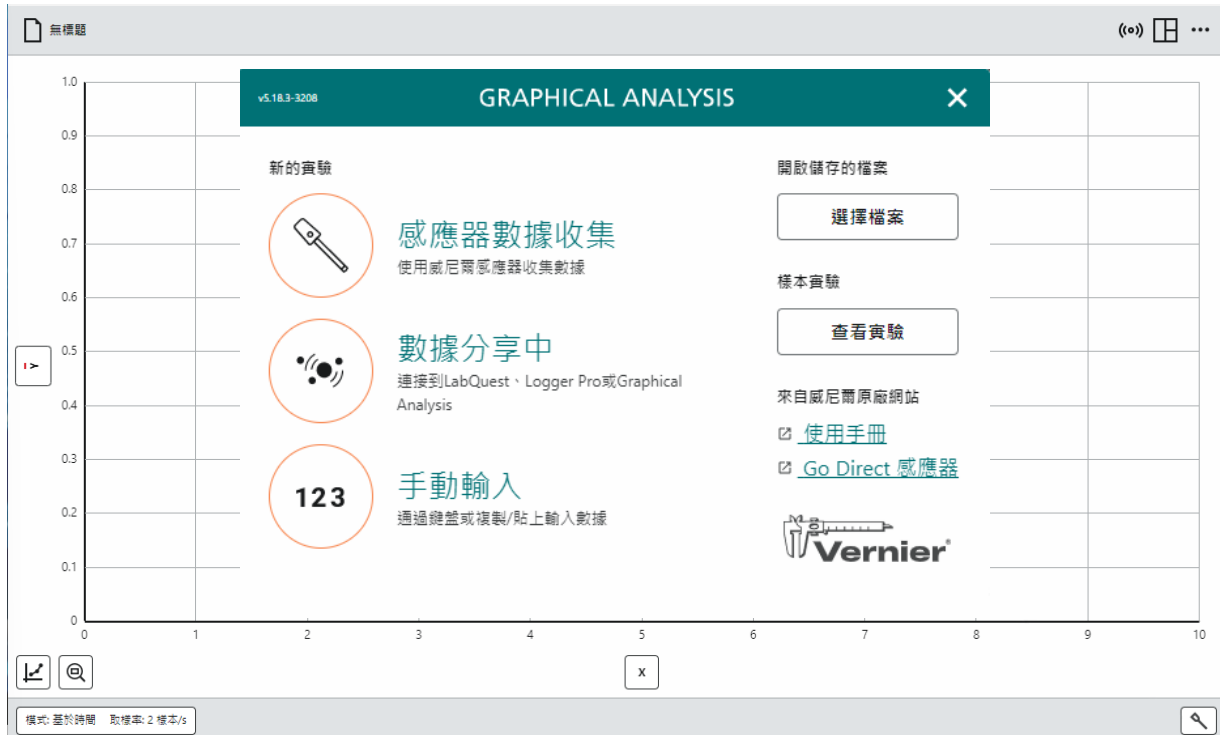


Vernier Graphical Analysis™ 與 Graphical Analysis Pro—使用者手冊



版本5.8
2021年六月

關於本使用者手冊

《Vernier Graphical Analysis 和 Graphical Analysis Pro 使用者手冊》是一份延伸使用者手冊，詳細介紹了 Graphical Analysis 應用程式的功能，包括未解鎖 Graphical Analysis Pro 功能的版本。本手冊適用於任何平台特定版本，包括 Windows® 和 macOS® 電腦版、Chromebook™ 筆記型電腦版，以及 iOS、iPadOS® 和 Android™ 裝置版。

本檔案適用於 Graphical Analysis 版本 5.8 中提供的功能。

目錄

第一章—開始使用 GRAPHICAL ANALYSIS	5
I. 下載 Graphical Analysis	5
II. 第一次使用 Graphical Analysis	6
III. 快速開始感應器數據收集與分析	8
IV. 檢視 Graphical Analysis 工具	12
V. Graphical Analysis Pro 功能摘要	15
第二章—收集感應器數據	18
I. 將感應器連接至 Graphical Analysis	18
II. 設定感應器	25
III. 修改數據收集設定	27
IV. 設定顯示 (圖表、表格和儀表)	36
V. 收集數據	40
VI. 新增預測	43
VII. 用線性運動感應器進行圖形匹配	45
VIII. 分析數據	47
第三章—連接到數據分享的來源	48
I. 以LabQuest或Logger Pro數據分享來源來進行數據分享	48
II. 使用Graphical Analysis Pro 數據分享功能	49
III. 使用Graphical Analysis 作為數據分享客戶端	51
IV. 分析數據	51
第四章—手動輸入數據	52
I. 設定欄位	52
II. 在數據表格中輸入數據	55
III. 設定顯示配置 (圖表、表格和儀表)	56
IV. 分析數據	56
第五章—自訂圖表	57
I. 改變圖表上的繪圖內容	57
II. 調整圖表風格	58
III. 調整圖形比例	60
IV. 圖表標籤	62
V. 使用比例因子修改字體大小	65

第六章—分析數據	66
I. 檢查數據點.....	66
II. 內插和外差的數據	66
III. 探索變化率(切線).....	68
IV. 觀看統計.....	68
V. 瀏覽積分	69
VI. 使用曲線擬合.....	69
VII. 使用 FFT	70
VIII. 新增額外欄位	70
IX. 管理數據.....	72
第七章—管理GRAPHICAL ANALYSIS檔案	73
I. 開啟檔案.....	73
II. 儲存檔案	74
III. 輸出檔案.....	74
IV. 從 Graphical Analysis列印.....	76
V. 開啟新的實驗檔案	76
第八章—GRAPHICAL ANALYSIS PRO	77
I. 解鎖 Graphical Analysis Pro 功能	77
II. 在Graphical Analysis Pro開啟樣本實驗	78
III. 使用Graphical Analysis Pro進行數據分享.....	80
IV. 重播基於時間的數據收集.....	83
V. 將影片新增至Graphical Analysis Pro數據檔案.....	84
VI. 同步影片與基於時間收集的數據.....	86
VII. 自定義曲線擬合	89
VIII. 自定義表達式的計算欄位	91
IX. FFT 分析.....	94
第九章—附錄	96
I. 更新Graphical Analysis.....	96
II. 更新 Graphical Analysis Pro 授權碼	98
III. 分享 Graphical Analysis Pro 授權碼.....	99
IV. 更新Go Direct 感應器的韌體.....	100
V. 獲得額外幫助	102

第一章 一開始使用 GRAPHICAL ANALYSIS

I. 下載 Graphical Analysis

從廣天國際官網或配合的應用程式商店下載 Graphical Analysis

- Windows 和 macOS 電腦—從 [廣天官網](#) 下載
- Chrome 電腦裝置 — 從 [Chrome 網路商店](#) 下載
- iOS 和 iPadOS 裝置 — 從 [App Store](#) 下載
- Android 裝置 — 從 [Google Play](#) 下載

有關最新系統需求，請瀏覽 <https://www.calculator.com.tw/calproduct5dd4c83060818.htm>

授權資訊

Vernier Graphical Analysis™

Graphical Analysis 是一款免費應用程式，適用於 Windows 和 macOS 電腦，可安裝在無限台電腦上。

Graphical Analysis 是一款免費應用程式，適用於 Chrome、iOS、iPadOS 和 Android，透過各自的網路商店發行。因此，使用條款和授權完全由這些商店決定。

Vernier Graphical Analysis™ Pro

Graphical Analysis Pro 是一組基於訂閱制的應用程式，可增加 Graphical Analysis 應用程式的功能。這些功能的授權僅適用於購買訂閱的 K-12 學校或學院部門的學生和教職員在所擁有或使用的設備上。禁止將授權金鑰轉移給學校或學院部門之外的任何人。

Graphical Analysis Pro 需要先安裝 Vernier Graphical Analysis 應用程式。

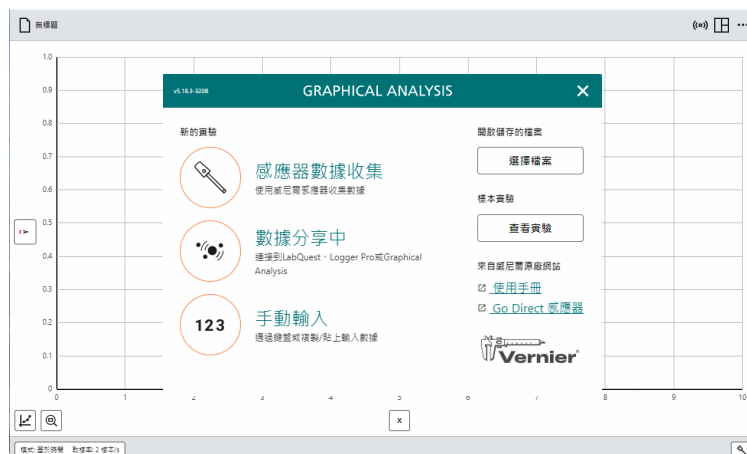
隱私聲明

COPPA、SOPIPA 和 FERPA 遵循

Graphical Analysis 和 Graphical Analysis Pro 遵循以下聯辦法規，關於學生隱私與安全的規定如下：


- Graphical Analysis 和 Graphical Analysis Pro 不會從學生或教師收集、請求、分享或儲存任何個人資訊。
- Graphical Analysis 和 Graphical Analysis Pro 不會在應用程式中顯示廣告。

II. 第一次使用 Graphical Analysis




當 Graphical Analysis 啟動時，如果設備上沒有連接任何感應器，將顯示「新實驗」視窗。請選擇您想進行的實驗類型。


感應器數據收集

點選或輕觸  「感應器數據收集」以從 Vernier 感應器收集資料。支援的感應器包括以下類型：

- 透過 USB 或藍牙®無線科技連接的Go Direct® 感應器
- Go!Temp® 和 Go! Motion® USB 感應器
- 透過 LabQuest 平台介面連接的有線 LabQuest® 感應器 (第一代 LabQuest、LabQuest 2、LabQuest 3、LabQuest Stream®、LabQuest Mini 或 Go!Link®)

提示！ 如果在啟動 Graphical Analysis 時通過 USB 連接了感應器，則會自動選擇  「感應器數據收集」，並且不會顯示「新實驗」視窗。


數據分享

點選或輕觸  「數據分享」以設定 Graphical Analysis 從數據分享來源接收無線串流感應器數據。數據分享來源可以是以下之一：

- LabQuest 2
- LabQuest 3
- 運行 Logger Pro® 3 軟體的電腦
- Graphical Analysis Pro*

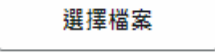
* 必須解鎖 Graphical Analysis Pro 功能才能使用此功能。

手動輸入

點選或輕觸  「手動輸入」以開始一個實驗，您可以在其中手動輸入數據到資格中。您可以使用 Graphical Analysis 來分析您收集的非感應器資料，或者是在教科書或網路上找到的資料。

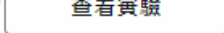
其他選項

開啟儲存的檔案


點選或輕觸  以開啟已儲存的 Graphical Analysis 檔案(.gambl 或 .ambl) 或號分隔的數值檔案 (.csv)。

樣本實驗

選擇樣本實驗以打開 Graphical Analysis 的樣本實驗檔案。樣本實驗檔案包括 波以爾定律、拋球實驗、植物蒸散作用和周期性趨勢的資料。

當 Graphical Analysis Pro 功能已解鎖時，點選或輕觸  以打開額外的實驗檔案。有關解鎖基於訂閱的 Graphical Analysis Pro 功能資訊，請參考第 8 章中的 [解鎖 Graphical Analysis Pro 功能](#)。

修改偏好設定

點選或輕觸位於頂端工具列上的其他選項 ，並選擇「偏好設定」以修改顯示選項。從顯示選項中，您可以在淺色模式和深色模式之間切換，並設定在 Graphical Analysis 中使用的比例因子。



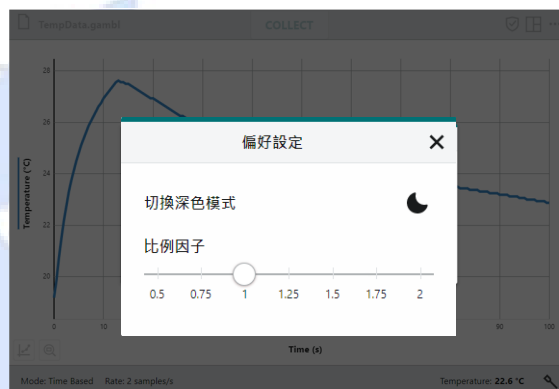
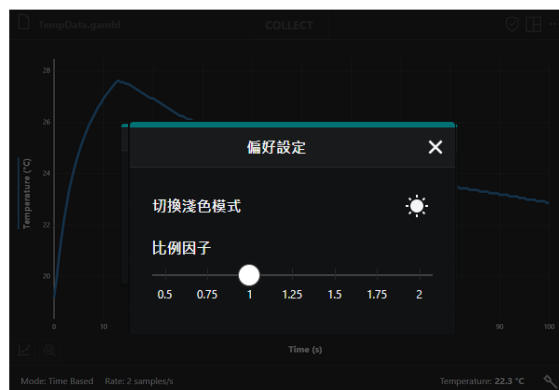
您可以按照您的喜好，在Graphical Analysis中切換至淺色模式或深色模式。點選或輕觸「切換深色模式」🌙，以將顯示設定為深色模式。

點選或輕觸「切換淺色模式」☀️，已將顯示設定為淺色模式。

提示！ 如果您的設備已設為深色模式設定，Graphical Analysis會使用該設定來決定預設顯示的模式。

使用滑軸調整Graphical Analysis中使用的字型比例因子。

提示！ 在查看多個圖表時，降低比例因子已在每個圖表上看到多細節。



解鎖 Graphical Analysis Pro 功能


有關解鎖基於訂閱的 Graphical Analysis Pro 功能資訊，請參考第 8 章中的 [解鎖 Graphical Analysis Pro 功能](#)。

III. 快速開始感應器數據收集與分析

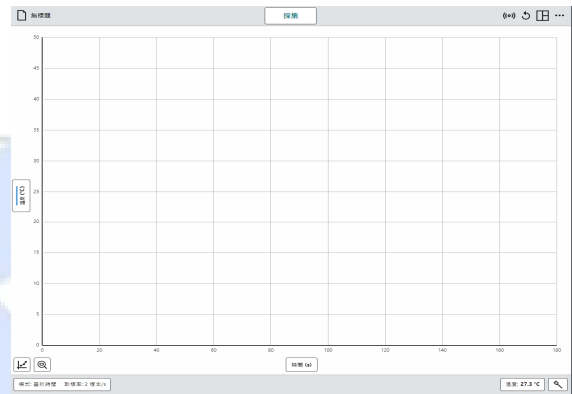
請按照以下步驟快速開始基本的感應器數據收集與分析。


1. 開啟Graphical Analysis 應用程式





2. 選擇  「感應器數據收集」並連接一個感應器。感應器的預設取樣率將自動設定。

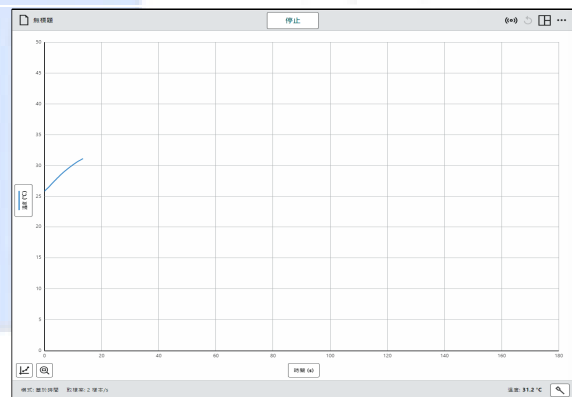
有關如何連接感應器的更多資訊，請參閱 [將感應器連接到Graphical Analysis](#)。






3. 點擊或輕觸 

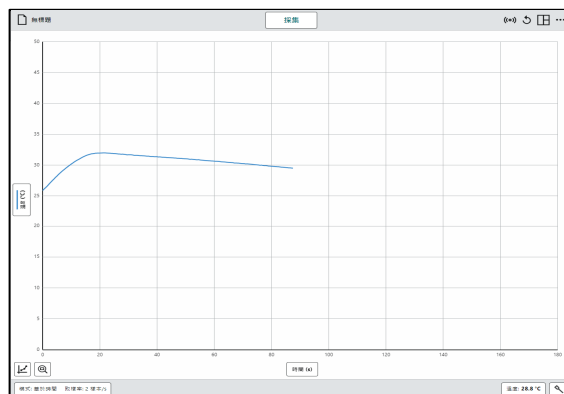
提示！ 在數據收集期間，「採集」按鈕

，將會變成「停止」
。



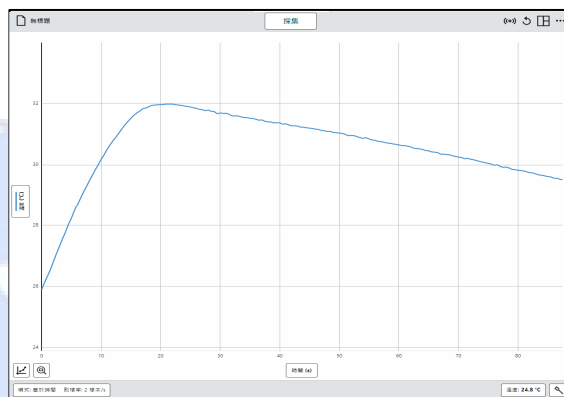
4. 點擊或輕觸  來手動停止數據收集。

提示！ 當數據收集結束或被手動停止時，「停止」 按鈕，會恢復為「收集」。




5. 點擊或輕觸縮放，，以將圖表調整至適合資料的比例。

提示！ 您也可以雙擊或雙點擊圖表，以自動調整圖表比例，使其適應資料。

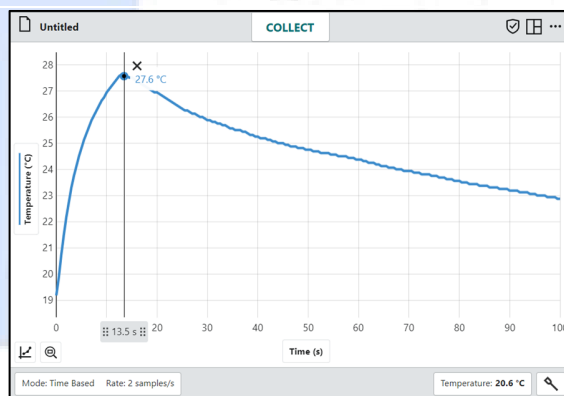



6. 點擊或輕觸圖表以檢視感興趣的點。該點的座標將會顯示。

點擊或輕觸另一個點或拖曳「檢視線」以進一步檢視您的資料。



若要移除「檢視線」點擊或輕觸旁邊顯示的「刪除檢視工具」。


提示！ 在查看多個圖表時，「檢視線」會顯示在所有圖表上。

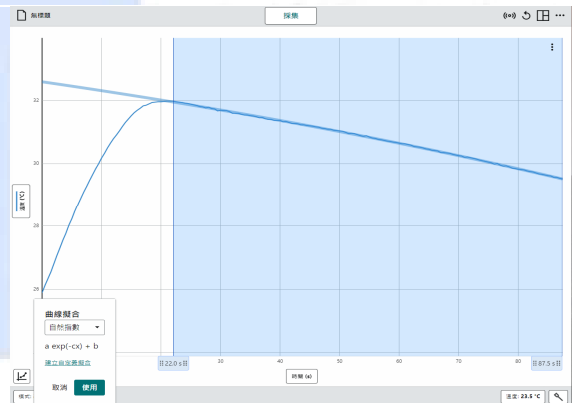
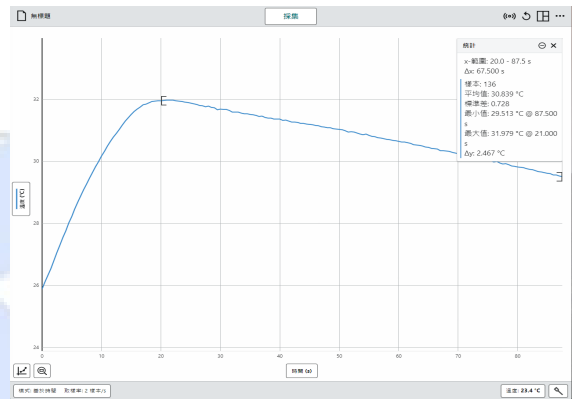
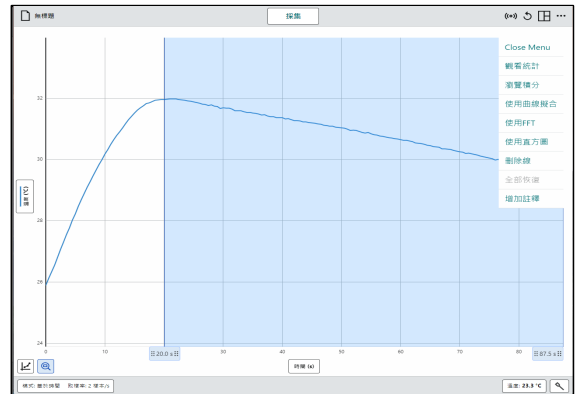


7. 使用滑鼠點擊並拖曳，或觸控並拖曳過圖表，以選取一段資料區域進行分析。所選區域將會反白顯示。
 - 若要修改區域，請拖曳區域的邊緣。
 - 若要移除選擇，請點擊或輕觸該區域上顯示的「刪除選擇」

提示！ 若要分析所有資料，您不需要選取區域。

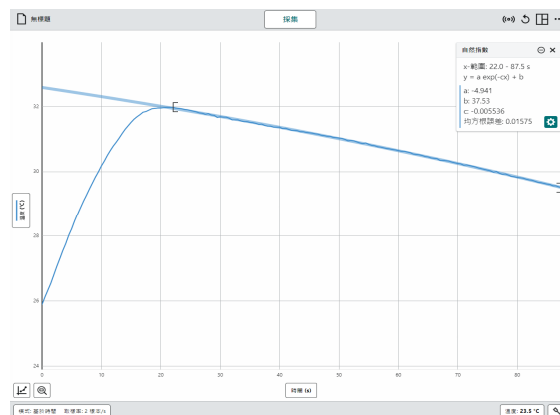
8. 若要查看統計資訊，請點擊或輕觸圖選項，，然後選擇「觀看統計」。統計資訊將會顯示在圖表上。
若要關閉統計資訊，請點擊或輕觸詳細資訊方塊上的「關閉」，。

