

# 生体も化学物質 —生化学—

## 梶本興亜

〔本講義では多くのデータを、功刀 滋、斉藤正治著「生化学」化学同人（2007）、から引用しました。この本は、初学者が生化学の概要を知るための入門書として優れていますので、このテーマに関心のある人に勧めます。〕

<p>1. 人の体を作る元素 ・体を作る化学物質</p> <p>2. 糖と代謝 ・糖類 ・エネルギー代謝</p> <p>3. 脂質と生体膜 ・脂質と脂質二重層 ・生体膜の構造</p> <p>4. アミノ酸と酵素 ・アミノ酸 ・酵素と活性</p> <p>5. 核酸と遺伝情報 ・核酸 ・セントラルドグマ</p>	<p>細胞膜 液胞 核膜 核 核小体 リソソーム リボソーム ミトコンドリア 細胞質 中心体 粗面小胞体 滑面小胞体 ゴルジ体</p>
--	---

図は、功刀 滋、斉藤正治著「生化学」化学同人（2007）、から引用

年代	人と事項	ノーベル賞 受賞年 分野
1828	ヴェーラー シアン酸アンモニウムから尿素を合成	
1833	ペイン ジャスターゼ(アミラーゼ)を発見	
1835	ベルセリウス アミラーゼを触媒として紹介	
1838	ベルセリウス タンパク質を発見	
1880	パストゥール 発酵が酵素によることを発見	
1869	ミーシャー 細胞核にヌクレイン(DNA)を発見	
1881	コッセル ストレインが核酸であることを解明	1910 医
1897	ブフナーら 酵母抽出液でグルコースをアルコールに	1907 化
1900頃	グリセロールなどの工業材料が微生物によって生産できることが示される	
1900頃	工業都市の人口増加に伴い、下水の微生物処理が始まる	
1906	ホプキンス 補欠因子(ビタミン)の概念を提唱	1929 医
1909	レヴェン RNAを発見	
1913	ヴィルシュテッター クロロフィルの構造を解明	1915 化
1913	ミカエリスとメンテン 酵素反応式を提案	
1921	バンティングら インシュリンを単離	1923 医
1926	サムナー ナタ豆のウレアーゼを結晶化、タンパク質であることを示す	1946 化
1926	モーガン 遺伝子の理論を発表	1933 医
1929	ワレミング ペニシリンを発見	1945 医
1932	シュタウディンガー セルロースが高分子であることを証明	1953 化
1937	クレブス TCAサイクルを解明	1953 医
1941	リップマン エネルギー代謝におけるATPの役割を解明	
1943	ワックスマン ストレプトマイシンを発見	1952 医
1944	アベリーら DNAが遺伝の本質であることを実証	
1945	リップマンら AcCoAを発見	1953 医
1952	ポーリングら $\alpha$ ヘリックス、 $\beta$ シート構造を提唱	1954 化
1953	ワトソンとクリック DNA二重らせん構造を発表	1962 医
1953	サンガー 最初のタンパク質アミノ酸配列を解明(インシュリン)	1958 化



ヴェーラー



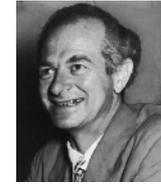
ルイ・パスツール



ミーシャ



ハンス・クレブス



ポーリング



ワトソン



クリック

写真は、Wikimediaおよび丸山工作著「生化学を作った人々」裳華房(2001)、より引用

### 人の体を作る元素

元素	重量%	Clarke数
O	61.4	49.5
C	22.8	0.08
H	10.0	0.87
N	2.6	0.03
Ca	1.43	3.39
P	1.11	0.08
K	0.20	2.40
S	0.20	0.06
Na	0.14	2.63
Cl	0.14	0.19
Mg	0.027	1.93
Fe	0.006	4.70
Si	0.001	25.8
Al	--	0.76

表面地殻16km以内での存在比(重量%)

