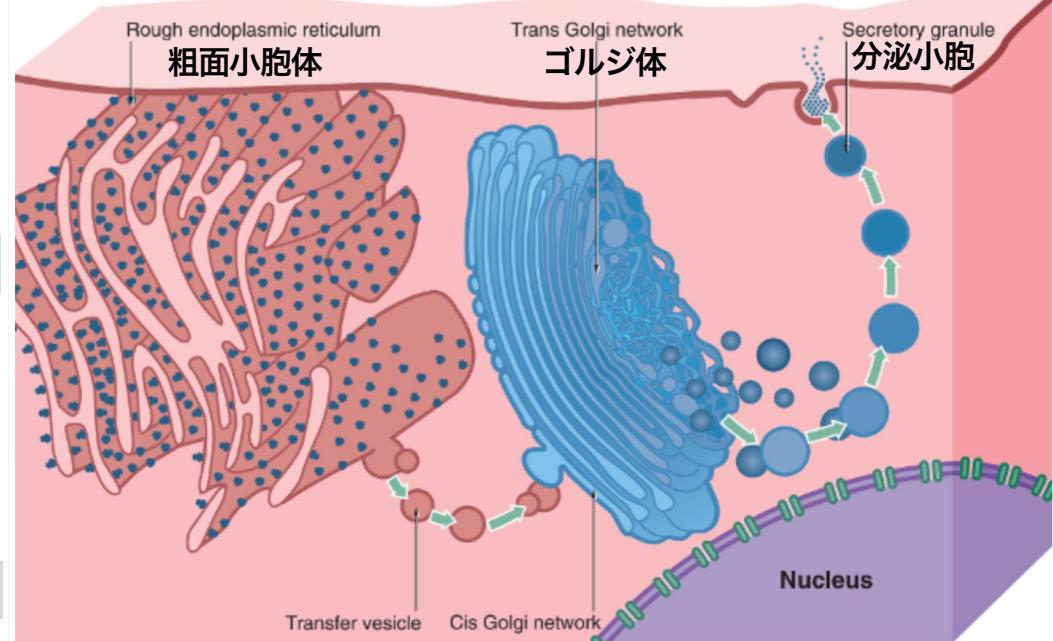
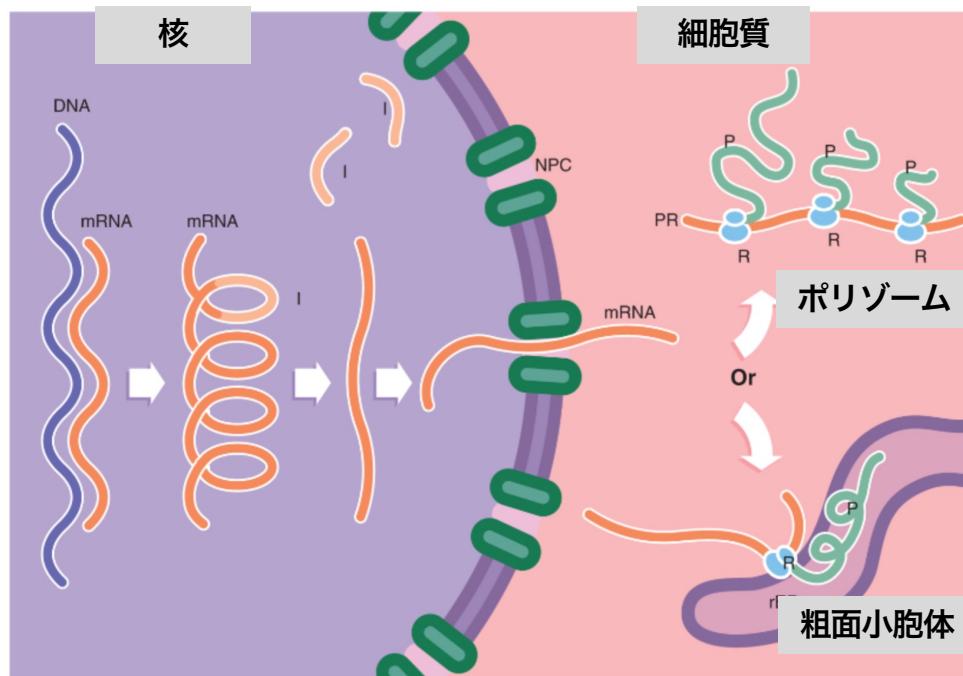




転写： DNA/RNAからmRNAに遺伝子情報を写す

翻訳： 遺伝子情報をタンパク質に変換する

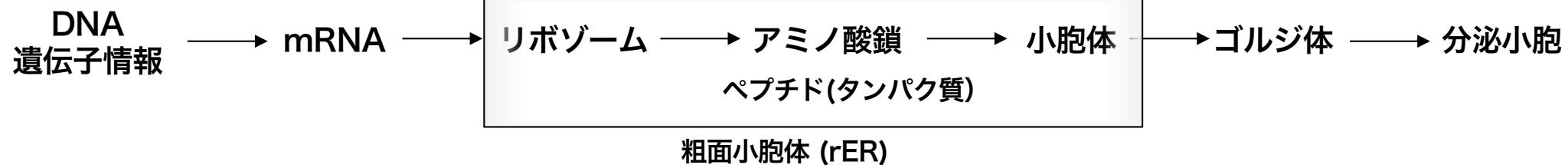
遺伝子情報からタンパク質の分泌までの経路



セントラルドグマ

転写 (遺伝子情報をRNAへ)

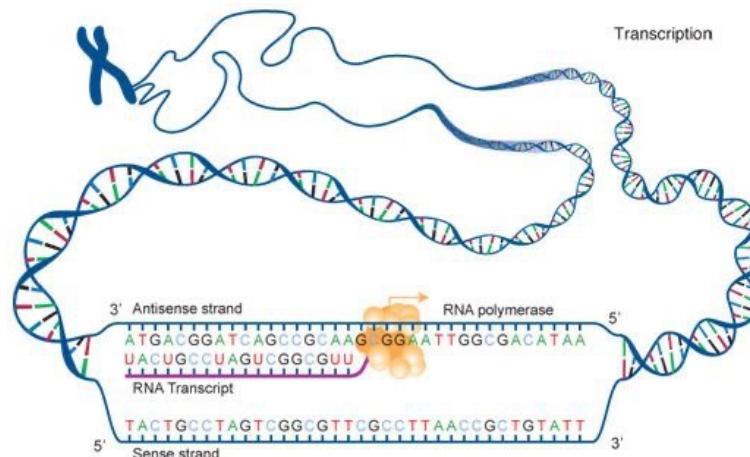
翻訳 (遺伝子情報をアミノ酸)



アミノ酸数 2<ペプチド <50<タンパク質
平均分子量 約100

遺伝子情報を読む

(2本のポリヌクレオチド鎖が繋り合わさっている)



遺伝子情報はDNAの 鎖一 塩基の組み合わせ

DNA: deoxyribonucleic acid

タンパク質を作るための情報は エクソン(Exon) にある

DNAとRNAは、4種類の を含んでいる

DNA		RNA
アデニン (Adenine)	→ T	A
チミン (Thymine)	→ A	U
シトシン (Cytosine)	→ G	C
グアニン (Guanine)	→ C	G

Tの代わりにUが使われる

転写の機序

DNA (遺伝子)

転写

mRNA

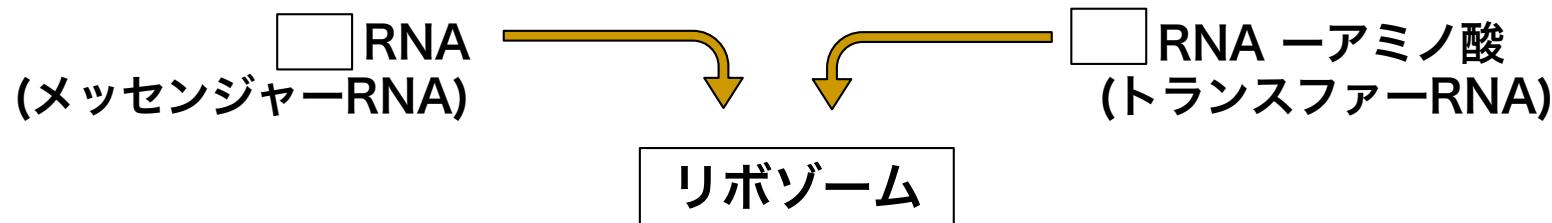
--G-A-A-A-T-T-T-C-C-C-G-G-

--C-U-U-U-A-A-A-G-G-G-C-C--

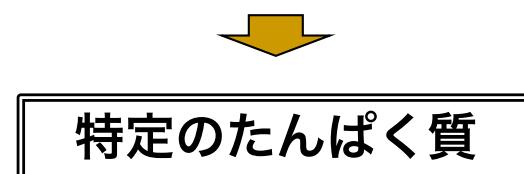
遺伝子情報はDNAの2重鎖

一 3塩基の組み合わせ

		DNAの遺伝暗号表（いでんあんごうひょう）											
		T			C			A			G		
1文字目	T	TTT	フェニルアラニン	TCT	セリン	TAT	チロシン	TGT	システイン	T			
	T	TTC		TCC		TAC		TGC		C			
	T	TTA	ロイシン	TCA		TAA	おわり	TGA	おわり	A			
	T	TTG		TCG		TAG		TGG	トリプトファン	G			
	C	CTT		CCT	プロリン	CAT	ヒスチジン	CGT		T			
	C	CTC	ロイシン	CCC		CAC		CGC		C			
	C	CTA		CCA		CAA	グルタミン	CGA	アルギニン	A			
	C	CTG		CCG		CAG		CGG		G			
	A	ATT		ACT	トレオニン	AAT	アスパラギン	AGT	セリン	T			
	A	ATC	イソロイシン	ACC		AAC		AGC		C			
	A	ATA	はじめり (メチオニン)	ACA		AAA		AGA		A			
	A	ATG		ACG		AAG	リシン	AGG	アルギニン	G			
	G	GTT		GCT	アラニン	GAT	アスパラギン酸	GGT		T			
	G	GTC	バリン	GCC		GAC		GGC		C			
	G	GTA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA	グリシン	A			
	G	GTG		GCG		GAG		GGG		G			

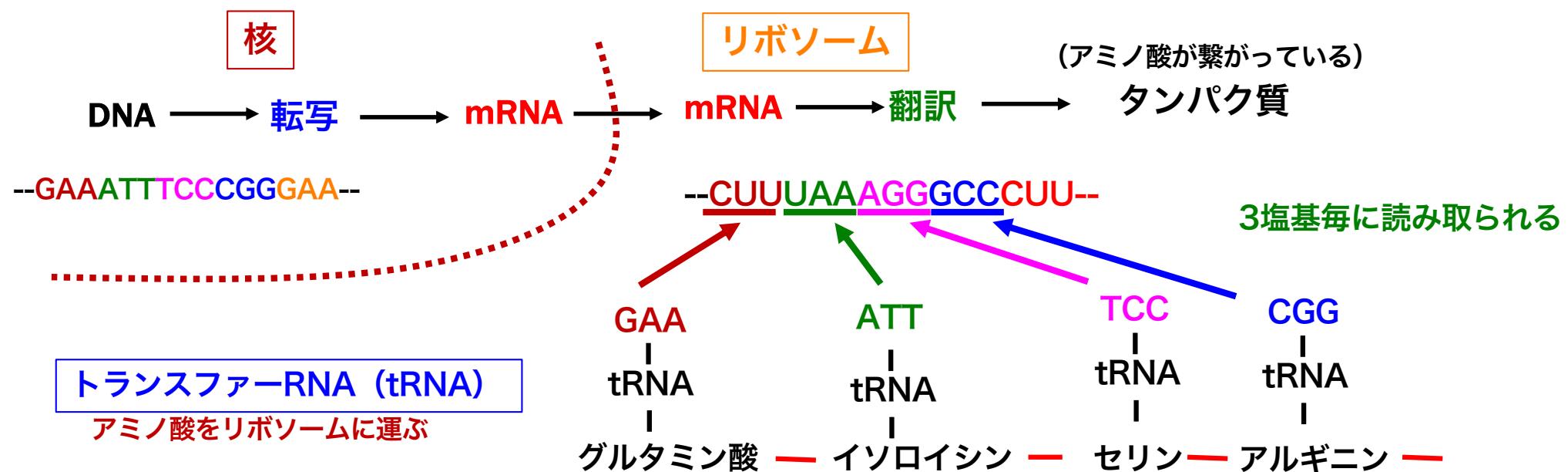


アミノ酸をDNA(遺伝情報・エクソン) の配列順に並べる



DNA	RNA
アデニン (Adenine)	アデニン (Adenine)
チミン (Thymine)	ウラシル (Uracil)
シトシン (Cytosine)	シトシン (Cytosine)
グアニン (Guanine)	グアニン (Guanine)

