

論文與研究六講：工程篇

李篤中 著

「將聽吾計，用之必勝，留之；將不聽吾計，用之必敗，去之。計利以聽，乃為之勢，以佐其外。勢者，因利而制權也。」

《孫子·始計第一》

國立台灣大學化學工程學系熱傳遞實驗室

前 言

整個故事要從 2006 年 2 月 25 日談起。當時台大研究生協會邀請我在「王者之路－系列講座」對工學院研究生演講，以「使同學可以針對論文研究重點、論文架構及研究方法有更深刻的了解，...寫下一篇輝煌燦爛的文章，為學術界貢獻一份心力。」。因諸事繁雜，原想推辭，但因是老長官楊永斌教授的推薦而不得不勉力為之。那一天演講效果平平，但同系萬本儒教授聽到這個消息後命令我必須就這個題目跟化工系研究生再報告一次，之後台灣評鑑協會在徐治平教授規劃下於 2007 年 4 月起舉辦「如何成功投稿學術期刊研習營~工程篇」系列活動也邀請我擔任講員，陸陸續續後來也在各大學及工研院談過類似的話題，久而久之國內外學術機構來邀請我演講已經不是為了我的學術專業，而是因為自己可以教人如何寫論文了？！

在開始思索研究演講內容時找到坊間幾本相關的英文參考書，但並不很合用，另一方面中文的參考資料極少。於是我開始苦苦回想自己過去的經驗，思索過程中發現自己懵懵懂懂地做了 20 多年的研究居然並不清楚研究到底是什麼。我們跟著老闆、學長、先

進在幽暗黑森林裡隱隱約約的足跡匍匐前進，撞到樹幹時摸摸頭再繞過去。一大堆的潛規則在泥濘裡慢慢地成形，漸漸地你知道這個光怪陸離的研究黑森林居民的所愛、所恨，漸漸地黑森林居民以某種方式接受了你，而你也開始覺得這些剛進森林的小白兔研究生怎麼這麼沒常識時，忽然有一天有人叫你把這些潛規則明列出來，為後面辛苦摸索的人繪製一張黑森林地圖。

自台評會系列活動後許多單位辦了很多類似的教人如何寫論文的活動，大陸基金委甚至直接請 Science 期刊編輯到會演講應如何寫才適合投稿該期刊，Elsevier 公司在國立中央大學辦理期刊投稿講座吸引了爆滿的聽眾，這都說明了許多年輕研究學者渴望有張黑森林地圖，告訴他們應如何開始、如何發表、如何升等；而許多老闆則是希望研究生儘早認清研究的本質及研究的態度，激起研究的熱情。但我在歷次演講中發現絕大部份的演講都是告訴你「What to do and what not to do」，但基本上不談「How to do it」。有一位化學系的教授講得直接：「先有好研究，就有好論文。至於如何有好研究是你的事。」。有一位台評會學員批評所有演講都是：「就是告訴你“研究很重要，所以你要努力、仔細、堅持等等”的陳腔爛調。」。其實這些講法

及批評都沒有錯，研究真的要努力、仔細及堅持，但是要堅持什麼呢？堅持就有回報？堅持就能升等嗎？

2009年1月5—7日我在逢甲大學工學院做了一系列六場關於論文與研究的演講，全程我自己錄了音，回來請晏汝及宓霓兩位秘書幫我把逐字稿打出來。自己看了看忽然有鼓衝動想把它寫出來，於是花了近三周課餘時間把文稿修飾過，剪掉一些「不宜」的章節，就成了這本小書。

以逢甲大學工學院系列演講為基礎，這本書內容分為二篇共六個講座，分別是：

第一篇：論文篇

第一講：什麼是論文？ 論文是什麼？

第二講：論文如何寫？ 如何寫論文？

第三講：論文如何發表？ 如何發表論文？

第二篇：研究篇

第四講：什麼是研究？ 研究是什麼？

第五講：如何當老闆？ 老闆如何當？

第六講：如何管理研究？ 研究如何管理？

也就是第一篇中談如何寫論文：包括論文基本架構、如何把已有的東西變成一篇文章、如何把爛文章變成好文章、及如何投稿、如何修改等等議題；第二篇中談如何做研究：包括研究生如何生存、年輕助理教授如何求生存、及資深教授如何面對這個劇烈變動的世界等等。

要強調的是通過黑森林有千百種方法，這本書並不完整也不完善，純粹只是個人的經驗與體會，告訴你「How I did it」而已，希望我的經驗會對你有些參考價值。

這不是一本學術的書，說到致謝似乎不能讓被感謝的人感到榮幸。但是我還是感謝 李少梅教授（指導教授）、呂維明教授、牟中原教授、王茂齡教授、林勝雄教授、張榮興博士、Frank Tiller 教授及徐治平教授的教導。研究訓練是師徒制的生活，這些前輩是我的研究生涯不同階段中振聳發聵的貴人，我深深地感謝他們。

目 錄

前言	1
第一篇：論文篇	7
第一講：什麼是論文？ 論文是什麼？	9
論文種類	11
論文架構	12
結語	34
第二講：論文如何寫？ 如何寫論文？	37
論文工程	39
增加附加價值	63
結語	79
第三講：論文如何發表？ 如何發表論文？	83
如何發表論文	85
退稿	100
學術倫理	108
結語	111
第二篇：研究篇	113
第四講：什麼是研究？ 研究是什麼？	115
研究生生存指南	117
結語	170

第五講：如何當老闆？ 老闆如何當？	171
與年輕博士談如何當老闆	173
選擇課題	174
研究經費	177
沒有資源要如何做研究？	189
全心投入	198
升等	200
結語	203
第六講：如何管理研究？ 研究如何管理？	205
世界怎麼了？	207
極限研究管理模式	214
結語	240
後語	243
作者小傳	247

第一篇：論文篇

「道生法。法者，引得失以繩，而明曲直者也。
執道者，生法而弗敢犯也，法立而弗敢廢。
能自引以繩，然後見知天下而不惑矣。」

《黃帝·經法·道法第一》

第一講：什麼是論文？ 論文是什麼？

「兵者，國之大事，死生之地，存亡之道，
不可不察也。」

《孫子·計篇第一》

論文種類(Paper types)

期刊論文種類包括如 Note、Letter、Communication 這些屬於短文類的論文，最普通的 Regular article，及篇幅較長、引用文獻較多的綜述型 Review article、Feature article 等。

基本上第一類論文篇幅較短 時效性強，要求精簡的發現說明。有些期刊如 Physics Review Letters 就只收短文論文。第二類 Regular article 篇幅完整，要求完整的發現說明，有些期刊如 Water Research 只收 Regular paper、不收 Note paper。第三類論文篇幅最長，通常要求做完整的歷史綜述，並指出目前研究的弱點及未來發展方向，這類文章一般由期刊主編邀請行業中的大師執筆，出版後應是行內人人手一份的暢銷作品。

論文架構(Paper structures)

一般來講一篇論文包括：

- 「標題」(Title) ；
- 「作者」(Authors) ；
- 「關鍵詞」(Key words) ；
- 「摘要」(Abstract) ；
- 「介紹」(Introduction) ；
- 「材料與方法」(Materials and Methods)
- 「結果」(Results) ；
- 「討論」(Discussion) ；
- 「結論」(Conclusion) ；
- 「致謝」(Acknowledgement) ；
- 「參考文獻」(References) ；
- 「附錄」(Appendices) ；
- 「補充資料」(Supplementary materials)。

圖 1.1 列出一篇論文的主要組成元素，每個期刊要求不同。如有些期刊不要結論，有些期刊合併結果與討論等等章節，這些細節都可以在各期刊的「Guide to Authors」中找到。

Components

Title	Label of the work
Authors/affiliation	Who did the job?
Keywords	Identifiers of the job
Abstract	What is there all about?
Introduction	Why this job was done?
Material and Methods	How this job was done?
Results	What this job has done?
Discussion	So what?
Conclusions	What this job is summarizing to?
Acknowledgement	Who helped you did this job?
References	From whom this job is referred to?
Supplementary materials	Extra materials

NTU

圖 1.1 論文的基本組成元素。

標題

「標題」是一篇文章的標籤，必須以正確、簡潔、清楚又引人入勝的語句，以少於二十個字或是少於一百個字母的方式呈現。而「文首標題」(Running Title)指的是論文最上方出現一小行小字。標題中避免使用如 a、an、the study of、investigation of 等贅字，而且盡量不要使用縮寫，重要的字要出現在前面，標題不需是完整的句子，如：

不好的標題：「A New Method to Improve UASB Reactor Performance」

好的標題：「Enhancement of Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor Performance Using a Novel Method」

不好的標題：「Cell Identification Which Can Initiate Human Lung Cancers」

好的標題：「Identification of Human Lung Cancer Initiating Cells」

不好的標題：「Hydrogen Producing Fermenter Failure」

好的標題：「Local Acid Shock Fails Hydrogen Producing Fermenter」

What are they saying?



Diffusivity of Oxygen in Aerobic Granules

Z.C. Chiu,¹ M.Y. Chen,¹ D.J. Lee,¹ S.T.-L. Tay,² J.H. Tay,³ K.Y. Show⁴

¹Department of Chemical Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan 10617; telephone: XXXXXXX; fax: XXXXXX; e-mail: djlee@ntu.edu.tw
²Environmental Engineering Research Center, School of Civil and Environmental Engineering, Nanyang Technological University, 50 Nanyang Avenue, Singapore 639798

Received 22 July 2005; accepted 27 December 2005

DOI: 10.1002/bit.20182



Water Research 39 (2005) 1656–1668



ELSEVIER

Chemical Engineering Science 60 (2005) 565–575

www.elsevier.com/locate/watres

Energy demand in sludge dewatering

C.P. Chu^a, D.J. Lee^{a,*}, C.Y. Chang^b

^aDepartment of Chemical Engineering, National Taiwan University, 1, Sec. 4 Roosevelt Road, Taipei, Taiwan, 10617, ROC
^bGraduate Institute of Environmental Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, 10617, ROC
 Received 16 April 2004; received in revised form 11 December 2004; accepted 19 February 2005
 Available online 8 April 2005



Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT[®]

Water and Materials Technology 18 (2005) 291–316



ENZYME AND MICROBIAL TECHNOLOGY
www.elsevier.com/locate/enzyme

Review

Enzyme technology and biological remediation

C.G. Whiteley^{a,*}, D.J. Lee^b

^aDepartment of Biotechnology, Microbiology and Biochemistry, Brunel University, Uxbridge, Bucks, U.K., PO Box 34, Uxbridge, Middlesex UB8 3PH, South Africa
^bDepartment of Chemical Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC
 Received 1 October 2004; received in revised form 30 September 2005; accepted 13 October 2005

Bilevel Thresholding of Sliced Image of Sludge Floc

C. P. CHU AND D. J. LEE^a

^aDepartment of Chemical Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan 10617

This work examined the feasibility of employing a bilevel thresholding algorithm to determine the optimal bilevel thresholding value to maximize the geometric parameters of sludge flocs from the microscopic sliced images and from the optical image correlation measurements. Results...

Baranyi et al. (2001) and Tsai et al. (2002) both considered the effects of thresholding on the volume determination of a set of dimensions of floc structures. The results indicated that the optimal dimension was a function of the thresholding value. In the case considered by Baranyi et al. (2001), the optimum dimension determined by Baranyi's algorithm was generally smaller than the optimum dimension determined by Tsai's algorithm. This is because Baranyi's algorithm was based on the assumption that the volume of the floc is proportional to the surface area of the floc. A large deviation of the image quality was evident using the results of the algorithm, and the researchers relied on the judgment of expert biologists to choose the optimum thresholding value to maximize the geometric parameters of sludge flocs from the microscopic sliced images and from the optical image correlation measurements. Results...

ELSEVIER

Floc model and intrafloc flow

C.P. Chu^a, D.J. Lee^{a,*}, J.H. Tay^b

^aChemical Engineering Department, National Taiwan University, 1, Sec. 4 Roosevelt Road, Taipei 10617, Taiwan
^bDivision of Environmental and Water Resource Engineering, Nanyang Technological University, Singapore 65738
 Received 24 September 2003; received in revised form 25 July 2004; accepted 25 July 2004
 Available online 5 October 2004



Chemosphere 59 (2005) 157–168

CHEMOSPHERE

www.elsevier.com/locate/chemosphere

Effects of feed solutions on refuse hydrolysis and landfill leachate characteristics

Pin-Jing He^{a,*}, Li-Ming Shao^a, Xian Qu^a, Guo-Jian Li^a, Dui-Jong Lee^b

^aState Key Laboratory of Pollution Control and Remediation, Department of Environmental Engineering, Tsinghua University, 130 Qinghua East Road, Beijing 100084, P.R. China
^bDepartment of Chemical Engineering, National Taiwan University, Taipei 10617, Taiwan, ROC
 Received 22 March 2004; received in revised form 4 October 2004; accepted 25 October 2004

圖 1.2 論文的標題釋例。

標題刺眼睛就不對，多看看文獻中其他人怎麼寫的，多看就會有感覺。(圖 1.2)。

作者

「作者」欄說明誰做了這個工作；如圖 1.3 是我們最近在 Langmuir 發表一篇論文的作者欄。第一作者是北京科技大學機械系王曉東博士；第二位是北京清華大學熱能系研究生張揚；第三作者是我，是這篇文章的通訊作者(Corresponding author，掛星星的)，也就是與期刊編輯與後續其他讀者反應連絡的窗口，因此要把電話、地址、傳真、E-mail 都要放上去；第四位是北京清華大學的教授。有些期刊要求每個人都要給連絡方式，那你就全部放上去。



圖 1.3 論文的「標題」釋例。

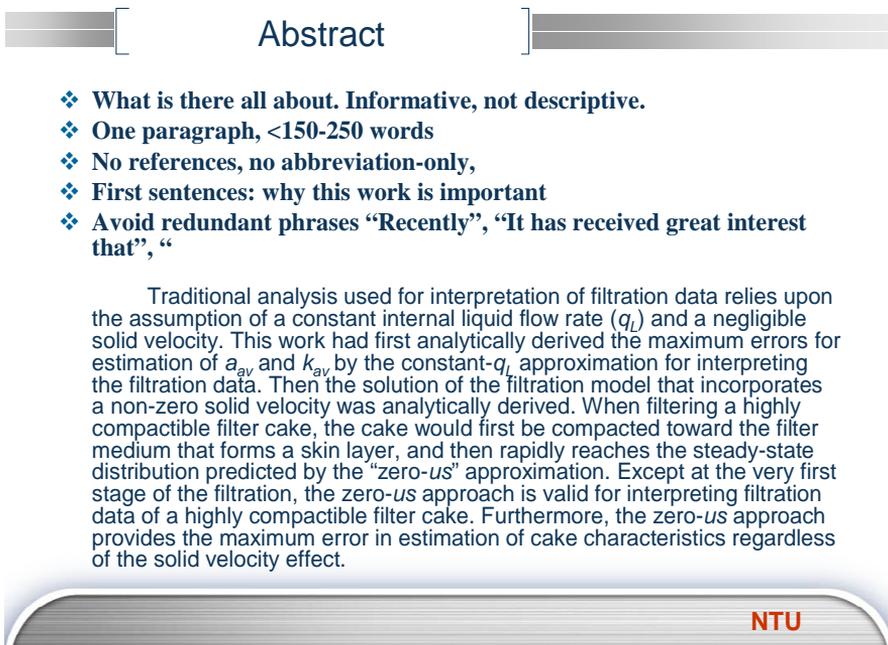
所有人必須要對完成此論文有智慧的貢獻
(Intellegent contribution (才能成為共同作者，僅提供
經費或設備是不足以擔任共同作者，而所有共同作者
對論文陳述的正確性負相同的責任。

關鍵詞

「關鍵詞」是論文最重要的界定詞，關鍵詞是各搜尋引擎搜尋的重要指標，也是編輯者選擇評審人時的重要依據。例如說你論文關鍵詞是「biohydrogen」，搜尋時所有包含 biohydrogen 的論文都會被列出來。所以當我們隨意編輯關鍵字的時候，文章可能會因此被送到一個完全不懂你東西的人手上，而你的文章就會很容易的被拒絕。關鍵詞不要用縮寫字，不要太一般，也不能太冷門，審視的方法就是看著選擇的關鍵詞你覺得其他人會想到甚麼內容？會想到甚麼人？這是否是你希望的印象或人選。

摘要

「摘要」通常都是利用一段文字將自己所寫的文章，簡明扼要的敘述，讓讀者看完摘要之後，就可清楚知道整篇文章所要表達的內容。摘要通常是一段少於 150~250 個字的短文，(註：像 Science 期刊要求 125 個字內的摘要。)，摘要裡不能有參考文獻，另外不要有一堆縮寫，因為不見得大家都看的懂這東西。(圖 1.4)。



Abstract

- ❖ **What is there all about. Informative, not descriptive.**
- ❖ **One paragraph, <150-250 words**
- ❖ **No references, no abbreviation-only,**
- ❖ **First sentences: why this work is important**
- ❖ **Avoid redundant phrases “Recently”, “It has received great interest that”, “**

Traditional analysis used for interpretation of filtration data relies upon the assumption of a constant internal liquid flow rate (q_L) and a negligible solid velocity. This work had first analytically derived the maximum errors for estimation of a_{av} and k_{av} by the constant- q_L approximation for interpreting the filtration data. Then the solution of the filtration model that incorporates a non-zero solid velocity was analytically derived. When filtering a highly compactible filter cake, the cake would first be compacted toward the filter medium that forms a skin layer, and then rapidly reaches the steady-state distribution predicted by the “zero- us ” approximation. Except at the very first stage of the filtration, the zero- us approach is valid for interpreting filtration data of a highly compactible filter cake. Furthermore, the zero- us approach provides the maximum error in estimation of cake characteristics regardless of the solid velocity effect.

NTU

圖 1.4 論文的「標題」釋例。

其實全世界看你文章最仔細的大概就是你的論文審查人，其他人最可能看到你文章的標題；看了標題再去看摘要的人可能變成不到十分之一；看了摘要再下載全文來看的人可能要再除以十或是更大的數字，所以後面的東西可能一輩子都沒有人看，但摘要可能有人看，所以記住摘要是給一般人看，而不是只有你那一行的人看的。

此外，摘要應該不是只是「描述的」(descriptive)，而是「提供有效資訊的」(informative)。所以前面頭兩個句子很重要，不要長，要清楚說明為什麼這個工作很重要？要避免如「Recently, it has attracted great interest」等這些無效的字。接下來說明用什麼東西？做了什麼事？一般來講這裡面盡量不要有太多的數字，有的話一定是關鍵的數字。比方說以前的報導產量都是小於五，我們達到六點九，那麼這個數字就很重要，但有時只是堆砌很多非關鍵細節，這就變成「描述的」，而非「提供有效資訊的」。

介紹

「介紹」部份就是說明「為什麼要做這個研究」(Why does this job was done?)，一般是三、四段的文章，篇幅不能太長，但是對重要文獻的敘述必須完整，(註：據我的觀察，審查人拿到文章後會先確認文獻中有沒有列出他非常得意的文章。)一般常見的邏輯是：[1] 清楚說明為什麼這個工作很重要；[2] 以往的人做了甚麼研究 [3] 以往的人做的研究有甚麼問題；[4] 這個工作解決了那些前述提出的問題。

如圖 1.5 所示即為一例，首先說明動態濕潤是重要的程序，然後說明過往的工作成果。接著看到「However」這個字，表示現存的問題，為了解決這些問題，所以「In this paper, we consider...」，後面的實驗設計等等都是要為了解決這件事情，你得到的實驗結果在說明這件事情，你的討論也在談這件事情 這個 however 已經部分被你解決了，這就是一個完整的故事！介紹部份就是鋪陳 why、what 跟 what has done。

Introduction

- ❖ Why this field is important
- ❖ What is the problem
- ❖ What was done herein?

- ❖ Flat-plate fin arrays are widely employed to enhance the heat transfer rate in applications, especially in electronic cooling (Kern and Kraus, 1972). In designing a fin array the criterion generally adopted is either to maximizing the heat transfer rate under a given fin volume (weight), or to minimize the fin volume under a prescribed heat duty (see, for example, Morega et al., 1995). The second-law analysis has influenced the design methodology of various heat and mass transfer systems (Bejan, 1996, Richardson et al., 1996).
- ❖ The major concern for the second-law analysis is the entropy generation rate (or system irreversibility), while to minimize the total process entropy production is to maximize system available work. Lin and Lee (1997) had conducted the second-law analysis on the pin-fin arrays under forced flow condition. Later Lin and Lee (1998) proposed an analysis on wavy plate fin-and-tube heat exchangers. **However, works analyzing the optimal operational/design conditions for fin array system were not fully interpreted.**
- ❖ In this paper, we consider the second-law analysis on flat-plate fin array under a crossflow. Optimal Reynolds number and the corresponding minimum entropy generation rate were evaluated under constant base area or constant fin volume constraints, from which the geometrical design criteria were proposed.

NTU

圖 1.5 論文的「介紹」釋例。

材料與方法

「材料與方法」就是「你如何做這個研究的？」(How did you do this job?)，這一段的重點在於提供足夠的設備、步驟、藥品等等實驗細節，或模型使用的控制方程式、邊界條件、數值或解析方法等等模擬細節，以便讓別的同行人可以不會有誤會地重覆你的研究。重覆性是科學研究的基本要求，材料與方法的敘述要剛好足夠多到同行可進行重覆實驗，比較細一點描述需要工程圖畫法，連尺寸都要出來，但一些眾所周知的事同行覺得「寫這個幹嘛？我都知道啊！」那這部份就不要寫了，其實該寫什麼跟不該寫什麼是有藝術成份在裡面。

Methods

❖ How this job was done?

❖ 3.1 Samples

Sludge samples were taken from the Min-Shen Sewage Treatment Plant, Taipei, on July 13, 2001 (Ming0713) and on December 5, 2001 (Ming1205), respectively. The sewage treatment plant handles 15,500 m³ of wastewater per day using primary, secondary, and tertiary treatments. Its outlook was usually dark green....

❖ 3.2 Rheological test

A Haake RS 75 Rheostress rheometer equipped with the circulating waterbath to control the variation of temperature within 0.1 °C from the experimental temperature at 20 °C was employed for the rheological measurements (Thermo Haake, Karlsruhe, Germany). The double-gap cylinder sensor DG 41 and two other different cone-and-plate sensors, C60/4 (diameter = 60 mm and angle = 4°) and C35/0.5 (diameter = 35 mm and angle = 0.5°), were used, according to the viscosity of the measured samples. The DG 41 sensor is able to provide very good measurement of viscosity near water's, while the cone-and-plate sensors were utilized to obtain the dynamic viscosity and the complex moduli as well as the shear creep compliance data. The stress sweep was performed to ensure the small-amplitude oscillatory test in the linear viscoelastic regime.

NTU

圖 1.6 論文的「材料與方法」釋例。

實驗與模擬研究都必須要注意再現性及精確性的問題。ASME 及 AIAA 有一整套討論實驗數據與模擬結果不確定分析的方法，值得所有的人參考應用。

結果

「結果」是說明「這個研究做了什麼？」(How this job has done?) (圖 1.7)，這一段的重點在於將本研究中針對「介紹」中說要解決的事情所做的努力，以圖、表、跟文字清楚有順序地呈現出來，文字說明用簡單句直接說明，圖中的數據點要夠大，字體要夠清楚，容易看得懂自然容易被接受。(圖 1.8-1.10 及表 1.1)，

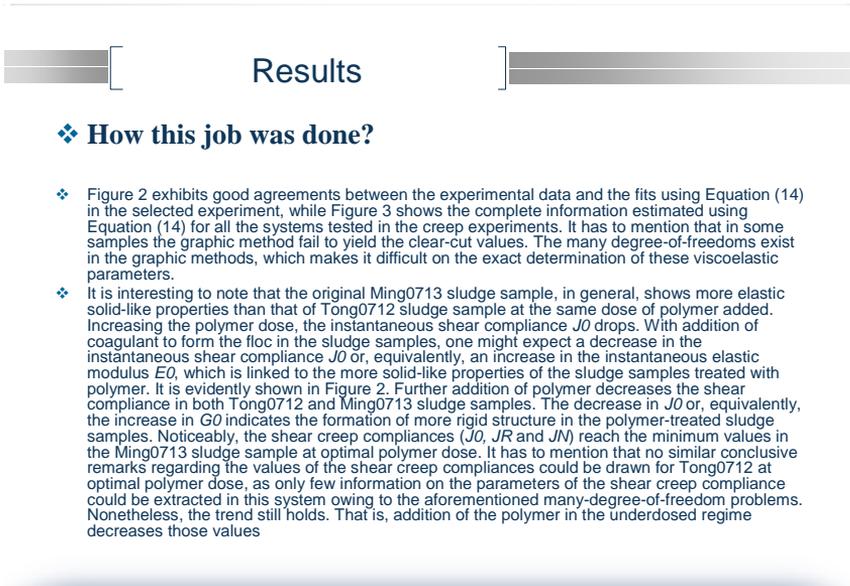


圖 1.7 論文的「結果」釋例。

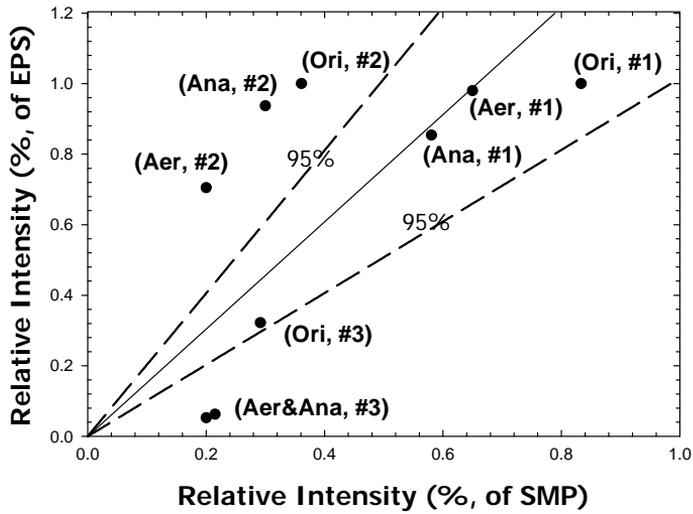


圖 1.8 繪圖釋例、數據點要夠大，字體要夠清楚，縮小 50%後仍容易看得懂為度。

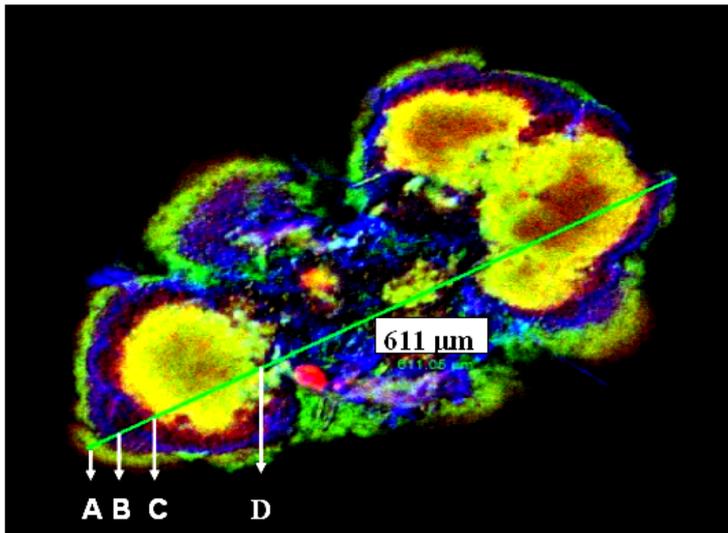


圖 1.10 繪圖釋例、實驗照片繪製。

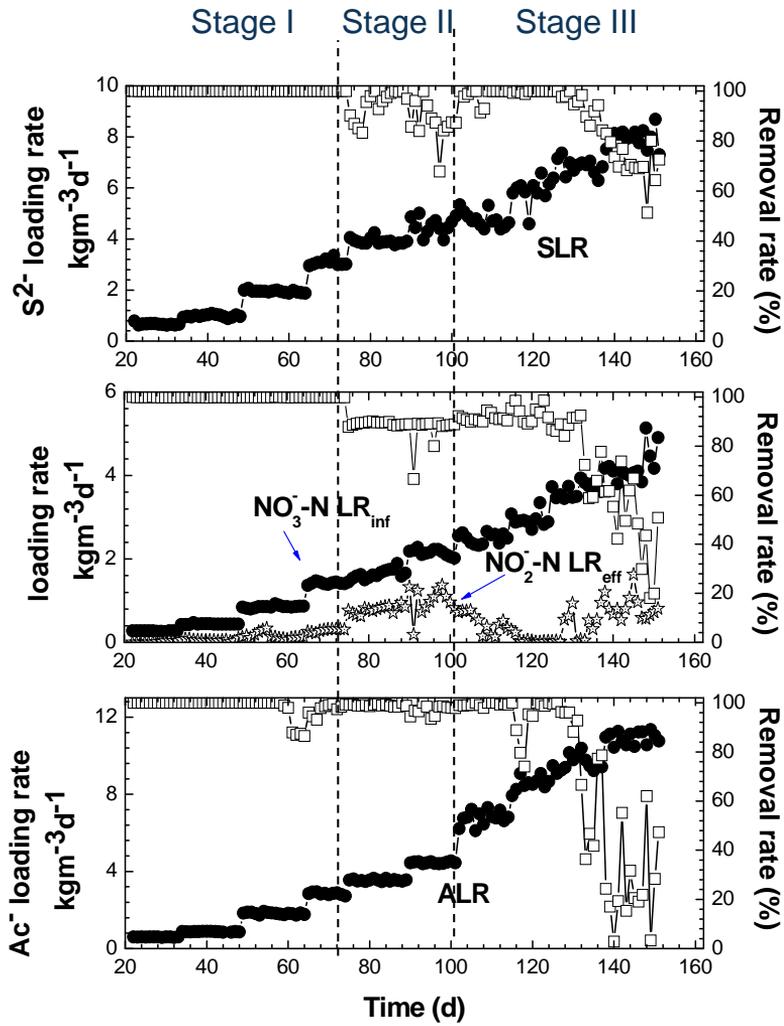


圖 1.9 繪圖釋例、x—軸統一繪製法。

Table

Liquid	Type	σ (mN/m)	μ (Pa s) or k (Pa s ²)	n	θ_0 (°)	Solid
Silicone oil	Newtonian	21.04	1.500	1.000	0	glass slide
PPG	Newtonian	32.37	0.1158	1.000	0	glass slide
PPG+7.5% w/w 10nm silica	dilatant	32.54	0.0711	1.303	0	glass slide
PPG+10% w/w 10nm silica	dilatant	32.67	0.0861	1.699	0	glass slide
PPG+17.4% w/w 10nm silica	dilatant	33.44	0.0970	1.763	9.4	glass slide
PPG+7.5% w/w 15nm silica	dilatant	36.90	0.0478	1.286	24.4	glass slide
PPG+10% w/w 15nm silica	dilatant	46.99	0.0705	1.728	26.2	glass slide
1% w/w CMC	pseudo-plastic	39.02	7.234	0.509	20.2	glass slide
0.05% w/w xanthan	pseudo-plastic	65.93	0.03296	0.629	20.4/0	glass slide/mica
0.1% w/w xanthan	pseudo-plastic	54.62	0.08872	0.509	24.6/0	glass slide/mica
0.2% w/w xanthan	pseudo-plastic	48.41	0.2847	0.438	26.5/0	glass slide/mica
0.5% w/w xanthan	pseudo-plastic	49.90	3.529	0.226	34.4/0	glass slide/mica
1.0% w/w xanthan	pseudo-plastic	43.55	7.990	0.193	34.5/0	glass slide/mica

表 1.1 列表釋例。

討論

「討論」是說明「做了這個研究又如何？」，也就是你的結果對於其他的或是現有的領域有什麼衝擊。討論是作者總結整篇論文貢獻，討論其他研究優點，及指出可能應用的重要的部份。(圖 1.11)

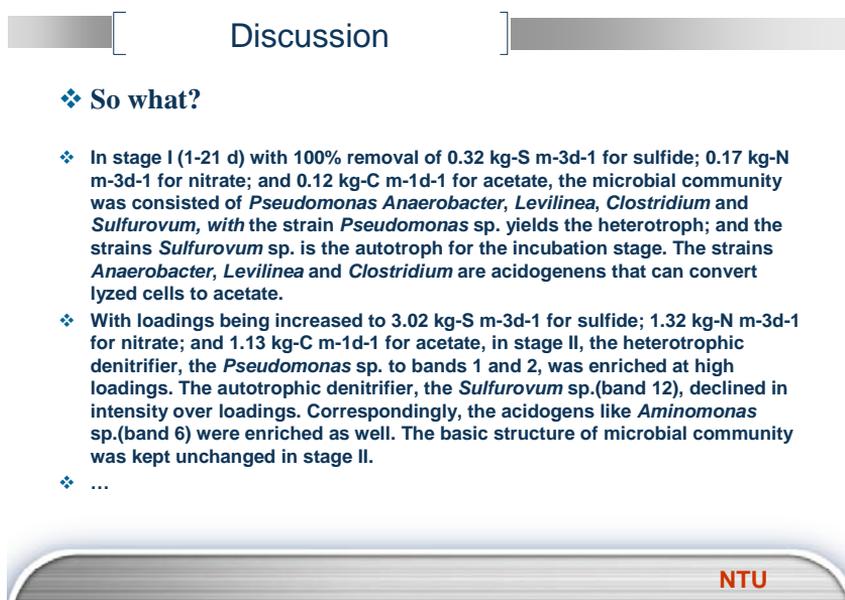


圖 1.11 論文的「討論」釋例。

「討論」可能是一篇文章中最重要的部份。許多討論都是寫了一大堆文獻，引用了一堆不知所謂何來的理論或實驗觀察，但實質上什麼也沒有說。我看過很多論文被退稿都是因為沒有寫出很好的討論。

結論

結論總結整個研究的發現，及提出未來展望的部份。(圖 1.12)。

和摘要不同，結論和全文是一個整體。前面定義過的縮寫，在結論裡不需重新定義。結論裡可以引用文獻，但不能出現文章裡沒有討論過的資訊。有些期刊規定不能有結論。

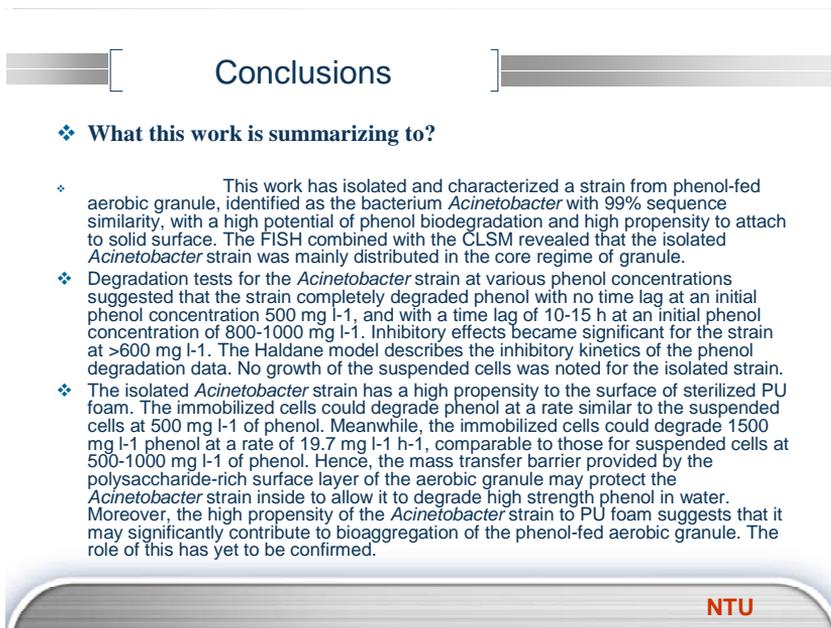


圖 1.12 論文的「結論」釋例。

致謝

「致謝」是說明「誰幫助你完成這個研究？」(Who helped you did this job?)，說明誰幫助你、誰有貢獻，你感謝誰幫你忙，感謝誰提供樣品，感謝誰提供資金等等。

我曾審過一個研究生的論文，發現其中有個想法很好，回來後應用相同的原理在另一個系統研究中，做完後想發表論文時問那個研究生的老闆論文發表了沒有？他說沒有。問他投稿了沒有？他說沒有。問他寫了沒有？他也沒有。我說：「好，那你願不願意當我們的共同作者？」他說：「不要」。於是我就在論文「致謝」中說明整個工作是基於他的原始想法，很感謝他！所以我等於是強調他的原創性(originality)。當然也可以在本文裡說：「This work was originated from someone's work (privative communication)」，表示這工作的原創性是他的不是我的，否則我就有剽竊的問題。

References

❖ From whom this job is referred to?

