

出國報告（出國類別：進修）

英國里茲大學地理空間分析暨決策中心
博士進修心得報告

服務機關：國防部電訊發展室

姓名職稱：張簡逸民少校

派赴國家/地區：英國/里茲

出國期間：105年9月28日至110年3月31日

報告日期：110年10月8日

摘要

人手一支智慧型手機的時代，就好比地面感測器，與傳統天上航遙測感測器產生的空間資料，形成互補，前者即時反應地面民眾與環境情況，後者則有效地提供大範圍地面資訊，為當今空間科學研究提供新興的資料來源，以解決創新的地理議題，其應用常見於災害防救、輿情監測、國土規劃及管理；鑑於瞬息萬變的新興科技與資料帶來的機會與挑戰，能否從中萃取出具參考價值的空間情資，提供地理空間情報社群參考與運用，儼然成為重要課題。此次筆者赴英國里茲大學地理學院地理空間分析暨決策中心博士進修，即是汲取該中心在地理運算領域的前端知識與技術，以他山之石，精進與提升地理空間分析的能力。

目次

一、	目的.....	4
二、	過程.....	5
	(一) 打掉重練扎穩馬步.....	5
	(二) 資料驅動國土規劃.....	6
三、	心得與建議.....	7
	(一) 巨量資料浪潮帶來新的機會與挑戰.....	7
	(二) 賦權於民的國土空間治理.....	8
	附錄一.....	10
	附錄二.....	11

一、目的

英國里茲大學（University of Leeds）知名地理學家 Stan Openshaw 教授於 1994 年提出地理運算（Geocomputation）的概念與新名詞，其觀點為：計量地理學

（quantitative geography）的發展，須結合尚持續發展中的電腦運算能力，應用數學方法來描繪空間特徵、解釋地理現象、解決複雜的地理問題。地理運算結合了地理學、資訊科學、數學和統計學的知識與技術，形成一門跨領域科學。里茲大學地理空間分析暨決策中心（Centre for Spatial Analysis and Policy, CSAP）的研究團隊成員，師承 Openshaw 教授精神，持續引領該領域知識與技術的突破創新，運用空間分析與統計分析模型等技術，應用於區域人口、零售、犯罪、教育、健康、景觀生態等課題，提供相關政策制定建議。

隨著行動裝置的普及與第二代互動網路架構（Web 2.0）的發展，各式的（空間）資料與日俱增，此種新興資料與傳統航遙測產製的空間資料，形成互補，前者即時反應地面民眾與環境情況，後者則有效地提供大範圍地面資訊，為當前空間科學研究提供新興的資料來源，以解決創新的地理議題，其應用常見於災害防救、輿情監測、國土規劃及管理；鑑於瞬息萬變的新興科技與資料帶來的機會與挑戰，能否從中萃取具參考價值的空間情資，提供地理空間情報社群參考與運用，儼然成為重要課題。此次筆者赴英國里茲大學地理學院地理空間分析暨決策中心博士進修，即是汲取該中心在地理運算領域的前端知識與技術，以他山之石，精進與提升地理空間分析的能力。

二、 過程

(一) 打掉重練扎穩馬步

英國高等教育的博士訓練系統，是以培養獨立研究能力為出發點，強調自主學習的重要性。第一指導教授 Alexis Comber 博士，是從資訊科學（computer science）背景，跨入空間資料分析（spatial data analytics）領域的學者，致力於該領域前端方法的發展與跨界應用的研究；第二指導教授 Steve Carver 博士，專長領域在於地理資訊系統（geographical information system, GIS）與環境建模（environmental modelling），致力於荒野製圖技術發展（wilderness mapping），是活躍於自然環境保護議題的學者。

指導教授初次見面就說：這是你的博士旅程，你才是老闆（This is your PhD; you are the boss!）；英國的學制，博士生沒有修課的要求，可自由地選擇旁聽任何所需的課程，校方也會不定期舉辦學術能力培養的工作坊（workshop）或講座（lecture），內容包括學術閱讀、文獻管理、簡報技巧、學術書寫與出版等，依個人所需，自行選修；專業能力的養成則是採師徒制，係由指導教授直接經驗傳授，博士生須定期主動組織會議（supervision meeting），與教授討論進度並尋求建議，能從教授身上得到多少觀點，仰賴事前的準備，與良好的溝通能力，有效率地導引整個討論的進行，教授通常都是心不藏私地分享所知，與指引研究方向，也會對論文做出嚴格批判。

由於第一指導教授推廣開源理念（open source），鼓勵學生擁抱開源軟體，並追求知識技術的自由分享，因為許多創新研究前沿的技術發展，都會先在開源社群中率先實現與討論，除了可以掌握最新技術及進展，也不會被商業軟體制約綁架，為實踐理念，教授以身作則，研究教學摒棄商用軟體，導入 R 開源軟體程式語言—R 是屬於 GNU 作業系統的一個自由、免費、原始碼開放的軟體，它是一個用於統計計算和統計製圖的優秀工具—並與愛爾蘭大學國家地理計算中心（National Centre for Geocomputation at Maynooth University）的 Chris Brunson 教授合撰兩本針對空間資料（spatial data），運用 R 語言進行空間資料處理、分析與視覺化的實作入門書—An Introduction to R for Spatial Analysis and Mapping 和 Geographical Data Science and Spatial Data Analysis: An Introduction in R—並致力開發以 R 為基礎的前沿 GIS 空間分析套件。