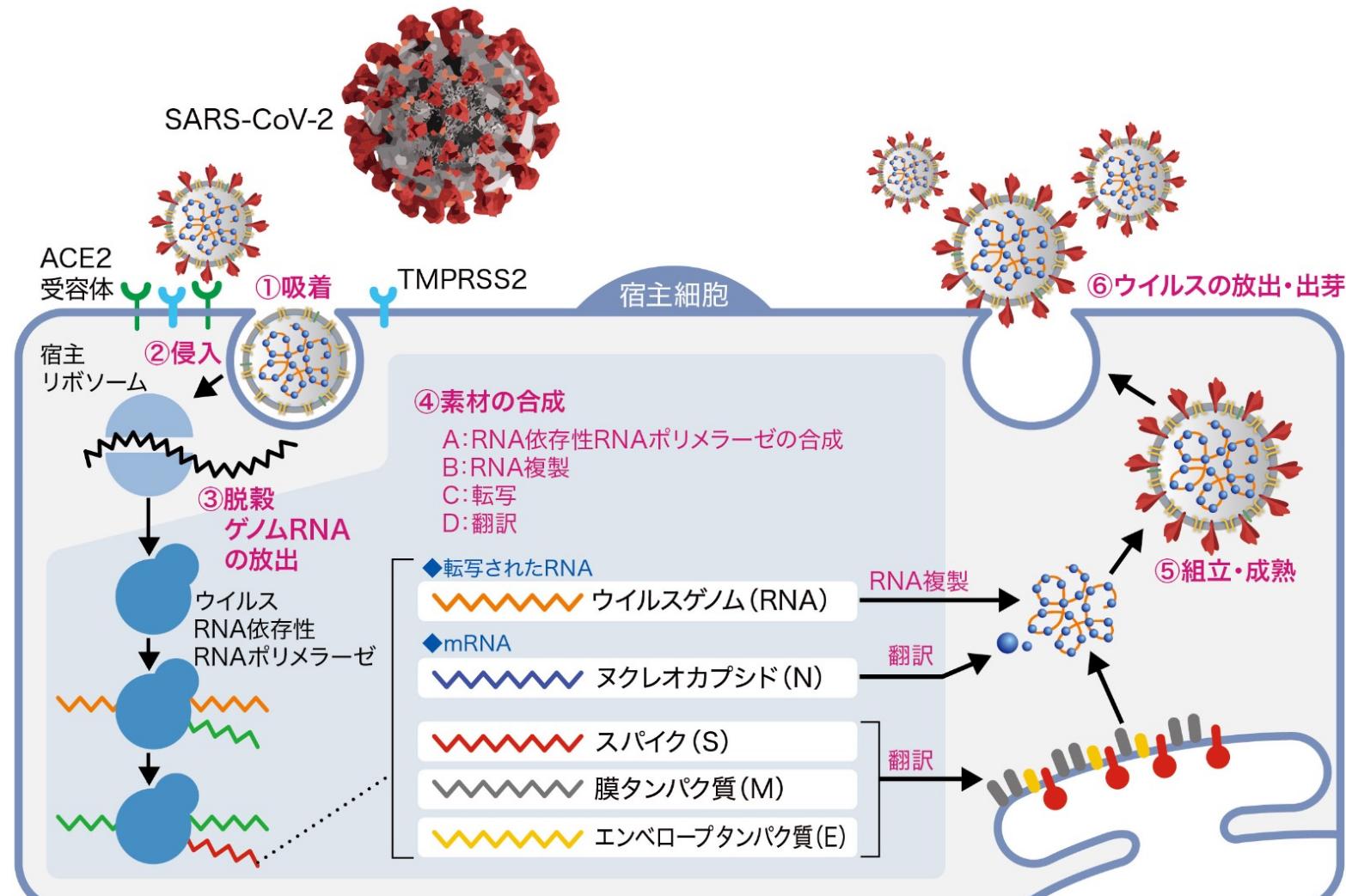
翻訳の機序



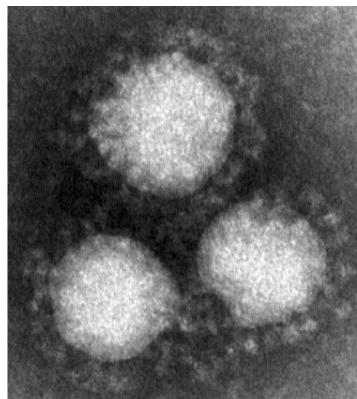
		DNAの遺伝暗号表 (いでんあんごうひょう)																			
		2文字目			3文字目																
1文字目	2文字目	T	C	A	G	TGT	TGC	TGA	TGG	CGT	CGC	CGA	CGG	AGT	AGC	AGA	AGG	GGT	GGC	GGA	GGG
		TTT TTC TTA TTG	CTT CTC CTA CTG	ATT ATC ATA	ATG	GTG	TCT TCC TCA TCG	CCT CCC CCA CCG	ACT ACC ACA	ACG	GCT GCC GCA GCG	TAT TAC TAA TAG	CAT CAC CAA CAG	AAT AAC AAA	AAG	GAT GAC GAA GAG	TGC TGA TGG	CGT CGC CGA CGG	AGT AGC AGA AGG	GGT GGC GGA GGG	T C A G
1文字目	2文字目	T	C	A	G	TGT	TGC	TGA	TGG	CGT	CGC	CGA	CGG	AGT	AGC	AGA	AGG	GGT	GGC	GGA	GGG
		TTT TTC TTA TTG	CTT CTC CTA CTG	ATT ATC ATA	ATG	GTG	TCT TCC TCA TCG	CCT CCC CCA CCG	ACT ACC ACA	ACG	GCT GCC GCA GCG	TAT TAC TAA TAG	CAT CAC CAA CAG	AAT AAC AAA	AAG	GAT GAC GAA GAG	TGC TGA TGG	CGT CGC CGA CGG	AGT AGC AGA AGG	GGT GGC GGA GGG	T C A G

コロナウイルス複製サイクル

細胞の構造と機能

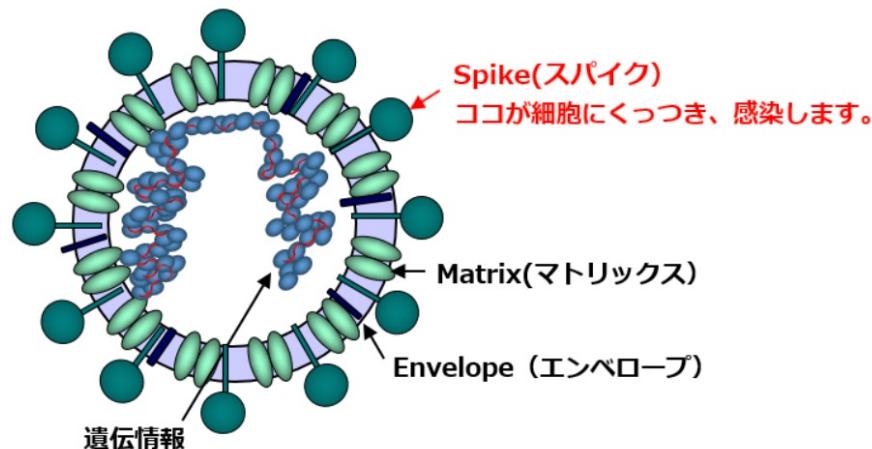


コロナウイルスワクチン（ファイザー&モデルナ）

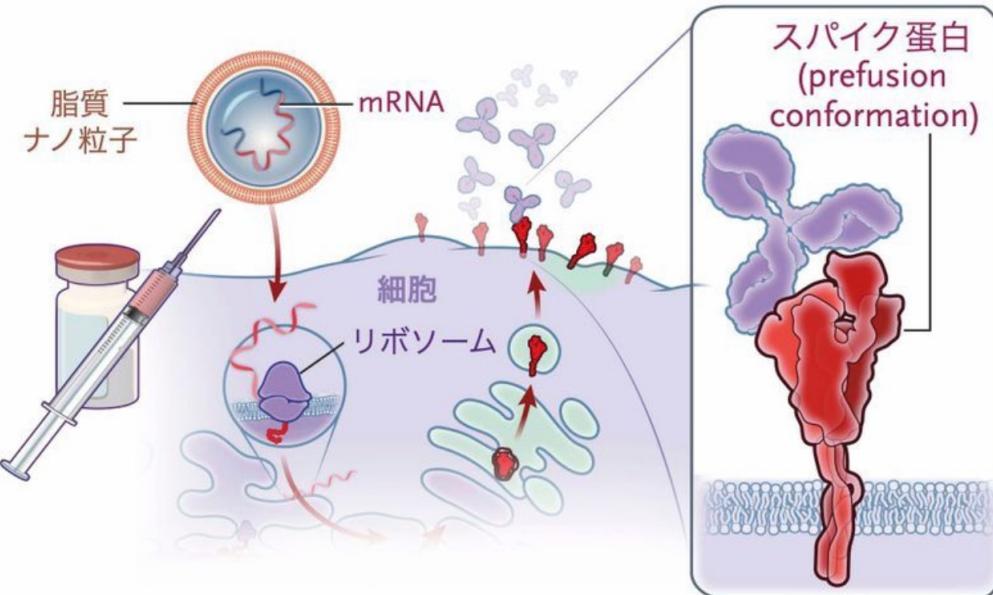


コロナウイルスの構造

コロナウイルスは外側の殻と中身の遺伝情報で、できています。



画像提供：臨床感染症研究グループ 神谷亘（現：群馬大学医学系研究科）



mRNAワクチンが効果を発揮する機序 (DOI: 10.1056/NEJMoa2034577)

忽那賢志ブログ(yahoo)

ウイルスそのものではなく、ウイルス表面の
スパイクタンパク質だけを作らせる



ウイルス(スパイクタンパク質)に対する免疫

看護師国家試験問題

実施年	問題文	選択肢	分野と難易度
2006(第95回)	遺伝で正しいのはどれか。	1. 細胞は器官によって異なる遺伝情報を持つ。 2. 3つの塩基で1種類のアミノ酸をコードする。 3. 動物と植物のDNAは異なる塩基を持つ。 4. 遺伝情報に基づき核内で蛋白合成が行われる。	人体の構造と機能 難易度： 基本
2011(第100回)	核酸で正しいのはどれか。	1. mRNAがアミノ酸をリボソームへ運ぶ。 2. DNAは1本のポリヌクレオチド鎖である。 3. DNAには遺伝子の発現を調節する部分がある。 4. RNAの塩基配列によってアミノ酸がつながることを転写という。	人体の構造と機能 難易度： 基本
2013(第102回)	細胞内におけるエネルギー産生や呼吸に関与する細胞内小器官はどれか。	1. ミトコンドリア 2. リボソーム 3. ゴルジ体 4. 小胞体 5. 核	人体の構造と機能 難易度： 応用
2014(第103回)	遺伝子について正しいのはどれか。	1. DNAは体細胞分裂の前に複製される。 2. DNAは1本のポリヌクレオチド鎖である。 3. DNAの遺伝子情報からmRNAが作られることを翻訳という。 4. RNAの塩基配列に基づきアミノ酸がつながることを転写という。	人体の構造と機能 難易度： 基本
2015(第104回)	蛋白質で正しいのはどれか。	1. アミノ酸で構成される。 2. 唾液により分解される。 3. 摂取するとそのままの形で体内に吸収される。 4. 生体を構成する成分で最も多くの重量を占める。	人体の構造と機能 難易度： 基本

