

從臺灣學生在馬里蘭州學校實作評量的表現 看我國中小學生的作圖能力

*鄭美雪 **黃長司***黃萬居****朱玲玲
*台北市立河堤國民小學
**國立臺灣師範大學化學系
***台北市立師範學院數理教育系
****台北市立中正國民中學

一、前言

我國中、小學的教學評量都是以紙筆測驗為主，其中更以是非、選擇的題型最受歡迎，不但學生覺得簡單易答，老師改起考卷更是輕鬆愉快。然而這類試題較偏重於記憶性方面的知識，於是長期累積下來，我們的學生都很善於「記憶知識」，甚至在國際性的數理教育評鑑（IAEP）中，與韓國並列為最高成就國家，然而在實作測驗上的表現卻是：操作能力欠佳、彈性思考能力較差（楊榮祥，民82）。

馬里蘭州學校學習成就評量計畫（MSPAP）之評量工具均為實作測驗，要求受試學生運用其所學過的概念及技能，以觀察、測量、操作器材並記錄或解釋其所得數據，以評量學生整體性的學習結果（簡茂發等，民84）。在台灣所進行的研究僅採用數學及自然兩科的試題，測驗內容所針對的概念與我國教材少有直接相關，因此較能真正評量出我國學生科學過程技能之實力。

我國與美國馬里蘭州合作之學習成就評量計畫，八十三年度所採用的試題：分A卷、B卷、C卷三套題本，合計十五個作業，其中有四個作業要求學生作圖，三個是完全開放式的作圖題，對學生的作圖能力是一大挑戰，B卷作業伍的評分標準最高，不只是要求作圖正確，更要求其完整性。本次測試的學生樣本A卷168名，B卷155名，C卷210名，本文將針對國內學生的作圖能力做深入的探討，並就本評量之作圖題所建立的學生作答類型和錯誤模式，與國內課程標準及教材內容做一比較，希望能在國內一片教育改革聲浪中，做為改革課程架構的參考。

二、國內相關研究

張惠博（民73）曾對「台灣中區國民中學一般資優暨特殊才能學生夏令營」及「台灣中區國民中學學生暑期科學研習營」的學生做完實驗後所繳交的圖形加以分析，雖

然事前對於作圖方法有詳細的說明，但是近二百位同學中，能正確把握作圖要領及作出最適合圖形的並不多，倒是出現了甚多缺點，常見的有：

- (1) 坐標軸上所表示的物理量，沒有註明單位或單位錯誤。
- (2) 在坐標軸上，沒有標示刻度。
- (3) 在坐標軸上，沒有註明物理量的名稱。
- (4) 坐標軸上，標示物理量的位置不恰當。
- (5) 不會正確的把數據點連接起來。
- (6) 在關係圖中，仍加上箭頭。
- (7) 不會以正確的圖形表達甲、乙二物理量間之關係。
- (8) 同組的同學，所繪出的圖形，大致雷同。

江武雄等(民78)以台灣中部地區高二534名、國三944名學生為樣本，評量中學生在數據處理與解釋和形成假設的過程中應用所學過的化學概念之能力，試題中已指定橫軸與縱軸所代表的變因，然後再要求學生作答，結果學生各項作圖能力答對情形如下表：

表一 中學生資料處理——作圖能力分析表

項 目	對 象	平均答對人數比
1 寫出橫軸、縱軸所代表的變因 (包括變異量的名稱及單位)	國三	0.64
	高二	0.77
2 自訂適當刻度	國三	0.35
	高二	0.44
3 點出座標點	國三	0.47
	高二	0.64
4 畫出曲線或直線	國三	0.01
	高二	0.12
平均	國三	0.37
	高二	0.49

國三及高二學生平均的答對人數比分別為0.37及0.49，可見作圖能力仍亟待提升。

三、本評量之學生作圖能力表現分析

(一) 有關之試題說明

本評量中有關作圖的試題共有四個作業，其中「平衡操作」和「改建運動場」是畫長條圖，前者只需找出重量和人數（或編號）之關係，並畫出正確長度即可，後者則尚需標示數據。「浮萍的難題」要求畫三週實驗中兩週的折線圖，第一週的折線圖已畫好，學生必須自己畫第二、三週的折線圖。「灰石研究」要在方格紙上畫出標示清楚的關係圖，從標題名稱、座標單位、座標比例到交點的連接，每一點都是給分的重要依據。

