

英國的數學教育總評

林福來

國立臺灣師範大學數學系

壹、Cockcroft 報告

數學總評 (Mathematics Counts) 這本書就是英國教育界所謂的 Cockcroft 報告。Dr. W. H. Cockcroft 是 New University of Ulster 的副校長。從西元 1978 年 9 月開始 Dr. Cockcroft 主持一個大型的研究計畫 "Inquiry into the teaching of mathematics in schools"，歷時三年，到 1981 年 11 月 10 日研究小組提出研究報告，即所謂的 Cockcroft 報告；1982 年元月 26 日由 HMSO* 出版此報告，取書名 Mathematics Counts。

*註：HMSO 為 Her Majesty's Stationery Office 的簡寫

Cockcroft 小組的研究目標是：探討英格蘭與威爾斯的中小學的數學教學。特別著重關於升學，就業及成人的日常生活分別所需的數學的探尋，並對各種數學教育問題提出評估與建議。

Cockcroft 小組前後共有二十四名研究委員參加工作，其中三位中途因故退出，又補了另外三位。實際的工作小組一直保持二十位委員及一位助理秘書。其中有四位是專職人員，其餘為兼職研究員。各研究員依其工作單位，有大學教授 6 人（包括一位研究員），中、小學老師 5 人（包括一位研究生），掌理數學教育的官員 6 人，工、商界 2 人，及秘書、助理秘書各 1 人。

Cockcroft 小組所花的研究經費計二十六萬英鎊。

根據研究委員之一的 Shuard 教授（劍橋 Homerton 學院副院長）稱：三年的研究期間，每個研究員的假期，包括週末及長假，幾乎都貢獻在此研究計畫上。

Cockcroft 報告未出版前，許多精彩的研究結果早已在數學教育界傳開；1982 年元月 26 日正式出書後，各界反應非常熱烈。英國大報之一的 The Times 的教育附刊 (Educational Supplement) 在元月 29 日撰文介紹此報告〔※2〕，其中有一文標題是一數學：少才好。(Mathematics: Where less means better)。文中一開始就引用數學總評第 12～15 頁的原文說，中學的數學課中，有太多題材不僅對大多數學生而言太難，而且與他們將來的工作與成人生活也沒有關聯。另外還以標題 "返回根本的學習呼聲被拒絕"〔※2〕摘錄此報告的重點。還有一些以此報告的結果所創作的漫畫也到處可見。例如：

"我的數學一向不好，不知其他人怎麼樣？"

※見附註

"很幸運地，Cockcroft 報告中說大多數的我們都不懂這圖表的意思"。

這是兩幅漫畫的附文 (Financial Times)，分別針對報告中所發現大家怕數學的心理及一般成人對很簡單的計算及圖表都不懂而作。

由於 Cockcroft 報告不僅對英國數學教育的現狀深入評估，同時對未來一、二十年內的數學課程發展更有前瞻性的建議。筆者希望能摘錄其中一些結果供關心數學教育的朋友參考。

貳、Cockcroft 報告中幾項緊急的呼籲

一、中、小學的數學老師們，應該注意各年齡群的學生間，其智力層次及學數學的速率有極大的差異。數學課一定要配合學生的能力及學習的速度。

16+ 的會考並不適合於許多需參加此會考的學生。

二、Cockcroft 小組反對數學課應該 " 返回根本 " (back to basics) 及記憶性的學習；即僅全心於教算術的四則運算的技巧，使得數學變成量與實際生活脫節的孤立教材，是不對的。

三、Cockcroft 小組贊成小型電子計算器在中學數學課中使用，每個中學生上數學課時都該攜帶計算器。建議到了 1985 年，會考機構應該設計出新的課程綱要及試題型態以配合使用計算器的發展。