**H<sub>2</sub>O** : 人の体の65%

**糖質 (炭水化物、多糖類)**

- ・単位は単糖類
- ・糖エーテル結合 (グルコシド結合)
- ・エネルギー、構造形成、代謝など

**脂質 (リン脂質)**

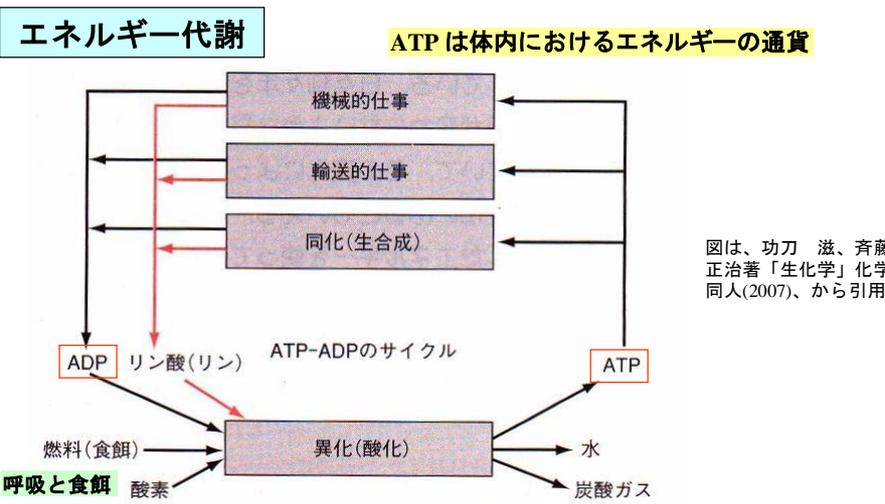
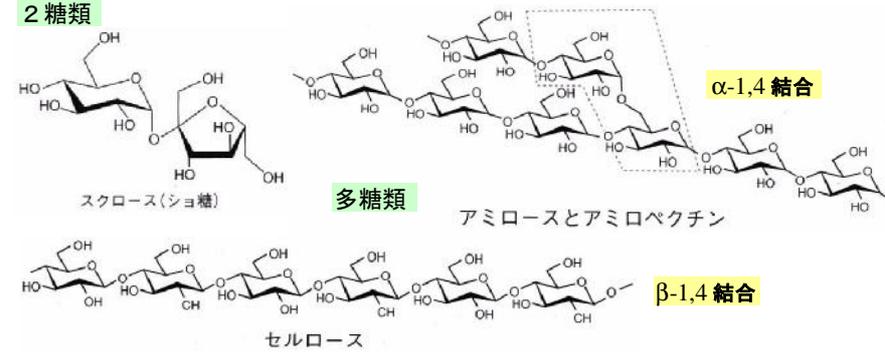
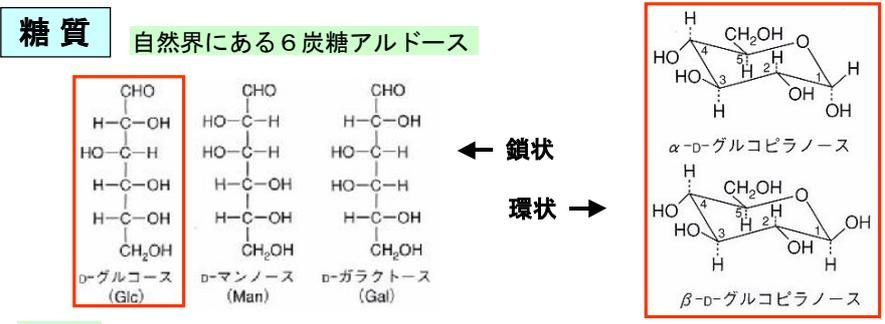
- ・グリセロール、脂肪酸、リン酸
- ・会合性低分子 (疎水性水和)
- ・構造形成、エネルギーなど

**蛋白質 (Protein)**

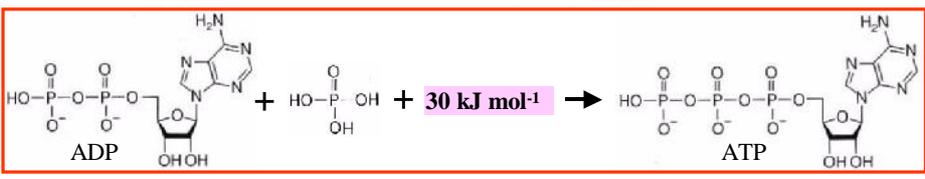
- ・単位はL-a アミノ酸
- ・ペプチド結合
- ・構造形成、触媒、輸送、制御、防御

