

教育部教學實踐研究計畫成果報告

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PSL1120449

學門專案分類/Division：社會（含法政）學門

執行期間/Funding Period：2023.08.01 – 2024.07.31

發展「地理空間模擬」課程，

提升社會科學科系學生的計算思維能力

計畫主持人(Principal Investigator)：溫在弘

協同主持人(Co-Principal Investigator)：無

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立臺灣大學地理環境
資源學系

成果報告公開日期：

☐立即公開 ☒延後公開(統一於 2025 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2024 年 7 月 30 日

1. 研究動機與目的 Research Motive and Purpose

地理環境規劃常涉及空間資源配置、選址與路徑選擇等互動決策過程，需要發展計算思維的實作與議題討論的課程設計。以往社會科學院多有開設統計學等相關計量分析課程，提供同學具有數據分析與解讀社會科學數據的能力。近年國際高等教育趨勢朝向培養社會科學相關科系同學發展計算思維（computational thinking）的能力，鼓勵修習電腦程式設計相關課程。然而，目前統計學或程式設計等課程的教學現場，大多以講授統計數理公式或強調程式語法程序邏輯的學習目的為主，難以將學習到的技術或方法，應用於解決實際案例當中。本研究希望透過課程設計，引發同學對於地理議題的好奇與同理，使同學主動產生其問題意識，進而能親自動手設計地理模擬程式，作為輔助解決與討論議題的過程。同時，在調整模式參數的過程，配合程式設計的邏輯性，可以深入了解地理環境議題的設施或資源的數量與分佈、狀態臨界值等量化數據，而非僅用文字描述與討論。讓學生能夠實際地展示在何種情況下（透過參數調整與情境模擬），瞭解地理議題的解決過程。

由於社會現象與社會過程難以進行主動介入的實驗設計，並因其變動歷程時間尺度較長，且影響人類行為因素甚多，因此在課堂的議題分析上，常以歷史事件與案例進行討論。在缺乏完整調查數據的情況下，我們很難在課程設計上建立反事實（counterfactual）的情境討論，亦即若當初有/沒有發生 A 事件，現今社會、目前狀況會變得如何？因此透過地理模擬在社會科學中提供可重複實驗的特性，提供學生理解如何拆解問題時，同步可以再釐清問題形成的過程，也學習如何將問題透過計算思維的過程，利用程式設計進行模式分析的議題討論。

2. 文獻探討 Literature Review

電腦模擬強調使用電腦建立情境來模擬真實世界中的現象，由於電腦可立即分析並將結果呈現給學習者，此立即回饋性有助於學生了解現象運作原理（詹博元，2007）。目前國內外電腦輔助模擬廣泛應用於理工科系及課程上，並發現其相對於以往傳統講述授課的優良成效。王瓊德等（2001）認為科學教育以「專題導向」（project based）或「問題導向」（problem based）為基礎的教學課程，配合電腦模擬真實情境、科學實驗，或抽象概念，可建構扎實的科學知識、培養科學過程之技能，及提升高層思考能力。楊維寧（2018）研究結果發現電腦模擬輔助

教學結合其他教學方法在學習成效上確實優於傳統講述式教學，藉由電腦模擬程式，讓統計學中抽象概念轉變成可觀看的過程，此為傳統講述教學難以達成之處。鍾昌宏等（2014）以生物遺傳單元課程搭配模擬軟體進行教學，將遺傳單元包含許多抽象的概念，以模擬軟體互動的形式看見課本中靜態的自然現象，亦可協助學生形成正確的科學解釋並提高學習動機。

Alessi 等（2001）認為使用電腦模擬於教學上之優勢，包含可以提供真實情境無法體驗的經驗、可彈性調整時間、讓罕見情況重複發生，以上三項優勢讓電腦模擬十分適合應用於社會科學及政策討論上，因社會科學所觀察的現象（例如都市成長）可能需要數十年甚至更久，且在歷史事件發生後，便無法改變事實，故可透過模擬去重現情境，並調整其中影響的參數，觀察 What-If 情境之結果。再者，電腦模擬可簡化真實情境的複雜度，且在與模擬的互動之下，學生學習動機強，習得模擬方法後，其將技能轉移至其他領域之能力亦較強。

計算思維是人類解決問題的技能，適用於所有科學領域，有益於學生了解課堂中所學與生活的連結。簡化抽象問題並拆解問題，使問題容易被理解，在解決問題時思考各種方法及規則，並評估何種方法可執行。當解決一個問題後，又可以利用以往曾使用的方法，套用在另一個問題上（白榮銓，2018）。然而，目前少有社會科學之課程搭配電腦模擬進行教學，多以案例討論為主，缺乏議題操作的實作性。社會科學強調各種議題或政策的討論（例如環境影響評估、交通設施選址等），電腦模擬提供議題討論的可能性，因此強調建立計算思維的重要性，透過解決方案的實作，可增加議題討論的深度。

3. 研究問題 Research Question

地理環境議題大多涉及「人與環境」的交互作用，都市的建物、地貌時空分佈改變，會連帶影響其他層面，例如：科學園區的設立，於區域內產生人口的拉力、通勤旅次、環境污染、疾病傳染等方面的問題。但我們發現目前社會科學院之課程較少有利用電腦情境模擬來講解社會現象與人地互動關係的過程。因此本研究透過規劃情境為基礎的模擬環境作為課程設計，站在個體層次的角度，透過模擬人類行為的行為者來運作而影響整體環境的改變，明確理解情境機制以及可調整因素，以運算思維進行情境探討，以提出具體並具說服力的論點及解決方案。