- ❖ (1) Lambert, D. C.; McDonough, M.; Dzombak, D. A. Longterm changes in quality of discharge water from abandoned underground coal mines in Uniontown Syncline, Fayette County, PA. *Water Res.* **2004**, *38*, 277-288.
- ❖ (4) Blake, T. D.; Shikhmurzaev, Y. D. *J. Colloid Interface Sci.* **2002**, *253*, 196-202.
- ❖ Cescutti, P., Toffanin, R., Pollesello, P., Sutherland, I.W., 1999. Structural determination of the acidic exopolysaccharide produced by a *Pseudomonas* sp. strain 1.15. *Carbohydrate Res.* *315* (1/2), 159-168
- ❖ Kasai Y, Kishira H, Sasaki T, Syutsubo K, Watanabe K & Harayama S (2002) Predominant growth of *Alcanivorax* strains in oil-contaminated and nutrient-supplemented sea water. *Environ Microbiol* *4*: 141-147.

NTU

圖 1.13 論文的「參考文獻」釋例。

參考文獻

「參考文獻」是說明「這個研究基於那些前期的研究？」(From which this job is referring to?)。(圖 1.13)

論文中之參考文獻有各種格式，有些規定在本文中以字母排列 有些以數字，有些是用括號，有些規定用上標，有些字母打在下面。文獻排列有些用作者姓氏加 et al. 加或不加 and...等等。要注意每個期刊都有特定文獻排列系統，請絕對要遵守，否則會造成很多不必要的麻煩，有時候會被直接退稿。

使用 End Note 軟體是很好的方式可以迅速組織大量參考文獻。

結語

所謂「科學論文」指的是在學術期刊中刊載、經過同行審查通過的科學研究成果。科學論文發表制度在十七世紀以後才逐漸步入正軌，研究人員有義務寫論文與同行分享研究成果，而同行也承認作者擁有研究成果的部份權利。研究成果在發表前必須經過同行仔細地檢視，研究成果在發表後必須公開透明地由整個社群嚴厲地複查。研究人員在有足夠成果時才發表論文，論文必須增加正確的新知識，創新成果不足時同行也不會認為你得沒事找事非說些什麼不可。偉大的 Lars Onsager 平均一年寫一到二篇論文就拿到了 1968 的諾貝爾化學獎。

《孫子兵法·始計第一》：「兵者，國之大事也。」。在我念書的時候可謂「論文者，研究室之大事也。」。我的指導教授一週工作五天半，每天殫精竭慮正好一年可以寫出一篇論文。她常說：「一篇文章必須增一個字則太多，減一個字則太少，一篇文章應該要能讓人讀五十年。」我當時覺得做研究好好玩，但寫論文真是件嚴肅又困難的事。

曾幾何時，「知識經濟」(Knowledge—based economy)

的概念席捲全球，而大學被要求必須扮演知識經濟中「知識產生者」的角色，以報酬遞增法則將知識轉化為經濟發展，而衡量「知識產生量」最簡單的方法是看論文數。於是「論文數」變成一個魔咒，成為學術界爭取經費及名聲的全民運動；「出版論文」變成一個日進斗金的生意；因為現在投稿文章太多了，高退稿率使握有論文發表決定權的期刊編輯及委員儼然成為學術新貴。現在一年發表三、四十篇論文的「印刷機」大有人在，而在接觸許多台評會學員時發現更多的人陷於深深的焦慮中，「論文數」已由魔咒變成了眾人的夢魘。

第一講我們來看什麼是論文，做為接下來討論的基礎。

第二講：論文如何寫？ 如何寫論文？

「勝可知，而不可為。不可勝者，守也；可勝者，攻也。守則不足，攻則有餘。
善守者，藏於九地之下；善攻者，動於九天之上。
故能自保而全勝也。」

《孫子·形篇第四》

論文工程 (Paper Engineering)

當你現在手上已經有了研究成果，本講著重在教你如何以「論文工程」方法將成果轉化成一篇學術論文(圖 2.1)。在諸多方法中我發現使用所謂「瀑布模式 (Waterfall Model)」效率最高，進行起來像工廠栓螺絲釘一樣，動作夠快東西都現成的話，一天可以寫完一篇論文。瀑布模式包含四個階段：

- 第一階段「找尋賣點」(spotting)；
- 第二階段「建立模板」(templating)；
- 第三階段「論文寫作」(writing)；
- 第四階段「打磨拋光」(polishing)。

找尋賣點

第一步要找到文章的賣點，找到文章中值得發表的部份，重點不能多，一篇文章只能有一個賣點，賣點過多的文章會被退稿。



圖 2.1 「論文工程」方法之「瀑布模式 (Waterfall Model)」。

找尋賣點時一般先要看手上有什麼樣的數據，確認研究成果邏輯，再根據演繹或歸納的方法安排論述。如果是先提出某些主張再由實驗證明的就是演繹法；有很多證據再歸納出一個論述的就稱為歸納法。

比方說圖 2.2 是非牛頓流體液滴鋪展的研究，將

一滴非牛頓流體滴在一個雲母片上的濕潤行為，可以應用在半導體製程的旋轉塗佈上。這篇論文的邏輯是，先推導出一個濕潤理論，然後找實驗證據證明理論的正確性，所以這是一個演繹法的寫法。

比方說圖 2.3 是利用 fMRI（核磁共振）測試腦活動的研究，主要觀察專業人士注視理解 Fourier conduction 方程式時的腦活動（註：方程式的型式、符號跟文化、語言、年紀沒有任何關係，即便你是穆斯林、基督徒、佛教徒對 Fourier conduction 方程式的物理意義是完全一樣的。）。這篇論文的邏輯是，先測試大量的測試者，然後由實驗證據找出共同特性，所以這是一個歸納法的寫法。（註：本研究付出相當大的代價，fMRI 測試一次需要 30000 元，大量數據歸納需要大量金錢。）

若研究成果數據不多，理論比較長，就比較適合演繹法的寫法，就是理論當成主體，證據在後面當成輔助；但如果做很多實驗，實在很不了解詳細機制，實驗是主體，然後把模型或理論放在討論裡面，那就是歸納法。這兩個寫法反過來就出現邏輯流動問題，會讓讀者覺得莫名其妙，然後你的文章就會被退稿。

演繹例

Dynamic Contact Angle of Non-Newtonian Fluid
Langmuir, Vol. 23, No. 11, 2007

The boundary conditions complete as those at the liquid surface and at the solid substrate surface, and the balance equation for the film surface follows the Young-Laplace equation:

$$\begin{aligned} u_{x=0} &= 0 \\ v_{x=0} &= 0 \\ \frac{\partial h}{\partial x} \bigg|_{x=0} &= 0 \end{aligned}$$

$$P_{in} = P_0 + \rho g \left(\frac{1}{2} h^2 \right) + P_0 + \rho g \left(\frac{1}{2} h^2 \right) \left(1 + \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} \right)$$

$$P_0 = \frac{\rho g}{3} h^3$$

In eq 1, P_0 is atmospheric pressure, ρ is surface tension, σ and R_0 are the two principal radii of the air-liquid meniscus (neglecting eq 4 with respect to x) and applying the 1D Laplace condition yields:

$$P = \rho g h^3 - \sigma + P_0 = \frac{\rho g}{3} h^3$$

Substituting eq 4 into eq 3 yields:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\rho h^3}{3} \frac{\partial h}{\partial x} \right) = \frac{\rho g}{3} h^3 \frac{\partial h}{\partial x}$$

Integrating eq 5 with respect to x and using the no-shear stress condition at the free surface produces the following velocity profile in the liquid:

$$\frac{\partial h}{\partial x} = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\rho h^3}{3} \frac{\partial h}{\partial x} \right) = \frac{\rho g}{3} h^3 \frac{\partial h}{\partial x} (1 - \alpha^2)$$

Integrating eq 6 with respect to x and using the no-slip boundary condition yields the following velocity profile in the liquid:

$$u = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\rho h^3}{3} \frac{\partial h}{\partial x} \right) = \frac{\rho g}{3} h^3 \frac{\partial h}{\partial x} (1 - \alpha^2)$$

Therefore, the average velocity at point x is:

$$\bar{u} = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\rho h^3}{3} \frac{\partial h}{\partial x} \right) = \frac{\rho g}{3} h^3 \frac{\partial h}{\partial x} (1 - \alpha^2)$$

Substituting eq 10 into eq 8 yields:

$$a = \frac{\partial h}{\partial x} = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\rho h^3}{3} \frac{\partial h}{\partial x} \right) = \frac{\rho g}{3} h^3 \frac{\partial h}{\partial x} (1 - \alpha^2)$$

The mass balance of liquid in a segment of thickness Δx is:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\rho h^3}{3} \frac{\partial h}{\partial x} \right) = 0$$

©2007 Nature, R. N. Wenzel, D. H. Reneker, V. S. Langmuir, 2007, 23, 11, 2327-2333

Langmuir, Vol. 23, No. 11, 2007 Wang et al.

Figure 5. Dynamic contact angle of the 2% w/w sodium solution. Shear-thinning fluid and partially wetting substrate (glass slide). Present model: eq 14a.

Figure 6. Dynamic contact angle of the 7% w/w 10 mM silica PEO solution. Shear-thinning fluid and completely wetting substrate (glass slide). Present model: eq 14a.

Figure 7. Dynamic contact angle of the 1% w/w cnc solution. Shear-thinning fluid and partially wetting substrate (glass slide). Present model: eq 14a.

Figure 8. Dynamic contact angle of the 10% w/w 10 mM silica PEO solution. Shear-thinning fluid and partially wetting substrate (glass slide). Present model: eq 14a.

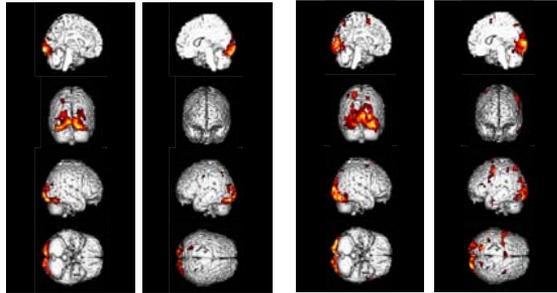
Figure 9. Dynamic contact angle of the PDMS + silica solution and (b) acrylic, hydrophobic ink films data by Carr and Hiltner²⁵ were compared with the present model: eq 14a and 14b.

2.2. Results. *Newtonian Fluid.* Figure 5 presents the spreading rate for the pure PEO solution on the glass slide. The data points closely followed Taylor's line, $R = R^0 t^{1/2}$ (Figure 6), which is valid for Newtonian fluid in the capillary spreading regime. Moreover, the macroscopic fluid equilibrium drop was elongated. Only the data with macroscopic spreading with oblate spheroid were discussed further.

圖 2.2 演繹法例：非牛頓流體液滴鋪展的研究。

歸納例

Collecting
fMRI data
from 12
individuals



Conclusion

... the equation message was received by V1 as in joke reading, with activation of the lingual gyrus and fusiform gyrus, then was sent through the left superior parietal lobule (Brodmann area 7 ...) and middle frontal gyrus (Brodmann area 6) to the superior frontal gyrus (Brodmann areas 8 and 9) and Broca area (Brodmann area 45). The brain processed equations a syllabary and the equation is primarily identified by its shape rather than identity.

NTU

圖 2.3 歸納法例： fMRI 測試腦活動的研究。

找尋賣點時要問自己手上有什麼樣的資料、數據，可以以演繹法或歸納法整理出來證明本研究值得發表的理由：

- 本研究值得發表是因為資料、數據非常新；
- 本研究值得發表是因為對於現在的一些困難點有所突破；
- 本研究值得發表是因為成果對一些現有程序有很大的影響；
- 本研究值得發表是因為把目前有高度興趣的議題做了完整而關鍵的整理；
- 其他。

意思就是要站在讀者的角度來看，能講出言之有理的賣點。要問現在期刊退稿率這麼高的時候為什麼自己的東西能在對方的期刊上發表，由我來說服對方，要不然為什麼期刊要發表你的東西呢？（圖 2.4）

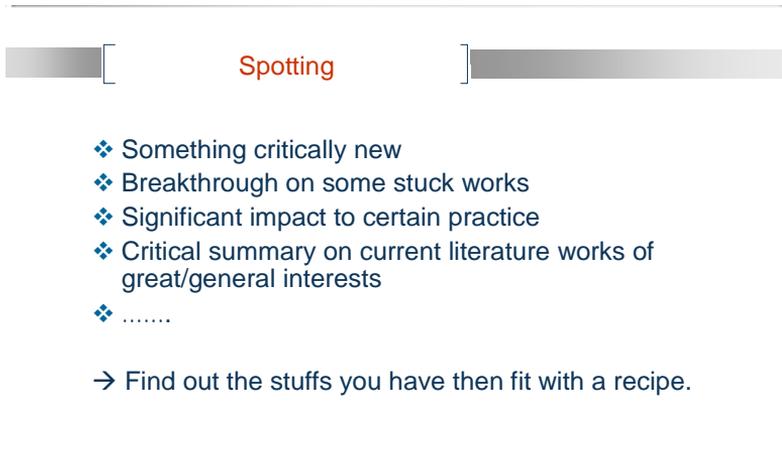


圖 2.4 「瀑布模式」之「找尋賣點」步驟。

所以找尋賣點就是想辦法在你的工作裡找到這些東西，一個就好，然後根據條件寫文章。所以寫文章有點像雕刻師傅，拿到一塊材料在雕刻前要根據材料的形狀決定雕刻成什麼，我們也是根據手上有的現成資料完成文章。（註：如果你的數據不多，理論也不強，那就真的很難寫了，怎麼辦呢？可參考下一講題的內容。）

有了賣點後就要判斷賣點的創新性如何（圖 2.5）？第一級研究是完成了極重要而從未有人完成的工作；第二級研究是完成了重要而有部份突破的工作；第三級研究是完成了某個與前人有些不同的工作。不同等級的研究成果應投稿至相應等級的期刊去。你發現了全世界都沒有發現過也沒有完成過的現

象，是非常好的東西，那你就可以去試你們那一行最棒的期刊，也許可以讓你一舉成名。

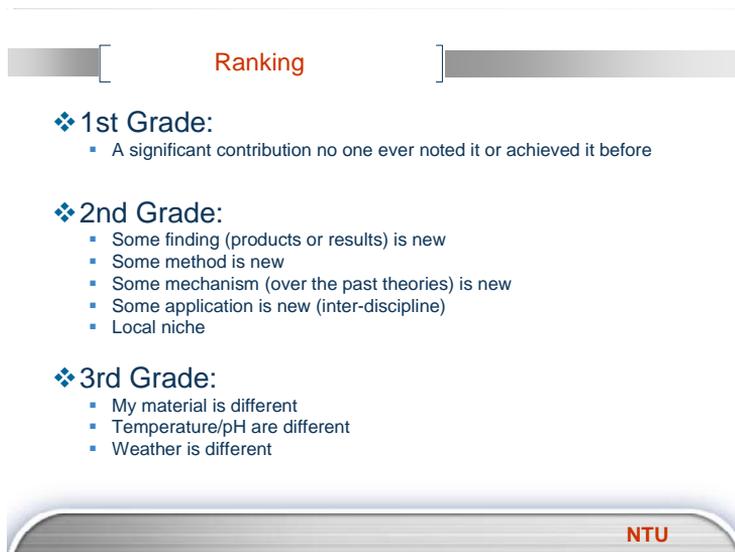


圖 2.5 瀑布模式之找尋賣點步驟（二）：判斷創新性。

在此舉出一個找尋賣點的例子。一位研究生探討含有硫酸鹽和硝酸鹽的有機廢水進行同步生物處理，理想上希望脫硫和脫氮同時完成且硫酸鹽最後形成元素硫以達到資源化的目的（圖 2.6），但是嘗試了一年的實驗與預期不同，他得到百分之百的硫酸鹽和硝酸鹽去除率，但元素硫產率極低，不過實驗中意外發現反應器中之生物形成了生物顆粒（圖 2.7）。

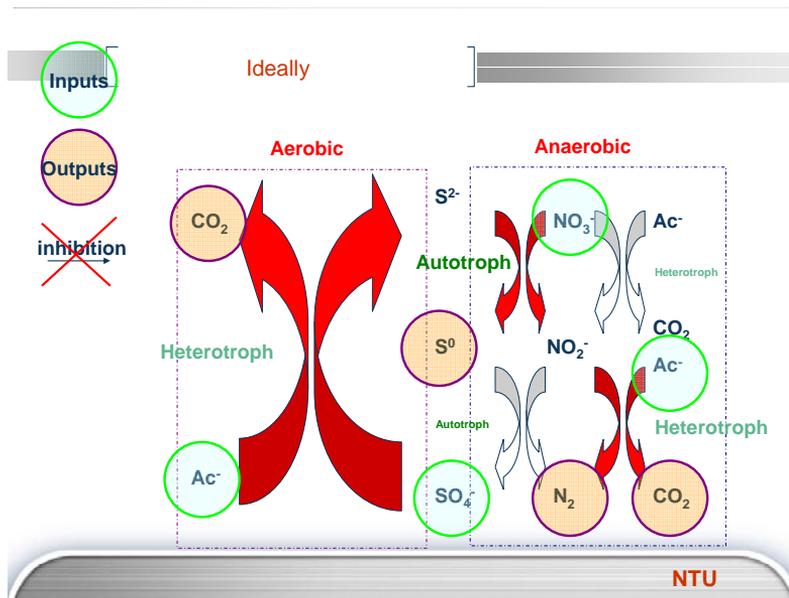


圖 2.6 瀑布模式之找尋賣點釋例 (一): 含硫酸鹽和硝酸鹽的有機廢水同步生物處理，理想上脫硫脫氮同時完成且硫酸鹽最後形成元素硫。

Granules were formed

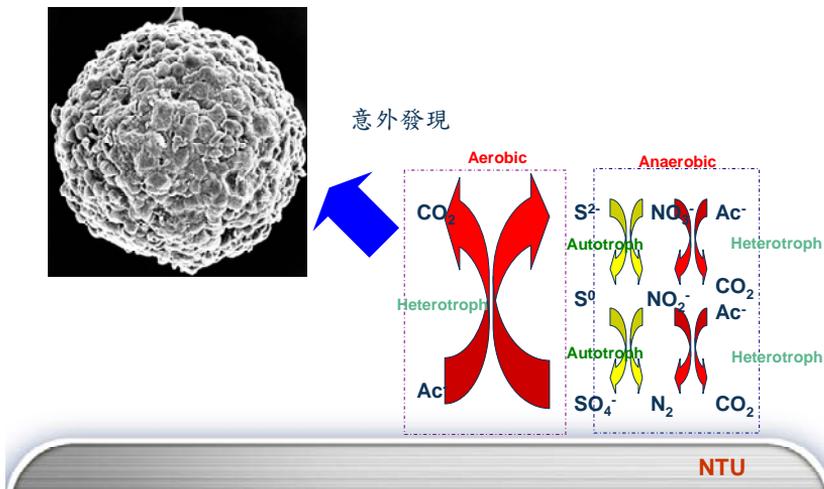


圖 2.7 瀑布模式之找尋賣點釋例 (二): 測試中硫酸鹽不形成元素硫, 但生物顆粒意外形成。

這個學生將這些生物顆粒置入含硫化物及和硝酸鹽的廢水中, 結果發現硫化物可百分之百轉化成元素硫 (圖 2.8)。

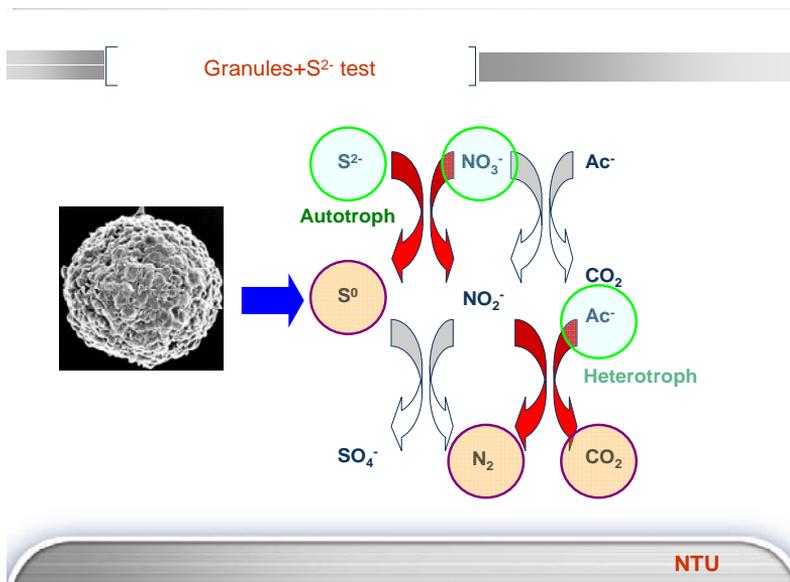


圖 2.8 瀑布模式之找尋賣點釋例 (三): 使用意外形成之生物顆粒可脫硫脫氮且形成元素硫。

由於生物顆粒內含極高的生物量，因此反應器可轉化的硫化物和硝酸鹽量是文獻報導的 6 倍，且在平行實驗中無法直接從硫化物及和硝酸鹽廢水中產生生物顆粒。這個學生將整整二年的實驗過程寫成一篇文章像流水帳的文章（圖 2.9 左側），任誰看了都會失去讀下去的興趣。

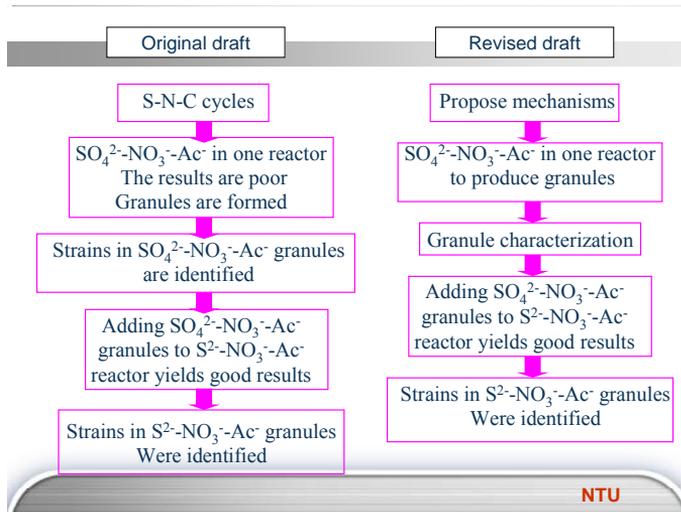


圖 2.9 生物脫硫脫氮文章寫作之兩種邏輯。

Sulfur oxidation

Reference	Reactor	Sulfur	S-loading	Nitrogen	N-loading	Carbon	COD-loading
Furumai <i>et al.</i> (1996)	DAF ⁺	$S_2O_3^{2-} \rightarrow SO_4^{2-}$	2.7 (N/A)	$NO_3^- \rightarrow N_2$	0.08 (high)	X	X
Flere & Zhang (1999)	FBR [†]	$S^0 \rightarrow SO_4^{2-}$	N/A	$NO_3^- \rightarrow N_2$	0.6 (64%)	X	X
Wang <i>et al.</i> (2005)	CSTR	$S^2 \rightarrow S^0$	0.6 (75%)	$NO_3^- \rightarrow N_2$	0.11 (90%)	X	X
Manconi <i>et al.</i> (2006)	CSTR	$S^2 \rightarrow SO_4^{2-}$	0.28 (100%)	$NO_3^- \rightarrow N_2$	0.11(100%)	X	X
Kim and Bae (2000)	SPBR ^S	$S^0 \rightarrow SO_4^{2-}$	N/A	(1) $NO_3^- \rightarrow NO_2^-$ (2) $NO_3^- \rightarrow N_2$	(1)2.2(99%) (2)1(99%)	leachate	N/A
Oh <i>et al.</i> (2001)	SPBR ^S	$S^0 \rightarrow SO_4^{2-}$	N/A	$NO_3^- \rightarrow N_2$	2.7 (97%)	MeOH Leachate	(4.6) 90%
Kim <i>et al.</i> (2004)	(a)CMB (b)SPBR	(a) X (b) $S^0 \rightarrow SO_4^{2-}$	(a) X (b) N/A	$NO_3^- \rightarrow N_2$	4.32 (>95%)	(a) MeOH (b) X	(a) 8.0 (N/A) (b) X
Vatopoulou <i>et al.</i> (2005)	CSTR	$S^2 \rightarrow SO_4^{2-}$	0.466 (high)	$NO_3^- \rightarrow N_2$	0.282 (high)	MeOH	N/A
Reyes-Avilas <i>et al.</i> (2004)	CSTR	$S^2 \rightarrow S^0$	0.294 (99%)	$NO_3^- \rightarrow N_2$	0.209 (99%)	Acetate	0.303 (65%)

All sulfate oxidation works used suspended floc systems

表 2.1 生物脫硫脫氮文獻查考。

Spotting

- ❖ Note:
 - After reviewing literature, the S^{2-} systems seem hardly forming granules; while the SO_4^{2-} system are able to form granules easily.
 - The granule- S^{2-} systems convert S^{2-} 5-6 times faster to literature results
- ❖ Assume:
 - The SO_4^{2-} heterotrophs can easily form granules, but S^{2-} autotrophs cannot.
 - The granules can retain high biomass then giving high conversion rates
- ❖ Spot:
 - The SO_4^{2-} heterotrophs were used as a pre-stage to incubate granules for the use in S^{2-} systems at extremely high loadings

NTU

圖 2.10 瀑布模式之找尋賣點釋例（四）：使用意外形成之生物顆粒可脫硫脫氮且形成元素硫。

其實這篇文章的賣點在於以文獻報導 6 倍速率百分之百轉化硫化物成元素硫（圖 2.10）。查閱文獻可發現由硫酸鹽水中常可產生生物顆粒，但由硫化物水中似乎無法產生生物顆粒（表 2.1），因此配合賣點將邏輯整理如下：（圖 2.9 右側）

- 目的：希望產生以文獻報導 6 倍速率百分之百轉化硫化物成元素硫之生物顆粒系統。
- 方法：以二段式方法進行，第一段在硫酸鹽水中培養生物顆粒 第二段再利用生物顆粒至極高硫化物負荷系統中。
- 結果：好得不得了

這樣整理出來的文章投稿出去一個月內就被接受了。

建立模板

第二步建立模板步驟就是首先把研究成果以圖和表型式放上去，看這個邏輯的流動是否合理。之後在圖表當中放進一些文字，看看整個故事是否完整。然後形成文章的主要架構（圖 2.11）。

圖 2.12 是一個建立模板的例子。這個研究主要是第一次證明並鑑定出生物絮聚體中存在許多可分解蛋白質的菌群。圖 2.12 就先將所有結果放上去建立一個論文的模板。

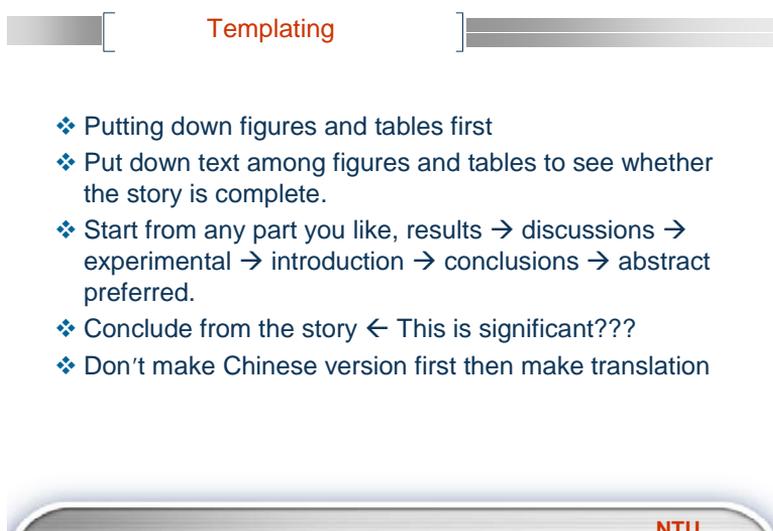
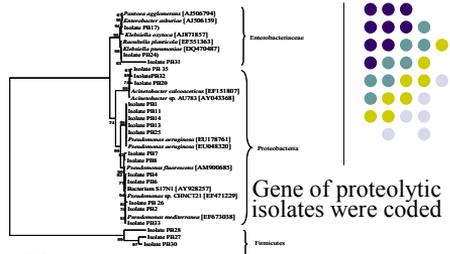
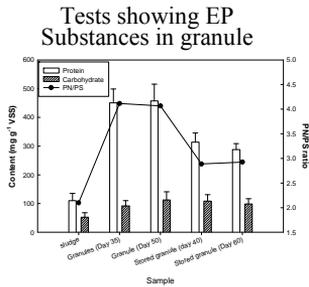


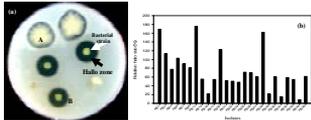
圖 2.11 「瀑布模式」之「建立模板」步驟。



Prove for the 1st time granule stability is deteriorated by activity of proteolytic stains.

A table lists all isolates

Of significant academic and practical interests



Tests showing proteolytic activity of isolates from granule

Some proteolytic isolates were shown visibly

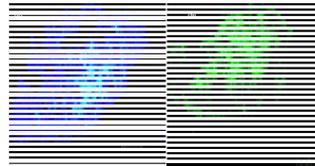


圖 2.12 「瀑布模式」之「建立模板」釋例 (一): 證明並鑑定出生物絮聚體中存在許多可分解蛋白質的菌群, 這些菌群與厭養產甲烷菌比鄰而居。

一般來說, 「字不如表, 表不如圖」, 一目瞭然的圖讓讀者極易接收你想傳達的概念。(註: 也有人說如果數據不漂亮就列表, 數據漂亮就畫圖, 因為圖很容易看出數據的漂亮與否。)

所有結果放上去模板後就將文字說明填進去, 看

看邏輯流動是否順暢？會不會證據不夠？（圖 2.13）。
 若證據力不足可否加上證據？是否需要進一步實驗等等？

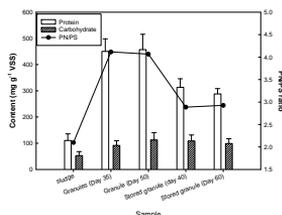


Figure 1 lists the quantities of EPS extracted The protein content in seed sludge ... was $110 \pm 32 \text{ mg g}^{-1} \text{ VSS}$, and increased to $457 \pm 54 \text{ mg g}^{-1} \text{ VSS}$ for granules cultivated for 35 or 50 days. Following storage for 60 days, protein content in the stored granules decreased to $188 \pm 21 \text{ mg g}^{-1} \text{ VSS}$ (**Fig. 1**)....

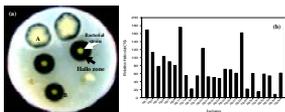


Figure 2 presents the proteolytic activities of isolates in terms of the relative halo size obtained in skim milk agar. Isolates PB1, PB11 and PB28 had significantly higher ($p < 0.01$, ANOVA) proteolytic activities than the other isolates.



The 27 screened isolates were utilized for subsequent 16S rDNA sequencing and phylogenetic analysis (**Table 1**)... Isolates PB13, PB2, PB14 and PB21 formed subclusters supported by 99% bootstrap confidence values (**Fig. 3**).

Table 1 lists
all isolates

FISH-CLSM imaging indicated that proteolytic bacteria—taking *Acinetobacter calcoaceticus* and *Bacillus sphaericus* (**Fig. 4**) as examples—were distributed over the core regime...

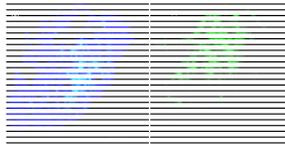


圖 2.13 「瀑布模式」之「建立模板」釋例（二）：置入說明文字。

論文寫作

論文寫作就是把模板成果變成一個有骨有肉的東西。一般來講，你可以從任何一個部份開始，我個人是比較喜歡從結果→討論→實驗→介紹→結論→摘要→題目及作者的順序寫作。

圖 2.14 中首先加上生物絮聚體結構缺乏穩定性是應用上的技術瓶頸敘述(介紹)，說明這個研究主要是第一次證明並鑑定出生物絮聚體中存在許多可分解蛋白質的菌群(結果)，這些菌群極可能與比鄰而居的厭氧產甲烷菌合作進而由裡而外摧毀生物絮聚體結構(討論)，及總結出「控制可分解蛋白質的菌群之活性應可增進生物絮聚體結構之穩定性」之結論。

PROTEOLYTIC ACTIVITY IN STORED AEROBIC GRANULAR SLUDGE AND STABILITY LOSS

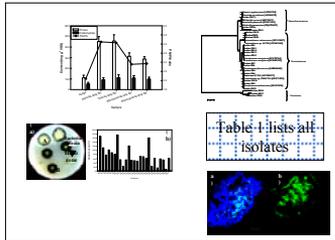
Sunil S. Advani, Doo-Jong Lee

1Department of Chemical Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan 10617

Abstract: Aerobic granulation is a novel wastewater treatment technology. However, aerobic granules lose stability during storage...

1. INTRODUCTION The aerobic granules yielded have a dense and strong structure, good settleability, high biomass retention, and high tolerance to medium toxicity (Tay *et al.*, 2001a; Su and Yu, 2005)... When stored under idle conditions, aerobic granules lose stability and activity (Zhang *et al.*, 2005).

2. Materials and Methods/2.1. Granule samples: Aerobic granules were cultivated with the procedures described by Advani *et al.* (2007b). Stable granules formed in three weeks. The cultivated, mature granules (named original granules) were washed with pure water and then stored at 8 °C for 60 days in reagent bottles containing synthetic wastewater



4. Discussion/4.1 Protein hydrolysis and protease enzyme activities: Protein contents in stored granules (Fig. 1) were significantly lower than those in original granules ($p < 0.001$, ANOVA). Conversely, polysaccharide contents in original granules were close to ...

References

Advani SS, Lee DJ (2008) Extraction of extracellular polymeric substances from aerobic granule with compact interior structure. J H Advani SS, Lee DJ, Tay JH (2007a) Activity and structure of stored aerobic granules. Environ Technol 28:1231-1236...

