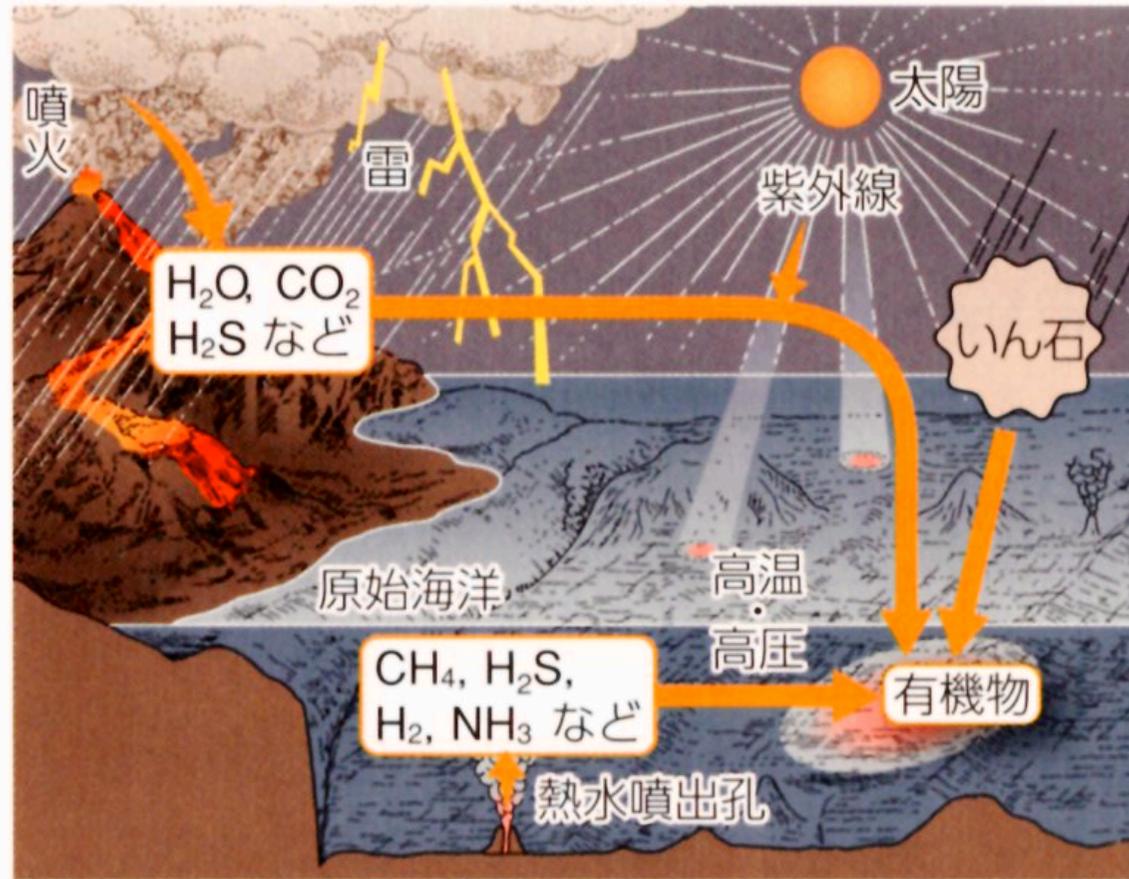


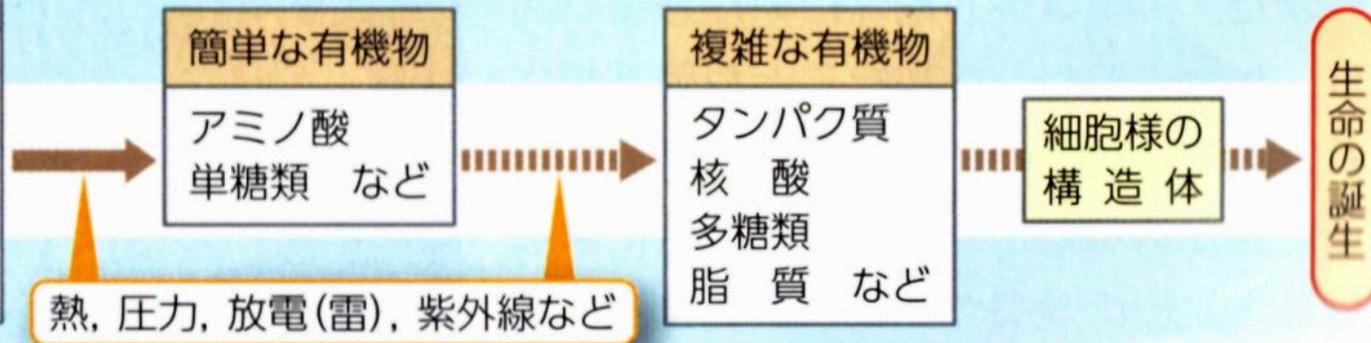
# 生物を構成する物質

- ・ 化学進化と生命の誕生
  - ・ 生物とは
- ・ 脂質, 核酸, タンパク質

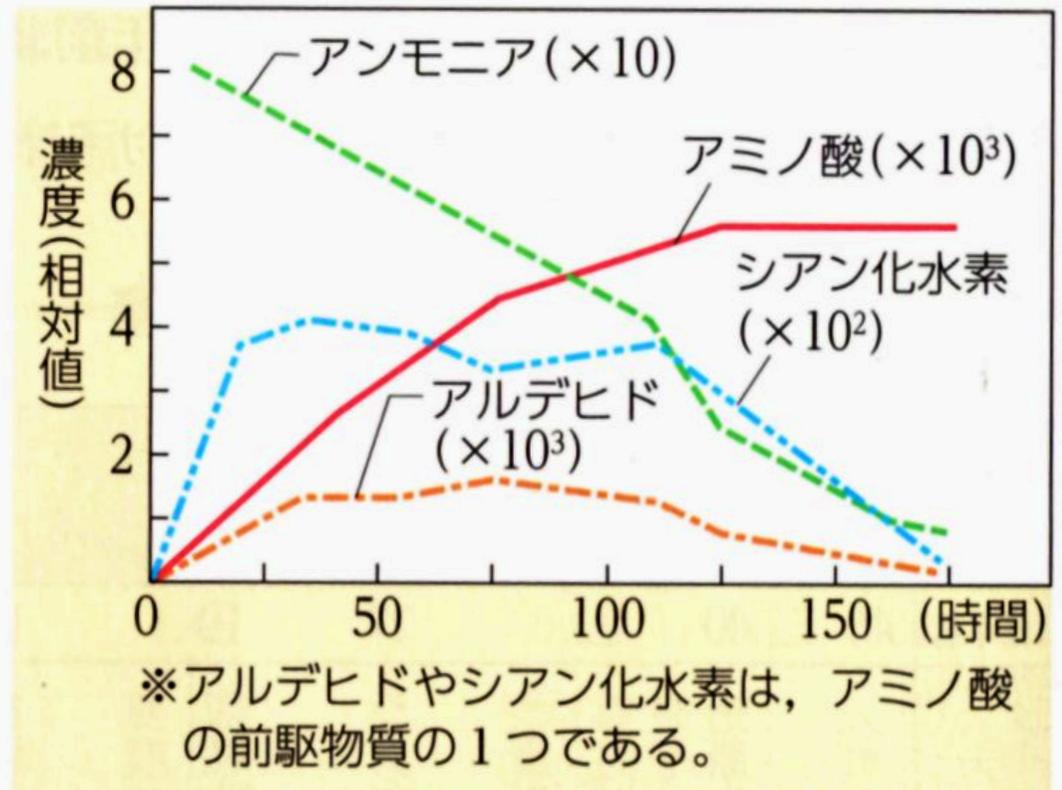
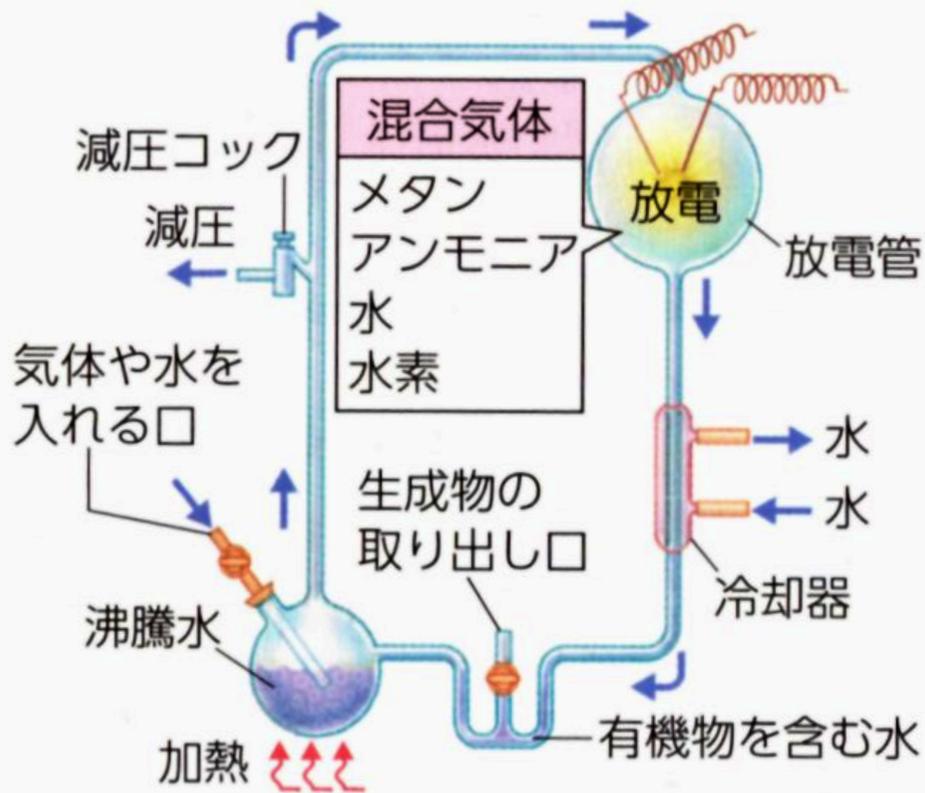
# 化学進化と生命の誕生



熱水噴出孔周辺	
メタン	CH <sub>4</sub>
硫化水素	H <sub>2</sub> S
水素	H <sub>2</sub>
アンモニア	NH <sub>3</sub>
など	など

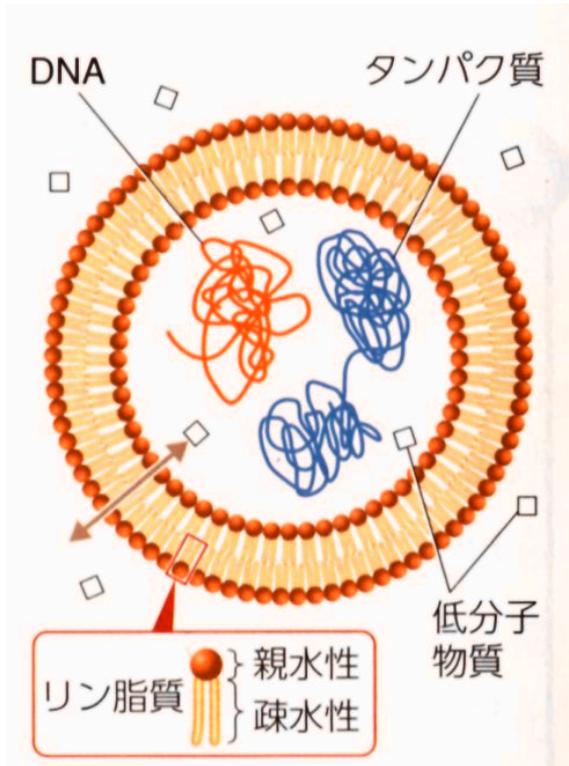


# ミラーの実験



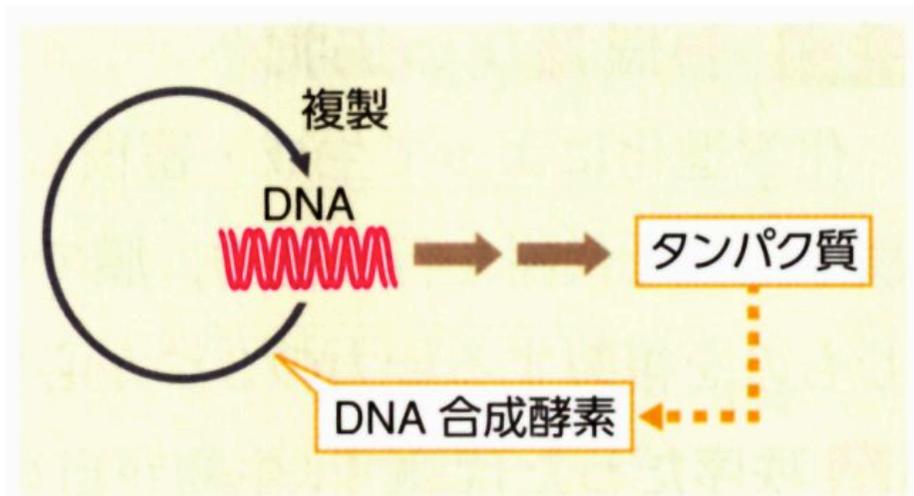
1950年代のはじめ、アメリカのミラーらは、当時原始大気の成分と考えられていたメタンやアンモニア・水素・水蒸気などをガラス容器に封入して加熱・放電・冷却を繰り返すことで、アルデヒドやシアン化水素などの合成を経てアミノ酸などの有機物が生成されることを示した。

