

E-生化学 (保健学科版 Ver1.07)  
(IV) 蛋白の化学と代謝  
A. アミノ酸の化学

- \* 蛋白質の化学と代謝の学習目標
- \* A. アミノ酸の化学

信州大学医学部保健学科検査技術科学専攻  
准教授 日高 宏哉

E-mail: [hiroyan@hsp.md.shinshu-u.ac.jp](mailto:hiroyan@hsp.md.shinshu-u.ac.jp)



## 学習目標

IV . 蛋白質の化学と代謝では、

- 1) 蛋白質とはどのような構造と性質をもつのか？
- 2) 蛋白質にはどのような種類があるか？
- 3) 蛋白質の消化と吸収はどのように行われるか？
- 4) 蛋白質代謝の概要はどのようなものか？

などを学ぶ。

蛋白質は細胞のエネルギー代謝だけでなく、触媒作用、物質の運搬体、感染防御、細胞構成成分の基本物質、ホルモン、筋収縮、貯蔵物質としてなどの多彩な生理的機能に関与することを理解する。



\* これだけは知っておきたいね、生化学 (4)

IV. 蛋白質とアミノ酸の化学と代謝

IV. アミノ酸と蛋白

1. アミノ酸

- 1) アミノ酸の構造
- 2) アミノ酸の特性
- 3) アミノ酸の異性体

2. 蛋白質

- 1) 蛋白質とは
- 2) 蛋白の1次構造
- 3) 2次構造
- 4) 3次構造
- 5) 4次構造
- 6) 蛋白の生理機能
- 7) 化学特性

3. 蛋白質の代謝

- 1) 蛋白の消化
- 2) アミノ酸の窒素の代謝
- 3) アミノ基転移反応
- 4) アンモニアの生成
- 5) 尿素の生成 (尿素回路)
- 6) アミノ酸の炭素骨格の代謝
- 7) アセチルCoAを經由して分解酵素



## 目次

### A. アミノ酸の化学

1. 蛋白とは？
2. アミノ酸とは？
3. アミノ酸の化学
4. アミノ酸の基本構造
5. アミノ酸の解離
6. アミノ酸の種類
7. アミノ酸の構造(1)(2)(3)
8. ペプチド結合
9. ペプチド結合の特徴

### B. 蛋白質の化学

1. 蛋白質の特徴
2. 蛋白質の基本構造
3. 一次構造 (アミノ酸配列)
4. 二次構造 (ペプチドの折れ曲がり方)
5. 蛋白の立体構造を形成する各種の結合
6. 三次構造 (立体構造)
7. 四次構造 (複数のポリペプチド)

### C. 蛋白質の消化吸収と機能

1. 蛋白質の消化と吸収
2. 蛋白質の役割
3. 蛋白質の主な性質
4. 蛋白質の主な生理的機能

### D. アミノ酸の代謝

1. アミノ酸のゆくえ
2. アミノ酸の代謝
3. アミノ基転移反応
4. アミノ基転移反応の例
5. 酸化的脱アミノ反応
6. アミノ酸から尿素サイクルへ
7. 肝臓での尿素回路(尿素サイクル)
8. アミノ酸の異化作用(炭素骨格)
9. 蛋白、アミノ酸の代謝異常症



## IV. 蛋白質・アミノ酸の化学と代謝

### A. アミノ酸の化学

#### Index (アミノ酸の化学)

1. 蛋白とは？
2. アミノ酸とは？
3. アミノ酸の化学
4. アミノ酸の基本構造
5. アミノ酸の解離
6. アミノ酸の種類
7. アミノ酸の構造(1) (2) (3)
8. ペプチド結合
9. ペプチド結合の特徴



