

生物物理的一般介紹和有關參考書

劉容生

記得在大學裏，有些同學對生物物理很有興趣。一方面是由於近年來國外在這一方面發展非常大，另一方面也多多少少得歸功於大四畢業時，徒步橫貫公路旅行，有植物系同行，回來後，很多同學認識了植物系的女同學，基於「愛屋及烏」的心情，也開始喜歡了生物。

但那時，同學都苦於找不到有關這方面的參考書，甚至一篇介紹這方面的文章也很難發現。前幾天，陳力俊君來信索稿，正巧吳錦鉉先生來函寄給了我一篇“Resource Letter PB-1 on Physics and Biology”（著者：D. James Baker Jr.，刊載於“American Journal of Physics, vol 34, No. 2. Feb. 1966”），是專門指導大學讀物理的學生，如何去閱讀一些與物理有關科學的讀物，遂擇要譯出，作為同學參考。（下面的E, I, A分別代表Elementary, Intermediate, or Advanced level of biological knowledge）

I. 序言 作者：D. James. Baker Jr

近年來，物理學的技術和觀念，大大的助長了生物學的革命。遺傳分子的控制和有關的分子結構的發現是這種應用很了不起的兩項成就。物理學家和生物學家不斷地了解彼此間關係的密切。本文乃在說明一些物理的技術和觀念在生物學上的應用，同時介紹一些現代生物學研究的問題和範圍，以及生物物理實驗的內容。

在序言之後，本文分為五個部份分別介紹，1. 從物理學的觀點來看生物學；2. 生物學有關的教科書；3. 近代生物學上的問題；4. 物理技術在生物學的應用；5. 有關生物物理的雜誌。

讀Scientific American或Endeavour（英國的科學雜誌）也是幫助了解近代生物學的一個好辦法。

下面列的是一些比較基礎的書籍：

1. E “why Biophysics?” A. L. Hill (1956)
——介紹一些生物物理學研究的內容和動機。
2. E “Biology” Claude A. Villee (1962) ——是一本淺近入門的教科書，從molecular

genetics到ecology，介紹近代生物學上主要的理論和事實。

3. E “The Science of Biology” Paul B. Weisz (1959)
4. E “Life” G. G. Simpson; C. S. Pittendrigh and L. H. Tiffany
5. I “Outline of Biochemistry” E. E. Conn and P. K. Stumpf, 簡明；介紹生物上重要分子的化學性質和一些有機體內重要的化學循環反應的討論。
6. I “A Guide-Book to Biochemistry” K. Harrison (Cambridge 1962)
7. E “Dictionary of Biology” M. Abercrombie, C. J. Hickman and M. L. Johnson (1963)

II. 從物理學的觀點來看生物學

下面的參考書介紹了物理思想在生物學上的應用，雖然，在某些方面並不很成功，但這些嘗試却十分有趣：

8. E “Possible Worlds” J. B. S. Haldane (1928) Chap. 2.
收集在“The World of Mathematics” J. R. Newman. Vol. 2. 裏面。
9. E “On growth and form” D’Arcy w. Thompson (1963) 有J. T. Bonner作的簡本，由數學的和物理的方法，解析生物的過程。
10. E “How animals Move” James Gray (1960)，簡明易讀。
11. E “The computer and the Brain” J. von Neumann (1958)
12. I “What is life” Erwin Schrodinger (1963)，介紹Entropy的觀念，轉化和遺傳作用在生物上的運用。
13. I “Introduction to a Sub-Molecular Biology” Albert Szent-Gyorgyi (1960)，介紹分子內能量的轉換和電子的運動。
14. I “Mathematics in the Biological Sciences” E. F. Moore (Sci. Am. 211, 149, Sept. 1964)

15. E "The Feynman lecture on Physics" R. P. Feynman, R. B. Leighton, and M. Sands (1963) Vol 1. Chap 3. 介紹生物和物理的關連。 Chap 35, 36 介紹顏色的近代知識。
16. E "Time's Arrow and Evolution" H. F. Blum (1962) 介紹熱力學第二定律在生命系統的應用和地球的演化。
17. E "The Probability of the Existence of a Self-Reproducing Unit" E. P. Wigner
18. A "The physical Foundation of Biology" W. M. Elasser (1958)

III. 生物物理的有關教科書

19. I "Molecular Biophysics" R. B. Setlow and E. C. Pollard (1962), 從物理學家的觀點討論生物學上種種問題。
20. I "Biophysical Science" Eugene Ackerman (1962) 包括了聲音和聽覺, 光線和視覺, 神經和肌肉, 微觀生物學熱力學和傳遞系統, 及一些生物物理的運用。
21. I "Elementary Biophysics — Selected Topics" H. T. Epstein (1963)
22. A "Biophysical Science—a study Program" J. Oncley Ed., (1959)

