

栄養生理学

消化器系と栄養

参考書

山本ら:第18章



この講義で身に付けること

- 消化と吸収の概念について理解する
- 内臓の一般的な構造について理解する
- 口腔から胃までで起きる消化メカニズムについて学ぶ
- 小腸と大腸の役割について理解する
- 分泌液に含まれる消化酵素の働きとその制御メカニズムについて理解する
- 主な栄養素の消化・吸収メカニズムについて理解する
- 肝臓、膵臓と胆のうの役割について理解する

なぜ食べる？

- 生きるため
- 代謝の維持
 - エネルギー
 - 体を構築している成分(タンパク質)の材料
 - 代謝に必要な成分(酵素・ホルモン)の材料
- 体内で作れない
→ 外部からの調達



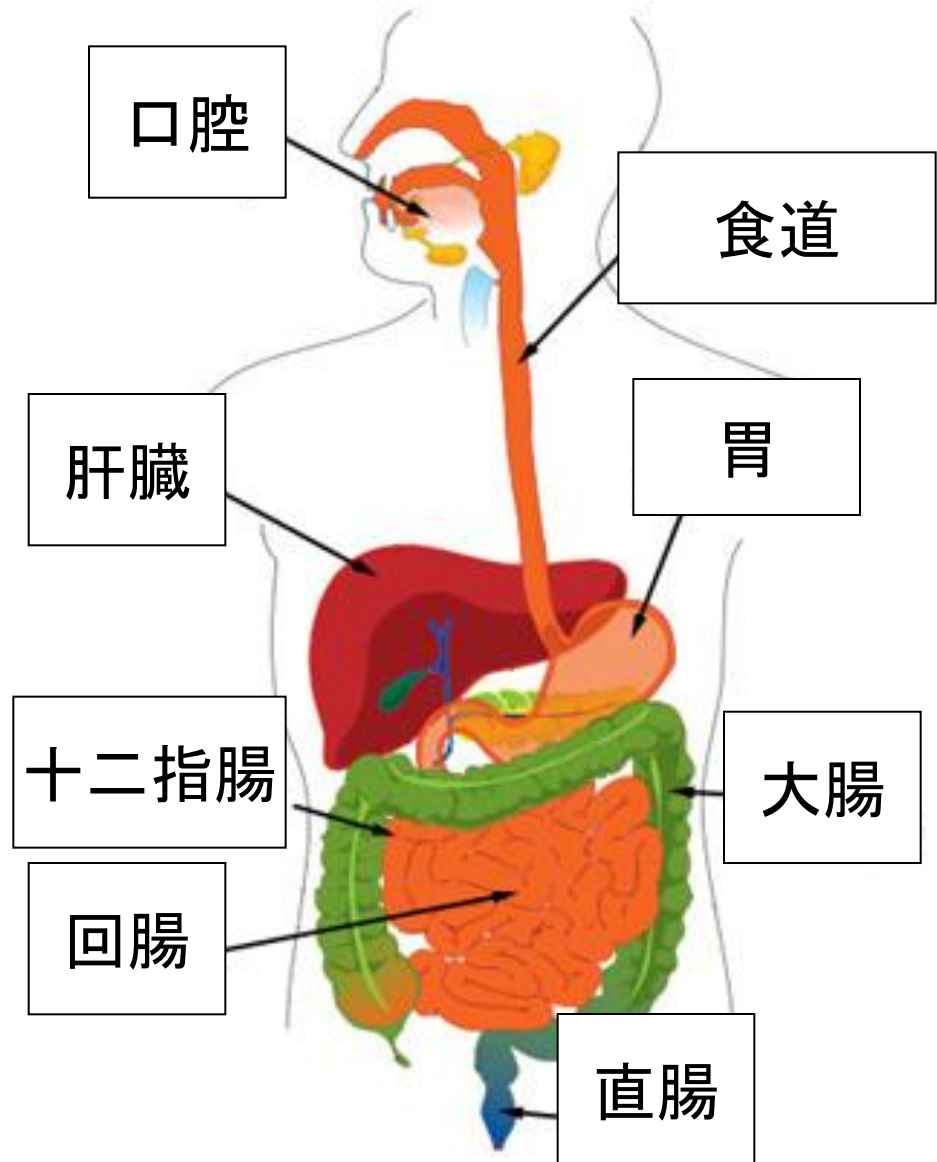
消化器系の役割

- 食物の摂取
 - 機械的消化
 - 化学的消化
 - 分泌
 - 吸収
 - 排泄
- **摂取**した食物はそれだけでは体のエネルギーや材料にはならない
 - **消化**→食物を構成している成分を分解する行為
 - **吸収**→体内に取り込む行為

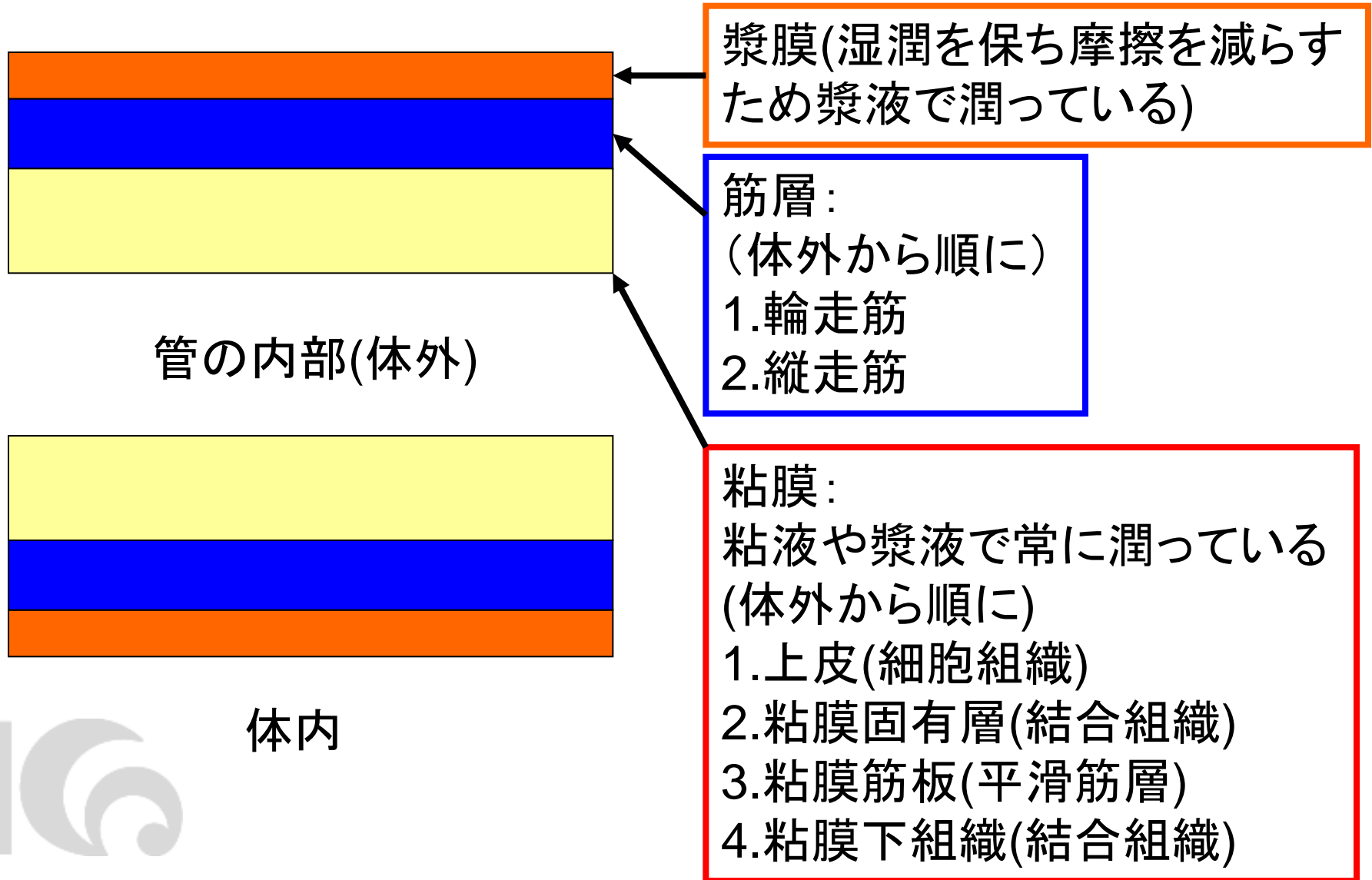


体内にあるものをさらに吸収？

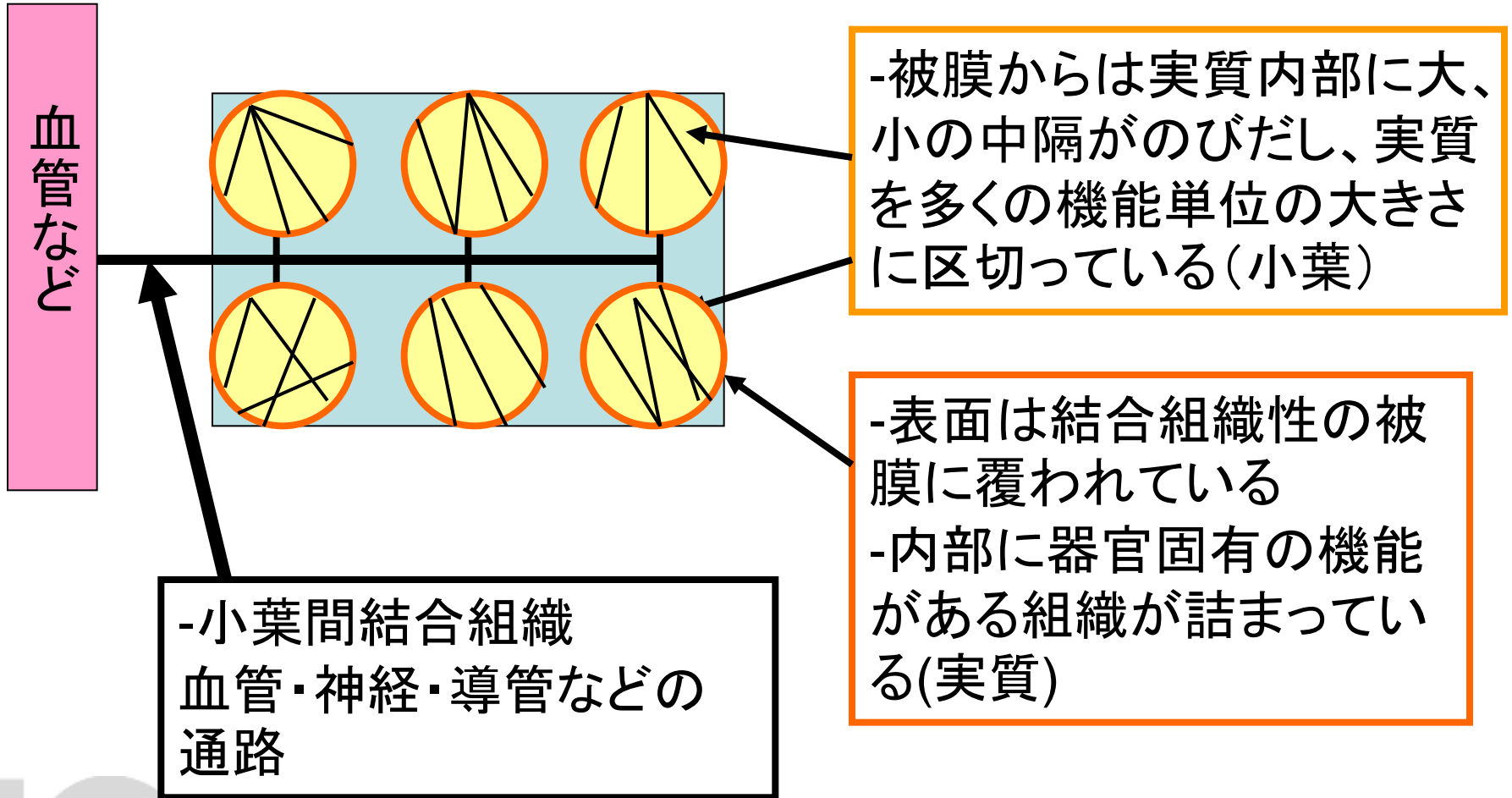
- 消化器系
 - 消化管
 - 消化腺を含む付属器官
- 消化管は体の中を通る一本の管
 - 入り口と出口が体外と繋がっているので「体内」ではない



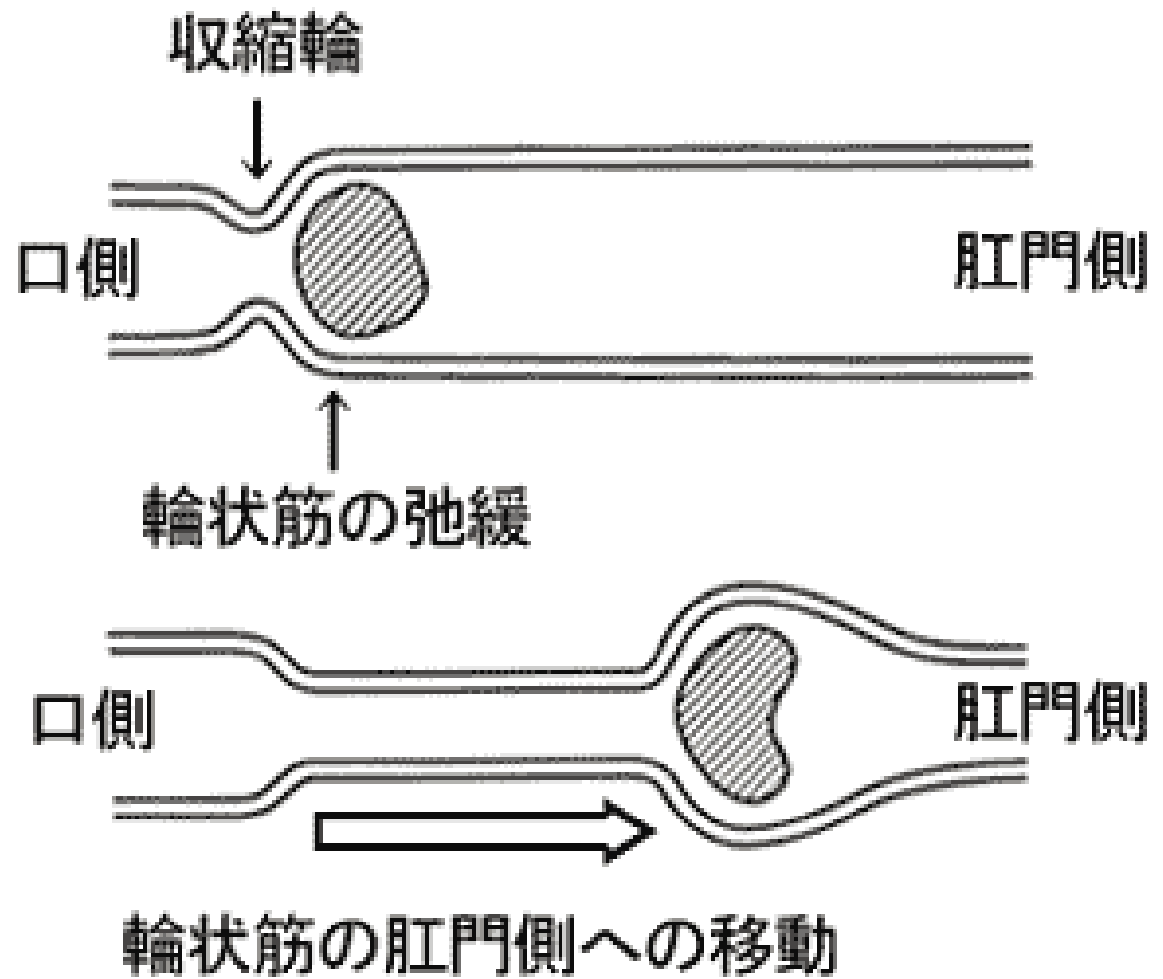
中腔性器官は3層構造



実質性器官の構造



蠕動運動



蠕動運動と別に分節運動もある

- **分節運動** → 小腸と大腸で見られる食物を断片化して分泌物質と混ぜる動き

咀嚼

- 咀嚼→歯によって飲み込みやすいサイズにまで噛み砕き唾液と混ぜ合わせる
- サイズが小さくなると
 - 胃や腸における消化と吸収が効率よく行われる
 - 嚥下しやすくなる
- 舌、唇、頬の動きも咀嚼には必要