# 1. 蛋白質とは？

## 1. 蛋白質とはなにか？

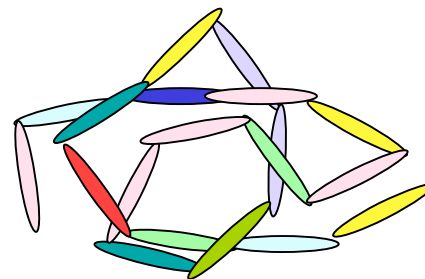
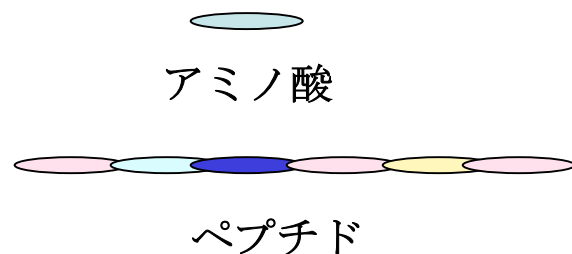
- 蛋白質は、多様な機能をもつ生体内の**高分子物質**である
- 蛋白質は、**アミノ酸**という分子が数十個程度から数千個以上が鎖状に結合したものが、**折れ曲がったり**、**らせん状**に配置したり、分子内のアミノ酸が結合したりして、**立体的な構造**となっている。
- 蛋白質は、その立体構造のある部分に、いろいろな物質が**特異的に結合**することで多彩な機能を発揮する。
- 蛋白質を構成するアミノ酸の種類が変わると**立体構造が変化**し、機能を十分に果たすことができなくなることがある(**蛋白質の変性**)。
- 生体内には**3万数千種類**の**蛋白質**がある。
- 蛋白質の性質は構成する**アミノ酸の種類**により影響を受ける。
- 蛋白質は**20種類**の**アミノ酸**から構成されている。

アルブミン、酵素、ヘモグロビン、免疫グロブリン、ケラチン、コラーゲン、インスリンなど聞いたことがあるだろ。全て蛋白質だよ。

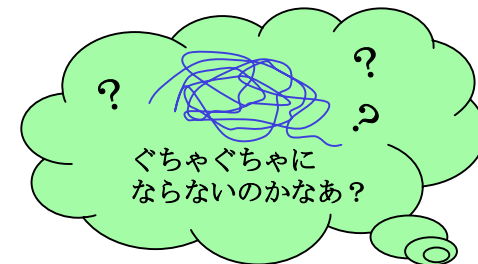


## 2. アミノ酸とは？

- 蛋白質は、20種類あるアミノ酸がいろいろな順番で繋がり（これをペプチドという）、枝分かれしない1本の長い鎖状に繋がったもの（アミノ酸が10個以上をポリペプチドという）が、立体的な構造になっている高分子な物質である。すなわち、アミノ酸は蛋白質を構成する最小単位の有機物質である。
- 蛋白質は動物や植物に広範囲に存在するが、我々が食物として蛋白質を摂取すると、唾液や消化管から分泌される酵素（消化酵素）で最終的にアミノ酸まで分解されて吸収される。
- アミノ酸は、生体内で必要な蛋白質の材料となったり、エネルギー源としても利用される。また、ホルモン（ペプチドホルモン）や生理活性物質の材料になったりして、生体内の代謝調節に働く。

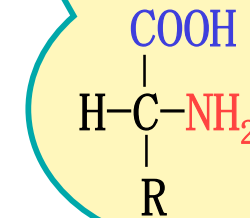


ポリペプチド  
(蛋白はアミノ酸が数十個以上繋がった高分子)



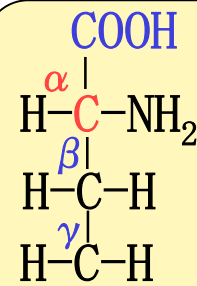
### 3. アミノ酸の化学

1. アミノ酸の構造：一つの分子の中にアミノ基(-NH<sub>2</sub>)とカルボキシ基(-COOH)の両方をもつ有機化合物。
2. アミノ酸の解離：水溶液のpHにより電荷が変化
3. アミノ酸の異性体：L型、D型があり、蛋白を構成しているのはL型(グリシンとプロリンは例外)
4. 生体の大部分は、αアミノ酸である。