IV. 近代生物學上的重要問題

細胞是生物體結構的基本單元, 由一連串高組織化的分子組成, 以完成各種生命現象必要的過程; 概約的說, 物理學家研究原子; 生物學家研究細胞; 自從 Robert Hooke 發現木栓細胞壁組織以來 (1665), 細胞就一直為生物學研究的對象。近代生物學的研究, 有兩個大範疇; 一種是次細胞 (Subcellular) 的研究, 或稱之為分子生物學; 另一種是外細胞 (Extra-cellular) 的研究, 或稱為感覺生物學。每一種範疇內又包含了許多部門。一般的介紹可以在上面所列的書籍裏找到, 下面提出的是一些比較專門的文章:

有關近代生物學上的問題, 可以參考:

23. I "The origins of life" G. Wald. Proc. Natl. Acad. Sci. (U.S) 52, 545 (1964); 這篇文章對地球上生命起源, 有很好的說明也介紹了物理在生物學上的運用。
24. A "Genetic Determinants" E. L. Tatum; "The Differentiation of cells" T. M. Sonneborn; "The Influence of the Environment" G. E. Hutchinson; "The Evolution of Living System"

Ernst Mayr; "Physiological and Cultural Determinants of Behavior", N. E. Miller; Proc Natl. Acad. Sci. (U.S.) 51. 903, 915, 930, 934, 941, (1964), 這些文章, 比較難讀, 却是許多未能解決的生物學的問題原始文章。

25. A "An Introduction to the Fine Structure of cells and Tissues" K. Porter and M. A. Bonneville.

A. 分子生物學 (Molecular Biology)

由分子的性質, 來探討生物系統各種性質和現象。可讀:

26. I "Cell structure and Function" A. G. Loewy and P. Siekevitz (1963) 包括三部份: cell biology, biological statics 和 biological dynamics.

1. Genetics

物理方法應用在生物學, 用以發現遺傳的基礎分子, 即所謂兩種著名有關遺傳的分子: DNA (Deoxyribonucleic Acid), RNA (Ribonucleic Acid); 有關的參考書有:

27. I "The Mechanics of Inheritance" F. W. Stahl. (1964)
28. I "Molecular Biology of the Gene" J. D. Watson
29. E "The Genetic Code" F. H. C. Crick, Sci. Am. 207, 66 (1962) "The Genetic Code (II)" M. Nirenberg. Sci. Am. 208. 80. (1963)
30. E "Messenger RNA" J. Hurwitz and T. T. Furth. Sci Am. 206. 41 (1962)

下面是用 X 射線, 討論 DNA 分子的原始論文, 裏面提出的 DNA "Spiral staircase" 的結構, 是近代遺傳理論的根基:

31. A "A structure for Deoxyribose Nucleic Acid"; "Genetical Implication of the Structure of Deoxyribo nucleic Acid" J. D. Watson and F. H. C. Crick Nature. 171, 737, 964 (1953)

下面是有關用 X 射線研究分子晶體, 物質結構與作用及蛋白質合成的參考書:

32. A "Proteins and Nucleic Acids" M. F. Perutz (1962)

病原體 (Viruses) 是一種介於有生物與無生物之間的單元, 生物學常藉這方面的研究用以了解更多有關遺傳的問題。可參考:

33. A "Molecular Biology of Bacterial Viruses" G. Stent (1963)

34. A "The Genetics of Bacteria and their Viruses" W. Hayes (1964)

有關分子生物學及其演進，請參考：

35. I "The Molecular Basis of Evolution," C. B. Anfinsen (1959)

36. I "Evolution, Genetics and Man" T. Dobzhansky (1963)

2. Molecular Synthesis and Metabolism

這方面研究能量形式上的轉換和有關分子的合成，例如光合作用就是一例，現代科學家相信，這種作用的完成是由於一種叫"quantaosome"的粒子；又如蛋白質的合成，則是由於一種"Polyribosome"的粒子。參考書籍和論文有：

37. A "The organization of Living Matter" G. E. Palade. Proc. Natl. Acad. Sci. (U.S.) 52, 613. (1964)

a. 有關 Photosynthesis 方面的書籍，下面幾本討論電子顯微鏡下的"quantaosome"，電子順磁共振測量光合作用的量子轉化，和光合作用的分子物理。

38. A "Quantaosome — Size and Composition" R. B. PARK, and J. Biggins, (1964)

39. A "Primary Quantum Conversion in Photosynthesis" M. Calvin and G. M. Audroes (1962)

40. A "Molecular Physics in Photosynthesis" R. K. Clayton

(以下有三小節，介紹 Respiration, Membrane Processes, Cellular Differentiation, 刪略了——譯者註)

B. 有關感覺器官生物學的研究

其中包括了，視覺、聽覺、神經系統各種刺激與反應的研究，有關的參考書：

49. A "Sensory Communication." W. A. Rosenblith (1961)

1. 視覺方面，主要的問題乃在，光如何被接受？接受以後又如何把信號傳給網膜？而後又如何傳送給腦？而腦中又如何把信號消去？可參考：

50. I "Color vision—An Enduring Prob-

lem in Psychology" R. C. Teevan and R. C. Birney. Eds. (1961)

