

## 中文摘要

本計畫的主題是探討電腦模擬研究法在社會科學研究領域可能的運用及其意義。本計畫擬以電腦模擬方法為探討重點，將之應用於大學教師評分機制與教學評鑑之動態模型分析，並將目標設定為關於「學術評量的基礎深受社會壓力影響」理論假設的檢驗與系統動態的呈現。除能有效驗證方法，其本身亦具有甚高的社會學意涵及教育政策參考價值。

本文以某國立大學 84 年度到 91 年度歷年的教師評分與課程資料為基礎，試圖以課程的替代性、老師受歡迎的程度、學生意見可見度、正在修課人數四個變項為軸，建立一個社會模擬模型，以系統動態模型解釋大學教師給分的趨勢變化，以及說明教師評分背後所牽涉的一連串複雜社會機制。

## Abstract

In this project, we intend to explore the potential of computer simulation method and its impact on studying social worlds. An analysis on the social mechanisms affecting the grading of university students was conducted using system dynamic simulation model to demonstrate the possible uses, constraints and limitations, and applications of simulation-based research approaches. Data on students' grades and results of teaching evaluation in recent years are collected for simulation from a national university in Taiwan.

Based on the data of evaluation of each class in this university from 1985 to 2002, we built a dynamic system model to explain the changes and trends of grading in higher education. The model includes the effects of various factors on university teachers' grading tendency, including the substitution of a class, the popularity of a teacher, the introducing of the teaching evaluation system, and the changes of students enrolled in a course. The model could be used to depict the complicated social environments of grading processes of teachers.

**關鍵詞：**電腦模擬方法、教師評分機制、給分、系統架構

**keywords :** computer simulation method, evaluation mechanism, grading, system structure

## 一、前言

大學學生修課所獲得的分數逐年增加，是國內外普遍觀察到的現象。本文以「大學教師評分機制與教學評鑑之動態模型分析」為研究主題，以電腦輔助模擬為主要方法，建立大學教師評分之動態模型。本研究主旨為探究教師評分的趨勢與機制，期從社會壓力與制度來分析高等教育表現的評量過程。該研究問題除能有效驗證電腦模擬這種新興的研究方法，其本身亦具有甚高的社會學意涵，並可對教育機構提供政策參考之用。

本文以某國立大學(以下簡稱 C 大)84 年度到 91 年度歷年的教師評分與課程資料為基礎，試圖以課程的替代性、老師受歡迎的程度、學生意見可見度、正在修課人數四個變項為軸，試圖建立一個社會模擬模型，用以說明教師評分背後所牽涉的一連串複雜社會背景與機制，並提供預測的功能。

我們採取 Jacobsen & Bronson (1995)的模擬研究方法與步驟，並將目標設定為關於「學術評量的基礎深受社會壓力影響」理論假設的檢驗與系統動態的呈現。考慮教師給分的水準與趨勢變化、學生評鑑成績、學生修課人數消長等因素，我們提出數個理論假設，然後將之分別描述為模擬模型。其次，我們將資料依照系所規模與學院別分成數個集合，分別將起始學期資料輸入模型，模擬計算其歷時的變化。若不同集合的資料趨勢均能由某一模型顯示，則該模型背後的理論假設就得到某種程度的驗證。另一方面，我們將把歷時性模擬資料視覺化，並輔以其他資料踏勘(data mining)技術來發掘系統動態中的重要模式，進一步檢驗或修正理論假設。

社會模擬研究法的首要優點在於，電腦系統的變動性可用以處理社會科學的複雜模型，瞭解一個社會系統中各組成部分之間動態的互動關係。其次，當某項社會科學議題難以觀察記錄的方式蒐集完整資料時，電腦系統卻可以模擬的方式建立趨勢發展的模型，並在其上進行假設性的實驗。以流行病的傳播和公衛政策研究而言，就是一個應用電腦模擬相當成功的例子。