因著教授的鼓勵與要求：研究過程所有實作與製圖，須放棄熟稔的商業 GIS 軟體工具，重新蹲馬步學習，為培養程式語言能力，博士第一年旁聽地理資訊分析程式設計-核心能力（Programming for Geographical Information Analysis: Core Skills）碩士班課程，係由地理系資深講師 Andy Evan 博士授課，以 Java 語言編譯空間分析與建模（Spatial analysis and modelling）程式，同時摸索自學 R 開源程式語言，作為主要研究工具語言。

博士第二年旁聽地理資訊系統與環境（GIS and Environment）環境學院碩士班課程，汲取運用 GIS 和遙感探測（Remote Sensing, RS）技術，在環境規劃領域的應用，同時擔任 Geocomputation and Location Analysis 課程實作助教，課程內容主要以代理人模型（Agent-based Model, ABM）和空間交互模型（Spatial Interaction Model, SIM）技術，模擬與推估人類複雜的地理現象，例如：建構犯罪模擬模型。

博士第三年，毛遂自薦擔任巨量資料與商業顧客分析（Big Data and Consumer Analytics）碩士班課程實作助教，除了磨練程式除錯能力，也累積實作與教學經驗，從中更了解許多留學生在國外學習的集體經驗與困境。課程內容涵蓋運用 R 語言進行統計分析處理巨量資料，包含敘述統計、探索式資料分析（exploratory data analysis）、迴歸分析（regression analysis）、決策樹（decision tree）等資料探勘與視覺化的分析應用、並擴展至自然語言處理（natural language processing）、社群網絡分析（social network analysis）到機器學習（machine learning）等商業應用。近年因資料科學（data science）與人工智慧（artificial intelligence）的熱潮加持，R 語言如今具備廣大的使用者社群，提供了各式各樣的套件（package）函數（function），從各種數據庫各種語言接口到高性能計算模型，發展與運用快速，功能齊全；回想打掉重練的過程，其實是預備一把未來研究的利器，是意外的收穫。

（二） 資料驅動國土規劃

基於 Web 2.0 的技術演進，網路使用者開始成為網頁內容的資訊生產者與供應者，加上具定位功能的智慧型行動裝置（如手機、平板等）的普及，使用者可輕易地將位置資訊發布到網路上，同時以自身的空間理解與地理知識，透過網路電子地圖及地理標籤（geotag）等定位方式產生地理資料，使用者可自發地建立、編輯、維護、管理的空間資訊，資訊產製結構因而翻轉，從原先以專家主導製作，轉為以使用者為主的協力式內容產製（User-Generated Content, UGC）；地理空間領域的知名學者 Michael Goodchild 於 2007 年提出了自願性地理資訊系統（Volunteered Geographic Information, VGI）的概念，描述這類以公民協作為主的資訊生產方式，更能反映在地環境的現況，與傳統由上而下（top-down）的地理資訊產製流程，由於是集結群眾的地理資料，經常記錄群眾對於週遭環境的經驗、感受與喜好，與傳統專家測製資料形成互補，形塑另一種以公民為主體的空間知識系統。自願性地理資訊系統帶來許多探究人與環境關係的可能性與新視角，如何結合跨領域的資料探勘與知識發掘（Data Mining and Knowledge Discovery）科學，善用資料視覺化、空間統計與分析、機器學習與圖形辨識等方法，從巨量（地理）資料中挖掘出有用的知識，此等資料導向促使地理資訊科學研究再演進，成為（地理）資料科學家的新興課題，藉以輔助政府施政相關議題，諸如國土空間規劃、社會安全、資源保育、環境監測、永續發展、災害防救及氣候變遷等面向所需之科學支援。

