

11. 建議

本研究順利完成，並從中得到很多寶貴的資料。從這項研究所蒐集的數據中，我們對香港數學科課程有了清晰全面的了解。如此大規模的實況調查前所未有。我們相信這項研究可供其他科目以及鄰近地區參考。這項研究所蒐集的數據和從中所得的結論，應對日後進行的數學科課程改革發揮重大的作用。

一般來說，社會各界對數學科課程大致上感到滿意。學生和家長都非常重視數學科。教師和家長均表示，現有課程為學生打下穩固的數學基礎技巧，而這正是香港學生在國際性數學研究中取得較出色表現的部分原因。教師亦指出，現有的課程內容清晰明確，而且易於遵從。家長對課程和他們子女的學習均予以全力支持。各企業人力資源部的負責人員和大學講師，對現今學生的表現大致表示滿意。總體來說，大學各學系均能錄取具備所需數學知識的大學生。僱主亦把公開試視作反映學生能力的可靠指標。負責理科範疇的課程設計者亦指出，數學科課程能充分支援學生學習理科。參與這項研究的各界人士對數學科的積極態度和支持，對日後推行數學科課程改革有很大幫助。

當然，這並不表示現時的數學科課程毋須進一步改善。自從推行普及教育以來，數學教育須適應能力差異很大的學生。因此，課程應訂有一系列不同的目標。在這個講求高科技的社會，就業模式已由技能為主轉為資訊處理。因此，學習數學的方式較學習內容更為重要。有鑑於此，我們實有需要改革數學課程，以迎接新千禧的挑戰。這項研究所蒐集的各界意見，對課程設計人員日後設計數學課程時非常有用。

我們首先會概述是次的調查結果，然後對有關情況作出全面分析，繼而根據研究結果提出建議，為數學科的改革提供路向。

11.1 研究結果摘要

研究小組在探討有關文獻後，認為如何處理學生的個別差異和不同的學習能力，將成為下一世紀數學教育所關注的主要事項。為此，數學課程須具彈性，使能達致上述目的。在多元化和注重高科技的社會環境中，學校所教授的數學科必須具有若干不同的目的，以反映數學在社會上所擔當的不同角色。數學課程須包括數學的知識、概念、解決問題的技巧，以及啓迪發現和創新的能力。雖然全球均趨向於評估個人的高層次思考能力，但推行之時，須慎防數學課程過分著重考試，並須關注學生學習數學的「內容」

和「過程」兩個元素。此外，培養學生對學習數學的興趣亦非常重要。事實上，根據一些國際性的比較研究，本港學生雖然在數學測驗中表現不俗，但在解決數學問題方面卻顯得缺乏信心。如何適當運用資訊科技，藉以提高學習數學的成效，是另一項急需研究的重要問題。為了培養學生對學習的興趣及發展學生的高層次思考能力，有關當局應檢討現行數學課程的內容和深度。國際性的比較研究亦顯示，本港學校所教授的數學課題，一般較其他國家早一、兩年。如要落實上述構思，數學科教師的專業才能是不可或缺的。根據過往進行的研究，學生在學習數學方面的能力，受教師的影響至為深遠。

透過向學生發出問卷，我們得悉學生均很重視數學科，並認為應深入了解數學概念，而非憑死記硬背的方式學習。他們希望知道數學公式是怎樣得出來的，以及怎樣應用這些公式。此外，年紀愈輕的學生對學習數學的興趣愈大，但這份興趣卻隨著修讀較高年級而遞減，愈高年級的學生愈覺得學習數學有困難。小六學生的家課壓力最大。他們最討厭一些繁瑣的運算，並認為文字題難於應付。他們希望書本的內容生活化和生動有趣，而老師能以生動的方式教授。中學生方面，他們認為初中的數學課程綱要過於零碎，而中一所教授的課題又與小學的有很多重複。高中學生對整個高中及中六數學課程結構表示不滿，認為有關的課程綱要未能配合他們的需要。