圖 2.14 「瀑布模式」之「論文寫作」釋例：加上各個組成段落。

因為結論和討論是論文中最重要的段落，因為前言是要把現在所有的注意力引到文章欲解決的問題上來，所以先確定了討論和結果後再寫前言，（註：如果你的結果和討論沒有先寫出來，你要怎麼知道你的前言要怎麼引到後面的結論呢？）寫完前面這些之後再寫結論，最後才是寫摘要。題目及有貢獻的共同作者是在完稿後端視每個人的貢獻才決定。（註：在你全部內容沒有確定前，你要如何確知每一位共同作者是否真的有足夠可列名的貢獻呢？）

論文寫作時不要太在意文法，要一氣呵成、不要間斷、不受打擾，邏輯才會一致。最好不要先寫中文再翻譯成英文，因為中文和英文的寫法還是有極大的差異，不單單是語法的問題，有時是整段的意思都會不一樣，一句句硬翻問題很多。

第一遍寫完後停下來看一看這篇文章能否留住人家的視線，不能的話就不會有人看你的東西。看一看文章內容是否可以反應原先設定的賣點，前面講的話有沒有跟後面一對一對應起來。(註：常有人在寫介紹時說這個系統中 pH 很重要，溫度很重要，而且流量也蠻重要，但後面通篇都沒有討論到這些變數；或整個研究都沒有討論到，但結論中忽然出現說這個系統中 pH 很重要，溫度很重要，而且流量也蠻重要的話。)。通常審查人會把那段引下來說：「作者自己這樣說，他自己都沒做到。」等等。

如果看完大致覺得滿意，那麼這篇文章就已被初步「定型」了。

打磨拋光

打磨拋光步驟是將已被初步定型的文章琢磨成一個精品。

英文不是我們的母語，台灣人寫作的「語感」和英語系國家人民有很大的差異。比方說英文中很少使用「It is ...」的句型，如

- ❖ Original : It is very difficult to measure total organic carbon (TOC) on line.
- ❖ Revised : Measuring total organic carbon (TOC) on line is very difficult.

英語系人民寫作習慣使用主動句，如

- ❖ Original : The operators performed calibration of the DO meter.
- ❖ Revised : The operators calibrated the DO meter.

- ❖ Original : The researcher conducted field experiment on the use of new adsorbents.
- ❖ Revised : The researcher experimented with the new adsorbents in field.

- ❖ Original : The main purpose of measuring total organic carbon (TOC) in water is to determine the pollution potential of this water in river.
- ❖ Revised : Measuring total organic carbon (TOC) in water aims to determine the pollution potential of this water in river.

將重要的句子擺在最前面，主詞通常是用動詞而非名詞，如

- ❖ Original : After each of the four staining stages mentioned above, the sample was washed twice to remove extra stain by phosphate buffered saline (PBS).
- ❖ Revised : After each of the four staining stages described above, the sample was washed twice by phosphate buffered saline (PBS) to remove excess stain.

- ❖ Original : To probe the internal structure of granules, the confocal laser scanning microscopy was used.
- ❖ Revised : Confocal laser scanning microscopy was

employed to probe the internal structure of granules.

另外一個就是要避免很長的句子，文章中的逗點和句點是要讓讀者喘氣用的，因為讀了後面很容易忘了前面，太長的句子不容易記住，因此為了不要虐待你的讀者，一個句子長度最好不要超過三行，如

- ❖ Original : Through numerous discussions by representatives from industry, government, academic and research organizations, the “General Guidelines of 11—5 Projects” suitable to local economic development of China as well as acceptable to international environmental standards is drafted in April 2006.
- ❖ Revised : Through numerous discussions by representatives from industry, government, academic and research organizations, the “General Guidelines of 11—5 Projects” is drafted in April 2006. The document is deemed appropriate for local economic development of China as well as acceptable to international environmental standards

語感是一種修養，所以你要想辦法將句子改成外國人可以了解且常用的樣子，而不是台灣式的英文。有些人會花錢請外國人修改文章，改一個字大概是台幣1—2元左右，而且沒地方可以報帳。

打磨拋光後就可以去投稿了。

增加附加價值 (Value adding)

當你現在手上已經有了一些研究成果，但是數據不多，理論也不強，找不到夠份量的賣點，怎麼看都不對，怎麼看都好像不會被接受的感覺。怎麼辦呢？通常這就是老闆最痛苦、會得胃潰瘍的時候。我曾說要殺死老闆最好的方法就是讓他看見你的論文，大概一看就氣死了。

Value-Adding

- ❖ Do reference list
 - Biofloculant case
- ❖ Add data
- ❖ Add modeling
 - BB-SEC case
- ❖ Add data analysis
 - Fluorescent case
- ❖ Find applications (other fields)
 - Carbon credit case
- ❖ Put data more than needed
 - Cut off in revision for a new paper (AG-review case)
- ❖ Comply with hot issues
 - Global warming (49,000,000 hits), anti-terrorism (52,500,000 hits), health (1,310,000,000 hits)
 - by Google™ search

NTU

圖 2.15 增加論文附加價值之可能方式。

本講著重在如何增加論文的附加價值，就好像是有悠遊卡要加值一樣，設法增強賣點（圖 2.15）。以下提出一些實際發生的例子說明增加附加價值的方法。

增加論文附加價值：例一

第一個例子是用產氫廢液做生物絮凝劑的研究。一位研究生嘗試將糖蜜發酵廢液進一步再發酵以產生具絮凝效果之長鏈醣類，以資源化需處理的產氫廢液。理論上來說假設將具很強的混凝效果的再發酵廢液直接丟到廢水中就可以當混凝劑使用，可以省掉很多的錢。學生篩選出很多的純菌，然後分別觀察每株菌的再發酵廢液混凝效果，結果發現有三株菌效果不錯，結束。不論如何這故事好像都太短了一點。

我們的加值法首先做一個迷你回顧，看目前全世界在做這方面東西的有多少人、他們做出來什麼結果，可以吸附哪些東西等等。(圖 2.16)把一系列幾十篇文章整理成一個表，列出那些菌種是測試過的、及它們的最佳混凝效果是多少。然後發現學生篩選出的三株菌的確沒有人測試過。所以先用二頁篇幅仔細說明迷你回顧及秀出說的確目前這三株菌是第一次被測試的。(註：說明有創新性。)

Add a reference review

	Strain	Biofloculant	Remarks
Deng et al. [6]	<i>Aspergillus parasiticus</i>	76.3% sugars, 21.6% protein, 320 kDa.	Good in flocculating kaolin and anionic dyes
Huang et al. [7]	<i>Aspergillus</i> spp. <i>Penicillium</i> spp.	Not specified	Screening strains by NTG mutagenesis
Suh HH et al. [8]	<i>Bacillus</i> sp A56	Polysaccharide, 7000 kDa	Effective at high ionic strength
Salehizadeh and Shojasadati [9]	<i>Bacillus firmus</i>	Acidic polysaccharide, 2000 kDa	Enhanced flocculation with Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Fe ²⁺
Salehizadeh and Shojasadati [10]	<i>Bacillus firmus</i>	Polysaccharide, 38% uronic acid, 6.3% pyruvic acid.	Adsorption of Pb, Cu, Zn.
Vijayalakshmi and Raichur [11]	<i>Bacillus subtilis</i>	Cells are the flocculants	Conditioning fine coals
Shih et al. [12]	<i>Bacillus licheniformis</i>	poly-glutamic acid, 3000 kPa	Enhanced flocculation with Ca ²⁺ , Fe ³⁺ and Al ³⁺
Deng et al. [13]	<i>Bacillus mucilaginosus</i>	Polysaccharide, 47.7% neutral sugar, 19.1% uronic	Enhanced flocculation with Ca ²⁺
Fujita et al. [14]	<i>Citrobacter</i> sp TKF04	Glucosamine, 232-440 kDa	Structure similar to chitin or chitosan.
Jang et al. [15]	<i>Citrobacter</i> sp.	Glucosamine/N-acetyl-glucosamine	High C/N ratio favors flocculant production
Fujita et al. [16]	<i>Citrobacter</i> sp. TKF04	Not specified	Grows in sludge digestion liquor
Kim et al. [17]	<i>Citrobacter</i> sp. BL-4	97.3% glucosamine, 2.7% rhamnose; 20 kDa.	Structure similar to chitosan
He et al. [18]	<i>Corynebacterium glutamicum</i>	polygalacturonic acid, 100 kDa	80% flocculating activity in culture broth
Li et al. [19]	<i>Corynebacterium glutamicum</i>	polygalacturonic acid	pathway for biofloculant synthesis
He et al. [20]	<i>Corynebacterium glutamicum</i>	polygalacturonic acid	Effects of C/N, medium, DO on cell growth
He et al. [21]	<i>Corynebacterium glutamicum</i>	polygalacturonic acid	Effects of pH on cell growth
Yokoi et al. [22]	<i>Enterobacter</i> sp BY-29	Not specified	Co-production of flocculant and H ₂
Lu et al. [23]	<i>Enterobacter aerogenes</i>	Acidic polysaccharide 13.2% uronic acid	Best: 45°C with Zn ²⁺ .
Son et al. [24]	<i>Enterobacter</i> sp BL-2	Cationic polyglucosamine, 106 kDa, 86	Structure close to chitosan from crab shell.
Prasertsan et al. [25]	<i>Enterobacter cloacae</i> WD7	Heteropolysaccharide (neutral sugars 29.4%)	flocculate kaolin suspension of pH 2-8 and temperature
Kobayashi et al. [26]	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Extracellular polysaccharide	Structure of flocculant explored
Sheng et al. [27]	<i>Klebsiella</i> sp.	Not specified	Most effective at pH 6.
Zhang et al. [28]	<i>Nannocystis</i> sp NU-2	40.3% proteins, 56.5% polysaccharides	Grows in 7% NaCl solutions
Oh et al. [29]	<i>Paenibacillus</i> sp AM49	Not specified	Harvest <i>Chlorella vulgaris</i>
Gong et al. [30]	<i>Paenibacillus polymyxa</i> BY-28	78% polysaccharide	Enhanced flocculation with Ca ²⁺
Cheng et al. [31]	<i>Saccharomyces</i> STSM-1	Not specified	Discussing effects of cations

圖 2.16 增加論文附加價值釋例一：用產氫廢液做生物絮凝劑的研究

接下來就是在篩菌時其實不只三株，而是有很多株，將那些菌統統拿出來，把篩選方法及各株菌的效果都綜合討論一番，說明其他菌株的可能產率以提供其他篩菌研究的參考。（註：說明成果具有一般性。）

再接下來把菌發酵液中的高分子鑑定一番，說明菌株產生絮凝劑可能是什麼，討論廢液混凝的可能機制。（註：說明本研究具有學術水準。）

最後把各株菌在不同 pH 值、不同攪拌條件下菌株成長的時間，然後討論實驗參數及成長速率關係，並討論大概需要多大的反應器達成規模生產目的。(註：說明成果具有應用性。)

在未加值前這個故事真的太單薄，什麼都沒有。東補西拉的補強後結果合起來可以變成一篇短文了。所以第一個加值例子建議當論文份量不夠時可試著把所有的文獻找一遍，然後將你的數據對對看自己的位置，接著把所有較完整的測試通通拿出來，通通放進去看能否得到新的分析結果，勉強攀上第二級論文中檔次最低的一級，然後你就可以畢業了吧！老闆不造孽！不殺生！

增加論文附加價值：例二

第二個例子是顆粒堆積填充床問題。生物顆粒是一種多孔性生物聚集體，在環境工程上有很大的應用前景。

一位研究生嘗試將生物顆粒（aerobic granules）堆積成一個填充床，然後在上端注入示蹤劑（tracer），並追蹤示蹤劑流出填充床的時間。示蹤劑分子較不易進入小孔道但較易進入大孔道；此外大示蹤劑分子較不易進入孔道而比較早出來，但小示蹤劑分子較易進入孔道彎來彎去後再流出來，所以會較晚出來，因此由追蹤示蹤劑流出填充床的時間可以估算生物顆粒內部的孔道大小分佈。研究生找出了各種示蹤劑流出時間分佈（圖 2.17），並套用已知的層析床模式估算生物顆粒內部的透過率，結束。唉！你看到了這樣的結果是不夠的。

Permeability of bio-granules

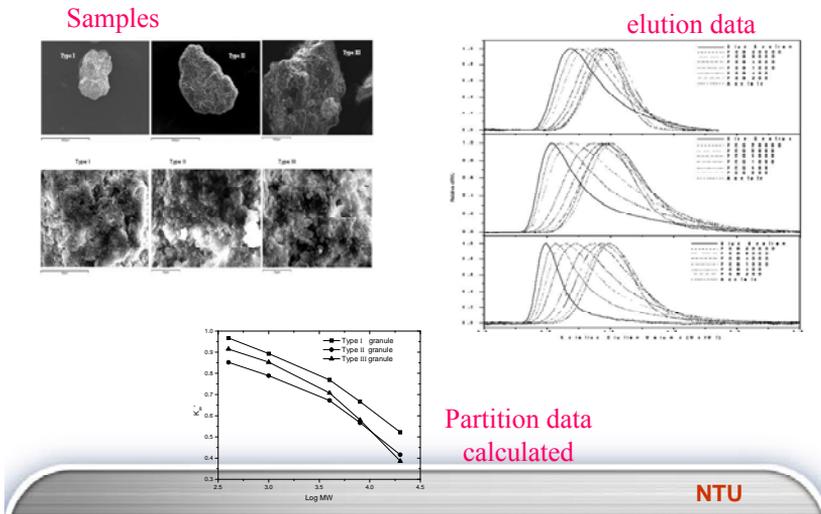


圖 2.17 增加論文附加價值釋例二（一）：生物顆粒堆積填充床問題。由追蹤示蹤劑流出填充床的時間估算生物顆粒內部孔道大小分佈。

我們的加值法是增加模型分析，目前的層析床模式主要考慮填充床生物顆粒內部的透過率，但是生物顆粒與生物顆粒間之空隙也對示蹤劑分子的流動造成影響，我們想像這些顆粒內部有一個透過率、外部有一個透過率，因此示蹤劑分子進入時它可以從內部走或從外部走，有各種各樣的可能性。從內部走或從外部走使用二個軸向擴散模型來描述，當然這裡面很重要的一個參數就是 Peclet Number。現在有兩個尺度，一個為內部的尺度，第二為外部的尺度，合起來以後

為一個雙尺度的擴散模型。(圖 2.18)

Adding modeling

A biporosity- Convection dispersion model

changes (the fast path) or through the intra-granular when trapped (slow path). Figure 3 presents a schematic of the flow process. That is, when two fluid particles were obtained at position A at $t=0$, then after a time lapse $t=dt$, the two particles, moving across two paths, would be separated by a distance dx due to their correspondingly different travel velocities. Hence, assuming that the tracer concentration was uniform over the cross section of the SSC column, the following convection-dispersion equation described the tracer concentration along the column length [27]

$$\frac{\partial C}{\partial t} + U \frac{\partial C}{\partial x} = D_L \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \quad (3)$$

where U , C , and D_L were the fluid-travel velocity, the conventional average tracer concentration, and the effective dispersion coefficient, respectively.

In the case in which an impulse of a tracer is injected into the SSC column at $x=0$ then, following the convection and dispersion effects of the fluid and pooled particles, the elution curve of a tracer at the effluent part at $x=L$ would be a new Gaussian distribution with mean residence time t_R and variance σ^2 . The following equation holds for a closed vessel (Levenspiel, 1972)

$$\frac{d^2 C}{dt^2} + \frac{dC}{dt} = \frac{D_L}{L^2} \left(\frac{D_L}{U^2} \right) (1 - \sigma^2 / 4L^2) \quad (4)$$

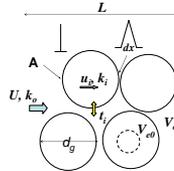


Figure 3. The scheme of a SSC porous medium with convection and dispersion. Two particles are shown moving through the column. The fast path is represented by a solid line, and the slow path is represented by a dashed line. The distance between the two particles is dx . The velocity of the fluid is U , and the dispersion coefficient is D_L . The particle radius is r_p .

Figure 4. The ratio of flow velocities inside and outside the granule would be the ratio of total to external porosity, of $(V/V_g)_{tr}$, as, consequently

$$dt(x) = tR - d_p = v \sqrt{4D_L t} \quad (6)$$

The ratio of flow velocities inside and outside the granule would be the ratio of total to external porosity, of $(V/V_g)_{tr}$, as, consequently

$$D_{Le} = \frac{D_L}{2} \left(\frac{V}{V_g} - 1 \right)^2 \quad (7)$$

since $t = d_p/v_e = d_p/dL$,

$$D_{Le} = dL D_L \left(\frac{V}{V_g} - 1 \right)^2 \quad (8)$$

The diffusion ratio λ could be evaluated using Equation (8) where D_L , L , and d_p are known.

The ratio decreased then looked off as the MM of tracers increased (Fig. 4). That is, the travel velocities inside and outside the granule were as high as 0.25:0.75 for small molecules like water, and very low for large molecules. The porous support may be significantly limited for large molecules of MM > 5000. Some granular hydrolysis of large organic molecules before entering the granule interior should accelerate organic degradation in an aerobic granule process.

The type II granule had higher λ values than the type I or III granules. The SEM image of a type II granule (Fig. 7) showed a loose lamellar structure for porous medium. This increased void space provided high internal transit

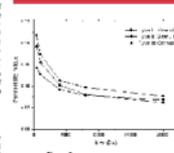


Figure 4. The ratio of flow velocities

圖 2.18 增加論文附加價值釋例二（二）：增加雙尺度的擴散模型討論。

以前有人做過類似的事情，我們把以前的模型修正放入，求得內部及外部的傳輸相對時間等等原先模型得不到的參數。加上新模型討論後整個論文就變成可以發表了。

所以第二個加值例子建議當論文份量不夠時可試

著就加上一個比現有的模型變好的、價值提高的模型，並與實驗比較。一般而言模型分析結果可以攀上第二級論文中檔次最高的一級，然後你就可以畢業了吧！老闆不造孽！不殺生！

至於如何增加模型分析呢？去問指導教授，指導教授知道所有的事情！平日多聽多看的練習，每一種東西都要想辦法去玩一玩，增加自己的見聞。

增加論文附加價值：例三

第三個例子是垃圾填埋場滲濾液中有機物的光譜分析問題。垃圾填埋場會產生大量滲濾液，其中所含毒性有機物可嚴重污染下游水體。

一位研究生嘗試以螢光激發—放射圖譜（Excitation—emission matrix, EEM）分析滲濾液樣品，EEM可以在不同的激發光下偵測樣品的放射光，因此就像是一個指紋一樣可以辨識某訊號代表蛋白質類物質、而另一訊號代表腐質酸類物質等等。學生做了實驗發現有26組主要的EEM訊號，其強度隨填埋年齡及有沒有經過好氧或厭氧處理發生變化（圖2.19），然後結束，你看到了這樣的結果又是不夠的。

我們的加值法是增加數據分析，以各種如PARAFAC analysis統計分析對26組主要的EEM訊號進行比較，發現一些螢光發射強度在經過分級後具有比例關係，暗示這些螢光是由同一成份所發射，結果發現26組EEM訊號對應出6組主成份（圖2.20），其中填埋年齡影響成份1及2，好氧處理可移除成份3—5，成份6則以現有方法都拿不掉，而最終會進入接受水體中。最後研究生再依各成份的光譜特性討論

成份 1—6 到底是什麼，及測量成份 6 的毒性有多大，由此完成加值動作，加上新討論後整個論文就可以發表了。

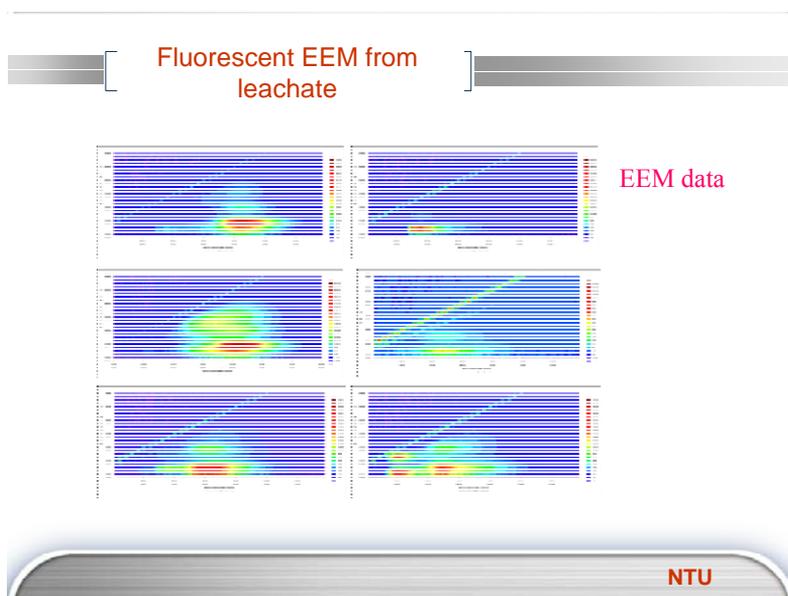


圖 2.19 增加論文附加價值釋例三（一）：垃圾填埋場滲濾液中有機物的光譜分析問題。EEM 訊號強度隨填埋年齡及經過好氧或厭氧處理發生變化。

Adding data analysis

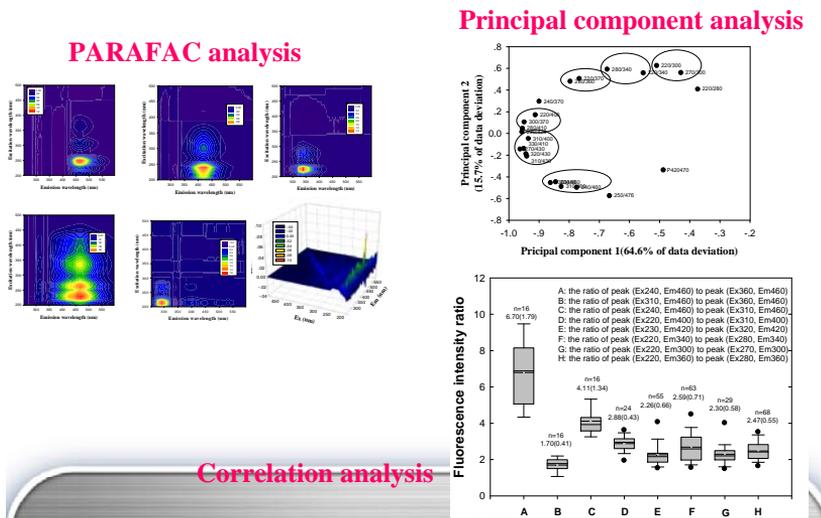


圖 2.20 增加論文附加價值釋例三（二）：增加 PARAFAC analysis 對應出 6 組主成份。

所以第三個加值例子建議當論文份量不夠時可試著對數據進行分析，以由紛雜的現象中理出對系統的進一步瞭解。一般而言運氣好的話數據分析結果可以攀上第二級論文中檔次最高的一級，然後你就可以畢業了吧！老闆不造孽！不殺生！

至於如何分析數據呢？去問指導教授，指導教授知道所有的事情！

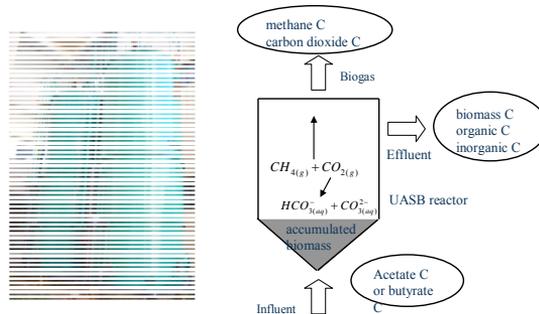
增加論文附加價值：例四

第四個例子是厭氧消化槽的碳平衡問題。厭氧消化槽會產生大量甲烷及二氧化碳，它的擴大版就是八里的蛋型消化槽。

一位研究生實驗測量厭氧消化槽進行厭氧消化時的產出甲烷、二氧化碳及生物量等等，然後做出碳平衡。發現若液體中丁酸多則系統偏向產甲烷 若乙酸多則系統偏向產生物量結果很好，且沒有人做過，然後呢？你告訴人家有這樣的東西，那又怎樣？為甚麼要做？別人為什麼要報導你的反應器的碳平衡？（圖 2.21）。

我們的加值法是牽托一些熱門議題，像京都議定書中所謂「碳權」(Carbon credit) 議題就剛好可以跟我們現有的這部分連結上。因為地球暖化所以大家必須設法減碳，減碳方法有很多種，比如說將排碳大戶發電廠煙囪裡二氧化碳抓下來濃縮再去儲存，因為其中牽扯到相轉移—由氣相→液或固相—這種程序所以價格很貴。

Anaerobic digestion



Carbon balance for an anaerobic digester treating industrial wastewater

NTU

圖 2.21 增加論文附加價值釋例四：厭氧消化槽的碳平衡問題。

另一種減碳方法就是做「碳權交易」。這是甚麼意思呢？是指如 A 每年排放二千萬噸二氧化碳到大氣中，直接處理成本拿下來一噸約 10 美元，很貴。沒關係，A 可以拿錢給 B 處理養豬廢水，原本 B 的養豬廢水不僅會汙染環境亦會產生甲烷，而甲烷的地球暖化潛力是二氧化碳的 21 倍，即同樣的碳產生甲烷對地球暖化的貢獻遠比二氧化碳大。故若 A 花一噸甲烷 10 美元的錢請 B 處理他的養豬廢水，每年產生十萬噸甲烷發電賣錢所得也是 B 的，但這樣在整個過程所減

少的淨地球暖化潛力算 A 的，這就稱為做碳權交易。這樣做的好處為：B 的環境改善了，且得到 A 支付的每年一百萬美元外加甲烷發電賣錢的利益；A 則省下了相當於回收二百萬噸二氧化碳的費用，即二千萬美元；而地球的二氧化碳排放量下降了二百一十萬噸二氧化碳，所以這是一個多贏的機制。

碳權交易問題出在執行此交易時必須清楚計算程序的「碳權」量。而學生測量厭氧消化槽的碳平衡剛好可以進行此一估計，我們以碳權主軸寫出這篇論文後（圖 2.22），投出去一週內就接受了。

所以第四個加值例子建議當論文份量不夠時可試著牽托一些熱門議題，以找到其他重要的應用。一般而言牽托熱門議題可以攀上第二級論文中檔次最高的一級，然後你就可以畢業了吧！老闆不造孽！不殺生！

至於如何牽托呢？去問指導教授，指導教授知道所有的事情！

Find applications

Carbon Credits Estimation from the Present Study

CH₄ emissions from wastewater were calculated according to the IPCC Guidelines as follows:

$$\text{CH}_4 \text{ emissions} = \text{Total COD}_{\text{baseline}} \times \text{Bo} \times \text{MCF}_{\text{baseline}}$$

(kg/year) (kg COD/year) (kg CH₄/kg COD)

where: COD_{baseline} is the yearly Chemical Oxygen Demand of effluent entering lagoons or directed to land application (measured); Bo is the maximum methane producing capacity; and MCF_{baseline} is the monthly methane conversion factor (fraction).

Based on the performance of UASB reactors achieved in the present study, ...the total baseline CH₄ emissions reduction could be increased to 46,420 tons CO₂ reduction/year. The estimated carbon credits would amount to 278,500 US\$ per year by assuming a carbon price of 6 US\$ per metric ton CO₂ reduction. The credits are comparable with that calculated from similar full-scaled reactors treating pure acetate and butyrate at US\$273,000 and US\$338,000 per year, respectively.

Adding carbon
credit calculation
and emission
trading potential

NTU

圖 2.22 增加論文附加價值釋例四：討論「碳權」(Carbon credit) 議題。

結語

瀑布模式是論文工程科學中極有效率的方法。這裡面沒有太多智力活動，相反地，如果這個模式失敗往往發生在「貪心及僥倖」！找賣點，建立模板，都要客觀地評估，不夠趕快補救，不要心存僥倖。

我們可以應用香港科技大學楊強教授的「5—30 原則」檢驗模板邏輯的流動是否合理。所謂 5—30 原則就是在你完成模板後，你的讀者可以在五分鐘之內了解以下事項：

- 你發展了一個新方法 A1 以解決問題 X；
- 你針對新方法 A1 做了實驗並與文獻 A—Z 比較；
- 你以嚴格測試證明 A1 比 A—Z 來得好；
- 你討論了為什麼 A1 比 A—Z 來得好；
- 你說明了 A1 的優點及缺點。

然後在你完成整篇文章後讀者可以在三十分鐘之內了解百分之九十的技術細節，否則你的文章就會被退稿。理由很清楚，一般讀者不可能從期刊第一頁開

始讀起直到最後，我們只會翻閱可讀的文章，然後精讀其中必要的文章。一位論文審查人平均從收到至審查完畢一篇論文平均花二十五分鐘。（註：我一年大概會審六百篇以上的論文，平均一篇論文花少於十分鐘。）

你可能會覺得喪氣，因為花了三個月寫文章，審查者怎麼可能只用二十五分鐘就將三審定讞了呢？這是因為如果審查人沒辦法在二十五分鐘內看完你的文章，一般讀者他就更不會看了。所以要站在讀者的立場，思考他是否能在五分鐘之內了解你所要表達的東西，跟三十分鐘內了解你的技術細節，若你無法把論文的想法在五分鐘之內灌到審查人的腦袋裡，多半你的文章就會被退稿。

另一個常見的問題是貪心。如果東西夠多，常見到初學者將資料切成三塊，然後寫成三篇分別投稿到三個期刊中，其實這三篇不一定會全過，可能東缺一一些、西缺一點，結果第一輪下來第二篇接受、第一、三篇被退稿。你後來修改第一及第三篇文章再重新投稿時可能會碰到審查人說：「作者已有一篇論文被期刊接受刊登（就是你的第二篇），新的投稿論文有內容重覆之嫌。」。

我的做法會是：將你所謂的第一及第二篇文章在建立模板階段就合為一篇，使文章投稿至期刊 A 時包含比一般認為需要的更多的數據。我稱之為「窒息法」，也就是讓審查人在審查的過程中覺得疲憊，讓編輯覺得內容太多而覺得窒息，通常審查人不會說你的東西不夠格，但可能說你資料太多（當然用功不是罪過）。如果編輯最後決定全要就全部給期刊 A；如果編輯建議刪減某部分以便讓文章較「清爽」，OK，刪減該部分送回（第一及第二篇減去刪減部分）給期刊 A，然後在期刊 A 接受後將（第三篇加上刪減部分）投給期刊 B 審查。這個方法不會有自己文章打架的問題，也沒有學術倫理的顧慮。也許你說那我只有二篇論文發表，不是損失一篇了嗎？其實就今天期刊發表競爭劇烈的程度來看，原本最有可能的結果是投三篇三篇都不過。

我建議策略上應該是「認清自己、能上一篇是一篇、其他以後再說」。

第三講：論文如何發表？如何發表論文？

「故善攻者，敵不知其所守。善守者，敵不知其所攻。
微乎微乎，至於無形，神乎神乎，至於無聲。」

《孫子·虛實第六》

如何發表論文

要發表在好期刊上發表論文已經愈來愈困難了，
因為：

- 投稿到國際學術期刊上的論文每年呈倍數
上升，所以退稿率高(一般是三成到九成
間)；
- 審查人常是你潛在的競爭者；
- 審查人及編輯都很忙；
- 英文並非我們的母語。

投稿論文必須是以前都沒有發表過，也未在別的期刊同時投稿中，而且如果接受的話不會再以任何語言及方式來發表，所以發表一篇英文再用中文重新發表一次是不行的。你已先在台灣會議中用中文發表了一遍，再翻譯成英文投稿到 SCI 期刊的話，這在學術界上叫做「輕度的違反學術倫理」。而一稿兩投、假造數據是「嚴重違反學術倫理」。你投稿到期刊 A 去後三、五個月都沒有消息，你一定要得到對方同意撤回才能撤回，否則著作權就是他的。這時你不確定結果卻另

投其他期刊的話就叫一稿兩投，這是不可以的。

編輯不會考量你要不要畢業，能不能升等。因為編輯已經花了時間下去，如果這時你說你要撤回，你大概就惹毛編輯！可能下次就不用再去了！像現在一些期刊處理一篇文章的成本大概是一千元台幣，有郵寄、傳真、時間、跟他自己的成本，做到一半撤回，那你就完了！每個領域其實都很窄，要小心這種得罪人的事。

選擇投稿期刊

論文投稿前首先要選擇期刊。選擇投稿期刊一般看以下的準則：

- 該期刊是你從小就夢寐以求的「夢幻期刊」；
- 你的論文內容符合該期刊的出版宗旨；
- 近幾年間該期刊曾出版過與你論文內容相關的論文；
- 期刊的「影響因子 (Impact Factor)」夠高；
- 該期刊的審稿速度快；
- 該期刊發表論文不收費；
- 期刊編輯及審稿人友善；
- 其他。

一開始一定要問你的文章跟期刊的出版宗旨是不是符合？如 International Journal of Hydrogen Energy 不會收污水處理的文章，除非文章的內容是討論如何由污水中產生氫氣。這是一個「旨趣」的問題。

某期刊 A 的「影響因子」是指去年和前年期刊 A 發表的 SCI 文章被今年所有期刊發表的 SCI 文章引用

的次數除以去年和前年期刊 A 發表文章的總數。舉例：去年期刊 A 發表了 100 篇文章，前年發表了 50 篇文章，今年所出的所有 SCI 期刊裡面的文章引用了那 150 篇文章一共 300 次，所以期刊 A 的影響因子就是 2。所以期刊 A 的影響因子=3 意即在期刊 A 中出版的一篇文章平均只被引用了 3 次，這實在不能算多。但有趣的是，生命科學期刊的平均影響因子為 3.1~3.2；土木、機械期刊的平均影響因子為是 0.5，所以不同領域的科學期刊別差異相當大，一般而言與生命、生物有關聯的期刊影響因子會遠高於工程期刊，中間則是化學、物理期刊。(圖 3.1)

不同形式論文有不同的被引用率，常規文章一般發表 8 年後還會被人引用，回顧文章因為是「批判性的摘要」所以被引用次數通常高於常規文章，有一些期刊的點數很高是因為它只出回顧文章。為什麼機械、土木、電腦科學期刊的平均影響因子會這麼低呢？理由是如蓋橋的方法 20 年也不會變，一篇機械的文章可能在 10 年甚至是 20 年後還有用，但是生命科學因為進步更新太快了，通常資訊在出版 2—3 年後就過時了。所以用期刊影響因子對不同領域的研究進行排名是不公平的，但是如果非要追尋高影響因子的話，你就要往物理、化學、生物的方向走。

Ave Impact Factor

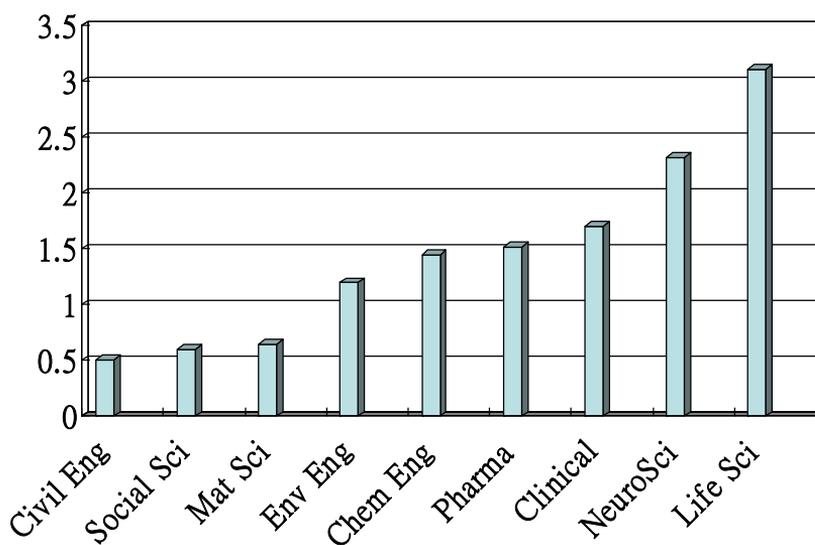


圖 3.1 期刊之影響因子分佈。

投稿 (*Submission*)

