

附 錄 一

調查研究一 — 亞洲及西方各主要國家及地區的 數學課程比較研究 (摘要)

教育署曾委託本港的大學就數學課程展開兩項研究，其中一項是本文所載有關數學課程的比較研究，另一項則關於各界人士對數學課程的看法。這兩項研究可組成一個整體研究，而兩項研究的結果可互補長短，以收相輔相成之效。有關的大學就這兩項研究結果，提出了若干建議，詳情載錄於另一項研究報告。

背景

課程發展議會於一九九七年七月成立了全面檢討數學課程專責委員會，就本港的數學課程進行全面檢討。教育署為此委託本港的大學進行兩項調查研究，為專責委員會就數學課程的檢討工作，提供學術理論及實際需求的依據。預期透過是次對亞洲及西方若干主要國家及地區的數學課程所作的分析，以及對比香港學生與其他國家及地區學生的長處和弱點，使本地課程發展者得以吸取海外經驗，從而取長補短。

研究的事項及方法

根據研究目標所設定的研究工作及問題如下：

- (a) 就以下幾方面研究亞洲及西方各主要國家及地區的數學課程：
 - (i) 課程文件，包括目的及目標、每個學習領域的內容及深度、課程模式；
 - (ii) 校內及校外評估模式；
 - (iii) 已推行的課程，包括推行的規模、推行時遇到的困難，以及學生在學習數學時實際所付出的努力；及
 - (iv) 各國及地區學生的長處及弱點。

- (b) 就以下幾方面分析本港現行的數學課程，並與海外國家及地區的數學課程作一比較：
 - (i) 目的及目標；
 - (ii) 課程模式；
 - (iii) 學習範疇的內容及深度（在文件和實際應用兩方面）；
 - (iv) 校內及校外評估模式；及
 - (v) 本地學生在數學方面的長處及弱點。

- (c) 就以下幾方面提出建議：
 - (i) 日後數學課程的目的及目標；

- (ii) 課程模式;
- (iii) 校內及校外評估模式; 及
- (iv) 需要給予更多或較少關注的學習範疇。

本研究不僅對有關文件作出分析，而且對過往的研究也作出了綜合探討，以得悉數學教育的全球發展趨勢。研究小組研讀並分析了超過 100 份有關本地及海外數學教育現況的研究報告及文章，為兩項相關的研究提供了本港學生長處及弱點的背景資料。研究小組把亞洲及西方各主要國家及地區的數學課程的目的及目標、內容及推行模式，與香港及七個其他國家及地區逾 30 份課程文件進行比較。此外，根據第三屆國際數學及科學研究的結果，研究小組亦對本港的數學教學、本港學生的成績及學習數學的態度進行調查。

從國際層面看課程發展及香港數學教育的趨勢

強迫教育是世界各國及地區所面對的一個重要而富挑戰性的問題。我們一方面應推行「普及數學教育」課程，但另一方面，數學教育應能照顧學生的個別需要。不同國家及地區已推行不同的數學課程改革，以照顧學生的各種需要，而改革措施是根據各國的傳統及文化而制訂的。近期有關數學教育現況的文獻顯示，現代數學課程改革較注重學習的方式多於學習內容，普遍認為推行數學普及教育三大值得關注的事項是：數學教育的其中一項目標，是提高學生的學習能力，而非技巧、高科技所產生的影響及學生的個別差異。

數學教育的目的及目標

數學教育具有兩重互補性作用：其一是推動社會發展，其二是促進個人發展。研究小組把是次研究的十個國家及地區數學課程教育的目標按性質歸納為三大類，即實用性、科目性及文化性。香港課程發展議會及香港考試局聯合工作小組認為，數學科不僅是一種技術工具，而且是一種智力活動及思維模式，這個觀點與全球的發展趨勢不謀而合。從宏觀角度來看，數學在推動人類文明化扮演了重要的角色。

