

教室剪影：互動數學在課程中的位置（NSS 準備篇）

黎凱源

拔萃男書院

背景

經過了兩年多的時間，香港「新」中學課程終於由今年首屆的文憑試作評估，學生們的表現如何，相信要到七月放榜才有定斷¹。但這兩年多的經歷，實令所有持份者難以忘懷。

在眾多的持份者中，相信學生和老師的第一身感受最為強烈。在過去的兩個年頭，他們全都付出了相當的精力去完成這個課程和準備考試。老師們重新編寫筆記、整理練習、為學生補課再補課。同學們除了努力學習、完成校內課業外，他們還要應付其他學習經歷(OLE)的要求，壓力之大，可想而知！

我的運氣略好，因為還要與高考同學完成最後的舞步，所以可暫避風頭。但是，今年完成最後探戈，明年還是要與一眾學生走進這個人生旅程。所以我想現在應該是時候，找些他山之石作借鑒，準備明年的工作。

困境

從同工的閒談和傳媒的報道中得悉，除了課程內容和要求外，「時間」是這課程中的最大困難。課程內容和要求是重要，但它們不是一時三刻可以改變。反而，作為前線工作者，時間可以在某程度上爭取到的。所以我就從這方向著手工作。

身為數學老師，我當然會運用數據作初步的分析，就讓我先以粗疏的方式看看同學們每天的時間分配。

從表一可見，學生們於假期間，只需 10.5 小時作基本工作，有 13.5 小時來做其他事情。但上學期間，情況就大大不同，一日 24 小時，基本工作加上上學就用去了 19.5 小時，只餘下 4.5 小時作其他用途，例如用於課外

¹ 編者按：本文是在 2012 年 6 月投稿。

活動和跟進課堂上的功課等等。這麼少時間，他們是否可做到課程要求？最理想的情況當然是老師們可在課堂中，令所有同學深入明白各個課題，放學後或假期的時間可以全部用於課外活動。不過，事實與理想總有一大段距離！

表一

每天	上學期間 (小時)	假期 (小時)
睡眠	8	8
上學	8	0
早餐及晚餐	1.5	1.5
交通	1	0
梳理	1	1
總數	19.5	10.5

有些從事其他行業的朋友打趣說，學界假期多，同學們可在假日溫習，追上進度。嘎！平日上課學習，放假追課程，先不說這是否「非人生活」，就效率和成效而言，這種方法亦不會是上策。所謂病向淺中醫，問題始終是越早解決對學習越好。再說，很多學校都在假期中做補課²，學界「多假期」可能已經變成海市蜃樓了³。

由此可以看到，學生們的確是十分繁忙，與每日「幾十萬上落」的高級行政人員不遑多讓。其實，現今這些高級行政人員的成功，除了本身能力外，都需要時間管理和資訊科技的配合。所以，學生們必須學會怎樣好好管理有限的時間，令整體學習表現提升。而作為支援學生的學校和老師，就可以在資訊科技方面提供支援。

² 這是否「非人生活」？自己想想吧！

³ 每間學校、每位老師情況都不盡相同。

「不可能的任務」

作為老師，我的「任務」是教導學生，所以我常常期望，每當學生在學習過程中遇到困難的時候，我能從旁指導；每當學生氣餒，我都能作出支持，這是多麼的美好！可惜，萬物之靈的人類，是多角色的生物，而每一角色也有不同的任務。作為我媽媽的兒子、我太太的丈夫和我兒子的父親，我又怎可以完滿地達成所有「不可能的任務」呢？

環觀最近世界的轉變，資訊科技，尤其是平板電腦的發展，可說是一日千里，這應該能幫助教師和學生改善學習，並把學習轉離學校⁴，令學習不受環境和時間的限制。所以我決定去準備一些既可以支援教學，又可以讓學生自學的材料。這樣，就算不能全天候式的支援學生學習，也可讓學生有自學材料作輔助。這方法不單可適量的減少補課的需要，減省學生回校所需要的行程，讓他們可以有多些精神和體力去學習及完成課程要求，而且又可讓老師騰出時間與精神，去發展和改良這些學習材料，實為達至多贏的方法。

互動元素

要用資訊科技輔助教學，說易非易，但說難亦不難。

在技術上而言，應用資訊科技的確有一定的門檻，基本的技術和知識不可或缺⁵。但是，以現今的科技發達，這些門檻其實並不高。況且，老師仍然是課堂的主角，資訊科技只是輔助，所以我們並不需要一套完美教材。有問題發生時，老師可以補上，解釋原因，加以糾正，所以我一向都有把資訊科技應用在課堂中⁶。

若果發展學生自學材料，情況就大大不同。首先，當學生對材料的內容有疑問時，倘若學生不在學校，老師不能作即時解答。現時一個可行的方法是設立網上論壇，讓學生提問。這個解決方案至少有兩個好處。一是

