

經濟學課程中運算思維能力的培養與運用

DEVELOPING COMPUTATIONAL THINKING SKILLS AND DISPOSITIONS IN ECONOMICS LECTURES

翁志強*

實踐大學會計學系副教授

Chih-Chiang Weng

*Associate Professor, Department of Accounting,
Shih Chien University*

摘要

為了將運算思維的觀念融入於經濟學課程的教學實務中，引導學生在非資訊專業學科的學習上，發揮運算思維的能力，本研究一方面延續作者長期以來的教學設計實務，針對各授課單元，蒐集相關新聞時事報導內容，編寫時事報導案例，並設計出強調運算思維能力涵養的研討問題；另一方面，則是透過線上虛擬情境模擬教材，讓學生進行經濟政策（包括貨幣政策與財政政策）的模擬決策分析，並做政策執行結果的評估。本研究實證結果發現，學生在程式設計應用課程的學習表現與經濟學課程中所設計強調運算思維能力涵養的時事議題案例研討作業成績之間，呈現出高度的關聯性，這意味著引導學生涵養並運用運算思維能力於跨學科的學習上，已獲致初步成效。另外，迴歸分析的結果則是指出，第二學期經濟學課程運算思維導向時事議題案例研討作業成績，會受到第一學期程式設計應用課程的學習表現、第一學期經濟學課程運算思維導向時事議題案例研討作業成績，以及第二學期經濟學課程即時互動式線上時事與專業知識測驗成績等三項解釋變數顯著正向的影響，而這三項解釋變數則是分別反映出學生運算思維的涵養與運用能力、時事議題案例研討作業寫作經驗的省思能力，以及時事議題相關知識與觀念的了解與課堂參與程度。

關鍵字：運算思維、新聞時事報導、經濟政策模擬、經濟學課程、程式設計應用課程

*通訊作者，地址：臺北市中山區大直街 70 號
E-mail：ccw@g2.usc.edu.tw

ABSTRACT

By investigating and identifying core computational thinking concepts and capabilities commonly discussed in the computer science area, this research aims to adopt two teaching practices to integrate computational thinking into Economics lectures. First, through the case study as a support and an illustration in Economics lectures, news reports will be collected and adapted as discussion cases with discussion questions focused on computational thinking. Second, three simulation scenarios that students might play would be developed to bring economic policymaking to life for students by letting them understand the economic environment of the country, make monetary and fiscal policy decisions, and analyze the consequences of their decision making. The evidence of the research shows that students' learning performance in the Application of Programming course is positively correlated with grades of real-world case studies homework focused on computational thinking in the Economics course with statistical significance, which implies the teaching practices motivating students to develop and apply computational thinking concepts in interdisciplinary courses learning has reached a satisfactory result. In the regression analysis, students' learning performance in the Application of Programming course in the first semester, grades of real-world case studies homework in the Economics course in the first semester, and in-class interactive online tests about the latest economic news and economics concepts in Economics course in the second semester, all have positive impacts on grades of real-world case studies homework in the Economics course in the second semester. It means the more students are equipped with computational thinking skills and dispositions, academic reflection skills, or are engaging in classroom interaction and participation, the better academic performance students will have on real-world case studies homework focused on computational thinking.

Keywords: Computational Thinking, News Reports, Economic Policymaking Simulation, Economics Course, Application of Programming Course

壹、緒論

隨著 108 學年度開始推行 12 年國民基本教育課程綱要，資訊科技領域中的程式設計課程，已被列為國、高中生的學習重點之一，為了讓大專校院在校生能夠銜接新課綱的規劃，教育部自 107 年起，將大學程式設計教學納入「高等教育深耕計畫」中「提升教學品質落實教學創新」的推動目標，除了以經費挹注各校開設程式設計相關課程外，並透過跨校計畫團隊支援各校教學，提升大專校院非資訊領域程式設計教學品質，期能培育學生邏輯運算思維，並使其具備參與數位經濟的基本能力。

根據過去程式語言的學習經驗，作者深知，程式設計的學習，著重於垂直式思考（vertical thinking）的訓練，垂直式思考係屬收斂式或縱向的思維模式，也就是循序漸進地從問題本身開始思考，講求明確步驟及推理原則，思路便會朝問題的答案集中收斂，所得到的結論較具正確性、系統性（或一致性）及普遍性（或實用性）。其實作者長期以來在「經濟學」課程中所教授分析與推論的內涵，大多數亦屬於垂直式的思維模式。然而，大部分學生卻無法體會兩門課共通的屬性，尤其是在程式設計課程授課時，修課學生總是抱怨又不是要當程式設計師，為何要修程式設計課，更無法領悟出程式設計課程中所受的垂直式思考訓練，可運用在其他課程的學習上¹。

本研究希望結合作者所教授的「程式設計應用」與「經濟學」兩門課程，除了在「程式設計應用」課程中透過課程設計，讓修課學生逐步培養運算思維的觀念與能力外，亦嘗試將運算思維的觀念融入於「經濟學」課程的教學實務中，引導學生在非資訊專業學科的學習上，發揮運算思維的能力。

貳、文獻回顧

一、運算思維概念的提倡與發展

早在 2006 年時，美國卡內基梅隆大學（Carnegie Mellon University）教授 Jeannette M. Wing 便主張，在基礎語言能力中應該加入電腦運算的因素，在讀、寫和算術之外，還需要加上電腦運算的概念，電腦運算思考的技巧，並不是屬於電腦科學家的專利，而是每個人都應該具備的能力及素養（Wing, 2006）。因此，Wing（2006）認為，運算思維（computational thinking）是利用電腦科學的基本概念進行問題解決、系統設計與人類行為理解的思維模式。Grover and Pea（2013）也指出，運算思維讓我們能擁有電

腦科學家面對問題時所形成的一種思維模式。

美國資訊科學教師協會（Computer Science Teacher Association, CSTA）及國際教育科技學會（International Society for Technology in Education, ISTE）認為，運算思維係指在問題解決的過程中，所包含的（但不限於）以下幾個特色：(1)形成問題並能運用電腦或其他工具協助進行解答；(2)有邏輯性地組織及分析資料；(3)透過模型與模擬等抽象化（abstraction）方式表示資料；(4)透過具備一系列有序步驟之演算法思維的自動化方式，獲得解決問題的答案；(5)以最具效率與效能的方式運用步驟與資源，以確認、分析並執行可能的解決方式；(6)將問題解決的過程一般化並應用於其他類型的問題解決上。因此，運算思維即牽涉到問題解決過程中關於資料蒐集、資料分析、資料呈現、問題解析、抽象化、演算法與程序、自動化處理、模擬及並行化處理（parallelization）等項目的概念。（CSTA & ISTE, 2011）

CSTA and ISTE（2011）亦提出有助於提升運算思維能力所需具備的傾向與態度，包括：(1)有信心應對複雜的事務；(2)堅持不懈於困難問題的解決；(3)能夠接受出現不明確情況的可能性；(4)有能力處理開放式（open-ended）的問題；(5)能與他人溝通與合作以達成共同的目標或尋求問題的解答。

根據 Google 探究運算思維網站（Exploring Computational Thinking）的定義，運算思維是一種包含許多特質的問題解決過程，這些特質包括：邏輯化的排序與分析資料、利用循序的步驟（或演算法）得出結果，以及具備有自信地處理複雜度與開放式問題能力的態度。（Google, 2015a）

另外，Google 亦提供教育工作者瞭解運算思維的線上學習課程（Computational Thinking for Educators），課程中除了讓教育工作者瞭解運算思維的涵義外，並說明運算思維與資訊科學（computer science）的不同，以及如何將運算思維融入於不同領域的學科教學中。該課程將運算思維的建構，分為 4 個步驟：(1)問題解析（decomposition），將資料、程序、問題拆解成較小、較容易處理的部分；(2)樣式識別（pattern recognition），觀察資料中所存在的型態、趨勢與規律性；(3)抽象化，找出資料型態中所存在的一般化原則；(4)演算法設計，設計一套有序指令，以解決目前的問題或未來類似的問題。（Google, 2015b）

二、運算思維能力的啟發與培育

根據我國教育部最新頒布實施的 12 年國民基本教育課程綱要，資訊科技學習表現應包含「運算思維與問題解決」、「資訊科技與合作共創」、「資訊科技與溝通表達」、「資訊科技的使用態度」、「運算表達與程序」、「資訊科技創作」等六大面向，其中在