研究小組在會見學生後，進一步確立這些研究結果。學生普遍把數學視為一套法規，並認為處理問題和應用公式的方法，以至思維方式，對解決數學問題均至為重要。他們認為做家課是學習數學的重要一環，故希望老師能提供足夠的練習以啟發思考。他們認為一個好的數學科老師，應該是和藹可親，上課時生動有趣，能提供各式各樣的學習活動、按部就班地給予清楚的解釋、讓學生有時間思考、經常檢視學生是否明白所學、向學生解釋如何處理問題，以及不會懲罰成績稍遜的學生。他們又表示，學習數學的興趣，與能否在解決數學問題上取得成功感有密切的關係。從問卷調查可見，學生不喜歡一些繁瑣的運算，容易出錯、不切實際或難於處理的課題。學生在問卷中除表示對課程不滿外，亦指出課程一般過於緊逼，尤其是在高小階段，因為學生須不斷操練以應付學能測驗。部分學生認為，數學科老師運用電腦軟件教學，只會浪費時間。

家長均很重視數學科，並對數學課程表示滿意。他們最關心的是學生是否有興趣學習數學和是否明白所學，並希望老師能給予清

楚的解釋、引發學生的學習興趣、提供一些有助啟發思考的練習，以及不時檢視學生是否明白所授課題，這點與學生的意見不謀而合。家長對子女學習數學均給予大力支持，並樂意協助子女學習。大部分家長(尤其是低年級學生的家長)更為子女聘請私人補習老師。他們相信，只有勤做練習才会有進步。他們亦認為，學生做數學時的主要問題，在於粗心大意和未能理解問題。子女升讀的年級愈高，家長對課程內容的掌握則愈少，並趨向採用傳統的學習方法，例如做大量練習。家長一般不支持學能測驗，亦認為數學課本的質素欠佳。

研究小組與大學講師會晤後，得悉他們對學生的水準和課程均表示滿意，並認為學生在公開考試的成績能確切反映學生的能力。各個學系對數學的要求有所不同，但基本上他們均可憑着學生的考試成績，錄取合適的學生。唯一例外的是數學系，該系希望錄取一些數學根基穩固的學生，但事實上並非時常能如願。部分講師認為學校數學課程的內容應更廣泛，部分則認為應更深入；然而，一般來說，穩固的根基和有數學頭腦才是學好數學最重要的因素。不過，大部分講師均不甚了解現行數學課程的內容和發展。

大部分僱主對學生的表現感到滿意，並認為語文水準和工作態度較數學知識更為重要。然而，對大部分行業來說，分析能力、解決問題的技巧和對數字的觸覺都十分重要。

負責理科範疇的課程設計人員認為，現行的數學課程能為修讀理科的學生提供所需的數學知識，因此對課程感到滿意。然而，各學習階段的數學課程設計人員卻表示，現行的數學課程存在種種問題，例如幼稚園與小學的數學課程缺乏連貫、未能照顧個別中五學生在學習數學方面的差異、課程一般過於緊逼，以及純粹數學科和應用數學科的內容過於艱深。部分課程設計人員建議，數學課程的內容應由着重運算轉為對概念的認識。他們對社會人士過分注重考試表示不滿，並要求中、小學教師之間加強溝通，以協調數學課程。

教師問卷的調查結果顯示，他們認為本身具備足夠的知識教授數學，但在教授中六的微積分學和古典力學方面則欠缺信心。他們認為學生在學習數學方面的主要問題，在於力有不逮和欠缺學習動機。學生的學習能力參差，亦是另一大問題。學生在做一些繁瑣的運算時，表現稍遜。至於數學課程方面，大部分教師表示課程內容太多，且欠缺彈性，未能照顧學生的個別差異和激發思考，