唾液腺

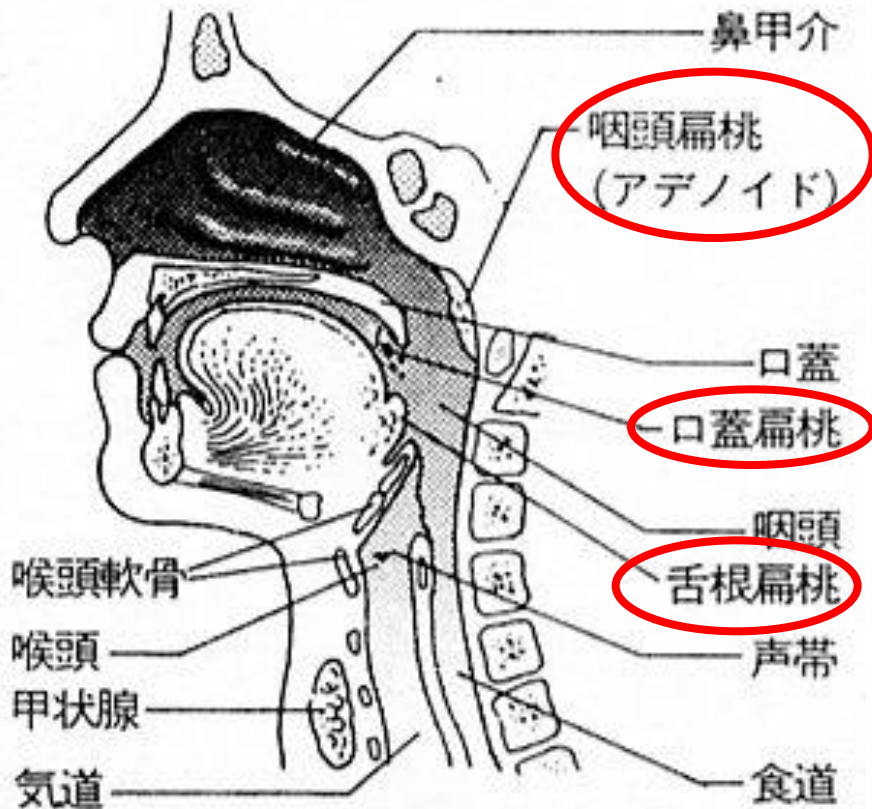
- 広く分布している
 - 小唾液腺（口唇、頬、舌、口蓋）
 - 大唾液腺（耳下腺、顎下腺、舌下腺）
- 粘液を分泌する**粘液細胞**と消化酵素を分泌する**漿液細胞**が存在する
 - 耳下腺は漿液細胞のみで構成されている
- 大唾液腺は自律神経による支配
 - **副交感神経** → 粘着性の**低い**唾液
 - **交感神経** → 粘着性の**高い**唾液
- 小唾液腺は常に分泌して口腔内を潤す

唾液

- 一日平均1～1.5Lの分泌
- アミラーゼ（プチアリン）とムチン
- アミラーゼはでんぷんの分解酵素
 - 主な作用は胃でpHが酸性に傾く時
 - pHが中性の口腔内ではあまり分解しない
 - 胃酸が増えてpHが低くなると活動しなくなる
- ムチンは食塊と口腔を滑らかにする



扁桃

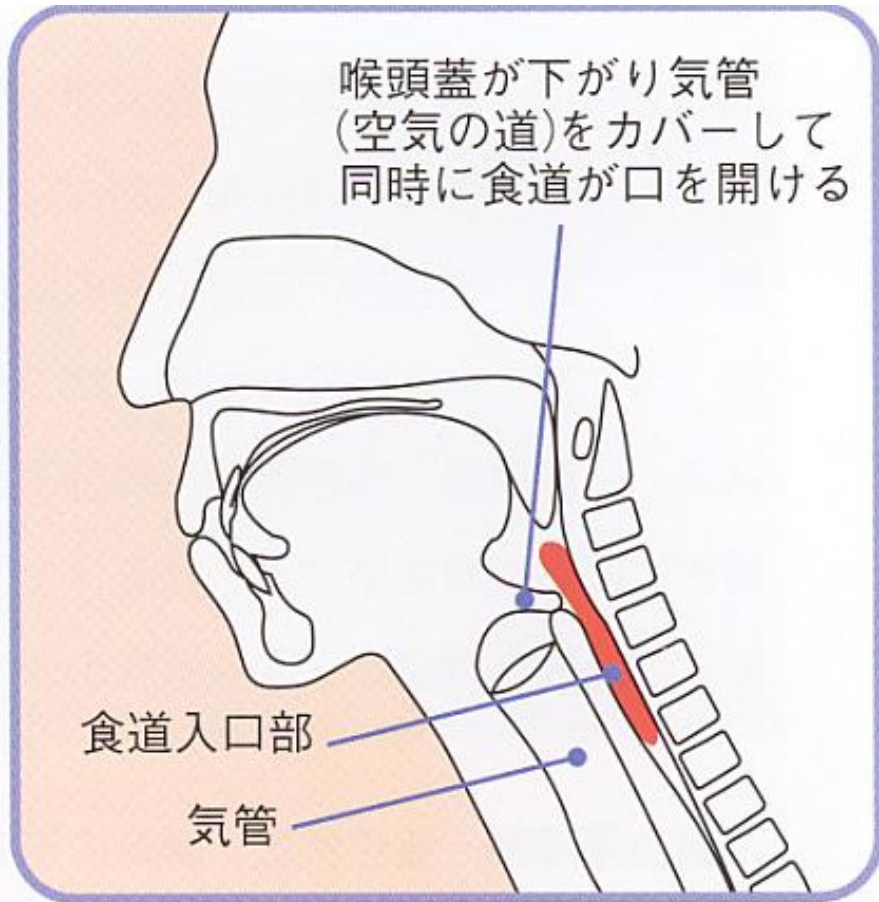


<http://www.hat.hi-ho.ne.jp/kboy/nodo-sikumi.jpg>

- リンパ小節の集まり
- 免疫抗体が作られる
- 抗原抗体反応が活発化→炎症
- 口蓋扁桃、舌扁桃、咽頭扁桃が呼吸器と消化器の感染を防ぐ役割を担っている



嚥下反射



- 嚥下＝食物を口腔から胃に送り込む事
- 嚥下反射＝喉頭蓋で気道にフタをし、軟口蓋を咽頭に押し付けると同時に食道の筋肉を緩める一連の動作
- 口腔期-咽頭期-喉頭期の三期に分けられる
- 無意識に行われる
 - － 延髄に有る嚥下中枢によって調節されている

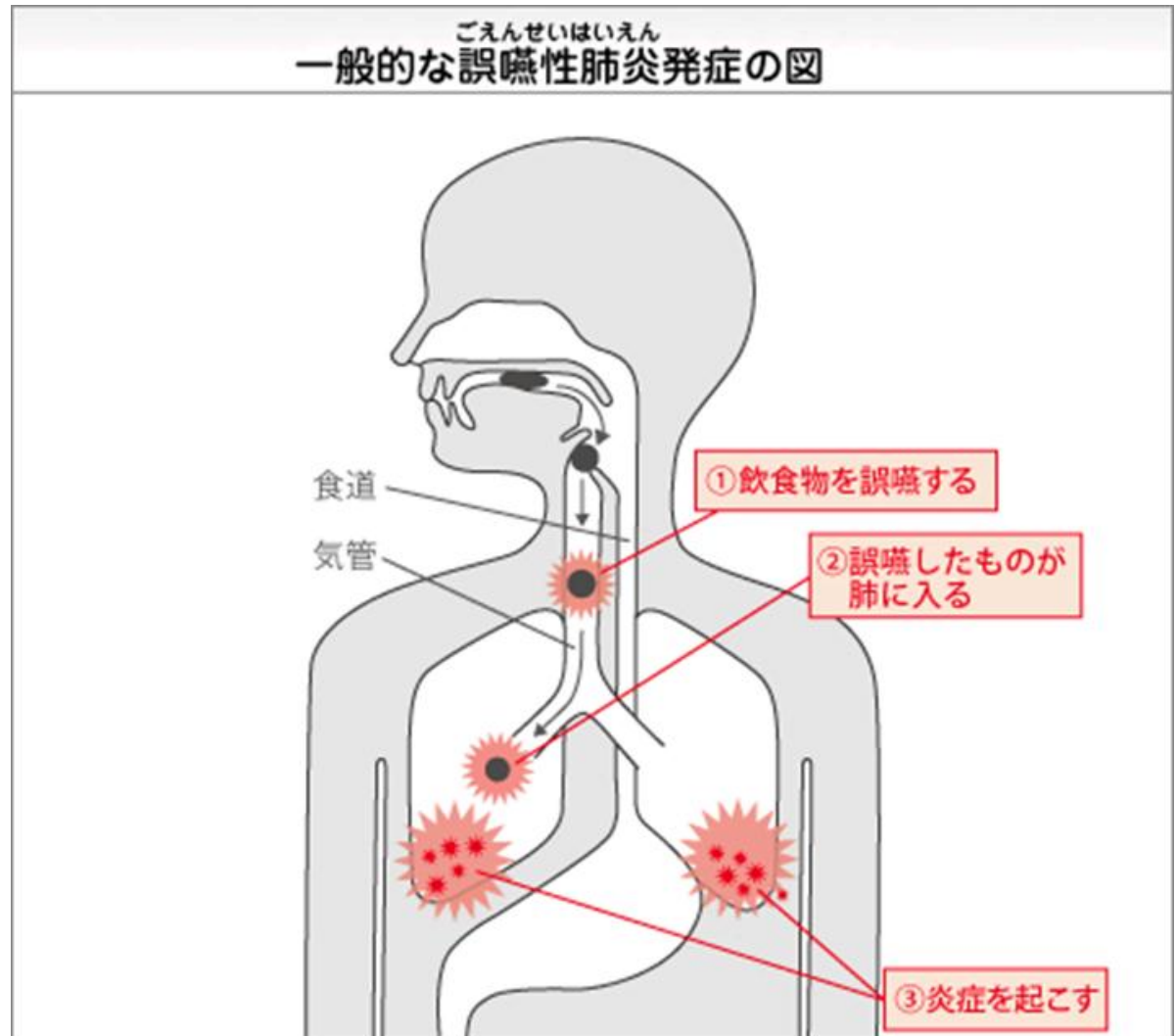


嚥下反射の機能低下⇒誤嚥

誤嚥は誤嚥性肺炎に繋がる危険がある

肺炎は2012年
国民健康・栄
養調査で死因
第3位(平成24年
度人口動態統計)

肺炎の約7割
が誤嚥性肺炎
によると言わ
れている



第5回 摂食・嚥下リハビリテーションと栄養ケアセミナー

嚥下障害に対する最新のアプローチ

多職種連携で口から食べる幸せを実現しよう

—「嚥下調整食学会分類2013」を用いた地域一体型の経口アプローチ—

高齢者では、咀嚼機能や嚥下機能が低下しやすく、誤嚥性肺炎も多いことが知られています。我が国では高齢者が増加していますので、誤嚥性肺炎の発症やそれにより亡くなる方が増加しています。本セミナーでは、嚥下障害患者に対して第一線で活躍されている医師、歯科医師、看護師、管理栄養士を講師として招き、嚥下機能評価方法、今後増加が見込まれる在宅での対応、食事の態の体位など気を付けるべきこと、嚥下調整食についてなど、さまざまな角度から嚥下障害に対する最新のアプローチを講演していただきます。シンポジウムでは、嚥下調整食の実践例をご紹介します。本セミナーの受講で、日本摂食嚥下リハビリテーション学会認定士の単位を最大20単位まで取得できます(シンポジウム除く)。

日時 2014年
10月25日(土)
10:00~16:40(予定)

場所 一ツ橋ホール
東京都千代田区一ツ橋2丁目6-2 日本教育会館 3F

定員 700名
※定員になり次第、締め切らせていただきます

受講料 3,000円(税込)*
※1:ヘルスケア・レストラン名義はHuman Nutrition—栄養管理の症例と実践の実際編

主催 一般:4,000円(税込)
ヘルスケア・レストラン
Human Nutrition
栄養管理の症例と実践
(株)日本医療企画

講師

菊谷 武氏
日本歯科大学 口腔リハビリテーション多摩クリニック 院長

藤島一郎氏
社会福祉法人聖隷福祉事業団 浜松市リハビリテーション病院 病院長

小山珠美氏
社会医療法人社団三思会 法人本部 摂食嚥下サポート担当課長

栢下 淳氏
原立広島大学人間文化学部健康科学科 教授

戸塚久美子氏 滋賀大学附属病院 栄養管理室
今泉良典氏 国立長崎医療研究センター
宮崎千香氏 東京都立多摩総合医療センター 栄養科

●「摂食・嚥下リハビリテーションと栄養ケアセミナー」のお申し込み・お問い合わせは、下記の2つの中からお選びください。 **担当: 高久まで**

インターネットで http://www.jmp.co.jp/seminar/enge_care/ (24時間受付)

電話で **TEL:03-3256-2885** (受付時間:平日9:30~18:00)

FAXで 下記の「FAX申込書」に必要事項を記入し、弊社へ直接FAXにてお申し込みください。
FAX:03-3256-7499 (24時間受付)

FAX申込書 *受講票送付時の誤発送防止のため、お名前・ご住所・お電話番号などは、楷書ではっきりとお書きください。

フリガナ		E-mail		月 日
お名前				申込
ご住所	〒□□□-□□□□ ※□をおつけください(ご自宅・勤務先)			
TEL	()	FAX	()	
フリガナ		最前のご連絡先 ()		
貴施設名		※日中、ご連絡がつかない場合は電話番号をご記入ください		
部署名		役職名		
人数をご記入のうえ 該当欄に 印をつけてください	人	<input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/> ヘルスケア・レストラン/ Human Nutrition定期購読者	4,000円(税込) 3,000円(税込)	
※ヘルスケア・レストラン、Human Nutrition定期購読者は特別優待させていただきます。				
お申し込み代金以外 の参加料、法人名義				

◆お申し込みの際、お名前よりご住所、お電話番号の個人情報は、目的以外での利用、および第三者への開示は一切いたしません。
◆お申し込み書は、受講料納入先をご案内いたします。ご入金確認後、受講票をお送りいたします。

