
以真實性評量探究建模能力

張淑女

私立真理大學 通識教育學院

摘要

建模能力是近幾年來科學教育領域所重視的技能之一，而基於其重要性，本研究旨在以真實性評量發展建模能力的評量工具，以探討非科學主修之大一學生對於全球暖化議題的圖形化數據模式呈現之建模能力。在本研究的初步結果發現，受試者對於圓餅圖的建模能力低於曲線圖，而在建模能力各項指標方面，對於模型的選擇與建立表現比較好，但是對於模型的分析與效化，以及模型的調度等建模能力則需要再加強。對未來的研究建議亦有討論。

壹、研究背景

在現今科技發展迅速的時代，模式(model)與建模(modelling)是科學探究、科學教學與學習過程中很重要的呈現方式與不可或缺的能力，而建模能力也是近幾年來國內外科學教育學者致力於研究與培養學生科學思考技能的重點方向；此外，奠基於促進科學素養的科學教育目標，真實性評量的發展也漸漸受到重視與應用於評量工具的設計。因此，本文旨在發展真實性評量工具來探究學生的建模能力。以下，筆者將針對模型與建模的重要性，以及真實性評量的理論，作進一步的闡述。

一、模式與建模在科學學習的重要性

近年來，模式與建模已被認為是科學家從

事科學探究過程，科學教師教導、傳達科學知識，以及學生在學習科學知識的過程中非常重要的工具與溝通橋樑；在科學學習歷程中，模式是一種很重要的表徵方法，有研究顯示，當學生知道更多的模式之後，學生的科學學習表現較好(Hodson, 1993)。而模式除了可以幫助科學概念的獲得之外，視覺的模型更可以促進學生創造出動態心智模式(dynamic mental models)的能力(Velázquez-Marcano, Williamson, Ashkenazi, Tasker, & Williamson, 2004)。進一步，科學的模式與建模的過程，可以讓學生發展後設認知的知覺(metacognitive awareness)以了解科學社群在探究科學現象的過程，以及熟悉知識如何被建構與發展，亦可以讓學生學習反思，了解自己對於科學知識的理解

(Clement, 1989; Coll, France, & Taylor, 2005)。甚至，藉由建模的歷程，學生可以將建模與探究的知識移轉至學習科學知識的內容 (Schwarz & White, 2005)，並且幫助了解巨觀現象層次 (macro-phenomenological level) 與微觀現象層次 (micro-phenomenological level) 兩者之間的關係與轉換 (Ergazaki, Komis, & Zogza, 2005)，以及達到矯正學生的迷思概念 (Metcalf & Tinker, 2004)。基於以上有關模式與建模在科學學習的研究發現，在科學與技術發展迅速的 21 世紀，建模能力的培養是現今科學教育不可忽視的一環，亦是本文之主要探究重點，希望發展一個探究學生建模能力的工具。有關建模能力的指標，本研究是依據 Halloun 所提出的建模歷程來建立評量工具，包括模型選擇、模型建立、模型效化、模型分析、及模型調度 (Halloun, 1996)。

二、真實性評量的理論

近年來，世界上的許多國家不再僅是重視科學與科技的發展，同時也願意以更多的時間與資源致力於改善科學教育；而在一連串的課程改革運動中，培養學生與一般社會大眾的科學素養已經成為國內外科學教育的首要目標。為了達到全民科學素養的提升，教師與科學教育學者必須著重於學生的科學學習課程之設計與評量

(Aikenhead & Ryan, 1992; Champagne & Newell, 1992; Jenkins, 1992; Laugksch, 2000; Laugksch & Spargo, 1996)，以促進學生與一般社會大眾對科學的興趣、認識與重視。然而，從 Champagne 和 Newell 的研究發現，美國學生在過去傳統的評量方式表現很差，認為應該要以真實性評量來評斷及促進學生的學習動機與技能 (Champagne & Newell, 1992)。同時有學者也強調，將科學概念融入真實情境是非常重要的 (Champagne & Newell, 1992; Yerrick, 2000)。而根據 Newmann 及 Archbald 的想法，真實性成就 (authentic achievement) 的意涵指的是有受過訓練的探究、高層次的思考及問題解決能力，進而能夠將這些能力及所學的知識從學校轉移到真實的生活 (Newmann & Archbald, 1992)。這樣的觀念，事實上符合於科學素養的目標。真實性評量 (authentic assessment) 是由 Wiggins 所提出之概念 (Wiggins, 1989)。在過去，標準化的傳統考試被視為是量化，而真實性評量較屬於另類質化的評量，這兩者在過去被視為是兩種不同的文化，但現在已經可以被整合來評量學生的高層次思考能力 (Dori, 2003; Wolf, Bixby, Glenn, & Gardner, 1991)。根據 Cumming 及 Maxwell 的真實性評量觀點，真實性評量具有評量四種能力的面向：(1) 探究評量－評量可以探究

知識的能力；(2) 情境評量－特定情境的能力；(3) 問題導向評量－可以將學校所學遷移至生活的問題解決；(4) 價值評量－可以持有對職業價值觀點的能力 (Cumming & Maxwell, 1999)。在本研究，筆者立基於真實性評量的前三個能力面向來發展評量工具，以了解學生的建模能力。本研究所要回答的研究問題如下：

