

Q1： 講義4 スライド1 1枚目 GA1の濃度が上昇するなら、ジベレリン合成過程においてジベレリンの一步手前になる GA20は減少するのでは？(FR/RとFR間では)GA1の濃度変化に大きな差があるのに、GA20の濃度変化はそれほど変わらないのが不思議です。

A1： 一般に代謝物質の蓄積量は供給と利用のバランスで決まります。利用があっても、それに見合った供給があれば減少しません。GA20の蓄積量が下がっていないのにGA1が増えているということは、GA20の流速(ターンオーバーというか回転率というか、、、回転はしてませんが)が上昇している、ということになります。

Q2： PHYAと phyAの違いはありますか？phyAはフィトクロムAのことですよね..？

A2： 講義スライド「植物分子生理学講義_03」の6枚目のスライドを参照して下さい。

Q3： リン酸が付加することで活性化するタンパク質がある一方で、リン酸が外れることで活性化するタンパク質もあると知って驚きでした。そういった反対の活性をもつものが存在することで、あるタンパク質から外れたリン酸が別のタンパク質に付加する際に、そのどちらのタンパク質も同時に活性化されるということができると思うのですが、それがメリットの一つなのでしょうか。

A3： タンパク質へのリン酸の転移はATPが加水分解される際のエネルギーを用いて行われます。リン酸がATPの構成残基としてADPの先についてるときよりもタンパク質についているときの方がエネルギー準位は低いということです。タンパク質についたリン酸基が別のタンパク質へ転移するというのは、エネルギー的には足りない(=起こらない)ような気がします。

感想： 核と細胞質内のやり取りは、転写物のほかにはあまり行われていないイメージでしたが、光受容体が核内に移動すると聞いて考えを改める必要があるのかなと思いました。

コメント： 発見は偶然で、フィトクロムタンパク質の安定性を解析するため発色タグをつけたら核が染まってしまった、というのがいきさつです。発見された当初はなかなか信じられなかったのですが(核膜の外側に付着しているのを

見間違えたのではないか、とか)、今では複数の研究室による十分な証拠があり
広く受け入れられています。光受容体が直接的に転写に関与しているという話
になります。考えは改めなくてもいいかも知れません。

5/18 講義分

Q1 : 「PHOT1 と PHOT2 は光感受性が異なる」というグラフ (配布資料 P32 上) で、白丸の、WS の PHOT1 が野生型のところでは PHOT2 はどうなっているのですか。

A1 : 野生型は2種類ありますが、どちらも *PHOT1* と *PHOT2* の野生型遺伝子を持っています。スライド説明の歯切れが悪いですね、、、) 登場するのは *PHOT1/PHOT2* が2種類 (WS、Ler) と *PHOT1/phot2* (= *npl1-1*)、*phot1/PHOT2* (= *nph1-101*)、*phot1/phot2* (= *nph1-101 npl1-1*) です。

感想 : フィトクロムもフォトトロピンも、似ているけど少し違う遺伝子が働くことで上手いこと役割分担されていることがわかりました。微調整は複数の遺伝子で行った方が良いでしょう。単純にリスク分散になるからかなと思いましたが、それだけでは説明できないような気がします。考えてみても「~するためにこうなった」という進化の面からは余り適切でない説明しか思いつきません。進化って不思議だなと思いました。

コメント : フィトクロムの遺伝子が1種類だけだと、インプット (光量とか) の違いによるレスポンスの分離ができません。フィトクロムはちょっと特殊な役割分担をしています。それでもフォトトロピン、クリプトクロムと共通する役割分担のやり方が含まれています。ということはそれができることでメリットが大きいのだと思われます。ついでにいうと、シロイヌナズナ等の成長期の短い植物 (フロンティア植物とか言われることも) はゲノムサイズを小さくする方向の淘汰圧がかかっていますが、それでもそれぞれ2種類ずつの光受容体ファミリーを保持している、というのも意味ありげですね。

Q2 : (資料 P30 の右上のグラフ) フォトトロピンの光量応答性が異なる2つの反応の部分で、弱い光で光屈性がまず起き、強くしていくと光屈性が一時起こらず、さらに強くすると **Second positive phototropism** が起きるとなっていますが、強い光を当て続けると、光屈性がまた起きはじめ、ずっと継続的に屈性するということが **Second** ということによろしいのでしょうか？

A2 : 御指摘のグラフは、シロイヌナズナの芽生えをたくさん用意して、あるグループにはとても弱い光を、別のグループには強い光を照射して得られた結果です。同じ植物に対して弱光から徐々に光量を上げていって反応を見た訳では