看護師国家試験問題

実施年	問題文	選択肢	分野と難易度
2016年(第105回)	アポトーシスで正しいのはどれか。	1. 群発的に発現する 2. 壊死のことである 3. 炎症反応が関与する 4. プログラムされた細胞死である	人体の構造と機能 難易度： 基本
2015(第104回)	蛋白質で正しいのはどれか。	1. アミノ酸で構成される 2. 唾液により分解される 3. 摂取するとそのままの形で体内に吸収される 4. 成体を構成する成分で最も多くの重量を占める	人体の構造と機能 難易度： 基本
2015(第104回)	タンパク合成が行われる細胞内小器官はどれか	1. 核 2. リボゾーム 3. リソソーム 4. ミトコンドリア 5. Golgi(ゴルジ)装置	人体の構造と機能 難易度： 基本

組織 tissue

- 細胞は、その役割により形態や性質に違いがある
- 細胞の役割を分化という
- 分化した細胞が個体での役割を果たすために集合した細胞群を組織 (tissue) という

ヒトの体

組織 tissue

組織学的分類

- 上皮組織

表面を覆う
細胞同士が密着

- 結合組織

組織を支える
(骨・軟骨・脂肪・血管)

- 筋組織

伸展に関わる
(骨格筋・平滑筋・心筋)

- 神経組織

- 中枢神経 (脳・脊髄)
- 末梢神経

- 液体

- 血液
- 骨髓
- リンパ(組織間) 液

機能的分類

- **消化器系組織** 栄養分・水の吸収・代謝

食道・胃・小腸・大腸
肝臓・脾臓

- **呼吸器系組織** 酸素を取り入れ二酸化炭素を排出
気管・肺

- **循環系組織** 血液を抹消組織に送る
心臓・大血管

- **免疫組織** 免疫を担う
脾臓・リンパ節

- **内分泌組織** ホルモン産生
脳下垂体・甲状腺・副甲状腺
ランゲルハンス島・消化管内分泌組織
副腎・卵巢・精巣・前立腺

- **外分泌組織**
唾液腺・汗腺・脂腺・涙腺
消化腺
乳腺

組織の基本な形

役割

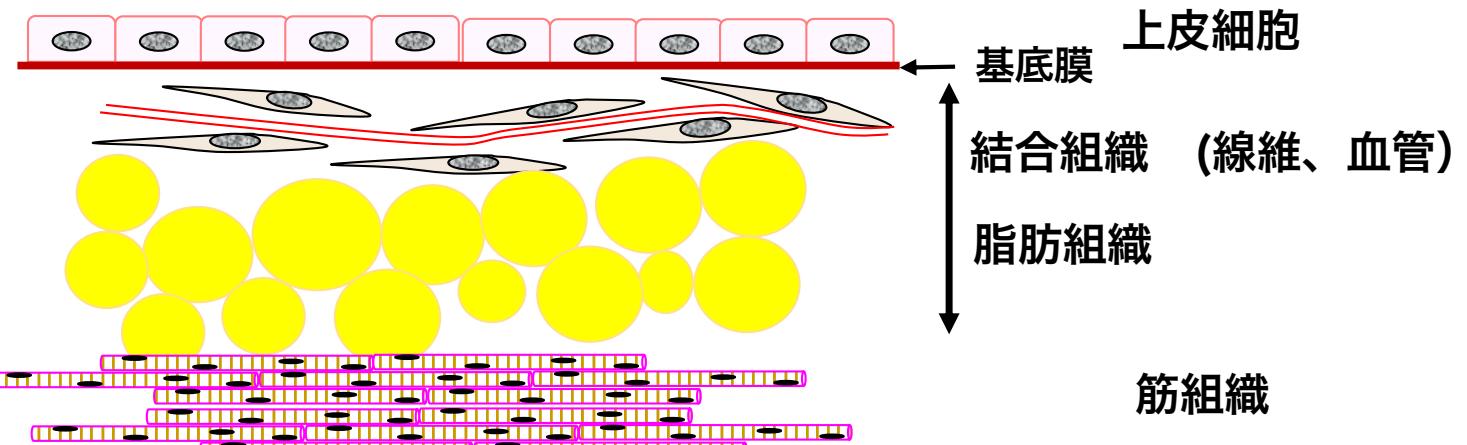
保護・機能

支持・運搬

クッション・エネルギー源

運動

支柱（固定）

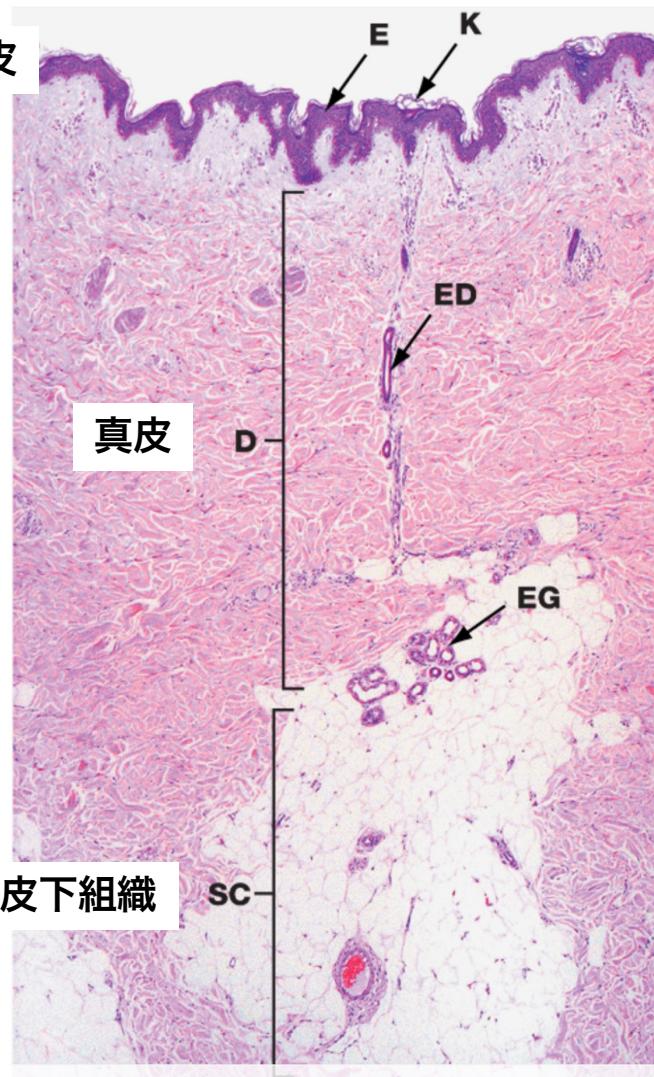


骨・軟骨組織



皮膚組織像

表皮



真皮

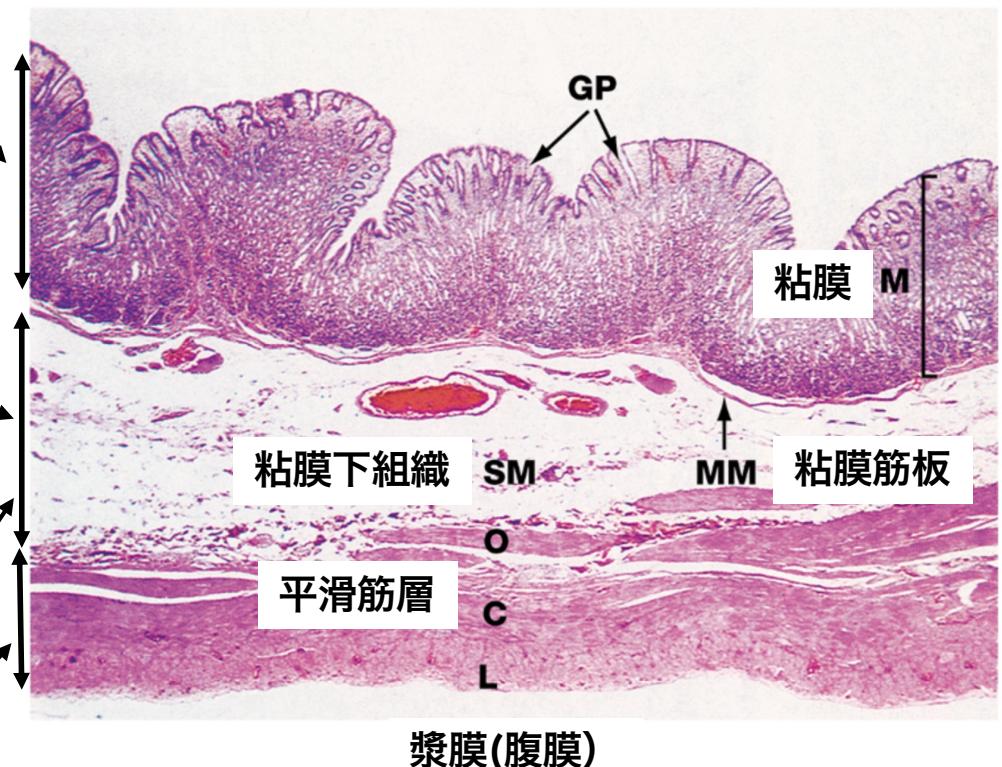
上皮

結合組織

脂肪

筋肉

胃組織



粘膜下組織

SM

平滑筋層

O

漿膜(腹膜)

C

L

ヘマトキシリン&エオジン (HE)染色
Hematoxylin & Eosin staining

青紫：核酸 (DNA, RNA)が染まる

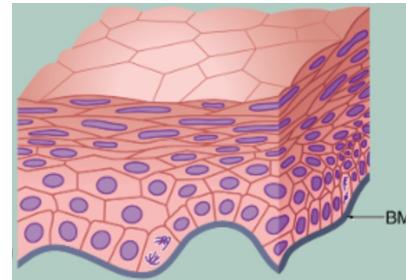
赤～ピンク：タンパク質が主に染まる

白：脂質が染色過程で抜けるので染まらない

(b) H & E ×15

主な上皮細胞

重層扁平上皮



(有)

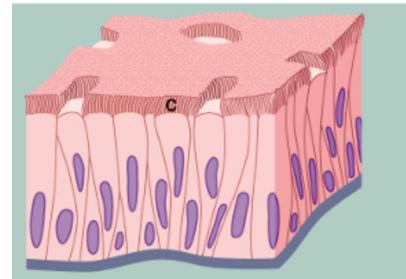
代表的な組織

皮膚

組織の役割

- 防御
- 強靭
- 水分保持

線毛上皮

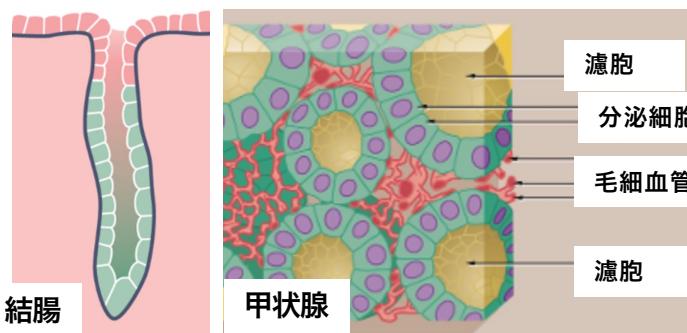


(有)

