

遺伝子の発現調節～「いつ」「どこで」転写されるかも塩基配列でわかる

目的

- 遺伝子の発現調節は、主に転写調節で行われていることがわかる。
- 遺伝子が「いつ」「どこで」「どのくらい」転写されるかという情報が、転写される領域の上流に存在することがわかる。
- 原核生物では、RNAポリメラーゼがプロモーターに結合するかしないかという単純なON/OFFのシステムで転写調節を行っていることがわかる。
- 真核生物では、RNAポリメラーゼが転写を開始するために、プロモーターへの基本転写因子の結合や、エンハンサーへの転写調節因子の結合などが必要な、複雑な調節を行っていることがわかる。
- 様々な組織の細胞では発現している遺伝子が異なっていることがわかる（「どこで」の調節）。
- 発生過程など、細胞があるシグナルを受け取ると遺伝子のON/OFFが影響を受けることがあることがわかる（「いつ」の調節）。
- シグナル分子に対して、細胞がどのようにシグナルを受容し、応答するか、転写調節のある場合とない場合の違いをふまえて説明することができる。

課題1 ラクトースオペロンについて、以下の問いに答えよ。

- ① 以下の状況のうち、どの状況で β ガラクトシダーゼなどの酵素が必要になるか答えよ。
ア、大腸菌の周囲にグルコースあり、ラクトースあり
イ、大腸菌の周囲にグルコースあり、ラクトースなし
ウ、大腸菌の周囲にグルコースなし、ラクトースあり
エ、大腸菌の周囲にグルコースなし、ラクトースなし
- ② ①で答えた状況でのみラクターゼが発現するしくみを理解せよ。
ヒント) グルコースが十分にあると、ラクトースを細胞内へ輸送するトランスポーターの働きが阻害される。

課題2 ラクトース分解酵素、トリプトファン合成酵素の転写を調節している物質がそれぞれ何かを確認し、その物質が転写を促進しているのか、抑制しているのかを答えよ（その物質があるときに転写が起こってほしいのか、起こってほしくないのか考える）。

課題3 教科書P127図28が何を意味しているか説明せよ。

課題4 なぜ真核生物では、転写される領域よりもかなり離れたところにあるDNAの配列が転写調節に影響を及ぼすのか、教科書P127を参考にして説明せよ。

課題5 同じ遺伝情報を持った細胞がなぜ分化し、それぞれの細胞としての個性を持つことができるのか説明せよ。

課題6 繊維芽細胞という細胞にMyoDという遺伝子を強制的に発現させると、その細胞は筋肉の細胞に分化した。繊維芽細胞と筋細胞では発現している遺伝子はかなり異なっているはずだが、なぜたった一つの遺伝子を発現させただけでこのような劇的な変化が起こったと考えられるか、教科書P128を参考に説明せよ。

課題7 教科書P130「遺伝子発現の誘導の観察」を読み、考察に回答せよ。

課題8 RNA干渉(RNAi)の原理を確認せよ。

課題9 iPS細胞およびES細胞は、それぞれどのような特徴をもつ細胞で、どのように作成されるか説明せよ。

確認しておきたい用語

分化 プロモーター 転写調節領域 調節タンパク質(転写調節因子) 調節遺伝子 構造遺伝子
転写抑制因子(リプレッサー) 転写活性化因子 オペロン ジャコブ モノー オペレーター
プロモーター 基本転写因子 ヒストン ヌクレオソーム エンハンサー サイレンサー
パフ cAMP セカンドメッセンジャー RNA干渉(RNAi) iPS細胞 ES細胞

