
大學透過參與式評鑑協助高中 開發課程之研究

～台北市建國高級中學高瞻計畫之子計畫六～

邱美虹^{1*} 陳慧蓉¹ 周金城² 蔡春風¹ 辛怡瑩¹

¹ 國立臺灣師範大學 科學教育研究所

² 私立弘光科技大學

【轉載自：中華民國第二十四屆科學教育學術研討會 論文發表】

摘 要

本研究以參與式評鑑理論為基礎，建立一套課程評鑑系統，針對運用建模及認知師徒制所設計的高中課程進行評鑑。此系統具有二功用：評鑑課程設計成效及引導教師專業成長。資料收集方法有問卷、晤談、教室觀察及會議錄影等。研究結果發現，在教師專業成長方面，教師們除吸收新知外，也定期舉行討論會，彼此交流頻繁，已逐步形成學習型組織；在課程設計方面，教師們除了解認知師徒制與建模之概念和逐步發展其課程，並透過評鑑指標及評鑑結果提供，產生反思及再回饋，逐步修正新課程。本研究亦進一步對實施情形進行優劣勢分析，以作為未來推廣應用的基礎。

關鍵詞：建模與認知師徒制、課程發展與評鑑、參與式評鑑、態勢分析法 (SWOT)

壹、前言

本研究計畫是受台北市立建國高級中學邀請參與國科會之高瞻計畫，執行評鑑的工作，以推動教師課程開發之能力與建立大學與高中的交流管道。由於本研究計畫採取參與式評鑑的取向，因此評鑑計劃除引導教師專業成長外，亦提供相關評鑑指標與評鑑結果，作為教師們課程研發回饋改進之用。

在課程開發部分，本研究計畫提供高中教師兩個課程開發的主軸：認知師徒制

與建模，然後由教師們自行研發，設計數學、化學、後人類社會及資訊相關課程，教師們一方面進行課程設計，一方面透過教師專業成長課程精進建模及認知師徒制的相關知識。而本研究計畫自課程規劃之初已建立一套評鑑學習系統，一方面評鑑課程研發情形，另一方面透過評鑑了解教師專業成長情形，藉由參與式評鑑，協助教師及相關人員透過評鑑回饋進行反思與成長。因此本研究計畫的研究目的有三：一是建構一套評鑑系統以落實參與式評鑑，二是評鑑及分析課程研發及教師專業

* 為本文通訊作者

成長情形，三是分析課程發展與實施的優劣勢分析。

貳、理論背景

本研究運用建模與認知師徒制為課程設計的主軸，並對此課程進行評鑑。採取的課程評鑑方式，為參與式評鑑並加入增權賦能評鑑的元素，因此以下分別說明相關之理論背景。

一、以建模及認知師徒制發展課程及進行評鑑

本研究以「建模」及「認知師徒制」為主軸，進行課程設計、發展教學內容策略及進行課程評鑑。首先在以「建模」的學習歷程設計課程內容及評鑑方面，由於「建模」是一個相當複雜的歷程，包括許多的活動與技能，並且獲得這些能力是相當緩慢的（Justi & Gilbert, 2002）。Gilbert等認為模型可分為心智模式、呈現模式、共識模式、與教學模式。這些模式彼此的交互作用都會影響我們對現象的感官知覺，透過建模可促進學生學習（Gilbert、Boulter & Elmer, 2000）。Halloun (1996)認為建模歷程有五步驟，分別為選擇、建構、有效化、分析和調度。「選擇」指從熟悉模型中，選擇合適的模型解決問題；「建立」是確認模型的相關成份與結構，用以建立模型；「效化」指檢驗模型的內部一致性，判斷是否須要修正模型；「分析」是利用已效化的模型求得解答或判斷問題解答的適當性；「調度」，是使用已效化的模型解決

新問題。上述過程並無等級或順序關係，有些步驟可同步建立（林靜雯和邱美虹, 2007；邱美虹, 2007）。學生建模能力會與其背景知識相關（Sison & Shimura, 1998），教師可透過一些方法幫助學生有效學習，如：與學生相互討論每個模型的表徵，協助學生理解模型與目標之間的相似性、差異性及限制性（Harrison & Treagust, 1996）。

