

資訊科技在下一世紀中學數學教育所扮演的角色及其潛在危機

郭禮賢

香港大學教育學系

引言

本文欲指出科技教學在《新中學課程（2001）綱要》中所扮演的三種角色。此外，綜覽各類科技媒介及軟件，筆者簡括地帶出它們在教學上的特性及其限制之處。最後，憑著舉辦科技工作坊的寶貴經驗，筆者期望教育各界人士能及早了解在新課程推行前的一些教育難題。

科技教學的三大特色

在香港課程發展議會編訂的《新中學課程（2001）綱要》中，資訊科技（IT）在數學教與學上扮演著三種重要角色：

(1) 取替角色 (*Replaceable role*)

在一些極難掌握的課題上，學習能力較弱的學生需要借助有效的電腦軟件來加強了解。傳統教學的工作範圍會在某程度上被取替。

應用例子：

在幾何軌跡(locus)的質化處理上（註【1】），互動幾何軟件（如：Cabri, Sketchpad）能在直觀上讓能力較弱的學生了解幾何物體上某些不變的幾何

關係，從而掌握軌跡的幾何意義。相比之下，傳統教學所強調的符號運算未能對他們作出實際的教學幫助。(註【2】)

(2) 互補角色 (*Complementary role*)

由於各類科技媒介及軟件能在視覺及聽覺上刺激學生對某些抽象數學概念作出直觀上的了解，大大提高他們的學習動機及興趣。但對於深層次的認知了解，單靠科技是不足夠的。事實上，如何把這些直觀層次提昇至最終的學習目標會是下一世紀的一項教育挑戰。因此，科技的直觀刺激必須適當地配合老師的「教育學養」(註【3】)方能產生有效的學習成果。

應用例子：

具備繪圖功能的電腦軟件（如：Winplot）能準確、快速地繪出二維及三維空間內的各種幾何圖形，對於缺乏空間感的學生，這是一項教學上的突破。在某類立體圖形的應用文字題上（註【4】），這類軟件能有彈性地提供不同的個別例子，遠勝人手的繪圖。而老師的角色是去指導學生從直觀層面之上作出適當的文字解題及往後的代數或符號運算。由此可知，在這一教學層面上，兩者是互相補足的。

(3) 加強角色 (*Reinforcement role*)

由於圖像計算機（如：TI-92），試算表（如：Excel）或其他軟件（如：Winplot）能提供數值（Numerical）、圖像（Graphical）及代數（Algebraic）／符號（Symbolic）的相互表達⁷，學生能夠從多層面上掌握一些抽象的數學概念或運算方法，從而強化了以往單層面的學習模式。

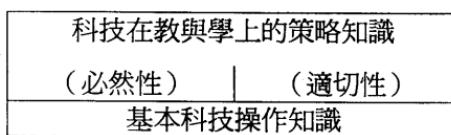
應用例子：

在學習等比數列(G.P.)的無限項總和時(註【5】)，數值表(Numerical table)能有效地列出不同等比值(R)的n項總和。對於 $-1 < R < 1$ ，當n數值不斷增大時，學生能用直觀察覺總和的極限。這一種數值性學習無疑能強化學生單從代數或符號層面上的了解。

值得一提的是，筆者只強調在某些學習的課題或某類教與學環境之下，資訊科技可扮演以上三種角；這並不意味著其他非科技的教學方法(註【6】)不能扮演相似的角色或稍遜於科技教學。事實上，在推行科技教學前，老師必須考慮該科技教學的「適切性」及「必然性」問題。「適切性」是指老師配合學生運用科技學習前的認知能力及運用科技的基本技術知識；而「必然性」是讓老師自行判斷科技教學能否較其他教學法產生較佳的學習成果。

總括而言，資訊科技教學在概念上具有兩類的知識層面：

- (1) 資訊科技的基本操作知識 (*basic operational IT knowledge*)
- (2) 資訊科技在教與學上的策略知識 (*strategic IT knowledge*)



