

# 教學與研究之樂—海大十年

陳正宗

## 進入學術領域的機緣

三十年前台灣的經濟狀況，我想四、五年級生均能體會。當時放學回家後還要到麻豆街上收餵水，此情此景讓我想起孔子所言“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與兄長商量決定唸師專。幸獲老師的鼓勵，才有機會唸高中上大學。這些際遇讓我學會“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我執教，這對當時的我可是極大的誘惑。正當陶醉於將有比家教高出數倍豐厚收入的“錢途”時，幸在老師們的勸阻下並鼓勵我是塊學術研究的材料，才從社會賺錢路線拉回學術之途，而全心全意的在學術路上安份的做自己有興趣的事。碩士期間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喜悅，並培養出學術研究的興趣與奠定基本學術基礎及研究能力。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，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並出版兩本專書(有限元素法與邊界元素法)。由於對學術研究的喜愛，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、教授到特聘教授。雖不敢說十年有成，不過一路走來的點點滴滴則歷歷在目。

記得大四時修工程數學(三)時，對於格林函數與影響線或勢力線即感到相當有趣。第一次體會到數學(格林函數)與工程(結構學)的一體兩面，並感受到溫故知新與觸類旁通的喜悅。就這麼一路走來，一直在計算數學與計算力學的領域浸淫也近二十年(1985-2005)。

## 曾榮獲教學研究之重要獎項

教學方面備感欣慰的是十年來所指導的學生碩博士論文均能在 SCI 期刊發表，我深以他們為榮。值得一提的是他們也屢獲大獎

電子計算機於土木水利工程應用研討會學生(陳義麟)論文獎(2000)---陳義麟

中興工程科技研究發展基金會博士生獎助(2001-2002)---陳桂鴻

第二十六屆力學會議學生(李應德)論文獎(2002)---李應德

第二十七屆力學會議學生論文獎(2003)---吳清森

第三屆國科會碩士論文獎(2003)---林盛益

學生的優異表現，也讓我沾光獲得第一屆海洋大學優良教師的鼓勵與肯定。

研究方面:多年的投入也獲得一些肯定與回響，茲將相關榮譽紀錄於此

第一屆海洋大學特聘教授(2004~2007)

國科會傑出研究獎兩次(1999~2005)

第一屆國科會吳大猷先生紀念獎(2002~2005)

國際計算方法會議 Keynote lecture(2004)

有限元與邊界元國際會議 Keynote lecture(2003)

華人無網格法會議 Keynote lecture(2003)

俄羅斯 BEM-FEM 國際會議 Plenary lecture(2003)

計算數學年會 Plenary lecture(2003)

世界計算力學會會議 Keynote lecture 連續兩次(1998, 2002)

國科會甲等獎連續三次(1995~1998)

國際計算機應用會議 Invited lecture(1996, 1997)

MSC 使用者會議最佳論文發表獎(1995)

力學會最佳論文獎(1992)

## 教學與研究之學術發展過程中的挫折、成就或重要發現

### 教學與研究之學術發展過程中的挫折

記得 1994 年進海大河工系上第一堂課(工程數學三:選修)時,台下只有兩位女同學來上課。感慨之餘於是說 “這麼重要的課程怎麼才兩人來修”。更殘酷的是,其中一位同學說她是陪另一位來旁聽的。所幸透過同仁鼓吹同學們來選修,店面才得以開張。這是我教學的開始,也讓我學會珍惜每個來捧我場的修課學生。今年第四次開工程數學(三)計有七十人修課,總算安慰。至少滿懷熱誠認真的教學也得到一些迴響。不過提升學生學習效果,也一直是思考的重要課題。畢竟滿腔熱情而不得其法只會事倍功半。而帶研究生最大的喜悅則在於看到他們成長的歷程,由學生變成研究的夥伴(coworker for research),當然這過程是需要時間栽培的。這也是我的七三三七論,亦即前半段老師需引導學生入門,老師七分學生三分,待帶定位後則主客易位變成三七分工。指導教授真的扮演 Advisor 的功能而已。

談到研究方面,記得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),真可謂筆路藍縷寒酸至極。不過心想第一個案子先做點業績再說吧! 後來這個專題計畫案也出了三篇 SCI 論文,並陸續在經費上得到國科會的支持。執行過三個計畫後竟然連獲兩次傑出獎與第一屆吳大猷獎,並在研究與獎勵費均有額外的支助,此對研究團隊的成長茁壯功不可沒。現在一年兩個計畫,經費總額和十年前相比也多了個零。對於這些鼓勵與支持,我們一直滿懷感恩與珍惜。