「運算思維與問題解決」部分，認為學生必須具備運用運算工具之思維能力，藉以分析問題、發展解題方法，並進行有效的決策。(國家教育研究院，2018)

國內外雖不乏運算思維能力培養與運用的研究，但多以探究資訊科技類課程的學習為主(林育慈、吳正己，2016；賴和隆，2016；國立臺灣師範大學資訊工程學系，2016)；此外，「教育部運算思維推動計畫」網頁上雖提供將運算思維融入各領域教學的示範教材，或者教育部雖委託大學端辦理增進學生邏輯與運算思維能力的各項計畫，但均僅侷限於中小學的學科領域(國立臺灣師範大學資訊工程學系，2016；國立高雄師範大學數位跨域教育基地，2022)。至於教育部委託大學端成立的「推動大學程式設計教學計畫」，近年來透過舉辦教師社群交流、教學經驗交流觀摩，以及計畫成果發表等方式，對於大專校院非資訊領域程式設計教學品質的提升，雖已卓然有成，惟將運算思維融入高等教育非資訊學科之專業領域的教學實務設計或研究，仍不多見。儘管資訊科技類的課程如程式設計等，係學習運算思維觀念與技巧的重要途徑，但運算思維絕不等同於程式設計。許多研究開始探討如何將程式設計教學中所培養問題解決與運算思維(如：抽象化、流程控制、模式化、遞迴、重覆、除錯等)，運用在其他課程上，以引導學生運用運算思維解決問題，而非著重於程式設計的細節。(Howland, Good, & Nicholson, 2009；Lewis, 2010；Jonas & Sabin, 2015)

總括而言，運算思維的核心觀念與能力指標應包括：資料蒐集、資料分析、資料呈現、問題解析、抽象化、演算法與程序、自動化處理、模擬及並行化處理等。若要将運算思維的觀念融入於課程之中，並要培養學生的運算思維能力，就必須訓練學生逐步建立起一套問題解決的思維模式：在問題解決的過程中，首先蒐集與問題解決相關的資料、透過歸納模式或發展深入分析方法以理解資料，並用適合的圖表、文字或圖片等表達與組織資料，過程中可藉由觀察資料的樣式、趨勢或規則，看是否能夠找出共通的模式、規則、原則或理論；接著，將資料、程序、問題拆解成較小、較容易處理的部分，藉由除去細節來簡化並聚焦於重點，以便將複雜的現實世界映射到簡化的模型中；再來，設計一套有序指令，利用電腦或機器來執行，以解決問題或完成任務，甚至可利用發展出的模型來模仿真實世界的運作程序；最後，則是將上述問題解決的過程一般化，並應用於其他類型的問題解決上。

由於每個問題的難度與複雜度不盡相同，因此，在問題解決的過程中，不見得會涉及上述運算思維核心觀念的所有面向。一般而言，經濟學課程的討論與分析中，常會運用資料蒐集、分析、呈現、問題解析、抽象化、模擬、並行化等觀念。以下將說明如何將上述問題解決的思維模式，套用在作者經濟學課程中的教學實務設計。

參、研究方法與教學設計

一、研究方法

108 學年度第 1 學期，在「程式設計應用」課程上，作者規劃了基本程式設計、選擇敘述，以及迴圈敘述等 3 個教授單元，課堂上學生共計回答 80 個即時互動式線上程式設計觀念測驗題（占 10%），並完成 10 次程式設計實作課堂作業（占 30%），另外，學生亦須接受期中與期末考試的考核（各占 30%），兩項考試分別包含 25 題程式設計觀念線上測驗題及 1 題程式設計實作題。

108 學年度第 1 學期，在「經濟學（一）」課程上，作者規劃了經濟學的十個原理、經濟學家的思維、貿易依存與貿易利得、市場上的供給與需求、彈性及其應用、政府政策與市場供需、社會福利與市場效率、生產成本、完全競爭市場，以及獨占等 10 個教授單元；至於 108 學年度第 2 學期，在「經濟學（二）」課程上，作者則是規劃了國民所得的衡量、生活成本的衡量、生產與經濟成長、儲蓄投資與金融體系、失業、貨幣制度、貨幣供給成長與通貨膨脹、開放經濟體系下總體經濟理論的基本概念，以及開放經濟體系的總體經濟理論等 9 個教授單元。修習「經濟學（一）」與「經濟學（二）」課程的每位學生，在課堂上分別需回答 105 與 135 個即時互動式線上時事與專業知識測驗題（占 10%）、利用課後時間完成各 4 次時事議題案例研討作業（包括 1 次決策模擬分析）（占 30%），並參加期中與期末考試（各占 30%）。

在「經濟學（一）」與「經濟學（二）」課程上，本研究以學生每學期的即時互動式線上時事與專業知識測驗題答對題數（ECO_INTERACT）、時事議題案例研討作業成績總和（ECO_HW），以及期中與期末考成績總和（ECO_EXAM）等三項指標來衡量學習成效。至於在「程式設計應用」課程上，則是根據學生在即時互動式線上程式設計觀念測驗、程式設計實作課堂作業，以及期中與期末考試等項目，按前述比重所計算出的成績（PGM_GRADE）來衡量學習成效。在修習作者所開設上述三門課程的學生中，扣除休學、停修課程，以及完全未參與上述課程中任一項評量的學生之後，研究樣本數共計有 98 個，換言之，本研究共蒐集 98 組反映學習成效的樣本資料。本研究將利用相關分析及迴歸分析，進行經濟學課程中運算思維導向學習方式導入成效的評估，與運算思維導向時事議題研討作業成績影響因素的探討。

二、教學設計

(一)程式設計應用課程

在程式設計應用課程的教學設計中，作者分為「程式設計觀念」與「程式設計實作」兩部分的教學實務做法。在「程式設計觀念」的部分，作者透過雲端即時反饋系統的輔助，設計與課程單元相關的線上測驗題與學生互動，除了增加課程活動多樣性與提高學生課堂參與度之外，也希望藉此讓修課學生熟悉程式碼格式與函式語法的使用、具備基本的程式碼追蹤與除錯能力，並奠定其程式設計實作（亦即編寫完整程式碼）的基礎。

例如，在探討附錄中的案例 A-2 時，作者會先介紹常見的流程圖符號與意義，接著引導學生畫出該案例程式碼所對應的流程圖（如圖 1 所示），以瞭解程式架構與其運行邏輯。又如附錄中的案例 A-3，在面對有關迴圈敘述的程式碼時，作者則是利用如表 1 的表示方式，讓學生清楚掌握每次迴圈執行時所產生的結果。案例 A-2 與 A-3 皆牽涉運算思維中所涵蓋的問題解析、資料呈現、抽象化（模型化）、演算法與程序、自動化處理，以及並行化處理等核心觀念與能力。

至於在「程式設計實作」的部分，則是透過課堂中的程式碼撰寫演練，讓修課同學先嘗試解析問題並建立解決問題的程序與步驟，接著透過編製程式執行流程圖以瞭解程式運算邏輯，最終瞭解整體程式架構並具備完整程式碼編寫能力，甚至培養出跨學科的運算思維運用能力。

以附錄中的案例 B-1 為例，為了降低學生對於編寫程式碼的排斥與恐懼，並提高學生學習的成就感，作者會示範每行程式碼的編寫（如圖 2 所呈現），並說明其程式運算邏輯，但過程中則會刻意留下如第 3 行程式碼由學生自行嘗試完成該案例中所提關於減、加薪的計算。至於案例 B-2，亦採取類似的模式，針對程式碼的整體架構進行說明之後，刻意留下如圖 3 所呈現的第 10、12 行程式碼由學生自行嘗試完成關於迴圈敘述的撰寫。案例 B-1 與 B-3 則皆牽涉運算思維中所涵蓋的問題解析、抽象化（模型化）、演算法與程序、自動化處理，以及並行化處理等核心觀念與能力。

