

C A C 的構想

寺田文行 演講

日本早稻田大學理工學部

邱日盛 翻譯

國立臺灣師範大學數學系

CAI，好像正在迷失其進行方向的樣子。

以教育工學之名，被推出後，數年前還在，以美國、英國為中心的各地流行的 CAI，直到實地實行階段，還受人指着“CAI，你往那裡走？”

現在，CAI 已經進入其第二期的階段，但是又不得不離開教育學家，教育工學家的手，轉移到各學科教育家的手裡。

我認為，微電腦（Micro computer），將來一定會成長作為教育學家很好的助手。可是，也該注意，其硬體性能，與程式設計方法上的急速進步。

目前雖然教育工學家們還一直領導做 CAI（Computer assisted instruction，電腦輔助教學）的討論。如果所得結論是，要緊快做硬體的整修，我就不能贊同。

可是，在各學科裡，做微電腦利用的嘗試或研究，不可能一天就有成果。我認為，眼看着硬體與電腦語言的發展，各學科如何利用電腦的研究，不應有中斷的情形發生。

為了經費的有效應用與研究人力的集中，我認為，應指定某些特定學校進行研究為佳。各學科，這時應要將期求於微電腦的東西，加以體系化，絕不要讓它成為為微電腦的 CAI。

下面我想談，有關在數學教育上，能否利用，如何利用微電腦的一個試驗研究計劃（試案）。這部分與我在前幾天所提的，1994 年開始的，日本國定課程，直接沒有多大關係。

在數學教育上，利用微電腦，大多數情形是，提供給學生做訓練（drill）之用。

可是，數學教育的目標，不祇是熟記定理、公式，培養計算技術而已，另外應該還有更重要的部分才是。

論理思考及論理記述的培育，應該也是學習數學重要目標之一。

數學是純粹思考創立的學科，不像其他學科，需要隱藏某些東西，因此，很適合作培養初步分析力的學科。

數學是以具體的數，特別是自然數以及圖形作基礎，發展出來的學問，至少，教育數學還一直順着這條路行走。在那裡，人們將具體事實統合，整理，作成定理，再將這些定理累積成一理論體系。現在我們仍然可以看到這個過程。

這不只是數學而已，也是科學的基本態度（姿勢）。

因為這個數學的理論化精神，祇靠純粹思考的基礎建立，所以不但是對於資優（gifted）的人，以Majority（大多數人）為對象，也可以進行教學。

如果，我們把上述的思考看作往前的思考，那麼其反面，根源探究的思考也是很重要的，希臘幾何學，特別是歐幾里得幾何學，就具有這種精神。Non-Categorical（非絕對性）的根源探究精神也可說是出於這種精神。

將這精神加以進一步分析，我們可以發現，它具有“Why”（為什麼）的態度，更有追根究底的味道。這精神也一直支持我們的科學。

因此，在數學科以及理科的所有學科裡，應該要加以培養。雖然如此，因為數學是遠離“物”的學問，所以更能適合作為這方面的教育資料。

那麼，數學教育的目標又在那裡呢？我認為應有下面五個。

- (a) 數學理論本身。
- (b) 論理思考，記述。
- (c) 分析能力的培育。
- (d) 理論化的精神。
- (e) 探究提源的精神。

現在，讓我們的視線轉到學生方面來想一想。進學率一直提高，大家都志向高度技術的社會，這個社會要求愈多的學生受愈高的教育。可是學生的能力是多樣。

這個多樣的意思，不是指頭腦的好與否，是指，在各各時段，學習達到度的差異以及學習速度的差異。我們不能加以斷定說，獲得瞭解所需要的時間多的學生就比其他學生差的學生。

特別，在數學而言，到了高級中學的階段，上述多樣化的情形就會更加顯著。這時候，如果我們認為，數學只把數學知識學習好就算好，那麼，數學就變成為數學優秀學生的數學，恐怕數學就會淪落到只為選拔能力的工具而已。

當然，這也需要。我們兩國（中國與日本），大家都志向高度技術社會。所幸，對於數學，都具備能夠互相競爭，且又追求向上的國民性。

但是，要大衆學習數學時，就該多多注意前面所提的5個目標啦。將這5個目標銘記在心，施行順應多樣化的教育才是。

用以上的觀點來看時，我認爲數學教育可以分成下面的兩個方式。

- (1) 互相競爭；爲了培育資優學生（gifted students）的群體教育。
- (2) 以個個學生爲對象的個別教育。

(1)所指的就是學校所施行的班級教育，而(2)就是家庭教師所執行的教育方式。可是(2)的方式，學校教育，即，學校教師是否能袖手旁觀呢？

還有，如果因爲健康關係或家庭事故關係，在不願意之下，已經從(1)的班級教育裡脫落，是否要讓這樣的學生失望的教育存在？

教師在這種情況下也需要一個能幹的助手。我希望這個助手是，以微電腦爲中心媒體的一種媒體教育方式。

研究貢獻給一般教育的媒體的教育工學，可能很重要。可是，對於各各學科來說，如果連被要求作到什麼都會忘記的CAI就沒有意義了。在CAI之前，應該要有各該學科的哲學與策略才可行。

數學教育上，一方面要設法加強資優學生的教育以外，另一方面也應注意，如前面所提的，以大多數學生爲對象的，數學素養（Mathematical Literacy）的涵養爲目標的教育所依據的五個目標。

下面，來研討一下，如何才能使微電腦成爲能夠達成這基本哲學的能幹助手的策略。我們進行這種研究已經有一年，還在未完成的階段。盼望諸位積極的贈言。

利用微電腦時，是否要學生做程式設計（programming）是我們討論的一個很大的歧點。日本的數學教育究竟要走那一條路，還有待今後的研討，我們數學教育學家只好兩方面都準備。