# 生物とは

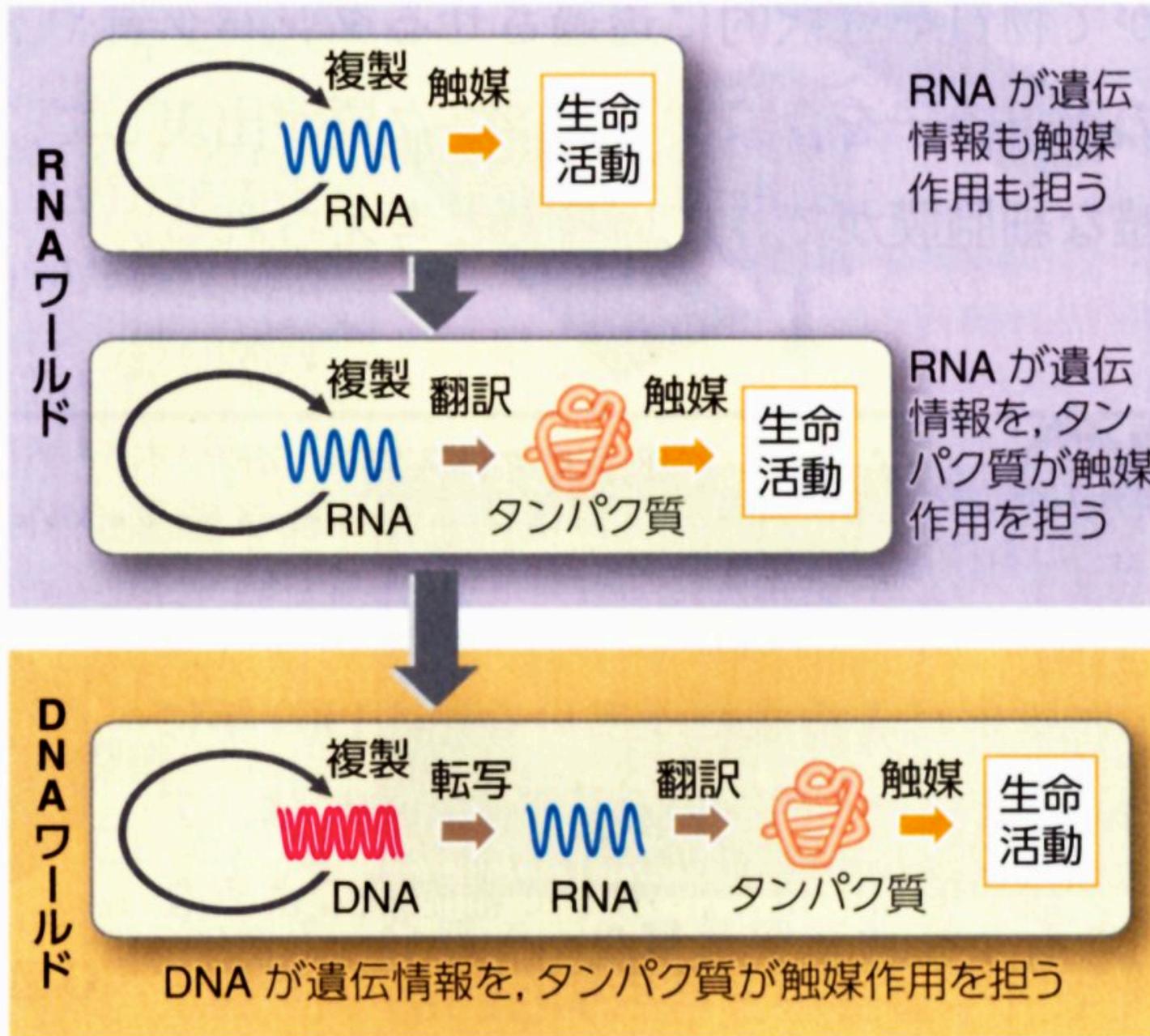


## 生物の定義

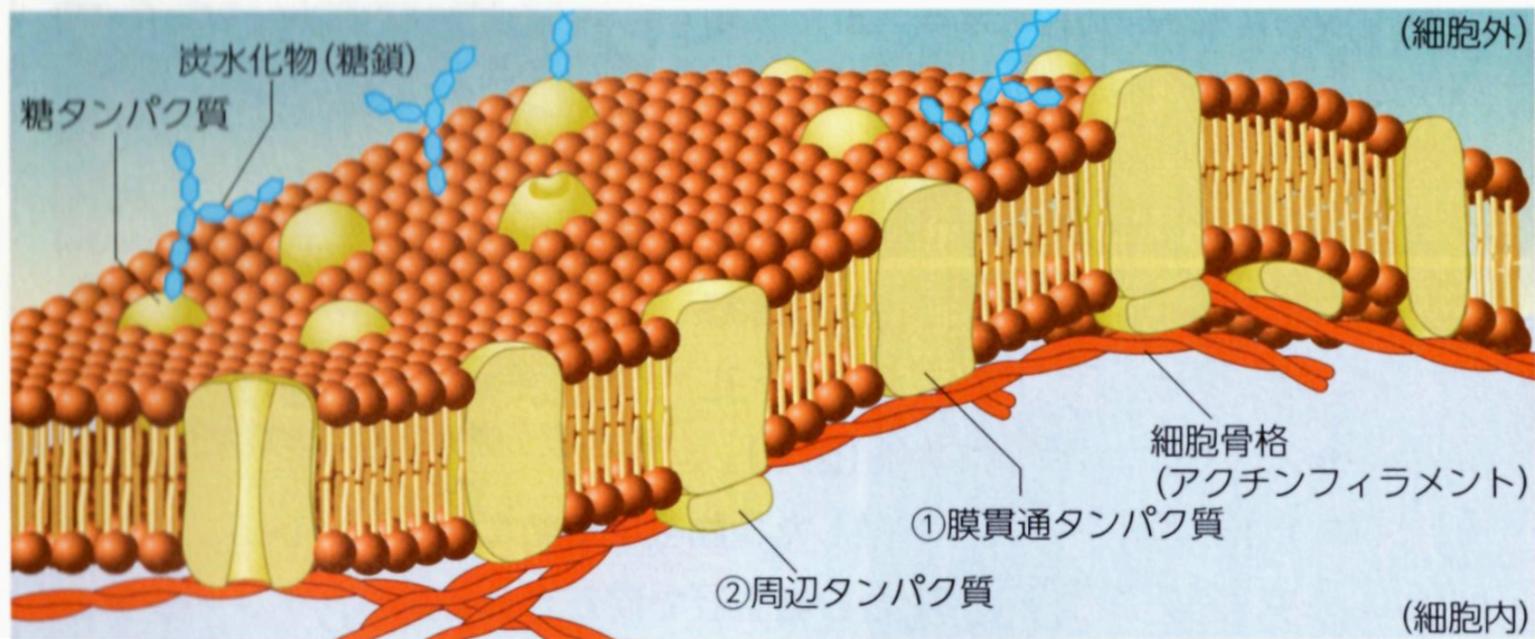
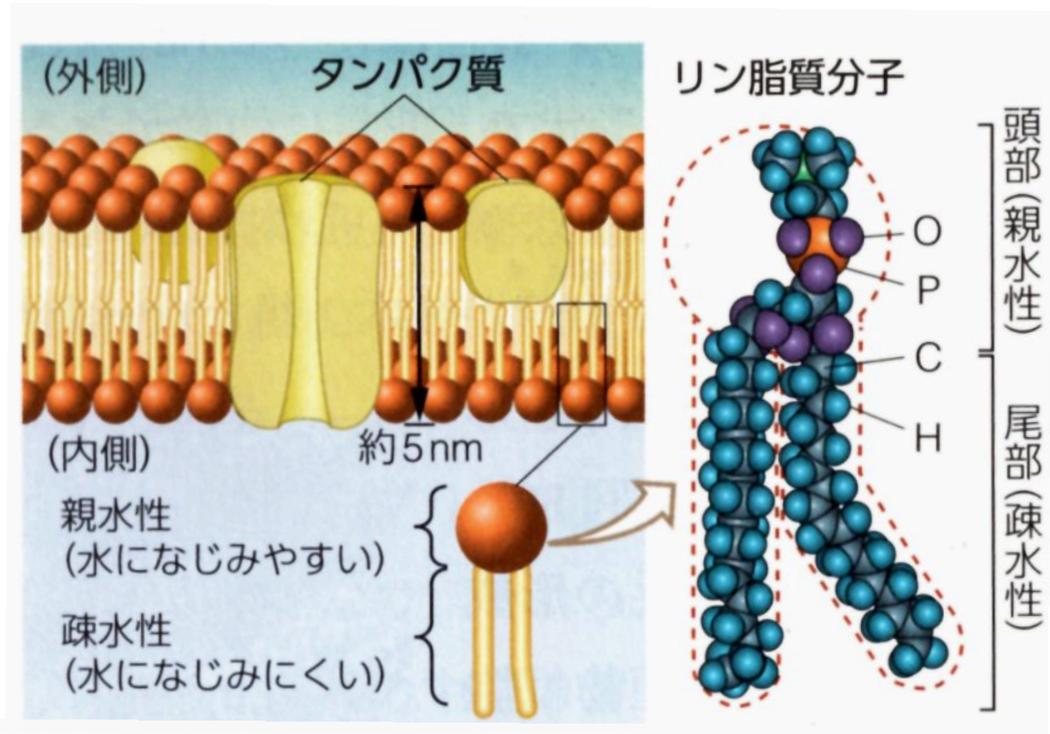
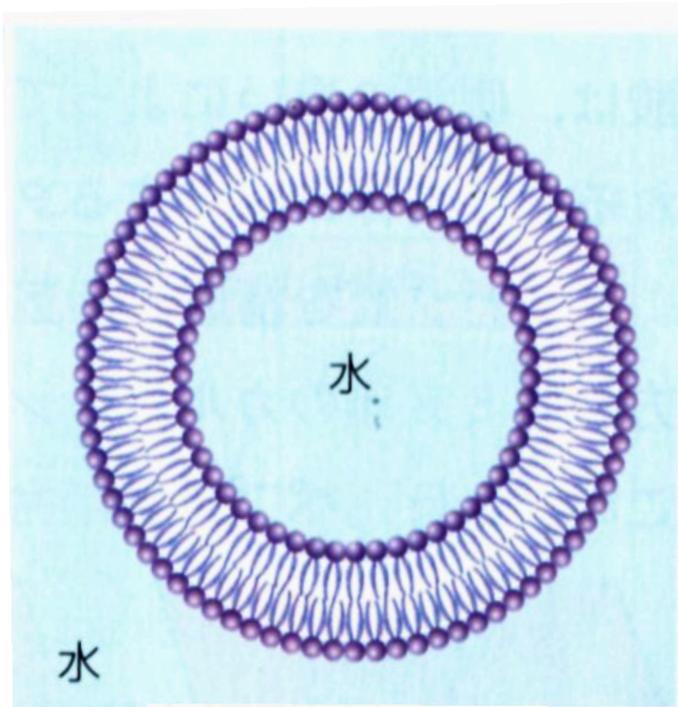
- ・ 自己と外界との明確な隔離  
→細胞膜の獲得
- ・ 自己複製能力  
→DNA複製・細胞分裂
- ・ エネルギー産生と代謝  
→ATP産生・酵素反応



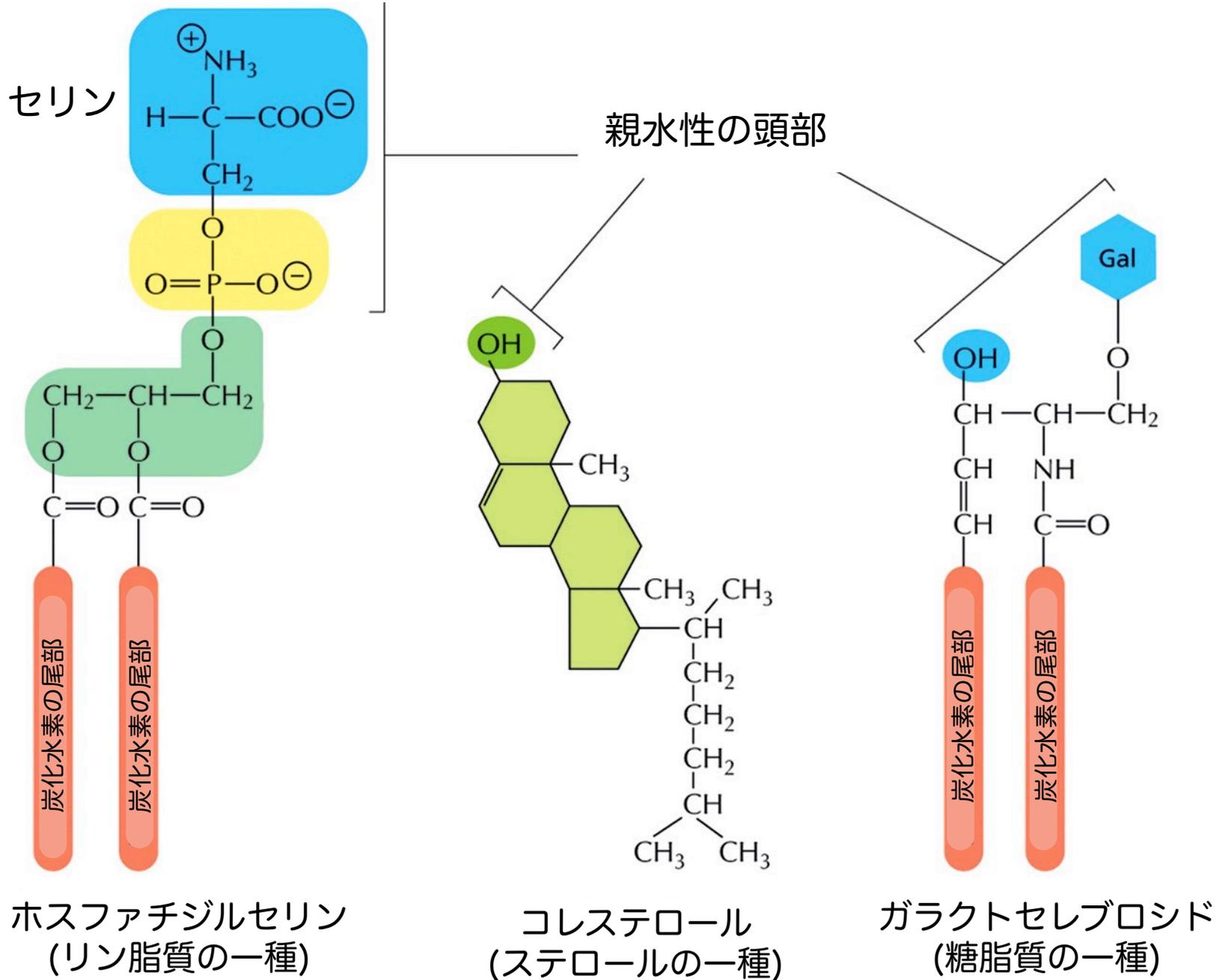
# RNAワールドからDNAワールドへ



# 生体膜の基本構造

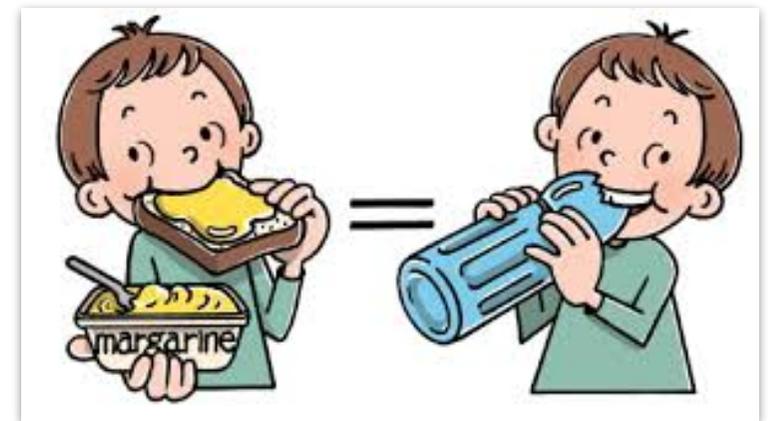
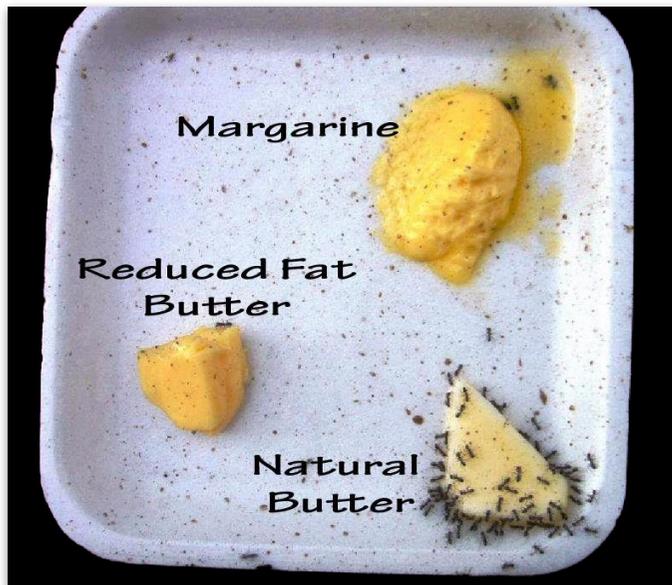


# 膜に含まれる様々な種類の脂質分子は すべて両親媒性である



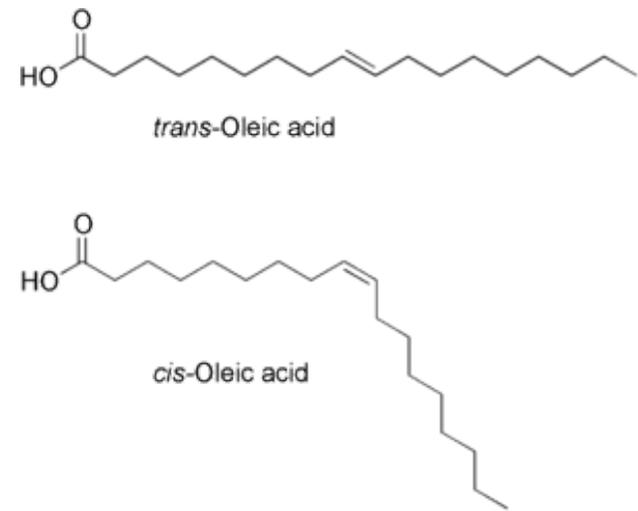
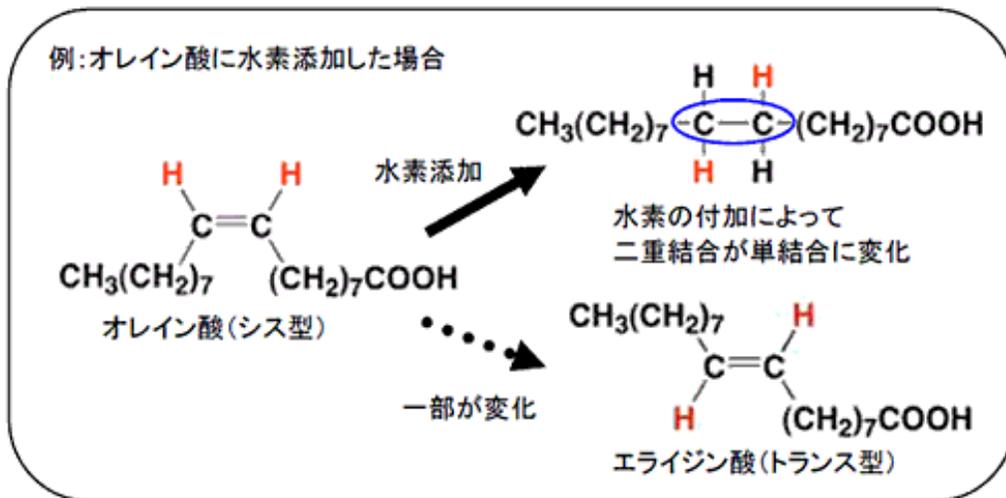


