

動物栄養学 (第2回：栄養素の化学 I [タンパク質とアミノ酸])

今日のまとめ Take-home message

- ✓ タンパク質は炭素 (C)、水素 (H)、酸素 (O)、窒素 (N)、イオウ (S) で構成される有機高分子
- ✓ タンパク質はアミノ酸が連結したポリペプチド構造
- ✓ タンパク質は細胞中固形成分の約70%を占め、体構成成分、エネルギー源、代謝調節因子といった、生命活動のあらゆる場面で必要

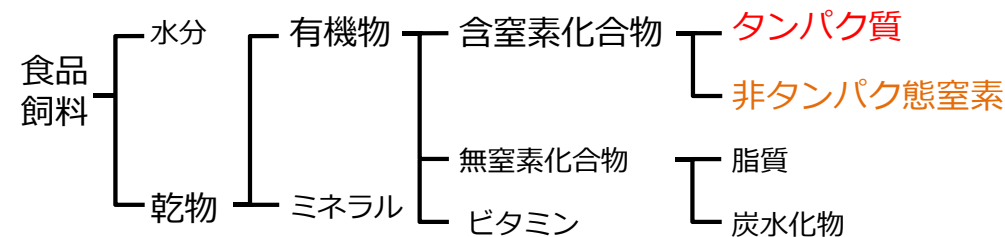
来週(4/24)の小テスト

必須単語を使って、**タンパク質に関する**要約文章を作成しなさい
(150-250字程度；選択単語を2つ以上用いること)

必須単語：構造、酵素、極性

参考単語：結合、窒素、変性、微生物、必須アミノ酸、加水分解、効率

食品・飼料の一般成分



タンパク質は炭素 (C)、水素 (H)、酸素 (O) 以外に窒素 (N) とイオウ (S) を含む有機化合物である。

→N, Sに関しては、生体にとってほぼ唯一の供給源

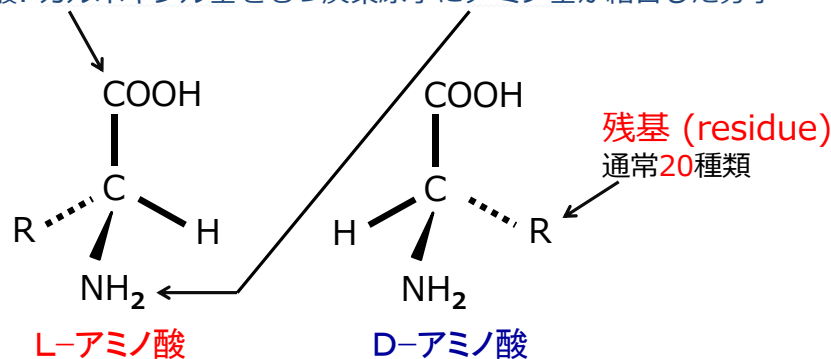
タンパク質は平均して16%(重量)のNを含むので、飼料の一般分析ではNを6.25倍して**粗タンパク質** (crude protein; CP) とする。

→**非タンパク態窒素** の分だけ実含量より多く見積もられる(過大評価)