授業を通じて成長したい人のための発展課題

発展課題は、「創造力」を養うために、2通りの方法で「解」を見つけてみてください。

方法1：資料を見たり、検索をしたりせずに、学習した内容を基に自分の頭で考え、ある結論を導いてみる。

→自分の頭で考えるトレーニング。創造力につながる！

方法2の結論と違う結論、大いにアリ！

むしろ、様々な可能性を提示できることが大きな価値です。

方法2：資料を見たり、検索したりして、「もっともらしく、自分としても理解し納得できる」ような結論をまとめてみる。

→調べる力、難解な内容を咀嚼する力、簡潔にまとめる力につながる！

発展課題1

遺伝子発現調節は主に転写調節で行われているが、転写調節以外の調節にはどのようなことがあるか考察せよ。

発展課題2

真核生物では、原核生物に比べて複数の基本転写因子や、調節タンパク質がはたらくことで転写調節をしている。このような「複雑な」調節を行うことは、原核生物の単純なON/OFFの調節に比べてどのような利点があるか考察せよ。

発展課題3

GFPという緑色蛍光タンパク質がある。この遺伝子に「あるしかけ」をしてマウスに導入すると、好きな場所で発現させてその場所を光らせることができる。「あるしかけ」とはどのようなものか考察せよ。

発展課題4

体細胞が受精卵と同じように全身の細胞をつくるために必要な全ての遺伝情報を持っていることはどのように証明できるか考察せよ。

発展課題5

同じシグナル分子に対しても細胞は異なる応答をすることがある。これはなぜか考察せよ（アセチルコリンの骨格筋、心筋、だ腺に対する影響などを考えるとよい）

発展課題6

以下の①、②、③のホルモンの「作り手」と「受け手」、送られる「メッセージの中身」を確認し、「受け手」の細胞ではどのようなことが起きているか考察せよ。

①甲状腺刺激ホルモン ②バソプレシン ③パラトルモン

発展課題7

「オキシトシン」というホルモンは、脳下垂体後葉でつくられる。このホルモンは、出産の際子宮の筋肉を収縮させるはたらきがある。しかし、出産後は子宮に対してははたらかず、乳腺の筋肉を収縮させて、乳汁を排出させる働きを持つ（赤ちゃんが乳を飲もうとするときにだけ乳汁を分泌できる）。このように、同じホルモンでありながら、時期によって違う細胞に対して異なる働きができるのはなぜか考察せよ。

「遺伝子の発現調節」 参考資料

細胞と周囲の環境からのシグナル

細胞は、常に様々なシグナルにさらされている。その組み合わせによって、細胞の応答が決まる。

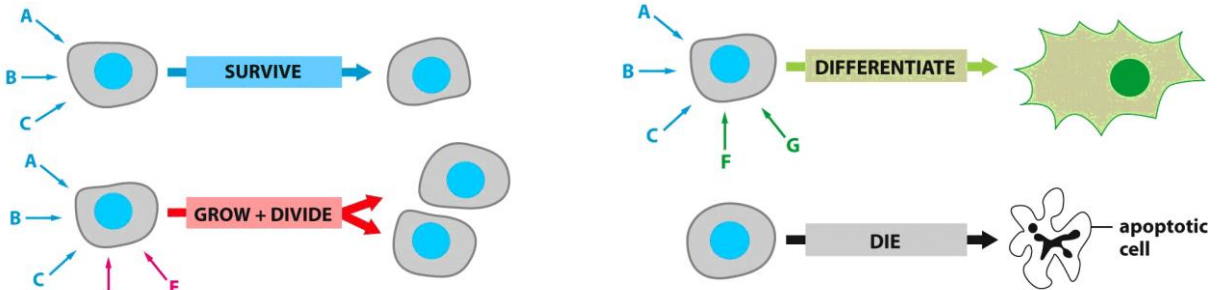


Figure 16-6 Essential Cell Biology 3/e (© Garland Science 2010)

