



圖四 透過軟 X 光斷層掃描捕捉之不同處理條件下 4T1 細胞重建 Z-stack 影像之虛擬切片：(a) 對照組，(b) 單純雷射照射組，(c) 單純 DTPPTCF@TPGS 奈米粒子組，以及 (d) 奈米粒子合併雷射組。(e) 為對照組 (a) 中白色方框區域之放大區域，(f) 為奈米粒子合併雷射組 (d) 中白色方框區域之放大區域，3D 套色藉以突顯囊泡 (vesicles) 與線粒體 (mitochondria) 的變化差異。(Nu：細胞核；紅色：線粒體；藍色：囊泡；白色箭頭：核膜；黃色箭頭：細胞膜。比例尺：2 μm 。)[3]

結語

本研究結合有機分子設計、奈米膠束工程與同步輻射影像技術，展現跨領域整合於精準光療研究中的潛力。特別是借助同步輻射軟 X 光斷層掃描所揭示的原位結構變化，使研究人員得以在無化學干擾的條件下，直接觀察光療對細胞造成的結構性影響，並從物理層次驗證其治療機制。

然而，SXT 的應用亦伴隨高度技術挑戰。其中，光刺激後關鍵時間點的選取，對於捕捉代表性結構變化具有決定性影響。細胞由受光刺激至出現空泡化，乃至最終結構崩解，屬於快速且連續的動態過程，需透過嚴謹的實驗設計與重複驗證，方能確保影像具代表性。此外，在極小樣本尺度下維持細胞於低溫冷凍狀態的完整性，以及樣本製備與重建成功率，亦為目前技術上的限制。

儘管從基礎研究邁向臨床應用仍有距離，本研究所建立的影像分析策略，已清楚指引未來癌症治療研究的一個重要方向：結合光功能材料與高解析結構觀測，從結構與機制層級理解治療效應，進而提升療法的精準性與可預測性。

參考文獻：

1. S. Wang *et al.*, *Adv. Funct. Mater.* **30**, 2002546 (2020).
2. C. Yang *et al.*, *Theranostics* **8**(2), 464 (2018).
3. M.-H. Liu *et al.*, *Adv. Healthcare Mater.* **14**, 2404418 (2025).
4. M. Cao *et al.*, *Nat Protoc* **19**, 30 (2024).

會議/課程

- 第八屆先進光源科學暑期實習 (6月29日至7月28日)
- 第15屆X光暑期學校(8月18日至21日)
- 第三十二屆用戶年會暨研討會 (8月25日至27日)
- X光吸收光譜暑期訓練營(8月28日)
- 2026 Summer School of Crystallography 訓練課程(9月1日至2日)
- 2026 台灣創新技術博覽會(未來科技館) (9月17日至19日)

※ 上述資訊僅供參考，請以網頁正式公告為主。