課程內容亦過於枯燥。教師傾向按本身的方法處理學生個別差異的問題，並且為顧及公平起見，不大贊成於制度層面處理，例如對不同班級設定不同的評估標準等。目前，只有少數教師使用資訊科技教學。當他們在教學方面需要協助時，他們屬意與教育界同工交流意見、參考本身的學習經驗及查閱有關課本，而很少會參閱課程綱要或出席研討會。值得注意的是，很多小學教師並無穩固的數學基礎。他們要求減輕工作量，尤其是非教學方面的工作量。

上述研究結果與會見教師所得的回應是一致的。教師表示學生在機械式的運算方面表現良好，但在理解概念和作高層次思考方面則較弱。學生的通病是專注力短暫，而到了中學階段，更會出現其他各種問題，例如被動、未能自發學習，以及學習態度不認真。另一個嚴重的問題，是學生缺乏穩固的數學根基。差不多所有教師均指出，現行的數學課程過於緊逼、沉悶、不切實際，並與現實生活脫節。他們建議須確保各學習階段的課程互相連貫，並應從認識和教育層面著眼，重新設定課程的內容和深淺程度。假如要在高中階段為文科生和理科生設立不同的數學科，則必須讓文科生有機會在中六繼續修讀數學科。推行「核心」及「延伸」課程似乎是可行的做法，但我們必須令家長明白推行這些課程的理據。教師同意須培養學生高層次思考的能力，故應削減課程內容，俾使學生有時間和空間培養這種能力。教師一般都很重視資訊科技，但在各學習階段利用資訊科技教學，則缺乏指導和支援。此外，他們認為利用資訊科技教學，事前須付出很多時間備課。總的來說，教師時常深感時間不足，因為他們需要更多時間準備教材。教師亦提出多項建議，包括減低師生比例、每班學生人數和教學的工作量、改善擠迫的教員室環境、提高教師士氣，以及提升教師在社會上的地位。

11.2 結論

上述研究結果清楚顯示，雖然現行的數學課程仍有待改善，但各有關人士普遍予以支持，並對現行的制度表示信任。學生和家長均重視數學科，並選擇透過理解而非背誦的方式來學習。這些都是對數學課程改革的有利因素。學生、家長和教師均認為，由於現行的課程能教授學生一些數學方面的基本技巧，並為他們奠定穩固的基礎，因此現行的課程仍有可取之處。此外，國際性的比較研究結果亦證實這點，而教師亦認為課程內容清晰，並易於掌握和教授。我們認為，日後在修訂數學課程時，應把現行課程中

上述優點加以保留。

數學教育應有更廣義的目標，以反映數學在社會上所發揮的不同作用。為保持初小學生對學習數學的興趣，教師應以更生動有趣的方式教授數學，而課本內容亦應加入各式各樣的學習活動，包括一些現實生活的例子和有助啟發思考的練習。各有關人士對在數學教育上使用資訊科技和對此事所持的位置表示關注。我們認為有需要作進一步的研究，以探討如何運用資訊科技，以提高學生學習數學的成效，以及何時付諸實行。

在推行普及教育期間，值得注意的主要關鍵，是如何照顧學生的個別差異。為此，當局須考慮分殊課程，包括重組高中及中六的課程結構。推行「核心」和「延伸」課程，實在是值得進一步探究的問題。此外，為了訓練學生的思考能力，當局亦須改善課程，以確保各個學習階段(由幼稚園至中六)的課程得以連貫，並避免出現重複及肢離破碎。鑑於大部分的中學現已採用中文授課，中一學生遇到的語言障礙基本上已經消除，故在現階段對課程作出檢討，可謂正合時宜。不必要的機械式運算和不切實際的課題應予刪除。因此，精簡課程內容，目的純粹是讓學生有更多空間對課題作更深入的認識，而並非步向一個次等的課程。我們必須依據堅實的理論根據對數學課程作出重組。

