

タンパク質とは

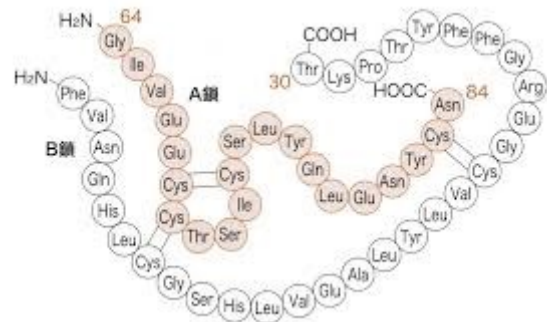
タンパク質とは、20種類存在するL-アミノ酸が鎖状に多数連結（重合）してできた高分子化合物であり、生物の重要な構成成分のひとつである。

構成するアミノ酸の数や種類、また結合の順序によって種類が異なり、分子量約4000前後のものから、数千万から億単位になるウイルスタンパク質まで多種類が存在する。

連結アミノ酸の個数が少ない場合にはペプチドと言い、これが直線状に連なったものはポリペプチドと呼ばれることが多い。

タンパク質は、炭水化物、脂質とともに三大栄養素と呼ばれ、英語の各々の頭文字を取って「PFC」とも呼ばれる。タンパク質は身体をつくる役割も果たしている。

インスリン（ヒト）一次構造



アミノ酸とは

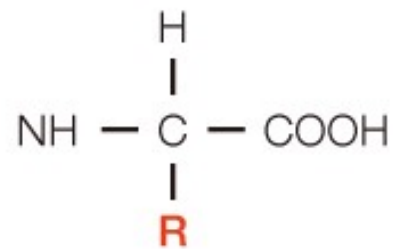
アミノとは、広義には（特に化学の分野では）、アミノ基とカルボキシル基の両方の官能基を持つ有機化合物の総称である。一方、狭義には、生体のタンパク質構成ユニットとなる「α-アミノ酸」を指す。

分子生物学など、生体分子をあつかう生命科学分野においては、遺伝暗号表に含まれるプロリン

（イミノ酸に分類）を、便宜上アミノ酸に含める。

天然には約500種類ほどのアミノ酸が見つかるが、宇宙由来のものとしても1969年に見つかったマーチソン隕石からグリシン、アラニン、グルタミン酸、β-アラニンが確認されている。

全アミノ酸のうち22種がタンパク質の構成要素であり、真核生物では21種から、ヒトでは20種から構成される。動物が体内で合成できないアミノ酸を、その種にとっての必須アミノ酸と呼び、動物種によって異なるが、ヒトでは9種類のアミノ酸は食事により摂取しなければならない。



アミノ酸の構造

α-アミノ酸とは、カルボキシル基が結合している炭素（α炭素）にアミノ基も結合しているアミノ酸であり、RCH(NH₂)COOH という構造を持つ。Rが水素(H)であるグリシン以外のα-アミノ酸では、α炭素へのアミノ基やカルボキシル基などの結合様式が立体的に2通り可能で、それぞれ、D型、L型の光学異性体として区別される。生体のタンパク質はα-アミノ酸のポリマーであるが、基本的にL型のものだけが構成成分となっている。D型は天然では細菌の細胞壁の構成成分や老化組織、ある種の神経細胞などに

存在が見出されている。生体のタンパク質はほとんどの場合、R で表記した側鎖の違いによる 20 種類のアミノ酸からなる。個々のアミノ酸はこの側鎖の性質によって、親水性・疎水性、塩基性・酸性などの性質が異なる。

アミノ酸の分類

側鎖による分類	酸性アミノ酸	アスパラギン酸、グルタミン酸
	塩基性アミノ酸	アルギニン、リジン、ヒスチジン
	芳香族アミノ酸	フェニルアラニン、チロシン、トリプトファン
	含硫アミノ酸	システイン、メチオニン