⁴ 雖然現時的確有聲音倡議這個方向，但現時只局限於大學方面。中小學方面，我想資訊科技只是配合學校而已。老師對學生有著多不勝數的正面影響，這些人與人的關係，是科技無法替代的。

⁵ 資訊科技的技術和知識未必是老師的專門學科，推動資訊科技教學並不容易。

⁶ 在1996年時，我已有興趣應用資訊科技於教學中，當時我用 TI92 圖像計算機，後來亦有用 HP 和其他軟件。現在，我主要用 TI Nspire、GeoGebra 和一些 Javascript 程式，用以製作網頁和電子書。

可把問題快速送出，學生毋須等到回校時才詢問老師，而老師亦不需要回校才回答問題，在網上作「即時」的回應，效率自然可提高⁷。二是可把問題接觸面擴大。正所謂「三個臭皮匠，勝過一個諸葛亮」，讓更多人可對問題作解答或討論，同學必然得益。雖然這些只是虛擬接觸，但一樣可帶出建構理論的優點，將學習素質提升。

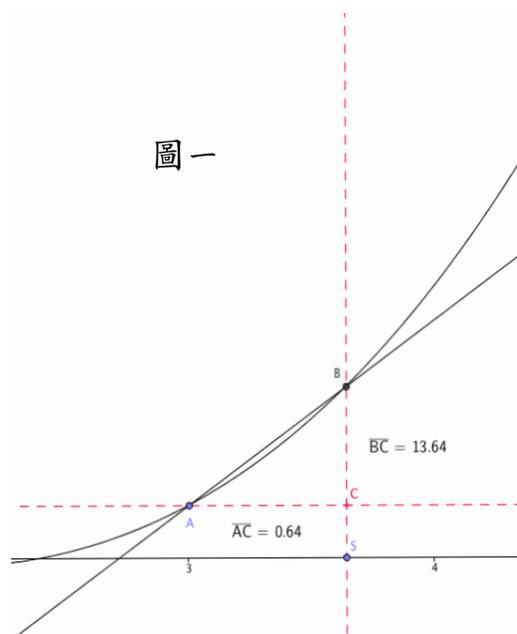
這種方式是自學環節必須的條件，但不足以讓學生自學的。因為這個方案帶有治標的影子，學生有問題後才會有用，而同樣重要的是自學材料的設計，須加入一些提升學習果效的元素，讓學生清楚明白學習的內容。以現時學生們常用的基本教育科技「書、紙和筆」，就未必可以達到理想的效果。因為它們都缺少了重要的一個課堂元素：「互動」！

互動數學軟件

「互動數學」軟件並不難找，隨便在谷歌中鍵入「互動數學軟件」搜尋，都有數以百計的結果。真是林林總總、五花八門，讓人眼花繚亂。當中最常見的有 TI Nspire、Cabri、Sketchpad、GeoGebra.....等等。

近年這些「互動」數學軟件似乎有了新的發展⁸。它們的「互動」功能已不局限於圖像方面，而是擴展至數學計算和代數式的層面。現在的「互動」，就像哈利波特電影中，圖像會變，文字和算式亦會變。更甚的是，使用者可某程度決定它的轉變⁹。

圖一是我在導數基本原理課堂中用來輔助教學的，我通常會利用圖像的互動性，以滑鼠拖行 S 點，向同學解釋當 B 點走向 A 點時，割線 AB 就會漸漸接近 A 點上的切線。互動圖像加上老師講解，在我自身的經驗