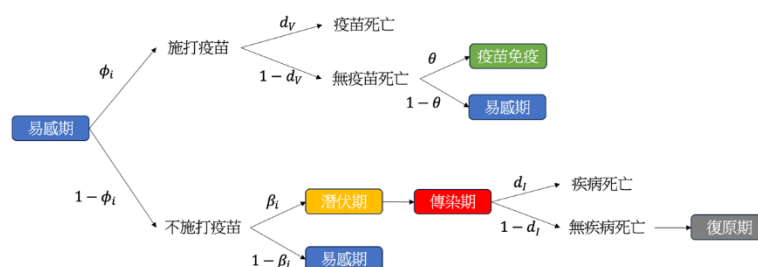
4. 研究設計與方法 Research Methodology

研究以「地理空間模擬」課程學生為目標，課程中先以 Netlogo 建立疾病傳播模型，透過模型的建立方式、參數調整，以及結果呈現建立學生對模擬模型以及拆解問題的概念。此後以 Minecraft 作為遊戲實驗平台，讓學生實際作為模型中的行為者，將其對模擬的理解以及認為較佳的行為策略實際運用於遊戲行為，也讓同學較深入地體會自身與他人的行為決策在模擬中如何相互影響。最後讓同學依據所學的模擬概念進行延伸應用，並針對自身有興趣的議題進行模擬，並對模擬結果進行情境探討以及提出相對應的論點和解決方案。課程學生生級描述如表一，但在 Minecraft 遊戲實驗中有開放學生邀請課外朋友一同參與，因此該階段的參與人數為 16 人。課程學生主要以地理與環境相關科系的學生為主，且主要為大三以上及碩、博士班學生（如附錄表一）。

(1) Netlogo 疾病模型——模擬概念建立

本研究以 NetLogo 作為行為者模擬（agent-based modelling）的程式軟體，透過人地互動過程模擬，建立計算思維的議題討論。行為者模擬通常包含行為者（agents）、互動原則（interaction rules）以及環境（environment）。行為者（agents）可以是個體、家戶等，也可以是不會動的方塊（patches），但可以影響環境及其他個體，代理人之間可以需要互動原則來決定他們的行為，可能是受環境或是其他代理人影響。環境則是代表我們所創造的虛擬世界，以方格組成，起點位置、方格大小、四周是否連接，皆可依需求設定。

在實際課程中的行為者模擬以傳染病情境為主要架構，學生在可以透過模擬過程思考如何拆解問題、並設計可能降低自身在傳染病流行時的風險或者降低群體的疾病流行率的解決方案。模型的架構敘述如下的圖一所示：



圖一、疾病模型架構圖。

A. 模型設定

參數設定：參數包含代理人數量、移動距離、初始感染者數量、傳染率、進入傳染期機率、進入復原期/疾病死亡機率、疾病死亡率、疫苗死亡率、疫苗決策轉換係數、疫苗有效性、傳染半徑、觀察半徑。

代理人設定：依據給定參數設定代理人數量，並分配至隨機座標上。

初始感染者設定：依據參數設定初始感染者數量。

B. 模型進行

步驟包含代理人疫苗決策、代理人移動、傳染判定、發病判定、復原與死亡判定，若沒有任何代理人處於潛伏期（E）或傳染期（I），則終止模擬。其中代理人疫苗決策是各個代理人透過自身被傳染機率，以及疾病死亡率、疫苗死亡率、疫苗有效性、疫苗決策轉換係數等參數進行計算，得出施打機率 ϕ_i 後依據二項試驗決定該代理人在此時間點是否打疫苗。

$$\beta_i = 1 - (1 - \beta)^{n_i} \quad \cdots (1)$$

β_i 為個人被傳染率； β 為參數 transmission-rate； n_i 為個人傳染半徑內的傳染期（I）代理人數。

$$V_i = -d_v - (1 - d_v)(1 - \theta)\beta_i d_I \quad \cdots (2)$$

$$N_i = -\beta_i d_I \quad \cdots (3)$$

$$P_i = V_i - N_i \quad \cdots (4)$$

V_i 為個人施打疫苗的死亡率； d_v 為疫苗死亡率（death-rate-of-vaccine）； θ 為疫苗有效性（vaccine-efficacy）； N_i 為個人不施打疫苗的死亡率； d_I 為疾病死亡率（death-rate-of-infection）； P_i 為個人施打疫苗的報酬。

$$\phi_i = \frac{1}{1 + \exp(-\kappa P_i)} \quad \cdots (5)$$

ϕ_i 為個人施打疫苗的機率； κ 為疫苗決策轉換係數（strategy-transform-constant）。

學生透過此模型可以思考疾病相關參數如：傳染率、死亡率、疫苗有效性等，以及社會行為相關參數如：移動距離、觀察半徑、人口數等如何影響疾病

傳播的時空結構。學生透過這樣的問題拆解情境能思考自身在傳染病的情境中應如何降低風險，也能綜觀政策可能如何影響疾病與群眾的關係。

(2) Minecraft 遊戲實驗——實際模擬參與

在透過 Netlogo 的模型讓學生初步認識問題並瞭解相關影響因素後，本研究利用遊戲介面讓學生實際作為模型中的行為者，將自己透過 Netlogo 模型觀察認為較佳的策略運用於此，更進一步地了解他人與自身的行為決策之間的影響以及行為者與環境、疾病傳播間動態的交互作用關係。研究以 Minecraft 作為模擬平台，以 Java 語言撰寫遊戲插件建立疾病傳播情境的 Minecraft 遊戲，並架設 Spigot 伺服器讓學生從遠端透過 IP 位址登入，讓學生在線上進行互動並在疾病傳播情境中作為模擬中的代理人。遊戲實驗進行時間為 2023/12/7 的 14:20~17:20，中間 15:40~16:00 為休息時間。