### 學術發展過程中的成就或重要發現

### 1. 對偶邊界元素法：

作者與洪宏基教授於 1986 年共同首創對偶邊界元素法，並且在 1999 年應邀在 ASME 的 Applied Mechanics Reviews 寫了一篇回顧性文章。近年來，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，在國內外期刊均已發表。在國外，更有多本專書係根據我們的對偶積分式寫成對偶邊界元素法(dual boundary element method)的程式以商程式 — BEASY-CRACK 發行，現已普遍為英、美工業界所採用，並宣稱銷售世界五十餘國。主要係使用我們的方法可以節省工程師前處理的時間，大大縮短工作時程。在此方面的研究論文，已受到邊界元素法學者超過兩百多次引用。兩次世界計算力學會議的 Keynote lecture 均受邀發表此方面的研究成果。

### 2. 遲滯阻尼機制：

在時間域以相平面法求解遲滯阻尼(Bishop model)的動力反應，發表後曾被麻省理工學院(M. I. T.) 的 Crandall 教授在 Mech. Res. Comm. (Vol. 22, No.2) 期刊討論過。該文指出 Ried 模式為非線性，和傳統線性遲滯阻尼模式有所不同。此點指出現今有些文獻把 Bishop 阻尼模式曲解成傳統線性遲滯阻尼模式，這也是引發我們在時間域線性遲滯阻尼模式研究的動機，並一併克服該模式違背因果律的問題。無獨有偶地，加州大學 Berkley 分校的 Kelly, Inaudi 與 Makris 教授也獨立地在從事這方面的研究，並在 ASCE-EM 與 Earthquake Engineering and Structural Dynamics 期刊發表和我們類似的研究成果。另外 Crane 教授亦在 ZAMM 期刊討論此阻尼模式違背因果律的問題。這些論點和我們在海大的研究成果頗有異曲同工之妙。學術界的這些研究成果，讓我深深覺得學術路上並不孤獨，此點也一直支持著我們在學術研究的前沿繼續努力。時間域遲滯阻尼模式近年來已漸被國際學界所注意，於 1997 年曾受國際數值分析與計算機應用會議的邀請進行一個小時的專題演講，即以此為報告主題。

### 3. 地震工程：

對偶級數模式由作者與洪宏基教授共同提出後，已陸續成功地應用在地震工程，如多支承運動、地盤反算與散漫振動等問題。更重要的是，我們已看出發散積分的 Hadamard 主值觀念與發散級數(模態疊加)的有限部份觀念是相通的，也就是其數學本質是相同的。基於此發現，我們成功地找到地盤反應反算的病態發散問題的有限部份(finite part)。此點除注入邊界元素法新的理論基礎外，可預期地，在未來這將是邊界元素法往後發展的一個重要方向。此研究成果已在世界知名地震工程期刊(Earthquake Engineering and Structural Dynamics)發表。往後也將持續在此方面投注更多研究人力與心力。模態疊加法在動力分析一直是個常用的方法，在耐震分析上更是不可或缺。過往以此法求解支承運動的動力反應時，均以 Mindlin(連續系統)或 Clough-Penzien(離散系統)的擬靜態分離法來求解。作者與洪宏基教授和葉超雄教授在地震工程所提出的模態反力法，可有效解決含支承運動的結構動力問題。本法除可免去計算擬靜力解外，更可快速求得模態參與係數，並連結了模態參與係數與模態反力的關係。根據此法，配合 UBC 設計規範的要求，已對各型結構物以模態分析時，所需的最少模態數作出建議。此研究成果已在 Communications in Numerical Methods 期刊發表。本技術已在海大落實，並可推廣到工程實務應用。

#### 4. 反算問題：

以發散級數再生核的觀念，探討病態問題的本質，並成功地應用在 Laplace、熱傳與波動方程式的反算問題。

5. 數值方法的進展：由有限元素法到邊界元素法並進而推展到無網格法。一系列的發展並有系統的研究，已有八十餘篇 SCI 論文發表。並將有限元素法與邊界元素法實際應用在：