「エッセンシャル細胞生物学」より引用

シグナルの受容と細胞の応答

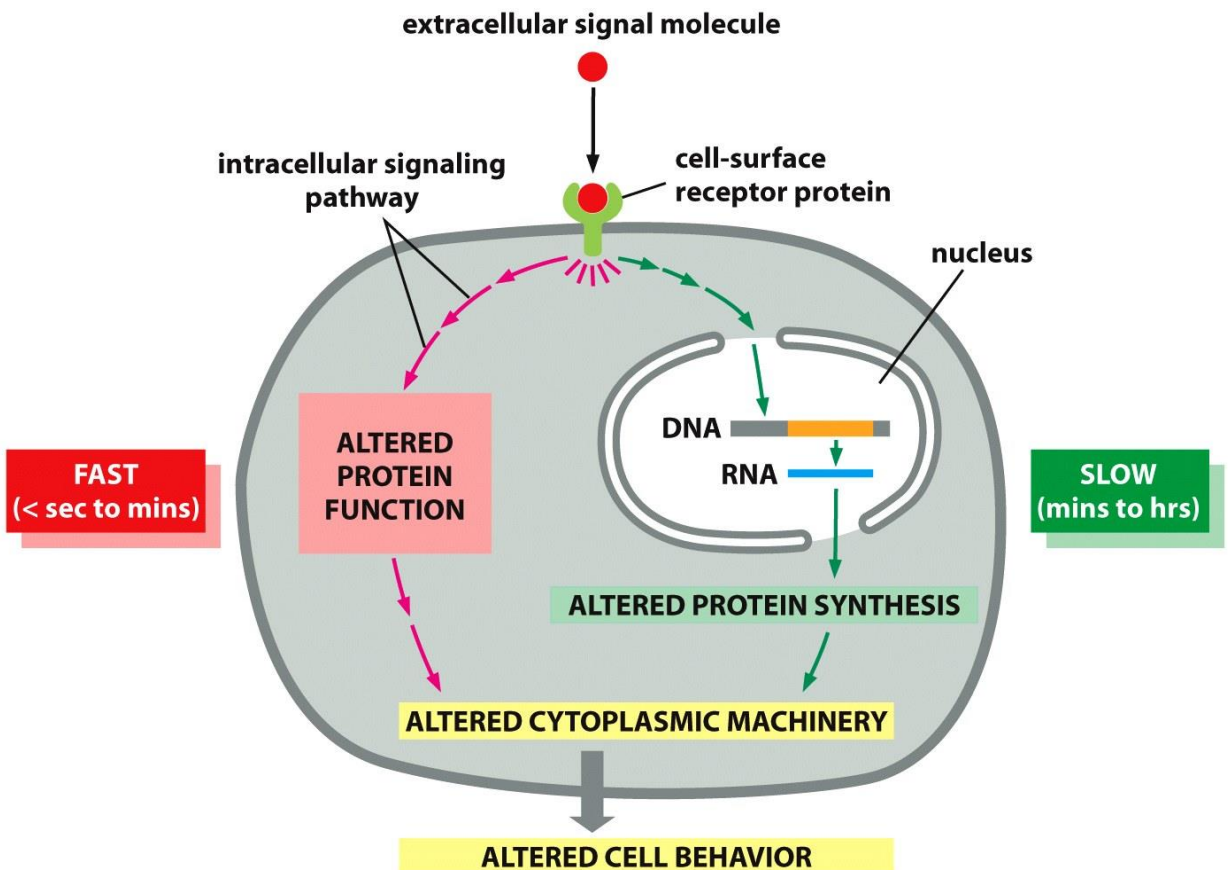


Figure 16-7 Essential Cell Biology 3/e (© Garland Science 2010)