a. 模擬實驗說明

Minecraft 為三維空間的沙盒遊戲，遊戲中的座標 1 單位對應現實中的 1 公尺，學生在模擬時的活動範圍設定為由出生點為中心，長、寬為 500 的方形範圍，高度則不受限制。Minecraft 中包含日夜循環的時間設定，考量到模擬時長有限，日夜循環從遊戲預設的 20 分鐘縮短為約 5 分鐘（288 秒）。遊戲多以第一人稱進行，環境由各式方塊組成，如泥土、石頭、礦物、水、木塊、磚塊等。另外遊戲中的生物除了玩家外還有具攻擊性的敵對生物、不具攻擊性的被動生物（如豬、牛、羊等），以及可以與玩家進行交易的村民。模擬環境設定在有許多村民的村莊，且設定為不會有任何敵對生物生成。

模擬設定如 Netlogo 疾病模型架構，模擬中疾病透過接觸傳染，且傳染對象只包含村民與玩家。被傳染後會先進入潛伏期，潛伏期結束後會進入傳染期，潛伏期時玩家無法知道自己是否被傳染，到傳染期時才可透過有無獲得「虛弱」效果判斷。傳染期結束後會有 30% 機率死亡，70% 機率存活下來並成功獲得免疫力。喝下疫苗藥水後會進入疫苗等待期，3 天後會有 5% 機率死亡，95% 機率獲得免疫力。依據疾病傳播情境，我們也在模擬前剪輯說明影片以供學生瞭解模擬運作方式（如圖二）。



圖二、遊戲實驗說明影片（影片網址：<https://youtu.be/wBCuumfT-2w>）

學生在遊戲中可以隨時繳交綠寶石、施打疫苗，以及確認當下的確診人數和疫苗覆蓋率。在模擬開始前學生就有被告知所有疾病相關參數，若在模擬中因施打疫苗或染疫而死亡，可以立即復活但所有狀態都會重置。模擬結束時會計算每個學生的模擬分數並依據模擬分數進行排名，排名較前的學生可以獲得加分獎勵。分數計算方式如下：

$$\frac{\text{綠寶石繳交數量}}{1 + \text{死亡次數}}$$

b. 模擬實驗問卷

在模擬進行前、後，我們分別進行了一次問卷調查，模擬前問卷瞭解學生的基本資料、自身過去疾病相關行為、經驗、考量因素，以及頻繁接觸對象的疾病相關行為與經驗。在模擬後問卷調查了對模擬中風險與遊戲難度的看法，也調查其疾病相關行為的考量因素。參與模擬前後的詳細問卷題目列於附錄表二與表三。

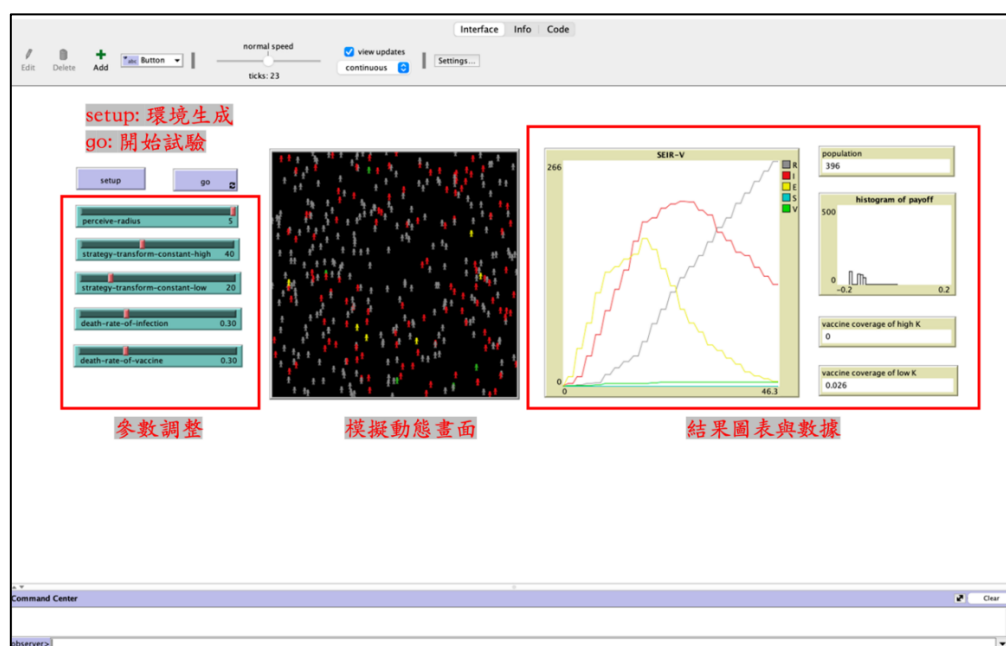
(3) 多元議題應用——期末報告呈現

透過前述的 Netlogo 模型與 Minecraft 實驗參與激發學生可以自發性的發掘自己有興趣的現象並提出問題，將課程中學習的模擬步驟拆解、重組，應用在自己想了解、想解決的問題上。課程要求以開放性的期末報告要求，讓學生將模擬中觀察到的現象與模擬概念運用於自己有興趣的議題，利用 NetLogo 設計自己的模型並在課堂中呈現和進行結果分析。

