

生命の歴史を学ぶ生体分子モデル教材集

○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)

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により多くの尊い生命が失われ、無数の悲しみが日本列島を覆ったばかりでなく、派生して起きた原子力発電所の事故とその後の対応の遅れなどがあって放射線に脅えながら住み慣れた地を離れなければならない被災者も多数にのぼっている。人間ばかりでなく豊かな生態系も取り返しのつかない痛手を負ったことも忘れるべきでない。

地球という希有な惑星に誕生し、およそ40億年という長い時間をかけて生命の世界が構築されてきた。隕石衝突や地殻変動・大陸移動、スノーボールアース(仮説)など過酷な自然環境に翻弄されながら、地球表層という限られた生存可能領域で時々に応じながら循環システムを機能させ続けている。

人類がその出自を知るべく宇宙のからくりや生命の神秘を解き明かそうとする営みを継続してきている中で、宇宙や地球の起源と歴史、分子レベルでの生命システムの記述などの蓄積が進められてきている。生命誕生のきっかけが地球外から持たされたのかも知れないということや、地球環境を形成している大気や岩石の一部などが生物によって長い時間をかけて形づくられてきたこともわかってきたほか[1]、地球の生命活動を支えるには太陽の光エネルギーだけでなく深海などの化学環境も欠かせないことが極限環境(高温、低温、高塩濃度、酸性、アルカリ性、高圧、真空と乾燥、放射線など[2])に棲む多様な生命体の研究によって明らかになったことで、地球外生命の存在可能性についても議論されるようになってきている[3,4]。

つまり高校で学ぶ理科の物理・化学・生物・地学(物化生地[5])のすべての領域が関連している事象の知見が増えていると言えよう。また、高等学校理科の新学習指導要領により2012年度から新科目「科学と人間生活」が始まり、物化生を網羅的に学べる教材も必要となっている。

そこで通例化学分野に含まれる“元素”あるいは“分子”という視点で、上記諸事項の一端を学べるJmolコンテンツを作成して公開した。光合成・光化学系、バイオミネラリゼーション、鉄硫黄クラスター、亜鉛フィンガーなど複合領域で考える必要性を示唆するキーワードも少なくないことに着目したものである。

本データ集の利用により、生命の大切さを科学的に理解すると同時に、生命システムに学ぶことがまだまだ多いことを知るきっかけになればと考えている。

2. Jmol コンテンツ「生命を知り生命に学ぶ」

生命の歴史や現在および過去の多様な地球環境の中で棲息する多彩な生物に関する研究を紹介する書籍[1,2,6]を読み、そのテーマに関連するシンポジウム[3,4]に参加したのを機に、これまでWebサイトで公開してきたコンテンツを再編集したり、Protein Data Bank (PDB) や PDBsam データベースから関連生体分子データを新規に入手して追加するなどして、新コンテンツ「生命を知り生命に学ぶ」[7]の作成を開始し、公開した。

古細菌、光合成、ミトコンドリア、バイオミネラリゼーション、チューブワーム、鉄硫黄クラスター、マンガンクラスター、DNA 修復などをキーワードとするコンテンツ群を作成してそのリストを掲載すると同時に同ページで抜粋データと画像例を参照できるようにした。今後も充実させていく予定である。

従前の独自 Jmol スクリプトで、有機概念図[8]の I/O 値順等、タンパク質構成アミノ酸残基を性質別着色させることなどにより、生体分子の構造の意味をインタラクティブに学べるようになっている。

大気に酸素が無い時代、現在多数を占める好気性生物誕生以前のエネルギー獲得や細胞膜形成以前の生命活動の場や素材として文献[1]で再三言及される黄鉄鉱や鉄硫黄化合物と関連すると考えられるのが鉄硫黄クラスターである。図 1 に PDB データ 2wqy に含まれる 3 種類のクラスター Fe_2S_2 , Fe_4S_4 , Fe_3S_4 と各サイト部分を一緒にしたデータによる表示例を示す。

図 2 は生命誕生の場と目される深海熱水孔という極限環境で発見された生物チューブワームが有するヘモグロビンの構造例 1yhu である。酸素ばかりでなく硫化水素とも結合するとされる。