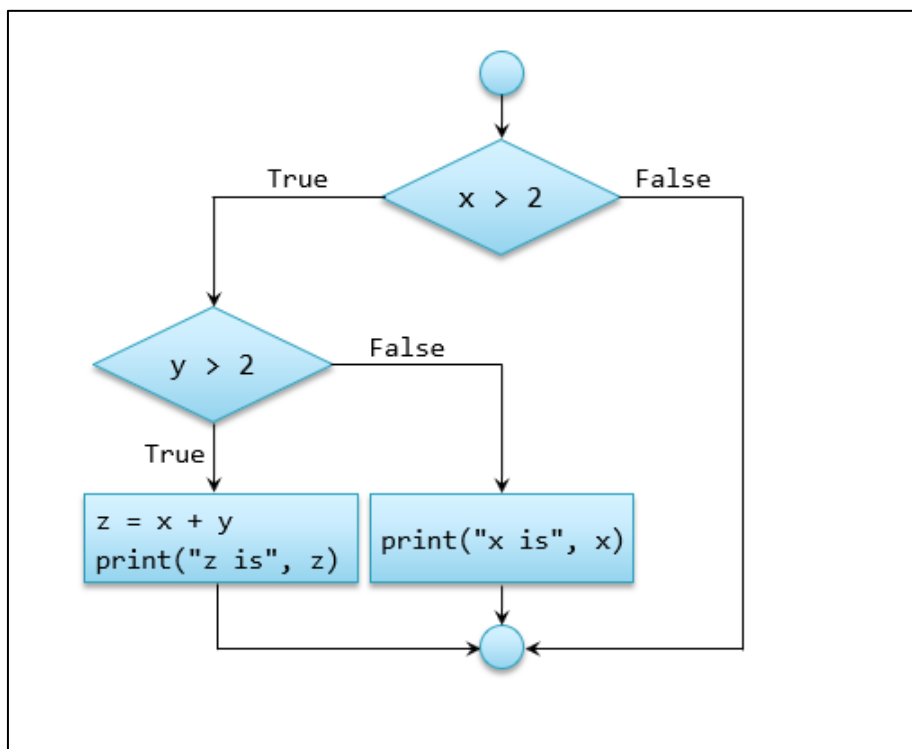


圖 1 案例 A-2 程式碼對應的流程圖

表 1 案例 A-3 程式碼中迴圈執行結果表列

loop	num	result
	[2, 9, 6, 7, 13, 3]	0
1	2	0
2	9	9
3	6	9
4	7	9
5	13	13
6	3	13


```
1 # Calculate the percentage change in salary
2 beginningSalary = eval(input("Enter beginning salary: "))
3 newSalary = 
4 percentChange = (newSalary - beginningSalary) / beginningSalary
5 print("New salary: ${0:,.2f}".format(newSalary))
6 print("The percentage change in salary is {0:.2%}".format(percentChange))
```

圖 2 案例 B-1 程式碼示範教學

```
1 # Calculate a person's lifetime earnings
2 name = input("Enter name: ")
3 age = eval(input("Enter age: "))
4 salary = eval(input("Enter starting salary: "))
5 earnings = 0
6 print()
7 print("{0:>3s} {1:>7s} {2:>9s}".format("Age", "Salary", "Earnings"))
8 print("---", " -----", " -----")
9 for age in range(25, 66):
10     earnings 
11     print("{0:3d} {1:7,.0f} {2:9,.0f}".format(age, salary, earnings))
12     salary 
```

圖 3 案例 B-2 程式碼示範教學

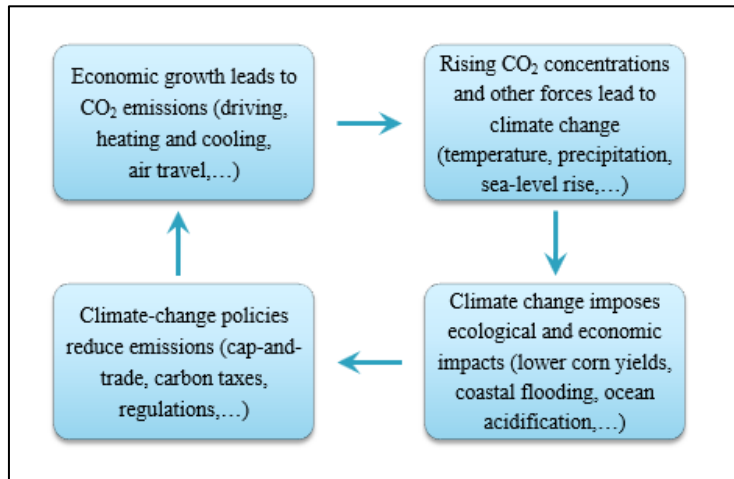
(二)經濟學課程

在經濟學課程上，本研究嘗試透過兩種方式來培養學生運算思維的觀念與能力。第一種方式是延續作者長期以來的教學設計實務，針對各授課單元，蒐集相關新聞時事報導內容，編寫時事報導案例，並設計出強調運算思維能力涵養的研討問題。第二種方式則是透過虛擬情境來進行貨幣政策與財政政策的決策分析。根據上述兩種方式所設計的運算思維導向時事議題研討作業的主題，以及所涵蓋運算思維的核心觀念與能力指標，請參閱表 2 的彙整。

表 2 運算思維導向時事議題研討作業設計

項目	作業 1	作業 2	作業 3	作業 4
主題	•建構特定議題的「問題－影響－衝擊－解決」循環流程	•建構特定議題的「問題－影響－衝擊－解決」循環流程 •政策的影響評估	•農產品產銷失衡的原因與解決之道 •蛛網理論的應用	•廠商的營運績效指標 •廠商面臨的經營困境
運算思維的核心觀念與能力指標	•問題解析 •資料蒐集／分析／呈現 •抽象化（模型化） •並行化處理	•問題解析 •資料蒐集／分析／呈現 •抽象化（模型化） •並行化處理	•問題解析 •資料蒐集／分析／呈現 •抽象化（模型化） •演算法與程序 •自動化處理 •並行化處理	•問題解析 •資料蒐集／分析／呈現 •抽象化（模型化） •並行化處理
項目	作業 5	作業 6	作業 7	作業 8
主題	•經濟成長率的衡量 •經濟發展程度的推估	•包容性成長 •所得分配	•乘數效果的涵義、推導與比較	•貨幣政策與財政政策的決策模擬分析
運算思維的核心觀念與能力指標	•問題解析 •資料蒐集／分析／呈現 •抽象化（模型化） •演算法與程序 •自動化處理 •模擬 •並行化處理	•問題解析 •資料蒐集／分析／呈現 •抽象化（模型化） •演算法與程序 •自動化處理 •並行化處理	•問題解析 •資料蒐集／分析／呈現 •抽象化（模型化） •演算法與程序 •模擬 •並行化處理	•問題解析 •資料蒐集／分析／呈現 •抽象化（模型化） •演算法與程序 •自動化處理 •模擬 •並行化處理

舉例而言，附錄中所呈現的運算思維應用作業 2，係以泰國課徵含糖飲料稅的報導為題材，要求學生參照前一次作業（運算思維應用作業 1）所討論全球暖化、衝擊與政策的循環流程（如圖 4），建構一套涵蓋問題來源、影響、衝擊、問題解決等面向的循環流程圖，並說明課徵含糖飲料稅可能會帶來哪些影響。首先，學生藉由研讀該則報導可得知，泰國面臨了民眾經由含糖飲料攝取過量糖分的問題【問題解析】；其次，參考延伸的報導或相關文獻可進一步歸納出攝取過量糖分可能會造成肥胖與伴隨而來的各種慢性疾病，並耗費社會龐大醫療資源，甚至危及勞動生產力及國家經濟成長，政府於是採取課徵含糖飲料稅（或糖稅、含糖飲料健康捐）等方式，企圖阻止消費者過度飲用會威脅健康的含糖飲料【資料蒐集、資料分析、資料呈現】；接著，即可根據前述資料建立起涵蓋問題來源、影響、衝擊、問題解決等面向的循環流程圖【抽象化（模型化）】；最後，甚至可將該循環流程圖模型套用至其他如低薪（及所引發貧富差距）問題的討論與解決上【並行化處理】。



資料來源：Nordhaus（2013）

圖 4 全球暖化、衝擊與政策的循環流程圖

又如探討香蕉產銷失衡原因與解決之道及蛛網理論應用的運算思維應用作業 3，作者所設計的研討問題中，首先，學生必須先找出農產品在供需調節上較為困難的原因，這些原因包括：農產品生產時程無法與民眾的農產品需求相配合，以及農產品易於腐壞且不耐久藏等【問題解析；資料蒐集、分析、呈現；抽象化（模型化）】；其次，學生必須根據報導內容，並參考政府在其他農產品市場（如：稻米、大蒜等）所採取避免價格崩盤的措施，找出可避免香蕉產銷失衡的具體做法，這些做法包括：實施超種預警措施、加強種苗源頭管理、拓展外銷出路、補貼加工業者收購過剩香蕉製成加工品、輔導蕉農朝精緻化農業發展以提高產品附加價值、建立香蕉產業鏈並提升加工製品的開發能力、輔導蕉農轉作更高經濟價值農產品以分散盛產期產銷風險、輔導蕉農與廠商或農會等產銷團體實施契作以降低價格風險【問題解析；資料蒐集、分析、呈現；抽象化（模型化）】；最後，學生必須根據作者所設計隱含蛛網理論（cobweb theory）概念的虛構香蕉市場模型，撰寫一程式，呈現出期間內該香蕉市場的產量與市場價格資料【抽象化（模型化）；演算法與程序；自動化處理】。

