

## 2010 年諾貝爾物理獎得主 Dr. Konstantin Novoselov 蒞校演說

2010 年的諾貝爾物理獎頒給 51 歲曼徹斯特大學(University of Manchester)的蘭沃錫物理教授 (Langworthy Professor of Physics) 安德烈·蓋姆(Andre Geim) 博士與 36 歲的皇家學會 (Royal Society) 研究員康士坦丁·諾沃謝洛夫 (Konstantin Novoselov) 博士，理由是表彰他們兩人在石墨烯(graphene)材料物理的非凡成就。其中諾沃謝洛夫博士將於 11 月 15 日(星期一)赴台參加國際會議，並且預定於 11 月 16 日(星期二)蒞臨本校參訪；在本校參訪當天將於工程與系統科學系舉辦一場專題演講。

這兩位傑出的物理學家，大學學位皆在莫斯科物理技術學院(Moscow Institute of Physics and Technology)取得，並且打下扎實的物理基礎；該校以物理學、應用數學等方面最為擅長，並享有「俄羅斯的 MIT」之美名。諾沃謝洛夫在荷蘭奈美恩大學(Radboud University Nijmegen)念博士班時則是蓋姆教授所指導的學生。或許同樣來自俄羅斯，語言與文化背景相似，又是同一大學畢業的大學長與小學弟，兩個人在荷蘭相遇後一拍即合。此後他們開啟了一條迥異於一般物理學家、在常人眼中甚至有點不正經的研究道路。諾貝爾獎委員會形容這對喜歡搞笑的師徒說：「他們把科學研究當成遊戲，並且在過程中學習，結果不小心就中了大獎。」蓋姆教授著名的研究還包括將青蛙磁化並且懸浮在磁場中，更因此而獲得 2000 年的搞笑諾貝爾(Ig Nobel Prize)物理獎，據信蓋姆教授是史上同時擁有搞笑諾貝爾與諾貝爾獎的第一人。至於諾沃謝洛夫博士最讓人矚目的部分，則是他年僅 36 歲便獲得諾貝爾殊榮；要知道，前一次小於 36 歲而獲得諾貝爾物理獎已經是他出生前一年(1973)的事情了。

石墨烯是六角形蜂窩狀排列的碳原子所組成單原子厚度的薄膜，被認為是二維結構的材料。假如將高定向熱解石墨(highly oriented pyrolytic graphite, HOPG)的原子級多層結構比喻成一本書，單層石墨烯就相當於這本書中的一張紙。在 2004 年蓋姆與諾沃謝洛夫成功地從高定向熱解石墨將微米( $\mu\text{m}$ )尺寸單層石墨烯用膠帶分離出來之前，大多數物理學家認為，除非有其它的支撐材料做為基材，否則熱力學不允許任何二維晶體在有限溫度下孤立(free-standing)存在；所以，它的發現毫無疑問的立即震撼了凝態物理界。而石墨烯身為奈米碳材料的老三(老大與老二分別是碳六十與奈米碳管)也確實爭氣，除了是目前唯一能夠在常溫下觀察到量子霍爾效應的材料，更發現了一種新的半整數量子霍爾效應，無怪乎發現六年後便受到諾貝爾獎的青睞。

石墨烯既然能得諾貝爾獎，其能耐當然不只上述。它目前是最薄卻也是最堅韌的奈米材料；它只吸收 2.3 % 的可見光，對紅外光則幾乎是完全透明的；它的導熱係數高達  $5300 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ，高於鑽石和單壁奈米碳管(single-wall carbon nanotube)；常溫平躺在二氧化矽的石墨烯其電子遷移率超過  $15000 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ ，比矽高一個數量級，孤立狀態下更高達數十萬  $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ ，比單壁奈米碳管更高；而電阻率因載子彈道傳輸效應(ballistic behavior)只約  $10^{-6} \Omega\cdot\text{cm}$ ，比銅或銀更低，

為目前世上電阻率最小的材料。因為它的電阻率極低，電子的飄移速度可高達  $10^6$  m/s，因此被期待可用來發展出更薄、反應速率更快的新一代電子元件或電晶體。此外，由於石墨烯簡言之就是一種極為柔韌、透明、良好的導體，因此非常適合用來製造高性能可繞式透明電極，而這正是石墨烯普遍被認為第一個會被實現的商業化產品；直接的應用包括觸控螢幕、軟性電子紙、甚至是太陽能電池。

此次諾沃謝洛夫博士乃應中央研究院應用科學研究中心李連忠博士之邀赴台參加國際會議。由於李連忠博士與工程與系統科學系的陳福榮教授、莊鎮宇博士的研究團隊在 2007 年即投入石墨烯 CVD 製程的研究，是台灣非常早起步、且少數有能力合成面積達 20 公分尺寸高品質石墨烯的團隊，因而促成諾沃謝洛夫博士在百忙之中仍抽空蒞校參訪演說。蓋姆教授與諾沃謝洛夫博士以難以置信的廉價、甚至有點粗魯的方式一舉將凝態物理拓展至前所未見的新境界，打破了頂尖研究所費不貲的迷思；此外，諾沃謝洛夫博士此次除了與本校涉足石墨烯領域的學者交流最新的研究進展，對莘莘學子而言，更是一個可以近距離觀摩一位既年輕且成功的物理學家的難得機會。