

一起來放大我們的身體...

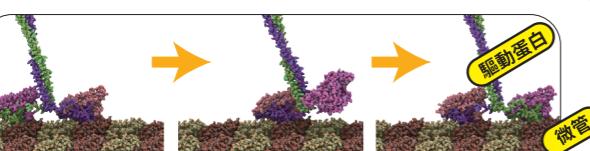
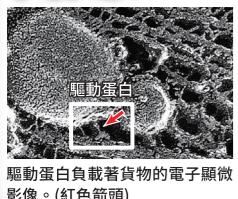


一家に1枚

# 運動中的蛋白質!

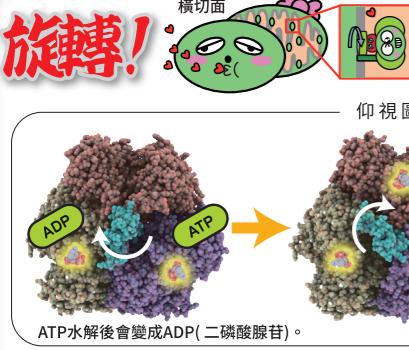
我們的身體由許多不同的器官組成，例如：肌肉、心臟、眼睛，以及腦。每個器官是由許多細胞所組成。在放大的細胞內部，會看到裡面充滿了微小的蛋白質，其大小只有十萬分之一毫米。

行走!



細胞內的「道路」是由稱作「微管」的蛋白質所組成，會遍佈於整個細胞中。驅動蛋白和動力蛋白沿著這些細胞內的道路行走，以運輸像是粒線體和胞內體等的貨物。

旋轉!

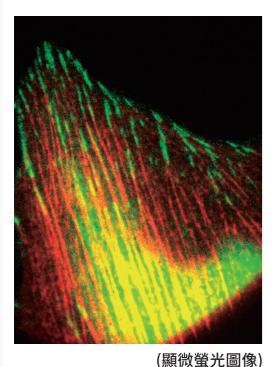


稱為ATP合成酶的蛋白質在粒線體的膜中旋轉以產生ATP分子(三磷酸腺苷)，為蛋白質提供工作所需的能量。

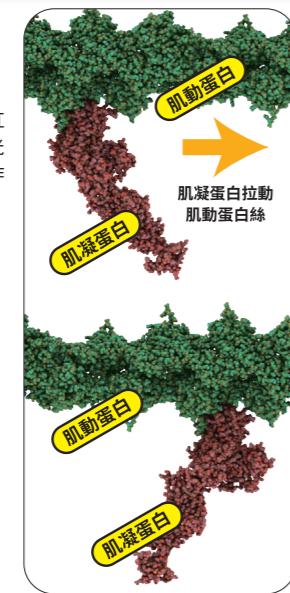
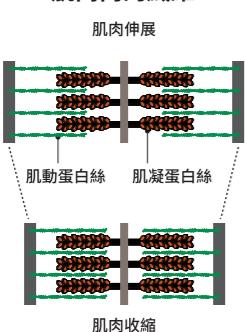
拉動!



肌凝蛋白對肌動蛋白絲的拉動會引起肌肉收縮。肌凝蛋白(紅色)也會透過拉動細胞的細胞骨架(綠色)來維持細胞的形狀(螢光圖像)。單個肌凝蛋白的強度很小，但當許多肌凝蛋白一起工作時便能產生很大的力量。



肌肉內的纖維



(顯微螢光圖像)

運動中的蛋白質!

製作・版權

文部科學省

製作團隊

一家に1枚「動く!タンパク質」

制作ワーキンググループ／林 久美子(代表・東北大)、  
鎌形清人(東北大)、福岡創(東北大)、鈴木博文  
(大阪大)、井上圭一(名古屋工業大)

翻譯

物理雙月刊 本海報為日本部科學省「科學技術週間」授權  
台灣物理學會「物理雙月刊」進行中文編輯、印刷並發行。

圖片提供

蛋白質結構

編輯・設計

東京大學、廣川信隆研究室、理化研究所、岡田康志研究室、學習院大學、馬渕一誠研究室、早稻田大學、石渡信一研究室、ロックフェラー大學、島本勇太、京都大學、高田彰二研究室、北海道大學電子科學研究所、根本知己研究室、北海道大學電子科學研究所、研究支援部ニコンイメージングセンター、認定特定非營利活動法人、綜合画像研究支援 NPO iPS-臘板良明、大阪大學、河村悟研究室、大阪大學產業科學研究所、永井健治研究室構造データはPDB(<http://pdbe.org/>)から入手、PDBコードは、キネシン(3KIN, 2XRP)、ATP合成酵素(3ZRY, 1E1R)、アクチン・ミオシン(4A7F, 1MMD, 1VOM, 1SSG)、Gタンパク質(3NY8, 3SN6)、RNA合成酵素(4A3K)、リボソーム(3U5B, 3U5C, 3U5D, 3U5E, 2Y0U)、シャベロン(4D8Q)、画像作成にQuteMol(<http://qutemol.sourceforge.net/>)を利用