至於運算思維應用作業 8，則是關於貨幣政策與財政政策的決策模擬分析。首先，學生必須先理解貨幣政策與財政政策的涵義。貨幣政策係指央行透過政策工具的操作，藉由控制貨幣數量與利率水準等方式來達到物價與金融穩定、國際收支平衡，甚至是經濟繁榮（復甦）等目標。「貨幣供給增加、調降利率」係屬擴張性（expansionary）貨幣政策；反之，「貨幣供給減少、調升利率」則是屬於緊縮性（contractionary）貨幣政策。財政政策係指政府行政部門藉由公共支出的調整與稅負管理等方式來達成經濟

目標。「擴大公共支出、減稅」係屬擴張性財政政策；反之，「縮減公共支出、增稅」則是屬於緊縮性財政政策【問題解析；資料蒐集、分析；抽象化（模型化）】。

其次，學生必須理解貨幣政策與財政政策執行成效的限制。貨幣政策的執行成效會受到流動性陷阱（liquidity trap）、貨幣政策傳遞管道，以及貨幣政策的時間落後等因素所影響；至於財政政策的執行成效則會受到行政體系運作效率與政策執行時效落後、政治干擾與財政赤字束縛，以及資源運用缺乏效率與效益等因素所限制【問題解析；資料蒐集、分析；抽象化（模型化）】。

最後，讓學生藉由模擬貨幣政策與財政政策的執行，觀察對整個經濟體系的影響，並評估政策的執行成效【模擬；並行化處理】。決策模擬的流程如圖 5 所示，在進行決策前，參與者會拿到一份來年經濟展望的報告，內容包括全球經濟狀況、全球經濟成長預測，以及消費者信心指數等資料；接著，參與者便開始進行利率、所得稅稅率、公司稅稅率、政府支出等 4 項決策；當參與者送出決策後，系統便開始執行並彙整出 GDP 成長、失業率、通貨膨脹率、預算盈餘／赤字等 4 項經濟表現的決策結果，並提供一份政策建議的書面回饋資料。值得注意的是，決策／政策變數可能會直接影響經濟表現，例如：較高的利率會降低通貨膨脹的壓力；然而，決策／政策變數亦可能會透過中介變數間接影響經濟表現，例如：較高的利率會使得匯率指數上升（亦即本國貨幣升值），導致出口減少、進口增加，並降低 GDP 成長；各項變數彼此間的因果關係，甚至是交互作用，都來自於學生在課堂上所學習並建立起的知識體系。

肆、研究結果與討論

一、教學實務設計之特色

(一)程式設計應用課程

作者所教授的程式設計應用課程係嘗試引導學生藉由 Python 這門高階程式語言的學習，使其具備運算思維的邏輯思考能力，並提升其日後問題解決與複雜資料處理的能力。

作者除了透過編寫課程講義，讓修課學生可以搭配教科書進行輔助學習外，在教學設計中，採取「程式設計觀念」與「程式設計實作」兩部分的教學實務做法。在「程式設計觀念」的部分，作者透過雲端即時反饋系統的輔助，設計與課程單元相關的線上測驗題與學生互動，除了增加課程活動多樣性與提高學生課堂參與度之外，也希望

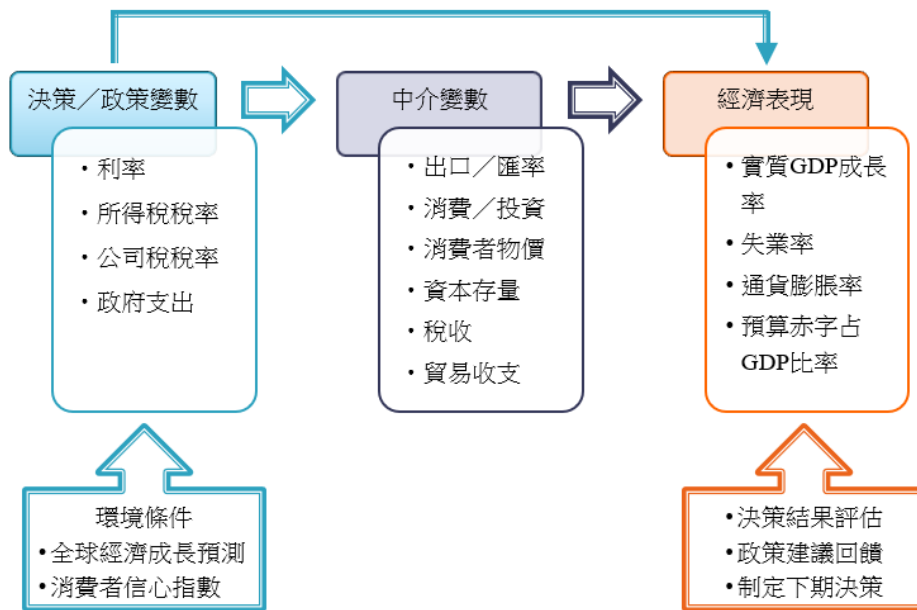


圖 5 決策模擬流程圖

藉此讓修課學生熟悉程式碼格式與函式語法的使用；至於在「程式設計實作」的部分，則是透過生活化的應用問題，引導學生瞭解整體程式架構並具備編寫完整程式碼能力。

為了強調程式語言的應用性，作者也刻意設計與經濟學課程相關的程式設計實作課堂作業，嘗試引導學生將資訊科技運用在非資訊專業學科的學習上。例如，程式設計實作課堂作業 7 指出，2014 年中國大陸的人口數約為 13.7 億，假設之後均以每年 0.51% 的比率持續成長，而 2014 年印度的人口數約為 12.6 億，假設之後均以每年 1.35% 的比率持續成長，請撰寫一程式計算出印度的人口數何時會超越中國大陸的人口數；又如程式設計實作課堂作業 10 指出，假設某香蕉市場的需求與供給函數分別為 $P_t = 20 - 0.1Q_t^D$ 與 $Q_t^S = 5P_{t-1} - 10$ ，其中，當期需求量 Q_t^D ，會受當期市場價格 P_t 所影響，而當期供給量 Q_t^S ，則會受前一期市場價格 P_{t-1} 所影響。若 2014 年全年的香蕉產量為 80 萬公噸，請撰寫一程式來呈現 2014 至 2028 年間該香蕉市場產量與市場價格的變化。

另外，值得一提的是，關於程式設計實作的評分，作者自行設計了一套綜合考量程式碼可否執行與程式碼撰寫格式的評分標準（如表 3），一方面讓評分較為客觀，另一方面則是提供初學者達成學習目標的參考。

表 3 程式設計實作評分標準

條件	評分基準							
	80	75	70	60	50	40	0	
程式碼 可否執行	<ul style="list-style-type: none"> 未出現任何語法錯誤或執行期間錯誤，程式碼可執行並輸出正確結果。 	<ul style="list-style-type: none"> 未出現任何語法錯誤或執行期間錯誤，程式碼可執行，但輸出結果略不完整或略不正確。 	<ul style="list-style-type: none"> 未出現任何語法錯誤或執行期間錯誤，程式碼可執行，但輸出結果些許不完整或不正確。 	<ul style="list-style-type: none"> 以下兩者之一： <ol style="list-style-type: none"> 未出現任何語法錯誤或執行期間錯誤，但輸出結果非常不完整。 出現少部分(2處以內)語法錯誤或執行期間錯誤，導致程式碼無法執行，但微幅修改後能夠輸出正確結果。 	<ul style="list-style-type: none"> 以下兩者之一： <ol style="list-style-type: none"> 出現邏輯錯誤，導致程式碼雖能執行，但輸出結果不正確。 出現許多(2處以上)語法錯誤或執行期間錯誤，導致程式碼無法執行，但經適度修改後能夠輸出正確結果。 	<ul style="list-style-type: none"> 出現太多語法錯誤或執行期間錯誤，程式碼必須大幅修改方能執行。 	<ul style="list-style-type: none"> 毫無程式架構。 	
條件	評分基準							
	20	15	10	10	5	0	---	
程式碼 撰寫格式	<ul style="list-style-type: none"> 完全符合以下格式：1.程式碼執行結果之輸出格式完全正確；2.在程式碼首行加上註解文字或在段落加上註解敘述；3.在二元運算子兩邊加上 1 個空格的間距，讓程式更清楚、易閱讀，並方便偵錯與維護。 	<ul style="list-style-type: none"> 符合格式 1，但格式 2 與格式 3 僅符合其中之一。 	<ul style="list-style-type: none"> 符合格式 1，但不符合格式 2 與格式 3。 	<ul style="list-style-type: none"> 不符合格式 1，但符合格式 2 與格式 3。 	<ul style="list-style-type: none"> 不符合格式 1，但符合格式 2 或格式 3 其中之一。 	<ul style="list-style-type: none"> 完全未符合格式要求。 	---	---

