

互動與探究——應用電子學習於小四的「周界」及「面積」

周偉志先生（教育局 小學校本課程發展組）

劉國傑老師（基督教香港信義會深信學校）

周錦鋒老師（旅港開平商會學校）

引言

運用資訊科技於學習數學乃本港數學教育三個主要發展方向之一，教育局指出：「應適當地運用資訊科技學習數學。電腦和計算機等高科技產品，大大改變了數學教育的世界。學生應能掌握資訊科技以適應互動多變的環境。」（香港課程發展議會，2002）由此可見，應用電子學習於數學教育甚為重要。

電子學習的發展隨著科技的進步而不斷革新，近年平板電腦的新興與普及，被視為電子學習發展的契機，世界各國均在探索其在教學中的有效應用。平板電腦除了具備桌上型或筆記型電腦的大部份功能（例如：多媒體顯示及互聯網瀏覽），亦運用了多點觸控板的原理，學生能直觀及簡單地以手指操作，也可以手寫或語音形式輸入文字，減輕了學習輸入法的困難，而且體積細小及輕便，現時已有大量的應用程式（apps）可供選擇下載，這些都大大增加了其在課堂應用上的可行性及可塑性。因此近年本港很多學校都期望能善用平板電腦的優點，把電子學習體現於新的形式及推進至新的階段，使教學能有所創新及突破，學生能從多元化的學習模式中提升學習效能。

電子學習在數學教育中的角色

電子學習在數學教育中的重要性不單在於科技層面，更重要的是如何善用從而提升教學效能，尤其在提升學生的探究及解難等高階思維能力方面，正如小學數學課程指引強調資訊科技於數學教育中的重要性在於促進探究及解決問題等活動的進行（香港課程發展議會，2000）。而教育局正推行的第四個資訊科技教育策略中亦以「發揮 IT 潛能，釋放學習能量」為主題（教育局，2015），目標亦是透過電子學習提升學生的學習能力，策略中提出的行動建議，除了提升學校在硬件方面的規格，亦包括更新學校課程，以及改變教學和評估方法，從而達至教學質素的提升。

電子學習並不是一個新的概念，其發展源於「計算機輔助教學」(Computer-Assisted Instruction)，最早已於 1955 年應用作解難教學的策略 (Zinn, 2000)。雖然隨著科技的日益進步，電子學習的概念也在不斷演變中，但是在技術層面以外，電子學習由開始已著眼於有效的教學策略與方法的實踐，而不是單純地表示在學習過程中運用資訊科技。

究竟本港學校在運用電子學習於數學教育方面的發展情況如何呢？「國際數學及科學趨勢研究 2011」(TIMSS 2011) 的調查給了我們一點啟示。TIMSS 2011 提及在本港的小四學生中，有 39% 表示曾在數學課堂中以資訊科技進行學習，在參與調查的 50 個國家或地區中排在 25 位，屬中間位置。在這群學生中，有 25% 表示在數學課堂中資訊科技運用在探究數學概念上，有 22% 表示運用在搜尋資料上，而有 25% 則表示運用在熟習技巧方面 (Mullis, Martin, Foy, & Arora, 2012)。調查結果顯示，本港雖在推動運用資訊科技進行教學方面已有多年歷史，但在課堂實踐的普遍程度上只屬一般，而其在課堂也大多應用於資料搜尋及技巧練習等簡單及機械式的操作活動，只有少數課堂運用資訊科技於探究及概念建構等較高階的數學學習活動。

運用電子學習設計有效的數學課堂

如前文所述，電子學習的引入只為促進數學教學的成效，它必須配合有效的教學策略才能發揮作用。電子學習工具的出現雖讓教師在設計課堂時有多些可能性，但它本身只是輔助學習工具，教師在設計課堂時仍需先思考數學教學的重要元素，再看電子學習能否配合或可如何配合。