(二) 施測結果分析

1. 平衡操作：用長條圖表示學生的體重資料。

- ① 以編號和重量表示橫軸和縱軸的共有 49.4 %。
- ② 以人數和重量表示橫軸和縱軸的共有 27.4 %。
- ③ 用折線圖表示的有 3 %。

整體看來，有 76.8 % 的學生能正確作答。

2. 改建運動場：將每項遊戲所得的分數畫成長條圖。

- ① 能依照遊戲項目畫長條圖，並標數據的有 37.1 %。
- ② 能依照遊戲項目畫長條圖，未標數據的有 13.9 %。
- ③ 學生把各年級分別畫成長條圖者佔 20 %。

本題通過率為 44 %，學生在自行規劃座標刻度時有極大的困擾。

3. 浮萍的難題：利用資料並參考第一週的折線圖，畫出第二、三週的平均水溫折線圖。

- ① 兩個折線圖全部畫對的有 72.3 %。
- ② 只有一週折線圖畫對的有 12.2 %。

本題通過率 84.5 %，學生中有點錯一個交點、兩週分開畫圖、用錯顏色筆及連成直線的缺點。

4. 灰石研究：作一個標示清楚的關係圖，用來表示重量如何隨時間而改變。

- ① 所有受試學生無人標示關係圖名稱，經訪談，5 人當中有 3 人表示不會命名，1 人覺得不需要標示關係圖名稱，1 人表示沒想到要標示名稱。試著命名的 6 人當中，有 2 人能說出恰當的名稱，4 人雖表示會命名，不過所說出的名稱並不恰當。
- ② 畫長條圖的有 5.2 %，訪談時有的學生表示是因為數學課都這樣畫，認為畫長條圖可以表達得更清楚。
- ③ 能正確標示出橫軸與縱軸變異量的名稱或單位、橫軸和縱軸座標刻度成比例，

且交點連線正確的有28.4%。

- ④ 只有橫軸或縱軸座標刻度不成比例的有4.5%，由於我國教材中少有自訂刻度的練習，因此以下缺失仍算正確。
- (a) 代表重量的軸刻度間距太大，不易看出變化。
 - (b) 代表重量的軸刻度從零突然跳到一百多，卻未以省略記號予以斷開。
 - (c) 代表時間的軸，1、5、10分鐘的間距一樣大。
 - (d) 座標刻度是由大排到小。
- ⑤ 只有橫軸或縱軸的變異量名稱或單位錯誤的有5.8%，其中重量若改放在橫軸仍算正確。
- ⑥ 只有座標位置不正確的有3.9%。錯誤少於兩個或連線不完整仍算正確。
- ⑦ 同第③項，但只有其中一項正確的有13.6%。
- ⑧ 答對部分少於上述各項的有14.8%。

本題通過率61.3%。

四、有關之小學課程標準內容探討

(一) 數學科

數學科極重視學生讀圖、作圖及應用圖表的能力，因此無論在現行(民64)或將公佈實施(民85)的課程標準中，均對統計圖表這個領域做了詳細的規劃，由簡單而複雜，逐步培養學生這方面的能力，其中第四學年的分段目標更明確的指出要發展繪製及讀報統計圖的能力。(詳見表二及表三於次頁)

(二) 自然科

自然科雖然重視科學方法的能力培養，但是即使現行課程標準，也僅在預期學習結果部份列有一條「以圖表表示測量值」，其餘均未直接提到統計圖。

五、有關之教材內容與學生作圖能力之分析

(一) 關係圖名稱

1. 教材方面

① 數學科

- (a) 未指出標示統計圖名稱的重要性。
- (b) 未教導學生如何命名。

從臺灣學生在馬里蘭州學校實作評量的表現看我國中小學生的作圖能力

表二 現行數學科課程標準有關作圖能力之內容 (民 64)

項 目	年 級	內 容
總 目 標		無
分 段 目 標	二	(內)從具體事物的分類、整理中，瞭解簡單統計圖表的讀法與作法。
	三	(內)從整理資料或繪製圖表的活動中，養成明確的分類觀點及閱讀各種統計圖表的能力。
	四	(內)發展繪製及讀報統計圖表的能力。
	六	(內)增進統計圖表的設計與運用的能力，獲得概率的初步認識。
教 材 綱 要	一	• 用記號 (如○、×) 整理資料 • 分類與計數
	二	• 用記號表示統計結果
	三	• 用畫記整理資料 • 簡易的長條圖
	四	• 簡易統計表 • 簡易的折線圖
	五	• 平均值 • 百分圖表
	六	• 統計圖表的設計與應用 • 概率的初步介紹
預 期 學 習 結 果		<p>(內)統計與圖表部份：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 能獲得搜集簡單統計資料並加以分類、計數、整理的能力。 2. 能認識長條圖、折線圖、百分圖表等統計圖表。 3. 能獲得繪製並報讀簡易統計圖表的能力。 4. 能瞭解平均值、概數、成數、百分率等意義。 5. 能獲得解釋及預測簡易統計圖表中的統計事象之基本能力。 6. 能獲得概率的初步認識。