(二)經濟學課程

為了將運算思維的觀念融入於「經濟學」課程的教學實務中，引導學生在非資訊專業學科的學習上，發揮運算思維的能力，作者一方面延續長期以來的教學設計實務，針對各授課單元，蒐集相關新聞時事報導內容，編寫時事報導案例，並設計出強調運算思維能力涵養的研討問題；另一方面，則是在課程中導入線上模擬決策分析，除可讓學生體驗經濟決策的複雜度外，亦可提高學生對課堂上所講授觀念或理論的理解及應用能力。

蒐集相關新聞時事報導內容並編寫時事報導案例，原本就是作者在教學設計與實施上已行之有年且有具體成效的作法，然而如何設計出涵蓋運算思維的核心觀念與能力指標的研討問題，對作者而言仍是一大挑戰。作者所設計的 8 次運算思維導向時事議題研討作業，除了必須能夠延伸各授課單元的主題研討，還要盡可能涵蓋包括資料蒐集、資料分析、資料呈現、問題解析、抽象化、演算法與程序、自動化處理、模擬及並行化處理等運算思維的核心觀念與能力指標，藉此引導學生重視並涵養其運算思維能力。

另外，在經濟學課程上，作者也刻意設計需運用程式設計技巧的時事議題研討作業，以強調資訊科技的實用性。例如，在運算思維應用作業 5 關於中國正式成為世界第二大經濟體的報導中指出，中國政府提出 2020 年 GDP 從 2000 年的 1 萬億美元上升至 4 萬億美元，而這個目標提前了 10 年實現，故該作業先請學生計算出中國在這段期間的年均經濟成長率；其次，假設自 2011 年起，美國每年經濟成長率均保持為 2%，而中國則是以 2000 至 2010 年期間年均經濟成長率的速度成長，則請學生據此推論中國的 GDP 何時能超越美國，成為全球第一大經濟體。第二個問題其實是呼應前述程式設計實作課堂作業 7，並可完全套用當時所學到迴圈敘述的程式寫作技巧。

二、課程融入運算思維之教學引導成效

過去有關教學實務研討的文獻中，普遍都會進行教學與學習成效的驗證。例如，Velenchik (1995) 曾將「個案教學法」運用在其所教授的國際貿易政策課程上，並且比較參與個案研討與傳統課堂講授等兩種不同授課模式學生的學習成效。評估結果發現，參與個案研討授課模式的學生，對理論的掌握較完整，而且在應用理論進行真實情境分析的考試問題上表現較佳；另外，在分析思維與口語表達等能力方面，亦有顯著的進步。而 Blank (1985) 是將角色扮演 (role playing)、案例研討 (case studies) 與模擬競賽 (simulation games) 等三種方式運用在農業經濟學課程的教學上，並比較三種教學方式的學習成效時發現，若與學生課堂報告 (lecture presentations) 結合，則這三種教學方式皆能提升學生對複雜內容的理解程度。另外，Carlson (1999) 則在統

計課程上，要求學生利用統計與經濟分析來解決實際發生的問題。針對含有數據資料的真實個案內容，學生必須嘗試編製一份書面報告給政策的決定者。作者發現，學生透過參與這種問題解決導向的個案研討，將可大幅改善其統計方法的學習成效。

為了探討課程中融入運算思維之教學引導所帶來的教學與學習成效，本研究將先利用相關分析探討學生在課程學習成效指標之間，以及在運算思維應用作業表現之間的關聯性；其次，則嘗試根據學生的學習經驗與課程學習成效指標，利用迴歸分析，找出學生在第二學期經濟學課程運算思維導向時事議題案例研討作業表現的影響因素。

就表 4 所呈現課程學習成效指標間關聯性分析的結果可知，學生在「程式設計應用」課程的學習表現，與當學期經濟學課程運算思維能力導向時事議題研討作業總成績之間的相關係數為 0.38272，而與次學期經濟學課程同性質作業總成績之間的相關係數則提高至 0.58440；另外，「程式設計應用」課程的學習表現，分別與經濟學課程運算思維能力導向時事議題研討作業 7、作業 5 與作業 8 成績的關聯性最高，相關係數分別為 0.50492、0.46399 與 0.45714；這結果顯示學生已逐漸能夠掌握運算思維觀念的運用，也意味著引導學生涵養並運用運算思維能力於跨學科的學習上，已獲致初步成效。

再則，就經濟學運算思維能力導向時事議題研討作業成績之間的關聯性而言，作業 5 與作業 6 成績之間的相關係數 0.57101 為最高，接下來分別是作業 3 與作業 4 之間的 0.56563、作業 6 與作業 7 之間的 0.52203、作業 5 與作業 7 之間的 0.50322、作業 3 與作業 6 之間的 0.49662、作業 3 與作業 5 之間的 0.47991，以及作業 7 與作業 8 之間的 0.47461。上述作業表現之間關聯性的高低，可能與作業的主題，及設計的研討問題性質等因素有關。

至於在表 5 所呈現的迴歸分析結果中，本研究發現第二學期經濟學課程運算思維導向時事議題案例研討作業成績 (ECO2_HW)，會受到第一學期「程式設計應用」課程的學習表現 (PGM_GRADE)、第一學期經濟學課程運算思維導向時事議題案例研討作業成績 (ECO1_HW)，以及第二學期經濟學課程即時互動式線上時事與專業知識測驗成績 (ECO2_INTERACT) 等三項解釋變數顯著正向的影響，而這三項解釋變數則是分別反映出學生運算思維的涵養與運用能力、時事議題案例研討作業寫作經驗的省思能力，以及時事議題相關知識與觀念的了解與課堂參與程度。

表 4 課程學習成效指標間的關聯性

	Pearson 相關係數										
	PGM_ GRADE	ECO1_ HW1	ECO1_ HW2	ECO1_ HW3	ECO1_ HW4	ECO2_ HW5	ECO2_ HW6	ECO2_ HW7	ECO2_ SIM	ECO1_ HW	ECO2_ HW
程式設計 應用課程成績 (PGM_GRADE)	1.00000										
時事議題 研討作業 1 (ECO1_HW1)	0.19955** (0.0488)	1.00000									
時事議題 研討作業 2 (ECO1_HW2)	0.27980*** (0.0053)	0.30786*** (0.0020)	1.00000								
時事議題 研討作業 3 (ECO1_HW3)	0.30720*** (0.0021)	0.31919*** (0.0014)	0.37363*** (0.0002)	1.00000							
時事議題 研討作業 4 (ECO1_HW4)	0.33477*** (0.0008)	0.30584*** (0.0022)	0.41476*** (<0.0001)	0.56563*** (<0.0001)	1.00000						
時事議題 研討作業 5 (ECO2_HW5)	0.46399*** (<0.0001)	0.31539*** (0.0016)	0.46302*** (<0.0001)	0.47991*** (<0.0001)	0.41053*** (<0.0001)	1.00000					
時事議題 研討作業 6 (ECO2_HW6)	0.36603*** (0.0002)	0.41087*** (<0.0001)	0.44381*** (<0.0001)	0.49662*** (<0.0001)	0.43305*** (<0.0001)	0.57101*** (<0.0001)	1.00000				
時事議題 研討作業 7 (ECO2_HW7)	0.50492*** (<0.0001)	0.25120** (0.0126)	0.28735*** (0.0041)	0.36381*** (0.0002)	0.23522** (0.0197)	0.50322*** (<0.0001)	0.52203*** (<0.0001)	1.00000			