目前理工醫農等重要期刊基本上多已採用網上投稿 (Online submission) 方式，也就是當論文準備妥當以後，將電子檔上傳至一編輯系統進行作業，所有編輯、審查、校稿、甚至於簽署著作權轉移都在網上完成。

首先你必須先註冊取得帳號。登入後依指示上傳標題、作者、關鍵詞、摘要、全文、圖、表等，大部份期刊要求建議提名 3—6 位論文審查人，有些期刊要求作者註明遵守一切學術倫理規則，最後系統會把檔案轉成 PDF 檔讓作者核可定稿，定稿後系統通常會指定一個文章編號，由某一位編輯接手處理。

為了減輕編輯工作負荷，因此許多期刊對不適合論文採取立即退稿 (Up—front rejection) 政策。如「Water Research」主編提出 (Up—front rejections or which type of papers should I not submit to Water Research Water Research, 41, 2269) 以下論文會立即被編輯辦公室退稿：

- 英文爛；
- 文章過長；
- 缺少文獻；
- 格式錯誤。

而以下論文會立即被編輯退稿：

- 未具一般性興趣的地區議題；
- 缺少文獻查考；
- 主要是商業內容；
- 個案研究；
- 成果太少；
- 缺少量化數據；
- 旨趣不合；

因此論文必須格式對、英文好、找出研究成果中能夠吸引國際學界注意的部份加以強調討論。比方說你研究大甲溪底下的泥巴流動速度是多少，也許對大甲溪的水利規劃有很大的用處，但期刊編輯關心的是你這結果對巴黎人有什麼用？對紐約人有什麼用？對各地的人有什麼用？要對國際學界有用的東西才有可能發表在頂級期刊中。

目前全世界一年約舉行二萬個國際會議，所謂「國際會議淹腳目」。許多地方都把國際會議當成賺錢的工具，因為註冊費都至少五、六百美元，有時辦一次會約可支付主辦方十年的薪水，所以大家都在辦。期刊論文要的是原創性，建議不要把你的東西先在台灣某個會議宣讀，再送去期刊發表，因為你前面在會議公開宣讀過就不是原創啦！（註：基本上除非期刊同意，所有在會議中出現過的圖表都不能再出現在另一篇文章中，我見過有些人在會議論文中完全沒有展示任何具體數據，大概就是避免後續的麻煩。）。要注意有人會將你的會議論文及期刊論文列在一起，一個一個圖、句子比對，然後檢舉你抄襲，是的，抄自己的東西都叫抄襲，如果期刊論文中故意隱瞞曾經發表過的會議論文，這就違反學術倫理。所以為什麼現在很多會議都收不到好論文就是這個道理。有些會議會與SCI期刊合作在會後出特集（special issue）以吸引顧客，那就沒問題。像我目前基本上只參加那些自己是委員、對方出錢、及可再發表於SCI期刊中的國際會議，但這樣的國際會議一年也起碼已經有20個以上，所以還得派不同的學生去參加捧場。

審稿 (Reviewing)

進入審查程序的論文由編輯挑選2—6位同行進行匿名審查，「匿名審」是指你不知道審查人是誰，但審查人知道你是誰。有期刊採雙盲政策「double blind」，即審查人也不知你是誰，不過其實由寫法及文獻中通常一看就知道作者是誰，雙盲政策多半是掩耳盜鈴而已。

匿名審查人是無償自願的，審查論文通常會花很多時間及精神，要幫作者找出所有可能的錯誤，並指出可能改進的方向，因此許多很厲害的學者都不願意幫期刊審查論文。而期刊編輯的夢魘就是找不到適當的審查人，常必須利用關係拜託一些朋友幫忙，而盡力的審查人通常會收到更多的審查請求，直到累死而已。目前我一年大致要幫各期刊審查400—600篇論文，許多編輯都是多年好友，下場就是變成各期刊的救火隊加上急診室。如前述目前所有編輯、審查都在網上完成，能上網的地方都變成行動辦公室，尤其在機場做得相當多，也就讓自己更快累死。

通常建議審稿人要選擇「行家」、「觀察入微」、「效率高」、「友善」的人，最好建立友善審稿者的資料庫。有一位教授跟我說：「他有一次建議四個審稿人，後來又再建

議四個審稿人，發現第一批審稿人審得快而且意見都很好，而第二批審稿人蠻挑剔的，所以下次都建議第一批審稿人審查。」。

審查通常希望是二到十週內會有第一個結果，大部份期刊希望審查期限越短越好，這樣做發表的論文才有機會被其他期刊引用而增加影響因子；如果一審三年，那論文被其他期刊及時引用的機會就很低。我有一篇投稿到美國自來水協會文章到現在已快四年了還在審查，我每半年問編輯一次，編輯每次回覆我「under review」，所以就慢慢擺著。期刊「慢」會讓它的影響因子偏低。

審查結果通常為：

- 「直接接受」(accept without change)；
- 「論文需小幅修改」(minor revision needed)；
- 「論文需大幅修改」(major revision needed)；
- 「拒絕」(reject)。

「直接接受」的決定很罕見，二十幾年來我也只碰過一次而已。那一次也很突然，編輯隔了一年都沒

有回應，我問他怎麼了？他說：「沒有阿，就接受啦。」。我相信「直接接受」的比例應小於 1%。

基本上審查人翻來覆去努力看你的文章，最後總是有些修改建議的。一般「需小幅修改」是你能想像最好的審查結果，常碰到就是寫法的小問題，論文照意見改好後接受機率很高。我相信「需小幅修改」的比例應小於 10%。

「論文需大幅修改」是指你需要動到論文主體，有時需補充實驗或分析，論文照意見改好後常需送回原審查人重新審查，最後也可能還是被退稿。我相信「需大幅修改」的比例應小於 20%。

「退稿」是最常見的決定。我相信「退稿」的比例應大於 70%。像 Science 或 Nature 退稿率是九成、Water Research 退稿率大概八成、其中台灣作者退稿率約八成，日本七成、香港七成，大陸則有九成五，不同的地方有地域差別。期刊影響因子高未必退稿率就高，但退稿率絕對與期刊受歡迎程度有關。你會訝異有些影響因子不到 1.0 的期刊退稿率高於 90%。

修正 (Revision)

超過百分之九十五最終被接受的論文都需要修正，也就是說要修正回覆審查意見是常態，不要想說寫完文章了，我投稿了，沒事了。錯！你能夠想到最好的結果就是有機會修正而不是被直接拒絕。

修正一定要「一對一」地修正，如：

- ❖ C2: Introduction, 5th paragraph end of sentence is missing. Mega-city needs to be defined. I did not see how the model incorporated geological features (or even technical constraints) as it is only a mass balance.
- ❖ A2: A mega-city is usually defined as a recognized metropolitan area with a total population in excess of 10 million people (<http://en.wikipedia.org/wiki/Megacity>). The definition of mega-cities “with > 10 million residents” was added in the revised manuscript (**page 4, line 5**). The sentence in the end of 5th paragraph was changed to “The MSW management system in Shanghai, China, was monitored for one year and used as an illustrative example for the network analysis proposed in the next section” (**page 4, line 11-13** in the revised manuscript). To prevent confusion, the sentence “to accommodate specific geological features and technical constraints” is revised as “to accommodate specific MSW management system and waste fractionation methods” (**page 4, line 10-11**)

(共 184 個意見及回覆)

編輯和審查人都是大忙人，所以修正稿中必須說明

更改的部份在第幾頁第幾行，然後在本文部份把它標註起來。若不同意審查人的意見必須說明清楚，絕對不能因為不知如何回答而故意忽略掉某一個意見！因為編輯會一點一點檢查修正稿是否有完全回覆審查意見，如果編輯不確定這個回覆可不可以，通常會把文章送回審查人再審一次，看你是不是達到他的要求了！審查人重看時發現他花時間讀你的論文寫下的意見你竟然敢置之不理，那當然是火大極了。最近才看到一個覆審修正稿的意見如下：

In my previous review this paper should be revised for clarifying the correlation between floc morphology and treatment efficiency. Unfortunately, the authors failed to do so in this revision. In fact, recently many papers had been published on how one can probe the interior structure of floc and establish correlation based on exploring microfluid environment around a floc. Plain photo alone is not sufficient to build up the floc structure and is sometimes misleading. Without this essential information this revision is not acceptable in its present form.

當然最後這篇論文就被拒絕了。有時審查人認為文章旨趣不合或跟本不夠份量，你可以婉轉說明為何本文值得發表：

C1: I believe this paper does not meet the standards of EST. The paper does not bring any new aspects to the topic. I suggest to submit the paper to a journal like Waste Management.

A1: We appreciate the comments by the Reviewer. This work presents for the first time an overall evaluation of heavy metals contents in MSW in different “nodes” in a mega city. Such information is definitely of great interest to waste management professionals, who handle the waste in their daily life. Moreover, the adopted approach is general enough to make drawn conclusions useful for authority to modify management systems and/or propose suitable monitoring programs. The possibly wide readership makes this paper more suitable to be included by ES&T rather than other specialized journals. Surely the Editor has the final right to decide the suitability of this paper.

回覆審查意見不需要諂媚，但也千萬不能對打，對方可能寫得很嚴苛，語氣可能很不好，但是你不能以毒攻毒，那就變成小朋友吵架。你可以很堅定、很確認說這個事情是這樣子這樣子的，審查人有所誤會，我們為避免誤會做了修改...，以這樣的寫法讓編輯覺得審查人太過份而讓你通過，這就是屬於「將軍抽車」的打法。

修正後的稿子一般在網上回傳給編輯，編輯有可能會再審查後要求再修正。有些像美國機械工程學會跟美國土木工程學會的期刊會先送五個審查人審查，回來意見兩個通過、四個不過；編輯要求你修改重新再投回去，再送五個審查人，回來變四個過、兩個不過；再重來...五個過、一個不過，再來一次，才通過，如果還有一些意見就再來一次...，這是常有的事，所以千萬不要放棄，我最高紀錄在 Journal of Heat Transfer 一篇論文來回審了三年半，是一段漫長的等待。

退稿 (Rejection)

目前期刊退稿率這麼高，論文被退稿是「正常」的。許多諾貝爾獎得主的論文也常被退稿，可見整個審查體制還算公平。

被退稿的理由千百種，結論都一樣，那就是回到了原點。真的是回到了原點嗎？香港科技大學楊強教授曾在他 2003 年的一次演講中提過幾個容易被退稿的寫作態度：

(1) 我是老大，你要了解我，如果我太容易被了解那麼我的研究就太沒有水準了！

其實寫作與做人一樣，要客觀而正直，要堅持但客氣。我碰過作者憤怒地寫信說：「我可是國科會的傑出研究獎得主，你怎能叫我修改我的大作？」；我還碰過一位院士在他的計畫書中只寫「化學品一批：八百萬元」就來要錢；這些行為其實都極不妥當、極不得體。論文、信函、及計畫書都代表你個人的涵養，要客氣、但不失身分。

(2) 我的論文中有八個貢獻、十五個定義、二十

五個定理，所以很偉大。

這種論文會因為太繁雜而被退稿。記住「一篇論文、一個重點」，大家可以參考第二講中「找尋賣點」一節，不要把不必要的枝節放進來。

(3) 我很客氣，就算我不說審查人跟讀者應該都看得出我這個工作的偉大！

現在論文太多 平均審查人審一篇文章的時間是二十五分鐘，因此你必須重點「強調」你的工作的重要性，但是不要誇大貢獻。如果你是全世界第一個做出這個成果的你就說「Based on authors' best knowledge, this is the first time...」，這可以增加論文接受的機會，但也有它的風險。

像幾年前有個學生發現乳酸會抑制有機物水解，這個結果對控制有機廢棄物資源化速度有很大的幫助。學生查了半天文獻信心滿滿地宣佈這是世界上第一次的發現，於是我們就寫了一篇文章宣佈這個好消息，送審回來三個意見，兩個拍手叫好，第三個審查人說在 1984 年一個很偏的雜誌中有一篇文章曾證明乳酸會抑制有機物水解，當然我們文章的下場就是被

「退稿」。其實我非常感謝第三個審查人，他讓我沒有把不實的訊息發表出來，否則我變成不是「說謊」，就是「沒常識」。

(4) 寫作不專業，寫法像聊天一樣。

其實不正式的寫法是對期刊讀者不尊重，想像一下你的學生歪七扭八的走進來跟你談論文，然後叫你別太認真的感覺。

文章有一定的格式，比方說字數、圖、表等等是否合乎規定。單位表示要用 mg/L 還是 kg m^{-3} ？句點後面空兩格還是一格？通通都要對。合乎規定是「專業」(professional) 的表現，被說「不專業」比被說成「大壞蛋」是更大的羞辱。

其他常見的退稿原因包括：

(5) 說不清楚要探討的東西。

「介紹」部份說明「為什麼要做這個研究」(Why does this job was done?)，要框架出你要探討的東西，否則的話就是不曉得你為何要做這個研究。另外

就是沒有說清楚你的方法，使別人沒有辦法重覆你的結果。

(6) 過時。

比方說引用的文獻都是五年、十年以前的，審查人就會懷疑你對於這個行當到底熟不熟？所以一個漂亮完整又精確簡略的介紹是非常重要的！會讓別人認為你很清楚知道同行在做什麼，全世界也都有這個問題，所以你要做這樣的研究。18年前台大化學系一位博士生跟我一起合作過一個計算的研究，結果一擺擺了16、17年吧，終於有一天把它寫出來，投稿出去，結果沒多久審查意見回來了，說這個文章是18年前的工作，作者必須證明這個計算研究沒有過時，必須證明在18年內沒有別的新的進步。

(7) 實驗規劃不適當、探討樣本數不適當等。

實驗規劃不適當的例子就像今天一篇論文告訴你喝咖啡對骨頭有傷害，明天一篇論文再告訴你喝咖啡會延年益壽，其實大部分是實驗規劃不適當、探討樣本數不適當的問題。

(8) 缺乏精確度分析。

實驗與模擬研究都必須要注意再現性及精確性的問題。實驗研究必須在可控制條件下進行，要報導可信度、數據 QA/QC。數值方法計算需要估計截斷錯誤及進位錯誤，要報導與已知結果的差異、收斂準則等等。統計分析不夠精確、缺少對照組都可能導致退稿，只寫 $p < 0.01$ 是不夠的！是哪一種分析方法？樣本數多少？這些都嚴重影響到檢測的信賴區間。

**Uncertainties:
Exp/numerical**

- ❖ Journal of Fluids Engineering (1991) Policy on Reporting Uncertainties in Experimental Measurements and Results.
- ❖ Journal of Fluids Engineering (1991) Editorial Policy Statement on the Control of Numerical Accuracy.
- ❖ Journal of Heat Transfer (1993). "Policy on reporting uncertainties in experimental measurements and results."
- ❖ Brown, K.K., Coleman, H.W., Steele, W.G., and Taylor, R.P. (1996). "Evaluation of correlated bias approximations in experimental uncertainty analysis." AIAA Journal, 34(5), 1013-1018.

The Journal of Fluids Engineering will not consider any paper reporting the numerical solution of a fluids engineering problem that fails to address the task of systematic truncation error testing and accuracy estimation. Authors should address the following criteria for assessing numerical uncertainty.

Numerical Uncertainty

1. The basic features of the method including formal truncation error of individual terms in the governing numerical equations must be described.
2. Methods must be at least second order accurate in space.
3. Inherent or explicit artificial viscosity (or diffusivity) must be assessed and minimized.
4. Grid independence or convergence must be established.
5. When appropriate, iterative convergence must be addressed.
6. In transient calculations, phase error must be assessed and minimized.
7. The accuracy and implementation of boundary and initial conditions must be fully explained.
8. An existing code must be fully cited in easily available references.
9. Benchmark solutions may be used for validation for a
10. Reliable experimental results may be used to validate:

3) The uncertainty U . The $\pm U$ interval about the result is the band within which the experimenter is 95 percent confident the true value of the result lies. The 95 percent confidence uncertainty is calculated from

$$U = [B^2 + P^2]^{0.5} \quad (1)$$

Experimental Uncertainty

NTU

圖 3.2 實驗與模擬研究都必須要注意再現性及精確性的問題。

(9) 糟糕的圖、表、文字

圖、表及文字都是為了表達你的意思，圖跟表本身必須簡單易懂，文字必須通順。這是一種藝術。

(10) 過分闡釋，說得太多

這種情況常出現在小朋友的文章中，前言中包天包地包海，而且可以拯救人類拯救世界，但研究內容卻雷聲大、雨點小，這樣的東西這種文章讓人覺得誇大，討論文不對題，結論出現整個全文中都沒有提到過也沒有證明過的內容，這些都可能導致退稿。

(11) 人為因素

數年前我有一篇關於微觀混合的文章投到 Journal of Physical Chemistry 去，一週內就被退稿了，唯一的審查意見是「這篇論文居然沒有引用當月份出現在 Science 封面故事的關於混合的論文。」。查證發現該論文談的是巨觀混合，與本文無涉，而且在我們投稿後一天 Science 文章才被登出來。因此顯然審查人就是 Science 封面故事的作者，而且很不爽我們居然不引用

這篇曠世鉅作。

這些年也碰過已經接受的論文換了編輯居然就被退稿了！也碰過剛來了一封退稿信第二天又送來校稿文稿，碰得多後你會發現其實相當多人為因素可以讓一切陷入混亂。

退稿後要嚴肅的面對審稿者的意見，因為這些人都是專家，要找出關鍵問題進行修正跟補充，如果說覺得問題不太過分也不致命，你可以換個期刊再投。一般來講好的結果必定可以找到刊登的期刊。

但是千萬不要把被退的論文直接重投其他期刊，一定先依據退稿意見修正，為什麼呢？因為學界是很窄的，論文重審碰到同一人的機率實在是太高了，高到比路上撞到人都高。如果你今天去問：「全世界目前活躍做生物制氫研究的有多少人？」，可能 30—40 個人，通常來講為了一篇文章編輯會去詢問跟你不同洲（Continent）的五到六位專家幫忙審查，其中可能有三到四位同意，然後有一半左右的人會忘記。跟你不同洲的專家可能只有二十個人 所以論文重審又碰到同一個審查人。如果你未修正就重投論文，審查意見可能就是：「我上個月才幫另外一個期刊審查過這篇論

文，建議退稿，而作者居然一點都沒有動就送到你家來。」。面對這樣的意見編輯只能拒絕你的論文。Elsevier 建議在投稿時就清楚說明這篇論文被另一個期刊拒絕過，然後列出審查意見及你做了什麼修正，讓編輯瞭解修正後論文具有發表價值。事先說明就是在為審查時碰到相同審查人打了保險。我覺得是一個很好的做法，編輯會覺得你敢直接這樣講，表示你沒什麼害怕或隱瞞的部份。

學術倫理(Ethics)

學術倫理是所有研究人員必須遵守的學術規範，美國化學學會(ACS)(Chemical Reviews 1995, 95, pp. 11A—13A) 及美國機械工程學會(ASME) (<http://www.asme.org/Publications/ConfProceedings/Author/Ethics.cfm>)，對於論文投稿部份的重點摘譯如下：

- 作者投稿論文必須是正確、清楚及客觀討論的完整研究工作；
- 投稿論文必須包含足夠的細節及參考文獻以使同行可以重覆你的工作驗證正確性；
- 未獲得正式同意前任何由作者經談話及審查他人計畫書等個人管道獲得之資訊皆不可包含於投稿論文中；
- 投稿論文中不可有抄襲或偽造的資料；
- 不可一稿兩投；
- 投稿論文中不可有商業成份；
- 只有具有重要貢獻的人才能列名為共同作者，所有共同作者在投稿前都看過並同意文章內容。

就最後一條來說，前一陣子一位陳姓教授未看過論文即掛名共同作者鬧得沸沸揚揚的作法其實是極為不妥的、違反學術倫理的行為。

「行政院國家科學委員會學術倫理案件處理及審議要點」指稱「違反學術倫理行為，指研究造假、學術論著抄襲，或其他於研究構想、執行或成果呈現階段違反學術規範之行為。」處分可包括停權、追回研究補助費用、追回研究獎勵費、並視情況函轉相關機關參處(<http://www.nsc.gov.tw/LSUPLOAD/LawFiles/2/209000047.doc>)。這些參處通常可以毀掉一位教授的一生事業，所以千萬不要以身試法。

違反學術倫理行為包含甚廣，比方說 A 君所提的研究計畫書有多處大量抄襲甲、乙、丙三篇文章且隻字未改，且沒有詳細引註等同抄襲；A 君及 B 君於甲雜誌發表的論文抄襲 C 君研討會發表的乙文摘要；A 君於學術上研討會內容摘要跟發表論文摘要與 B 君發表文章除濃度單位不同其餘完全相同；A 君為指導教授發表 B 君的碩士論文但未將 B 君列為共同作者；A 君審查 B 君所提計畫書，未獲 B 君同意將計畫書內容引述數據發表於期刊中，結果被 B 君在英國的指導教授發現提告等等。一般而言 違反學術倫理行為最輕的是酬庸金主成為共同作者、較嚴重的是抄襲文章、抄襲想法，更嚴重的是假造數據(註：如 1989 年轟動世界的猶他州的「低溫核融合」事件可能就是一例。)，而最嚴重是非法利用人體進行實驗等 (註：如九州大學石山

福二郎教授分 4 次將 8 名美軍俘虜在解剖台進行活體解剖就是一例。)

研究人員在在名利與良心間掙扎時必須以學術倫理為依歸，以免誤入歧途。

結語

雖然很多人覺得審查人的意見並不公允，我覺得我們的態度應該是向審查人學習，這些人都是專家，尤其越好的期刊通常邀請的審查人越專門，（註：美國工程院院士 Bruce Rittmann 教授有次跟我說他只幫 ES&T 審論文，而且他會看得很仔細。）因此要把審查意見當成免費諮商，而且沒有人知道審查人這樣罵你，所以趕快把它學起來下次不要再犯這個錯，這是一個非常好的學習過程，當然本文要寫到夠好夠清楚，人家才能夠罵得對；你寫得很爛，審查人會說看不懂就直接殺掉，這樣你就什麼都學不到。所以寫好文章是為了給審查人罵的，被罵是為了要學習，學會了就不會再錯。所以有些我不太有把握的論文會先投去期刊 A 給你罵，期刊 A 提出的問題都解決後再投到真正喜歡的期刊 B，投過去後因為問題少了，接受的機會就大了。像我的指導教授就是採用這種「上山」法，就是你拒絕我一篇文章，我改完之後就往更好的期刊投，到最後論文刊登的期刊比原來的好很多。

第二篇：研究篇

「天下有事，必審其名。名理者，循名究理之所之，是必為福，非必為災。是非有分，以法斷之；虛靜謹聽，以法為符。審察名理終始，是謂究理。唯公無私，見知不惑，乃知奮起。故執道者之觀於天下也，見正道循理，能與曲直，能與終始。故能循名究理。形名出聲，聲實調和。禍災廢立，如影之隨形，如響之隨聲，如衡之不藏重與輕。故唯執道者能虛靜公正，乃見正道，乃得名理之誠。」

《黃帝·經法·名理第九》

第四講：什麼是研究？ 研究是什麼？
★ 研究生生存指南

「故善戰者，求之於勢，不責於人，故能擇人而任勢。
任勢者，其戰人也，如轉木石。木石之性，
安則靜，危則動，方則止，圓則行。」

《孫子·勢篇第五》

研究生生存指南

研究生到底應該過著什麼樣子的研生活？大部分學生考上研究所後就進入了一個非常陌生的奇異世界，教授和學長姐談話的語言跟正常人講話不太一樣，整個在大學部建立的價值觀都忽然被顛覆。許多研究生變得不快樂，不積極。

為了提高研究生的生存率，第一段講題討論研究生的生存法則，內容包括十條生存指南。

生存指南 1：為什麼要念研究所？

我調查過在研究所上課的學生：「你為什麼要念研究所？」，回答包括：

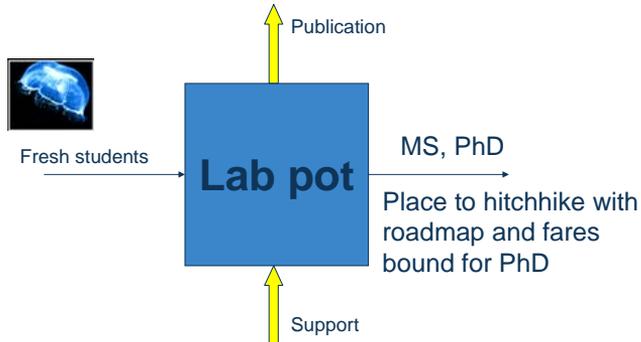
- 覺得念博士很酷，走出去都有風；
- 媽媽希望他念博士，媽媽覺得有面子，可以拿來跟鄰居炫耀；
- 希望拿到博士後有比較好的工作（雖然目前看來這個論點不見得正確）；
- 認為學位是一個工作通行證（working pass），例如以後想當教授的話最好有博士學位；
- 學生好久以前聽教授上課就愛上他，非得跟他繼續念不可；
- 怕兵變，所以念書留著、看著；
- 大部分的人說：「完全不知道為什麼要念研究所，只是因為班上同學都要念，我也就繼續念書了」。

其實現在研究所能提供的位置大多超過考生人數，有些研究所錄取率可以超過百分之百，也就是基本上只要你想念就應該念得到，情況比大學招生還要嚴重。在我調查過的學生中大部分都承認因為也不想幹嘛，也不想工作，也不曉得未來要怎麼辦，那就念研究所吧！

很多人都會覺醒研究所這個環境既陌生又奇異，好像到了外星球一樣，原因在於是研究所的要求和大學部差非常得多。大學部基本上採學分制，即學生有選擇性地在上課時間向許多老師學習這個世界已經存在的知識。研究所基本上採師徒制，也就是徒弟(學生)日以繼夜跟著師傅(指導教授)探討這個世界上還不存在的知識。

學生進入研究所後基本上會進入一個指導教授的研究室學習，可想像學生剛進來時就像生鮮材料，指導教授就是廚房大廚(圖 4.1)，他(她)從外面找經費支持你的研究，教授拿了一百萬、一千萬、一億元，一年後就像煮菜的瓦斯「轟」就燒完了，煮出來的菜就是拿到碩士、博士的你，而上面冒的煙就是論文、專利等發表。在這個廚房裡大廚是老大，愛煮義大利菜或是台菜是他(她)的自由，菜燒好要不要端出去也由他完全決定，學生進來了就是設法這個爐子裡面變成由主廚端出去的一道好菜。

What's cooking?



NTU

圖 4.1 治理研究室如烹小鮮，指導教授就是廚房大廚。

Why do Postgrad?

- ❖ Learn how to be an active learner on
 - Defining problem
 - Solving problem
 - Presenting problem
 - ❖ Learn how to be an active group member on
 - Team up
 - Sharing
 - Collaborating
 - ❖ Learn how to be an active sales on
 - Sailing yourself
 - Converting knowledge to power
 - Pleasing sponsors
- An adaptive hitchhiker for the unknown world ahead

NTU

圖 4.2 研究生畢業後應該變成的三種人。

指導教授費盡心力教育學生，就是希望學生在經過洗禮後能夠變成三種人(圖 4.2)：

一、主動學習者。主動學習者能夠在紛亂的世界中自發找尋資訊以歸納、釐清、定義問題。如股市狂跌，你知道公司該怎麼辦，告訴人家怎麼回事，並找出可行的解決方案。

二、主動合作者。主動跟人合作，把每個人放在正確的位置做正確的事，變成一個團體，自己是一個主動的團員，能夠分享並且合作、互信。

三、主動推銷員。主動推銷自己，想辦法把自己賣掉，女孩想找一個好老公，畢業生想找好老闆，把自己主動推銷出去，把自己的知識變成力量賣出去，讓你的贊助者或客戶開心，因為你物超所值所以願意繼續給錢。

簡單來說，一個主動學習者、主動合作者、及主動推銷員可取代性低，工作保障高，薪水也較優渥。像清掃工作技術門檻低，從業人員就很容易被取代。這種趨勢在殘酷環境更為明顯，即成為主動學習者，主動合作者，而且是主動推銷員的你將更有機會在這個社會中存活。

所以現在你瞭解為什麼你會覺得研究所和大學部差得那麼多，因為你看到大家、學校或者是指導教授希望你變成的人跟你“以為”的相差很多，因為你本來不是這樣的人，但是要被大廚煮成這樣的菜，我相信沒有一條魚被煮的時候會覺得很開心，因此這整個過程都是辛苦的。研究所採師徒制，你如果跟指導教授處不好，你就會更辛苦。

指導教授辛苦在外奔波爭取經費，最喜歡回到研究室看到非常非常用功熱情想要學東西的學生，跟他(她)一起探索他(她)所感興趣的未知世界，你進研究所讀書必須先認命。

生存指南 2：選擇與認命

像在生存指南 1 談到的，你可以選擇不入學，但無法在入學後要求研究所改變教育目標或教學方式。（註：當然也許以後你掌權後可以試著這麼做。）你必須瞭解研究論文絕對不是隨隨便便找個題目玩玩就可以完成的，研究是有任務、有產品需求的，這跟各位進入社會就業後的生活非常像，那就是你是在一定限期內三個人做五人份的工作，並且只拿兩人份的薪水，因此你必須設法在指導教授指導下以有限預算學習將自己知識深度和廣度擴大，學習看到問題發生的癥結點，並且學習解決它的方法。你要讓你的贊助者覺得你真的很棒，願意繼續支持給錢，這是你必須養成的一個重要能力。

網路已經成為各位一定天天使用的工具，除了上網打電動、聊天外，你甚至可以把一個有頭有臉人物的一生剖繪（profiling）出來，一個人做過的事寫過的文章反應他當時的思想，任何事情一旦上網就會存在在世界的某處，你不知道它在哪裡，也沒有人知道在哪裡，但是想改都不能改。當我們進入到網路世界後，虛無變成真實，而且只要人類還在，網路資料就存在，在某種意義上人類藉網路因此達到了「永生」。

在研究所中你可以選擇指導教授，而指導教授也可選擇收不收你。在選擇前你可以善用網路收集指導教授的資訊做為選擇的參考，比如在行政院國家科學委員會網站（<https://nscnt07.nsc.gov.tw/WRS/>）上「姓名查詢」欄鍵入「李篤中」，你就可以下載我的資訊，包括基本資料、國家科學委員會資助我進行的計畫(表 4.1)、及論文發表情形(表 4.2)等。

表 4.1 行政院國家科學委員會目前資助「李篤中」進行的計畫。(2009.03.07 查)

97	專題研究計畫 (一般型研究計畫)	輸送現象	生物程序與膜分離之前瞻技術子計畫一:生物電化學強化微生物薄膜反應器之開發及機制探討
97	專題研究計畫 (一般型研究計畫)	輸送現象	生物程序與膜分離之前瞻技術總計畫
97	專題研究計畫 (一般型研究計畫)	環境工程	厭氧消化之水解抑制:ADM1 模式修正
97	專題研究計畫 (一般型研究計畫)	輸送現象	生物絮聚體之結構與內輸送
97	團隊參與國際學術組織會議	化學工程	第 10 屆世界過濾會議

你可以由(表 4.1)中發現目前我的研究中的關鍵詞，比方說「微生物」、「電化學」、「膜分離」、「厭氧消化」等等。由(表 4.2)可發現我的研究生們在 2008 年發表了約 60 篇 SCI 期刊論文，關鍵詞包括「biohydrogen」、「aerobic granules」、「membrane」、「anaerobic digestion」等等。基本上你可以發現(表 4.1)及(表 4.2)提供的資訊類似，說明目前我的研究方向是在微生物生質能源及生物分離程序方面，你查其他如專利等資料也都可以得到類似的資訊。這些都是利用網路一分鐘就可以完成的事。同樣的技巧也可以應用在其他如找工作上面，不單單只是看公司的首頁，我會把董事長、總經理的生平都查一遍，看有沒有詐騙或跳票紀錄等等，所以網路是一個很恐怖的東西。

**表 4.2 行政院國家科學委員會網站查出「李篤中」2008
年發表之論文。(2009.03.07 查)**

122. S. S. Adav, D. J. Lee, and J. H. Tay, "Extracellular Polymeric Substances and Structural Stability of Aerobic Granules," *Water Res.* 42, 1644-1650 (2008) (SCI, EI).
123. F. Lu, P. J. He, L. M. Shao, and D. J. Lee, "Lactate Inhibits Hydrolysis of Polysaccharide-Rich Particulate Organic Waste," *Bioresource Technology*, 99, 2476-2482 (2008) (SCI, EI)
124. X. Qu, P. J. He, L. M. Shao, D. J. Lee, "Heavy Metals Mobility in Full-scale Bioreactor Landfill: Initial Stage," *Chemosphere*, 70(5), 769-777 (2008) (SCI, EI)
125. W. Z. Liu, A. J. Wang, N. Q. Ren, X. Y. Zhao, L. H. Liu, Z. G. Yu, and D. J. Lee, "Electrochemically Assisted Biohydrogen Production from Acetate," *Energy & Fuels*, 22, 159-163 (2008) (SCI, EI).
126. B. T. Wong, K. Y. Show, A. Su, R. J. Wong, and D. J. Lee, "Effect of Volatile Fatty Acid Composition on Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) Performance," *Energy & Fuels*, 22, 108-112 (2008) (SCI, EI).
127. T. W. Jan, S. S. Adav, D. J. Lee, R. M. Wu, A. Su, and J. H. Tay, "Hydrogen Fermentation and Methane Production from Sludge with Pretreatments," *Energy & Fuels*, 22, 98-102 (2008) (SCI, EI).
128. R. S. Juang, T. P. Chung, M. L. Wang, D. J. Lee, "Experimental Observations on the Effect of Added Dispersing Agent on Phenol Degradation in a Microporous Membrane Bioreactor," *J Haz. Mat.*, 151, 746-752 (2008) (SCI, EI)
129. D. H. Lee, and D. J. Lee, "Biofuel Economy and Hydrogen Competition," *Energy & Fuels*, 22, 177-181 (2008) (SCI, EI).
130. F. Lü, P. J. He, L. M. Shao, D. J. Lee, "Stress of pH and Acetate on Product Formation of Fermenting Polysaccharide-rich Organic Waste," *Biochem. Eng. J.* 39, 97-104 (2008) (SCI, EI).
131. D. H. Lee, and D. J. Lee, "Hydrogen Economy of Taiwan and Hydrogen Competition," *Int. J. Hydrogen Energy*, 33, 1607-1618 (2008) (SCI, EI).
132. Z. P. Zhang, K. Y. Show, J. H. Tay, D. T. Liang, and D. J. Lee, "Biohydrogen Production with Anaerobic Fluidized Bed Reactors: A Comparison of Biofilm-Based and Granule-Based Systems," *Int. J. Hydrogen Energy*, 33, 1559-1564 (2008) (SCI, EI).
133. H. Zhang, P. J. He, L. M. Shao, and D. J. Lee, "Temporary Stabilization of Air Pollution Control Residues Using Carbonation," *Waste Management*, 28(3), 509-517 (2008) (SCI, EI).
134. J. H. Chen, X. Hwang, D. J. Lee, "Study on Bisphenol A Removal by a Membrane Bioreactor," *Process Biochemistry*, 43, 451-456 (2008) (SCI, EI).