# トランス脂肪酸とは？

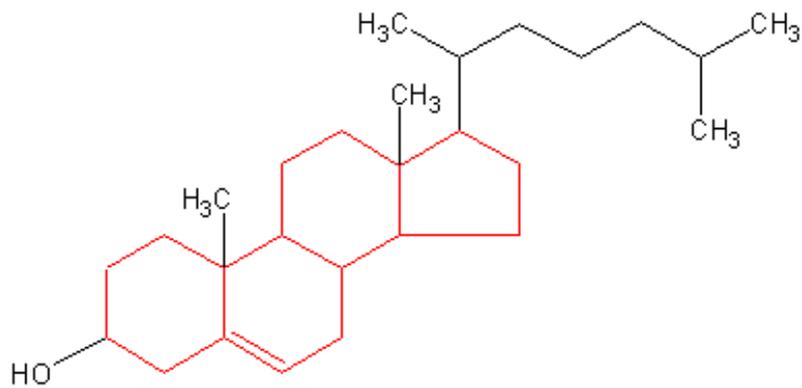


# トランス脂肪酸とは？

「トランス脂肪酸」とは、不飽和脂肪酸の仲間

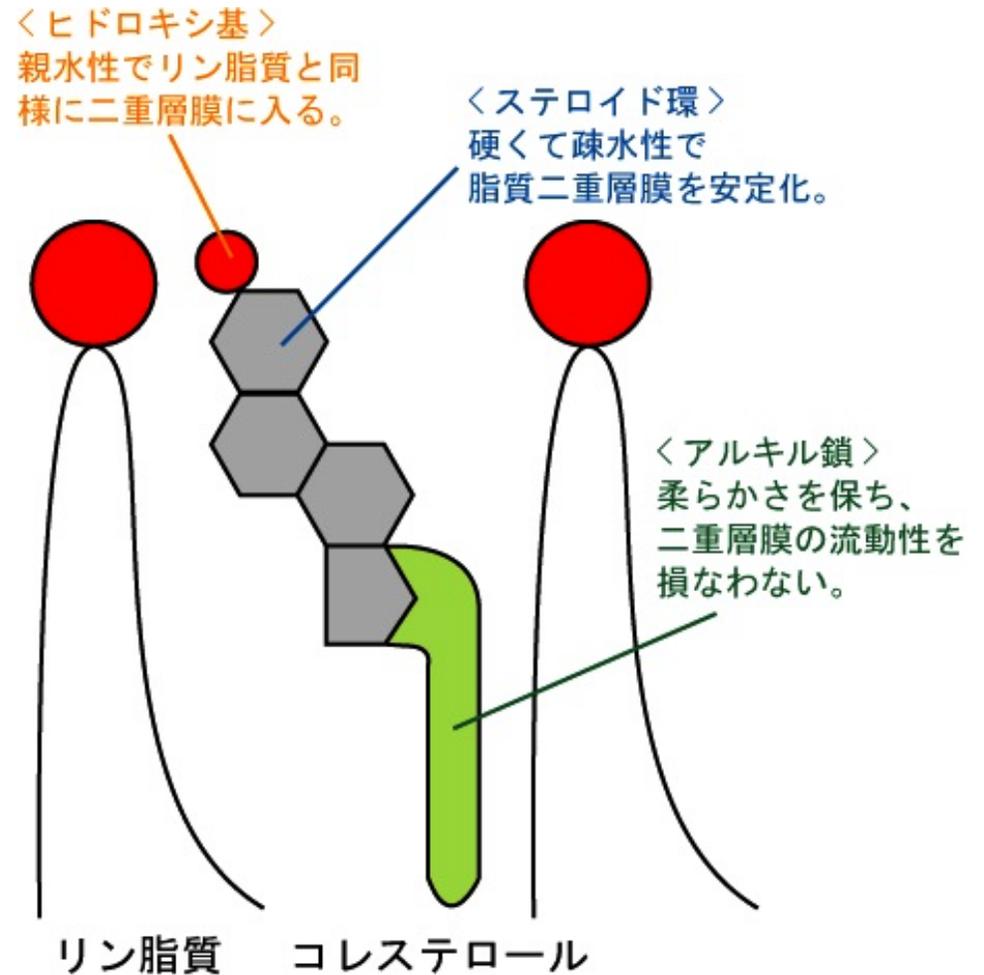


# コレステロールは生体膜の主要成分の一つである



コレステロール

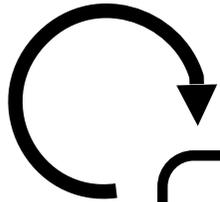
コレステロールは生体膜の脂質のほぼ20%を占め、膜の柔軟性や透過性を低くしている。



# ー セントラルドグマ ー



複製



転写



翻訳

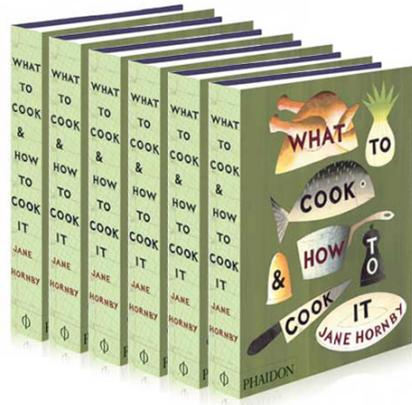
DNA



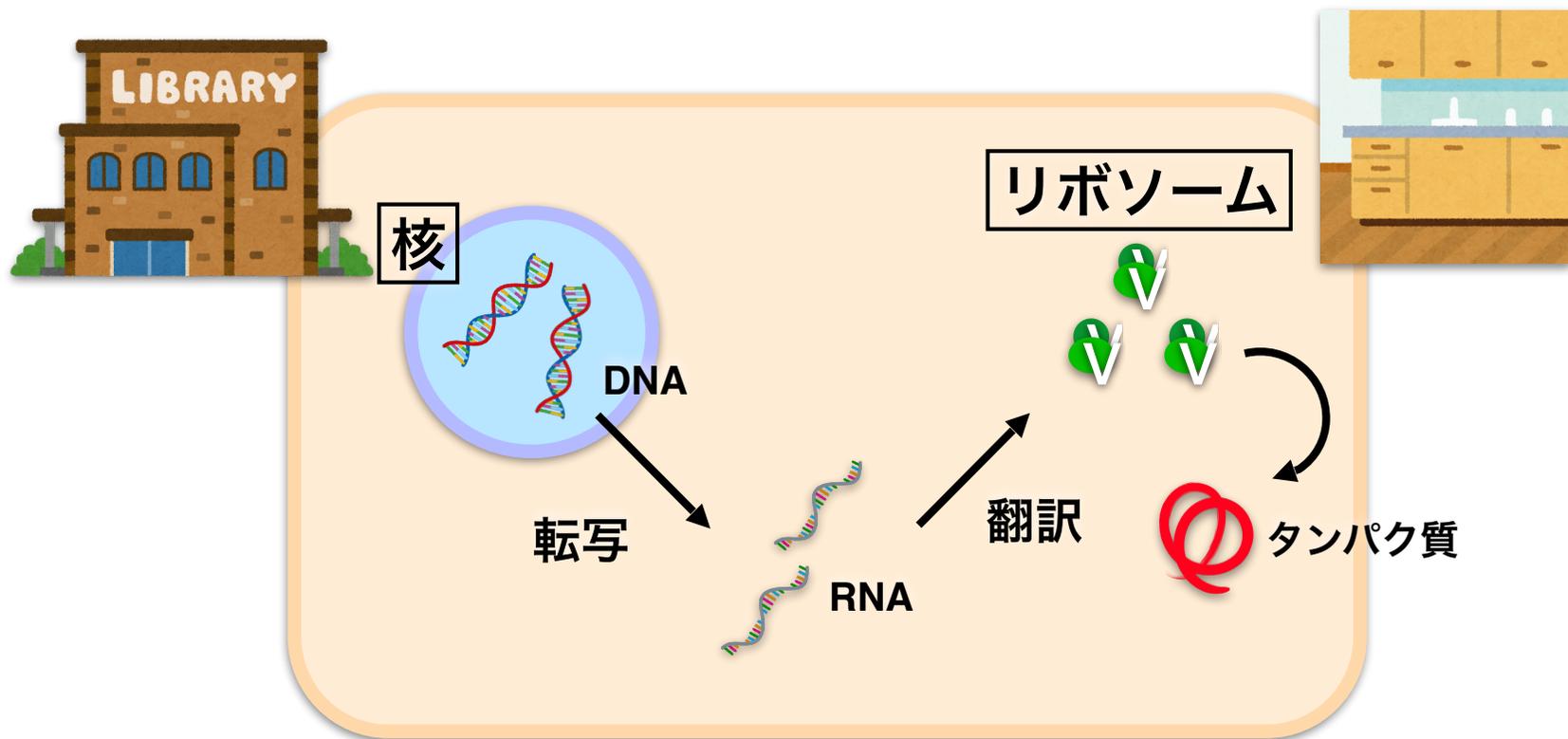
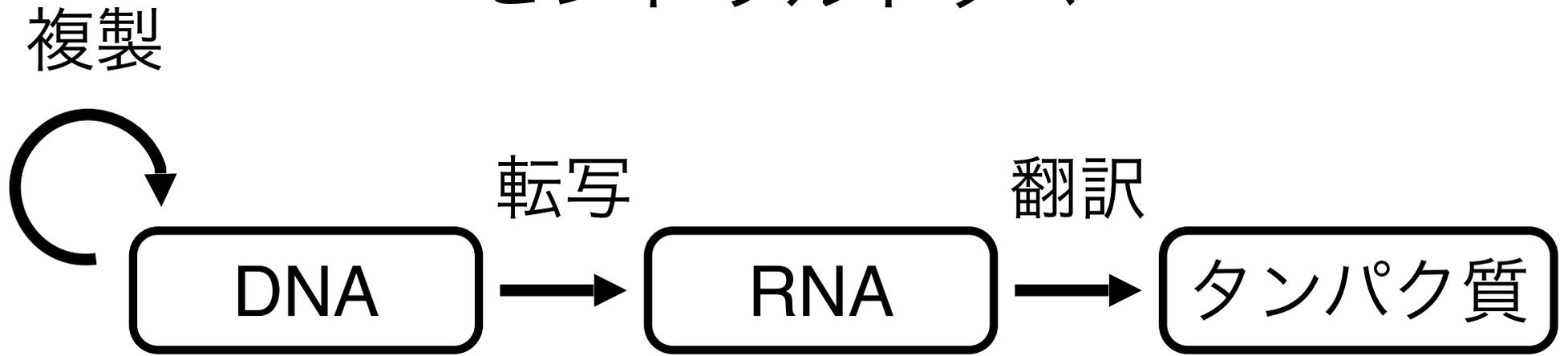
RNA