我們體內的蛋白質是動態的，在執行其特定功能時會不斷地移動。例如：有些蛋白質會透過旋轉來產生能量，有些蛋白質會沿著纖維結構行走來運送貨物，還有一些蛋白質會相互連接傳遞來自細胞外的物質。蛋白質動力學對於執行生命所需的細胞過程可說是至關重要！

\*1. 在示意圖中用來代表細胞和蛋白質的顏色是人為選擇的。圓中蛋白質的3D結構根據科學研究結果所繪，但為了方便理解，在這裡有對其進行修改。

\*2. 用黃色標籤標的是蛋白質，而粉紅色標籤標的是胞器。

\*3. 此海報中展示了在細胞內蛋白質的動態表現，但這些蛋白質並沒有依照真實比例繪製。

\*4. 在「蛋白質的動態摺疊」中所示的蛋白質3D結構是以電腦模擬繪製而成。

細胞

DNA 去氧核糖核酸。為保存基因訊息的分子。  
細胞核 保存DNA的場所。

粒線體 產生三磷酸腺苷(ATPs)的場所。請參見「旋轉！」的部分。

胞內體 可儲存營養或其它由外界帶進細胞的物質之囊泡，可藉由驅動蛋白與動力蛋白傳送至細胞各處。請參見「行走！」的部分。

高基氏體 蛋白質會在這裡打包，等著被運送出去。

溶小體 細胞的回收中心，可分解廢棄的生物分子。

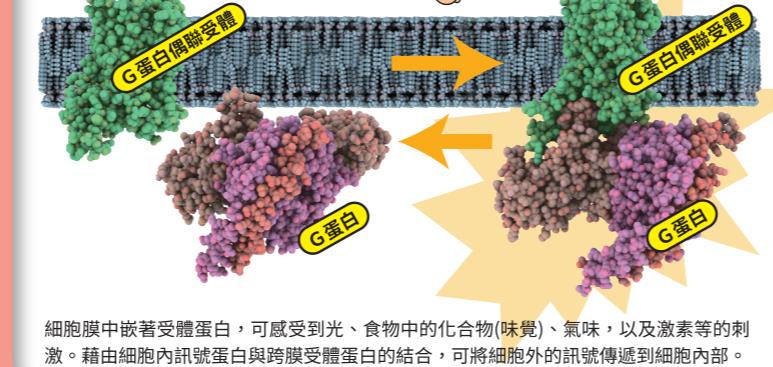
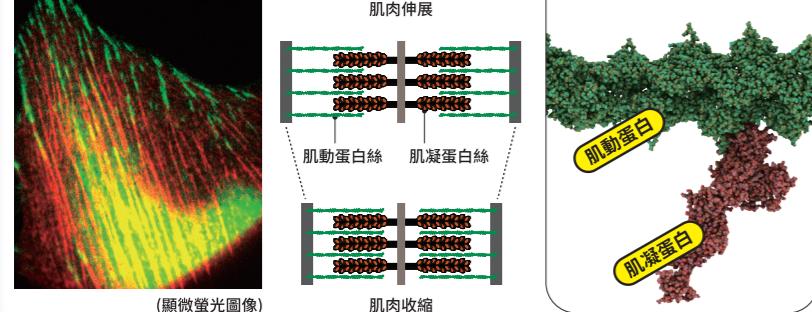
細胞膜 脂質界面，分隔細胞內部與外面的世界。

微管 細胞內的「道路」，由蛋白質所組成。

## 在細胞裡工作的蛋白質



結合!