135. A. J. Wang, N. Q. Ren, Y. G. Shi, D. J. Lee, "Bioaugmented Hydrogen Production from Microcrystalline Cellulose Using Co-Culture *Clostridium acetobutylicum* X9 and *Ethanoigenens harbinense* B49," *Int. J. Hydrogen Energy* 33, 912-917 (2008) (SCI, EI)
136. S. S. Adav, C. H. Chang, D. J. Lee, "Hydraulic Characteristics of Aerobic Granules Using Size Exclusion Chromatography," *Biotechnol. Bioeng.* 99(4), 791-799 (2008) (SCI, EI).
137. T. Tao, X. F. Peng, A. Su, D. J. Lee, and A. S. Mujumdar, "Modeling convective drying of wet cake," *J. Chin. Inst. Chem. Engrs.*, 39, 287-190 (2008) (SCI, EI)
138. W. K. Du, J. L. Shie, C. Y. Chang, C. F. Chang, C. F. Lin, S. Y. Yang, J. T. Kuo, D. G. Shaw, and D. J. Lee, "Bioenergy from Rice Straw via Pyrolysis Using Radio-frequency Plasma," *Energy & Fuels*, 22, 24-30 (2008) (SCI, EI).
139. Z. P. Zhang, K. Y. Show, J. H. Tay, D. T. Liang, D. J. Lee, "Enhanced continuous biohydrogen production by immobilized anaerobic microflora," *Energy & Fuels*, 22, 87-92 (2008) (SCI, EI)
140. A. J. Wang, N. Q. Ren, X. Wang, D. J. Lee, "Enhanced Sulfate Reduction with Acidogenic Sulfate Reducing Bacteria," *J. Haz. Mat.*, 154, 1061-1065 (2008) (SCI, EI)
141. S. S. Adav, and D. J. Lee, "Extraction of Extracellular Polymeric Substances from Aerobic Granules with Compact Interior Structure," *J. Haz. Mat.*, 154, 1120-1126 (2008) (SCI, EI).
142. H. Zhang, P. J. He, L. M. Shao, D. J. Lee, "Source Analysis of Heavy Metals and Arsenic in Organic Fraction of Municipal Solid Waste in Mega-City (Shanghai)," *Environ. Sci. Technol.*, 42(5), 1586-1593 (2008). (SCI,EI)
143. S. M. Lu, M. N. Shaw, D. J. Lee, "Granulation of Gelatine using Laminar Jet Breakup," *J. Chin. Inst. Chem. Engrs.*, 39, 101-104 (2008) (SCI, EI)
144. S. S. Adav, D. J. Lee, "Single-culture aerobic granules with *Acinetobacter calcoaceticus*," *Applied Microbiology and Biotechnology*, 78(3), 551-557 (2008) (SCI, EI).
145. S. S. Adav, D. J. Lee, "Physiological characterization and interactions of isolates in phenol degrading aerobic granules," *Applied Microbiology and Biotechnology*, 78, 899-905 (2008). (SCI,EI)
146. Z.G. Liu, Q.L. Zhao, D. J. Lee, N. Yang, "Enhancing phosphorus recovery by a new internal recycle seeding MAP reactor," *Bioresource Technology*, 99, 6488-6493 (2008). (SCI,EI)
147. M. W. Tasi, D. J. Lee, J. Y. Lai, "Mass transfer limit of fluorescent dyes during multicolor staining of aerobic granules," *Applied Microbiology and Biotechnology*, 78, 907-913 (2008). (SCI,EI)
148. Z. Wang, X. F. Peng, A. S. Mujumdar, A. Su, D. J. Lee, "Evaporation of

- ethanol-water mixture drop on horizontal substrate,"*Drying Technology*, 26, 806-810 (2008) (SCI,EI)
149. Z. Yang, D. J. Lee, A. S. Mujumdar, X. F. Peng, A. Su, C. Hsu, "Probing heterogeneous structure of aggregates,"*Drying Technology*, 26, 1018-1023 (2008) (SCI,EI)
150. D. Wu, X. F. Peng, A. Su, A. S. Mujumdar, C. Hsu, D. J. Lee, "Heat and mass transfer in unsaturated porous cake with heated walls,"*Drying Technology*, 26, 1079-1085 (2008) (SCI,EI)
151. S.S. Sung, S.P. Ju, C. Hsu, A.S. Mujumdar, D.J. Lee: "Floc strength evaluation at alternative shearing with presence of natural organic matters,"*Drying Technology*, 26, 996-1001 (2008) (SCI,EI)
152. Q. Min, Y. Y. Duan, X. F. Peng, A.S. Mujumdar, C. Hsu, D. J. Lee, "Froth flotation of mineral particles: mechanism,"*Drying Technology*, 26, 985-995 (2008) (SCI,EI)
153. C. Chen, N.Q. Ren, A.J. Qnag, Z.G. Yu, D. J. Lee, "Simultaneous biological removal of sulfur, nitrogen and carbon using EGSB reactor,"*Applied Microbiology and Biotechnology*, 78, 1057-1063 (2008). (SCI,EI)
154. S. S. Adav, D. J. Lee, J. Y. Lai, "Intergeneric coaggregation of strains isolated from phenol-degrading aerobic granules,"*Applied Microbiology and Biotechnology*, 79, 657-661 (2008) (SCI,EI)
155. H.H. Zhang, P.J. He, L.M. Shao, and D. J. Lee, "Minimizing N₂O Fluxes from Full-scale Municipal Solid Waste Landfill with Properly Selected Cover Soil,"*J Environ Sci.-China*, 20(2), 189-194 (2008) (SCI,EI)
156. X.D. Wang, M.T. Wang, D. J. Lee, "Neuroimaging study of partial differential equation reading in brain," *J. Chin. Inst. Chem. Engrs.* 39, 301-305 (2008). (SCI,EI)
157. X.D. Wang, M.T. Wang, D. J. Lee, "Enhancing equation comprehension with index finger writing: An fMRI study,"*J. Chin. Inst. Chem. Engrs.* 39, 489-493 (2008) (SCI,EI)
158. S.M. Lu and D. J. Lee, "Mass transfer from a coated pure drug bead,"*J. Chin. Inst. Chem. Engrs.* 39, 529-532 (2008) (SCI,EI)
159. Y. You, N.Q. Ren, A. J. Wang, F. Ma, L. Gao, Y. Z. Peng, D. J. Lee, "Use of Waste Fermenting Liquor to Produce Biofloculants with Isolated Strains," *International Journal of Hydrogen Energy*, 33, 3295-3301 (2008) (SCI,EI)
160. S. S. Adav, D. J. Lee, K. Y. Show, J. H. Tay, "Aerobic granule sludge: recent advances,"*Biotechnology Advances* 26, 411-423 (2008) (SCI,EI)
161. F. Lü, H. Zhang, C.H. Chang, D.J. Lee, P.J. He, L.M. Shao, A. Su, "Dissolved organic matter and estrogenic potential of landfill leachate,"*Chemosphere* 72, 1381-1386 (2008) (SCI,EI)
162. C. Chen, N.Q. Ren, A. J. Wang, D. J. Lee, "Microbial community of

- granules in expanded granular sludge bed reactor for simultaneous biological removal of sulfate, nitrate and lactate,"*Applied Microbiology and Biotechnology*, 79, 1071-1077 (2008) (SCI,EI)
163. Z. Zheng, P.J. He, Q. Fu, L.M. Shao, D. J. Lee, "Partition of six phthalic acid esters in soluble and solid residual fractions of wastewater sludges,"*Environmental Technology*, 29, 343-350 (2008). (SCI,EI)
164. Liu ZG, K. Q. L. Zhao, K. Wang, D. J. Lee, W. Qiu, J. F. Wang, "Urea hydrolysis and recovery of nitrogen and phosphorous as MAP from stale human urine,"*J. Environ. Sci.-China*, 20, 1018-1024 (2008). (SCI,EI)
165. J. P. Hsu, C.Y. Chen, D. J. Lee, L. H. Yeh, S. Tseng, A. Su, "Electrophoresis of a charge-regulated sphere at an arbitrary position in a charged spherical cavity,"*J. Colloid Interf. Sci.* 325, 516-525 (2008) (SCI,EI)
166. J. P. Hsu, Z. S. Chen, D. J. Lee, S. J. Tseng, A. Su, "Effects of double-layer polarization and electroosmotic flow on the electrophoresis of a finite cylinder along the axis of a cylindrical pore,"*Chem.Eng. Sci* 63, 4561-4569 (2008) (SCI,EI)
167. D. J. Lee, "Editorial,"*Drying Technology*, 26, 984-984 (2008) (SCI,EI)
168. B. Yue, Chen TB, D. Gao, G.D. Zheng, B. Liu, and D. J. Lee, "Pile settlement and volume reduction measurement during forced-aeration static composting,"*Bioresource Technology*, 99, 7450-7457 (2008) (SCI, EI).
169. B. N. Tsai, C. H. Chang, D. J. Lee, and J. Y. Lai, "Rejection of Organic Matters by Nanofiltration Membrane,"*Desalination*, 234, 386-392 (2008) (SCI, EI)
170. Z.P. Zhang, K.Y. Show, J.H. Tay, D.T. Liang, D. J. Lee, A. Su, "The role of acid incubation in rapid immobilization of hydrogen-producing culture in anaerobic upflow column reactors," *International Journal of Hydrogen Energy*, 5151-5160 (2008) (SCI,EI)
171. N. Q. Ren, A. J. Wang, L. F. Gao, X. Liang, D. J. Lee, A. Su, "Bioaugmented hydrogen production from carboxymethyl cellulose and partially delignified corn stalks using isolated cultures,"*International Journal of Hydrogen Energy*, 33, 5250-5255 (2008) (SCI,EI)
172. Y. C. Juang, D. J. Lee, JY Lai, "Fouling layer on hollow-fibre membrane in aerobic granule membrane bioreactor," *J. Chin. Inst. Chem. Engrs.*, 39, 657-661 (2008) (SCI, EI).
173. B.N. Tsai, C.H. Chang D. J. Lee, "Fractionation of soluble microbial products (SMP) and soluble extracellular polymeric substances (EPS) from wastewater sludge,"*Environmental Technology*, 29, 1127-1138 (2008) (SCI,EI)
174. K. Y. Show and D. J. Lee, "Carbon credit and emission trading: anaerobic wastewater treatment,"*J. Chin. Inst. Chem. Engrs.* 39, 557-562 (2008) (SCI,EI)

175. D.G. Tsai, D. J. Lee, and J.Y. Lai, "Oxygen Diffusion in Single Sludge Flocculation," *Adv. Powder Technol.*, 19, 475-481 (2008) (SCI,EI)
176. K. Y. Show, Z. P. Zheng, D. J. Lee, "Design of bioreactor for biohydrogen production," *Journal of Scientific and Industrial Research*, 67, 941-949 (2008) (SCI,EI)
177. X. Yao, Y. Kang, D. J. Lee, Y. Feng, "Bioaugmented sulfate reduction using enriched anaerobic microflora in the presence of zero valent iron", *Chemosphere* 73, 1436-1441 (2008) (SCI,EI)
178. S.S. Adav, D.J. Lee, J.Y. Lai, "Proteolytic activity in stored aerobic granular sludge and stability loss," *Bioresource Technology* 100, 68-73 (2009) (SCI,EI)

研究室是一個小社會，和可能的指導教授面談與以後你應徵公司求職完全相同，必須展現誠意。你進到一位教授辦公室跟他說今天我來只是想隨便看看，或者說你其實是希望加入另一位教授的研究室，這都好像你去 A 公司求職面談說你實在是想加入對面的 B 公司，今天過來只是想隨便看看一樣，是非常嚴重的冒犯。因此如果你的研究興趣在分子化學或奈米粉體製造，你就非常不適合加入我的研究室當學徒。萬一你已無人可選也無處可去而必須加入我的研究室了呢？那就必須要認命，如果你不認命下場悲慘的絕對不是指導教授。

如果各位是科學家、藝術家，寧願多念五年也要等到自己喜歡的指導老師，那當然另當別論。但工程師絕不會做這種事，工程師絕不願浪費時間，或虛擲過去的任何努力而不拿回報，這種「工程師的偏執狂」

是推動世界進步的最大動力。

研究室中指導教授是老闆也是神，任何事情永遠都要先問老闆，師傅帶徒弟，建議你怎麼做你就去做，研究是在探討這個世界上還不存在的知識，猜測錯誤是正常的，一猜就對反而神奇。所以重點不在老闆猜得對不對，重點在你有沒有很努力地證明老闆猜得對不對，老闆想蓋個城堡，就盡力把城堡裝點得金壁輝煌，在這個過程中你學到老闆做人做事的方法，成為跟他一樣棒的人，然後畢業。最糟的研究生既不認命也不努力，要知道如果指導教授不認為你該畢業，天皇老子也沒有辦法讓你畢業（註：別的教授一般也不想得罪人，我為什麼要為了“你”而得罪“他”呢？我還要在這邊跟“他”面對面相處三十年呢！）。還有一個事情非常嚴重，千萬不要有在生活上或研究中有疑問時先去問別的教授，這會讓你的指導教授覺得不被尊重。而且職場老闆也會想：「你如果跟你老闆都處不好，你跟別人大概也處不好吧！如果我有別的選擇，為什麼要聘一個連跟自己指導教授都處不好的人呢？」！

最令老闆最高興的「夢幻研究生」能在進入研究室後收集分析學長姐的主意、文獻中的主意、同學間的主意、獲得自己想要的題目，在他(她)蓋的學術城堡

裡又加蓋了一座舉世矚目的學術高塔，讓他(她)名揚海外，通常他(她)一定也會盡力照顧你的未來，達到雙贏。

所以我們必須要記得，指導教授是老闆也是神，我們必須「擇我所愛、愛我所擇」，簡單講就是「認命」。

生存指南3：秀出熱情

一旦選擇了指導教授，加入了他(她)的研究室後就要表現出熱情，表現出自己好榮幸加入的樣子，這是一種職業道德。指導教授最喜歡是非常非常用功熱情想要學東西的徒弟，最好是徒弟追著老師跑，追到老師沒有時間管你而心生愧疚，追到老師認為「這麼用功的學生不畢業誰能畢業」，那你就成功了。

我碰過一個在日本大阪念文學博士的學生，那個時候她已經回來台灣寫論文，剩下一年就可以拿到博士學位。那一年中她每個月都去一趟大阪跟老師談畢業論文，弄到最後老師因為前一版的論文都還沒看完新版又來了，開始看到她來就跑，她就追，老師說現在必須去東京開會，她說沒問題，我和你一起去東京，就這樣陪著老師從大阪坐新幹線到東京一路上討論最新版的論文，自己再坐回大阪。當然，這個學生很快地就獲得了博士學位，因為老闆已經受不了了。

所以你進來後必須秀出熱情，好好讀書，讀一些大家都在讀的報告；你要修相關課程，而且必須要高分通過；你必須要儘快學習必要的理論基礎及實驗技巧，通常大家都認為那是你必須自然要懂得的知識，

沒有人有義務教會你這些，你必須去請教學長姐；你必須積極參加研究室會議（group meeting），不積極參與研究室會議會被認為不夠認真。

研究室最需要經營的其實是與學長姐的關係，學長姐在研究室中通常已經歷過所有你將經歷的困難，這些經驗都是付出血和淚的青春作為代價得來的，他可以教你也可以完全不教你，他可以教多一點也可少教一點，這完全是一個良心問題。這跟老師教學生一模一樣，我絕對可以講一個東西講到你完全聽不懂，而這比講到讓你懂來的容易多了。因為有血跟淚的經驗，所以你要尊敬學長姐，不要讓他們覺得「當初來的時候要幫學長姐買便當，結果現在你居然不幫我買便當，反而要我幫你買便當！」出去外面工作也是一樣，進到公司你就是菜鳥，菜鳥不尊敬老鳥，會被整死。回到自己家鄉時不妨帶點土產回來跟學長姐和同學開個小派對樂和樂和，整理研究室時主動幫忙倒倒垃圾，讓學長姐覺得在你需要時不幫忙你會對不起良心，那你就又成功了一大步。

此外還有與系上的技職人員培養並保持良好關係，因為在論文最後階段老師要趕很多實驗，但是公共儀器排不進去時這種關係都派得上用場。

生存指南 4：使用資料庫

這個時代人人都在用資料庫，如果你本身不使用資料庫，你就糟了，因為這已經不是聰明才智的問題，而是工具使用的問題。在我念研究所的年代必須大費周章地去蒐集資料，通常是到圖書館把幾個重要期刊從頭至尾翻閱一遍找尋我所需的文章，有時找不到後面的參考文獻就必須要寫信到外國，求爺爺告奶奶地請他們將資料寄過來，等收到資料時兩、三個月過去了。現在包含找資料、讀文章、寫報告這些事情一天之內就可以完成，這跟你聰不聰明毫無關係，只是看你是否擁有這樣的工具。(圖 4.3)

Ei Engineering Village 2 是全世界最大的工程科學資料庫，擁有八個資料庫，COMPENDEX 資料庫收錄七百萬多筆的工程研究文獻，是一個非常強大的資料庫。

Web of Science 資料庫收錄 10,000 個期刊及十二萬個研討會的論文集，最主要的是 WoS 擁有極強大搜尋引用 SCI 期刊文獻、或者是被引用 SCI 期刊文獻的能力，通常只要找出一個關鍵文章資料，它就可以將其相關的 SCI 期刊資料統統找出來，當你將其中的重

要文獻看完後，全世界的文獻大約就已經盡收眼底了，而它的分析工具還可以告訴你誰是最棒的作者（或誰是最可怕的作者）等。分析某個領域文章發表與引用頻率可以瞭解該領域是否熱門，或是一個已經做死的題目，一個死掉的題目很難再有好論文發表。

一般印刷中的資料如果要等到正常期刊出版幾乎都會延誤幾個月之久，而 Web of Science 資料庫收錄已出版的 SCI 期刊文獻又另需 2—3 個月。Elsevier 出版社出版好幾千個科學期刊，並出了一個 SCOPUS 資料庫，跟 Science Direct 電子期刊資料庫直接連接，收錄 15,000 個期刊及二千萬筆專利及網頁，最主要可以搜尋得到所有印刷中的資料，此外 Scopus 的分析工具比 Web of Science 強，如我叫 DJ Lee，但全世界叫 DJ Lee 的人很多，但是 Scopus 可以把每個研究人員區分得非常清楚。缺點在於僅收錄論文為 1996 年以後之論文。如果我對一個議題很有興趣，我便將其列入我在 SCOPUS 中的追蹤對象，只要我列入的對象中有新的文章發表或是有人引用追蹤文章的時候，SCOPUS 便會通知我那個人在哪裡什麼時候發表了新的文章，或誰引用了此篇文章，我就可以隨時掌握最新的資訊並且確認最新的進展，而不用每天花時間上網去找尋相關資訊。

Use Database

❖ **Ei Village 2**

- 全世界最大工程學科資料庫，逾 5000 種出版品，>7M papers/reports

❖ **Web of Science-SCI Expanded**

- *Covers over 10,000 journals, 120,000 conference proceedings, 5,500 Web sites, 5,000 books, 2 million chemical structures*
- *Cited reference searching capability with 25 million cited references added annually*
- *Analyze Tool to determine the most prolific authors for a topic*

❖ **Elsevier S&T-SCOPUS**

- *Covers over 15,000 journals from 4000 publishers*
- *Cited reference searching capability with 386 million Sci Websites and 22 millions patents*
- *Perfect Analyze Tool*
- *Only back to 1996*

NTU

圖 4.3 常用的工程類資料庫。

當人人都在用資料庫時，重要的文章都會在 SCI 期刊中發表，因為 SCI 期刊曝光度高。如果你今天投稿在非 SCI 或非 EI 期刊裡將不容易被看到，也就是說全世界都不會知道你做過這樣的研究。因此理論上只要找到某一個刊物或某一篇關鍵文章，你就可以由資料庫查出誰引用了它，或它引用了誰，接下來你再往下找，你就可以得到這個網絡，一路走下去，你可以

看見一些重複引用、出現的文章時大概這個資料網就收起來了(圖 4.4)。

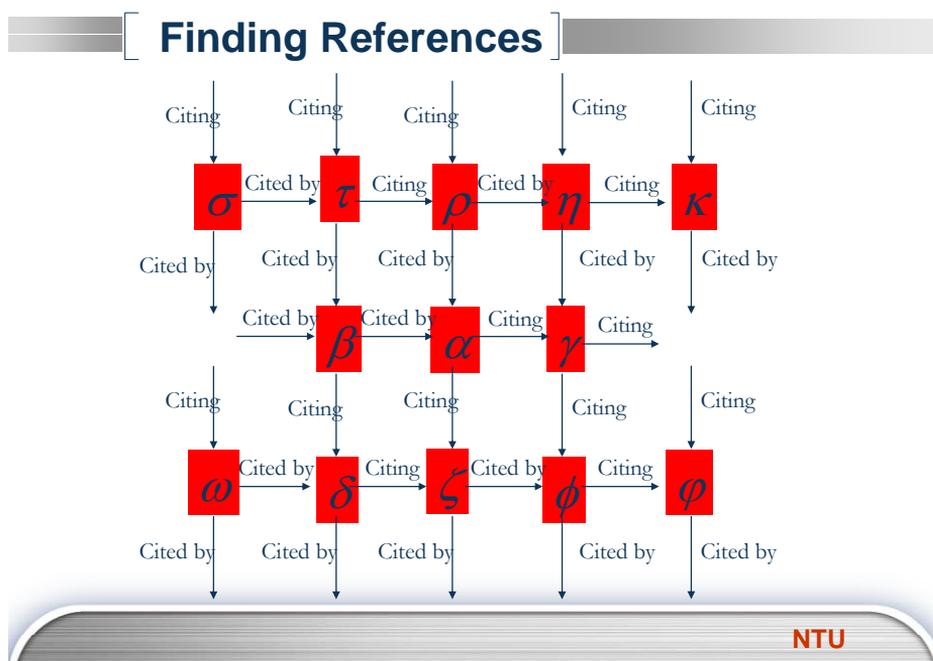


圖 4.4 以資料庫搜尋文獻網絡。

在網路上搜尋你想要的文獻資料後你就可以發現那些人是你這個領域中最重要研究大師(圖 4.5)。通常你的研究室學長姐都知道這些大師，你得先精讀這些人的文章。通常大師有一些建立里程碑的論文 (landmark paper)，這些論文通常被引用率會破百。

XX, the Great

- ❖ Who are the most famous people in your field? And Why?
 - What and where they are now? If retired or passed away, any successor?
 - You have got the copies of all their published works? Particularly the review articles?
 - Anything new on their websites?
 - What they are doing now? The title of projects, the titles/ppt of talks, etc
 - How you can get connected to them?
 - Benchmark papers: Critical thinking- Is it all correct there? How is it tied with my works? Can I use the same methodology to solve my problem? What if I change some conditions...

NTU

圖 4.5 以文獻網絡資料「發現大師」。

此外可以看 h—指標來發現大師。h—指標是 2005 年由美國物理學家 Hirsch JE 所提出綜合研究成果量及質的指數，表示共有 h 篇發表的文章被引用了 h 次以上，如 h=5 表示有 5 篇文章被引用 5 次以上。每個人、每個期刊、每個機構都有一個 h—指標，我們可以利用 h—指標看出研究綜合成果(圖 4.6)。Hirsch 建議 h=18 可以昇等正教授，h=15—20 可以獲選美國物理學會會士 (fellow)，h>45 可以當上美國國家科學院

院士。臺灣絕大部份教授的 h 指標大都在 10 左右，一般來說諾貝爾獎得主的 h 指標在六、七十以上。

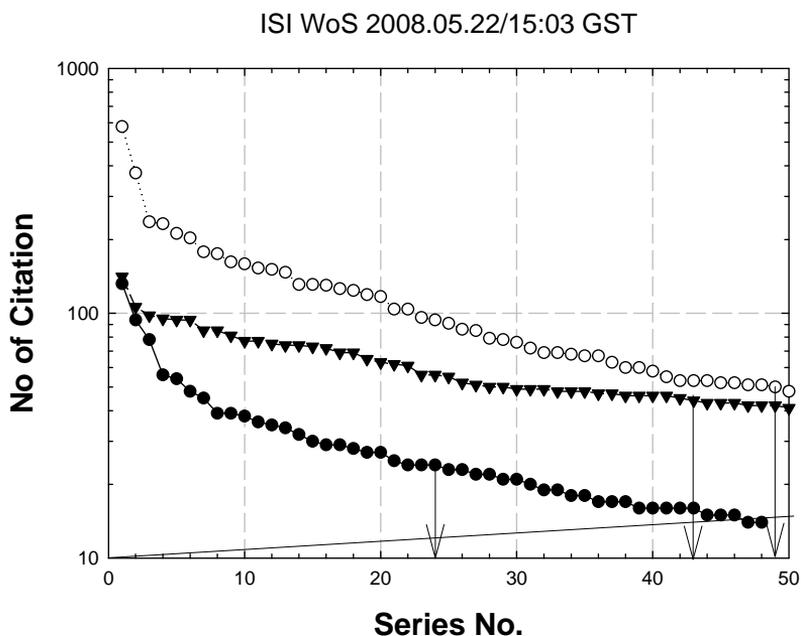


圖 4.6 以 h—指標「發現大師」。

接下來你要問，這些研究大師會為什麼這麼有名呢？現在他們在哪裡，還活著嗎？退休了嗎？退休後是否有繼任者？有時繼任者會接下所有的遺產，所以同樣的文章也會從繼任者繼續產生出來。你有沒有他們所有文章特別是回顧文章的影本？（註：大師一般不太寫回顧文章，如果有寫書更好，你可以在他的書中充

分了解他的主張。)你以後寫文章時引用大師回顧文章的話對你會非常有利，因為目前掌權的人大多是他的徒子徒孫，但通常不太推翻師祖的教誨。也許在專屬網站上或從 NIH、DOE、NSF 網站搜尋找出大師目前進行的計畫題目及摘要，這些人正進行的研究通常是領域中最重要的研究方向。試試有沒有辦法跟他們聯繫上，如寫 e-mail 或寄賀卡，把你寫的東西寄給他們評斷一下，讓他們對你有印象。

對於那種最有名的 benchmark 論文，要精讀並仔細的思考，他們的工作有沒有可能跟我的研究相關？我有沒有辦法用同樣的方法解決我的問題？通常跟隨大師的腳步是一個容易的策略，但成名較慢。相反地如果你要做跟大師相反的東西，通常人家不會相信你，即使你是對的，你也要花很多的時間和功夫來證明你是對的，但這種策略較易一戰成名。

你搜尋的資料都可以用不同的格式下載，然後也可以利用 End Note 的方式儲存，避免修改格式的困擾，尤其是碰到很長的回顧文章時，那真的需要花相當多的心力與時間做修改，但只要使用如 End Not 軟體就可以簡便的修改並且儲存。

如果各位是做比較偏向設計發明的研究，很多時候成果是不發表在文章中，而是發表在專利中，希望靠專利保護智慧財產權，或用專利訴訟賺錢。舉例來說，之前 Intel Pentium CPU 上市時的中文名字是「奔騰」，結果被台灣一個小公司控告侵權，差一點 Intel 就陰溝翻船，所以大公司在開發一樣新產品的時候，第一件事情就是做專利搜尋，第二件事情就是把專利都申請出去或都買起來形成「專利地雷區」。各國專利可以在網頁上搜尋得到(圖 4.7)。



圖 4.7 常用之專利搜尋網頁。

另外我們要非常注意對岸的競爭者，像在台灣做氫能研究的人就會發現對岸產氫的研究人員是我們的四十倍之多，目前在中國科技協會註冊的研究人員就超過四百萬人，而台灣的研究人員大約只有兩萬多，所以台灣在做的研究，對岸也幾乎都有人在做。主要我們應該注意大陸評鑑好學校的動態，如 2006 年的機械排名上海交大排名第一，華中科技大學排名第二、西安交大、清華大學排名第四；化工排名天津大學排名第一，華東理工排名第二、大連理工與清華大學排名第四(圖 4.8)，這個排名對他們校長是非常重要的。一個績效指標，排名第一或第二的也許下一步就會變成教育部長。

Your cross-strait competitors

Chem Eng			Mech Eng		
学位授予单位代码及名称	整体水平		学位授予单位代码及名称	整体水平	
	排名	得分		排名	得分
天津大学	1	100	上海交通大学	1	95
华东理工大学	2	89	华中科技大学	2	92
清华大学	3	88	西安交通大学	3	91
大连理工大学			清华大学	4	90
北京化工大学	5	83	哈尔滨工业大学		
浙江大学	6	81	浙江大学	6	89
南京工业大学	7	78	北京理工大学	7	84
华南理工大学	8	76	北京航空航天大学	8	81
中国石油大学			重庆大学	9	80
哈尔滨工业大学	10	74	大连理工大学		
四川大学			湖南大学	10	79

高等学校与科研院所学位与研究生教育评估所

圖 4.8 中國大陸之大學學科排名(2006)。

一般最需要注意的是大陸排名前九的 985 工程學校，包括清華、北大、上海交大、西安交大、浙大、南京大學、哈爾濱工業大學、中國科技大學及復旦大學，這些學校中的研究人員因為實行絕對資本主義而成長極快，教授薪水可以相差一百倍，一個厲害的老師可以有一百個博士生，這些人的成長常常會讓人覺得恐怖。另一個擁有全世界最大研究生院的中國科學院也是需關注的重要研究單位（<http://www.cas.ac.cn>）。

生存指南 5：如何讀論文

當拿到一篇論文時，首先一定會先看其標題，標題一般不是一個完整的英文句，但是可以清楚表達此篇文章的內容及意義，好的標題容易引起讀者閱讀的興趣。

接下來需閱讀摘要（abstract）及結論（conclusion），摘要通常都是一段簡短文字將整篇文章做簡明扼要的敘述，結論則以數段文字將整篇文章做精簡敘述，及提出一些可能發展方向，讓讀者可清楚知道整篇文章所要表達的內容。

最後閱讀本文，看清作者所採用方法及獲得結果，此時應注意文獻回顧以鋪陳做這個研究的動機，實驗設計及實驗誤差，及討論（discussion）部份。

養成一個習慣就是我們讀文章的時候同時做表，因為我們在讀文章的時候，會忘記，要做筆記，而做筆記最好的方式就是做一個表(圖 4.9)，我們可以用 excel 做一個表，比方說不同文章用的是什麼菌，然後利用這些菌做了什麼事情，通常這到最後就是我們文獻查考比較要用到的部分。一般讀博士時可能要閱讀

上千篇文章，到最後很可能忘記誰是誰。尤其對關鍵的文章要註明起來，那就是我們必須要細讀關注的文章。

Reference	Sample	Stain(s)	N _s *	Excitation light source(s) used (nm)				
				350-70	420	481-88	494-514	543-68
de Beer et al. (1996)	Anaerobic granule/floc	Calcofluor white	1			X		
Neu et al. (2001)	Biofilm	Lectins	3			X		X
Strathmann et al. (2002)	Biofilm	SYTO 9, Concanavalin A, Wheat germ agglutinin	2			X		X
Bockelmann et al. (2002)	River snow	EUB 338, BET42a, SYTO 9, DAPI, selected lectins	2	X		X		X
Boessmann et al. (2003)	Biofilm	<i>Aleuria aurantia</i> lectin + SYTO 60	2	N/A				
Schmid et al. (2003)	Floc	FITC	1	N/A				
Lawrence et al. (2003)	Biofilm	SYTO 9, SyproOrange, Nile Red, lectins	3			X		X
Lawrence et al. (2004)	Biofilm	Selected lectins	3			X		X
Boessmann et al. (2004)	Biofilm	<i>Aleuria aurantia</i> lectin, SYTO 60	2	N/A				

圖 4.9 讀文章的時候同時做筆記、做表。

我們在看文章時要邊看邊登記然後還要邊懷疑，每次讀的時候就會問：「真的是這樣嗎？」。張載說：「讀書先要會疑，於不疑處有疑，方是進矣；在可疑處而不疑，未曾學，學則須疑。」。我們連接受張載這樣的說法前都要先問：「真的是這樣嗎？」。我們對事事都要抱著懷疑批評的態度 只有仔細思考過且確認的事我們才接受，「學則須疑。」。

這是因為研究是在討論未知，人的觀察可能有偏頗，文獻報導可能也就是一偏之見而已，這就是我們在閱讀文獻時必須找出來的地方，探討未知是跟大學部教育差別最多的部份，因此研究所教授只知道這樣做合不合理、可不可能，但是教授也不能預先確知結果是不是這樣。所以當我們在讀文獻時一直都必須抱持著懷疑的態度，要不斷的問「為什麼？」及「為什麼不？」。學長姐的意見未必準確，因為學長姐都是處於一種有點懂又不是很懂的階段，（註：不要相信他們但也不要公開反對他們。）通常教授會說：「去試試看吧！也許是個好方向。」因為教授說不準搞不好就會走出一個新東西出來，這是一個很有趣的現象。

生存指南 6：進行研究

在選擇了研究主題後，我們就要開始進入解決問題階段。研究方法可分為實驗（experiment）、模擬（simulation）、及理論（modeling）三種。所謂實驗就是在特定控制條件下以實際操作觀察系統之刺激－反應關係（註：如觀察野生動物或台北股市及研究室內進行高真空蒸鍍實驗皆屬之。）；所謂模擬是在特定已知模型控制下以數位模擬觀察系統之刺激－反應關係（註：如以商業流體力學軟體計算你家客廳冷氣的冷房效果及以已知經濟模型計算推估明年的經濟成長率皆屬之。）；所謂理論是由基本物理及化學定理的基礎上無中生有地針對某程序建立全新具描述及預測功能之數學模型。（註：如觀察野生動物或台北股市及研究室內的實驗皆屬之。）

大部分同學會做實驗研究，少部分做模擬研究，極少部分同學可以做理論研究。為什麼呢？因為實驗及模擬是普羅大眾做的，每個人都可以做，它靠的是耐心、恆心跟毅力；做理論必須是天才，靠的是靈光一閃，這兩種人差別很大。

實驗研究

做實驗研究必須確認我們需要什麼東西，跟指導教授請教這些流程是否合理，確認是否研究室有所有必需的設備儀器，學長姐是否霸占著這些設備儀器，（然後我們該怎麼協調共用或偷用。），需要那些藥品，需不需要操作證照，有沒有公安衛的顧慮等等。

實驗研究是一步一腳印的工作，每個環節都需要解決，所以極花時間。我在大四做專題研究時一半以上的晚上是在研究室打地鋪渡過的，成為一隻名符其實的「研究室老鼠」。通常做實驗的人都喜歡煮飯，因為做實驗和煮飯其實很像。

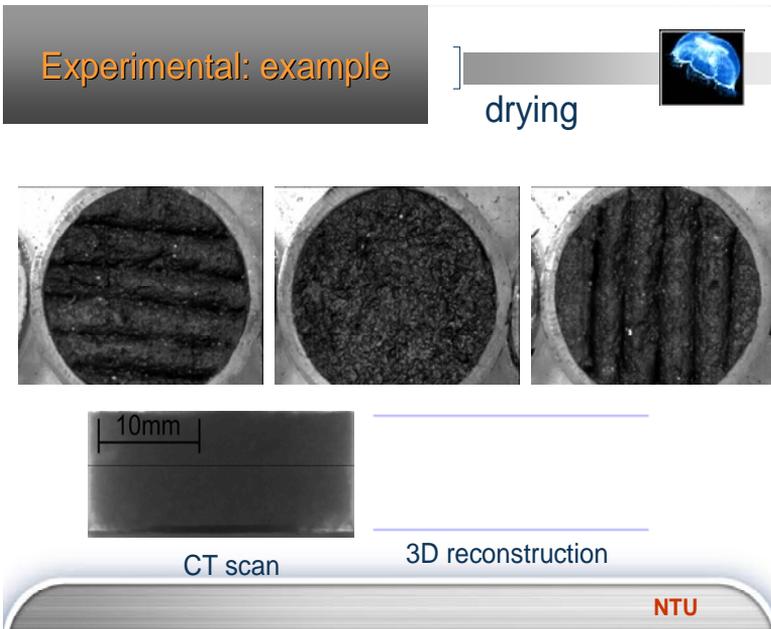


圖 4.10 實驗研究舉隅：以 CT SCAN 觀察泥餅乾燥。

做實驗研究最重要的關鍵是「仔細觀察」，過程往往比結果還重要。其實許多人把做實驗當成一種義務，不愛自己的反應器，過程當中絕不多看一眼，只希望敷衍了事、畢業證書落袋大吉。結果過了幾個月實驗結束了，開始畫圖時發現數據不合理，就怪罪是不是外面有人打噴嚏，是不是設備儀器壞掉了，等到老師問的時候一問三不知。其實這樣的態度與能力與研究所教育目標培養「主動學習者、主動合作者、主動推銷員」相距甚遠，我們應該要在每次實驗結束後馬上將實驗結果立刻記錄下來，而不是等全部的實驗結