其次在「認知師徒制」的學習歷程設計課程內容及評鑑方面，認知師徒制的定義，Collins 等人（1989）認為是“引導式的認知與後設認知的學習經驗（learning-through-guided-experience），而不是外在、技能和過程。”認知師徒制的目標在於教導完成任務的概念與事實性知識，因此需要將此知識予以範例化，和置於使用的情境。它具有任務的特性，主張不論在閱讀、書寫，或是問題解決上，讓思考變成可見的。它的學習場所，並不限定於工作場所，而是將學校課程變成抽象化的任務，使學生能夠理解，學生必須將所學做遷移。在學習技能上，學生必須將所學的知識與概念予以一般化，並學習在面對新的情境時，將所學技能予以轉移。而學習歷程有六步驟，包括：示範、指導、鷹架與淡出、明白地表達、反思及探索，其中後三者與傳統師徒制不相同。其著眼點並不是技能與過程的發展，而是專注於認知與後設認知的發展（Chiu, Chou, & Liu, 2002；邱美虹, 2006；鍾曉蘭、江文瑋、劉俊庚、邱美虹, 2007）。

二、參與式評鑑與增權賦能評鑑

本研究採取的課程評鑑方式，為參與式評鑑並加入增權賦能評鑑的元素。首先「參與式評鑑(participatory evaluation)」，是主張讓課程方案有關的人員參與評鑑過程。Weiss(1986)指出，持分者(stakeholder)參與評鑑的計畫與發展，屬於評鑑方案的一部份，可促進對評鑑結果的信任，產生對評鑑結果的利用。Patton(1997)提出實施參與式評鑑的原則，評鑑過程包括學習取向的評鑑觀念及技巧，例如目標訂定、建立優先順序、形成問題焦點、資料詮釋、依據資料做決定、將評鑑過程與評鑑結做連結。評鑑者以促進者的角色協助持分者從事討論及形成共識。參與式評鑑讓持分者參與評鑑，使評鑑關注在持分者所關注的焦點，進而促進評鑑結果被使用(Cousin, 1995; Patton, 1997; 黃政傑, 2002)。另一方面，「增權賦能評鑑(empowerment evaluation)」為 Fetterman 於 1996 年提出，希望藉在評鑑過程中使持分者能力也隨之增加，使評鑑不再只是系統性的收集資料。在這個方法中，持分者進行自我評鑑及反思，而外部評鑑者則扮演促進者、或是教練的角色。由於增權賦能評鑑是團體合作，藉由外部評鑑者的協助而達到能力的增加，因此它是一種民主的過程，強調持分者全員參與，以公開的形式共同檢視所關心的議題(Fetterman 1996, 2001)。

參、研究方法

(一) 研究架構

本研究包括教師課程發展歷程評鑑與課程內容評鑑，共分三年完成，一方面協助並評鑑教師專業成長，另一方面協助規劃各子計畫發展新課程，並評鑑新興課程的成效(詳見圖一與圖二)。本研究將在這三年評鑑過程中，持續提供評鑑結果以作為整體課程設計回饋改進之用，以達到協助組織學習的目標。本研究計畫已完成執行的第一年，除提供課程設計的理論架構外，亦收集教師對認知師徒制和建模的觀點(訪談與問卷調查)，進行教室觀察與教師小組討論等活動，資料收集同時包括質性資料與量化的數據。因此主要評量此兩階段中的課程規劃設計的歷程，以及教師專業成長情形。