計算器應該用來幫忙數學教學，並且對數表也應該以計算器來取代。

研究報告指出，並沒有證據顯示，因計算器的使用 (已存在) 而影響學生的數學技巧；不過，發現有些老師仍然不贊成引進計算器至教室中且禁止他們的學生使用。

四、報告指出數學老師的在職訓練是極需立即加強的工作。據估計，約有 $\frac{1}{5}$ 的數學老師不具備教數學的資格，此比例的人數計，約 5000 人。

五、關於如何吸引有能力、有資格的數學系畢業生參與學校教學及在職的優良數學老師繼續留任；較佳的待遇應該是一劑良方。

*六、關於數學教學方面，報告中有如下的評估：

- (1) 心算的訓練很不幸地被忽視了。
- (2) 數學課應該更偏重操作型的教材、討論式的學習及數學的實際應用題材上。
- (3) 多數的學生應該學少一點，但了解更透徹一點。
- (4) 小學的數學老師應該有權拓寬數學課程。四則運算不該是小學數學的全部。
- (5) 現行的會考制度，嚴重損傷學生的信心且扭曲了課程。
- (6) 對不同能力的學生，應有不同的會考；16+ 的會考應增設給資賦優異學生參加的特別考卷；對於資賦欠佳，目前無法通過會考的學生，應提供 " 畢業考 "。

*註：第 6 點是摘自 [※2] 標題「Back to basics learning rejected in call for change」一文中的若干點 Cockcroft 的建議。

參、書 摘

數學總評全書共分三部分，十七章。第一部分，研究小組探討的是那一些數學是升學需要的，那一些是將來成人生活需要的。第二部分，以第一部分所得的“需要的數學”為基礎來討論如何設計課程使能平衡及連貫所需。第三部分探討師資問題，建議採行一些政策以吸引良好數學師資參與學校的數學教學。

1 成人日常生活所需的數學（第 2 章）

從研究中發現一驚人的特性：一些非常簡單的數學，例如購物時把價錢加起來，計算 10%，看時刻表等等，都會引起許多成年人焦慮、無助、害怕甚且有罪的感覺。許多成年人對於數學課有很不愉快的回憶。

以百分數為例，報告中說「幾乎所有的行政官員、商人、新聞記者和廣告商們，當他們宣佈某些需要以百分數來說明的事項時，他們總認為大多數的民衆對這些百分數的了解沒有問題。從研究的結果發現，事實不然，……，一個最常以百分數表示的統計數字“通貨膨脹率”，就被大大地誤解。」

有一些人，由於害怕數學，往往將生活安排的盡可能避免使用數學，或者將需要數學的工作交給其他人做，像太太、丈夫或小孩，可是很顯然的，由於缺乏數學知識，使許多人申請工作時被拒絕，無法參加進一步的訓練課程。因此某個程度的數學知識是現代生活必需的。

報告中舉出下列各項能力是成人日常生活必需具有的：

- (1) 讀與算數字。
- (2) 看鐘、錶（包括電子錶）。
- (3) 付賬、找錢。
- (4) 測量。
- (5) 了解簡單的時刻表、圖形與表格。

另外，最重要的是要建立對於使用數學及了解數學的信心。

2 就業所需的數學（第 3 章）

研究小組組成的一個理由是，原先大家認為有許多的僱主對於所僱員工的數學能力不滿意。

研究小組做了兩個小型的研究，發出調查表後，接到 200 家公司、工業訓練所提供的資料。分析其中 100 家的資料，列出其中所需的數學知識並訪問了 26 家。發現實際上中學所學的數學絕對能滿足僱主的要求。年青人就業所需的所有數學知識都已涵蓋在 16+ 的會考綱要中。不過，工作中使用數學的方式與學校課堂上教的方式間是有些差距。

研究過程中發現，事實上很少僱員的數學能力被挑剔，比較例外的是零售、貿易及機械見習生，這兩種工作都吸引相當多的年青人。16 歲離開學校，參與零售、貿易工作的，需要處理找錢，計算股票，填股票表及算折扣。至於對機械見習生的挑剔，通常來自這些年青人參加求職考試的表現，此種求職考試多半只測驗計算能力。通過考試取得工作的就很少再被挑剔。

當然，研究中發現很少僱主抱怨所聘員工的數學能力，其原因跟失業率也很有關係。由於失業率高，僱主缺員工時，可以在許多求職者中挑選所需要的人才，這種任君挑選，僧多粥少的現象在 1960 年

