

## 質問に対する回答

この回答でもわからない場合は、直接聞いてください。

- ・ エネルギー的にみて、異化は起こりやすい反応で、同化は起こりにくい反応とあるが、どんな理由からなのかが分からなかった。→ものを燃やせば熱(エネルギー)が出て、ものをつくるのには仕事をしなくてはいけない、ということです。
- ・ 親水性の物質にはイオン性物質と極性物質があると学んだのですが、二つの水に溶ける理由の違いがあまり分かりませんでした。→パネル 2-2 をみてください。確かにあまり違わないといえば、違いません。
- ・ p77 の「ヌクレオチドは多くの機能を持っている」の2で、補酵素をつくとあるけれど、どういうことですか？→補酵素 A の中にヌクレオチドが含まれているでしょう。そういうことです。
- ・ 飽和グリセロールと不飽和グリセロールが、なぜこのような形状になるのかが分かりません。(図あり) →二重結合はぐるぐると動けずにこの状態で固定されます。パネル 2-4 参照。
- ・ 塩基性側鎖と酸性側鎖がある。塩基性側鎖は-OH を出す性質、酸性側鎖は-H<sup>+</sup>を出す性質という違いがあるが、構造式を見て判断する場合は、単純にNH<sub>3</sub><sup>+</sup>、NH<sub>2</sub><sup>+</sup>などがついていたら塩基性側鎖、O<sup>-</sup>がついていたら酸性側鎖と決定してよいのか。→COO<sup>-</sup>ですが、単純にはそうです。
- ・ 巨大分子間のほとんどの相互作用は仲介するのは非共有結合であるが、共有結合が代わりになれないメカニズム。ATP と ADP の相互交換の循環の仕方がよく分からない。→共有結合を使う場合もありますが、その際は共有結合してしまうので引きはがすのは難しくなります。感覚的に書くと、がっちりくっついちゃうといろいろと反応できない、ということです。
- ・ 疎水結合は実際に結合しているのではなく、引力は働いているのですか？→疎水的な分子の間の引力のことでしょうか？ ある程度近くなれば、ファンデルワールス力は働きますよね。
- ・ ATP のリン酸が結合しているところで、なぜ同じリン酸の結合で高エネルギーの結合と、そうでない結合となるのか。また、ATP の加水分解でひとつ

しかリン酸がとれないのか。→これは平衡状態と標準自由化エネルギーの問題ですが、単純に答えるといろいろとあります。加水分解に関しては、一挙に二つ取れる場合があります。この際、勿論放出されるエネルギーは多くなります。

- ATP の加水分解によって進む多段階反応が分かりません。→どれのことだろう。エネルギーを投入すれば、反応は進みます。
- ATP の加水分解で、AMP とピロリン酸になるときがあるが、なぜ ATP→ADP とリン酸ではなく、ピロリン酸と AMP とに分解されるのか。ATP からひとつずつリン酸がとれるのではなく、一度にピロリン酸がとれるのか。→それだけのエネルギーが必要な時は、いきなり AMP に分解されます。
- 遠心分離法、速度沈降法、平行沈降法は実験によって使い分ける必要があるのか。→はい。あります。これは実際に実験をやる時にじっくり考えてください。
- 境界沈降法とバンド沈降法のところがよく分かりませんでした。この単語、どこにでてきました?生物学辞典にも載ってないですし、生物ではあまり使わない用語ですね。
- タンパク質が他の分子と結合するときの細かい反応が分かりません。→個々のタンパク質で反応の様子は違います。どのタンパク質のことでしょうか? 細かい反応がどのように起こるのかは、反応前と反応後のタンパク質の立体構造を解き明かす必要があります
- 酵素と基質 立体構造が合う酵素と基質が反応するということはわかりませんが、基質がどのようにして酵素の活性部位に入り、反応が起きたら出ていくのかがわからない。(基質が酵素に吸い寄せられているのか? また、反応後は吐き出されているのか?) →熱運動によるものと考えていいです。積極的にある場所に運ぶということもありますが。
- タンパク質はなぜ高温で熱すると変性するんですか? →高温にさらされることにより、各種の非共有結合が破壊されるためです。これにより構造が変化してしまいます。共有結合まで破壊されるとばらばらです。
- タンパク質がリガンドと結合することで、何が起きるんですか? →いろいろなことが起きるので一概に何が起きるとはいえません。例の一つが図 4-39。図 12-42 も参照のこと。
- タンパク質のサブユニットに関して、タンパク質が集まったときになぜ環