在本研究的執行期間，台灣爆發了 SARS 的嚴重疫情，研究者發覺本研究正在發展的模擬系統將會是解釋 SARS 人際傳染以及公衛政策這兩種複雜機制及其間互動的有效方法。因此，本研究小組為掌握此社會模擬法之絕佳研究時機，先轉向 SARS 之社會模擬研究，提出一個以小世界網路為基礎的流行病學電腦模型 具有分身點概念的細胞自動機 來模擬 SARS 的傳播動態與公衛政策。這項研究結果業已於 2004 年 11 月發表於 SSCI 收錄的國際期刊 *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 上<sup>1</sup>。

在這模型中我們提出原創的分身點概念，來解決傳統的流行病學模型中的個體移動問題。此外，我們也建構一套符合模型要求的電腦模擬系統，並使用

---

<sup>1</sup> Huang, C. Y., Sun, C. T., Hsieh, J. L. & Lin, H. (2004). Simulating SARS: Small-World Epidemiological Modeling and Public Health Policy Assessments. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. 7(4). Retrieved Nov. 1, 2004, from: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/7/4/2.html>

它來(1)模擬新加坡、台北市、加拿大多倫多市的 SARS 傳播動態;(2)評估各項公共衛生政策與防疫策略的效益。這個模型與模擬系統不僅通過驗證,且具有高度的通用性與擴充性,日後可以根據衛生當局的需求,模擬其它的傳染疾病,例如:流行性感冒、腸病毒與愛滋病。

由於研究執行期間我們將研究目標轉移到架構 SARS 的社會模擬系統方面,本研究原本的高等教育教師評分模擬系統的進度則因此稍有耽擱。目前我們已經根據初步統計分析的結果決定了模擬系統內的各項變項,目前正在驗證控制各重要驅動力所需要的各相關參數,待參數驗證完成,即可進行最後模擬分析。

## 二、研究方法：

為了描繪這些基於社會性進而影響老師給分的機制,我們發展出四個假設,先以傳統社會學統計方法加以驗證,再將統計分析的結果作為我們進一步進行社會模擬的參考基礎。

本研究所使用的資料為 C 大的課程資料, C 大自 79 學年第一學期開始試辦教學評鑑,但前數年的紙本資料尚未數位化。為了盡量使用完整而可供比較的資料,本研究主要的分析對象是從 84 學年到 91 年上學期所有課程與評鑑資料,共 16 個學期,資料包含下列欄位:1.該課開授之學年度;2.開授之學期;3.課程所屬學院(教師系所、開課系所);4.課程代碼(永久課號、當期課號);5.授課教師代碼;6.必/選修(包含共同科目、物理、體育、英語等類科);7.該課之教師評鑑分數(此欄資料始自 1998 年);8.該課學生成績總平均;9.該課學生成績之標準差,以及該課所有學生之成績列表。我們將這些資料彙整成以授課老師為主要索引依據,共有 6129 筆資料。

在社會模擬模型的建立這個面向上,本研究將使用系統動態模擬研究法來探究多個研究問題。在工具方面,本研究採用系統動態建模與模擬(modeling and simulation)軟體 Stella,作為描述、模擬、觀察、解釋的平台與介面。Stella 是第一代動態模擬語言 DYNAMO 的延伸改良版本,除具備更細緻的描述功能,更有適於觀察的資料視覺化圖形介面。

## 三、 研究結果與討論

### 1.研究假設與統計驗證

#### 假設一：課程的替代性

我們假設替代性越高的課程,也就是學生可以退選這門課而選修其他同名、或具有相同功能的課程,則老師的給分越寬鬆。依照這樣的原則,我們將所有課程區分成通識課、選修課與必修課三類,其中以通識課的替代性最高,必修課的替代性最低。因此,本研究假設,教授替代性高的課程的老師,在評分方面會比

較寬鬆。

根據我們的統計結果來分析，選修課、必修課、通識課組間的平均分數的差距，在統計上是顯著的，學生平均得分最高的課程，依序是通識課高於選修課高於必修課，確實是替代性最高的通識課程成績的得分較為寬鬆。

