SciDAVis 數據繪圖軟體簡介 ---- (2017/3/5 麗山高一學生授課講義)

國立臺灣師範大學物理系--賈至達教授撰寫

一、簡介：

SciDAVis 是 *Sci*entific *D*ata *A*nalysis and *Vis*ualization 字頭的縮寫，中文翻譯是：科學資料分析與視覺化，是一個數據分析和繪圖工具，基本使用方式和要付費的 ORIGIN 軟體相似。SciDAVis 是一個跨平臺的自由軟體，可以在 Window、Apple OS 和 Linux 等作業系統上執行。目的在於將實驗的數據、模擬的數據，或是理論計算的方程式等相關數據，由產生的數據表格輸入，繪製成常用的、易於理解的 2 維(2D)或 3 維(3D)的數據圖；數據圖以 JPEG 或 PNG 的型是輸出，可以直接複製在文件中。使用過 ORIGIN 軟體的人，都知道數個數據繪圖，以及和與這些圖有關的所有數據表格可以保存在一個「project」中，因此該「project」是 SciDAVis 的存檔方式。

除了可以繪圖外，也可以用以進行數據分析，例如常用的積分、外插，或是傅利葉分析等分析功能，都可以執行。以下針對 SciDAVis 的所需要的入門功能，逐一介紹，並當場實作。

二、方格紙練習題：(事先或事後告知繪圖的要領)

我們以簧片共振頻率f_R(Hz)受兩磁鐵間距d(cm)改變，而產生變化之實驗數據進行練習，圖 1 為實驗裝置的示意圖。物理的原理是因為磁力改變，而造成共振頻率改變，數據如表一所示，請同學先以方格紙進行繪圖，並作討論。

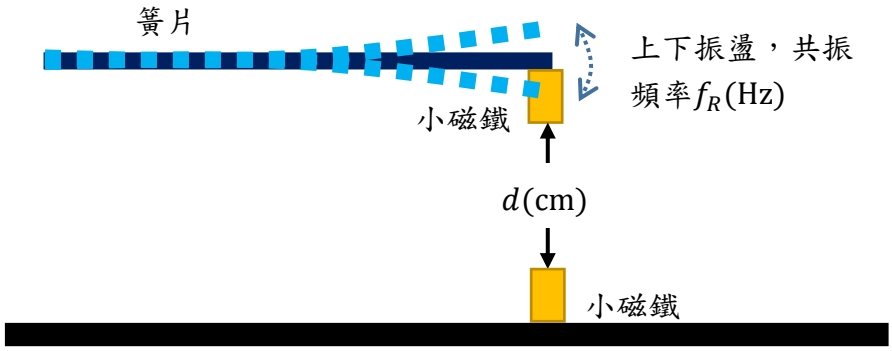


圖 1. 簧片共振頻率受兩磁鐵間距改變，及磁力改變，而產生變化之實驗示意圖。

表一：兩小磁鐵的間距和共振頻率的數據表

兩磁鐵間垂直距離 d(cm)	共振頻率f_R(Hz)
1.85	26.67
1.75	26.68
1.65	26.70

1.55	26.73
1.45	26.77
1.35	26.84
1.25	26.89
1.15	26.96
1.05	27.14
0.95	27.35
0.85	27.67
0.75	28.15
0.65	28.81
0.55	29.75

請同學進行以下兩個練習，學習使用方格紙作圖。

練習一：將表一的數據繪圖，即共振頻率f_R對距離 d作圖。

練習二：已知簧片的自然共振頻率為$f_0 = 26.5\text{Hz}$，假設$f_R - f_0 \propto d^n$，求n的數值。(註：說明有兩種方式，用全對數方格紙，或計算對數值後座圖。)

此章節最後請學生們將所繪的數據說明，並討論優缺點，這部分讓學生了解數據作圖需要注意的事項。

三、下載與安裝：

SciDAVis 自由軟體下載的網站是 https://sourceforge.net/projects/scidavis/，安裝的方式與一般的軟體相同，十分方便，而其使用手冊可以由 http://scidavis.sourceforge.net/manual/下載，是以英文撰寫的手冊，內容針對每一個功能逐次說明，十分詳盡。

圖 2 所顯示的為 SciDAVis 的標準版面，(A)為數據分析時，顯示出模擬的結果，標題顯是 Result Log，而(B)區為數據表格輸入的地方，表上方標題顯示 Table；(C)為數據繪圖，圖上方標題顯示為 Graph，不過並沒有嚴格限定(B)和(C)區，兩者是可以互換。

四、開啟 SciDAVis 與輸入數據

通常開啟 SciDAVis 軟體，見到的畫面如圖 3 所示，僅會顯示出(B)數據輸入區。Table1 右邊 1[X]和 2[Y]兩欄可以輸入兩軸的數據，在其左邊是各個欄位數據的特性。我們可以手動輸入數據，也可以複製 EXCEL、MS-Word 等的視窗表單，貼在相關的欄位內。數據的形式可以用左邊的 Type 進行選擇，可以數值(Numeric)、文字(Text)、月份名稱(Month name)、日期(Day name)、或是日期和時間(Date and time)。數據呈現的格式可以用 Format 進行選擇。有效位數必須以 Decimal Digits:選定，原始的設定為 6 位，通常課堂上的實驗約有 2-3 位有

