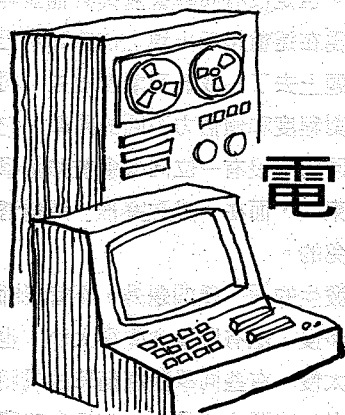




電腦的教學功能



芮涵芝 淡江文理學院

請假想你是一位學生，正坐在教室裡聽老師講課。老師說：「我們來談動能問題。所謂動能就是物體因運動而具有的作功能力。它與物體的質量和速度有關。我們現在就來推導它的表示式。」假使你對動能表示式的推導已有十分透澈的了解，你會有些什麼想法呢？你可能希望讓老師知道你早已懂得如何推導這一表示式，並希望老師會因而給你一些嘉許；你也可能希望老師改換一下題材。講解下面你尚未學過的東西。當然，這些僅僅是您心中的念頭，而老師根本就不知道你在想些什麼。因此，老師並不會改變他預定的教學計劃，而是細心地一步一步地為你推導。這時，你在自己的座位上東張西望，坐立不安，愈聽愈不耐煩；如此自己固然沒有學到東西，但却不但已妨礙了其他同學的學習，而且也降低了老師教學的情緒。

你也許原來並不了解動能表示式如何推導。不過，由於你的領悟力特別高，當老師只講到第二步的時候，你已覺得你已懂得推導的方法了。這時你又會想些什麼呢？你希望讓老師知道，你現在已懂得如何推導，並且希望知道你的想法到底對不對；假使是對的話，你希望老師給你嘉許並即改講新的題材；假使是不對的話，你希望老師能指出錯誤所在，並告訴你正確的方法。由於你並沒有真正告訴老師你的感覺，老師當然不會停頓下來，而你也只好耐心的繼續聽下去了。

現在再假想面對你的並不是你所敬畏的老師

，而是一架電腦終端機。螢光幕上首先顯示：我們來談動能問題吧。所謂動能就是物體因運動而具有的作功能力。接著電腦用發問的方式說：「一物體的動能與它的質量和速度有關。你能寫出動能的表示式嗎？假使你知道的話，就請你寫出來吧！」

其實電腦提出這一問題的真正用意，並不是期望你將動能表示式寫出來，而是要為你說明推導的方法。但是它預期到會有人早已懂得如何推導，因而不必要也不願意聽它冗長的說明。另外用問題的方式提出來，也更能吸引學習者的注意。這時，若你確已了解，你只需說出（實際上是終端機鍵盤上打出）正確的答案，即質量與速度平方二者之乘積的二分之一，螢光幕上就會顯示出：

「好極了！你已了解如何推導動能的表示式，就讓我們來談另一個問題，功與動能變化的一般關係吧！若對運動的物體作功，則物體的動能定會增加。試問對物體所作之功與物體之動能增加二者間之關係為何？」

若你並不真正懂得如何推導動能的表示式，但是你想既然動能與質量和速度有關，因此應是質量與速度二者之乘積，並且將這種猜測說了出來。此時電腦會說什麼呢？它會利用這一機會教育你正確的求知態度。它說：

「不對，動能固然與質量和速度相關，但它並不是這二者之乘積。你若想得到正確的動能表

示式，應該應用已知的原理和知識以及嚴密的步驟將它推導出來，而不能憑空猜測的。請再試試看。」

你已了解你的想法和做法都是不對的，或者一開始你就不知道如何下手。這時你怎麼辦呢？你可以向電腦請教。你只要輕輕的隨便按一下鍵盤，電腦就會給你一個指示；你再按鍵盤，電腦就再給你一個指示；如此直到答案出來為止。以下是電腦對動能表示式問題所作之各個層次不同的指示：

「根據動能的定義，一運動物體在其停止以前所作之功就是它原來的動能。」這是一種如何根據定義來求動能的原則性指示。

「使一運動的物體停下來必須有一抗力的作用，物體為克服這一抗力而作功。」這一指示告訴你物體如何作功。

「物體在停止以前所作之功等於抗力大小與在抗力作用後物體所行距離二者之乘積。」這一指示告訴你如何計算物體所作之功。

「物體在抗力作用下有一在運動相反方向的加速度，它的大小為抗力大小與質量二者之比值。」這一指示告訴你抗力大小可用質量及加速度的大小來表示。

「物體在抗力作用後所行的距離與加速度大小二者乘積的二倍等於原來速度的平方。」這一指示告訴你所行距離可用加速度大小及原來速度來表示。

「若將用質量及加速度大小二者來表示的抗力與用加速度大小及原來速度來表示的距離相乘，即得物體在停止以前所作之功，為質量與速度平方二者之乘積的二分之一，這當然也就是物體原來的動能。現在請你將這答案寫出來吧！」

電腦在問題提出之後，一共作出六個層次不同的指示。依領悟力的高低，各同學所實際看到的指示數目是不相同的。領悟力高的同學在看過第一個指示之後，也許即已會推導出正確的答案，並將它說了出來，電腦馬上轉換到下一個問題。有些同學也許要看過二個或更多的指示之後才

能說出正確答案。但是沒有同學會看到對他並無必要的指示，因為在這種指示出現之前電腦早已跳到下面一個問題上去了。我們可看得出來，同一種電腦教材，對程度和領悟力不同的同學，它實際上是完全不同的。沒有一位同學會被強迫學習他原來已會的東西，而在一般教室裡，這種情況是絕對無法避免的。

