

工程及應用科學

陳正宗

教授



三十年前台灣的經濟狀況，想必四、五年級生均能體會。當時放學回家後陳教授還要到麻豆街上收餿水回家養豬，此情此景好像孔子所言“吾少也賤，故多能鄙事”。麻豆國中畢業後，順利考上南一中、高雄工專與台南師專，由於家境並不富裕乃與父母商量後決定唸師專。幸獲國中林炳杉老師的鼓勵，才有機會唸高中上大學。這些際遇讓陳教授學會“凡事要懂得珍惜”。

高中畢業後順利考上台大土木系，以兼家教與領取獎學金來減輕家裡的經濟負擔。1984 年台大應力所（第一屆）招生並提供國防獎學金，乃去嘗試。由於入學考的工程數學成績很高，補習班主動高薪邀請陳教授前往執教，這對當時的陳教授可是極大的誘惑。正當陳教授陶醉於將有比家教高出數倍豐厚收入的前途時，幸遇台大土木老師們的勸阻，並鼓勵陳教授是適合從事學術研究的人才，因此懸崖勒馬地把陳教授從社會賺錢路線拉回學術之途，這才導入正軌全心全意地在學術路上發展。

碩士期間陳教授在洪宏基教授指導下完成碩士學位，在其門下耳濡目染感受到作學術研究的樂趣與喜悅，並打下良好的基本學術研究基礎。畢業後旋即任職中山科學研究院火箭飛彈研究所結構應力分析小組，主要係進行飛彈構件的有限元素應力分析。這種 routine 的工作就這樣做了四年。工作期間除完成上級交代任務外，陳教授基於個人對學術研究的興趣，工作之餘進行學術研究並發表多篇學術論文。

由於對學術研究的喜愛，在職期滿後再返台大土木研究所完成博士學位。1994 年八月進入國立台灣海洋大學河海工程學系任教，投入教學研究工作並展開教學與研究之旅，負責工程數學之教學及計算力學研究工作，一路由副教授、教授、特聘教授到終身特聘教授。自 1994 以來可謂十七年有成，陳教授一路走來的點點滴滴至今仍歷歷在目。陳教授在大四修工程數學（三）時，對於格林函數與影響線或勢力線即感到相當有趣。他第一次體會到數學（格林函數）與工程（結構學中的影響線）的結合，並感受到溫故知新與觸類旁通的喜悅，持之以恆，一直悠游在計算數學與計算力學的領域裡享受教學研究之樂已逾二十餘年（1985-2011）。





談到研究方面，記得陳教授曾經說過，他第一次向國科會申請計畫時雖然通過，但是僅給十幾萬元（一個研究生的津貼與其他費用），真可謂筭路藍縷寒酸至極。不過陳教授心想第一個案子先做點業績再說吧！執行這個專題計畫案陳教授也竟然了三篇 SCI 論文，後來陸續在經費上得到國科會的支持。執行過三個計畫後，連續獲得三次傑出獎與第一屆吳大猷獎的肯定。因此在研究與獎勵費均有額外的支助，此對陳教授 NTOU/MSV 研究團隊的成長茁壯功不可沒。而今年陳教授的國科會與教育部的多個計畫，經費總額和剛起步時相比已大有長進。對於這些鼓勵與支持，讓陳教授的團隊得以全力與赴，這也支持他們勇往直前的動力。陳教授非常感恩國科會與教育部的經費支持。

具體學術成果

陳教授自 1984~2011 年合計發表 SCI 論文 171 篇（分別在 60 種不同期刊），兩本中文教科書與兩本英文專書的一個章節與國際數學與工程科技教育期刊論文 3 篇，Plenary lecture 7 次，Keynote lecture 9 次，Invited lecture 23 次，Review 過 76 種（含 65 種 SCI）不同期刊論文，ASME (App. Mech. Rev.) 書評二本，並曾擔任 10 個國外期刊編委與 4 個國內期刊編委。自 1984 年起，申請人從事邊界元素法研究至今已逾二十七年，已被 894 篇論文外引合計上千次 (1418)，兩篇論文 (ASCE, ASME) 超過百次 (Scopus, 114, 146), (WOS, 108, 142)，這在工學土木領域是很難得的，並於 2009 年獲邀擔任 Engineering Analysis with Boundary Elements 國際 SCI 期刊 Editor。綜觀過去的研究題材可分為兩個方面：