口腔・食道・嚙

- 滑らか
- 強靭
- 伸展

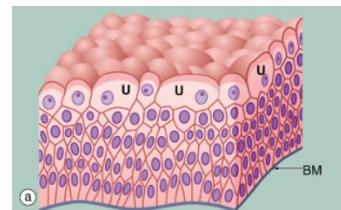
腺上皮
(単層円柱上皮)



気管・気管支

- 運搬

移行上皮



BM: basement membrane(基底膜)

消化管
内分泌腺

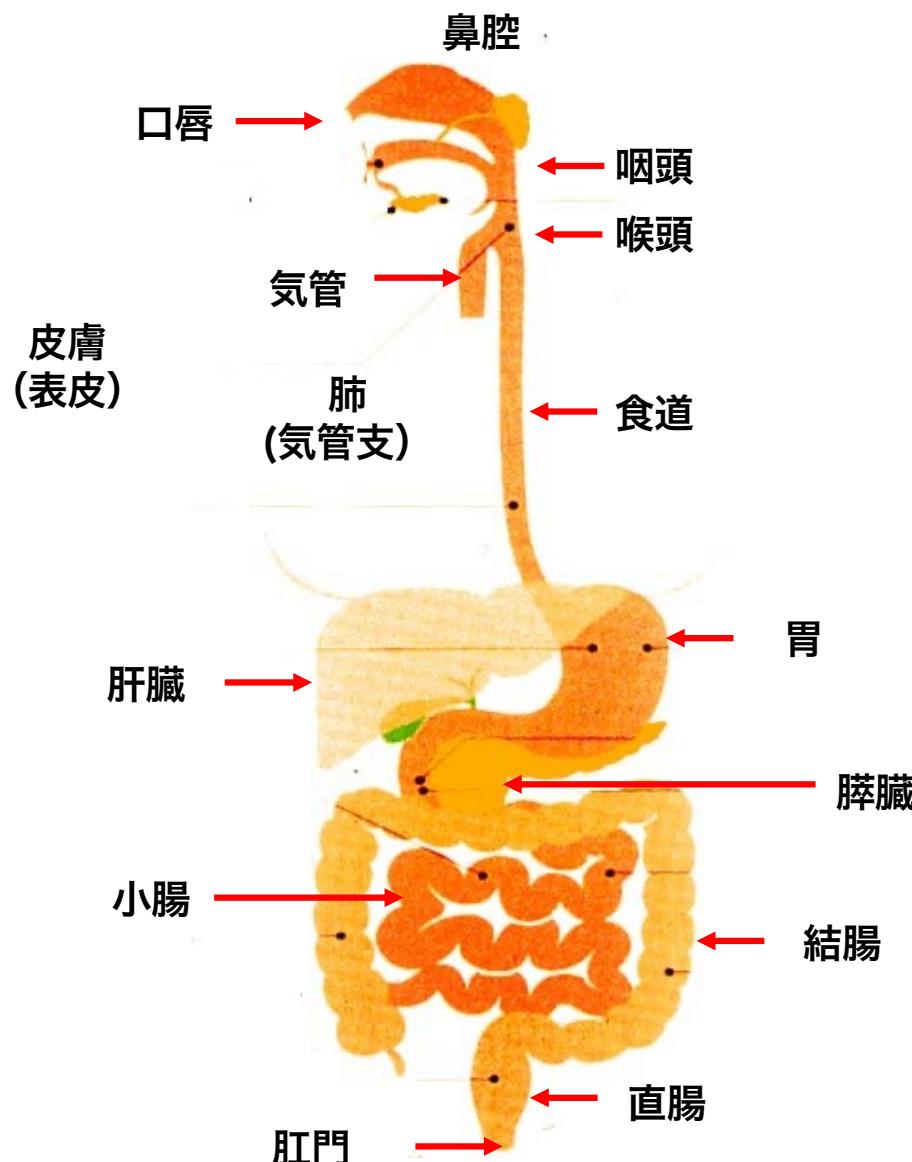
- 吸收
- 分泌

尿管・膀胱・尿道

- 伸展
- 貯蔵

上皮組織

機能を持つ



• 表皮・管腔臓器

• 呼吸臓器

酸素 \leftrightarrow 二酸化炭素

• 実質臓器

肝臓

胆囊・胆管

脾臓

胃

脾臓

結腸

直腸

食物

口腔

唾液

食道

運搬

胃

細分化

十二指腸

消化

小腸

栄養分吸收

結腸 (大腸)

水分吸收

直腸

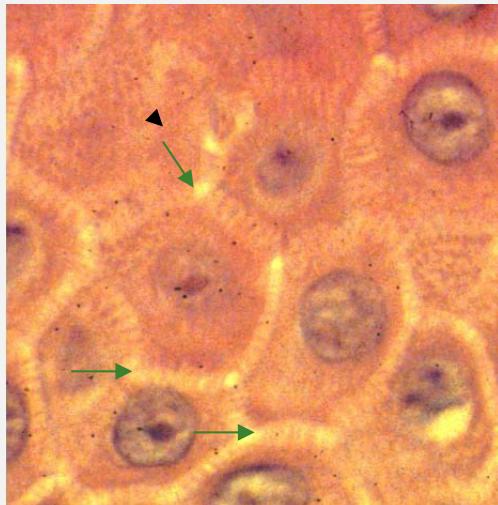
固形化

肛門

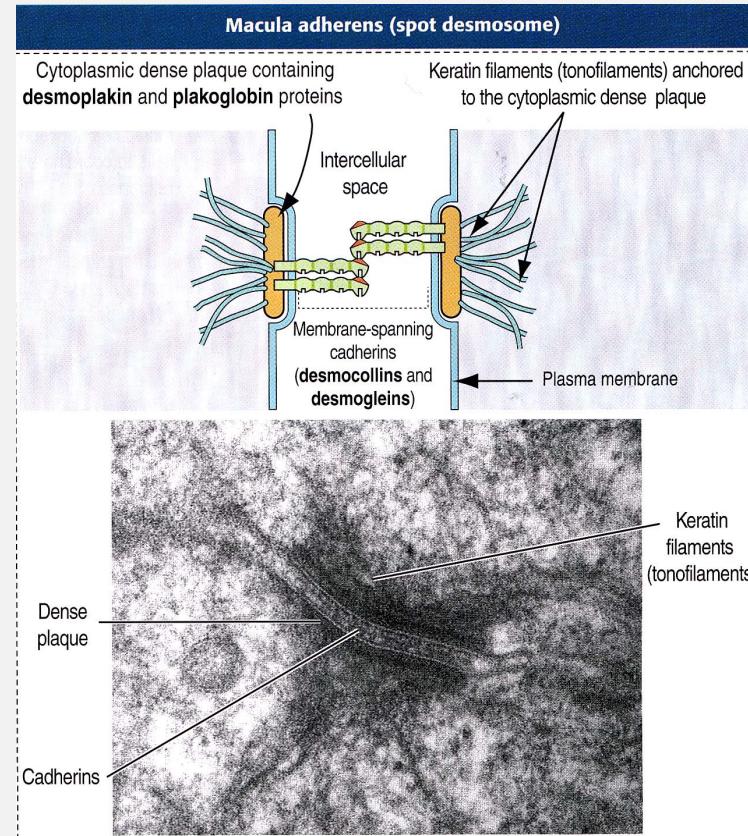
排泄

皮膚

重層扁平上皮の特徴 (分化)



1. 層状構造 (Stratification)
 2. 角化 (ケラチン)
 3. 細胞間橋
- デスモゾームと中間系フィラメント



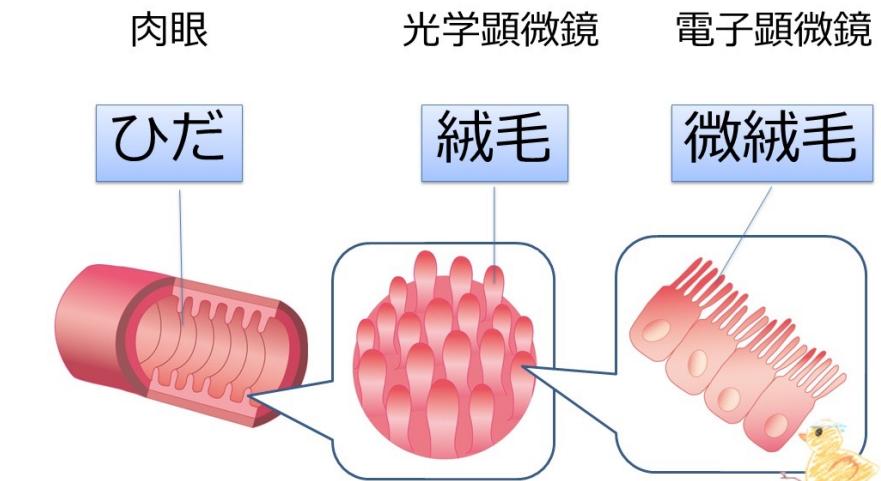
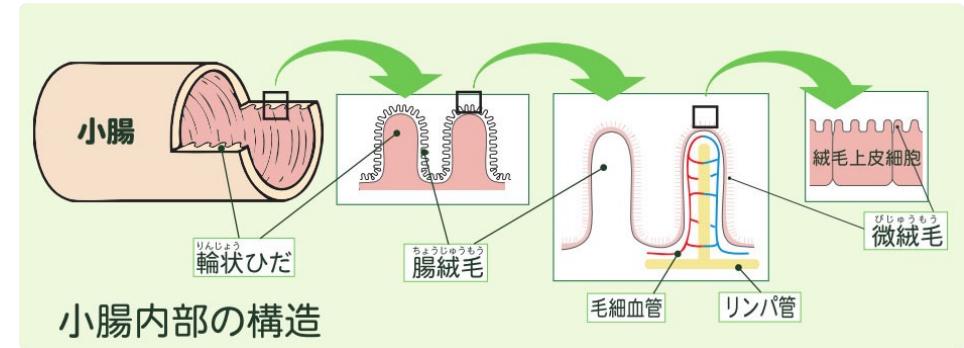
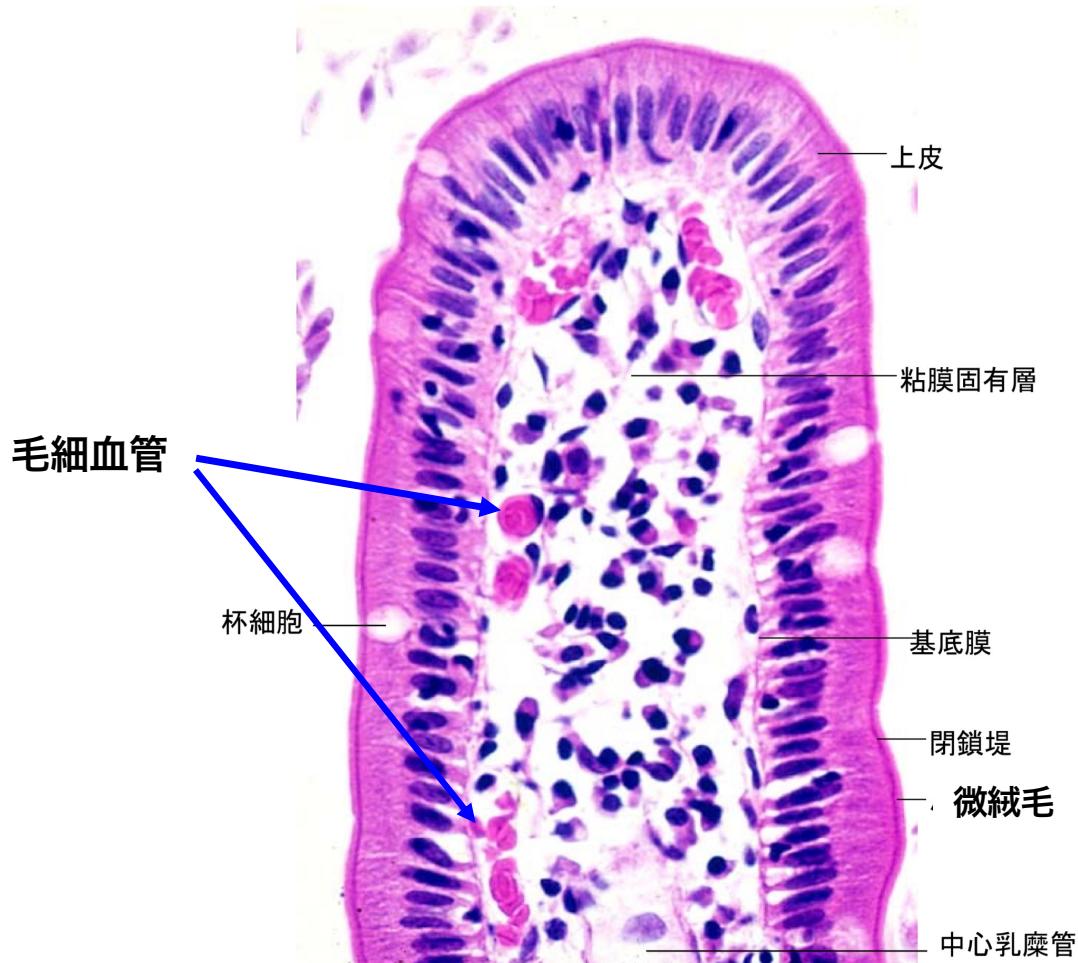
細胞同士を強固に繋ぐ