續下表

續表 4

時事議題 研討作業 8 (ECO2_SIM)	0.45714*** (<0.0001)	0.23346** (0.0207)	0.43084*** (<0.0001)	0.24857** (0.0136)	0.43495*** (<0.0001)	0.29607*** (0.0031)	0.36088*** (0.0003)	0.47461*** (<0.0001)	1.00000		
時事議題 研討作業 1~4 (ECO1_HW)	0.38272*** (0.0001)	0.66849*** (<0.0001)	0.70930*** (<0.0001)	0.75687*** (<0.0001)	0.79204*** (<0.0001)	0.56601*** (<0.0001)	0.60703*** (<0.0001)	0.38414*** (<0.0001)	0.46360*** (<0.0001)	1.00000	
時事議題 研討作業 5~8 (ECO2_HW)	0.58440*** (<0.0001)	0.39274*** (<0.0001)	0.53073*** (<0.0001)	0.51471*** (<0.0001)	0.49498*** (<0.0001)	0.76966*** (<0.0001)	0.79190*** (<0.0001)	0.80916*** (<0.0001)	0.70386*** (<0.0001)	0.65792*** (<0.0001)	1.00000

註：***與**分別代表在 1%與 5%的雙尾顯著水準下，相關係數值顯著異於零；括弧內數字為 p -value。

表 5 迴歸分析估計結果

解釋變數	被解釋變數：ECO2_HW				
	參數估計值	標準誤差	t 值	Pr > t	VIF
截距項	53.27625	20.75213	2.57	0.0118	0
PGM_GRADE	0.87913	0.29401	2.99	0.0036	1.78549
ECO1_HW	0.48031	0.06917	6.94	<0.0001	1.17578
ECO2_INTERACT	0.49489	0.20511	2.41	0.0178	1.65675

Adj. R^2 : 0.5748 ; F-stat : 44.72*** ; 樣本數 : 98

註：***代表具有 1%單尾的統計顯著性。

最後，關於學生學習回饋的部分，表 6 係呈現作者 108 學年度所教授「經濟學（一）」、「經濟學（二）」與「程式設計應用」等三門課程，學生所填答的教學評量結果。在採 5 級分制的教學評量設計中，作者所教授三門課程、6 個班級，學生評估作者教學表現的平均分數，介於 4.3 至 4.5 之間，顯示作者的教學表現普遍獲得學生認同。雖然還是有非常少數的學生提出包括：教學進度要再慢一點、作業太難、考試題目太難等建議或批評，但大多數給予作者正面且高度評價的回饋，其實便是學生對於教學內容與方式所帶來學習成效品質保證的認同。

伍、結論

運算思維的核心觀念與能力指標包括：資料蒐集、資料分析、資料呈現、問題解析、抽象化、演算法與程序、自動化處理、模擬及並行化處理等。若要將運算思維的觀念融入於課程之中，並要培養學生的運算思維能力，就必須訓練學生逐步建立起一套問題解決的思維模式。由於每個問題的難度與複雜度不盡相同，因此，在問題解決的過程中，不見得會涉及上述運算思維核心觀念的所有面向。一般而言，經濟學課程的討論與分析中，常會運用資料蒐集、分析、呈現、問題解析、抽象化、模擬、並行化等觀念。

為了引導學生在經濟學課程的學習上，涵養運算思維能力，作者延續長期以來的教學設計實務，針對各授課單元，蒐集相關新聞時事報導內容，編寫時事報導案例，並設計出強調運算思維能力訓練的研討問題；另外，本研究亦仿效國外學者在總體經濟學領域上的教學實務設計，在課程中導入線上模擬決策分析，讓學生體驗經濟決策的複雜度，並提高學生對課堂上所講授觀念或理論的理解及應用能力。

將運算思維融入高等教育非資訊學科之專業領域教學，雖是一項挑戰，但也是未來時勢所趨。如果可以消弭學生將運算思維等同於程式編寫的刻板印象，並建立起運算思維是一種解決問題能力培養的正確觀念，則學生將會對程式設計課程卸下排斥與恐懼的心防，並願意仔細揣摩程式設計中所運用的抽象化、遞迴、迭代等觀念，一旦理出頭緒、掌握訣竅，無形中就會將此技巧運用在其他專業學科的學習，甚至是日常生活中複雜問題的處理。

表 6 108 學年度教學評量表

學期	學制	任課班級	任教科目	學分數 ／時數	修別	修課人數	教學評量	
							平均分數	填答率
1	日間部	日會一甲	經濟學（一）	3 / 3	必	63	4.4	95.2%
1	日間部	日會一乙	經濟學（一）	3 / 3	必	58	4.5	98.3%
1	日間部	日會一甲	程式設計應用	2 / 2	必	55	4.4	96.4%
1	日間部	日會一乙	程式設計應用	2 / 2	必	54	4.3	98.1%
2	日間部	日會一甲	經濟學（二）	3 / 3	必	64	4.5	96.9%
2	日間部	日會一乙	經濟學（二）	3 / 3	必	63	4.5	90.5%

由於並未適用 12 年國教新課綱的大學入學新生，勢必欠缺資訊科技教育的基本素養，以及運算思維的核心觀念與能力，因此，將運算思維融入經濟學課程教學中，不僅可協助學生儘早領略運算思維觀念的普遍性與應用性，更可透過時事議題案例研討、經濟政策模擬分析等實際演練的方式，落實運算思維觀念與技巧的運用。

教學現場中，沒有最好的，只有最適合的教學實務設計，雖然這有賴於教師憑藉教學經驗作出的判斷與調整，但學生的接受與配合才是確保教學品質的關鍵。本研究執行過程中，作者從學生的學習成果中感受到，學生的確某種程度上有逐漸熟悉並運用運算思維觀念與能力的自信與掌握度。不過，學生在「程式設計應用」課程上，對於程式碼編寫的訓練，大部分仍有學習上的困難與不適應。未來如何降低程式碼編寫的學習難度，或是利用其他方式涵養學生的運算思維觀念與能力，將是作者亟需思考的課題。

另外，作者認為，將時事議題與運算思維融入經濟學課程教學實務的成功關鍵包括：時事議題報導的選取、學習活動（如：作業）的安排與設計，以及跨領域學科教師的合作等。針對各授課單元，蒐集相關新聞時事報導內容，編寫時事報導案例，已是作者在經濟學課程中行之有年，且有具體成效的教學實務設計；關於如何設計出強調運算思維能力涵養的研討問題，以及建立強調運算思維能力涵養的多元化學習成效評量指標等，則有待透過向專家諮詢與教學經驗累積等方式逐步達成；至於跨領域學科教師的合作，係指必須向資訊專業領域教師請益關於運算思維觀念與能力養成的教育方式。

註釋

1. 為配合政府教育政策的推動，自 107 學年度起，本校管理學院各學系的大一學生，開始要修習一學期 2 學分的「程式設計」課程（108 學年起課程名稱變更為「程式設計應用」）。作者因前一學年已獲學院選任為程式設計課程種子教師，並奉派參與校內外多場程式設計的教學研討或研習，故自 107 學年度起，開始擔任程式設計課程的教學工作。

參考文獻

一、中文部分

1. 呂欣德(2019)，飲料越甜越貴泰國 10 月加倍徵含糖飲料稅，中央通訊社，Retrieved November 9, 2019，取自：<https://www.cna.com.tw/news/aopl/201909160141.aspx>。
Lu, H. H. (2019). Taxes on sugary drinks will double from October in Thailand. The Central News Agency. Retrieved November 9, 2019, from <https://www.cna.com.tw/news/aopl/201909160141.aspx>.
2. 林育慈、吳正己(2016)，運算思維與中小學資訊科技課程，國家教育研究院教育脈動電子期刊，(6)，5-20。
Lin, Y. T., & Wu, C. C. (2016). Computational thinking in the information technology courses for primary and secondary education. Pulse of Education, (6), 5-20.
3. 國立高雄師範大學數位跨域教育基地(2022)，PBL-STEM+C 跨域統整學習扎根計畫，Retrieved November 28, 2022，取自：<https://www.fablab.nknu.edu.tw/Default.aspx>。
FabLab-NKNU (2022). PBL-STEM+C Interdisciplinary Learning Foundation Project. Retrieved November 28, 2022, from <https://www.fablab.nknu.edu.tw/Default.aspx>.
4. 國立臺灣師範大學資訊工程學系(2016)，教育部委辦運算思維推動計畫，Retrieved December 2, 2018，取自：<http://compthinking.csie.ntnu.edu.tw/index.php>。
National Taiwan Normal University, Department of Computer Science and Information Engineering (2016). Computational Thinking in Taiwan Project. Retrieved December 2, 2018, from <http://compthinking.csie.ntnu.edu.tw/index.php>.