ありません。弱い方の屈曲応答が **first**、強い方が **second** です。

5/25 講義分

感想：植物と動物では進化した機構が違うことは何となく感じていましたが、植物では遺伝子発現制御が発達しているのですね。幼いころは植物の方が動物より下等というよくある間違っただ認識をしていましたが、植物コースにきて植物独自の適応の仕方に面白さを感じています。今生き残っている生物は高等か下等かに関わらず適応が上手くいったということだと思があるので、そこにも注意して色々な生物を観察したいです。

山本コメント：高等というのはより複雑なシステムを持っているということかなと漠然と思っています。シロイヌナズナとクラミドモナスのどちらが高等かというのははっきりしますが、動物と植物とでは方向性が違うので比べにくいですね。発達した脳を持つヒトが最も高等というのは納得ですが、ニワトリと比べるのなら植物も十分高等なような気がします（私見ですが）。遺伝子数で言えばヒトとイネは互角です（魚は少ない）。

個体レベルで適応できる生物は高等ですが、バクテリアやウイルス等の下等な生物は個体というよりは集団として適応していくやり方になっています。何にせよ今現在生存できているのは高等下等に関わらず皆それなりに芸があるから、ということですね。

Q1：紫外線受容体は色素を持たないということが興味深かったです。大きなエネルギーを持つ紫外線の場合、色素を持たなくてもタンパク質の変性(今回の場合で言うと二量体の分離)がシグナルとして機能できるのですね。色素について考えてみると、「色素」とは厳密にどのように定義されているのか知りたくなりました。色のある分子のことを指すのか、特定波長の光を吸収し環境応答を誘導する物質のことを指すのか。講義資料には「UV 吸収色素として働くのはポリペプチド中のトリプトファン残基」とあります。トリプトファンは色を持たない(人間が色を認識できない)から色素と見なされないのでしょうか？

A1：生物色素の場合は吸光機能に特化している分子のことを指すことが多いようです。メラニンとかアントシアニンとかですね。銅イオンは青、鉄イオンは赤い色をしていますが、吸光に特化していないので色素とは呼ばれません。フラボノール等の紫外線を吸収しつつも可視光の吸収がなく透明に見える分子は色素と呼ばれます（吸光機能に特化しているため）。

色素タンパク質について考えてみます。一般にタンパク質はペプチド鎖だけで

できているものと、ペプチド鎖に加えて低分子を持つものがあります。後者については付帯する低分子のことを補欠分子族といいます。ヘムとか鉄硫黄センターとかは補欠分子族です。色素タンパク質は補欠分子族を持ちその吸光能力が色素タンパク質の機能のキモになっていることが多く、その補欠分子族を色素と呼びます。つまり、色素タンパク質の吸光機能を担っている補欠分子族のことです。

アミノ酸やペプチド鎖は一般に紫外線の吸収がありますが、吸光機能に特化していないので色素とは呼ばれません。「吸光に特化している」ことを厳密に定義するのは無理そうなので、色素というのはわりと恣意的に用いられている、ということになるのでしょうか。(案外ややこしかったですね)

Q2: UVR8 の二量体についての説明部分に、R286 と R338 のイオン結合によって二量体が形成されていて、紫外線(UV-B)が当たると W285 と W337 が励起状態になり、R286 と R338 の位置がずれることでイオン結合が解消されるということですか。配布資料は W285 と W233 が励起状態になると記載されているので、トリプトファンは全て隆起状態になるということでしょうか。

A2: 図では W337 は UV 励起を受けないようです(紫のギザギザが UV 励起)。スライドの説明の「W233 と W337 が励起され」というのが間違いで、配布資料の方の「W285 と W233 が励起され」が正解です。すいません。

Q3: フィトクロムの温度センサーについて、低温で胚軸が短いことは、活性型の Pfr が胚軸伸長抑制をおこなっており、Pfr からの戻りが遅いためということで合っているのでしょうか？

A3: 合ってます。

Q4: UV-B 応答の反応で「胚軸伸長抑制」と出てきましたが、フィトクロムの応答にもあったと思います。これは UV-B と赤色光を両方照射した場合と、いずれか片方のみの照射を行った場合胚軸の長さは変わりますか？