在分析不同國家及地區數學課程標準的過程中，研究小組發現在世紀交替之際，大部分國家及地區正朝著擴闊學習目標的方向發展，而非單純以掌握數學知識及技巧為目的。愈來愈多人關注到有關如何運用數學知識解決現實問題、運用數學知識解決日常生活問題的態度、運用數學知識的信心、利用數學知識進行溝通及對數學的欣賞，並強調推行優質教育，而非單以應付考試為主。此外，亦提倡加強訓練學生的思維模式及高層次思維能力。部分國家及地區甚至強調增強學生的數學意識及數學化過程，並認為應增強學生的數學能力，以及要注重數學課程的各學習階段的連貫性。

在數學課程中，「運算結果」與「運算過程」之間的關係已成為廣泛討論的議題。近期的文獻指出，對概念的理解與基本技巧的掌握兩者並非對立。課程內容與學習過程兩者是互為因果的，而理解須透過技巧才能達到。能掌握基本技巧，是提高高層次思維能力及應用的基礎。

香港擬在二零零一年推行的經修訂中一至中五數學科課程，大致上能配合全球的發展趨勢。西方國家十分重視教授學生解決問題的技巧，而亞洲國家較注重基本技巧及內容。本港的數學課程則嘗試在這兩者之間取得平衡。然而，為使兩者能更妥善地互相配合，當局需作出進一步的研究。

資訊科技的影響

資訊科技改變了獲取資訊及學習的模式。有關的文獻顯示，應把資訊科技在數學課程中所扮演的角色納入考慮範圍。在資訊科技時代，技巧的重要性已被淡化，代之而起的是注重概念的發展。

研究小組在分析香港數學課程時，認為資訊科技所產生的影響已得到正視。然而，對於應何時及如何利用計算機及電腦輔助數學學習，則仍未有明確計劃。

個別學習能力的差異

如何照顧學生個別學習能力的差異，並因人施教，一直是推行普及教育所面對的主要問題之一。在施行普及教育的年代，課程發展者所關注的一個主要問題，是如何保持課程的靈活性，從而照顧學生個別學習能力的差異。各種教育制度在推行數學課程改革時，分別採用了課程分殊、增潤課題及輔導教學等方法。

香港的數學課程可能是最缺乏靈活性，而所提供的選擇亦是最少的。在過往多項研究中，均就課程結構層面，以至課程推行層面，提出多項運作模式的建議。

香港數學課程的連貫性

有關中、小學數學科課程是否連貫一致，已引起本港人士的關注，尤其是高中課程的結構，須急切處理。有意見認為現行的數學課程過於繁重，因此，有需要從教育理論的角度，訂制一套有助教學的課程架構。

內容

有關文獻顯示，文化因素在各國及地區的數學課程扮演了重要的角色。亞洲國家/地區及西方國家/地區在處理數學課程時，各有不同的重點，所採用的方法亦各異。香港所強調的是解決數學問題的技巧，而在倫敦，教學重點則是照顧學生的個別差異。亞洲國家及地區對量度方面的課題（例如單位、周界、面積及體積）極為重視，其重視的程度遠遠超出了西方國家及地區。在香港，學校在初中階段

開始教授「坐標幾何」，作為連接幾何及代數的課題，但是在美國及英國，坐標系統會以不同的方式在小學階段教授。東亞國家及地區政府則制定「標準」課程，並由學校嚴格執行。

香港的數學課程在引入課題方面，較世界各國平均早兩年。基本技巧及運算能力是中國人社會在推行數學教育方面的強項。香港、中國內地及南韓在低年級已十分重視運算能力。部分課題，例如分數及小數，在小學階段已開始教授，而學校在學生修畢小學課程前，已透徹和詳細闡述這些課題，但在其他國家及地區，這些課題的教學則延續至中學階段。

然而，香港的數學課程大致上能配合全球的發展趨勢。教學不僅注重基本的數學知識及技巧，而且重視教授學生解決問題的技巧，並著重訓練學生的「數學感」及應用方法，以及考慮到學生學習數學的態度及情感因素。

評估

以教育為目標和以甄選為目標兩者之間的矛盾、從標準轉向規範化、教學質素與學習成果之間的差異，以及課程的監控，均成為有關文獻廣泛探討的課題。有評論認為，由於文化背景的差異，亞洲國家及地區不應盲目地引進西方國家及地區課程。單純對課程文件作出修訂並不足夠，為提高數學科的教學成效，應給予數學科教師更多專業發展的機會，此外，亦須淡化評分及考試的文化。