5. 國家教育研究院(2018), 十二年國民基本教育課程綱要國民中學暨普通型高級中等學校：科技領域，Retrieved November 28, 2022，取自：<https://bit.ly/3ONSp5B>。
National Academy for Educational Research (2018). Twelve-Year Compulsory Education Curriculum Guidelines for Junior High Schools and General Senior High Schools: Technology Field. Retrieved November 28, 2022, from <https://bit.ly/3ONSp5B>.
6. 賴和隆(2016)，應用運算思維於高中資訊教學設計之分享，國家教育研究院教育脈動電子期刊，(6)，143-155。
Lai, H. L. (2016). Sharing on applying computational thinking to senior high school information technology course teaching design. Pulse of Education, (6), 143-155.
7. 蘇怡文(2020)，低收入國家降低貧窮的前景黯淡，中華經濟研究院 WTO 及 RTA 中心，Retrieved April 5, 2020，取自：<https://web.wtcenter.org.tw/Page.aspx?pid=336103&nid=328>。
Su, Y. W. (2020). Prospects for poverty reduction among fragile low-income countries (LICs) are dim. Chung Hua Institution for Economic Research Taiwan WTO & RTA Center. Retrieved April 5, 2020, from <https://web.wtcenter.org.tw/Page.aspx?pid=336103&nid=328>.

二、英文部分

1. Blank, S. C. (1985). Effectiveness of role playing, case studies and simulation games in teaching agricultural economics. Western Journal of Agricultural Economics, 10(1), 55-62.
2. Carlson, W. L. (1999). A case method for teaching statistics. The Journal of Economic Education, 30(1), 52-58.
3. CSTA, & ISTE (2011). Computational Thinking: Teacher Resources (second edition). Retrieved December 7, 2018, from https://cdn.iste.org/www-root/ct-documents/ct-teacher-resources_2ed-pdf.pdf?sfvrsn=2.
4. Google (2015a). Exploring Computational Thinking. Retrieved December 2, 2018, from <https://www.google.com/edu/resources/programs/exploring-computational-thinking/>.
5. Google (2015b). Computational Thinking for Educators. Retrieved December 2, 2018, from https://computationalthinkingcourse.withgoogle.com/course?use_last_location=true.

6. Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. Educational Researcher, 42(1), 38-43.
7. Howland, K., Good, J., & Nicholson, K. (2009). Language-Based Support for Computational Thinking. Paper presented at the 2009 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC), Corvallis, Oregon, USA.
8. Jonas, M., & Sabin, M. (2015). Computational thinking in greenfoot: AI game strategies for cs1: Conference workshop. Journal of Computing Sciences in Colleges, 30(6), 8-10.
9. Lewis, M. (2010). Problem Solving through Programming with Greenfoot. Retrieved December 7, 2018, from <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.186.959&rep=rep1&type=pdf>.
10. Nordhaus, W. D. (2013). The Climate Casino: Risk, Uncertainty, and Economics for a Warming World. New Haven & London: Yale University Press.
11. Rogmans, T. (2018). Teaching macroeconomics with the Econland simulation game and learning platform. Journal of Economics Teaching, 2(2), 92-103.
12. Velenchik, A. D. (1995). The case method as a strategy for teaching policy analysis to undergraduates. The Journal of Economic Education, 26(1), 29-38.
13. Wing, J. M. (2006). Computational thinking. Communications of the ACM, 49(3), 33-35.

111 年 05 月 05 日收稿

111 年 07 月 25 日初審

111 年 10 月 17 日複審

112 年 01 月 03 日接受

附錄

一、「程式設計應用」課程教學設計（節錄）

(一)「程式設計觀念」

1. 案例 A-1

若在執行下列程式碼時輸入 125%，試問其輸出結果為何？

```
percentage = input("Enter percentage: ")
percent = float(percentage[:-1]) / 100
print(percent)
```

- (A) 1.25% (B) 12.5% (C) 1.25 (D) 12.5

2. 案例 A-2

假設 $x=3$ ， $y=4$ ，下列程式碼的輸出結果為何？

```
if x > 2:
    if y > 2:
        z = x + y
        print("z is", z)
    else:
        print("x is", x)
```

- (A) x is 3 (B) z is 7 (C)無結果輸出

3. 案例 A-3

下列程式碼的輸出結果為何？

```
list1 = [2, 9, 6, 7, 13, 3]
result = 0
for num in list1:
    if (num % 2 == 1) and (num > result):
        result = num
print(result)
```

- (A) 3 (B) 7 (C) 9 (D) 13

(二)「程式設計實作」

1. 案例 B-1

許多人誤以為當被減薪 10% 之後，若可獲得加薪 10%，則可以回到最初的薪資水準。請撰寫一程式，提示使用者輸入最初的薪資水準，當他（她）先被減薪 10%，後再被加薪 10%，請幫他（她）計算實際薪資變動的幅度為何？薪資變動幅度須以百分比表示，浮點數請取至小數點後第 2 位。程式輸出樣式如下：

```
Enter beginning salary: 35000 
New salary: $xx,xxx.xx
The percentage change in salary is -x.xx%.
```

2. 案例 B-2

若某位勞工從年滿 25 歲起開始工作，直到年滿 65 歲退休。該勞工的起薪為年薪 20,000 元，每工作滿 1 年，隔年即可獲得 5% 的加薪。請撰寫一程式，計算並顯示出該勞工自 25 歲起至 65 歲止，每年的薪資與累計所得。程式輸出樣式如下：

Age	Salary	Earnings
---	-----	-----
25	20,000	20,000
26	21,000	41,000
27	22,050	63,050
28	23,152	86,202
⋮	⋮	⋮
65	140,800	2,556,795

二、「經濟學」課程運算思維導向時事議題研討作業（節錄）

（一）運算思維應用作業 2

運算思維應用作業 2：泰國課徵含糖飲料稅

泰國政府在 2015 年的調查發現，泰國民眾平均每天攝取 26 茶匙的糖，是世界衛生組織（WHO）建議每日攝取量的 4 倍，來源多半是含糖飲料，因此泰國政府自 2017 年 9 月 16 日起，開始對含糖飲料課稅，成為亞洲第一個對含糖飲料課稅的國家，希望藉此能降低民眾的糖分攝取量。

泰國政府的徵稅分四個階段，採逐段調漲的方式進行。自 2019 年 10 月 1 日起至 2021 年 9 月底止的第二階段，每 100 毫升含 10 至 14 克糖分的飲料，稅額將從原先的 0.5 泰銖加倍到 1 泰銖；每 100 毫升含 14 至 18 克糖分的飲料，稅額將從原先的 1 泰銖加倍到 3 泰銖；每 100 毫升含 18 克以上糖分的飲料，稅額將從原先的 1 泰銖加倍到 5 泰銖。至於每 100 毫升含 6 克以下糖分的飲料則維持免徵含糖稅；每 100 毫升含 6 至 8 克糖分的飲料，稅額維持為 0.1 泰銖；每 100 毫升含 8 至 10 克糖分的飲料，稅額維持為 0.3 泰銖。根據泰國媒體報導，泰國財政部稅務局估計，含糖飲料稅可為國庫增加 15 億泰銖的稅收。

泰國財政部稅務局副發言人指出，多數泰國民眾並不知道糖分和健康風險之間的關聯，目前 30 歲以下和 60 歲以上的族群在購買飲料時，會比較注意糖分的攝取量，上班族多半還是喜好購買含糖飲料。另外，愈來愈多的產品製造商會在商品標籤上列出含糖量以及產品成分，而產品樣態則是從過去的 60 至 70 種左右，增加到目前的 200 至 300 種。

【摘錄：呂欣懌（2019）。】

《問題研討》

- 請根據上述報導內容，建構一套涵蓋問題來源、影響、衝擊、問題解決等面向的循環流程圖。
- 課徵含糖飲料稅可能會帶來哪些影響？

(二)運算思維應用作業 6

運算思維應用作業 6：低收入國家降低貧窮的前景黯淡

根據世界銀行（World Bank）的研究，2020 年低收入國家（Low Income Countries, LICs）的復甦增長將維持在 5.4%，但前景堪慮。