代謝物による分類

糖原性アミノ酸	オキサロ酢酸またはピルビン酸を生じる ロイシン、リジン以外の 18 種が糖原性アミノ酸
ケト原性アミノ酸	アセト酢酸またはアセチル CoA を生じる フェニルアラニン、トリプトファン、チロシン、イソロイシン ロイシン、リジン

水溶性による分類

親水性アミノ酸	セリン、スレオニン、アスパラギンほか
疎水性アミノ酸	グリシン、アラニン、バリン、ロイシン、イソロイシン

栄養学上の分類 (2005 年米国医学研究所)

必須アミノ酸

メチオニン、フェニルアラニン、リシン、ヒスチジン、トリプトファン
イソロイシン、ロイシン、バリン、スレオニン

条件付き必須アミノ酸 (体内代謝だけでは必要量を賄えない)

アルギニン、グルタミン、グリシン、プロリン、チロシン、システイン

非必須アミノ酸

アラニン、アスパラギン酸、アスパラギン、グルタミン酸、セリン

必須アミノ酸

体内では合成されず、必ず食物から補給しなければならないアミノ酸。

アルギニン【Arg】※小児で必須アミノ酸

成長期にその合成能力が足りないため小児での必須アミノ酸となる。アルギニンは、成長ホルモン、インスリンやグルカゴンの分泌促進に関わる。

【働き】一酸化窒素の前駆体・成長ホルモン、インスリン、グルカゴンの分泌に関与

メチオニン【Met】

タンパク質の合成でいちばんはじめに必要な必須アミノ酸。不足すると、全タンパク質合成に支障が出る。脂肪の代謝で必要なカルニチンの生合成にもかかわる。

【働き】開始アミノ酸としての役割・薬物中毒の解毒・肝機能の改善

フェニルアラニン【Phe】

フェニルアラニンは、チロシンを経て脳内神経伝達物質ドーパミンやノルアドレナリン、黒色色素メラニンの材料になる必須アミノ酸。合成甘味料アスパルテームの原料ともなる。

【働き】血圧の上昇・鎮痛作用・ドーパミン・ノルアドレナリンの材料

リジン【Lys】

穀類に少なく、多くは動物由来植物から摂取される必須アミノ酸。メチオニン同様、脂肪をエネルギーに変えるのに必要なカルニチンという物質の材料になる。

【働き】身体組織修復・成長に関与・肝機能の向上

ヒスチジン【His】※小児で必須アミノ酸

人の体内での合成が比較的遅いアミノ酸。幼児が不足すると湿疹ができる。ヘモグロビンに多く含まれ、不足すると貧血になるおそれが出る。

【働き】成長に関与・ヘモグロビン、白血球の産生に関与

トリプトファン【Trp】

体内でナイアシンになったり、脳内神経伝達物質セロトニンの材料となる必須アミノ酸。トウモロコシに少なく、トウモロコシ主食の地域でナイアシン欠乏症（ペラグラ）が発生。

【働き】セロトニンやメラトニンの材料・コレステロール、血圧のコントロール

イソロイシン【Ile】

タンパク質をつくるのに大切な必須アミノ酸。バリン、ロイシンとともにBCAA（分岐鎖アミノ酸）と呼ばれ、ヘモグロビンを形成するのに必要なアミノ酸です。

【働き】成長促進・神経機能補助・血管拡張・肝機能向上

ロイシン【Leu】

子どもの成長や大人の筋肉維持に必要な必須アミノ酸。バリン、イソロイシンとともにBCAA（分岐鎖アミノ酸）と呼ばれ、タンパク質の生成・分解を調整し、筋肉維持に働く。