9. 若要對資料進行曲線擬合，請點擊或輕觸圖選項，，選擇「使用曲線擬合」，然後選擇所需的擬合方程式。圖表上會顯示曲線擬合的預覽。

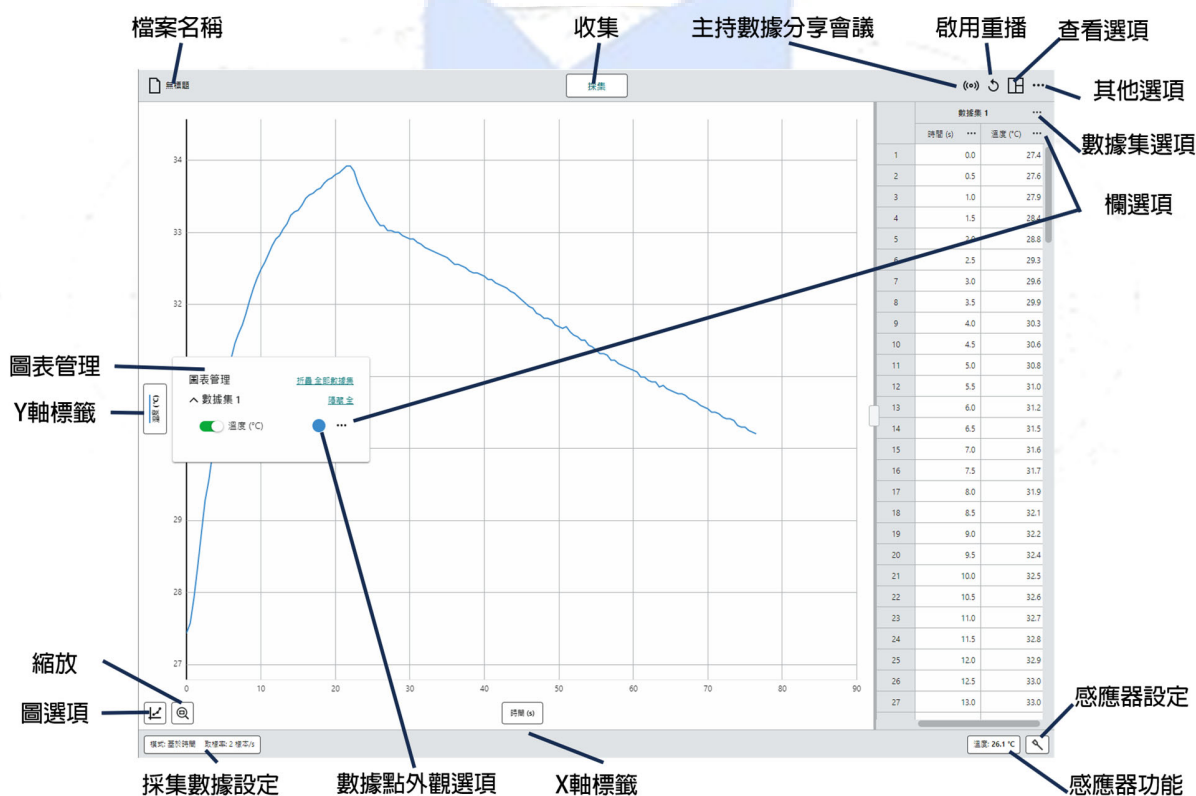


10. 點擊或輕觸 **使用** 以在圖表上顯示曲線擬合方程式和係數。

若要移除曲線擬合，請點擊或輕觸詳細資訊方塊上的「關閉」**X**。



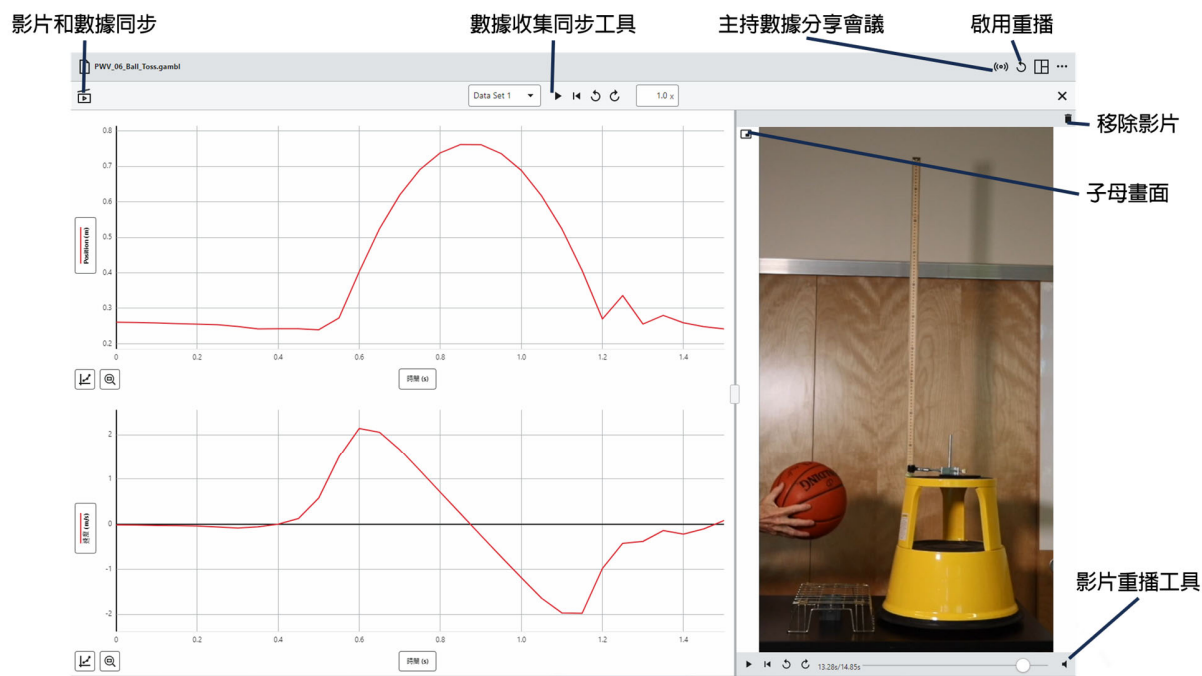
IV. 檢視 Graphical Analysis 工具



	透過「檔案選單」來開始新的實驗、開啟已儲存的實驗、儲存您的作品，或輸出圖表或數據。
	開始和停止數據收集。

	<p>解鎖 Graphical Analysis Pro 功能</p>
	<p>查看選項以包含一個或多個圖形、表格或感應器儀表。當解鎖 Graphical Analysis Pro 功能時，您還可以增加影片。</p>
	<p>透過「其他選項」來修改字型 and 按鈕大小、查看使用者手冊，以及查閱當前版本中的新功能。 當此圖示顯示在欄位或數據集名稱旁時，點擊或輕觸該圖示以開啟針對欄位或數據集的特定選項。</p>
	<p>使用 x 軸和 y 軸標籤來更改圖形上繪製的數據。</p>
	<p>透過更改預設點符號和/或追蹤顏色來自訂圖形外觀。</p>
	<p>從圖選項選單中開啟資料分析工具，包括曲線擬合、統計和積分工具。</p>
	<p>將圖形縮放至所有數據或選擇的數據範圍。</p>
	<p>設定您的數據收集模式並修改數據收集參數，如取樣率和持續時間。</p>
	<p>打開感應器儀表以更改單位和感應器校正。</p>
	<p>存取感應器設定以查看已連接的感應器、連接到無線感應器，並修改感應器通道（選擇 Go Direct 感應器）。</p>

Graphical Analysis Pro 工具



	主持數據分享會議，透過網路與其他 Graphical Analysis Pro 使用者分享您的數據。
	打開工具以重播基於時間的數據收集，包括將收集的影片與您的數據同步。
	控制數據收集和同步影片的重播。
	同步基於時間的數據收集的影片。
	控制影片的重播。
	在影片包含時，使用子母畫面模式來簡化畫面。
	從檔案中移除影片。
	快速傅立葉轉換 (FFT) 分析工具 (以上圖像中未顯示)

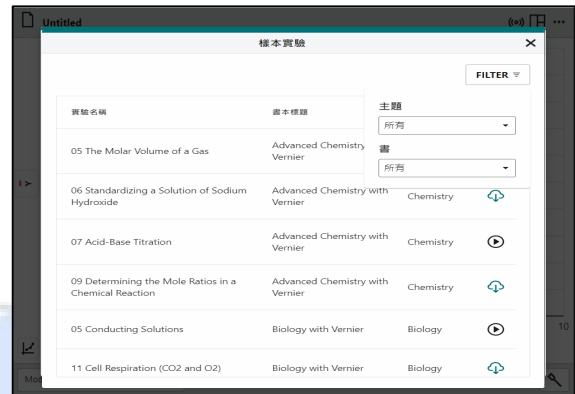
V. Graphical Analysis Pro 功能摘要

以下是當您解鎖基於訂閱的 Graphical Analysis Pro 功能時可用的功能摘要。請參考第 8 章中的 [解鎖 Graphical Analysis Pro 功能](#)。

樣本實驗

Graphical Analysis Pro 提供超過 40 種樣本實驗，包含數據和影片。您可以將這些檔案與學生一起用於實驗前練習、獨立研究或實驗後的豐富內容。實驗包含了國中理化、生物、化學和物理領域。

提示！ 您可以直接使用這些檔案，或者以其為靈感，建立您自己的檔案。

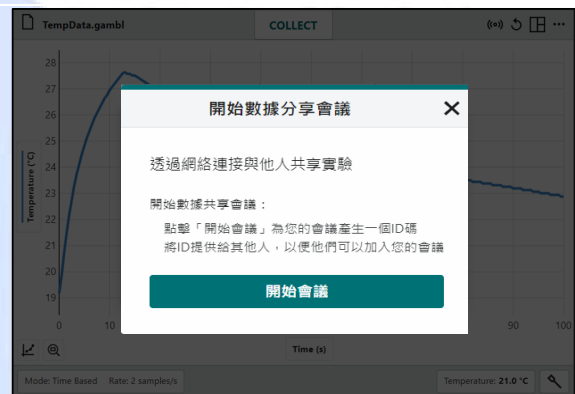


數據分享

您可以將 Graphical Analysis Pro 用作數據分享來源，將感應器資料串流到其他運行 Graphical Analysis Pro 的設備。

使用 Graphical Analysis Pro 將課程上示範之數據與現場課堂或遠距學習的學生分享，讓他們可以獨立分析資料。

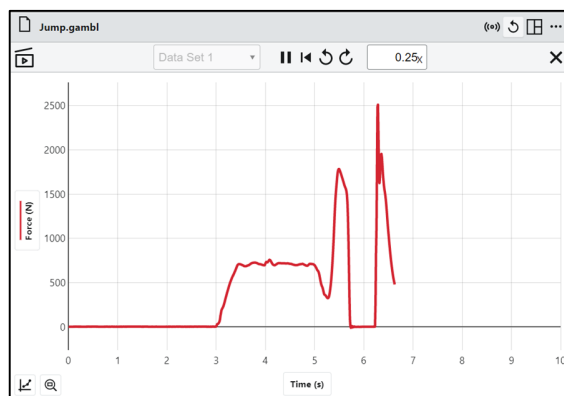
提示！ 此功能需要穩定的網路連線。



重播數據收集過程

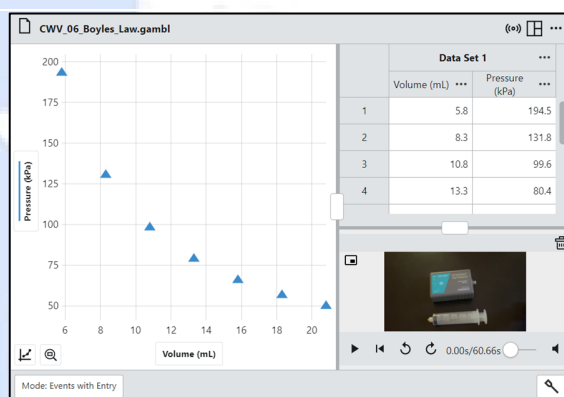
您可以選擇重播基於時間的資料收集，同時可以控制重播速度。

提示！ 將此功能與同步到您的數據的基於時間的感應器數據收集實驗的影片匹配，以獲得一個強大的分析工具。



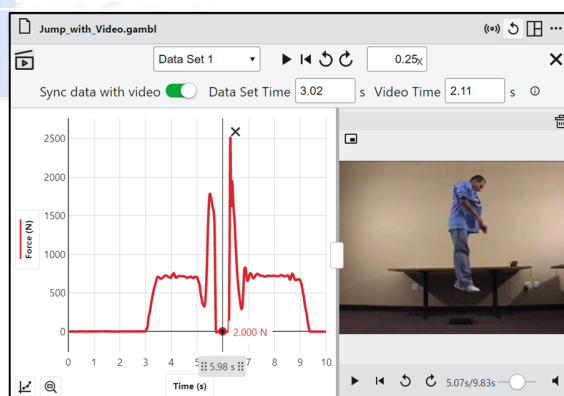
增加影片到實驗檔案

將影片加入實驗檔案中，以示範實驗執行的過程。



將影片與數據收集同步

將基於時間的感應器數據收集實驗的影片與資料同步，以增強對實驗的數據分析。重播數據收集，觀察影片中的動作與收集的數據之間的關聯性。

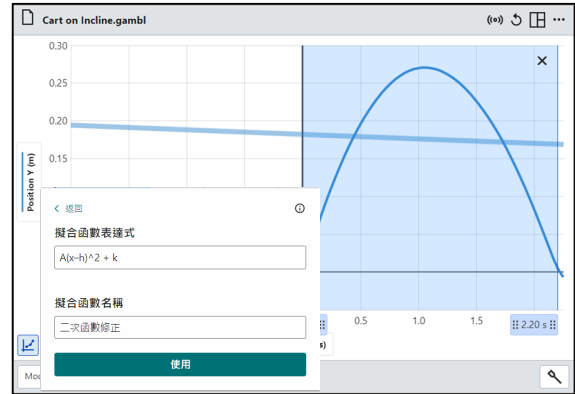


自定義曲線擬合

您可以建立新的曲線擬合函數，以分析您的 Graphical Analysis Pro 數據。

以下是一些範例表達式：

- 線性修正
 $A+B*x$ 或 斜率*x+截距
- 二次函數修正
 $A(x-h)^2 + k$ 或 $A(x-a)(x-b)$
- 以10為底指數函數
 $A*10^{(Bx+C)+D}$
- 高斯分布
 $A*\exp(-(x-B)^2/C^2)+D$

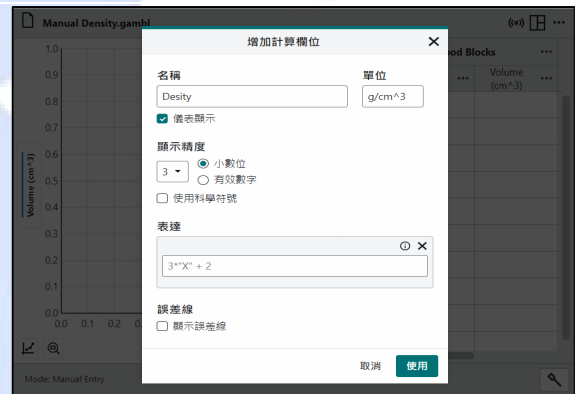


計算欄位中自定義表達式

在 Graphical Analysis Pro 中，使用數學函數來定義自訂運算式，以計算您的計算欄位。

可用的函數包括以下內容：

- 常見的數學函數，包括平方根、立方根、次方、指數和對數函數
- 三角函數，包括反三角函數和雙曲三角函數
- 數字處理函數，包括絕對值、四捨五入、截斷、無條件進位、無條件捨去和餘數

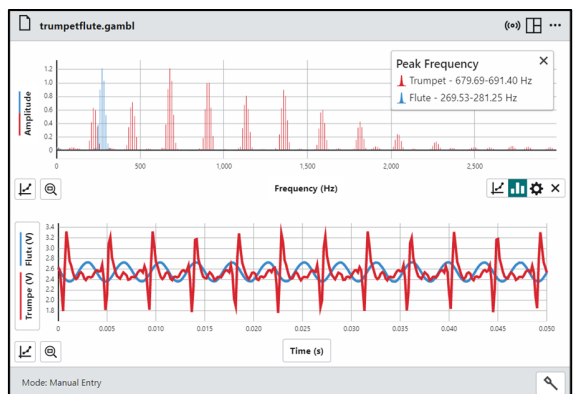


完整的函數清單，請參閱 <https://www.vernier.com/tit/11314>.

FFT 分析

使用 FFT 進行快速傅立葉轉換 (FFT) 分析時間基礎的數據。FFT 柱狀圖顯示構成數據的正弦波分量的頻率的振幅。


FFT 常用於分析麥克風數據中的頻率，也可用於識別非正弦類比感應器數據中的電子雜訊。




第二章 — 收集感應器數據


啟動 Graphical Analysis 以查看「新的實驗」

提示！ 如果 Graphical Analysis 已經在執行

中，點擊或輕觸 [檔案選單]  無標題，然後選擇 [新的實驗]。您可能會被提示儲存或放棄當前檔案。



點擊或輕觸「感應器數據收集」 以開始感應器數據收集實驗。這會顯示「感應器」對話框。

提示！ 如果在啟動 Graphical Analysis 時透過 USB 連接了感應器，系統將自動選擇「感應器數據收集」，且「新的實驗」對話框不會顯示。如果發生這種情況，請點擊或輕觸「感應器設定」以顯示「感應器」對話框。

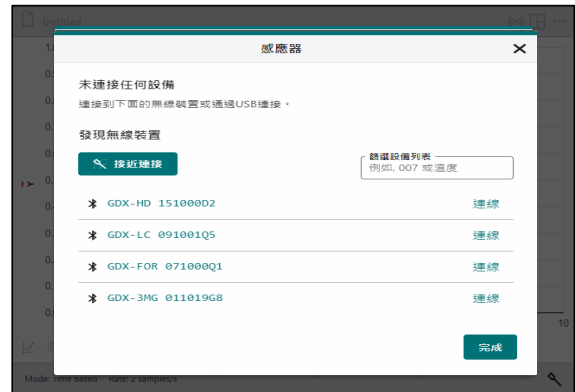


I. 將感應器連接至 Graphical Analysis

透過藍芽無線科技連接感應器

Vernier Go Direct 感應器可以使用藍牙®無線科技連接到 Graphical Analysis。這種連接是一對一的，表示著一次只能有一個裝置（電腦、Chromebook、智慧型手機或平板電腦）可以連接到該感應器。

1. 確認您的感應器以開啟；
2. 從「感應器」對話框中，在「已發現的無線裝置」清單中找到您的感應器。每個感應器上的序號代表感應器名稱。
3. 點擊或輕觸「連線」以連接您的感應器。




注意：舊款 Vernier 無線感應器——無線動力感應器系統 (WDSS)、Go Wireless 溫度感應器、Go Wireless pH 感應器和 Go Wireless 電極放大器——無法在 Vernier Graphical Analysis 中被支援。這些感應器並不會顯示在「已發現的無線裝置」中。

尋找並連接您的感應器工具

使用接近連接

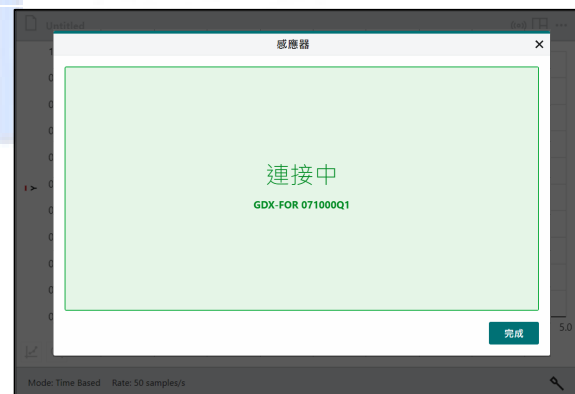
您可以使用接近連接功能來連接訊號最強的感應器，通常這是最靠近您的電腦裝置的感應器。

確保您的感應器已啟動並位於靠近您的電腦裝置附近。點擊或輕觸  以啟動自動連線。



系統會自動識別並連接訊號最強的感應器。

提示！由於許多因素可能影響訊號強度，接近連接可能不總是會連接到距離您的電腦裝置最近的感應器。如果您遇到連接到正確感應器的問題，請從清單中手動選擇您的感應器。



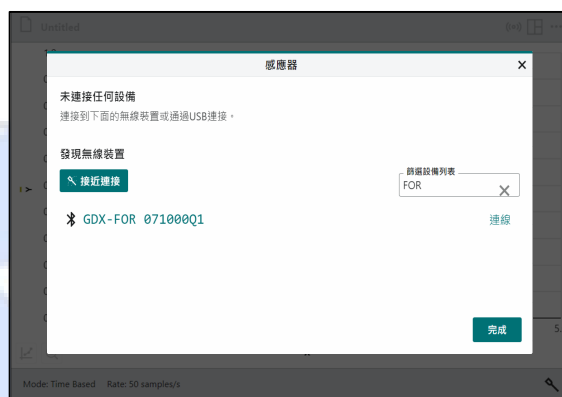
在使用接近連接時，應用程式一次只會連接一個感應器。根據需要，您可以重複這個過程來連接更多的感應器。



使用篩選裝備列表

使用裝置篩選器來幫助在列表中找到您的感應器。

您可以輸入部分感應器的訂購代碼來尋找某種類型的所有感應器（例如，輸入” FOR”來尋找力和加速度感應器）。



您可以輸入感應器標籤貼紙上找到的序列號的一部分，以僅顯示具有該特定字串或完整字串的感應器（例如，輸入“100”以找到所有序列號中包含“100”的感應器）。



具有多個感應器頻道的設定


一些 Go Direct 感應器具有多個感應器頻道。這些感應器具有預設的設定，通常不會使用所有可用的感應器頻道。

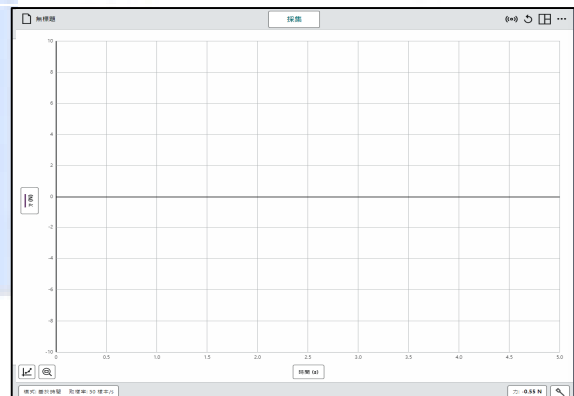
這些感應器可以通過在已連接設備清單中列出的感應器頻道詳細資訊來識別。

1. 點擊或輕觸感應器頻道，以修改預設的感應器設定。
2. 根據您的實驗需要修改感應器頻道設定。

提示！ 對於某些感應器來說，選擇新的感應器頻道會自動取消先前選擇的感應器頻道。這表示這些感應器頻道無法同時使用。

3. 當您已連接並根據需求設定了感應器頻道後，點擊或輕觸 **完成** 以繼續進行您的實驗。

提示！ 如有需要，您可以點擊或輕觸「感應器設定」，返回到「感應器」對話框，您可以在此處新增或移除無線感應器，並修改已連接感應器的感應器頻道設定。




透過USB連接感應器(僅限電腦和Chromebooks)


USB 感應器，如 Go!Temp、Go! Motion，以及我們的 Go Direct 感應器，可以連接到電腦或 Chromebook 進行使用 Graphical Analysis 的數據收集。當使用 USB 感應器介面，如 Go!Link、LabQuest Mini、LabQuest Stream、舊款 LabQuest、LabQuest 2 或 LabQuest 3 時，您也可以連接到 Vernier 有線 LabQuest 感應器。

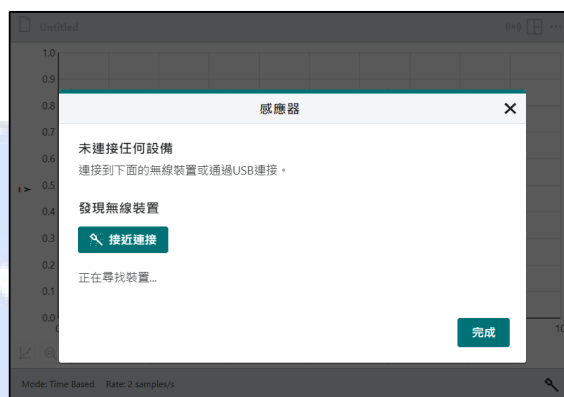
1. 在您的電腦或 Chromebook 上啟動 Graphical Analysis，以查看「新實驗」對話框。

提示！ 如果 Graphical Analysis 已在運行，請點擊或輕觸「檔案選單」，並選擇「新


的實驗」 無標題。您可能會被提示儲存或放棄當前檔案。



2. 點擊或輕觸「感應器數據收集」 以開始感應器資料收集實驗。這會顯示「感應器」對話框。

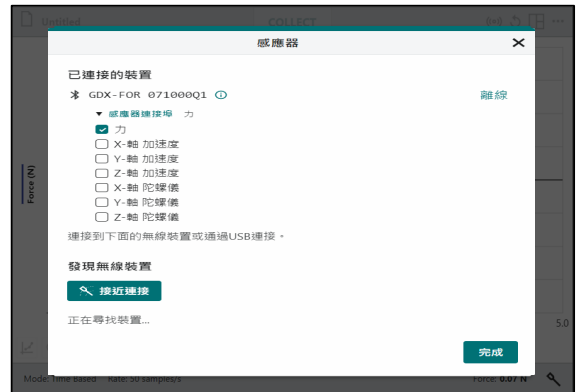


3. 將感應器連接至您的電腦或 Chromebook™ 筆記型電腦。（如果您使用的是帶有有線感應器的平台介面，請將感應器連接至平台介面，然後將平台介面連接至您的電腦或 Chromebook。）

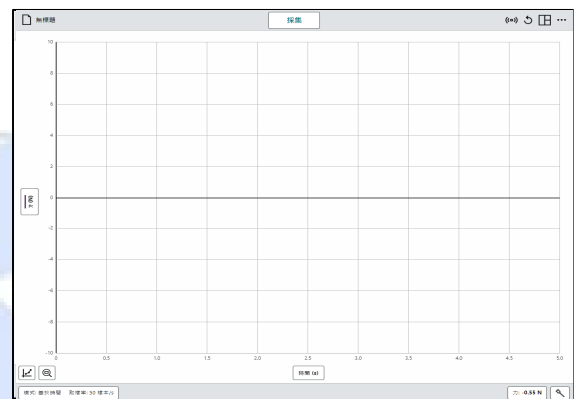
提示！ 當啟動 Graphical Analysis 時，如果感應器通過 USB 連接，則會自動選擇「感應器數據收集」，且「新的實驗」對話框不會顯示。如果發生這種情況，請點擊或輕觸「感應器設定」以顯示「感應器」對話框。



- 如果您的感應器是具有多個感應器頻道的 Go Direct 感應器，請根據「設定具有多個感應器頻道的感應器」一節所述設定感應器通道。



- 當您已經連接到感應器並設定了所需的感應器頻道後，請點擊或輕觸 **完成** 以繼續進行您的實驗。




備註： 舊型的有線感應器需要連接器才能連接到介面和/或連接時無法自動識別的感應器，在Graphical Analysis中無法支援。

透過無線平台介面連接感應器(僅支援iOS、iPadOS和Android)


您可以使用 LabQuest Stream® 平台介面將 Vernier 有線 LabQuest® 感應器連接到iOS、iPadOS或Android設備，該平台介面通過藍牙®無線科技連接到您的設備。這個功能在電腦或Chromebook上無法支援，因為LabQuest Stream只能通過USB連接到這些平台。

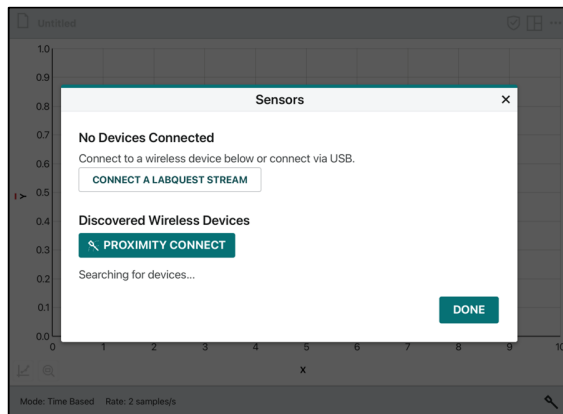
- 在您的裝置上啟動Graphical Analysis，以查看「新的實驗」對話框。

