楓城新聞與評論
Maple News and Commentary

Four Golden Lessons：在研究與探索中的不同航線

生理學研究所 李思穎同學
張秉軒同學
李芯妤同學
李欣倢同學

前言:

諾貝爾物理學獎得主 Steven Weinberg 在 Nature 期刊發表〈Four golden lessons〉一文，向剛踏入科學研究領域的年輕研究者提出四項建議：

Steven Weinberg, "Four Golden Lessons" *Nature* 426, 389 (2003)

1. **Start doing research before you know everything.**
2. **Go for the mess.**
3. **Forgive yourself for wasting time.**
4. **Learn the history of science.**

這四項建議看似簡單，卻觸及研究工作的核心本質：研究並非在準備完全後才開始，而是在不確定中逐步前行；真正值得探索的問題，往往存在於尚未被釐清的混亂之中；許多看似徒勞無功的嘗試，其實都是通往發現的必經過程；而科學的進步，也建立在一代又一代研究者不斷累積與修正的基礎上。

閱讀這篇文章後，我們實驗室四位研究生分別從自身的學習與研究經驗出發，分享不同的體會與反思。有人從投資理財的角度思考研究中的決策與累積；有人從一次次失敗的實驗中重新理解探索的價值；有人以《One Piece》的航海故事比擬研究歷程中的未知與挑戰；也有人回顧自己跨領域學習的歷程，體會研究其實是在過程中逐漸學會的能力。

雖然背景與研究主題各不相同，但我們最終都指向相同的體悟：研究從來不是一條已經畫好筆直而明確的航線，而是在未知中不斷探索、修正與前進的旅程。或許正因如此，研究才如此困難，也如此迷人。

- **從投資看研究：開始行動比完美準備更重要 (李思穎)**

最近在學習投資理財的過程中，我逐漸體會到，面對投資與研究時所需要具備的心態其實十分相似，兩者都涉及在不確定中做出決策，也都需要接受知識永遠不可能完全充分的事實。Steven Weinberg 的文中提到，比起把所有事情都弄懂後才開始行動，直接動手開始研究反而更重要。以投資來看，與其等待最完美的進場時機、等待懂得更多、等待累積更多資金，不如盡早開始執行。時間總是在等待中流逝，重要的不是完美的起點，而是開始後能否持續投入。正如投資理財書《持續買進》（Just Keep Buying）所強調的核心理念：**Start early and just keep doing.** 與其等待萬事俱備，不如盡早開始，並持續累積。

在實驗研究中，我學到的最大教訓就是：慢就是快！也不要因為慢下腳步而感到焦慮。當我急著想做完手頭上的事，或是急著開始下一個規劃時，結果往往不盡人意，不僅耗費精神、心力與時間，最終收穫心情鬱悶的一天。研究更像是廣闊無際的海洋，是一場茫茫無止的大霧，而我們在其中慢慢摸索方向。所以在前行的同時，也別忘了適時停下腳步，檢視自己、重整思緒，避免往錯誤的方向持續埋頭苦做。

最後同樣重要的是，要有面對問題以及接受失敗的勇氣，不要害怕自己停留在原地踏步。就像 Steven Weinberg 所說的，研究本身就是未知的。我們無法事先知道哪個問題值得投入，也無法保證每一次嘗試都能有所收穫，甚至花費的大部分時間看起來都像是被浪費掉了。但反覆失敗、停滯不前、排除錯誤，其實也是探索的一部分。而研究和投資還有一個共同點，大概就是當你認為自己終於懂得多一點的時候，現實通常都會很誠實地提醒你自己其實還有許多需要學習與精進的地方。

投入努力並不會帶來線性的收穫，在那些看似毫無進展的日子裡，接受自己的有限與不足，才能持續從中學習。無論是知識、能力還是資產，成長都更像一條複利曲線，需要經過長時間的累積。所以比起期待一夜致富，或是一天之內跑出各種完美的 Data，還是像老師最常說的那樣，做實驗要「戰戰兢兢，如履薄冰」，先把下次實驗的細節顧好吧。

- **以史為鏡：在失敗與未知中學習 (張秉軒)**

過去，剛上大學的時候，總是會有種，「要搞懂之後才能做實驗」的想法，但這樣做的結果往往是越看越迷糊，最後原理也沒搞懂，也喪失了做實驗的動力。但後來，上了研究所，隨著自己經手了越來越多的實驗，我發現研究並不像考試那樣存在標準答案。甚至很多實驗想要知道的，本身就是未知的領域，與其等待學會所有答案，不如透過實際嘗試去接近答案。總得先開始嘗試，才能知道到底有沒有錯。