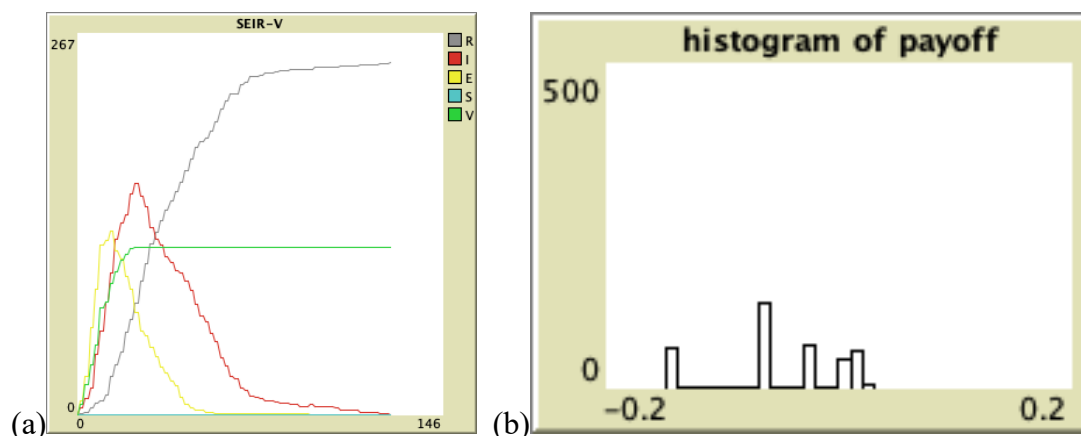
5. 教學暨研究成果 Teaching and Research Outcomes

(1) Netlogo 疾病模型

模擬介面包含參數調整、模型動態畫面，以及數據與圖表輸出（如圖三）。除了模擬介面外，學生也能看到模型的完整程式碼，瞭解模型運作的詳細機制。結果圖表會依據模型進行過程呈動態變化，可以看出處於不同疾病狀態的人數以及行為者施打疫苗的報酬分佈（如圖四）。



圖三、NetLogo 疾病模擬模型介面



圖四、Netlogo 疾病模型結果圖表。(a)為疾病狀態人數變化圖。X 軸為時間刻；Y 軸為 S、E、I、R、V 各個狀態的人數。(b)為報酬直方圖。X 軸為施打疫苗報酬 (P_i)；Y 軸為代理人數。

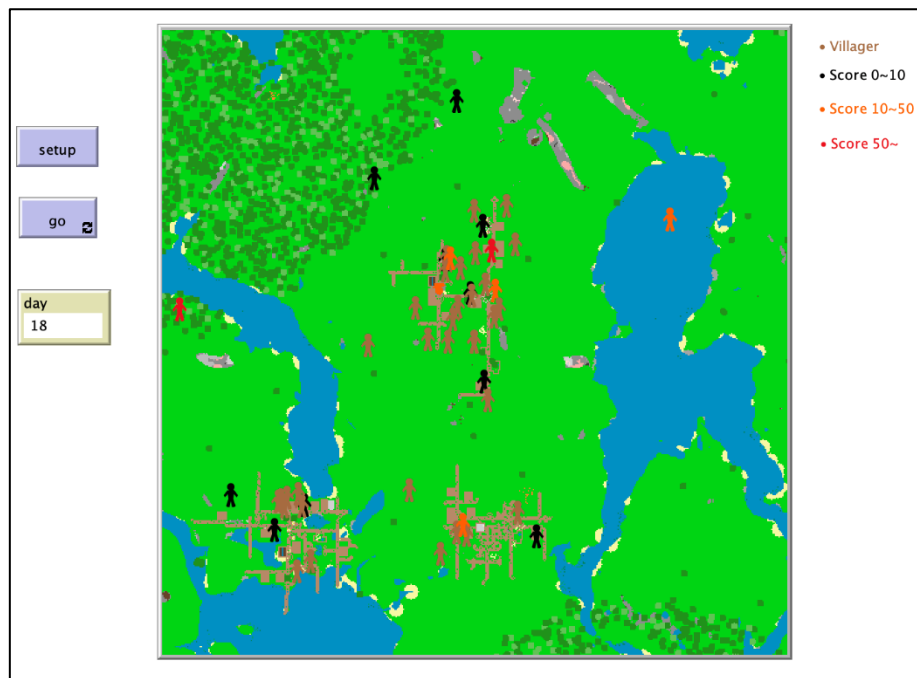
(2) Minecraft 遊戲的教學實驗

a. 模擬資料動態呈現

模擬後我們將遊戲模擬過程中的資料進行整理，呈現村民與不同分數群的學生在模擬過程中的移動情形，以 Netlogo 的形式呈現於課堂中。Minecraft 中的環境資訊也反映在模型中的方塊 (patches) 上，如藍色、綠色、咖啡色的方塊分別對應到水、草地，以及村莊房屋的木材 (如圖五)。