提示！ 如果Graphical Analysis已經在執行，請點擊或輕觸「檔案選單」

 **無標題**，然後選擇「新的實驗」。您可能會被提示儲存或放棄當前檔案。



2. 點擊「感應器數據收集」以開始感應器資料收集實驗。這會顯示「感應器」對話框。

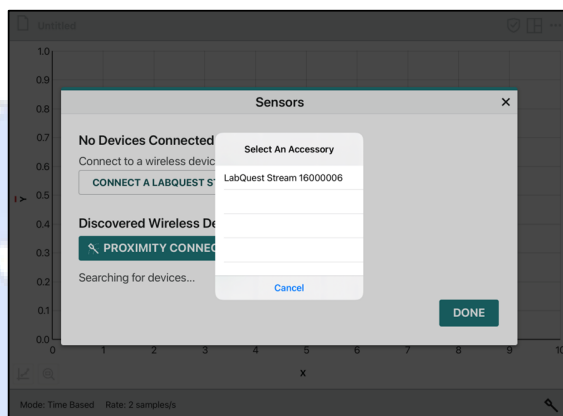


3. 將感應器連接到 LabQuest Stream 並啟動介面。

iOS 和 iPadOS 設備

點擊 

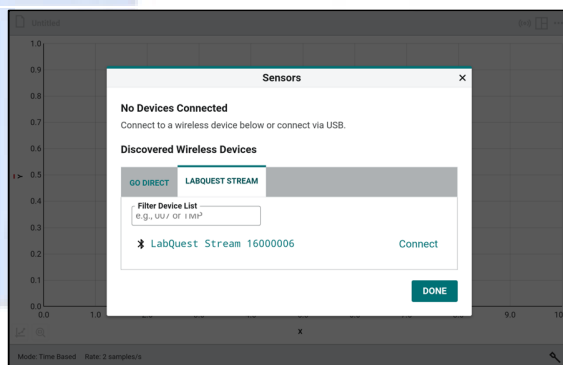
提示！在顯示的 LabQuest Stream 裝置清單中出現之前，可能需要 30 秒或更長的時間。



Android

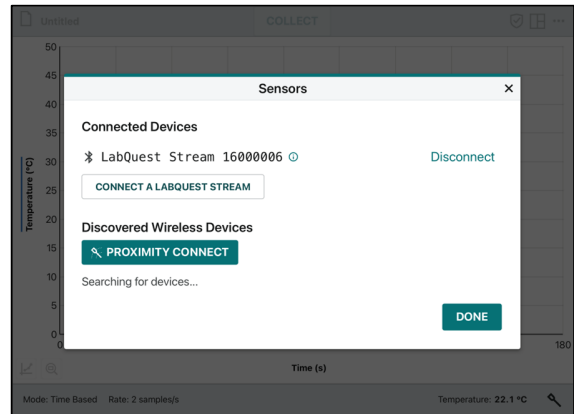
點擊 LabQuest Stream 分頁。

提示！如有需要，您可以篩選您發現的 LabQuest Stream 裝置清單。



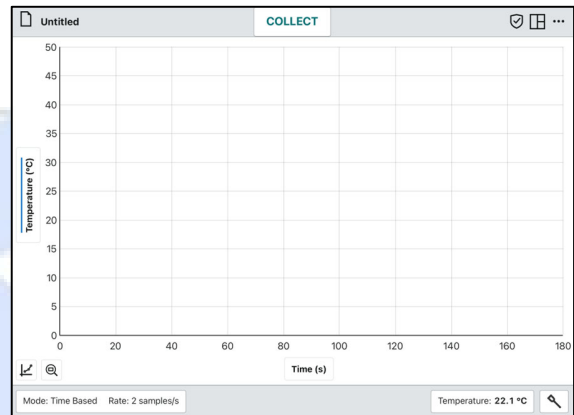
- 從發現的裝置清單中，選擇您的 LabQuest Stream。

LabQuest Stream 的序列號用作該平台介面的唯一識別符號。此號碼位於 LabQuest Stream 單元的後面標籤貼紙上。



- 點擊 **完成** 以繼續進行您的實驗。


備註： 舊型的有線感應器需要連接器才能連接到平台介面，和/或連接時無法自動識別的感應器，在 Graphical Analysis 中無法支援。

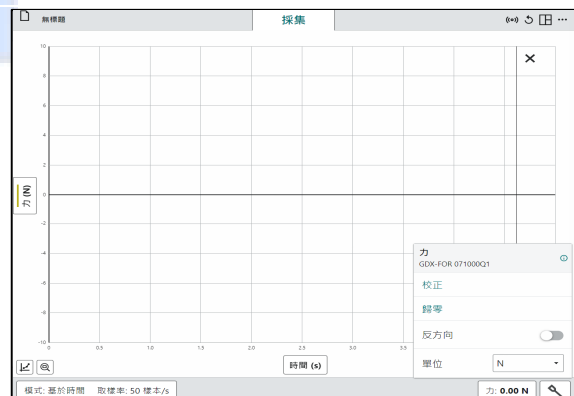


II. 設定感應器

在 Graphical Analysis 的底部工具列上會顯示每個連接感應器的數位儀表（例如，**Force: 0.00 N**）。顯示的數值是感應器的即時讀數，大約每秒更新兩次。這些讀數是基於感應器的校正，可以根據以下描述進行設定。

點擊或輕觸感應器儀表 **Force: 0.00 N**，以進入修改感應器讀數的工具。這些工具包括校正、歸零、反向和更改單位等選項。可以使用的工具取決於連接的感應器，因為並非所有選項都適用於所有感應器。

提示！ 這些工具也可以通過使用「查看選項」 顯示的表來開啟。



校正

大多數感應器使用儲存在感應器上的自訂工廠校正。然而，有些感應器需要進行校正。選擇「校正」以開始感應器校正。並非所有感應器都可以進行校正。

提示！ 您可以線上獲得感應器使用手冊，詳細的校正說明可以各感應器網址找到

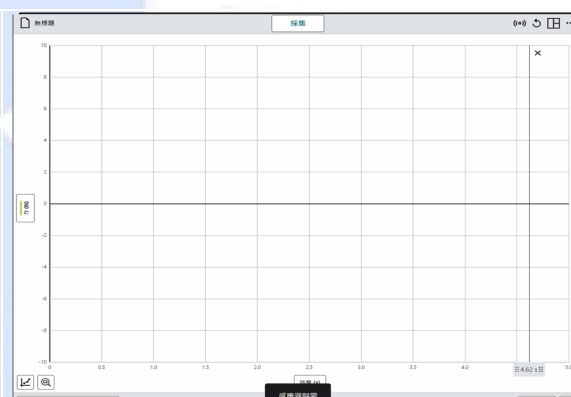
<https://www.calculator.com.tw/product5dc8cac5d7857.htm>



歸零

選擇「歸零」來將當前感應器讀數設為零。這會定義出一個偏移量，並應用於所有未來的讀數。並非所有感應器都可以進行歸零。

提示！ 歸零不會影響已經收集的數據。

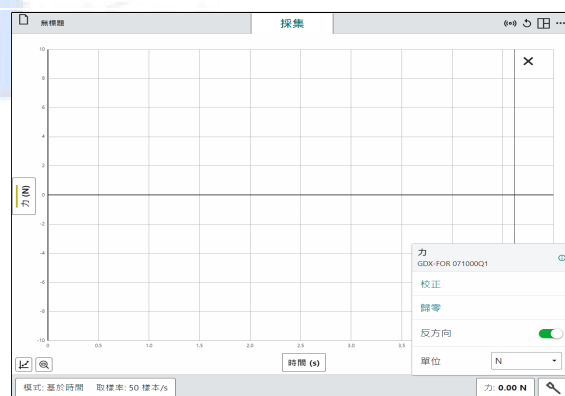


反向

有些感應器讀取正值和負值。例如，Vernier 力感應器在拉伸時讀取正值，在壓縮時讀取負值。

開啟「反向」可將讀數的符號與預設行為相反。並非所有感應器都可以進行反向操作。

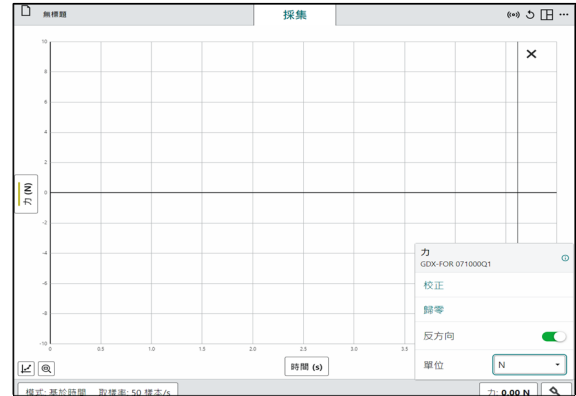
提示！ 切換「反向」時，以前收集的數據不會更改。



單位

有些感應器可以選擇以不同的單位顯示數據。從單位下拉選單中選擇所需的測量單位。並非所有感應器都具有可以選擇的其他單位。

提示！ 選擇新的單位會改變該感應器的所有現有和後續數據。



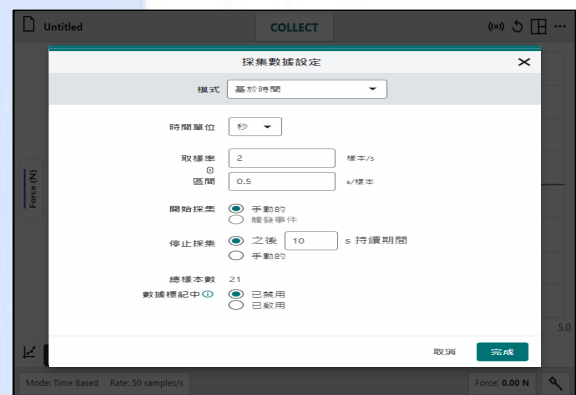
III. 修改數據收集設定

點擊或輕觸 模式: 基於時間 取樣率: 2 樣本/s 圖示以開啟數據收集設定。列出的參數取決於已連接的感應器和所選擇的模式。

模式：基於時間

大多數感應器的預設數據收集模式是基於時間的數據收集。在此模式下，感應器讀數以固定時間間隔方式記錄。

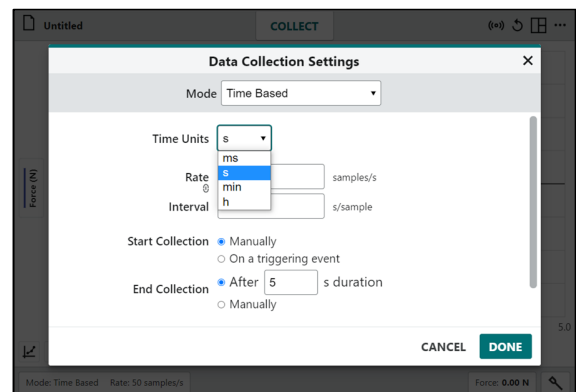
該模式的參數包括時間單位、取樣率和區間，以及開始和結束收集時間。根據這些參數，要收集的總樣本數將會顯示出來。



時間單位

預設的時間單位為秒。額外的時間單位選項包括毫秒、分鐘和小時。

時間單位的更改將應用於取樣率、區間和持續時間值，如其單位所示。



取樣率和區間

取樣率指的是每個時間段收集數據點的數量。區間則指相鄰資料點之間的時間間隔。改變其中一個值會自動改變另一個值，因為它們彼此是倒數關係。

提示！ 當使用多個感應器時，已連接感應器的最快預設取樣率將被用作預設取樣率。

當「取樣率 × 結束收集持續時間」超過 15,000 個數據點時，將顯示警告，指示應用程式的效能可能會受到影響。



開始收集數據

啟動數據收集的兩種選項為手動和在觸發事件上。

手動

這是預設選項，需要您點擊或輕觸 **採集** 來開始資料收集。



觸發事件

當選擇「觸發事件」時，Graphical Analysis會等待觸發閾值條件被滿足，然後才開始收集數據。

選擇用於觸發的感應器，並設定觸發閾值。您可以在感應器讀數超過或低於閾值時觸發。



點擊或輕觸 **採集**，開始監控觸發條件。當觸發條件被滿足時，數據將開始在圖表上繪製。



您可以選擇在觸發條件滿足之前收集數據點。這些數據點的時間值將為負值。選擇此選項將增加整體實驗持續時間。




結束收集數據

結束數據收集有兩個選項——固定一段持續時間後或手動結束。

固定一段持續時間

以固定持續時間結束是預設選項。數據收集將持續到達到持續時間為止。

預設持續時間由連接的感應器決定，但可以修改。當連接了多個感應器時，預設持續時間是已連接感應器中最短的持續時間。

提示！ 如有需要，您可以點擊或輕觸  以提前結束收集。



手動

此選項需要您點擊或輕觸  來停止數據收集。



模式：基於事件

有時實驗會使用除了時間以外的屬性作為獨立變數。例如，在一個波以耳定律的實驗中，您會研究壓力隨氣體體積變化的情況。對於這些情況，會使用基於事件的數據收集方式。

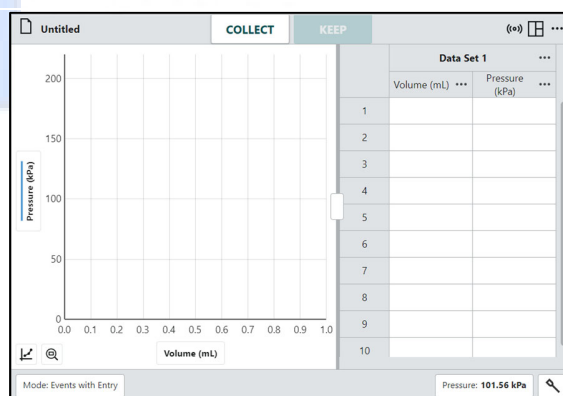
此模式的參數包括事件模式和10秒平均值。您也可以重新命名並提供「事件」欄位的單位。



基於事件的數據收集的預設檢視包括圖表和表格。

在基於事件的資料收集中，  按鈕會顯示在  按鈕旁邊。

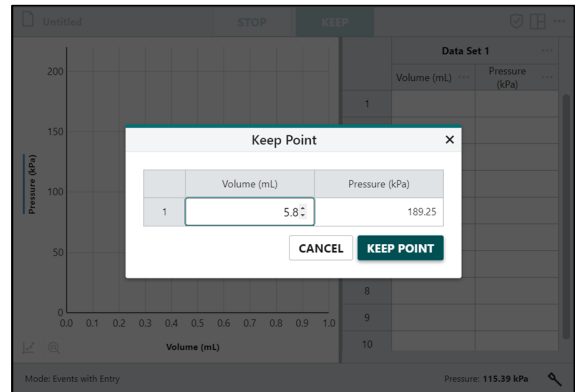
提示！ 在基於事件的收集中，不會記錄時間訊息。



事件模式：事件輸入

這個事件模式在您每次記錄一個數據點時，都會提供輸入獨立「事件」值的提示。

提示！ 在基於事件的数据收集期間，當數據收集處於活動狀態時，感應器每秒被取樣10次。



事件模式：選擇事件

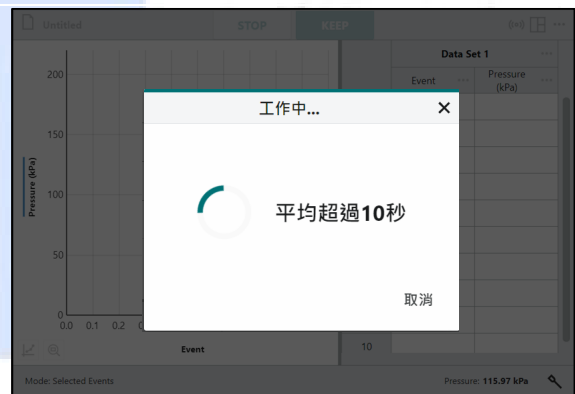
在這種事件模式下，當您點擊或輕觸 **保留** 時，並不會提示輸入「事件」值。相反，相關的列編號（1、2、3、...）將自動記錄為每個新數據點的「事件」值。



10秒平均值

此選項報告在10秒收集期間的感應器讀數平均值。感應器以每秒10次的取樣率進行取樣。

提示！ 10秒平均值可以與事件記錄或選定事件模式一起使用。



模式：滴數計算

當連接滴數感應器時，滴數模式是預設模式。在使用此模式時，每次滴數器檢測到一滴時都會記錄一個數據點。

提示！ 雖然您可以手動將任何感應器設定為滴數計算模式，但只有在存在滴數感應器和至少一個其他感應器時才能收集數據。



模式：光電閘計時

光電閘計時模式是每當連接有線 (BTD) 光電閘、或僅選擇了閘狀態通道的Go Direct光電閘，或者是連接了拋射器時的預設模式。在使用此模式時，當物體通過閘門時，被阻擋或未阻擋的時間將被記錄下來。這些時間用於確定物體運動的特性。所計算的特性取決於測量類型。

通過閘門速度

這是兩個光電閘的預設選項，報告物體通過閘門時的速度。

使用物件/標旗寬度

對於單個光電閘，通過閘門的物體的速度由阻擋閘門的物體 (標旗) 的寬度除以物體 (標旗) 阻擋閘門的時間之持續時間來確定。

使用分別閘門

對於兩個獨立的光電閘或雙光電閘，通過閘門的物體的速度是通過兩個閘門的時間間隔中阻擋事件的時間之持續時間來確定的，除以兩閘門之間的距離。

提示！ 只要知道閘門之間的距離，您就可以找到物體通過任意一對閘門時的平均速度。



線性運動 (距離、速度、加速度)

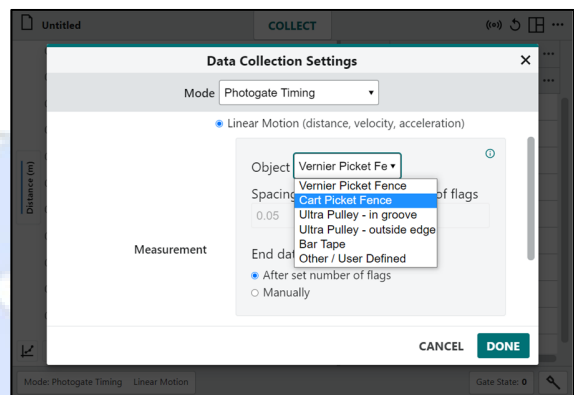
當只使用一個光電閘時，這是預設的光電閘選項。

此選項報告與物體的多個等距旗標的阻擋時間相關的時間點上物體的線性位置。第一個阻擋事件確定了零位置。位置與時間的數據會用於計算速度和加速度數據。



物件

由Vernier出售的光電閘配件可以從「物體」下拉式選單中選擇。當選擇物體時，將顯示這些物體具有預定的間距和旗標數量。



對於非Vernier生產的物件，請選擇「其他/使用者自訂」，並手動輸入間距和標旗數量。

提示！ 如果物體是具有多個輪輻的輪子，則間距是輪子的周長除以輪輻數，標旗數量等於輪輻數。



停止數據收集

選擇「設定標旗數量後」以在物件完全通過所有閘門後自動停止收集。

選擇「手動的」以持續收集數據，直到您點擊或輕觸 停止 結束。



角運動 (距離、速度、加速度)

此選項報告與車輪上多個等間距輪輻的阻擋時間相關物體的角度位置。第一個阻擋事件確定了零位置。角度位置與時間的資料用於計算角速度和角加速度資料。

角度單位

選擇您實驗所需的角度單位。預設單位為弧度。

提示！ 2π 弧度 = 1 圈 = 360°



計時器或週期

此選項包括兩種不同的時間測量：閘門之間的時間和擺動週期。

閘門之間的時間

從兩個閘門的阻擋事件之間的時間被報告為脈衝時間。僅在閘門1阻擋後閘門2阻擋時，才顯示測量值。

提示！ 您也可以使用此選項來測量單個光電閘連續阻擋之間的時間。



單擺週期

單個閘門每秒阻擋事件之間的時間被報告為週期。

提示！ 為了記錄週期測量值，單擺必須完全通過閘門兩次。



拋射器

當使用拋射器時，此選項為預設選項。拋射器內建的光電閘用於確定彈丸的發射速度。

使用分別的閘門

此選項使用兩個發射光電閘之間的距離來確定彈丸的發射速度。預設距離為0.05米。



使用彈丸直徑

此選項使用彈丸的直徑來確定彈丸通過第一個發射閘門時的發射速度。預設直徑為0.017247米或11/16英寸。

提示！ 只要光電閘被串聯在一起，並在表格中報告單一的閘門狀態欄位，您就可以使用兩個有線[BTD]光電閘。




使用飛行時間墊

使用此選項時，需要使用「飛行時間墊」附件。

此選項將飛行時間報告從阻擋第一個發射閘門到撞擊飛行時間墊之間的時間。


提示！您可以將飛行時間墊用於任一發射速度設定。

提示！您可以點擊或點按「資訊」, 以獲取任何光電閘定時測量的設定資訊。



IV. 設定顯示 (圖表、表格和儀表)

Graphical Analysis會根據實驗類型、數據收集模式和已連接的感應器自動顯示一個配置圖。您可以使用建議的配置圖，或使用提供的查看選項修改配置圖。

點擊或點按「查看選項」, 然後根據需要修改選項。

提示！當解鎖了Graphical Analysis Pro的功能時，您還可以顯示影片。請參閱第8章中的新增影片到Graphical Analysis Pro數據檔案中。



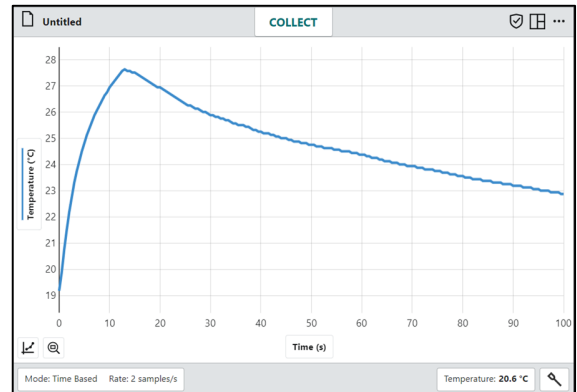
僅使用單一顯示元素

若要以全螢幕查看圖表、資格或儀表，僅使用其中一個選項。圖表可以顯示一個、兩個或三個圖形。

一張圖

這是單一感應器進行以時間為基礎的資料收集的預設配置圖。

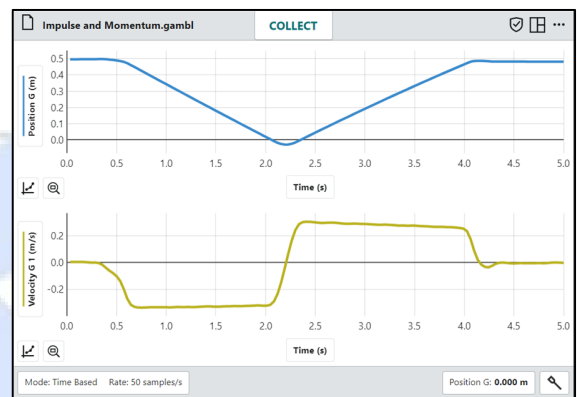
當有多個感應器都使用相同的度量單位時，也會使用此配置圖。



二張圖

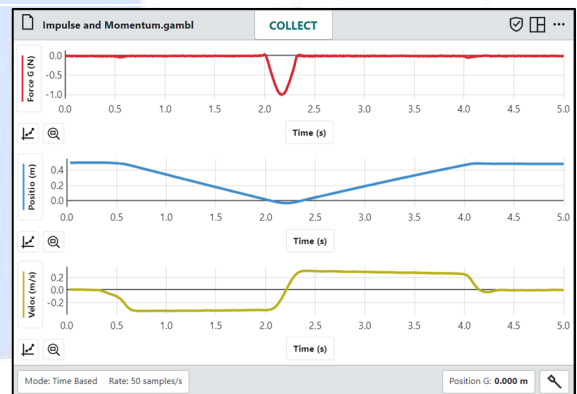
這是當感應器具有兩種不同度量單位時，兩個（或更多）感應器進行以時間為基礎的數據收集的預設配置圖。