- 一、1984-1999 年主要針對邊界元素法的優點加以發揮（談其優點），如僅對問題的邊界做離散，針對退化邊界問題首創對偶邊界元素法。
- 二、1999 年迄今探討邊界元素法於工程應用所隱藏的危機（述其缺點及其改善之道）。

- ① 對偶表示式模式 (dual representation model) 含對偶積分方程 (dual integral equations) 與對偶級數表示式 (dual series representations)，係由洪宏基教授與陳正宗教授於 1986 共同提出，而陳正宗教授曾獲邀擔任中國工程學刊邊界元素法兩期專刊的客座編輯 (Guest editor)。陳正宗教授於 1996 年亦被國際第五屆數值分析會議主席 Bainov 教授邀請進行一小時的專題演講 (invited lecture)，講題為“對偶表示式模式近來發展”。

陳正宗教授二十餘年來在此方面的努力成果已受到國際注意，並且陳正宗教授在 ASME 的 Applied Mechanics Reviews 受邀寫了一篇回顧性文章，該論文已被引用超過百次 (146)。陳正宗教授以對偶積分式為架構，配合邊界元素法只對問題的邊界作離散，成功地應用在裂縫問題、極薄潛堤、薄翼理論、熱傳、滲流、外域、誤差評估、自適性網格、內域真假根、外域實虛根、退化尺度、MEMS Combdrive 與聲場等問題，在期刊均已發表。

在國外，更有多本專書係根據陳正宗教授的對偶積分式寫成對偶邊界元素法 (dual boundary element method) 的程式以商用軟體 BEASY-CRACK 發行，現已普遍為工業界所採用。主要係使用此法可以節省工程師前處理的時間，大大縮短工作時程。自 1986 首創此法以來，最近對偶邊界元素法方面的文章，在國外知名期刊，更是不勝枚舉，已逾千篇。

- ② 邊界元素法於工程應用所隱藏的危機，則分述如下：
 - a. 以邊界元素法求解特徵值問題的真假根研究：針對使用邊界元素法處理二維多連通及三維含洞問題時，會有假根的產生。源因於使用了積分方程中基本解所產生的數學問題。有趣的是發現假根的值是跟所使用的方法 (奇異積分方程或超奇異積分方程) 以及內邊界有關。
 - b. 外域聲場的虛擬頻率問題：發現奇異或超奇異偶邊界元素法在各別求解外域聲場均會發生虛擬頻率的數值不穩定現象。
 - c. 退化尺度：以邊界元素法求解 Laplace, Navier 與 biharmonic 方程的邊界值問題時，當問題領域為某特定大小時，會產生數值不穩定現象，即所謂的退化尺度。

此三個問題的數學秩降現象如同退化邊界，亦可用對偶邊界元素法有效克服並求解之。

近年來，陳教授也發展零場邊界積分方程在含圓與橢圓邊界的工程應用。在此法中，將其閉合型的核函數展開成場源點分離的分離核形式。相對於傳統邊界元素法有 5 大優點。(1) 可免除奇異積分與 (2) 邊界層效應之困擾，(3) 同時亦無病態之苦，(4) 且其收斂速率為指數型而非傳統邊界元素法的代數收斂以及 (5) 無須網格的切割僅需在邊界上佈點。此方面研究成果，已在 Laplace (扭轉桿、壓電力學與含孔洞的懸臂梁應力集中問題)、Helmholtz (聲場的輻射與散射、特徵值、水波與 SH 波的地震問題)、biharmonic (靜力板與 Stokes' 流場問題) 與 biHelmholtz (薄板撓曲波散射與板的特徵值問題) 方程的邊界問題獲得成功經驗，並發表多篇 SCI 論文。限於篇幅其於研究成果詳見網頁 <http://ind.ntou.edu.tw/~msvlab>。