束才來記錄分析。

此外要注意過程（圖 4.10），觀察過程我們才可以發現很多東西。舉例來說，上次有個做生產氫氣研究的同學跟我說：「老師，這株菌的實驗失敗了，它並不產氫，它只產了很多乳酸。」我說：「你知不知道乳酸的價錢比氫氣高多了，那隻菌呢？」學生說：「因為沒有產氫，我就把它扔了。」這告訴我們，沿路的風景有時比目標還重要，要保持很高的警覺心，隨時問自己「這樣的數據合理嗎？如果數據與我們的猜想不合需要重新確認嗎？仔細觀察這裡面有發生新的現象嗎？」，新發現往往出自偶然，隨手扔了的常比努力追求的更有價值。

要注意實驗結果可供內插而不能外插應用，也就是我只能在你的實驗條件以內去內插估計其中之數值，外插應用實驗數據的風險極高，一般除了萬不得已不會這麼做。

模擬研究

模擬研究指的是研究本身採用已知的物理原理、公式，進行數值計算以求得新系統的資訊。通常要學會應用數值方法。

舉例來說，最近在做燃料電池傳輸現象的模擬研究。包含的方程式有以下九條：

(i) Continuity equation for the gaseous species:

$$\nabla \cdot (\varepsilon \rho_g \vec{u}_g) = -S_L$$

(ii) Momentum equation for the gaseous species:

$$\frac{\varepsilon}{(1-s)^2} \nabla \cdot (\rho_g \vec{u}_g \vec{u}_g) = -\varepsilon \nabla p_g + \frac{\varepsilon}{(1-s)} \nabla \cdot (\mu_g \nabla \vec{u}_g) + S_{\vec{u}}$$

(iii) Species equation for the gaseous species:

$$\nabla \cdot (\varepsilon \rho_g \vec{u}_g C_k) = \nabla \cdot (\rho_g D_{k,\text{eff}} \nabla C_k) + S_c - S_L$$

(iv) Liquid water transport equation in the flow channels, gas diffusion layers and catalyst layers:

$$\nabla \cdot \left(\frac{\rho_l k_p k_{nl}}{\mu_l} \frac{\partial p_c}{\partial s} \nabla s \right) - \nabla \cdot \left(\frac{\rho_l k_p k_{nl}}{\mu_l} \nabla p_g \right) + \nabla \cdot \left(\frac{n_d M_{\text{H}_2\text{O}}}{F} \vec{i}_m \right) = S_L$$

(v) Liquid water transport equation in the membrane:

$$\nabla \cdot \left(\left(\frac{\alpha_d M_{\text{H}_2\text{O}}}{F} \vec{i}_m \right) \lambda - \left(\frac{M_{\text{H}_2\text{O}} \rho_{\text{dry}}}{M_m} D_\lambda \right) \nabla \lambda \right) = 0$$

(vi) Proton and electron transport equations:

$$\nabla \cdot (\sigma_m \nabla \Phi_m) = S_j$$

$$\nabla \cdot (\sigma_s \nabla \Phi_s) = -S_j$$

(vii) The energy equation for the PEM fuel cell:

$$\nabla \cdot (\varepsilon (1-s) \rho_g \vec{u}_g C_{p,g} T) + \nabla \cdot (\varepsilon s \rho_l \vec{u}_l C_{p,l} T) = \nabla \cdot (\lambda_{\text{eff}} \nabla T) + j\eta + \frac{i^2}{\sigma} + h_{fg} S_L$$

where λ_{eff} is effective thermal conductivity:

$$\lambda_{\text{eff}} = -2\lambda_s + \frac{1}{\frac{\varepsilon}{2\lambda_s + \lambda_f} + \frac{1-\varepsilon}{3\lambda_s}}$$

這些方程式都不是我們發明的，但是我們把它們應用

到燃料電池中並以數值方法求解。可以求得燃料電池內之傳輸現象（圖 4.11）。

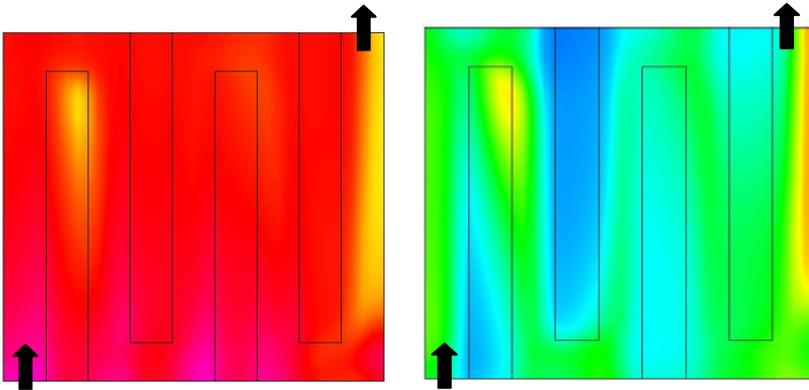


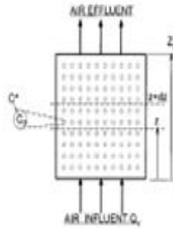
圖 4.11 模擬研究舉隅：燃料電池傳輸現象的模擬研究。

理論研究

理論研究是天才的工作。理論研究需要紮實的學理基礎，包括各種已證實的物理定律及數學訓練根底，然後根據所有已知限制下針對特定的程序無中生有地發展一個理論模型。要注意無中生有並非胡思亂想，理論模型的所有部份都必須是有憑有據，而沒有驗證的部份都必須設法證明為真。所以理論研究跟畫漫畫不同，從寶物袋中隨手拿出時光機的情節只有在漫畫中才會出現。

理論工作極難成功，比方說諾貝爾物理獎得主中理論家不超過十分之一，這是因為自然界的現象太複雜。如最簡單的甲烷燃燒可能就包含數百個化學步驟，而你剛喝一口水裡面就有 6×10^{23} 個分子，我們要精確描述你如何喝一口水都是不可能的，更何況你還想推導出摧毀南亞的大海嘯模型。所以我們需要極強的物理直覺以直接抓到系統中最重要點，並就那些點來建立模型，其他部分都加以忽略以簡化數學複雜度，這樣做出來的東西才能夠用。要不然要把東西通通都塞進去，模型很大，但是沒有人可以用，要 keep it simple and stupid，否則這個東西便沒有意義(圖 4.12)。

VOCs and semi-VOC in intermittently aerated reactor



$$A_G \frac{\partial C_G}{\partial t} + \frac{\partial(Q_G C_G)}{\partial z} = K_L a(1-\varepsilon)A(C_L - C^*)$$

$$-\frac{dC_L}{dt} = \frac{1}{Z_a} \int_0^{Z_a} K_L a(C_L - C^*) dz + (K_L a)\varepsilon(C_L - C_s)$$

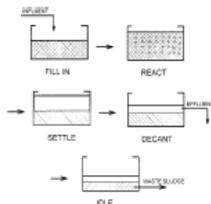


Figure 1. Schematic drawing of an SBR cycle.

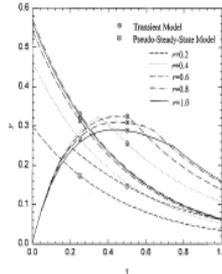


Figure 3. Transient response of y at five axial locations: $K_1 = 2$, $K_2 = 2$, $K_3 = 0.9$, $K_4 = 2.3$.

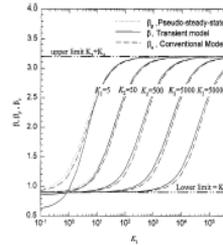


Figure 6. Comparison of the exponents β (eq 18), β (eq 21a), and β (eq 21b) for different models.

NTU

圖 4.12 理論研究舉隅：SBR 反應器中 VOC 之脫除模型。

模型最大的功能是可以進行「預測」，模型可以外插，預測整個系統在沒有實驗數據的區域會如何變動，因此這個層級是比較高的。模型一定要跟實驗結果比較，若實驗證明模型預測是錯誤的，那麼這個模型就必需修正，甚至作廢。所以在歷史的長河中處處堆滿了死模型的殘骸。

舉例來說：這是一個液滴濕潤表面的理論及實驗

比較(圖 4.13)，我們可以發現理論解（註：兩個理論分別以實線及虛線表示。）在 $n < 1$ 時虛線代表的理論解可以描述實驗結果，但在 $n > 1$ 時理論解和實驗值之偏差就逐漸拉大，因此理論需要針對 $n > 1$ 部份進行修正。

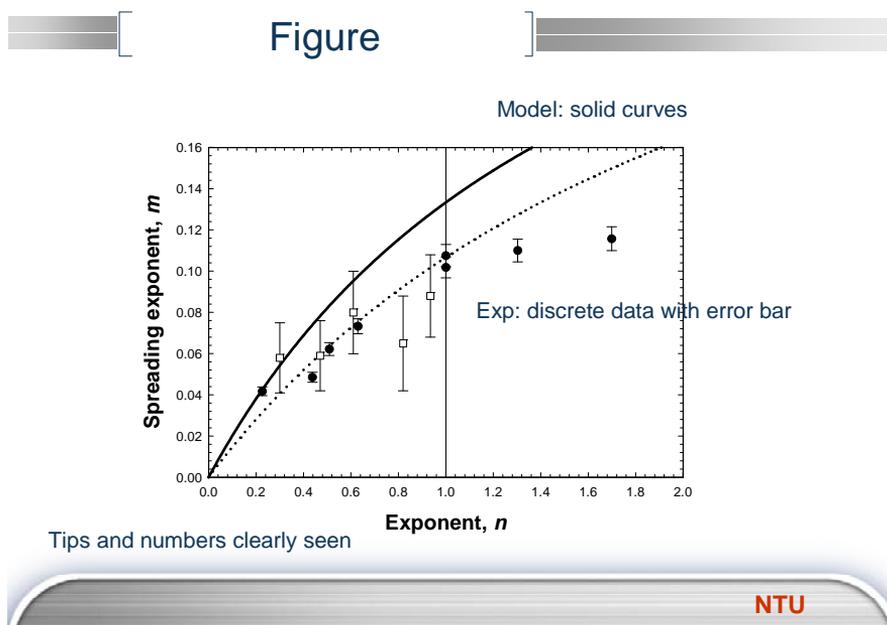


圖 4.13 理論與實驗之比較。液滴表面濕潤研究。理論以實線及虛線表示。

因此研究方法可分三種：實驗、模擬、理論。碩士班學生最少必須三選一才能畢業，而我的博士班學生必須三種方法都要嘗試，否則畢業出去後做實驗的輕視理論，而做理論的一輩子不敢碰實驗。

做研究除了要蒐集資料外，還必須要有想法，然後適時的問 What's wrong? What's new? Why? Why not? 如果失敗的話，就重新再來，過程就是這樣。研究進行中必須隨時和老闆確認自己方向及結果對不對。要記得，指導教授是老闆也是神。

生存指南 7：發表研究成果

發表文章的目的是把有價值的科學研究成果通知整個研究社群，如果沒有有價值的科學研究成果就不值得發表任何文章。（註：那各位也就沒有辦法畢業。）研究人員有義務與其他研究人員分享科學研究成果，這是一種義務。

「為什麼要發表呢？因為如果沒有發表等於沒有做過」。這句話聽起來很殘忍，但是像早年姜子牙躲在河邊釣魚，大家還請他去做宰相的情形現在已經不太可能了。因為現在的資訊量太大了，一個跑步第一名的人，全世界可能有一千人跟他差距在零點一秒以內，所以厲害的人太多了，所以如果我們沒有發表成果，那麼基本上你的工作就白做了。所以我們必須要很容易地讓別人知道並希望大家利用我們的成果。

Gene Fowler 說：「寫作很容易，你做的事情就是坐在那裡看著一張白紙，直到你的血從你的額頭上滴下來。」；Zinsser W 在他的書『On Writing Well』中說：「寫作是很困難的… 如果你發現寫作很難，那是因為它真的很難，寫作是人類所做最困難的事情是之一」。很多人覺得寫文章和生孩子的過程差不多，文章寫出來就

像把孩子生出來一樣，文章寫出來後投稿、校稿及印出後被質疑的過程就像養孩子一樣。

發表成果的極重要功能是讓成果接受全世界的檢視。同行的挑戰是科學進步最重要的動力。這個檢視系統就是要懷疑別人不正確，然後懷疑與再驗證才使結果更接近真理。（註：這是假設真理真的存在下的推論。）。

所以你要開心地嘗試寫自己的論文，及客觀地檢視別人對論文的批評。不要覺得別人懷疑你或挑戰你是在找你麻煩，其實這是一個必要的程序，就是希望你的結果更接近真實。

生存指南 8：效率研究

最沒有效率的研究生生活如下：上午十一點左右到研究室，大家聚在一起罵罵老闆再一起去吃中飯，然後下午去打打球，再一起去吃個晚餐，然後開心的回家，一天又過了，這樣的模式連續過了兩年，生產力=0，在機械的角度上他沒有可用的功（available work），他只是生產熱力學熵（entropy）。

所謂「效率」就是「不要將時間花在不重要的事情上（圖 4.14）。到目前為止，我只有三個博士生畢業，第一個學生畢業時發表了 41 篇 SCI 論文，第二個學生發表了 29 篇，第三個學生發表了 63 篇，我研究室的學生一向不多，但是每個人都蠻有效率的，且投稿的期刊也不差，像第三個學生有 3 篇 Environmental Science & Technology 及 11 篇 Water Research 論文，發表文章的引用率也不錯。這些學生的共同特色是非常有效率，基本上應該沒有浪費什麼時間罵我，因為他們沒空。這些學生幾乎都同時進行好幾個平行研究，預約使用各種公共測試設備以便在同一天能同時完成各項樣品檢測，他們想要全部的東西，他們逼我寫文章，而三個博士生平均花三年半畢業獲得博士學位。因此我定義：「效率」就是時間短、

研究成果豐碩、發表文章多。

其實大家都做得到，只是自己要不要而已。同學會問：「那我的休閒活動呢」？我說：「研究生基本上沒有所謂休閒活動這種東西」。有一次我的一個博士生要投稿一篇文章，眼看時間就要來不及了，因此他在研究室裡做實驗而我在家裡寫文章，博士生每得到一個數據就打電話給我，等到凌晨三點數據完全補全後文章就投出去了，這就是「效率研究」的體現。

[Guide 8: Efficiency]

Don't waste your time on unimportant works!

I learned long ago, never to wrestle with a pig, you get dirty; and besides, the pig likes it.

George Bernard Shaw (1856-1950)

NTU

圖 4.14 效率之定義。

「效率研究」不是不吃不睡，而是不要浪費時間。
比方說：你要畢業，要求職，老闆也許真的很可恨，
但罵老闆對你沒有好處，要注意工程師絕不做沒用的
事，你要我罵你，我還嫌煩呢！因為罵你對我沒有好
處啊！這就是工程師和科學家不同的地方：工程師不
做沒用的事，所以工程師才有用，所以人類才會進步，
人類進步後才能供養科學家、藝術大師等來美化我們
的生活。

生存指南 9：克服研究低潮

如果你發現做實驗堵住了，文章寫不出來了，培養進行了三個月忽然停電全部的菌都報銷了，這些都是正常的。說實話，到目前為止我還未看過任何研究生的研究過程是一帆風順的。因為研究是在探討這個世界上還不存在的知識，所以猜測錯誤是正常的，我常跟學生說：「你做實驗做 20 次就做成功，你就要躲在棉被裡偷笑；做 5 次就成功，就要去校門口大笑；一次就做出來一沒聽說過！」即使試出來了，我也不相信，因為一次就做成功的機率是微乎其微。但是大部分的同學做一次失敗就失望了；失敗兩次就徹底沮喪；三次以上就放棄了，然後就開始罵老闆。其實做任何事都是失敗遠比成功多，成功的人常常失敗，只是拿出來講的都是成功的部份而已。實情是：你問大自然問題問得聰明就容易有答案；問得笨，可能就得問很久了。但是一個堅持不放棄的「浸醬油」過程就是成果的充分條件。

研究進展的變化是相當大的，有時候一個突破“啣”所有的結果就都出來了。有一位教授的小孩在 Cal Tech 念博士，今年是第七年，前面六年什麼成果都沒有，但他相信自己的猜測是對的，堅持嘗試下去，在

第七年有了突破，寫了一篇論文發表在 NATURE GENETICS 上。我相信後面的成果絕大部份要歸功於前面「浸醬油」的失敗過程。

因為研究過程很難一帆風順，因此研究要比你想像中花更多的時間。甄試時曾碰到一位學生說他進研究所第一年修課，第二年頭三個月要唸好英文，4~6 個月搞好人際關係，7~9 個月做實驗，最後三個月寫論文畢業。這位學生把研究想得太簡單順利了，但年輕人太老氣也不好，只是重點是當發現理想與現實差距時不懷憂喪志即可。

再提醒一次，有問題永遠第一個問你老闆，千萬不要去問別人的老闆，那是一個極大的冒犯。除此之外，不放棄，不生氣，協調研究變成自己每天生活（包含家庭）的一部份。如果真的堵住了，就到校園走一走，看看花草樹木，把情境轉換一下，回到崗位後再繼續下去（圖 4.15）。



圖 4.15 到校園走一走，看看花草樹木，轉換情境。

生存指南 10：成為學者

假如你有志於學問，想當一個「學者」，你必須先釐清一個常見的錯誤觀念：認為現在在外面不景氣，減薪、放無薪假，而學者每天只需念幾小時書、動動嘴、就可以賺進可觀薪水，「學者真是一個輕鬆又高收入的工作。」。其實這是一個天大的誤會，因為當學者是在探討這個世界上還不存在的知識，是在偷窺「神」的世界，所以絕大部份的工作是寂寞而漫長的，同事和我常嘆息說教授真是一份工時長、時薪低的工作。

那麼為什麼還有人要當學者呢？一位教授說：「因為研究可以很好玩，所以我們才能忍受這過程的痛苦」，你第一次看到自己成功實驗結果的雀躍，你第一次上台對一群外國人順利發表自己研究心得的興奮，你第一次看到自己名字成為鉛字印在學術期刊上的滿足，這些就是唯一的報酬。（註：假如你看到你的研究成果不會興奮，那你就真的不適合做研究。研究人員只佔各行各業人員總數千分之二左右，所以研究生活絕不是一般人過的生活。）。研究是一條寂寞而漫長的道路，而且絕大部份時間都是自得其樂而已。

獲得博士學位其實只是另一個旅程的開始。假如

你有志當一個學者，你必須注意：只要想要，任何人都可以輕易由網路取得你的所有學經歷跟發表資料。我常跟學生說：「你說服我是沒有用的，因為外面的批評者是不會輕易讓你過關的。」。

結語

如果你哪一科念得比較很好，其實那一科的精神和它的觀念就滲入到你的骨髓裡去了，不是嗎？你如果能適應研究室的要求與生活，你就會變成合格的學者，也就是一個好人！而且是一個適應力很強的好人！大約十年前，我一年拿一百萬的研究經費，學生花光光；現在我一年拿一千多萬的研究經費，學生還是花光光，有時我還真不能理解這其中的奧妙處在那裡。但是研究室是一個你人生旅途中最後一個可以做錯事不用負責也不要求回報的驛站，學生有緣能有成為自己「學術上的孩子」(academic sons)，看他們在研究室裡成長改變，看他們成為主動學習者，主動合作者，而且是主動推銷員後成家立業，努力地生活著，真的跟養大自己的孩子一樣快樂。

最後提醒你做什麼事情都要趁早，等你老眼昏花、體力不濟的時候做什麼事情都不行了。記得拿學位要趁早、結婚要趁早、生孩子要趁早，很多人都說：「還早、還早，不想那麼早。」錯！後面是體力的問題——動不了了。所以各位要加油，並祝大家順利！

第五講：如何當老闆？ 老闆如何當？
★ 與年輕博士談天

「故知勝有五：
知可以戰與不可以戰者勝，
識眾寡之用者勝，
上下衝欲者勝，
以虞待不虞者勝，
將能而君不禦者勝。」

《孫子·謀攻第三》

與年輕博士談如何當老闆

這裡指的「當老闆」是擔任助理指導教授及研究室負責人的意思。

在這一講中我假設你是一個擁有博士學位、剛拿到助理教授職位的年輕人。我假設你知道研究的流程，知道發表的重要，體力充沛可以連續熬三天夜都沒問題，也許寫過計畫書但並未真正自己獨立執行過一個計畫，也許你剛收了兩個碩士班新生正想找好題目給他們做，也許你正想要這些菜鳥先好好讀讀本書的第四講以趕快進入狀況。

選擇課題

當你站在學術生涯起點上時，你先必須決定自己的方向。當然你應該選擇你感興趣的課題，不論如何做不感興趣的題目是一件痛苦的事。但在可能的範圍內選擇課題的考量重點是「效率（How fast you can do?）及效能（How good you can do?）」。你花一百分鐘唸完書考一百分，是有效能但沒有效率；花一分鐘看完書考了十分，是有效率但沒有效能；現在要求是一分鐘唸書考一百分，要又快又完美，所以選擇研究課題必須能產生出「又快又好、又驚又喜」的論文。

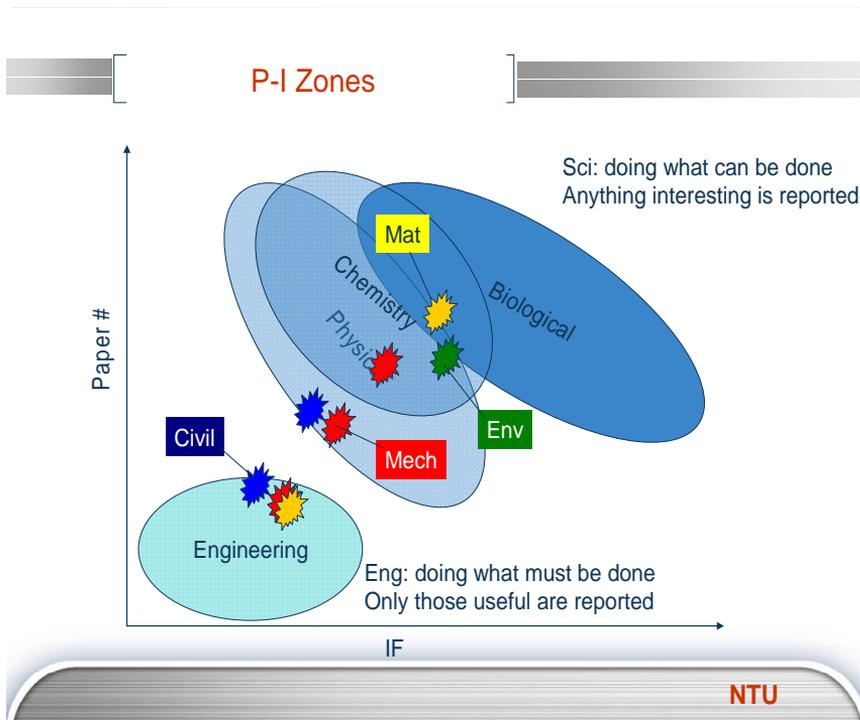


圖 5.1 科學期刊的論文數—影響因子示意圖。

圖 5.1 是科學期刊的 PI 示意圖。一般來說工程期刊在左下方這一帶，是論文少、影響因子低的族群。如果你想要影響因子高、發表快的，你要往生物、物理、化學這邊走，像材料科學現在都往化學那邊靠過去，強調功能性奈米材料，所以有些期刊影響因子都到已經破十了。如果你今天在做混凝土研究，那差不多零點五就到頂了！混凝土、鋼筋也叫材料，如果這材料是奈米尺寸，影響因子可以破十，裡面再加一點抗癌的藥物，那就變成破二十了，課題選擇決定後面

論文產出的命運，相差很大。當然這是不對的，但是現在是生存問題，我有一個朋友在四川，連續發表十幾篇都是七點零、八點零、十五點多的期刊論文後，現在炙手可熱，大家都搶著想挖他角。所以發表可以改變人生。

課題上當然可以也應該延續進行原本博士論文領域的研究，但也應該要試試一些很瘋狂的主意，而且千萬不要以為拿到博士、當了助理教授就不必自己做實驗，現在很多學校都會要求助理教授幾年內要升上去，所以升等的時間壓力是在你身上，不在別人身上，要親力親為。

同時要注意的是你現在是一個獨立的研究人員，應該不要再跟自己的指導教授有太多牽扯了，你已經自己當老闆了！獨立的研究人員應該要能夠獨立進行並完成一件研究。有人會說，我剛畢業出去什麼都沒有啊，跟我老闆合作可以很快地開始做研究，繼續發表！這當然可以，但是升等時可能會出問題，或升等上去了但是拿不到任何獎項。

研究經費

你現在是一個獨立的研究人員，應該自己找錢了。一般做研究要由儉入奢，有一位生化方面的教授在剛起步時先做電腦模擬計算生物反應器的動態行為(十萬元級)，有了些基礎後開始買現成的蛋白質混合再進行分離(百萬元級)，資歷較深了後再自行養菌生產蛋白質(千萬元級)。一開始就要到大錢是不切實際的想法。

Money \$\$\$

單位：百萬元

機關別	89年	90年	91年	92年	93年	94年	95年
國家科學委員會	17,424	18,709	22,050	21,384	23,051	25,773	28,226
國家科學技術發展基金管理委員會 (跨部會署科技計畫部分)	---	---	---	3,126	3,232	3,447	3,483
行政院	---	---	---	---	---	---	43
經濟部	19,478	19,990	20,960	22,685	24,735	23,318	25,883
中央研究院	4,164	4,481	4,728	5,843	6,592	7,402	8,531
農業委員會	1,933	3,292	3,132	3,197	3,556	3,707	3,995
衛生署	1,529	2,382	2,651	2,832	3,146	3,609	4,215
原子能委員會	700	713	735	646	718	936	827
教育部	1,023	1,063	943	774	725	852	839
交通部	436	595	566	672	726	693	711
內政部	171	184	164	197	239	232	270
勞工委員會	142	132	135	144	137	171	184
國立故宮博物院	---	22	31	36	103	107	105
環境保護署	53	49	51	59	82	78	55
公共工程委員會	30	53	62	55	46	35	31

圖 5.2 全國研究經費分佈圖。

(註：我各人的經驗是盡量先不要碰生物，若碰生物盡量不要碰 DNA，碰 DNA 盡量不要碰人體。DNA 毒性測量的 kit 一片約 4—5 萬元，可能只剛夠測一個數據點，數據還不見得能用，做這種研究花錢比喝水還快。)

錢從哪裡來？不含國防部分，全國一年研究經費大概是六百多億，其中國科會大概是兩百多億、經濟部大概是兩百五十億，兩者就佔了百分之七十，中研院經費大概是八十五億左右，教育部八億，環保署只有五千多萬(圖 5.2)。

國科會工程處經費一年大概是五十億，包括航太、機械、熱流、金屬、陶瓷、高分子纖維、化學工程等等學門。每個學門活躍的研究人員大約是三百到八百之間。學門有所謂優先領域，每一年不一樣。國家型計畫重點研究包括生態工法、替代能源、自由軟體、LCD TV 設備、材料及關鍵零組件技術、半導體白光照明等。

寫計畫書 (proposal) 是一件非常重要的事，要怎麼寫一個計畫書讓別人贊助你，讓你做你提出的事情，其實是需要技巧的。美國國家科學委員會網站中有教你如何寫計畫書 (<http://www.nsf.gov/pubs/2004/nsf04016/start.htm>)，建議大家下載看看。裡面有寫計畫書前和之後該注意哪些要點，一個好的計畫書應該有一個清楚的想法，要完成的目標，及應如何做，只要審查人覺得你的目的及邏輯清楚，通常就加了很多分。

每年請更新你的國科會個人資料網，更新代表這個人還存在。異動五年內著作、專利、產業服務，上傳代表性文章，並更新別人引用你文章統計等等資料，這些東西會在審查的時候占相當重的分數，要小心這個事情。然後由你的個人資料網申請，目前所有政府標案都跟 GRB 聯網，所以要小心不要「一標多投」。

申請後國科會會將你的申請書合併成一個 pdf 檔，首頁上有你的基本資料(圖 5.3)，接下來有摘要、背景說明(圖 5.4 及圖 5.5)、研究方法(圖 5.6 及圖 5.7)及預期成果等等。

行政院國家科學委員會專題研究計畫申請書

一、基本資料：		申請號碼：94WFA0100993			
本申請案所需經費(單選)	A類(研究主持費及執行計畫所需經費)				
計畫類別(單選)	一般型研究計畫				
研究類別	類別型計畫				
計畫歸屬	工程處				
申請機構/系所(單位)	國立臺灣大學化學工程系暨研究所				
本計畫主持人姓名	李萬中	職稱	教授	身分證號碼	*****299
本計畫名稱	中文	厭氧消化之水解抑制-ADM1 模式修正			
	英文	Hydrolysis Inhibition of Anaerobic Digestion: Modification of ADM1			
整合型總計畫名稱					
整合型總計畫主持人				身分證號碼	
全程執行期限	自民國 95 年 08 月 01 日起至民國 98 年 07 月 31 日				
研究學門(請參考本申請書所附之學門專長分類表填寫)	學門代碼	名稱(如為其他類,請自行填寫學門)			
	ED	環境工程			
研究性質	應用研究				
本年度申請主持國科會各類研究計畫(含預核案)共 3 件。(共同主持之計畫不予計入) 本件在本年度所申請之計畫中優先順序(不得重複)為第 2 。					
本計畫是否為國際合作計畫: 否					
本計畫是否申請海洋研究船: 否					
本計畫是否有進行下列實驗:(勾選下列任一項,須附相關實驗之同意文件)					
計畫連絡人	姓名: 李萬中 電話:(公) 02-23625632 (宅/手機) (02)28331347				
通訊地址	台北万巒路四段1號				
傳真號碼	02-23623040	E-MAIL:	dlee@ntu.edu.tw		

申請人簽章:

單位系所主管簽章:

執行機關簽章:

表 C001

計畫主持人: 李萬中

申請號碼編號: 94WFA0100993

共 1 頁

第 1 頁

圖 5.3 國科會計畫申請書合併檔首頁。

十二、研究計畫內容：

(二) 研究計畫之背景及目的。請詳述本研究計畫之背景、目的、重要性及國內外有關本計畫之研究情況、重要參考文獻之評述等。本計畫如為整合型研究計畫之子計畫，請就以上各點分別述明與其他子計畫之相關性。

厭氧消化是易降解有機廢棄物減量化和資源化的有效手段 (Mata-Alvarez, 2002; Edelman, 2000)。厭氧消化分成水解、酸化、乙酸化和甲烷化四階段，其中水解被認為是顆粒態有機物厭氧消化的主要速率限制步驟 (Mata-Alvarez, 2000; Finney and Evan, 1975)。由於水解是在酸化細菌 (或稱為發酵細菌) 分泌的胞外水解酶催化作用，因此水解與發酵細菌的生理代謝活動密不可分，即只要是由微生物活動引起的水解，其水解過程必然伴隨著酸化產物的形成，包括乙酸、丙酸、丁酸、乳酸、乙醇均可能不同發酵條件下的主要酸化產物 (Cohen et al., 1979; Traverso et al., 2000; Zoetemeyer et al., 1982a; Zoetemeyer et al., 1982b; Horiuchi et al., 2002; Lata et al., 2002)。酸化產物的形成過程又導致 pH 變化，如主要的酸化產物乙酸和乳酸在 25°C 時的 pKa 值分別為 4.74 和 3.86。

過高或過低的 pH 值對微生物均是不利的，表現在：(1) 引起微生物體表面的電荷改變，進而影響微生物對營養物的吸收；(2) 改變發酵液中有機化合物的離子化程度，影響化合物滲入細胞之容易程度；(3) 酶只有在最適 pH 值時才能發揮其最大活性；(4) 過高或過低的 pH 值都降低微生物對高溫的抵抗能力。因此 pH 值會影響微生物的生理生化活動，從而影響胞外水解酶的合成和作用，進而表現在顆粒態有機物水解過程的變化。

圖 5.4 國科會計畫申請書背景說明 (一)。

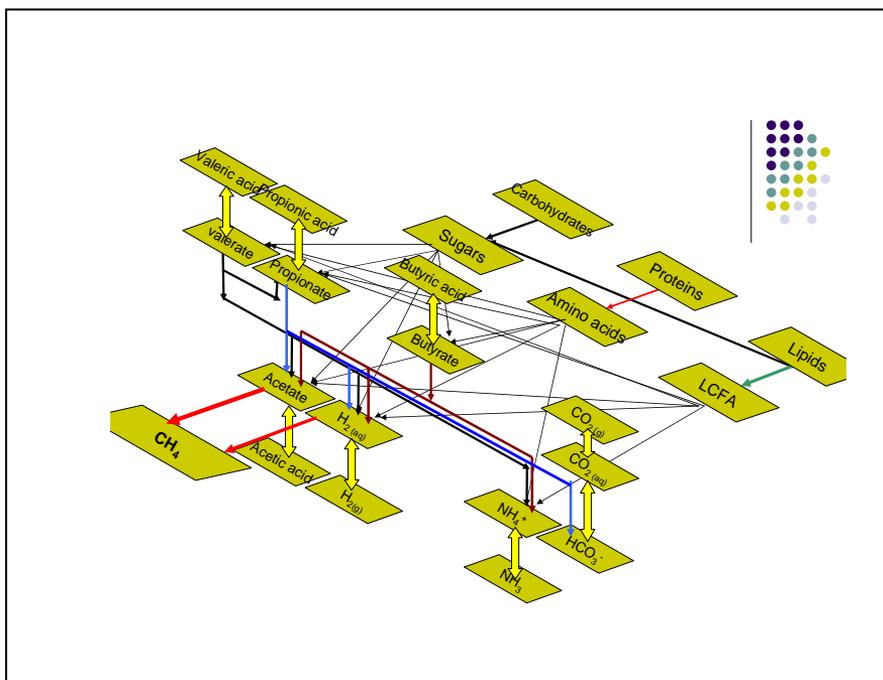


Figure 2 IWA ADM1 模型其內部包含之動力學架構模型

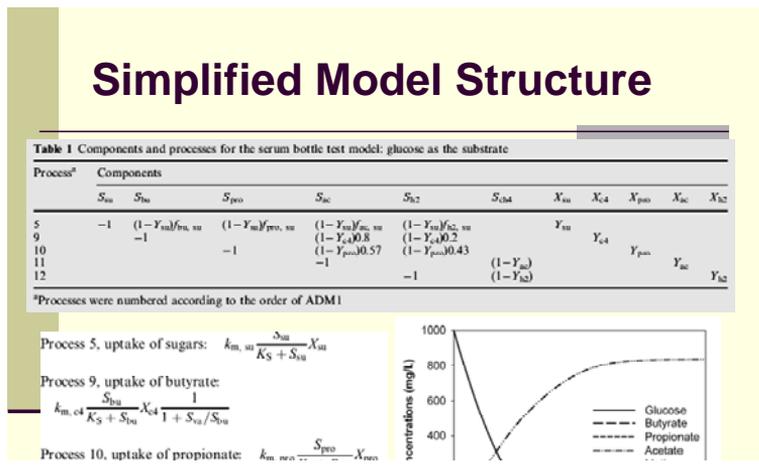


圖 5.5 國科會計畫申請書背景說明 (二)。

Parameters	Analytical Methods
pH	pH/ORP/Temp (OAKION, USA)
ORP	pH/ORP/Temp (OAKION, USA)
α -amylase activity	Bernfold method (Stellmach, 1988). α -澱粉酶從澱粉中分解出還原官能團，這些官能團與二硝基水楊酸作用後形成一個有色的錯合物，在 540nm 有最大吸收峰。
Proteinase activity	Amano method (Stellmach, 1988). 蛋白水解酶能催化蛋白質的肽鍵水解，生成游離氨基酸。氨基酸中包括含酚基的氨基酸。Amano method 採用福林-酚試劑 (Folin)，在鹼性條件下易被酚基化合物還原形成鎢藍和鉬藍，使蛋白質水解酶產物中含酚基的氨基酸生成藍色物質。藍色的深淺程度(650nm 吸光測定)可以推知氨基酸的量，從而得到酶活性。
maltose	Bernfold method (Stellmach, 1988). 還原官能團與二硝基水楊酸作用後形成有色錯合物，在 540nm 分光光度法測定。
L-tyrosine	Amano method (Stellmach, 1988). 利用福林-酚試劑 (Folin) 在 650nm 分光光度法測定含酚基的氨基酸。
TOC*	TN _b /TC multi N/C 3000 Analyzer (Analytik Jena AG)
COD*	標準重鉻酸鉀法
TN	TN _b /TC multi N/C 3000 Analyzer (Analytik Jena AG)
TS	70 °C, 48hr
VS	550 °C, 6hr
C, H, N, S	LECO CHNS-932, LECO Ltd. USA
Alcohols (including methanol, ethanol, propanol, butanol)	GC102 gas chromatography equipped with flame ionization detector and a Φ 5mm \times 3000mm stainless-steel column packed with Porapack Q (60/80mesh). The operational temperatures of the injection port, the column, and the flame ionization detector were 200, 145, and 230 °C, respectively. He was used as the carrier gas at a flow rate of 15 ml min ⁻¹ .