任何課程必須要有教師的協助，才能有效推行。我們認為，教師在推行新課程方面，可發揮積極和重要的作用。新的課程不應是一套硬要教師遵從的文件；推行新的課程對教師有一定的負擔，這點是不容否定的。教師必須以更生動有趣的方式授課，以保持學生對數學的興趣和信心，並讓他們領略到成功感。此外，教師亦應有能力處理學習能力參差的學生，並照顧他們的個別差異。教師應着重訓練學生的高層次思考，以及提高他們解決問題的能力。數學科教師應考慮在教學上善用資訊科技，從而提高學生的學習成效。教師亦應擴闊對數學的視野，增進對本身數學的認識，例如涉獵更多有關數學方面的知識，以提高學養。

如要達致上述各點，必須提升教師的專業才能。給予教師培訓和支援是十分重要的。教師亦需要在課程剪裁和資訊科技應用等方面的輔助。當局必須增強對教師的支援，並慎重研究如何減輕教師繁重的工作量。另一方面，我們應鼓勵教師之間及與數學教育界同工互相交流，尤其應加強中、小學數學教師的溝通。很多人認為學能測驗有礙數學的教與學，故急須檢討。評估應着重學生

的高層次思考能力，但必須確保不會造成不良後果。另外，我們發覺國際間對測試高層次思考能力方面，並未全面發展一套可靠的標準，因此在落實有關概念前，必須審慎從事，進行調查研究。我們應讓參與教育事務有關的人士(尤其是大學講師和家長)清楚知悉編訂新課程的目標和路向。最後，在推行新課程時，我們必須爭取家長的支持，以使他們繼續鼓勵和協助子女學習數學，務求令學生在優質數學教育下獲得最大裨益。

11.3 建議

11.3.1 課程架構

正如上文所述，各界人士均明確要求重訂高中數學科課程的內容，目的主要是照顧學生的個別差異，尤其是學生在學校修畢數學課程後，他們應用數學的程度會有很大差別。部分學生在升學時會選修理科、商科和社會科學；部分學生則會投身社會，從事各行各業。高中課程的架構應與中六的一併研究，而教師和學生也一再提出這項要求。

首先，我們認為毋須在基礎教育階段(小一至中三)把數學科劃分為不同程度。我們亦認為，設立單一的「供所有學生修讀的數學課程」是恰當的，並把這課程暫且稱為「普通數學科」。

現時，每年約有一萬名考生參加香港中學會考數學科考試。單一的課程綱要(此後除另有註明外，我們所指的是教學用的課程綱要，而非應考的課程範圍)，實不能照顧數量如此龐大的學生的需要。此外，基於種種因素，在中學會考程度設有三個課程綱要亦不切實際，但我們不會排除有這個可能性。如果設有三個課程綱要，其中一個課程綱要的考生人數很可能會相當小。再者，基於行政上的理由，每所學校只會開設最多兩個課程綱要，並會以「一班」的學生人數，視作修讀課程綱要的單位。我們稍後會闡述如何在假設有兩個課程綱要的基礎上，設計數學科課程。

可供選擇的課程模式有三個，分別是(1)數學科I/數學科II；(2a)供全部學生修讀的數學科和供部分學生修讀的附加數學科，而後者與中六的課程內容有很大關連(以目前的情況而言)，以及(2b)供全部學生修讀的數學科和供部分學生修讀的附加數學科，而附加數學科的內容與中六的課程綱要完全無關。

讓我們就上文第(2)項作進一步分析。如附加數學科的內容與中六數學科的無關(即第 2b 項)，相信只有少數學校會開設這類課程；如附加數學科的內容與中六數學科的有關(即第 2a 項)，則會吸引那些尚未準備(力有不逮)的學生修讀該科，因為他們不擬失去在中六進一步修讀數學的機會。無論如何，每年仍有一名萬學生修讀現行的數學科課程，這種情況殊不理想。總括來說，現行的數學科及附加數學科課程，已不能解決我們面對的問題。我們應設法根據數學科I/數學科II的模式，重訂數學科各個課程綱要。