や螺旋などの違う形になるのか。→何故というのは難しいですね。そのように進化してきたから、というのが答えの一つです。物理化学的な構造変化の原因となれば、エネルギーの問題になりますが、それは個々のタンパク質複合体によって状況が異なりますので、それぞれ解いていかないといけません。

- タンパク質にはなぜ色々な種類のタンパク質が存在するのか？→それだけ必要だからです。教科書の後半は生物におけるタンパク質の役割を説明しているのだといえます。
- ミカエリス定数  $K_M$  が低いときに基質と酵素の結合が強いこと、高い  $K_M$  は結合が弱いことを示しているのがどうしてかが分からない。→図 3-25 をみてみましょう。直感的に説明します。 $K_M$  が低いということは、基質濃度が低くても  $1/2V_{max}$  に達することができるということです。ここで、 $K_M$  が  $100\text{mM}$ (ミリモル)の酵素と  $10\text{mM}$  の酵素を比較すると  $10\text{mM}$  の酵素の方が薄い基質濃度で同じ  $1/2V_{max}$  に達するということになります。ので、低い方が基質とくっついて反応しやすい、ということになります。あとは、3年生の「生化学」の授業で。
- p149 のリゾチームの活性部位で結合がゆがめられ切断が起こるところがあまりよく分からない。→低い自由エネルギーで分解されてしまうような形にゆがめるということですね。このことを活性化エネルギーを下げると言っています。活性化エネルギーが低くなれば、反応は単純に起きやすい方に起きるということです。これでもわかりにくいかなあ。
- GTP 結合タンパクは GTP からエネルギーをもらって活性化しているのですか？→まあ、そうです。16章参照。
- $\alpha$ ヘリックスや $\beta$ シートなどのタンパク質の構造の重要性が分かりません。構造の違いによって反応性は変わるかどうかとか。→これらは側鎖に関係なく主鎖だけで一定の構造を作ることができるという点が大切です。側鎖に依存しないので、多くのタンパク質にみられる構造なのです。
- $\alpha$ ヘリックスと $\beta$ シートの構造は分かりましたが、それぞれどのような利点があるのかがよく分かりません。→タンパク質に形を作るのにそれぞれたいせつなですね。形との関係はこれからもいろいろとでてきます。それらのタンパク質の構造は $\alpha$ ヘリックスと $\beta$ シートを使用できています。
- ポリペプチド主鎖の中で隣接領域に生じる水素結合によって $\alpha$ ヘリックスと $\beta$ シートという規則正しい折り畳みパターンができると学んだのですが、

どうしてこの二つのパターンに絞られるのですか？この二つ以外に生じる可能性はないのでしょうか→側鎖まで考えるといろいろなパターンがあります。でも、普遍性という意味でこの二つが非常に重要なのです。

- $\alpha$ ヘリックスや $\beta$ シートが及ぼす影響にどのようなものがあるのかが分かりません。（ $\alpha$ ヘリックスや $\beta$ シートなどの構造を取ることによってどんなメリットがあるのか？）→何度もいいますが形がなければ、機能もありません。ですから、これらの構造ができなければタンパク質は機能しません。
- $\beta$ シートの模式図の斜線部が何を表しているか（図あり）→特に構造が規定されていない部分です。
- フィードバック阻害とアロステリック効果の違いがあまりよく分かりません。→図 4-39。アロステリック調節により、フィードバック阻害がかかる例が多く知られています。
- p156 図 4-45 の、タンパク質の3種類のコンホメーションが ATP の加水分解と共役しているので、サイクル全体が不可逆になっていると書いてあるが、どういうことなのか分かりにくかった。→ATP からエネルギーを貰わないと起きない反応ということです。例えて言うと、水を沸騰させるのに火を使う必要があり、水を放っておいても勝手に沸騰したりしないというのと同じです。

