

高大連携通信

発行 兵庫県立神戸高等学校総合理学コース部

第12号 平成17年(2005年)9月12日(月)

「高大連携通信」作成に際して2003年から、フリーソフト OpenOffice.org を使って全て作成されています。(感謝)

生物が生きている仕組みが「分子レベル」でどれほど分かっている？ たんぱく質分子が主人公！ 現在ではそれが映像で見えるのだ！



9月10日 10:30-12:00に本校の視聴覚室で大阪大学理学部の金澤浩先生による高大連携講義「生化学入門」が行われました。生物体の細胞の中で分子レベルの物質の動きが見える映像(先生の研究室での大学院生が撮影した映像)を講義の冒頭で紹介されました。たんぱく質の一部に重い蛍光物質の枝をつけて、その動きを捕らえた映像でした。ピコピコと顕微鏡のなかで動く姿でした。

金澤先生は東京大学「薬学部」出身で、岡山大学では「工学部」に所属する研究者として生物学に取り組み、現在は大阪大学「理学部」で生物学専門の研究者です。

専門家になる道は大学入学時の学部だけで決

まるものではないことが先生の経歴を見ればよく分かります。幅広い知識(先生時代では理科は全科目必修)を持ってこそ、このような経歴が可能なのです。人生常に勉強を続けて進化しているのですね。

現在は、たんぱく質の構造とその変化について注目しており、たんぱく質の構造を解明するため世界中の研究者とともにがんばっているのだそうです。分子の構造が変化するには、そのためのエネルギーが必要で、どのようにしてたんぱく質はそのエネルギーを得ている方法とはなんだろうかの説明ができました。

生物とはなんだろうか？ 情報(遺伝情報と環境情報)とエネルギー

生物学の始まりは、「生物とは何か？」から始まるのです。1つは、子孫を作り、その「種を保存」ができること。新しい自分と同じ個体を作り出されることが生物の基本です。これは遺伝子(DNA)を元に、個体を複製する仕組みを持つことです。生物が子孫を残すための情報が遺伝情報で、それはDNAに記録されている。この分野については、現在では分子レベルでの研究が相当進んでいるのです(人間のDNAについては完全解読されてしまったのです「ヒトゲノム計画が完了」)。

環境情報の仕組み: 未開拓の研究分野でこれから分かるようになっていく

次に、生物が必要となるのは、個体が生きてゆく装置「個体を維持し、活動するための装置」を持つことです。このため、環境情報を取り入れる生物体として、その情報(外部からの刺激)を受信する機能、それに対する応答(細胞の反応)を行う分子レベルのシステムが必要です。しかし、その分野の研究はほとんど未解明でこれからの研究に待たねばならない部分が多いそうです。

そのような情報を元に生物が活動するためには、エネルギーが必要です。栄養素を取り入れてそれをエネルギーに変換して利用するのが、そのシステムの化学反応の仕組みのひとつとして「ATP(アデニン三リン酸)」を使ったシステムです。ご飯(でんぷん)を食べると、唾液、胃液などの消化液を使ってでんぷんが分解され、最終的な物質として「ブドウ糖(グルコース)」が生み出されます。このブドウ糖をエネルギー源として利用する「エネルギー(ATPシステム)」が細胞内にあるのです。

いわゆる「機械」は生物の機能の模倣から作られたのだ！

機械工学で生み出された、工作機械、自動車、カメラ、コンピュータなどは、生物が行う作業を真似た「工作機械」なのです。牛馬の運搬力を真似た「自動車」、人間の目の模倣が「カメラ」、人間の頭脳を真似た「コンピュータ」などを誰でも想像できます。生物のマクロな行動を真似た上記のような機械として実現されているのです。これからは、細胞活動の中で行われているミクロな「分子機械」を解明する研究を通じて、それを模倣するようになることが予想ができるのです。