代中期到 70 年代初期根本不存在。另一個原因是年青的求職者數學程度真正提高了。

工程工業訓練所 (The Engineering Industry Training Board) 很擔心某些學校對外界關於學生數學能力的抱怨的反應太過份。可能爲了滿足外界僱主的要求, 某些學校盡量在校中教些 "計算技巧", 而偏廢了更重要的數學觀念的培養, 空間概念的訓練, 大小次序的理解及逼近的方法。

報告中最後強調說, 幾乎所有年青人 (16歲中學畢業的) 所需的數學知識, 不管從事那一種工作, 都已涵蓋在 GCE O—level 及 CSE 會考的課程綱要中。

3 課程與所需不配合的問題 (第 4 章, 升學所需的數學)

報告中對於 "技職學院的數學" 與 "就業所需的數學" 兩者間的不相配合極關心。

訪問調查, 發現許多數學課程, 尤其那些不要求 O—level 的課, 開始的時候都學的很基本, 但進度太快, 許多程度較差的學生很難跟上。

技職學院的課程所涵蓋的又多半遠超過工作所需。報告中說「許多課程所涵蓋的往往不只能符合就業前幾年所需的技巧, 同時還能應付將來 40 年的工作生活所需」。所學的技術不常用很容易就生疏。與其花時間學不太用的數學, 何不多花點時間在參觀訪問等見習課。

4 拒絕 "返回根本" 運動 (第 5 章, 學校數學)

(1) 拒絕返回根本的呼籲

社會大眾對於一般學生離開學校踏入社會時所應具有的數學能力有很偏的誤解。誤解的原因是從會考成績的統計數字而來的。大約有 $\frac{1}{3}$ 的中學生離開學校時, 無法取得 GCE O—level 或 CSE 會考的成績。約有 $\frac{1}{4}$ 的學生中學畢業可取得 O—level 的等第 A, B, C 或 CSE 的成績 1 等。這些數字, 使人誤解中學生的數學能力偏低。可是報告中說 "這些數字一點也不奇怪; 這數字實際上就是當初 O—level 及 CSE 會考設計時所預估的比例" 進一步, 研究小組又比較數學與英文兩科的 16+ 會考的成績分佈; 從比較數字發現英文得 level 等第 A, B, C 或 CSE 1 等的比數學還多, 就此辯回一般人所說 16+ 會考數學科標準太高的說法。

由於大家誤解目前中學生的數學能力低落, 因而呼籲學校的數學課的教學應該 "返回根本", 此 "返回根本" 的運動已確實影響一部分的中、小學教師; 這些老師們將他們的教學自限於計算能力的培養。報告中說「能夠計算與知道適時利用這些運算不一樣; 兩者都必須教。就業與日常生活所需的數學是中小學數學的主要題材。這些題材的測量問題常因情況不同處理方式也不同。算術的技巧只是一種工具, 要想知道怎樣使用此工具必須先了解數學的其他領域, 例如, 幾何圖形、空間及各種以圖形表示的不同題材。只強調算術的計算技巧, 不能發展學生對這些數學題材的理解力。因此 "返回根本" 式的教學方式絕不是我們樂意見到的, 我們沒有理由支持或介紹此種教學方式」。

(2) 學生的抱怨

許多學生回答 Cockcroft 的問卷時, 對數學的內容及老師的教法都有若干抱怨。

形式化的代數是不受學生歡迎的。這是一門引起學生困擾並轉變學生學數學的態度的課。研究發現學生對於矩陣與代數運算的了解有困難。

關於教學法方面, 學生的抱怨包括: 部分老師無法將教材說明清楚, 上課時有意忽略一部分班上的學生, 對學生問的問題不情願回答和進度太快等。有些學生抱怨老師沒有要求學生做充分多的作業

，無法將作業的目的解說清楚。許多接受面談的學生說，在中學第二年後，很少練習過心算。

(3) 教與學

報告中說“數學是一門在教與學兩方面都很難的科目”。學校應該建立學生使用數學的信心及對數學測量的理解。數學需要用心且多做練習，不管程度好不好都一樣。數學難教的原因之一是中學習慣混合能力編班，此種班級學生程度分布太廣。教稍快，程度差的就受不了、跟不上；教慢一點，程度好的感覺無聊。