【働き】肝機能向上・肝細胞の増殖・分化の正常化・血糖コントロール

タンパク質生合成促進・筋量の維持・筋肉グリコーゲン合成・酵素活性の促進

バリン【Val】

特に筋肉をつくるのに大切な必須アミノ酸。イソロイシン、ロイシンとともにBCAA（分岐鎖アミ

ノ酸)と呼ばれ、不足すると食欲低下・栄養不良の悪循環を引き起こす。

【働き】成長に関与・血液中の窒素バランスの調整・肝機能向上

スレオニン【Thr】

スレオニンは、体内で全く合成できない必須アミノ酸。魚や鶏肉、肉などに多く含まれる。

【働き】成長促進・脂肪肝の抑制

必須でないアミノ酸

グルタミン【Gln】

グルタミン酸とアンモニアからつくられるアミノ酸。ストレスなどで足りなくなる場合もあり、準必須アミノ酸といわれる。血漿中にもっとも多いアミノ酸。

【働き】小腸のエネルギー源・免疫細胞のエネルギー源・消化管粘膜の保護 など

グルタミン酸【Glu】

小麦グルテンから発見されたアミノ酸。タンパク質をつくるアミノ酸として広く存在。アスパラギン酸とともにタンパク質の親水性部分で重要な役割を果たす。

【働き】興奮性神経伝達物質・アンモニア解毒・GABA・グルタチオンの材料

グリシン【Gly】

グリシンはコラーゲンの33%を占める非必須アミノ酸。甘味のあるアミノ酸で、体内ではセリンやスレオニンからつくられる。睡眠の質をよくするともいわれている。

【働き】神経伝達物質・クレアチンリン酸・コラーゲン・胆汁酸・赤血球などの材料

アラニン【Ala】

アラニンはほとんどすべてのタンパク質に広く存在している非必須アミノ酸。グルタミン酸とピルビン酸からつくられる。アミノ酸でいちばんグルコースにかわりやすい。

【働き】エネルギー源 など

セリン【Ser】

セリンは体内でグリシンやグルタミンなどからつくられる非必須アミノ酸です。タンパク質分解酵素(キモトリプシンやトリプシン)など多くの酵素の重要な部分(活性中心)に存在します。

【働き】多様な酵素の部分を構成・情報伝達を担う(リン酸化)・中枢神経の栄養因子など

システイン【Cys】

硫黄を含んだアミノ酸。タンパク質の立体構造を保つのに大切な役割をしている。タウリンや、エネルギーをつくるのに大切な補酵素C o Aの成分にもなる。

【働き】タンパク質の立体構造に関与・タウリンの成分・補酵素C o Aの成分など

チロシン【Tyr】非必須アミノ酸

フェニルアラニンからつくられるアミノ酸。ドーパミン、ノルアドレナリン、甲状腺ホルモンなどの原料になる。チロシンを直接摂ればフェニルアラニンの節約になる。

【働き】アドレナリン、ノルアドレナリン、ドーパミン、甲状腺ホルモンなどの材料

プロリン【Pro】

プロリンは本来イミノ酸だが、アミノ酸の名前で呼ばれている。体内ではグルタミン酸などからつく

られる。プロリンはコラーゲンの材料となり、強いコラーゲン合成に役立つ。

【働き】コラーゲンの材料・角質層保湿作用・コラーゲン修復作用 など

アスパラギン【Asn】

世界で最初に発見されたアミノ酸。構造の一部は水と仲のいい部分があり（極性がある）、タンパク質表面にあって水や他の極性のあるアミノ酸と結合する性質がある。

【働き】水素結合・糖鎖の結合・オキサロ酢酸の材料 など

アスパラギン酸【Asp】

からだの中に存在する割合としては少ないが、タンパク質の親水性部分などで重要な役割を担っている。人口甘味料アスパルテームの原料。

【働き】アラニンの原料・神経伝達物質 など

■1 タンパク質の生体における意義

タンパク質は、核酸、多糖類とともに、細胞、組織の主要な有機生体分子である。タンパク質は、アミノ酸からなるが、アミノ酸は結合してペプチドとなり、さらに高次構造（タンパク質の高次構造）が構成される。タンパク質は人体の乾燥重量の3/4を占め、生物システムにおいて最も多彩な機能をもつ高分子であり、事実上すべての生物学的プロセスに重要な役割を果たしている。