興味があれば

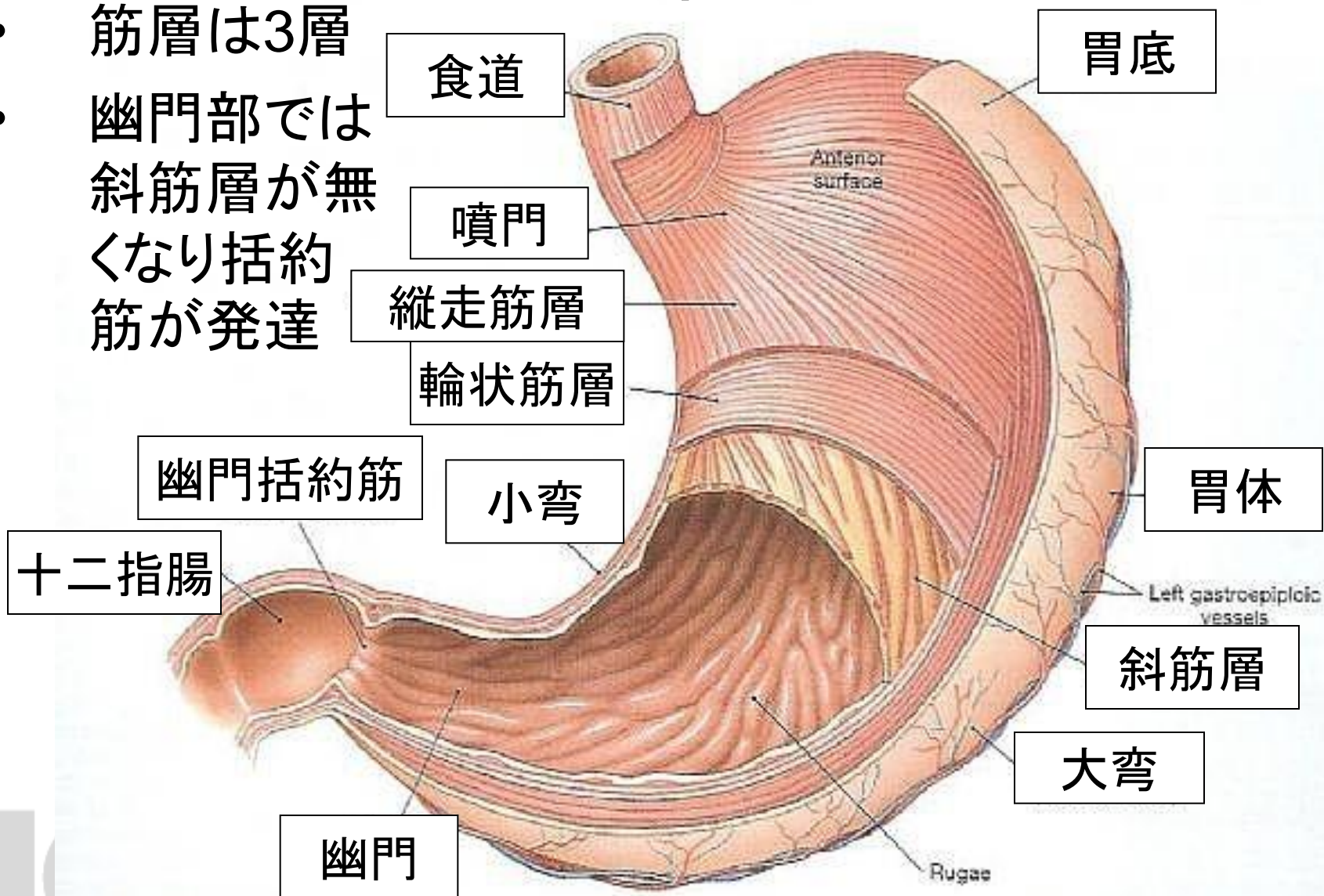


食道

- 食物を咽頭から胃に輸送する管(約25cm)
- 化学的消化は行われない
- 生理的狭窄部(食道がんの多発部位)
 - 起始部(第六頸椎)
 - 気管分岐部の高さ(第四と第五胸椎の間)
 - 横隔膜を貫く部位(第十胸椎の高さ)
- 粘膜、筋層、外膜
 - 粘膜上皮は重層扁平上皮
 - 筋層は横紋筋(上部)と平滑筋(下部)

胃

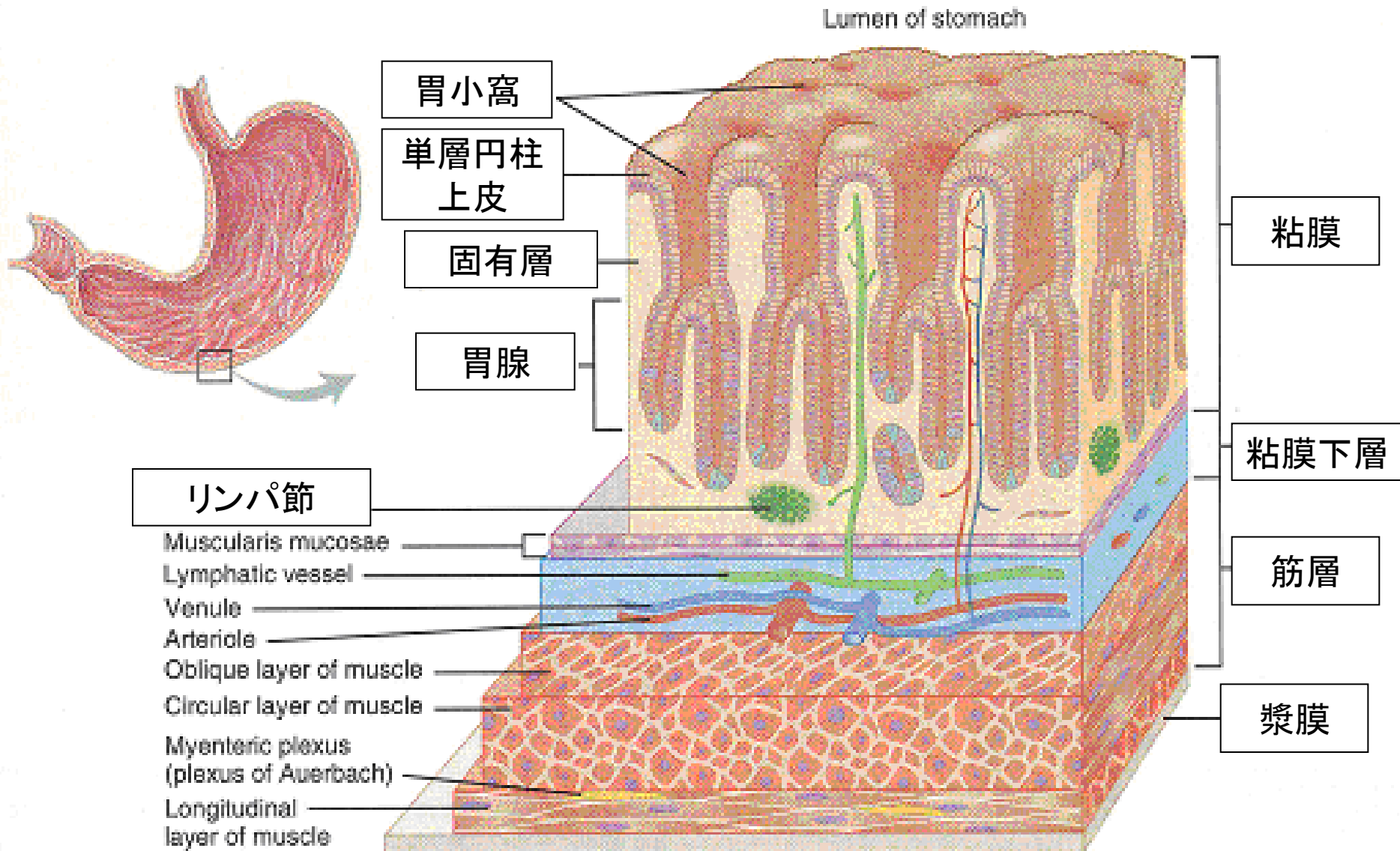
- 筋層は3層
- 幽門部では斜筋層がなくなり括約筋が発達



胃の役割

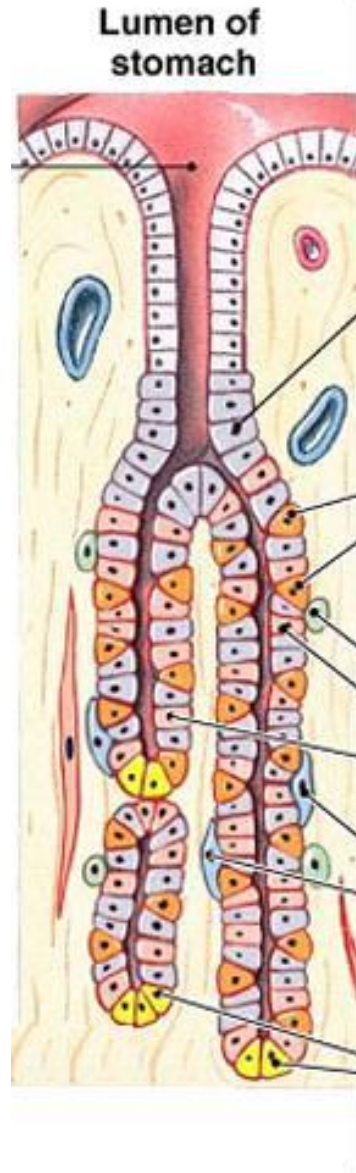
- 食物を長時間蓄えることができる
 - ヒダを持つことで約1Lまで蓄えられる
 - 少量ずつ十二指腸に送ることが可能
 - 消化・吸収を行っている間他の活動が可能
- 分泌される胃液に含まれる塩酸によって食物を殺菌し腐敗や発酵を予防する
- アルコールの吸収(約30%)
- 機械的・化学的消化が行われる
 - 機械的: 攪拌運動を行い食品をび粥にする
 - 化学的: 主に胃液によるタンパク質の消化

胃壁の構造



胃からの分泌

- 胃腺(固有胃腺・胃底腺)
- 主に壁細胞と主細胞からの分泌
- 約1.5L/日の胃液を分泌する
- 胃液のpHは0.92~1.58(酸性)
- 噴門部と幽門部の胃腺は主に粘液細胞で構成されている(噴門腺・幽門腺)



The diagram shows a cross-section of the gastric gland with the following cell types and secretions:

Cell Types	Substance Secreted
頸粘膜細胞 (副細胞)	粘液
壁細胞	炭酸水素
	胃酸 (HCl)
腸クロム親和性細胞様細胞	胃内因子
主細胞	ヒスタミン
	ペプシノーゲン リパーゼ
D細胞	ソマトスタチン
G細胞	ガストリン

胃の動き

- 自律神経による支配
 - 副交感神経(迷走神経由来)により促進
 - 交感神経(内臓神経由来)により抑制
 - アウエルバッハ神経叢とマイスナー神経叢
 - マイスナー神経叢は副交感神経のみ
- 蠕動運動による攪拌(約20秒の周期)
- 固形物から反流動物→び粥となる
- 攪拌されることで胃の内容物のpHが酸性に傾く
→刺激をうけて**幽門が開く**
- 食後2～3時間で胃から十二指腸に出て行く

部位別がん死亡率
(全年齢)
[男性 2012年]



人口10万人対



資料: 独立行政法人国立がん研究センターがん対策情報センター
Source: Center for Cancer Control and Information Services,
National Cancer Center, Japan

部位別がん死亡率
(全年齢)
[女性 2012年]



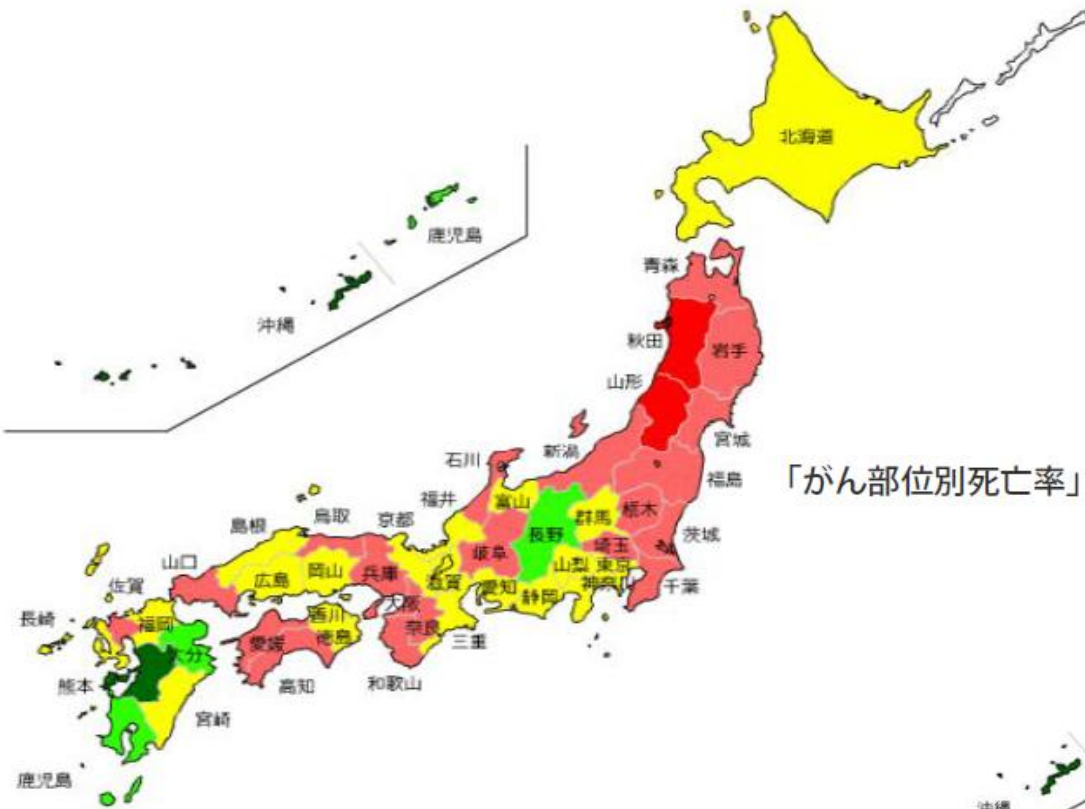
人口10万人対



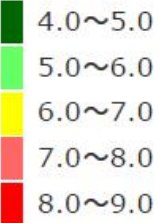
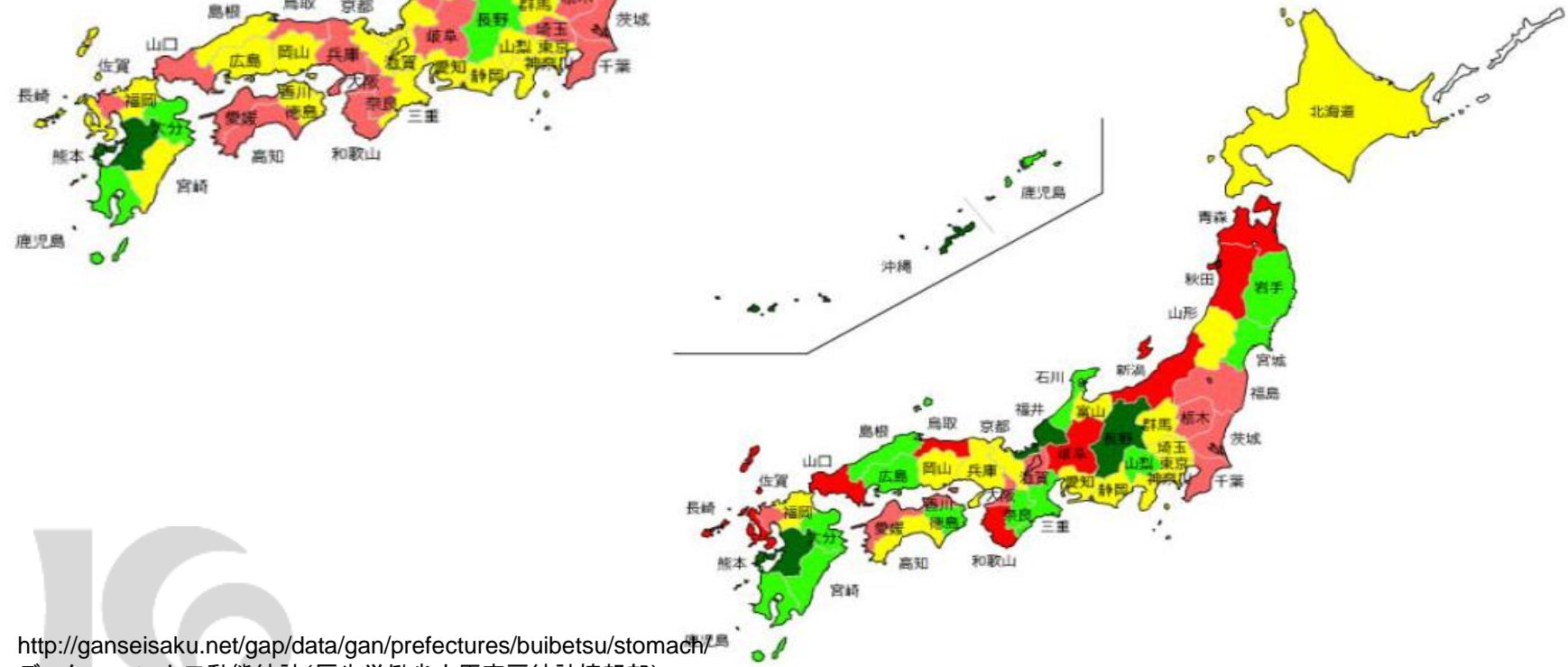
資料: 独立行政法人国立がん研究センターがん対策情報センター
Source: Center for Cancer Control and Information Services,
National Cancer Center, Japan

