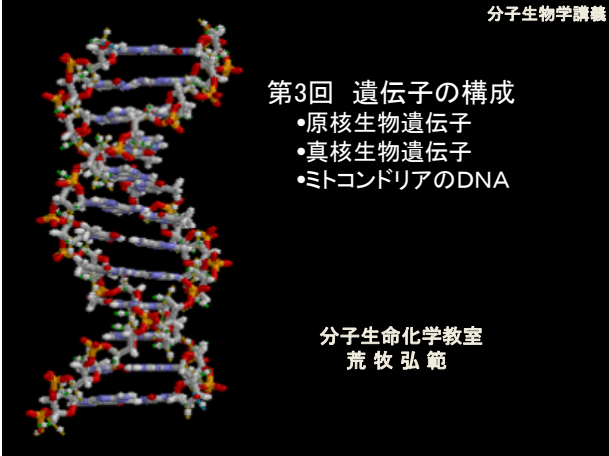


第3回 遺伝子の構成

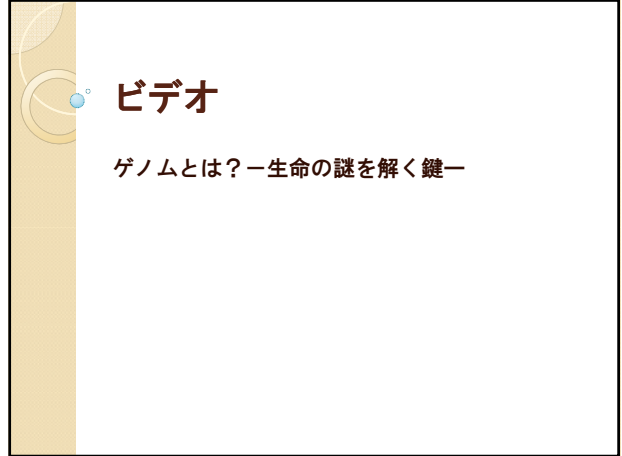
- 原核生物遺伝子
- 真核生物遺伝子
- ミトコンドリアのDNA

分子生命化学教室
荒牧 弘 範

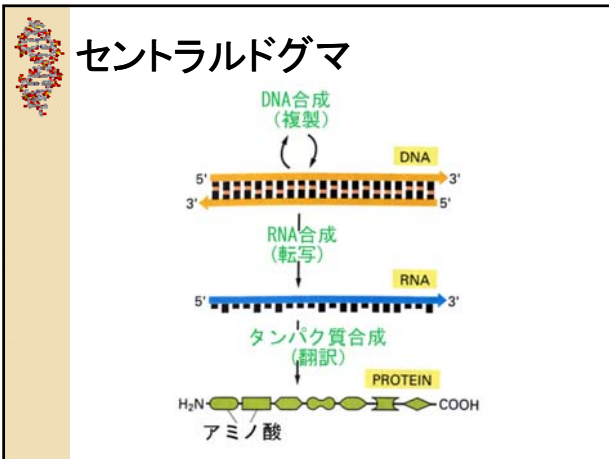
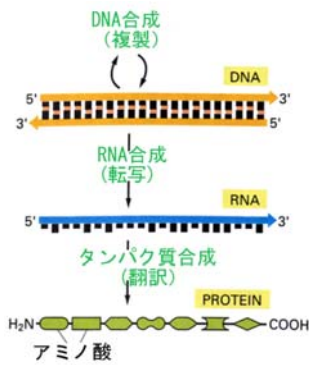


