

基礎生物学<第3回>

火曜2限

8-401

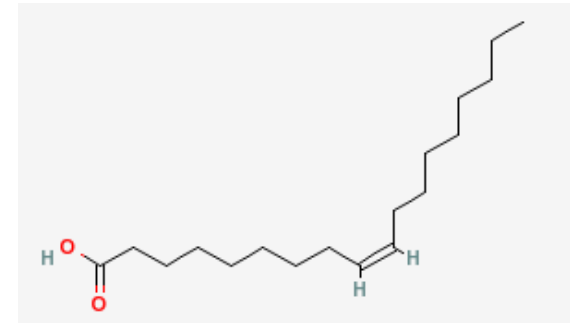
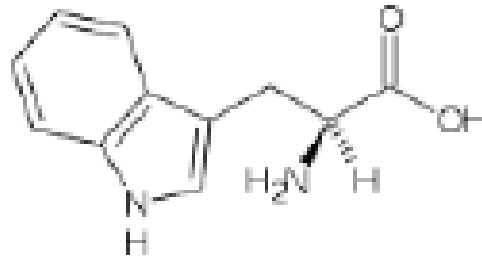
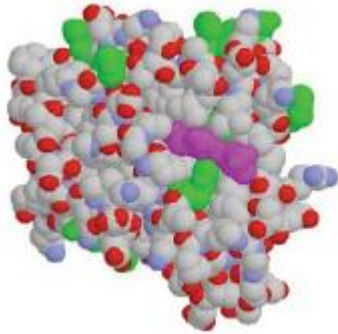
担当教員：菅原一輝

本日の内容

- ゲノムと遺伝子
 - 遺伝子/遺伝情報とは何か？
 - 染色体とDNA
 - DNAとRNAの機能
- 遺伝と複製
 - 遺伝情報の複製
 - DNAからの合成様式
 - DNAの損傷と自己修復機能
- まとめ

生命の設計図

- 生物の体は如何にして作られるか？
 - 材料：第1, 2回の講義で説明した物質群
 - (タンパク質・アミノ酸・脂質 etc...)



- 材料さえあれば作れる？
- →中世の錬金術師はそう考えていたが...

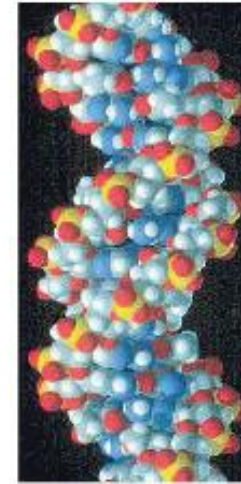
- ものづくりには”**設計図**”が必要
- では生物における”**設計図**”はどこにある／一体何？