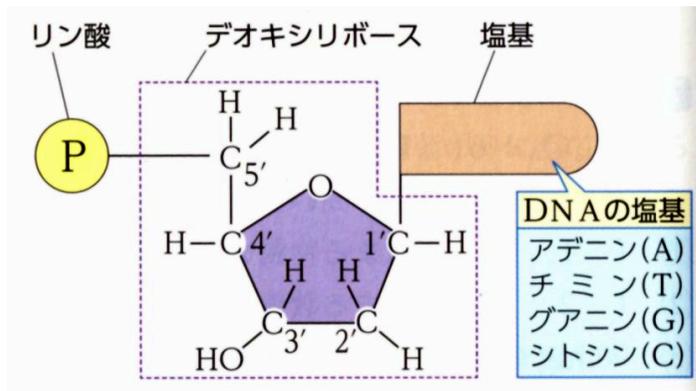
タンパク質



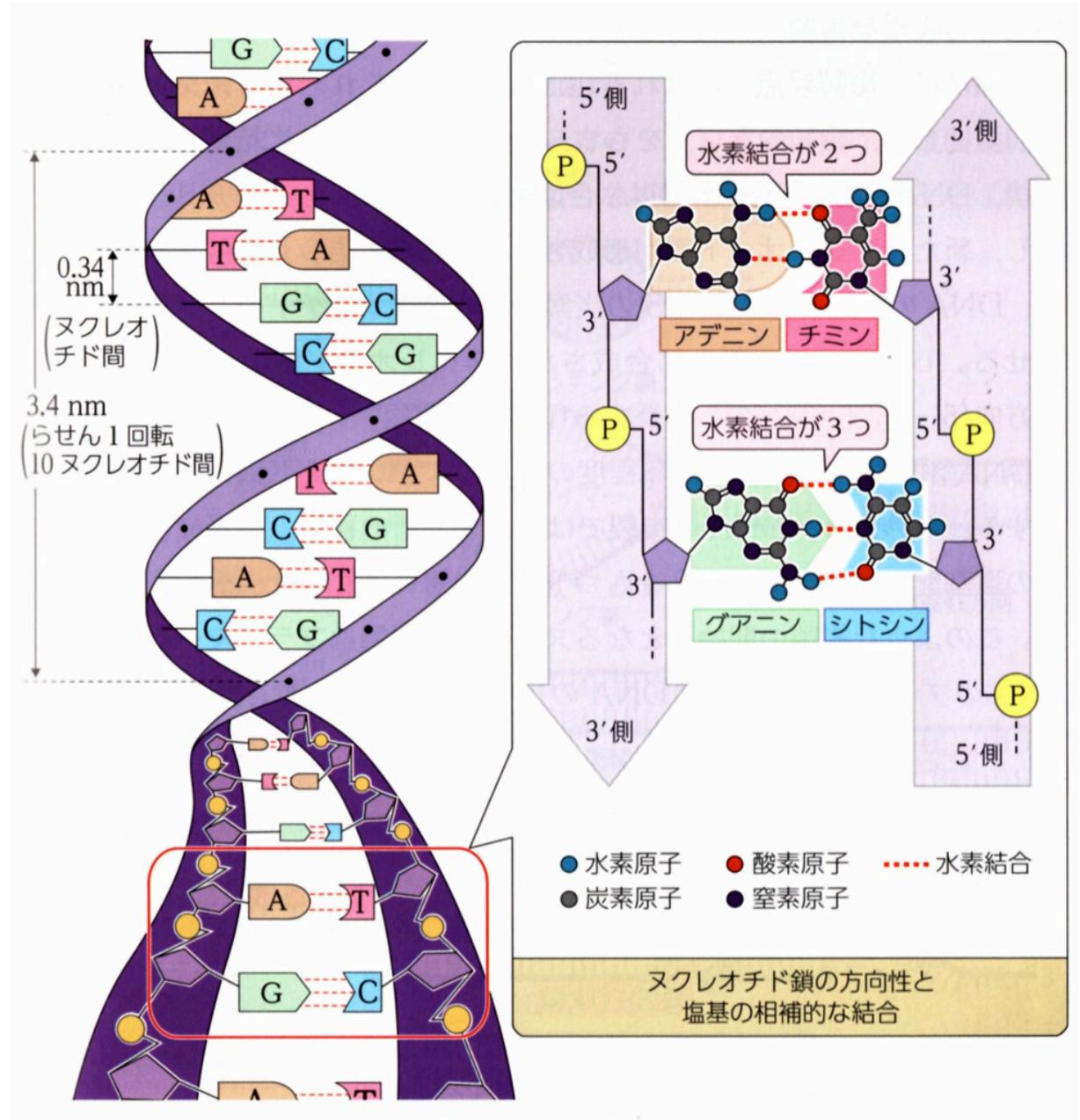
# — セントラルドグマ —



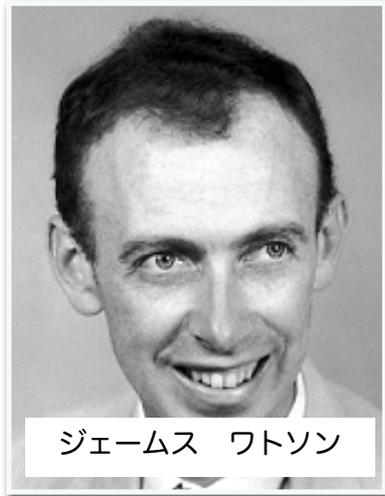
# DNAの基本構造



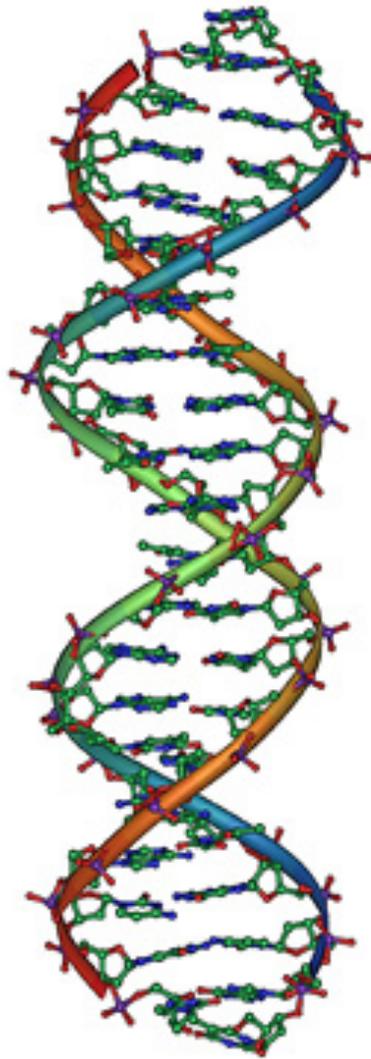
DNAのヌクレオチド構造



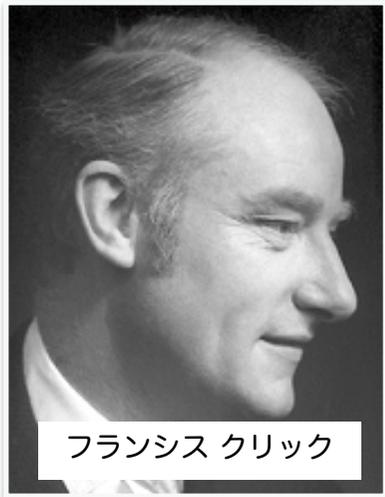
# ワトソンとクリックによりDNAの二重らせん構造が 解明される（1953年）



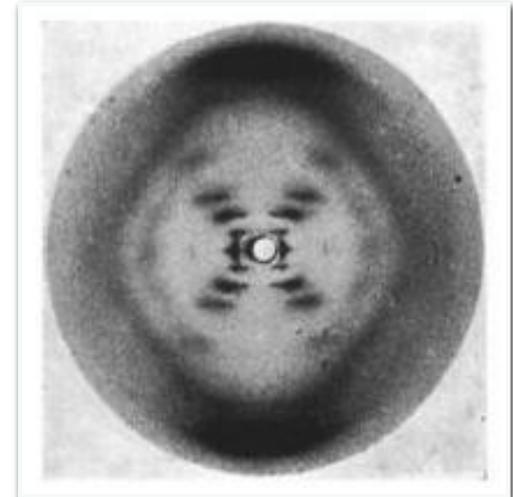
ジェームス ワトソン



ロザリンド フランクリン



フランシス クリック

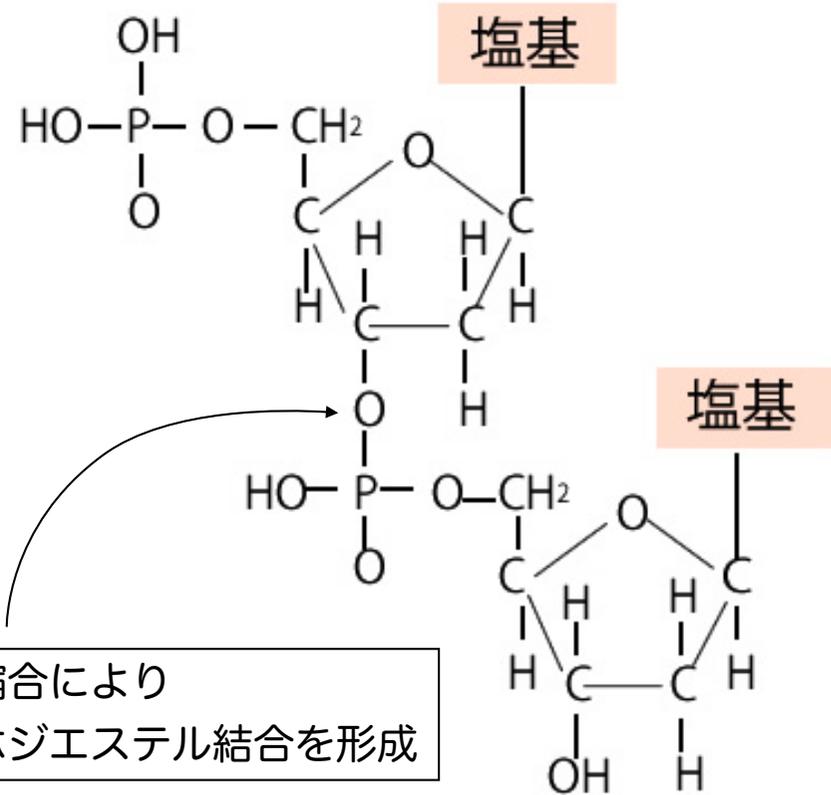
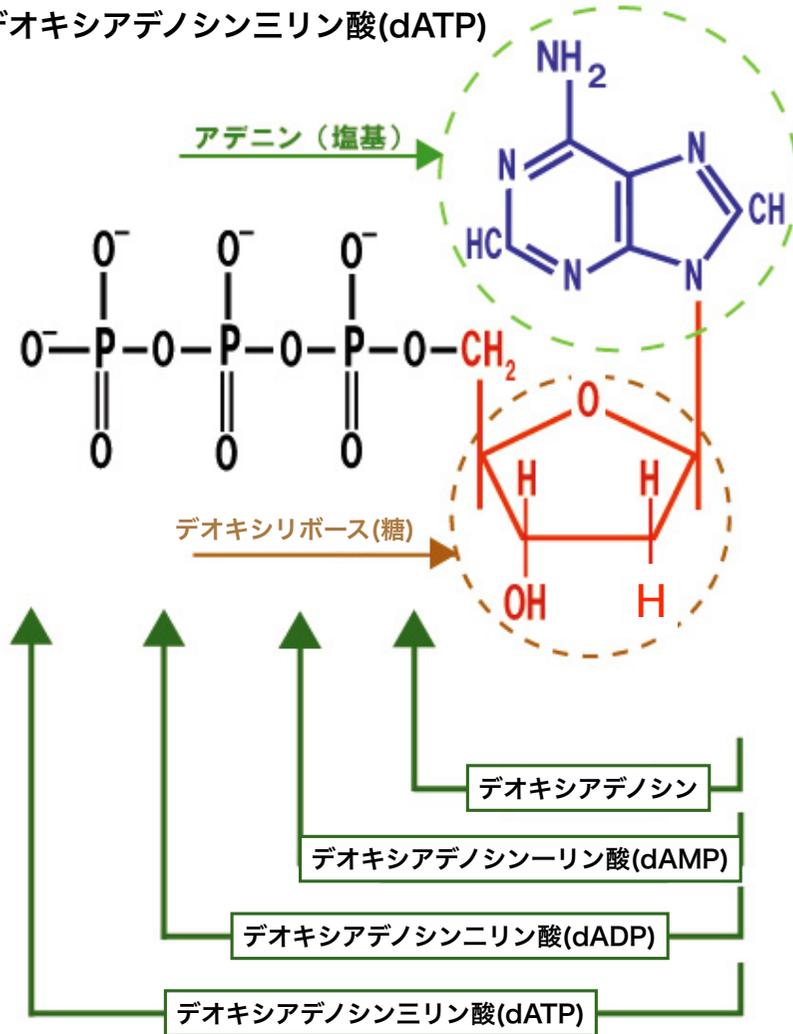


DNAの塩基存在比の法則 (エルヴィン シャルガル)

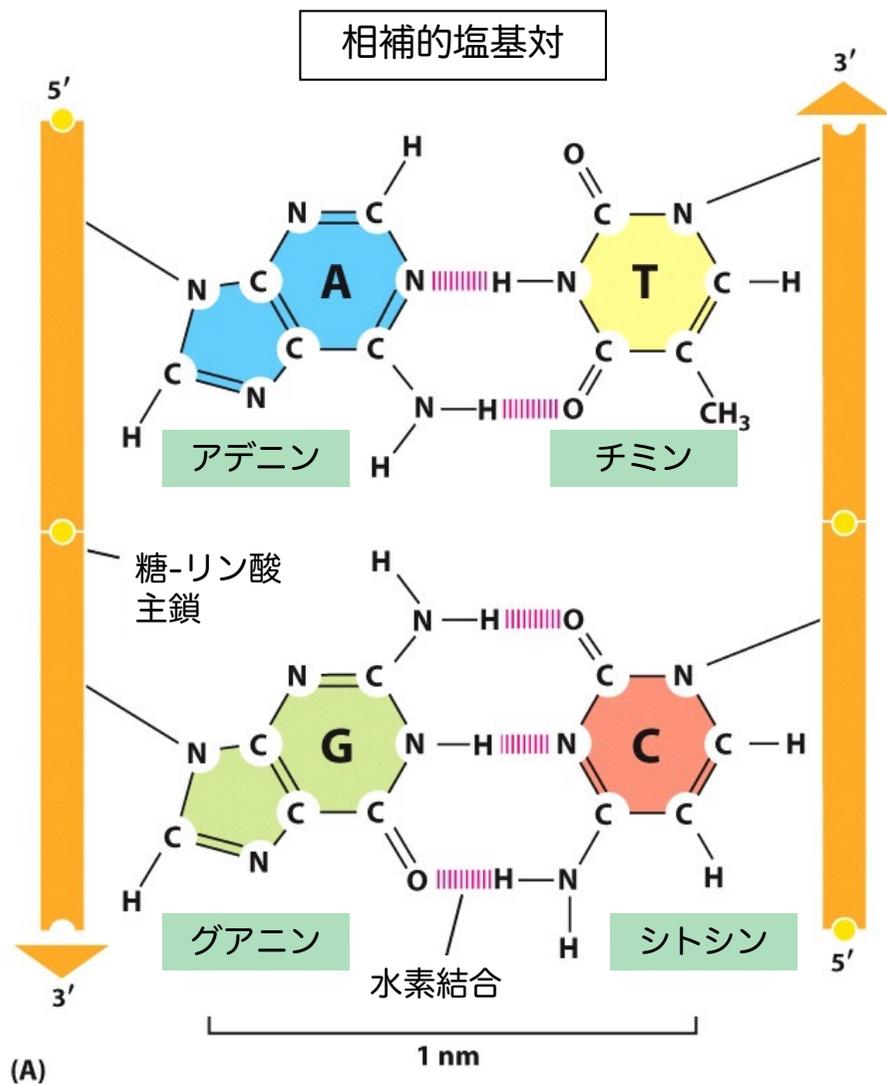
DNA中に含まれるアデニンとチミン、グアニンとシトシンの量比はそれぞれ等しい

# ヌクレオチドの構造

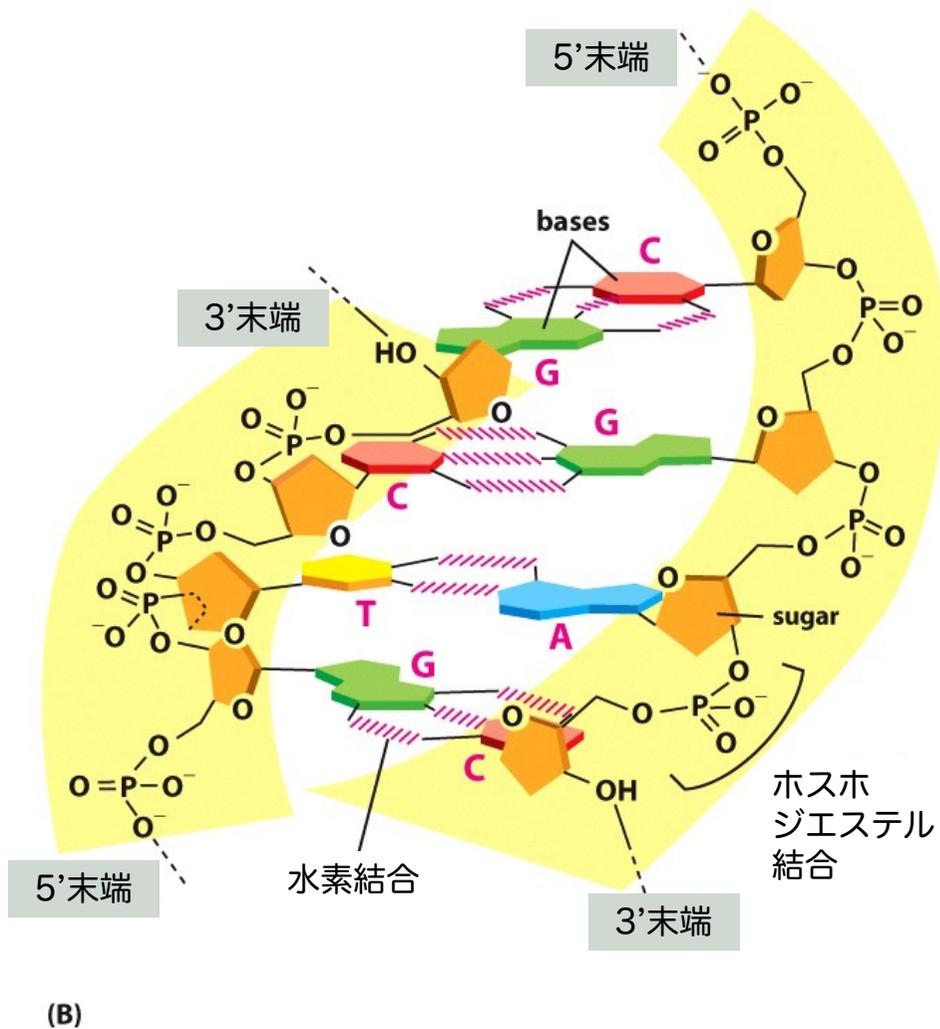
## ◆ デオキシアデノシン三リン酸(dATP)