一個學生能夠成功地解某一道題目，並不充分表示此學生對解此題目相關的概念已經了解。要知道學生是否真正了解某概念，還需要透過討論，才能確定；例如解合適的實際應用問題或從解題的過程才能肯定學生的理解情形。

(4) 記憶性的學習

數學中有些東西確實需要牢記在心，但是教學時不應只要學生將它記起來。我們要求學生能夠熟練應用這些東西，而不是機械式的使用它。熟練應用是基於了解其常規，做多了變成熟悉。機械式的表現則不含了解，只是記公式，套公式而已。

教學生機械式地代公式，可能在短時期內，對某種固定型式的題目，顯出很好的學習效果；不過問題情況一變化，或經過一段時間後，就無效了。

(5) 實際教室活動

關於數學的教學過程不可能也不想立下一固定的型式。教學法與教材、教師經驗及能力都相關。不過，數學的成功教學應該包含下列各種活動：

- (a) 老師講解。
- (b) 師生討論與學生間互相討論。
- (c) 合適的課堂練習。
- (d) 整理、練習一些基本的技巧與公式。
- (e) 解題 (problem solving) 及數學在日常生活的應用。
- (f) 觀察、研究。

(6) 心算

心算目前已不像已往那樣受重視。某些中、小學班級內甚至從不練習。其實有些看起來是在紙上做的計算，計算過程中還是以心算為基礎，那些在日常生活中有效使用數學的人，在他們腦中很少使用課堂上所教的筆算方式計算東西，由於缺少心算及口頭練習，將使一些需要在腦中完成的數學能力無法培養。

(7) 估計

估計的學習還需要加強。由於許多老師不了解估計能力的重要性，因此在許多課堂上都不做此種練習。估計一來可大略檢驗答案是否真確，再者可以感覺是否為“合理的答案”。報告中抱怨說估計的教材太被忽略。

(8) 學童的計算方法

許多學生計算時，並不使用老師所教，老師認為最直接可用的方法。例如：計算附加稅 (VAT,

Value Added Tax) 1.5 % 的稅金時，許多人先算出 10 %，再減半相加而得 15 % (原書 78 頁)。

使用這種方法表示學生對運算相當理解，老師不必硬要更正，以免減弱學生對數學的信心。

當然，學童自己的許多計算方法，有些因為長期使用將影響較高層次數學的學習，那就有診斷更正的必要。關於這問題的探討，筆者將另文較深入地報導。

5. 小學數學 (第 6 章)

研究小組贊成小學的課程，數學教材領域再拓寬，反對 "許多小學對計算能力的培養不夠盡心" 的觀點。

小學的數學課程應該要能豐富小孩審美及語言的經驗，告訴他們探究他們周圍的環境的意義，發展他們的邏輯觀念和計算能力。

實際探討問題應該從小學就開始。雖然這要花費許多時間，不過實際問題探討是各種經驗的正確結構，透過老師的問、答、討論，學童真正能吸收進步，這種時間是值得花的。

長度、容量、重量、面積與時間的度量應該是每個小學生所該具有的經驗；實際度量的經驗就是實際問題的探討。另外像買東西、旅行、製造模型和計畫校內活動等也都是日常生活中的實際問題。

語言是表示數學觀念的主要工具。對初級的小學生應該鼓勵他們討論他們做的數學。培養他們對於一些字像重、輕、較大、較短的理解力。

培養小孩可以自己看書學數學的閱讀能力，過程很慢很慢。所以在國小階段，新教材應該以合適的口頭練習及實際操作介紹給學生。

老師應該盡量從小孩的各種活動中找機會提供學生的數學經驗。例如，度量與對稱在畫圖、勞作中常常使用，地圖的研讀可介紹學生方向，比值與比例的觀念。

要使小學的數學教學更有效，可以考慮在每一個學校推舉一位專門負責協調數學課的老師。

6. 小型電算器及電算機 (第 7 章)