實驗過程中，最常遇到的事情大概就是實驗結果跟假設不相符，甚至是完全沒有規律。有時候花了大把時間培養細胞、配置藥物，最後得到的數據卻完全看不出意義。這種時候，都會感到相當沮喪，覺得自己白忙一場。不過，4 golden lessons 中提到:「在研究上浪費掉時間是可以被原諒的」，因為研究本就是在探索未知，沒有人能保證哪條路一定走得通。或許就是因為有了那些失敗的嘗試，才能排除掉錯誤的道路。這番話，也讓我稍微釋懷了一點。

文中第三點中提到的：「真正有趣的東西往往藏在未知之中」，也是一個值得思考的地方。雖然未知常常代表困難和挫折，但正因為如此，每一個新的發現才顯得珍貴。如果所有問題都有標準答案，就再也沒有「發現」新事物的過程，研究這件事就會少了許多吸引人的地方。

除此之外，在這之中，有一個我從未想過的方向，便是試著去學習科學史。過去總覺得，科學知識就是課本上寫的那些公式與原理，而歷史則是另外一方面的事。但實際上，每一條知識，背後都經過了許多人幾年，乃至於十幾年的努力，才得到了我們現在看到的「結論」。回頭了解這些歷史後，才發現許多現在看似理所當然的觀念，其實都是經過無數研究者長時間的嘗試、修正甚至推翻而來。重大的科學突破，往往也是從許多人的零碎實驗中累積起來的結論。透過科學史可以發現，許多重要的突破並不是來自一次成功的實驗，而是在無數修正與嘗試中逐漸形成。這讓我了解到，即使眼前的實驗結果看似微小，卻都有可能成為科學進步的一部分助力，了解科學發展的歷程，讓我更能相信每一次探索未知的嘗試都具有意義。

經過兩年的研究所訓練後，我也慢慢了解到，研究不只是追求結果，更是一種不斷提問、探索與成長的過程。未來一定還會遇到許多失敗與瓶頸，但只要保持懷疑，繼續往前，這些失敗與瓶頸，終究都會成為台階的一部分，讓我們邁向更高的地方。

- **航向偉大航道：在混亂中尋找答案 (李芯妤)**

做研究有如在浩瀚、未經探索的海洋中航行。Steven Weinberg 在回憶他剛進研究所時，面對許多物理文獻，覺得自己像面對一片「廣闊且未知的海洋」認為在開始研究前必須把每張海圖都畫好。但其實不需要知道一切才出海，所有開始都是在「不完美」中學會游泳，這就像《One Piece》裡的魯夫一樣。魯夫剛出海時只有一個木桶，他不懂航海術，也不懂醫術或廚藝，但他依然決定航向偉大航道。如果他非要等到自己把所有航海知識都學透了才肯出發，那草帽海賊團永遠無法成軍。對照我目前的情況，神經細胞的培養與分化機制極為複雜，相關文獻似乎永遠讀不完，之前我常陷入一種惡性循環，總覺得自己文獻讀得不夠多、知識不夠完整，也不敢大膽調整實驗步驟。但科學的海洋太大，我們注定要「邊游邊學」。文中也提到：研究就像騎腳踏車，“Like any skill, you can learn it only by doing it.” 與其停留在文獻閱讀所帶來的焦慮之中，不如勇敢走到實驗桌前與細胞正面對決，透過實作來學習與驗證。

好的科學在於細節，這讓我思考：細節一直都是我所缺乏的，現在面臨的瓶頸是不是因為有哪些我未注意到的地方，文章提到：一個合格的研究計畫應該包含詳細的分析。這提醒了我，當細胞養不起來時，不能只是盲目地重複實驗，而是要把焦點放回「細節」裡。是不是 FBS 的內容有微小差異？或者細胞適合的酸鹼值？放置天數等都有可能產生影響。

〈Four Golden Lessons〉文中建議學生要 **“aim for rough water”**，去那些事情最混亂、最不清楚的地方。普通的海域風平浪靜，但那裡沒有「大秘寶（One Piece）」。真正能讓人成長的，是氣候瞬息萬變、指針亂轉的偉大航道。我現在面對這批死掉或分化失敗的神經細胞，就像是航行到了磁場混亂的未知海域。雖然這些與預期不符的結果讓人挫折，但換個角度想，如果每次實驗都一樣順利、百分之百符合預期，那我也只是在重

複前人的航線。正是因為這些細節出了問題，才能走出舒適圈，去摸索出**屬於我自己的航海指南**。

- **從化學到生理：研究是在過程中學會的 (李欣倢)**

閱讀這篇文章時，不禁回想起自己進入研究所前的經歷。大學四年就讀於化學系，雖然修了許多化學相關課程，但畢業時常和同學開玩笑說，讀了四年化學，最後好像只記得元素週期表。當然這並不代表真的什麼都沒學到，而是當接觸的知識越多，越能發現自己的不足與侷限，當時許多有機與無機化學的概念對我而言仍相當抽象，也讓我深刻感受到自身知識的不足。願每一位剛踏入研究之路的學生，都能在未知中保持好奇，在挫折中持續前行，並在自己的航程中找到值得追尋的方向。