ビデオ

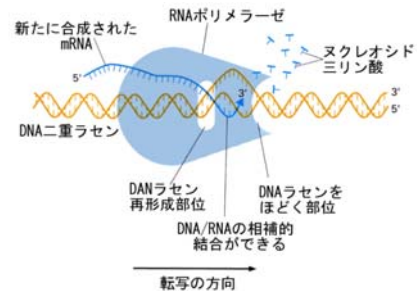
ゲノムとは？—生命の謎を解く鍵—



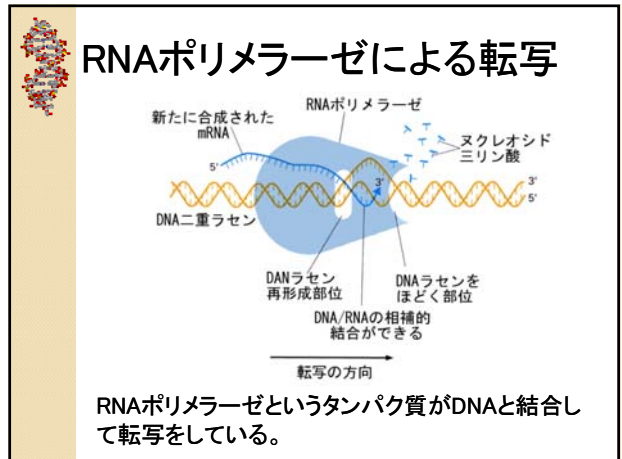
セントラルドグマ



RNAポリメラーゼによる転写

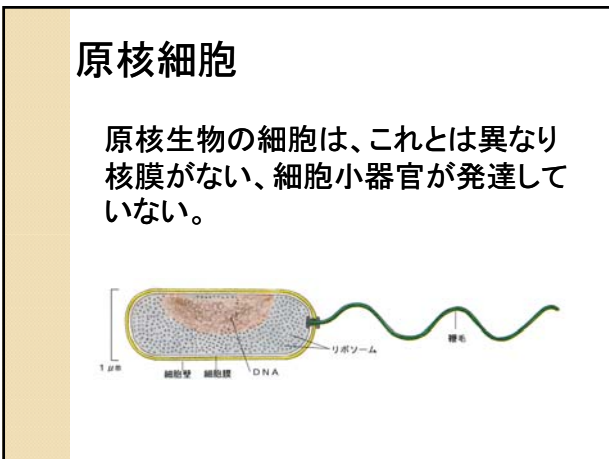
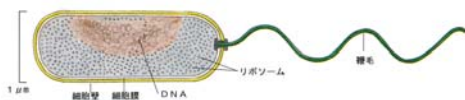


RNAポリメラーゼというタンパク質がDNAと結合して転写をしている。



原核細胞

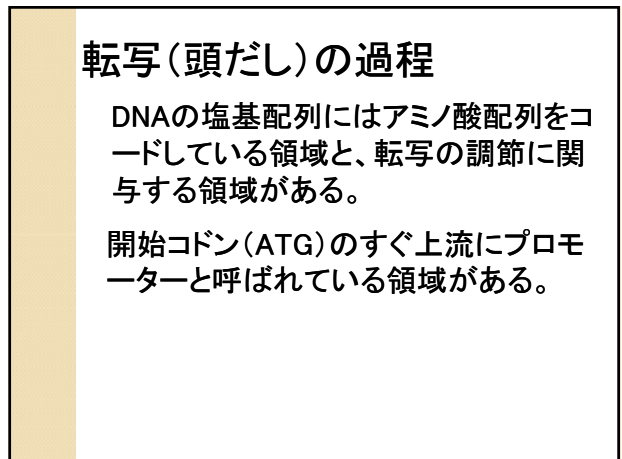
原核生物の細胞は、これとは異なり核膜がない、細胞小器官が発達していない。



転写(頭だし)の過程

DNAの塩基配列にはアミノ酸配列をコードしている領域と、転写の調節に関与する領域がある。

開始コドン(ATG)のすぐ上流にプロモーターと呼ばれる領域がある。



フランソワ・ジャコブ ジャック・モノー

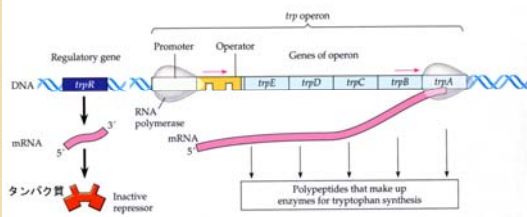
- 受賞年: 1965年
- 受賞部門: ノーベル生理学・医学賞
- 受賞理由: 酵素とウイルスの合成の遺伝的制御の研究