未來研究重點及方向

- (1) 以 SVD 左右酉架構探討對偶邊界元素法的影響係數矩陣內藏的數學（虛假訊息）與物理（真實訊息）現象。在退化邊界、真假根與虛擬頻率，尤其退化尺度方面的應用，特別對圓、橢圓與正多邊形將以複變函數保角寫像中的保角半徑與對數容量進行連結。
- (2) 基於零場邊界積分方程在一維與二維工程問題上成功應用的經驗，將推廣到三維問題。目前正進行腎結石系統，以點聲源進行散射分析。
- (3) 多橢圓洞與夾雜在反平面力場與壓電彈性力學分析。
- (4) 近三年承接學界科專計畫將進行輪胎入力分析與實驗結果進行比對。

用研究寫日記 彩繪不凡人生

陳正宗 / 台灣海洋大學河海工程學系暨研究所
機械與機電工程學系暨研究所合聘終身特聘教授

採訪 /
楊秀靜

撰稿 /
楊秀靜



艱辛年少 珍惜所有

三十幾年前台南縣麻豆鎮的巷弄裡，一個小小的身影穿梭其間，不顧身旁人們的鄙視與嫌惡的神情，做著回收餿水的工作，只為了回家幫忙餵養豬隻，減輕父母的負擔，那抹身影，靠著自我的努力，在今日成為了台灣海洋大學的教授，他就是我們今日訪談的得獎人：陳正宗教授。

憶起這段童年點滴，長大後偶而會回台南老家的陳教授，聽到街坊長輩以自身的例子教育小孩輩時，仍舊是感觸良多。陳正宗教授常以孔子所言：「吾少也賤，故能多鄙事」來自我勉勵，當時能掌握的資源不多，並且經常會接受他人異樣的眼光，但陳教授並未因此而氣餒，他將這個過程，轉化成砥礪自己向上的動力。國中畢業後因家境的緣故，原本要選擇台南師專就讀的陳教授，因為林炳杉老師的鼓勵，才有機會選擇高中就讀，進而繼續升學。

高中畢業後的陳教授，雖然分數可以上台大機械系，但聽到當時讀高雄工專的國中同學說機械科系要畫好幾年圖學，讓教授望而卻步，因而最後選擇了進入台大土木工程學系就讀。進入土木系的陳教授，投入後發現了自己對結構力學的興趣，再加上當時台大應用力學研究所提供了國防獎學金，使得不想造成父母與兄長增加負擔的教授，選擇了該所繼續深造。

研究所畢業後，旋即任職中山科學研究院火箭飛彈研究所結構應力分析小組。工作之餘，基於對學術研究的熱愛，發表了多篇論文與兩本專書（《有限元素法》與《邊界元素法》），並於四年後再返台大土木工程研究所完成博士學位。

年少時艱辛的生活環境，讓陳教授體悟「凡事都要懂得珍惜」的道理，也讓陳教授決定在自己有能力幫助別人的時候，定當竭盡所能對別人伸出援手。學會凡事珍惜的他，在從事研究時，總是把有限的資源儘量發揮它最大的效用，也努力的爭取各方面的支助，讓學生們可無後顧之憂的從事研究。年少時那段刻苦銘心的歷程，成就了今日的陳正宗教授，他將困難當成成功的墊腳石，用自己的努力與成果，向大家證明了英雄不怕出身低。

教學乃是人生一大要事

取得博士學位後，應聘到台灣海洋大學河海工程學系任教的陳正宗教授，在第一次上講台時，就遭受了一個震撼教育，當時台下只有兩位女學生聽課，驚訝之餘教授感慨的說：「工程數學這門課程相當重要，怎麼才兩個人來修？」此時，其中一位同學還告知教授，另一位同學是陪自己來旁聽的，所幸後來透過同仁的幫忙，鼓吹系上的同學選修此門課程，才讓陳教授能夠順利開課；這種意料之外的教學開場，讓陳教授至今日依舊印象深刻，也更珍惜往後來上課的學生們，他總是付出最大的心力，將自己所學傾囊相助。

滿懷教學熱忱的陳教授，為了提升學生的學習效果，總是不斷的思索檢討教學方式，希望達到事半功倍之效。自稱是急性子的陳教授，笑言當他的學生很辛苦：「因為他們得忍受我的嘮叨與急性子。」對於學生的要求，希望他們做事不要拖泥帶水，決定要做一件事就要做到最好，他曾告訴學生高聖凱說：「每個人的資賦都是上天給我們的禮物，如果不好好珍惜，好好把握，有一天老天就會把它收走。」這段話讓學生了解到要更加努力，與珍惜目前自己所擁有的。