那麼，在設計數學課堂時應考慮甚麼元素呢？小學數學課程指引強調：「教師應讓學生有較多機會學習如何觀察、分析、理解及判斷事物及資料，發展他們初步的思維能力，為日後學習奠定基礎。教師也應提供機會讓學生運用數學語言，包括以說、寫和圖像方式去解釋結果、簡述解決問題或探究問題的方法，總而言之，教師應避免注入式的講述，盡量讓學生有機會自己進行探索及發現。」(香港課程發展議會，2000) 指引中闡釋到甚麼樣的課堂能提升學生的數學能力，其中包括強調解難及探究、讓學生探索及發現、強調互動及思考，以及讓學生運用數學語言解釋結果。

課程指引所強調的從探究中建構數學概念，以及從解難及互動中學習，在數學教

育的不同文獻中也有提及其重要性。Skemp（1989）認為應讓學生透過探究性活動，從感官經驗中自行建構概念，幫助學生從具體活動中建構抽象的數學概念。一些數學教育家則強調應讓學生從解決問題中學習數學，如 Hiebert 等人（1996）所提出的要令學生對數學科充滿疑問，從而產生好奇，並主動尋找答案。而課堂互動方面，Bishop（1988）則強調在數學課堂中運用語言的重要，他認為數學課堂應加強互動，讓學生從分享、討論及互相解釋中強化對數學概念的理解與掌握。學者並解釋到探究、解難及互動的關係，Webb（1991）表示學生在共同解決數學問題或進行探究活動時，能在同一目標下通過討論、商議及分享共同學習，從中提升解決問題及溝通能力，課堂討論也促使學生運用語言表達及重新組織自己的思考，學生在表達時，不但能自我澄清思維，也讓教師及同學了解自己的所思所想。

發展應用電子學習的校本課程

和很多學校相似，基督教香港信義會深信學校和旅港開平商會學校雖在電子學習的發展上屬初步階段，但都十分積極地探討如何有效地運用相關策略於數學教育中。在數學教育的校本課程上，兩校均以建構學生清晰的數學概念為目標，亦強調讓學生多探究及思考，並從課堂互動中提高學生的學習動機及學習成效。兩校計劃在現有的校本課程內加入電子學習的元素，以進一步提升學生的數學能力。

兩校的老師認為要有效落實電子學習於數學課堂，並不能單從認知層面理解，而要從實踐及反思中掌握，以及從探討不同課題的實踐中累積經驗，故他們在開展時選擇在四年級「周界」及「面積」的一些課堂中進行課堂研討，過程中一起設計課堂，進行同儕觀課，收集課堂顯證及進行分析，以及共同反思改善策略。兩校並透過相互的跨校觀課及交流促進專業對話及經驗分享，期望能共同加深對這主題的認識及理解，以協助學校推動電子學習在數學科的發展。

學校期望藉這次研討經驗，探討及了解結合了電子學習元素的課堂有甚麼優點及需要關注之處，包括課堂進行得是否流暢、學生在探究活動中的表現、電子平台能否促進課堂互動等。老師並透過比較這些課堂和以往沒有電子工具協助下的課堂，對比在相近的教學活動中，兩者之間在課堂實踐中有甚麼分別，從而反思如何有效地善用電子學習的優勝之處，並思考電子學習需如何配合其他的學習活動，例如實作活動，從而達至更理想的學習成效。

「周界」及「面積」的課堂設計

老師在「周界」及「面積」這兩課題中設計了一些課堂進行課堂研討，在教學策略方面則強調讓學生從探究中建構概念，並在教學內容中加強解難元素，以及透過課堂互動促進師生及學生之間的討論及回饋，從而讓學生多思考及表達概念，促進學習成效。