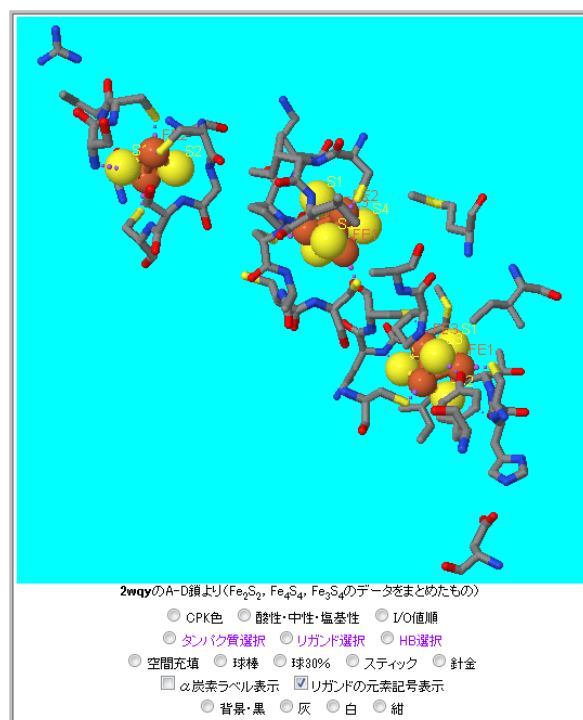


図 1 PDB データ 2wqy の 3 種類の鉄硫黄クラスターとサイト.左上から Fe_2S_2 , Fe_4S_4 , Fe_3S_4 .

参考文献・Web ページ

- [1] たとえば、ニック・レーン 著、斉藤隆央 訳、「生命の跳躍 進化の 10 大発明」、みすず書房 (2010)
- [2] 浅島 誠・黒岩常祥・小原雄治 編、「現代生物科学入門 10 極限環境生物学」、岩波書店 (2011)
- [3] たとえば、第 10 回 自然科学研究機構シンポジウム「多彩な地球の生命 ー宇宙に仲間はいるかー」(2010/10/10, 学術総合センター)
- [4] 同 Togetter まとめ, <http://togetter.com/li/58135>
- [5] 本間善夫,『「物化生地」に関心を広げる Jmol 利用分子教材』, 日本化学会第 91 春季年会講演予稿集 (2011)
- [6] 長沼毅・藤崎慎吾,「辺境生物探訪記」, 光文社新書(2010)
- [7] 本間善夫, <http://www.ecosci.jp/life/>
- [8] 本間善夫, <http://www.ecosci.jp/ocd/>

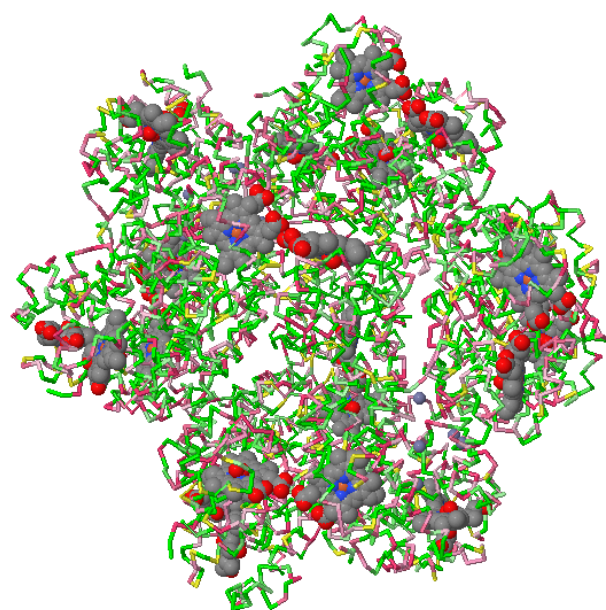


図 2 チューブワームヘモグロビンの構造例 1yhu (上). バックボーン表示で有機概念図の I/O 値順着色. 下は熱水孔とチューブワームが含まれる市販の潜水調査船「しんかい 6500」レゴ.