博士研究計畫便是透過群眾外包（crowdsourcing）的地理資料，磨練巨量資料處理及

地理運算分析的能力，從中了解複雜的地理現象，與挖掘未知的知識，也提供國土規劃決策參考，有效展示群眾外包之地理資料的應用性；因資料取得之便，選定英國作為研究場域。博士論文包含三篇期刊投稿（詳附錄一），第一篇文章主要係探討荒野質量與景觀美質之間的關聯性，自變數取材自 GIS 空間模型估算之野地質量，應變數取自民眾對景觀美質的量化評價，經過重新空間取樣（spatial sampling）後，運用多元線性回歸（Multiple linear regression）、傳統地理加權回歸（Geographically weighted Regression, GWR）及多尺度地理加權回歸分析（Multiscale Geographically weighted Regression, MGWR）三種數學模型解釋該地理現象，研究發現 MGWR 相較於 GWR 數學模型有更敏銳與穩健的解釋能力，因該模型為各個自變數求算最佳尺度（scale），結果發現距離道路的遙遠程度（remoteness）之迴歸係數是景觀美質產生的全域因子（global factor），此現象可以解釋為景觀可達性（accessibility）是景觀美質產生的基本脈絡。第二、三篇文章主要係回應歐洲景觀公約（European Landscape Convention, ELC）賦權於民的國土空間規劃倡議，探討專家與非專家對景觀美質評定的同異之處，民眾評估的地理空間景觀美質來源資料，以大不列顛島的群眾外包專案 Scenic-Or-Not 所產製的地理資料為主，專家評定係以威爾斯景觀特徵評估（Welsh LANDMAP）作為對照，研究發現水體地貌的景觀美質係雙方具有共識的類別，兩者在美度（scenic spectrum）的端點共識較多，中間處差異較大。第三篇文章則整合專家繪製的野地質量與民眾對景觀美質的評價，運用機器學習技術，以威爾斯的國家景觀評估的空間資料，採前沿的梯度提升模型（eXtreme Gradient Boosting, XGBoost）方法，取樣訓練預測模型，並以此模型，對蘇格蘭及英格蘭兩個國家的景觀美質進行預測，以提供國家層級的國土空間規劃與管理參考。

傳統英國博士學位取得，是不需要有期刊著作等發表，但指導教授鼓勵博士生將研究投稿於高影響力期刊，並要求以出版導向的學位論文（thesis by publication）為畢業目標；但高影響力期刊投稿對初生之犢如我輩著實是一大考驗，屢遭拒稿的挫敗，過程宛如希臘神話中不斷重複推著巨石受罰的薛西弗斯（Sisyphus），所幸所有的努力不是徒勞，曠日費時終究被期刊接受與刊登，歷經跌宕起伏，方能感受個人在浩瀚學海中的渺小，並體會教授的良苦用心；無非希望後輩能站在前輩的肩膀上，持續在人類知識邊界上尋得突破，並保持求知若飢，虛心若愚，精益求精的初心（詳附錄二）。

三、心得與建議

（一） 巨量資料浪潮帶來新的機會與挑戰

人手一支智慧型手機的時代，就好比地面的感測器，與傳統天上航遙測感測器產生的空間資料，形成互補，天上的觀點快速掌握大範圍地理現象，地面的觀點更貼近人在空間中的行為與互動，提供現象背後一些線索與脈絡；舉例來說，Google Maps 藉由使用者的手機導航時，所提供的位置資訊，藉此統計當下道路車流量，並判斷是否造成交通堵塞，並將即時狀況反映於使用者導航畫面；而路線規劃服務，更進一步預測

使用者預計行駛的路況，除即時路況資料，更利用車流變化的歷史資料，運用機器學習（machine learning）進行分析預測，預估導航抵達時間，並提出最佳的路線建議；更借助 Alphabet 旗下 DeepMind AI 團隊的人工智慧技術，為世界各地大城市交通經常繁忙的路況，降低預測路線規劃抵達時間的失準率。

如何發揮民眾即感測器（citizen as sensors）的概念，輔助傳統情報蒐集手段，勢必是地理空間情報社群的一大課題。美國地理空間情報局（National Geospatial-intelligence Agency, NGA）意識到新興（空間）資料掀起的新浪潮，在 2017 年於西岸矽谷，設置前哨辦公室（NGA outpost valley, NOV）據點，想從產、學界等非傳統情報領域，尋覓合作夥伴，汲取巨量資料分析技術經驗，尋求創新的解決方案。儘管新興（空間）資料的取得變得更加容易，但資料紛雜、真偽難辨、品質參差等難題，讓開放資料的分析處理變得更加困難棘手，從中萃取出有價值的資訊，有賴創新的技術與方法。因此，NOV 也亟欲招募百位資料科學家，投入解決與日俱增的（空間）資料難題，從巨量雜訊之中，抽絲剝繭，找出重要的訊息（the signal in the noise），這些非傳統情報蒐集手段所獲之數據，經過處理分析，不僅應用於現今商業應用規劃，在政治選舉、災害應變、軍事衝突等面向，也提供即時決策參考。

台灣（空間）情報社群同樣也面臨新浪潮帶來的衝擊，巨量（空間）資料處理與分析的需求正值起步階段，既有的工具和技術勢必不足以因應，汲取國內、外他山之石的技術與經驗，腳步不停歇地往前，才能在科學技術的趨勢浪潮上，踏浪前行，為科技情報注入活水。電訊發展室作為軍事國防的眼耳，更有必要時時保持「耳目一新」的技術優勢，這仰賴一代代的後進，前仆後繼地投入技術創新研發，因此，建議鈞（國防）部廣續投資科技情報專業人才的培養，持續准予國內、外全時進修培育員額；近年，許多優秀的青年才俊加入國軍的行列，科技情報領域更是人才輩出，在此也建議全時進修規定能與時俱進；若國軍各單位的同仁有能力自行爭取到國內、外政府、企業或高等教育等機構所提供的留學獎學金，只要在員額提需階段檢附相關證明文件，希冀鈞部於審查階段，亦能廣開大門，准予核定各單位所提之進修員額，一來樽節部內人才培育的經費支出，二來也鼓勵優秀的後進，擁抱挑戰，趁著年輕的熱情與勇敢，走出島國舒適圈，與國際接軌。