1985 年時，市場上應該要有足夠的小型電算器供給中學生人手一個，上數學課用。

在電算器的推廣以前，大家都怕一旦推廣後，學生可能因此忘掉基本的數的性質。研究小組參考許多研究報告，得到的結論是 "小型電算器的使用，並不會引起基本計算能力的低落現象"。 "電算器的使用也不可能減弱數學的理解力"。

反對使用電算器的學校老師，所持的論點之一是除非你已知所要做的運算是那一種，否則有電算器也沒用。經驗告訴我們，許多數學能力差的，往往也不願使用電算器。將電算器拿到小學教室當教學輔助是必需的，小學的數學課程也應該根據因電算器的使用引起的影響，適時提出修正*。

*註：許多英國數學教育家，強烈主張長除法應該從小學數學教材中刪除，研究小組沒有取得定論，所以沒列入報告中。

到中學階段，需要人人都有電算器的理由之一是一般就業與成人的日常生活中，電算器已大量使用中。

對數表應該由電算器取代。

在中學裏，每個學校到了 1985 年也都應該購置 "微電腦" (Micro computer)，做為數學課的教學用。屆時會考委員會也應提出配合電算器、電算機的試題綱要及試題。

關於引進微電腦當做教學輔助用，還需要更多的程式方面的設計，現有的還不夠。

電算機的學習，報告中說不適宜將其只包括在中學的數學課中，應該另成一門課。研究小組認為大部分教電算機的老師應該由數學老師擔任。屆時這些數學老師教數學的時間就會減少，這點應該要先預估。

7. 評量與教材的連貫性（第8章）

(1) 評量

Cockcroft 研究小組訪問學校時，發現有些老師對於批改作業很馬虎，批改作業可以發現學生的錯誤，當做診斷教學的參考，可是很多老師都忽略這項工作。有些班級，作業簿內只是每頁打個勾(✓)，根本沒有指出那些地方是做錯，錯的原因等。

我們發現，中學生所做的數學作業太少了，原因之一可能是老師根本沒時間批改*。

*註：英國中小學老師整天留校。一個中學數學老師，一週的四十節課中大概需上三十五堂課左右。

雖然數學課與批改作業很有關係，不可能也無意要求老師將每分作業都批改。

(2) 教材連貫性

報告中主要列出與中、小學老師面談的記錄。

重要的結果是在小學階段主要的題材，大家的看法一致。研究小組反對將各級學校所該教的內容都列出的建議，因為如此將造成小學老師需教完所列教材的壓力，反而忽視學童的接受能力。

有些中學老師說他們根本不理會小學送來的所教過題材的資料，他們喜歡帶給學生一個新鮮的開始。

8. 中學數學（第9章）

大多數中學生所學的數學內容受GCE O—level 會考的影響很大。實際上，O—level及格的學生（即等第A、B或C）（參閱拙文英國的會考制度〔※5〕）只佔學生中的 $\frac{1}{4}$ 而已。換句話說，有很多學生所學的數學內容遠超過他們的吸收能力。結果吃多嚼不爛，原本在能力範圍內可以理解的，爲了學多，沒時間消化，那些不在理解能力範圍內的更不用說。

報告中建議中學的數學綱要中，應該包含最差的40%也可以學會的教材給每個學生學。最差40%就是CSE會考不及格的那批學生。（參閱拙文「英國的會考制度」〔※5〕）原書第135頁～140頁中列舉了中學生必學的基本數學題材。報告中也列舉了中學生的基本數學能力如下：（第135頁）

- (a) 能以各種不同的方式讀、寫及談數學。
- (b) 各種不同的計算能力，如心算、筆算及利用電算器。
- (c) 以適當的單位來做度量計算，並熟悉各單位間的相對大小。

關於會考，報告中建議另外在16+的會考中增加供最佳的5%，10%間的學生參加的特別考題。另外，對於目前會考成績爲CSE4等以下的程度的學生，也該提供另一考試，考題內容不該超越報告中所列舉的中學生必學的基本數學教材。

9. 16+ 會考（第10章）

報告中說，會考命題的兩個基本原則是應該讓考生經由考試證明他們知道的有多少，不該是考學生有多少不知道的，換句話說試題設計要估計可能的考生成績，最好平均在60～70分之間，同時會考不能打擊參加考試的考生的信心。