Rは、いろいろな置換基

-COOHが結合している炭素をα炭素という。置換基が4つとも違う場合は不斉炭素です。



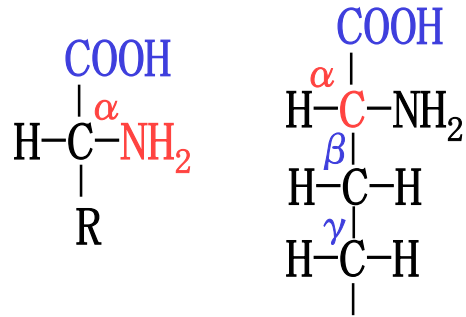
L型、異性体って何？

生体中の蛋白を構成しているアミノ酸の構造は、L-α-アミノ酸です。

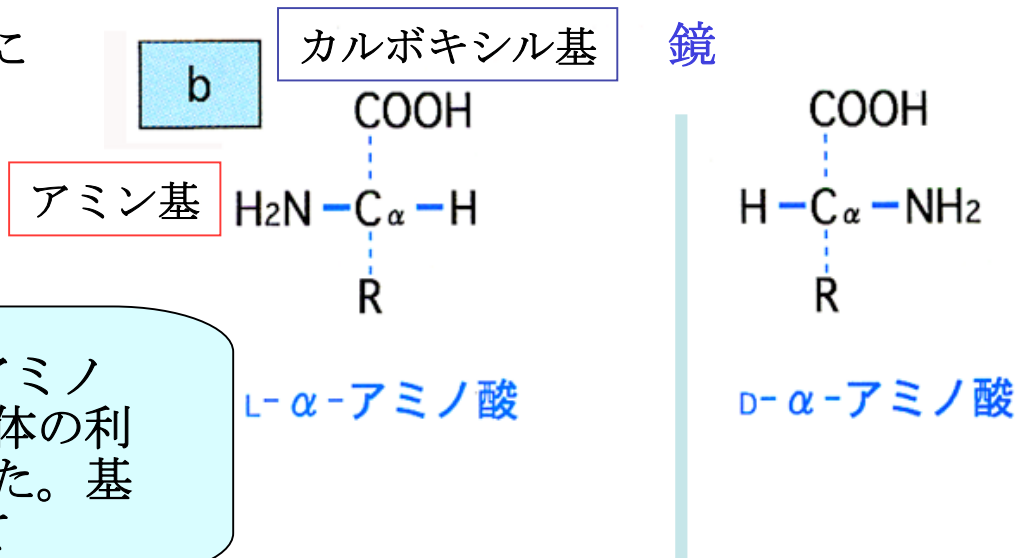
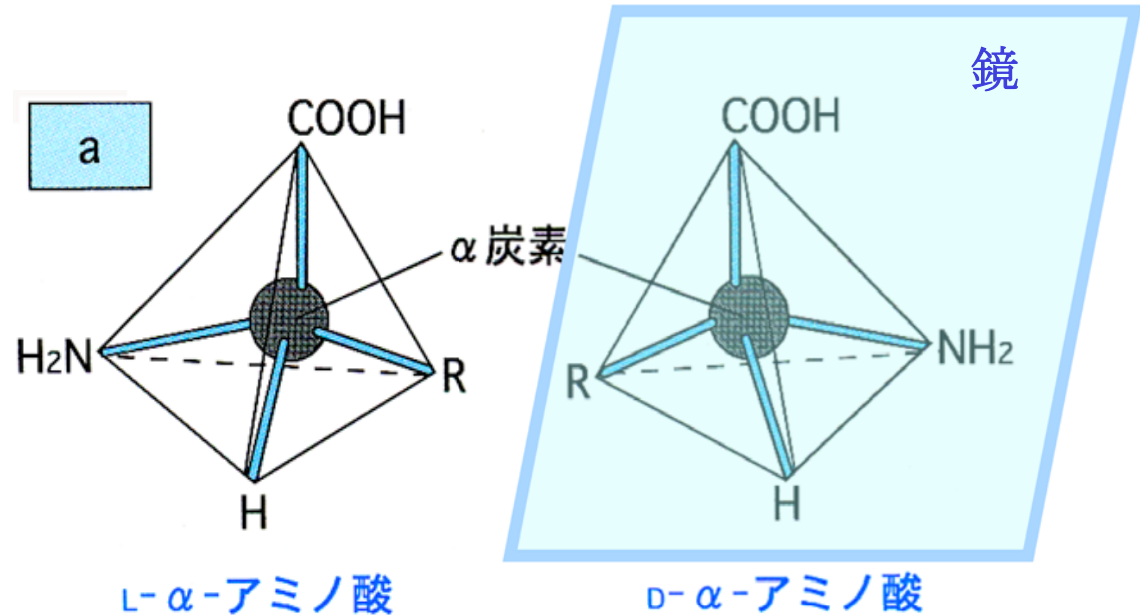




