

物理LAI探討：波動

國中教師組物理科第三名

澎湖縣立中正國中

作者：謝 迺 岳



一、研究動機

國中物理第十五章波動，有關同相與反相，干涉與節點等部份，用傳統教學法學生不易吸收，做實驗又缺乏適當器材——繩波波速太快，水波觀審困難，且共同的最大缺點就是不能讓波停下來！在市面上更缺乏合適的錄影帶……於是設計了以下兩個程式以輔助教學：

- (一)同相與反相。
- (二)合成波與節點。

二、研究目的

本程式有三大目的：

(一)以生動的畫面輔佐教師教學時的不足：

學生喜歡新鮮的、生動的教材與教法。本程式即在藉助電腦的精確繪圖功能與快速處理能力，將波形的運動及其變化在螢幕上生動地表現出來，使教師能節約課堂講解時間，並加強學生理解能力。

(二)以題目的測試增進學生學習效果：

目前每班人數衆多，素質不一，在短短的授課時間內，教師很難作個別的輔導，於是CAI應運而生。本程式內含十道測驗題，可供學生自我輔導，而且能根據學生的能力反覆演練，以徹底解決個別差異的問題。

(三)以統計圖表評析學生的學習成就：

教師欲掌握教學成效，必須有學生學習成就的完整資料，本程式可將全部或個別學生的成績以統計圖表方式顯現，不但可供教師評量教學，改進教學的依據，尚可作為克服學生學習障礙的重要參考資料。

三、器材

MPF - II 電腦、彩色電視、錄音機、磁碟機

本程式以BASIC語言寫成，適用於各廠家電腦故可推廣作為國中、高中之電腦輔助教學教材。

四、執行

程式(一)的執行依照設計目的，亦可分為三大部份：

(一)動態教學演示。

(二)學生自我輔導。

(三)教學效果評量。

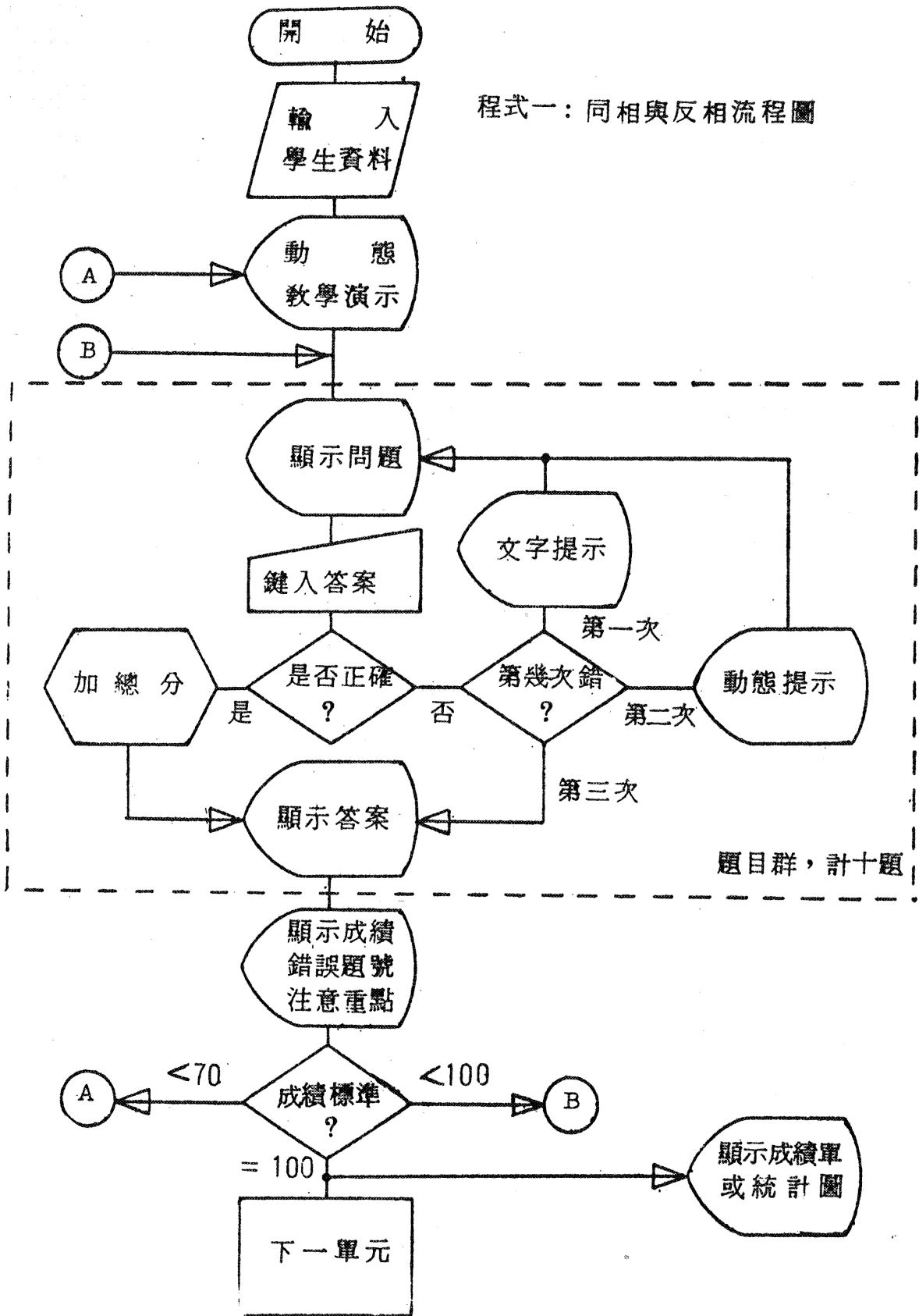
學習過程中，教師可以隨時觀看單一或全部學生的學習成效，並有統計圖表印出作為參考，使用上甚為便利，流程圖如下頁。