表三 85年將公佈實施之數學科課程標準有關作圖能力之內容

項 目	年 級	內 容
總 目 標		無
領域目標		<p>四統計圖表</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 能獲得搜集資料，並加以分類、計數、整理的能力。 2. 能認識長條圖、折線圖、百分圖等簡易統計圖表。 3. 能獲得繪製及報讀解釋簡易統計圖表的能力。 4. 能瞭解平均數、眾數、百分數的意義。 5. 能獲得機率的初步經驗。
分段目標	低年級	(+)將資料整理成簡易統計圖表，並會閱讀。
	中年級	(+)養成報讀長條圖、折線圖、時刻表與節目表及繪製長條圖、折線圖的能力。
	高年級	(+)培養繪製及報讀統計圖表的能力。
教材綱要	一年級	<ul style="list-style-type: none"> • 記錄活動的結果 • 簡化紀錄 • 讀簡易的圖表(註401)
	二年級	<ul style="list-style-type: none"> • 將資料整理成紀錄表 • 把紀錄表整理成統計圖表 • 讀統計圖表
	三年級	<ul style="list-style-type: none"> • 用畫記(如：正、冊)將資料整理成統計圖表 • 畫長條圖 • 讀長條圖
	四年級	<ul style="list-style-type: none"> • 讀折線圖 • 畫折線圖 • 讀時刻表與節目表
	五年級	<ul style="list-style-type: none"> • 在生活情境中，瞭解平均數和眾數的意義 • 求平均數和加權平均數
	六年級	<ul style="list-style-type: none"> • 從遊戲中瞭解機率的初步概念(註402) • 讀圖形圖、長條百分圖 • 畫圖形圖、長條百分圖

表四 我國小學有關作圖能力之課程內容分析表

科別	冊別	單元及名稱	統計圖的種類	統計圖標題	座標單位	座標比例	呈現結果的方式	應用情形
數學	五	九、長條圖	長條圖	車輛統計圖	已訂	已訂	找出交點	看數量、比大小
	七	八、折線圖	折線圖	××折線圖	"	"	"	讀數量、比大小、有斷開記號
				××高度統計圖	"	"	"	"
				Y的變化圖	"	"	"	"
				Y的記錄圖	"	"	"	"
	九	十二、直方圖	直方圖	××直方圖	自訂	自訂	"	讀數量、比大小
				人口分布圖	"	"	"	"
自然	十	九、百分率	長方圖	無	已訂	已訂	"	"
			圓形圖	××情形	"	"	"	"
	二	五、種子發芽了	長條圖	的幼苗生長記錄表	已訂	已訂	貼色紙	能看出幼苗漸漸長大
	五	七、指出位置來	座標圖	無	"	"	(X, Y)	1. 指出某物的座標 2. 指出某座標為何地
	六	八、測量力的大小	折線圖	X和Y的關係圖	已訂	自訂	找出交點並連線	從彈簧的長度判斷物品重
	七	二、測量氣溫	未規定	無	"	已訂	"	看氣溫變化情形
	"	九、悶熄蠟燭	折線圖	X和Y的關係圖	"	自訂 Y座標	"	用內挿法預測燃燒時間
	八	四、觀測太陽	"	Y的變化圖	"	已訂	"	看高度角變化情形
	十	一、天氣的變化	"	Y的變化圖	"	"	"	看氣溫變化情形
	"	八、太陽和季節	"	"	"	"	"	看高度角變化情形

(c) 課文中出現的統計圖沒有一定的命名原則。

② 自然科

(a) 僅第二冊讓學生以填空的方式完成名稱的標示。

(b) 未教導學生命名的方法及重要性。

(c) 課文中出現的統計圖名稱有一定的命名原則，大致可分為 Y 變項的變化圖及 X 和 Y 項的關係圖兩類。

2. 學生作圖表現：無法從試題中看出應標示關係圖名稱，訪談時有少數學生有能力標示。

學生的作圖能力與教材內容相符。

(二) 橫軸與縱軸的變異量名稱或單位

1. 教材方面：除數學科第九冊「直方圖」之外，包括自然科均已訂好，學生不必自行標示。

2. 學生作圖表現：約有三成學生能正確標示。

需自訂單位的單元在施測時應該尚未教學，但仍有三成的學生自行決定。

(三) 橫軸與縱軸的刻度比例

1. 教材方面

① 數學科：僅第九冊「直方圖」要求學生自訂刻度比例，其餘均已代為繪製訂好比例。

② 自然科：僅第六冊「測量力的太小」要求學生自訂橫軸與縱軸之刻度比例，第七冊「悶熄蠟燭」僅需自訂縱軸刻度比例，其餘均已繪製訂好比例。第七冊「測量氣溫」的氣溫變化圖，第八冊「觀測太陽」及第十冊「太陽和季節」的太陽高度角變化圖之橫座標時間，均由零直接跳到開始觀測時間，中間並未以省略記號斷開。