b. 問卷與遊戲行為關聯性

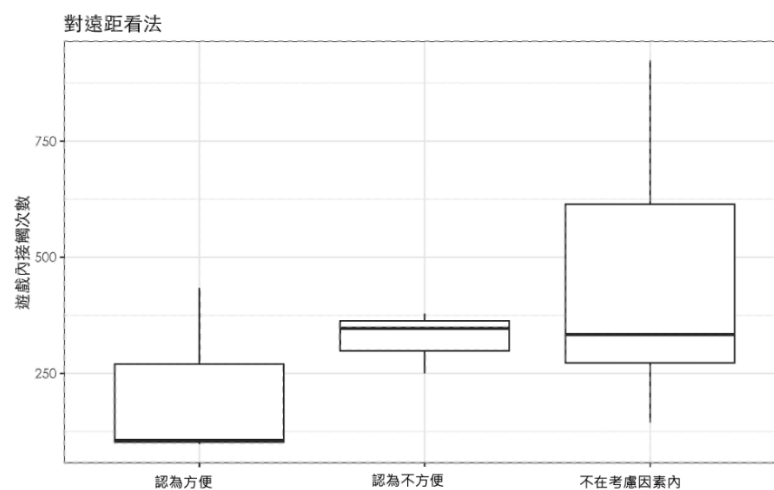
在模擬結束後的問卷中，37.5%學生表示其在遊戲中有嘗試接觸風險較低的對象以降低被傳染機率，43.7%學生表示其因為確診人數增加改變自己的行為，行為改變描述包括「決定打疫苗」、「減少前往玩家和村民聚集的地方」、「專心砍樹製造物品，一次進行大量交易」等。部分沒有因為確診人數增加而改變行為的同學表示「因為已有打疫苗，覺得可以維持一般性的活動」、「判定感染率沒有到很高」，以及「沒有餘裕關心環境中的確診人數」。



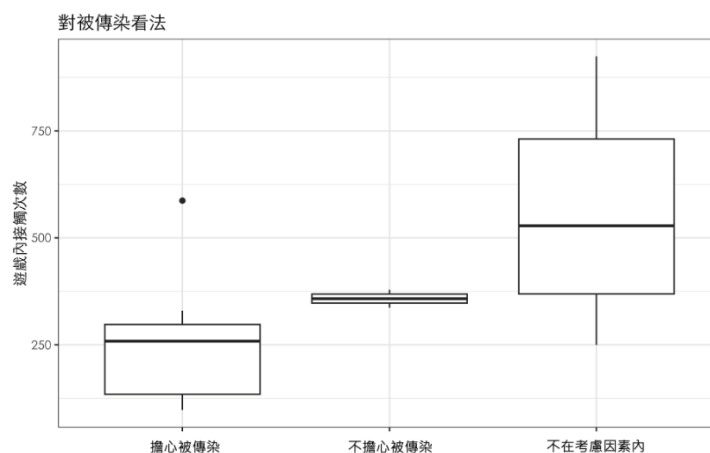
圖五、Minecraft 遊戲實驗學生與村民空間分佈

在遊戲確診後行為改變同學回覆則包含「比較常觀看自己是否在虛弱期，若在虛弱期時會盡可能在一有可交易的商品時就馬上去交易，不會囤著以防死亡後物資歸零」、「確診一次並因病死亡(沒打疫苗)，復活後意識到疾病死亡率遠比疫苗死亡率高，開始施打疫苗」。反映同學在遊戲中確診後影響其移動以及接觸行為，也在實際因病死亡後改變其風險認知，因而轉換疫苗施打決策。對於若重新進行遊戲策略是否改變則有 62.5%同學表示策略應該不會改變並表示「我認為降低接觸風險就會降低確診的機會」、「可能一樣是遠離人群」。其餘同學反應改變策略的方向包含疫苗決策、接觸行為，以及交易策略。回覆包含「會選擇一開始便施打疫苗，並等到疫苗生效後再行動」、「下次可能會注意到疫苗的保護力有限而盡可能再減少接觸」、「會更積極在資源被幾乎消耗殆盡前囤積資源。開始回歸聚落要與民眾接觸交易前和有交易行為後開始積極施打疫苗，賭不因疫苗死亡的機率，繼續在離人群比較遠但沒有一開始遠的地方採集資源」「除了採石外也可多少砍一些樹，雖然會增加染疫風險，但若沒染疫就能比採石多很多」等思考回饋。遊戲難度的部分則是 81.2%學生表示難度適中，認為難度太高與難度太低的學生則分別佔了 6.2%及 12.5%。

學生問卷中回答考慮的影響因素也與他們在遊戲內的行為相關。比如認為遠距不方便的學生在遊戲中接觸次數較高，可能反映他們因為遠距的不方便性導致為了降低感染風險而避免接觸的意願較低；擔心被傳染的學生與他人的接觸次數較少；擔心影響工作成效的學生與他人接觸較多。除了遊戲內的接觸次數外，模擬中 16 位學生中有 7 位學生在遊戲內施打疫苗，且遊戲內的疫苗行為也與學生在問卷中回答的相關因素有關（圖六）。儘管沒有學生對在問卷中回答不信任疫苗有效性，但不將疫苗有效性納入考量的學生全數沒有施打疫苗。在風險認知上，擔心疫苗死亡風險的學生施打疫苗比例較低，擔心傳染風險的學生施打疫苗比例較高。不將傳染風險納入考量的學生則全數未施打疫苗（圖七）。

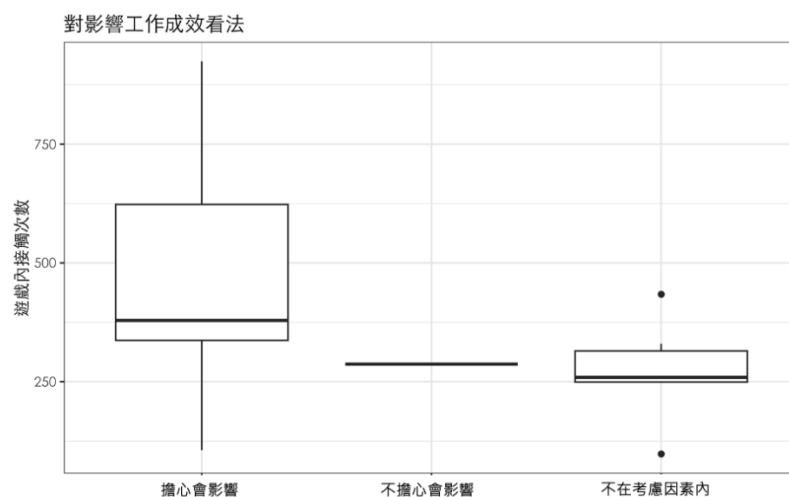


圖六、對遠距看法與遊戲內接觸次數盒狀圖。認為遠距不方便的學生在遊戲內與他人接觸較為頻繁，反映其為了降低傳染風險而維持社交距離的意願較低



圖七、對傳染風險與遊戲內接觸次數盒狀圖。

遊戲回饋的問卷結果亦顯示擔心被傳染的學生在遊戲中的接觸次數較低，然而即便是不擔心被傳染的學生，其接觸次數仍然低於不將傳染風險納入考量的學生。擔心會影響工作成效的學生平均接觸次數較高但分佈較為離散（圖八與表二）。