（二） 賦權於民的國土空間治理

許多國土評估與規劃相關議題上，空間是一個重要的關鍵因素，利用地理資訊系統，透由地圖呈現的方式，將資料視覺化呈現已是趨勢，但將公眾參與（public participation）與空間分析帶入整體規劃分析當中的應用實例，相對上仍是少數；以公眾參與的角度而論，政府可以利用 Web 2.0 這種雙向互動的方式來提升公民的參與能力，可透由專家建構類似研究中所使用的群眾外包專案，藉以蒐集民眾對於土地環境的質化數據；惟此類資料與巨量資料同樣具有 4Vs 的特性，即資料量龐「大」（volume）、變化飛「快」（velocity），種類繁「雜」（variety），以及真偽存「疑」

(*veracity*)，難免造成資料探勘與分析上的困難。以研究分析方法的角度而論，許多常用的統計分析方法，往往忽視空間的因素或與空間相關的統計問題（例如：空間自相關），更複雜的空間統計分析工具，如多尺度地理加權迴歸分析，應可帶入規劃分析當中，方能更敏銳地發掘區域特徵差異，產生因地制宜的開發策略，朝向國土永續經營與發展，該模型因改善傳統地理加權迴歸分析單一尺度的限制，較符合真實世界的情況，未來亦值得研究者嘗試應用。

自願性地理資訊在政府災害管理應用上日益廣泛，過往政府防救災單位必須經過層層機關的災情綜整與審認機制，第一手災情訊息才能從地方傳遞到中央災害應變中心；待中央機關掌握全般整體災情，確認資訊正確無誤，才開始對外發布官方災情消息，並進行決策，展開救災資源調配與行動，災情蒐整效率與應處速度，往往跟不上民眾透過網路社群媒體，及時反映災況或主動媒合災區需求與資源調配；政府近年也採取 **Web 2.0** 的方式，整合民眾提供的第一手災情資訊，惟如何兼顧災情資訊有效傳遞與正確性，依然是地方與中央防救災單位所面臨的難題。

附錄一

Paper 1:

Chang Chien, Y. M., Carver, S., & Comber, A. (2020). Using geographically weighted models to explore how crowdsourced landscape perceptions relate to landscape physical characteristics. *Landscape and Urban Planning*, 203 (August), 103904.

<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103904>

Paper 2:

Chang Chien, Y.-M., Carver, S., & Comber, A. (2021). An Exploratory Analysis of Expert and Nonexpert-Based Land-scape Aesthetics Evaluations: A Case Study from Wales. *Land*, 10 (2), 192. <https://doi.org/10.3390/land10020192> 11006151250

Paper 3:

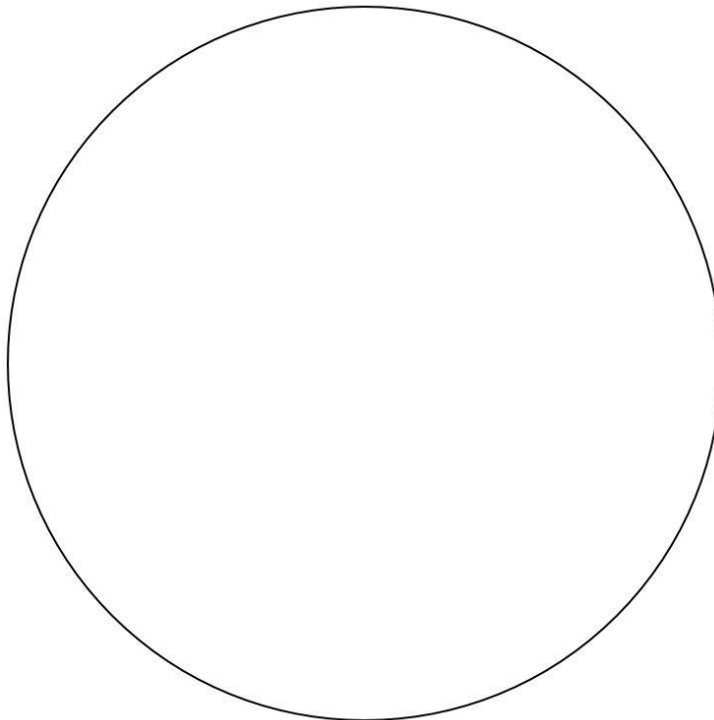
Chang Chien, Y.-M., Carver, S., & Comber, A. 2021. Toward Consensus between Experts and Non-experts: An Integrative Approach of Mapping Landscape Aesthetics using Supervised Machine Learning. Submitted.