而在學生的眼中，陳教授是位治學嚴謹的良師，因材施教的教學方式，注重觀念的整合，也總以生動活潑的講學方式，傳授多年來積累的獨門絕學。在研究上，教授也給予學生們極大的自由度，將學生當作自己的研究夥伴看待。現為博士後的以前學生李應德博士就告訴我們：「在討論的過程中，學生可以以個人的意見去說服老師，因為老師覺得我們都是在追求同一個真理，真理經過充分討論後總會釐清。」陳教授注重學生獨立思考的能力，會先做引導的角色，待學生確立方向後，就會放手讓學生多方嘗試，只會在適當的時候給予幫助與建議。

陳教授也要求學生要保持高度的好奇心與求知慾望，這樣在接觸到新的研究題材時，才能迅速的培養自己的興趣，在新的領域中闖出一片天。除此之外，對於自己的研究主題得付出絕對的專注，他就曾經告訴博士生李家璋，人生不能什麼都要，如果選擇了其一，就要全心全意的去做，這樣才能擁有屬於自己的一片天。

對於教學有著高度熱情的陳教授，最大的快樂就是看見學生的成長，在他與學生的努力之下，每位學生的碩博士論文，都能發表於SCI期刊中，甚至大學生專題也有好多成功攻上SCI期刊的案例，這成果讓陳教授深深以學生為榮，也期許學生們能夠付出更多的心力，勇敢的面對壓力與困難，寫下並維持這17年來的好傳統。

涓滴流水
孕育無數文明
泱泱大海
凝聚四方智慧
春風化雨
育成天下菁英

- 陳正宗 教授



用研究寫日記

一進入到陳正宗教授的研究室，就被滿牆整齊的資料夾所吸引，問起陳教授，他告訴我們牆上的資料夾，是他十幾年來所有的研究紀錄，包括發表過的文章，參加過的會議資料，連學生的也冊列其中，「這是我的習慣，有人是用照片寫日記，而我們是用研究在寫日記。」陳教授細心的保存所有研究成果，分門別類的擺放整齊，將一路走來的點滴寫入紀錄之中，不僅為自己留下回憶，也造福了後進學子們，能夠快速的從這面記憶牆中，獲得自己想要的資訊。

面對陳教授的這項習慣，他的第一位博士生陳義麟副教授（現任教於高雄海洋科技大學）就深受影響：「老師的每個檔案都有分類歸檔，間接的也訓練了我們組織管理的能力，現在的我也能輕鬆的找出我十年前發表的文章。」陳教授對研究的細心與用心，令學生們印象深刻，也在潛移默化之中影響了學生們。陳教授將這個態度用於整理資料上，也用於學生的論文修改上，往往一篇論文的修改次數，都需要經過一二十次的討論往返，陳教授才願意將學生論文送出投稿，這不厭其煩的指導與訓練，讓學生的英文撰寫能力大增，也讓學生信心倍增，無懼外在的挑戰。

用心經營自己研究室的陳教授，也希望學生們將此當成第二個家，為了聯繫學生間的感情，每年在迎新、送舊與尾牙時，陳教授都會舉辦研究室聚會，許多畢業多時的學長們，總是會攜家帶眷的回來參加。陳教授說他辦聚會的目的，不只是為了營造大家庭的感覺，也希望透過學長姐與學弟妹的交流，增加學生們的就業機會，讓學長姐們在有機會時，要記得多提攜一下自己的學弟妹。在訪談的過程中，對於師生間融洽的互動與深厚的感情，讓我們對這個研究團隊留下了深刻的印象。

中醫工程法

提及陳正宗教授的學術成就，最引人注意的就是，他與台大土木工程學系洪宏基教授於1986年，共同創立的「對偶邊界元素法」。以往工程問題的分析工作，主要是使用「有限元素法」，必須對問題進行切割才能加以分析，這方法對於工程師在建立模式時會較為辛苦。而陳教授與洪教授所提出的「對偶邊界元素法」，則不需對問題做切割，只需對邊界問題做離散即可。邊界元素法應用範圍如裂縫、隔音牆、板樁或是防波堤等可以退化邊界來模擬的工程問題，它提供了許多工程問題更佳解決方法。