老師以往教授「度量」課題時都是以上述原則設計教學，所不同的是學生以往主要以實物操作進行探究，從實作活動中建構概念，並運用概念解答問題，這符合 Couvillon 與 Tait (1982) 指出學生建立「度量」概念的三個層次發展階段，即覺知 (perceptual)、認識 (conceptual) 及應用 (algorithmic and application)，學習過程中，學生需透過不同的實作活動，由具體到抽象，循序漸進地對「周界」及「面積」的認識，由較粗疏的理解發展至較嚴謹的概念。在電子學習的課堂中，老師會以互動軟件取代實物作為探究活動的工具，並透過電子互動平台促進課堂互動及回饋教學。

老師透過以下有關「周界」及「面積」的課堂進行探討，期望加深對電子學習的認識。設計的課堂使用了幾何互動軟件「GeoGebra」或簡報軟件「PowerPoint」進行操作及探究活動，並配合電子互動教學平台「Nearpod」或「OneNote」中的「課程筆記本」功能進行課堂互動及回饋。有關課堂簡述如下：

- 一、從觀察不同長方形的長、濶及周界的變化中，推斷出長方形周界的公式
- 二、從不同長方形的周界及其長或濶的關係中，找出長方形的長或濶
- 三、從推邊活動中理解及發現某些多邊形周界的簡易計算方法
- 四、從拼砌活動中探究一些長方形的周界在規律上的變化，長方形是由不同數量的相同正方形組成
- 五、從觀察不同長方形的長、濶及面積的變化中，找出長方形面積的公式，以及從長方形面積中推斷出長方形的長或濶
- 六、從拼砌活動中探究如何透過分割或補足方法找出某些多邊形的面積

教學軟件的運用

兩所學校分別在活動中應用了兩種不同的軟體作探究工具，它們是「GeoGebra」

及「PowerPoint」。「GeoGebra」是一個結合「幾何」及「代數」的動態數學軟體，它在動態幾何方面有多種功能，老師可應用這些功能編寫有互動性的教學材料，讓學生在互動的環境下學習。由於「GeoGebra」是一免費的軟體，故吸引了世界各地的教育界人士使用，在網上累積了大量教學資源，老師可在當中選擇合適的材料，但由於教材來自不同國籍的設計者，老師需考慮當中所顯示的語言。此外，由於教學設計出自作者的構想，老師未必完全認同或需要採用所有內容，如老師希望修改這些網上資源或自行編寫教材，則需學習編寫方法，這對老師可能會造成一些困難。另一方面，「PowerPoint」的功能雖主要用作簡報之用，而不是特別用作數學教學用途，但其在「標準模式」下，學生可作簡單而有互動性的活動，例如移動圖形及放大或縮小圖形，相對於「GeoGebra」，它的功能雖十分有限，但對於小學的某些課題也可合用。老師在運用「PowerPoint」時，需自行設計相關教材，但由於這軟體已十分普及，很多老師都懂得甚至熟習如何使用，老師在製作教材時會較得心應手，也較容易把自己的構思落實於教學材料中。

除了探究工具外，兩校也採用了不同的電子平台作課堂互動之用，它們是「Nearpod」及「OneNote」。老師可在「Nearpod」內匯入簡報並發佈到學生的平板電腦，學生可在簡報上繪圖、插入圖片或書寫以回應老師的問題，但不可在「PowerPoint」的「標準模式」下工作，故不能在簡報上進行前段所述的互動性活動。另外，老師在收集到每一位學生的答案後，可即時把答案與全班分享，老師亦可選擇一些錯的或較特別的答案與學生討論，從而促進課堂互動。「OneNote」的「課程筆記本」和「Nearpod」相似之處是老師可簡易地把教材傳送到學生的戶口，讓學生在共同作業空間一起學習。不同之處是老師可直接發佈檔案（例如：Word 檔案或 PowerPoint 檔案），學生在文件上作業可有較大彈性，例如學生可在 PowerPoint 的「標準模式」中移動圖形，學生也可即時把完成了的課業傳送給老師，讓老師選擇學生的答案作討論及回饋。可是「OneNote」的操作相對地較繁複，且老師在收到學生的答案時需先開啟檔案，並不能即時看到學生的所有答案。