2

タンパク質の構成成分 - アミノ酸 -

タンパク質：アミノ酸がペプチド結合で多数連結された高分子
アミノ酸：カルボキシル基をもつ炭素原子にアミノ基が結合した分子



グリシン以外のアミノ酸には、結合相対が異なる不斉炭素があるため、立体異性体を有する。

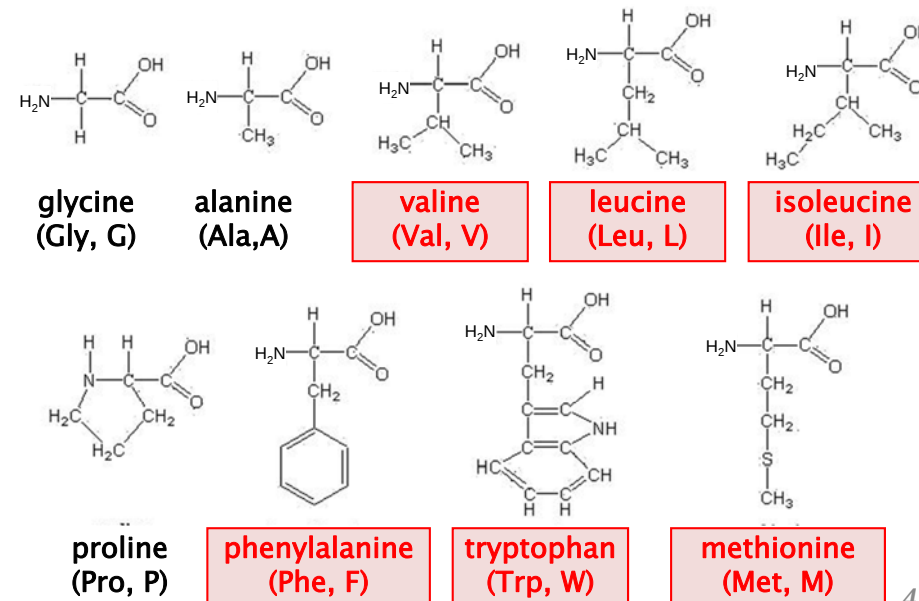
タンパク質には**L-アミノ酸**しか含まれない。

(自然界に存在するアミノ酸は、ほとんどがL型)

3

アミノ酸の種類

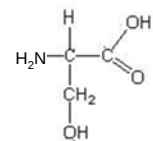
①[]…分子として極性がないもの



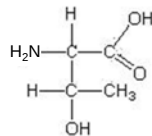
4

アミノ酸の種類

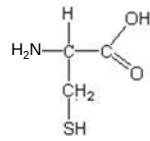
② []…分子として極性を持つもの



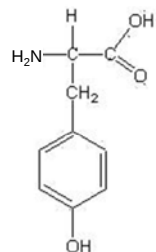
serine
(Ser, S)



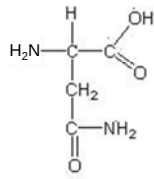
threonine
(Thr, T)



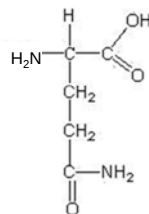
cysteine
(Cys, C)



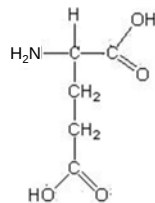
tyrosine
(Tyr, Y)



asparagine
(Asn, N)



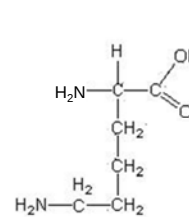
glutamine
(Gln, Q)



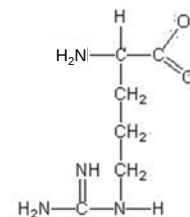
glutamic acid
(Glu, E)

5

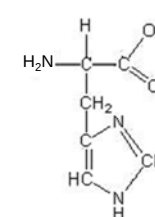
アミノ酸の種類



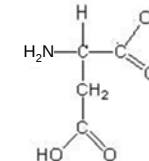
Lysine
(Lys, K)



arginine
(Arg, R)



histidine
(His, H)



aspartic acid
(Asp, D)

□ --

動物の成長や維持に不可欠で、生体で全く合成できないか、必要量に比べ合成量が少ないもの-対外からの取り込み（摂取）が必要
→動物種により代謝系・要求量が異なるため、必須アミノ酸の構成も異なる。特に、反芻動物の成獣では生体内(第一胃)で微生物によりタンパク質が再合成されるため、必須アミノ酸はないと解釈されている。

6

アミノ酸はエネルギー源にもなる

[]