圖一：科技教學的知識層面

至於學生的資訊科技學習層面上，應包括：

(a) 知識

學生應具備資訊科技的運作知識 (*operational IT-learning knowledge*) 及學習策略知識。

(b) 態度

培養運用資訊科技的正確學習態度，適當地配合其他非科技的學習媒介，從而達致較佳的學習成果。

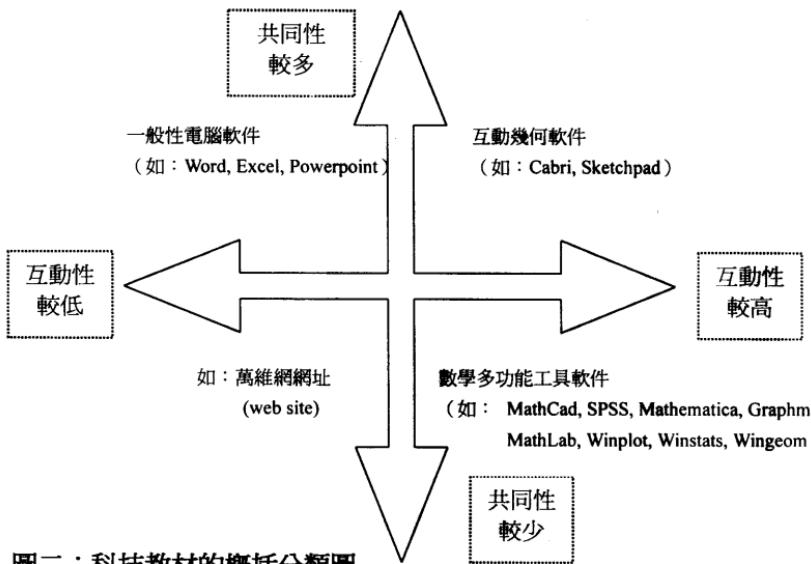
(c) 價值取向

學生應在使用科技學習中具有對數學的德育觀及美學觀（註【7】）。與此同時，亦應了解資訊科技產生的價值問題，如：非法窺看網上的私人資料及盜版電腦軟件及唯讀光碟的氾濫。

在香港現時所推行的各類科技教學專題培訓中，不少導師亦提出了基本操作及策略這兩類的教學知識。但在策略知識上卻甚少提供足夠的能力培養。而這種能力培養會是下一世紀科技教學的重要元素。

科技素材的分野、功用及使用上的潛在危機

筆者利用教材的互動性及共同性將各種資訊科技的應用素材概括地分類，並以圖二表示。



注意：

- 老師若能適當地運用電腦程式或某些特殊功能時，PowerPoint 及 Excel 在教與學上的互動性能大大提高。因此，以上的分野只是在一般操作下而言。
- 事實上，多功能軟件亦有其相似的功能。但一般而言，它們有其特殊的互動功能。
- 一般萬維網的網址只提供有關教與學的資料，甚少提供互動的教學模型 (teaching models)、教材及教學策略指引，而網址操作員(webmaster)甚少對到訪者作出即時的回應。因此，互動性學習較低。不過在老師適當指導下，學生開放性的自行學習(*open & self learning*)亦能順利地進行。

縱使資訊科技能突破某些層面上的教學之處，但是不適當地使用科技可能會使學生產生學習方法上或概念上的謬誤，這是因為科技上虛擬實體（*virtual reality*）與數學概念實體（*mathematics conceptual reality*）的偏差所引致的。例如：

- 在圖像計算機（如：TI-92）繪圖時，不同 X-軸及 Y-軸的比例值會在某程度上改變原有圖形的形像。因此數學科老師必須在上課前對於不同類別的圖像設定某些特定的比例值，以便學生有效地研習其幾何特質。
- 各類科技素材的運算，多以近似值表達。在這種學習情況之下，學生會把視像上的近似值與其表達的真實數值混為一談。所以數學科老師須在教學上釐清它們之間的分別和關係，必要時可避開這類產生誤解的個別例子。例如：在圖像計算機繪圖時，小數近似值會表達圖像上的 y 坐標值或數值表中的無理數，老師必須讓學生了解無理數在這種情況下的基本特質。
- 由於某類高效能的電腦軟件（如：*Mathematica, Derive, MathCad*）及圖像計算機（如：TI-92）備有各類符號／代數數值運算的功能。學生若過份依賴它們的運作而沒有足夠的運算操練，後果堪虞。筆者期望教育同工能適切地把各類科技教材在教學上定位，深入討論在某些教與學環境下科技應扮演哪一種的教學角色。

