

※蛋白質的結構

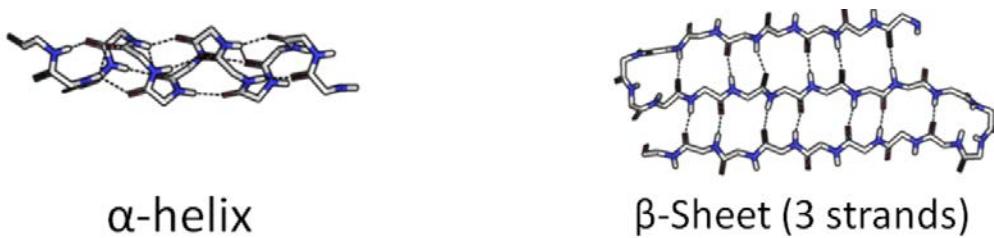
探究蛋白質的結構可由其胺基酸的組成序列開始，循序依其複雜度分成四個層次。

一級結構：像其他大分子一樣，蛋白質也是由小分子的基本單元（胺基酸）一個一個連接而成。蛋白質的長條胺基酸序列即為其一級構造 (primary structure)，此一級構造的一端為 N-端 (-NH₂)，另一端為 C-端 (-COOH)。一級構造是蛋白質最終構形的根本，其它各級構造的訊息都決定於此胺基酸序列。

二級結構：由於肽鍵的雙鍵性質形成肽鍵平面，又因每個 α 碳上的 R 基團與前後相鄰基團的引力或斥力，使得兩相鄰肽鍵平面之間的轉動，限制在一定的角度範圍，造成兩種相當規律的構形： α 螺旋 (α helix)、 β 摺板 (β sheet)，是為二級構造 (secondary structure)。它們主要的構成力量都是氫鍵。蛋白質胺基酸長鏈捲繞形成堅固而規則的二級結構，是蛋白質最終構形的基礎單位。

α 螺旋：每 3.6 個胺基酸捲繞一圈，成為右手旋的螺旋構造，但遇脯胺酸 (Pro) 則中止；由相鄰兩肽鍵平面之間的夾角，可準確預測 α 螺旋或其他二級結構的生成 (Ramachandran Plot)。分子內氫鍵可在螺旋骨架間加上支架，更使得 α 螺旋成為圓筒有堅固的構形，也是三級構造的主要組成單位。例如：肌紅蛋白是由八段長短不等的 α 螺旋組成。

β 摺板：像彩帶的構形，多由數條彩帶組成，相鄰彩帶之間以氫鍵接合，編成一片堅固的盾形平面。依相鄰彩帶的 N→C 方向，可分為同向 (parallel) 及逆向 (antiparallel) 兩大類。B 摺板多由 R 基團較小的胺基酸組成。



三級結構：蛋白質的三級結構大致捲繞成球狀 (globular)，為具特定構形的活性分子。構成三級結構的作用力包括離子鍵、氫鍵、疏水鍵、金屬離子等作用力；其中疏水鍵對水溶性蛋白質三級構造之穩定性貢獻很大。

四級結構：若數個相同或不同的三級結構分子再結合成一較大的複合體，才能進行完整的活性功能，稱為四級構造 (quaternary structure)。構成四級結構的每一單位分子稱為次單元 (subunit)，通常各次單元之間是以較弱的二級鍵為主要的結合力量。若四級結構的任一次單元與受質結合之後，會誘導增強其它次單

元與受質之結合能力，則稱為正協同作用 (positive cooperativity)，反之為負協同作用。四級結構在調控蛋白質的活性方面非常重要，許多酵素是重要的例子，但典型具四級結構且有複雜調控機制的血紅素並不是酵素。

(D) 1. 有關 α helix 的性質，下列敘述何者正確？

- (A)無法由胺基酸的序列預測 α helix 的形成
- (B)是由華生及克立克所發現
- (C)最常見的 α helix 是每 13 個胺基酸轉一圈
- (D) α helix 遇到 Pro 則中止

(D) 2. 有關蛋白質二級構造的成因，下列敘述何者錯誤？

- (A)肽鍵是平面構造
- (B)肽鍵前後 R 基團的大小是主要限制
- (C)勝肽鏈的氫鍵吸引力十分重要
- (D)肽鍵前後 N 基團的電荷是主要限制

(D) 3. 有關蛋白質四級構造的性質，下列敘述何者正確？

- (A)有些蛋白質沒有四級構造
- (B)四級構造是以共價鍵連結的
- (C)有四級構造的蛋白質不一定具有調節作用
- (D)以上皆是