用數學天份解決複雜網路流量問題，張正尚二度獲全國大獎

網路已在我們的日常裡不可或缺，從手機、即時通訊、網路電視影音、無人駕駛、人工智慧，幾乎一切都與網路相關。清華大學通訊工程研究所特聘講座教授張正尚，作爲這方面的超級專家，二度榮獲第二十六屆國家講座主持人獎，然而對此，他總是很謙虛的說：「我很幸運。」

成長在中南部的張正尚，性格質樸，從小就是屬於認眞讀書的性格，從未讓家裡人擔心過，雖然在資源與家境相對不富裕的環境裡長大，仍一路從建中考上臺大、再到美國留學，這也說明了爲何「自強不息」是他的座右銘，更巧的是與他任教的清華大學的校訓相符。

升大學時，原先他考上臺灣大學造船系，唸了一年後，覺得志不在此，剛好當時教授也鼓勵他轉系，一九八零年代正洽逢 Apple II 電腦剛剛問世，因此他轉入臺大電機系，大三的時候還和同學共組了電腦研習社，一同研究讓兩台 Apple II 電腦可通訊連線的方式。

「過去的連線比較單純，現在的網路連線就非常複雜，需要許多的網路計算。」張正尚解釋，網路計算在通訊網路領域非常重要，「這牽涉到網路流量的精密計算與分配。」這也是他後來一頭鑽進研究通訊網路領域的開始。

談到網路流量計算和數學的相關性，從國中開始數學就不錯的張正尚，自己也很有熱忱，國中老師看見張正尚的資質優良，還會把一些程度比較深的測驗卷或參考書送給他練習。到了高中，微積分他幾乎已經都提前學完了。「網路計算之所以重要，跟數學很有關係。」張正尚說，現在大家所熟知的 4G、5G、6G，其實就是數學，可以說「通訊相當於數學」。

張正尚

工程及應用科學領域

第二十六屆國家講座主持人

清華大學通訊工程研究所專任講座教授

在張正尚唸大學的時代，正是網路時代的開始，基於對未知領域的好奇，加上臺大師長的鼓勵，他想到美國繼續攻讀博士學位，不過由於留學費用高昂，幸運地在臺大李琳山教授、張進福教授、李學智教授等三位恩師的鼓勵與推薦之下，順利取得獎學金，到美國哥倫比亞大學電機工程系繼續深造，並以四年的時間就取得博士學位。

在哥大求學期間，張正尚展現出他在數學方面的天份，解決了一個已經懸而未解十多年的「猜想」：當網路流量越大時，網路系統的效能就越差。而張正尚則用數學理論，在他的博士論文裡證實了這個「猜想」。

研究成果為通訊網路界墊下基石

畢業後，張正尚被美國 IBM 研究中心錄取，留下工作。「在 IBM 研究中心裡，都是全球最頂尖的研究人員，我能順利錄取眞的是幸運，還要非常感謝當年哥倫比亞大學的指導教授們的極力推薦。」張正尚在 IBM 的四年期間，主要研究的主題是：「隨機平衡」（stochastic majorization）和「等效頻寬理論」（effective bandwidth）。「隨機平衡」這項研究成果，也爲他贏

得了「IBM 傑出創新獎」。

在美國前後待了八年，後來因爲母親退休，他爲了陪伴家人而返臺，進入清華大學任教。回臺後，張正尚繼續在美國 IBM 研究的「等效頻寬理論」，並於一九九七年在清華大學正式提出發表「網路系統理論」。「網路系統理論」和「等效頻寬理論」後來成爲網路通訊裡非常重要的理論，尤其是「網路系統理論」更成爲網路通訊分析的重要基石，而這兩大理論也被稱爲「網路計算工具（Network Calculus）」，後來還將其研究寫成專書《Performance Guarantees in Communication Networks》。

「當我們使用各種網路應用若覺得卡卡時，有很多複雜的因素，網路流量的分配往往是關鍵，若能透過精密計算分配網路流量，就能夠在過程中保持訊息傳輸與交換的穩定，也達到網路服務品質的保證。」張正尚表示，就像無人駕駛就需要非常穩定網路流量傳輸，若是網路服務品質無法保證，那會造成很嚴重的結果。

努力是必要，能被選擇是運氣

在通訊網路領域，張正尚貢獻卓越、獲獎無

數，二〇一七年榮獲全球通訊網路領域權威 IEEE INFOCOM 的終身成就獎，這不只是全球通訊領域最高榮譽獎，他也是十幾年來首位得獎的東亞學者。

對於獲獎，張正尚謙虛地歸功於老天眷顧。他認爲，努力是必要的。但是人生的際遇很多時候是需要天時、地利、人和。「能被選擇到是一件很重要的事。因爲被看到了，所以有這個機會。就像當年能錄取進入 IBM 研究中心，就是能有被選擇中的機會，我覺得這就是運氣。」

張正尚的研究成果還包括：「布可夫—范紐曼交換機」（Birkhoff-von Neumann）、「光佇列」（Optical queues）。「我非常感謝清華大學的教學環境，以及校方和許多教授、研究團隊的支持，才能讓很多研究有了今天的成果。」張正尚於一九九九年開始進行高速交換機的研究，提出了一系列「布可夫—范紐曼交換機」的架構，這在高速網路交換技術的研究領域中，宛如開展新頁，從理論架構、晶片設計到系統合成，完成全球第一個布可夫—范紐曼交換機的原型機。

而「光佇列」的部分，談的是能讓光封包排隊的機制，張正尚與同爲清華大學資訊工程學系教授李端興的研究團隊，共同發現以一種遞迴的方式引導光封包 self-routing。

對於下一階段的研究，張正尚也正在著手進行有關 AI 人工智慧相關的研究計畫，「大數據、機器學習都會是未來的發展趨勢。」他認爲，尤其是在 ChatGPT 出現後，對整個人類社會將會造成很多影響與變革。「科技趨勢無法擋，如何在這過程裡取得平衡非常重要！」張正尚提醒。

在繁忙的研究工作中，張正尚的解壓方式是走路、看電視。「年輕時體力好，打桌球是我最愛的運動，現在就是散步，還有喜歡看電視，後者對我的腦袋來說是雜訊，能刺激我思考。」他說，其實作爲學者，腦中的思考，是不斷的進行式，很多時候就是轉換不同的場景與刺激，也算是一種放鬆。

面對科技迭代更新，張正尚仍舊用他自己的座右銘：「自強不息」鼓勵年輕人，唯有一步一腳印打穩基礎，尤其要進入資訊相關領域，無論做研究或工作，要有一定的寫程式能力，「努力是必然，才能有實力去證明別人看見的你是值得的。」