## 4. アミノ酸の基本構造



- $\alpha$ 炭素を中心において、上に-COOH、左に-NH<sub>2</sub>を配置したのをL型(体)、それを鏡に移した配置がD型(体)という。
- L型(体)とD型(体)は同じ置換基で構成されているが、鏡像で重なり合うことがない。ちょうど右手と左手の関係にある分子を異性体という。
- 異性体は構造は似ていますが、機能は異なります。

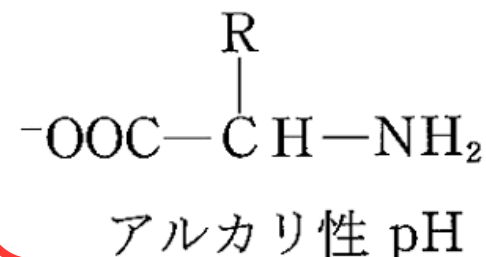
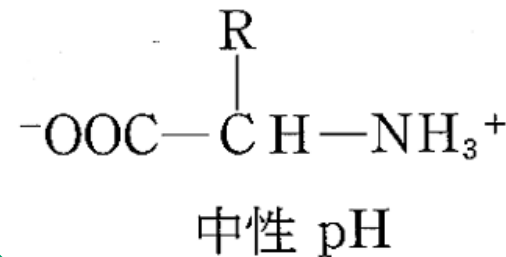
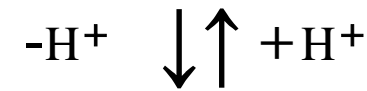
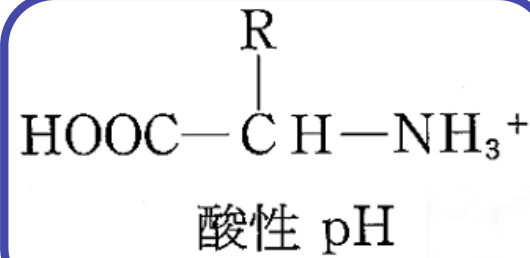


生体の蛋白を作るアミノ酸は L型です。生体の利用する糖はD型でした。基本構造を比べてみて



## 5. アミノ酸の解離

- アミノ酸は、一つの分子の中に酸として働くカルボキシ基(-COOH)と塩基として働くアミノ基(-NH<sub>2</sub>)が存在する (両性電解質)
- アミノ酸は、水溶液中ではイオン化しやすい
- 酸性液中では(+)に荷電、アルカリ性液中では(-)に荷電します。中性液中では、荷電は(+)(-)です。