「がん部位別死亡率」胃がん（男性） 2009年

胃がん死亡率の地域差



「がん部位別死亡率」胃がん（女性） 2009年



<http://ganseisaku.net/gap/data/gan/prefectures/buibetsu/stomach/>

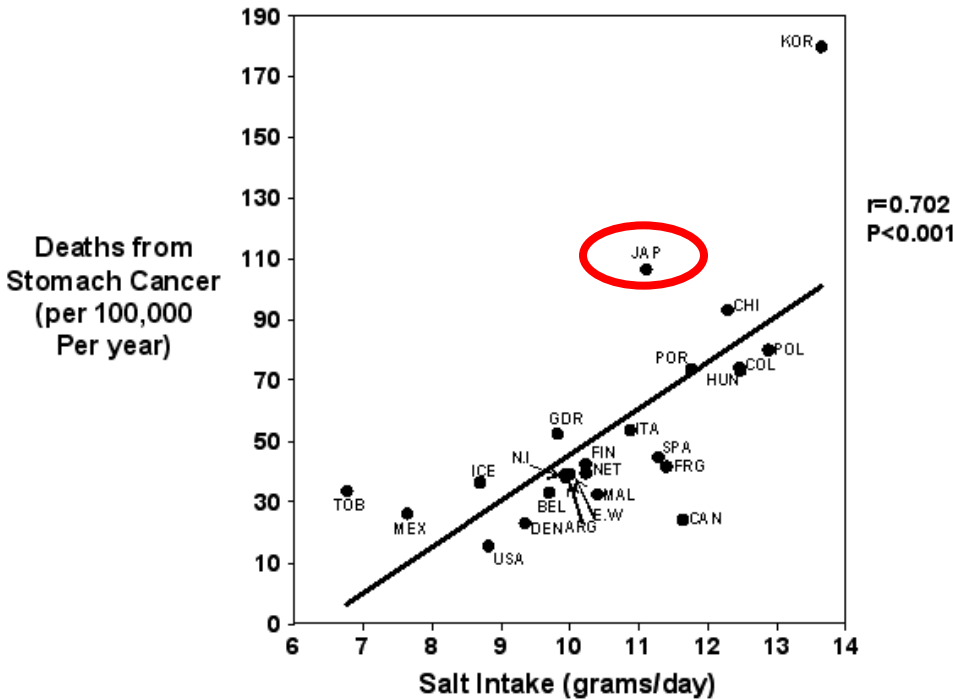
データソース: 人口動態統計(厚生労働省大臣官房統計情報部)

出典: 国立がんセンターがん対策情報センター

加工: 日本医療政策機構 がん政策情報センター

塩分の過剰摂取は胃がんになりやすい

Salt and Stomach Cancer

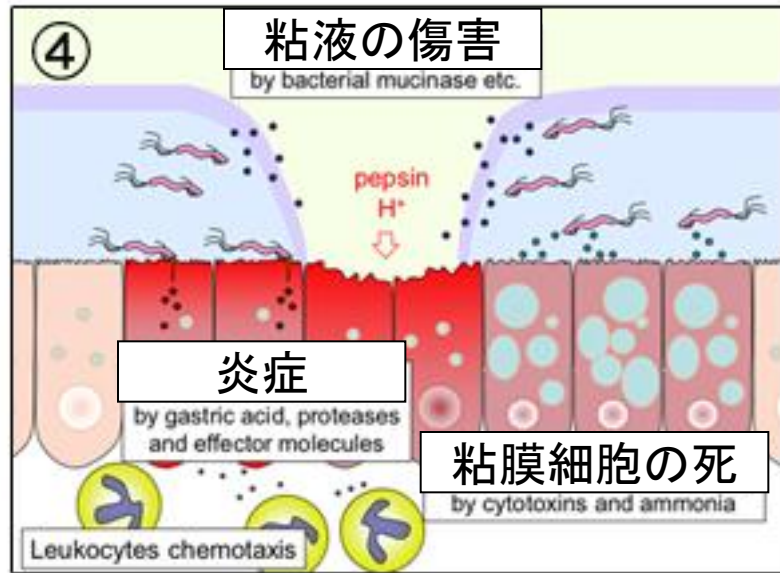
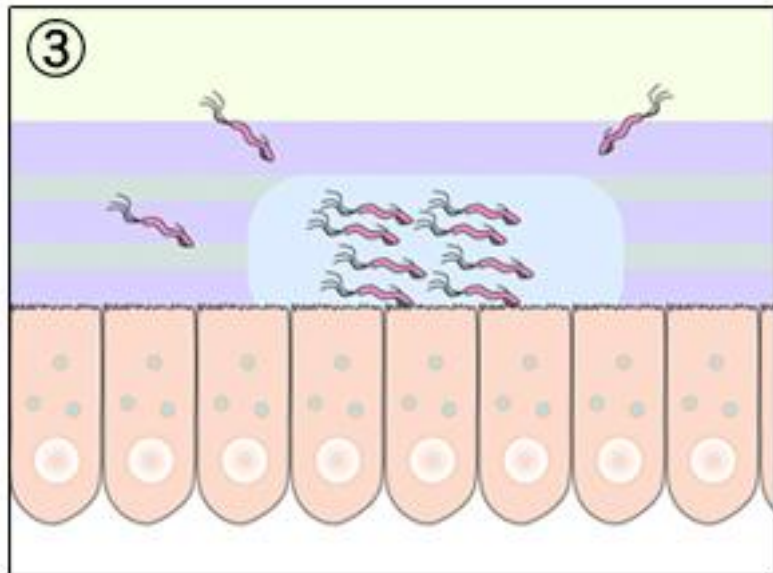
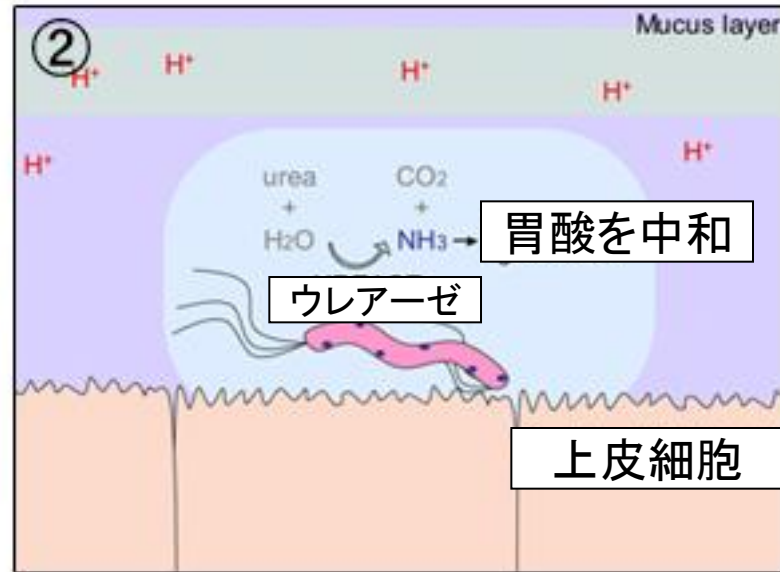
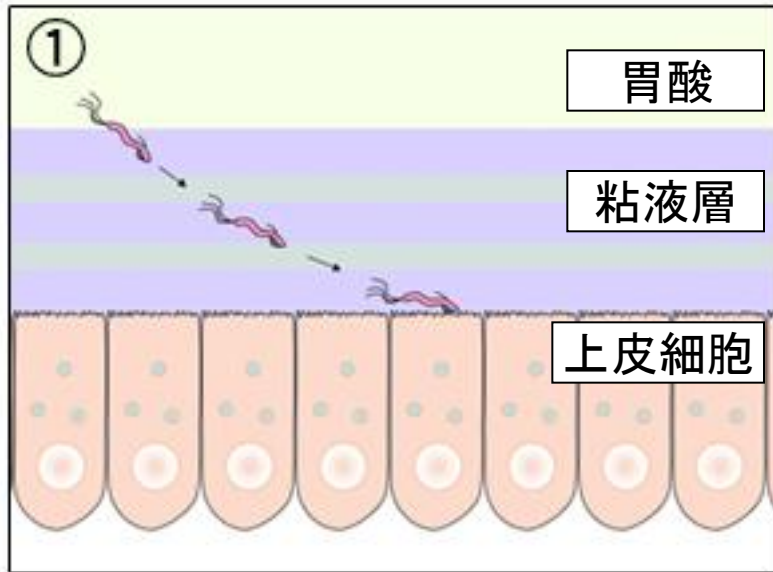


Joossens et al. Int J Epidemiol. 1996;25:494-504.

- 1日の塩分摂取量と胃がんの死亡率には正の相関が見られる
- 可能性:
 - 胃粘膜保護層を破壊
 - 胃酸による急性炎症の繰り返し
 - ピロリ菌の持続感染
 - 慢性胃炎→発ガン物質の細胞への進入リスク
 - 細胞の変異リスク

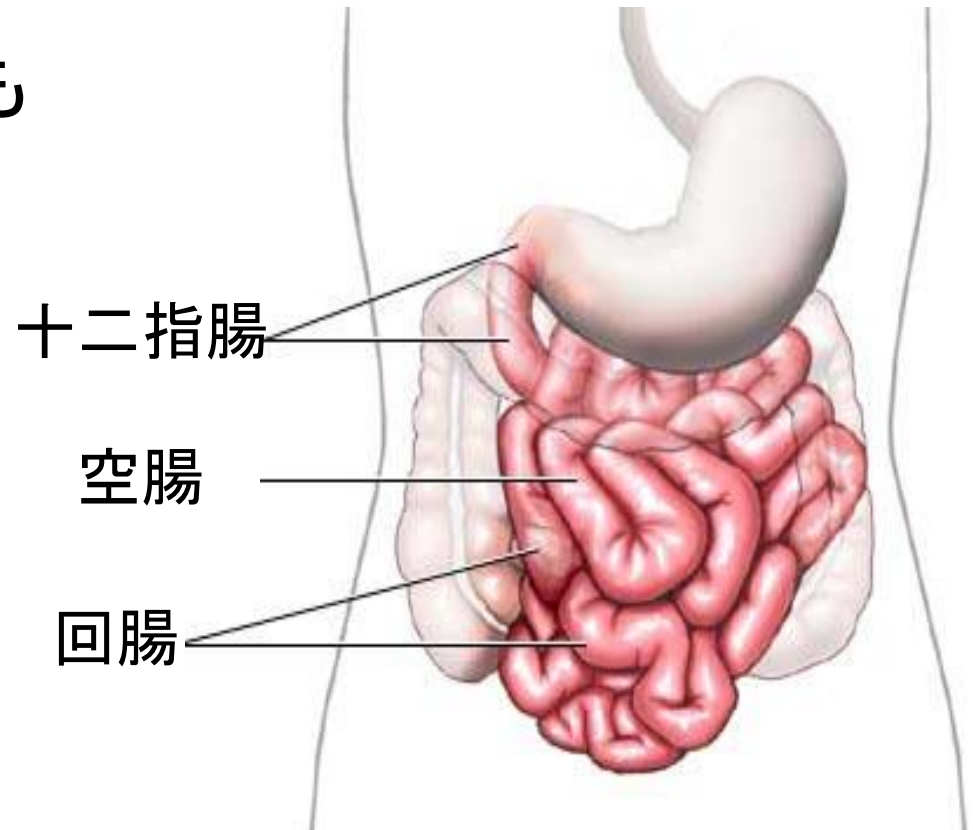
22年度国民健康・栄養調査結果:20歳以上の食塩摂取量=**10.6g**
日本人の食生活指針:**10g未満**、健康日本21(第二次)目標値:**8g**

ピロリ菌と胃潰瘍



小腸は3つの部位に分けられる

1. 十二指腸
2. 空腸(腹部の左上部もしくはは口側2/5)
3. 回腸
 - 空腸と回腸は腸間膜で後腹膜と繋がる
 - 日本人の小腸の長さは約6.5m
 - 大腸との結合部
⇒ 回盲弁