這也是使用某些線性運動感應器時的預設配置圖，其中第一個圖表繪製位置與時間的關係，而第二個圖表則繪製速度與時間的關係。



三張圖

這是當感應器具有三種不同度量單位時，三個或更多感應器進行以時間為基礎的數據收集的預設配置圖。

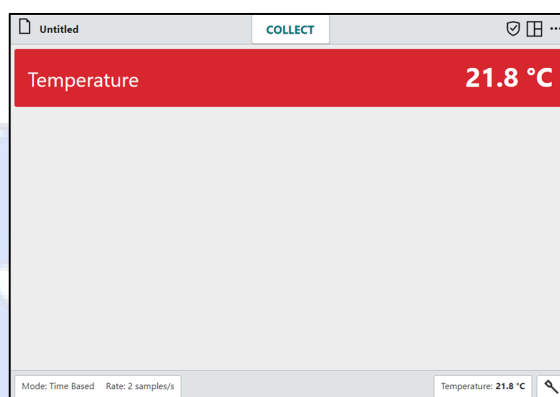


表格

這個配置圖顯示表格。預設情況下，這個配置圖並不會顯示。

儀表

這個配置圖顯示連接感應器的大型感應器儀表。預設情況下，這個配置圖並不會顯示。



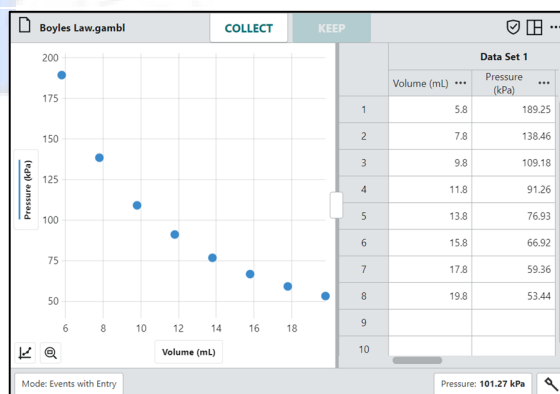
使用二個顯示元素

您可以選擇顯示兩個元素，例如圖表和表格。顯示畫面會垂直分割，將兩個元素並排顯示。分割線上有一個可調整大小的拉動手柄，您可以拖動它進行大小調整。

圖表與表格

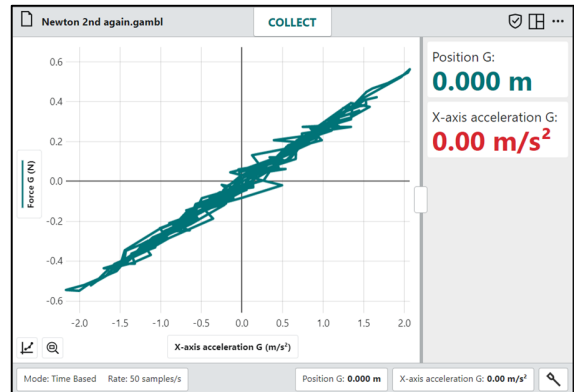
這是基於事件、滴數計算、光電閘計時和手動輸入實驗的預設配置圖。

表格總是顯示在圖表右側。根據需要，圖表區域可以顯示一個、兩個或三個圖表。



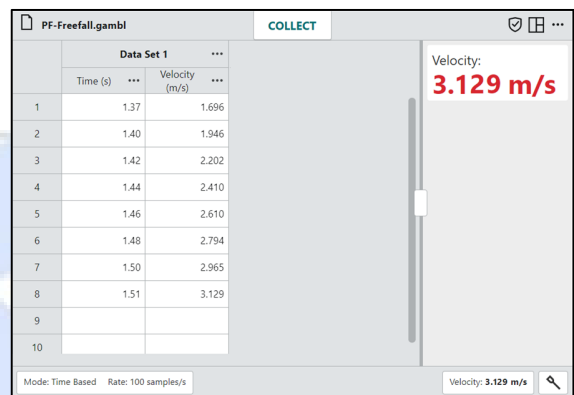
圖表與儀表

感應器儀表顯示在圖表右側。根據需要，圖表區域可以顯示一個、兩個或三個圖表。這個配置圖不是預設顯示的。



表格與儀表

感應器儀表顯示在資料表格的右側。這個配置圖不是預設顯示的。

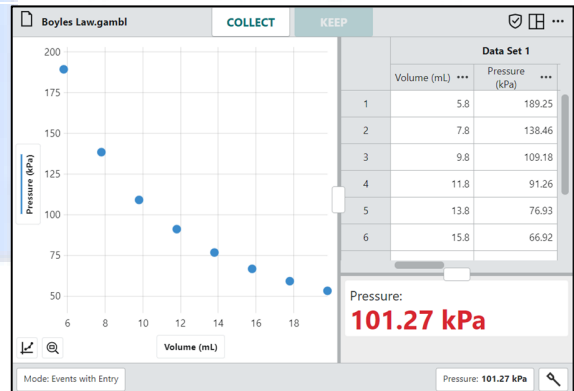


使用全部三個顯示元素

圖表、表格和儀表

當使用所有三個元素時，圖表顯示在左側，可以顯示一個、兩個或三個圖表。

右側區域水平分割，顯示資料表格位於感應器儀表之上。各種分割可以通過拖動分割線上的調整手柄進行調整。




V. 收集數據

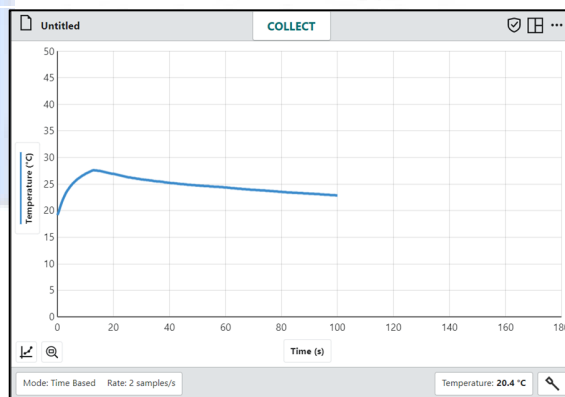
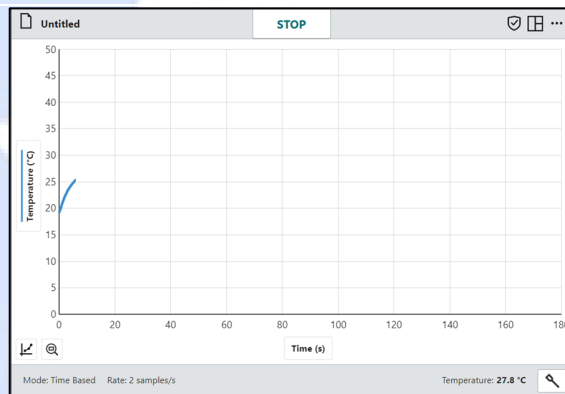
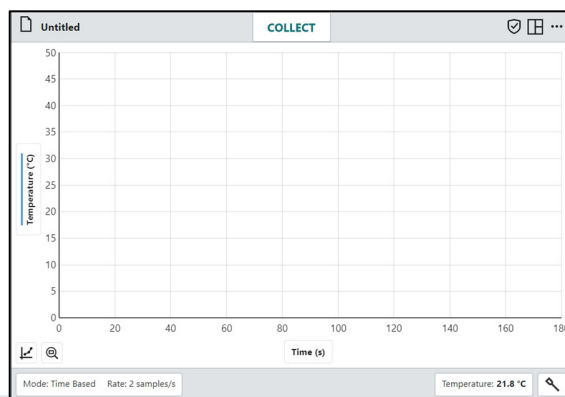
基於時間收集數據


點擊或輕觸  開始資料收集。

提示！ 當Graphical Analysis軟體處於焦點時，您可以使用電腦或Chromebook鍵盤上的空白鍵來啟動和停止數據收集。

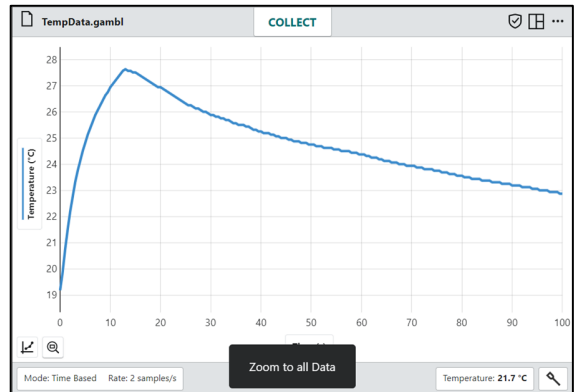
在收集數據時，某些工具列按鈕，例如模式按鈕和感應器儀表，將不可使用。

點擊或輕觸 ，或者等待資料收集自動結束。




點擊或輕觸 ，以便調整圖表大小以符合所有數據點。

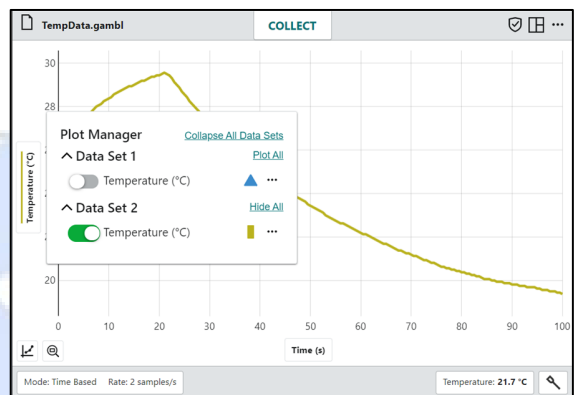
左側和右側的邊界將符合您數據的左右極限。
上下邊界會自動調整以顯示所有數據。





收集多組數據集

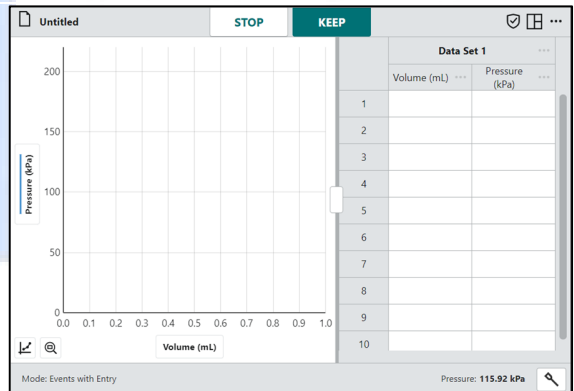
要收集另一個數據集，再次點擊或輕觸 。您的原始數據集將被保存，新的數據集將顯示在圖表上。

提示！ 若要繪製您的原始數據集，請點擊或輕觸 *y* 軸標籤 ，然後從所需的數據集中開啟欄。



基於事件收集數據


點擊或輕觸  以啟動數據收集。這將啟用  按鈕。




當您準備好記錄一個數據點時，請點擊或輕觸



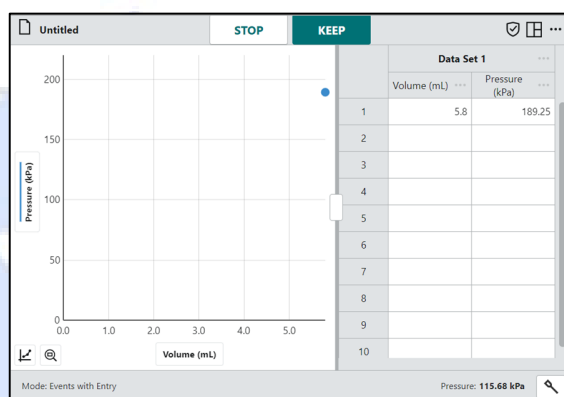
當選擇「事件輸入」時，系統會提示您輸入「事件」值。

提示！ 您在選擇  時所看到的感應器讀數會顯示在「保留點」方塊中。在方塊顯示期間對感應器值的更改將被忽略，直到方塊被關閉。




輸入該數據點的相應「事件」值，然後點擊或輕觸  以將該數據輸入表格中。

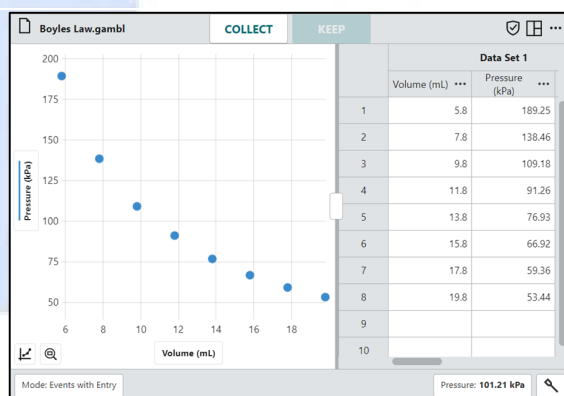
該點將自動顯示在圖表上。



根據需要繼續進行，直到您收集了所有的數據點。

提示！ 隨著您每次將點  到圖表中，圖表會自動調整比例，以確保所有數據點都顯示在圖表上。

點擊或輕觸 ，然後繼續進行資料分析。



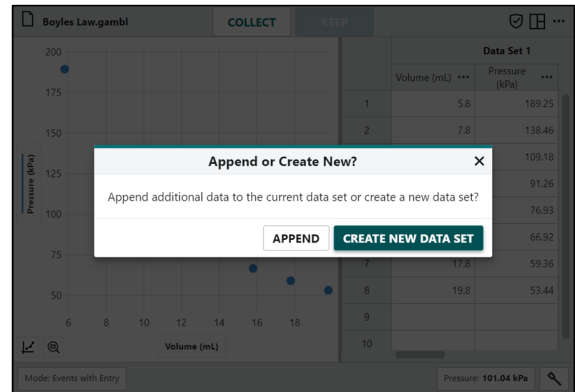
收集多組數據集

若要收集另一組數據，再次點擊或輕觸

採集

。對於基於事件的數據收集，您可以將新數據附加到現有數據集中，或開始一個新的數據集。


提示！ 若要繪製原始數據集，請點擊或輕觸 y 軸標籤 **Pressure (kPa)**，然後啟用來自所需數據集的列。



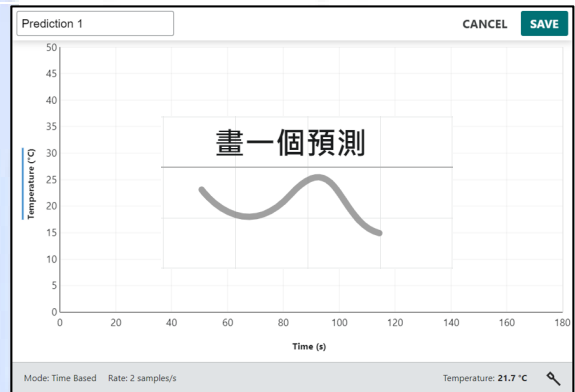
VI. 新增預測

「新增預測」工具是一個自由繪圖工具，可用於在圖表上增加預測。

提示！ 在收集數據之前要求學生繪製預測，此方式已被證明能增加學生對科學概念的理解。

點擊或輕觸「圖選項」，然後選擇「新增預測」以開啟該工具。

如果您正在查看多個圖表或帶有其他顯示元素（例如儀表或表格）的圖表，則在使用「新增預測」工具時，所增加預測的圖表會展開到全螢幕顯示。



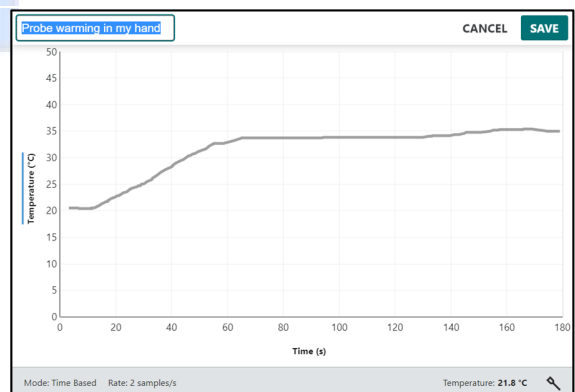
點擊並拖曳或觸碰並拖曳圖表，以草擬您的預測。

如有需要，命名預測，然後點擊或輕觸

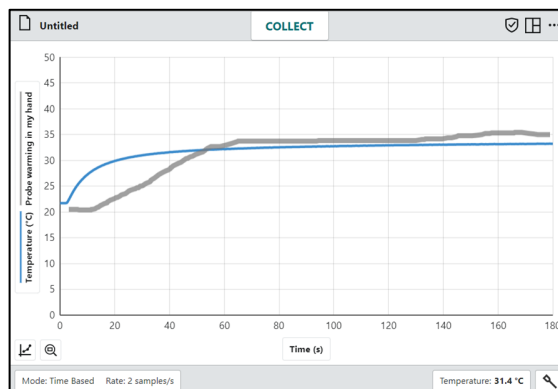
儲存

以將預測增加到圖表中。

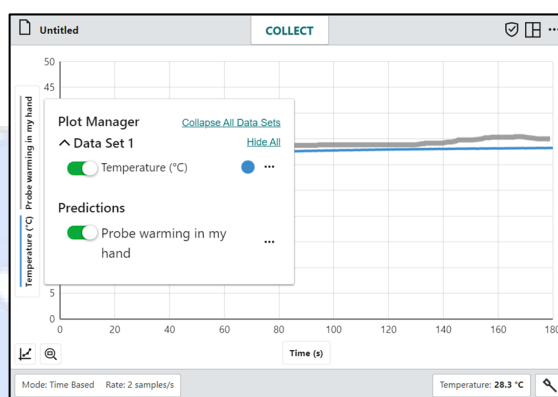
提示！ 如果您對第一次預測不滿意，請再次在圖表上拖曳，以刪除第一次預測，然後重新繪製新的預測。



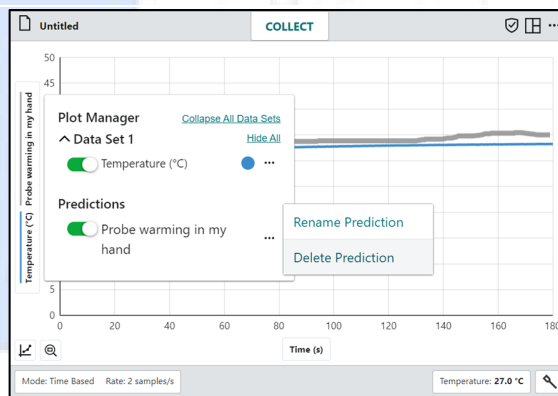
收集數據以將您的預測與實際數據進行比較。




要從圖表中隱藏預測，請點擊或輕觸 y 軸標籤，然後關閉預測。



要刪除預測，請點擊或輕觸 y 軸標籤，然後點擊或輕觸預測旁邊的其他選項 **...**，並選擇刪除預測。



VII. 用線性運動感應器進行圖形匹配

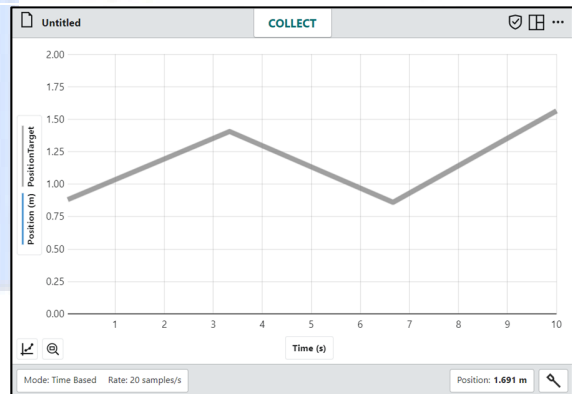
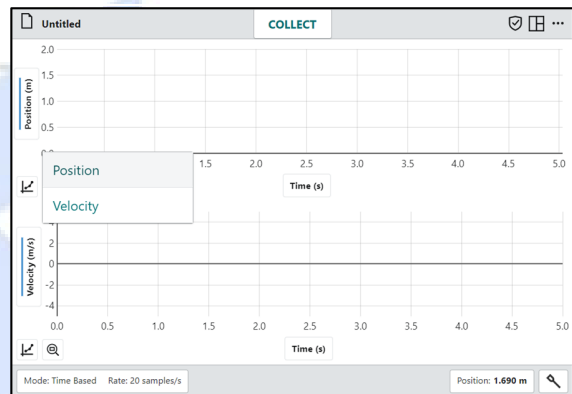
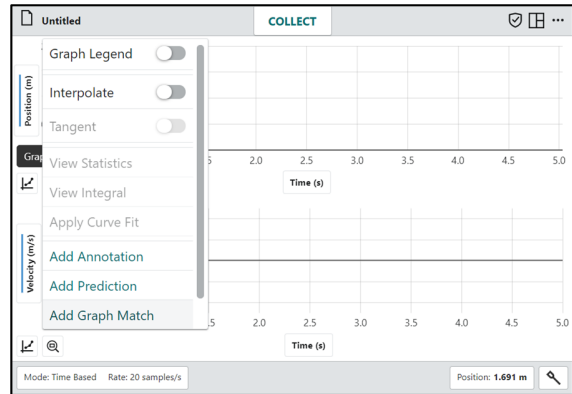
點擊或輕觸圖選項  並選擇增加圖形匹配以在圖形上繪製位置或速度目標。

僅當連接了線性運動感應器、運動記錄器或感應器小車時，才可使用增加圖形匹配。

提示！ 當顯示多於一個圖形時，您可以從任何圖形中選擇增加圖形匹配來開始。

選擇要匹配的位置或速度目標。

提示！ 當向從未進行過圖形匹配的學生教學時，建議先從位置匹配開始。



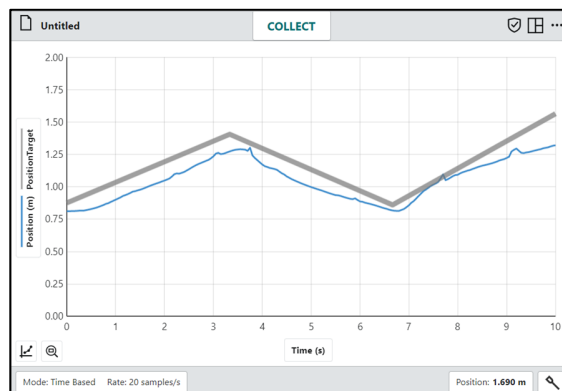
位置匹配

一個位置匹配包含三個線性部分。

提示！ 當選擇圖形匹配時，無論顯示設定如何，位置目標始終顯示在單個圖表配置圖中。

開始數據收集，移動以使您的檢測到的運動與顯示的圖形匹配。

提示！ 您可以根據需要重複數據收集。要獲得不同的匹配，請再次選擇圖形匹配 ▶ 位置。

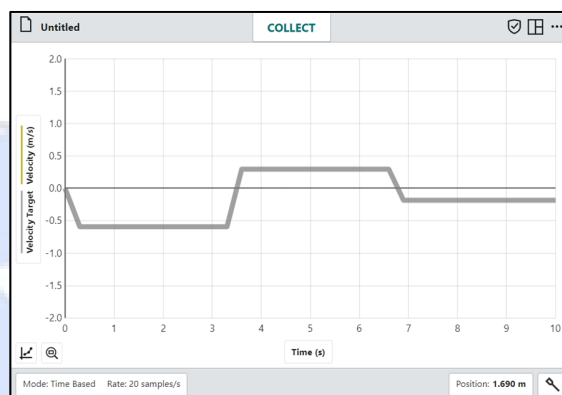


速度匹配

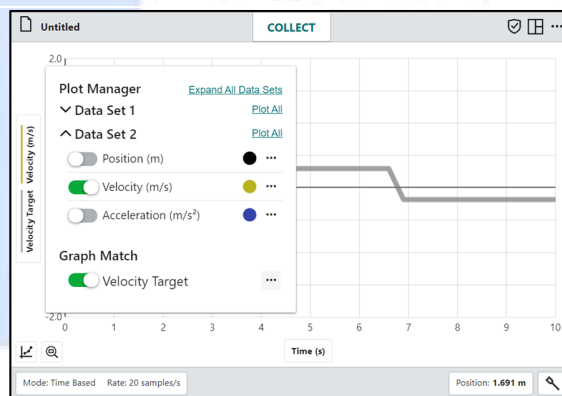
一個速度匹配包含三個水平（等速度）段。


要獲得不同的匹配，請再次選擇圖形匹配 ▶ 速度。

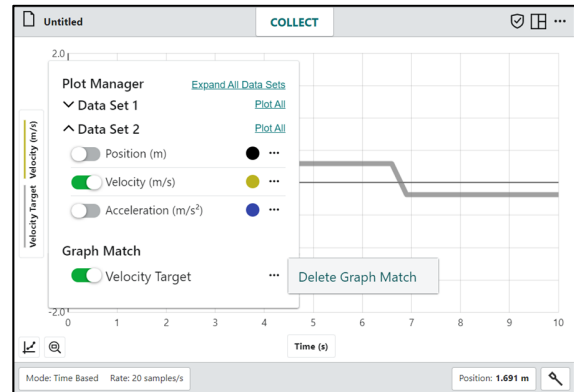
提示！ 無論在選擇圖形匹配時顯示設定如何，速度目標始終顯示在單個圖表配置圖中。



要從圖表中隱藏位置或速度目標，請點擊或點按y軸標籤，然後關閉圖形匹配目標。



要刪除圖形匹配目標，請點擊或點擊y軸標籤，然後點擊或點擊目標旁邊的其他選項 ，選擇刪除圖形匹配。



VIII. 分析數據

請參閱第六章—分析你的數據。

第三章—連接到數據分享的來源

Graphical Analysis可以從數據分享來源，例如LabQuest 2、LabQuest 3或運行我們的Logger Pro 3軟體的電腦，並可無線接收數據串流的感應器數據。

當解鎖了Graphical Analysis Pro功能時，還可以連接到Graphical Analysis Pro數據分享來源。

I. 以LabQuest或Logger Pro數據分享來源來進行數據分享

LabQuest或Logger Pro數據分享的工作原理

- 使用Vernier感應器設定一個實驗，並設定LabQuest 2、LabQuest 3或Logger Pro 3軟體為數據分享來源。有關更多訊息，請參閱 <https://www.vernier.com/til/2675>
- 使用Graphical Analysis通過Wi-Fi與數據分享來源進行無線連接。兩個設備必須連接到相同的Wi-Fi網路;但是，Wi-Fi網路不需要連接到網際網路。
- 在主機設備上收集的數據將與連接的設備共享。在數據收集期間，數據可以即時串流，或在數據收集完成後全部轉移。
- 數據的每個接收方都可以在自己的設備上對共享數據進行各自分析。在主機或任何連接的設備上進行的數據分析不會與其他設備分享。

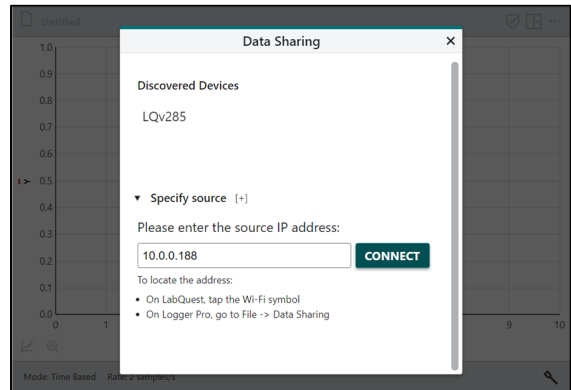
連接至LabQuest或Logger Pro數據分享來源

1. 將您的電腦、Chromebook或行動裝置連接到與數據分享來源（LabQuest 2、LabQuest 3或運行Logger Pro 3的電腦）相同的Wi-Fi網路。
2. 啟動Graphical Analysis軟體。