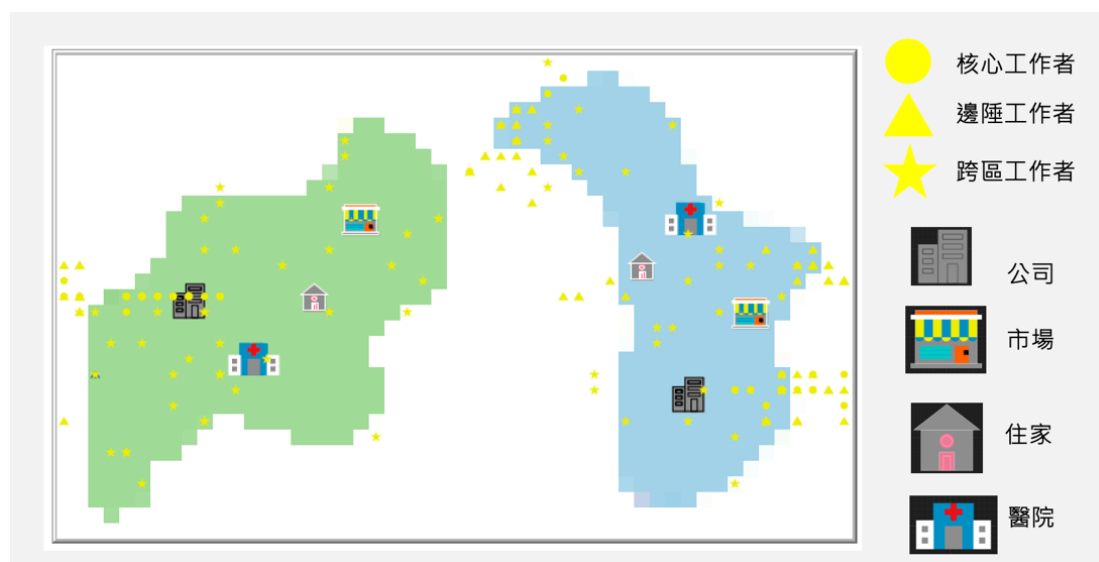
圖八、對影響工作成效看法與遊戲內接觸次數盒狀圖。

表二、對疫苗相關影響因素看法與遊戲內施打疫苗人數比例表。認為疫苗有效的學生比較傾向施打疫苗；擔心疫苗死亡風險者比較不傾向施打疫苗；不將傳染風險納入考量者全數不施打疫苗。

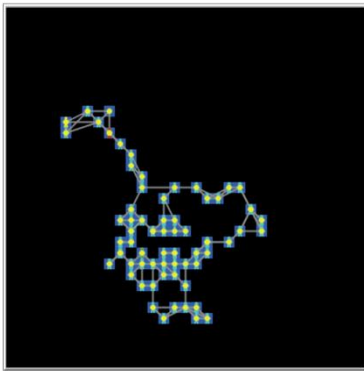
考慮因素	問卷回答	遊戲內施打疫苗人數比例(%)
對疫苗有效性看法	信任	43.75
	不在考慮因素內	0
對疫苗死亡風險看法	擔心風險	6.25
	不擔心風險	18.75
	不在考慮因素內	18.75
對傳染風險看法	擔心被傳染	25
	不擔心被傳染	18.75
	不在考慮因素內	0

(3) 多元議題應用

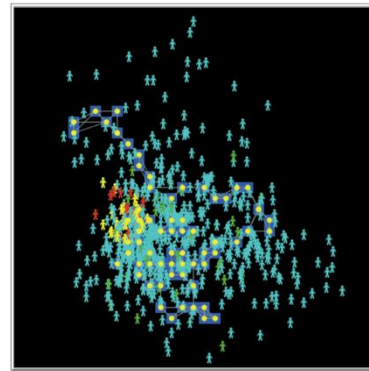
許多學生在期末報告中，透過實作過程，補充疾病模型的延伸，以及進一步思考的觀點，例如：增加醫院和聚集地的設計、討論合作行為、區分交通運具的影響，以及探討不同工作群的移動方式對疾病傳播的影響等。除了疾病傳播外，部分學生將模擬概念應用於不同領域的議題，例如：更進一步考慮同工作群移動方式差異。該模型結果發現集中性高的族群，在短時間內確診人數上升較快。長期而言不同族群確診人數則無明顯區別（圖九）、考慮運具對疾病傳播空間結構的影響，模型結果呈現搭乘捷運相較汽車較可能導致疫情傳播，且隨著搭乘捷運比例上升，配戴口罩抑制疫情擴散的效果變得更明顯（圖十）。生態領域的同學，能將本課程所學的概念，應用於生態族群動態，例如：思考野生動物投藥策略模擬。該模擬結果發現藥物補充頻率與所有水鹿接觸藥物所需時間有高度正相關，藥物站數量和投放位置則對結果影響較小（圖十一）。另有同學將這些觀念連結到生態學的「演化紅皇后假說」進行模擬。該期末報告的模型結果顯示紅皇后假說的成立條件和掠食者與捕食者的比例無關，但成對的特徵需程度相近，否則群集關係會崩解（圖十二）。