遺伝子とゲノム情報

- 生命に関する様々な情報 = **遺伝子**

- 具体的に遺伝子って何？

- DNAの塩基配列の情報 →



- ゲノムとは？

- 一生命個体の全遺伝情報
- ショウジョウバエやイロイヌナズナなどで全ゲノム情報が解読されている

- これら遺伝情報に従って生命は形作られている

余談：ヒトゲノム計画

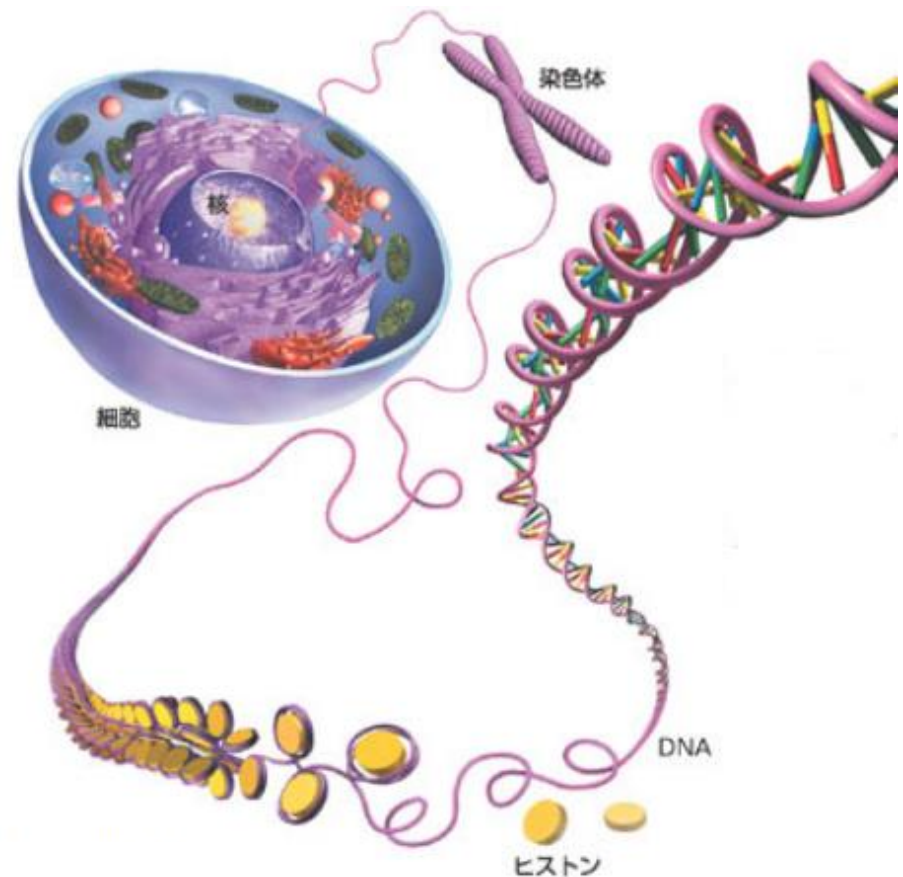
- 1990年から2003年の間に行われたヒトの全ゲノムを解読するプロジェクト
- ヒトの全ゲノムが分かるとどんな利益がある？
 - 例えば...ガンやアルツハイマー病などの遺伝子が関係する病気や遺伝性の疾病(フェニルケトン尿症など)の治療
 - 上記のような特定の疾患が起きる可能性の予測



将来的な遺伝子治療への応用

DNAはどこに存在する？

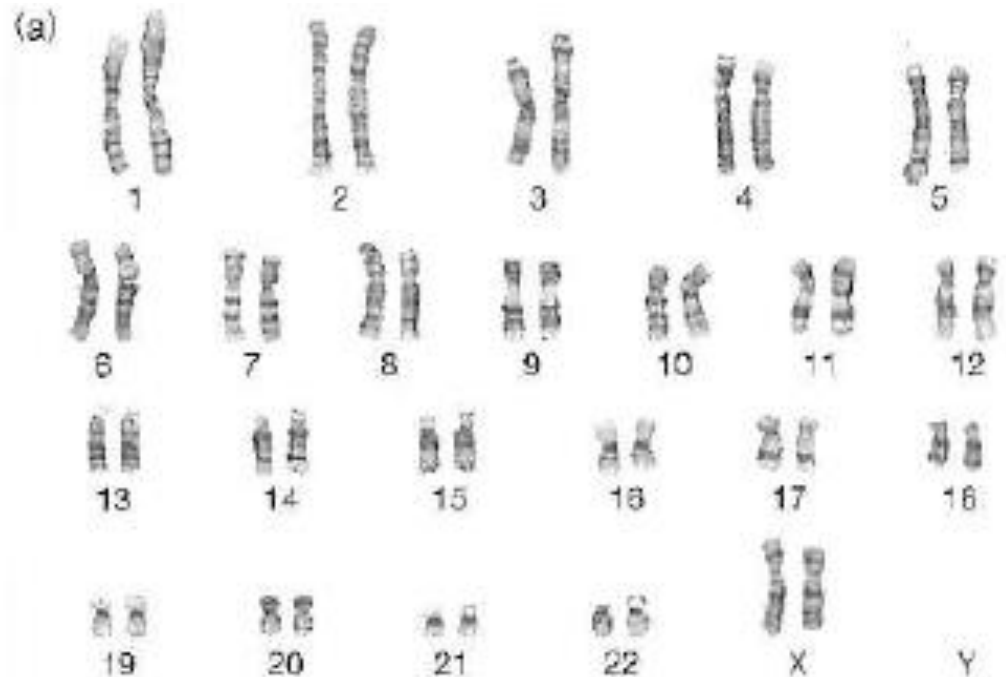
- 細胞内には”核”が存在する
 - 核内に存在する染色体がDNA(+ヒストン蛋白)で構成されている
- 核酸(DNA&RNA)が遺伝情報の保持に重要な役割を果たしている