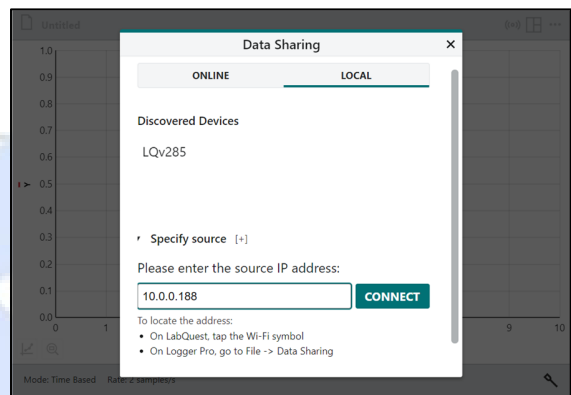



3. 點擊或輕觸  數據分享。發現的設備將自動列出。

提示！ 如果您的設備未列出，您可以選擇指定來源，並手動輸入數據分享來源的IP地址來連接。



如果您使用的是Graphical Analysis Pro，您必須選擇本地(local)選項來連接到LabQuest或Logger Pro數據分享來源。



4. 點擊或輕觸數據分享來源的名稱（或輸入數據分享來源的IP地址，然後點擊或輕觸  連線）來連接到來源。

提示！ 在數據分享活動期間，底部工具欄內按鈕是無法使用的。數據收集和感應器設定是在數據分享的來源上進行修改的。



II. 使用Graphical Analysis Pro 數據分享功能

Graphical Analysis Pro 數據分享的運作方式

- 使用 Vernier 感應器和已解鎖 Graphical Analysis Pro 功能的 Graphical Analysis 設定感應器數據收集實驗。
- 在主機設備上配置 Graphical Analysis Pro 以進行數據分享，並將數據分享 ID 與所有需要的人分享。有關更多訊息，請參閱 [將 Graphical Analysis Pro 設定為數據分享主機](#)

- 參與者使用數據分享 ID 在其設備上加入會議，這些設備也已解鎖 Graphical Analysis Pro 功能。所有設備都需要網際網路連接，才能完成此功能。
- 在主機設備上收集的數據將與連接的設備分享。數據可以在數據收集過程中即時串流傳輸，也可以在數據收集完成後全部傳輸。
- 每個接收到的數據的接收者可以在他們的設備上對分享的數據進行個別分析。在主機上或任何連接的設備上進行的數據分析不會與其他設備共享。

連線到 Graphical Analysis Pro 數據分享來源

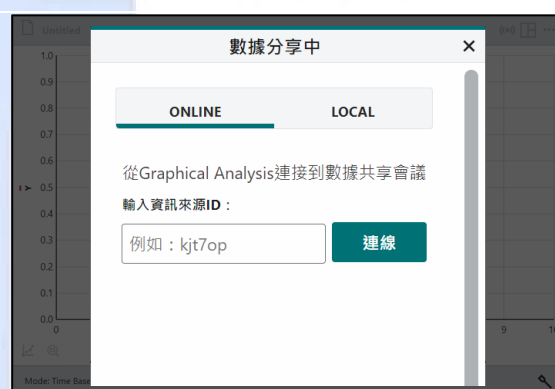
1. 確保您的裝置已連接至網際網路，然後啟動 Graphical Analysis。

提示！ 為了連接到主持 Graphical Analysis Pro 數據分享會議的設備，您必須在您的裝置上解鎖 Graphical Analysis Pro 功能。



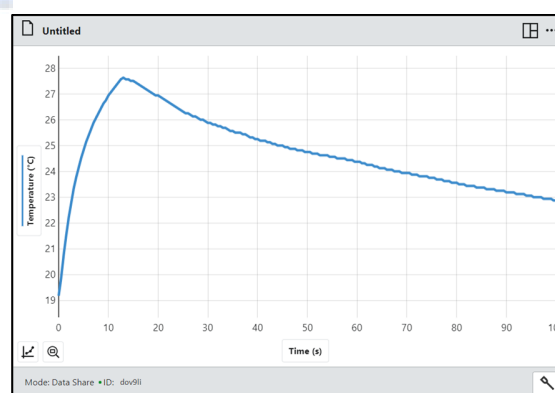
2. 點擊或輕觸 **數據分享**，連接至數據分享來源。輸入由數據分享之主機提供給您的六位數數據分享 ID 碼。

提示！ 「線上」(Online)選項僅用於 Graphical Analysis Pro 數據分享來源。當連接到 LabQuest 2、LabQuest 3 或 Logger Pro 3 數據分享來源時，請使用「本地」(local)選項。



3. 點擊或輕觸 **連線** 以連接至數據分享來源。您可以透過檢查螢幕左下角顯示的來源 ID，確認您已連接至正確的來源。

提示！ 如果數據分享主機的檔案包含影片或包含數據分析，例如曲線擬合，則您的檔案將不會包含這些項目。僅主機的數據會與已連接的裝置分享。



III. 使用 Graphical Analysis 作為數據分享客戶端

當您連接到數據分享的主機時，主機裝置會發送圖形設置資訊和任何已收集的數據。只要您沒有以任何方式互動圖形設定，主機收集到的額外數據也會在已連接的裝置上繪製。

主機裝置上進行的任何數據分析都不會轉移到您的裝置，因為意圖是讓您進行自己的數據分析。



更改顯示配置圖、重新調整圖形比例、檢視數據點或開始任何數據分析，都可能導致您的共享數據實例停止自動圖形更新。您的裝置仍會接收到額外的數據，只是不再自動顯示在您的圖形上。

若要恢復為當主機裝置更新時自動更新，請點擊或點按

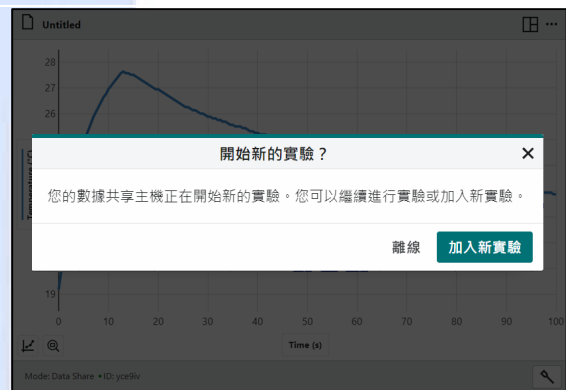


選單，並選擇 [新的實驗]。

如果主機在數據分享時開始新的數據收集實驗或打開新檔案，系統會提示您加入新的實驗。

點擊或輕觸 **加入新實驗** 以保持與數據分享主機的連線。

提示！ 如果您需要在繼續下一個實驗之前儲存上一個實驗的工作，請點擊或輕觸 [斷開連線]，並儲存檔案，然後再次連接，就像之前一樣。

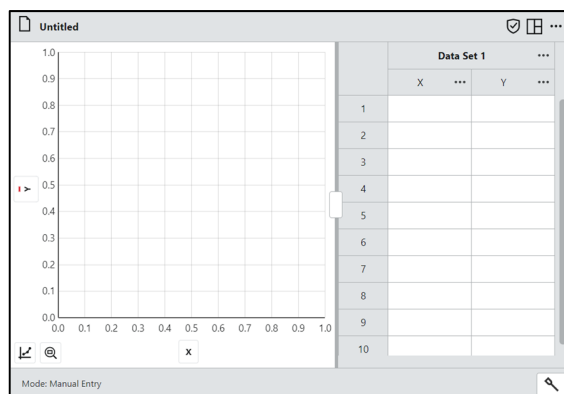


IV. 分析數據

請參閱第六章—分析數據。

第四章—手動輸入數據

點擊或輕觸 123 「手動輸入」以啟動手動輸入實驗，您可以將數據手動輸入至數據表格。您可以使用 Graphical Analysis 分析您蒐集到的數據，而不僅僅是來自感應器的數據，也可以使用來自教科書或網路的數據。



I. 設定欄位

點擊或輕觸數據表格中欄位名稱旁邊的 ... 「欄選項」，或者您也可以從 y 軸繪圖管理員中開啟欄選項。選擇欄選項以命名該欄位、定義單位，並選擇顯示的精確度。




點擊或輕觸符號圖示（例如，），以修改在該欄位繪製於圖表上時所使用的點顏色和點符號。



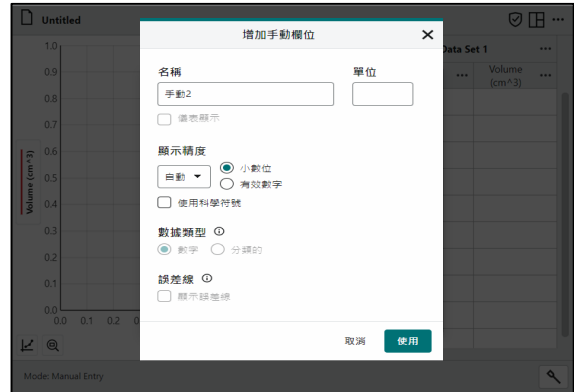
點擊或輕觸 使用 來儲存變更。

新增額外手動欄位


點擊或輕觸欄位名稱旁邊的「其他選項」圖示 ，然後選擇「新增手動欄位」以建立新的手動輸入欄位。新的欄位將增加到用於參訪欄位工具的欄位右側。

您可以根據需要修改欄位名稱、增加單位，並調整新欄位的顯示精度。

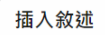
點擊或輕觸  來儲存變更。



新增計算欄位

點擊或輕觸欄位名稱旁邊的「其他選項」圖示 ，然後選擇「新增計算欄位」以建立一個基於其他欄位通過數學公式計算出的新欄位。

您可以根據需要修改欄位名稱、增加單位，並調整新欄位的顯示精度。

點擊或輕觸  以查看您的表達式選項。選擇您想要用於計算欄位的所需表達式。

注意： A、B 和 C 代表常數。X、Y 和 Z 代表數據表中的數據欄。

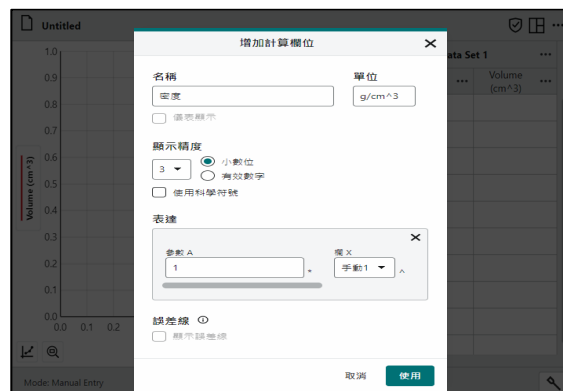
提示！ 當解鎖了 *Graphical Analysis Pro* 功能時，您可以在計算欄位中使用自定義表達式。請參閱第八章 [自定義表達式的計算欄位](#)。



預設情況下，計算欄位表達式中使用您參訪的欄位工具的欄位。根據需要調整欄位和參數。

點擊或輕觸 **使用** 以儲存更改。新的計算欄位將出現在用於參訪列選項的欄位右側。

提示！ 建立了計算欄位後，要進行編輯，請點擊或輕觸數據表中 **...** 欄位名稱旁邊的「欄選項」或 y 軸繪圖管理器，然後選擇「欄選項」。

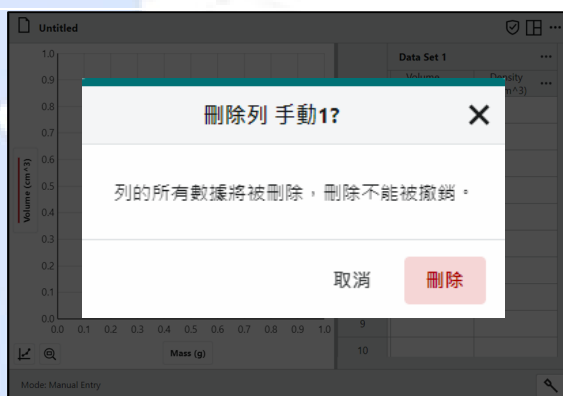


刪除一個欄位

點擊或輕觸數據表中 **...** 欄位名稱旁邊的「欄選項」或 y 軸繪圖管理器，然後選擇「刪除欄」以移除手動或計算欄。

點擊或輕觸 **刪除** 以確認刪除。刪除欄是無法恢復的。

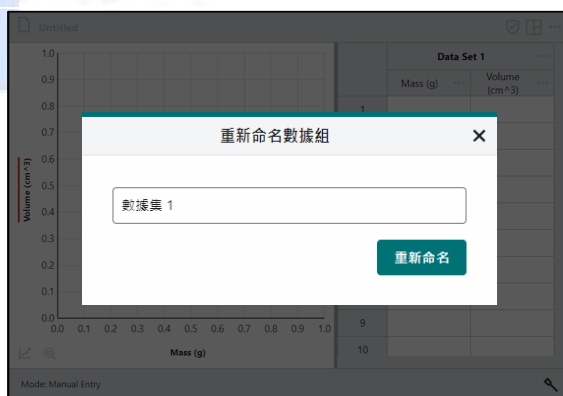
提示！ 原始的 X 和 Y 數據欄無法被刪除。




重新命名數據集

點擊或輕觸 **...** 數據表格中數據集名稱旁邊的「數據集選項」，然後選擇「重新命名數據組」以更改預設數據集名稱。

點擊或輕觸 **重新命名** 以儲存變更。

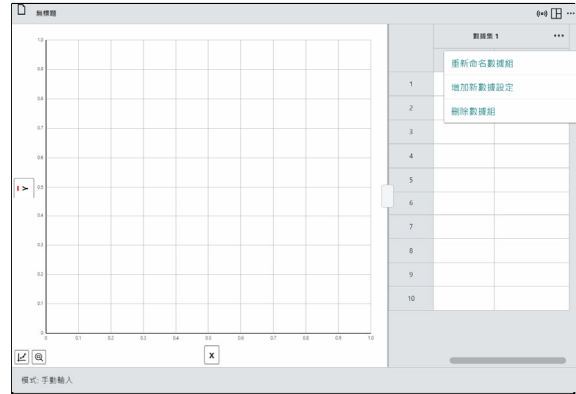


新增額外的數據集


點擊或輕觸數據集名稱旁邊的「數據集選項」，然後選擇「新增數據集」以增加額外的數據集。


新的數據集具有與原始數據集相同的欄和配置，並在最後一個數據集之後增加到數據表格中。

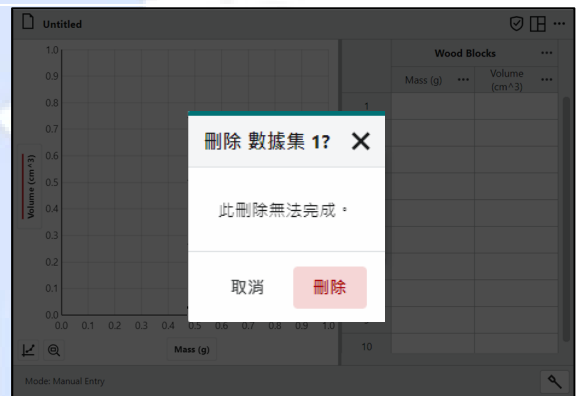
提示！ 僅對手動輸入實驗可用增加額外數據集的選項。



刪除一個數據集

點擊或輕觸 數據集名稱旁邊的「數據集選項」，然後選擇「刪除數據集」以移除一個數據集。

點擊或輕觸  以確認刪除。刪除數據集是不可逆轉的。



II. 在數據表格中輸入數據


手動數據輸入

雙擊或雙點擊數據表格的儲存格以新增或編輯數據。

使用剪下、複製和貼上工具

您可以在您的數據表格和您的電腦設備的系統剪貼簿之間複製數據。

複製到剪貼簿

- **Windows:** 滑鼠右鍵點擊並選擇複製 (或 Ctrl-C)
- **macOS:** Command-C (-C)
- **Chromebook:** Alt-滑鼠左鍵點擊並選擇複製 (或 Ctrl-C)
- **iOS、iPadOS 和 Android** (以及其他觸控式螢幕設備): 在選取範圍內長按並選複製剪下 (和複製)到剪貼簿
- **Windows:** 右鍵點擊並選擇剪下 (或 Ctrl-X)

- **macOS:** Command-X (⌘-X)
- **Chromebook:** Alt-滑鼠左鍵點擊並選擇剪下 (or Ctrl-X)
- **iOS、iPadOS 和 Android** (a以及其他觸控式螢幕設備): 在選取範圍內長按並選剪下
從剪貼簿貼上
- **Windows:** 滑鼠右鍵點擊並選擇貼上 (或 Ctrl-V)
- **macOS:** Command-V (⌘-V)
- **Chromebook:** Alt-滑鼠左鍵點擊並選擇貼上 (或 Ctrl-V)
- **iOS、iPadOS 和 Android** (以及其他觸控式螢幕設備): 在選取範圍內長按並選貼上


提示! 當使用貼上從多個欄複製數據時，必須先在數據表格中增加適當數量的手動欄。

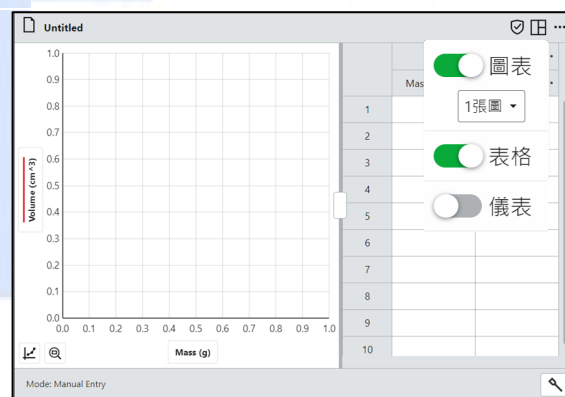
選擇數據表格中的儲存格

- 要選擇單個儲存格，請單擊或輕觸儲存格。
- 要選擇一個儲存格範圍，請點擊並拖曳或觸摸並拖曳過儲存格。
- 要選擇單行，請點擊或輕觸行號。
- 要選擇一系列行，請點擊並拖曳或觸摸並拖曳過行號。
- 要選擇單欄，請點擊或輕觸欄標題。
- 要選擇一系列欄，請點擊並拖曳或觸摸並拖曳過欄標題。
- 要選擇單個數據集，請點擊或輕觸數據集標題。
- 要選擇一系列數據集，請點擊並拖曳或觸摸並拖曳過數據集標題。

III. 設定顯示配置 (圖表、表格和儀表)

在手動輸入模式下，Graphical Analysis會自動顯示圖表和數據表格。

點擊或輕觸「查看選項」，然後根據需要修改選項。更多資訊，請參閱第二章中的設定顯示 (圖表、表格和儀表)



IV. 分析數據

請參閱第六章—分析數據。

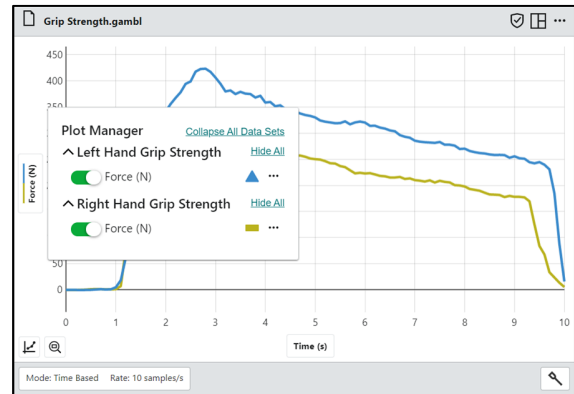
第五章—自訂圖表

I. 改變圖表上的繪圖內容

點擊或輕觸y軸標籤 **力 (N)**，以更改在圖表上繪製的數據。

點擊或輕觸欄位名稱，以在圖表上增加或移除該欄位的數據。

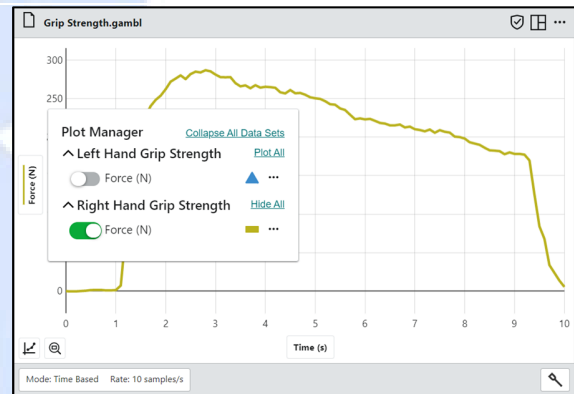
提示！ 圖表上會顯示所有選定欄位的數據。



點擊或輕觸數據集名稱，以顯示或隱藏特定數據集的所選欄位資料。

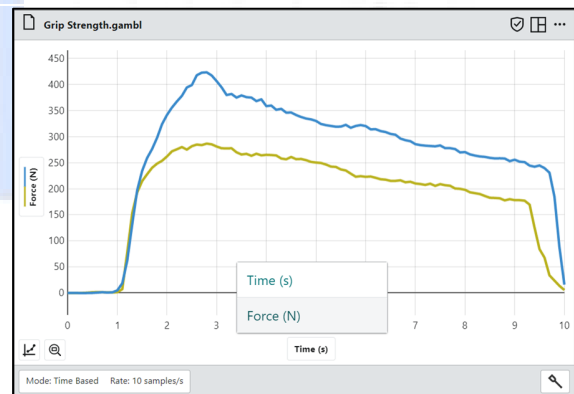
提示！ 使用展開所有數據集和摺疊所有數據集，快速顯示或隱藏每個數據集的欄位。

提示！ 使用全部繪圖和全部隱藏選項，快速增加或移除特定數據集的所有數據欄位。




點擊或輕觸 x 軸標籤 **時間 (s)**，選擇您希望用於圖表的自變數。對於任何圖表，只能使用一個欄位作為x 軸自變數。


提示！ 您無法將一個欄位以自己作為變數繪製。如果您選擇的自變數欄位已經在垂直軸 (y 軸) 上繪製，該欄位將從圖表中移除。




II. 調整圖表風格

變更點符號和曲線顏色

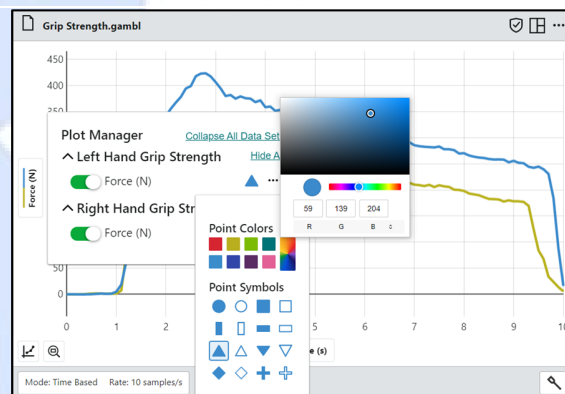
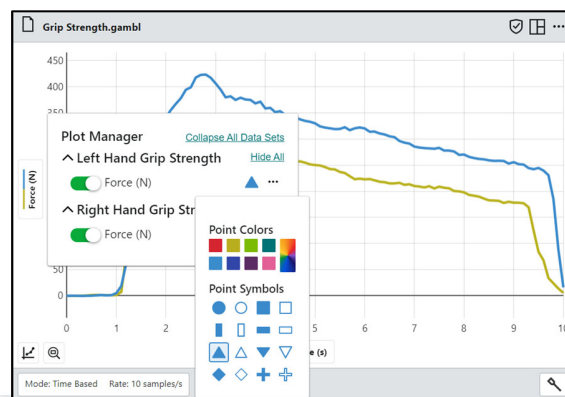
點擊或輕觸 y 軸標籤，，以開啟圖表管理。