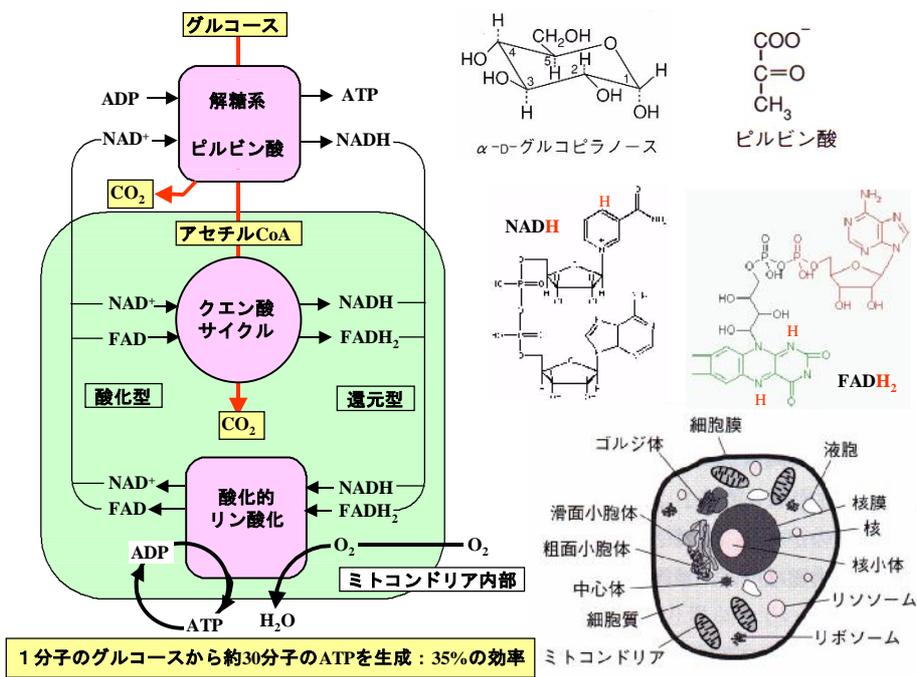
**核酸 (DNAなど)**

- ・単位はモノヌクレオチド
- ・ホスホジエステル結合
- ・遺伝情報の伝達



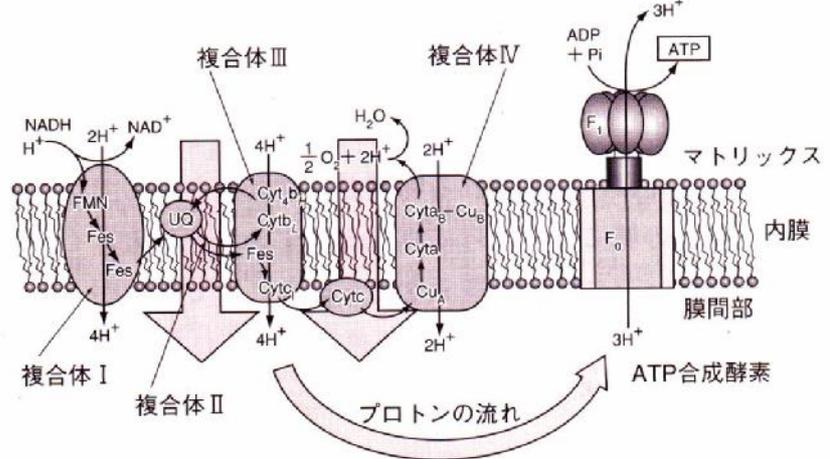
図は、功刀 滋、齊藤 正治著「生化学」化学同人(2007)、から引用





**酸化的リン酸化とプロトンポンプ**

必要なときに H<sup>+</sup>の濃度勾配を利用してATPを作る



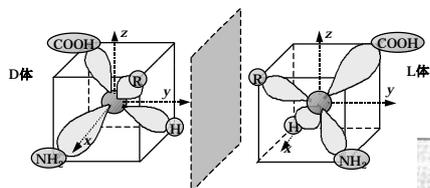
内部にH<sup>+</sup>を貯める：まるでダムのように！

図は、功刀 滋、斉藤正治著「生化学」化学同人（2007）、から引用



## アミノ酸と蛋白質

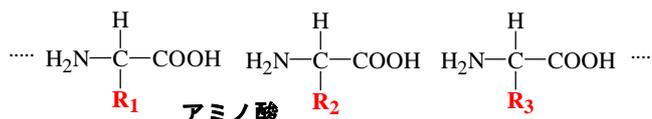
人体のアミノ酸は20種類！



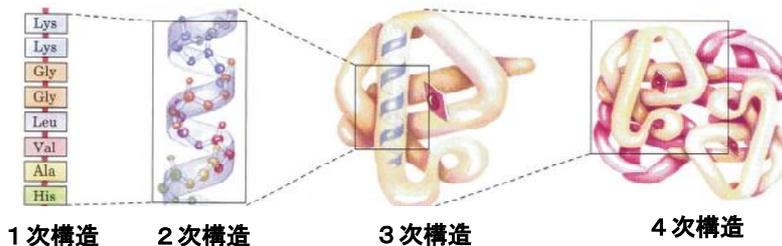
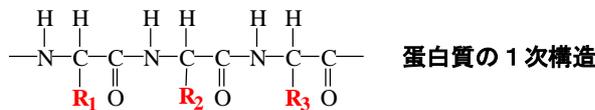
アラニン[A, Ala]	-CH <sub>3</sub>
イソロイシン[I, Ile]	-CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
ロイシン[L, Leu]	-CH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
フェニルアラニン[F, Phe]	-CH <sub>2</sub> -
プロリン[P, Pro]	
トリプトファン[W, Trp]	-CH <sub>2</sub> -
チロシン[Y, Tyr]	-CH <sub>2</sub> -
バリン[V, Val]	-CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>

疎水性	非イオン性	アスパラギン[N, Asp]	-CH <sub>2</sub> CONH <sub>2</sub>
		システイン[C, Cys]	-CH <sub>2</sub> SH
		グルタミン[Q, Gln]	-CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CONH <sub>2</sub>
		グリシン[G, Gly]	-H
		メチオニン[M, Met]	-CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> SCH <sub>3</sub>
		セリン[S, Ser]	-CH <sub>2</sub> OH
親水性	陰イオン性	アスパラギン酸[D, Asn]	-CH <sub>2</sub> COO <sup>-</sup>
		グルタミン酸[E, Glu]	-CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COO <sup>-</sup>
		アルギニン[R, Arg]	-CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> NHC(=NH <sub>2</sub> ) <sup>+</sup> NH <sub>2</sub>
イオン性	陽イオン性	ヒスチジン[H, His]	-CH <sub>2</sub> -
		リシン[K, Lys]	-CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>