大腸菌オペロンの種類

- 大腸菌には75程度のこうしたオペロンが存在するが、以下の2種類に分けられる。
- 誘導オペロン: ラクトースオペロンのような機能を持つ
- 抑制オペロン: トリプトファンオペロンなど

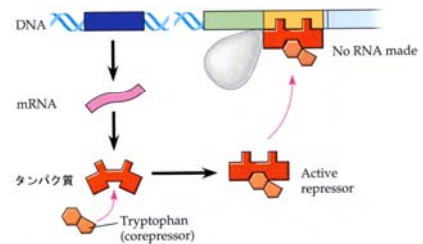
trpオペロン

trpオペロンの調節遺伝子が常に不活性なリプレッサータンパク質を作るように指令している。



そのため、トリプトファン合成の代謝系は稼働している。

トリプトファンによる リプレッサーの活性化



最終産物であるトリプトファンがリプレッサーを活性化する。

転写のスイッチング

この方式は、ふだんは転写スイッチをオンにしており、必要に応じてオフにする方式。

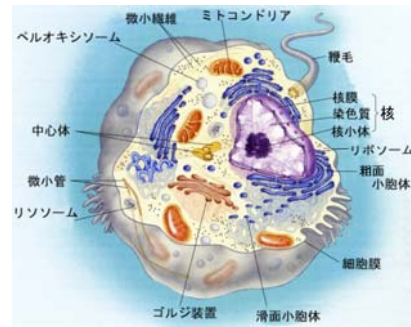
ふだんは必要なトリプトファン合成の代謝系を稼働させているが、最終産物であるトリプトファンがだぶつくと、スイッチをオフにする。

トリプトファンオペロン

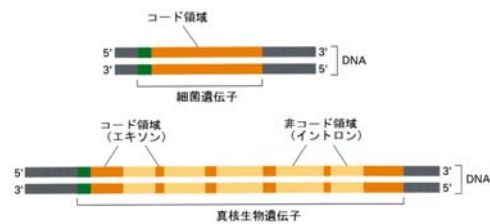
- 抑制オペロンは、生合成経路の酵素群をコードしており、その産物によって発現調節を受ける。
- トリプトファンオペロンの構造遺伝子はトリプトファンリプレッサーによって調節を受ける。しかしながら、トリプトファンリプレッサーは単体ではオペレーター部位に結合することができず、トリプトファン存在下でトリプトファンリプレッサー複合体を作って、初めてオペレーターに結合する。

- すなわち、先ほど述べたラクトースオペロンによく似るが、異なるのはリプレッサーが複合体を作った後に、リプレッサーとして機能するかどうかの違いである。このリプレッサーの性質の違いが、異なる2つのオペロンを見分ける方法である

動物細胞(真核細胞)の構造

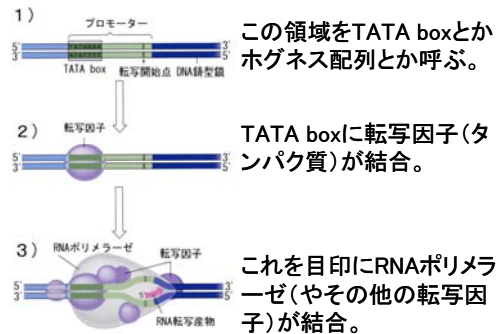


細菌と真核生物の遺伝子

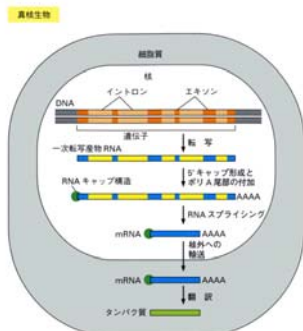


真核生物の遺伝子は全DNAのほんの一部、しかもコード領域が連続していない。

転写(頭だし)の過程



mRNAのプロセッシング



大事な用語は **エクソン**と**イントロン**。エクソンは情報領域でイントロンは非情報領域。イントロンを切り取ってエクソンだけをつなぎ合わせることを**スプライシング**という。