附錄二

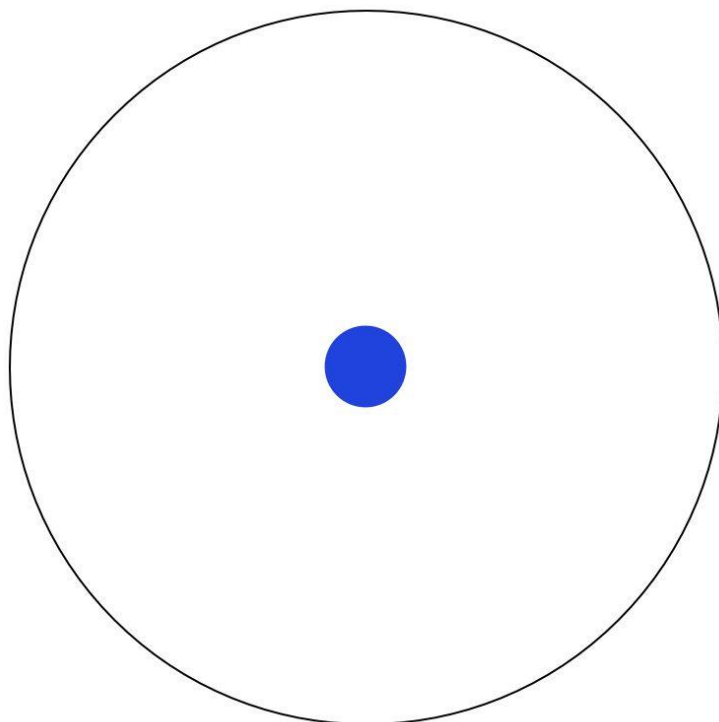
「圖解－何謂博士」(The Illustrated Guide to a Ph.D.) 原著作出自美國猶他大學 (University of Utah) 電腦科學系 (Computer Science) Matt Might 教授 (<http://matt.might.net/>)，出處 (<http://matt.might.net/articles/phd-school-in-pictures/>)，該著作採用創用 CC 授權條款-姓名標示、非商業性 2.5 版 (CC BY-NC 2.5) 釋出。中文翻譯引用自研究生 2.0 網站。

Imagine a circle that contains all of human knowledge:

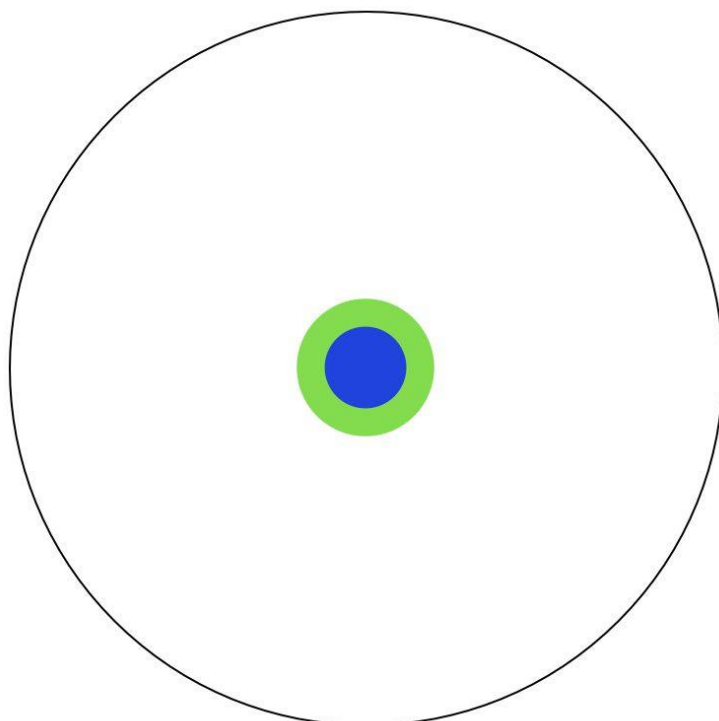
想像下方的圓圈代表人類所有的知識。



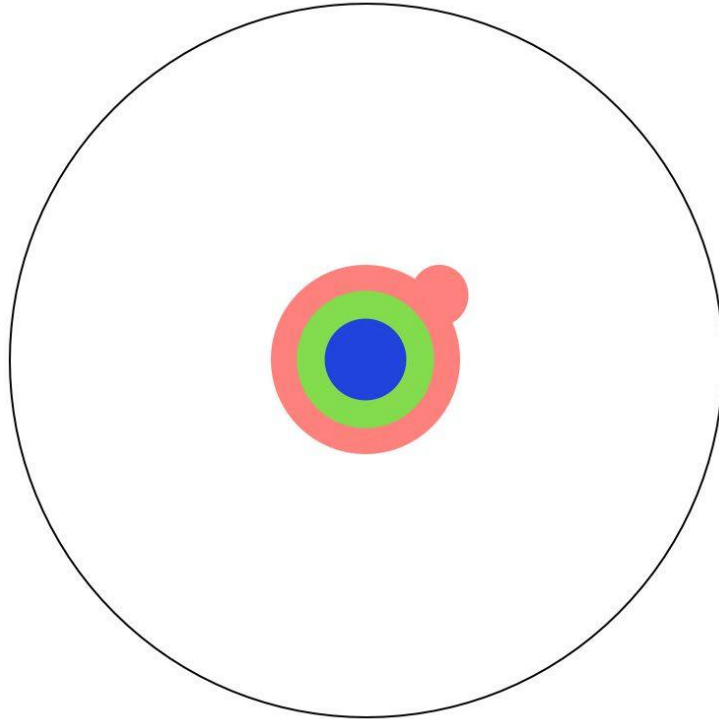
By the time you finish elementary school, you know a little:
當你小學畢業時，你知道一些。