A4: 赤と UV-B を同時照射すると単独照射のときよりもより伸長抑制されます。

感想: フィトクロムと同様に UVR8 も変異体解析で同定されていることが興味深いと感じました。今回の学習で今まで受容体がどのように同定されたのかに

あまり注意を向けていなかったことに気づきました。これからはどのように特定されたかについても注意を向けようと思います。

山本コメント：発見のいきさつ、というか科学史を追うのは面白いですし、知識体系の全貌（下から上まで）をざっくり見ることができます。同時に未解明の領域についても意識することができます。

感想：植物分子生理学のレポートについてなのですが、量が多いことに加えて他の講義の課題やテストも山積みで、6/7の提出期限までにほとんど時間が全然取れず、全てこなすのは不可能に近いです…。提出期限を延ばしていただくことはできませんでしょうか。

山本コメント：がんばって下さい。

（追記）~~メ~~切 6/14 に延ばします。

6/1 講義分

Q1: 講義ファイル13の5つめのスライド 暗中断と概日リズムについてですが、暗中断をおこなっても植物のリズム（概日リズム）のタイミングに合っていないと花成しないということよろしいでしょうか？（短日植物では光感受相の相の反対、長日植物では一致が条件ということでしょうか？）

A1: 短日条件下で暗中断をすると長日と認識されますが、その場合に長日植物なら花成促進、短日植物なら花成抑制になります。図では主観的な昼（物理的には暗処理中だが体内時計では明期）に暗中断が入っても花成抑制は生じないというような結果になっています。ですので、真の意味で光感受性（センシング）にリズムがあるというよりは、暗中断のタイミングによって長日と解釈されたり短日と解釈されたりする、という話のようです。長日と解釈されるタイミングでの暗中断は効果あり、ということになります。

Q2: レポート課題 1 に関する問題で、遺伝子コピーという単語についてどういうものか、教えて頂けないでしょうか？

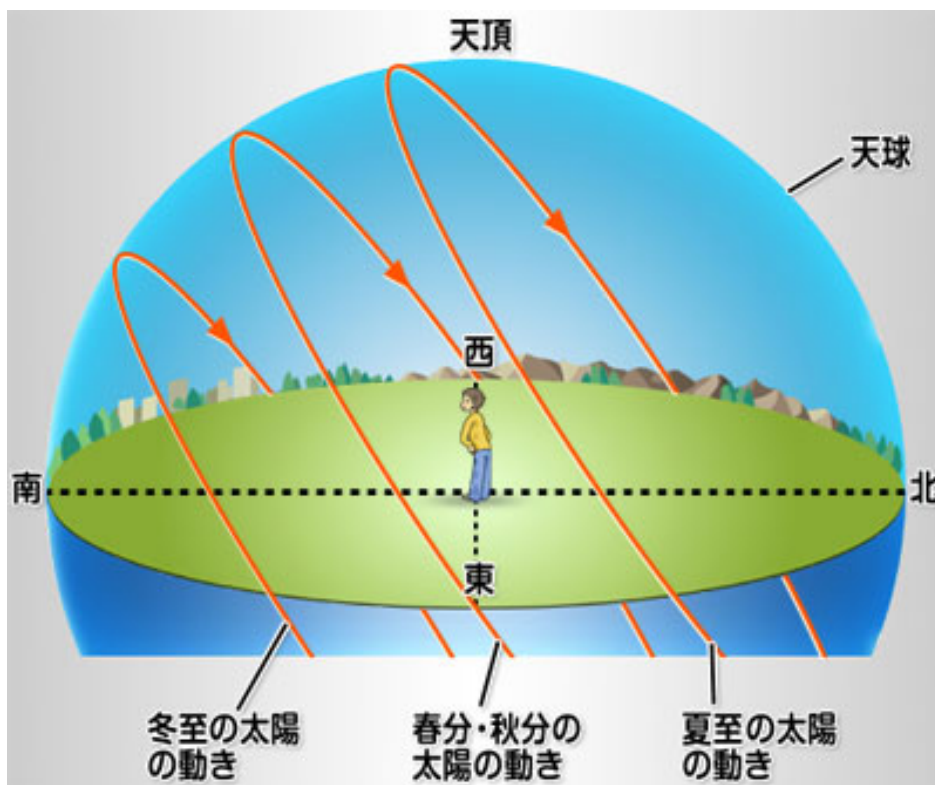
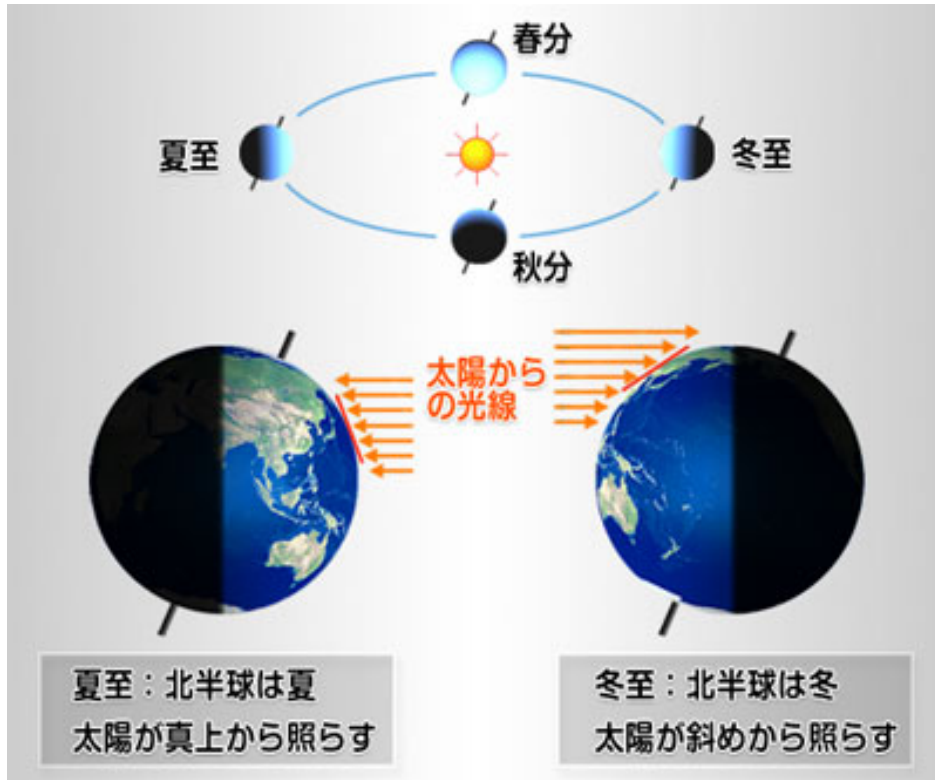
A2: 多重遺伝子族（gene family）の構成メンバーのことを遺伝子コピーといいます。フィトクロムファミリーなら PHYA、PHYB が遺伝子コピーです。