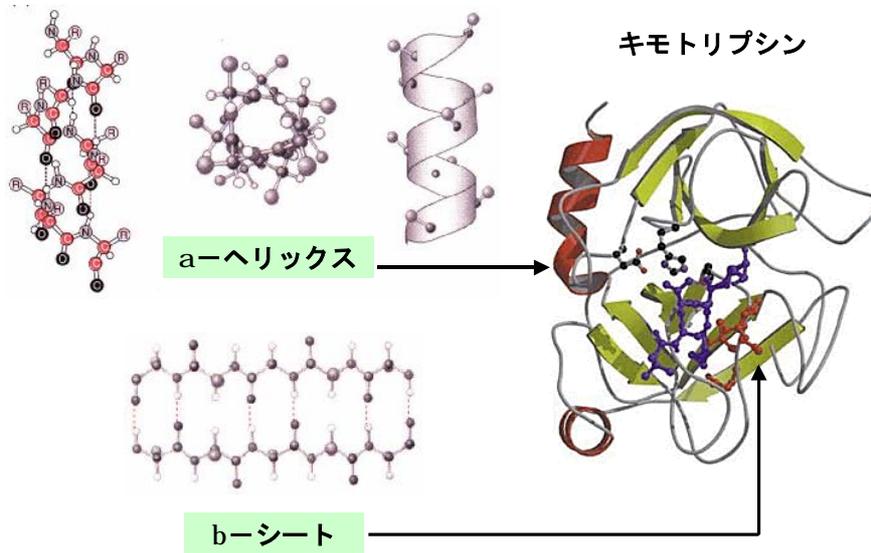
## アミノ酸から蛋白質へ



↓ ペプチド結合

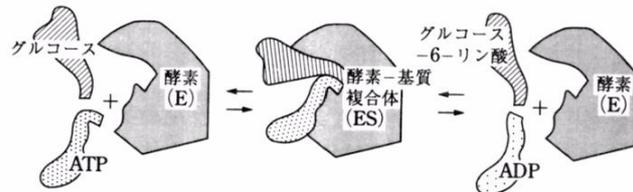


蛋白質の形

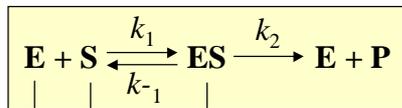


図はWikimediaより引用

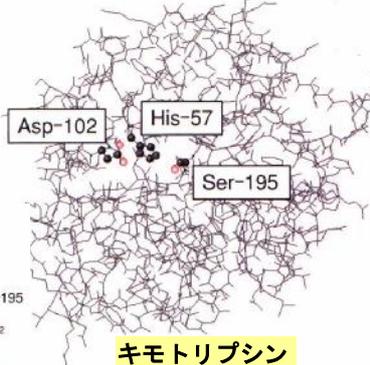
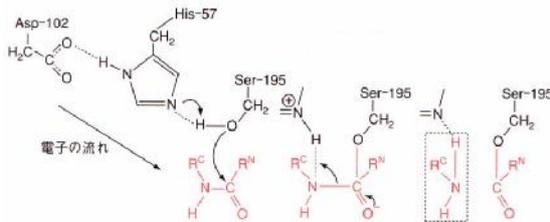
酵素



ミカエリス-メンテン機構



酵素 基質 複合体



キモトリプシン

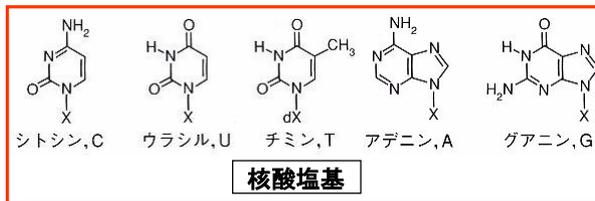
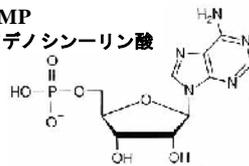
膵臓で生産される  
ポリペプチド消化酵素