目前會考題目太過重視計算，以致許多教學就被導至計算的練習。

建議對於目前無法通過 16+ 會考的學生 (最差的 40%) 應該設法提供另一類型的考試——畢業考。

10. Sixth form 的數學 (第 11 章)

研究報告中有個驚人的發現。過去大家都認為要上大學數學系，在 Sixth form 時至少需選兩門數學，通常是純數學與應用數學，才能在大學唸得好。可是從此次調查發現，數學系學生在入大學前有兩科數學 A—level 成績的，從 1973 的 80 % 降至 1978 年的 55 %。事實上在英格蘭及 Wales 的一些大學數學系學生中，不到一半擁有兩科 A—level 的數學成績。這個發現，大學及 Sixth form 的老師們都同感驚奇。

因為數學一定得包括數學的應用，所以研究報告反對在 Sixth form 的課程中只保留一門“純數學”的建議。

Sixth form 的應用數學，其內容近來有些變動。過去較強調牛頓的力學應用的題材，現在有人偏向統計與機率。

11. 數學教師的供應 (第 13 章)

要達成良好的數學教學，最重要的因素就是要供應能勝任的數學教師。中學裏缺乏好的數學師資的問題已經存在很多年了。一個數學老師，在他的教學生涯中，將影響成千的年青人對數學的喜、惡。根據 [※4] 的統計，在 1978 時，所缺的合格數學教師約 3000 人。但報告中說，此數字過於保守，根據研究小組的統計，1977 年，每個星期共有 178000 節數學課是由毫無資格教的老師所上的 (不含中級學校 (middle school))^{*}。如果每週每位老師的教學節數為 35，那麼就有多於 5000 位根本不合格的老師上這些課。如果再加上“差”(weak) 的老師的數字，就又要再加 4000 位。報告中呼籲，好的數學老師目前嚴重缺乏，希望大家正視這個問題。同時，報告中又指出，數學系畢業選擇中學教學的在 1975 年有 7100 人，至 1979 年有 8100 人，增加率 14 %。但此期間，中學老師的增加率却有 30%。所以合格數學老師可以說相對地年年減少中。

為何合格的數學老師這樣缺乏呢？報告中指出，許多合格老師往往中途改行，其中的一些理由有學生的秩序問題，數學難教，對學校不滿意等。

如何鼓勵、增加好的數學老師呢？報告中建議一些可行的辦法，著眼點主要是經費問題，包括：

- (a) 寬列經費支持訓練一些從其他行業欲轉行教書的原數學系畢業生參與學校教學。
- (b) 建立生活費補助制度，以獎助數學系畢業生參加教師訓練的生活費^{**}，其他缺教師的科別亦同。
- (c) 增加數學教師的薪資，使從事教學與從事其他行業的待遇間差距縮小^{***}。

*註：英國有些地區中、小學的學校型態分初級、中級、高級三種學校。初級收 5～9 歲學生，中級收 9～13 歲的學生，高級收 13～16 歲的學生。

**註：英國大學數學系三年畢業，欲獻身學校教學需再受一年的教育專業訓練，即 PGCE 課程 (Postgraduate Certificate in Education) 。

***註：英國中學老師的薪資跟其他行業比較偏低，一般起薪年薪在 5500 英鎊左右，往後視年資、表現可增至最多 9000 英鎊到 10,000 英鎊之間。

12. 教師訓練 (第 14 章)

英國合格數學教師的來源有兩種，一種是接受教育學士 BED (Bachelor of Education) 的大學教育，另一種是大學數學系畢業 (通常三年) 後，再受一年的教育專業訓練，即 PGCE 課程 (Post-

graduate Certificate in Education)。

BED 課程，一般學位課程受三年訓練，榮譽學位課程受四年訓練，BED 的課程是專業科目與教育科目並重。筆者以個人熟悉的劍橋的 Homerton 學院為例來說明 BED 所謂的專業與教育並重的課程〔※3〕。