皮膚の働きは何か？

1. 衰失防止
2. 外圧に対する抵抗力
 - ① 圧力
 - ②
 - ③ 化学物質
3. 保湿
4. 温度調節
5. 静菌作用
6. 免疫反応
7. 作用

小腸の絨毛

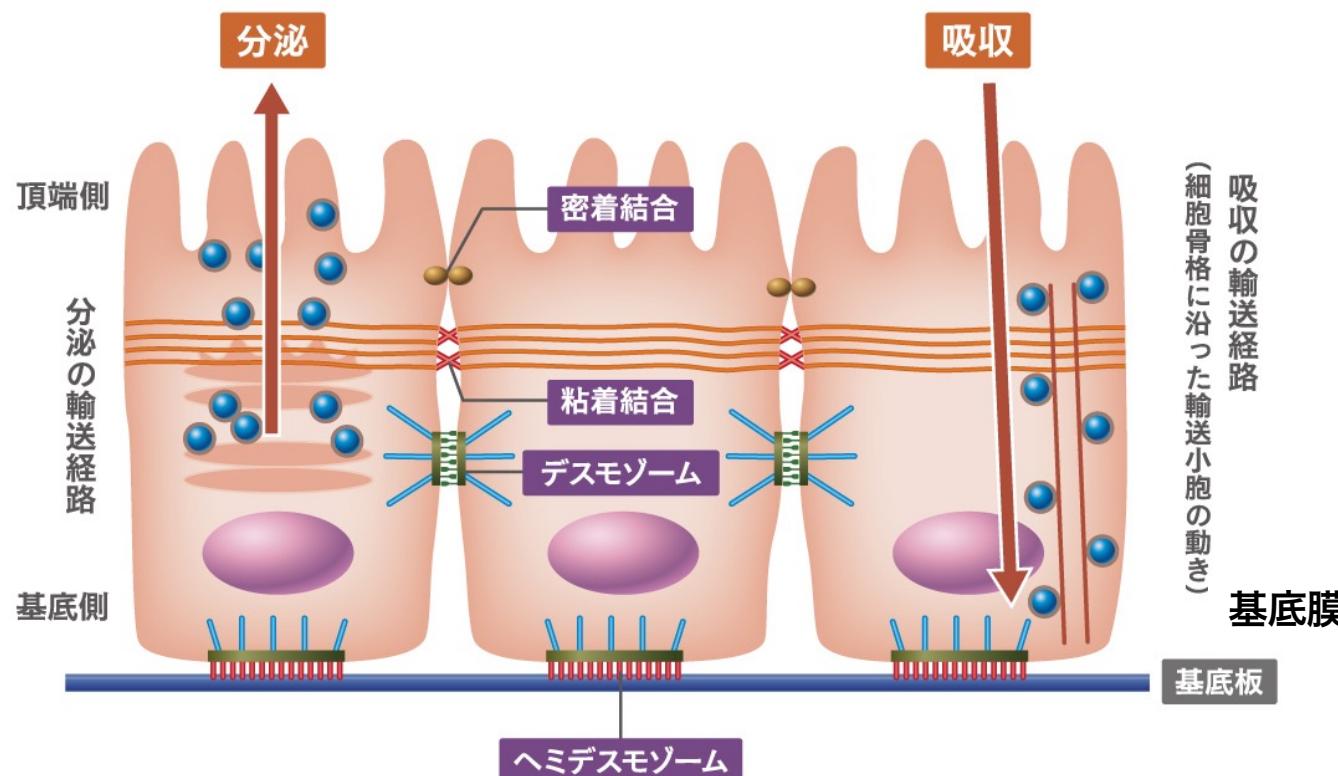
組織 tissue



複雑な構造を取っている目的は？

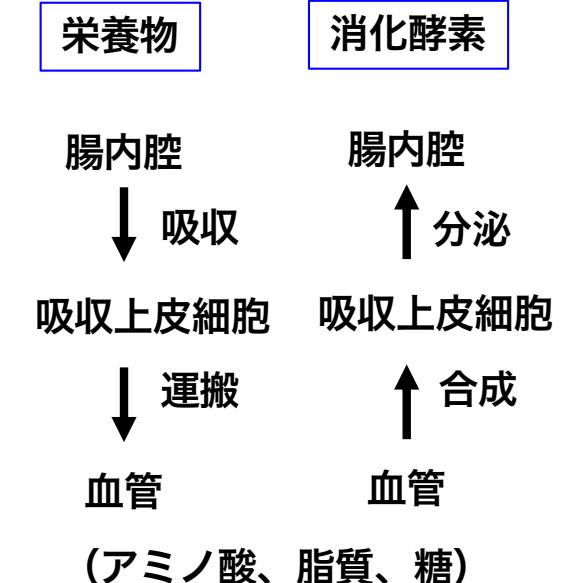
[] を効率よくするために表面積を増やす
表面積はテニスコート1面分 (30 m²)

消化器の吸収上皮細胞の働き



細胞の極性

細胞内にあるものが、特定の機能を果たすために偏りをもって空間的に配置する



看護師国家試験問題

実施年	問題文	選択肢	分野と難易度
2008(第97回)	皮膚・粘膜と防御機構の組合せで正しいのはどれか	1. 皮膚表面——アルカリ性の皮脂 2. 気道——線毛上皮細胞 3. 腸管内——デーデルライン桿菌 4. 尿路——リゾチーム	人体の構造と機能 難易度： 基本
2011(第100回)	外分泌器官はどれか	1. 副腎 2. 胸腺 3. 涙腺 4. 甲状腺	必修問題 難易度： 基本
2013(第102回)	小腸からそのまま吸収されるのはどれか。2つ選べ。	1. グルコース 2. スクロース 3. マルトース 4. ラクトース 5. フルクトース	人体の構造と機能 難易度： 基本
2014(第103回)	食道について正しいのはどれか。	1. 厚く強い外膜で覆われる。 2. 粘膜は重層扁平上皮である。 3. 胸部では心臓の腹側を通る。 4. 成人では全長約50cmである。	人体の構造と機能 難易度： 基本
2017(第106回)	単層円柱上皮はどれか。	1. 表皮 2. 腹膜 3. 膀胱 4. 胃	人体の構造と機能 難易度： 基本
2018(第107回)	小腸で消化吸収される栄養素のうち、胸管を通って輸送されるのはどれか。	1. 糖質 2. 蛋白質 3. 電解質 4. 中性脂肪 5. 水溶性ビタミン	人体の構造と機能 難易度： 基本

細胞適応

進行性病変

細胞あるいは組織の機能が亢進し、形態的変化を伴う病変

(1) 肥大・過形成

(2) 再生・化生

(3) 創傷治癒

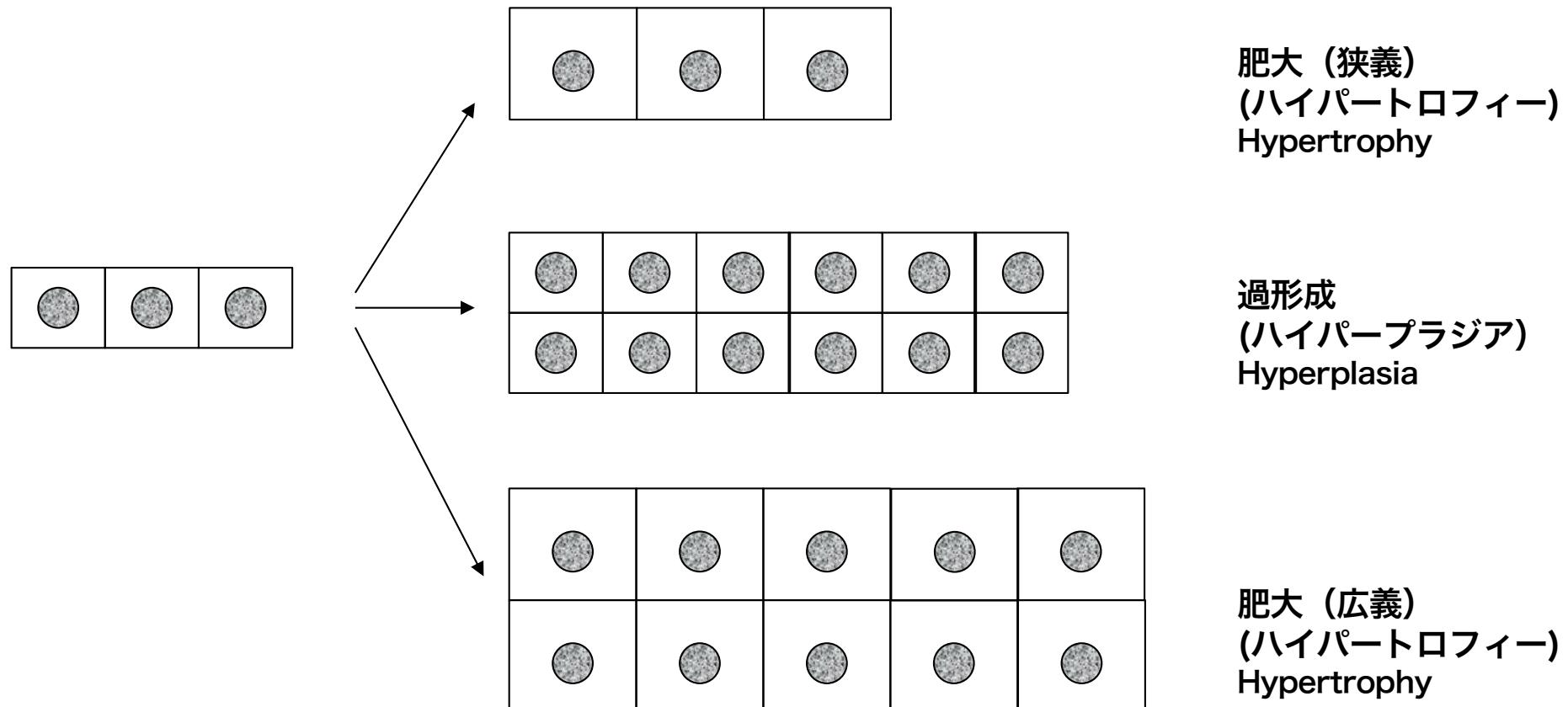
(1) 肥大・過形成

組織・臓器が大きくなる

肥大： 細胞数自体は変化せずに細胞の体積増大により容積が増大すること

過形成：細胞数の増加により容積が増大すること

* 実際には肥大と過形成は共存することが多い



生理的肥大

- ・ スポーツ選手の骨格筋
- ・ 妊娠時乳房・子宮

病的肥大

*作業性(労作性)肥大

- ・ 高血圧症患者の心臓
- ・ たこ

*代償性肥大

- ・ 片側腎摘出後
- ・ 肝臓の部分切除

*内分泌性肥大

- ・ 先(末)端肥大症 (成長ホルモンの分泌過剰)
- ・ クッシング症候群 (副腎皮質ホルモンの過剰分泌)