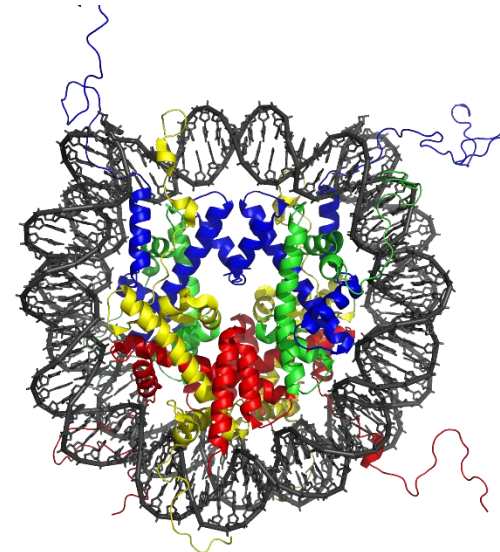
染色体について

- 染色体

- ヒトの場合23本×2で46本存在
- 22対と性染色体X or Y
- 生物によって本数が異なる 例：玉ねぎ16本 金魚104本

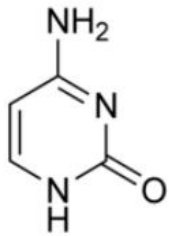


ヒストンタンパク質の周りにDNAが巻きついているような形で折りたたまれている

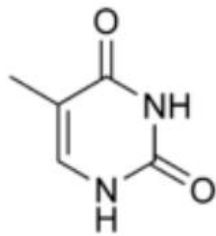


DNAの塩基情報

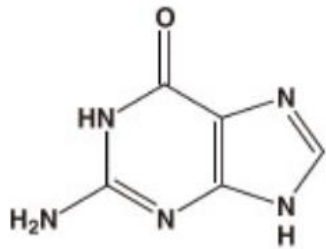
- 塩基情報とは何か？
 - DNAは4種類の塩基で構成



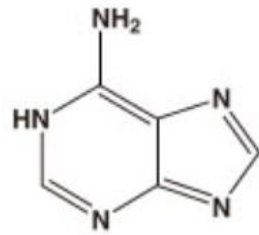
シトシン (C)



チミン (T)

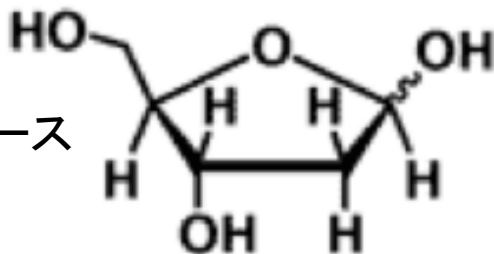


グアニン (G)