效位數，而小數的位數更少，因此需要注意選取有幾位有效數字。

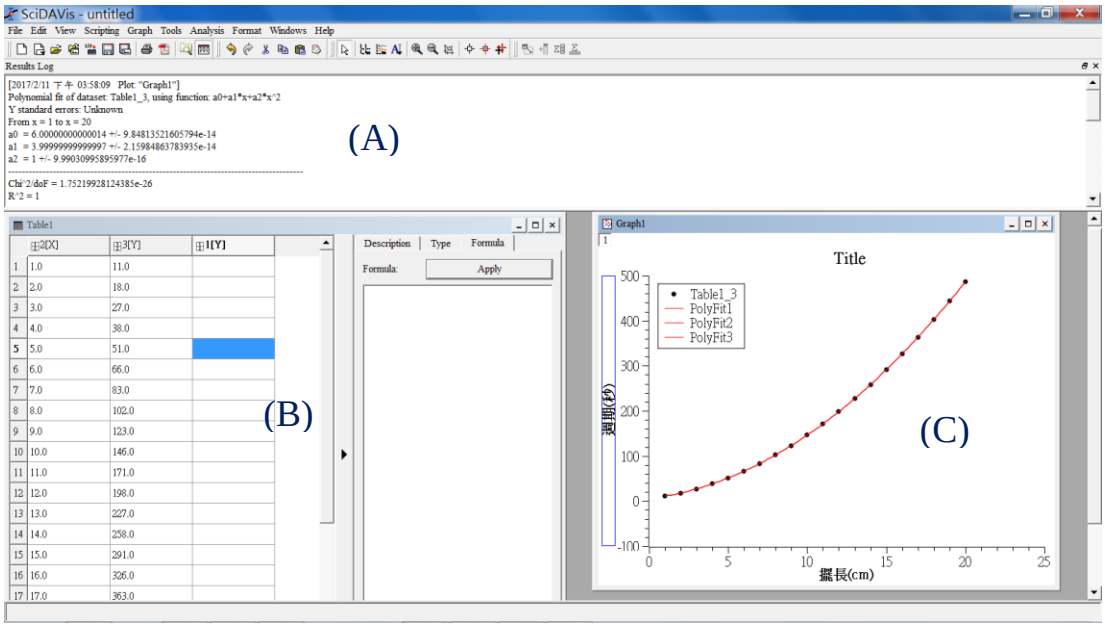


圖 2：典型的 SciDAVis 版面，(A)為 Result Log 是數據分析得結果區，(B)為數據表格(表上方顯示 Table)，而(C)為數據繪圖(圖上方顯示 Graph)。

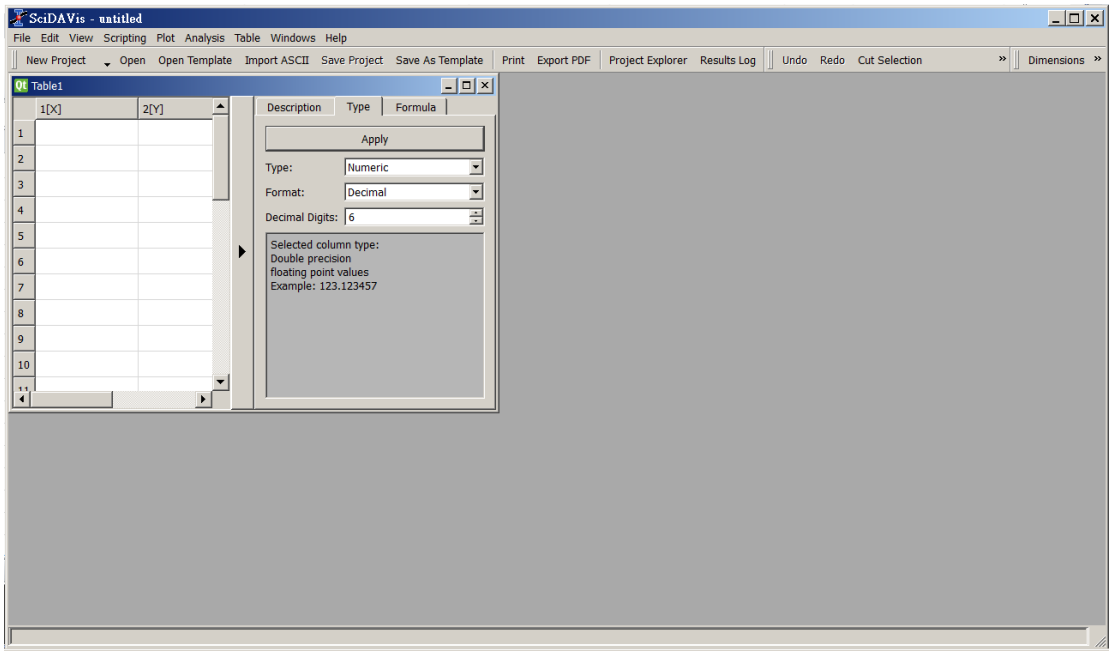


圖 3：開啟 SciDAVis 軟體首次見到的畫面，僅顯示 Table1。

如果要輸入數據欄位的物理量名稱，可以用左邊的 Description，在 Name 的欄位中輸入物理量的名稱。若需要新增欄位，可以在欄位的上方按下滑鼠右鍵選擇 Add Columns；若是在兩欄位之間插入新欄位時，選取 Insert Columns。當 X 欄位已經填入時，可以利 Formula 欄位輸入公式產生數值。如圖 4.和圖 5 所示，將欄位增加，並且利用 Formula 輸入新欄位的數值。