Q3: 短日植物と長日植物の花成の違いがややこしかったです。Hd1もCOと同じように、長日になると増加して、COは花成を誘導するFTタンパク質を作らせるから花成して、Hd1は花成を誘導するHd3aを抑制するから長日のときには花成しないということですね。短日条件だと、Hd1は増加しなくてHd3aを抑制しないから花成が起こるということですよ。混乱していたので質問しようと思っていたのですが、書いていたら整理できたので分かった気がします。

A3: どうもです。

Q4: スライド13-7 緯度と日長についてですが、緯度が上がっていくにつれて地球の年周運動によって太陽の当たる時間の変化が大きいの、四季の日長変化が大きいのということでしょうか？

A4: そうです。rika.net というサイトに良い絵があったので転載してみます。詳しい説明はリンク先を見て下さい。



ポイント

* 夏至のときは北極は白夜 (24L/0D)、南極は極夜 (0L/24D)

*冬至のときは北極は極夜で南極は白夜

*春分、秋分の日には北極から南極まですべての場所で 12L/12D（英語では equinox という）。

<https://rika-net.com/contents/cp0320a/contents/chishiki/answer02/index.htm>

1

6/8 講義分

Q1 : 水分欠乏に対する応答のところで、浸透圧調節は、浸透圧が上がったときに水分が吸えないと困るから浸透圧を上げないようにするということですか。それとも、浸透圧が下がると水分が出て行ってしまうから浸透圧を下げないようにするということですか。

A1 : 主語がないので質問がわかりにくです。植物の乾燥応答としては細胞外部の浸透圧が上がるのに合わせて細胞内の浸透圧を上げる、ということを行います。そうすると、細胞から水分が逃げずに細胞外から水分が入ってきます（連動している）。細胞から水分が逃げると浸透圧が上がりつつも細胞の容積が小さくなってしまいますが、親水性の低分子を生産することで細胞を小さくせずに浸透圧を上げます。物質輸送を考えると細胞外から細胞内へという水の流れは必須です。