總括而言，不同的軟體及電子平台均有其優點或不足之處，兩校的老師經深入了解後，同時考慮到其他老師及學生的情況，才作出較為配合自己校情的選擇。

實踐後的反思—電子學習帶來的轉變

在實踐課堂後，老師認為課堂進行得暢順，學生十分投入學習。在進行課堂前，

老師已指導學生熟習所用軟件的基本操作，而且幾個課堂都是應用相同的軟件，學生在操作上愈趨純熟，避免了因學習不同的軟件而要花額外的時間。老師建議其他學校在開展電子學習時可參考此策略，即先選擇一些包容性較廣，在不同課題中也可應用的軟件，老師應把關注點放在構思多元化的教學策略，而不是追求應用多種不同的電子軟體。

電子平台也促進了課堂互動。學生完成課業後可即時提交給老師，同樣地老師能即時清楚知道每位同學的想法及表現，並透過課室內的大屏幕與全班進行討論。課堂中老師讓學生解釋自己的答案，邀請其他同學作出回應，並作出即時的回饋及建議。由於有電子平台的配合，相對於以往的課堂，教學節奏更為明快，課堂時間得以善用。此外，學生在討論時能清楚看到其他同學的答案，提升了專注程度。

老師討論到以實物操作或電子學習模式進行教學的分別，老師認為兩種模式均為有效的教學策略，在運用時各有優勝之處，應互相配合，而不是要互相取代。首先，電子學習工具能顯示色彩鮮明、影像多變及具動感的視覺效果；而實物操作則讓學生能操控及觸摸，從多感觀中認識物體。在探索方面，學生在電子學習的環境中能輕易地在不同例子中重覆動作及試誤；而在實物操作中，學生通常會較深入地從多角度觀察同一例子。另外，在電子學習中，學生可獨自在電子裝置前進行活動；而實作活動則較鼓勵分工及共同完成任務。最後，電子學習能讓學生專注於電子屏幕前進行指定的活動；而在實作活動中，學生通常要先自行製作一些學習材料後才能進行活動。

在選擇以哪種模式學習時，老師認為需先考慮學習內容的性質，思想以哪種形式學習較為理想，或是互相配合，善用兩種學習模式的優點，例如先以實作深入探討某一特定例子，然後才以電子學習工具重複探索不同例子，使教學更為靈活及配合不同需要。此外，一個成功的電子學習課堂，除了要選擇合適的學習軟體，也需配合其他因素，例如：有效的學習活動、多元化的教學媒體，以及老師適切的提問及回饋。

參考文獻

Bishop, A. J. (1988). *Mathematical enculturation: A cultural perspective on mathematics education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Couvillon, L. A., & Tait, P. E. (1982). A sensory experience model for teaching measurement. *Visual Impairment and Blindness*, 57, 262-268.

Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K., Human, P., Murray, H., Olivier, A.,
& Wearne, D. (1996). Problem solving as a basis for reform in curriculum and instruction: The case of mathematics. *Educational Researcher*, 25(4), 12-21.

Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 International Results in Mathematics*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

Skemp, R. R. (1989). *Mathematics in the Primary School*. London: Routledge.

Webb, N. M. (1991). Task-related verbal interaction and mathematics learning in small groups. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(5), 366-389.

Zinn, K. L. (2000). Computer-assisted learning and teaching. In *Encyclopedia of Computer Science* (pp. 328-336). Chichester, UK: John Wiley and Sons Ltd.

香港課程發展議會(2000)。《數學課程指引(小一至小六)》。香港：政府印務局。

香港課程發展議會(2002)。《數學教育學習領域課程指引(小一至中三)》。香港：政府印務局。

教育局(2015)。《第四個資訊科技教育策略報告》。香港：政府印務局。