51. E "Eye and Camera" G. Wald. Sci. Am. 183, 32 (Aug, 1950)

52. E "Three-Pigment Color Vision" E. F. MacNichol. Jr. Sci. Am. 211, 48 (Dec. 1964)

53. I "Visual Pigments of Single Primate Cones" W. B. Marks. W. H. Dobbelle and E. F. MacNichol. Jr. (1964)

54. I "The Receptors of Human Color Vision" G. Wald. (1964)

55. I "Experiments in Color Vision" Sci. Am. 200, 84 (May 1959) "Color Vision and the Natural Image I" Proc. Natl. Acad. Sci. (U.S.) 45, 115 (1959), "II" Proc. Natl. Acad. Sci. (U.S.) 45, 636, (1959)

56. E "Stabilized Image on the Retina" R. M. Pritchard. Sci. Am. 204, 72 (June 1961)

2. 聽覺——主要的問題乃在如何把聲音變成信號傳送給腦？現在已了解的許多關於耳朵的構造，和人對聲音區分辨認的能力。參考：

57. I "On the Sensation of tone" H. Von Helmholtz (1954)

58. E "Waves and the Ear" W. A. Van Bergwijk. J. R. Pierce, and E. E. David Jr., (1960)

59. A "The Physics of the Ear" T. S. Littler (1965)

60. E "The Ear" Georg Von Békésy Sci. Am. 197, 66 (Aug 1957)

61. I "Experiments in Hearing" Georg Von Békésy (1960)

62. A "Békésy Commemorative Issue" J. Acoust. Soc. Am. 34, No. 9, Part 2, (1962)

(註：Békésy 是研究耳朵有關實驗的拓荒者之一，他的實驗工作對耳朵功用的了解有很大貢獻)

63. E "Echoes of Bats and Men" D. R. Griffin (1959)

64. E "Listening in the Dark: The Acoustic Orientation of Bats and Men" D. R. Griffin (1958)

65. E "Man and Dolphin" J. C. Lilly (1961)

3. 神經和肌肉——神經刺激和離子如何傳遞神經膜是主要的研究工作，這方面詳細的情形還不知道，但醫學上用實驗方法比較正常和異常人的心波和腦波却非常成功。神經系統中樞——腦，仍是個大謎，神經刺激的傳遞是研究的一大課題，一般相信這種刺激是由神經細胞膜能傳送離子所導致。A. L. Hodgkin和A. F. Huxley諾貝爾獎金的得獎工作就是由於他們成功地完成了關於神經刺激的一套數學理論。

66. E "Nerves and Muscles" R. Galambos (1962)

67. E "The Nerve Impulse and the Squid" R. D. Keynes. Sci. Am. 199. 83. (Dec. 1958)

68. E "The Synapse" Sir John Eccles. Sci. Am. 212. 56 (Jan. 1965)

69. A "The Conduction of the Nervous Impulse" A. L. Hodgkin (1964)

關於肌肉的收縮，一直也是生物學上令人困惑的問題，現在一般相信，是由於分子相對位置的變化，使得化學能轉變為機械能。可參考：

70. E "The Contraction of Muscle" H. E. Huxley Sci. Am. 1966. 66 (Nov. 1958)

4. 生物的時間和鳥類移棲問題：

許多季節鳥神秘的導向能力也是生物學上有趣的問題，有的學者認為這種能力是由於藉星辰的幫助，或由於翅膀鼓動而在地磁場內產生電動勢以幫助導向。例如：為什麼燕子到時候不等食物吃光就南飛？牠們如何辨別方向？可參考：

71. E "Bird Migration" D. R. Griffin (1964)

72. E "Polarized Light and Animal Navigation" T. Waterman Sci. Am. 193. 88 (July. 1955)

73. I "Inertial Navigation as a Basis for Animal Navigation" J. J. Barlow. J. Theoret. Biol. 6, 76 (1964)

74. I "The Migration of Birds" J. Dorst. (1962)

75. E "Bees, their Vision, Chemical Senses, and Language" K. Frisch (1950)

V. 近代物理實驗技術在生物學上的應用

近代物理實驗的種種技術，可以用來探測分子的大小結構和濃度，下面是應用在生物學上的幾種比較特殊的物理實驗技術，（註：由於這方面的參考書都比較深入些所以我把它們刪略了——譯者）

A. Electron Paramagnetic Resonance (EPR)

B. The Moezsbauer Effect.

C. Electron Microscopy.

VI. 有關生物物理研究的一般雜誌

Science; Nature; Journal of Theoretical Biology; Proceedings of the National Academy of Sciences (U.S.); Biophysical Journal; Journal of Molecular Biology; Bulletin of Mathematical Biophysics; Journal of cell Biology; Journal of Ultrastructure Research; Journal of general Physiology; Progress in Biophysics and Biophysical Chemistry; the Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology; Progress in Nucleic acid Research.

後記：為了趕寄給「時空」這篇稿翻譯的很匆促，同時，由於譯者身居屏東，沒能夠有機會把目前台灣可以買到的，且包含在本文裏面的書名作一個統計，我擔心這些書大半在台灣是買不到的。最後開列的雜誌，我也不曉得目前在台灣能夠看到幾種。不過我想，在同學們讀完本文，而後發現裏面提到的參考書籍一本也找不到的時候，這篇文章還是很有價值的，因為它至少告訴了我們的無知和落後。也告訴了我們需要更多的努力。