### **假設二：老師受歡迎程度**

授課老師的評分往往受到了去年的教學經驗的影響，特別是修課人數的多寡，這是老師評估自己是否受到學生肯定的重要指標。因此我們假設，老師給分可能會根據去年修課人數多寡，來改變評分的策略。我們假設，前一年課程的修課人數越少的老師，老師可能會因此意識到自己的評分基準未受學生肯定，下一學年，老師給學生的評分可能會變高，以拉近自己的評分基準與學生認知的差距。根據我們分析，去年的修課人數與當年度的學生分數並沒有相關性。這個統計結果的意涵是，授課老師並未根據去年課程修課人數的多寡來決定今年給分的寬鬆。

### **假設三：學生意見可見度**

我們認為，學生意見可能是教師評分時重要的依據，老師可能根據學生的反應來調整教材，並重新訂定評分標準。由於本研究所根據的是 C 大的課程資料，我們根據 C 大教師評鑑政策幾次的更迭，來訂定我們的假設。

C 大在 79 年開始實施教師評鑑，86 學年度開始有教師評鑑分數的紀錄，88 學年第一學期開始以教務處法規來規定一定要做問卷，使回收率大幅上升。89 年第二學期起，則採用全面網路問卷的政策<sup>2</sup>。

我們認為，由校方規定一定要做教學評鑑的時候，就可能促使教師逐漸重視其教學評鑑所呈現出來的評價。因此，我們的資料以 88 年第二學期為分野，比較此學期以前與以後的資料，分析教師評鑑與平均分數、標準差之間是否相關。

然而，統計結果呈現，以 88 年第二學期做分野，無論是 88 年第二學期以前，或是 88 年第二學期之後，教師評鑑與學生分數皆呈負相關，也就是說，老師給分越高，學生給老師的評鑑分數也就越低。不過，學生分數的標準差與教師評鑑分數的關係則是成正向關係，也就是說，老師給分的懸殊越高的班級，學生給老師的評鑑分數往往比較高。

### **假設四：正在修課學生數（班級規模）**

在第二個假設中本研究試圖討論去年度修課人數與當年度的分數的關係。但是，當年度的修課人數也可能是影響老師評分的重要因素。修課人數少的課程教師，基於老師與學生互動較為密切，可能較有人際關係的壓力，因此老師容易給予學生高分，反之，大班課程的教師給分則會比較低。

---

<sup>2</sup> 不過，教師還是可以選擇在課堂上做書面的問卷，因為多數教師發現，在課堂上的填答者是常來上課的學生，對老師的印象可能較好，而網路上則比較可能出現亂答的現象。

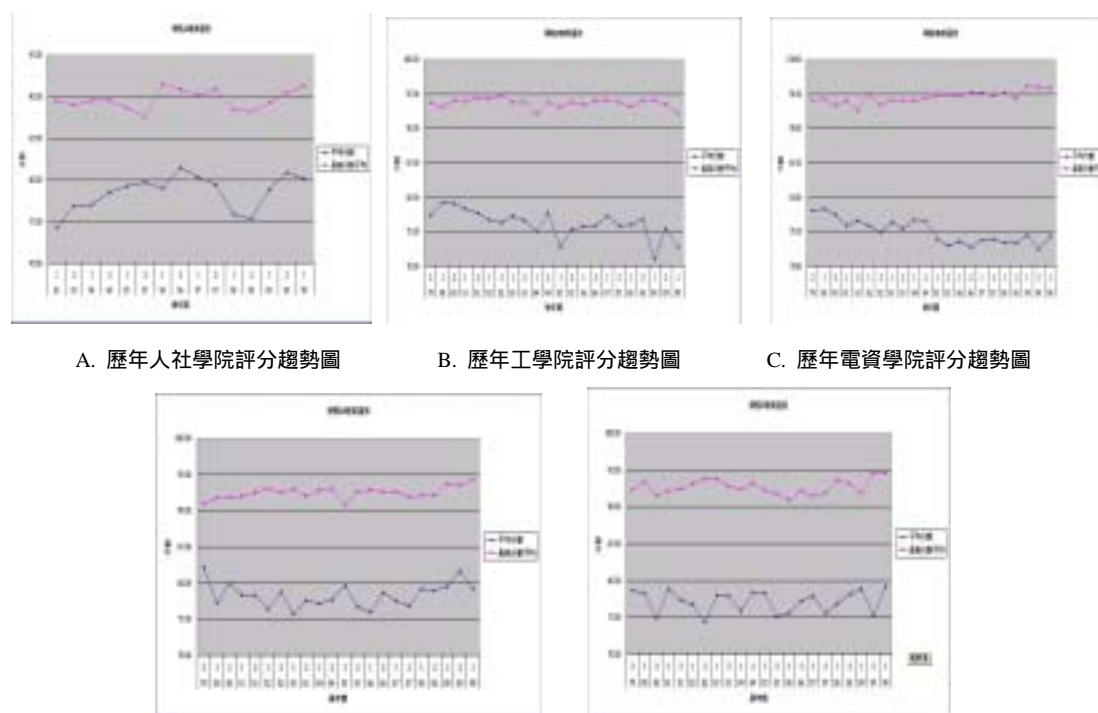
根據我們的資料，修課人數與學生分數成負相關，且達顯著水準，確實是修課人數較少的課程，授課教師的給分就比較高。