圖 5.6 國科會計畫研究方法說明 (一)。

Models	Expressions	Nomenclature	Reference
Chemical first order	$-\frac{dS}{dt} = kS$	不考慮微生物影響，純粹是經驗公式，因為形式簡單，是應用最廣泛模型。	Eastman and Ferguson (1981)
Biological first order	$-\frac{dS}{dt} = k_H SB$	B =biomass conc; k_H =specific rate constant	Valentini (1997) Terashima and Lin(2000)
Half order biomass kinetics	$\frac{dS}{dt} = -k_H SB^{0.5}$	微生物濃度的方根與底物對微生物的相對可利用性有關：若微生物的濃度很低，則微生物可以到達底物表面並降解之；若微生物濃度較高，則部分微生物不能接觸底物，從而導致比降解速率。	Rozzi and Verstraete(1981)
A order biomass kinetic equation	$\frac{dS}{dt} = -k_H SX^A$	$A=0 \rightarrow$ the equation corresponds to a first order rate; $A=1 \rightarrow$ biological first order equation; $A=0.5 \rightarrow$ Rozzi kinetic relationship	Valentini et al.(1997)
Michaelis-Menten equation	$\frac{dS}{dt} = -q_{\max} \frac{S}{K_S + S} X$	濃度不斷增加時，存在一個飽和濃度，使得酶促反應速度並不隨底物濃度的上升而繼續上升。是應用最廣泛的酶動力學公式。Valentini et al.(1997)認為若將米門公式應用於複雜的酶/微生物系統是不太合適的	Michaelis-Menten kinetics(1913)
Monod	$-\frac{dS}{dt} = \frac{\mu_{\max} S}{Y(K_S + S)} B$	Ghosh and Klass(1978)和 Lin(1991)建議用兩個 Monod 公式區分不可降解、易降解和難降解的部分而 Hobson(1983) 則假設水解兩類速率不同微生物。	Monod (1949)

圖 5.7 國科會計畫研究方法說明 (二)。

要注意審查時不同年資申請人的配分是不同的
(表 5.1)，如年輕助理教授為：

主持人業績 (20%)；
計畫價值與意義 (40%)；
計畫可行性 (40%)。

五年以上研究人員則為：

主持人業績 (30%)；
計畫價值與意義 (45%)；
計畫可行性 (25%)。

表 5.1 98 年度工程處專題研究計畫審查配分表。

	主持人 部分	計畫部份	
		價值與意義	可行性
任職五年以上之 一般研究人員	30%	45%	25%
任職五年以內之 新進研究人員	25%	40%	35%
任職一年以內之 新進研究人員	20%	40%	40%

因此年輕助理教授雖然沒有業績，但只要計畫具
創新性，寫作條理清楚，研究方法具體可行，未必不
能幹掉大教授 (表 5.2)。

表 5.2 98 年度工程處專題研究計畫審查重點。

項目	審查重點
主持人部分	主持人是否勝任本計畫？(專長過去研究經驗及發表成果等)
計畫價值與意義	是否具有學術或技術上之創新性？對國內科技或產業發展之貢獻為何？對前瞻科技人才或技術研發人才培育之貢獻如何？
計畫可行性	計畫書撰寫是否具體詳細？研究方法及步驟之可行性？文獻收集之完備性？對國內外該研究領域現況之瞭解程度？人力任務編組及工作項目分配之合理性？計畫執行期限之合理性及預期成果之明確性？

目前大部分老師的計畫書寫得比十年前要好得多，而且越有名的教授計畫書寫得越厚越完整。去年審到一件出國開會案申請書就有一百九十九頁之多，這些有名教授人多錢多，每一本東西都這麼厚、論文又多、內容又詳細，每一步驟都寫得清清楚楚。這些有名教授自然可以拿到計畫，排擠新人。

還好因為審查委員審查資深老師是看過去五年發表；而對於資淺老師他們注意的是內容部分，年輕人什麼都沒有，就只有年輕跟精力，所以你必須花時間用心把計畫書寫得比有名教授更好，不能抱持著馬虎的心態隨意交差，畢竟你的對手都是沙場老將，新進

人員要特別下工夫。

提計畫跟著重點研究走會比較容易通過，另外是可以寫得非常詳細，幾個燒杯幾個藥勺多少錢列得清清楚楚，讓審查人砍不下去，這也是一個比較容易拿到錢的策略。

你寫完計畫書後可以請一位較資深的同仁幫你讀一讀，然後檢查裡面是否有錯誤，尤其是非專業的錯誤，比方說格式不統一、字體大小不同等，既使再專業也會讓人不相信你的數據，專業的人要有專業的樣子。

計畫審查後分數在及格線上的計畫就會得到支持。工程處 97 年共補助 6,676 件計畫，一般來講平均每位教授會有一件計畫，每個計畫平均是八十二萬元左右，這是一個很重要的經費來源。（註：我博士班畢業時國科會的補助通過率號稱有百分之九十，基本上不是交出一張白紙都可以拿得到經費，現在國科會通過率只剩下百分之五十左右，所以有些老師拿不到補助。）以 97 年環工學門為例，在有 512 申請案，預核 61 件，共 573 件，如果今年通過百分之五十，是 $(512+61) \times 50\% - 61 = 226$ ，也就是通過 226 件。

其實國科會盡力鼓勵新進研究人員拿計畫，工程處 97 年共資助 3,785 位教授、2,320 位副教授、及 2,392 位助理教授，助理教授人數佔 28%。每個新進研究人員要好好珍惜這個計畫，儘快出東西。

沒有資源要如何做研究？

我年畢業後的第一份工作是在當時甫成立的元智工學院化工系擔任副教授。遠東紡織集團為了紀念徐有庠創辦人的父親徐元智先生而獨資成立元智工學院，初期有五個系、150 個學生，充滿了理想及衝勁。

剛加入元智時我有一間 30 坪的空實驗室、一個研究生、及滿腦子的想法，但是沒有其他資源可用（註：國科會那時還沒有新進研究計畫，遠東紡織支持產學計畫，元智也有內部的研究計畫，不過一切得等半年到一年。）。我可以叫研究生先修課，等第二年有錢了再說，也可以抓緊時間做一點是一點。

元智化工系那時為了教學已經有一個大一普通化學實驗室，裡面有一些常見的化學藥品、恆溫水槽、攪拌器、一個導電度儀、一個顯微鏡、一個烘箱、兩隻定量吸注器（pipettees）及兩個冰箱，我家裡有一台攝影機、及錄放影機，學校配給我兩台個人電腦，並允許我在沒有實驗課時可以使用普通化學實驗室的設備。另外我有一個高速電腦中心的帳號，可以自己寫程式做一些大型計算。我想現在不論在那個學校新進的助理教授應該都比我當時富裕吧！

我的博士研究主要是「沸騰熱傳」(Boiling heat transfer)，主要應用在核能安全方面。在加入元智前有一位資深教授跟我說：「你是台灣本土博士，出去以後不要再做跟過去類似的研究了，別人會認為那些都是你老闆的想法。你要自己試一些不同的。」。所以我先在圖書館裡待了一個月，把最近的論文翻一翻，尤其是讀一些回顧文章，看有什麼可能可以做、而且和博士論文毫無關係的題目。結果當時選了以下八個題目：

1. 有機溶劑對離子型界面活性劑臨界微胞濃度 (CMC) 的影響
2. 旋窯 (rotary kiln) 焚化爐中之輻射熱傳
3. 太陽池 (solar pond) 中之雙對流現象
4. 水溶液巨觀 (macromixing) 及微觀 (micromixing) 混合
5. 細胞內之水份分佈
6. 生物絮聚體之多重碎形 (multifractal) 分析
7. 毛細吸引裝置 (capillary suction apparatus) 中之擴散
8. 非線性動力系統中之擬態 (metastable) 穩定性

看看手邊有的資源，決定把第一個學生丟進第一個題目，用了普化實驗室的恆溫水槽、攪拌器、導電度儀、及定量吸注器。實驗蠻簡單但是需要耐心，每次把定量離子型界面活性劑加入有機溶劑的水溶液中然後看穩定的導電度即可。因為由此我們找出了有機溶劑及界面活性劑的焓—熵對消關係，論文發表在 Colloid and Polymer Science(影響因子 1.620)中(圖 5.8)，被引用共 45 次，而實驗花費約一萬元。

CMC work

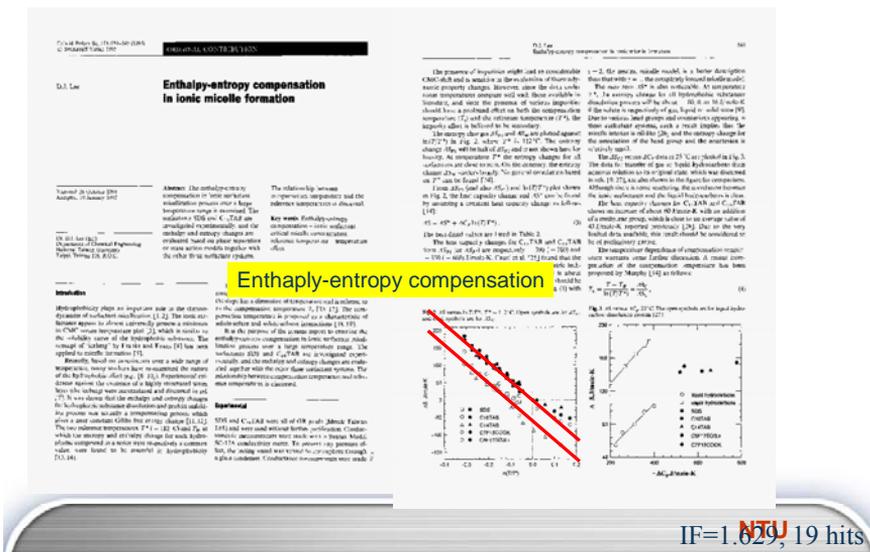


圖 5.8 沒有資源做研究釋例 (一): 有機溶劑對離子型界面活性劑臨界微胞濃度 (CMC) 的影響。

再看看手邊還剩下的資源，就把第二個學生放進毛細吸引裝置之擴散研究中。這個實驗基本上就是一個透明壓克力板上有一張濾紙，由上面打光後以錄影機由下往上拍兼錄音，學生讓濾紙吸收泥漿水份然後觀察界面的運動，可以一面拍一面錄音說幾秒幾分的時候發生了什麼事情，然後把錄影帶反覆看把濕潤半徑跟時間關係找出來。過去的研究都認為濾紙裡是飽和的，但我們的結果證明這裡面是非飽和的。我們把非飽和理論做了一下分析。這個研究用了自有的攝影機及錄放影機及價值 150 元的壓克力板，結果發表在三篇 *Industrial & Engineering Chemistry Research*(影響因子 1.749)系列文章中，(圖 5.9)目前共被引用 89 次。

Free-settling work

圖 5.11 沒有資源做研究釋例 (四)：生物絮聚體之碎形分析。

還看看手邊有的資源，就同時再進行水溶液巨觀混合研究，基本上就是寫一個 FORTRAN 程式在 HP cluster 中同時解 32,000 個聯立高度非線性方程式，分析混合與反應動力之間的交互作用。論文發表在 Chemical Engineering Science (影響因子 1.775) 及 Journal of Physical Chemistry (影響因子 2.918) 中，被引用共 51 次 (圖 5.12)，而花費為 0 元。

不過也因此我覺得沒有錢不是問題，問題是肯不肯花時間找出「可做」的研究。我相信如果肯花時間、有用心、肯嘗試，那就會有東西，這是我自己的經驗。

全心投入

李昌鈺博士曾分析每個人每年都是八千七百六十個小時，美國人平均一年吃喝一千零九十五個小時，家庭時間七百三十個小時，睡覺三千兩百八十五個小時，無所事事看電視兩千零七十五個小時，工作一千四百六十個小時；李博士一天也是八千七百六十個小時，但他吃喝時間只有上述的一半，家庭時間不變，睡覺少睡三分之一，完全沒有無所事事，於是他工作時間是他同僚的三倍。

李博士的生活中沒有「無所事事」這一塊，當你很忙很忙的時候，你不會有空無所事事。印象中我一直到博士論文結束時都還沒有用到百分之五十的精力，還有另外百分之五十不知道在幹嘛，而最近幾年已經是百分之百啦，也就是已經完全滿載，每天從睜眼就一直工作到閉眼。

在第四講中曾提到研究生不要將時間花在不重要的事情上，要講求「效率」，就是時間短、研究成果豐碩、發表文章多。還有：「研究生基本上沒有所謂休閒活動這種東西」。年輕助理教授更是如此，這是你的「職業」而且是「事業」，你必須要進行「效率研究」，就是

不僅「全心投入」，而且要「有效產出」。

- 你不要老是覺得別人不欣賞你，你要先變好，別人才會欣賞你；
- 要有熱情而且要奉獻、獨立，要自己願意下海做實驗；
- 不要太在意別人的看法，你要做的是讓別人來接受你，而不是取悅別人；
- 享受過程，享受現在你所擁有的一切，享受教學生的樂趣；
- 每天寫文章，天天寫變成一種習慣，每天給自己一個主題然後寫；
- 越早開始越好；

升等(Promotion)

「專科以上學校教師著作審查意見表(甲表)」中載明副教授升等標準為「應在該學術領域內有持續性著作並有具體之貢獻者。」。

「專科以上學校教師著作審查意見表(乙表)」中載明升等副教授評分標準是研究主題(10%)、研究方法及能力(20%)、學術及實務貢獻(30%)、及五年內或前一等級至本次申請等級時個人學術與專業之整體成就(40%)。

由此可知在外審階段持續性著作及個人學術與專業之整體成就為主要評分依據。因此在升等材料中要設法讓審查人覺得你的研究擁有以下優點：

- 內容充實見解創新
- 所獲結論具學術價值
- 所獲結論具實用價值
- 研究能力佳
- 取材豐富組織嚴謹
- 五年內研究成果優良

要避免讓審查人覺得你的研究有以下缺點：

- 無特殊創見

- 學術性不高
- 實用價值不高
- 無獨立研究能力
- 五年內研究成績差
- 研究方法及理論基礎均弱
- 不符合該類科學術論文寫作格式
- 析論欠深入
- 內容不完整
- 違反學術倫理
- 著作有抄襲之嫌

以我個人來說一年起碼會審到二、三十件以上的升等案，有時候一天來好幾件。如果申請人的論文每一篇都有他老闆的名字，我來評時通通不算，只有那些申請人當通訊作者且沒有老闆名字的論文才算數，因為只要有老闆名字的論文就是老闆的貢獻，申請人不論是否為通訊作者都會被質疑不具獨立能力。

我有一個學生畢業就業後做了第一件獨立研究，並將他寫完的第一篇文章送給我改。在草稿中他把我放第一作者暨通訊作者，我改完文章後把我的名字劃掉再還給他，我說：「這是你的文章，掛我的名字我就害了你。」結果他升等申請時這篇文章還被人質疑說內容與博士論文相仿，你就知道如果我的名字在上面的話會引起更嚴重的質疑。

以我的審查標準來說有 4—5 篇你為主要貢獻者之論文在你的領域排名前幾名期刊中發表的話，應該就可以算是「在該學術領域內有持續性著作並有具體之貢獻者。」

結語

Penn State Univ 教授 Bruce Logan 曾提出一些對年輕助理教授的建議，有些有道理的部份和一些我個人的意見摘譯在這裡：

- 不要寫回顧文章，因為那不是原創性的研究；
- 不要和你的老闆再一起發表文章；
- 最初幾年教同樣課程；
- 不幫別的老師上課，想辦法推託；
- 想辦法教一門跟你研究要興趣相關的課；
- 如果沒有很好的助教，避免帶實驗課；
- 保持低調，在系務會議裡不要亂放砲；
- 平常見到人就鞠躬、微笑；
- 讓資深的人去做行政工作，千萬不要接主任、組長，那等於是在找死；
- 盡量參加校級和院級會議，想辦法認識人；
- 盡量幫人家審查計畫書，看別人怎麼做、想做什麼；
- 每個禮拜要和學生有固定會議，風雨無阻；
- 如果有人找你去演講，一定要去；
- 選擇智商較低，但一心一意追求成功的學生，不要找太聰明的學生；
- 事必躬親，而且一定要追蹤進度；
- 該斷就要斷，如果真的無藥可救了，就請出去。

我給新進人員的忠告是：人生從進國中以後就只會愈來愈累，這過程裡充滿挫折、打擊和不人道的待遇。你已經經過了博士班的洗禮，更要認知是你的投入和參與使你快樂，而不是說你一定要得到什麼才會快樂。快樂是求不來的，只有你說：「我真是幸運能在

這裡跟一群孩子玩耍自己感興趣的事。」時，快樂就自己來了。

各位加油，並祝大家快樂！

第六講：如何管理研究？研究如何管理？
★ 與資深教授說地

「故其疾如風，其徐如林，侵掠如火，不動如山，
難知如陰，動如雷震。」

《孫子·軍爭第七》

世界怎麼了？

在歷史上從 3000BC 有紀錄以來世界是多神的。風在變、雲在變、水在變，什麼都在變，我們無法控制，所以它們都是神。多神架構一直在東方世界裡延續著，與文化習俗揪結在一起。在多神的架構下人與自然好商量，這個神不答應可以求那個神，今生做不到的來生可以再來。好像買票看戲，今日客滿，明天請早。所以東方人對於時間沒有那麼緊張，也沒有要求那麼有效率，那麼精確，一切好商量，定性即可。代表性人物是差不多先生。(圖 6.1)

一神教由 Amenophis IV (1364—1347BC) 為對抗大祭司而創立。雖然短命，但一神的精神可能因此延續到猶太教、耶穌教和回教，講究一神定天下，人在神面前只有一次機會。所以西方世界認為神是無限精準的，祂知道所有的事，所以人只有今生，要求有效率，要求精確，一切沒得商量，要求定量。代表性人物是 Pierre—Simon marquis de Laplace。(圖 6.1)

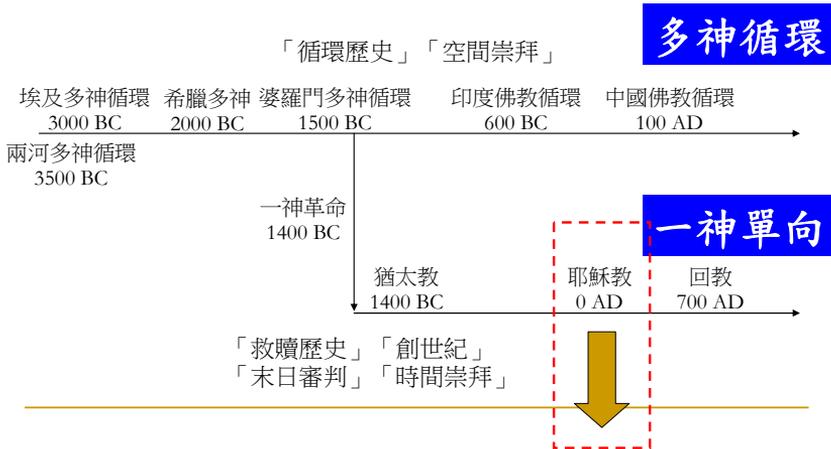


圖 6.1 世界宗教之演變。

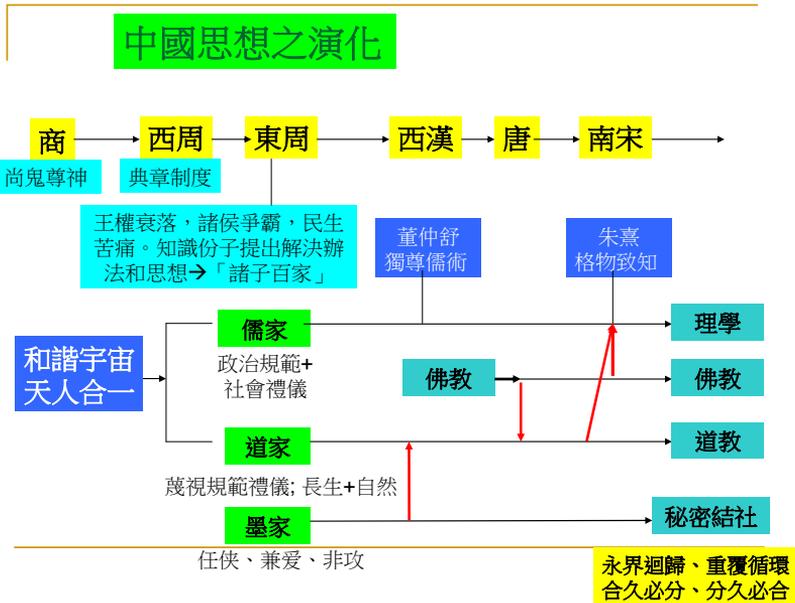


圖 6.2 中國思想之演變。

西方文明自工業革命後近三百年間取得了巨大的成功，成為以力學、熱力學跟演化論為基礎的、以上帝為唯一主宰的世界。你要人飛上天只要差不多就會跌下來，因此無限精準的文明就勝過了差不多文明，終究宰制了世界。為什麼一定要那麼準確？為什麼要重來？這些問題在西方的大學裡不會出現。雖然中國人現在學習西方科學，但是在文化上是有所扞格不入之處，這也是為什麼很多同學會很難接受不斷重覆實驗，及要求精確度及再現性，因為他們是差不多文化的底子，這是一種文化抵禦(cultural defense)。要改變學生的觀念有點像跟五千年的祖先們拔河一樣，吃力不討好（圖 6.2）。

不論東西方，世界文明根基在一個「和諧世界」的假設上，或世界至少本來應該是和諧的，只是被貪婪的人類搞壞了。《禮記·大學》篇「古之欲明明德於天下者，先治其國；欲治其國者，先齊其家；欲齊其家者，先脩其身；欲脩其身者，先正其心；欲正其心者，先誠其意；欲誠其意者，先致其知；致知在格物。物格而后知至，知至而后意誠，意誠而后心正，心正而后身脩，身脩而后家齊，家齊而后國治，國治而后天下平。」，就隱含著只要「正心誠意、致知格物」終而能至「天下平」。

但是世界似乎與理想是背道而馳的。06年在飛機上不小心看到 Al Gore 的「Inconvenient Truth」，那時不知道是這麼紅的片子，只覺得拍得好極了，來回看了兩遍。在台灣可以深刻體會到世界氣候真的越來越極端了，颱風忽多忽少，降雨天數下降但強度上升，一月份也出現颱風等等（註：當然這是好是壞還待觀察，有理論認為地球溫暖化可以延緩下一個冰河期的到來云云。）。不論學界政界還有什麼爭論，看來以後的自然會是一個愈來愈狂暴且在極端間擺盪的世界，而造成由平靜向狂飆轉變的推手似乎就是人類活動的產物：二氧化碳。

幾乎同時，人類的世界也在經過二次大戰後五十年相對平靜的有序世界轉變到混亂極端的金融海嘯。因為石油會用完因此油價終究會漲，但過去六個月間油價從六十幾跳到一百四十幾再跌回三十，金價由四百跳上來到一千，人類的世界進入了一個通貨膨脹中的通貨緊縮時代。（註：當然這是好是壞還待觀察，有理論認為金融海嘯可以延緩地球溫暖化的速度云云。）。不論學界政界還有什麼爭論，看來以後的人類的世界也會是一個愈來愈狂暴且在極端間擺盪的世界，而造成由平靜向狂飆轉變的推手似乎就是人類活動的產物：資訊產業及人類無自律的貪婪。

其實真實的世界本就是充滿混亂、充滿了非線性、不和諧，充滿競爭，是對稱性不斷被破壞的耗散結構。只是過去五十年間我們的世界狀態是處在一個相對穩定的區域，因此小擾動基本上會被耗散掉。現在大氣溫度的上升讓小氣旋容易放大成大氣旋，資訊流動的發達讓小謠言容易放大成大恐慌，我們的世界狀態已經被推向一個相對不穩定的區域。也就是說我們的世界並沒有變，只是我們把世界推向了原本就存在的邊界。（註：有機會的話我們再來談這個部份。）。

96 年時 OECD 強調了所謂「知識經濟」（Knowledge—based economy）的概念，也就是以後的經濟發展是來自知識發展而不是來自密集的勞力輸入，其中 Bill Clinton 用這個方法把美國帶到前所未有的境界，榮景一直到最近才垮掉。這個巨大成功，對照日本連續十七八年的不景氣讓大家認為知識經濟方法是對的。而知識哪裡來？美國的知識多半從大學來，所以大學必須扮演「知識產生者」的角色。所以以前的大學是重視土地、報酬，遵守報酬遞減法則，變化少、週期長，追求秩序與和諧，優先順序是蓋大樓；現在的大學認為知識才是最重要的，重視人才、專利，遵守報酬遞增法則，變化大、週期短，追求秩

速度跟混亂，優先順序是抓住人才。人才那裡來，人才從全球來，所以認為國際化是關鍵。(註：這次金融海嘯中國際化程度愈高的產業死得愈快，有機會的話我們再來談這個部份。)

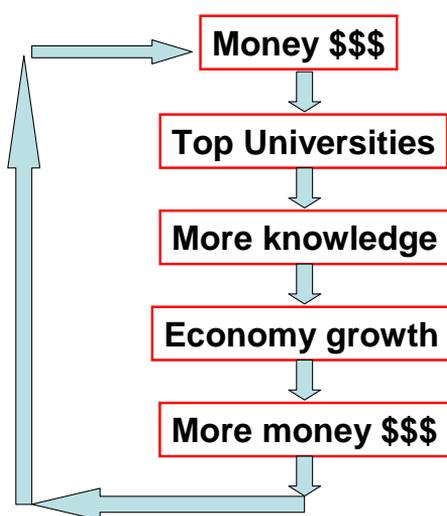


圖 6.3 頂尖大學之迷思。

人們面對危機或機運時反應都蠻直接的。各國面對競爭的邏輯是：「我給錢，就會出現頂尖大學，頂尖大學就會產生知識，知識產生經濟成長，經濟成長就有更多的錢，再出現更多頂尖的大學、更多知識、更多經濟、更多錢...」(圖 6.3)。於是大陸出現了 985 工程、日本是二十一世紀 COE、韓國是 Brain of Korea 21、台灣是

五年五百億等等。其實夢想都一樣，就是只要給了錢，學校就會很好，就會產生知識，就會產生經濟，就有更多的錢。而且政府及學校的官員很恐慌，因為別人都有，而我們沒有，所以我們要更多。

「大學者非有大樓之謂也、有大師之謂也。」(梅貽琦)。所謂好的大學是能「發展優秀人才、兼顧社會公平、回饋服務社會、堅持學術自由。」(UNESCO)。最近五年內大學已經變成著重如何拿到更多的錢？怎樣拿到認證？離理想越來越遠。

極限研究管理模式（eXtreme research management）

不管我們喜不喜歡，這個世界已經充滿了驚奇、驚喜和驚嚇，變動越來越快，而且幅度愈來愈大，距離「和諧世界」的假設已經愈來愈遠。「Normal accident」這本書蠻有趣的，雖然意外（accident）應該是個意外，但因為每天都是意外，所以意外變成正常的人生。

在真實的世界裡要如何經營一個有效的人生？此生此世我們該怎麼活？我習慣是用所謂「極限研究管理模式」來處理劇烈變動的研究環境。

執行極限研究管理模式有三個「接受」：接受

- 「生活是嚴酷的，生命是沒有保障的，沒有所謂的因果報應，壞人可能快樂活一輩子，而做好事不一定有好報。」；
- 「變化是常態，計畫趕不上變化，照表抄課是毫無競爭力的。」；
- 「網絡遠比個人有彈性與韌性，因此為了增加“耐受力”，要想辦法以合作代替競爭。」。

快速變動的世界中還是有目標要達成，但方法與步驟則隨時改變。像 i—pod 一推出當天就壓縮到其他相關產品的銷售，競爭者的經營因應策略得馬上啟動、當天實施。那種採用年度管理策略，明年初再來看看要如何調整，這個公司一定倒的。

我們的研究也是如此。國科會年初已經預核了三年計畫，於是未來三年要做什麼就照表抄課。以今天世界變化的速度來看，可能計畫結束時整個案子已經毫無意義了！

因此「極限研究管理模式」就是計畫本身沒有步驟、沒有程序，只有目標。世界天天變，我們也天天變，每個人同時在做自己的工作而且隨時有新的任務編組，東西明天要後天就得交差。你也可以不要過這種生活，但是外面有一大群人希望馬上取代你，淘汰原來可以變得如此輕易！

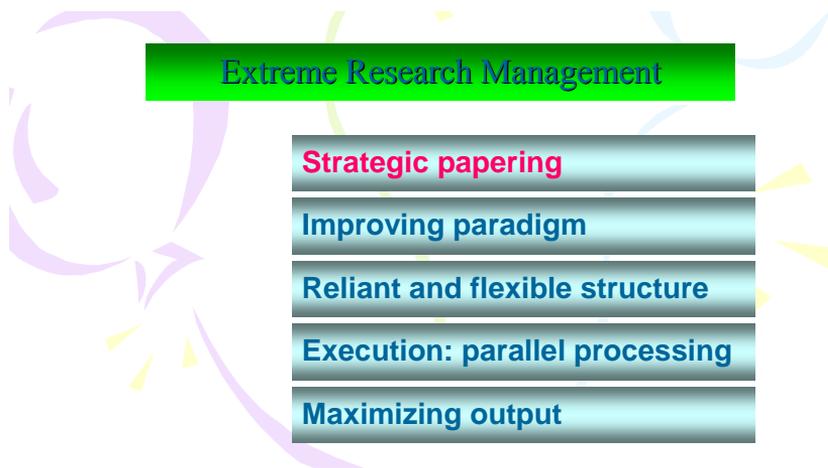


圖 6.3 極限研究管理模式五步驟。

極限研究管理模式分為以下五個步驟（圖 6.3）：

- 「策略論文」(strategic papering) ；
- 「改善典範」(improving paradigm) ；
- 「韌性與彈性架構」(reliant and flexible structure) ；
- 「執行力：平行處理」(excitation: parallel processing) ；
- 「產量最大化」(maximizing output)。

以下分別說明之。

策略論文

目前每個禮拜研究室會議時都是在檢討目前正在做的東西能得到什麼？能出什麼成果？還需要什麼資源？該放棄什麼？競爭者在做什麼？有沒有出現新的競爭者？有沒有新的機會？有沒有把現有的成果推廣出去？每個禮拜都在做這個事情，以便決定小到一個東西該不該買？一個設備該不該放棄？也就是進行週檢討（Weekly build）。（圖 6.4）

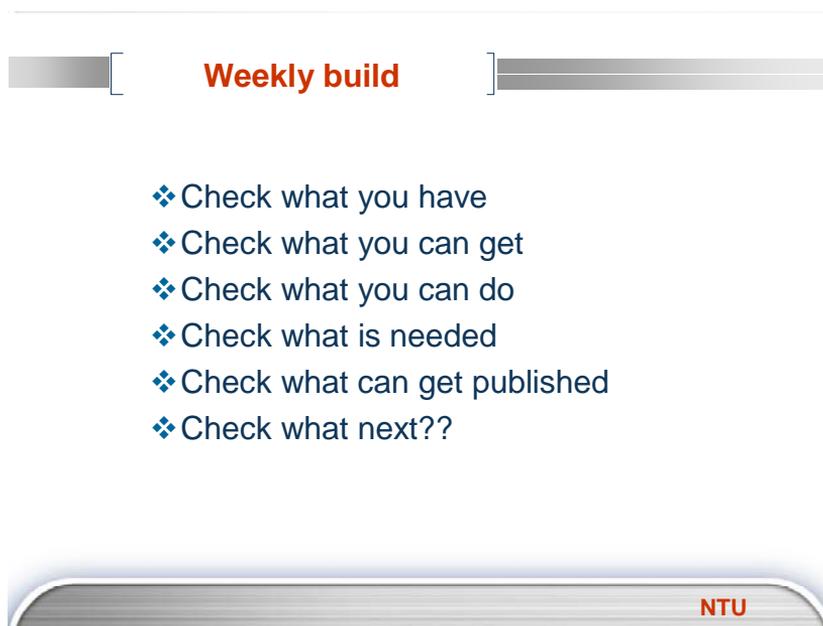


圖 6.4 「策略論文」之「週檢討」步驟。

舉個例子，以前有一台極貴的設備，買進來後公司代理權賣來賣去，一直修改一直失敗。最後買了一個雷射管還是不能動，廠商也許覺得釣到魚了，每次服務從出門起就開始收費一小時七百，來了五次之後又說其他什麼什麼有問題，要再花 60 萬。在周檢討決定：「好！我決定了！我不要了！這個報廢。」什麼？報廢？這加起來要好多萬耶！你什麼都沒做出來。我說：「對！因為我發現我再花四百萬這個也動不了。」。

我們一般會認識所有在領域內活躍的學者，一般會參加領域內最重要的國際會議以收集最新資料，我們一般沒事會跟同行互訪一下，那麼你大概可以掌握絕大部份相關的重要研究活動。一般而言領域內活躍多年的學者多有穩定的經費支持，有一個大研究群，有一堆過去的成果業績，但他們的研究方向多半都在意料之中。

現在很可怕的就是出現不知名的小蝦米，明天就變成「超級資本主義」式的大鯨魚，通常大企業對小蝦米的做法是，我窒息掉你或是買掉，絕對不會讓你繼續發展，當年的 Microsoft 大起來就會越來越大。我通常會運用網路資料庫讓某些篇重要論文成為早期預警雷達，只要有人一引用它就通知我，意思是要注

意一些小蝦米，以免將來變成大鯨魚。要鼓勵小蝦米，對做得不錯的小蝦米看看能不能一起合作。通常來說跟小蝦米合作比跟大鯨魚容易多了。近年來最常出現小蝦米的地方是中國大陸。(圖 6.5)