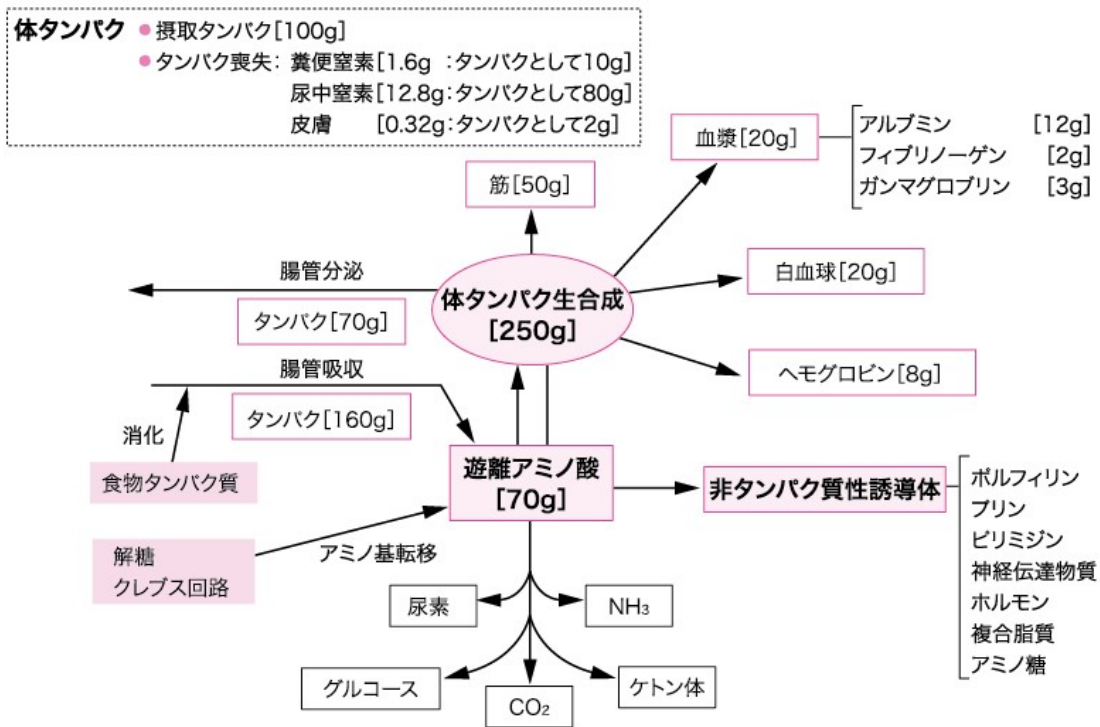
その働きは、触媒、酵素など他の分子の輸送や貯蔵、物理的支持や免疫防御、運動の発生、神経インパルスの伝達、細胞の増殖や分化の制御と、実にさまざまである。構造タンパク（糖タンパク、コラーゲン）、輸送タンパク（ヘモグロビン、ミオグロビン、血清アルブミン）、収縮タンパク（ミオシン、アクチン）、防衛タンパク（抗体、フィブリノーゲン、トロンビン）、ホルモン（インスリン、ACTH、成長ホルモン）、貯蔵タンパク（カゼイン、フェリチン）などがある。

■2 タンパク質の同化と異化（アミノ酸・タンパク質代謝）

タンパク質代謝の異化と同化の過程では次の変化が生じる。70kgの男性では、10～11kgの体タンパクがあり、そのうち250～300gのタンパクが毎日入れ替わる（約3%）。外因性（食事性）タンパクは100gとされ、腸管内の消化液、剥離脱落した腸細胞、漏出した血漿タンパクなどの内因性タンパクの吸収と合わせ160gが消化管から吸収される。