*再生性肥大

- ・ 化骨
- ・ ケロイド

*特発性肥大

- ・ 拡大型・拡張型心筋症

生理的肥大

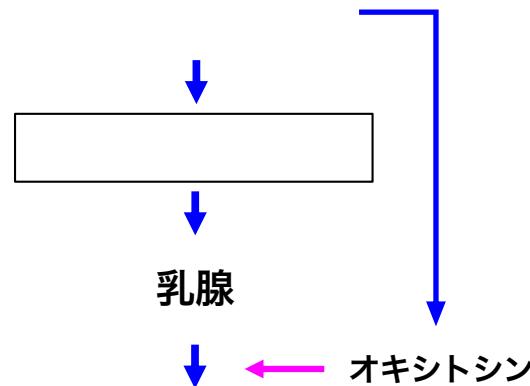
スポーツ選手の骨格筋



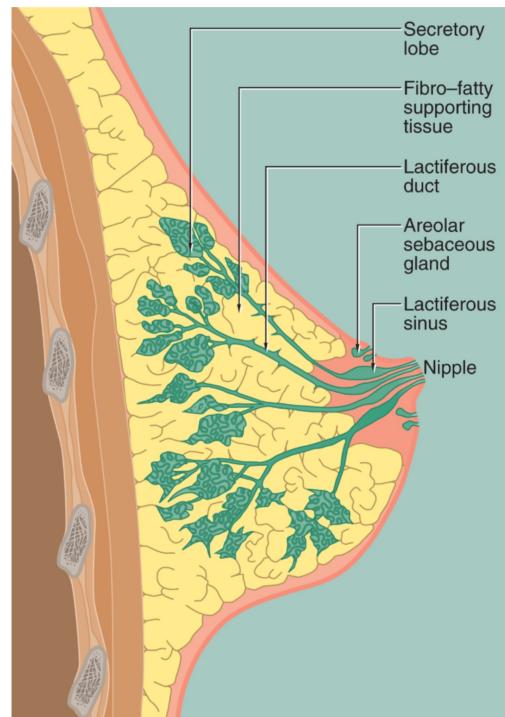
Sports Physiquesより

乳房と乳腺

脳下垂体

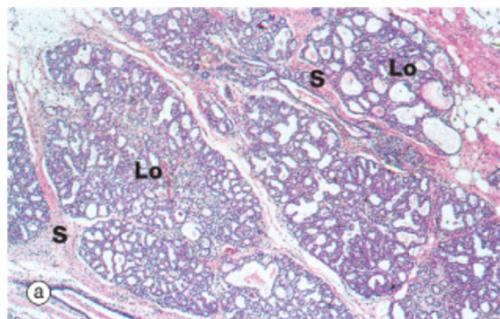
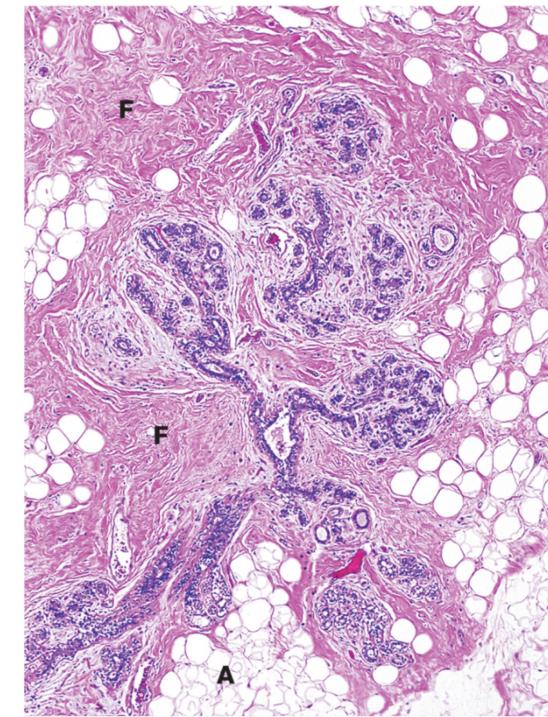


乳汁分泌・射出

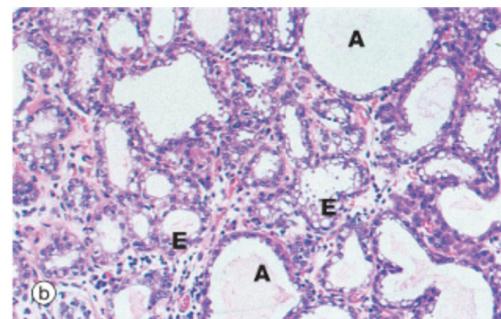


成熟女性乳腺組織

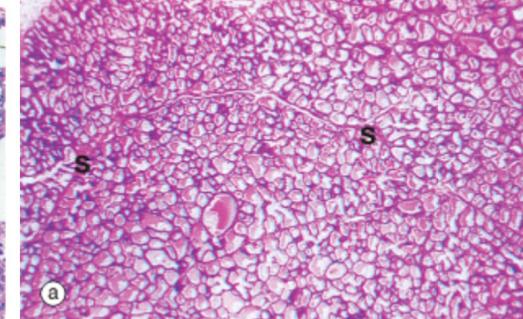
細胞適応



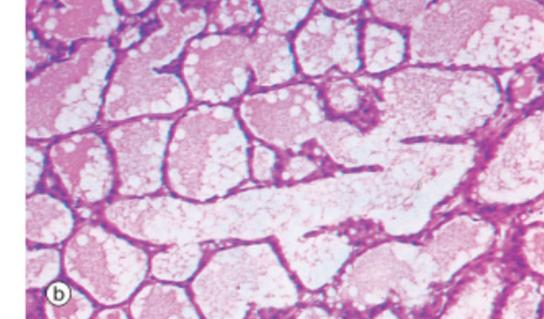
妊娠期の乳腺組織



乳腺細胞が増殖し、管腔が拡大



授乳期の乳腺組織



管腔内に乳汁が貯留

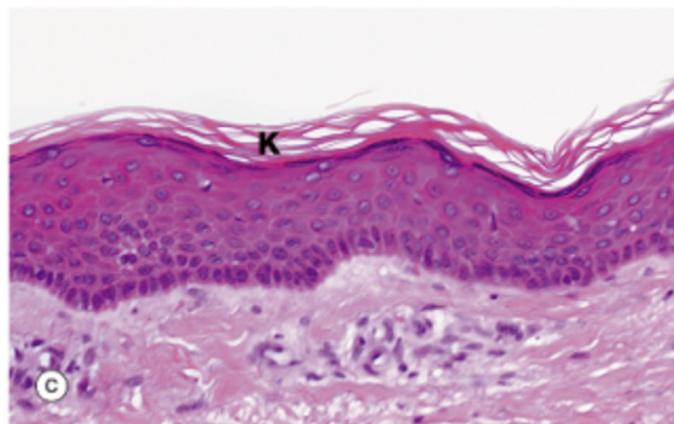
物理的刺激



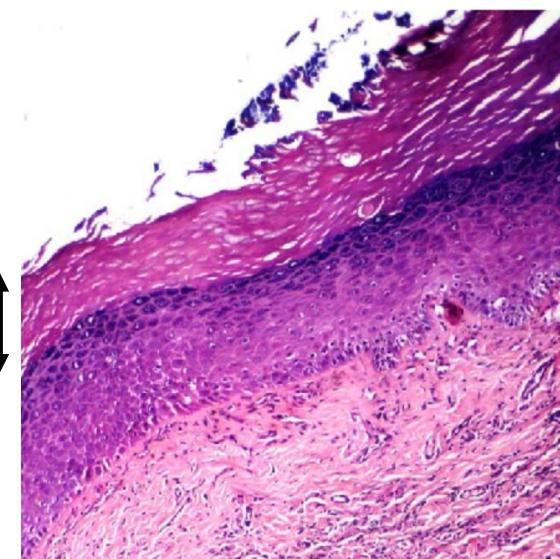
生体反応

皮膚の角質層の異常増殖したもの
(過形成)

刺激に抵抗し、体をまもるため

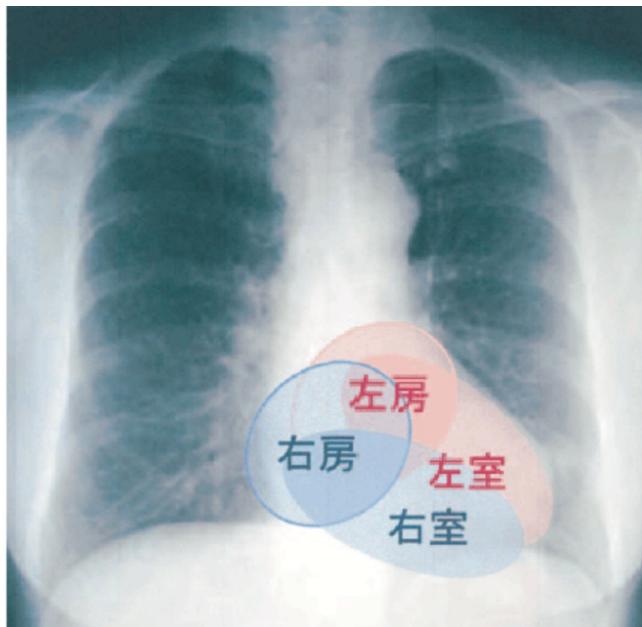


角質層

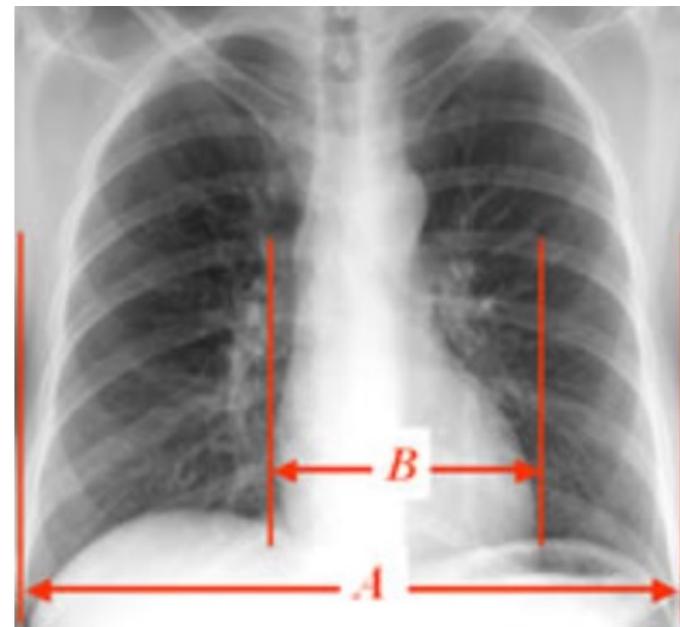


労作（作業）性肥大

心肥大



胸部X線像

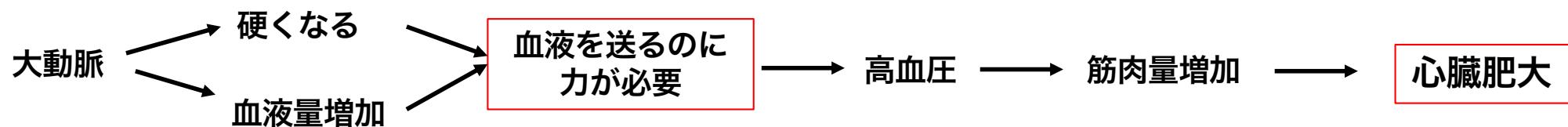


心胸郭比 (CTR):
心臓の幅 (B) と 胸郭の幅 (A) の比



弁膜症患者

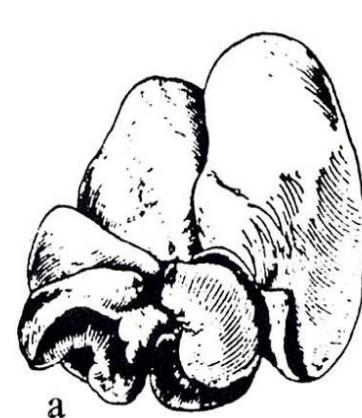
弁狭窄
弁閉鎖不全



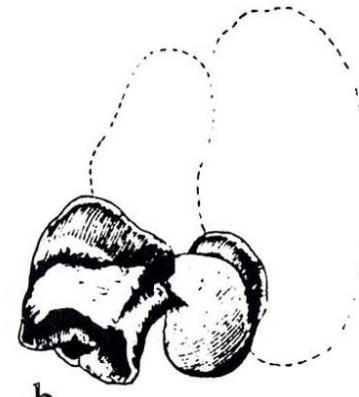
国立循環器病センターより

代償性肥大

ラット2／3部分肝切除 Partial Hepatectomy (PH)