2019 年由於全球經濟發展受到美中貿易戰及部分國家因素之影響，導致 LICs 的復甦停滯不前，2020 年的增長預計將維持在 5.4%。若 LICs 各國在發展方面的改善情況良好，例如從極端天氣事件中恢復，或是對於基礎設施的持續投資以及加強商業環境改革措施之持續實施，2021~2022 年間的增長將提升至 5.7%。

另一方面，LICs 的人均收入增長將在 2021~2022 年穩定維持在 2.9%。由於 LICs 的收入增長通常不具有包容性，而且轉化為降低貧窮的比率很低，因此收入增長對於降低貧窮不會有太大的助益。同時，在脆弱的低收入國家中，極端貧困的發生率通常較高，其人均收入預估將僅增長 1%。因此，預估生活在國際貧窮線以下的低收入國家的人數將繼續增加，且集中在脆弱國家。

整體而言，債務可持續及氣候極端兩項問題是 LICs 經濟增長與降低貧窮最大的風險因素。2019 年 LICs 的政府債務已達 GDP 的 55%，自 2013 年以來已增長 19 個百分點；根據國際貨幣基金（International Monetary Fund, IMF）與世界銀行的共同研究，在 28 個 LICs 中有 12 個陷入債務困境或處於高風險之中；非優惠性債務所占比率日益增加，也使 LICs 政府對於利率和再融資風險的負擔越來越重。此外，由於農業產出通常在 LICs 之國內產值（domestic value added）中所占比例很高，而基礎設施的彈性通常相對不高，因此自然災害是 LICs 整體發展不容忽視的重要風險。

【摘錄：蘇怡文（2020）。】

《問題研討》

- 何謂「貧窮線」（poverty line）？目前的國際貧窮線標準為何？
- 何謂「包容性成長」（inclusive growth）？如何評估一個國家「包容性成長」的程度？
- 請蒐集 2018 年全球各國按購買力平價（purchasing power parity, PPP）調整後、以美元所衡量的實質人均 GDP 資料，並繪製出呈現全球所得分配概況的直方圖（histogram）。

(三)運算思維應用作業 8：貨幣政策與財政政策的決策模擬分析

本研究選用哈佛大學商學院出版社（Harvard Business Publishing Education）所發行的線上模擬教材《Macroeconomics Simulation: Econland》，讓學生模擬經濟政策的決策執行（Rogmans, 2018）。假設某虛擬國度 Econland 為一小型開放的經濟體，該經濟體的運作會受到國際經濟情勢的影響，但不會影響國際經濟情勢的發展。在模擬情境中，學生會接觸到總體經濟領域中所涵蓋的國內生產毛額（GDP）、失業、通貨膨脹、預算盈餘／赤字、生產力、總合需求與總合供給（AD / AS）、貨幣政策與財政政策等議題。

在涵蓋 7 輪（每輪 1 年）的模擬期間內，參與者必須為 Econland 執行貨幣與財政政策，讓 Econland 的民眾對經濟狀況感到滿意。每一輪模擬，參與者必須為 Econland 制定的政策變數包括：利率、所得稅稅率、公司稅稅率、政府支出等 4 項。

Econland 的民眾關心他們的所得、就業展望及生活成本，而政府則必須有效控管預算赤字。GDP 成長、失業率、通貨膨脹率、預算盈餘／赤字等係為滿足上述目標的衡量指標。

另外，有三種模擬情境可供選擇，包括：基本型（中度的經濟成長與波動）、起伏型（高度的經濟成長與波動）、停滯型（低度的經濟成長與波動）。

選定模擬情境後，在進行決策前，參與者會拿到一份來年經濟展望的報告，內容包括全球經濟狀況、全球經濟成長預測，以及 Econland 消費者信心指數等資料。接著，參與者便開始進行利率、所得稅稅率、公司稅稅率、政府支出等 4 項決策。當參與者送出決策後，系統便開始執行並彙整出 GDP 成長、失業率、通貨膨脹率、預算盈餘／赤字等 4 項決策結果，並提供一份政策建議的書面回饋資料。系統除了會以圖像顯示參與者的決策方向是否恰當之外，在 4 項決策結果上亦會分別顯示獲得 0、10 或 25 的認同分數，將 4 項決策結果認同分數加總後，即可得出參與者每輪模擬決策的評比成績。為期 7 輪的模擬結束之後，則可計算出參與者的平均評比成績。各項決策結果的評分標準如附表 1 所示。

上述模型中，兩個環境條件（全球經濟成長預測、消費者信心指數）與 4 個決策變數直接或透過中介變數（intermediary variable）間接對 4 個決策結果衡量指標的影響，彙整於附表 2。

附表 1 決策模擬結果的評分標準

	評分標準			初始狀況
	25 分	10 分	0 分	
實質 GDP 成長率	> 2.5%	> 1%	< 1%	GDP \$1000 億美元
失業率	< 5%	< 8%	> 8%	5%
通貨膨脹率	< 3%	< 5%	> 5% 或 < 0%	2%
預算赤字占 GDP 比率	< 3%	< 6%	> 6%	3%

附表 2 模擬情境中各變數或決策的影響

變數／決策	中介變數	影響的標的	影響方向與描述
全球經濟成長預測		消費者信心指數	正向(較高的全球經濟成長預測會提高消費者信心)
全球經濟成長預測	出口	GDP 成長	正向(較高的全球經濟成長預測會增加出口並提高 GDP 成長)
消費者信心指數	消費	GDP 成長	正向(消費者信心較高會增加消費並提高 GDP 成長)
消費者信心指數	投資	GDP 成長	正向(消費者信心較高會增加投資並提高 GDP 成長)
實質利率	消費	GDP 成長	負向(較高的實質利率會減少消費並降低 GDP 成長)
實質利率	投資	GDP 成長	負向(較高的實質利率會減少投資並降低 GDP 成長)
利率	消費者物價指數	通貨膨脹	負向(較高的利率會降低通貨膨脹的壓力)
利率	匯率指數	出口、進口、 GDP 成長	較高的利率會使得匯率指數上升(本國貨幣升值),導致出口減少、進口增加,並降低 GDP 成長
所得稅稅率	消費	GDP 成長	負向(較高的所得稅稅率會減少消費並降低 GDP 成長;影響程度視乘數效果大小而定)
所得稅率×GDP	所得稅稅收	預算盈餘／赤字	正向(較高的所得稅稅率會增加所得稅稅收與預算盈餘)
公司稅稅率	投資	GDP 成長	負向(較高的公司稅稅率會減少投資並降低 GDP 成長)
公司稅稅率×公司利潤占 GDP 比率×GDP	公司稅稅收	預算盈餘／赤字	正向(較高的公司稅稅率會增加公司稅稅收與預算盈餘)

續下表

續附表 2

政府支出		GDP 成長	正向(較高的政府支出會提高 GDP 成長; 影響程度視乘數效果大小而定)
政府支出		預算盈餘/赤字	負向(較高的政府支出會降低預算盈餘)
投資	資本存量	生產力成長、消費、GDP 成長	正向(較高的投資會增加資本存量、生產力成長與消費, 並提高 GDP 成長)
GDP 成長		失業	負向(較高的 GDP 成長會降低失業)
GDP 成長	次年消費者信心		正向(較高的 GDP 成長會提高次年的消費者信心)
生產力成長	消費者物價指數	通貨膨脹	負向(較高的生產力成長會降低通貨膨脹的壓力)
貿易收支餘額	貿易收支餘額/ 名目 GDP	匯率指數	貿易收支赤字(或盈餘)會造成本國貨幣貶值(或升值)的壓力
失業	消費者物價指數	通貨膨脹	負向(較高的失業率會降低通貨膨脹的壓力)

作者介紹

Author's Introduction

姓名	翁志強
Name	Chih-Chiang Weng
服務單位	實踐大學會計學系副教授
Department	Associate Professor, Department of Accounting, Shih Chien University
聯絡地址	104336 臺北市中山區大直街 70 號
Address	No.70, Dazhi St., Zhongshan Dist., Taipei City 104336, Taiwan (R.O.C.)
E-mail	ccw@g2.usc.edu.tw
專長	經濟學、管理經濟
Speciality	Economics, Managerial Economics