研究問題(1)：不同的圖形化數據模式對於受試者的建模能力是否有影響？

研究問題(2)：受試者在不同的建模能力指標的表現為何？

貳、研究方法

本研究之研究工具為兩題與全球暖化有關的開放性試題，主題題幹是以圖形化數據模式呈現 (分別為圓餅圖與曲線圖的數據呈現模式)，兩題各包含三個小題以評量建模的五個能力指標。本研究邀請了 71 位非科學主修的大一學生參與研究工具的紙筆回答。筆者進一步採用質化研究進行受試者回答內容的編碼，以了解受試者在這兩個全球暖化議題的建模能力表現，並進行初步答對率的量化統計。

參、研究結果

由量化的統計結果發現，受試者在曲線圖的題幹所展現的建模能力較佳；此

外，分別根據建模能力指標，受試者在兩種不同題幹的回答表現，有下列主要差異 (如表 1 所示)：

1. 模型的選擇與建立：不管在圓餅圖或曲線圖的題幹，模型的選擇與建立的表現皆較其他建模能力指標佳；而在曲線圖的表現又比圓餅圖佳。
2. 模型的分析與效化：曲線圖的表現比圓餅圖佳。
3. 模型的調度：曲線圖的表現比圓餅圖佳。

表 1、受試者在兩種不同題幹的建模能力表現

建模能力指標	第一題答對率	第二題答對率	題號
模型的選擇與建立	54%	86%	I-1、II-1
模型的分析與效化	21%	25%	I-2、II-2
模型的調度	21%	37%	I-3、II-3

肆、結論與建議

關於以上的初步研究結果，可以了解受試者對於曲線圖的圖形化數據模式較容易理解，以及進行模型的選擇與建立，但是對於模型的分析與效化，以及模型的調度等建模能力則需要再加強。而本研究對於未來發展建模能力工具的建議，筆者認

為，若要設計平行化的建模能力真實性評量，不應該以圖形化數據模式直接作為數據的呈現，會影響受試者的作答，應該以數字作為最根本的題幹，讓受試者自己進行視覺化模式的建立。相信根據本研究的研究結果，與所呈現的建模能力真實性評量的模式，未來可以發展更多不同概念主題的建模能力真實性評量，來了解學生的建模能力，並促進學生有效地科學學習。

伍、致謝

本研究係由國科會經費補助（計畫編號：NSC 95-2511-S-156 -001 -MY2），及本整合型計畫所有團隊成員的協助與建議，在此特致感謝。

陸、參考文獻

- Aikenhead, G. S., & Ryan, A. G. (1992). The development of a new instrument: "views on science-technology-society" (VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477-491.
- Champagne, A. B., & Newell, S. T. (1992). Directions for research and development: alternative methods of assessing scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(8), 841-860.
- Clement, J. (1989). Learning via model construction and criticism. In G. Glover, R. Ronning & C. Reynolds (Eds.), *Handbook of creativity, assessment, theory and research*. New York: Plenum.
- Coll, R., France, B., & Taylor, I. (2005). The role of models/and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education*, 27(2), 183-198.
- Cumming, J. J., & Maxwell, G. S. (1999). Contextualising authentic assessment. *Assessment in Education*, 6(2), 177-194.
- Dori, Y. J. (2003). From nationwide standardized testing to school-based alternative embedded assessment in Israel: students' performance in the matriculation 2000 project. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(1), 34-52.
- Ergazaki, M., Komis, V., & Zogza, V. (2005). High-school students' reasoning while constructing plant growth models in a computer-supported educational environment. *International Journal of Science Education*, 27(8), 909-933.
- Halloun, I. (1996). Schematic Modeling for meaningful learning of physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(9), 1019-1041.
- Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways: towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education*, 22, 85-142.
- Jenkins, E. W. (1992). School science education: Towards a reconstruction. *Journal of Curriculum Studies*, 24(3), 229-246.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84, 71-94.
- Laugksch, R. C., & Spargo, P. E. (1996). Development of a pool of scientific literacy test-items based on selected AAAS literacy goals. *Science Education*, 80(2), 121-143.
- Metcalf, S. J., & Tinker, R. F. (2004). Probeware and handhelds in elementary and middle school science. *Journal of Science Education & Technology*, 13(1), 43-49.
- Newmann, F. M., & Archbald, D. A. (1992). The nature of authentic academic achievement. In H. Berlak, F. M. Newmann, E. Adams, D. A. Archbald, T. Burgess, J. Raven & T. A. Romberg (Eds.), *Toward a New Science of Educational Testing and*

- Assessment*. Albany, NY: State University of New York Press.
- Schwarz, C. V., & White, B. Y. (2005). Metamodeling knowledge: developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition & Instruction*, 23(2), 165-205.
- Velázquez-Marcano, A., Williamson, V. M., Ashkenazi, G., Tasker, R., & Williamson, K. (2004). The use of video demonstrations and particulate animation in general chemistry. *Journal of Science Education & Technology*, 13(3), 315-323.
- Wiggins, G. P. (1989). A true test: toward more authentic and equitable assessment. *Phi Delta Kappan*, 70(703-713).
- Wolf, D., Bixby, J., Glenn, J. I., & Gardner, H. (1991). To use their mind well: Investigating new forms of student assessment. *Review of research in education*, 17(31-73).
- Yerrick, R. K. (2000). Lower track science students' argumentation and open inquiry instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 807-838.