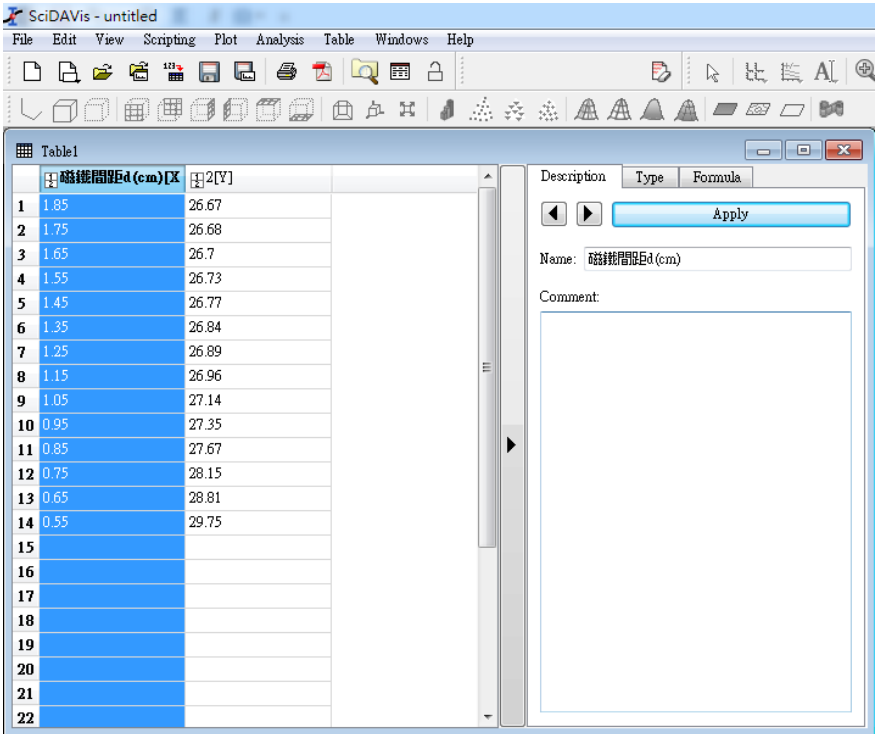


圖 4. 利用 Table1 左邊的 Description、TYPE 和 Formula 輸入數據的物理量、有效位數，或是用相關公式產生與 1[X]欄位的相關數值。

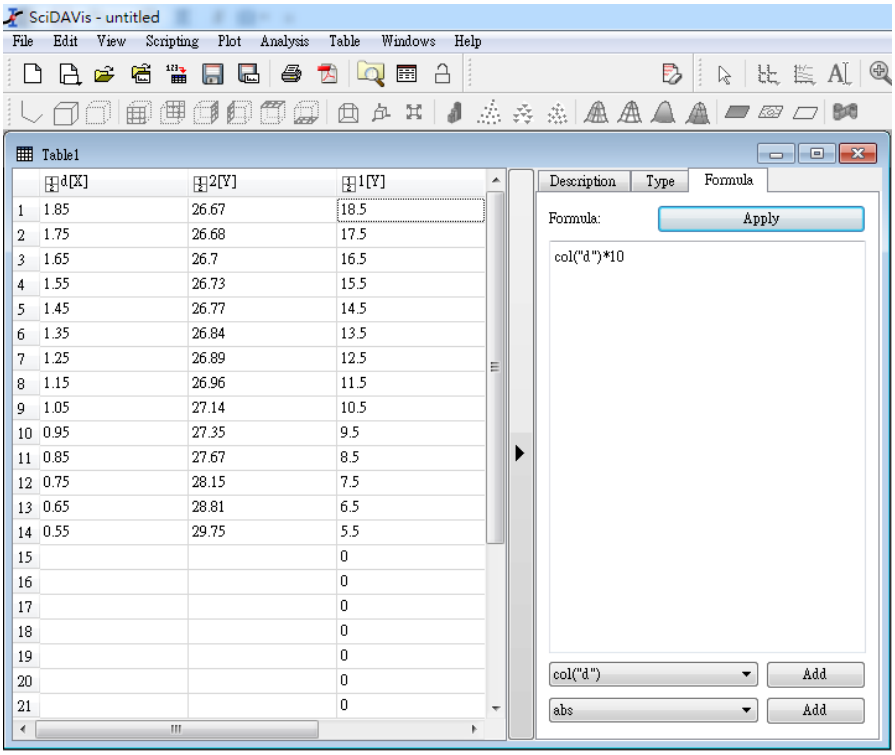


圖 5. 當 1[X]欄位數據已經輸入，可利用 Formula 產生相關數值。圖中顯示將 d[X]欄位的數值乘以 10 倍。

五、利用 SciDAVis 繪製 2D 數據圖表

當輸入了實驗數據後，可以選取所要繪圖之數據欄位，進行繪製數據圖；主要有兩主方式選擇繪圖；一是：選取數據欄位以後，按下滑鼠右鍵選擇最上方按鈕--”Plot”，並選擇想要的作圖法，如Line、Scatter等如圖6(a)所示，也可以由最上方工具列(Tool Bar)上選擇”Plot”，如圖6(b)所示；兩種方式都可以達成目的。當選取好想要的作圖Line、Scatter等型式之後，會出現圖表的視窗，如圖7所示。

(a)

(b)