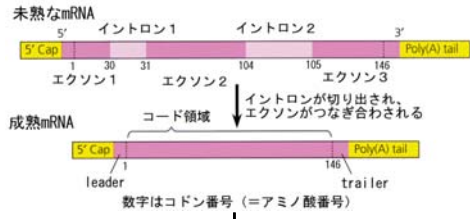
実例(ヒトβグロビン遺伝子)

```

CCCTGTGGAGCCACACCCCTAGGGTTGGCCAACTACTCCAGGAGCAGGGA
GGGCGAGAGCCAGCCCTGGGCAATAAAGCTCAGAGCCATCTATGGCT
TGCATTTGCTCTGACACAACTGTGTCACTAGCAGCCGAAACAGACACC
ATGGTCACCTGACTGCTGAGGAGAGGTCTGCCCTTACTGCCCTGTGGGC
AGGTTGACAGCTGGATGAAGTGGTGGTGGAGCCCTGGGCAAGTGGATCA
AGGTTACAGAGAGGTTTAAAGGACCAATAAGAACTGGCCATGTGGAGAC
AGAGAGACCTCTGGGTTCTGATAGGCACCTGACTCTCTGGCTATGGT
CTATTTCCACACCTTAAAGTCTGCTGGTCTGCCCTGGACCCGAGGTT
CTTTGAGTCCCTTGGGATCTGTCCACTCTGATGCTGTTAAGGCAACC
TAAAGTGAAGGCTCATGGCAAAAGTCTGGTGGCTTTAGTATGGGCT
GGCTCACCTGGCAACCTCAAGGGCCCTTTGGCACCTGAGTGGAGCTGCA
CTGTGACAGCTGCAGTGGATCTGAGAACTCAAGGTTGAGTCTATGGGA
CCGTGATGTTTCTTCCCTCTCTTCTAAGTGAAGTCAATGATAG
GAAGGGAGAGTAAAGGTTACAGTTTAAATGGAAKAGAGCAATATAT
TGCATCAGTGTGGAGTCTGAGATGGTTTAACTCTTTTATTTCTCT
CATAACATGTTTCTTTGTTAACTTGGCTTCTTTTCTTTCTCT
CCGCAATTTTACTATTACTTAAGCTTAACTTGTATTAACAAG
GAATATCTCTGAGTACTTAACTTAAAGAAACTTACACAGCT
TGGCTAGTACTTACTTAAATATATGTTGGCTTATGGATATGAT
AATCTCCCTACTTTATTTTAAATTAATGATACATAATCAATTA
CATATTTATGGTTAAAGTGAATGTTTAAATGTGTGTACACATAATGGCC
AAATAGGTTAATTTGCATTTGTAATTTTAAAAATGGCTTCTTTTA
ATACTGTTTCTTATCTTATCTAATACTTCCCTAATCTCTTCTTCT
TCAGGGAATATGATACATGATATCATGCCCTTGTGCACATCTAAGA
ATACAGTGAATATTTCTGGTTAAGCCATAGCAATATTTCTGATAA
ATATTTCTGCATATAATGTTAGCTGATGGAGGTTTCTATCTGAT
ACGAGCTCAATCAGCTACCTCTCTTTTATTTATGGTGGGATAG
GCTGGATTTATCTGGTCCAGCTAGGCCCTTTGCTAATCATGTTGATAC
CTCTATCTGCTCCAGCTCTGGGCAAGCTGGTGGTGTGGTGGTGGT
CCCATCACCTTGGAGAAATTCACCCCACTGGAGGCTGCTATGAG
AAATGGAGCTAGTCAAACTGGGAAATACACTATATCTAAAGCTC
ACTACTAACTGGGGATATGAAAGGCTTGGAGCTGATGATCTGGC
TAAATAAAAGATTTATTTCTGATGATGATTTAATTTATTTCTG
ATATTTACTAAAGGGAATGGAGGTCAGTGAATTAACAATAAG
AAATGAAGCTAGTCAAACTGGGAAATACACTATATCTAAAGCTC
ATGAAGAGGTTGGGCTGAAGAGCTAATGCAATGGCAACAGCCCTG
ATGCTATGCTTATCACTGCTGGAGAAAGGATGAGTAAAGGCTGAT
TTGGAGTAAAGTGTGGTGGTGGTGGTGGTGGTGGTGGTGGTGGTGGT
CTGCTCATGATGATGTTTCTGATCCCAATTTGCTATCTGCTGCTC
AGCTTGACTCCACTAGTCTCTCTGATAGGATACACACTTCCCTG
AGTGTCTCTGATGTTTAAAGGGAATGTTCTGCTGGCAGGCTG
CAGGCTAGTGTCTGTTGTTTATAGAGGTTGATAGAGGTTGATGAGG
ACAGGGGGCATGTTGACT.....