図の一部は、功刀 滋、齊藤正治著「生化学」化学同人（2007）、から引用

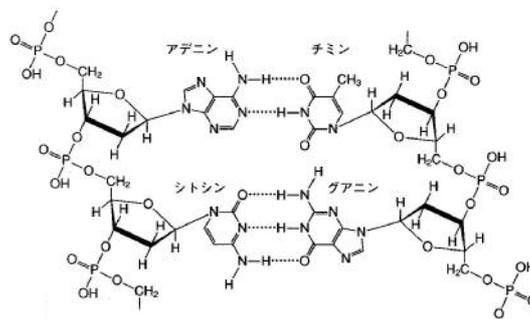
## 核酸と遺伝情報

AMP

アデノシンリン酸



核酸塩基



## アミノ酸の配列情報

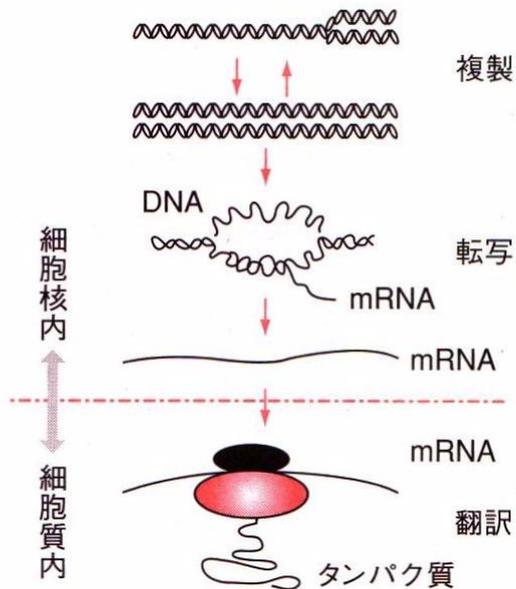
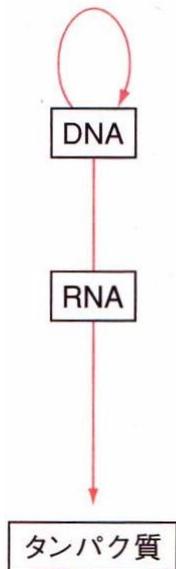
核酸情報とアミノ酸情報との対応表  
第2塩基

		U		C		A		G	
第1塩基	U	UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys
		UUC	Phe	UCC	Ser	UAC	Tyr	UGC	Cys
		UUA	Leu	UCA	Ser	UAA	End	UGA	End
		UUG	Leu	UCG	Ser	UAG	End	UGG	Trp
C		CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg
		CUC	Leu	CCC	Pro	CAC	His	CGC	Arg
		CUA	Leu	CCA	Pro	CAA	Gln	CGA	Arg
		CUG	Leu	CCG	Pro	CAG	Gln	CGG	Arg
A		AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser
		AUC	Ile	ACC	Thr	AAC	Asn	AGC	Ser
		AUA	Ile	ACA	Thr	AAA	Lys	AGA	Arg
		AUG	Met	ACG	Thr	AAG	Lys	AGG	Arg
G		GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly
		GUC	Val	GCC	Ala	GAC	Asp	GGC	Gly
		GUA	Val	GCA	Ala	GAA	Glu	GGA	Gly
		GUG	Val	GCG	Ala	GAG	Glu	GGG	Gly

Endは終了を意味する。また、開始はAUG(Met)が使われる。

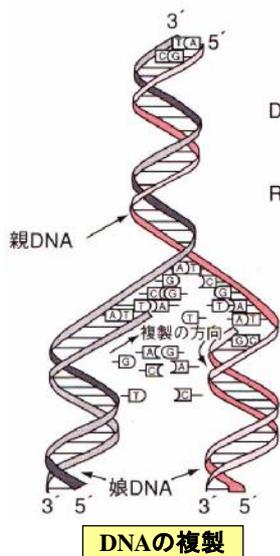
表の一部は、功刀 滋、齊藤正治著「生化学」化学同人(2007)、から引用

セントラルドグマ



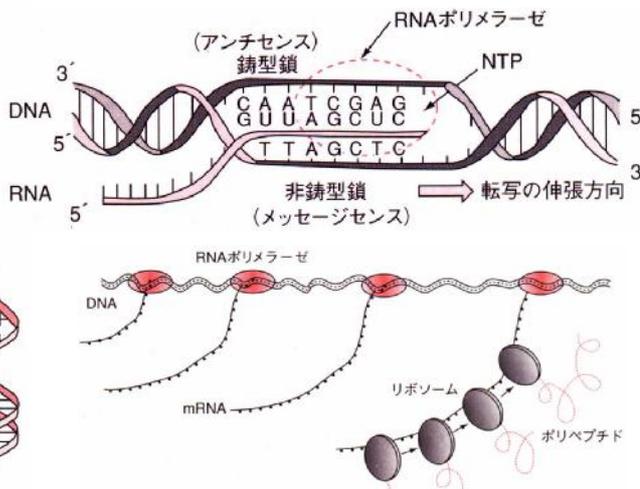
図は、功刀 滋、斉藤正治著「生化学」化学同人（2007）、から引用

複製・転写と合成



DNAの複製

RNAへの転写



転写と合成

図は、功刀 滋、斉藤正治著「生化学」化学同人（2007）、から引用