為此，我們建議採用數學科I/數學科II的學習模式。數學科I的課程綱要，目的在為學生擬進一步修讀高級程度數學科作好準備，而數學科II課程綱要，則為那些不擬在中六進一步修讀數學科，或打算修讀高級補充程度數學科或統計科的學生而設(我們所指的並非現有的高級補充程度數學與統計科的課程綱要)。我們不會排除修讀數學科I的學生會選修高級補充程度數學或統計科，或修讀數學科II的學生選修高級程度的數學科。在設計有關的課程架構時，我們採用了下列原則：

- (a) 數學科 I 將為那些不需要在這科有高逾中學會考程度的專門知識的學生而設，而數學科 II 則為那些想在中學會考後修讀數學的學生而設；
- (b) 上述兩個課程綱要亦適合那些在參加中學會考後不擬升學的學生修讀；及
- (c) 我們不會抹煞那些選修數學科 I 的學生在中六修讀數學的機會(程度至少與現有的高級補充程度數學與統計科相若)。

我們預期大部分文科生會選修數學科 I，但部分理科生也會選修。我們隨後會描述這兩個課程綱要如何與中六數學科連繫，並詳述這兩個課程綱要應包括什麼內容。

就選修數學科I的學生而言，我們會為有意在中六進一步修讀數學科的學生，設計兩個獨立的高級補充程度課程綱要，分別是高級補充程度數學科和高級補充程度統計。這兩科各佔正常教學時間的一半，而修讀期會橫跨中六和中七。

至於選修數學科II的學生，我們會為他們設計三個高級補充程度的課程綱要，分別是高級補充程度基礎數學科、高級補充程度應用

數學科和高級補充程度進階數學科。學生可獨立選修高級補充程度基礎數學科，而修讀其餘兩科前必須已修畢這一科。參加高級補充程度數學科和高級補充程度基礎數學科的考生，將採用同一的課程綱要。當然，這些科目所採用的教學法，須視乎修讀課程的學生取向而定。學生可於中六修讀基礎數學科，並於中七修讀其餘兩科。

在中四至中五選修數學科II的學生，可在中六至中七時選修高級補充程度數學科及/或高級補充程度統計科。同樣地，在中四至中五選修數學科I的學生，如他們在數學科I的成績良好，他們亦可在中六至中七選修高級補充程度基礎數學科(及高級補充程度應用數學科/高級補充程度進階數學科)。圖 50 顯示我們擬議的中四至中七數學科課程的整體架構。