本港科技教學培訓的現況及教學隱憂

香港有不少教育團體在上學年裏提供各類的科技教學培訓，但這些培訓課程／工作坊／研討會對科技教學的方向或定位並不一致，弊病如下：

- 由於人手或資源上缺乏的緣故，多數以導師主導的學習模式運作，而參與者未能有足夠的開放性實習的機會 (*open learning practice*)。
- 一部份的培訓課程只著重上文所提及的科技運作知識(*operational knowledge*)，對於已掌握這類知識的老師而言，確是教育資源上的浪費；而只有少部份提及科技教學的策略知識(*strategic IT knowledge*)。
- 大專界所舉辦的課程設計大多著重節數的多與少，訓練進度未能顧及參與者學習上的差異。
- 各類課程缺乏銜接性及延續性，完全忽視受培訓人士的學習過程。
- 某些專題工作坊（如：T-Cube workshop）只能孕育少數的「科技教學專家」。

簡言之，各類科技培訓並不以學習者為中心，嚴重影響科老師在科技教學上的「專業化」，同時亦未能將科技教學「普及化」及「多樣化」。

結束語

面對<<新課程綱要>>對科技教學的專業要求，教師專業培訓將會是一個嚴重的教育問題（註【8】）。現在只剩下兩年的光境，面對校本資訊科技

設施的不足及有關科技培訓缺乏策略知識的培養，資訊科技能否在新課程推行中達致期望的學習成果仍是未知之數！

後語

由於篇幅之限，本文不能詳盡地闡述各類科技教學例子。在此，筆者卻歡迎讀者透過電郵(percykwok@hongkong.com)作進一步的交流。另外，誠蒙香港大學數學學系陳葉祥先生審閱整篇文章及作出若干處的修改，萬分感激。

註譯：

- 【1】 《新中學課程（2001）綱要》，度量圖形與空間範疇，第四學習階段（中四至中五），第 20 頁。
- 【2】 1998 年 8 月由數理學會舉辦的科技工作坊(T-Cube workshop)的教學討論內容。
- 【3】 《新中學課程（2001）綱要》，度量圖形與空間範疇，第三學習階段（中一至中三），第 29 頁。
- 【4】 Siu, M.K.; Siu F.K.; Wong N.Y. (1993), "The Changing Times in Mathematics Education: The Need of Scholar Teacher", in Lam C.C.; Wong, H.W.; Fung, Y. W. (eds.), **Proceedings of the International Symposium in Curriculum Changes for Chinese Communities in South East Asia: Challenges of 21st Century**, pp. 223-226.
- 【5】 《新中學課程（2001）綱要》，數與代數範疇第四學習階段（中四至中五），第 36 頁。

- 【6】 筆者認為在施行科技教學期間，數學老師仍可採用其他有效的學習方法，例如：「合作——通達」教學法，在活動、講故事及遊戲中學習數學及舉出數學在生活上應用例子及用途。參考文獻，如：蕭文強（1978），《為甚麼要學習數學》，學生時代；羅浩源（1997），《生活的數學》，香港教育圖書；袁小明（1996），《數學誕生的故事》，九章出版社。
- 【7】 可參考列志佳在《信報·教育眼》撰寫的《數學的德育與美育價值》，後轉載於黃毅英（99）編寫的《數學內外：數學教育文集》，天地圖書有限公司，頁 25-26。
- 【8】 另一個焦慮的問題是有關出版商能否在時間急促及商業利益下編寫多元化、多樣化的科技素材，有別於八十、九十年代的「樣版化」教科書。面對本港經濟低迷的情況下，以科技形式推出的書版本來昂貴。只有大規模的出版商能作出大膽的嘗試，最終的結果可能不是自由競爭的教科書市場，而是某出版社壟斷的局面。對於新課程提倡的彈性及多元化內容要求，這會是一項大打擊。