點擊或輕觸點符號，，然後選擇不同的符號或曲線顏色。


提示！ 點顏色和點符號的更改僅適用於所選的欄。該更改將使用於繪製該欄數據的任何圖表。


點擊或輕觸 以獲取更多顏色選項。

提示！ 可以使用 RGB、HSL 或十六進制值來定義出自定義顏色。點擊或輕觸顏色值（例如，）以更改輸入選項。

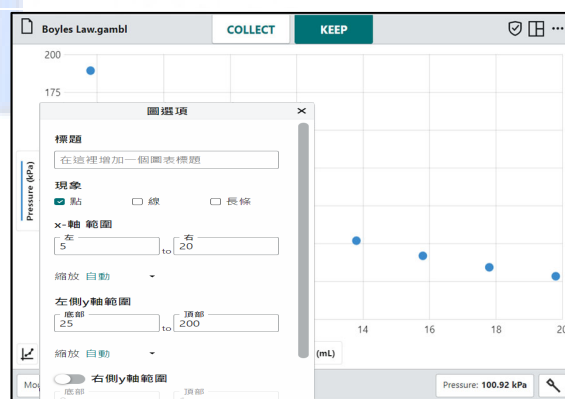


修改圖表外觀

點擊或輕觸圖選項， 然後選擇編輯圖選項以開啟圖表配置工具。

根據需要調整外觀。點擊或輕觸 以關閉圖表選項。

提示！ 當顯示多個圖表時，圖選項的更改僅適用於從中開啟該工具的圖表。這些更改不適用於其他圖表。

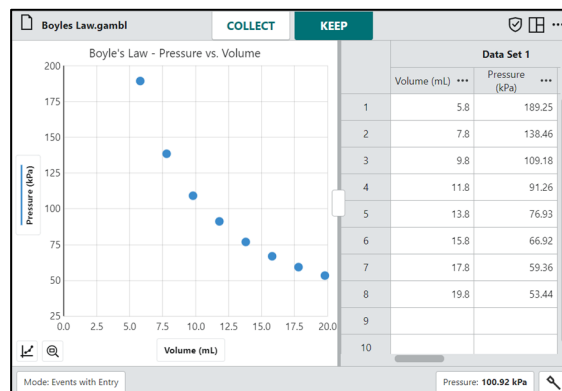


點

選擇「點」來將數據顯示為未連接的點。

這是手動實驗和使用事件記錄、滴數計算和光電閘計時模式的感應器實驗的預設選項。

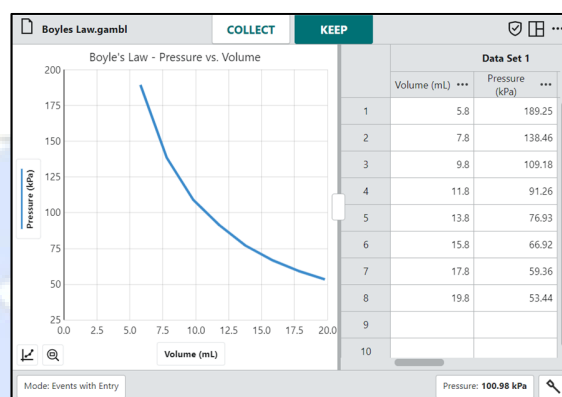
提示！ 點的符號可以從y軸圖表管理或欄選項中更改。



線

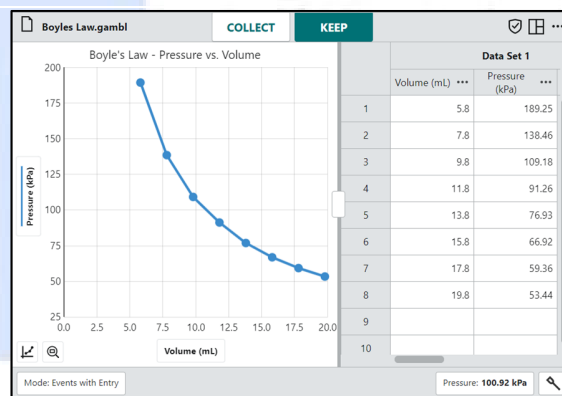
選擇「線」以顯示在數據點之間繪製的線性段。不顯示單個點符號。

這是基於時間的感應器實驗的預設選項。



點和線皆顯示

選擇「點和線皆顯示」以將數據顯示為由線性段連接的點。此選項預設不顯示。

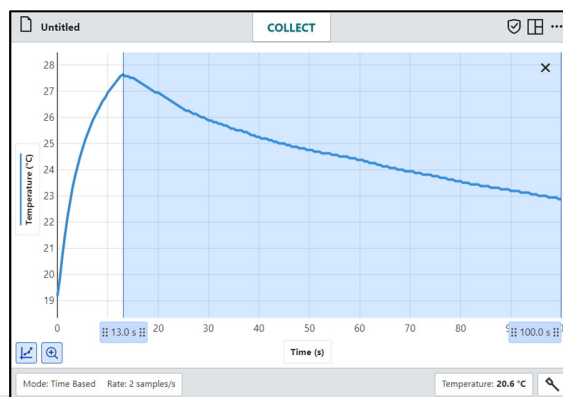



III. 調整圖形比例

放大選定區域

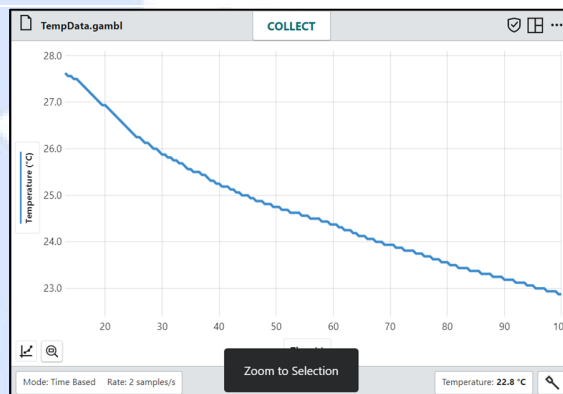
要將圖形調整到您數據的特定部分，請點擊並拖動或觸摸並拖動圖形以選擇所需的區域。


提示！ 您可以點擊並拖動或觸摸並拖動所選區域的邊界，以根據需要調整該區域。

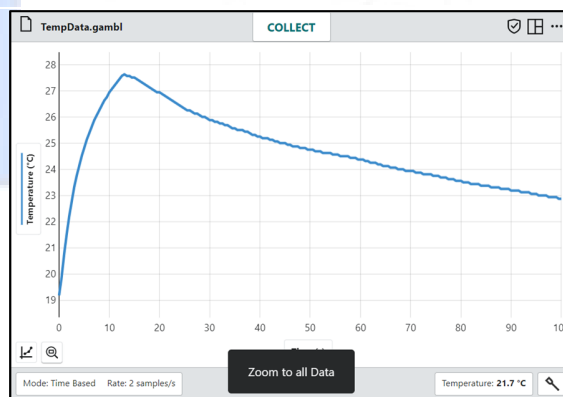


當選擇了區域後，點擊或輕觸「縮放至選取區域」圖示，將圖形調整到符合所選區域。

左右邊界與所選區域匹配。頂部和底部邊界會自動調整以顯示區域內的所有數據。



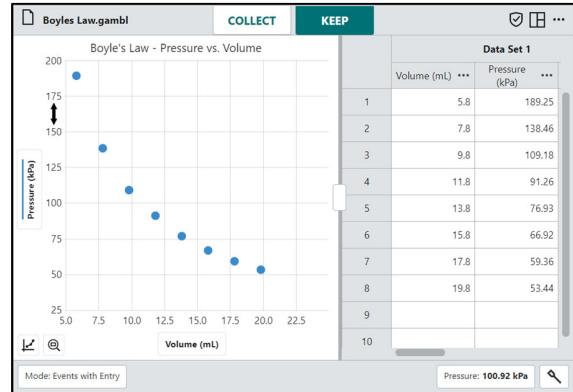
您可以點擊或輕觸「縮放至全部數據」圖示，將圖形調整為適應所有數據。




平移圖形


點擊並拖動或觸摸並拖動靠近其中一個軸的地方，以移動（滑動）圖形而不改變比例。從水平軸（x軸）附近開始滑動可水平移動圖形。從垂直軸（y軸）附近開始滑動可垂直移動圖形。

提示！ 具觸摸螢幕設備可以使用兩指捏合手勢來滑動和調整圖形大小。



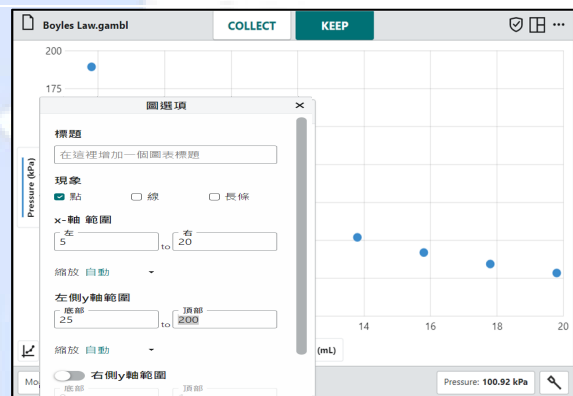
手動調整比例

點擊或輕觸圖選項，，並選擇編輯圖選項以訪問圖形配置工具。

手動配置 x 軸和 y 軸範圍以根據需要調整比例。點擊或輕觸關閉，，以關閉圖選項。


縮放—自動

此預設選項允許在數據收集期間使圖形放大，以確保所有數據點都可見。



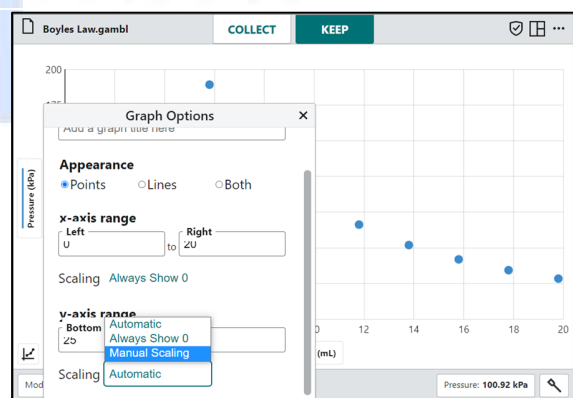
提示！ 當比例尺選項設定為自動時，不會依照手動輸入的值。

縮放—始終顯示0

此選項會自動調整圖形，以包括該軸的 0。這個設定不會改變圖形自動放大的比例，但在您使用「縮放到所有數據」手動重新調整圖形時，這個設定會被使用。.


縮放—手動縮放


這個選項會停用與在收集期間放大圖形的自動行為，但在您使用「縮放到所有數據」手動重新調整圖形時，這個設定不會生效。



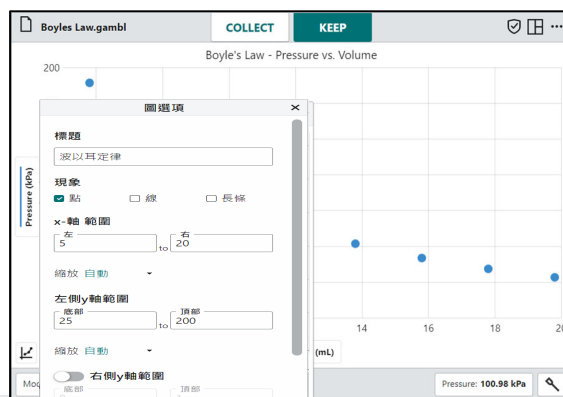
IV. 圖表標籤

增加圖表標題

您可以選擇為您的圖表增加標題。點擊或點選圖選項，，然後選擇編輯圖選項。



依照需要增加或編輯標題。點擊或點選關閉，，以關閉圖選項。


標題將居中顯示在圖表上方。




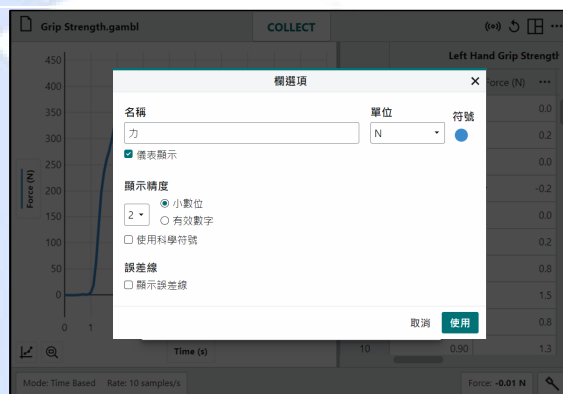
修改軸標籤

軸標籤是根據欄名稱顯示的。您可以通過更改欄名稱來更改標籤。


點擊或點選 y 軸標籤，，以參訪繪圖管理。點擊或輕觸欄選項，，旁邊的欄以及選擇欄選項。


按需更改欄名。點擊或點選  以儲存更改。

若要修改 x 軸標籤，，請從數據表格中參訪該欄的欄選項，或將該欄臨時繪製在 y 軸上。

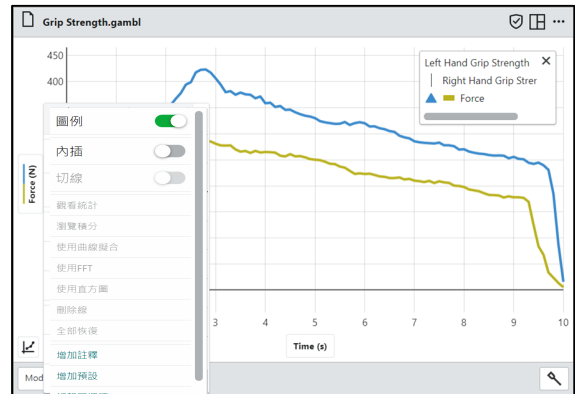


新增圖例

點擊或點選圖形工具，，並選擇圖例。圖例顯示每個繪製欄的點符號、顏色和數據。


點擊或輕觸並拖動圖例以重新定位它在圖形上。要關閉圖例，點擊或點選關閉。.

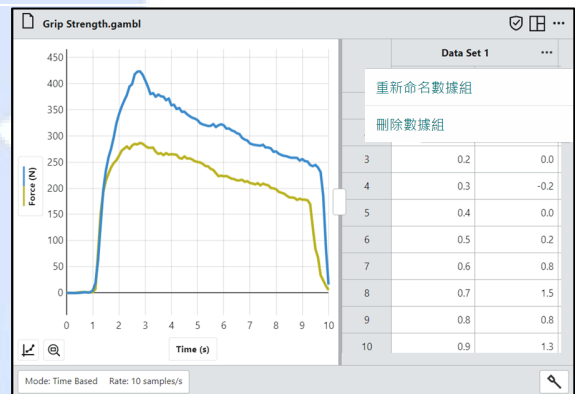
有關更多訊息，請參閱本章變更點符號和曲線顏色。



重新命名數據集

雖然在圖表上沒有直接顯示，但數據集的名稱會顯示在 y 軸繪圖管理和圖例中。

從數據表中，點擊或點選要更改名稱的數據集旁邊的數據集選項，.




選擇「重新命名數據集」以更改預設的數據集名稱。

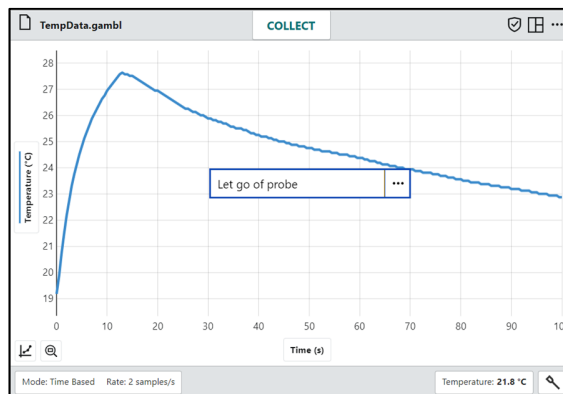
點擊或點擊  以儲存數據集名稱。



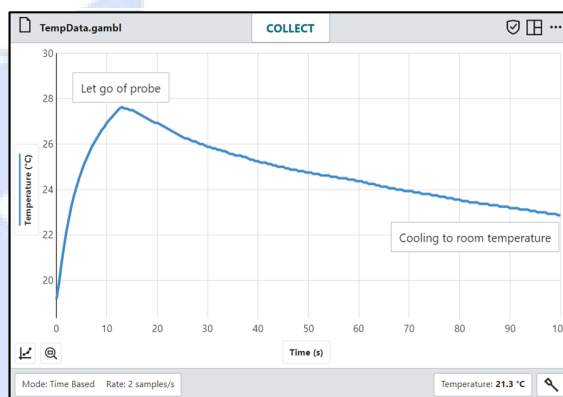
增加註釋

您可以將文字註釋增加到圖表中，標記關鍵點或提供有關數據的訊息。

點擊或輕觸 圖選項 ，然後選擇增加註釋以將文字標籤增加到您的圖表中。按需要編輯文字。

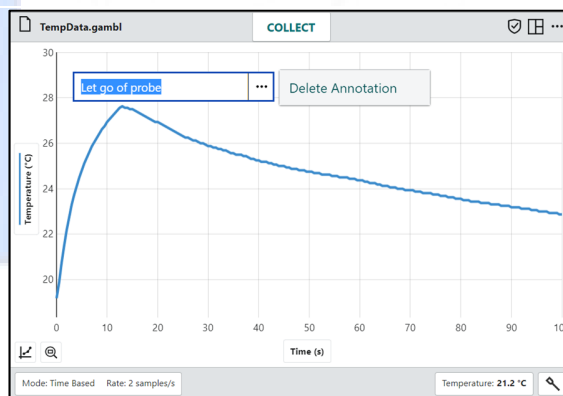


按住並拖動註釋以重新定位它在圖表之位置。




雙擊或雙點擊現有的註釋以編輯文字。

點擊或輕觸  其他選項，刪除該註釋。

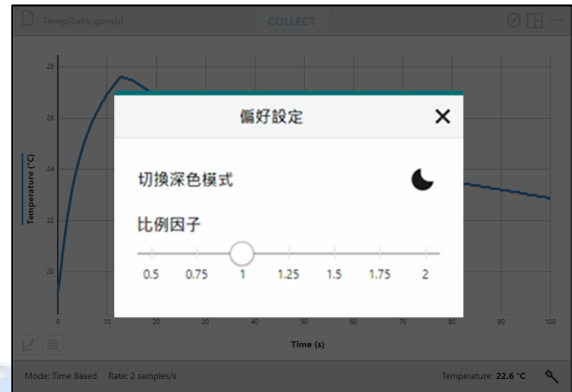


V. 使用比例因子修改字體大小

您可以修改應用程式中使用的字體大小。當使用投影機展示應用程式或在具有高解析度螢幕的設備上查看應用程式時，這將特別有用。

從頂部工具列點擊或輕觸  其他選項，然後選擇演示。根據需要調整比例因子。

提示！ 在查看多個圖表時，降低比例因子以在每個圖表上看到更多細節。




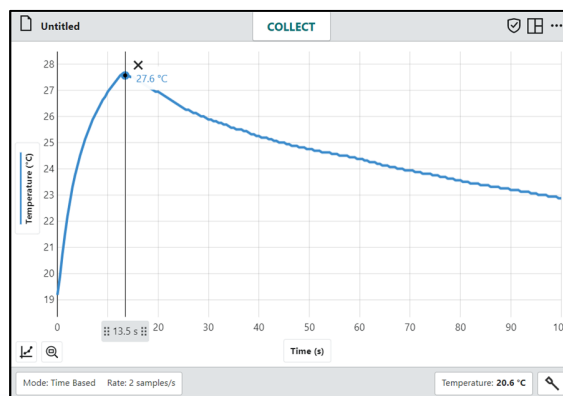
第六章 — 分析數據

I. 檢查數據點

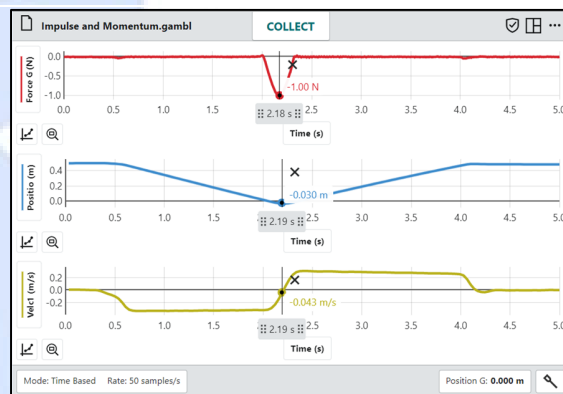
點擊或輕觸圖表以檢視感興趣的點。將顯示該點的座標。

點擊或輕觸不同的點，或者拖動檢視線以進一步檢視您的數據。


要移除檢視線，點擊或輕觸顯示在線旁邊的  刪除檢視工具。



在查看多個圖表時，檢視線會顯示在所有引用相同自變數的圖表上。



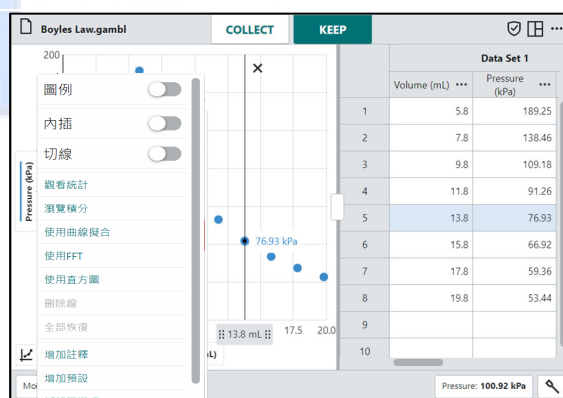
II. 內插和外差的數據

若要檢視數據點之間和超出數據點的數值，請點擊或輕觸  圖項目，開啟內插功能。

內插功能會影響檢視滑鼠指標在檢視數據時的行為。

當內插關閉時，顯示的檢視值是針對繪製的數據點。當您移動檢視線時，會顯示最近數據點的值。

提示！ 您無法同時使用內插和切線。選擇其中一個將取消選擇另一個。

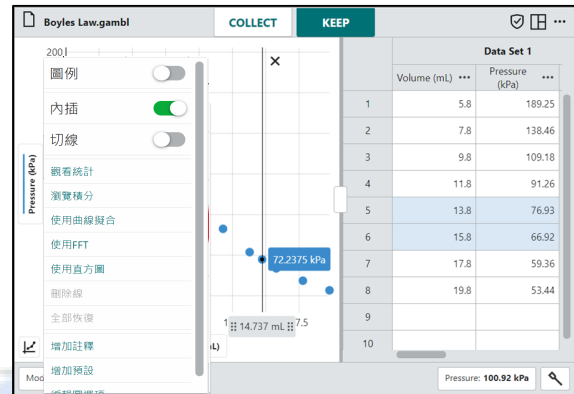


內插數據

當內插開啟時，您可以估計繪製數據點之間的值。顯示的值取決於您是否在圖表上繪製了曲線擬合。

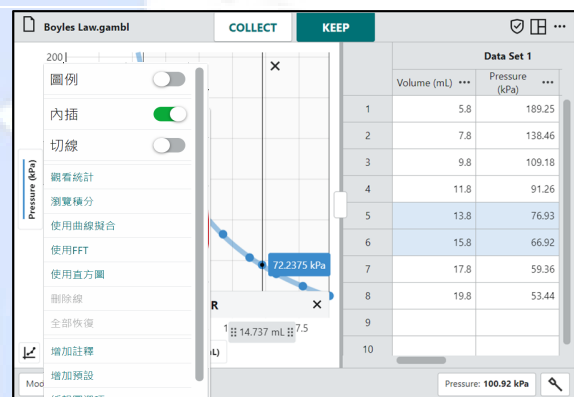
沒有曲線擬合時的內插

當沒有曲線擬合時，檢查滑鼠游標將沿著兩個相鄰點之間的直線路徑移動。



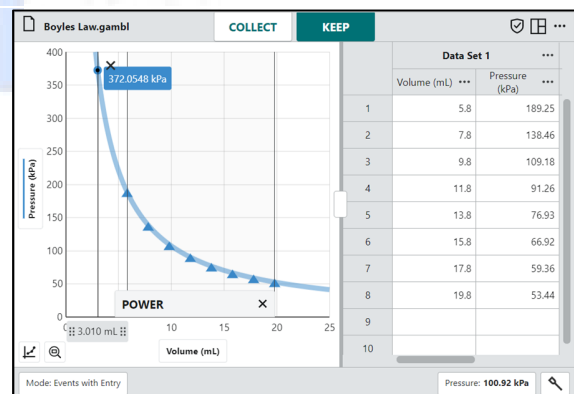
有曲線擬合時的內插

當有曲線擬合時，檢查滑鼠游標將依循曲線擬合模型來確定檢查值。




外插數據

若要檢查數據點之外的數據（外插），您必須在圖表上繪製曲線擬合並啟用內插。

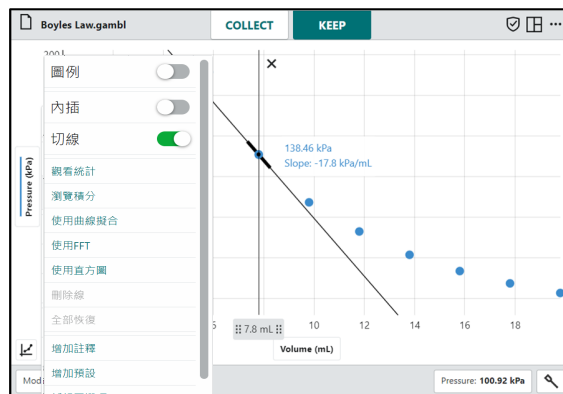


III. 探索變化率(切線)

要找出任何點的數據變化率，點選或輕觸圖選項 ，然後啟用切線。

切線工具計算檢查點的數據變化率（斜率）。切線值是根據檢查點周圍的點來確定的。

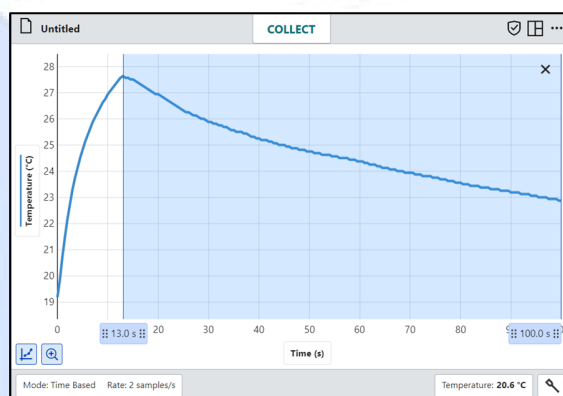
提示！ 您無法同時使用內插和切線。選擇其中一個會取消選擇另一個。





IV. 觀看統計

使用統計工具根據您的數據計算統計屬性。顯示的值包括數據點數量、平均值、標準差、最小值、最大值和範圍。會計算所有繪製的數據欄的統計資訊。

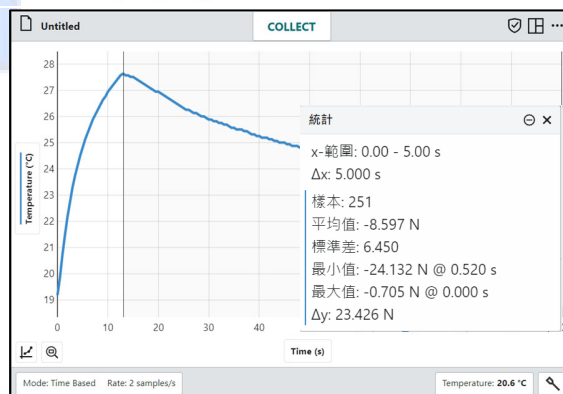
如果需要，選擇一個數據區域。如果未選擇數據區域，統計工具將使用所有數據進行計算。