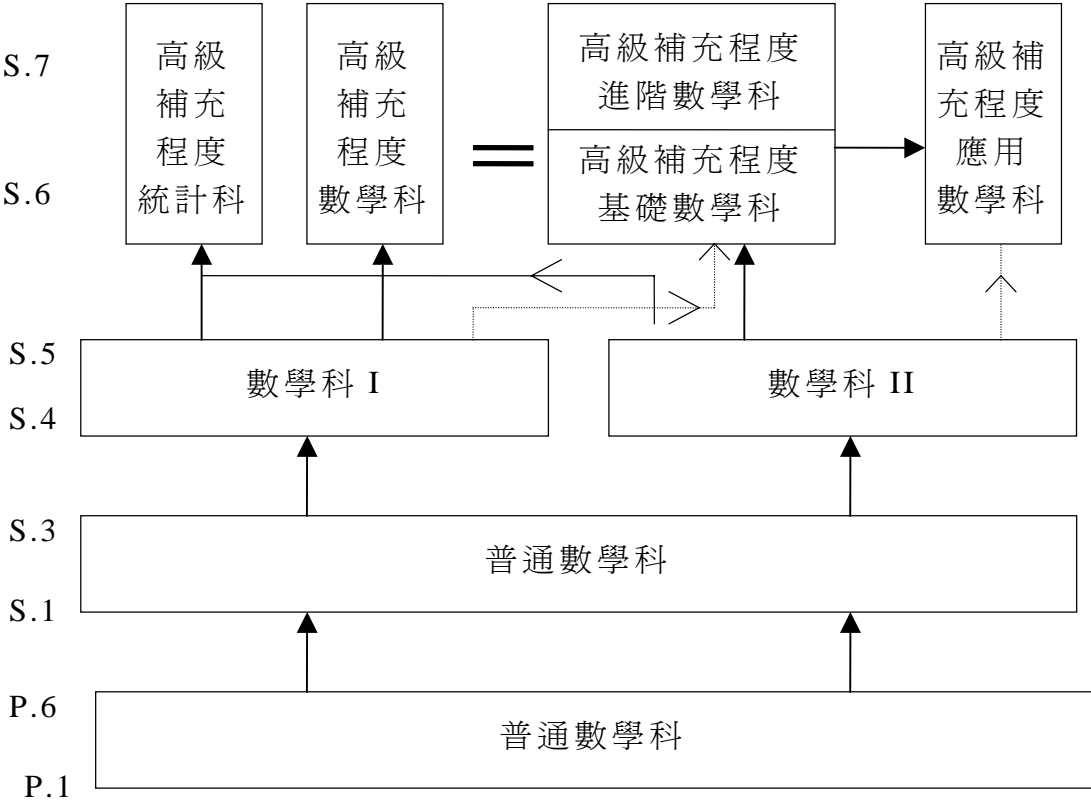


圖 50 中四至中七數學課程的擬議架構

11.3.2 課程設計的原則

為使基礎教育階段普通數學科有合適的進度，並確保不同學習階段之間的連貫性，我們在設計課程時，應從認識論和教育論着手。Fung & Wong (1997)所提出的意見或許十分有用。我們強烈認為，日後的課程設計者應編訂一個由小一至中三的課題流程圖，然後才把各個課題編入各年級的課程內。我們希望小一至中三的課程可以單冊形式發表(連同分載於不同小冊子的小學和中學數學科課程)。為改善課程質素及引進資訊科技和高層次思考的元素，現有的課程應予重新編排。我們認為須刪除部分課題，以便騰出空間納入上述各項元素。我們同樣須從認識論和教育論着手，以免最終得出一個肢離破碎的課程。

我們確實認為推行課程剪裁是處理學生個別差異問題的其中一個有效辦法，亦認同課程發展議會於一九九六年發表的《中學數學科課程剪裁指引》所建議釐定課程的「核心」部分(即避免出現不同的考試卷)可減少標籤效應。我們從認識層面設計新的普通數學科課程綱要時，應以更合理的方式釐定課程的「核心」部分。以這種方式剪裁課程的效果，仍需進一步研究驗證。需作進一步考究的兩個範疇，包括有助順利推行課程的方法和順利推行課程所需的支援。

在高中方面，我們可從修讀數學科I和數學科II的學生的需求，看到這兩個科目的重點，而數學科II很明顯是修讀中六數學科的踏腳石。數學科I的課程除可介紹更多實用的課題外，也可讓學生重溫中一至中三普通數學科的部分內容。

現行附加數學科的「微積分學」這個課題將移至擬議的高級補充程度基礎數學科，而基礎數學科亦會包括「聯立一次方程」。高級補充程度應用數學科的主要內容是「數據分析」和「微分法」，而不會包括古典力學。高級補充程度進階數學科會包括的課題計有：「圓錐曲線」、較高深之「微積分」、「集」、「向量」、「立體幾何」、「矩陣」、「複數」、「方程論」和「多項式」。這個課程的確實內容仍有待進一步探究，但在考慮課程內容時，我們須考慮下列各項因素。首先，我們只會鼓勵那些對數學感興趣的學生修讀這個課程；第二，學校不會單獨開設這個科目，而會透過高級補充程度基礎數學科教授這些內容。因此就教學時間而言，相信教師會在中六開始教授高級補充程度進階數學科的課題。