炭素骨格部分がグルコースに転換可能なアミノ酸

アラニン グリシン セリン バリン
トレオニン シスチン メチオニン
アスパラギン アスパラギン酸
アルギニン ヒスチジン
プロリン
グルタミン
グルタミン酸

トリプトファン
チロシン
フェニルアラニン
イソロイシン

リジン
ロイシン

炭素骨格部分が
脂肪酸やケトン体に転換されるアミノ酸

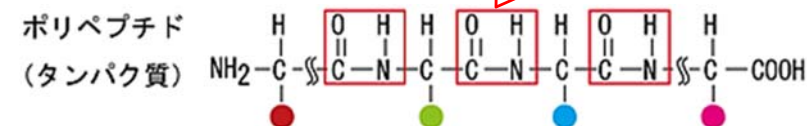
[]

7

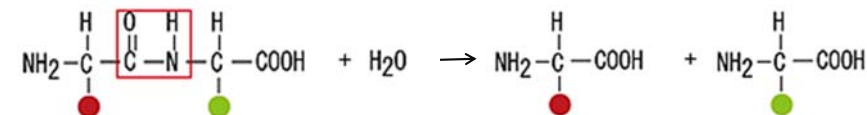
タンパク質からアミノ酸へ

食品・飼料として摂取

ペプチド結合



・消化酵素による加水分解 エネルギー不要



・低分子化 (アミノ酸、ペプチド)されたものを吸収

・体内（細胞内）で保持 …「アミノ酸プール」

どこに？ ①

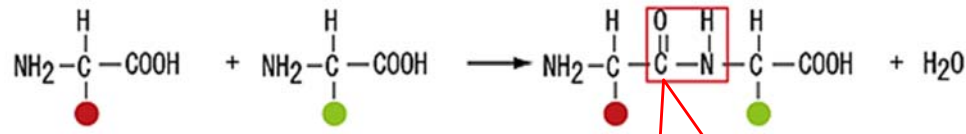
②

8

アミノ酸からタンパク質へ

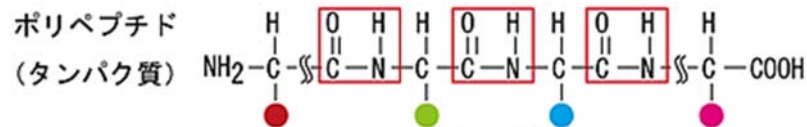
・リボソームにおける翻訳と伸長

エネルギー消費



ペプチド結合

- ・タンパク質の最低構成単位はそれぞれのアミノ酸
- ・種類のアミノ酸が不足すると翻訳が停止する

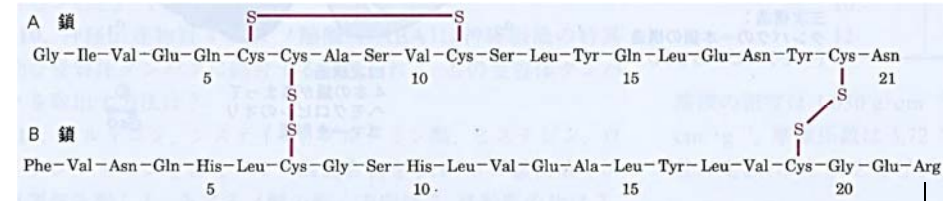


- ・修飾とフォールディング
- ・機能発現

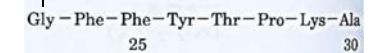
9

タンパク質の一次構造

一次構造はアミノ酸の配列順序を意味し、DNAの遺伝情報により一義的に決まる。
ペプチド鎖中のシステイン残基間に_____結合が存在する場合は、結合部位を含めた化学構造を一次構造という。