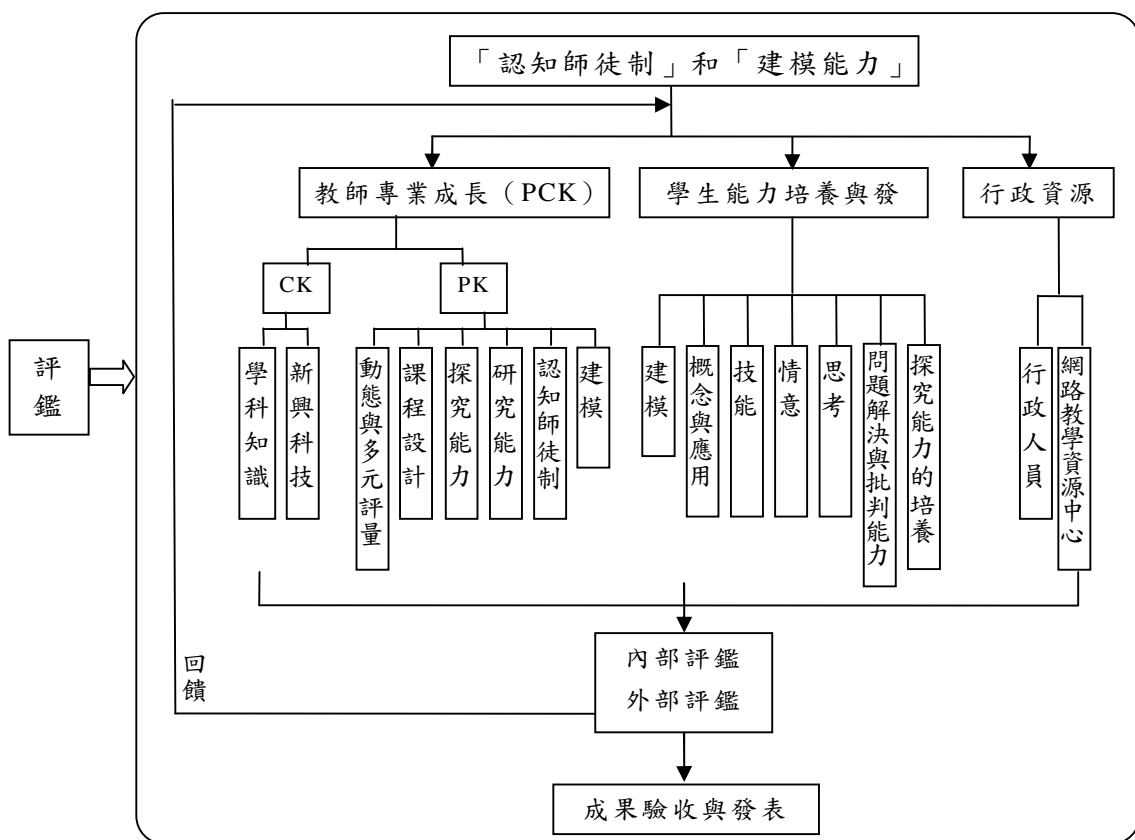
本研究所建立的評鑑系統與四個課程設計子計畫的關係如圖三所示。資訊課程子計畫及評鑑計畫與其他的關係均為雙向，資訊子計畫因替其他子計畫架構網站，因此是雙向的，而評鑑計畫因不斷與其他子計畫溝通互動，因此與其他子計畫的關係是雙向的。

(二) 研究對象

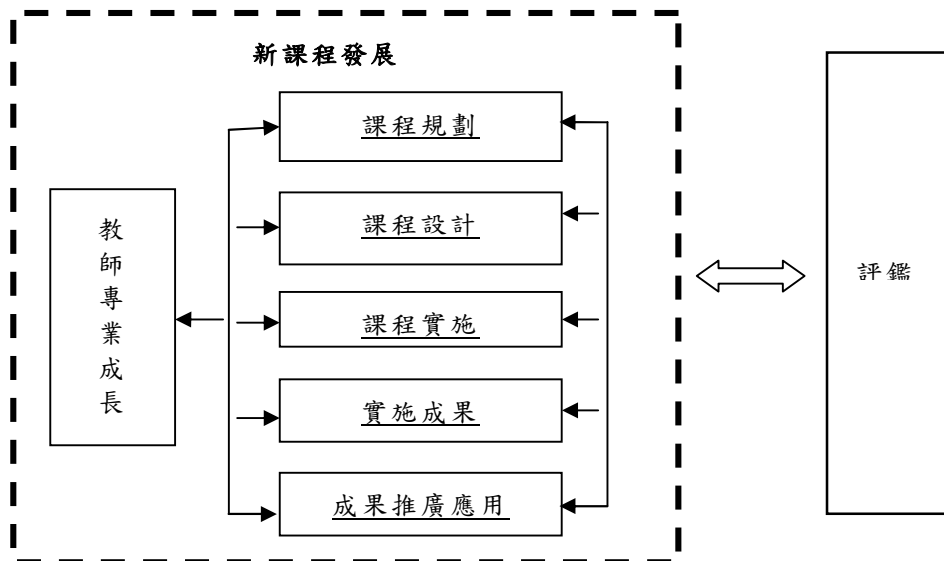
研究對象包括參與課程設計的教師 26 位(包括數學、化學、生物、歷史及物理教師)、4 位行政人員以及選修新課程的學生 46 位(數學 26 位、化學 20 位)。