圖九、學生期末報告：考慮不同工作群移動方式差異的地理模擬

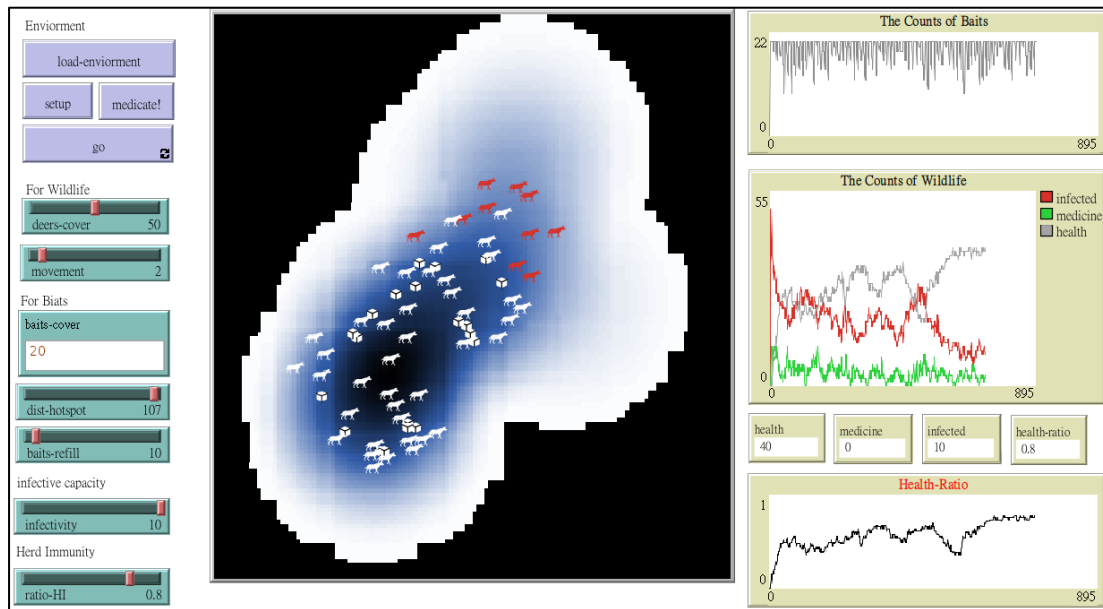


■ 捷運：線性移動 → 較易接觸

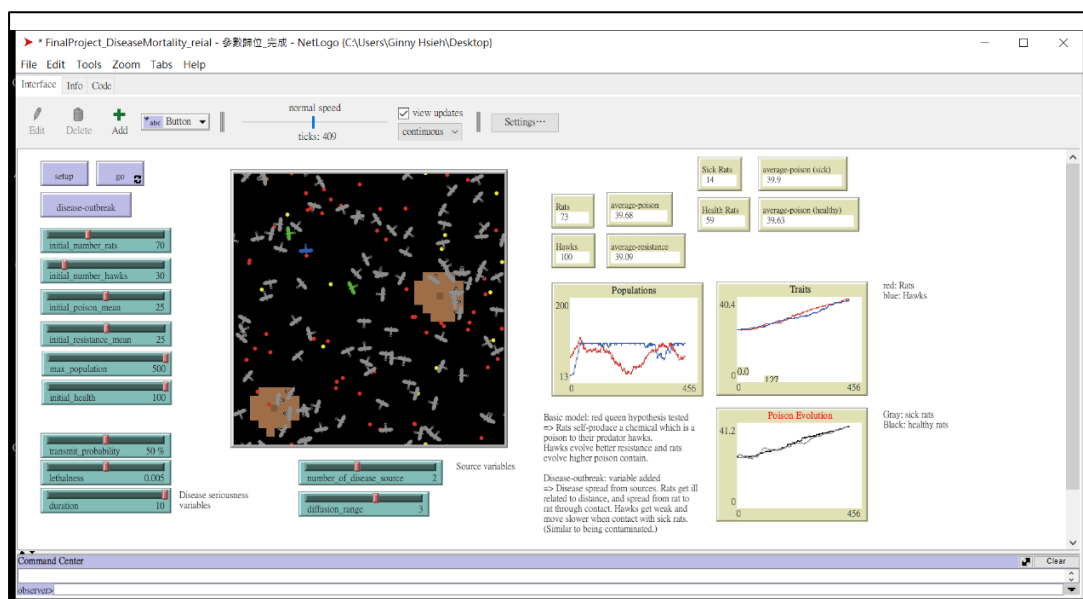


■ 汽車：隨意移動→ 較不易接觸

圖十、學生期末報告：運具對疾病傳播空間結構的影響



圖十一、學生期末報告：野生動物投藥策略模擬



圖十二、學生期末報告：驗證「演化紅皇后假說」的地理模擬

六、建議與省思 (Recommendations and Reflections)

本計畫完成地理議題建構計算思維的實例教案，針對每週主題課程符合深入淺出、循序漸進之教學原則，讓學生透過參與式同步模擬的方式，理解疾病傳播過程之情境模擬類型，學生透過每週課堂所學之主題案例，逐漸建立、強化計算思維，並將所學應用於自己想解決的議題上。同學在期末發表針對課程設定主題，進行更深入的議題情境模擬，透過解說與實際操作所設計之模擬介面，本課程能讓地理相關科系的同學學習到如何拆解問題、設計解決方案的實作能力，以及其對於情境的討論深入程度。