```

実例(ヒトβグロビン遺伝子)



核膜孔からサイトゾールへ

実例(ヒトβグロビン遺伝子)

プロモータ領域

翻訳開始

```

CCTCTGAGGACACACCTTAGGGTTGGCAACTACTCCAGAGGACAGGGA  AATACCTTTTGTGTACTATTCTAATACTTTCCTAACTTTCCTTCTT
GGGCGAGCCGAGGCTGGGCTAAGAGTCAGGGGAGGCCATATTATGCT
TACCTCTGACACACTGCTGCTCACTAGGCACTCAAGAGAGACC  ATACAGTGAATATTCTGGGTAAGGCAATAGCAATATTCTGCATATA
ATGCTTCTGACTCTCGAGGAGAGTCTGCCCTTACTGCTCTGGGGC  ATATTTCCATATAAATGTAACTGATGTAGAGGGTTTCATATGCTAAT
AGGCTTACAGCAGGGTTTAGGAGACCAATAGAACTGGGATCTGGAG  AGCAGCTCAATTCAGCTACCATCTCTCTTTATTTATGGTGGGATAG
AGAGAGACCTTGGGTTCTGATAGGCAGCTCTCTGCGCTATTGGT  CCTGGATTTCTGACTCAGCTACGGCCCTTTCCTAATCACTTCATAG
CTATTTCCCACTTAGGCTGCTGGTCTAGCTTGGACCTAGAGGTT  CCTCATCTCTCCACAGCTCTGGGCACTGCTGCTCTCTCTGAG
CTTTGAGCTCTTTGGGATCTCTCACTCTGATGCTGTTATAGGACCC  AAGTGGTGGCTGGTGGTAAAGCTTGGCCCAAGCTCTACTAGCT
TAGGCTGAGGCTCATGGGAGAAAGTCTGGCTTTAATGATAGGCT  CTTCTCTGGCTCAATCTCTTTAAGGTTCTCTTTGTT
GGCTCTCTGGACACTCAAGGACCTTTGCCACCTGAGTGGCTGCA  ACTACTAAGTGGGGATATTATGAGGGGCTTGGGACTGGGATTTGCC
CTGTGACAGCTCCAGCTGGATCTGAGAACTCGAGGTGATAGGGA  TATAAAAGCACTTATTTTCATGTAATGATGATTAATAATTTTGA
CCTTGATGTTTCTTCCCTCTTCTATG6GTAAGTTCATGCTATAG  ATATTTACTAAAAGGGAATGTGGGAGCTAGTGCATTTAAACATTAAG
GAGGGGAGGTAGAGGCTAGTTCAGTGGATGGAGCAGCAGATGAT  AATGAGAGCTAATTCACACTTGGCAAAATGCACTATCTAAAGTCC
TGCATCTGGGAGCTCGAGATGCTTTAGTCTCTTTATTGCTGTT  ATGAAGAAGTGGGCTCAAGCACTAATGCTATG6GACTGGGAGGGGG
CATACAAATTTCTTTGTTAACTCTGCTCTTTTCTTTCTCTCT  ATGCCATGCCCTTATTCCTCCAGAAAGGATCAAGTAGAGGCTGAT
CCGCAATTTTACTATATCTTAAGCCTTAAGCTTGTGATACAAAG  TTGGAGGTTAAGTTTGGCTATGCTGATTTACATCTATTGTTTAG
GAATATCTGAGATACATAGTACATAAAAAAAGCTTACAGGCTC  CTGCTCCAGATGTTTCTCTACCATTTGTTATCTGCTACTCTC
TGGCTAGTACTTATTTGATATATGCTGCTATTGCTGATTCAT  AGCTTACTCAGCTAGTCTCTCTTAGAGATGACCTTCCCTCGA
AATCCCTTATTTCTTTATTTTAAATGATACATAATGATGACC  AGTGTCTCCATGTTTACGGGAGATGGTTCTCTCGACTGGCCACT
CATATTATGGGTTAAGTGAATGTTTAAATATGATACATAATGACC  CAGCCTAGTGTCTCTGTTCTTATAGAGGCTACTGAGGAGGAAAG
AAATCAGGTAATTTGCTATTTGATTTTAAAAAATGCTTCTCTTTA  ACAGGGGACAGGTTTGACT.....
    
```