(三) 資料收集

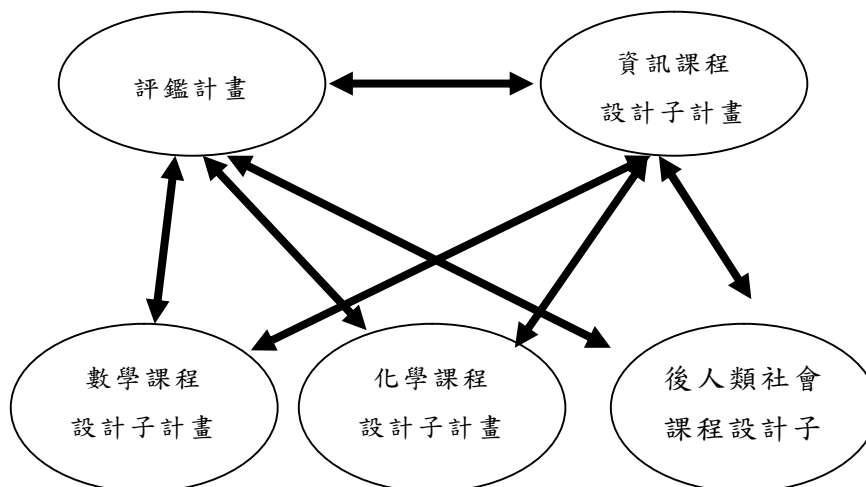
資料收集方法有問卷、晤談、教室觀察、會議錄影及現場筆記等，採質、量兼併研究方法，並利用三角校正法對前述資料進行交叉檢驗，以提高效度。



圖一、本研究所建構之評鑑系統



圖二、本研究對課程發展的評鑑內容



圖三、評鑑計劃與各子計畫的關係

肆、研究結果與討論

一、建構一套評鑑系統以評鑑教師專業成長及課程設計

本研究所建構的評鑑系統，經由六個層面落實方式：包括目標訂定、蒐集多方面資料、協助辦理教師專業成長工作坊、進行評鑑小組的內部討論、進行專家外部評鑑、及架設評鑑資料庫網站。

- (一) 在目標訂定方面，在研究進行之初，對參與所有人員(教師及行政人員)教師，說明評鑑系統的目的及進行方式，並進行雙向溝通，以建立共識；同時訪談校長及各課程設計的負責人，以釐清目標及需求。
- (二) 在蒐集多方面資料，包括進行教師訪談、教師問卷、教室觀察、及參與各課程設計的討論會。
- (三) 本評鑑計畫並協助辦理教師專業成長工作坊，包括建議講員名單、及提

供建模及認知師徒制的相關論文，讓教師們可在課餘時間自行研讀。

- (四) 進行評鑑小組內部討論，以溝通各觀察員所收集資料，並討論資料分析結果。
- (五) 在進行專家外部評鑑，本研究計畫建議該校進行外部專家諮詢暨外部評鑑，希望藉由外部專家不同的觀點，給予教師及校方意見，提供不同角度的觀點，評鑑小組提供部份專家參考名單，但是最後外部專家決定權仍為校方所決定。

二、建置評鑑平台系統以整合資料並提供即時回饋

本評鑑小組建構科技教育環境，架設評鑑平台系統，將所有評鑑資料及參考文獻以平台系統整合，方便所有參與人員即時線上查詢以及即時回饋，內容包括：最

新消息、評鑑小組資訊、評鑑小組行事曆、舉辦活動紀錄區、參與活動記錄區、資源分享區、參考文獻區、評鑑指標工具區、線上問卷系統、分析資料區、相片資料區、錄音資料區、影片資料區、成果報告區、討論區。此外，該平台依照不同身分也有不同資料開放程度，以確保評鑑資料之保密性。