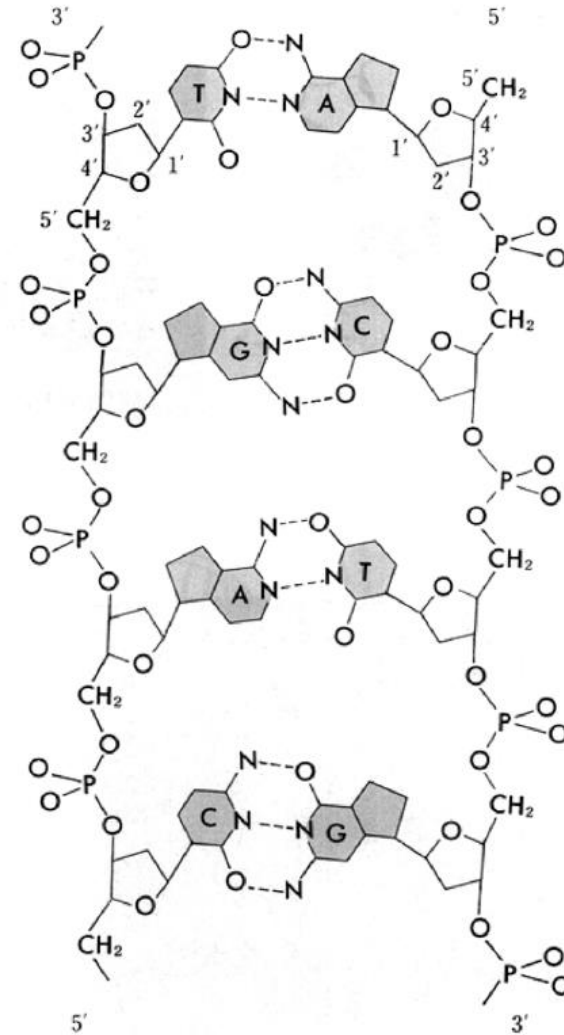


アデニン (A)