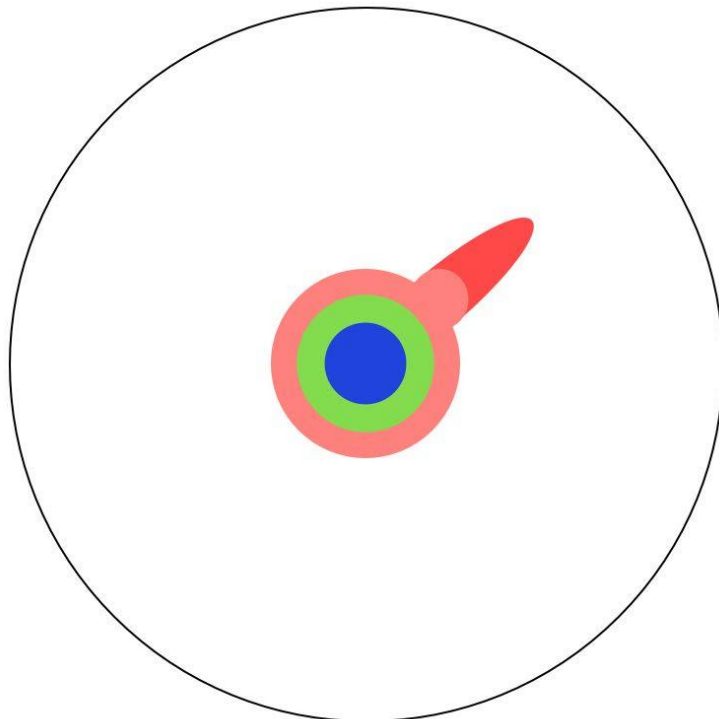
By the time you finish high school, you know a bit more:
當你高中畢業時，你知道多一點。



With a bachelor's degree, you gain a specialty:
當你拿到學士學位時，你有個專業方向。

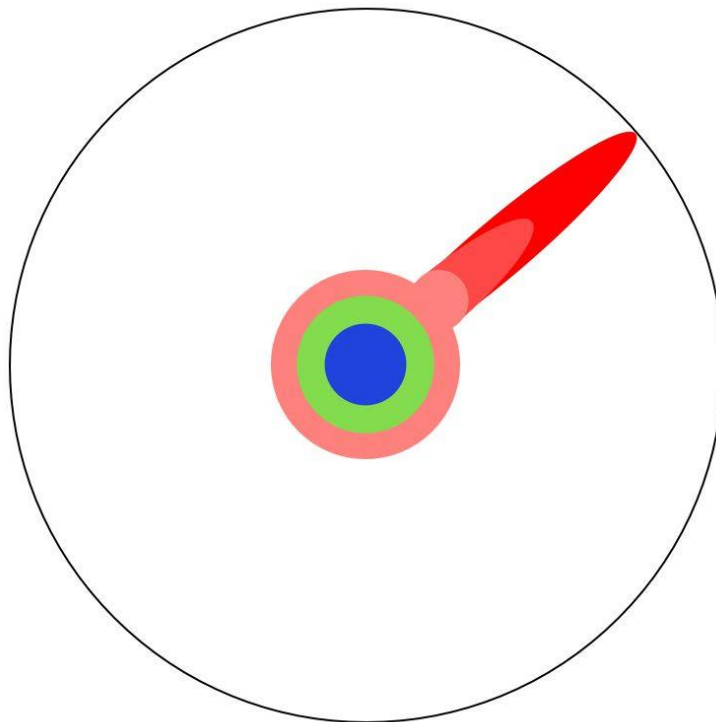


A master's degree deepens that specialty:
碩士學位會加深對這個專業方向的了解。



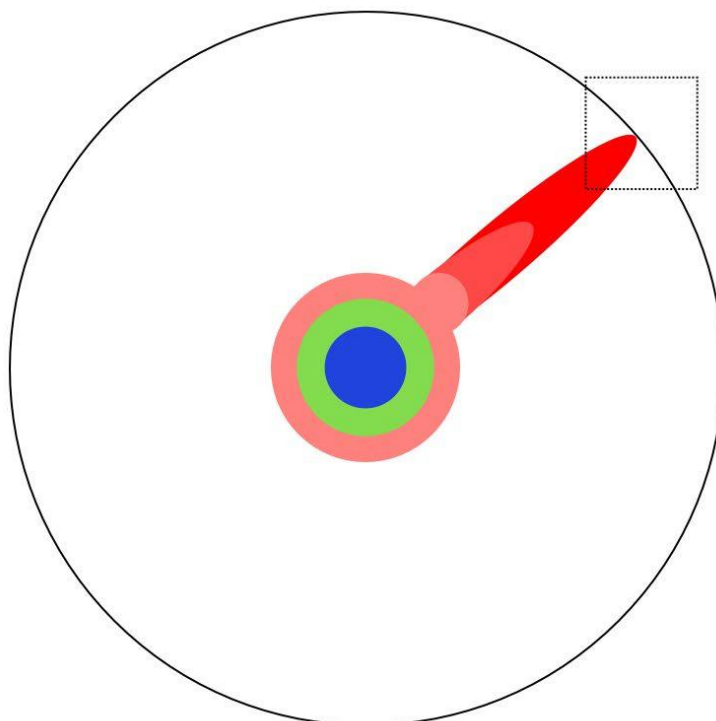
Reading research papers takes you to the edge of human knowledge:

讀研究文章會帶領你到人類知識的最前端。



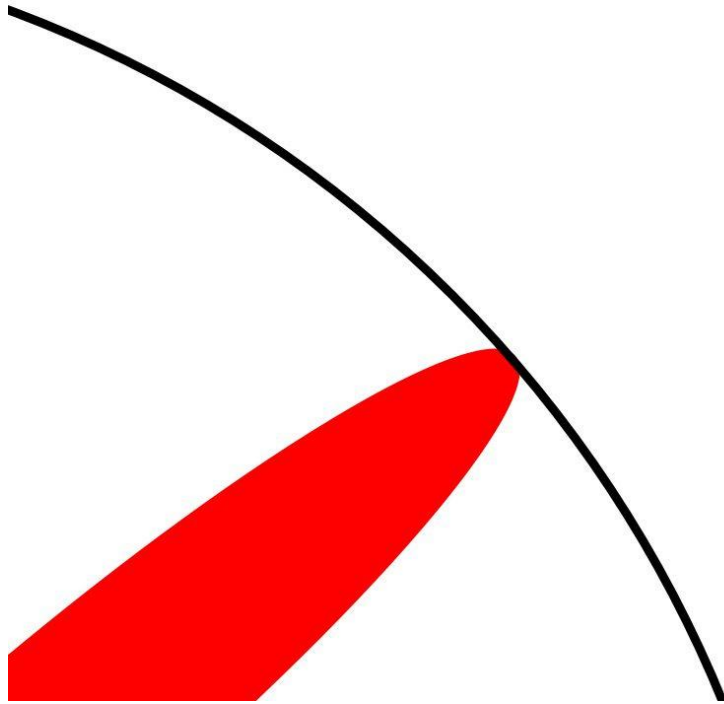
Once you're at the boundary, you focus:

當你到了這個（人類知識）的邊界，你會專注於一個專門的問題。



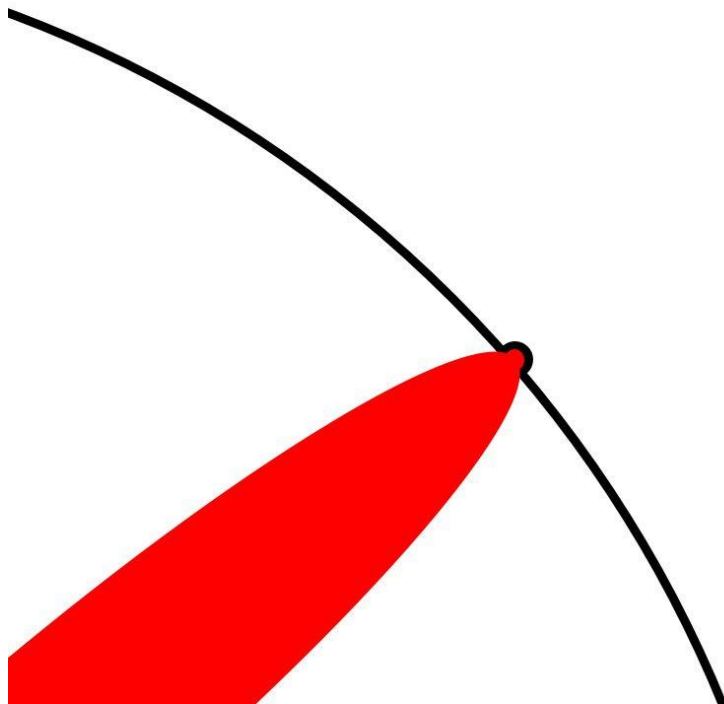
You push at the boundary for a few years:

你在這個邊境努力了幾年。



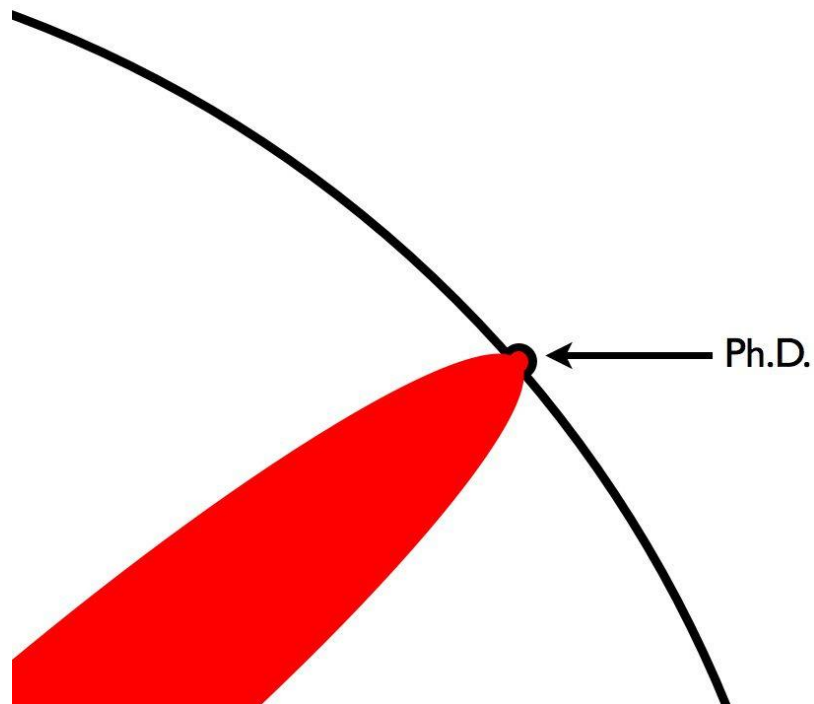
Until one day, the boundary gives way:

直到某一天，你在這個邊境突破了。



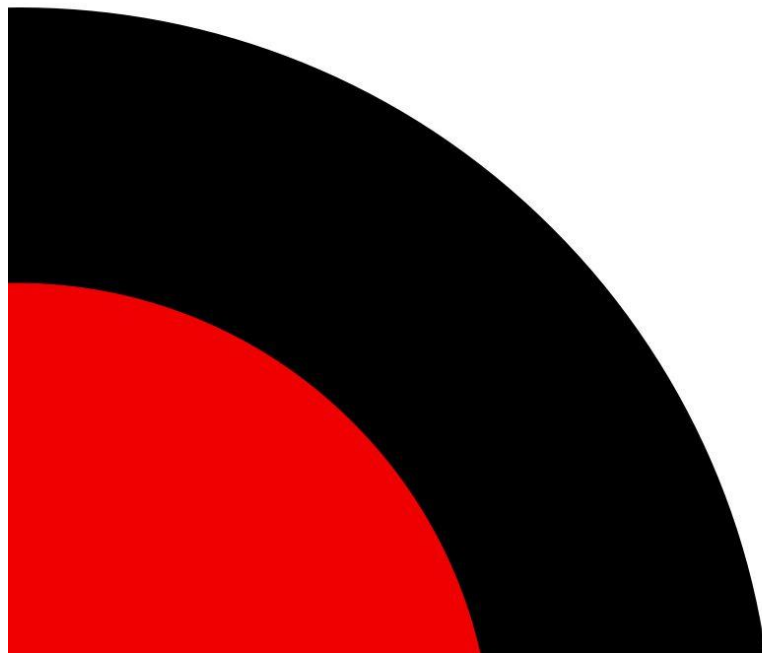
And, that dent you've made is called a Ph.D.:

你空破的這個點就是所謂的博士。



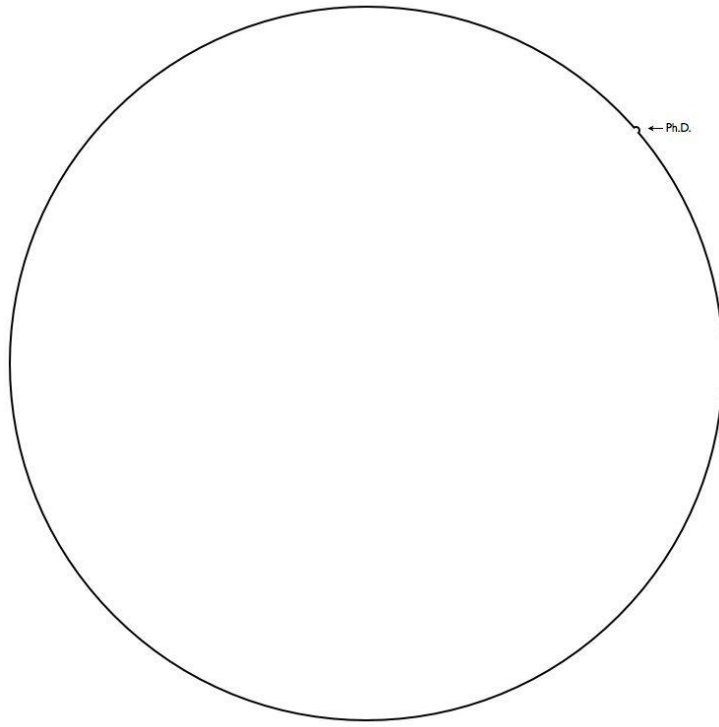
Of course, the world looks different to you now:

當然，這世界對現在的你來說不一樣了。



So, don't forget the bigger picture:

但別忘了這整張圖的樣子。



Keep pushing.

繼續努力。