劍橋的 Homerton 學院是一所提供四年的 BED 榮譽學位課程的學院。以數學老師的訓練來講，數學專業科目三年級時有 1 分析（至我們大一微積分程度）。2 代數（至群論）與幾何，3 電算機；機率和微分方程。學生可從三種選二種，大一、大二的專業科目著重：

- ① 學生自己處理數學的經驗；如直觀的發現；邏輯證明的訓練。
- ② 圖案的學習，做為將來學抽象數學的基礎；如對稱幾何圖案（群論、向量），數字圖案、圖形（實數系、函數）。
- ③ 數學的應用；學生開始使用電算機的終端機，取得使用數值方法，微分方程等在科學、工程使用的經驗。

第四年，學生可就數學或教育選一樣寫論文。

教育方面的課程分三種：

- (1) 普通教育，如心理學（非生理），哲學及社會學。
- (2) 課程研究。
- (3) 教學實習共 15 週，大二五週，大三一週，大四九週。

課程研究大三修，內容包括：

- (a) 11～16 歲的數學課程。
- (b) 資賦優異生（17～18 歲 6th form）的數學課程。
- (c) 數學課程結構。
- (d) 低程度（less able）的數學課程。

筆者訪問一位目前在 Homerton 修 BED 學位，專業數學的陳同學（新加坡人），她提供的真正開課情形是：

數學科目：

- 第一年：(a) 代數與幾何（群論↔幾何）
(b) 分析
(c) 應用（計算機，機率、微方）
(d) 觀察研究

第二年：修第一年四門課中的三門，可退掉一門。科目名稱一樣，程度加深、加廣。

第三年：修第二年三門中的二門課，名稱不變，程度再加深。

第四年：如果論文不寫數學就沒有數學課。

普通教育科目：

第一年：(a) 心理學，(b) 社會學，(c) 哲學。

第二年：修第一年三門中的兩門。

第三年：繼續二年級的兩門。

關於課程研究，前面所列為第三年所修的內容，第一及第二年修語言及寫作（literacy）。

經過這樣訓練出來的老師可以任教於小學、中學和 6th form 的數學比我們國內高中數學要深要廣。可是我們訓練的中學老師，他們的數學專業又比英國的 BED 多很多。其效益的差別是一個值得探討的問題。

13. 教師在職訓練（第 15 章）

透過在職訓練才能使數學教師不僅能保持而且能增進他們的教學效果。由於經費的緣故，不可能在全國同時舉辦每一科的教師在職訓練，但是數學教師的在職訓練却非馬上加強不可。報告中詳述了許多理由。

報告中說“除非花更多的經費來支持數學教師的在職訓練，否則我們期望提供給將來我們後代進步的數學教育是不可能的”。

14. 要求支持

報告中強調下列的六種人員的回應是使報告中各建議事項能否實現，數學教育能否更進步的主要關鍵。

- (1) 數學教師
- (2) 地方教育首長
- (3) 會考機構
- (4) 中央政府
- (5) 教師訓練中心
- (6) 課程發展與教育研究的研究員。

大眾的支持，才造成進步。報告中說“進步是我們期望的，但是教育的改進不是一夜間就可以達成的，整體的進步需要時間。也由於時間的因素，報告中希望有關人員不能再拖延，可以改進的應該馬上進行”。

附記：報紙 The Times 的教育附刊（Educational Supplement），元月 29 日（1982），刊出一段立即的反應：標題是“Maths pay plan rejected by unions”，記者 H. Wilce。報導說，Cockcroft 報告中所建議“數學教師的待遇應該高於其他科目的教師”，此建議已被“教師協會”（Teacher Union）拒絕。

參考資料

- [1] Mathematics Counts ; London : Her Majesty's Stationery Office , 311 pg .
- [2] The Times , Educational Supplement , 29 . 1 , 1982 . , London .
- [3] B.Ed. Prospectus , 1981 Entry , Homerton College , Cambridge .
- [4] " Aspects of Secondary Education in England : Supplementary Information on Mathematics , " HMSO* , 1980 .
- [5] 林福來，英國的會考制度。

*註：HMSO 的地址在倫敦的是— 49 High Holborn , London WC1V 6HB .