## 6. アミノ酸の種類

### 20種類の基本アミノ酸

- ① グリシン（基本構造）、
- ② 中性（疎水性）：アラニン、バリン\*、ロイシン\*、イソロイシン\*、
- ③ 硫黄含有：システイン、メチオニン、
- ④ 中性（親水性）セリン、スレオニン、
- ⑤ イミノ酸：プロリン、
- ⑥ 芳香族：フェニルアラニン、チロシン、トリプトファン、ヒスチジン
- ⑦ 塩基性：リシン、アルギニン、
- ⑧ 酸性：アスパラギン酸、グルタミン酸
- ⑨ アミド型：アスパラギン、グルタミン

下線：必須アミノ酸(8種類+ヒスチジン)

\* 分岐鎖アミノ酸：BCAA

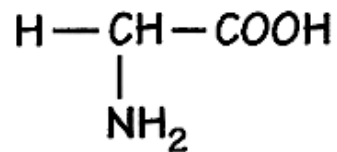
「太り目広いバスが必須」と覚えよう

フトリメヒロイバス  
ェリシチスイソリレ  
ニブンオチシロンオ  
ルトニジンイニ  
アフンンシンン  
ラァ  
ニン  
ン



## 7. アミノ酸の構造(1)

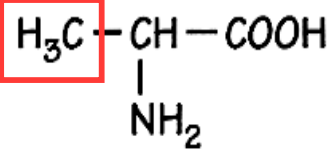
グリシン (Gly, G)



- 中性で疎水性のアミノ酸は、  
-COOHと-NH<sub>2</sub>基の置換基以外は  
炭素と水素からできている。  
炭化水素は、水酸基(-OH)などを  
持たないので水に溶けにくい  
(疎水性)の性質を持つ。
- 中性で親水性のアミノ酸は、  
-COOHと-NH<sub>2</sub>基の置換基以外に、  
親水性の水酸基(-OH)を持つ。

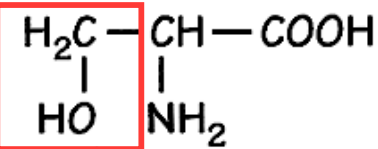
中性 (疎水性)

アラニン (Ala, A)

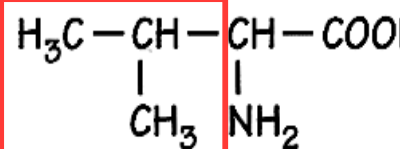


中性 (親水性)

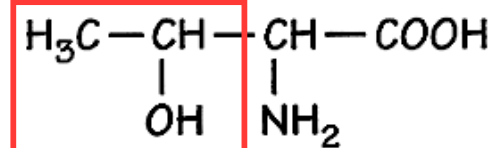
セリン (Ser, S)



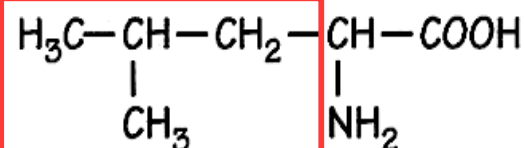
バリン (Val, V)



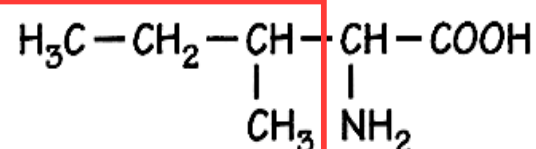
トレオニン (Thr, T)



ロイシン (Leu, L)



イソロイシン (Ile, I)