「エッセンシャル細胞生物学」より引用

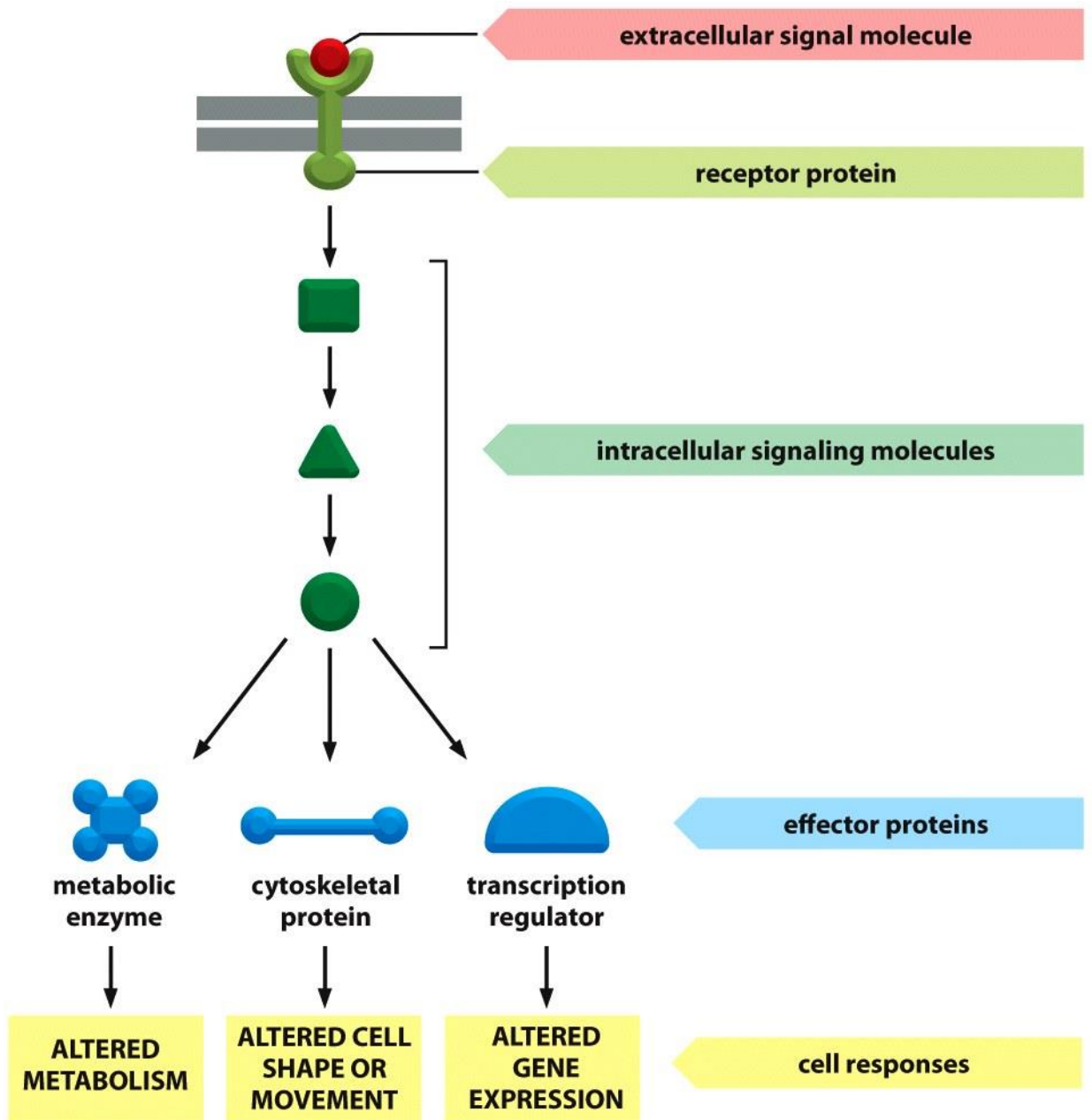


Figure 16-12 Essential Cell Biology 3/e (© Garland Science 2010)

「エッセンシャル細胞生物学」より引用

「シグナルの受容」 → 「細胞の応答」

細胞がどのような生命活動を行っているかは、そこでどんなタンパク質が存在し、どんなはたらきをしているかが重要。

シグナルに応答する、とは、状況に応じて「はたらくタンパク質」を変化させること。方法は2つ。

- ①今存在しているタンパク質の働きを変化させる（活性化、不活性化 e t c...）
- ②遺伝子発現を変化させる（あるタンパク質をなくす、新たにタンパク質をつくる e t c...）