三、課程發展與教師專業成長之初步評鑑與分析

經過第一年的教師成長及新課程教材及教法設計，整體課程發展已具備雛型，目前正邁入第二年正進行課程內容修訂及教學實驗。本研究根據第一年觀察及訪談的結果，依學校行政、教師成長、執行模式、及建議事項分析如下：

在學校行政方面，校方積極主動協助課程發展的執行，除定期召開課程設計主持人會議，了解進度及實際需求之外，在教務方面亦協調教師授課時間，使參與課程研發的教師在週二下午不排課，以空出相同時間進行討論。此外，根據訪談資料，行政主管們在角色認定上有一致共識，認為教師及學生才是主體，而行政系統則是補給站及加油站，給予教師最大自主權及支持。

在教師成長方面，本研究發現教師專業素養有明顯的成長。經由評鑑小組執行訪談及問卷，執行課程設計之初，教師們體認到對課程核心理論（建模與認知師徒制）知識的不足，進而願意參加專業成長工作坊。目

前各學科教師均主動參與工作坊，並定期舉辦討論會分享讀書心得與教學經驗，形成學習型組織。另一方面，不同科別的教師也因執行新課程設計而增加互動機會，時常進行跨科別的討論，促成學校整體討論風氣的形成。經由初步問卷及訪談結果發現，透過評鑑指標的提供及評鑑結果回饋，教師們對於建模與認知師徒制如何融入課程設計當中，已有明顯成長。

在執行模式方面，由於各子計畫的執行模式不同，彼此可以相互學習與激勵，因而形成一個很好的學習型組織。如：數學課程設計是由八位教師共同研發數個建模主題，經由教學實驗後共同討論進行修訂，上課方式為學生在幾堂共同課程之後，再依不同興趣分組，進行不同主題；化學課程設計是由五位教師共同研發，教師分成兩組分別設計兩個主題，分成上下兩學期實施，亦即每一主題實施一學期，上課方式是所有選修該課的學生都會學習到兩主題；後人類社會的課程設計則結合外在資源，教師們除自行研發課程之外，與專家密切互動，預計設計五單元，而上課方式將把五主題放入正規課程內，以特別單元呈現。

在建議事項方面，雖然觀察到教師在課程規劃以及理論基礎上的努力，但是未來在實施課程上可能是更大的挑戰。可以透過更多工作坊、閱讀或溝通，增進教師們對主軸的瞭解，促使教師們在課程設計時能充份將主軸融入課程中，以符合課程目標。目前已各有兩個課程設計小組將課

程納入選修課程以及融入正式課程，但如何發揮認知師徒制的精神來評量學生學習成果、培養學生建模的能力、以及協助學生發展有創意的學習成品，則需要各課程設計小組的教師投入。

四、課程發展之態勢分析

本研究運用態勢分析法 (Strength, Weak, Opportunity, Treat, 簡稱 SWOT) 對整體課程發展進行優、劣勢分析，以作為未來推廣應用的參考。分析結果如表一。

伍、結論與建議

本研究計劃初期的工作內容是提供課程開發的架構，並提出評鑑的系統，以供其他子計畫參考與修正。由於參與此項整合型計劃的教師大都是第一次執行國科會的計畫，初期在研究法、科教理論基礎、

課程設計等相關文獻方面的經驗與背景知識較為不足，因此本研究計畫第一年的工作要項多集中在這些方面的支援，以增權賦能。然而在計畫執行的過程中，本研究計畫發現教師們的成長有明顯的改變，在知識方面，從陌生到了解；在態度方面，從被動變主動；在課程設計上，從模糊的想法到明確的教案，這些都顯示此計劃的執行有助於教師在進行行動研究時其專業知能的成長。未來本計劃將持續收集行政人員、教師、與學生的資料，並進行細部的資料分析，以作為評鑑的判準與教師提升其課程品質的參考。