有關文獻指出，儒家思想教育、死記硬背式的學習及以應付考試為主的教學，不一定互相同。然而，不斷有論據顯示，推行儒家思想教育時，往往受到考試的制肘。在儒家傳統文化下的考試模式，往往以低層次認知為目標，而且競爭激烈，對師生均造成沉重的壓力。

學生對數學科的觀感及學習模式

在數學科取得優異的成績，往往被視為日後躋身成功之途。據文獻報道，香港學生認為數學科是一門以簡單方法解決問題、有確實答案、講求運算、具一系列規則、需要思考、有用但部分內容難以應用於日常生活的科目。學生傾向於利用詞彙及科目內容去界定數學科。

文獻顯示，受儒家傳統文化影響的學生較偏重表面的學習方法，並注重多做練習。假如不斷練習能加強記憶與理解，則練習能為提高高層次思維能力提供穩固的基礎，而這個基礎又會因多做不同類型的練習而得以深化。受儒家傳統文化影響的學生，能透過重覆學習加深對事物的理解。華籍學者能在學術上取得卓越成就，正是因為能把記憶與理解互相結合，而這種情況在西方國家並不常見。

學生在數學科的表現

在 41 個參與第三屆國際數學和科學研究的國家及地區當中，以香港的人口密度最高。與參與是次研究的其他國家及地區相比，香港學校的班級人數最多，而數學科教師的教學經驗亦最淺。香港的教育制度由中央統管，而基礎教育所佔的開支比率最低。儘管如此，雖然環境不利，香港學生在第三屆國際數學和科學研究的數學測試中表現極之優異。他們的成績比大部分參與是次研究的國家及地區的學生優秀，成績僅次於新加坡、日本和南韓，名列第四。香港學生較其他國家及地區的學生成績優異，這在他們由小四升至中二時，更為明顯。

雖然香港學生在第三屆國際數學和科學研究數學科測試的成績較西方國家及地區優異，但是，與東亞國家相比，成績則稍遜。此外，不少香港學生尚未能掌握一些簡單基本的概念和技巧，而在需要進行若干實際操作活動的評核中，香港學生的表現則明顯較差。

香港公開考試的閱卷報告指出，顯示香港學生的主要問題，在於解決問題和思維過程的能力不足，而非缺乏技巧或基本知識。學生在解決非常規的探究問題方面，能力一般較弱。不少考生不懂得利用所提供的資料解答問題。對於需涉及多個課題的邏輯推理及解決問題的過程，學生的表現較差。

學生的態度

數學科成績與情感因素有密切的關係，特別是對數學科的態度及自信，而這些又與自我及父母的期望有關。文獻顯示，學生對數學科的興趣及數學科成績有密切的關係。基於對第三屆國際數學和科學研究結果的分析，研究小組發現由於數學科往往被視為一門主要科目，所以香港學生一般都非常重視數學科。小四及中二的香港學生均認為在數學科取得優良成績十分重要，而富有中國文化特色的不斷練習和刻苦努力的觀念，亦加強了學生對數學科的重視程度。然而，儘管他們認為數學科相當重要，但卻並不特別喜歡該科目。

教師認為小學生對數學科的態度比中學生的態度良好。一般而言，小學生並不相信成績好壞全憑運氣，而教師認為學生的天資並非成功的先決條件。與其他參與是次研究的國家及地區的學生一樣，香港學生認為須刻苦努力，才能在數學科取得優良成績。另一方面，與其他國家及地區的學生相比，香港學生並不重視體育或消閒活動。受到中國文化重視成績的思想所影響，學生均會努力學習。然而，與其他國家及地區相比，香港學校課程用於數學科的時間較少，這可能是由於香港課程較重視教授第二語言。