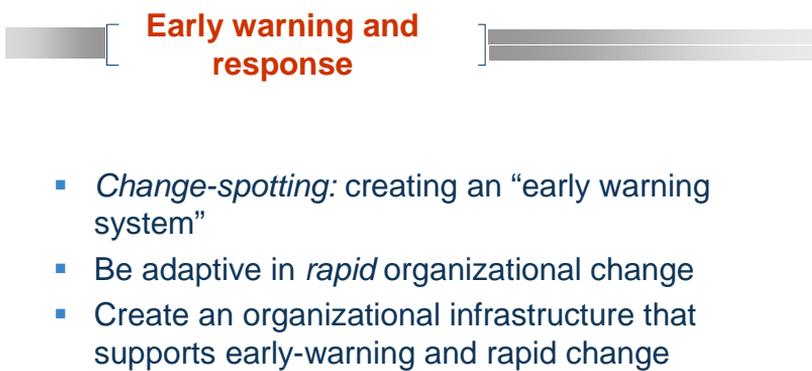


圖 6.5 「策略論文」之「早期預警反應」步驟。

我是用「80/20 法則」來評估論文策略方向。1906 年意大利一位經濟學家 Vilfredo Pareto 發現意大利百分之八十的財富集中在百分之二十的人的手上，由此推演出所謂的「80/20 法則」：(圖 6.6)

- 百分之二十的客人買了百分之八十的東西；
- 百分之二十的工作花了百分之八十的資源；
- 百分之二十的員工做了百分之八十的生意；
- 百分之八十的問題是由百分之二十的人產生的；

- 百分之二十的學生做出了百分之八十的成果；
- 百分之二十的研究花了百分之八十的錢；
- 台灣化工界百分之八十的論文是由百分之二十的研究人員寫出來的。

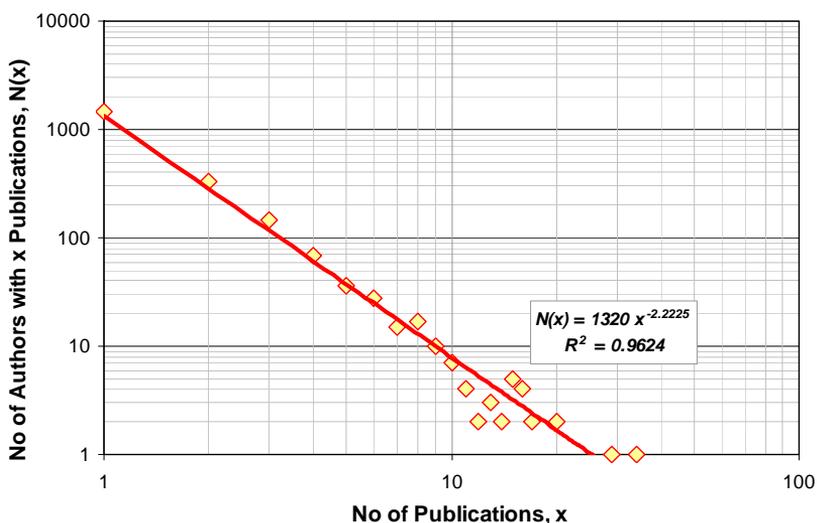


圖 6.6. 2006 年台灣化工界發表 SCI 論文之「80/20 法則」。

「80/20 法則」畫出分佈圖時，在 log—log 圖上是個直線關係。因此有些公司做這樣的分析後，把百分之二十的努力產生百分之八十利潤的部門留下，其他殺掉。（註：如 IBM 把 NB 生意賣給聯想）。

研究上較難量化到可以畫出 log—log 圖做分析，但是類似的方法可以比照進行一些分析參考。舉例來說在 06 年一次研究室會議中對好氧顆粒研究進行了分析，看那些部份可以花百分之二十的代價做出了百分之八十的成果，把優缺點（A—C）列出後可知優先順序應為 I1>I4>I3>I2(圖 6.7)。依資源的配置情況應該先做 I1，如果我還有餘裕有多的學生我再做 I4；或只有一個學生、只有一筆錢，就先做 I1，學生很快就做完了，再做 I4...等等。當然這個順序每週檢討，看是否需要更動。

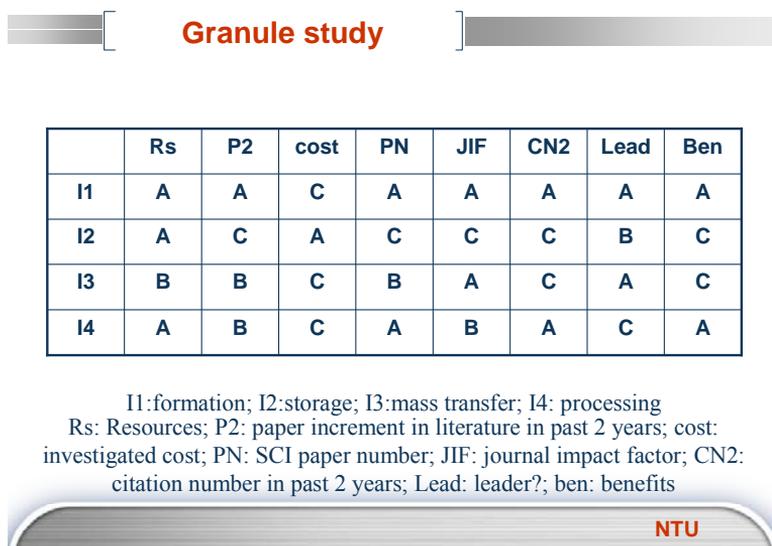


圖 6.7.「策略論文」探討研究課題之「80/20 法則」分析。

同樣的方式用在計畫申請上(圖 6.8)，看那些計畫只需花百分之二十的精力就可以拿到百分之八十的錢。如當時已經有的計畫加起來大概是一年一千一百萬左右，研究室每年大該需要 350 萬的耗材，需要大於三個博士生的錢、大於六個碩士生的錢、大於四個博士後的錢、大於四個 RA 的錢，這些是要求。有些計畫錢很少、要做很多事，主持人硬要把錢給我，我不要，因為它的分數只有 0.15，做了也是得不償失。而有些計畫是不錯的，像分數 1.5 的計畫基本上拿下來之後直接交報告就好了。由這樣的分析可知在應該進行 VIII、IX、XI 之計畫申請工作。當然這個順序在投出去前每週檢討，看是否需要更動。若在期限前最新消息指出應該申請計畫 X 而非計畫 XI，則全體人員當晚留下熬夜完成計畫書，以便第二天送出去。(註：其實這就是真實的情況。)

Ceiling analysis-ex.

project	\$(M)	Con(M)	PhD(#)	MS(#)	PoD(#)	RA(#)	Flaw(#)	Remark	\$/Flaw
I	0.8	0.0	0	0	0	1		Confirmed	
II	2.4	0.6	1	2	1	0		Confirmed	
III	3.0	0.0	1	2	1	1		Confirmed	
IV	2.5	1.8	0	0	0	1		Confirmed	
V	1.2	0.4	0	0	0	1		Confirmed	
VI	1.6	0.0	0	0	2	0		Confirmed	
SUM	11.5	2.8	2	4	4	4			
VII	0.6	0.4	0	2	0	0	6	Lousy leader; heavy duty; no clear return	0.15
VIII	1.5	0.6	1	2	0	0	1	Job done; likely	1.5
IX	1.0	0.4	1	2	0	0	1	Job done; med. possible	1.0
X	3.0	1.8	1	2	0	1	4	No capable staff;	0.75
XI	4.0	2.2	1	2	0	1	3	Very likely; budget>3M	1.33
XII	3.0	0.0	0	0	0	4	4	NSC politics	0.75
T. SUM	14-18	3.8-6.0	4-5	8-10	4	4-5			
Criteria		≥ 3.5	≥ 3	≥ 6	≥ 4	≥ 4			

Strategy: quit VII, bid VIII+IX (and maybe XI) on Dec 8, 2008

NTU

圖 6.8.「策略論文」探討計畫申請之「80/20 法則」分析。

相同的方式也用在學生研究上，看研究那些部份只需花百分之二十的時間就可以拿到百分之八十的成果，每週必須總結學生該週的數據，學生之間做的東西要交叉比對，有問題或困難馬上解決，做了一半發現做完也沒什麼價值的，就馬上放棄。

因此所謂「策略論文」就是研究室主題沒有變，但每個禮拜關注內部及外部新的進展，學生們的進

展，馬上調整組織，以便早期預警、早期應變。而不是等到一年後，大家要畢業寫論文時才檢討，結果發現別人二個月前就已經做完了。

改善典範

典範是指施行已久、約定俗成的現況，大家都這樣過了許多年，也都很習慣了。但是目前的典範真的是最好的嗎？我是用「瓶頸理論」(Theory of constraints)來找出瓶頸，改善典範。

所謂「瓶頸理論」就是應用「速率限制步驟」(Rate—limiting step)的概念，找出完成一件事情時的速率瓶頸，然後針對這個瓶頸進行典範改善，其實是個蠻簡單的做法。(圖 6.9)

Theory of Constraints

- ❖ The rate of goal achievement is limited by at least one constraining process.
 - Only by increasing throughput (flow) at the bottleneck process can overall throughput be increased.
- ❖ The key steps in implementing an effective process of ongoing improvement according to TOC are:
 - 0. (Step Zero) Articulate the goal, "Publish as many as possible papers with huge impact."
 - 1. Identify the constraints
 - 2. Decide how to exploit the constraint
 - 3. Subordinate all other processes to above decision
 - 4. Elevate the constraint
 - 5. If, as a result of these steps, the constraint has moved, return to Step 1.

圖 6.9. 「改善典範」探討之「瓶頸理論」分析。

把最近三篇研究室發表的論文拿來分析，從溝通、寫作、畫圖、數據補遺、改文法...等等，可以發現花最多時間的部份是在補做實驗，也就是表示研究室最大的問題是出現在實驗設計(圖 6.10)。因為補做實驗需接近四十天，其他都是一天左右，因此研究室目前的實驗設計很糟，所以寫論文時會發現缺東缺西的然後必須補很多數據，所以研究室瓶頸是在老師(我)不夠專業、不夠努力，沒有事先就看出問題，所以學生要重來，有時重來又是一個月，因此必須改善這個典範！方案是在前期研究後要進行完整實驗時，我們必須花一天的時間把整個方案討論清楚，這邊的時間會增長一點點，但整個時間會大幅縮短。

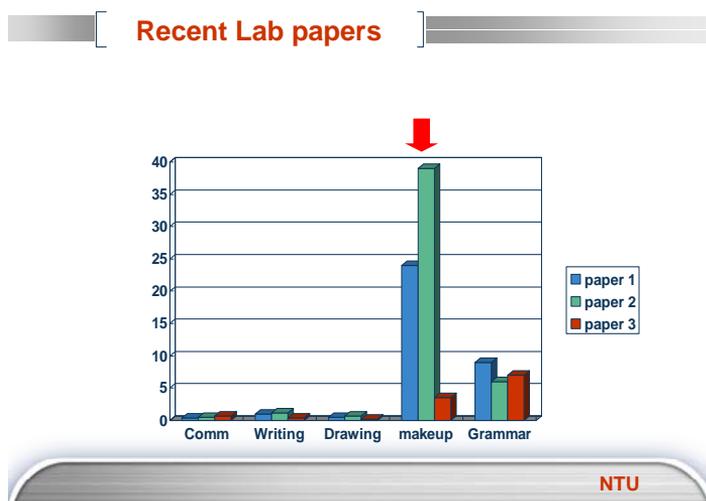


圖 6.10. 「改善典範」探討之「瓶頸理論」分析釋例
(一)：近三篇研究室發表的論文分析。

把最近二篇研究室與 HIT 合作的論文拿來分析，從溝通、寫作、畫圖、數據補遺、改文法...等等，可以發現花最多時間的部份是在溝通，就是學生不知道我在講什麼(圖 6.11)。我們用 skype、用 MSN、用 e-mail 講了個半天之後他還是不知道我在說什麼，因為我們兩邊的文化差異很大。當然有學生時間比較久了之後就比較熟悉我們的標準，要求對實驗嚴謹的程度，要求可再現性的程度，要求 QA、QC 的程度，但是一開始都是不行的。所以為了解決這問題，我每三個月去一趟 HIT，跟要跟我做事的人坐下來一天慢慢把事情談清楚，確定大家沒有任何誤會時才開始做，那樣花了一天跟後面花一個月，溝通是我們的速率決定步驟。

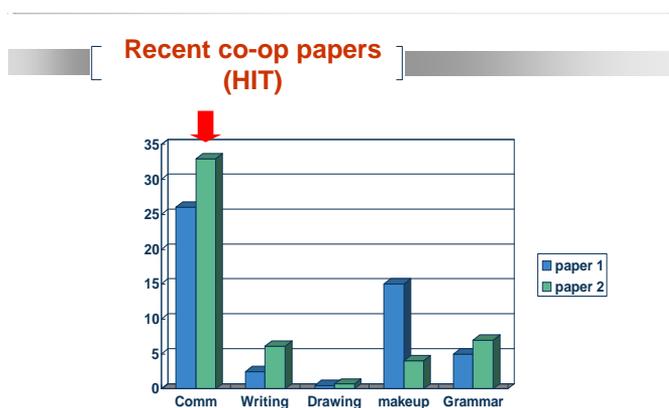


圖 6.11.「改善典範」探討之「瓶頸理論」分析釋例
(二): 近二篇研究室與 HIT 合作論文分析。

最近與 TJ 合作的論文分析基本上還好，只是英文文法有些問題(圖 6.12)。最近 TJ 請了一位英國人專門幫他們改英文 所以情況會有改善。

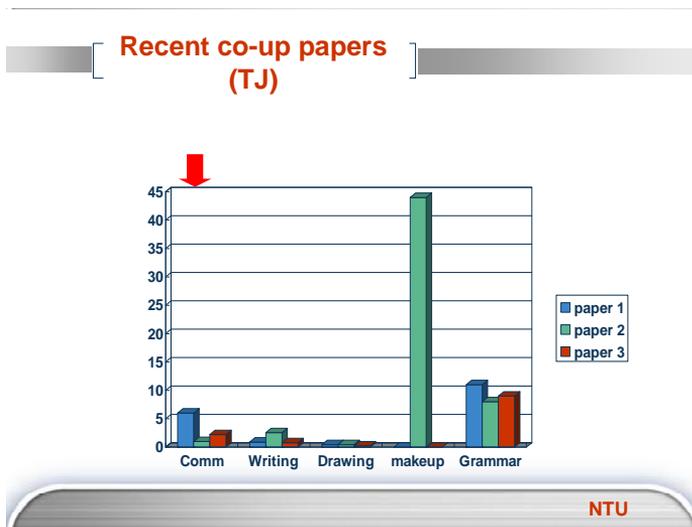


圖 6.12.「改善典範」探討之「瓶頸理論」分析釋例 (三)：近三篇研究室發表的論文分析。

一般來講解決掉一個問題後會出現另一個問題，但那個問題會比較次要、沒有那麼嚴重。然後解決掉第二個問題後還會再出現第三個問題，最後到達人力的極限。當然這個極限是在目前這個典範下的極限。如果意外發生了：比方說你突然接了一個大計畫要去整合全國的氫能研究、工研院忽然換了個所長、或你

的競爭者出了一篇重要的論文，那麼你的組織馬上再造，新典範會被塑造，然後整個典範改善流程就會重來一遍。

找出瓶頸很簡單，最大的困難其實是改變典範。比方發現了你自己本人就是瓶頸時，你願不願意改變自己的生活方式？任何組織改造、公司改造都面臨相同的問題，而且歷史越久問題越大，這是很平常的。但是有些瓶頸是執行面的問題，只要老闆堅持，下面的人忍著心、含著淚只能配合，因為他們沒有選擇，這就會造成所謂的績效提升。

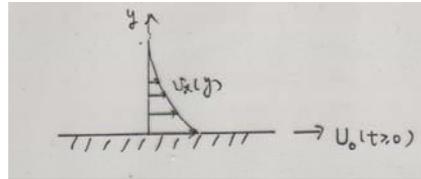
我通常不會要太多計畫，很累，而且欠人人情又做不好。通常我只要求夠用就好，不論如何有好成果最重要，只有東西夠好才能永續發展。

韌性與彈性架構

一個狂暴且在極端間擺盪的世界會將需要投入長時間精神的研究活動扁平化及輕薄化。為了維持研究的深度，我們需要建立一個具韌性與彈性的架構以吸收掉不具效果的擺盪。

**Change too fast makes
no change**

❖ Stokes' 1st problem



❖ Stokes' 2nd problem

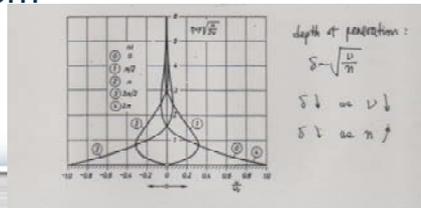


圖 6.13. Stokes 第一及第二問題。

圖 6.13 是 Stokes 的第一個問題及第二個問題。第一個問題是當有一個板子以 U_0 速度向右拉動時，上面

的流體也會被向右拉動，而且向右拉動時間愈久，影響的流體深度愈深；第二個問題是當有一個板子以 U_0 速度來回震盪時，上面的流體也會來回震盪，而且震盪頻率愈高，影響流體的深度愈淺，當震盪頻率極高時，流體會根本感覺不到板子在來回震盪。所以變化太快等於沒有變化。

所以我們要處理的不是太快的變化，而是要處理真正會產生長久影響的變化，（註：這個道理在股票市場裡特別有用。）為了吸收掉不具效果的擺盪，我們需要建立一個具韌性與彈性的架構以減少人員及資源的不確定性及維持研究的深度。對具效果的擺盪，我們需要即時改變架構以減少人員及資源的浪費及維持研究的廣度。做法包括：

- 先做研究再申請計畫；
- 儲備軍糧；
- 找朋友形成聯盟；
- 減少競爭者；
- 增加內部韌性與彈性；
- 找尋微趨勢（microtrends）。

(1)「先做研究再申請計畫」及「儲備軍糧」可以增加研究的緩衝 (buffer)、增加板凳深度，如此教練才能有餘裕進行調配。

先把事情做完再申請計畫，一定 100%完成。而且可以用新申請來的去做未知的事。

(2)「找朋友形成聯盟」及「減少競爭者」可以增加覓食成功率，及減少自己的可取代性，如此外界變動的挑戰會大幅降低。

做學術合作必須要先顧及朋友的利益，你為什麼要做學術合作？因為你想要得到更多研究的錢，因為你想要得到更多論文，你想要有免費的勞工幫你做事，你想要變得世界有名。而你的朋友要的是一樣的事情。如果你要他也要那永遠都不可能合作，所以合作要先給後拿。

與人合作可以減少競爭者生存的空間。

(3)「增加內部韌性與彈性」包括：「增強學生流動彈性」、「增廣學生國際視野」、「提供學生公平資源」、「賦予學生部份作主的權利」、「賦予學生適度分割研究主題的自

由」、「賦予學生變更研究設計以使研究資源流動順暢的權利」、及「提供學生獎勵」(圖 6.14)。

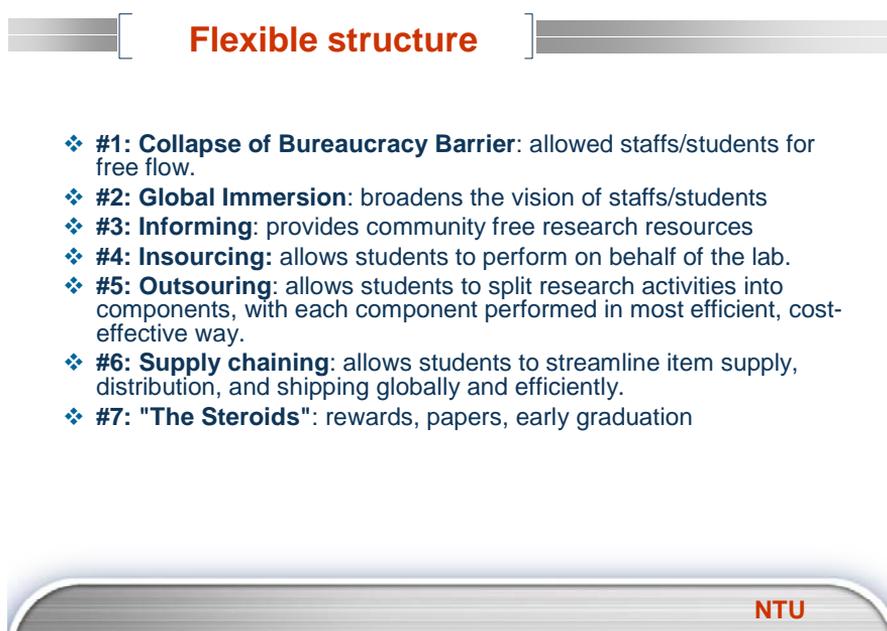


圖 6.14. 「韌性與彈性的架構」探討之「增加內部韌性與彈性」。

有些老師會分得很清楚，比方說學生分成三個組，各組有各組的會議、這個組有兩個博士生帶著三個碩士生、那個組有一個博士生帶著兩個碩士生...，這樣子並不是很好，因為互相流動是很重要的，想法互相的衝撞是很重要的，互相借鏡參考經驗是很重要的，因為目前世界變化太快，把自己釘死、綁住是沒有意義。

另外要想辦法增廣學生國際視野，像我有大陸、印度等地的博士後，每一年我主辦國際會議，主辦國際訓練班，我逼學生一定要參加，一定去修英文課，有機會就讓他們出國開會，逼他們上台，做得好就獎勵。

(4)「找尋微趨勢」

大趨勢是由許許多多微趨勢的總合，在不景氣中「小摺」就很發。研究是專精的，不見得是新淘汰舊，在熱門的大趨勢中找出有特色的不太熱門的子題目，就可以找到競爭不太劇烈的市場。在1%的小眾裡是不可被取代的就好了！

面對一個高速變化的環境，唯一能做的就是把緩衝拉大，這是唯一的辦法。朋友多、庫存多、東西多，你的緩衝就大。2000年以前研究者的敵人就是當時的競爭者，要爭個你死我活；現在研究者的敵人是還沒有出現的替代者，有時要跟現在的競爭者一起對付還沒出現的替代者。

執行力：平行處理

執行力取決於平行處理的能力。整個研究室是以極限管理方式來管理，其中每個案子都是同時但分別以「瀑布模式」的方式來做。

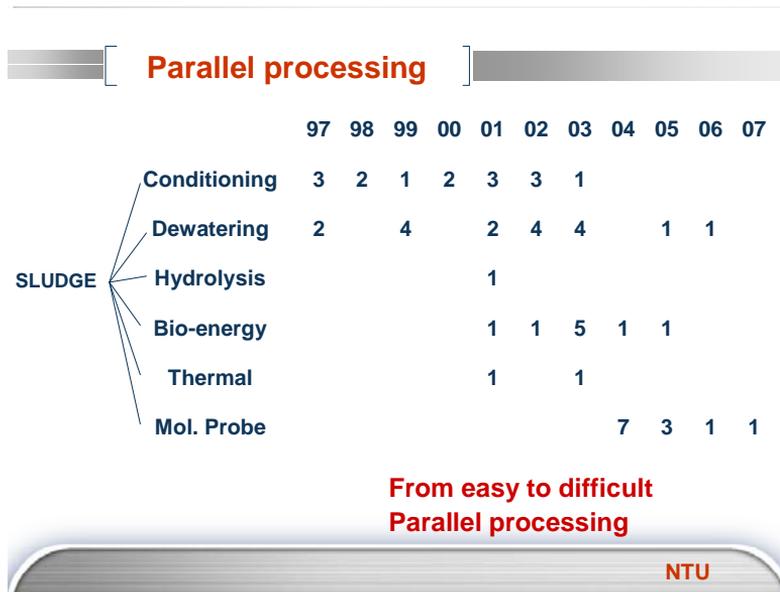


圖 6.15.「平行處理」釋例：污泥處置主題探討下發表之 63 篇 SCI 論文。

每個東西都平行一起做，而不是一個研究今天做完，開始寫這篇論文，寫一個月寫完了、投稿，然後開始第二個研究，做完，開始寫第二篇論文等等。平

行處理是同時處理五或十或二十個研究及論文，每個東西都一起往下跑。如圖 6.15 就是一位研究生發表的分析，原則上是由淺入深、由粗而細、由物化而生物的平行處理。這位學生畢業時在同一個主題下發表了 63 篇論文，將執行力發揮到極致。

遇到大困難時先擺一下，忽然間另外一個東西有些發展，用過來這個就解決掉了！很多事都是這樣子，一天到晚都不一樣。

產量最大化

學生需要鼓勵，讓學生儘早產生成果，讓他覺得很好玩，原來我有東西了！可以刺激學生做更多。如圖 6.16 是幾個學生的發表數量變化圖 我希望碩士生進來，還沒有註冊的暑假就先來報到，就開始做事，希望在暑假結束時就有一個東西先出來，這樣子就可以一面修課一面做實驗，大幅增加產量。

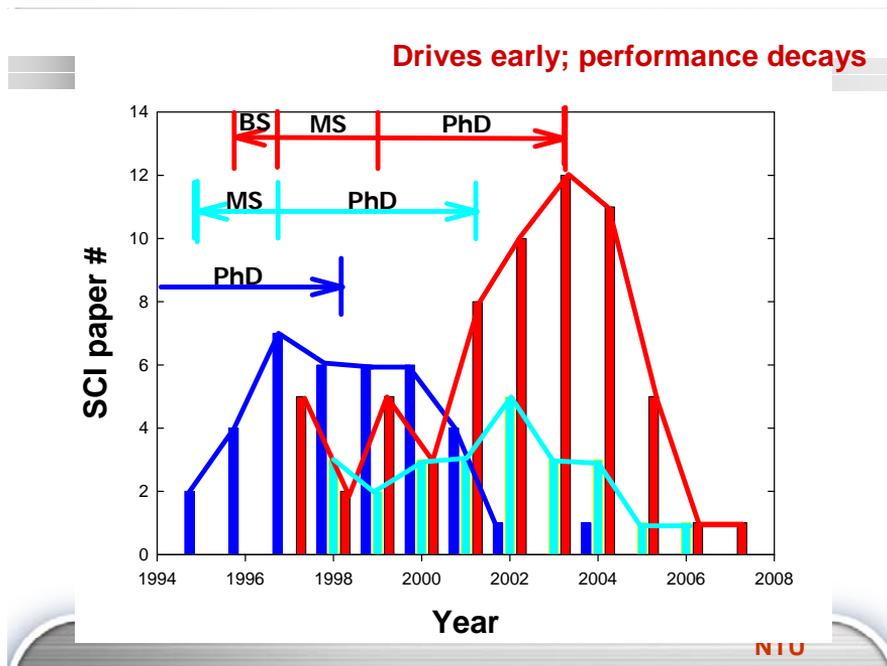


圖 6.16.「產量最大化」釋例：三位博士生 SCI 論文發表時變圖。

老師要全心投入，要營造利於發揮執行力的環境給很努力的學生，讓那些不做的同學感覺壓力；選擇一些一心一意追求成功的人員，前程要事必躬親，後續成效一定要追蹤。碰到事情該斷一定要斷。

我用玩二十一點的方法進行論文最大化工程。

圖 6.17 是一個玩二十一點的例子，在開始 SBR 研究（最左側）後我們在週檢討中發現可以發展的方向很多，於是就投入資源一起進行四個方向（split）。再進行一陣子之後發現每個方向都還可以發展，於是就再投入分開進行（split），其中第一第三及第四方向在完成研究後各發表二篇論文後就沒什麼可做了，於是就暫停（stand）。但第二方向上發現可以滋生更多方向，就再投入資源進行（double），第二方向上共發表八篇論文後也沒什麼可做了，然後最後寫篇回顧文章總結整個發展（cash）。在這個例子裡在一年半的時間中，投入約一千萬元經費，共發表了 15 篇論文。

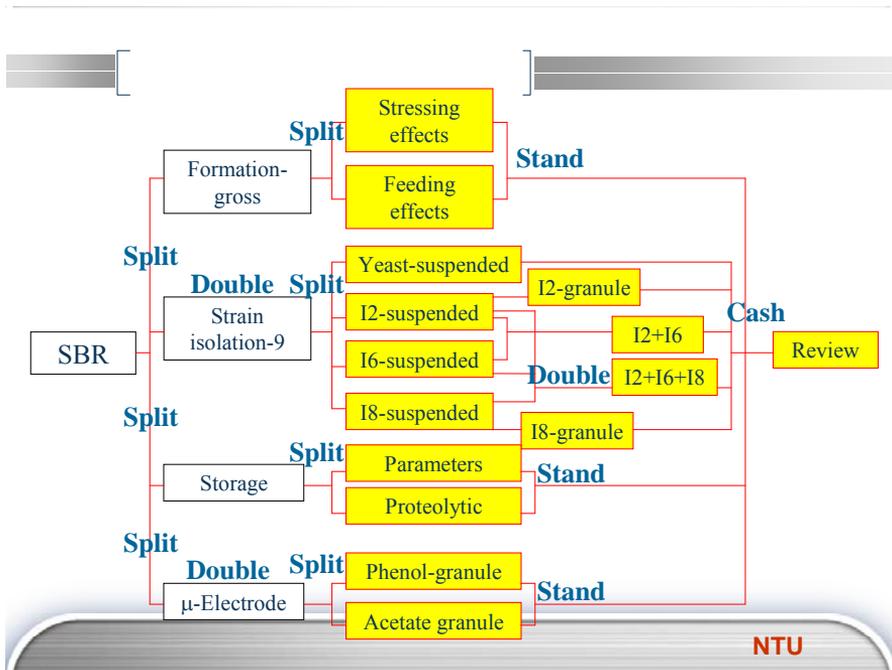


圖 6.17 「產量最大化」釋例：SBR—granule 研究。

結語

我們這個世界真的變了嗎？我不認為世界的結構變了，只是世界的狀態被我們推到了邊界，因此有刺激時世界會出現一些複雜而劇烈的擾動。把 IT 抽掉，世界的狀態就會回到原來的地方去。或者是加入一些額外的變量，可以把世界的邊界由現在的位置推開，使刺激會迅速被耗散掉。

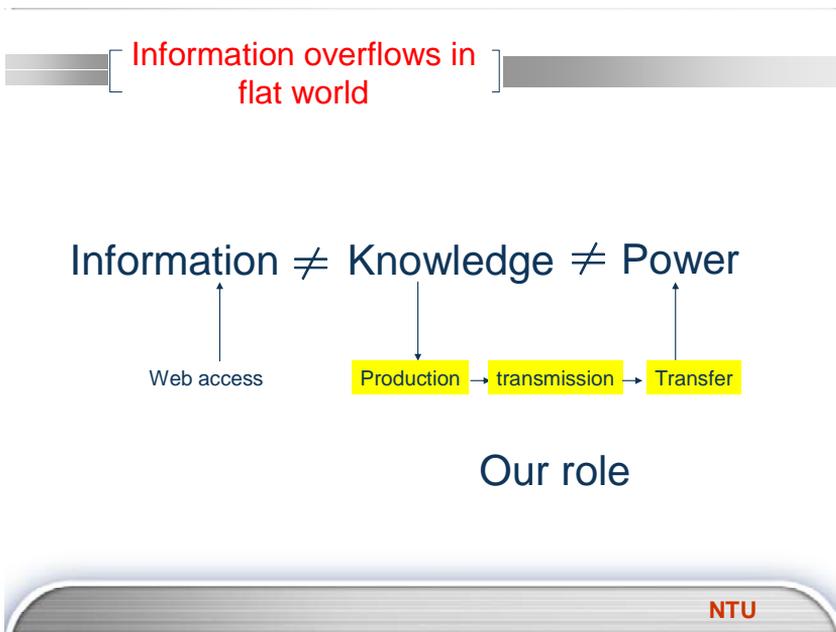


圖 6.18 知識轉化成生產力後就是力量。

Francis Bacon 說「知識就是力量」，這句話其實不全對。正確的應該是「知識轉化成生產力後就是力量」。希望各位資深教授不僅僅發表愈來愈多的論文，更帶領我們大家找到額外的變量，可以把世界安定下來，或是直接推到另一更好的穩定區去。

後 語

Arun S Mujumdar 教授列出了一個合格學者的特質，學者需能：

- 不找藉口、可自我批判 (self-critical)；
- 不滿意現狀 (dislike status quo)；
- 擁有遠見 (have vision)；
- 熱情而聰明地接受改變 (accept change enthusiastically but wisely)；
- 樂於與人合作 (be team player)；
- 當領導者而非跟隨者 (be leader not follower)；
- 把同仁的福利放在心上 (take peer' s welfare in mind)；
- 為同仁的成功感到驕傲 (take pride of peer' s success)；
- 努力工作 (very much hard-working)；
- 接受最高程度的道德標準 (accept the highest standards of ethics)。

所以一個合格學者簡直可以稱為「至聖先師」了。

我自己將學者工作視為自我修煉、自我提昇的鍛鍊過程：研究室以誠惶誠恐的態度從事有機會變成世界第一的研究，以誠心誠意的心情與同仁或合作的人相處，看到同仁成功替他們大聲叫好，同仁有難替他們分憂解勞，然後再一天工作 16 小時以上，希望有朝一日能夠成為一位合格的學者。但我也知道受限於資質，今生今世很難達成這個目標。

還好我的座右銘是「盡力而為、聽天由命」。「盡力」即可，其他的就看天意吧！

這本小書總結了自己一些心情與初步的領悟，希望對年輕人有些幫助。再強調一次，這本書並不完整也不完善，純粹只是個人的經驗與體會，只是在各位教授面前班門弄斧，貽笑大方。只希望一些內容能在您心中深處勾起溫暖的回憶，會心一笑。

「上士聞道，勤而行之；
中士聞道，若存若亡；
下士聞道，大笑之，不笑不足以為道。
故建言有之，明道若昧，進道若退，
夷道若類，上德若谷，
大白若辱，廣德若不足，
建德若偷，質真若箭，大方無隅，大器免成，
大音希聲，大象無形，道隱無名，夫唯道善貸且成。」

老子（道德經）

作者小傳：李篤中

- 國立台灣大學化學工程學系 學士（1984）
- 國立台灣大學化學工程學系 博士（1989）
- 國立台灣大學化學工程學系 博士後（1990）
- 元智工學院化學工程學系 副教授（1990—1992）
- 國立台灣大學化學工程學系 副教授（1992—1996）
- 國立台灣大學化學工程學系 教授（1996—）
- 國立台灣大學 終身特聘教授（2006—）
- 北京清華大學、上海同濟大學、東京大學、香港大學、新加坡南洋理工大學、哈爾濱工業大學、天津大學、北海道大學、重慶大學等客座教授
- 曾獲國科會傑出研究獎（1996—2001）、國科會特約研究員（2002—2008）、十大傑出青年（2002）、青年獎章（2002）、傑出工程教授獎（2004）等獎項。
- 擔任十個 SCI 期刊編輯委員，目前共發表約 420 篇 SCI 期刊論文。

論文與研究六講：工程篇

作者／李篤中

發行人／李篤中

出版者／國立台灣大學化學工程學系熱傳遞實驗室

地址／台北市羅斯福路四段一號

電話／02-33663028

傳真／02-23625632

Email / djlee@ntu.edu.tw

初版一刷／2009年4月

價格／新台幣700元正

★ 版權所有 翻印必究 ★

國家圖書館出版品預行編目資料

論文與研究六講：工程篇／李篤中 著

—初版—台北市：台北市羅斯福路四段一號；

國立台灣大學化學工程學系熱傳遞實驗室

2009 [民 98] 面；公分

ISBN 978-986-01-8018-3 (平裝)