## ・自由エネルギー関係

自由エネルギーのところはわかりにくいので、あまり理解できていないということはわかりました。しかし、ここを戻って全部を説明すると全体の時間が足りません。授業のどこかで重要な点だけを説明することを考えています。

- ・ 第3章 どうして縮合反応はエネルギー的に起こりにくいのか。(図あり) →感覚的に話をすると、構造が複雑になるからです。構造は複雑な方がエネルギーを持っていると考えてください。積み木を放っておいても勝手にお城はできないが、積み木のお城は放っておくと崩れてしまうのと、基本的には同じです。
- ・ 自由エネルギーについてよく分かりません。どのように使うか、どうやって計算するか、なぜ  $Y \rightleftharpoons X$  の反応で、 $X \rightarrow Y$  の自由エネルギー変化  $\Delta G$  が負のとき右向きに進むかが分かりません。→よくわからない、という質問には答えられません。負の時に右に進むのは、そのように定義しているからです。
- ・ エネルギーが代謝や成長などの反応に必要であり、残りが熱となり消えるということについてもう一度説明してほしい。→教科書をもう一度読んでくださいで終わりにしたいですが、もう少し説明します。86 ページにあるように、熱は最も乱雑なかたちのエネルギーです。熱になってしまうと、そこからエネルギーを回収するのが難しいということです。感覚的に話します。沸騰する水と氷を混ぜてぬるま湯を作ります。これは可能です。エントロピーは増大しています。さて、次に、ぬるま湯から、エネルギーを使わずに、元の沸騰する水と氷を作り出すことができるでしょうか。難しいですね。この例でわかるように、この法則は、時間は元に戻らないということとも密接に関係しています。
- ・ 自由エネルギーの正負で反応を判断するとき、イメージがつかみにくい。→掴みにくいので覚えてください。負だと現象は勝手に進みます。基本的に。
- ・ 自由エネルギーと標準自由エネルギー変化がわかりにくかったです。エネルギー的に起こりやすいとか起こりにくいなど→パネル 3-1 です。標準というのは、全ての分子の濃度が 1M で pH.7.0 の状態ということです。
- ・ p124 「コンホメーションは、自由エネルギーが最小の形になるのが普通で

ある」なぜ自由エネルギーが最小になるのか。どういう意味かよくわからなかった。また、自由エネルギーが最小にならないのはどういう場合か。→自由エネルギーが最小でないのであれば、最小になるように変化が生じるからです。自由エネルギーは基本的に最小になるのですが、立体構造を作る時の微妙な変化で他の形に成ってしまう時があります。その時、その自由エネルギーがその構造物の最小の自由エネルギーではないわけですが、単純に言うとな元に戻れないので、そこで行き止まってしまうことがあります。

- どうして生体内に取り入れられたエネルギーを全て生長や細胞の代謝などに使ってしまわずに、残りが生じる（熱として消える）のか→ですから、これが熱力学の第二法則です。
- エントロピーには具体的に数値が入るのか→はい。
- エントロピーがどういうもので、生物で何のために使われているのかが分かりません。→物理的な数値です。生物は物理の法則から逃れられないので、その法則に従っています。