+



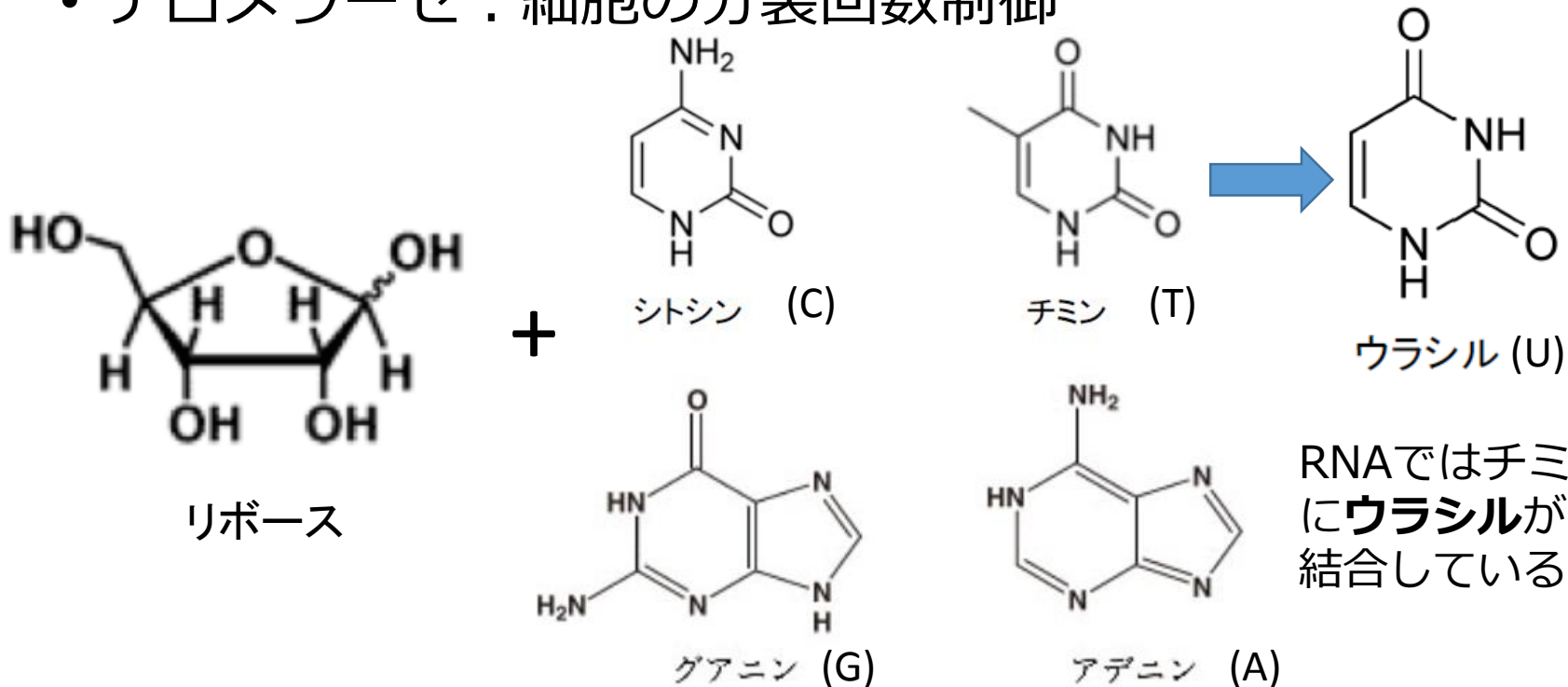
デオキシリボース



T-A, G-Cが結合して2重らせん構造を形成

RNAの役割

- リボソームRNA：タンパク質合成
- メッセンジャーRNA：遺伝子情報の伝達
- トランスファーRNA：コドン情報をアミノ酸へ変換
- リボザイム：酵素作用
- テロメラーゼ：細胞の分裂回数制御



DNAとRNAの違い

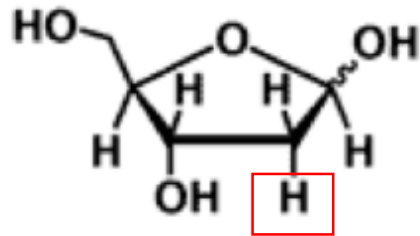
糖鎖

塩基

機能

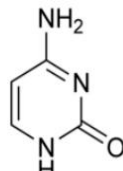
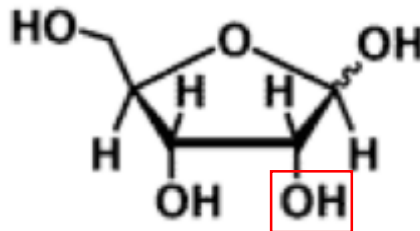
- DNA

- デオキシリボース

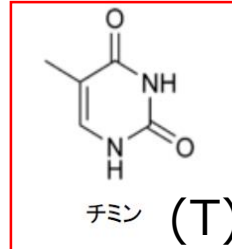


- RNA

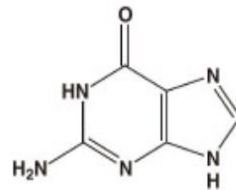
- リボース



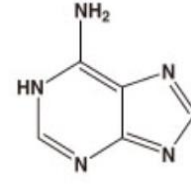
シトシン (C)



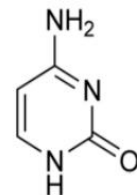
チミン (T)



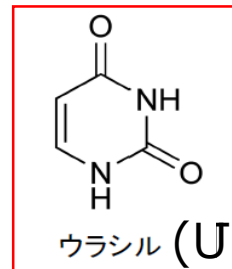
グアニン (G)



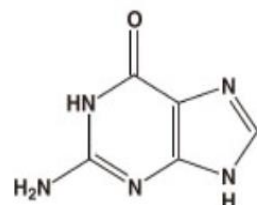
アデニン (A)



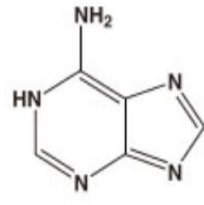
シトシン (C)



ウラシル (U)



グアニン (G)



アデニン (A)