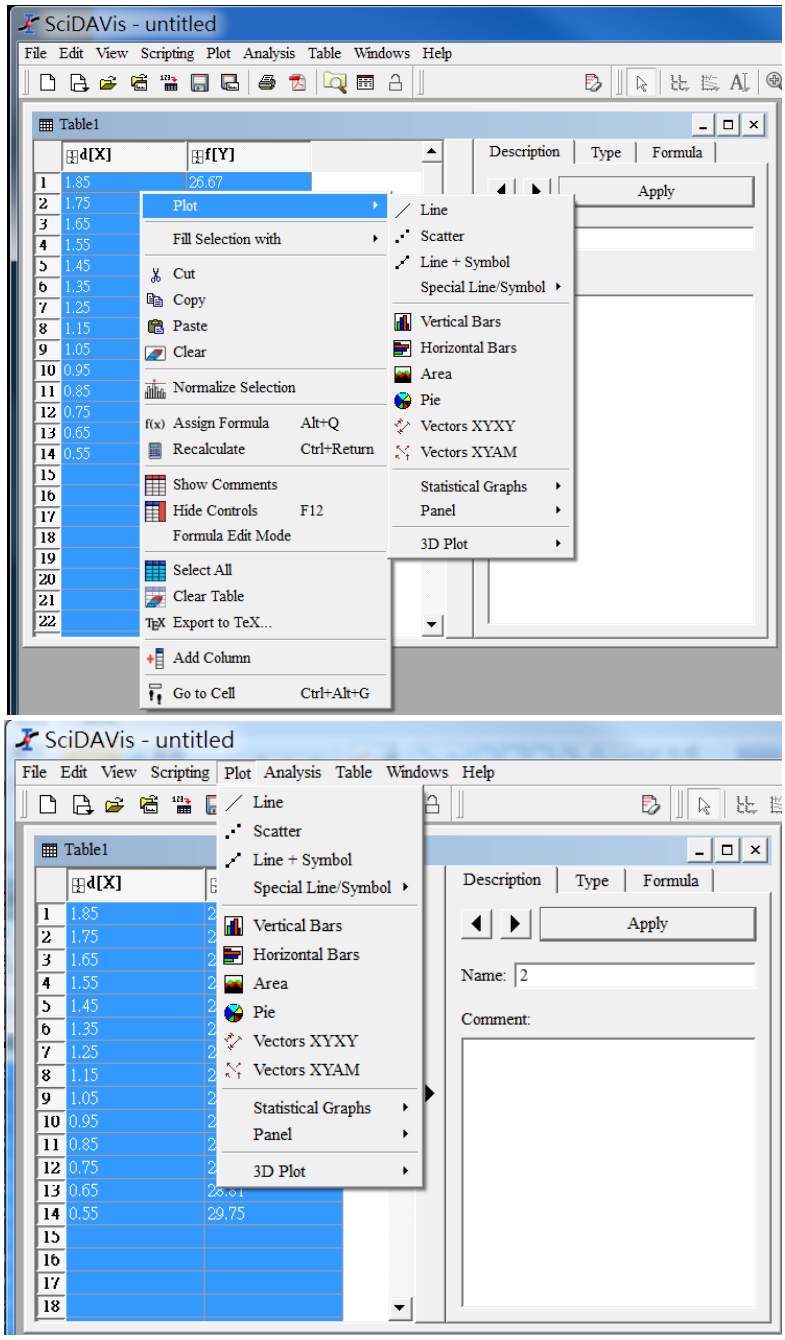
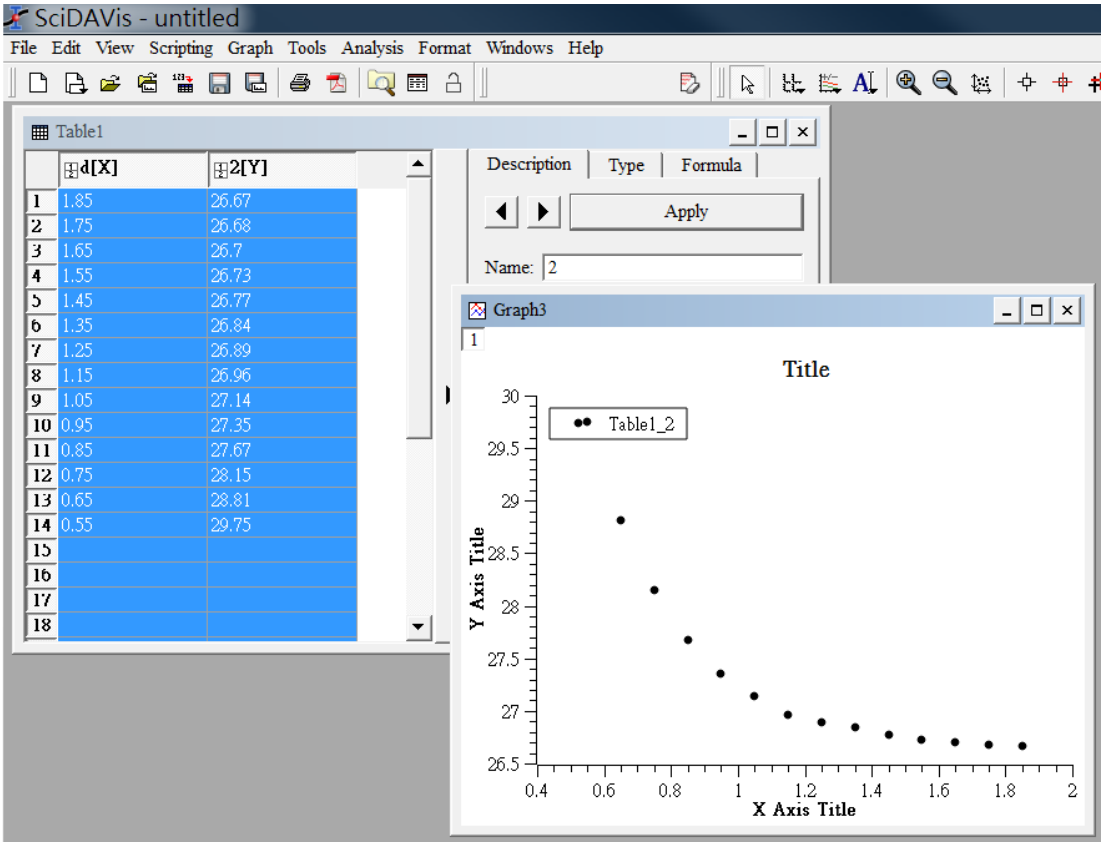


圖 6. (a)當數據輸入，按下滑鼠右鍵選擇最上方按鈕--”Plot”後，所出現的畫面。(b)利用上方工具列(Tool Bar)的選擇鈕，選擇”Plot” 出現的畫面。

圖 7(a)中所顯示的是選擇 Scatter 所繪出的 2D 圖形，在圖形中的每一個有線條或是文字的地方都可以用滑鼠快點兩下，會出現更改的畫面。例如圖 7(b)所顯示的是連續兩次按在數據的黑點後出現的畫面，可以更改數據點的形狀大小和顏色。