關於「邊界元素法」與「有限元素法」兩種方法之間的差異，陳教授以中西醫療法的不同來作比較：「有限元素法就像是看西醫，當醫生診斷出所患疾病後，可能需要開刀手術來治療，但邊界元素法則不需要，它就像是在看中醫，只需要在手腕表面（邊界）把脈診治就行，即可來作一些診療。」邊界元素法只對問題的邊界做離散，後來陳教授更將邊界元素法進一步的發展，發展出只要在邊界佈幾個點的邊界結點法，「這個方法就像是中醫的針灸療法。」陳教授巧妙的利用中西醫療法的不同，介紹了複雜的工程分析方法，讓身為門外漢的我們，也大略了了解此研究的奧秘。

一路走來 感謝有您

碩博士學位皆在台灣完成的陳正宗教授，在學習的過程中，遇到了多位的貴人相助，他感恩的說因為有他們的指導與幫忙，才有今日的自己。碩士班的指導教授洪宏基教授，是教授研究路上的第一位貴人，從洪教授的身上瞭解到，做學問是件有趣的事，兩人共同創立了「對偶邊界元素法」，為工程問題的解決方法開啓了新頁，對陳教授而言，洪宏基教授不僅是他的良師亦是研究的好伙伴。

另外土木國家講座葉超雄教授，在陳教授大學時期所開的書單，引領他走向力學之路。台大應力所創所所長鮑亦興院士，對陳教授第一屆應力所學生在數學、力學與實驗能力的嚴格要求，亦是功不可沒。在研究與教學的路上，這三位恩師對他的提攜，讓陳教授滿懷感恩之情，也感謝他們在他遇到挫折時，充當他的智囊團，協助他解決困難度過研究瓶頸。除了恩師外，陳教授的同事與國內外同行的專家教授們，也是他研究路上的良師益友，通過互相切磋來提升自我的能力，讓自己的研究領域更加寬廣。

除了恩師同事之外，陳教授最想感謝的是他最摯愛的家人。父母的栽培讓他有今日的小小成就，在台南的哥哥、兄嫂們、姐姐與姐夫，替忙碌的他分擔照顧母親的責任，陳教授說：「若家父在世，一定會很高興他兒子得到這個獎」。陳教授還要感謝夫人的體諒，生活中大半時間都投入工作中的他，對於夫人的包容，他銘感肺腑，夫人曾經跟他說過：「在學校做研究比較快樂，就去學校吧！」夫人的付出，讓教授可以無後顧之憂的投入研究之中。

最後陳教授要感謝一路和他一起打拼的海大學生們，感謝他們的付出，認真的取得豐碩的研究成果，才造就了今日的 NTOU/MSV 團隊，也感謝學生們讓他有機會參與他們成長的歷程，分享學生成長的喜悅。陳教授對學生的感謝，從訪談的過程中就一直掛在嘴邊，並將這份榮耀歸功於學生。

榮耀是驅策進步的動力

對於此次的得獎，陳教授表示非常感恩教育部給與的肯定，整個研究團隊非常珍惜這個獎勵，也帶給他們很大的鼓勵，是振奮研究團隊繼續努力向前的動力，陳教授期許研究團隊能夠以此動力，讓研究能夠百尺竿頭更上一層樓，希望將來能夠有更好、更突出的研究成果，可以與大家分享。



後記

來到這個依山傍海的台灣海洋大學，即被眼前的壯闊的海景吸引了目光，殊不知，其後有著更大的驚喜等著我們。一踏進河工二館的大門，就見門邊貼著歡迎我們到訪的海報，海報上還貼心的加有雲林科技大學的校徽，讓我們深切的感覺到，他們對此次專訪的重視與用心，令來訪的我們備感窩心。

離去前，陳教授還熱心的介紹幾處海大校園的美麗景點，他希望我們能到處走走看看，也利用我們手中的相機，將海洋大學美麗的景緻，當做此次到訪的禮物，這也讓我們見識到陳教授熱愛海大之心，再次感謝他的熱情款待，期待下次再相會的機會，能夠早日到來。