正常



切除手術

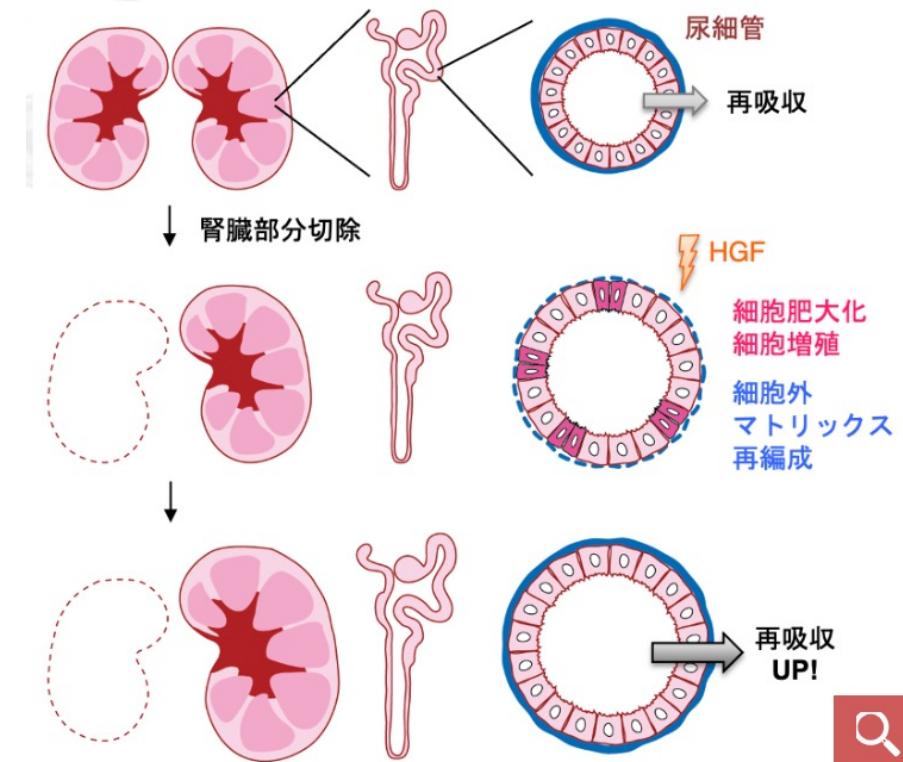
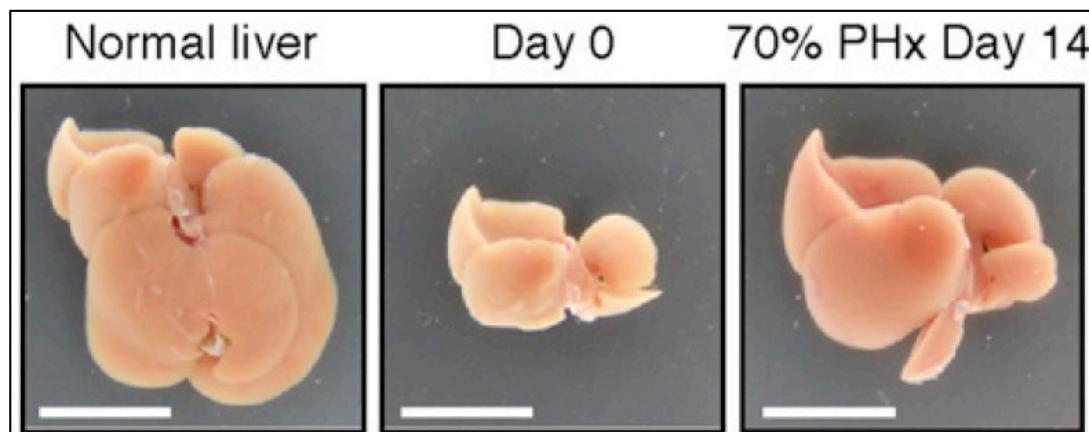


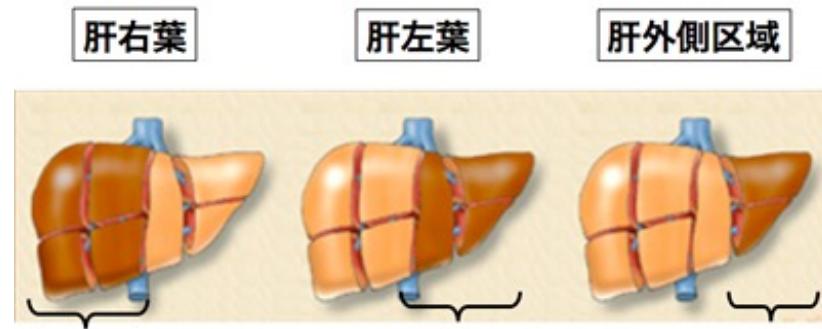
図1) HGFによる腎臓の代償性肥大のメカニズム

大阪大学微生物学研究所HP

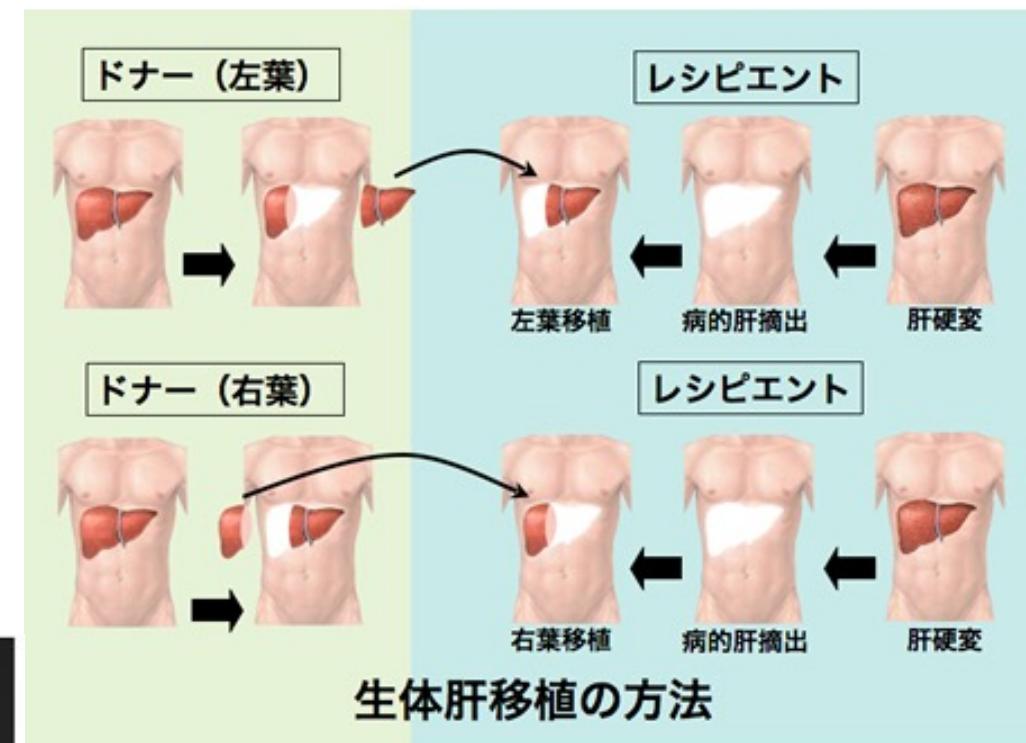
ヒト生体肝移植

細胞適応

手術方法

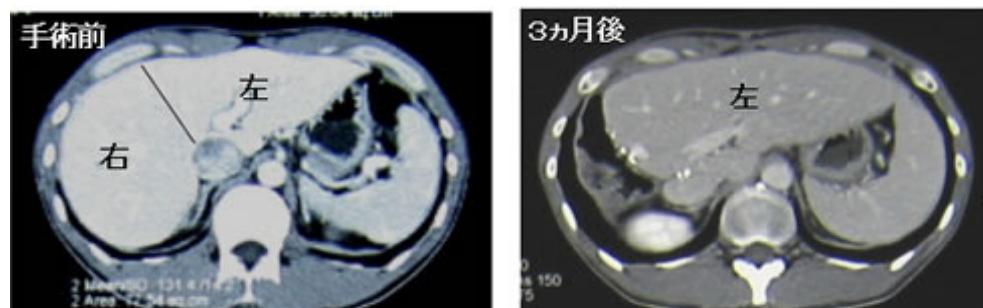


左葉グラフト	36%
右葉グラフト	36%
外側区域グラフト	25%



徳島大学外科HPより

Donor肝臓の再生

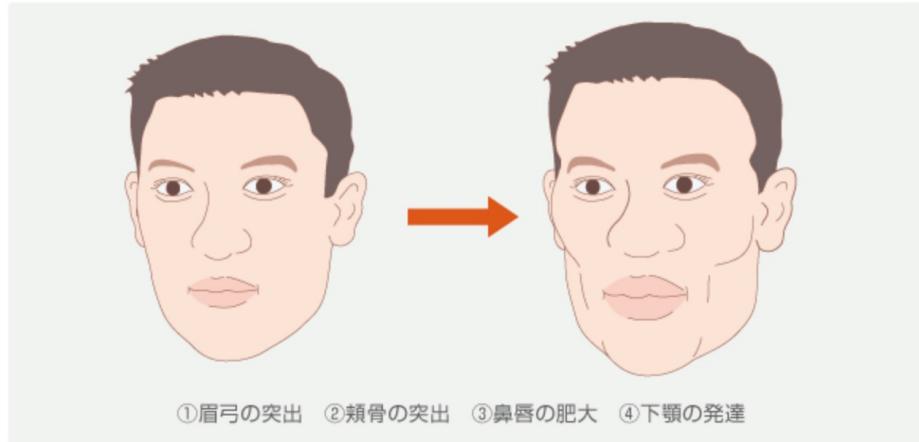


<奈良医大HPより>

先端肥大症

脳下垂体腫瘍 (成長ホルモンの分泌過剰)