(a)



(b)

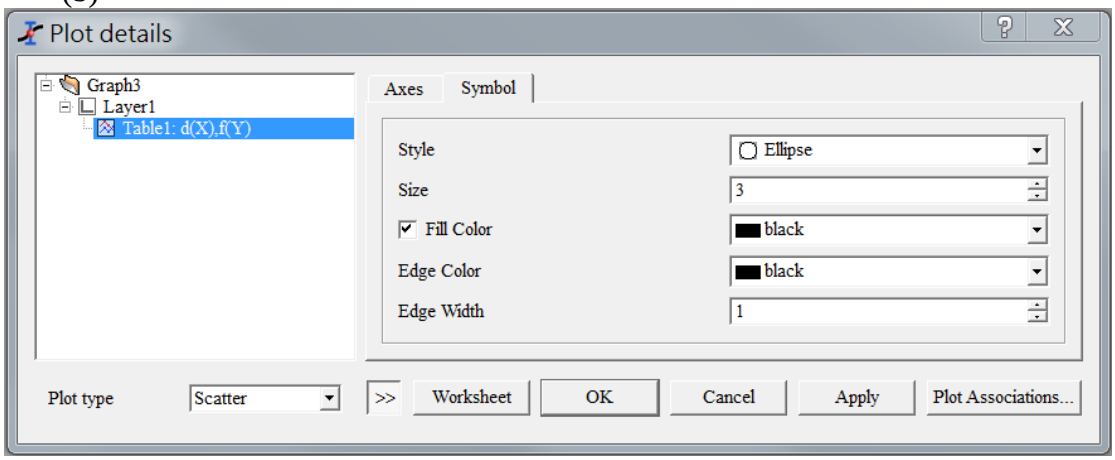


圖 7. (a) 顯示的是選擇 Scatter 所繪出的 2D 圖形，每一個數據點大小和顏色都是內定的。(b) 利用滑鼠在數據的黑點上連按兩次，會出現更動數據點型狀(Style)、大小(Size)和顏色(Color)的畫面。

同樣的方式，可以更改圖形的標題(Title)，在 Title 上用滑鼠連續按兩次之後，會得到如右圖 8 的畫面，可改變標題顏色、字型(含大小)和位置，圖中顯示輸入了 *f* vs. *d* plot；相同的方法，也可以在 X Axis Title 和 Y Axis Title 作相同的動作，輸入物理量與其所對應的單位。

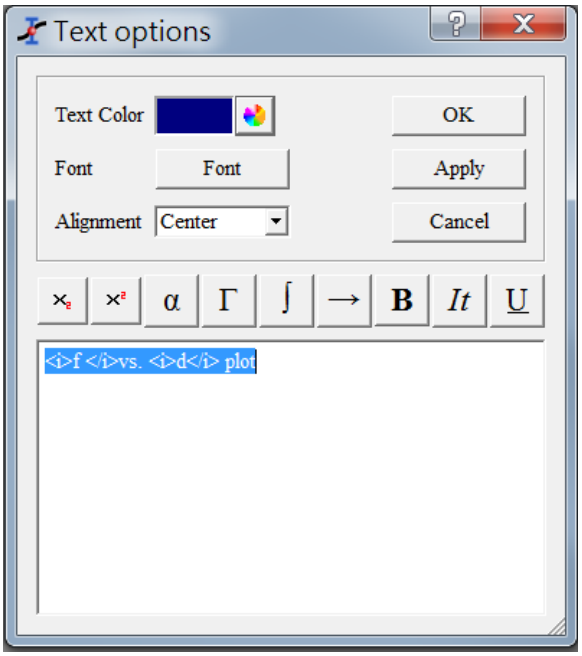


圖 8. 用滑鼠在標題"Title"上連續按兩次所出現的畫面，可以直接輸入文字，有選擇顏色、字型等功能。

座標軸上的刻度，也是可以更改的，包括改變繪圖範圍、字型大小和格式，還有標線的向內或向外，以及粗細的選項。這些也都是可以用滑鼠按兩下後，進行更改。如圖 9 所顯示的，可以改變數據圖顯示的範圍(Scale)，有時候為了顯示數據方便，也的確會改變數據圖的範圍。格線(Grid)的選取也是為了讓圖形易於比較；例如進行口頭報告時，報告者為了讓觀眾容易看到數據所處的範圍是會加上格線，以加深觀眾印象。此處也可以對 X Axis Title 和 Y Axis Title 作重新輸入或更改；亦或者是在選擇數據圖的上邊(Top)和右邊(Right)加上線，或是讓四邊都有刻度與標線，以利於觀察數據。如果想要在一個數據圖上繪製出多條曲線，可以由工具列上選取 Graph 鈕，然後選擇"Add/Remove Curves"，則可增加多條曲線，後續還會提到這個功能。

將標題和座標都標示後，基本上簡單的 2D 數據繪圖已經完成，此時可以複製數據圖到想要貼入的文件中；本次練習的圖形如圖 10 所示。要複製數據圖，可以選用上方工具列"Edit"中的"Copy Selection"，或是直接在圖上按右鍵選擇"Copy"，再選擇"Window"後，就可以複製到其他文件、或是簡報中。數據圖也可以存成一個圖型檔，是利用"Export"，將數據圖存成你所需要的圖型檔格式，如.bmp、.jpeg 等。SciDAVis 還有一個方便繪圖的功能，也就是將數據圖的繪圖模式存成一個模式檔案(Template)，以利於後續繪製同一類型的數據圖使用。在工具列上選取"File"，再選取"Save As Template…"，輸入名稱即可存入