點擊或輕觸「圖選項」 ，然後選擇「觀看統計」。將計算並顯示圖形上所有繪製數據欄的統計資訊於統計對話方塊中。


若要關閉統計資訊框，點擊或點按「關閉」 。

提示！ 如有需要，您可以沿著右側區域邊界滑動統計資訊對話方塊。



V. 瀏覽積分

使用「瀏覽積分」工具計算與您的數據相關的數值積分（面積）。


如果需要，選擇一個區域。點擊或輕觸「圖選項」，然後選擇「瀏覽積分」以找出積分。相關的區域將被陰影標記，並顯示數值。

提示！ 水平軸（x軸）上方的區域是正的，而下方的區域是負的。所有繪製數據欄的面積將被計算並顯示在積分詳細資訊對話方塊中。



VI. 使用曲線擬合

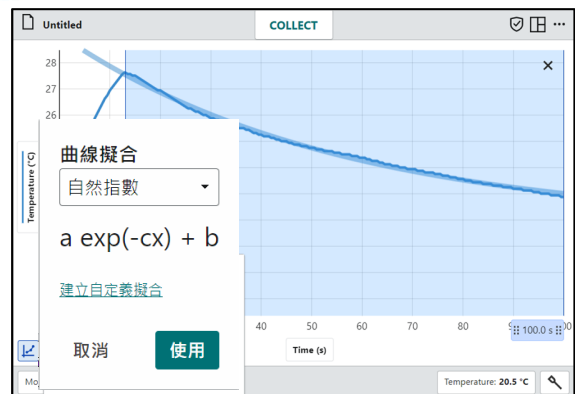
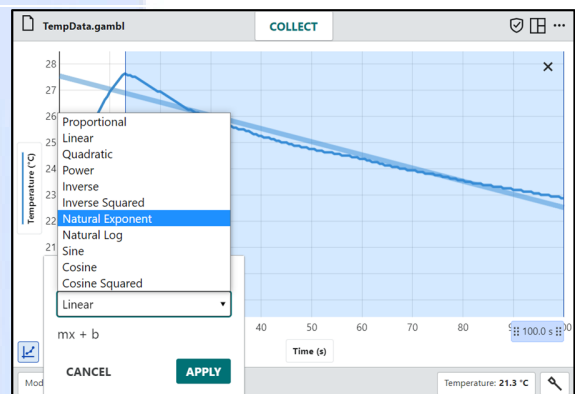
使用曲線擬合工具找出適合您數據的數學模型。首先選擇一個區域以擬合您數據的部分。如果您在選擇工具之前沒有先選擇區域，則會使用所有數據來確定擬合模型。

點擊或輕觸「圖選項」，然後選擇「使用曲線擬合」，以找出基於您的數據的最佳擬合曲線的方程式。

曲線擬合模型包括比例、線性、二次、次方、倒數、平方反比、自然指數、自然對數、正弦、餘弦和餘弦平方等。

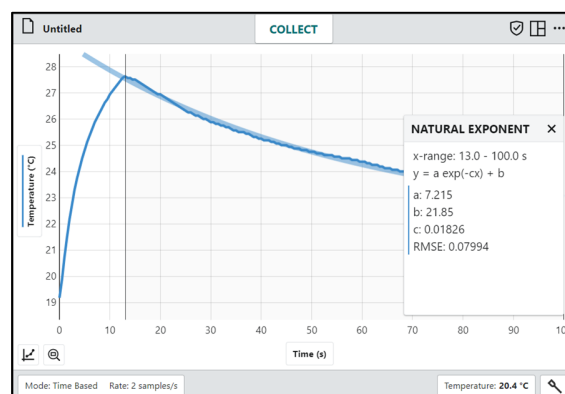
選擇一個曲線擬合模型來預覽與您數據的擬合之情況。

提示！ 如果您已解鎖了 *Graphical Analysis Pro* 功能，您可以使用自訂表達式來擬合您的數據。有關詳細資訊，請參閱第 8 章中的 [自定義擬合](#)。



點擊或輕觸 **使用**，以顯示曲線擬合的方程式和係數。計算所有繪製欄的曲線擬合。

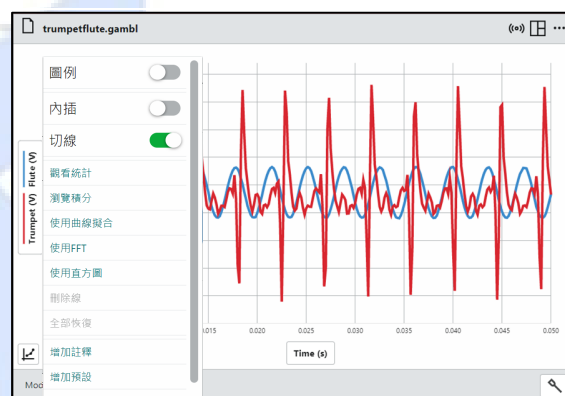
曲線擬合詳細資訊對話方塊包括 RMSE（均方根誤差），這是衡量擬合與數據匹配程度的一個指標。線性曲線擬合還顯示與線性擬合相關的相關係數（ r ）。



VII. 使用 FFT

點擊或輕觸「使用 FFT」以執行時間數據的快速傅立葉變換（FFT）分析。

必須解鎖 Graphical Analysis Pro 功能才能使用此功能。詳細訊息請參閱第 8 章中的 FFT 分析。



VIII. 新增額外欄位

新增手動欄位

新增手動欄位以將檔案中的數據或在網路上找到的數據帶入，以便與您的數據進行比較。


從數據表或繪圖管理中，點擊或輕觸現有欄位名稱旁邊的「欄選項」**...**，然後選擇「增加手動欄位」以建立新的手動輸入欄位。

您可以按需要修改欄位名稱、增加單位，並調整新欄位的顯示精度。有關在此欄位中輸入數據的說明，請參閱第四章中的在數據表格中輸入數據。



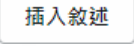
新增計算欄位

計算欄位是根據其他欄位通過數學公式計算得出的值。例如，您可以定義一個計算欄位為另一個欄位的倒數平方，或者您可以計算質量和體積欄位的比率以建立密度欄位，或者您可以使用計算欄位從線性運動感應器數據欄位中建立位能和動能欄位。

從數據表或繪圖管理員中，點擊或輕觸現有欄位名稱旁邊的「欄選項」，然後選擇「增加計算欄位」以建立新的欄位。

您可以按需要修改欄位名稱、增加單位，並調整新欄位的顯示精度。




點擊或輕觸  以查看您的表達式選項。選擇您要用於計算欄位的所需表達式。

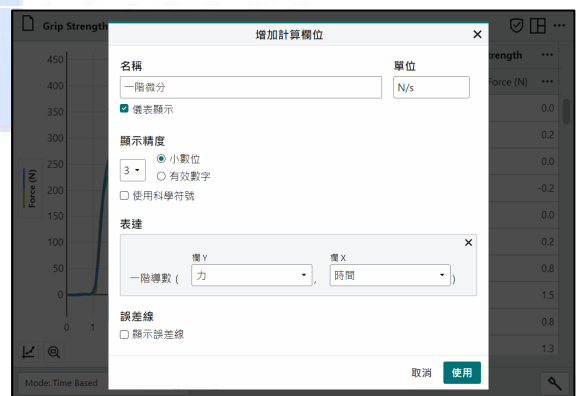
注意： A、B 和 C 表示常數。X、Y 和 Z 表示來自您的數據表的數據欄位。


提示！ 當解鎖了 *Graphical Analysis Pro* 功能時，您可以在計算欄位中使用自定義的表達式。請參閱第八章中的 [自定義表達式的計算欄位](#)。



預設情況下，計算欄位表達式會使用您所參訪「欄選項」的那個欄位。根據需要調整欄位和參數。

點擊或點選  以建立該欄位。新的計算欄位將出現在用來參訪「欄選項」的欄位的右側。



提示！ 建立計算欄位後，若要進行編輯，請點擊或輕觸數據表或圖表管理中的欄位名稱旁邊的「欄選項」。

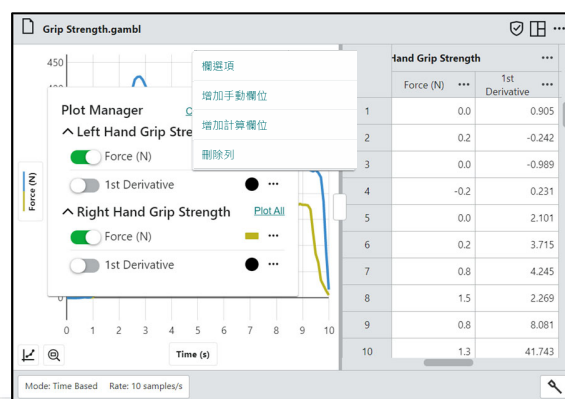
IX. 管理數據

刪除欄

從資料表或圖表管理中，點擊或輕觸現有欄位名稱旁邊的「欄選項」 \dots 。選擇「刪除欄位」以移除手動或計算的欄位。感應器數據和時間欄位無法被刪除。

點擊或點選 **刪除** 以確認刪除。刪除欄位無法復原。

提示！ 由於數據集是對稱的，從一個數據集中刪除欄位將從所有數據集中刪除對應的欄位。

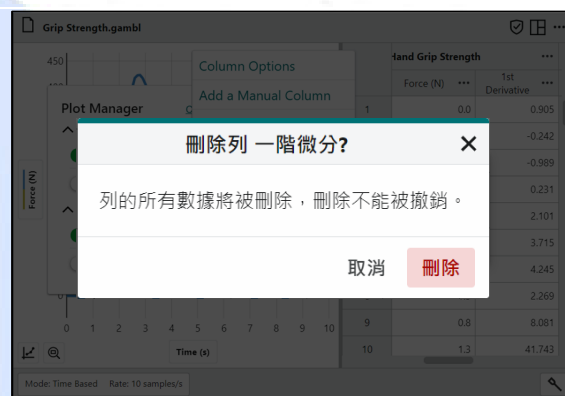


刪除數據集

從數據表中，點擊或輕觸現有數據集名稱旁邊的「數據集選項」 \dots 。選擇「刪除數據集」以移除數據集。


點擊或輕觸 **刪除** 以確認刪除。刪除數據集無法復原。

提示！ 無法刪除最後建立的數據集；但是，任何輸入或收集的數據將被清除。




第七章—管理 GRAPHICAL ANALYSIS 檔案

I. 開啟檔案

點擊或輕觸檔案選單  無標題，然後選擇「開啟」以顯示開啟檔案對話方塊。從這裡，您可以打開儲存在您的設備上的檔案，從可打開的雲端儲存位置，如 Google Drive™、iCloud® 或 Dropbox，或從連接的儲存設備，如 USB 隨身碟或 SD 卡。

注意：並非所有選項都適用於每個平台。您可以選擇開啟先前儲存的 Graphical Analysis (.gaml 或 .ambl) 檔案或逗號分隔值 (.csv) 檔案。

在 Graphical Analysis 開啟樣本實驗

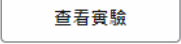
點擊或輕觸檔案選單  無標題，然後選擇「新的實驗」。選擇「樣本實驗」以啟動預設瀏覽器，可線上開啟 Graphical Analysis 的樣本實驗檔案。

樣本實驗包括波以耳定律、拋球實驗、植物蒸騰和週期性趨勢的數據。



在 Graphical Analysis Pro 開啟樣本實驗

如果您已解鎖 Graphical Analysis Pro 功能，您可以開啟超過 40 個包含數據和影片的數據收集實驗。

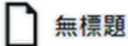
點擊或輕觸  以開啟這些檔案。有關如何使用這些檔案的更多資訊，請參閱第八章中在 Graphical Analysis Pro 開啟樣本實驗。



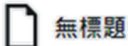
提示！ 若 Graphical Analysis Pro 功能被鎖定時，您可選擇主頁下的使用手冊選項以開啟可用的樣本實驗檔案。這將會進入一個包含這些樣本樣本的網頁。

II. 儲存檔案

儲存

點擊或輕觸檔案功能表 ，選擇「儲存」以儲存當前檔案。這將會用當前檔案取代先前儲存的檔案（在相同的檔案位置），而不需要使用者確認。如果您的檔案從未儲存過，選擇「儲存」等同於選擇「另存新檔」。

另存為

點擊或輕觸檔案功能表 ，選擇「另存為」以顯示儲存檔案的對話方塊。您可以命名檔案並選擇要儲存的位置。您可以直接將檔案儲存到您的設備上，也可以儲存到可存取的雲端儲存位置，如Google Drive、iCloud或Dropbox，或者儲存到連接的儲存設備，如USB隨身碟或SD卡。注意：並非所有選項都在每個平台上都可用。另存新檔不會自動覆寫先前儲存的檔案。

III. 輸出檔案

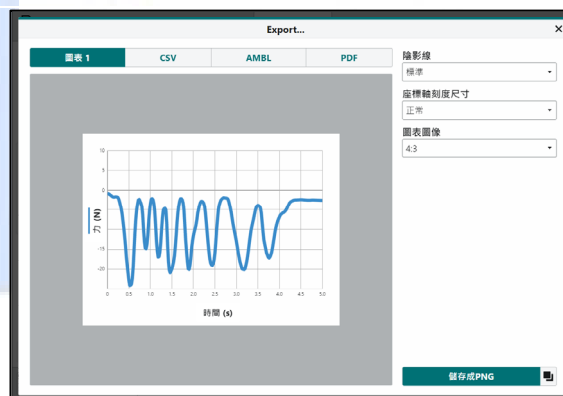
點擊或輕觸檔案功能表 ，然後選擇輸出。您可以選擇將圖形輸出為 .png 檔案，數據輸出為 .csv 檔案，或者 Logger Pro 相容的 AMBL 檔案。

圖片檔案 (.png)

預設選擇圖表1(一張圖)。在匯出圖形時，您可以選擇多個選項來增強輸出的圖形檔案。

- **線條濃淡**—此選項控制圖形格線和軸線的繪製深淺程度。
- **軸標籤尺寸**—此選項控制軸標籤所使用的字體大小。
- **圖形形狀**—此選項控制圖形影像的寬高比。

提示！ 上述設定的變更將反映在顯示的圖形上。

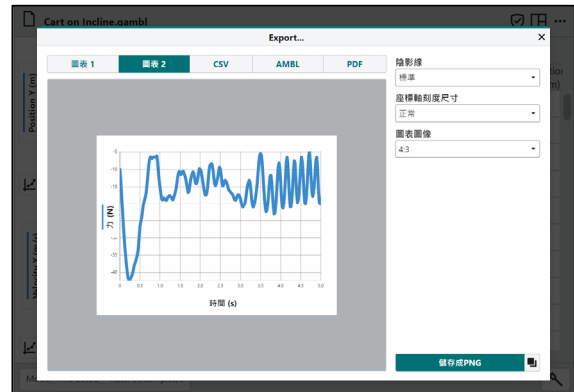


點擊或輕觸  來儲存圖形檔案。

提示！ 您可以點擊或輕觸複製到剪貼簿 ，將所選圖形複製到您的設備剪貼簿中。使用此功能將圖形貼上到您設備上的檔案中。

如果您正在顯示多個圖形，則必須分別輸出每個圖形。對於您的第一個圖形所做的樣式選擇將保持，其他圖形也將一起適用。

提示！ 使用此功能將您的數據建立圖像，以包含在實驗報告中，或通過檔案共享、電子郵件或列印提交給指導教師。



逗號分隔檔案 (.csv)

選擇 CSV 選項以輸出您的數據以列印數據表。

選擇適當的小數分隔符號，然後點擊或輕觸

儲存成 CSV

以儲存文件。

提示！ 使用此功能將數據以 .csv 格式儲存，以便使用試算表來進行進一步分析或列印數據。



Logger Pro 檔案 (.amb)

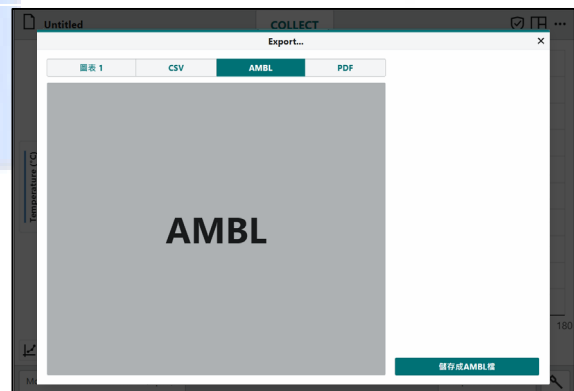
選擇 AMBL 選項將數據輸出為 .amb 檔案。

點擊或輕觸

儲存成 AMBL 檔

以儲存文件。

提示！ 使用此功能建立一個數據檔案，您可以在我們的 Logger Pro 3 電腦軟體中打開。




IV. 從 Graphical Analysis 列印

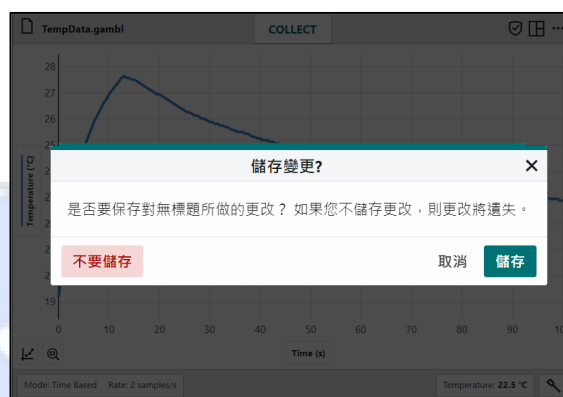
您無法直接從 Graphical Analysis 列印。要列印 Graphical Analysis 檔案，請使用「檔案」▶「輸出」功能建立所需的檔案 (.csv 或 .png)。然後使用您設備上的列印選項列印該文件。

提示！ 有關從 Graphical Analysis 列印的更多訊息，請參閱 www.vernier.com/til/3789

V. 開啟新的實驗檔案

點擊或輕觸  無標題 選單，然後選擇「新的實驗」以開啟新檔案並重新設定所有數據收集參數。如果您有未儲存的數據，系統將要求您在繼續之前儲存現有的檔案。

提示！ 選擇「新的實驗」時已連接的無線感應器將保持連接，並在建立新實驗時保持連接。



第八章—GRAPHICAL ANALYSIS PRO

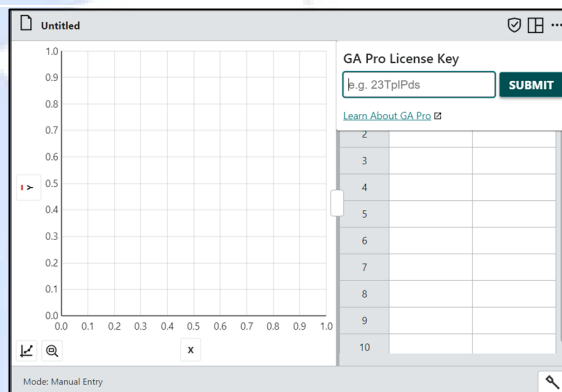
I. 解鎖 Graphical Analysis Pro 功能

請按照以下步驟解鎖 Graphical Analysis Pro 功能。

1. 開啟 Graphical Analysis app 應用程式並選擇 **123** 手動輸入實驗。

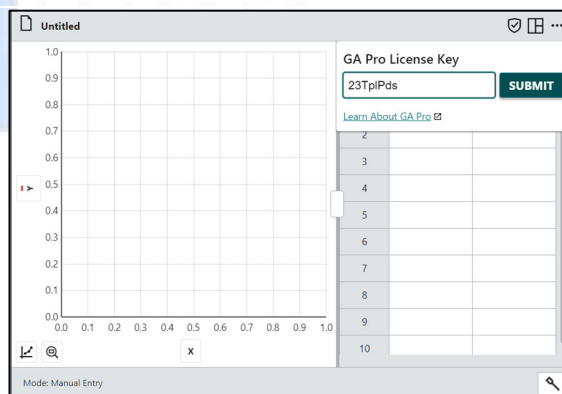


2. 點擊或點選 GA Pro 授權 .





3. 輸入由 Vernier 提供給您的 GA Pro 授權碼。授權碼區分大小寫，必須正確輸入。

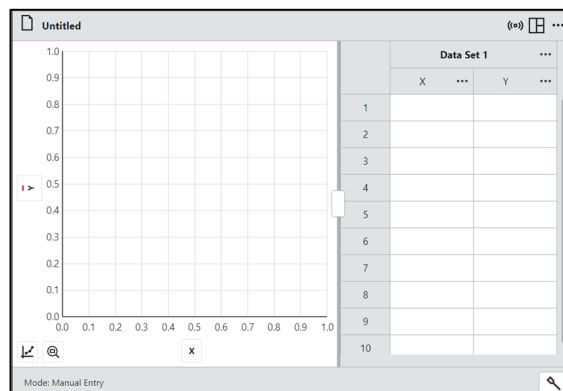
提示！ 教師需要將授權碼分發給他們的學生。Vernier 不會直接將授權碼分發給學生。



4. 點擊或輕觸 **提交** 以解鎖 Graphical Analysis Pro 功能。

請注意，GA Pro 授權按鈕 ，會被數據分享按鈕  所取代。

提示！ 如果這是您首次使用授權碼，您可能會被要求在使用 Graphical Analysis Pro 功能之前接受最終使用者授權協議。這必須使用訂閱人的電子郵件地址完成。




II. 在 Graphical Analysis Pro 開啟樣本實驗

Graphical Analysis Pro 內含超過 40 個實驗檔案，非常適合作為實驗前練習、獨立研究或實驗後的豐富內容。這些實驗檔案取自我們熱門的實驗手冊，其中包括一個數據收集實驗的影片。這些實驗適用於中學、生物學、化學和物理學等科目。

以下是存取和使用這些檔案的說明。請注意，您必須解鎖 Graphical Analysis Pro 功能才能存取這些檔案。

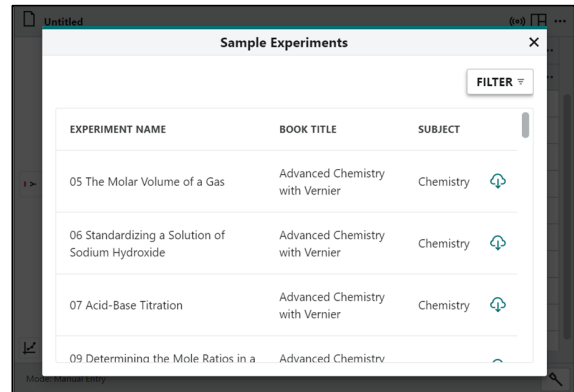
1. 啟動 Graphical Analysis Pro.

