

基礎生命科学 第5回 Q&A

今回は、タッチミスやリフレクションシート部の未記載などを含め8名もの欠席者がいました。欠席者が複数名いる授業回がずっと続いています。例年、「基礎生命科学」および「生命科学」の1回の授業回当たりの欠席者は0～3名程度で、5名を超えるのは珍しく8名というのはあり得ないほどに異様な状態です。「基礎生命科学」および「生命科学」で複数回欠席した学生は、当該科目だけでなく今後の医学科目でも成績低迷が続く傾向が高いので注意してください。

講義内容以外の質問・要望など

今回は感想欄に「難しい」とか「難しすぎる」書く学生が多数いる一方で、それ以上に「仕組みがわかっておもしろかった」とか「興味が湧いた」などと書く学生がいました。

難しく感じる学生の多くは、覚えることが多すぎて難しいと書いていることが多く、授業内容の全部を「覚えなければいけない」と思い込んでいるように思います。

重要な学習事項でも「現時点では概念や概要をおおまかに理解していればよい」だけのものや「現時点で用語を覚えておく必要がある」学習事項などいろいろあり、授業内容の全部を丸暗記するようなことは求めています。

おもしろいとか興味が湧いたなどと答える学生はそのあたりが判っているようで、特に指摘された用語は覚える必要があると認識した上で、それ以外の学習事項については「理解すること」や「おもしろがること」に重点を置いて授業を聴いているようです。

授業の受け方としては圧倒的に後者の方が学習効果が高く、今後の医学科目に役立ちます。「難しい」とか特に「難しすぎる」などと感じてしまった方は、授業を受ける心構えとして「暗記」ではなく「理解」することを重視し、さらには授業を「おもしろがる」ように努めて見るとよいと思います。

また、難しいと感じる学生は、まずは予習してから授業を受けるようにしてみてください。授業の理解度が格段にアップします。なお、できるだけわかりやすくなるよう努めていますが、進行速度を遅くするのは時間的余裕がないので難しいです。下に示すとおり、他大学医学部ではもっと多くの授業コマ数を使って初年次生物学教育を行っています。

初年次生物学教育は、医学科目を学ぶ基盤をつくるという意味で極めて重要です。広範な基盤知識のすべてを教えるのに、前期18コマの基礎生命科学と後期11コマの生命科学のあわせて29コマの授業回数はまったく足りていない状況です。このため授業速度を比較的早い状態に保つ必要があります。

速い授業速度を補うため、補習コースを開設したり講義ビデオを公開しています。これらを活用し、しっかり理解するよう努めて下さい。また、学生委員を介して初年次生物学教育や基礎医学科目のコマ数増を含む充実化をカリキュラム委員会に提案したり、大学公式の授業評価の

際にそのような要望を書くとよいと思います。

おもな医科単科大学医学部の初年次生物科目のコマ数の比較（札幌医大を除くと平均 43.4 コマ）

札幌医科大学	全 29 コマ
旭川医科大学	全 43 コマ（90 分/コマ換算で）（別に生物非受験者向け科目 20 コマがある）
奈良県立医科大	全 45 コマ
福島県立医科大	全 48 コマ（90 分/コマ換算で）（別に生物非受験者向け科目 19 コマがある）
京都府立医科大	全 39 コマ（別に京都府立大と連携で行っている生物教養科目 15 コマがある）
岩手医科大学	全 42 コマ

****M***：** 高校で物理選択のため、今回の(今回も)講義内容がスムーズに頭の中に入ってこなかった。

すずき： 生物未履修者であることや生物非受験であることは、医学部での成績低迷の理由にはなりません。高校教科書を通読するなどして、1 年前期あるいは遅くとも夏休み中に克服するようにしてください。

22M011： 今回の問題 6 のような複数の単語を答える場合、入力するにあたって何か心掛けた方がよいことはありますか（、ではなく、を用いるなど）

すずき： ひとつめの用語の後で改行しふたつめを書いていただけると採点しやすいです。

23M002： moodle 配布の pdf の 34 ページの絨毛の図がみえなくて復習の時すこし不便がありそうです。

23M008： moodle で配布されている第 5 回講義スライドの、7 枚目の資料について、フォスファチジン酸のリン酸部分が正しく結合した図になっていないようです。また、ジアシルグリセロールと PI-45 ニリン酸の文字が重なって読みにくくなっています。修正お願いできませんでしょうか。