# DNA二重らせんの2本の鎖は相補的塩基対の水素結合により結びついている

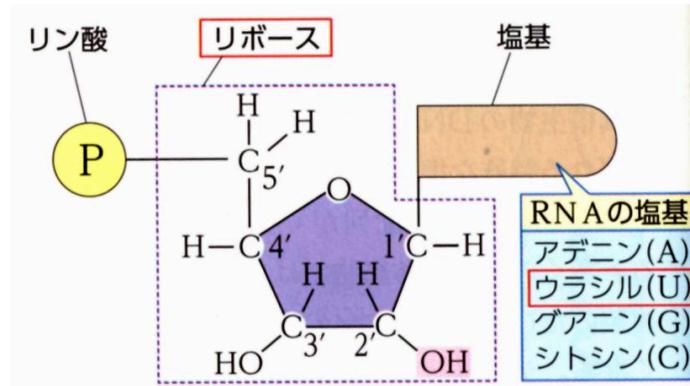


DNAの塩基存在比の法則

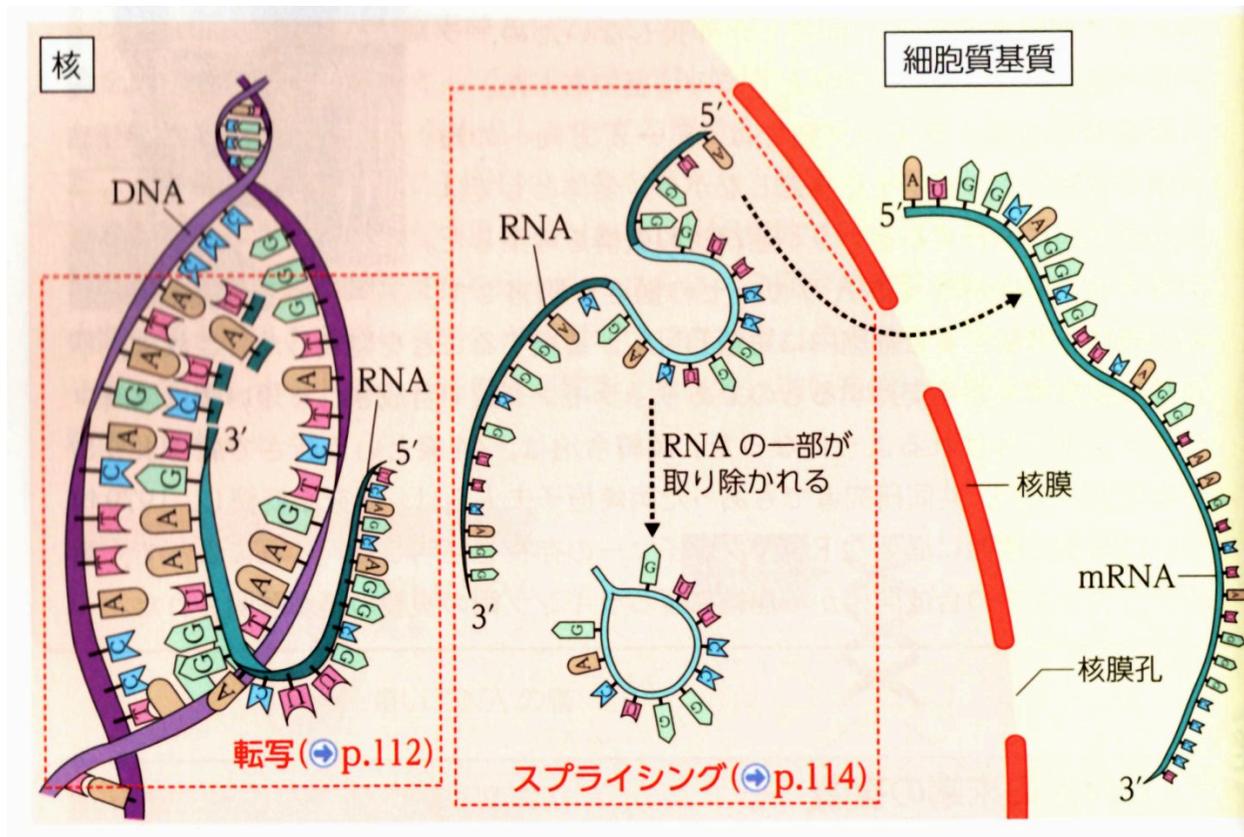


水素結合の数が一つ多い分、AとTの対よりGとCの対の方が結合力が強い。

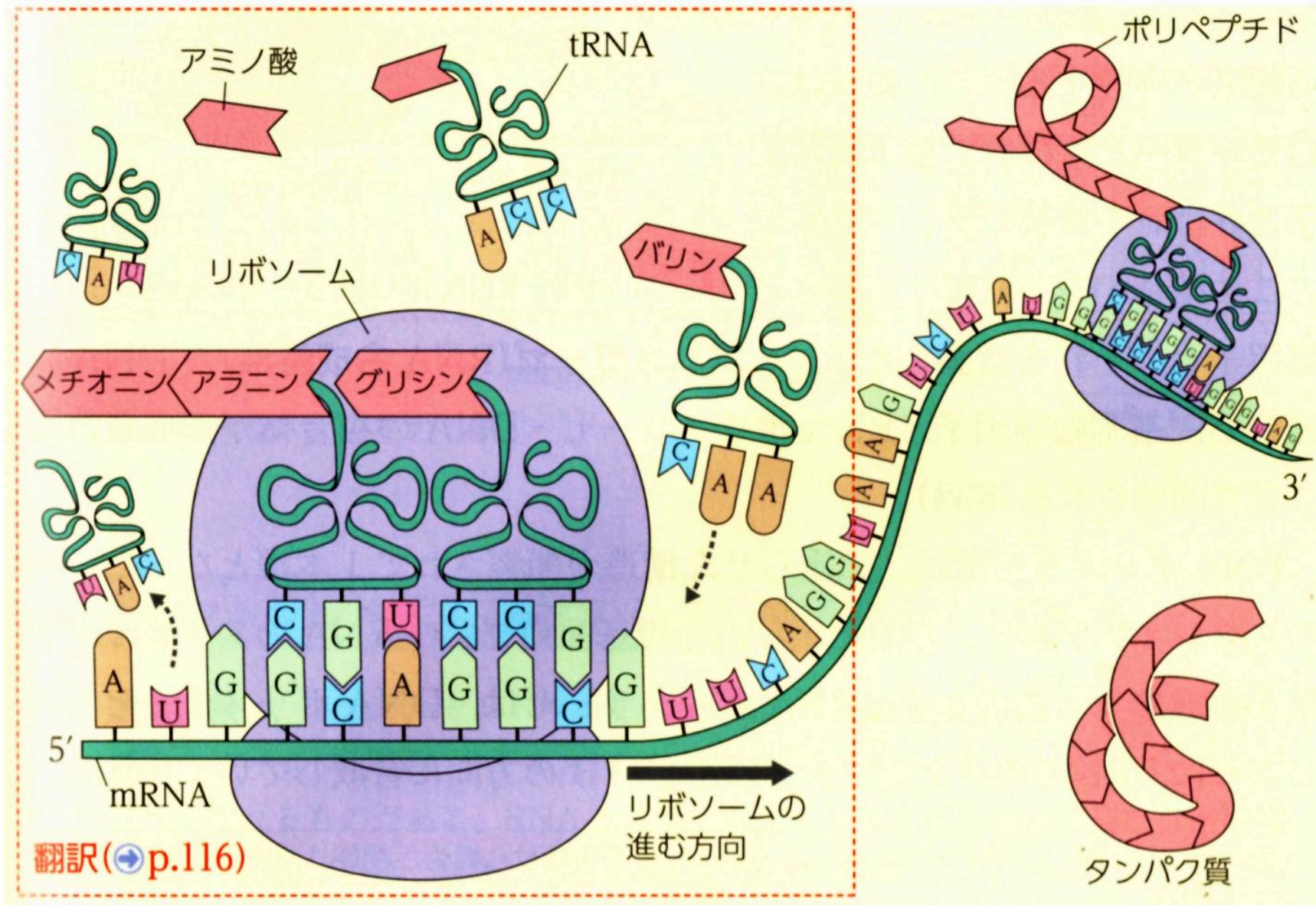
# DNAからRNAへ 一転写一



RNAのヌクレオチド構造

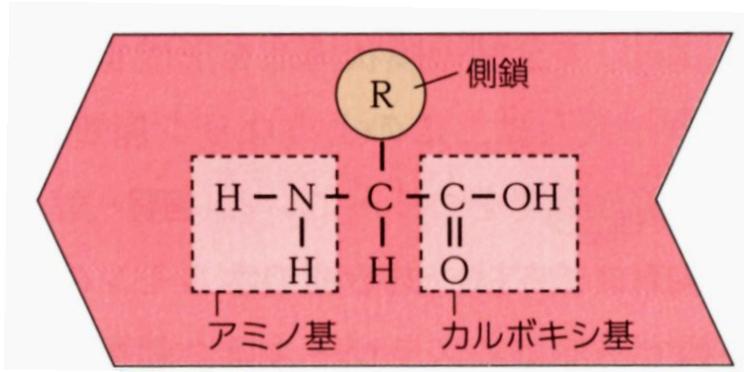


# RNAからタンパク質へ ー翻訳ー

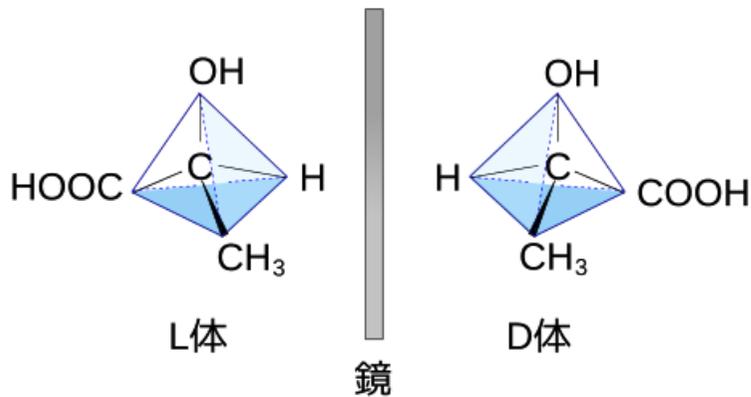


# アミノ酸の基本構造

\* 必須アミノ酸



## アミノ酸の光学異性体

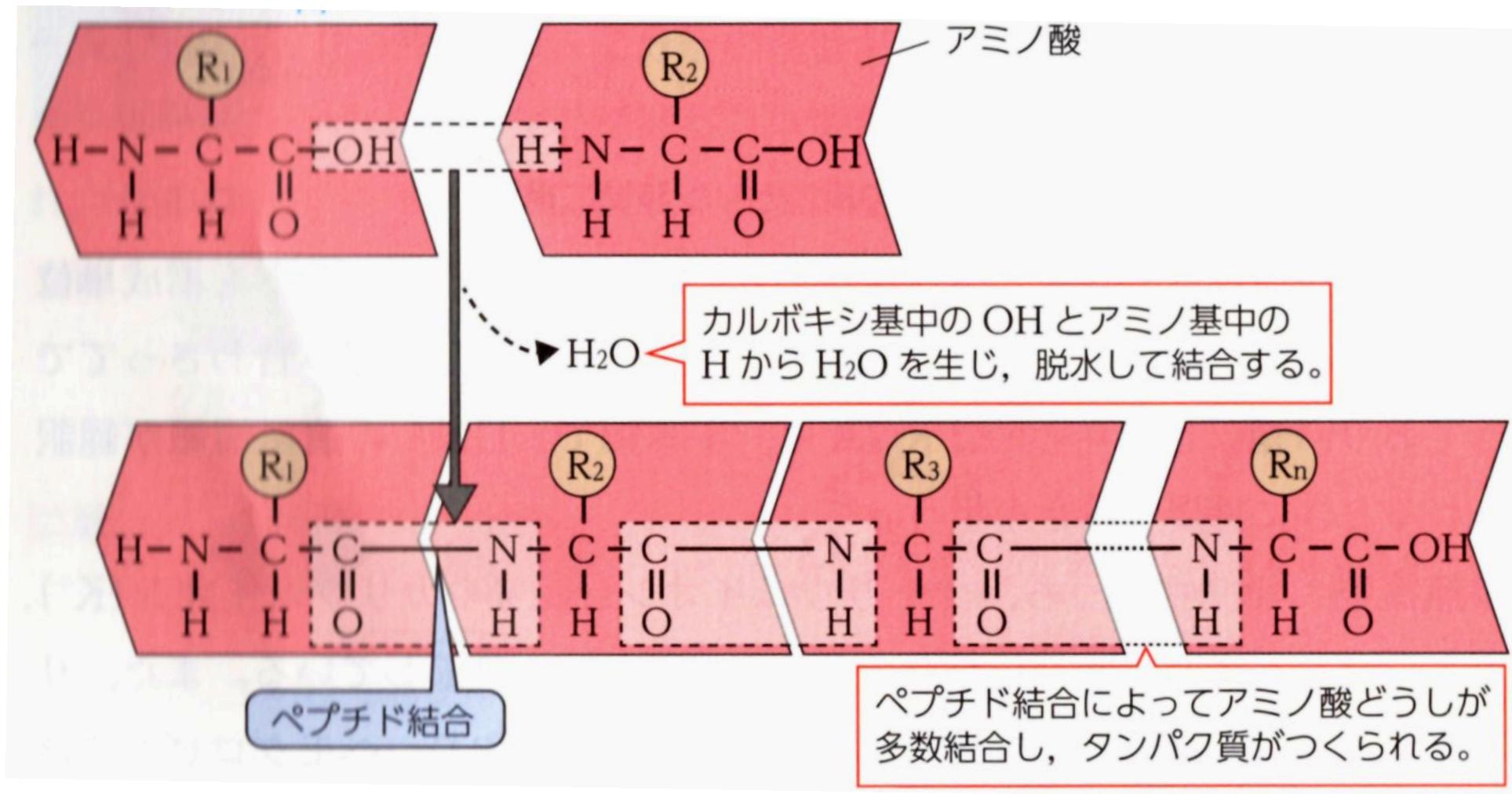


グリシン(G)	アラニン(A)	セリン(S)	プロリン(P)	* バリン(V)
$\text{H}$ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$	$\text{CH}_3$ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$	$\text{OH}$ $\text{CH}_2$ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$	$\text{CH}_2$ $\text{CH}_2-\text{CH}_2$ $\text{HN}-\text{CH}-\text{COOH}$	$\text{CH}_3$ $\text{CH}-\text{CH}_3$ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$
* トレオニン(T)	* ロイシン(L)	* イソロイシン(I)	アスパラギン(N)	グルタミン(Q)
$\text{OH}$ $\text{CH}-\text{CH}_3$ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$	$\text{CH}_3$ $\text{CH}-\text{CH}_3$ $\text{CH}_2$ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$	$\text{CH}_3$ $\text{CH}_2$ $\text{CH}-\text{CH}_3$ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$	$\text{NH}_2$ $\text{C}=\text{O}$ $\text{CH}_2$ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$	$\text{NH}_2$ $\text{C}=\text{O}$ $\text{CH}_2$ $\text{CH}_2$ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$
* フェニルアラニン(F)	チロシン(Y)	* トリプトファン(W)	システイン(C)	* メチオニン(M)
$\text{HC}=\text{CH}$ $\text{HC}-\text{CH}$ $\text{HC}-\text{CH}$ $\text{C}=\text{C}$ $\text{CH}_2$ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$	$\text{OH}$ $\text{C}=\text{CH}$ $\text{HC}-\text{CH}$ $\text{HC}-\text{CH}$ $\text{C}=\text{C}$ $\text{CH}_2$ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$	$\text{HC}-\text{CH}$ $\text{HC}=\text{CH}$ $\text{CH}=\text{CH}$ $\text{C}=\text{C}$ $\text{NH}$ $\text{C}=\text{CH}$ $\text{CH}_2$ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$	$\text{SH}$ $\text{CH}_2$ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$	$\text{CH}_3$ $\text{S}$ $\text{CH}_2$ $\text{CH}_2$ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$
アスパラギン酸(D)	グルタミン酸(E)	* ヒスチジン(H)	* リシン(K)	アルギニン(R)
$\text{COOH}$ $\text{CH}_2$ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$	$\text{COOH}$ $\text{CH}_2$ $\text{CH}_2$ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$	$\text{CH}$ $\text{HN}=\text{N}$ $\text{C}=\text{CH}$ $\text{CH}_2$ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$	$\text{NH}_2$ $\text{CH}_2$ $\text{CH}_2$ $\text{CH}_2$ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$	$\text{H}_2\text{N}$ $\text{NH}$ $\text{C}$ $\text{NH}$ $\text{CH}_2$ $\text{CH}_2$ $\text{CH}_2$ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$

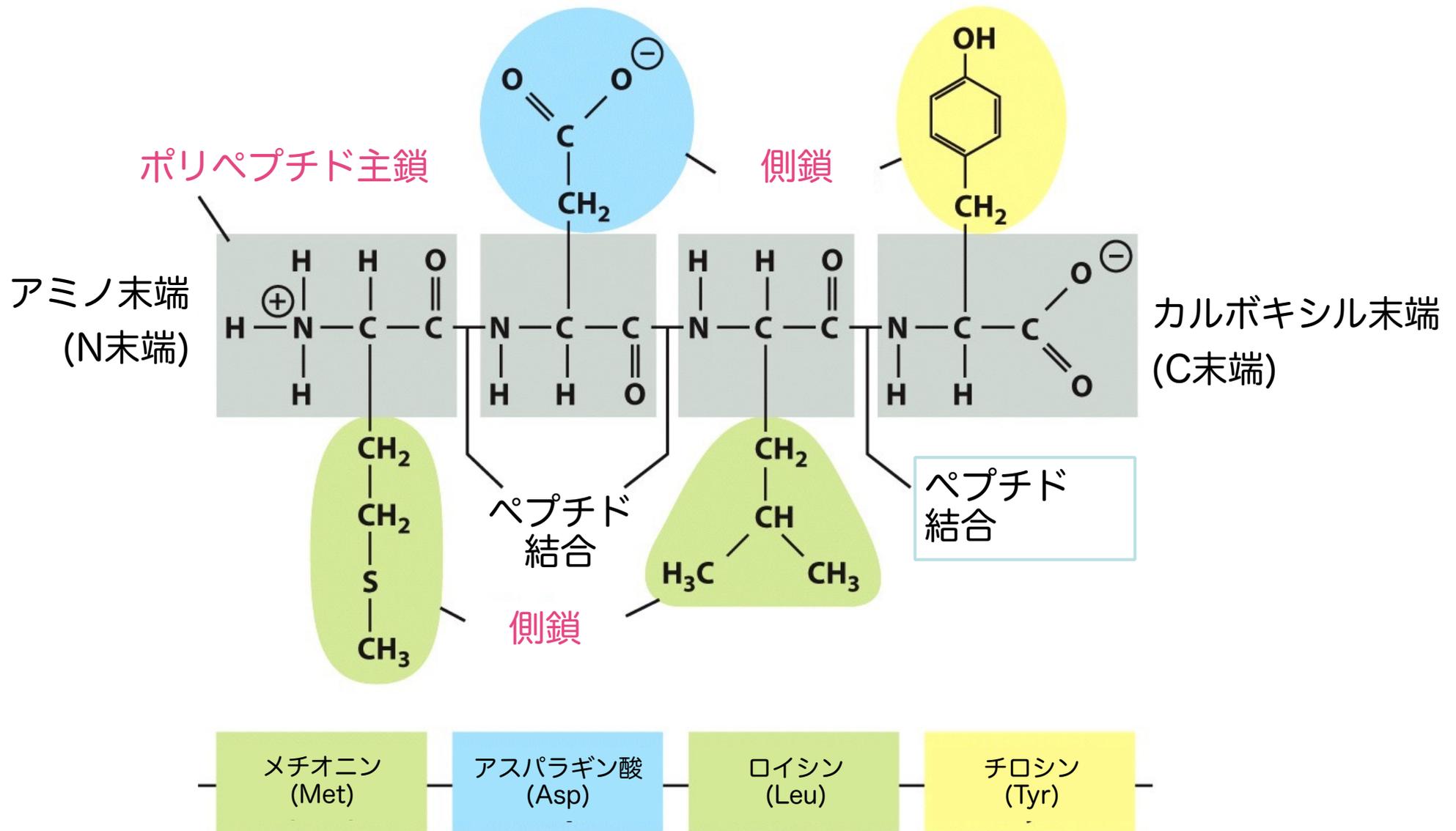
酸性アミノ酸

塩基性アミノ酸

# タンパク質の基本構造



# タンパク質はアミノ酸が結合したポリペプチド鎖からなる

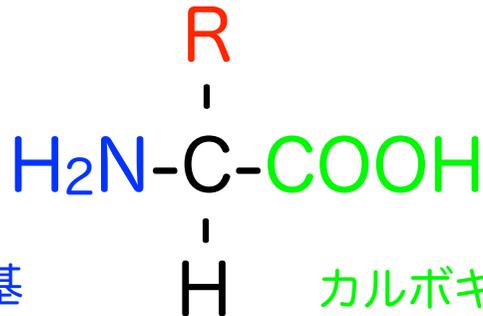


→ 側鎖の種類がそのタンパク質 (ポリペプチド) の性質を決めている。

# タンパク質とは?

20種類のアミノ酸が鎖状に  
連結した高分子化合物

アミノ酸残基 (側鎖)