模式檔案；再下次要繪製相類似的圖形時，只要按”Open Template”並選取適當的模式檔案，即會出現模式相同的繪圖。這是很方便讓繪圖的模式都 能夠一致的好方法。

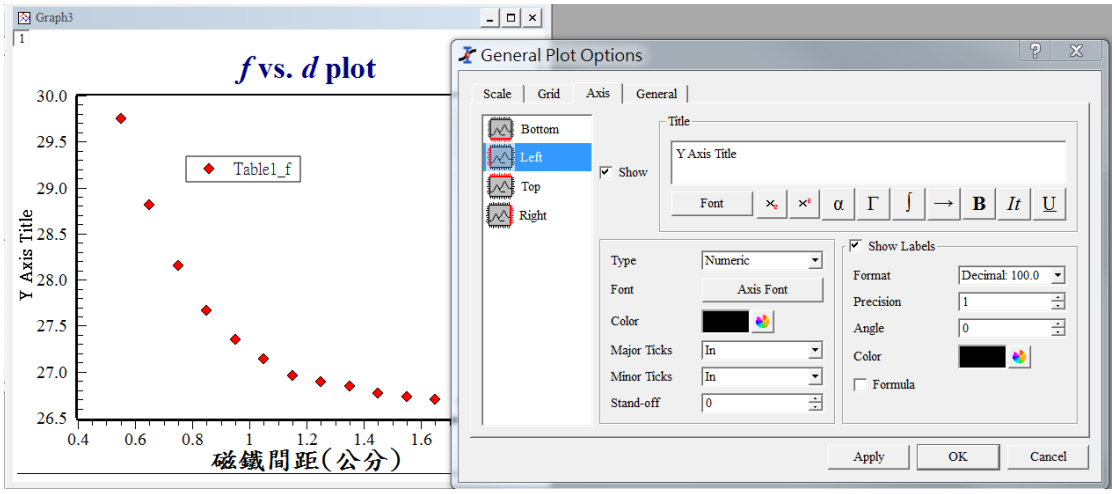


圖 9. 用滑鼠練續兩次點選座標軸，可以改變數據圖顯示的範圍(Scale)，加上格線(Grid)、更改字型、大小等功能。

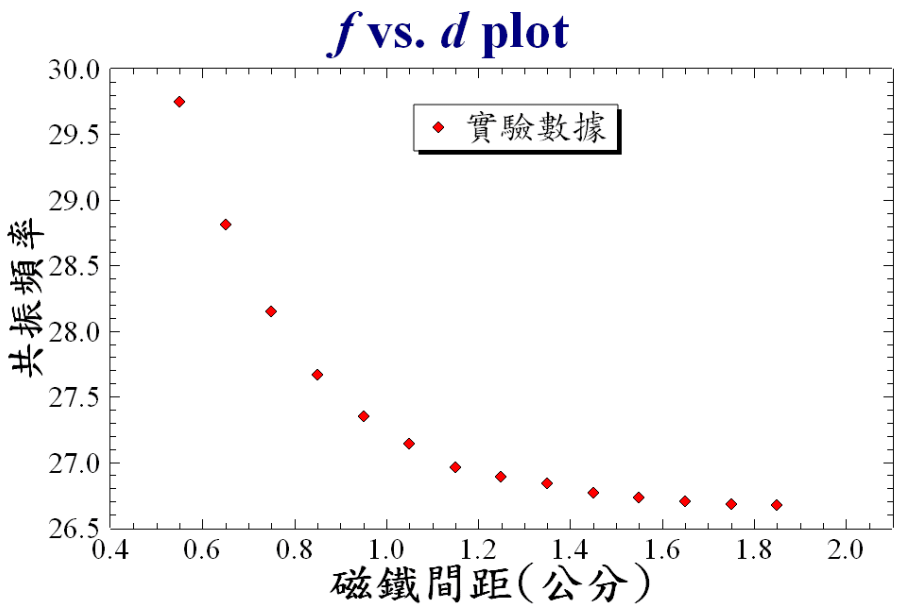


圖 10. 利用複製的功能，顯示最後完稿的數據圖。

六、繪製多層的數據圖

在利用方格紙練習作圖時，在練習二中需要計算$f_R - f_0 \propto d^n$，公式中n的數值。有一種方法是將距離 d(cm)和共振頻率f_R(Hz)都取自然對數，然後繪圖，也就是$\ln(f_R - f_0) \propto n \cdot \ln(d)$，數據經過計算後如表二所呈現的結果。在前數進行數據的 2D 繪圖時，會發現有一個”Layer”的字詞，而且在繪製的數據圖，如圖 7(a)

和圖 9 的左上角，即在 Graph3 的下方，有個浮水印的1，即代表是 Layer 1 的意思，只要加上 Layer 2，在左上會多出一個浮水印的2。

表二：兩小磁鐵的間距、共振頻率$\ln(f_R - f_0)$和的數據表

兩磁鐵間 垂直距離 d(cm)	共振頻率 f_R(Hz)	$\ln(d)$	$\ln(f_R - f_0)$
1.85	26.6	0.62	-1.77
1.75	26.6	0.56	-1.71
1.65	26.7	0.50	-1.61
1.55	26.7	0.44	-1.47
1.45	26.7	0.37	-1.31
1.35	26.8	0.30	-1.08
1.25	26.8	0.22	-0.94
1.15	26.9	0.14	-0.78
1.05	27.1	-0.05	-0.45
0.95	27.3	-0.05	-0.16
0.85	27.6	-0.16	0.16
0.75	28.1	-0.29	0.50
0.65	28.8	-0.43	0.84
0.55	29.7	-0.60	1.18

在浮水印1的地方按下滑鼠的右鍵，選擇”Add Layer”會出現一個空白圖形，同時也會顯示2，再選擇”Add/Remove Curves”可以加上一組數據。在2的位置，按下滑鼠的右鍵，可以選擇加入的數據，其他則如同上述 2D 繪圖的做法，選擇好座標軸、標題和座標標示都依照前述的步驟即可。如圖 11 所示，即為表二中的數據，f vs. d和作$\ln(f_R - f_0)$vs. $\ln(d)$的數據作圖。