(a) 含應力消除塊固體火箭發動機分析、設計與實驗：

與呂學育先生合力完成含應力消除塊固體火箭發動機分析、設計與實驗。本研究提出一應力消除塊設計，可有效減低發動機儲存時的熱應力。並將工蜂火箭的使用年限，由原先的三個月延長到三年。

(b) IC 電路蝕刻技術熱應力分析：

與孫澄源教授、李子琦博士、全湘偉先生合力完成電路蝕刻技術 MSC/NASTRAN 熱應力分析，該研究對國內蓬勃發展的電子封裝業，提供了一種跨學門合作模式的參考。

(c) 飛彈組件— V 型環疲勞裂縫成長分析與預測：

與中科院全湘偉先生以對偶邊界元素法與有限元素法分析飛彈組件 — V 型環疲勞裂縫的應力強度因子。並對裂縫成長路徑作出預測。

#### 6. 邊界元素法中退化問題之秩降理論：

將邊界元素法中退化邊界、退化尺度、內域假根與外域虛擬頻率問題統一成秩減(rank deficiency)的數學現象。根據 Fredholm 二擇一定理與奇異值分解法的補充行與補充列技巧，提出一套了解與解決此類數值問題的統一理論。俄羅斯科學院與計算數學年會均曾邀請以此主題進行 Plenary lecture.

7. 電子元件上分析模擬應用：本研究成果已在國際知名 IEEE, J MEMS, JMM ... 期刊發表。

8. 近年來我們嘗試發展一套無網格法，僅需靠離散節點而不需元素與網格即可求解問題，已有多篇國際期刊論文陸續發表中。

以上的研究成果，讓我有機會參與八個期刊(四個國外與四個國內)的編輯委員的工作並審查過近三十種國內外學術期刊論文，進而增加互相切磋與以文會友的機會。相關研究資訊均呈現在網頁 <http://ind.ntou.edu.tw/~msvlab> 中。歡迎上網瀏覽並不吝指教。

## 未來發展

一路走來在海大也已過十年，面對下一個十年難免心中對自己有一些規劃。期許自己勤於授業，精於研究，專於學術，甘於孤寂，樂於服務

研究的領域也不設限，這也是過去我們研究團隊能在三十五種不同 SCI 期刊發表論文的原因。只要是有趣與有意義的題材均是我們探討的對象。當然更希望研究成果能在國際一流期刊發表，當成對自己的挑戰。

## 感想與展望

(一) 營造校園學術氣氛與讀書風氣，並建立海大人的自信心。若學校在打底拔尖的工作上應能提供一些鼓勵的機制讓其蔚為一種文化，則海大的學術提升將是指日可待的。

(二) 導引碩博士生往正確的研究態度與方向努力，培養出踏實肯幹的卓越研究人才，方是海大之福。

(三) 讓有志、有能力做研究的人能夠做、能夠發揮，並給予該有的資源支持。另外對於有潛力的大學生，應該及早引導他們入門，讓其有揮灑表現的機會。畢竟他們是海大未來希望所在。

(四) 資深教授展現風範並照顧年輕老師，使其免於茫然摸索，讓有心有志者，能夠參加較好的研究團隊，譬如可以請資深卓越教授或國科會特約研究人員來指導，整合研究，設計一套靈活有效的制度，讓年輕老師有管道加入卓越研究計畫案裡，而能提升研究的品質。

教學讓我投入，研究引人入勝，服務則盡力而為。一晃眼不自覺在學術的領域裡也馳騁二十載(1985-2005)！深深地感謝一路走來相伴學海的老師、學生與同事們。多年來大家的疼惜，又有認真也認命又可愛的學生可以一起奮鬥，看他們成長，真是無限喜悅並也過了一段美好快樂的時光！個人過去十年研究之所以能略有所成，也是得力於研究團隊成員大家接二連三的貢獻。當然國科會與學校同仁的支持與鼓勵，更是彌足珍貴。海大的同仁與同學們，有興趣大家逗陣走！作伙拼！

特聘教授專訪.doc Chen J T Feb. 19, 2005. due date March 11, 2005



碩博士生屢次獲獎合影(左起陳桂鴻教授、李應德同學、陳義麟主任與陳正宗教授)



河工四 B 同學與導師(郭世榮教授與陳正宗教授)在班會後合影(2004)



FEM/BE 國際會議 Plenary lecture 後陳正宗教授在聖彼得堡(St Petersburg)留影 (2003)



陳正宗教授全家福(2004)