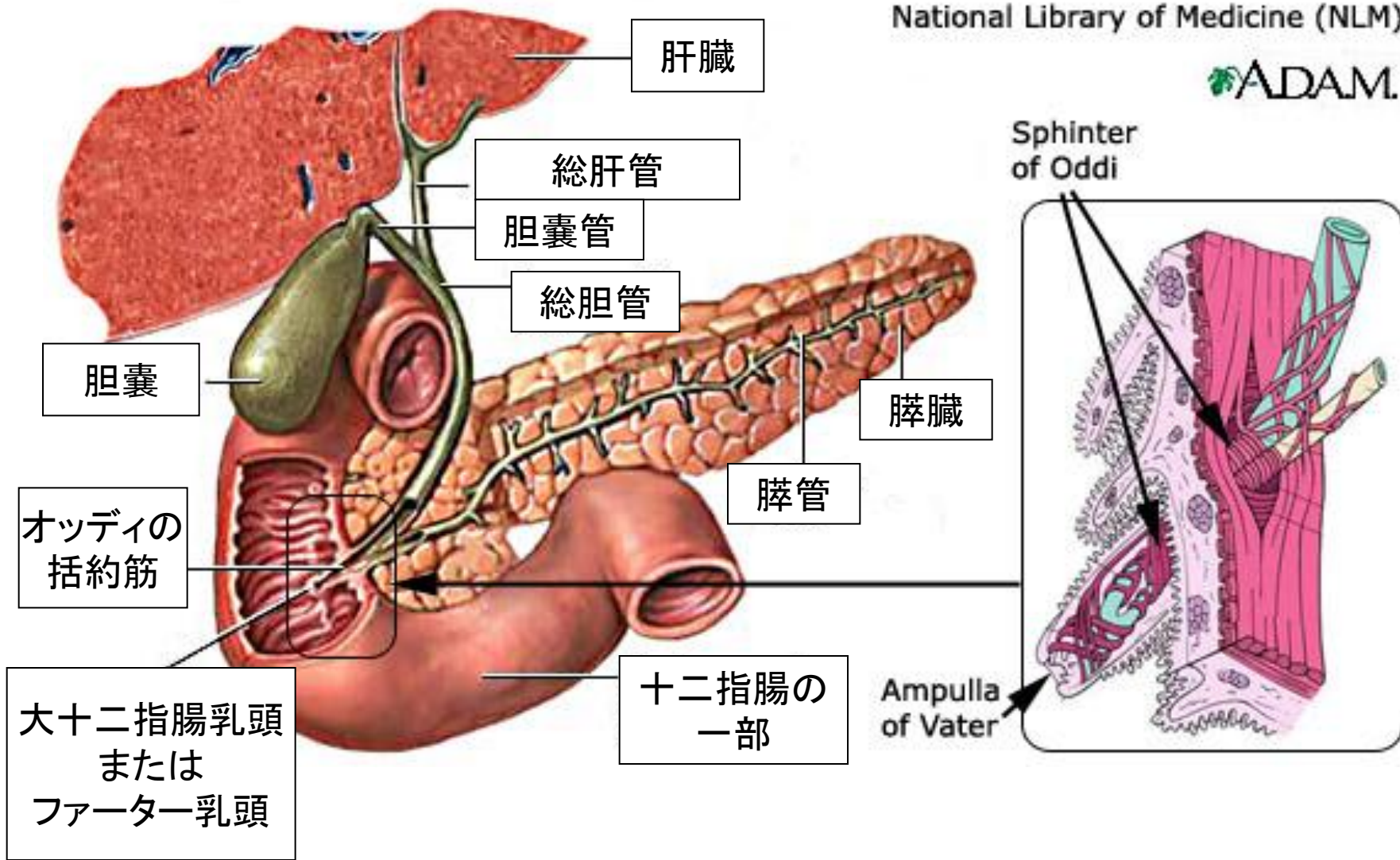


<http://www.integris-health.com/ih/layouts/digestive/smallIntestine2.jpg>

大十二指腸乳頭の構造

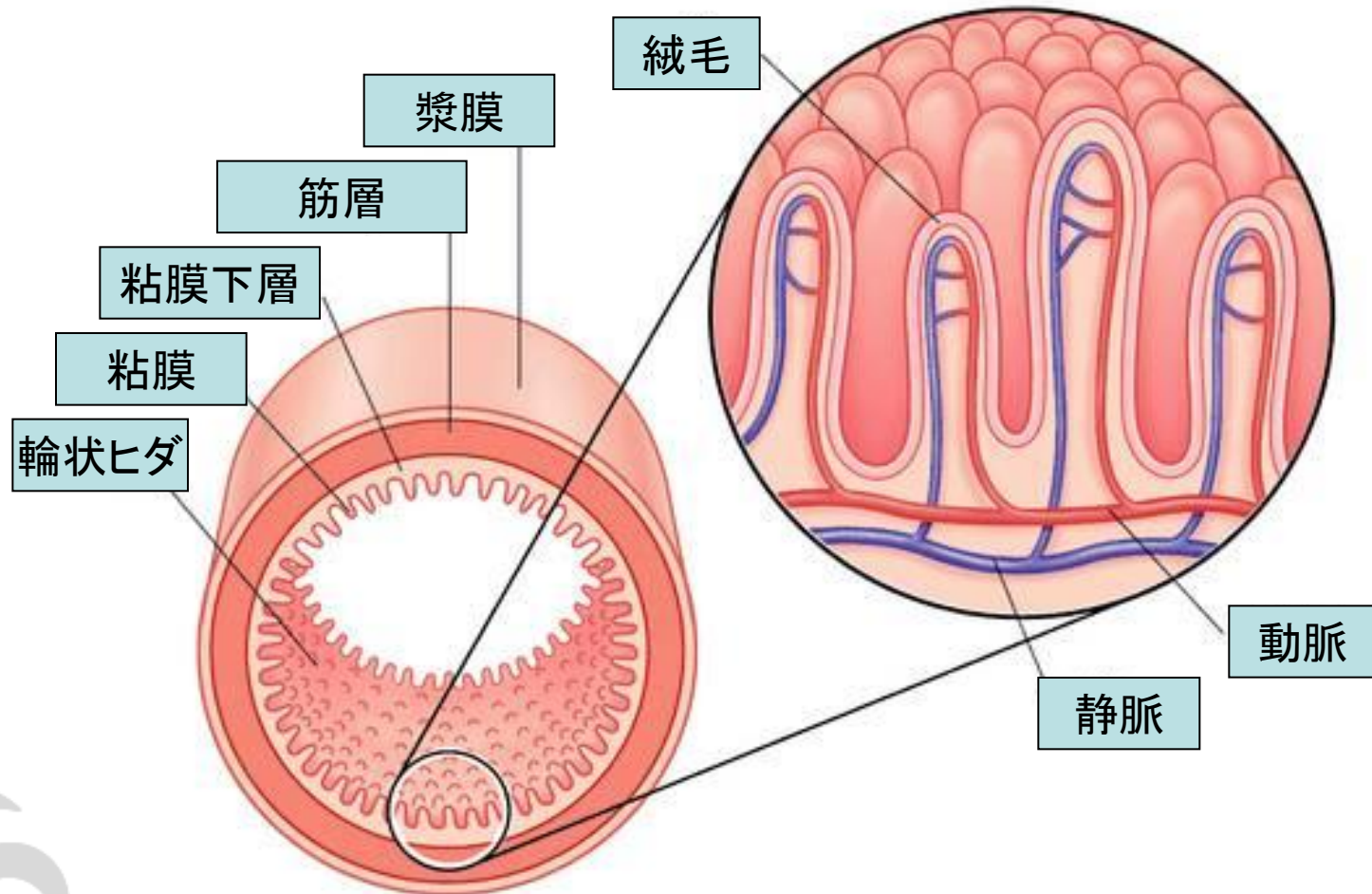
National Library of Medicine (NLM)

ADAM.



小腸の構造

- 筋層は内側に輪状筋、外側に縦状筋



小腸の構造

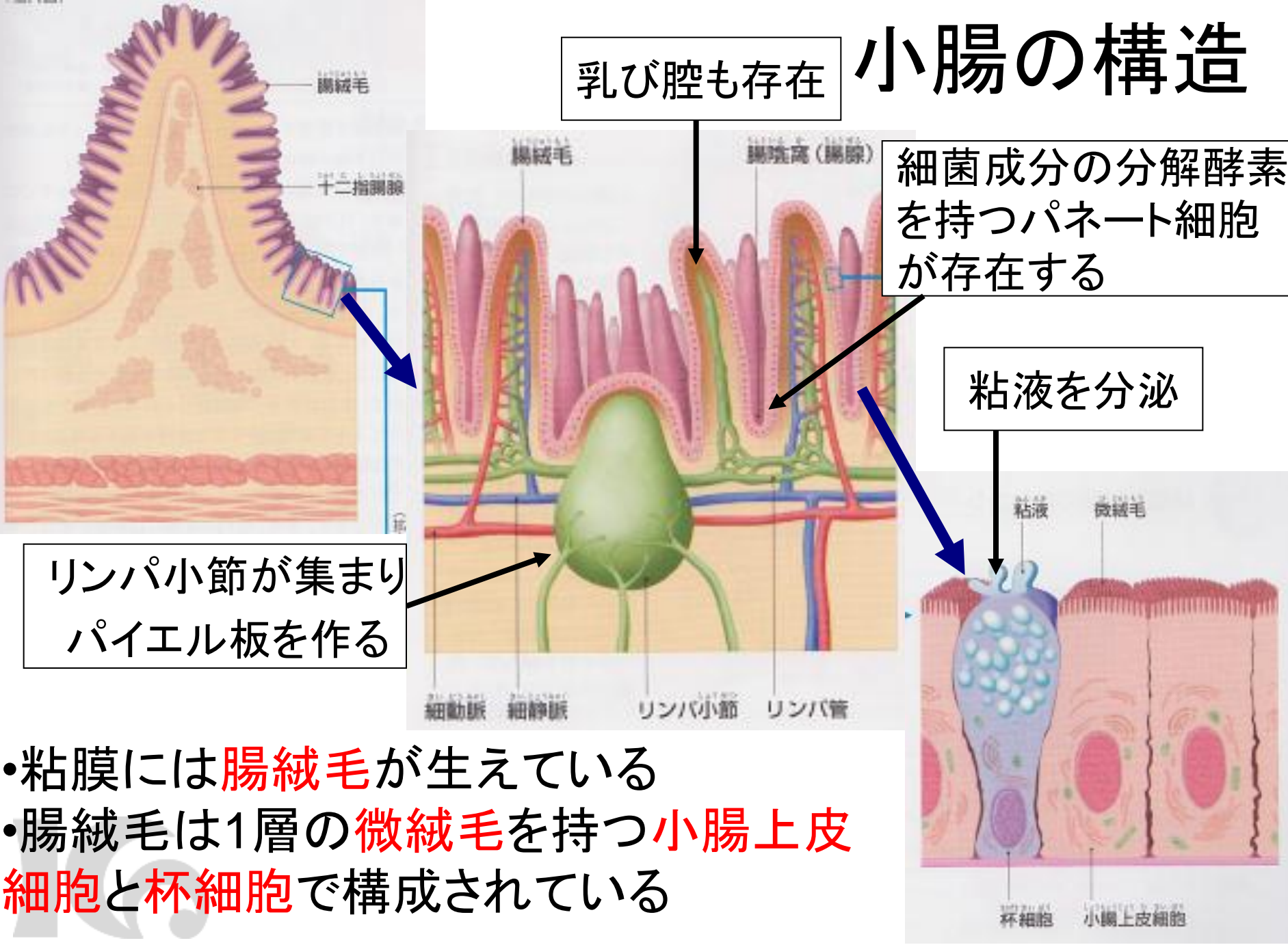
乳び腔も存在

細菌成分の分解酵素を持つパネート細胞が存在する

粘液を分泌

リンパ小節が集まり
パイエル板を作る

- 粘膜には腸絨毛が生えている
- 腸絨毛は1層の微絨毛を持つ小腸上皮細胞と杯細胞で構成されている



小腸の役割

- 食物に含まれる栄養素や水分を吸収
- 吸収の効率を上げる様々なしくみ
 - 長さ: 消化管全体が約8m、小腸だけで約6m
 - 輪状ヒダ: 粘膜の面積を広げる
 - 腸絨毛や微絨毛、陰窩: さらに面積を広げる
- 輪状ヒダや絨毛による面積の増加は無かった場合の600倍以上(約 3300cm^2 から約 $2,000,000\text{cm}^2$ へ)



小腸では様々な分泌液が合流する

膵液

弱アルカリ性(炭酸水素イオン)

- 1) び粥を中和
- 2) 消化酵素の活動環境を整える

消化酵素

胆汁

肝臓で生産
胆のうで貯蔵・濃縮
胆汁酸と色素

腸液

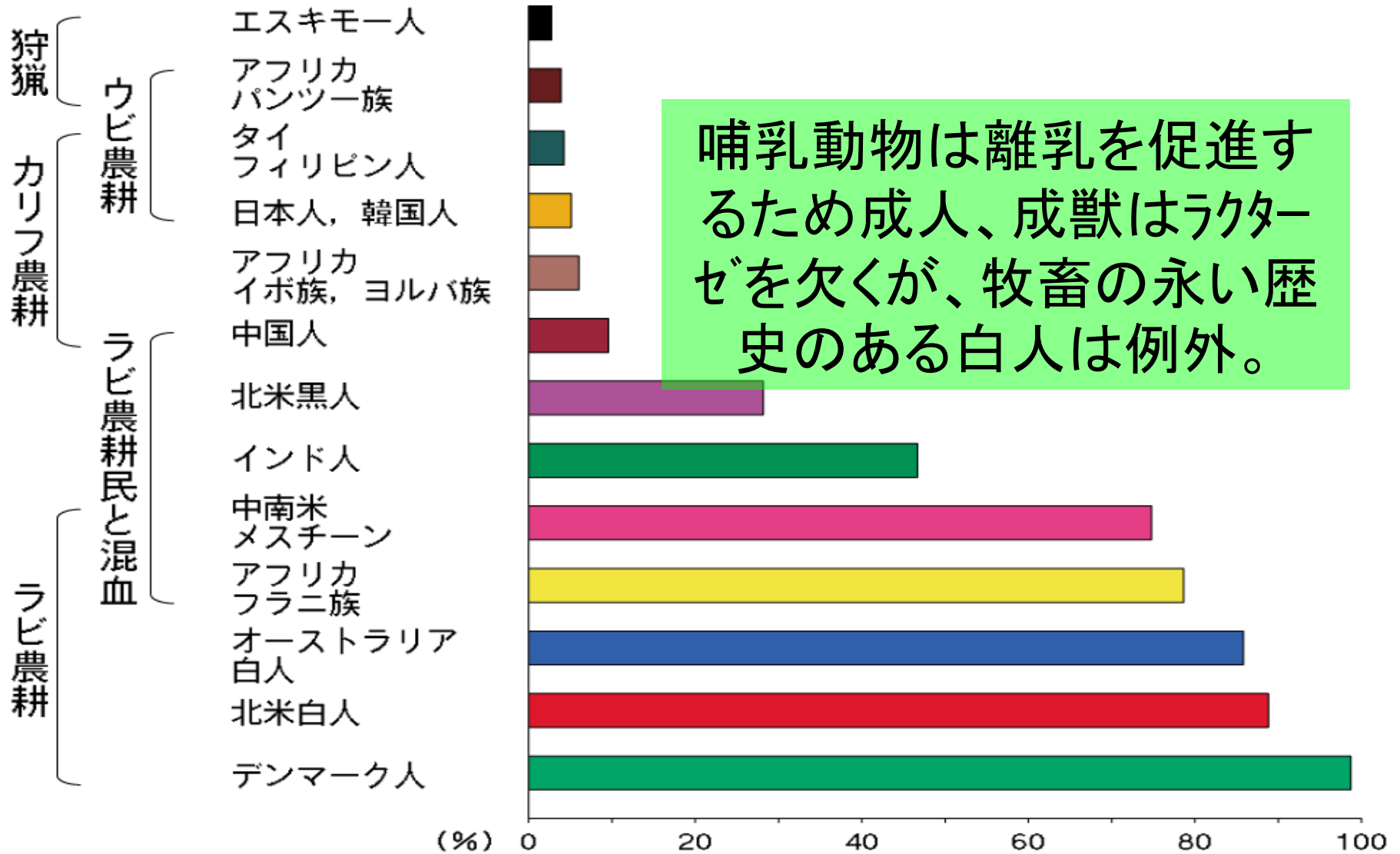
腸線・十二指腸線
弱アルカリ性の粘液
消化酵素なし *

膵液の分解酵素は三大栄養素 全てに対応

分解酵素の分類	名称	役割
タンパク質 分解酵素	トリプシン キモトリプシン カルボキシペプチダーゼ	-タンパク質をポリペ プチドへ -タンパク質をアミノ 酸へ
脂肪分解酵素	リパーゼ	-中性脂肪を脂肪酸 とグリセリンへ
糖質分解酵素	アミラーゼ マルターゼ ラクターゼ	-デンプンを二糖類に -麦芽糖をブドウ糖に -乳糖をブドウ糖とガ ラクトースに