程式(二)顯示兩波的合成與節點，僅供教學之用。

開始執行時，螢幕上會顯示要求輸入頻率與相位的選擇，之後即

顯示兩組波形相互接近，重合，以至分離，使學生能夠理解“波的合成”與“節點”的關係，流程圖略。

程式一：同相與反相流程圖



會有不同的勉勵，並自動轉向適當的單元繼續練習。

5. 學習成就評量：

當學生作答時，電腦自動將學生的作答情形紀錄下來；資料中除了每名學生的姓名、班級、座號之外，尚包括其每次答題的成績，以及所答錯的題號。可以以下列四種方式顯現出來：

- (1) 每名學生的各次答題情況。
- (2) 全體學生在第X次受測的成績比較。
- (3) 全體學生在第X次測驗的成績分佈圖。
- (4) 各個題目被答錯的百分率。

使用本教材時，教師可以隨時觀看學生的學習情況，以作為是否需要作個別或集體輔導的參考，同時在改進教學與命題難度考查方面，也均能精確有效，簡單便捷。（詳情請看討論五例證）

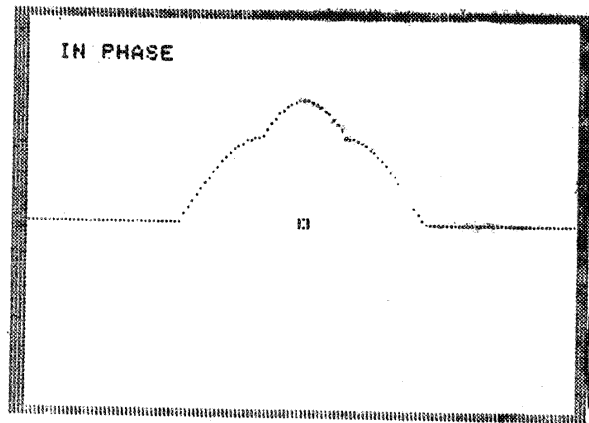
程式(二)：波合成與節點：

波的干涉，是物理課程中很難教學的一節，原因是波速快，難觀察。在缺乏合適教具

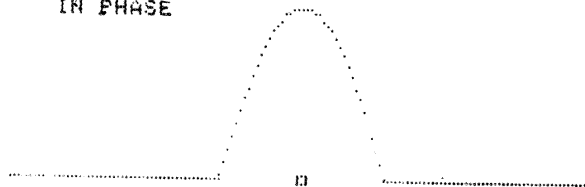
IN PHASE



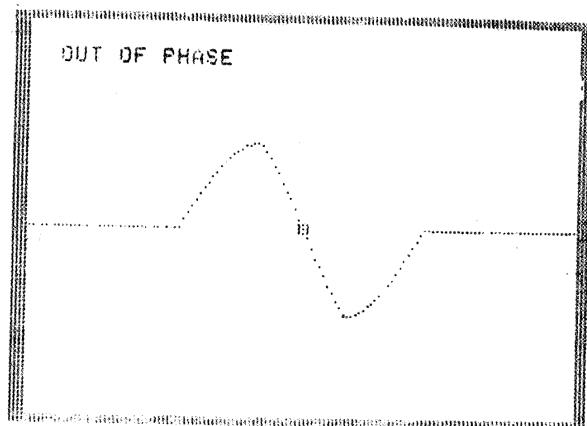
IN PHASE



IN PHASE



OUT OF PHASE



或錄音帶的狀況下，用手比或黑板作業，很不容易將波形在干涉時的變化描繪得清楚，而“節點”——反相干涉時的不動點，學生就更難真正理解了。

本程式可以完全解決上面的難題！只要輕輕一按，各種波形的變化就一一呈現，反相干涉時，節點清清楚楚，尤其應用了交換畫頁的技巧，波形能夠完整地移動，使學生能看得更明白！但國中物理對本節介紹不深，所以暫不命題，本程式僅供教學之用。