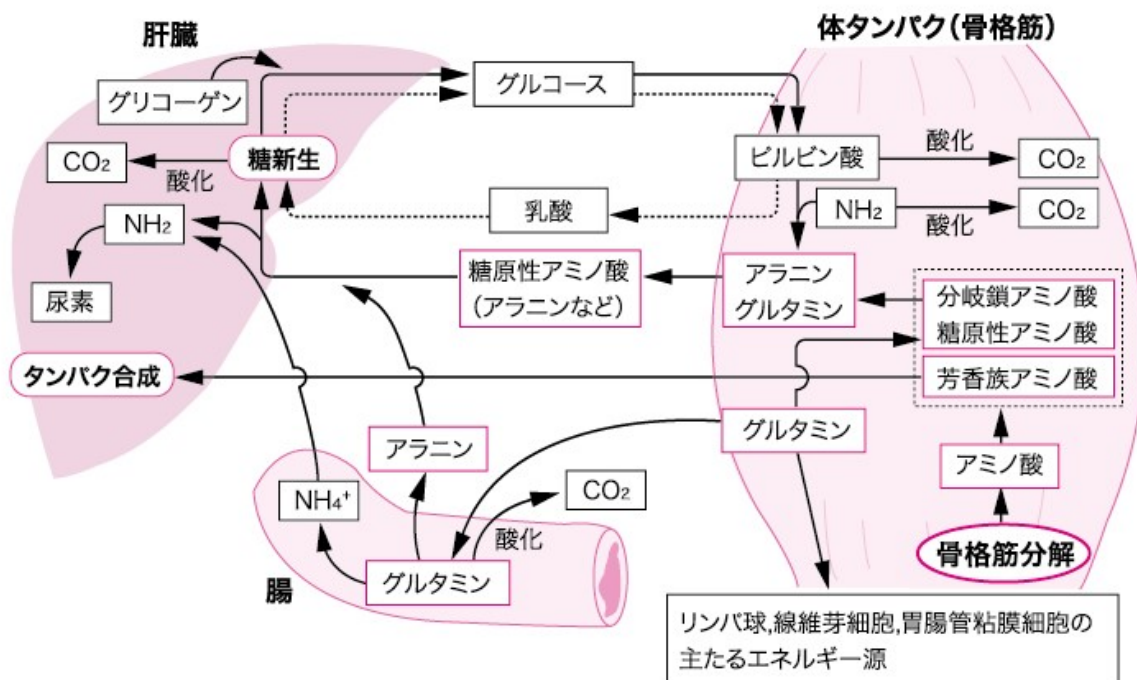
アミノ酸は門脈を通過して肝臓に入り、必要量の血清タンパクなどの合成に使われ、ほかはアミノ酸プールに入る。細胞内では再びタンパク質に取り込まれるもの、脱カルボキシル化されて生体アミンとなるものなどがある。アミノ酸プールも一定量を越えると過剰分は分解され、グリコーゲンや脂肪（貯蔵物質）に変換される。

遊離アミノ酸は、新しいタンパク質の合成（70～80%）やエネルギー基質として用いられ（20～30%）、また、尿素・アンモニア・ケトン体・グルコース・二酸化炭素に代謝される。肝臓では、アルブミン、フィブリノーゲン、ガンマグロブリンのような主要血漿タンパク質20gを合成する。白血球代謝に20g、ヘモグロビンに8gを合成する。また、非タンパク質性誘導体として、ポルフィリン、プリン、ピリミジン、神経伝達物質、ホルモン、複合脂質、アミノ糖の合成にも使用される。



タンパク喪失については、過剰なアミノ酸が脱アミノ化して尿素が合成され、尿素回路を経て、腎臓に運ばれ、尿中に排出される窒素が 12.8g (タンパクとして 80g) あり、便中への窒素排泄 1.6g (タンパクとして 10g) に加えて皮膚から 0.32g (タンパクとして 2g) が喪失するとされる。

骨格筋は、筋タンパク質を血漿アミノ酸より合成する。合成量は 50g とされるが、筋肉は体重の約 50% を占めるので、タンパク質の重要な貯蔵源であり、特に侵襲下では血漿アミノ酸の供給に利用される。