23M035： 今回の講義資料の 3 4 枚目など、写真がかぶっていてわかりづらいことがあるので、スライドの最初の状態と最後の状態で二枚の PDF を含んだり、かぶらないような配置にしてくれると有り難いです。

23M049： Moodle でダウンロードする PDF では字が重なってしまう部分があるので重ならないようにしてほしいです。

23M060： スライドで途中で画像が追加されるスライドが、紙媒体にした時、追加される前の画像が見えないので、紙に印刷するとき 2 枚に分けて欲しいです。

すずき： 修正版のハンドアウトを Moodle サイトにアップしました。

23M032： スライドに番号を振っていただくことは可能でしょうか？

すずき： 済みません、本年度の学生用には対応できません。本年度分のスライドとハンドアウトは後期の生命科学の分を含め完成済みで、直すとしても来年度以降になります。また、既にスライドの隅の部分にまで文字やイラストが描き込まれているので、番号を書き足

すとなると、それらの文字やイラストの位置をズラしたり大きさを変える必要がでできます。このため、ハンドアウトのスライドに自動で番号を入れるのは簡単にできるのでセすが、スライドの方が対応できないため、かなり難しいと思います。

23M064： おすすめの生物の勉強方法とかありますでしょうか。

すずき： 本科目についてということであれば、予習として授業前に文字だけのプリントをハンドアウトを眺めながら軽く読んでおくといよいでしょう。その上で、特に重要な部分と参考に留めておいて良い部分、今後の医学科目とのつながりなどをメモしながら授業を聴いてください。このときの心構えとしては、授業内容を面白がるようにすると理解が進みます。授業後は、授業を振り返ってください。おもしろいと感じたり興味をもっと学習事項はネットなども利用して自身で調べると印象が深まり、理解が深まるだけでなく知識も定着します。また、難しいと感じたり判らなかつた学習事項は、講義資料などを読み返し理解するように務めてください。この Q&A の回答・解説が役立つこともあるので、他の学生の質問に対する回答も確認するとよいと思います。それでも判らない場合は、質問に來たり補習コースに参加するとよいでしょう。

さらに深く系統立てて勉強したい場合はエッセンシャル細胞生物学などの参考書を通読するのをお薦めします。分厚い教科書なので難しいかも知れませんが、通読すること（学習事項がどうしても入れ子になっているので、できれば2回通読するのがいいです）で勉強になります。

23M069： 参考とは書いていないが参考であるページには参考と書いてほしい。

すずき： 授業中の説明を聴くようにしてください。①重要事項、②覚えるべき用語、③参考程度のお話し、④単なる雑談などいろいろありますが、①～③については授業内で言及するようにしていますので、少なくともハンドアウトの学習事項がこのどれなのかをメモしながら授業を聴くようにすることをお薦めします。

23M079： 講義スライドの PDF では本来コマ割りのようになっているスライドの途中か最後の様子のみ描かれておりわかりにくさを感じる場面があった。漫画のコマのように表示していただけると理解が進むと思う。

すずき： 動画やアニメーションで解説しているスライドについては、ハンドアウトの図どうしても一場面のみになってしまいます。講義ビデオで確認できますので、そちらを見るようにしてください。

23M104： 生物は暗記というイメージがあるのですが、とにかく暗記で勉強する科目ですか？

すずき： 暗記も重要な場合がありますが、まずは理解することが重要です。1 頁目に書いたコメントも読んでください。

講義内容に関する質問

23M003： なぜポンプはそれぞれのイオン等に対応するポンプでわかれていますか？

すずき： ポンプを構成する膜タンパク質の基質特異性によって通過させるイオンの種類が違うためです。細胞の機能を保つためには、様々なイオンについて細胞内外の濃度を調整する必要があります。ポンプが不特定多数のイオンを通過させてしまうと、細胞の機能を制御できなくなってしまうので、それぞれのポンプは通過させるイオンの種類を厳密に制限する必要があります。

23M006： 膜脂質について、真核生物・真正細菌はエステル結合、古細菌はエーテル結合、ということだったのですが、どのような利点があってそれぞれの構造になっていったのでしょうか。