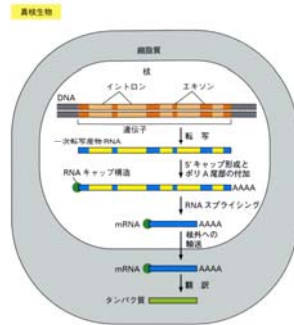
紫色はエクソン
1, 2, 3

間にはさまれた白色は
イントロン1, 2

転写とmRNAの修飾

- 1) 転写開始部位から終了部位まで転写される。この配列には、エクソン、イントロンとともに翻訳されない塩基配列を両端に含む。
- 2) 5'側に7-メチルグアノシン(Cap)構造が、3'側に100-250個の連続したA(ポリAテイル)が付加される。
- 3) イントロン部分がスプライシング酵素によってつまんで切られる(スプライシング、splicing)。
- 4) 完成したmRNA(成熟mRNA)が核膜孔からサイトゾールへ出る。

転写とmRNAの修飾



真核生物の転写調節

真核生物では、転写の開始に転写基本因子が不可欠で、たくさん見つっている。

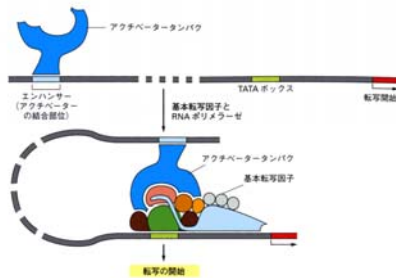
これらの基本転写因子がプロモーター部に結合して複合体を作ると、RNAポリメラーゼが結合できるようになる。

真核生物の転写調節

これ以外に、遺伝子調節タンパク質(リプレッサーとアクチベーター)が、転写開始に影響を及ぼす。これらはかなり離れた位置にある場合もある。

原核生物ではDNAは裸だが、真核生物ではDNAはクロマチン構造をとっている。

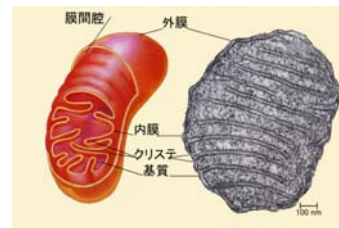
真核生物の転写調節



原核生物よりかなり複雑

ミトコンドリア

内外、二枚の膜からなる棒状の小器官。



ミトコンドリア

細胞の活動に必要なエネルギーを供給するパワープラント。ATP を生産する。

ミトコンドリアの基質には、独自のDNAとリボソームが含まれている。

自立的に分裂して数を増やす。

テンジクアオイ (天竺葵)

育ちのよさ・真の友情



ビデオ

病気のしくみにせまるーゲノム医科学ー