■タンパク質の構造

タンパク質の定義は多少曖昧だが、「アミノ酸が多数結合して、一定の立体構造をとることで特定の機能を示すもの」といえる。

一次構造

α アミノ酸同士がペプチド結合してポリペプチドの状態になったものをいう。

二次構造

ポリペプチド鎖が水素結合により α ヘリックス、 β シート、ターン、ループなど規則的構造に折りたたまれ形成される。

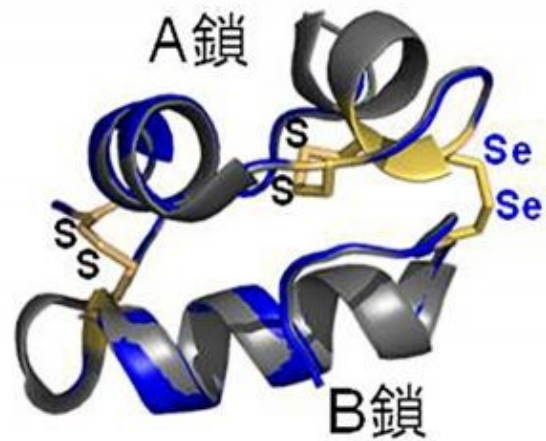
三次構造

二次構造をもったポリペプチド鎖は、非極性の芯をもつ密な構造に折りたたまれ、この三次構造以上の形態で各タンパク質特有の機能が現れる。

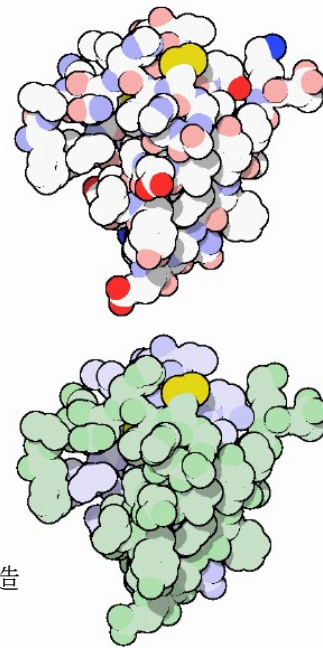
四次構造

三次構造のタンパク質が多サブユニット複合体を形成する。

複数のポリペプチド鎖の特異的な会合により形成される構造をいう。

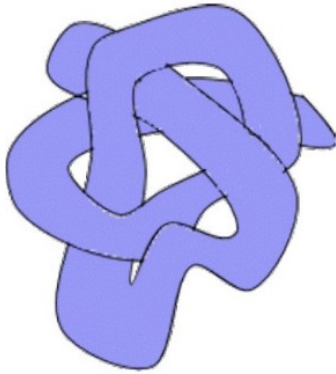


インスリン（ヒト）二次構造

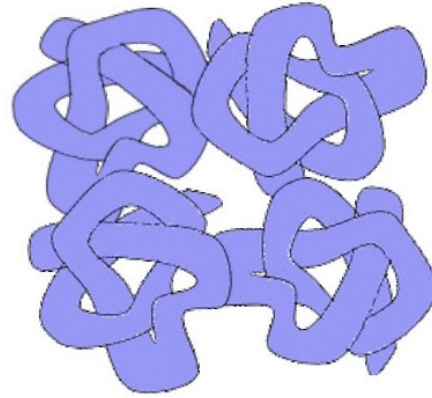


インスリン（ヒト）三次構造

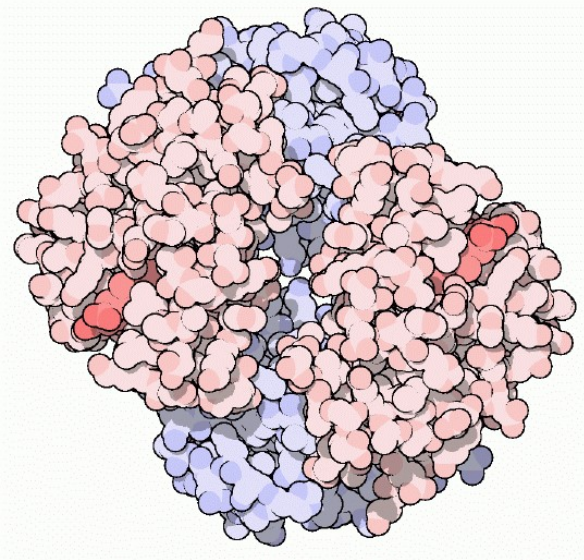
三次構造



四次構造



ヘモグロビンの四次構造



5月14日 質問

- 恒常性って書いたのは山下さんじゃなくて山本さんです。
→山本さん。失礼しました。訂正させていただきます。
- 生化学と生物学の違いがわかりません。
→わからなくて当然です。違いを考える事が間違いです。私は生物における化学的現象と捉えています。
- 好酸球について詳しく知りたいです。
→アレルギーが励起している状態に末梢血で増加して、酸性顆粒が働いて症状を出します。

- ・先生の周りの方で1番おもしろいと思う研究は何ですか。
 - やはり、ゴルジ装置の研究ですかね。あとは、Normal Fecal Antigenの研究とか。
- ・先生が1番驚いた歴史上の人物の話って何かありますか。
 - イリヤ・メチニコフはその研究の姿勢に感動しました。40年間ウニの幼生を観察し続けてノーベル賞です。
- ・いろいろ覚える事が多くて大変です。どうやってすぐ覚えていましたか。