アミノ基

カルボキシル基

親水性アミノ酸	塩基性	$  \begin{array}{c}  \text{O}^- \text{H} \\    \\  \text{O} \\    \\  \text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_3^+ \\    \\  \text{H}_3\text{N}^+  \end{array}  $ リジン(Lys) *	疎水性アミノ酸	脂肪族	$  \begin{array}{c}  \text{O}^- \text{H} \\    \\  \text{O} \\    \\  \text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\    \\  \text{H}_3\text{N}^+  \end{array}  $ アラニン(Ala)	
		$  \begin{array}{c}  \text{O}^- \text{H} \\    \\  \text{O} \\    \\  \text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{NH}_2^+ \\ \searrow \text{NH}_2 \end{array} \\    \\  \text{H}_3\text{N}^+  \end{array}  $ アルギニン(Arg)			$  \begin{array}{c}  \text{O}^- \text{H} \\    \\  \text{O} \\    \\  \text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}_3\text{N}^+  \end{array}  $ グリシン(Gly)	
		$  \begin{array}{c}  \text{O}^- \text{H} \\    \\  \text{O} \\    \\  \text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{HN}-\text{CH}=\text{NH}^+ \\ \searrow \text{CH} \end{array} \\    \\  \text{H}_3\text{N}^+  \end{array}  $ ヒステジン(His) *			$  \begin{array}{c}  \text{O}^- \text{H} \\    \\  \text{O} \\    \\  \text{C}-\text{C}-\text{CH} \begin{array}{l} \nearrow \text{CH}_3 \\ \searrow \text{CH}_3 \end{array} \\    \\  \text{H}_3\text{N}^+  \end{array}  $ バリン(Val) *	
	酸性	$  \begin{array}{c}  \text{O}^- \text{H} \\    \\  \text{O} \\    \\  \text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{COO}^- \\    \\  \text{H}_3\text{N}^+  \end{array}  $ アスパラギン酸(Asp)		分岐鎖	$  \begin{array}{c}  \text{O}^- \text{H} \text{ CH}_3 \\    \quad   \\  \text{O} \quad \text{H} \\    \quad   \\  \text{C}-\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\    \\  \text{H}_3\text{N}^+  \end{array}  $ イソロイシン(Ile) *	
		$  \begin{array}{c}  \text{O}^- \text{H} \\    \\  \text{O} \\    \\  \text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COO}^- \\    \\  \text{H}_3\text{N}^+  \end{array}  $ グルタミン酸(Glu)			$  \begin{array}{c}  \text{O}^- \text{H} \\    \\  \text{O} \\    \\  \text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH} \begin{array}{l} \nearrow \text{CH}_3 \\ \searrow \text{CH}_3 \end{array} \\    \\  \text{H}_3\text{N}^+  \end{array}  $ ロイシン(Leu) *	
	中性	$  \begin{array}{c}  \text{O}^- \text{H} \\    \\  \text{O} \\    \\  \text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH} \\    \\  \text{H}_3\text{N}^+  \end{array}  $ セリン(Ser)		芳香族	$  \begin{array}{c}  \text{O}^- \text{H} \\    \\  \text{O} \\    \\  \text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5 \\    \\  \text{H}_3\text{N}^+  \end{array}  $ フェニルアラニン(Phe) *	
		$  \begin{array}{c}  \text{O}^- \text{H} \\    \\  \text{O} \\    \\  \text{C}-\text{C}-\text{CH} \begin{array}{l} \nearrow \text{OH} \\ \searrow \text{CH}_3 \end{array} \\    \\  \text{H}_3\text{N}^+  \end{array}  $ トレオニン(Thr) *			$  \begin{array}{c}  \text{O}^- \text{H} \\    \\  \text{O} \\    \\  \text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH} \\    \\  \text{H}_3\text{N}^+  \end{array}  $ チロシン(Tyr)	
		$  \begin{array}{c}  \text{O}^- \text{H} \\    \\  \text{O} \\    \\  \text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{NH}_2 \end{array} \\    \\  \text{H}_3\text{N}^+  \end{array}  $ アスパラギン(Asn)			$  \begin{array}{c}  \text{O}^- \text{H} \\    \\  \text{O} \\    \\  \text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{HC}-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_5 \\ \searrow \text{C} \end{array} \\    \\  \text{H}_3\text{N}^+  \end{array}  $ トリプトファン(Trp) *	
		$  \begin{array}{c}  \text{O}^- \text{H} \\    \\  \text{O} \\    \\  \text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{NH}_2 \end{array} \\    \\  \text{H}_3\text{N}^+  \end{array}  $ グルタミン(Gln)			含硫	$  \begin{array}{c}  \text{O}^- \text{H} \\    \\  \text{O} \\    \\  \text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_3 \\    \\  \text{H}_3\text{N}^+  \end{array}  $ メチオニン(Met) *
		$  \begin{array}{c}  \text{O}^- \text{H} \\    \\  \text{O} \\    \\  \text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{SH} \\    \\  \text{H}_3\text{N}^+  \end{array}  $ システイン(Cys)				
特殊アミノ酸	イミノ酸	$  \begin{array}{c}  \text{O}^- \text{H} \\    \\  \text{O} \\    \\  \text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \searrow \text{NH}-\text{CH}_2 \end{array} \\    \\  \text{H}_3\text{N}^+  \end{array}  $ プロリン(Pro)				

\*必須アミノ酸

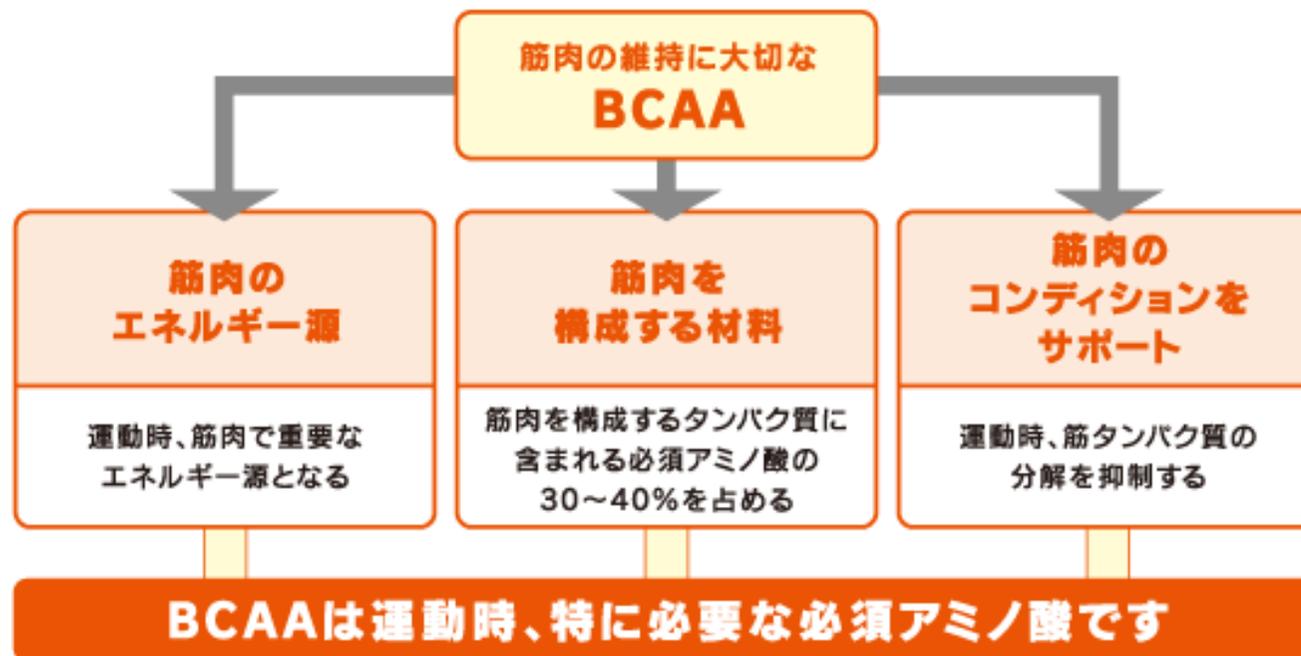
# コドン表

		2文字目								
		U		C		A		G		
1文字目	U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U
		UUC		UCC		UAC		UGC		C
		UUA	ロイシン	UCA		終止	UGA	終止	A	
		UUG		UCG			UAG	UGG	トリプトファン	G
	C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U
		CUC		CCC		CAC		CGC		C
		CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA		A
		CUG		CCG		CAG		CGG		G
	A	AUU	イソロイシン	ACU	スレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U
		AUC		ACC		AAC		AGC		C
		AUA		ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニン	A
		AUG	メチオニン(開始)	ACG		AAG		AGG		G
	G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U
		GUC		GCC		GAC		GGC		C
		GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA		A
		GUG		GCG		GAG		GGG		G

3文字目



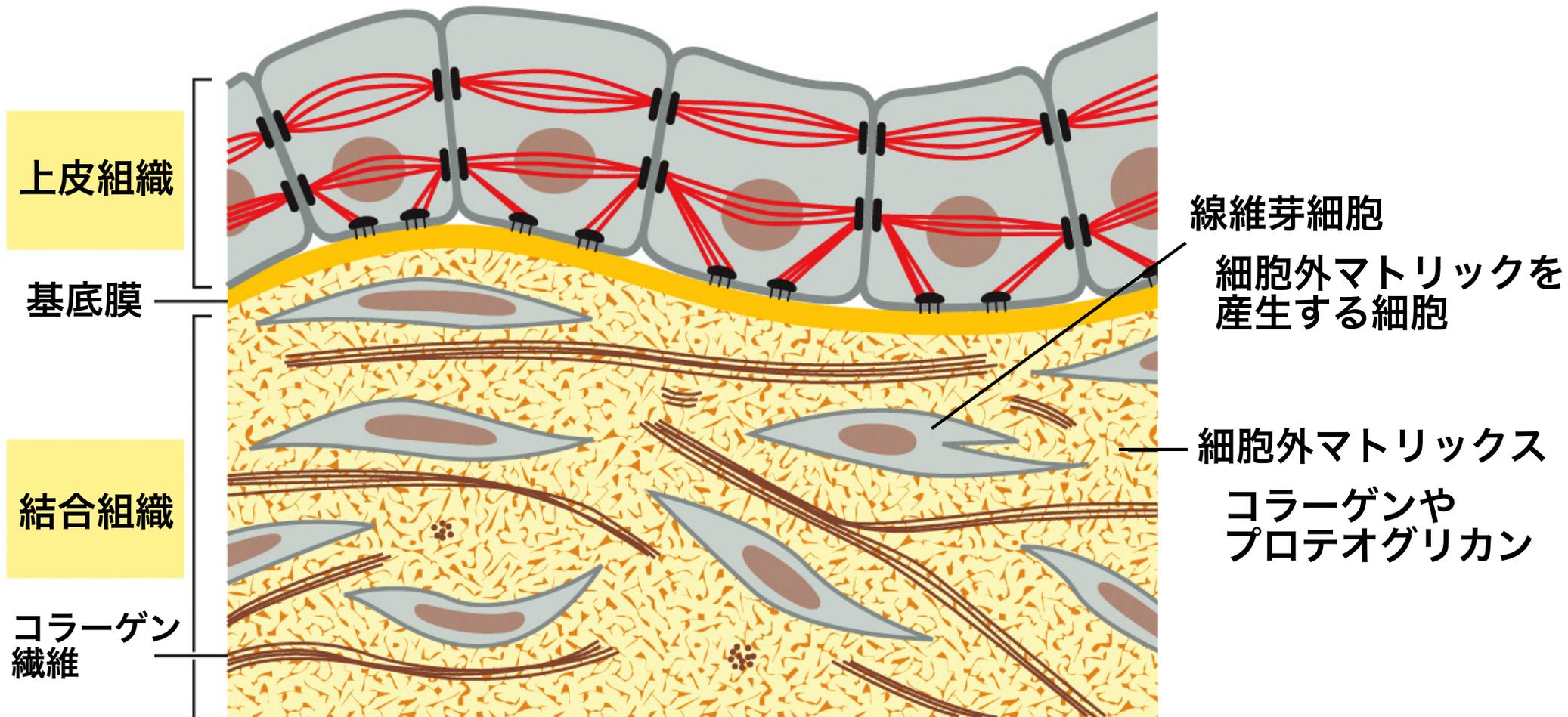
# 燃焼系アミノ酸 (BCAA)?