今天我想介紹的是，不要學生做程式設計爲條件的微電腦利用方式。

數學科裡，利用60分鐘的時間，學習一個課題時，這個課程，大體上，我們可以分作下面的6個步驟來進行。

- (1) 讓學生親近這個時間所要學習的項目，導入。（教師）
- (2) 以具體狀況爲例，讓學生預測其一般論。（學生）
- (3) 一般論與其證明。代替證明的瞭解（納得），確認證明所需要的瞭解（教師與學生）。

(4) 一般論的適用例（代入型問題）（教師）。

爲了一般論的穩固認識的訓練（drill），（代入型的演習）（學生）。

(5) 與其他理論配合的應用例。（教師）。

選擇型問題的解題學習（學生）。

(6) 理論發展的方向及其大略狀況（教師）。

(1)的步驟好比游泳前的體操，其方法應該在適當的誘導之下進行。換句話說，要有某些程度的遊戲，不必強求求出正解，這段可以讓微電腦來充分發揮。

利用能呈現各種具體狀況（在適當的計劃之下）的軟體（Software），如果能夠使學生自己，依照歸納方式，推測一般論，那麼，一方面就能培養優秀學生的基礎概念，另一方面又能讓一般程度（Majority）的學生獲得發現的喜悅。

在數學教育上，我們教師方面，多有喜歡，儘早讓學生理解定義，然後，敘述定理，接着給定理的證明。證明給了之後，如果有學生表現漸時理解的態度，教師就放心了，心情也會很清爽。

可是，形式上，按照理論的次序，給了證明，學生是否真正得到理解，是一個疑問了。我認爲，還是用我前面提過的方法，由具體，然後再讓學生推測理論，理論的證明是最後。再讓學生自己動手作具體的確認，可能較好。要這樣進行時，微電腦就很有用啦。

對於廣泛層面的學生而言，要把定理的證明，以論證方式去瞭解，不是一件容易的事情。可是我們向來就這樣要求學生。

高級中學學生，如果祇選擇極爲少數的學生時，這樣做可能還好。分做文組、理組，並且不讓文組學習數學，可能問題不會發生。至於這種情況下，這樣做也不是一個好現象。

不需要，For Majority 也給完全主義的證明。我希望看到，利用微電腦，去瞭解數學（實驗型的數學）的教學法，以及其好效果的出現。

(4)的，爲穩固一般論的認識而作的訓練，通常可用CAI的方法。但是，我對於(5)的選擇型問題的解題學習中，如何有效誘導學生，比較有興趣。比起代入型的問題而言，我比較重視選擇型問題。

在Open end Problem（開放型問題）的指導上，來進行作利用微電腦的研究，可能很好。

教師說明理論發展方向及其狀況時，如果能夠配合Computer simulation（電腦模

擬顯示)，效果會更好。

由以上的構想可知，事關數學教育，我認為微電腦是一個很能幹的助手。並不是只有在 authorizing system 上插入問題來使用的教育工學家的 CAI 才是，唯一的微電腦利用。

如果，想要施行這樣的構想，那麼我們就要重新將課程加以修改，使得修改出來的課程完全具備，利用電腦的功能。

其中的一個試驗研究計劃（試案）就是我想介紹的 CAC（Computer assisted curriculum）。

請各位轉覽的教科書計劃案中，有多處寫着 computer 的部分。雖然同樣用 computer 的字，可是可能使用的意義不同，請參考前面的說明。

學生利用既製軟體，在教師指示下學習 CAC 時，只要按“run”就可以，不需要太多電腦知識，好比駕駛汽車一樣的情形。

這部教科書，現在只有為新課程的數學 I，數學 II 編的而已。雖然完成其初步的階段，可是還未經過充分的檢討。在高校實際使用是預定從四月開始，在數個學校進行。

結果會是如何，特別是，能否引起 Majority 的注目，能否把握“數學的心”（數學精神），是我們所關心的。

如能獲得各位贊同，則感激之極。

這樣的構想，我認為，在小學，初級中學，大學初年級的數學，都能適用才是。不管是如何，如果沒有培育好 Majority 的“做數學的心”，gifted 的數學也一定無法提高。

最後再讓我談一談，有關“對話型自習方式”（家庭教師型，Multi-media study system）的問題。

CAI 的 system 中，有叫做 Tutorial system 的東西，音聲（voice）對於 Tutorial 而言，是非常重要的。

如果要選自習型，最好要具備，立刻能分辨出學生水準，同時又立刻能提供適合該學生的問題，的機能。換句話說，能順應多樣化的機能才好。

另外，如果漏聽，亦可以再反復聽到漏聽的部分，並且只要簡單按下一個鍵就可以做到的。這是集中精神學習數學不可欠少的條件，而且應該是對話型。

對於數學而言，其 Picture（格式說明）愈鮮明愈好。這點很重要。因為數學這門學科是，文字使用與直觀為基礎的學科。

以這種構想之下，我們已經盡量附上了很多補助機能，作成了我們的 THE -system。

有人說，Laser Vision 一旦作成後，就不能把內容加以變更。但是 THE system 在每一張盤的半面上，儲存了能說解答 Voice，達到 20 小時的教材，共有 20 張，4000 小時，相當於每天學習 4 小時，可以用到 3 年的分量。每位教師，可以從其中抽出需要的教材，以自己的構想分配給學生。現在已經備有學習用的補助軟體。我認為可以足夠應用。

謝謝