陸、致謝

感謝國科會經費補助(計畫編號 NSC 96-2514-S-003-006-GJ 及 NSC97-2514-S-003-003-GJ)，使本計劃得以順利完成。

表一、整體課程發展之態勢分析結果

優 勢	劣 勢
課程設計有整體架構 持續提升教師執行之素養 校方行政給予充足的支持 與評鑑小組配合良好 教師互動良好，形成一個有效的學習型組織 網站之建立有助於彼此的交流	宜強化教師課程設計的產出 宜強化學生學習成果的產出 須強化學生學習成果的評量方式 仍待加強認知師徒制與建模的應用
機 會	威 脅
全校皆是資優生，適合此新課程的實施，且亦有機會可落實全校性新課程 發展具推廣性、且具前瞻性的教材 行政人員對此計劃之認同與支持，使新課程得以落實 教師專業成長模式可供全國高中教師參考	教材是否具獨創性？是否具推廣性？ 實驗課程與課程綱要之關係是否相關？ 評量方式是否適當？ 教師是否能持續發展教材？ 實施新課程時學校行政是否配合度高？ 如何提升學生選修新設計的選修課程之意願？

柒、參考資料

- 林靜雯、邱美虹 (2007 年 12 月)。從認知/方法論之向度初探高中學生模型及建模歷程之知識。中華民國第二十三屆科學教育學術研討會，國立高雄師範大學。
- 邱美虹 (2006)。化學教育中建模模式的研發與實踐-總計畫：以認知師徒制探討建模能力與歷程對學生學習物質科學中物質電的本性之影響。
- 邱美虹 (2007 年 12 月)。模型與建模能力之理論架構。中華民國第二十三屆科學教育學術研討會，國立高雄師範大學。
- 黃政傑 (2002)。課程評鑑。台北市：師大書苑。
- 鍾曉蘭、江文瑋、劉俊庚、邱美虹 (2007 年 12 月)。以建模與認知師徒制教學探究高二學生氧化還原反應的心智模式類型及概念改變。中華民國第二十三屆科學教育學術研討會，國立高雄師範大學。
- Chiu, M. H., Chou, C. C. & Liu, C. J. (2002) Dynamic Processes of Conceptual Change: Analysis of Constructing Mental Models of Chemical Equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(8), 688-712.
- Collins, A., Brown, J.S., & Newman, S.E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In Resnick L.B. (Ed.). *Knowing, learning, and instruction-essays in honor of R. Glaser*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cousin, J. B. & Earl, L. M. (1995). The case for participatory evaluation: theory, research, practice. In Cousin, J. B. & Earl, L. M. (eds), *Participatory evaluation in education: Studies in evaluation use and organizational learning*. Washington, D.C.: Falmer Press.
- Fetterman, D. M. (2001). *Foundations of empowerment evaluation*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Fetterman, D. M. , Kaftarian, S. J. and Wandersman, A. (eds) (1996). *Empowerment evaluation: Knowledge and tools for Self-assessment and accountability*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Gilbert, J. K., Boulter, C., J., & Elmer, R. (2000). Positioning models in science education and in design and technology education. In J. K. Gilbert and C. J. Boulter (eds.) *Developing Models in Science Education* (pp. 3-17).
- Halloun, I. (1996). Schematic modeling for meaningful learning of physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(9), 1019-1041.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atom and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80, 509-534.
- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modeling, and implications for the education of modelers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.
- Patton, M. Q. (1997). *Utilization-focused evaluation: The new century text* (3rd ed.). CA: Sage publications.
- Sison, R. and Shimura, M. (1998). Student modeling and machine learning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 9, 128-158.
- Technology(pp. 813-828). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Weiss, C. H. (1986). The stakeholder approach to evaluation. In House, E. R. (ed.), *New directions in educational evaluation*. London: The Falmer.

【轉載說明】

台北市建國高級中學高瞻計畫在國科會的支持下已進入第二年，在執行計畫老師的努力下，去年(2008)總計畫及各子計畫主持人以論文集的方式於中華民國第二十四屆科學教育學術研討會上進行口頭發表，獲得很大的迴響，因此將該計畫的初步研究結果以轉載方式與同好分享。