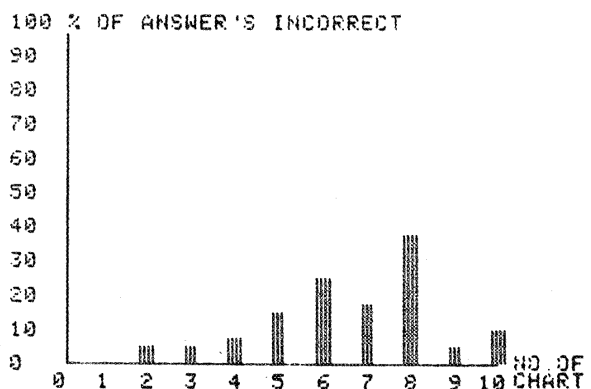
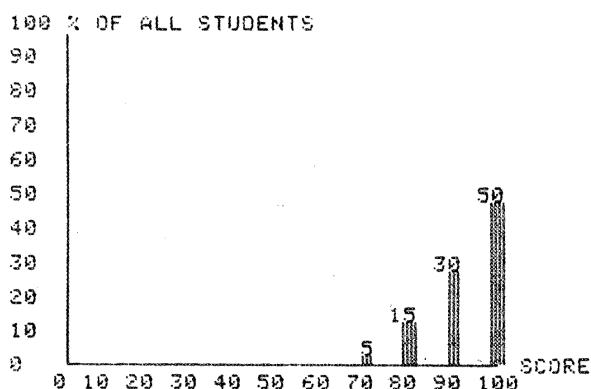
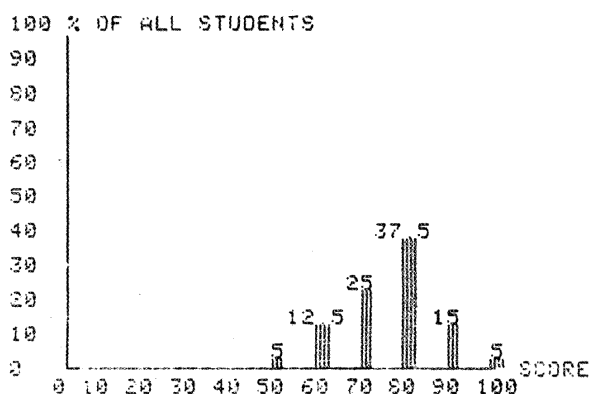
程式只須稍加修改，亦可得出其他的波形，應用上非常廣泛。