11.3.3 推行策略

課程發展處應為教師、教科書的出版商和作者制訂和發出清晰的指引和教材示例，以便他們可以為學生製作數量足夠而又合適的教材。我們亦需要有一組高質素的專業人員，專責統籌為教師提供充分的支援和指導，為學生特別設計合適的教學策略。

如要順利推行新課程，則有需要與各有關人士溝通，使他們明白為何須作出轉變和有關轉變的路向。我們亦可探究在不同主要學習階段，以標準參照原則找出學生所應具備的最低學習能力。

11.3.4 評估

新課程的評估方法，須配合新課程的設計和路向進行，以便能有效地蒐集學生在學習上的回饋。同時，我們亦要盡量避免課程完全受考試牽掣。我們要特別指出的是，現時是檢討學能測驗的適當時機，因為各界人士均認為學能測驗影響教與學的成效。我們明白有需要評估學生高層次的思維能力。不過，世界各地目前尚未能訂定可靠的評估準則。在這個時候把這些項目大規模引入與學生利益攸關的考試中，並不可取。如教師在教學期間嘗試評估學生的學習進度，則這些項目反而有助改善教學的質素。事實上，這項調查發現，學生期望教師能經常查核他們是否已真正明白所學。至於中學會考程度普通數學科的公開考核方面，為不同程度/需要的學生擬訂不同的試卷這個建議，是值得研究的。

11.3.5 學生在早期學習階段的興趣

學生在小學時期的學習情況是相當重要的，因為在那個時候他們對數學的興趣仍很高。教師可培養學生的學習動機，使他們逐漸養成自我探究數學的興趣，這樣才能真正做到學生畢業後是終身學習的開始。我們可透過不同辦法培養學生對學習的興趣。從學生的問卷調查可見，其中一個方法是向學生解釋各個分式是如何得出和應用的。學生如能察覺數學在各行各業均很有用，當會提高他們的學習興趣，而教師向學生介紹與他們學習經驗相關的課題和例子，可使課程內容與日常生活更有關連。不過，我們需要讓學生親身體驗如何處理數學問題，從而激發他們的求知慾，不斷發掘數學上的新問題。不過，有一點值得注意的是，把數學學習局限於人為的日常生活情境，會使學生失去真正學習數學的機會。

11.3.6 資訊科技

資訊科技不僅是年輕的一代須掌握的事物，也是一種更具效能的學習途徑。不過，我們還須進行更多研究，才可得知在何時和怎樣才能有效地在數學教學上應用資訊科技。此外，這項調查結果顯示，教師在應用資科技方面，需要清晰的指引。不論在硬件、軟件和備課時間方面，教師也需要充分的技術支援。資訊科技也可對數學課程造成重大影響。要求學生進行一些繁瑣的運算已經過時。課程不應再着重運算技能，而應騰出空間讓學生了解所學的概念。我們的着眼點應放在學生學習的數學類別。目前已有很多教師明白到在數學教學上利用資訊科技能推動學生學習，但只有很少教師體會到，利用資訊科訊教學可能會為學生帶來全新的學習經驗，而這種經驗對他們學習和明白數學，會有重大的影響。

11.3.7 教師

我們需要有一群克盡厥職的教師，能察覺學生的需要和學習進度，並為他們提供「度身訂造」的學習經驗。另一方面，教師應擴闊視野，不斷汲取有關數學的知識和數學學習的概念。為此，我們應加強正規(職前)師資培訓的數學內容，並應制訂一套有系統的在職培訓長遠計劃(而不是一些零碎的課程)，以便教師獲得適當的鼓勵、機會和支援(例如有代課教師分擔部分工作)，從而不斷謀求改進。我們亦應提供各種不同途徑，讓教師可透過與專業機構/團體合作，發展、試驗和分享各種教學策略，以營造一個與同儕切磋交流的文化。然而，如不減輕現時教師的工作量，上述各項均無法付諸實行。