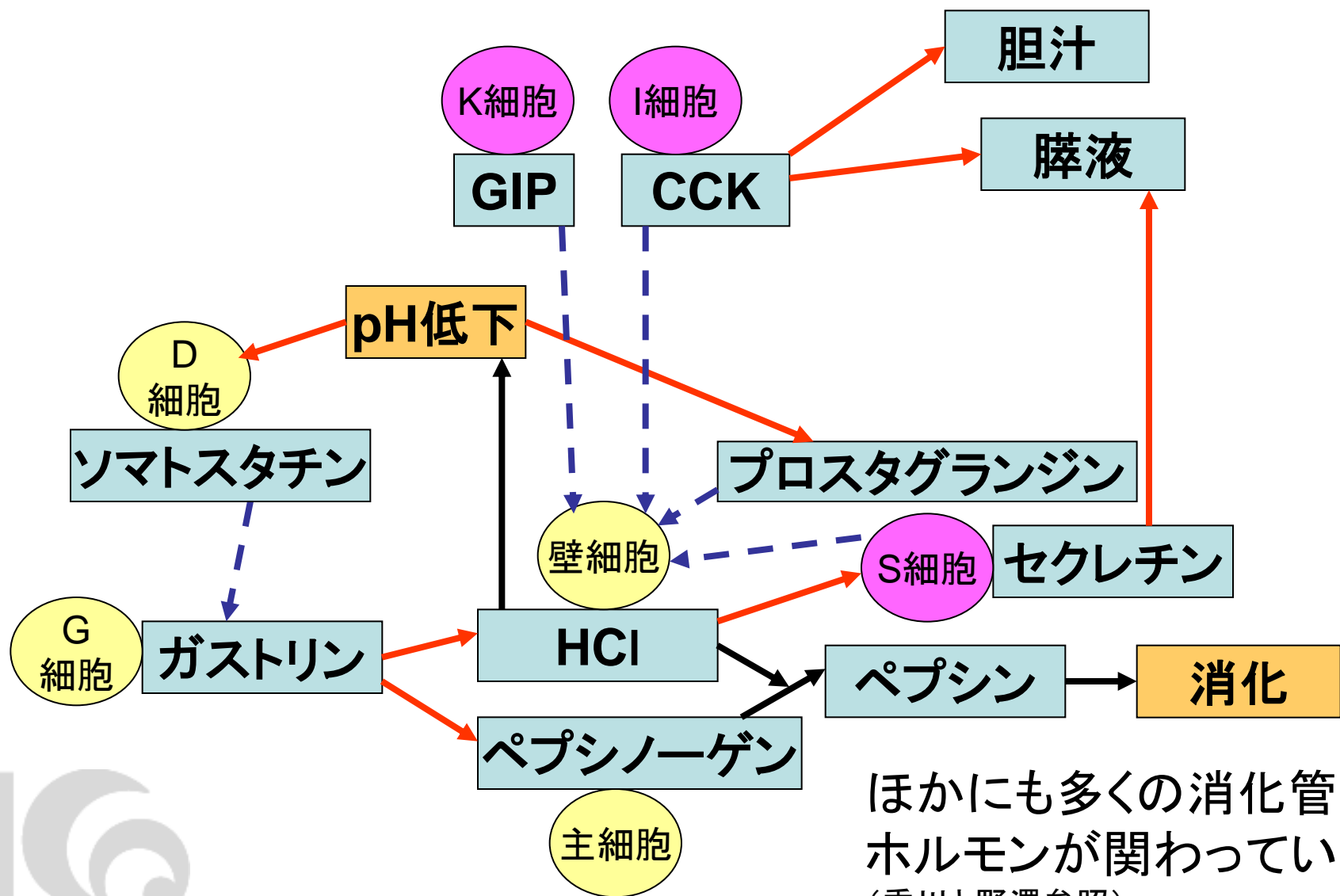


各民族における小腸ラクターゼを発現する成人の割合



Kagawa, Y. et al. "Single nucleotide polymorphisms of thrifty genes for energy metabolism: evolutionary origins and prospects for intervention to prevent obesity-related diseases" *Biochem Biophys Res Commun.* 295(2), 2002, 207-22

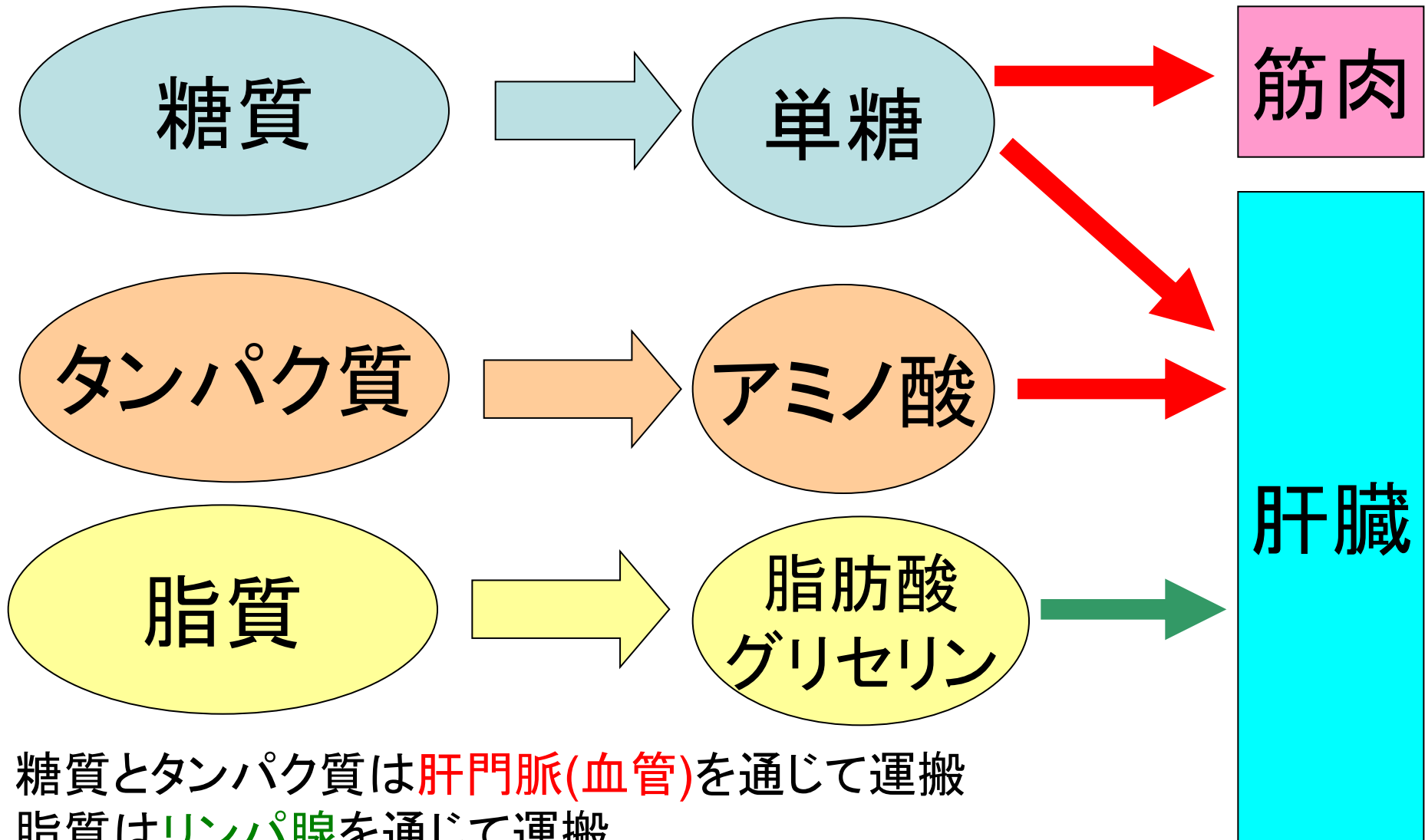
胃と十二指腸付近における分泌制御



ほかにも多くの消化管
ホルモンが関わっている
(香川と野澤参照)



栄養素は主に小腸で吸収される



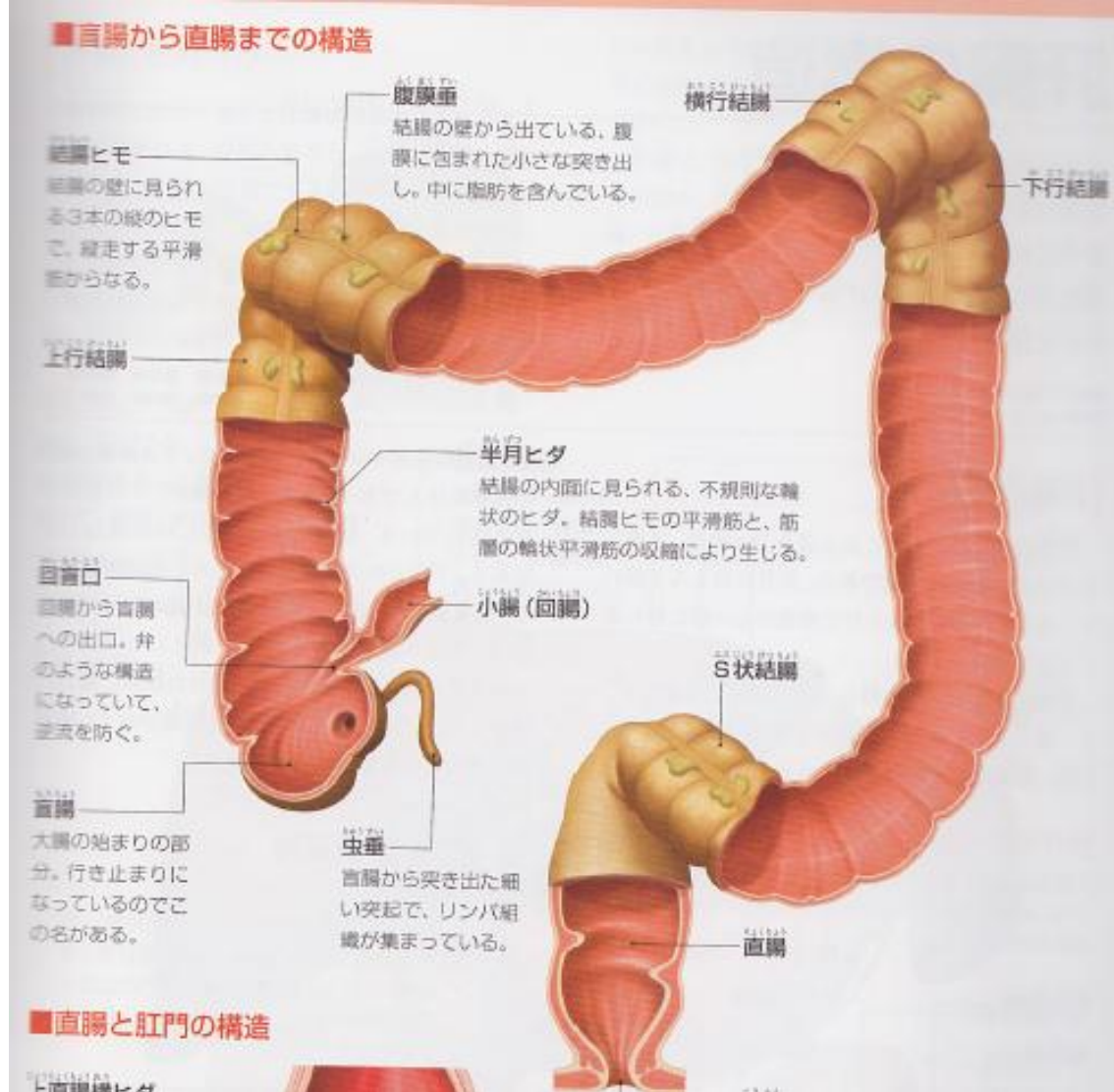
糖質とタンパク質は**肝門脈(血管)**を通じて運搬

脂質は**リンパ腺**を通じて運搬

ビタミンと電解質、水も95%が小腸で吸収

ミネラルはFe. Ca, Znは空腸で、その他は回腸で吸収

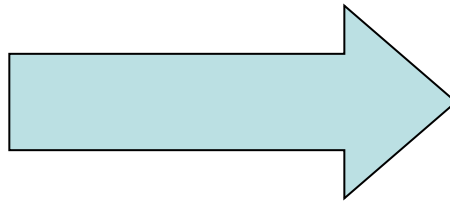
大腸の部位



- 盲腸、結腸、直腸
- 盲腸にはリンパ小節を多く含む虫垂
- 結腸は上行・横行・下行(じょうこう・おうこう・かこう)とS状に分けられる

大腸の役割

粥状
の食物



水分の吸収
腸内細菌

- 1) 有機物の産生
- 2) 腐敗物質の産生

便

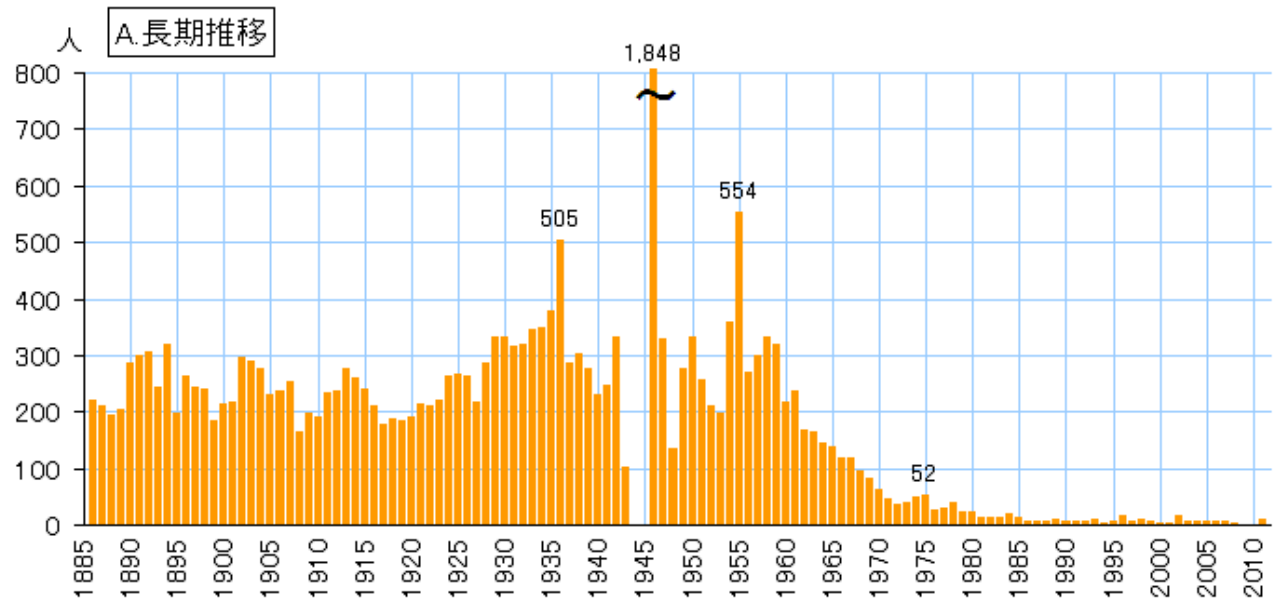
- 1) 食物のカス
- 2) 分泌物
- 3) 細菌・細胞



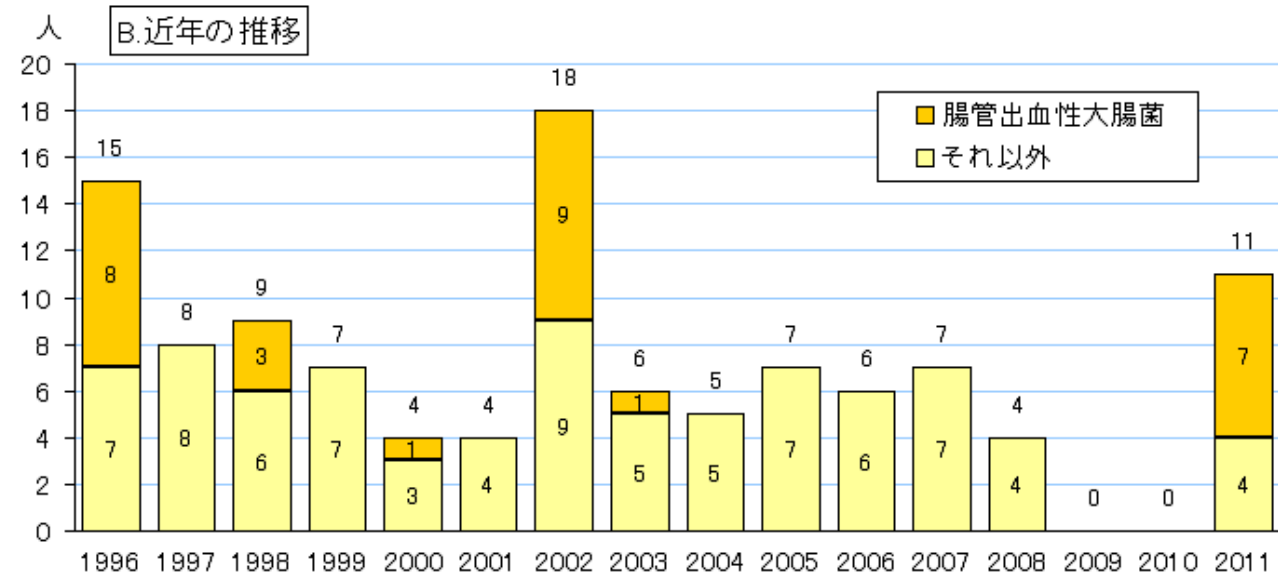
下痢と便秘

- 大腸で水分吸収機能が働かないと下痢になる
- 病原体の感染: 病原体の排出を促そうと蠕動運動が促進⇒水分の吸収が行われず下痢になる
 - 飢餓などの栄養不良から感染し下痢を引き起こす⇒栄養不良の悪循環
- 神経系の下痢: 神経系が腸壁を刺激することによる下痢
- 大量の水分喪失⇒**脱水 & 電解質バランス喪失**
 - 体重2%の水分ロス: 渇きと食欲減退
 - 体重10%の水分ロス: 腎不全、循環不全
 - 体重20%の水分ロス: 死亡