## 教科書をよく読んでくれればわかるはずのところ。

該当ページををよ一く読んでそれでもわからなければもう一度聞いてください。

- ・ 同化・異化がよく分からない。→用語集
- ・ 核酸のホスホジエステル結合がどういう性質か分からない。→用語集
- ・ 活性運搬体と電子運搬体はどう違うんですか？→用語集
- ・ 補酵素が結局何をしているのかいまいちよく分かりません。→450 ページ
- ・ p106 の図 3-30 の意味がよく分からない。→何度も読む。
- ・ p106-115 あたりの、エネルギーと反応についての仕組みなどが、全体的によく理解できていません。特に、NADH と NADPH の変化について、自由エネルギーが変化するというところがよく分かりません。→理解できないのであれば、理解できるまで読んでください。
- ・ タンパク質には酵素として働くものとそうでない物がある。タンパク質が酵素として働くかどうかは、どう見分ければいいのか。→酵素を用語集で調べてください。
- ・ 三糖からオリゴ糖と呼ぶのですか？→用語集
- ・ エネルギーの出し入れに ATP が使われる理由→図 3.30。何故生き物は ATP という分子をエネルギーの出し入れのために選んだのか、という質問だとすると答えるのはなかなか難しい。GTP でなかったのはたまたま？
- ・ 乱雑さとは、いったいどういった状態のことか。→3 章の始め
- ・ 第 4 章 p151 フィードバック阻害の仕組みは高校の時から習っていることなので理解できましたが、正の制御の仕組みを教えてください。→図 4.40
- ・ フィードバック阻害 (p151) において、負の制御と正の制御があると書いてあるが、どういう仕組みなのかが分かりづらい。→図 4-38 と 40
- ・ 細胞は、酵素の合成を指令する遺伝子の発現を調節し、生じる酵素分子の数を調節するとあるが、フィードバック調節以外に、どんな方法があるか？→酵素活性の調節という意味では、151 ページの 18 行目
- ・ アロステリック阻害において特定の物質の結合がタンパクの形に影響を与える原理が分かりませんでした。→図 4-39 をよく読んでください。
- ・ タンパク質の一次構造から四次構造までの違いがよく分かりませんでした。

特に四次構造について、三次構造との違いが分かりません。→136 ページ

- タンパク質の二次構造とか三次構造のところで、それらのつながりが分かりません。→136 ページ

## 他の章のもの。「細胞生物学」の授業を超えるもの

他の章はこの1年間のどこかで勉強しますから、それまで待っていてください。  
「細胞生物学」の授業を超えているものについては、3年生以降の講義を楽しみにしてください。

- ADP や NADPH の違い、どんな場面でどう使われるのかが分かりません→今後いろいろなところで出てくるので注目しておいてください。
- なぜ DNA が二重螺旋構造を持つことで安定化しているのか→5章参照
- p77の「核酸」の図の、反応が分かりませんでした。→6章
- 細胞には大量の遺伝子があるが、いわゆるガラクタのような遺伝子もある。それらの存在意義は何か。仮に、それらがなくなるとすれば不都合はあるのか。→9章
- ほとんどの生物にとって主要なエネルギー源は太陽であり、それを有効に使ったのは植物であるが、なぜ植物から進化した動物が生まれてきたのか。動物はなぜ太陽を有効に使ってエネルギーを作り出せないのか。→「植物から動物が生まれた」という意味がわかりません。光合成については14章。
- P108- NADH と NADPH は何なのか（役割、性質、特長）→13,14章
- ミトコンドリア、葉緑体の共生に至るまでの進化の過程がもう一度みたいです。→14章
- 光合成の反応をより詳しく→14章
- 糖の関係。デンプンとグリコーゲンの違いなど→13章
- 励起したクロロフィルからなぜエネルギーが生まれるのか分からない。励起するとどう違うのでしょうか。→14章
- p149「タンパク質に強く結合している小分子が特別な機能を付加する」というところがよく分かりませんでした。→474ページ参照
- 細胞膜のエンドサイトーシス、エキソサイトーシスのしくみ。イメージがしにくいです。→15章
- 同じアミノ配列のタンパク質がどのようにして同じ性質を持つ形に折り畳まれるのかが分かりませんでした。→518ページ参照。シャペロンというタンパク質が関与しています。あと、駄目やつは分解する機構があります。