## 2.社會模擬模型的架構

基於以上的統計分析，我們再根據評分問題中連續時間裡的複雜因素，以系統動態法 (system dynamics)來建立社會模擬的模型。這個系統強調動態的思維模式，把注意力從「觀察獨立事件的影響」轉移到「觀察一個由許多事件互動所組成的一個系統組織」，並以系統的角度來看，重點在於討論系統的內在獨立事件如何構成社會的活動。

我們將C大評分資料以學院區分，分別觀察各學院間評分行為的變化。圖二所示是每個學院歷年評分的趨勢。以歷年平均分數來比較的話，人社學院也是教授給分最高的學院，其次才是管理學院、電資學院、理學院，給分最為嚴苛的教授是工學院的教授。其中，以人文社會學院的歷年平均分數之標準差最低，表示人社學院教授給分的變化幅度不大。而標準差最高的學院則是理學院，表示歷年來教授的給分有很大的差距。至於歷年來變化的趨勢的話，平均分數近年來逐年上升的包括人文社會學院與管理學院，有比較明顯地下降趨勢的則是工學院與電資學院。

圖一 各學院歷年評分趨勢<sup>3</sup>



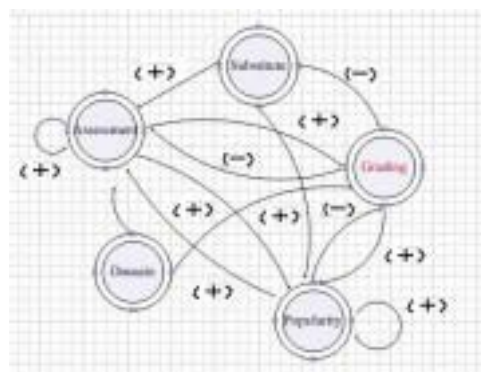
<sup>3</sup> 藍色曲線代表平均分數；紫色曲線代表最高分數。

接下來，我們以上文提到的四個假設，在事件(event)所構成的系統內建置行為架構，以及事件相互間的影響。除了四個主要的假設以外，我們並且用統計分析檢驗四個主要假設之間的相互影響關係（請參見表一），並且使用基因演算法來尋找它們之間的相互影響程度，以找出相關的參數值大小，進而建立系統架構，這個系統架構即為模擬模型，調整其參數大小正負值可改變行為表現。

表一 社會模擬因素分析表<sup>4</sup>

	替代性	老師受歡迎程度	學生意見可見度	班級規模
替代性				
老師受歡迎程度	x			
學生意見可見度	x	+		
班級規模	+	x	+	

系統動態所展現出來的系統思維（system thinking）可以讓我們從系統的角度來觀察各事件互動而表現出的行為，並由此行為找出系統運作的架構。建立系統架構後，我們才能掌控整個系統的行為表現。接下來，我們再使用系統動態來評估我們輸入的資料所反應出的行為模式，進而確認系統架構的有效性。目前我們正在嘗試各種參數組合以確認系統的穩定性與一致性。