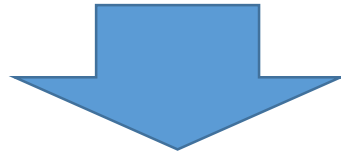
遺伝情報の保持

DNA情報の一時的利用

質問：何故似たような物質で構成されているのに機能が異なるの？

RNA機能の重要性

- RNAの役割：DNA情報から生物の構成物質の合成
 - 生物の恒常性を保つために反応は制御される必要がある
- DNAに比べRNAは物質として不安定
 - そのため、RNAのコントロールが容易



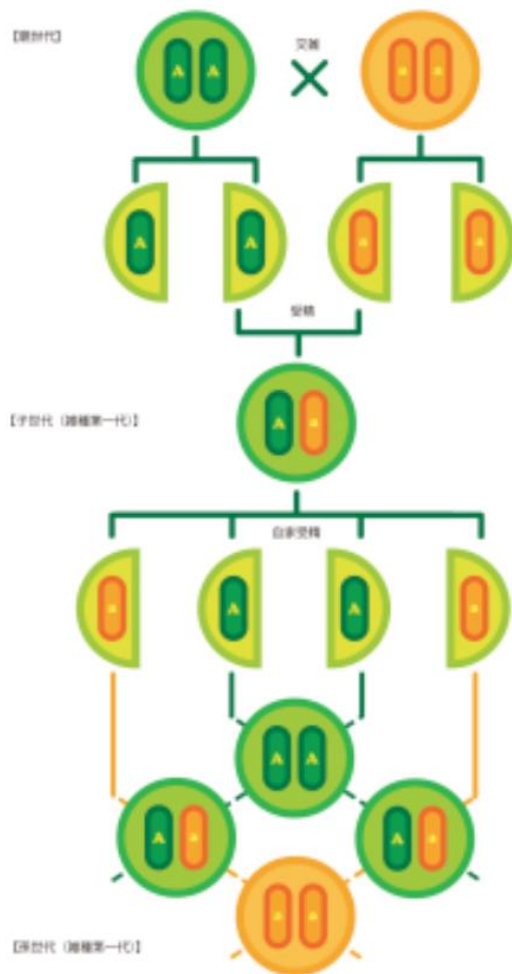
- 僅かな構造の違いから来る化学特性を利用して、**物質合成の制御**を行っている

ここまでのまとめ

- 遺伝子とゲノム
 - 遺伝子：生命を形作るための遺伝情報
 - ゲノム：一生命個体の全遺伝情報
- DNAと染色体
 - DNAは核の染色体を構成している
 - 染色体はヒトの場合常用染色体は22対、性染色体1対
 - DNAはデオキシリボースに4種類の塩基が結合
 - 塩基配列 = 遺伝情報
- RNAの機能
 - RNAはDNAの遺伝情報から物質を合成
 - 不安定さを利用して物質生成の制御を行っている