先端巨大症でみられる外見の変化



①眉弓の突出 ②頬骨の突出 ③鼻唇の肥大 ④下顎の発達



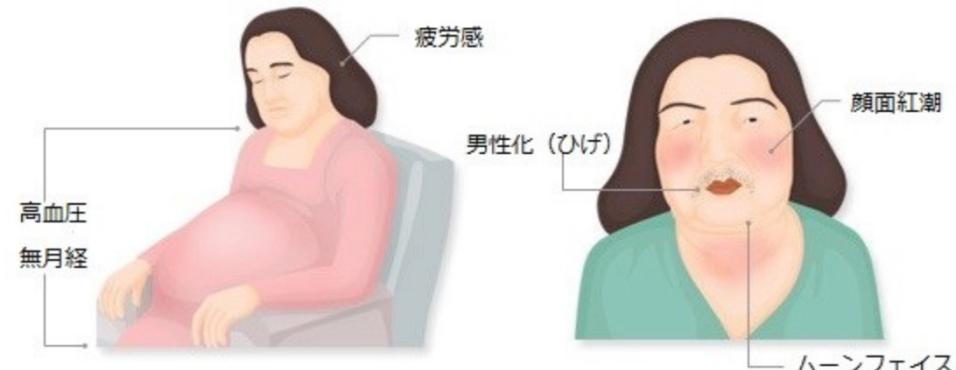
軟部組織の増殖・肥大により、手指の肥厚が見られる。

クッシング症候群

副腎腫瘍

の過剰分泌

クッシング症候群の症状



TEIJINホームページより

再生性肥大

ケロイド(Keloid)

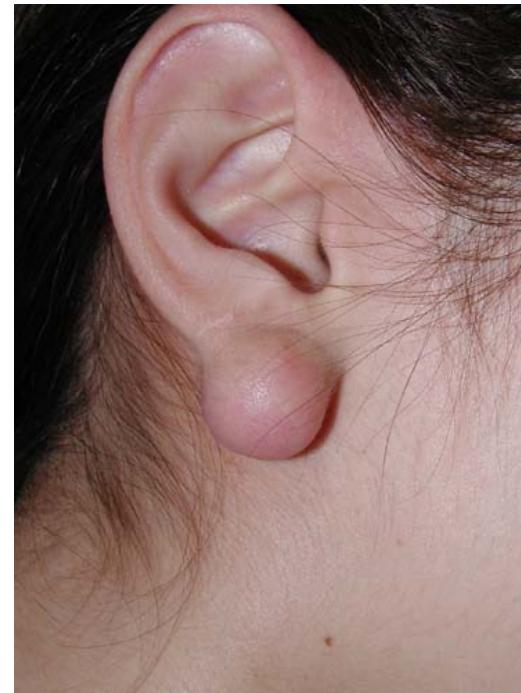
創傷治癒過程で膠原（コラーゲン）線維が過剰に作られることによっておこる

皮膚から盛り上がった腸詰状、線条状の硬い組織 （良性線維増殖性病変）

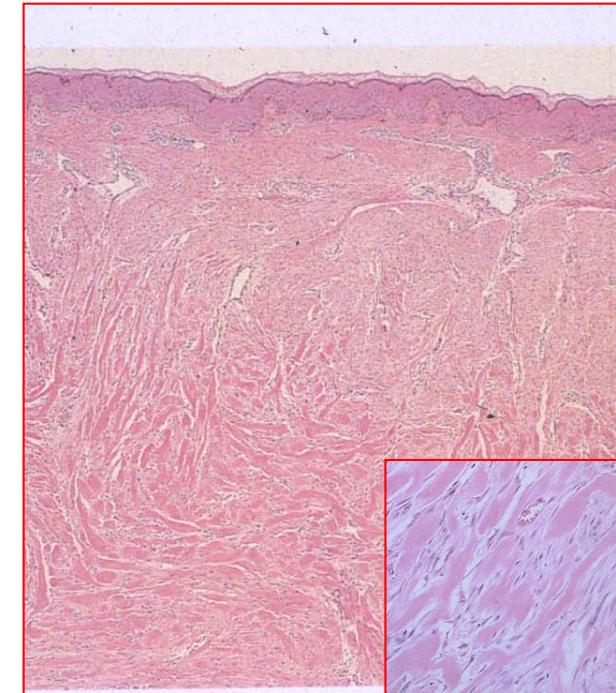
内因性・外因性： 放射線被曝者や若い女性、精巣摘出患者に多い



胸部外科手術跡



ピアース跡



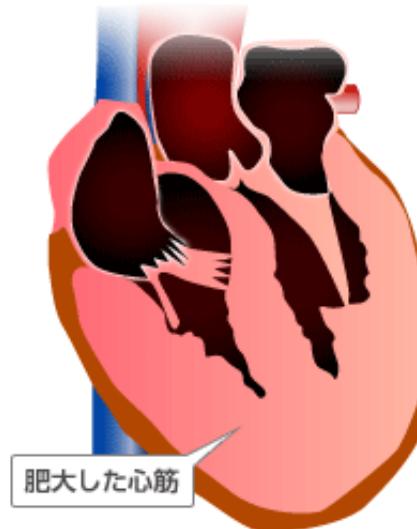
真皮に膠原線維

特発性肥大

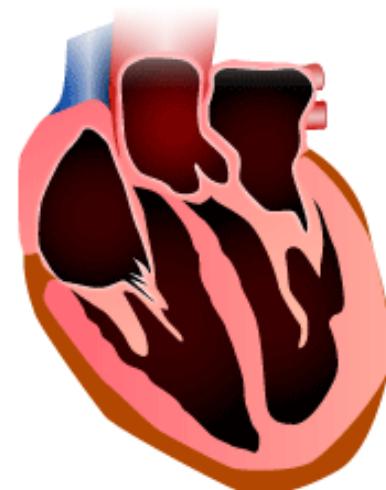
細胞適応



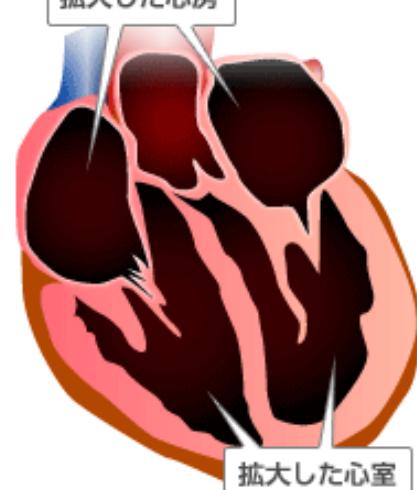
正常な心臓



肥大型心筋症



正常な心臓



拡張型心筋症

心臓の筋肉が厚くなる

心筋が薄くなり、心腔が広くなる

難病：治療は心臓移植

再生性肥大

化骨形成

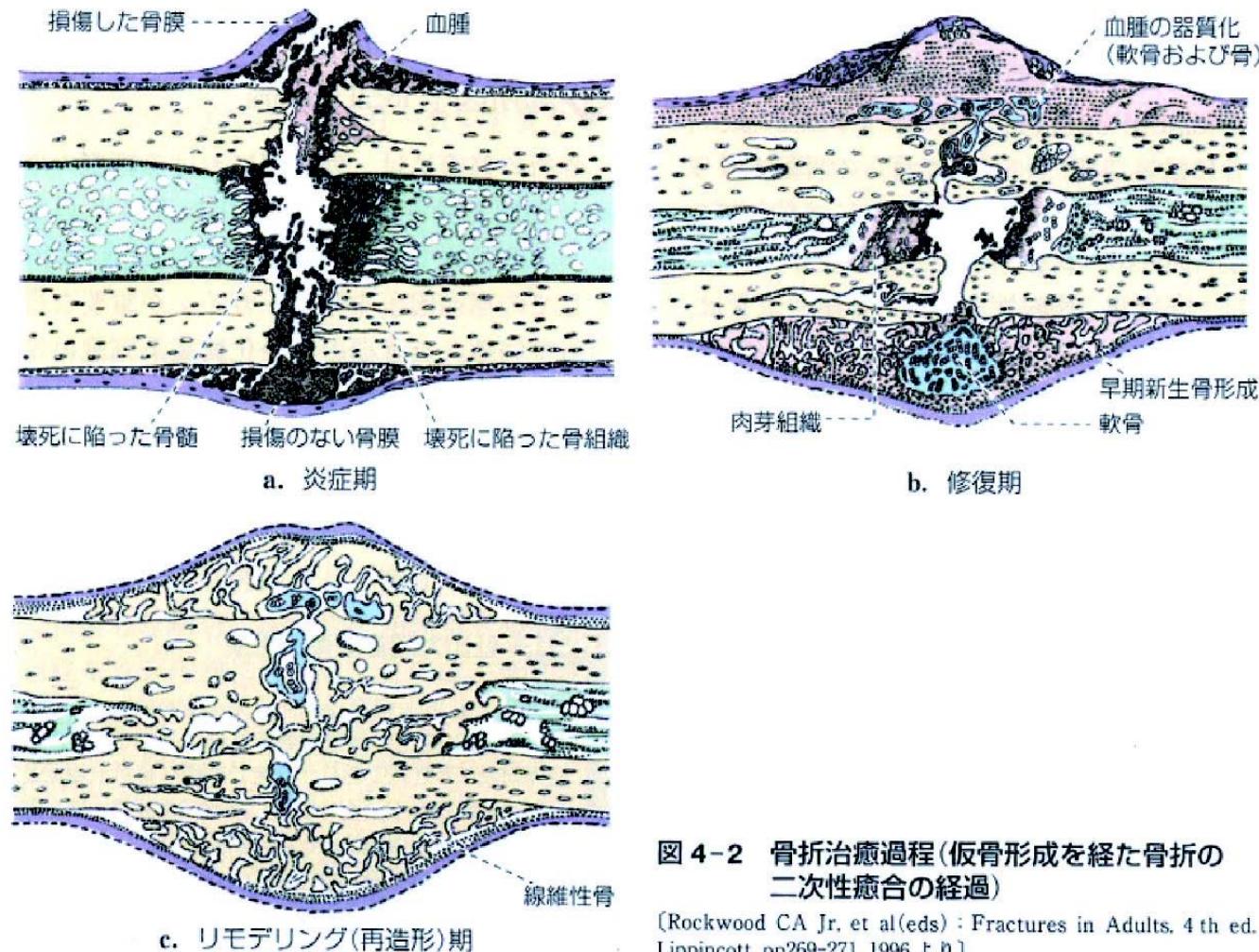


図 4-2 骨折治癒過程(仮骨形成を経た骨折の
二次性癒合の経過)

(Rockwood CA Jr, et al(eds) : Fractures in Adults, 4 th ed. JB Lippincott, pp269-271, 1996 より)

看護師国家試験問題

実施年	問題文	選択肢	分野と難易度
2013年(第102回)	長期間の使用によって満月様顔貌(ムーンフェイス)をきたすのはどれか	1. ヘパリン 2. インスリン 3. テオフィリン 4. プレドニゾロン 5. インドメタシン	人体の構造と機能 難易度: 基本
2014年(第103回)	外分泌器官はどれか	1. 涙腺 2. 甲状腺 3. 胸腺 4. 副腎	人体の構造と機能 内分泌 難易度: 基本
2016年(第105回)	内分泌器官はどれか	1. 乳腺 2. 涙腺 3. 甲状腺 4. 唾液腺	人体の構造と機能 内分泌 難易度: 基本
2015年(第104回)	ホルモンと産生部位の組合せで正しいのはどれか	1. エリスロポイエチン — 腎臓 2. アドレナリン — 副腎皮質 3. 成長ホルモン — 視床下部 4. レニン — 脾臓	人体の構造と機能 内分泌 難易度: 基本
2014年(第103回)	下垂体から分泌されるホルモンはどれか	1. グルカゴン 2. プロラクチン 3. パラソルモン 4. テストステロン	人体の構造と機能 内分泌 難易度: 基本
2015年(第104回)	下垂体ホルモンの分泌低下により生じるのはどれか。2つ選べ	1. 性早熟症 sexual precocity 2. 低身長症 short stature 3. 先端巨大症 acromegaly 4. シーハン症候群 Sheehan syndrome 5. クッシング症候群 Cushing syndrome	人体の構造と機能 内分泌 難易度: 基本