圖三 電腦模擬系統的系統架構

<sup>4</sup> +號代表兩變項間確實有相關性，x代表兩變項之間沒有相關性。

#### 四、 計畫成果自評

本研究在兩個面向上有實質的貢獻，首先是建構出 SARS 的社會模擬系統架構，在第一時間以電腦模擬法研究重大社會議題，建立出一套可以預測公共政策的施行以及感染機制兩作用力的系統，並已有具體研究成果在國際期刊發表。另外，在教師評分這個面向，我們也充分描繪出高等教育中教師給予學生評鑑所遭遇到的社會環境，雖然動態的模擬分析尚未完全結束，但這個模擬架構對於國內教育環境，以及電腦模擬在社會科學上的應用，都有相當重要的意義。然而，美中不足的是，電腦模擬系統的高度複雜性，使得建構出一套系統架構的過程也涉及相當繁複的方法與步驟，以本研究為例，前置的資料分析工作，以及後續的模擬變數的測試與驗證，都面臨到一個問題：架構一套社會機制時，應該如何擷取出觀察活動中的重要機制以及其中值得放到模擬系統內的作用力。這個議題也將是電腦模擬應用在社會科學中，最值得研究者斟酌考量的重點，非常值得未來研究者進一步深究。

## 五、 參考文獻

- Artzrouni, M. and Gouteux, J. P. (2001). "Population dynamics of sleeping sickness: a microsimulation," *Simulation & Gaming*, 32(2), 215-227.
- Axelrod, R. (1981). "The evolution of cooperation among egoists," *American Political Science Review*, 75, 306-318.
- (1997). "Advancing the Art of Simulation in the Social Sciences," *Complexity*, 3(2):16- 22.
- Brent, E. and Thompson, G.A. (1999). "Sociology: modeling social interaction with autonomous agents," *Social Science Computer Review*, 17(3), 313-322.
- Brent, E., Thompson, G.A., & Vale, W. (1999). "Sociology: A computational approach to sociological explanations," *Social Science Computer Review*, 18(2), 223-235.
- Byrne, D. (1997). "Simulation—A way forward?" *Sociological Research Online*, 2(2). URL:<http://www.socresonline.org.uk/socresonline/2/2/4.html>
- Christensen, U.J., Heffernan, D. & Barach, P. (2001). "Microsimulators in medical education: An overview," *Simulation and Gaming*, 32(2), 250-262.
- Coleman, James S. (1962). Analysis of social structures and simulation of social processes with electronic computers. In H. S. Guetzkow (Ed.), *Simulation in social science: Readings*, pp. 61-79. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Conte, R. and Gilbert, N. (1995). "Introduction: Computer Simulation for Social Theory," in N. Gilbert and R. Conte (Eds.) *Artificial Societies: the Computer Simulation of Social Life*, London: UCL Press.
- Dombrowski, K. (1993). "Some considerations for the understanding of small herd dynamics in East-African arid zones: The long-term consequences of bridewealth exchange networks," *Human Ecology*, 21(1), 23-50.
- Dyke, B., and MacCluer, J. (1975). Estimation of vital rates by means of Monte Carlo simulations. *Social Biology*, 10(15), 383-403.
- Edward, N.S. (1997). "Computer based simulation of laboratory experiments," *British Journal of Educational Technology*, 28(1), 51-63.
- Epstein, J.M. and Axtell, R. (1996). *Growing Artificial Societies*. Washington, DC: Brookings Institution.
- Forrester, J.W. (1973). *World Dynamics*. Cambridge, MA: Wright-Allen.
- Gilbert, N. (1997). "A simulation of the structure of academic science," *Sociological Research Online*, 2(2).  
URL:<http://www.socresonline.org.uk/socresonline/2/2/3.html>
- (1999). "Simulation: A new way of doing social science," *American Behavioral Scientist*, 42(10), 1845-1847.
- Gilbert, N. and Troitzsch K.G. (1999). *Simulation for the Social Scientist*.