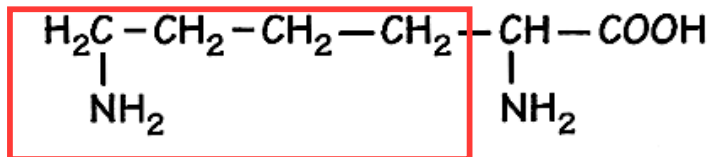


## 7. アミノ酸の構造(2)

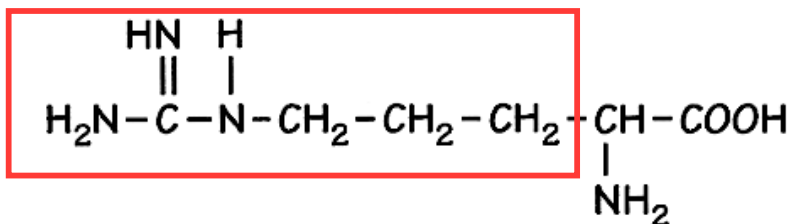
- ・塩基性のアミノ酸は、 $-COOH$ と $-NH_2$ 基の置換基以外に $-NH_2$ 基を持つ。
- ・酸性のアミノ酸は、 $-COOH$ と $-NH_2$ 基の置換基以外に、カルボキシ基( $-COOH$ )を持つ。
- ・アミド型は、酸性アミノ酸のカルボキシ基がアミド結合( $_2HNOC-$ )した置換基を持つ。

### 塩基性

リシン (Lys, K)

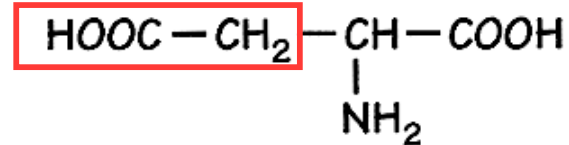


アルギニン (Arg, R)

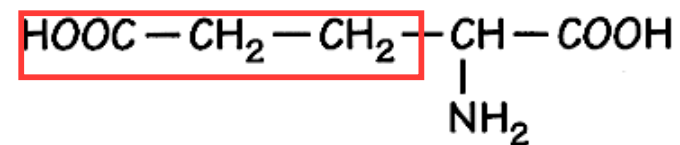


### 酸性

アスパラギン酸 (Asp, D)

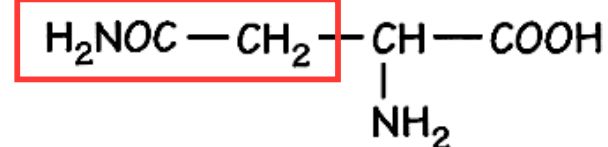


グルタミン酸 (Glu, E)

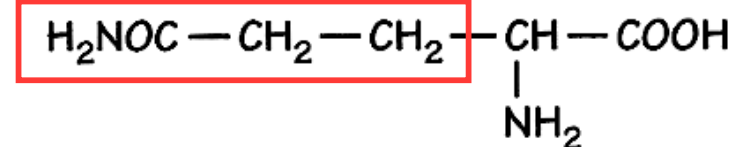


### アミド型

アスパラギン (Asn, N)



グルタミン (Gln, Q)

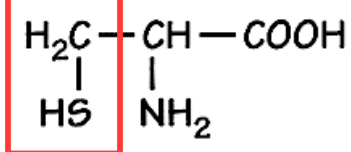


## 7. アミノ酸の種類(3)

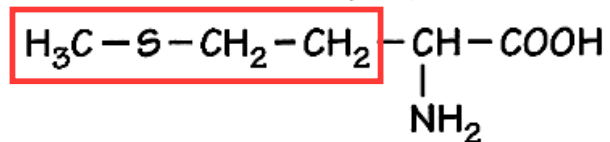
- 硫黄含有アミノ酸は、分子内に硫黄(S)を含む。
- 芳香族アミノ酸は、環状の不飽和有機化合物(芳香族置換基)を持つ。
- イミノ酸は、環状のアミノ酸です。

### 硫黄含有

システイン (Cys, C)

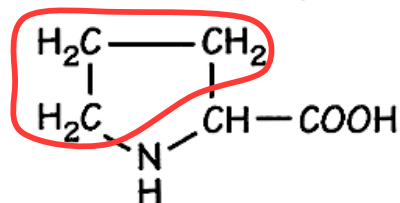


メチオニン (Met, M)



