

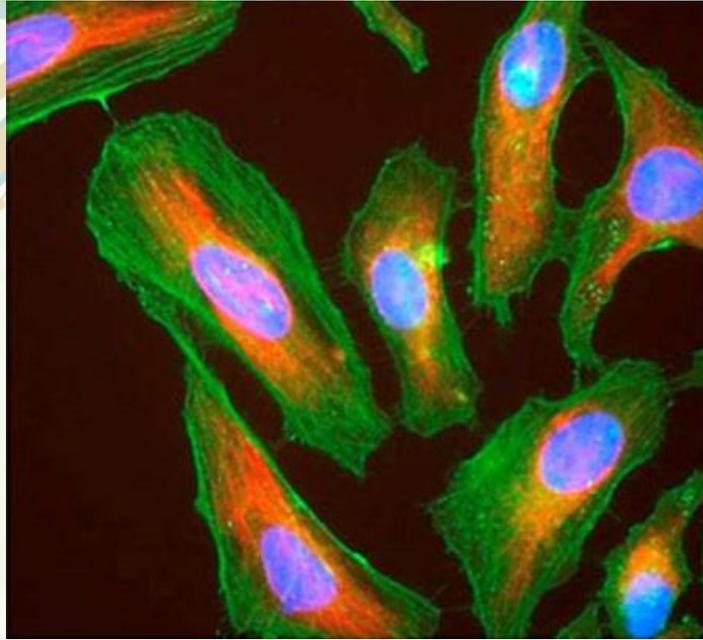
# 微觀世界的萬花筒： 螢光顯微鏡

螢光顯微鏡是現代生物醫學研究中不可或缺的工具。(圖一)由於其高靈敏度和高分辨率，螢光顯微鏡常用於細胞生物學、分子生物學等領域。本文將介紹螢光顯微鏡的基本原理、使用時機及其應用等。



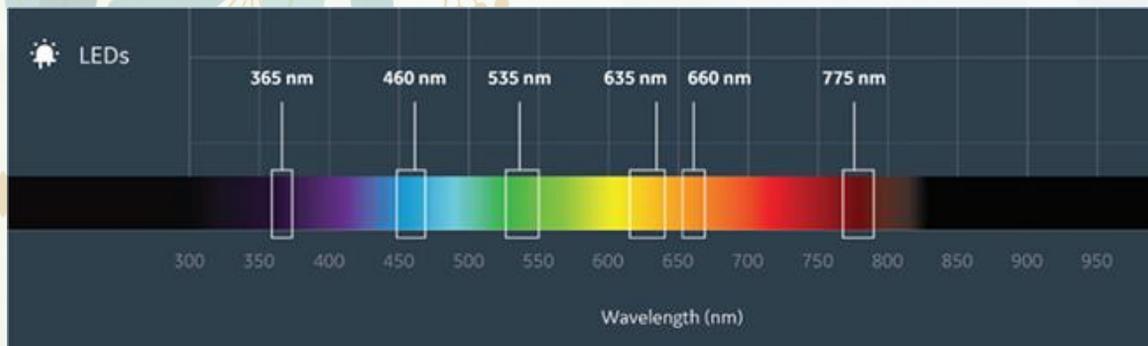
(圖一, Bestscope BS-7000系列螢光顯微鏡)

螢光顯微鏡的主要優勢在於其能夠觀察到細胞或組織中特定分子的螢光訊號，這使得它能提供比傳統光學顯微鏡更詳細的資訊。這種顯微鏡特別適合用於分子定位、動態觀察和多重標記。例如，通過螢光顯微鏡，研究人員可以精確地了解特定的分子在細胞內的位置、觀察細胞過程中的變化、或同時標記多種分子進行多重觀察。(圖二)



(圖二, 免疫螢光染色Immunofluorescence assay。HeLa 細胞培養並以肌動蛋白抗體 (綠色)、vimentin (紅色)和 DNA (藍色)染色。Immunofluorescence Test, In subject area: Nursing and Health Professions from From: Atlas of Sexually Transmitted Diseases and AIDS (Fourth Edition), 2010)

螢光顯微鏡的原理為螢光染劑在特定波長的激發光照射下發出螢光的特性。(圖三)樣本中的特定分子會和螢光染劑結合，當使用螢光顯微鏡時，顯微鏡使用特定波長的光源(如汞燈或LED燈)激發樣品中與特定分子結合的螢光染劑。染劑在吸收了激發光的能量後，會發出特定波長的螢光。顯微鏡通常配備了光學過濾系統，例如濾光片。這些濾光片能夠選擇性地阻擋非特定波長光源，只允許特定波長範圍光訊號通過，最終進行成像。



(圖三，不同波長所發出的光)

螢光顯微鏡在各領域中有著廣泛的應用。它在細胞生物學中，能夠觀察細胞內結構及細胞分裂過程，常用技術包含活細胞成像(Live-Cell Imaging)和螢光漂白恢復(FRAP, Fluorescence Recovery After Photobleaching)。在分子生物學中，螢光顯微鏡用於研究基因表現、蛋白質相互作用等，相關應用有螢光共振能量轉移FRET(Fluorescence Resonance Energy Transfer)和螢光原位雜交(FISH, Fluorescence In Situ Hybridization)。而在醫學和科學領域，包含癌症或疾病等方面研究中，相關應用有使用螢光顯微鏡進行免疫螢光染色(Immunofluorescence Staining)了解特定蛋白質的表現和分布，和使用多光子顯微鏡(Multiphoton Microscopy)了解皮膚藥物傳遞之機制、觀測肝硬化的現象。

儘管螢光顯微鏡具有諸多優勢，但仍面臨一些限制。例如，螢光染劑在長時間曝光下會逐漸失去螢光，這種現象被稱為光漂白。此外，非特異性螢光和背景訊號也可能干擾觀察結果。而且高性能的螢光顯微鏡價格昂貴，對實驗室的資金要求較高，未來的發展方向可能會在這些限制方面帶來改善。例如，新型高效螢光染劑和激發光源的開發將有助於提高顯微鏡的性能或結合其他成像技術，如超高解析度成像，進一步提高觀察的細節。隨著技術的普及和設備製造工藝的改進，螢光顯微鏡的成本有望逐漸降低，讓更多實驗室能夠使用這一工具。

螢光顯微鏡作為一種強大的成像工具，將繼續推動生物醫學領域的研究和應用，為科學家們提供更加深入的觀察手段。未來的技術進步將使我們能夠更好地探索生命的奧秘。

編撰