遺伝情報の伝わり方

・メンデルのえんどう豆の交雑実験



・ 背の高いえんどう豆
 " 低い " だけを育てる → 形態は保存される

・ 背の高いものと低いものを掛け合わせる
 → 全て背の高いえんどう豆になる

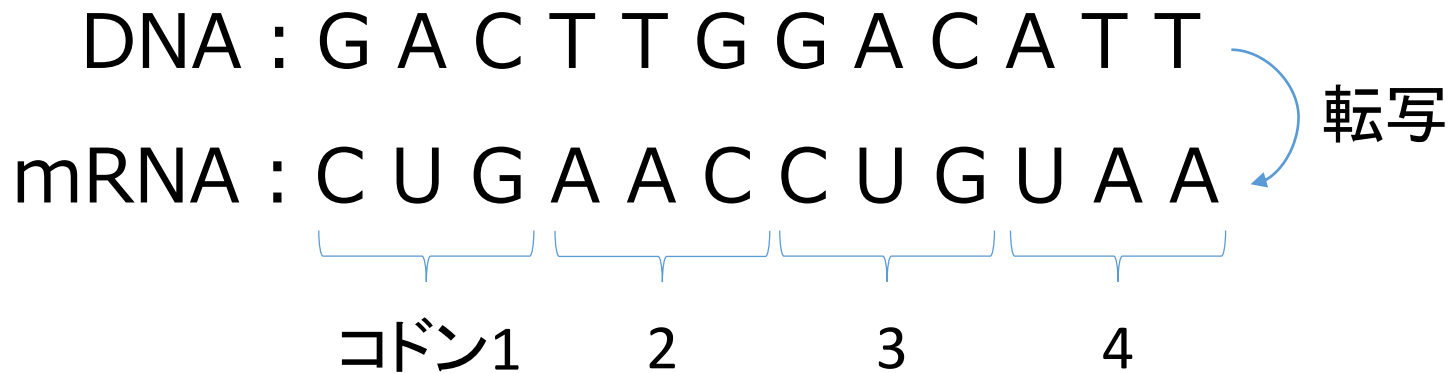
・ この背の高いえんどう豆同士を掛け合わせる
 → 背の高いものと低いものが3:1で出現

・ 背の高さ以外に豆の形(丸・細長)やしわの有無の特徴を持つ株を掛け合わせる
 → それぞれの表現型が独立して出現

・ 優性の法則 分離の法則 独立の法則

遺伝情報からの合成プロセス

- DNAは4種類の塩基の並び順で遺伝情報を保持
- タンパク質を合成する場合
- 3つの塩基の並びを1セットとして”**コドン**”と呼ぶ



このコドンの情報(トリプレット)によって合成されるアミノ酸が決まる

コドンからアミノ酸へ

- コドン表

		2					
		U	C	A	G		
1	U	フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	U	3
		フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	C	
		ロイシン	セリン	終止	終止	A	
		ロイシン	セリン	終止	トリプトファン	G	
	C	ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	U	
		ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	C	
		ロイシン	プロリン	グルタミン	アルギニン	A	
		ロイシン	プロリン	グルタミン	アルギニン	G	
	A	イソロイシン	スレオニン	アスパラギン	セリン	U	
		イソロイシン	スレオニン	アスパラギン	セリン	C	
		イソロイシン	スレオニン	リシン	アルギニン	A	
		メチオニン(開始)	スレオニン	リシン	アルギニン	G	
	G	バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	U	
		バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	C	
		バリン	アラニン	グルタミン酸	グリシン	A	
		バリン	アラニン	グルタミン酸	グリシン	G	