23M066： 真核生物と古細菌で膜脂質の結合型が違いますが、それには何か理由があるのでしょうか。

すずき： 真正細菌と古細菌が分かれたのは生命誕生の極初期で 35～40 億年前と考えられています。ある有力視されている仮説では、その頃は細胞膜がまだ未完成で、水中に細胞が独立して存在できる状態ではなかったと考えられています。つまり、細胞が独立する前に古細菌と真正細菌の 2 つの系統ができ、それぞれの系統で独自の細胞膜をつくったという感じで、現生の真正細菌と古細菌はその子孫なので膜脂質に根本的な違いを持ち続けているということです。ということで、エステル結合やエーテル結合の違いは進化的な経緯によるもので、特に利点があったという訳ではないようです。

真正細菌と古細菌の誕生については後期 生命科学 第 10 回講義の「進化②」で詳しく勉強します。。

23M008： 膜ドメインは膜機能ドメインとほぼ同義なのでしょうか？ 膜マイクロドメインは生体膜上の小さな構造体のことでしょうか？

23M088： 膜ドメインと膜マイクロドメインの違いをなるべく簡単な語で説明していただきたいです。

すずき： 膜ドメインと膜機能ドメインは言い方の違いでおなじ意味です。一般的には「膜ドメイン」の語の方をよく目にします。一方、膜マイクロドメインは生体膜上にあるスフィンゴミエリンを主体とする膜脂質からなる小さな区域のことで、スフィンゴミエリンに親和性の高い膜タンパク質が集まって、特定の機能を担っています。広い意味では膜ドメインの一種とされる場合がありますが、膜ドメインが頂部細胞膜や軸索の細胞膜など、細胞自体の構造区画を形成する細胞膜であるのに対して、膜マイクロドメインは細胞膜上に漂う小さい膜区画なので、一般的には膜ドメインとは違うものとして扱われます。

23M011： 脱共役剤とイオノフォアはどのような関係にありますか？

すずき： 脱共役剤は一種のイオノフォアです。難しいはなしになりますが、ミトコンドリア内膜に作用して水素イオンの膜透過性を高めてしまうイオノフォアのことを脱共役剤といいます。ミトコンドリアの脱共役については後期の生命科学で詳しく勉強します。

23M017： 抗生物質により開けられた生体膜は閉じることができないのか。

すずき： 基本的には閉じることができないため、攻撃を受けた細胞は死んでしまいます。

23M031： 脂質の非対称性は具体的に何の機能を保持するために存在しているのでしょうか。

23M095： 細胞膜の内層と外層における脂質成分がなぜ非対称になっているかがわからなかったなので、教えてください。

23M102： 細胞膜の内層と外層において、脂質成分がなぜ非対称に存在するのか。

すずき： 膜脂質には、細胞質で起こる生化学反応に関わる膜脂質と細胞外での反応に関わる膜脂質があります。例えばセカンドメッセンジャーになり得るフォスフォイノシタイドなどの膜脂質は細胞質側になればセカンドメッセンジャーとして機能しませんし、糖脂質は細胞外側になれば細胞表面の分子標識としての機能を果たせません。このように、膜脂質はそれぞれ反応が起こる側面に存在することで反応の効率が高まります。また、これらの膜脂質の非対称性を構築するためのシステムが細胞に備わっています。詳しくは細胞生理学などの細胞生物学部分で勉強することになると思います。

23M032： イオノフォアについての説明があまり理解できなかったので、もう一度説明していただきたいです。

すずき： 補習コースに参加するか講義ビデオを見てください。個別に質問に来ていただくのも構いません。

23M033： 対抗輸送や共同輸送を行うチャネルが、どのように輸送する物質を検知しているのかがわからなかったです。

すずき： チャネルやポンプ、キャリアーなどの輸送体はタンパク質でできています。タンパク質はその立体構造によって特定の分子とだけ反応するという性質があり、これを基質特異性といいます。この基質特異性により、通過させる分子の種類を厳密に選定しているのです。

23M037： カベオラが脂質ラフトの細胞質に突き刺さって形成されるとはどういうことですか。

すずき： カベオラは、カベオリンと呼ばれる表在性膜タンパク質が脂質ラフトの細胞質側に突き刺さることによって作られます。カベオリンが脂質ラフトの細胞質側にくっつくこと

によって、ラフトの膜面が凹みをつくり最終的に丸底フラスコ状の凹みが出来上がります。

23M038： イオンの膜通過を促進する抗生物質でイオノフォアはイオンが通る穴を開けてしまう方なのか、イオンを包み込んで膜を通過させてしまう方なのかどちらなのか知りたいです。