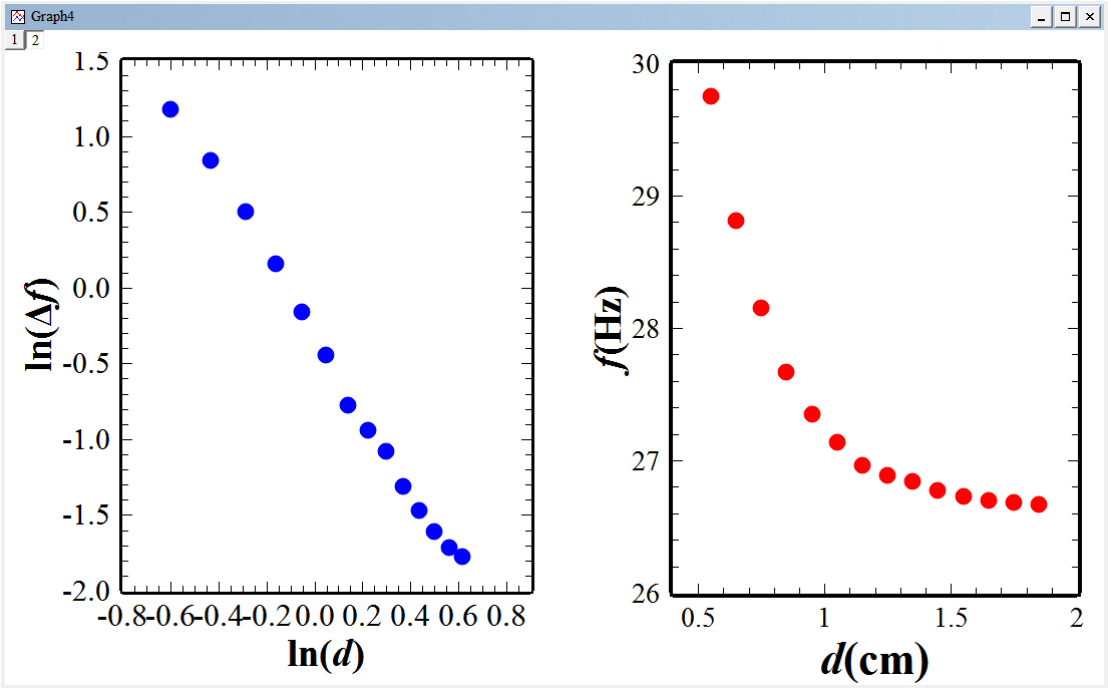


圖 11. 雙層數據顯示圖。

七、3D 圖形繪製

SciDAVis 也可以繪製 3D 的圖形，通常以 XY 面為一平面，選取 Z 軸的數據，則 Z 為 XY 面上的高度，即是以$Z = f(X, Y)$作為一各高度繪圖，如圖所示。

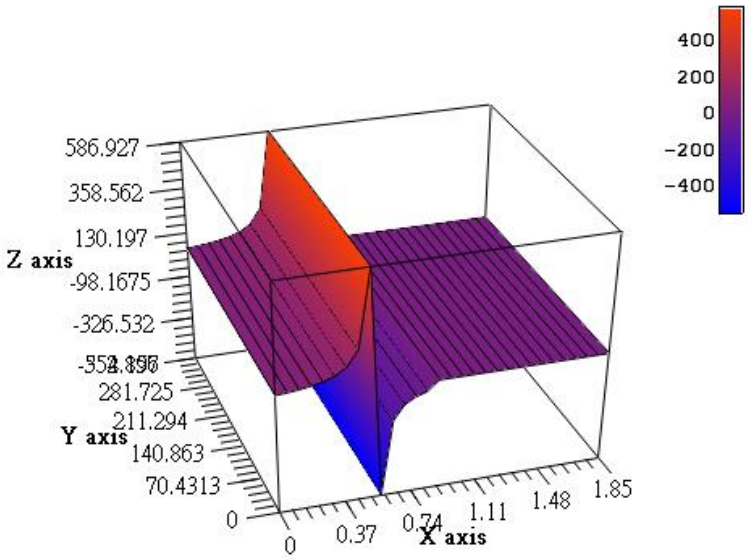


圖 12. 簡易的 3D 繪圖，以$Z = f(X, Y)$的函數方式繪出 3D 數據圖。

一般的照片、或是圖片，也可以繪製成 3D 的圖形。由工具列上選取 File，選擇要輸入數據的按鈕，Open Image File，將圖檔選取輸入，所得到結果如圖 12 所