實際操作時，螢幕畫面每3~4秒交換一次，但波接近的速率可任意更改，使波形的變化觀察更容易。

五、討 論

程式(一)的教學成效如何呢？

本校位處離島鎮郊，三年級共五班，男女合班且常態編班。筆者任選兩班各四十人，一班施以正常教學，命名為“



CLASS NO	NAME	SCORE	ROUND	INCORRECT
3 1	11 S N Y	50	1	4,5,6,7,8
3 1	11 S N Y	80	2	6,8
3 1	11 S N Y	100	3	

對照班”；另一班使用本教材，命名為“電腦班”。課程施教完畢後，分別以本程式內的十個題目讓兩班學生受測，成就分析如下：

(一)對照班成就分析：

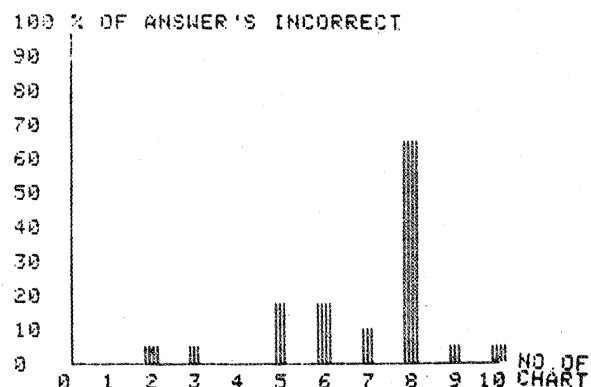
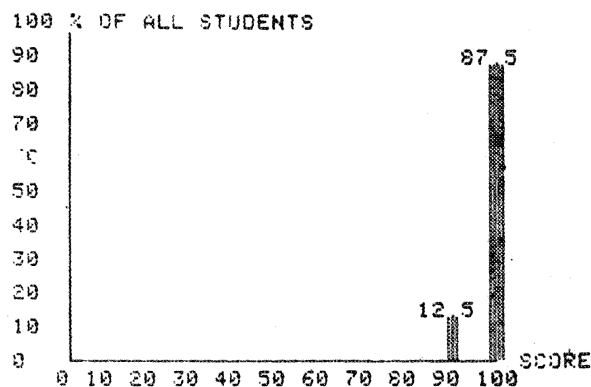
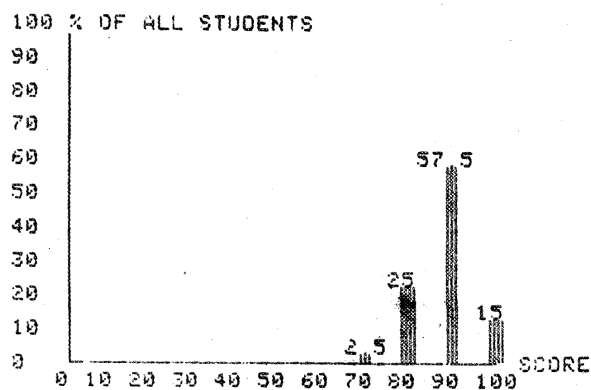
1. 第一次測驗，全班成績分佈圖(上)
2. 第二次測驗，全班成績分佈圖(中)
3. 各題答錯次數佔總答錯題數的百分率圖(下)

由統計圖可發現成績呈常態分配，表示題目的鑑別率尚高；第二次受測時成績雖有進步，但幅度不大。

對照班第一次受測時答錯的題目以“反相題”居多，但各題分佈尚平均，表示許多同學在正常教學之後，仍對同相反相與波長關係不甚明瞭。

(二)電腦班成就分析：

1. 第一次測驗全班成績分佈圖(上)
2. 第二次測驗全班成績分佈圖(中)
3. 各題答錯次數佔總答錯題數的百分率圖(下)



CLASS	NO	NAME	SCORE	ROUND	INCORRECT
3	2	Y. L. S	70	1	5, 7, 10
3	3	H. C. C	90	1	7
3	4	W. C. M	80	1	6, 7
3	5	L. H. I	100	1	
3	6	C. Y. H	100	1	
3	7	H. Y. W	100	1	
3	8	S. N. D	100	1	
3	9	H. H. T	100	1	
3	10	L. Y. J	100	1	

由統計圖可發現電腦教學後，學生成績普遍比對照班高，且在第二次測驗時，已有 87.5 % 的學生達到滿分，較諸對照班的 50 % 高出甚多。

可見電腦輔教確實對加強學生的理解、思考、分析、記憶等能力，有極大的幫助。

在答錯的題目方面，電腦班對“反相”也不了解，此點與對照班同，但各題分佈却甚不平均，表示學生只是對題目的不適應，理由可從第二次測驗時，本班成績猛然升高，得到證明。

※教學後的追蹤抽問，仍以電腦班記憶較久，其他有關電腦輔教優點的證明，請看附錄。

六、結 論

(一)國中課本中，“同相與反相”一節的範圍較小，所以程式(一)出題不多，但本程式的教學功效與題目鑑別率仍然不錯，且生動的畫面與各種音效更增學習情趣，對誘發學生的求知欲甚有裨益。

(二)題目是死的，程式是活的。程式(一)的流程，可作為設計其他 CAI 教材的張本。

(三)貯存資料仍以磁碟為佳。程式(一)有關學生成績的存取，若以磁碟為之，則速度更快、容量更增！

(四)程式(一)的畫面交替時間為 3 秒，與程式一相比仍嫌太慢，係受程式語言 BASIC 的限制。近期內將以低階語言重新設計，期能更增教學效果。

(五)畫面說明以英文顯示，係受機器限制。添購新機後，可立即改為中文。

(六)今後的期許：設計更多、更生動、更有效的 CAI 教材，但一己能力有限，期盼更多教師共同勵力為之。

- 評語：1. 本作品能以電腦為輔助，讓學生對波動「同相」、「反相」的物理概念，有效的加以學習。
2. 有完整的評量系統，以了解學生學習的情況。
3. 本作品為一般 CAI 設計，創新處不多。