すずき： イオノフォアにはキャリアー型とチャネル型の2種類があり、スライドの図ではメリチンやグラミシジンがチャネル型イオノフォアで、バリノマイシンがキャリアー型イオノフォアとなります。

なお、メリチンはハチ毒に含まれる抗菌ペプチド（ペプチド性の抗生物質）で、グラミシジンは土壌細菌の一種が分泌する抗菌ペプチドです。これに対し、バリノマイシンは放線菌（ストレプトマイセス属の真正細菌）が分泌する抗菌ペプチドです。

23M049： そもそもドメインとは何かがわかっていなかった。

すずき： 特定の機能を持つタンパク質が集積した膜面を「膜ドメイン」とか「膜の機能ドメイン」と言います。このときの「ドメイン」という用語は、ドメイン **domain** の「領地」という意味に由来した使い方で、「特定の機能を持つ膜区画」という意味になります。

domain という英単語には、領地、領土、領域、分野、～界、土地などの所有権などの意味があり、生物分類の「3ドメイン説」の際にはこのうちの分野とか～界の意味で使われています。

23M070： 膜機能ドメインを仕切る膜骨格フェンスモデルを構成する分子は、細胞膜の裏打ち構造に用いられているアクチンやスペクトリンと同じものですか？

すずき： その通りです。

23M084： 細胞膜の裏打ち構造の説明の部分で繊維たんぱく質がアクチンとアンキリンと説明されていましたが、スペクトリンは繊維たんぱく質ではないのでしょうか。

すずき： スライドの図では、青字で示したスペクトリンとアクチンが線維性タンパク質です。また、黒字で示したアンキリンが表在性膜タンパク質で、スペクトリンとアクチンの線維性タンパク質がつくるメッシュワークを膜面に繋ぎとめています。

23M094： 高校の資料集にあった共役輸送は共輸送や対向輸送の総称なのでしょうか。

すずき： その認識であってます。共役輸送というのは、ある物質を輸送すると同時に他の物質を輸送する輸送方法のことです。共役輸送には、2種類の物質を同じ方向に同時に通す共輸送と、2種類の物質を反対方向に同時に通す対向輸送があります。

（共役とはあることを他のことと同時にやることをいいます。また、2つのことが共役

して行われている反応系があったときに、片方を止めてしまいもう片方だけを行うようになることを脱共役といいます)

23M097: チャンネル、キャリアー、ポンプの分類の仕方がよくわかりませんでした。チャンネルはたぶん受動輸送でポンプはたぶん能動輸送なのですが、キャリアーはどちらなのかわかりませんでした。流れに逆らっているという意味では能動輸送とも考えられるかもしれませんが、実際はどちらなのでしょう。

すずき: 受動輸送(あるいは促進拡散輸送)だけを行う輸送体をチャンネルといいます。能動輸送だけを行う輸送体をポンプといいます。

ポンプには ATP を分解する酵素活性が有り、ATP の分解で得られるエネルギーを使って、濃度勾配に逆らって物質を運ぶことができます。

キャリアーは ATP 分解酵素活性を持ちませんので、ATP のエネルギーを直接使うことはできません。しかしキャリアーは一度に2種類の物質を通過させます。このとき、片方の物質が濃度勾配にしたがった受動輸送であっても、もう片方が濃度勾配に逆らった物質輸送になることがあります。このとき1つ目の物質について受動輸送させるために、別の場所にあるポンプが働くことで1つめの物質の濃度勾配をつくり出していることがあります。この場合は、キャリアーは2つ目の物質について濃度勾配に逆らった輸送を行うために、ポンプの働きを間接的に利用しているということになります。つまり、ポンプが使う ATP のエネルギーを間接的に使うので、ポンプと組み合わせることによって一種の能動輸送を行っているといえるのです。

このような理由で、例えば SGLT という小腸の吸収上皮細胞の頂部細胞膜にあるキャリアーは、グルコースを能動輸送により細胞内に取り込んでいると説明されます。

23M108: ミトコンドリアなどが持つ二重の生体膜の外膜と内膜の間は何で満たされているんですか。

すずき: ミトコンドリアの内膜と外膜の間の空間のことを「膜管腔(まくかんくう)」といい、そこにある液体は特に名前が付いてませんが稀に「膜管腔液」と呼ばれることがあります。