 - 本当に興味があることは、その日のうちに覚えていました。あとは繰り返し記憶法です。
- ・テストはどんな感じですか。難しいのはこまります。
 - まだ作っていませんが、平均90点のふざけた内容にする予定です。うそです。
- ・テストに出すと言っていた「4つ」は何ですか。メモれなくて..
 - アドリブで話しているのでよく覚えていませんが、生物の4つの定義かな。
- ・子宮内の胎児は呼吸代謝をしているときは、まだ呼吸中枢は発達していないのですか。
 - 中枢も呼吸器も発達しています。出産の時に泣くことで呼吸機能が稼働します。
- ・お金を無限に出すから結果を出して！と言われたら何を研究しますか。
 - X-menのミュータント専門学校みたいな霊能力者専門学校を作って、精神世界を解明したいです。
- ・先生の今の体重は？
 - せっかく103Kgだったのに、中世脂肪が1000mg/dlに近づいたのでダイエットして82Kgです。
- ・経営学は何年くらい勉強して、おもしろいところはどのような点ですか。
 - 50歳記念で大学院に行きました。イノベーションを成功させて年収3600万になってちょっと楽しめました。
- ・朝、どうしたらすっきり起きられますか。ベストな睡眠時間は何時間ですか。
 - 人それぞれです。私は1時まで活動して、朝は6時起床で結構良好です。
- ・先生は汗かきなのですか。
 - 超汗っかきです。夏はクーラー設定23.5℃がベストです。
- ・動物界・植物界・原核生物と、なぜ地球上生物は3つに分かれたのかが知りたいです。
 - 生物学者も興味津々で研究していますが、私は精神世界が絡んでいる気がしています。
- ・眠っていたり、別のテスト勉強をしている学生がいるのは嫌ではないのですか。
 - 大丈夫です。私の授業が各自のハッピーにつながってほしいです。
- ・好きなアニメやアーティストはいますか。
 - アニメは西尾維新の物語シリーズが好きです。緑川ゆきの「夏目友人帳」も好きです。
 - アーティストは若いころ「はっぴいえんど」や「RCサクセション」が好きでした。

----- 切り取り線 -----

出席票 5月20日 生化学 学籍番号 _____ 氏名 _____

感想・意見・質問欄