2. 學生作圖表現：約有五成學生能自訂橫軸和縱軸刻度比例，但在橫軸有一分鐘和五分鐘會有間隔相同的情形，縱軸則有從零突然跳到一百多卻未用省略記號予以斷開的現象。

在眾多繪製統計圖的教材中，僅三個單元需自訂刻度比例，其中有一個單元未教，但已有約五成學生能自訂刻度比例。

(四) 交點

1. 教材方面：數學科與自然科的所有有關教材中，學生均需自行找出交點，並完成正確的圖形。

2. 學生作圖表現：約八成的學生能正確找出交點，但有少數幾人會有一個交點點錯位置。

六、結論與建議

(一) 結論：從以上的施測結果分析及和教材比較後獲得以下幾點結論。

1. 五年級學生未能從其所學教材中得知標示統計圖名稱的重要性，訪談時有少數學生能正確標示。
2. 五年級學生只有三成能自己找出統計圖的適當單位或標示變異量的名稱，而這些顯然不是從教材中學到的。
3. 五年級學生約有半數能在經過兩個單元的學習之後，自行訂定座標刻度比例，但無人懂得利用省略記號。
4. 五年級學生在學習多個需作圖的單元之後，大多數能正確找出交點並連線。

(二) 建議

1. 數學科課程標準已對作圖能力有詳細而完整的規劃，但有關繪製統計圖的教材，大多將「繪製」的涵義侷限於找出交點以完成統計圖，宜在各教材中逐步讓學生擴大其真正的繪製能力。
2. 數學科各有關統計圖之單元，其統計圖名稱宜採用較一致的命名原則，以免學生的觀念混淆不清，另外增列標示統計圖名稱的練習題，相信能有效增進學生標示統計圖名稱的能力。
3. 數學科在第七冊「折線圖」單元，曾用過省略記號將縱座標予以斷開，使統計圖能更清楚的表示出其變化，雖然在課文中有省略及未省略兩種統計圖讓學生比較其差異，但顯然效果不彰，宜設計「比較」的習題，加強學生的印象。
4. 建議在自然科課程標準中，增列培養作圖能力的條文，以免在教材開放之後，新教材忽略此項重要能力之培養。
5. 自然科教材中仍有部分未標示統計圖名稱，宜補上，同時讓學生在自行畫統計圖時練習命名。
6. 自然科有關作圖能力的教材很多，每當學生已學會某個項目之後（例如：第六冊「測量力的大小」學生已學過如何自訂座標刻度比例），則在其後出現的作圖單元就應讓學生自行完成該項目，如此才能逐步提昇學生的作圖能力。
7. 自然科在第七、八、十冊測量氣溫和觀測太陽時，橫座標時間均有從零直接跳

到開始觀測時間(例如:上午8時)而未用省略記號予以斷開的現象,容易使學生觀念混淆,宜加上記號或特別予以說明。

參考資料

1. 李虎雄、黃長司(民84) 美國馬里蘭州學校實作評量工具在台灣施測的可行性。科學教育月刊, 179期, pp. 41~49。
2. 簡茂發等(民83a) 教育部八十三年國民教育階段學生基本學習成就評量研究。研究報告。
3. 簡茂發等(民83b) MSPAP評量工具中文版三套九冊:指導手冊(5A, 5B, 5C)、資料本(5A, 5B, 5C)、作答本(5A, 5B, 5C)。
4. 楊榮祥(民81) 1992國際數理教育評鑑IAEP——我們能夠學到什麼?。科學教育月刊, 149期, pp. 2~31。
5. 張惠博(民73) 淺談實驗作圖的方法——擔任國中學生暑期科學研習活動的感想。科學教育月刊, 75期, pp. 51~57。
6. 江武雄等(民78) 我國學生科學過程技能學習成就水準之研究——化學概念在資料處理與解釋和形成假設的應用(二)。國立台灣教育學院化學系。
7. 楊水平(民81) 科學過程技能中的資料處理和解釋之教學實例。科學教育月刊, 147期, pp. 40~54。

★

(上承第24頁)

參考資料

黃朝恩著(民國80年) 人類與自然災害 國立台灣師範大學人文教育研究中心出版。

★