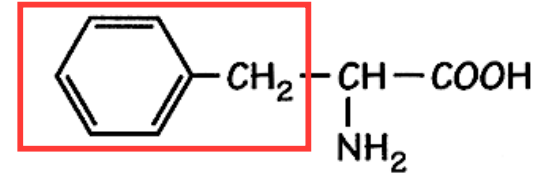
### イミノ酸

プロリン (Pro, P)

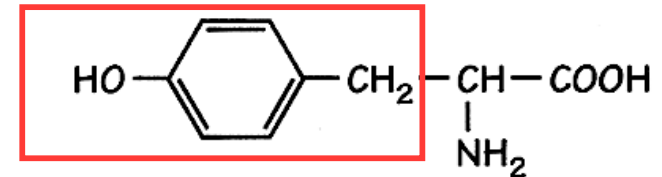


### 芳香族

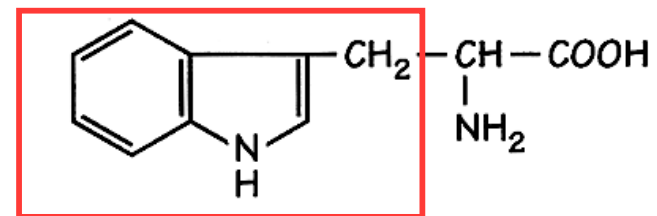
フェニルアラニン (Phe, F)



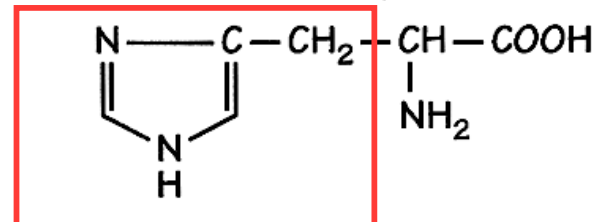
チロシン (Tyr, Y)



トリプトファン (Trp, W)



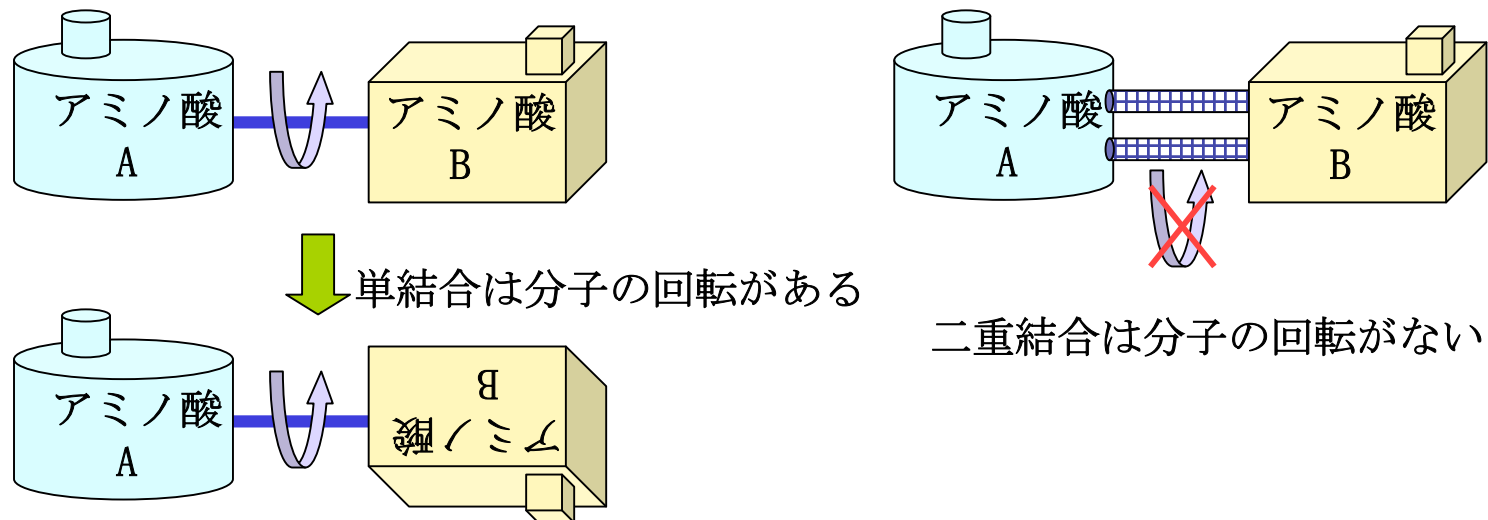
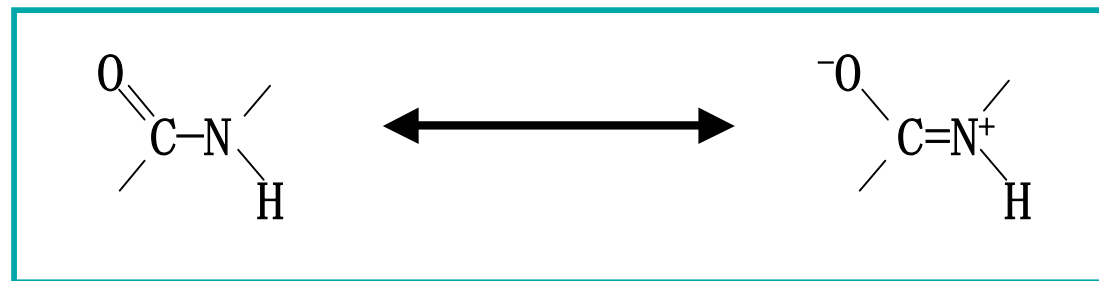
ヒスチジン (His, H)





