

陽光博士後激追

建冷原子系統 直逼終極低溫 量子實驗突破

張善超目前專注於研究在超低溫下才可達成的玻色—愛因斯坦凝聚態。 彭子文攝

80後科研精英之三

盼承前輩衣鉢 再創高峰

冷原子及量子光學物理，是自上世纪末以來最活躍的前沿物理學研究領域之一，相關研究更曾於5年間兩度獲得諾貝爾物理學獎。其中張善超在實驗中所採用以達到冷原子狀態的激光冷卻技術，便是由美籍華裔科學家兼前美國能源部長朱棣文與研究拍檔發明，並因而獲得1997年度諾貝爾獎。

朱棣文創「光學糖漿」

張善超指出，朱棣文的研究從實驗層面把前人所提出的概念一一驗證，首次成功採用激光束的冷卻技術把原子冷卻下來，而有關裝置被稱為「光學糖漿」(Optical Molasses)，即像糖漿一樣將原子「黏着」減少其移動達到降溫目的。而2001年的諾貝爾物理學獎，則由3名利用激光冷卻技術獲得「玻色—愛因斯坦凝聚態(BEC)」的科學家奪得，張善超正投身的BEC研究項目，期望能承接有關成果，推陳出新作出突破。另2005年諾貝爾物理學獎得主之一的羅伊·格勞伯，為量子光學理論奠基人，他的研究亦與冷原子及量子光學緊密相關。

■香港文匯報記者 鄭伊莎



張善超指到香港發展是其人生中非常重要的決定。 彭子文攝

港科研路堪憂？張善超「樂撐」

2009年到科大修讀物理學博士的張善超，在港研究已5年，亦於此處獲得其重要的「青年科學家」獎項。雖然近年不少意見擔心香港的科研前景不進則退，但可能因為年輕人的朝氣，又或是其「局內人」的體會，張善超的看法卻明顯較樂觀。他表示，以其專長的冷原子物理系統為例，5年前他所在的杜勝望團隊是全港唯一一組相關研究人員，但時至今日，包括科大及中文大學，涉及此領域的科研團隊已增至3個，反映香港學術界敢於嘗試嶄新的科研範圍，氛圍不錯，有潛力帶動豐碩的科研成果。

來港逾5年時間，張善超認為，社會大眾對科研的關注在逐漸提升，科研氛圍不錯，而學術界對國際尖端前沿的科研領域，態度也見積極，例如處理冷原子物理系統的團隊便越來越多，「這反映香港敢於嘗試新的科研範圍，只要有研究價值，相關的研究就會慢慢延伸。」他又說，院校間及學科間的協作風氣，亦是推動研究成果更邁進一步的關鍵，他進行與量子儲存器有關的博士論文時，便曾與中大及港大的量子物理專家合作，帶來相互良好影響。

創新科技局鼓勵大 反映政府重視

至於宏觀環境，張善超特別提到，籌組中的創新及科技局，對科研界來說有很大鼓勵作用，「反映政府把促進科研發展放在一個重要的位置。」他認為，科學研究往往是不計成本的投入，特別是較基礎的科研，要產出成果都要等待一段時間才看到，故香港需要一個高層專業的政府部門負責統籌工作，「相比現時創新科技署只是一個分支，相信創新及科技局能夠作為政府聯繫本港科學家、大學以至社會的研究團體的重要橋樑，效率會提高很多。」

■香港文匯報記者 鄭伊莎

科學追求的

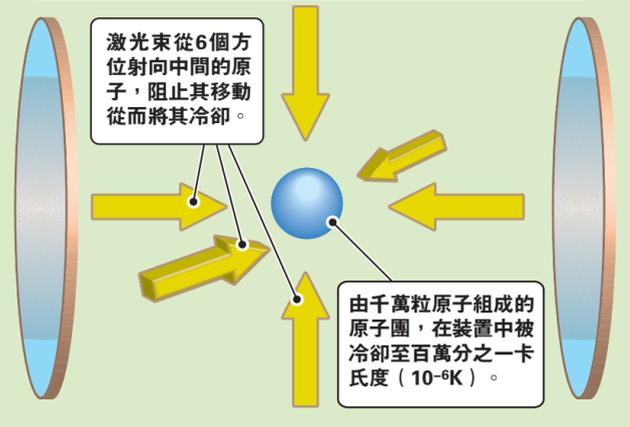
是精確，而在組成物質基礎的原子世界中，最冷也就即是最精確。科學家告訴我們，帶有能量的原子，每時每刻都處於移動狀態，當能量越低，即溫度越低，原子便會以越小幅度及速度震動，至趨向完全靜止。而近20多年急速發展的冷原子物理，正是讓原子在接近「絕對零度」幾乎不動的情況下，作出更準確、更忠於物理學理論的實驗觀測，亦可藉以進行其他不同的微觀量子實驗。