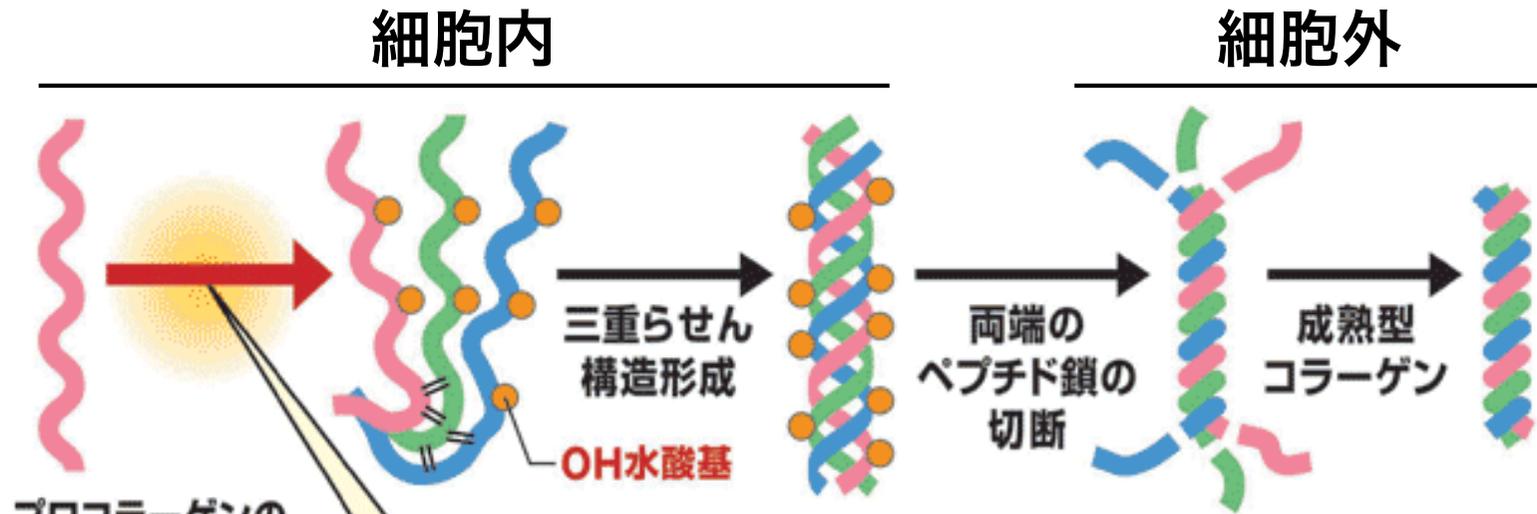
BCAAを含めた必須アミノ酸は普段の食事で十分量摂取が可能。

BCAAによる明瞭なダイエット効果、筋力増強効果等は実証されていない。

# 結合組織と細胞外マトリックス

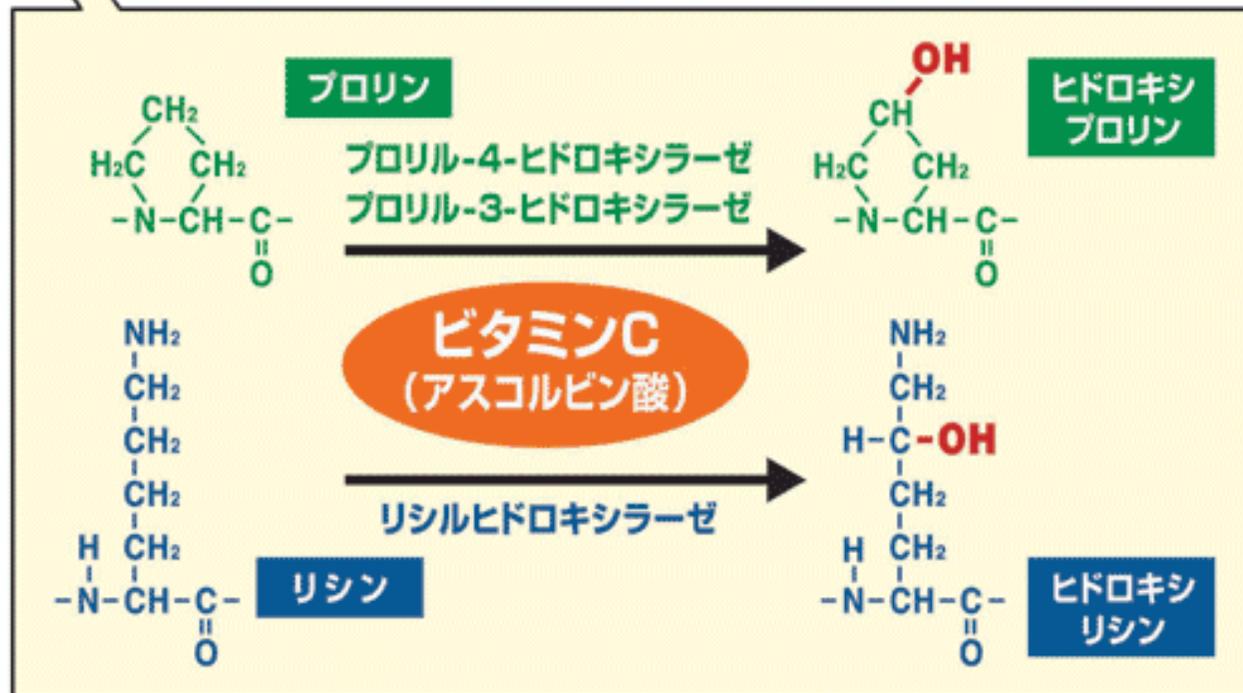


# コラーゲンの生合成経路

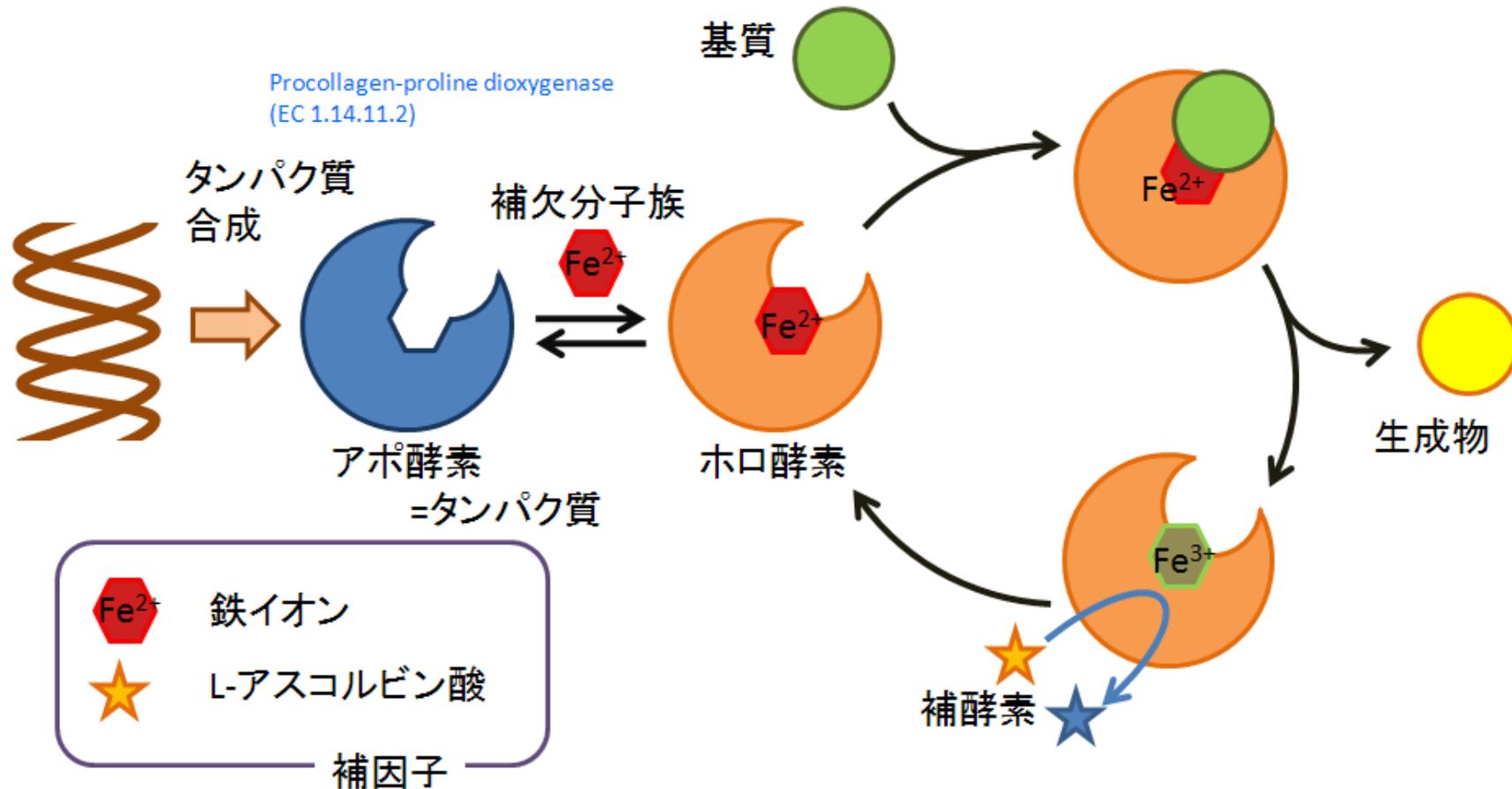


プロコラーゲンの  
プロリン残基・  
リシン残基の

**水酸化**

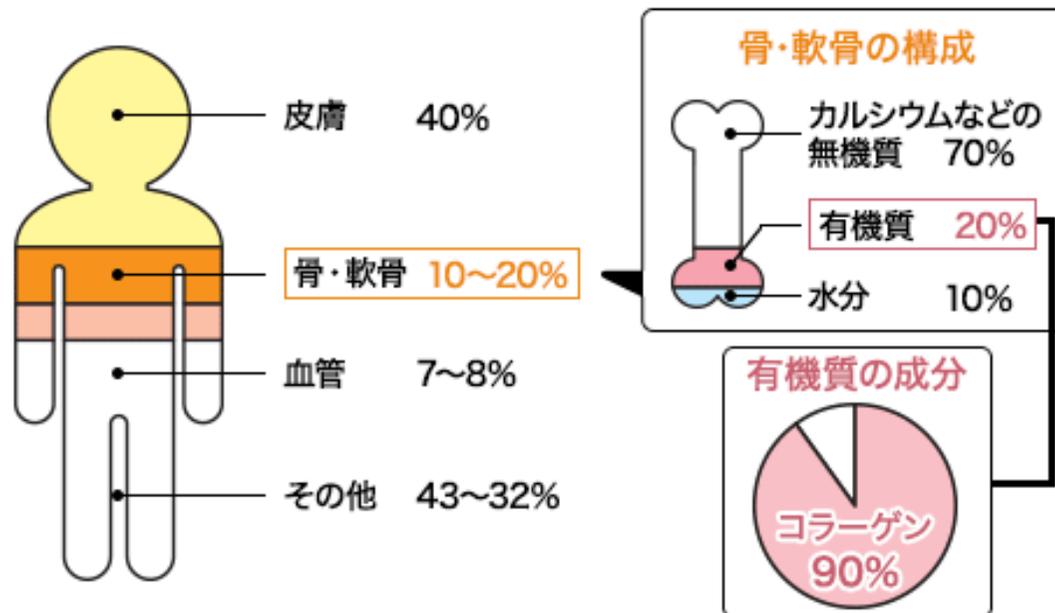
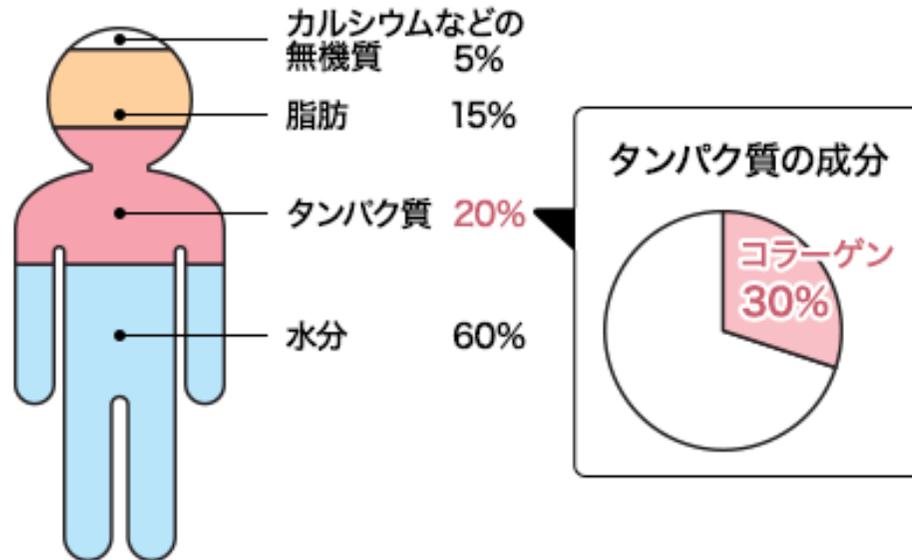


# ビタミンCはヒドロキシラーゼの補酵素である鉄分子の還元に必要な



→ビタミンCが不足すると、コラーゲンの産生が行えなくなり壊血病を引き起こす。

# コラーゲンはヒトの主要なタンパク質成分である



体重が50kgの人の場合、3kgものコラーゲンが存在することになる。

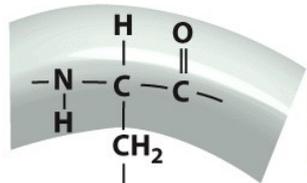
真皮に存在するコラーゲンだけでも、1.2kg存在することになる。

コラーゲンは非常に安定なタンパク質であり、真皮におけるコラーゲンの半減期は15年、軟骨では117年と言われている。

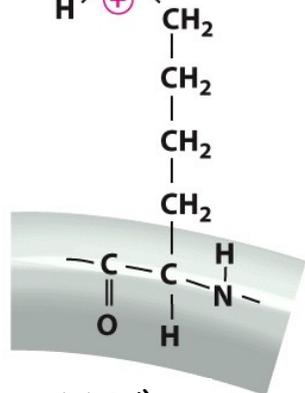
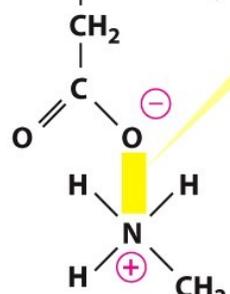
→さて、コラーゲンを摂取した翌日に、肌のハリや弾力が良くなるといった効果があり得るだろうか？

# 3種類の非共有結合がタンパク質を折りたたむのに使われる

グルタミン酸



静電引力



リジン

水素結合

ファンデルワールス引力

水素結合

バリン

バリン

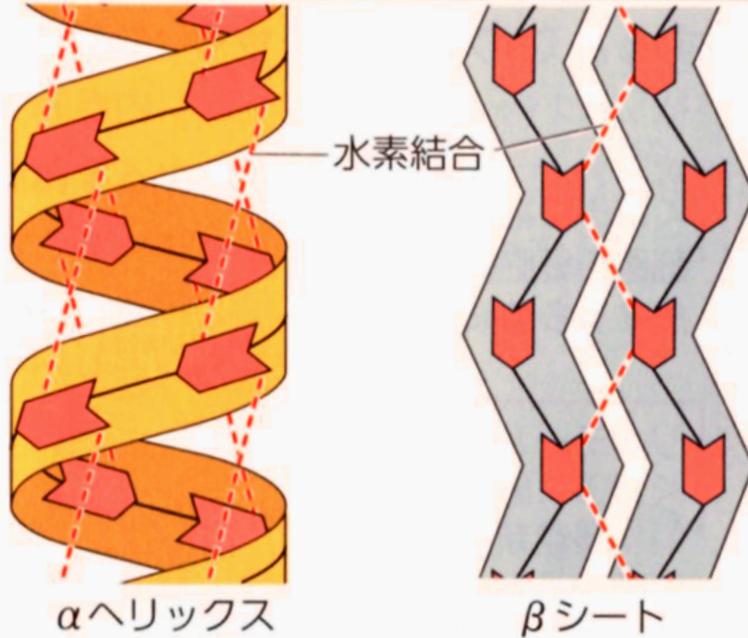
アラニン

水素結合

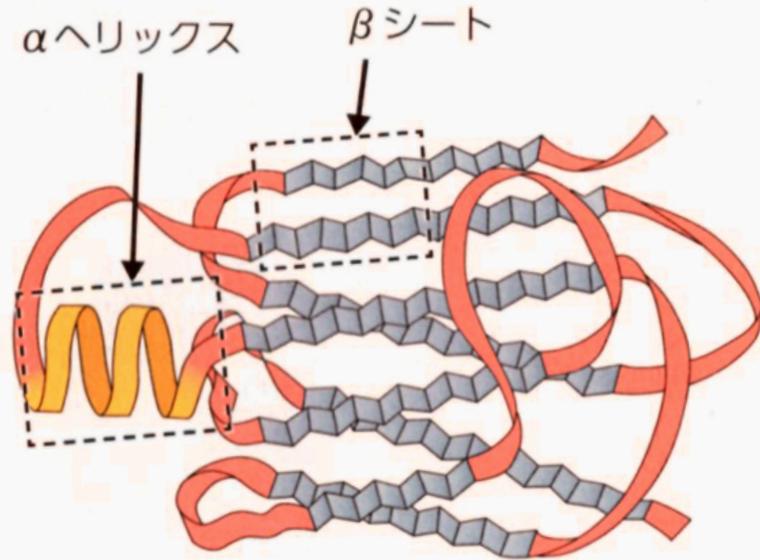
電気陰性度の高い原子(O, N, F)に共有結合した水素原子が、近傍のO, N, Fと作る非共有結合性の相互作用