生物の体は「たんぱく質」で作られている！ そのため生物は、温度には極端に弱い！

基本的原理は同じでも、人間が生み出した機械は生物とは根本的に異なる面がある。環境に強い機械と違って、生物体は環境に弱いのが特徴です。適切に機能する温度領域が非常に狭いのが生物体の特徴です。生物の構造はたんぱく質できているからです。たんぱく質は温度が少し上がると「熱変性」して壊れてしまう。そのため、生物体の構造が数十度で簡単に破壊されてしまうのです。しかし、生物には機械にない優れた機能「自己複製機能」があります（子孫を残す機能）。機械であれ、生物であれすべては永遠にその個体を動かし続けることはできないのです。機械は補修、取替えが必要です。しかし、生物は自分で子孫を作り、自分で交替し働き続けるのです。



生物は、ナノサイズの「分子機械」を持つ！

細胞の自己複製機能はたんぱく質を作り出す装置「リボゾーム」で支えられています。このたんぱく質を作り出す装置は たったの 20nm(2億分の1メートル)しかない超小型です。人間が化学反応を起こす装置はこんなに小さいものは作れません。細胞の中では信じられない装置が埋めこまれていることがわかります。このような「nm(ナノメートル)」サイズの細胞内の器官を研究する科学を「ナノサイエンス」といい、このような技術を「ナノテクノロジー」と呼びます。現在、大いに注目されている研究分野のひとつです。

細胞内のナノマシンの代表が「リボゾーム」「常温・常圧のたんぱく質の製造工場」

細胞内のたんぱく質合成を行う「リボゾーム」はナノサイズの大きさでありながら、普通の温度(体温)で普通の圧力(大気圧)の下で簡単にたんぱく質を合成できる「ナノマシン」なのです。DNA(デオキシリボ核酸)から作られた、設計図であるRNA(リボ核酸)が「リボゾーム」に届けられる。RNAの設計図に従って、リボゾームが設計図どおりのアミノ酸を結合して、要求されたたんぱく質が作られるのです。

筋肉が力を発揮する仕組みとは「アクチンとミオシンの2つのたんぱく質とATP」

生物が動くときに使われる筋肉は、筋肉組織(筋原繊維)からなります。そこには筋肉を動かすための分子レベルの組織に、2つのたんぱく質「アクチン」と「ミオシン」が存在します。この2つのたんぱく質が互いに重なって配列された組織が筋原繊維です。アクチンの表面をミオシンが移動し、相互の重なりがずれが生じます。これが、筋肉の伸縮を分子レベルで説明した仕組みです。たんぱく質の分子の腕の先にATP(アデノシン3リン酸)が結合したとき分子の腕が曲がり、ずれが生じます。ATPがADP(アデノシン2リン酸)になると腕が伸び、互いのたんぱく質は離れる。ATPがADPになる反応でのエネルギーを筋肉収縮時に利用するのです。このように生物の機能が分子レベルで分かってきたことで、分子レベルの「機械」への道が開けるかもしれないのです。これを「分子機械」として、利用しようと研究が行われています。

神経細胞でのイオン輸送の「キネシンとダイニンによる輸送モーター」でもATPが使われる

神経細胞では、神経伝達情報の伝達にイオンが関与しています。筋肉と同様に、その刺激情報の伝達に「イオン輸送システム」が存在し、それは「キネシンとダイニンという2つのたんぱく質による輸送モーター」があります。ATPを利用するエネルギーシステムは生物細胞の内部でいろいろなところで使われているのです。また、ATPを利用するエネルギーシステムも分子レベルで解明されており、生物細胞内で起こっている反応がどんどん分子レベルで解明されつつあります。まだまだ、分子レベルで解明すべきことはたくさん残っています。機械工学に取り入れられて(ナノテクノロジーへの応用)、分子内での機械システムを、人間がナノマシンとして利用できるようになる「夢の世界」まではまだまだ道は遠いですが...(志)

今後の高大連携講義の予定 (講義場所は、本校視聴覚室)

10月15日(土) 10:30-12:00 「最新ウイルス学入門」 神戸大学 医学部 医学科 堀田 博 先生
11月26日(土) 10:30-12:00 「暗号の世界」 神戸大学 工学部 電気電子学科 森井 昌克 先生

「高大連携通信」はインターネットでも配信されています。

全既刊分をホームページ「物理の小道」(<http://tachiro.hp.infoseek.co.jp>)の高大連携のページに掲載しています。