而在考研究所時，我決定轉換跑道，選擇了自己一直感興趣的生物相關領域。當時的我沒有任何實驗室研究經驗，也沒有生物科技或生理學相關背景，更沒有固定閱讀大量學術論文的習慣。帶著對未知領域的好奇與憧憬，我幾乎是在懵懵懂懂的狀態下進入生理學研究所。當時對研究所生活的想像相當單純，只覺得需要閱讀文獻，做實驗就可完成論文畢業。

剛開始閱讀文獻時，論文中的專有名詞、訊息傳遞路徑、基因與蛋白質名稱以及實驗技術常常讓我感到挫折，一篇論文往往需要查閱許多額外資料才能勉強理解內容。因此，當作者提到自己在取得博士學位後仍然覺得對物理學所知有限，以及研究不需要先知道所有事情才能開始時，我產生了很大的共鳴。過去的我總認為應該先把所有背景知識準備完善，才能開始做研究；但真正進入實驗室後才發現，研究本身就是一個不斷學習的過程。許多知識並不是在課堂上學會的，而是在閱讀文獻、設計實驗、分析結果以及與老師和學長姐討論的過程中逐漸建立起來的。

在這一年中，我也很幸運能遇到開明的指導老師以及能力很強的學姊。在實驗操作上，幾乎都是由學姊帶領我從零開始建立基礎，讓我逐漸能夠獨立完成部分實驗。雖然目前仍有許多知識與技術需要學習，但在這樣的環境中，我也逐步建立起對研究的理解與節奏。老師常以「戰戰兢兢，如履薄冰」來形容看到實驗數據時的態度，而這句話在這一年中也逐漸成為我在進行實驗時會浮現在腦中的提醒。或許因為自己本身是一個粗

神經的人，因此這樣的提醒對我而言格外重要，也讓我在實驗設計與操作上更加謹慎。

關於作者提到「大部分時間都在浪費」這一點，我並不完全認同。在這一年的學習與實驗過程中，我所經歷的每一個嘗試與結果，不論是否直接與專業研究相關，都讓我獲得了不同層面的成長。我不僅逐漸熟悉研究的流程，也更加認識自己的學習方式與不足的地方。

總結來說，這篇文章讓我更加理解研究的本質：研究並非建立在完全準備好的狀態，而是在未知與混亂中逐步前進的過程。就像作者所說，做研究的人需要有勇氣進入未知與混亂之中，而我也期許自己能在這樣的過程中持續學習與成長，逐步建立屬於自己的研究能力與思考方式。

後記：研究沒有標準航線

四位研究生的心得雖然來自不同的背景與經驗，卻不約而同地回應了〈Four Golden Lessons〉所提出的核心觀點：研究是一場在未知中前進的探索。如何在未知中前進、如何面對失敗、如何接受不確定性，以及如何在漫長的探索過程中保持好奇與熱情。

在研究的道路上，我們經常面臨知識不足、實驗失敗、結果不如預期，以及對未來方向的不確定。然而，正如 Weinberg 所提醒的，這些並非研究之外的阻礙，而是研究本身的一部分。真正重要的，不是在開始之前就掌握所有答案，而是願意帶著問題出發；不是避免混亂，而是勇於走進尚未被理解的領域；不是要求每一次努力都立即獲得成果，而是相信累積與嘗試終將產生價值。

或許沒有任何研究者擁有完整的地圖，但正因為如此，每一次探索才具有意義。我們都在各自的航道上學習辨識方向，在一次次修正與前進中逐漸成長。而那些曾經的困惑、失敗與停滯，也終將成為未來回望時最珍貴的航海紀錄。研究從來不是在完全準備好的狀態下開始，而是在知識尚未完整、方向尚未明確時勇敢踏出第一步；不是避免混亂，而是走向那些仍待理解的問題；不是執著於每一次努力都必須有所收穫，而是理解探

索本身的價值；更不是只關注眼前的結果，而是從科學發展的歷程中看見知識累積的意義。

或許研究最迷人的地方正在於此，沒有任何人擁有完整的地圖。我們都只是航行在未知海域中的探索者，一邊修正航向，一邊學習成長；而每一次嘗試、每一次失敗與每一次發現，都將成為未來道路的一部分。

願每一位剛踏入研究之路的學生，都能在未知中保持好奇，在挫折中持續前行，並在自己的航程中找到值得追尋的方向。