

# 一秒開關10次 清華研發微型分子開關



國立清華大學  
NATIONAL TSING HUA UNIVERSITY

2016 首頁故事

## 一秒開關 10 次 清華研發微型分子開關

科幻電影裡微型機器經由注射進入人體修復受損器官的情境，將可望成真。本校化工系教授堀江正樹與博士生陳楷荏的研究團隊，打造出跟毛髮一樣纖細的分子開關，只要用光照來控制，1 秒鐘內就可開關 10 次，並傳達比自身重量多 1650 倍的力量。這項傑出的研究成果，上個月登上了頂尖的《自然通訊》(Nature Communications)期刊。

今年的諾貝爾化學獎頒給 3 位分子機器的傑出科學家，顯示這個研究領域炙手可熱的程度。此篇論文的第一作者、化工系博士生陳楷荏表示，分子機器是尺寸很小的機械，在分子尺度下，藉由光、熱、電訊號等外在刺激，使分子間產生如馬達運轉、肌肉收縮、齒輪轉動等運動模式。

陳楷荏在日籍堀江正樹老師指導下，挑戰比在液體難度更高、但應用層面較廣的固體單晶體實驗，發現二茂鐵超分子晶體在藍光雷射照射下擴大，一旦移除光源，晶體便迅速地恢復到原先的狀態，重複的擴大、收縮在與電路相連接後，就成了光致超分子開關。

陳楷荏說，經由藍光雷射控制電路開關，光致超分子開關每秒鐘可連續開關 10 次，也就是一分鐘可以連續開關 600 次，並仍然維持相當穩定的電流，「未來還可望加速到每秒 85 次!」

研究團隊接著用這個超迷你、速度又飛快的分子開關來遙控物體，透過微力感測系統發現，它竟可以彈飛比超分子晶體還重 1650 倍的小球，將光能快速轉化為機械動能。

陳楷荏笑稱，他做的是「暫時停止呼吸」的實驗，因為僅數十微米的分子晶體比一般粉末還細小，得黏在針尖上固定，連呼口氣都可能影響實驗失敗，所以他常選在夜深人靜時，將實驗室的冷氣關掉，屏住氣息，在顯微鏡下觀察與量測，「我因此練出一套憋氣的功夫，現在輕鬆憋個一分鐘沒問題。」

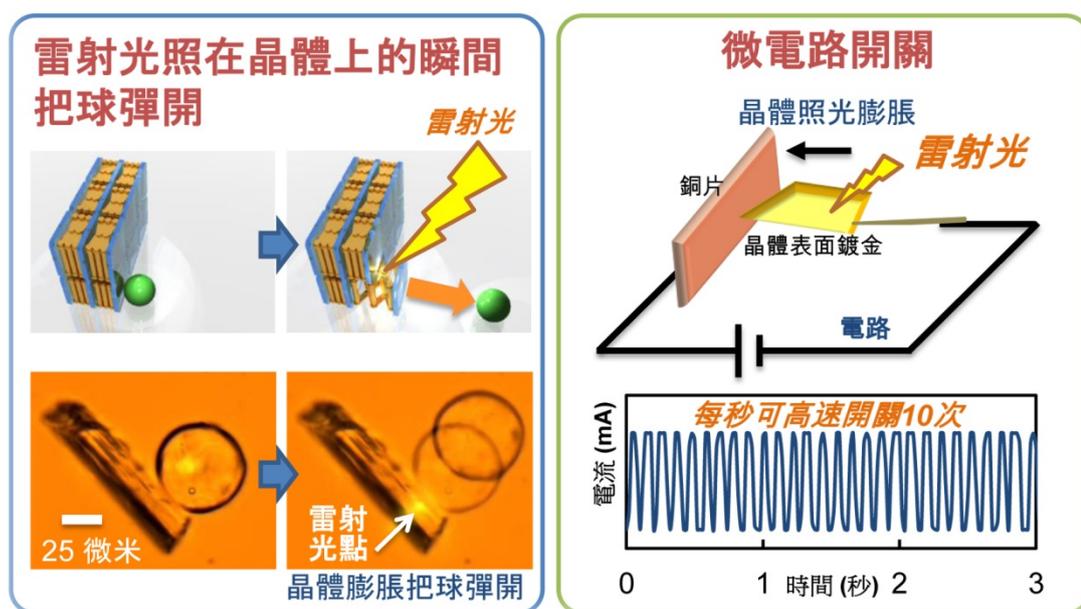
許多研究生怕無法順利完成論文或畢業，選擇比較「安全」的研究主題，但陳楷荏在堀江老師的鼓勵下，勇敢挑戰高難度的研究。光致超分子研究花了陳楷荏 4 年的時間，這也是他研究生涯的第一篇論文，回憶 4 年來研究的孤獨與等待發表的忐忑，他不禁紅了眼眶，溫柔的堀江老師則理解地拍了拍這位得意門生，稱陳楷荏是「我最好的學生之一」。如今初試啼聲就獲得國際知名期刊肯定，陳楷荏的感動之情難以言喻。

堀江正樹表示，光致超分子開關是個偶然的發現，因此，他總鼓勵學生多方嘗試，享受「玩」的實驗的樂趣，「如果你不試，永遠不知道會發現什麼。」2010 年起來台執教的堀江，也稱讚清華大學有一流的設備與環境，能讓研究人員盡情發揮。

堀江正樹表示，光致超分子開關是項基礎研究，但未來在這項基礎之上，將可望研發出更微小、更複雜、功能更多的分子機器，如更微小的電腦、不開刀就能進入人體修補器官的儀器，進一步改寫科技發展史。



化工系教授堀江正樹(右)與博士生陳楷荏(左)研究團隊的微型分子開關研究榮登《自然通訊》期刊。



左圖：雷射光照在晶體上，分子晶體瞬間膨脹，把球彈開。

右圖：控制雷射光照射與否，使晶體快速膨脹、收縮，電路每秒可開關高達 10 次。