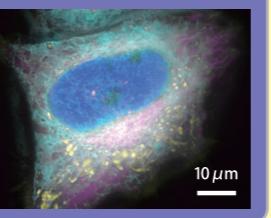
細胞膜中嵌著受體蛋白，可感受到光、食物中的化合物(味覺)、氣味，以及激素等的刺激。藉由細胞內訊號蛋白與跨膜受體蛋白的結合，可將細胞外的訊號傳遞到細胞內部。

## 使用發光蛋白觀察活細胞

這世界上確實存在著發光蛋白，儘管它們不是存在於我們的體內。1961年，下村脩博士(Dr. Osamu Shimomura, 2008年諾貝爾獎得主)從水母中分離出綠色螢光蛋白(GFP)。

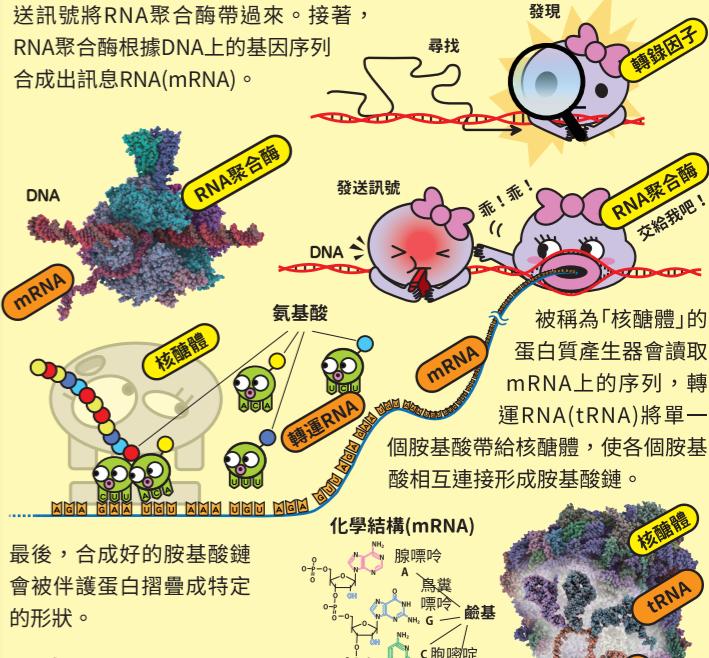
從那時起，多種顏色的發光蛋白開始被開發出來。我們可在細胞內用發光蛋白標記不同的胞器，再透過螢光顯微鏡進行觀察。

利用不同顏色的螢光蛋白，標記細胞中的不同胞器，再以螢光顯微鏡觀察(圖為螢光顯微鏡影像)。細胞核(藍色)、粒線體(黃色)、內質網(青色)、微管(紫色)。



## 蛋白質的合成

蛋白質是由胺基酸鏈經過特定的折疊而形成。不同的蛋白質有著不一樣的胺基酸序列，其形狀也與眾不同。蛋白質的胺基酸序列被編寫在我们的DNA(去氧核糖核酸)裡。被稱為「轉錄因子」的蛋白質會與DNA上帶有蛋白質基因的特定位置結合。轉錄因子與DNA結合後，會發送訊號將RNA聚合酶帶過來。接著，RNA聚合酶根據DNA上的基因序列合成出訊息RNA(mRNA)。



## iPS細胞(誘導性多能幹細胞)

將某些蛋白質(例如轉錄因子)的基因人工引入細胞中可以改變細胞的特性。iPS細胞就是其中一個例子。幹細胞擁有能夠分化成其他特殊種類細胞的潛力，像是神經元細胞、血球細胞，以及光受體細胞(或視細胞等)。成為特殊種類細胞的過程稱為細胞分化。過去認為細胞分化的過程是不可逆的，分化後的細胞會失去分化為不同類型細胞的能力。不過，山中伸博博士(Dr. Shinya Yamanaka, 2012年諾貝爾獎得主)發現，將四個關鍵基因引入已分化的細胞後，可讓此細胞退回幹細胞的多能狀態，並再次具有分化為各種細胞類型的能力。因此，現在有可能將已分化的細胞「誘導」成為可以分化成任何組織或器官細胞的幹細胞。

## 一些分化細胞的例子

神經元：在神經元中，驅動蛋白和動力蛋白沿著微管攜帶像是粒線體和胞內體等的貨物(請參見「行走！」的部分)。紅血球細胞：氧氣會被儲存在紅血球的血紅素裡，沿著血流被運送至身體的各個地方。(掃描電子顯微鏡影)

光受體細胞：在眼睛的視網膜裡有著兩種光受體細胞(視細胞)，分別為與暗視覺有關的視桿細胞以及與光視覺有關的視錐細胞。只有一種在視桿細胞裡，被稱為「視紫質」的蛋白具有感光的能力。而在視錐細胞裡則有三種不同的蛋白可讓我們感受紅、綠、藍色的光。(微分干涉相差顯微影)