從學生期末報告展室的學習結果，可知本計畫教學設計能激發自發性的發掘並深化社會現象並提出問題，並能透過模擬步驟拆解、重組，應用在自己想了解、想解決的問題上。在思考問題、提出問題過程中會以計算思維去考量其中的重要因素並轉換成變數以擷取想要的到的資訊、了解變數如何在人地互動中運算、轉換，藉此過程訓練學生拆解問題之能力，而非僅以描述性文字討論。在學習地理模擬課程後，學生於討論議題時，不會侷限於社會現象形成過程、條列原則事項、

提出抽象展望及解決方法等，而是深入探討在什麼參數之情境之下能有效達成目標，所謂的促進、均衡、有效管理是什麼樣的具體狀態，成為輔助學生深度討論議題的工具與媒介，由實際的操作得知不同情境下的結果，達到可提出實質解決方案的能力。

七、參考文獻 References

1. Alessi, S.M. & Trollip, S.R (2001). Multimedia for Learning: Methods and Development.
2. 王瓊德、郭允文（2001）。電腦科技應用於科學教育研究之規劃與推動。科學發展月刊，第 29 卷第 8 期，561-567。
3. 白榮銓（2018）。思考的演算。科學研習月刊，第 57 卷第 7 期。
4. 鍾昌宏、王國華（2014）。國民中學學生接受不同電腦模擬融入論證式探究的教學模式之學習成效探討——以遺傳單元為例。數位學習科技期刊，第 6 卷第 3 期，19-40。
5. 詹博元（2007）。電腦模擬教學應用於高職冷凍空調科「焊接實習單元」學習成效之研究。國立臺灣師範大學研究所，台北市。
6. 賴宗裕（1999）。都市成長與土地開發管理：理論與實踐。華泰文化。

附錄

表一、修課學生各系級單位人數。

系所單位	年級	人數
臺大地理環境資源學系	大學三年級	2
	大學四年級	4
	碩士一年級	2
	碩士二年級	1
師大地理學系	大學一年級	1
臺大森林環境暨資源學系	碩士一年級	1
	碩士二年級	1
	博士一年級	1
臺大資訊工程學系	博士三年級	1
臺大生態學與演化生化學研究所	碩士三年級	1

表二、模擬前的問卷題目

題目類別	問卷題目
基本資料	Q1. 姓名 Q2. 系級或單位 Q3. Email Q4. 性別 Q5. 出生年月日 Q6. 國籍 Q7. 遊戲 ID Q8. Facebook ID Q9. Discord ID
確診經驗	Q10. 你有確診過 COVID-19 嗎？ Q11. 若你有確診過，請問最嚴重的一次症狀程度為何？ Q12. 你經常接觸的家人朋友或同事，確診過的比例為何？
疫苗行為	Q13. 你是否打過 COVID19 的疫苗 Q14. 你經常接觸的家人朋友或同事，打過 COVID19 疫苗的比例為何？
接觸行為	Q15. 2023 年後，在「沒有被強制隔離」的時候你是否仍嘗試降低和他人接觸的頻率以降低被感染機率？ Q16. 你經常接觸的家人朋友或同事，2023 年後在「沒有被強制隔離」的時候仍嘗試降低和他人接觸的頻率以降低被感染機率的比為何？
行為動機	Q17. 選擇施打/不施打疫苗的原因（複選） 選項：認為疫苗有效、認為疫苗無效、擔心不打疫苗會被傳染、認為自己不會被傳染認為確診也沒關係、擔心疫苗風險（後遺症、死亡……）、不擔心疫苗風險（後遺症、死亡……）、擔心疫苗副作用、不擔心疫苗副作用、疫苗過敏、其他。 Q17. 2023 年後，選擇持續減少接觸以降低被感染機率的原因（複選） 選項：（情感上）想和他人接觸、（情感上）不想和他人接觸、認為減少接觸（遠距）很方便、認為減少接觸（遠距）很麻煩、擔心影響工作/學習、不擔心影響工作/學習、擔心會被傳染、認為自己不會被傳染、擔心被傳染會傳染給其他人、認為確診也沒關係、其他
遊戲策略	你預計要怎麼在模擬中獲得較高的分數

表三、模擬後的問卷題目

行為與動機	Q1. 在遊戲內選擇施打/不施打疫苗的原因（複選） Q2. 你在遊戲內是否透過減少和他人接觸以降低被傳染機率？ Q3. 承上題，請問理由為何？ Q4. 你在遊戲時是否嘗試和別人對話以獲得更多疫情相關資訊？若有，是哪些資訊？ Q5. 承上題，請問理由為何？
風險認知	Q6. 你認為在遊戲中被傳染的機率高嗎？ Q7. 你覺得染疫的死亡機率高嗎？ Q8. 你覺得打疫苗的死亡機率高嗎？ Q9. 你在遊戲中是否嘗試接觸風險較低的對象以降低被傳染機率？ Q10. 承上題，請問你如何判斷對方的風險高低？
行為變化	Q11. 你是否因為確診人數增加改變自己的行為？ Q12. 承上題，若有改變，請問如何改變？若無，請問理由為何？ Q13. 若你在遊戲過程中有確診，請問你確診後有什麼行為上的改變嗎？ Q14. 若再重新進行一次遊戲，你的策略會改變嗎？怎麼改變？為什麼？
遊戲模擬看法	是否覺得遊戲困難度太高？ 在遊玩過程中是否發現哪些 bug？ 認為遊戲設計可以如何改善？（如何有更佳的遊戲體驗、變得更有興趣……）