

ヘモグロビンの構造とトピックスを学ぶ Web 教材

○本間善夫

新潟県立大学(〒950-8680 新潟県新潟市東区海老ヶ瀬 471)

【緒言】 ヘモグロビン(Hb)は高校生物のみならず化学でもタンパク質の高次構造の例として取り上げられており、アミノ酸配列の 1 次構造からヒト Hb4 量体(α 鎖 \times 2+ β 鎖 \times 2)という 4 次構造まで立体構造の重要性を示す上でも、ヘムというリガンドの役割や鉄の欠乏症を説明する上でも格好の教材である。トピックとしても鎌状赤血球症の原因となるヘモグロビン S や近年構造が復元されたマンモス Hb など、興味深いものが多い。また 2013 年開催の深海展[1]や深海関連書籍の相次ぐ発刊と絡めれば、深海生物のチューブワーム Hb が 24 量体と巨大なもので先端部の赤色の原因となっていることも話題にできる。マンモス Hb はじめ多数の生物の Hb 構造が Protein Data Bank (PDB) [2]に登録されていることから、そのアミノ酸配列を比較することは分子系統学の観点で生物の進化を説明する素材ともなり得る。

【方法と結果】 PDB からいろいろな生物種の Hb 構造データを入手し、ブラウザ上で Jmol により多様な表示形式で参照できるようにした[3]。Jmol スクリプトにより、アミノ酸の親水性・疎水性がわかる着色表示などができるほか、エディタの自作マクロ[4]を用いて FASTA 形式アミノ酸配列を 3 文字アミノ酸表記に直して同じ着色の表にしたものも併載し、種ごとのアミノ酸配列の違いを一目で把握できるようにした。近い種ほど色の並びが似通っていることを視覚的に理解できる。また oxyHb と deoxyHb の構造の違いも比較できる。ヒト Hb については、3D プリンタによる最新のシリコーン製分子模型[5]を独自着色で製作依頼し、4 量体の組立て・分解およびヘムの着脱体験と Jmol コンテンツの併用(図 1 参照)も可能になり各地のイベントで紹介している[6]。

さらにヘムに関しては、光合成におけるクロロフィル、ビタミン B₁₂(シアノコバラミン)、F430 を含め、テトラピロールが生命活動を維持するエネルギーの視点で重要なこと[7]を示すデータも掲載した。

参考文献・Web ページ

- [1] 特別展「深海 深海 -挑戦の歩みと驚異の生きものたち-」(国立科学博物館), <http://deep-sea.jp/>.
- [2] RCSB PDB, <http://www.pdb.org/pdb/home/home.do>.
- [3] 本間善夫, http://www.ecosci.jp/pdb/hemoglobin_s.html.
- [4] 本間善夫, http://www.ecosci.jp/pdb/hm/macro_g1.html.
- [5] 川上 勝, <http://www.jaist.ac.jp/news/press/2012/post-330.html>.
- [6] たとえば, サイエンスセミナー in 江戸川大学, http://www.edogawa-u.ac.jp/news/130710_2.html.
- [7] 大河内直彦, 『分子で地球を読む テトラピロールと地球環境』, 科学, 2013 年 7 月号(岩波書店).

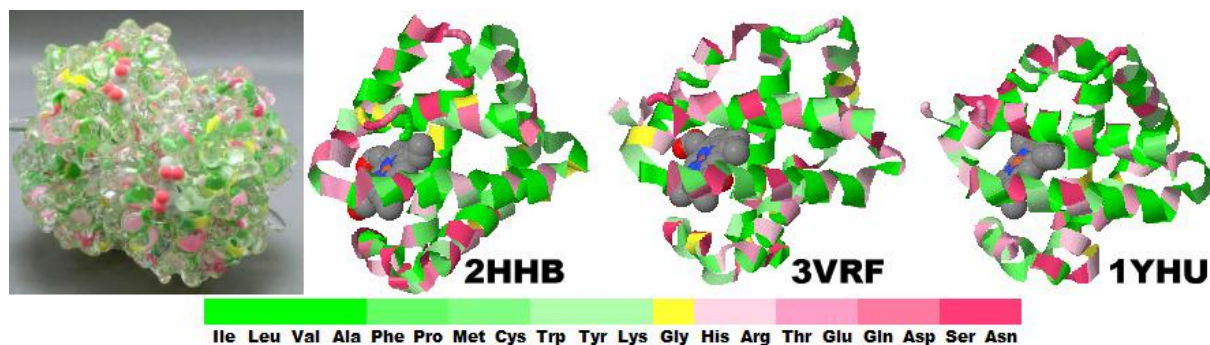


図 1 ヒトヘモグロビン PDB 2HHB の 3D プリンタ製構造模型の写真(左端, 4 量体)と Jmol 画像(左からヒト, マンモス, シロザメで何れも A 鎖).