- タンパク質内の水素結合は、違う位置同士で結合してしまうことはないのか。→上の質問参照。あり得ますが、そうならないようにしています。
- 第4章でアミノ酸配列がどうやってタンパク質の形を決めているのかが分からない→上の質問参照。アミノ酸配列は進化してそのようになってきます。機能できるように進化してきているということですね。基本的には一次構造だけで構造が規定されますが、駄目な時はシャペロンなどの助けをかります。
- タンパク質のリン酸化について（図あり）オン・オフなどがよく分かりませんでした。→16章
- p35 の一部体ゲノムあたりの塩基対の数が両生類では比較的多い理由が知りたい→これ難しいですね。何故でしょう？
- どうしてアロステリック部位ができてきたか→これも難しい。そのように進化してきたってことですね。
- 中間径フィラメントの働き（機械的強度をどのように与えるのか）→17章
- X線結晶解析でどうして結晶構造が分かるのか分からない。→これ説明すると1講義では終わりません。「生命科学のための決勝解析入門(丸善)」などで勉強してみてください。
- ミトコンドリア数は細胞によって決まっているのか？ もしその値を超えるとどうなるのか？→ミトコンドリア数はそれぞれ大体決まっていると考えていいでしょう。でも、その制御機構は未だに謎です。勿論数が変だと異常が生じます。
- どうして人間に葉緑体がないのか？→進化の問題ですね。自分で考えてみてください。
- 酵素が決まった反応にだけ特異的に作用するとき、それぞれの酵素が必要な反応に決まって作用するメカニズム。→進化的にそうできている、というのが答えでいいですか？

## 授業について

いろいろと授業に対する要望もありました。

多かったので書いておきますが、2章のパネル2-1から2-7は必須で覚えてください。

- ・ 高校のとき物理を専攻していて知らないことばかりなので、分からない箇所を挙げることも今の自分には難しいです。→まずは教科書を何度も読んでください。
- ・ 私は高校のと寄生物を受けていないので、専門的なことは理解できていない部分が多いです。なので、どこを理解すればよいのか、この言葉は覚えています。当然、などを講義の中で強調してほしいです。よろしくお願いします。→なるべく強調するようにしています。
- ・ 高校時代にやったことがほとんどなので、全て理解はできているはず。強いて挙げるとしたら、熱力学関係の部分に苦手意識がある。→頑張っって勉強してください、としか書けない。
- ・ 前の授業で分かりにくかったという箇所は得にはないが、第4章で、高校では習っていなかった新しい言葉（リガンド、ジスルフィド結合など）や現象が出てきて不安なので、もう一度復習のような講義があれば助かります。→最後に復習の時間が取れるかどうかわかりません。用語については、最後に用語集がついてます。
- ・ 教科書に書いてあることだけをただ機械的に覚えていく学習法のイメージがあるので、いまいち自分が何が分からないのか、がよく分からないのが現状です→今後は暗記だけではなくと思います。
- ・ 量が多すぎて、どこが分からないかまだよくわかりません。どれは覚えて、どれは覚えなくていいとか？アミノ酸の名前とか略記とか電荷とか極性とかも覚えなないといけないのか？前に「テストは広く浅く」といわれた気がしますが、それならアミノ酸とか覚える必要ないし…→北野さんがテストに関して言ったことは忘れてください。広く浅くであれば、当然アミノ酸の構造と特徴は覚えるべきもの、に入ってきますが・・・。
- ・ むしろ、この授業のついでの北野先生の明確な目標が自分には分からな

ったです。せめて方向性をはっきりさせていただけると、ビデオなども見やすいので、「何のために見せるビデオか」を言っていただけると嬉しいです。  
→目的をなるべく言いますね。