食中毒による死者数の推移



食中毒による死者



(資料) 厚生労働省「食中毒統計」(長期推移は総務省統計局HP「日本の長期統計系列」、2011年は東京新聞 2012.3.18による)

⊘ 平成24年7月から、牛の肝臓（レバー）を生食用として販売・提供することを禁止しています。

**どうして
牛の「レバ刺し」を
食べてはいけないの？**

腸管出血性大腸菌 による、食中毒の可能性があるからです。

◆牛の肝臓（レバー）の内部には、「O157」などの腸管出血性大腸菌がいることがあります。と畜場で解体された牛の肝臓内部から、重い病気を引き起こす食中毒の原因となる腸管出血性大腸菌が検出されました。新鮮なものでも、冷蔵庫に入れていても、衛生管理を十分にやっても、牛の肝臓の内部には腸管出血性大腸菌がいることがあります。

◆実際に、食中毒が起きています。

生の牛の肝臓などが原因と考えられる食中毒は平成10年から平成23年に128件（患者数852人）発生し、うち22件（患者数79人）は、腸管出血性大腸菌が原因です。厚生労働省は、平成23年7月に提供の自棄を要請しましたが、その後も食中毒事例が報告されています。

腸管出血性大腸菌は、重い病気や死亡の原因 になります。

◆腸管出血性大腸菌は、溶血性尿毒症候群（HUS）や脳症などの危険な病気を起こし、死亡の原因にもなります。

腸管出血性大腸菌は、わずか2〜9個の菌だけでも、病気を起こします。HUSは、腸管出血性大腸菌感染者の約10〜15%で発症し、HUS発症者の約1〜5%が死亡するとされています。平成23年には、腸管出血性大腸菌による集団食中毒事件で5名の方がお亡くなりになるという痛ましい事件が起きています。

今のところ、生で食べないことが、唯一の予防法 です。

◆牛の肝臓が腸管出血性大腸菌に汚染されているかどうかを検査する方法や、洗浄・殺菌方法など、有効な予防対策は見いだせていません。


加熱して食べれば、安全です

～腸管出血性大腸菌は、中心部まで75℃で1分以上加熱すれば死滅します～

詳しい情報は、厚生労働省ホームページ「牛レバーの生食はやめましょう」をご覧ください。

http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kenkou_jyushokukuhisyoujisyu/110720/index.html

牛レバー 厚生労働省 **検索**

 厚生労働省

生食文化との関係

- 2011年4月に発生した「和牛ユツケ」からの腸管性出血性大腸菌O-111による集団食中毒事故
- 富山県、福井県、横浜市で発生⇒患者数165名、重症者34名、死者4名
- 平成24年7月から食品衛生法に基づいた牛レバーの生食としての販売・提供を禁止



確立・ほぼ確立した生活習慣病関連発がん因子

要因	がんの部位(国際評価)*	がんの部位(日本人)†
喫煙	口腔・咽頭、食道、胃、大腸、喉頭、肺、膵臓、肝臓、腎臓、尿路、膀胱、子宮頸部、骨髄性白血病他、乳房	食道、胃、肺、膵臓、子宮頸部、肝臓(大腸、乳房)
飲酒	口腔、咽頭、食道、大腸、喉頭、肝臓、膵臓、乳房	食道、大腸、肝臓
運動不足	結腸、乳房(閉経後)、子宮体部	大腸
肥満	食道腺、大腸、乳房(閉経後)、子宮体部、腎臓、膵臓、胆嚢	乳房(閉経後)、大腸、肝臓、(子宮内膜)
野菜・果物不足	野菜: 口腔、咽頭・喉頭、食道、胃 果物: 口腔、咽頭・喉頭、食道、胃、肺	野菜: 食道、(胃) 果物: 食道、(胃、肺)
塩分・塩蔵食高頻摂取	胃	胃

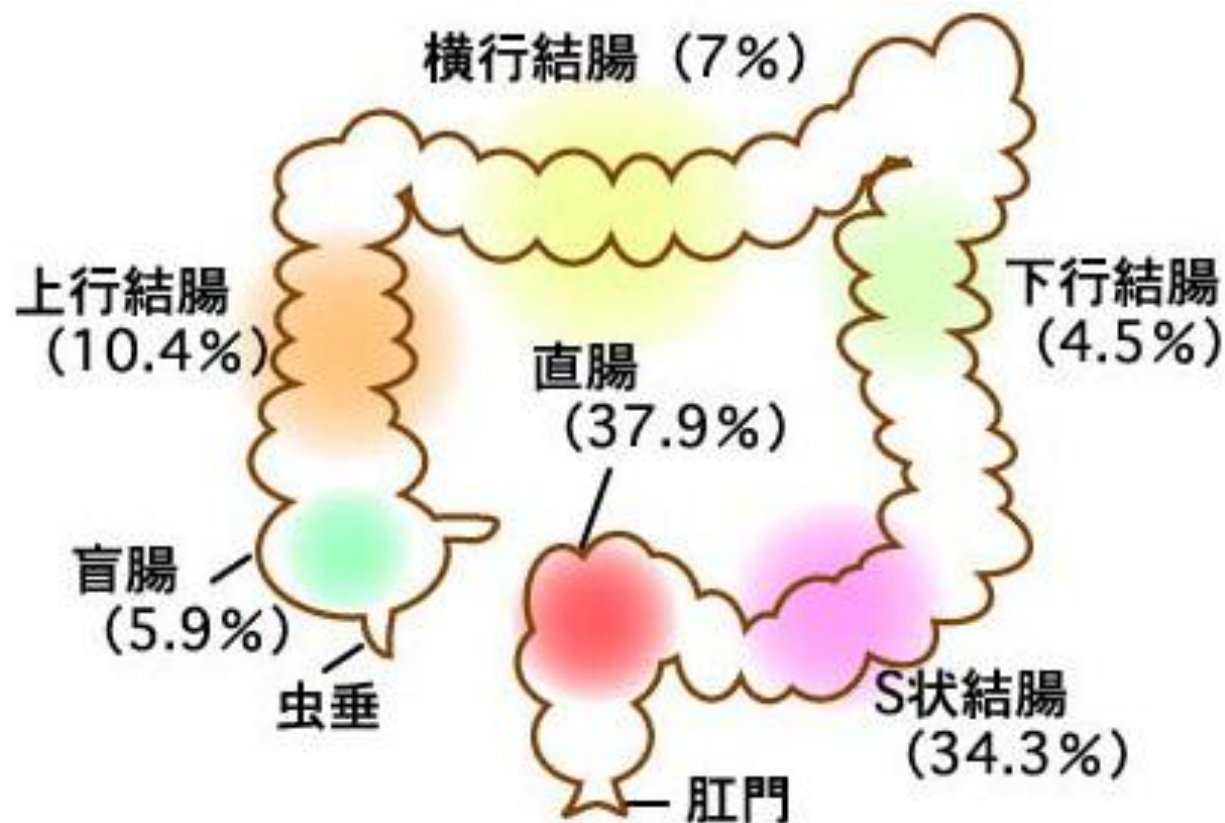
* 喫煙・飲酒: IARC monograph on the evaluation of carcinogenic risks to humans

その他: World cancer research fund/American Institute of Cancer Research. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer

† 厚生労働科学研究費: 第三次対がん総合戦略研究事業「生活習慣改善によるがん予防法の開発と評価」研究班

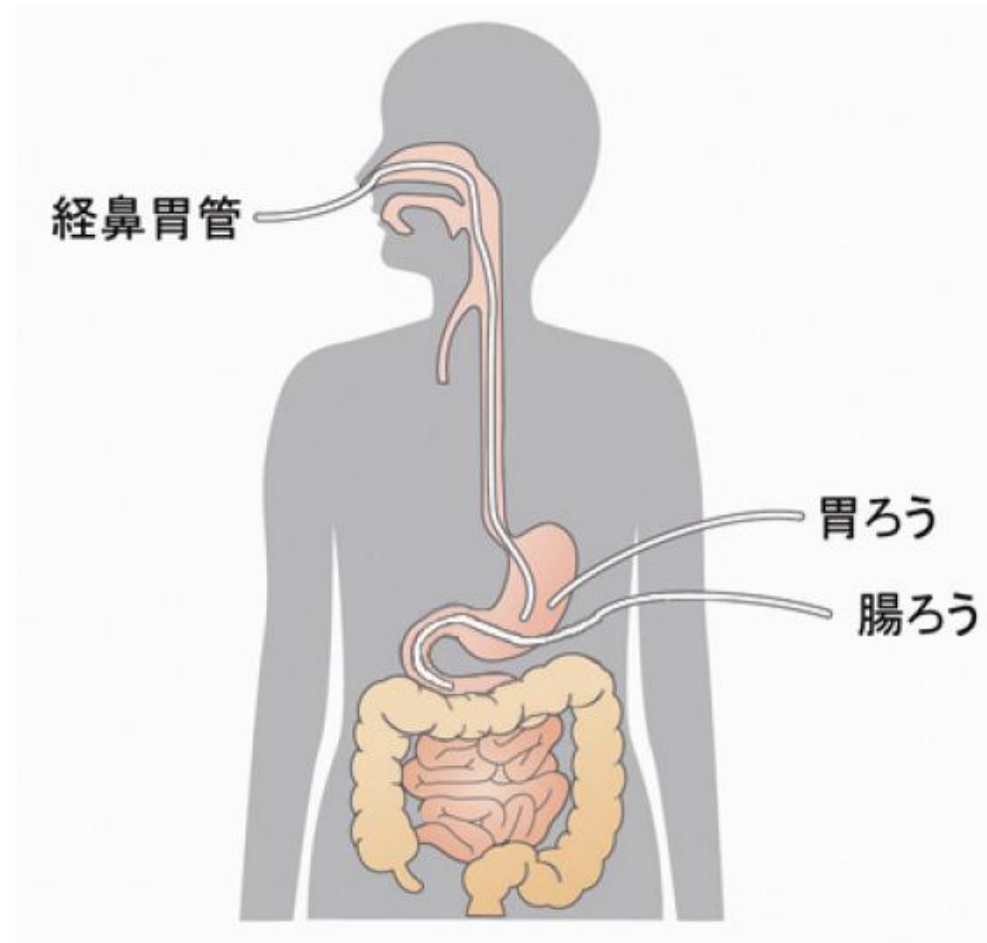
大腸がんの頻度

- 国立がんセンター中央病院で1990年～1995年の間に切除された1,409例の大腸がんの発生部位と頻度



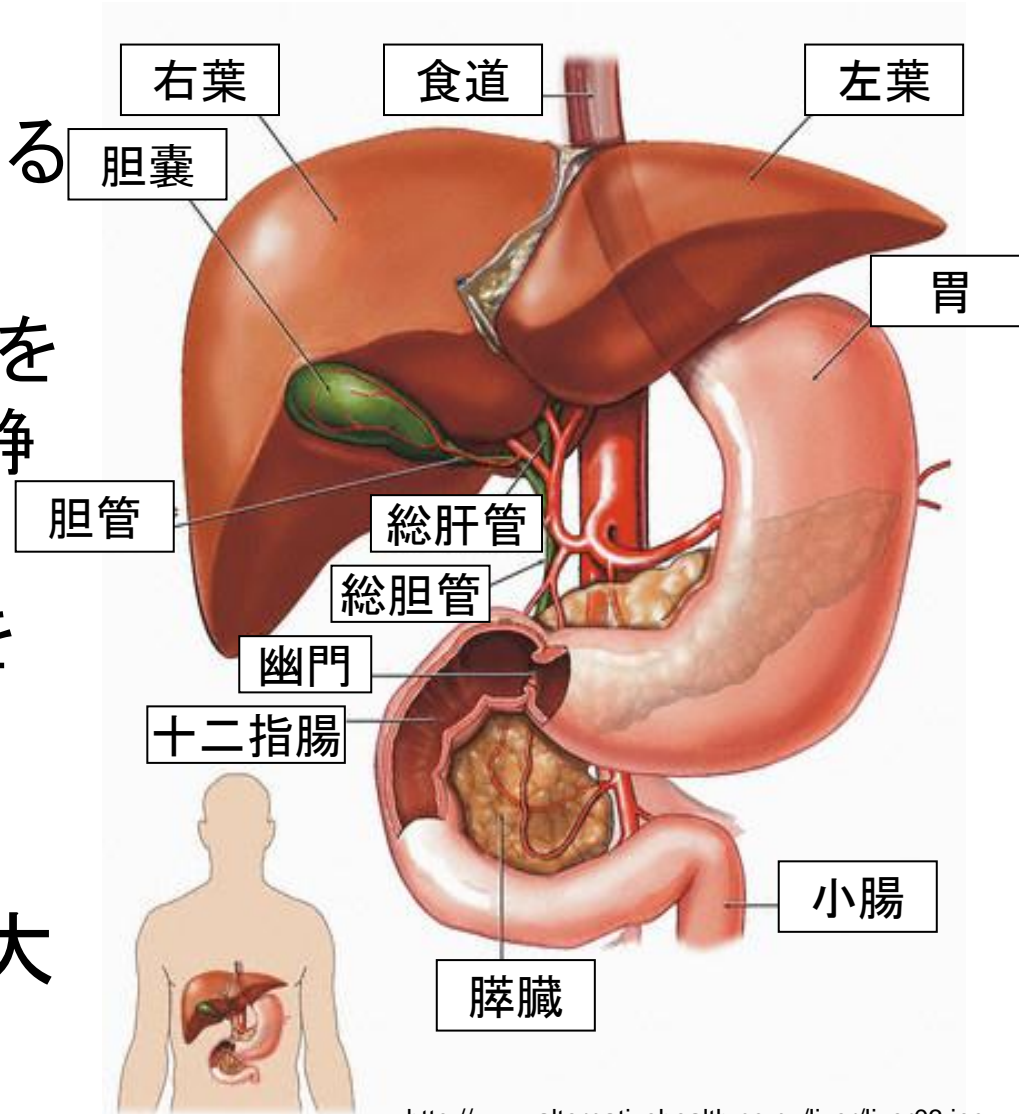
経管栄養の種類

- 食品の消化・吸収ができなくなると気力の低下や筋力の低下、免疫力の低下、床ずれが起きやすくなる
- 経静脈栄養と比べて消化管機能を促進・全身免疫状態の改善につながる