## 9. ペプチド結合の特徴

ペプチド結合(-CO-NH-)は、二重結合のような性質をもった結合様式であるため、回転ができない。このことは、ペプチド結合によるアミノ酸側鎖の立体配置が制限され、蛋白は一定の形をとることになる。





Q.1 : 蛋白質の説明で間違っているのはどれか？ 2つ選択しなさい。

- 1) 蛋白質を構成するアミノ酸は一部枝分かれ状に結合している。
- 2) 蛋白質は比較的分子の小さい低分子物質である。
- 3) 立体構造を形成している
- 4) 蛋白質を構成するアミノ酸の種類は20種類である
- 5) 生体内には3万数千種類の蛋白質がある

Q.2 : アミノ酸の説明で間違っているのはどれか？ 2つ選択しなさい。

- 1) アミノ酸は、高分子である多糖類を構成する成分の一部である。
- 2) 一つのアミノ酸分子の中にアミノ基(-NH<sub>2</sub>)とアルデヒド基(-CHO)の両方を必ずもつ
- 3) 水溶液のpHによりアミノ酸の電荷が変化する。
- 4) アミノ酸の異性体にはL型とD型があり、蛋白を構成しているのはL型である。
- 5) 生体のアミノ酸は、 $\alpha$ アミノ酸である。

Q.3 : アミノ酸の説明で間違っているのはどれか？ 2つ選択しなさい。

- 1) 生体内のアミノ酸の種類は15個である。
- 2) グリシン、バリン、ロイシンなどは必須アミノ酸である
- 3) システインやメチオニンの分子には硫黄(S)が含まれる
- 4) チロシンやフェニルアラニンは芳香族アミノ酸に分類される
- 5) アミノ酸とアミノ酸はペプチド結合で結合してペプチドを形成する

Q.4 : 蛋白とアミノ酸の説明で間違っているのはどれか？

- 1) 食物として摂取した蛋白は、ペプチドまで分解されて吸収される。
- 2) 蛋白質は生体のエネルギー源としては利用されない。
- 3) アミノ酸はイオン化されやすい両電解物質である
- 4) アミノ酸には異性体が存在し、それぞれの機能は異なっている。
- 5) 蛋白質はらせん状や折れ曲がって必ず立体的な構造をしている