激光冷卻「小球」 減速趨向靜止

張善超解釋說，觀測原子就像測量火車鳴笛的聲音，當火車向我們駛來及離我們而去時，聲頻分別會變高及變低，這亦是物理中經典的「都普勒效應」(Doppler Effect)，「如果它在動，測得就沒那麼準確了。」

要讓原子趨向靜止就要將之冷卻，但零下273度卻是超乎常識的低溫，比永遠沒有陽光照射到的宇宙邊陲還要冷；所以科學家需要利用到激光冷卻(Laser Cooling)技術以達到目的。不少人對激光可產生冷原子感到疑惑：激光是輸入熱能量的技術，卻有冷卻效果？張善超解釋說，在物理上原子的溫度即等同其移動速度，透過全方位的激光光子與震動中原子團「相撞」，便能將其移動速度減慢，亦即冷卻。他將原子比喻為向四方八面不停亂動的小球，而激光束就像一串射出的黃豆，當上下左右前後全

以電子線圈產生磁場陷阱的裝置，從中進行激光冷卻。



部6個方位均有黃豆打向亂動的小球時，小球便會因阻力減少移動，更接近靜止狀態。

印證愛因斯坦理論獲獎

張善超的研究搭建出一套溫度只得百萬分之一開氏度(10⁻⁶K)的冷原子系統，並透過近紅外線鐳射，成功產生了能作任意調控的單光子源(single photon source)，更藉以於單光子的量子實驗中取得多個突破，包括證實光速無法被超越，印證了愛因斯坦理論，以及將單光子的量子儲存效率由約20%提高至49%，推進量子電腦的基礎，因而獲青年科學家獎。

低處未算低，張善超又與記者分享其更尖端的研究新方向「玻色—愛因斯坦凝聚態」(Bose-Einstein Condensation, BEC)，那是1920年代愛因斯坦等人已作出預言，但直至20年前科學家才成功於實驗中達到的物質超低温狀態，其溫度約只得10⁻⁶K，較張善超以往工作更冷3個層次，進一步逼近「絕對零度」。

試用BEC模擬 預計物質特性

BEC屬於物質質量極端的量子狀態，張善超指出，近年興起的新材料科學，會嘗試利用BEC進行「量子模擬」(Quantum Simulation)，不需要實際創造新材料，亦可預計其特性。他期望於現時的博士後專注於有關BEC項目，探索從未出現的物質，他日有機會再到國際頂尖實驗室裝備自己，累積更多學術歷練後，回港作出更多更重要的貢獻。

科大恩師啟蒙 棄出國轉來港

求學之路

近年社會熱烈討論「贏在起跑線」，出身自江蘇農村家庭的張善超，似乎屬於後者。雖然自小對科學充滿求知慾，但相對落後的學習環境亦曾為他帶來不少挑戰；高中時，他獲選參加江蘇省物理奧林匹克競賽，最終卻於實驗部分「捧蛋」收場，只因為其農村學校科學設備簡陋，他連競賽中的基本實驗儀器也不認識，無從入手只能交白卷。但憑努力及對科學的濃厚興趣，他仍能藉理論部分佳績於競賽取得一等獎，並獲加分考入知名的南京大學物理系，開始踏足科學家之路。

與不少農村孩子一樣，張善超自小被父母灌輸要努力讀書，以學識爭取好前途的信息，喜歡「動手」的他，很早便嘗試將家裡的燈泡、電器拆解，進一步培育對科學的興趣。及至升中後，他正式「遇上」物理學，從此結下不解緣，他笑說：「物理是很微妙、非常漂亮的東西；只要你利用它解決很困難的問題，便覺得那些理論思想很是奧妙。」

曾獲奧賽一等獎

高一時，張善超已把高中三年的物理課程全部自修完畢，理科考試幾乎全部滿分，更獲老師重點培訓，安排參與省級物理奧林匹克競賽，但卻因此交了人生第一份「白卷」，他笑着解釋說：「那份實驗卷僅僅寫了名字。因為農村學校科學設備不多，我連實驗中的基本儀器也不認識。」但因理論部分成績突出，他於整體競賽仍能取得一等獎，為高考成绩額外加20分，成功入讀全國首屈一指的南京大學物理系。

南大的物理課為張善超開啟科研之門，在學期間他已計劃赴海外繼續深造研究；而直至大四時，他同為南大校友的恩師、科大物理學系副教授杜勝望到當地舉行量子光學研究講座，讓他首次萌生來港的念頭。他憶述，當時杜的演



張善超(中)獲頒「2013青年科學家獎(物理及數學科學範疇)」，與科大校長陳繁昌(右)合照。 受訪者供圖

說激發自己腦海裡無數的疑問，成為其研究課題的啟蒙，而在之後的入學申請及面試，他更覺得與杜勝望一拍即合，在短短幾分鐘間便放棄原本出外留學的計劃，改為來港發展攻讀博士。

■香港文匯報記者 鄭伊莎

降溫-273°C