# タンパク質の基本構造

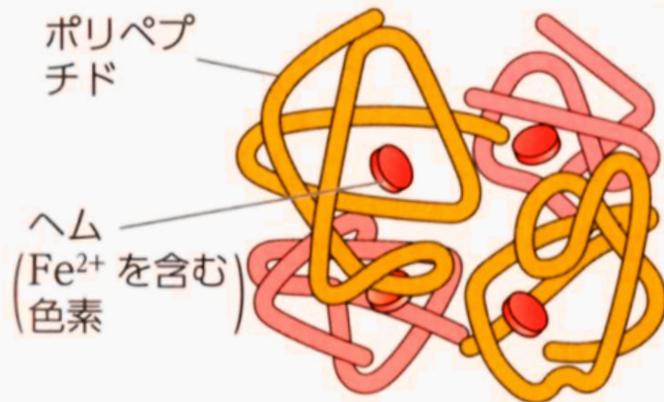
## ① 二次構造



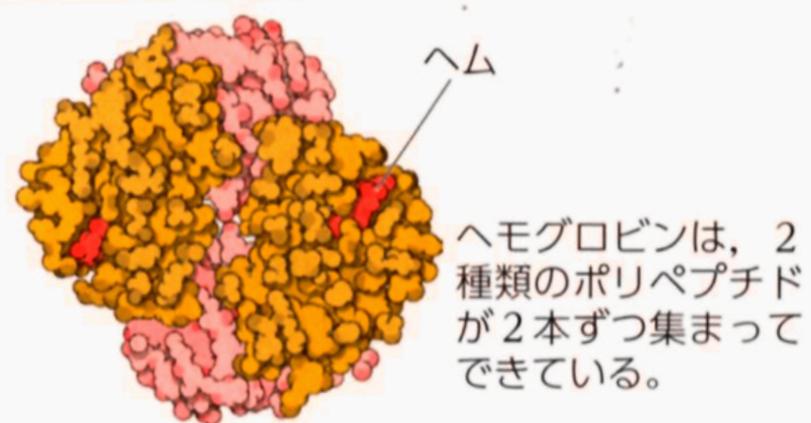
## ② 三次構造



## ③ 四次構造

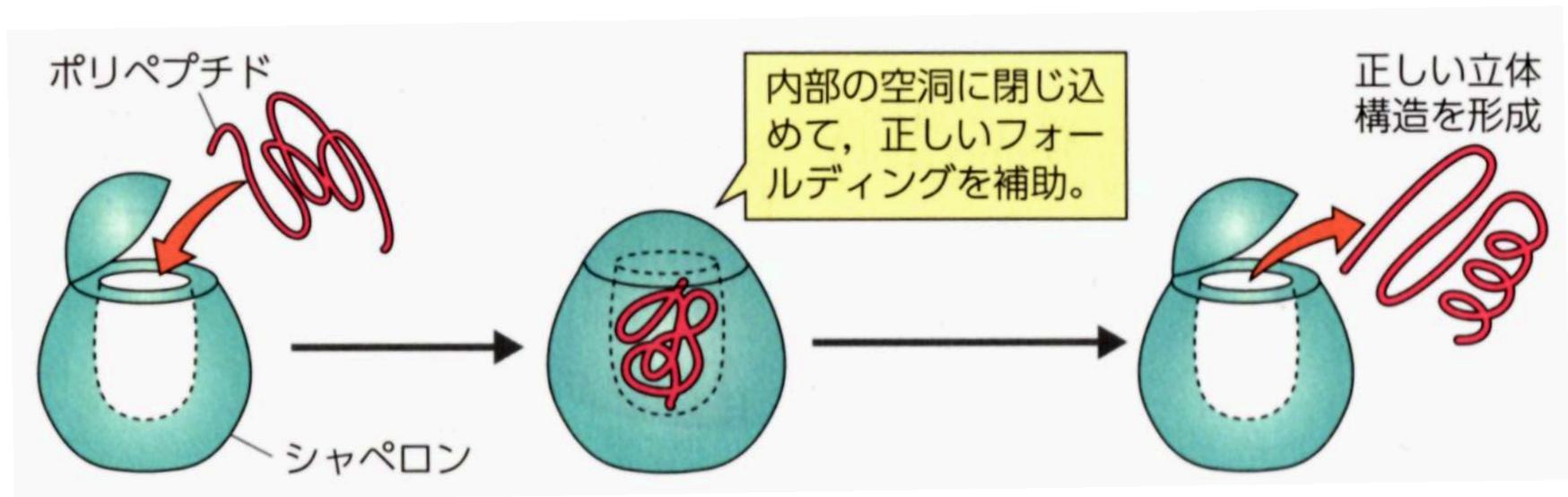
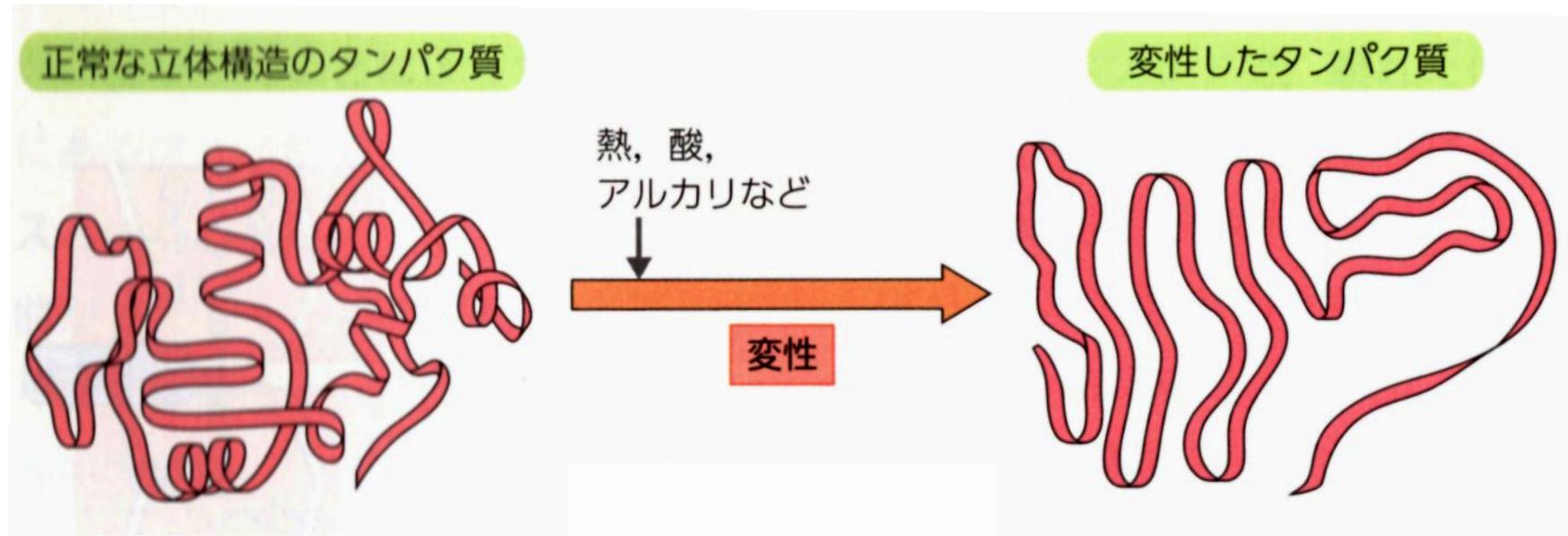


a. ポリペプチドを管状に示したヘモグロビン



b. 三次構造をとったポリペプチドをかたまりとして示したヘモグロビン

# タンパク質の基本構造



# 酵素

機能：共有結合の切断や形成を触媒



例：細胞は何千種類もの酵素を含んでおり、個々の酵素はそれぞれ特定の反応を触媒(加速)する。例えば、トリプトファン合成酵素—トリプトファンの合成。ペプシン—消化器内で食物中のタンパク質を分解。リブロースビスリン酸カルボキシラーゼ—植物で二酸化炭素を糖に変換する反応に関与。DNAポリメラーゼ—DNAを合成。タンパクキナーゼ—タンパク質分子にリン酸基を付加。

# 構造タンパク

**機能**：細胞や組織の機械的な支持体となる。



**例**：コラーゲンやエラスチンは細胞外マトリクスに共通して見られ、腱や靭帯の線維を形成する。細胞内ではチューブリンが長くて硬い微小管を、アクチンが細胞膜を裏打ちして支持体となる線維を作っている。ケラチンは表皮細胞を補強する線維を作り、髪の毛や角の主成分タンパク質となっている。

# 輸送タンパク

機能：小型の分子やイオンの運搬



例：血流中の血清アルブミンは脂肪を、ヘモグロビンは酸素を、トランスフェリンは鉄を運搬する。細胞膜に埋め込まれている多数のタンパク質は、イオンや小分子を膜を横断して輸送する。例えば、細菌のバクテリオロドプシンは光で活性化されるプロトンポンプで、 $H^+$ を細胞外に輸送する。グルコース運搬体は細胞の内外へグルコースを往復輸送する。また、 $Ca^{2+}$ ポンプは、 $Ca^{2+}$ イオンが筋肉の収縮を引き起こした後に筋肉細胞の細胞質から $Ca^{2+}$ イオンを除去する。

# モータータンパク

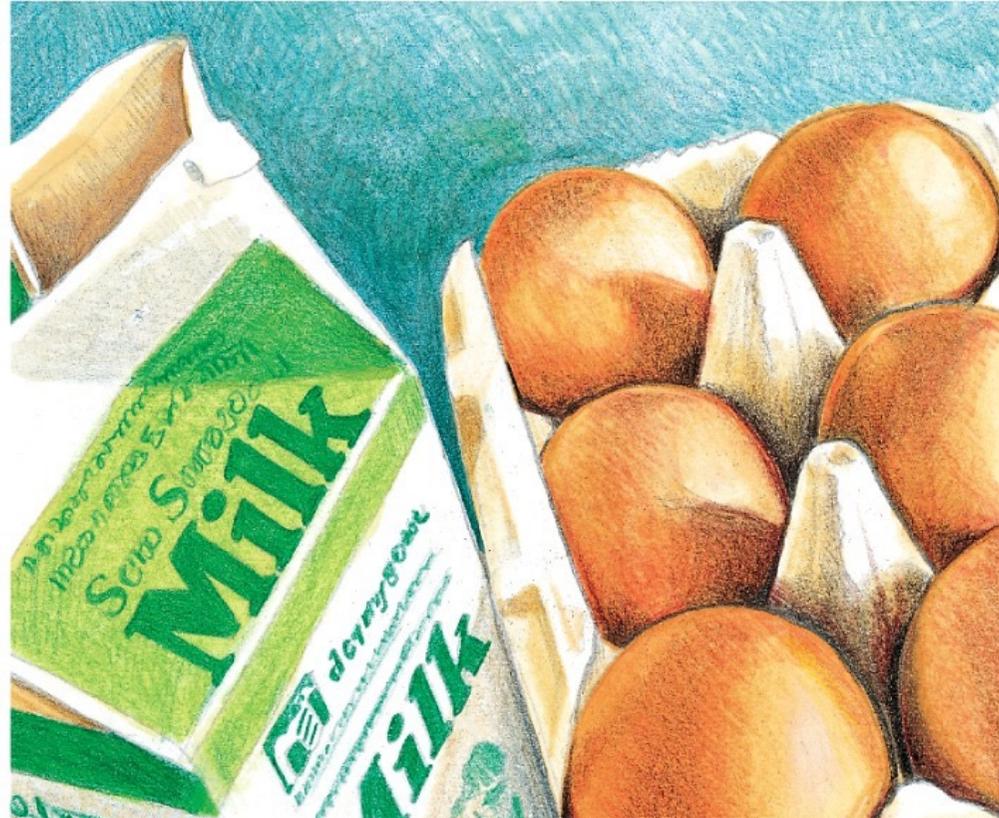
機能：細胞や組織の運動をつかさどる



例：骨格筋細胞にあるミオシンは、人体の運動をつかさどる。キネシンは微小管とともに働いて細胞小器官の移動に関わる。ダイニン是真核細胞の繊毛や鞭毛の波打つような運動に関わる。

# 貯蔵タンパク

機能：アミノ酸やイオンを貯蔵する



例：鉄は小型のタンパク質、フェリチンに結合したかたちで肝臓に貯蔵される。卵白のオボアルブミンは鳥類の胚の発生過程で使われるアミノ酸の貯蔵庫となっている。乳汁に含まれるカゼインは哺乳類の乳児期のアミノ酸源となる。

# シグナルタンパク

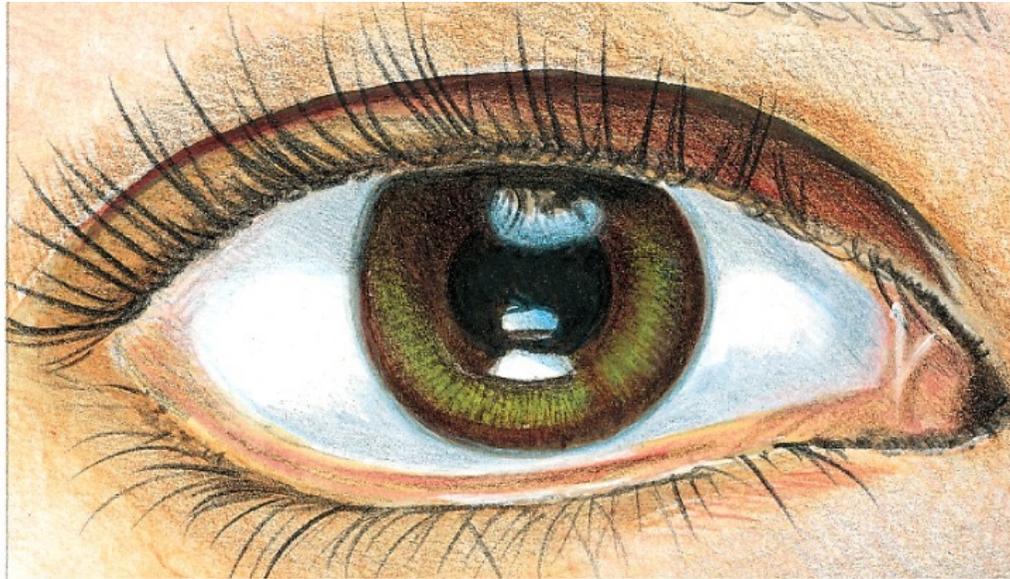
**機能**：細胞間でのシグナル伝達を行う



**例**：動物で様々な生理機能の調整に関わるホルモンや増殖因子の多くはタンパク質である。例えば、インスリンは血液中のグルコース濃度を調整している。ネトリンは、発生中の胚で成長途上の神経細胞の軸索を発生途上の脊髄の特定の位置に導く。神経成長因子(NGF)は、一部の神経細胞を刺激して軸索を伸長させる。上皮増殖因子(EGF)は上皮細胞の成長と分裂を促進する。

# 受容体タンパク

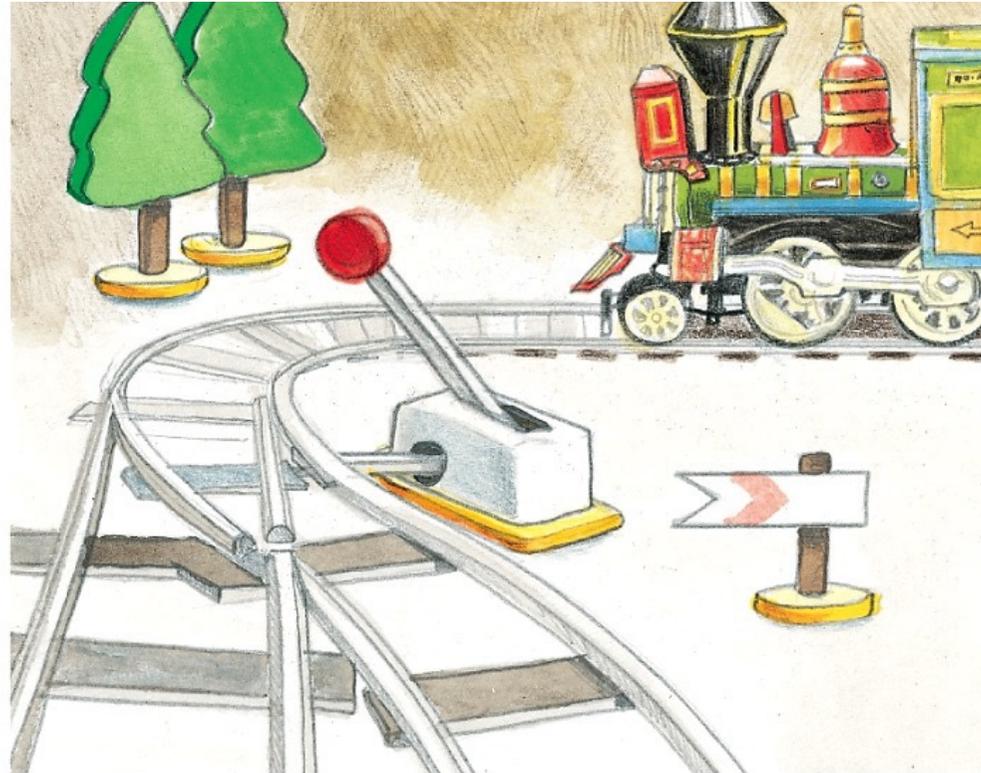
**機能**：シグナルを検出し細胞の応答装置へと伝達する



**例**：網膜にあるロドプシンは光を感じる。金細胞膜にあるアセチルコリン受容体は、神経終末から放出されるアセチルコリンにより活性化する。インスリン受容体は、ホルモンのインスリンに応じて細胞にグルコースの取り込みを行わせる。心筋にあるアドレナリン受容体にアドレナリンが結合すると、心臓の拍動数が増加する

# 遺伝子調節タンパク

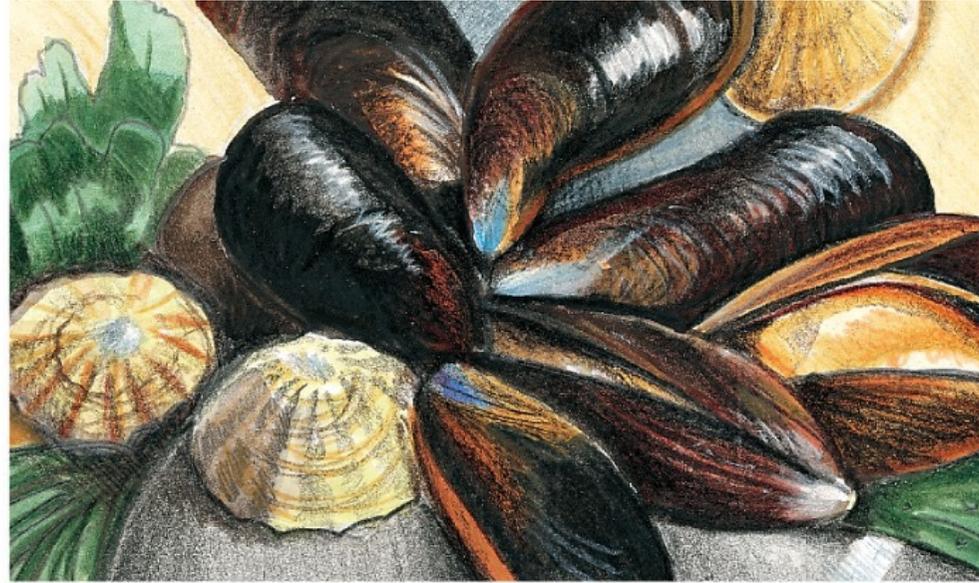
**機能**：DNAに結合して遺伝子のオン/オフを調節する



**例**：細菌のラクトースリプレッサーは、ラクトース分解酵素の遺伝子を働かせなくさせる。色々なホメオドメインタンパクはヒトを含む多細胞生物で遺伝子のスイッチとして働き、分化を調節する。

# 特殊な機能を持つタンパク

機能：きわめて多様



例：きわめて特殊な性質を持つタンパク質を色々見るにつけ、タンパク質の機能の幅広さが実感される。極洋の魚類は血液の凍結防止タンパクを持つ。クラゲの一種は緑色蛍光タンパクを持ち光を放つ。アフリカの植物の一種に含まれるモネリンは、甘みがきわめて強い。ムラサキイガイなどの海洋生物は接着タンパクを分泌して、海洋中で岩にしっかりとくっついている。