Q2 : PP2C と ABI1 は別のものですか。

A2 : 同じ、というか、ABI1 という遺伝子は PP2C 遺伝子ファミリーのメンバーです。ABI1 は PP2C です。

感想 : 蛍光タンパク質というのはよく耳にしますが、クラゲから取ってきた蛍光タンパク質をそのまま使って Ca を計測できるのは意外でした。クラゲはたくさん種類がいると思うので、将来的にいろいろな使い道があるのではないかと気になりました。

山本コメント : クラゲのエクオリンは発光タンパク質です（蛍光ではなく。エクオリンの話で合ってますか？）。体内の Ca の振動に合わせて点滅させます。クラゲの体内ではエクオリンと GFP が連動していて、エクオリンが発生させた青色光を GFP が吸収し緑色の蛍光を出すのだそうです。そんなことなら始めから緑色の発光をすればいいのではないかと我々素人は思うのですが、両者の連動が発光効率を上げているのだとか（出典不明、噂話です）。ということは実際には発光は観察されない共鳴エネルギー遷移により GFP が励起されているという話になりそうです（推測）。

コメント 2 : 細胞生物学分野での多重検出のニーズからいろんな色の蛍光タンパク質を探索するという研究は一時熱心にすすめられて来ており、クラゲやサンゴから黄色やオレンジ色の蛍光タンパク質が発見されています。

Q3:「カルシウムイオン流入はサイトゾル内の物質濃度を上昇させるはず。だったら気孔閉鎖というより、むしろ気孔開口にはたらくのでは？」と、別の講義で質問したことがあります。そのときの回答は、「あくまでシグナルとしての流入であるため濃度変化はとても小さい。カルシウムイオン流入は、膨圧を上昇させるほど大規模なものではない」というものでした。それほど微量なカルシウムイオン流入でも気孔閉鎖を起こせるなら、きっとカルシウムイオン流入シグナルの受容体はたくさん発現しているように思うのですが、実際はどうなのでしょう。

A3: シグナル分子の濃度は一般的に非常に低いです。例えば ABA 等の植物ホルモンなら 10 μM 程度で十分上昇したと言える濃度になります。ちなみに ATP なら定常的に 1~10 mM 程度だそうです (100-1,000 倍ですね)。シグナル分子の有効濃度が高いと生産に多くのエネルギーを要するので機動力が下がります。受容体が沢山あるかという話はちょっと置いておきます。シグナル分子の濃度が低いと受容体との結合が難しくなります。低濃度シグナル分子との結合を保証するためには、受容体は高い結合能 (低い解離定数) をもつことがまず必要になります。シグナルの量として要求されるレベルは、標的タンパク質を修飾できる程度ということなので、、、 (以下略)。ということです。

6/15 講義分

Q1：活性酸素除去のところですが、APX や CAT などはビタミン C の還元力を利用して働く酵素ということで、活性酸素を還元して水に変換する働きをしているということでしょうか？

A1：APX についてはあっています。基質である H₂O₂ 中の酸素は価数が-1、反応物の H₂O は-2 で還元されています。APX の補酵素のアスコルビン酸 (=ビタミン C) はこの反応で酸化されてデヒドロアスコルビン酸になります。APX ではないペルオキシダーゼと CAT の補酵素はアスコルビン酸ではなく、鉄イオンを含むヘム (シトクロム or チトクロム) です。

感想：植物は、乾燥ストレス、光ストレスなど様々なストレスに対応する機構が多くあり、すごいと思いました。植物は光が強すぎるから日陰に移動するとか、乾燥してるから水辺に移動するということができないので、このような複雑なストレスへの対策があるということが面白いと思いました。

山本コメント：そうですね、バクテリアは集団の遺伝的多様性をもとに適応しようとするのですが、植物を筆頭に多細胞生物は個体レベルでの適応能力を発達させています。低コストなものは使い捨て、高コストなものはいろいろ工夫して長く使う、ということになるのでしょうか。

感想：気孔の開閉の応答は様々なシグナルで起こりますが、そのことは気孔が弱点である裏付けになるのかなと思いました。

山本コメント：何かというとすぐに気孔閉鎖したがる場所は気孔が弱点であるという見方を支持していますね。

ちょっと話は変わりますが、ラクダやペンギンは瞬膜という透明なまぶたを余分に持っているそうです。それで、本当の不透明なまぶたを (1) 閉じる、(2) 開ける、に加えて (2-2) まぶたを開けて瞬膜を閉じる、という状態があり、この3つ目の状態で砂嵐や水中で瞳を保護しつつ視界も確保する (それなりに) という微妙な制御ができるそうです。植物の気孔制御でいえば、「少し開ける」に相当するのでしょうか。