- 講義で触れなかった箇所に関しても期末テストで出題されますか→教科書の中にあれば当然範囲内です。ただし、講義で触れた点が重要なところであることは間違いありません。
- 1から4章でどういう勉強をしていいのかわかりません。教科書を暗記すればいいのか、章末問題を解くのか。→章末問題は全部やっておくことを勧めます。
- どちら辺に重点を置いて勉強をしたらよいか→重要なところ、としか言えない。
- タンパク質を構成するアミノ酸の性質や構造は全部覚えた方がいいですか？→はい。
- 2章のタンパク質を構成する20種類のアミノ酸というページがありますが、この20数種類のアミノ酸はどの程度まで覚えればよいですか。→全部。
- 1章から4章まででアミノ酸、リン酸基を含むものなど様々な化学物質が出てきましたが、構造を全て覚える必要はありますか？→全てを覚える必要はないと思いますが、かなりのものは非常に重要なので覚える必要があります。
- ATPなどの化学式は覚えるべきなのか。また、覚えなければならぬなら、どの程度覚えればよいのか。→ATPは覚えてください。
- 糖類などたくさん複雑な化学式が出てきましたが、その物質の定義や機能だけでなく、その化学式まで押さえなければいけませんか→化学式がわからずに物質の定義や機能がわかるとは思えないので、このコメントは意味がないと思います。
- 英語版にあるCDの内容をどこかで入手できたらいいなと思います。→英語版買うしかないですね。
- ヌクレオチドの加水分解によって引き起こされるコンホメーション変化についての画像をもう一度みたいです→時間あれば。

## 質問が具体的でないので回答不能

まずは教科書をもう一度よく読んでください。

- ・ 2章の細胞内の巨大分子
- ・ p91 図3-12(B)の説明をもう一度お願いします。
- ・ 特に3章がわかりません。
- ・ エントロピーのところが全体的に分かりません。
- ・ ミカエリス定数  $K_M$
- ・ ミカエリス定数
- ・ 代謝回転数
- ・ 代謝回転数とミカエリス定数
- ・ エネルギー変化に関する内容
- ・ 3章の自由エネルギー変化
- ・ P85 エントロピーの考え方（問題を解くときの使い方）
- ・ 自由エネルギー変化  $\Delta G$  の化学反応との関係
- ・ p94 自由エネルギー変化の定義と使い方
- ・ エントロピーや自由エネルギーのところがちゃんと理解できませんでした。
- ・ 自由エネルギーのところかがよく分からない。
- ・ 第3章の自由エネルギーとそれが絡む計算式。
- ・ p102 の付近が分かりませんでした。
- ・ 活性型運搬体分子と生合成について。
- ・ 活性型運搬体分子について。
- ・ 活性型運搬体分子の働き型
- ・ ATP
- ・ アセチル CoA の働き
- ・ エネルギー合成のところの  $ATP \rightleftharpoons ADP$ 、 $NADH$ 、 $NADPH$  などの物質の変化がよく分からない。→物質の変化の何がわからないのでしょうか？
- ・ ATP と ADP についてあいまいにしか理解していないので説明してください
- ・  $\alpha$ ヘリックスと $\beta$ シートについて。

- $\alpha$ ヘリックスと $\beta$ シートのあたり（構造の成り立ち、ドメインなど）
- $\alpha$ ヘリックスのどこが水素結合しているのか図で分かりにくい。また、 $\beta$ シートの構造もよく分からなかった。
- 二個の $\alpha$ ヘリックスの非極性側鎖の部分がいまいち分からなかったので、もう一度説明してほしい。
- フィードバック阻害の仕組みがよく分かりませんでした。
- フィードバック阻害のところがよく分からないです。
- タンパク質構造がよく分かりません。
- 酵素がある化学反応に特異的に反応するメカニズム
- 立体的なタンパク質の形
- 4章のタンパク質の構造、電気泳動によるタンパク質の分離が分からない。
- タンパク質（4章）働く仕組みや構造
- タンパク質のコンホメーション変化
- タンパク質のコンホメーション変化がいまいち分かりません
- p152 コンホメーション変化について、もう一度説明をお願いします。
- リゾチームの触媒
- リゾチームのところ
- 4章のタンパク質の活性調節の仕組みが少し分かりません。
- 第4章タンパク質において、リガンドの作用の仕方がよく分かりません。
- GTP 結合タンパク質のところでは、P150 からのタンパク質を調節する仕組みの中のコンホメーション変化というのが分かりません。
- $\Delta G$ ：自由エネルギー変化の部分によく出てくる“乱雑さ”という言葉なのですが、いまいち自分の中で消化し切れていません。“乱雑さが増す”や“秩序が増す”などというのは、いったい分子がどんな状態なのでしょう。（すみません、今日の授業を聞いて何となく分かりました）→解決したようでなにより。