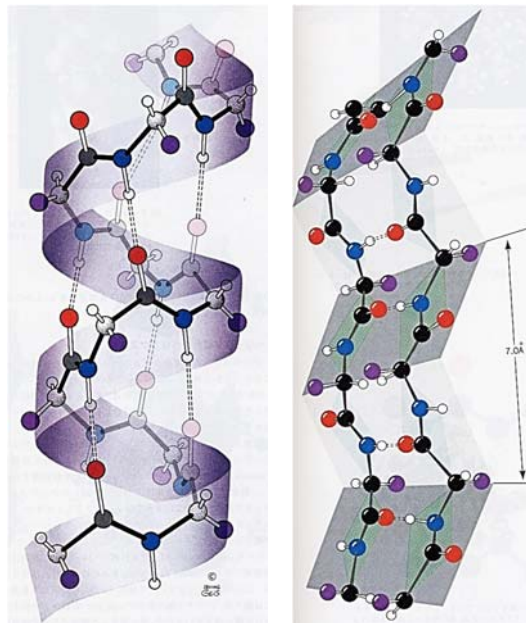


ウシインスリンの一次構造



10

タンパク質の二次構造



α-ヘリックス

β構造

二次構造は、ペプチド鎖中の極性残基間に静電引力が働き、

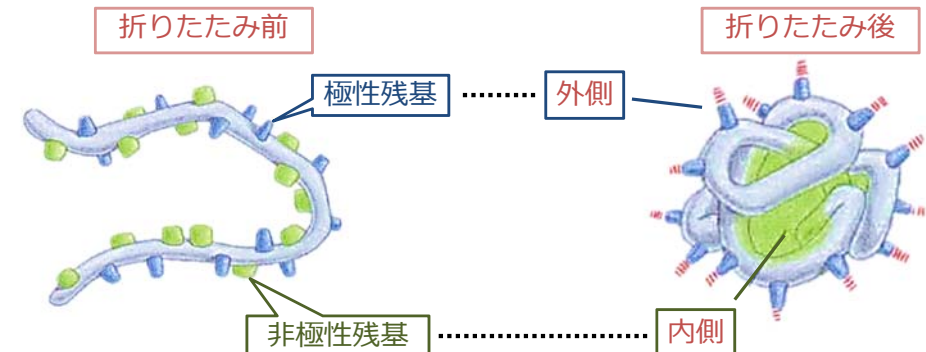
_____が生じることで形成される

二次構造を取ることでタンパク質は安定・規則的な半結晶構造となり、生物体の構造保持に寄与する

- 炭素
- 窒素
- 酸素
- 水素
- 残基

11

タンパク質の三次構造

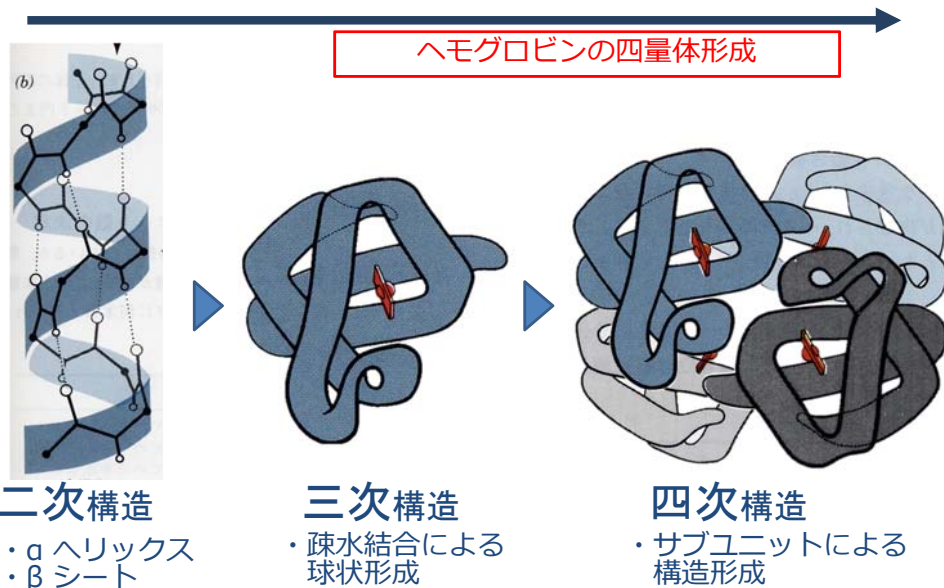


二次構造がさらに不規則に折りたたまれた構造で、球状を取る (=力学的に安定)。酵素を含めて細胞内タンパク質の大部分は球状

疎水基が分子の内側に集まるよう互いに作用(疎水結合)した結果、親水基が分子の表面に出るため可溶性に富む (=水とよく馴染む)。

12

タンパク質の構造形成（フォールディング）



→実際は翻訳作業（一次構造形成）と並行して起こる

13

タンパク質の機能（教科書 p8, 12）

①反応触媒	消化酵素	
②情報伝達	成長ホルモン 副腎皮質刺激ホルモン 性腺刺激ホルモン インスリン グルカゴン	タンパク合成促進 コルチゾール分泌 性腺刺激 血糖低下 グリコーゲンと脂肪分解