香港學生雖然取得優異成績，但卻忽略了其他方面的發展。香港學生的數學科成績優異，但對數學科的信心較強。學生對數學科的態度不夠積極，所抱持的信心

亦嫌不足，這與他們優異的數學成績並不相符。研究小組發現，學生愈升讀高年級，對學習數學的自信心愈低。

個人的信心及自我形象往往受到本身既有的價值觀所影響，如果我們不斷向學生灌輸不可自視過高的意識，學生吸收了這種觀念後，可能會導致信心低落。一成不變及必須予以遵從的學習模式，加重了學生的負擔，而為應付考試而設的課程，只會令情況根深蒂固，因而使學生產生疏離感，對數學課感到沉悶。當學生付出努力卻未能達到預期的成績，挫敗感油然而生。學生對數學科的態度開始惡化，對數學科亦缺乏信心，最終以致採取放棄的態度。

最令人關注的問題，是香港學生在做數學題時缺乏信心。一般而言，女生認為她們的數學能力較男生為低。香港學生成績雖好，但卻不認為自己在數學科的表現良好。這可能是因為中國傳統文化強調要謙虛或謙厚所致，但亦可能是由於競爭激烈的考試制度及教師對學生缺乏鼓勵。

課堂習作

研究顯示，雖然花在做數學家課的時間與數學成績並無密切關係，但是香港學生花在做數學家課的時間超過做家課總時數的三分之一。課堂講課是最常見的教學模式。相對而言，西方國家及地區在課本運用方面較富彈性，而東亞國家及地區卻十分重視課本。大部分香港教師在備課時，均會利用課本作為參考資料，而在課程剪裁方面則有顧慮。然而，香港的數學科課本較偏重灌輸「知識」及「常規程序的運用」，而社會人士對考試的重視，亦進一步令死記硬背式的學習根深蒂固。

教師

研究顯示，教師「在課堂上極具權威」，而一般認為這個現象會窒礙學生的發展，此外，受儒家傳統思想影響的課堂中，教師的權威和以學生為主導的取向往往並存。顯然，學生希望教學方式更活潑生動，而且敬愛關心他們的教師。教師是學生（尤其是年幼的學生）學習過程中的關鍵人物。教師的個性是決定學生是否喜歡該科的主要因素。要令數學課發揮成效，並令課程得以順利推行，優秀的教師是不可或缺的。教師對課程的充分掌握、教育目標的認同以及專業精神，均是課程改革的先決條件。教師的專業精神及專業發展，是任何課程改革及課程推行核心所在。第三屆國際數學及科學研究結果顯示，日本的數學課程改革是在課堂教學中實施，而非單純修訂課程文件。在日本的課堂中，大部分時間會用在數學概念的應用及思考，其中「課堂學習小組」的經驗，值得我們作進一步的研究。

結論

在多元化及高科技的社會中，教師在進行教學活動時，應把數學科視為一門具有

多種不同目標的科目，以反映數學在現代社會中所扮演的不同角色。學生應以擴闊的學習目標建構數學知識，已成為數學課程改革的全球發展趨勢。課程的精髓在於學習方式，而非內容的編排。

目前繁重的數學課程須予以檢討，以便學生能有更多時間發展深層理解及高層次思維能力，但是，我們應慎防課程過於顯淺。在選擇教與學的活動時，應作出調整，並加深對個別課題的處理，而非單純增刪某些課題。為了促進學生學習及提高高層次思維能力，應重新考慮現行課程內容的範圍及深度。

數學課程的目標應擴闊，以便納入數學知識、概念、解決問題的技巧及探索和創造的能力，並照顧到影響數學學習的情感因素，例如態度、信心和高層次思維能力。日後的數學課程應注重訓練學生的高層次思維能力及考慮到數學科文化方面的問題。

數學技巧（內容）及學習過程（能力）應獲同等關注，同時亦應考慮到科技在數學教學中的應用。課程內容切忌以考試為主導。目前，世界各國正致力研究如何評估高層次思維能力，對於以應付考試為主的學習方式應予以慎重的考慮。發展高層次思維的評估是全球關注的問題，但同時，我們應慎防課程被考試所支配。我們應提高學生對數學科的興趣及理解，這點至為重要。由於學生的個別差異及學習能力的參差被認為是下一世紀數學教育主要值得關注的事項，因此，課程應具靈活性，以便能解決有關問題。沒有數學科教師的專業精神，上述各項新理念是無法實現的；因此，良好的課程不僅應有遠大的目標，還應有機會讓教師發揮最佳的教學功能。