コドン表を用いて
変換すると・・・

mRNA : C U G A A C C U G U A A



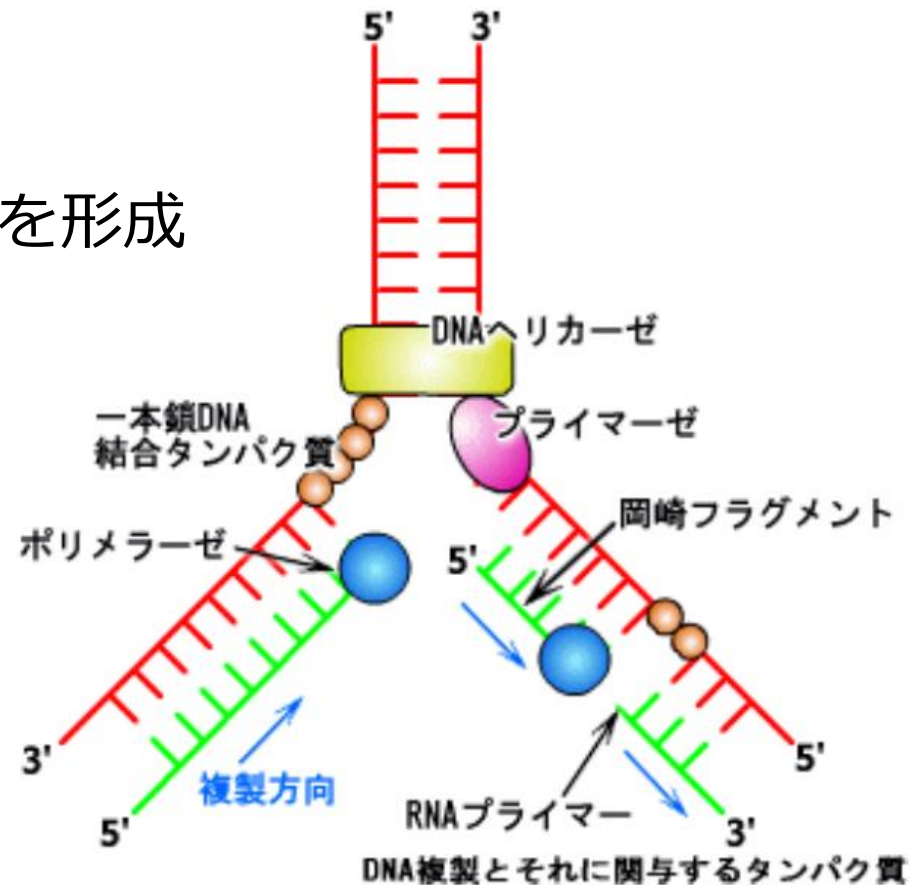
ロイシン アスパラギン ロイシン 終止

余談：実際の研究では

- DNA&RNA情報は非常に重要
 - DNA情報：
 - どういうタンパク質を持っているか
 - タンパク質=酵素：どういう反応を起こしているか
 - 保存領域の比較
 - 類縁の生物種の同定(16S, 18S rRNA系統解析)
 - RNA情報：
 - mRNAの情報を読み取る
 - ある刺激に対してどう反応するか
- 生物の持つ情報や生体活動の理解に活用

DNAの複製

- 複製プロセス
 - 二本鎖が一本鎖に
 - プライマーが一本鎖と結合
 - DNAポリメラーゼが鋳型の一本鎖と対になるヌクレオチド鎖を形成
 - DNAリガーゼがDNA鎖をつなぎ合わせる
 - 鋳型的一本鎖と新しく合成された鎖で二重らせん構造を取り、新しい二本鎖に



DNAの持つ情報量と損傷

- ヒトのゲノムサイズ
 - 4塩基が30億個連なったもの
 - $(2 \text{ bit} \times 3 \times 10^9 = 60 \text{ Gbit} \doteq 750 \text{ Mbyte})$
 - DVDディスクに6人分の遺伝情報が保存可能
- これだけの情報をミス無く複製出来る？
 - 実は結構複製ミスが起きている(1細胞で30~50万回/day)
- 複製ミスが起きる理由は？
 - DNAの複製速度が早いため(50個/秒)
 - 放射線や活性酸素などの環境要因
- 通常はDNAポリメラーゼの働きで修復されるが...

DNA変異

- 突然変異
 - 例：アルビノのカラス
 - メラニン色素の生合成に関わる遺伝情報の欠損



<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%98%E3%83%B3%E3%83%9A%E3%83%AB%E3%81%AE%E3%82%AB%E3%83%A9%E3%82%B9>

- DNAポリメラーゼによって修復されなかったDNA鎖は欠損した状態で情報が保存される
- ↓
- 次回の複製時には欠損と認識されずに遺伝情報が複製されてしまう

本日のまとめ

- ゲノムと遺伝子, DNA&RNAについて
- 遺伝様式
 - メンデルの法則：分離・優性・独立の法則
- DNAからの合成プロセスと複製
 - DNAの塩基配列はmRNAに転写
 - 3塩基1セットのコドンからアミノ酸が決定
 - DNAの複製は、2本鎖が解きほぐされて相補的に生成された新しい鎖と2本鎖を形成
- DNAの損傷と修復
 - 複製過程や環境要因でDNAは損傷を受ける
 - 大部分は修復されるが、一部は変異を引き起こす原因となる