③輸送	ヘモグロビン リボタンパク質 アルブミン Na K・ATPアーゼ	酵素運搬 脂質の運搬 アミノ酸、脂肪酸の運搬 ナトリウム、カリウムの運搬
④免疫防御	グロブリン リゾチーム	抗体 細菌細胞壁分解
⑤エネルギー		
⑥運動	ミオシン、アクチン エラスチン	筋原繊維 弾力性付与
⑦物理的支持	コラーゲン プロテオグリカン ケラチン	体組織 細胞や組織の支持と固定 外圧緩衝作用

14

タンパク質の機能と構造

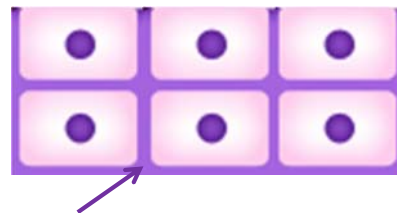
・物理的支持

例：コラーゲン（体内で最も多く存在するタンパク質）

特に皮膚の真皮層では90～95%を占める。コラーゲンには皮膚の他、骨、軟骨、腱、血管壁や腸壁などの内臓支持組織に多く含まれ、体の基本構造を形成している繊維状タンパク質である。



3本のポリペプチド（タンパク分子）が三重らせん構造を形成して、コラーゲン分子となる



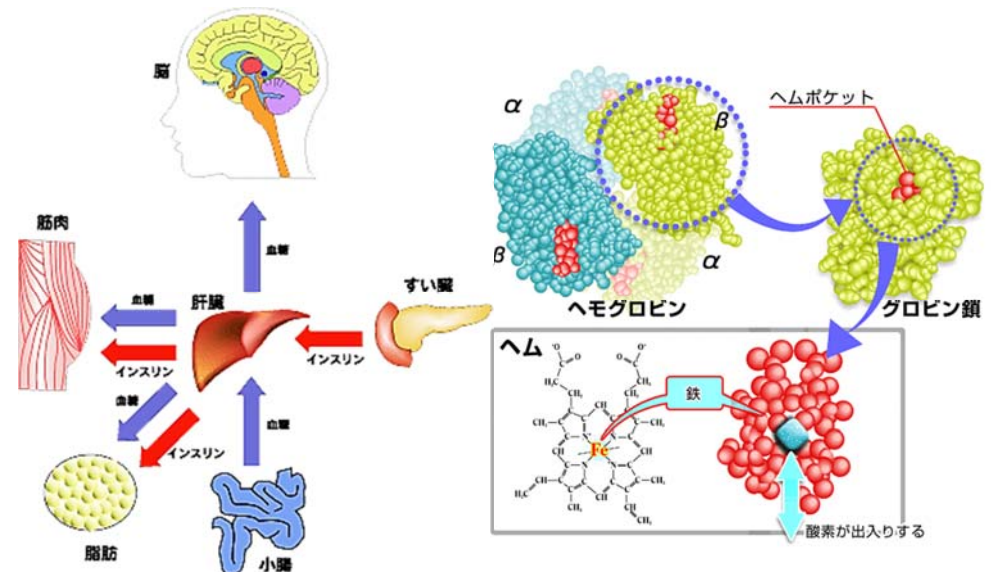
コラーゲンは細胞と細胞の間に存在し、細胞の接着や組織形成剤として機能する

15

タンパク質の機能と構造

・情報伝達（例：インスリン）

・輸送（例：ヘモグロビン）



16