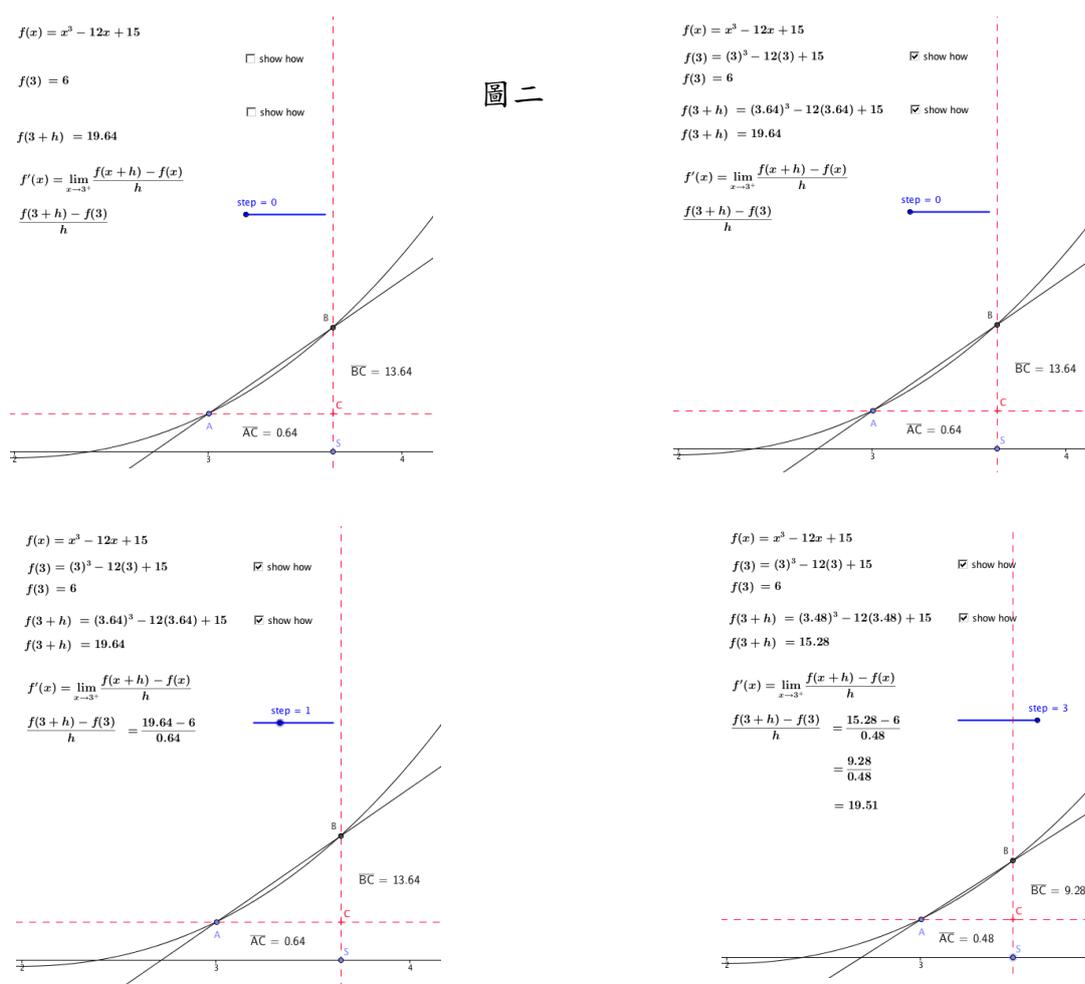


⁷ 當然，學生和老師兩方面都要肯做，才可達到效果。

⁸ 其實說是新的發展或有點歪曲，只不過是大多數人都較為喜歡互動圖像而已。

⁹ 現時就算是老師，也無法做到真正的「互動」功能。

中，這樣的解說應能讓學生大致上掌握到基本的概念。但把這個概念實踐，如以割線的斜率作數列，讓學生探究切線斜率的作業，則因為略為耗時，所以有時我還是把探究的作業從課堂中省略了。通常我會用一兩個實例，配合全代數的方法作教材，然後要求同學回家再依據這些例子去嘗試計算，看看割線的斜率是否走向固定數值¹⁰。



以往，這種安排並沒有太大問題，最多是同學們在下一課節時要求更多例子，他們或會裝作明白，其實暗地裡放棄了。不過，就算同學缺少了這部分的探究研習，亦未必對他們有很大的影響。只要他們能掌握怎樣求導數的技術便可。概念是否穩固，就沒法知曉。

要真的讓同學能在家中探究這個概念，我嘗試加入一些互動數學元素去替代老師的部分講解。圖二是我在原有文件中加入的互動筆記。當你拖

¹⁰ 有些時候，我也會以人海戰術，以兩個學生為一組去分工合作，但若有些錯誤計算時，就會引來些混亂，而老師亦難於兼顧所有學生。

曳滑塊 (slider) 時，各步驟就跟著顯示，同學們也可跟著一步一步的嘗試。另外，同學亦可改動 A 點的位置，而算式就會自動跟隨改動。更重要的是，同學還可改動函數的定義，令圖像和計算都適度改變，從而產生更多例子。這樣的材料，就變成學習這個概念的千千萬萬例子，同學們在學習時，就不會再缺少例子了。

上面是應用互動元素的一個簡單例子，亦是我現在的一小步。我想，隨著有更多軟件加入這樣的功能，讓老師們能輕易的把互動的層次由圖像進展到其他方面，將令課程內容更為豐富，學生更有機會找到與課程接軌的竅門，以提高學習效率和效能。

前路

我暫時把這些學習內容放在我個人的網站內，以一個網上學校形式讓學生使用。這一方面可減輕我設計使用者界面的要求，而另一方面這也使更新或加入功能更容易。由於平板電腦的流行，所以我計劃下一步會嘗試把部分內容放在電子書中，現時還有一些技術問題需要解決。幸好，現在大部分網上軟件都漸漸支援平板電腦，如 GeoGebraWeb (GeoGebra 的移動設備版本)、Wolfram Research 的新文件格式 (CDF)¹¹ 和一些讓人以 JavaScript 寫程式的發展框架。如有機會，下次可再分享電子書的製作方法。

¹¹ Wolfram Research 的 (CDF) 現在還未能支援平板電腦，但他們正朝這方向發展。詳情可見 <http://blog.wolfram.com/2012/02/17/a-preview-of-cdf-on-ipad/>