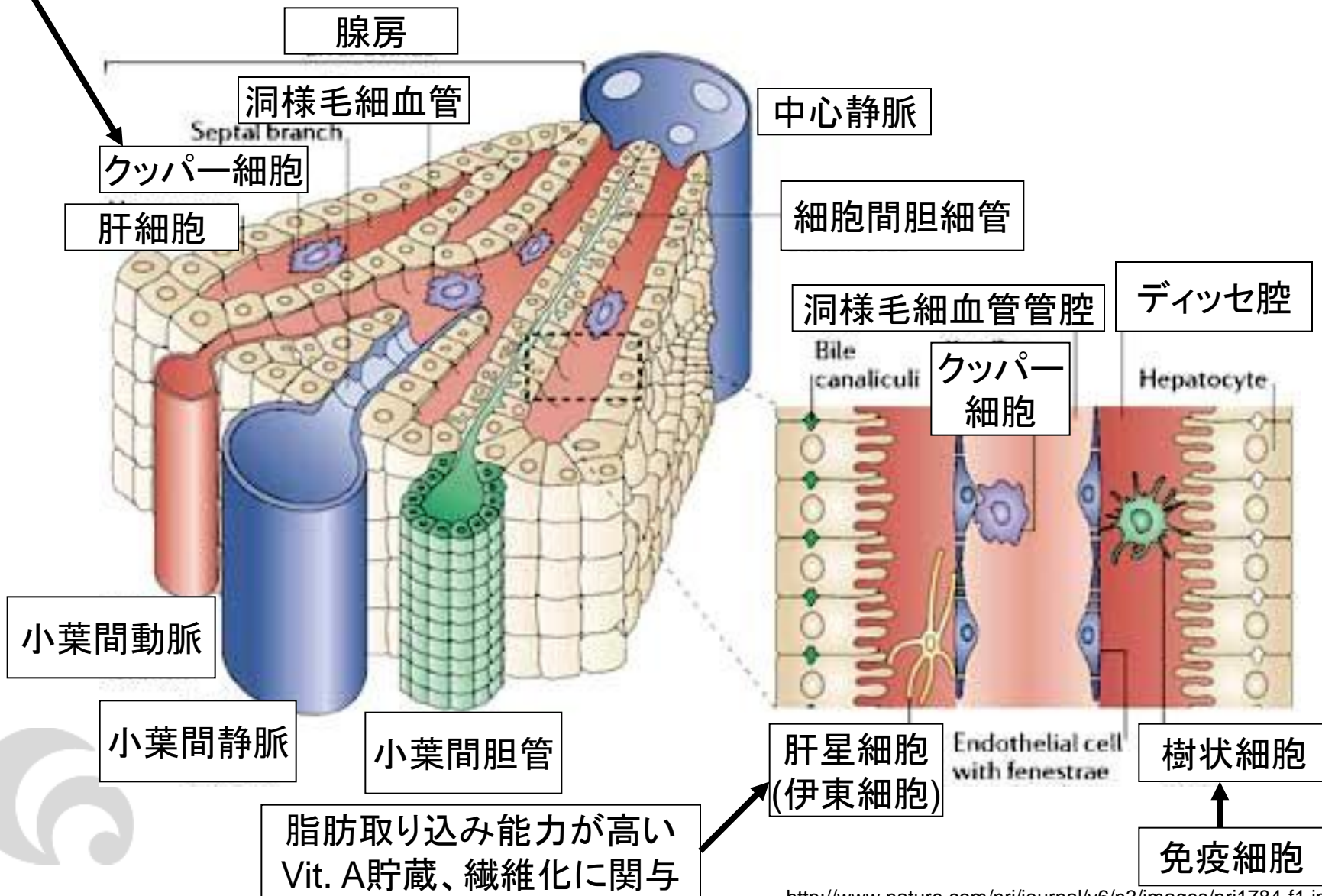
肝臓の解剖

- 最大1kg・右葉と左葉
- 下面に**肝門**
 - 肝動脈(酸素を供給する動脈:**栄養血管**)
 - 門脈(吸収した栄養素を含んだ血液を集める静脈:**機能血管**)
 - リンパ管・肝管(胆汁を分泌する管)
 - 神経
- 上面に**肝静脈**→下大静脈へ



肝臓の解剖

マクロファージの一種
有害物質の処理



肝臓の役割

1. 物質代謝

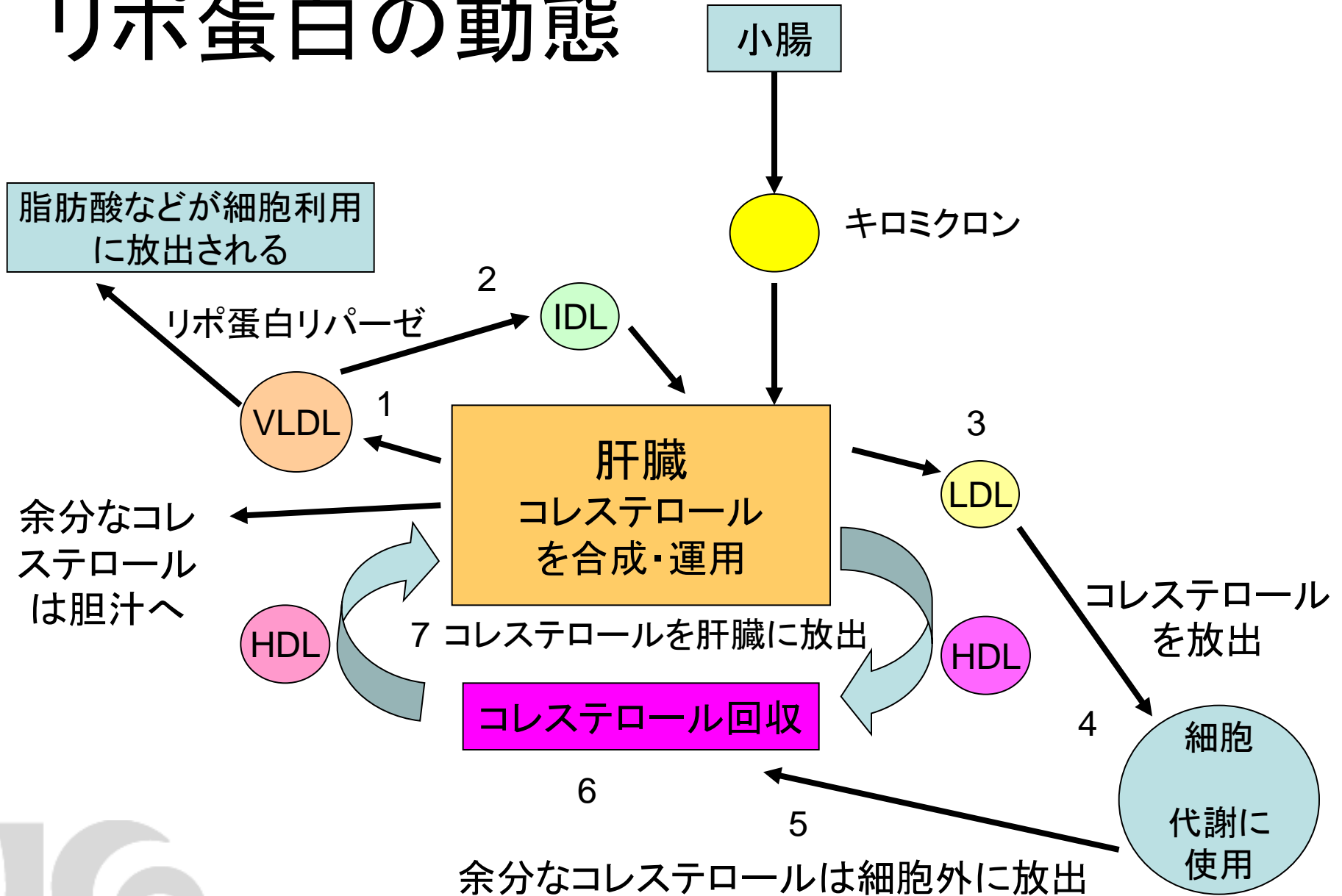
- 糖質の貯蔵と合成
- タンパク質の合成(アルブミン、プロトロンビン等)と分解(尿素の生産)
- タンパク質からの糖や脂肪の合成
- 脂肪の合成と分解
- ミネラルの貯蔵など

2. 解毒(薬の成分やアルコールの分解)

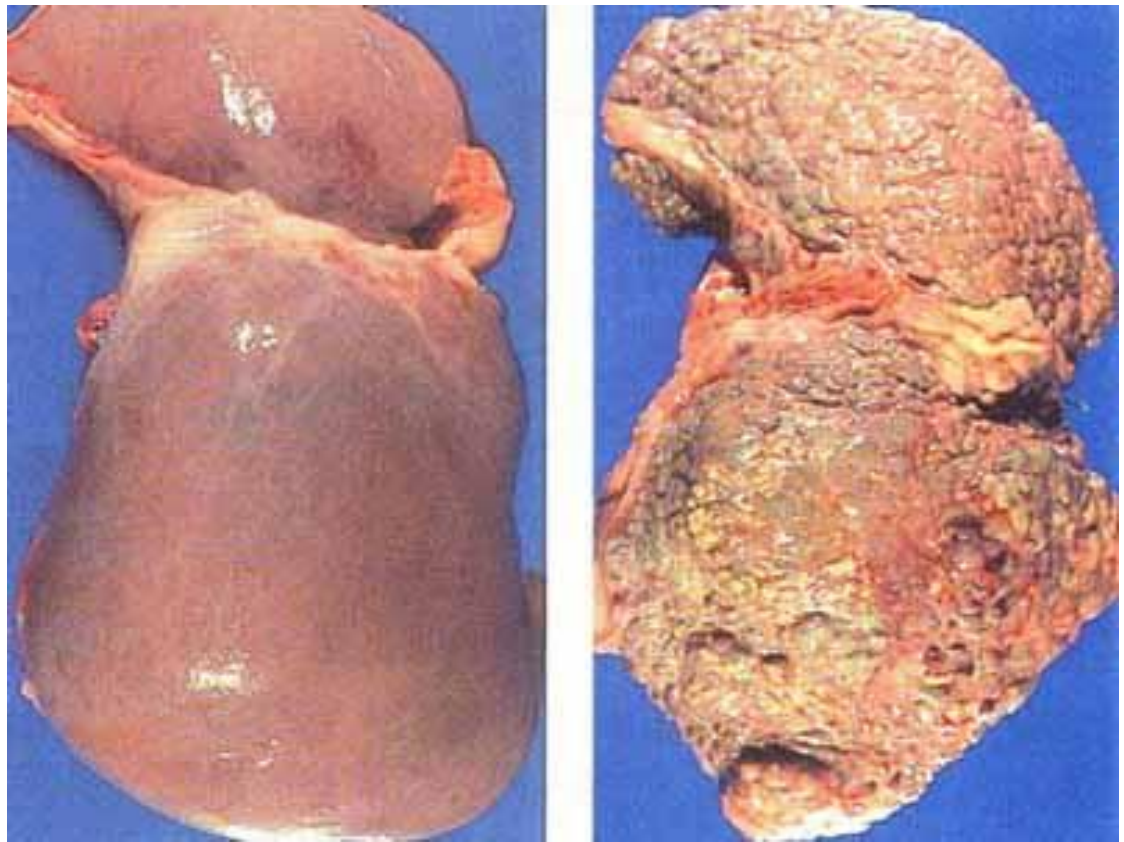
3. 胆汁の生産と分泌

4. 循環血液量の調節

リポ蛋白の動態



肝硬変 (肝機能の低下)

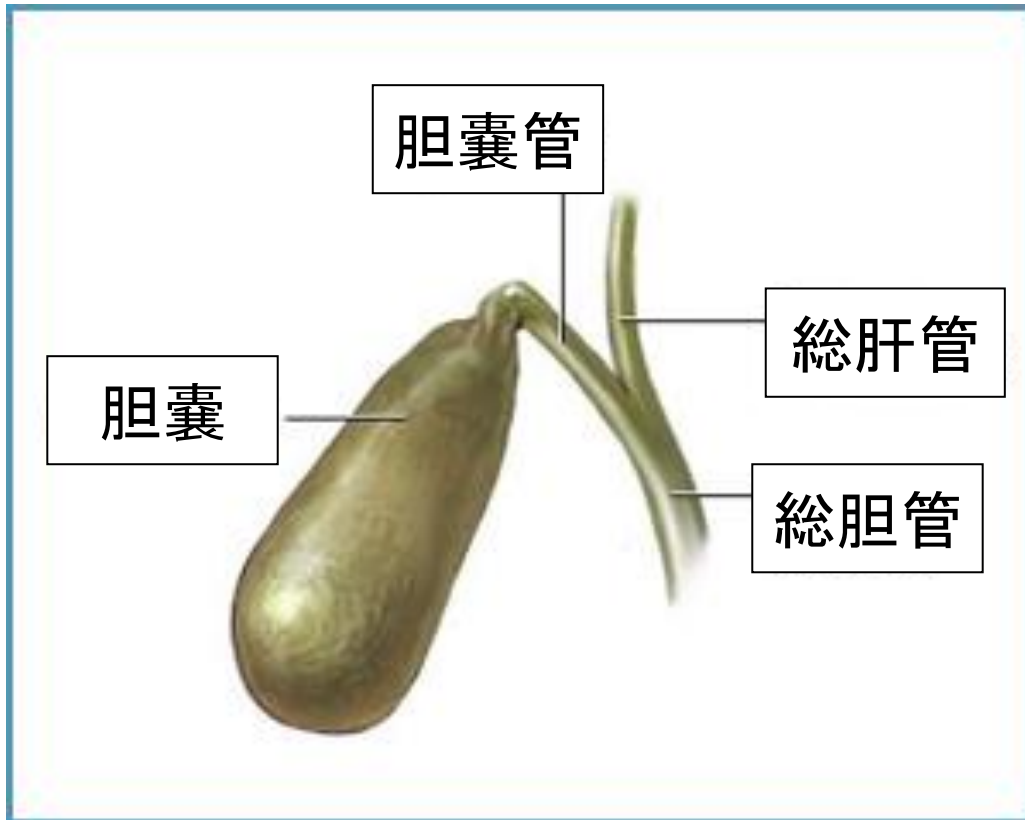


肝細胞の死滅・減少し繊維化→肝機能を持たない
結節ができる

肝炎⇔脂肪肝⇒肝硬変

肝硬変が進行すると非可逆的

胆嚢の解剖



- 肝臓下部に付着
- 肝臓で生産された胆汁を貯蔵・濃縮
- 肝臓⇒肝管・総肝管⇒胆嚢管⇒胆嚢
- 胆嚢⇒胆嚢管⇒総胆管⇒十二指腸
- コレシストキニンが放出に作用

膵臓の解剖