- Buckingham: Open University Press.
- Gilbert, J. P., & Hammel, E. A. (1966). "Computer simulation and analysis of problems in kinship and social structure," *American Anthropologist*, 68:71-93.
- Guetzkow, H. S., & Bowes, A. (1957). "The development of organizations in a laboratory," *Management Science*, 3:380-402.
- Halfpenny, P. (1997). "Situating simulation in sociology," *Sociological Research Online*, 2(3). URL:<http://www.socresonline.org.uk/socresonline/2/3/9.html>
- Halpin, B. (1999). "Simulation in sociology," *American Behavioral Scientist*, 42(10), 1488-1508.
- Hammel, E. A., McDaniel, C., & Wachter, K. (1979). "Demographic consequences of incest taboos: A microsimulation analysis," *Science*, 205: 972-977.
- Hanneman, R. & Patrick, S. (1997). "On the uses of computer-assisted simulation modeling in the social sciences," *Sociological Research Online*, 2(2). URL:<http://www.socresonline.org.uk/socresonline/2/2/5.html>
- Hermann, C. F. and Hermann, M. G. (1967). "An attempt to simulate the outbreak of World War I," *American Political Science Review*, 61:400-416.
- Howell, N., & Lehotay, V. (1978). "Ambush: A computer program for stochastic microsimulation of small human populations," *American Anthropologist*, 80, 905-922.
- Hopkins, J.F. & Fishwick, P.A. (2001). "A three-dimensional human agent metaphor for modeling and simulation," *Proceedings of the IEEE*, 89(2), 131-147.
- Holland, J.H. & Miller, J.H. (1991). "Artificial adaptive agents and economic theory," *American Economic Review*, 81, 365-370.
- Ilgel, D.R. & Hulin C.L. (eds) (2000). *Computational Modeling of Behavior Organizations: The Third Scientific Discipline*. Washington DC: American Psychological Association.
- Jacobsen, C. & Bronson, R. (1995). "Computer simulation and empirical testing of sociological theory," *Sociological Methods & Research*, 23(4), 479-507.
- Johnson, P.E. (1999). "Simulation modeling in political science," *American Behavioral Scientist*, 42(10), 1509-1530.
- Kalter, F. (2000). "Structural conditions of preferences for segregation: An application of Coleman's 'linear system of action'," *Rationality and Society*, 12(4), 425-449.
- Koehler, D.H. (2001). "Convergence and restricted preference maximizing under simple majority rule: Results from a compute simulation of committee choice in two-dimensional space," *American Political Science Review*, 95(1), 155-167.
- Leik, R.K. & Meeker, B.F. (1995). "Computer simulation for exploring theories:

- Models of interpersonal cooperation and competition,” *Sociological Perspectives*, 38(4), 463-482.
- Matthews, D.R. & Stimson, J.A. (1975). *Yeas and nays: Normal decision-making in the U.S. House of Representatives*. New York: John Wiley.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W. (1972). *The limits to growth: A report on the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. London: Earth Island.
- Mohring, M. (1996). “Social science multilevel simulation with MIMOSE,” in K.G. Troitzsch, U. Mueller, G.N. Gilbert, & J.E. Doran (Eds.) *Social Science Microsimulation*, pp. 123-137. Berlin: Springer.
- Patrick, S. (1995). “The dynamic simulation of control and compliance processes in material organizations,” *Sociological Perspectives*, 38(4), 497-518.
- Roth, E. A. (1981). “Demography and computer simulation in historic village population reconstruction,” *Journal of Anthropological Research*, 37:279-301.
- Starr, Paul. 1994. “Seductions of Sim: Policy as a Simulation Game,” *The American Prospect* 5(17) March 21. Visited Feb. 17, 2002, <http://www.prospect.org/print/V5/17/starr-p.html>.
- Timpone, R.J. & Taber, C.S. (1998). “Simulation: analytic and algorithmic analyses of Condorcet’s Paradox—Variations on a classical theme,” *Social Science Computer Review*, 16(1).
- Whitmore, T. (1991). “A simulation of the sixteenth-century population collapse in the Basin of Mexico,” *Annals of the Association of American Geographers*, 81(3): 464.
- Zola, J. & Ioannidou, A. (2000). “Learning and teaching with interactive simulations,” *Social Education*, 64(3), 142-145.