在教室裡常發生的另一種問題是，不管老師講得多快或講得多慢，總有同學會覺得太快，也總有同學會覺得太慢。有些同學對極簡單的說明，也需要一段思考的時間才能接受，而這種時間老師通常是不會給予同學的。對這樣的同學，在上課不到一、二十分鐘的時間就可能會遙遙落在老師的後面而迷失了方向，此時老師的講解，對他們來說已沒有什麼意義了。對另外一些思考特別敏捷的同學，則會認為老師停頓的時間太長，不必要的說明太多，因而感到不耐煩。很顯然的，以上所提到的快慢問題在終端機前是不會發生的。對任何說明或指示，只要你不按鍵，它就永遠停留在螢光幕上。教學的進度完全操縱在學習者的手上，要快即快，要慢即慢。

有時老師在一步一步講解問題的時候，你好像都懂，但等到整個問題講完了，你思考一下才發覺原來並沒有真正了解。這時你當然希望老師能為你從頭再講一遍，但是全班同學這麼多，也許其他同學都已懂了，你不好意思也不敢開口；另外由於時間的限制，老師也很難答允你的要求而一切從頭再來。電腦終端機的情況就不同了，若你想要從頭再來，只要按一下特定的訊號，電腦就會回到問題起始的地方。不要說是你想再學一遍，你再想學十遍電腦也不會覺得你太麻煩，而是很有耐心的指導你，直到你滿足時為止。

老師對每一節課的設計，包括內容和講解方法，係基於學生應具有某種程度之準備的假定。但是，在任何教室裡，定會有些學生並不具有這種程度的準備，因而無法接受老師的講解，如此教學效果當然也就談不上了。以推導動能表示式這一問題為例，老師的講解可能是：

「根據動能的定義，一運動物體在其停止以前所作之功就是它原來的動能。要使一運動的物體停止下來，必須有一抗力的作用，物體就是為克服這一抗力而作功，它等於抗力的大小與物體在抗力作用後所行距離二者之乘積。一方面，物體在抗力作用之下有一與物體運動方向相反的加速度，它的大小為抗力大小與質量二者之比值；另一方面，物體在抗力作用後所行的距離與加速度大小二者之乘積的二倍等於原來速度的平方。若將用質量及加速度大小二者來表示的抗力與用加速度大小及原來速度來表示的距離相乘，即得物體在停止以前所作之功為質量與速度平方二者之乘積的二分之一。」

在內容上，老師的講解與電腦的講解似乎並沒有什麼差異；這二者之間的不同只是教學的方式而已。電腦以學習者自己所決定的快慢，提供學習者所需要的指導，而老師則是以他本人所決定的快慢，從開頭到終了強迫學習者全部接受。其實，即使在內容上電腦與老師也是有差異的，只是我們沒有看出來而已。老師的每一段說明，或者是電腦的每一個指示，本身就包含重要的觀念。除非你了解這種觀念，老師或電腦的解說對你都是沒有意義的。例如，電腦與老師都提到，物體在抗力作用後所行的距離與加速度大小二者乘積的二倍等於原來速度之平方。這是一個運動學上的關係。假使你沒有學好運動學，或者現在已記不清了，這一說明對你就沒有什麼重要的意義。假使你是一個膽大的學生，你也許會告訴老師你不懂這一關係，希望老師能為你先行解說；但是運動學是老師早就講解過了的，他不能為你一個人重講一遍，他也不能在此時停頓下來而妨礙了整個教學計劃，他只能告訴你應該複習書上那一部份。從這時開始，老師的講解就很難再吸引你的興趣和注意力了，而老師的教與你的學就會慢慢地脫節。電腦的情況又是怎樣呢？若終端機上顯示出來的指示有你不了解或沒有學過的觀念，只要你在鍵盤上打出一特定的訊號，電腦就會帶你到一個新的地方，讓你先學習你現在需要

用到的觀念，等你學會了再自動回到你原來所在的地方來。

以上所談電腦的特色，主要是以學習者的觀點為出發點的。其實，在課室裡同學所面臨的困擾。同樣也是面臨老師的困擾。面對一班人數不少準備程度和學習能力均不相同的同學，老師在題材的取舍和處理以及教學的進度諸方面的決定上，都是十分困難的。不管老師作多少課前準備，不管老師在講台上如何熱心，要討好全班學生是絕對沒有可能的。

若老師不是直接在課室中教學生，而是藉電腦來幫忙，則情況就不相同了。首先，利用電腦教學，題材的取舍是完全不成問題的。老師在編著電腦教材時盡可多選一些題材，不必耽心某些題材是學生學過的，學生會自己去選擇他個人所需要的部份。其次，電腦教學的進度是由學生來控制的，因此對題材的處理盡可採取慢條斯理的辦法，說明多一些，反正對任何學生，他不大會有機會看到對他並無需要的說明。

我相信有經驗的老師都知道，抽象的觀念有些學生需要多次重複的講解才會領悟出來，而老師為了怕已經了解的同學聽多了會厭煩，很少會作這種多次重複的講解。這種情況導致，在一門課程的教學過程中，愈來愈多的學生他們的學與老師的教脫了節，而且即使老師發現這種情況也無法補救，因為他不能從頭再來。若老師是利用電腦來教學的話，他就不必再有怕學生厭煩的顧慮，而可隨心所欲的一再重複講解已經講過的觀念。因為他確知，不需要這種重複的同學永遠也不會看到這種重複的地方，而看到這種重複的同學，則定是有需要這種重複的，所以是不會厭煩的。這樣，大大地擴大了老師對教材處理的自由。

我們現在可以看得出來，凡老師在課室中能做的，幾乎也都是電腦在終端機上所能做的；而電腦在終端機上能做的，有許多卻並不是老師在課室中所能做的。在不太久的將來，電腦教學將代替目前的課室教學，是應該可以預測得到的。