示。中間有紅色的圖案，是輸入的圖案檔，Matrix1 是轉換成強度數據，每

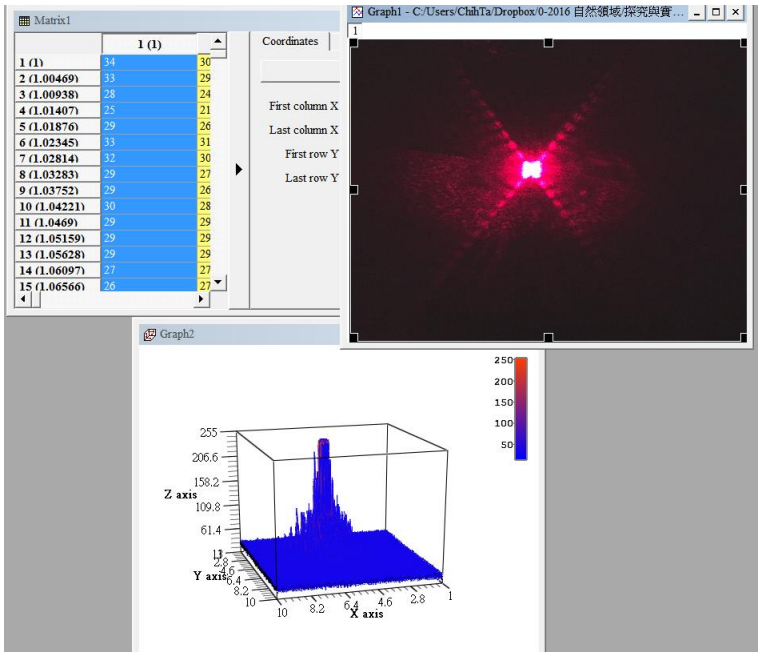


圖 13. 輸入圖形檔案，轉換成強度為 Z 軸，繪製出 3D 立體圖。

八、數據的分析擬合

當會好數據圖後，選取工具列上的”Analysis”，再選擇特定的擬合函數類型，即可以擬合出數據。圖 14 顯示的是圖 10 的數據擬合的結果，途中的紅色細線(ExpDecayFit1)，即由擬合結果所繪出的線。

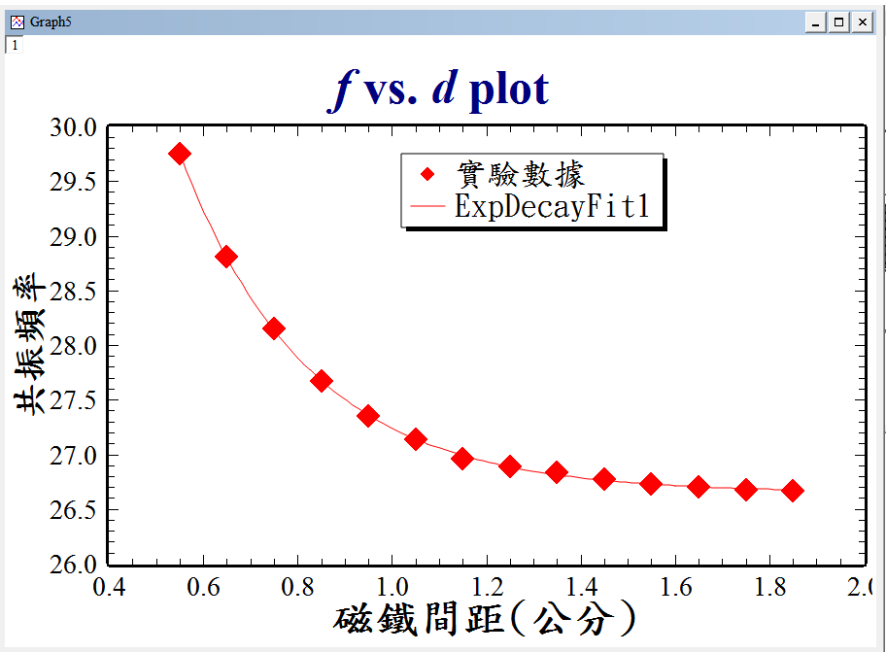


圖 14. 顯示出圖 10 的數據擬合結果。

圖 14 用於擬合的數學式為$f = y_0 + A \cdot \exp(-d/\mathrm{t})$，其中$y_0$、$A$和t是擬合的參數，擬合的結果如圖 15 所示。Results Log 會顯示出每一次擬合時的結果，值得一提的是擬合的χ^2和R^2的數值也會呈現，顯示出擬合結果好壞，讓各位選擇是不是要重新擬合。

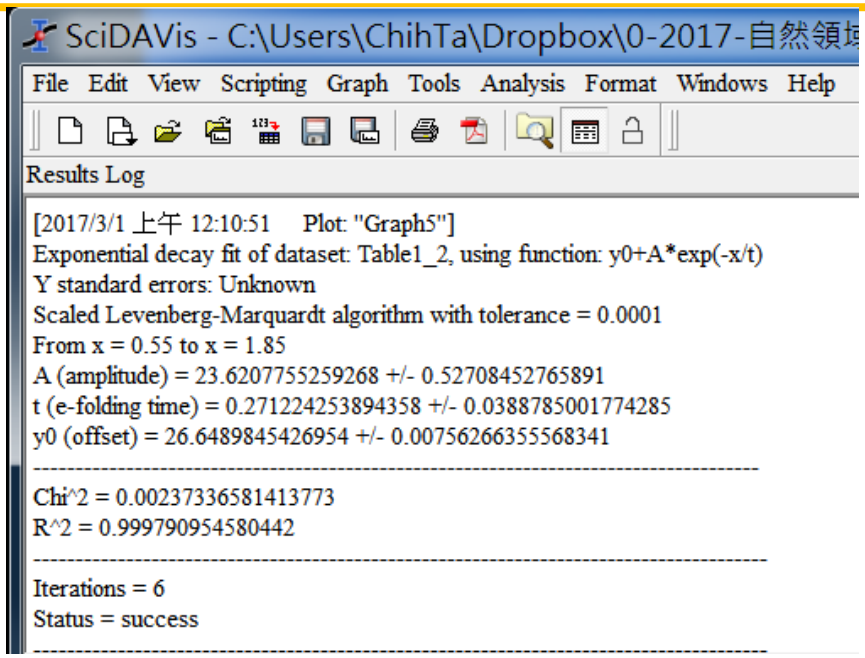


圖 15. 每次擬合的數值結果，會在 Results Log 中顯示。

九、總結

SciDAVis 是一個開放軟體，還相當容易上手，尤其是它還可以有 2D 和 3D 繪圖功能，數據擬合的功能對於一般高中的實驗也很足夠，因此可以推薦給各位高中老師和同學們使用。多幾次的練習，會發現此軟體相當容易使用。