提示！ 如果您已經運行 Graphical Analysis

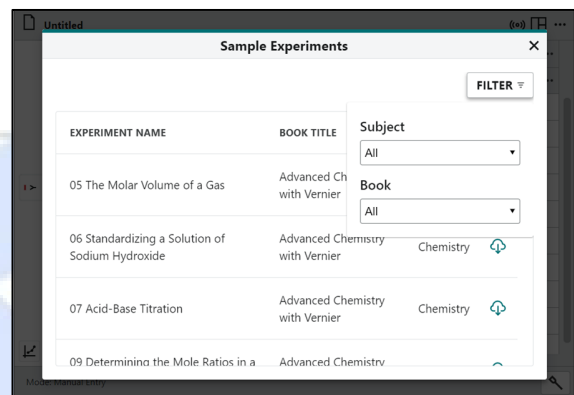
Pro，點擊或輕觸  **無標題** 選單，然後選擇「新的實驗」以開啟新實驗對話方塊。



2. 點擊或輕觸 查看實驗 以打開實驗檔案。

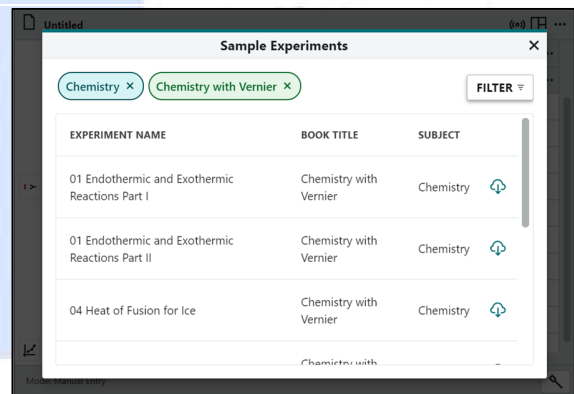


3. 點擊或輕觸 FILTER ▾ 以快速尋找特定科目領域和/或特定實驗手冊的實驗。



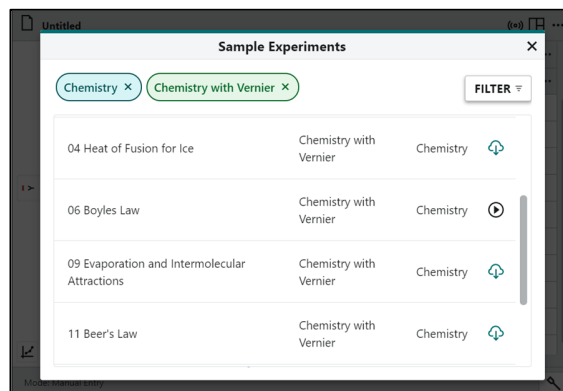
4. 點擊或輕觸科目或書籍下拉式選單，All ▾，然後選擇適當的篩選器。

提示！如果需要，您可以應用多個篩選器。




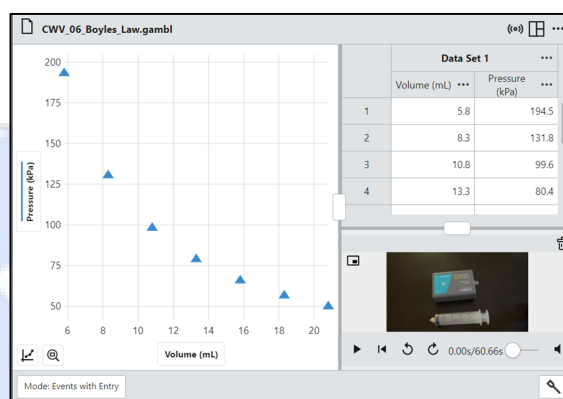
5. 瀏覽實驗清單，找到您想要開啟的檔案。

提示！ 您必須有穩定的網路連線才能開啟這些檔案。





6. 點擊或輕觸下載  並開啟實驗檔案。

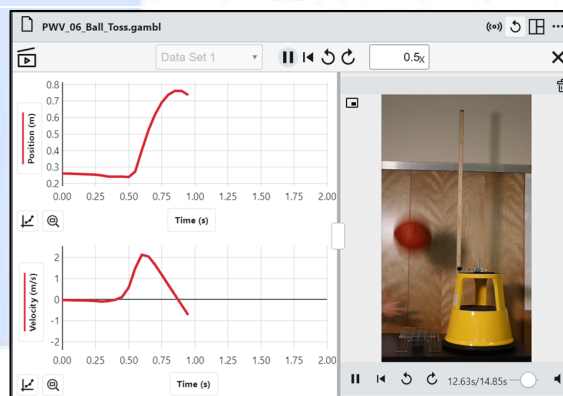
提示！ 如果您之前曾瀏覽過檔案，則「下載」按鈕會被  「播放」按鈕取代。



如果您開啟的實驗檔案包含基於時間的資料，則將包含的影片和其中一個試驗的資料同步。

點擊或輕觸啟用重播  以存取重播資料收集控制。從重播資料工具列中點擊或輕觸開始重播 ，以重播資料和同步影片。

如需更多資訊，請參閱 [重播數據收集](#)



III. 使用 Graphical Analysis Pro 進行數據分享

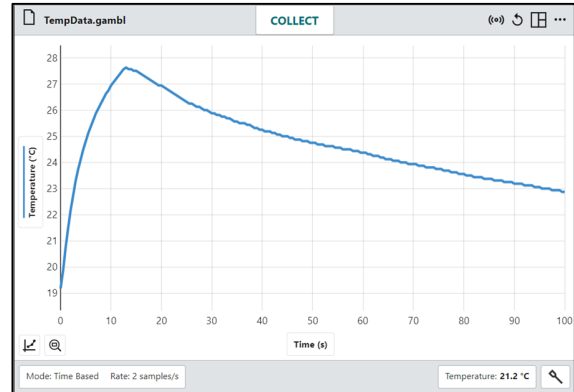
Graphical Analysis Pro 可以作為數據分享來源，可以將感應器資料無線串流到另一台也正在運行 Graphical Analysis Pro 的裝置。使用 Graphical Analysis Pro 將實驗示範數據與您的面授的課堂或遠距學習的學生分享，這樣他們就可以獨立分析資料。實驗室各小組中的學生也可以與他們的小組夥伴分享數據，這樣實驗室小組中的每個人都有資料的副本。


設定 Graphical Analysis Pro 作為數據分享的主機

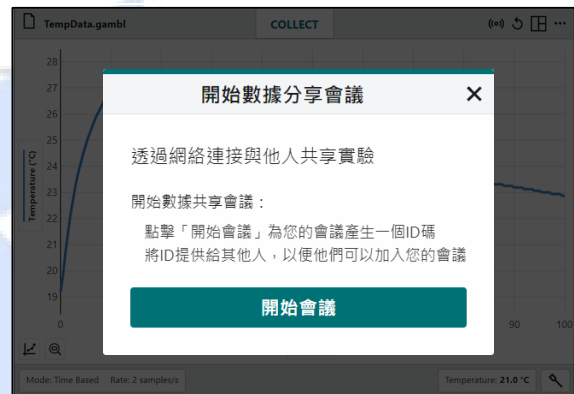
1. 確保您的裝置有穩定的網路連線。


啟動 Graphical Analysis Pro 並使用感應器設定一個感應器數據收集實驗。

提示！ 在設定數據分享來源之前，並不需要收集數據；然而，如果已經收集了數據，當裝置連線成功後會即時取得該數據，確認連線成功。




2. 點擊或輕觸數據分享 ，以開啟數據分享設定視窗。




3. 點擊或輕觸 ，從您的裝置發起數據分享。一個獨特的六位字元ID碼將會生成。將此碼分享給您要數據分享的所有人。


提示！ ID碼由五個小寫字母和一個數字組成（例如，abc4ef；第四個字元總是一個數字）。





4. 點擊或輕觸全螢幕按鈕 ，以全螢幕顯示代碼。如果您正在現場展示您的螢幕，這將非常有用。

再次點擊或輕觸  全螢幕按鈕，退出代碼的全螢幕顯示。

提示！ 您也可以點擊或輕觸複製按鈕 ，將代碼複製到您的裝置剪貼簿中。使用此功能將代碼貼到電子郵件、短信或會議聊天中，與其他人分享。

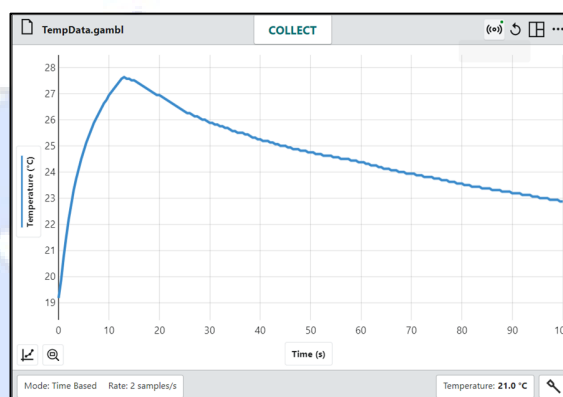
5. 點擊或輕觸關閉按鈕 ，退出設定畫面，繼續進行您的實驗。

請注意，資料分享按鈕現在有一個綠色的圓點 。這表示您的裝置正在主動分享資料。

提示！ 點擊或輕觸數據分享按鈕 ，可再次查看數據分享ID，或查看您目前正在分享數據給多少裝置。

6. 點擊或輕觸 **停止分享**，結束資料分享會話。

提示！ 每次開始新的數據分享對話方塊時，數據分享ID號碼都會更改。如果您不小心停止分享，您需要在開始新對話方塊後發送新的數據分享ID。




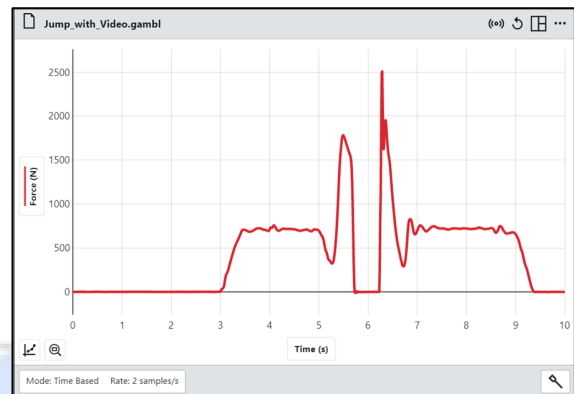
連接到 Graphical Analysis Pro 數據分享來源


請參閱第三章的[使用Graphical Analysis 作為數據分享來源](#) in Chapter 3.

IV. 重播基於時間的數據收集

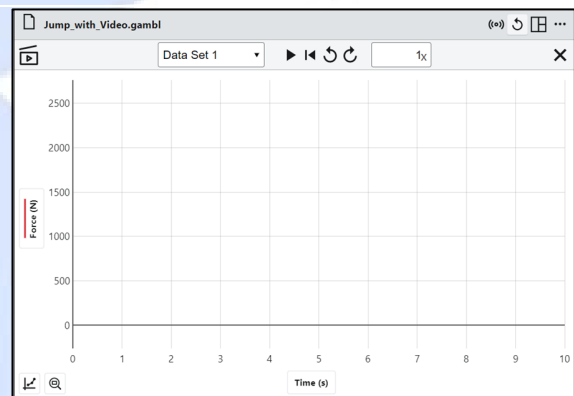
Graphical Analysis Pro 提供了從基於時間的數據收集中重播數據的工具。此功能僅適用於基於時間的感應器數據，當與收集同步的影片配對時，使用時效果最佳。更多詳細資訊，請參閱 [同步影片與基於時間收集的數據](#)


1. 收集一些基於時間的感應器數據，或開啟包含此類數據的檔案。注意到在頂部工具列上顯示了 啟用重播  按鈕。






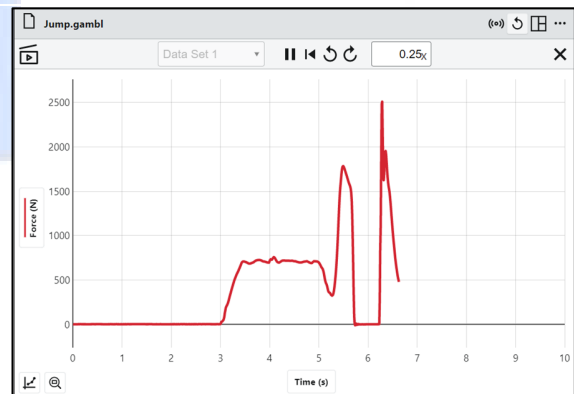
2. 點擊或輕觸啟用重播按鈕 ，以開啟重播工具。這會將重播時間設定為零，隱藏已收集的數據。




提示！ 如果您有多個數據集，請點擊或輕觸數據集下拉式選單，以選擇您想要重播的數據集。如果您更改了數據集，請確保所選數據集繪製於圖形上。




3. 點擊或輕觸播放速度按鈕  1x，設定數據收集的重播速度。最大重播速度為正常速度的1000倍。若要使重播速度慢於正常速度，請輸入0到1之間的值。

- 點擊或輕觸 播放重播 ，以重播數據收集。
- 點擊或輕觸 暫停重播 ，以暫停重播。
- 點擊或輕觸重新 重新啟動重播  以從頭重播收集。



- 點擊或輕觸 影片往後一個畫格  和 影片往前一個畫格 ，以倒回或前進重播一個時間單位。
- 點擊或輕觸 關閉重播 ，以退出重播。

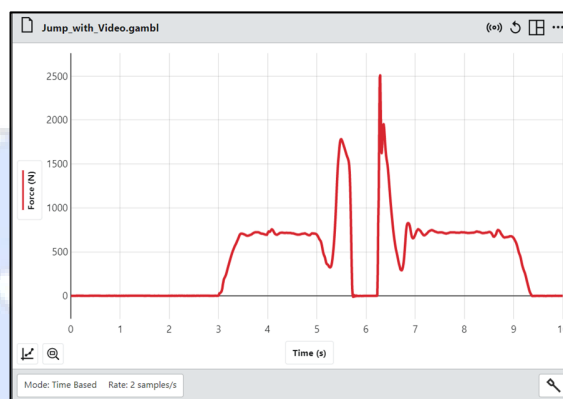
將影片與數據同步，，用於將數據收集的重播與影片同步。更多資訊，請參閱 [同步影片與基於時間收集的數據](#)


V. 將影片新增至 Graphical Analysis Pro 數據檔案

您可以透過將實驗影片加入 Graphical Analysis 的數據檔案中，提升檔案的內容。使用攝影機或手機拍攝影片，然後將影片匯入 Graphical Analysis Pro。

基於時間的數據收集實驗的影片可以與 Graphical Analysis Pro 中的數據收集同步。欲了解更多資訊，請參閱 [同步影片與基於時間收集的數據](#)。

1. 開啟一個新的數據檔案或開啟現有的檔案。




2. 點擊或輕觸「查看選項」，並開啟影片選項。

提示！您必須解鎖 *Graphical Analysis Pro* 功能才能顯示影片。











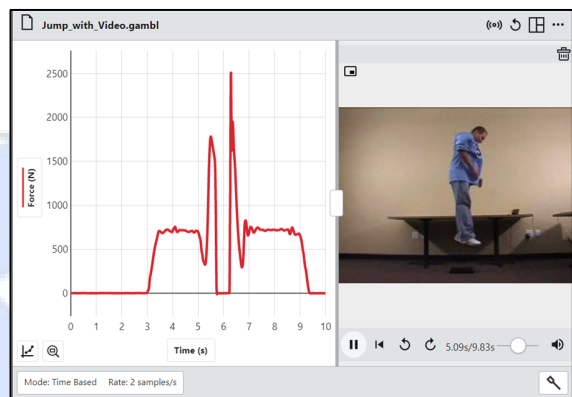
3. 點擊或輕觸 **IMPORT VIDEO**，瀏覽您設備上的影片並導入。


提示！ 您可以透過拖動分隔器上的控制點，按需要來調整影片和圖形之間的分隔。






4. 使用下列工具來重播影片。

- 點擊或輕觸 播放影片 ，以播放影片。
- 點擊或輕觸 暫停影片 ，以暫停影片。
- 點擊或輕觸 移至片頭 ，以從頭播放影片。
- 點擊或輕觸影片往後一個畫格  和影片往前一個畫格 ，以一幀(畫格)的速度倒帶或前進影片。
- 透過調整影片滑軸 ，手動控制影片播放進度。
- 點擊或輕觸 音訊 ，在播放期間播放影片的音軌。再次點擊或輕觸音訊 ，在播放期間靜音音訊。



點擊或輕觸 子母畫面 ，以浮動顯示方式顯示影片，您可以調整大小和重新定位。此功能並非所有平台和操作系統都適用。

若要從子母畫面框架中播放影片，請點擊或輕觸影片，然後選擇 播放影片 .

要退出子母畫面模式，請點擊或輕觸影片，然後選擇 關閉 .





點擊或輕觸 刪除影片 ，以將影片從檔案中移除。

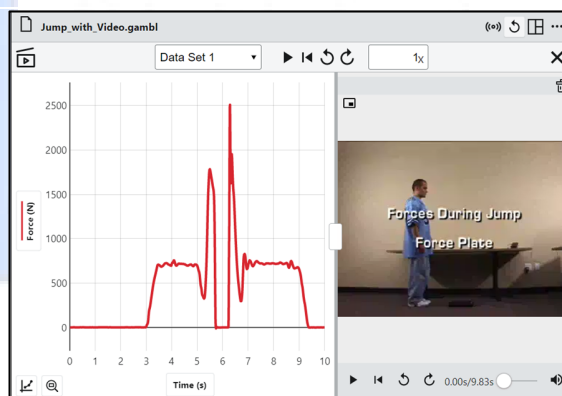
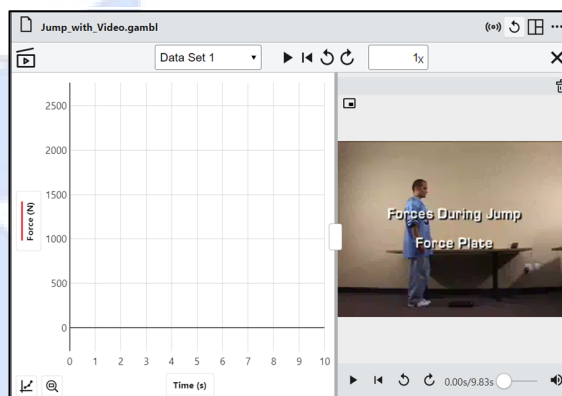
VI. 同步影片與基於時間收集的數據


1. 拍攝一段基於時間的感應器數據收集實驗的影片，並將其導入到 Graphical Analysis Pro 數據檔案中。

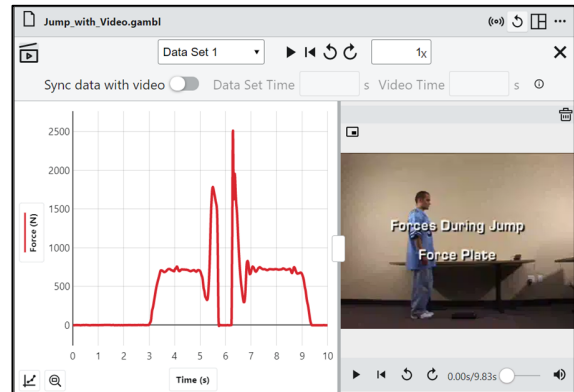
欲了解更多資訊，請參閱 [將影片新增至 Graphical Analysis Pro 數據檔案](#)。

2. 點擊或輕觸 啟用重播 ，以開啟重播資料收集工具。

3. 從重播數據工具列中，點擊或輕觸 播放重播  按鈕，重新播放數據收集過程，以再次檢視所有數據。

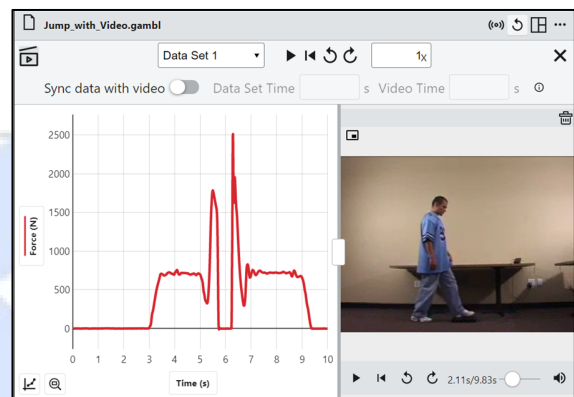


4. 點擊或輕觸 影片與數據同步 ，以開啟同步影片工具。

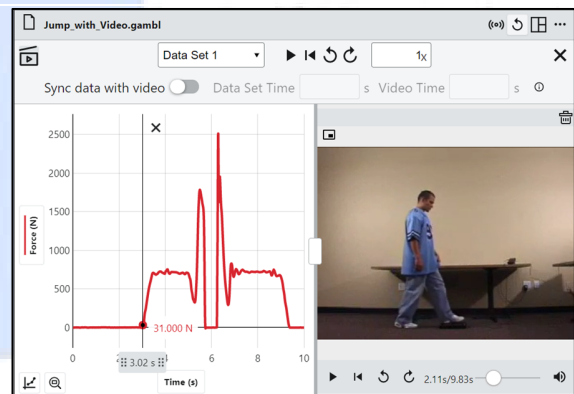



5. 將影片前進至一個容易與其中一個數據點產生關連的幀(畫格)。

例如，在此顯示的影片中，跳躍者第一次踏上力板的幀(畫格)對應到力開始增加的點。

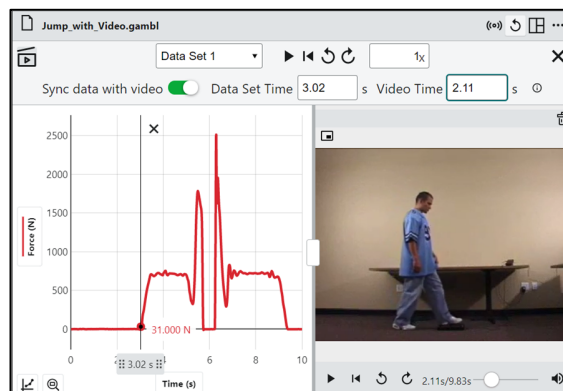



6. 在圖形上點擊或輕觸對應到您所選影片幀(畫格)的點。





7. 點擊或輕觸 影片與數據同步 ，以啟用同步工具。

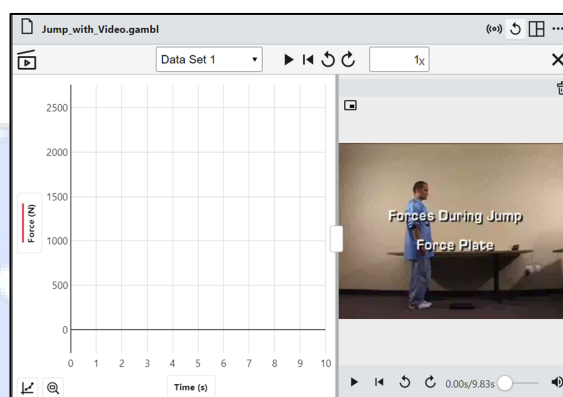
- 將檢視線所關聯的時間輸入為數據集時間。
- 將目前影片幀(畫格)關聯的時間輸入為影片時間。





8. 點擊或輕觸 影片與數據同步 ，以關閉同步影片工具。


從重播資料工具列點擊或輕觸 重新啟動重播 。請注意，由於已同步，數據和影片都將重新設定為數據收集的開始。

提示！ 從影片工具列使用重新啟動重播 ，僅會將影片倒帶。



9. 點擊或輕觸 播放速度  1x，並根據需要重新設定重播速度。已同步影片的最大重播速度為正常速度的16倍。

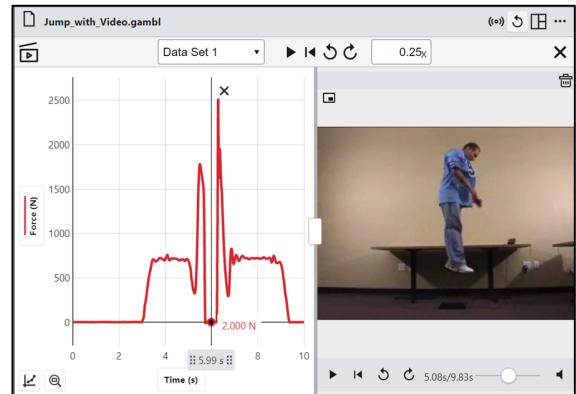
從重播資料工具列點擊或輕觸 播放重播 ，同時回放數據收集過程和同步的影片。

提示！ 從影片工具列使用 播放重播 ，僅會播放影片。




- 當數據收集完成時，您可以點擊以檢視一個數據點及相應的影片幀(畫格)。

提示！由於它們是同步的，拖曳檢視線也會控制影片，使顯示的影片幀對應到檢視的數據點。

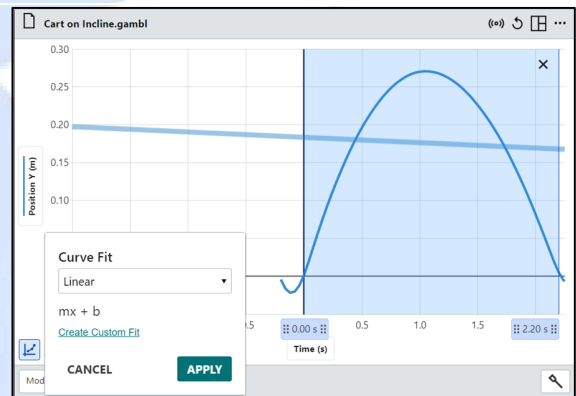


VII. 自定義曲線擬合


您可以透過修改現有表達式或輸入新表達式來建立自訂曲線擬合表達式。自變數 x 用於表示水平軸上繪製的數據欄。參數標籤可以是一個或多個字母（除了 x ），且區分大小寫。

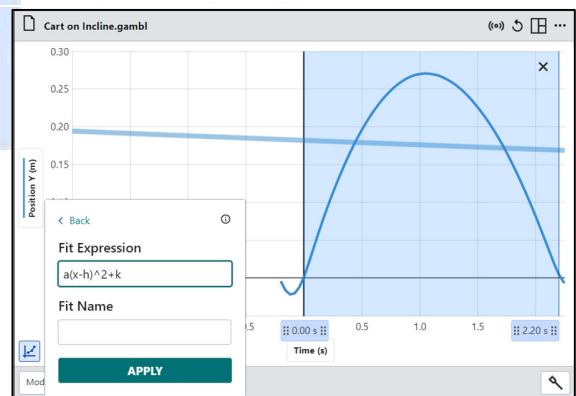
- 如果需要，選擇一個數據區域，然後點擊或輕觸「圖選項」，並選擇「使用曲線擬合」。

提示！您可以選擇一個具有最接近您想要輸入的表達式的曲線擬合模型。這樣可以更輕鬆地輸入您的表達式。



- 點擊或輕觸「建立自定義擬合」以輸入自訂擬合表達式。根據需要修改表達式。

提示！您可以點擊或輕觸「資訊」以在應用程式中開啟與輸入表達式相關的詳細資訊。



支持的運算符： $+ - * / ^ ()$

支持的函數： $\exp(), \ln(), \log(), \text{sqrt}(), \sin(), \cos(), \tan()$

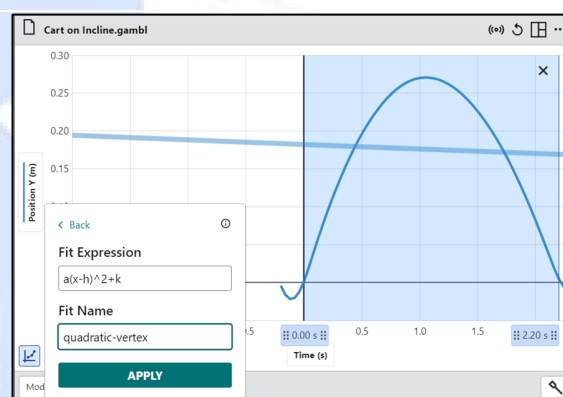
範例表達式：

- 修改後的線性： $A + B*x$ *or* $\text{slope}*x + \text{intercept}$
- 修改後二次方程： $A(x - h)^2 + k$ *or* $A(x-a)(x-b)$
- 以10為底數的指數： $A*10^{(Bx + C)} + D$
- 高斯函數： $A*\exp(-(x-B)^2/C^2) + D$

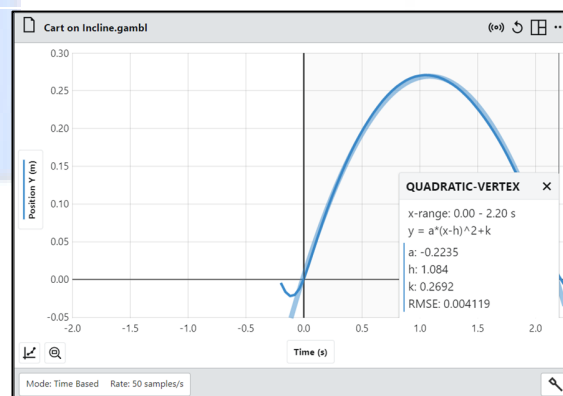
表達式細節說明：

- 表達式必須包含獨立變數和至少一個參數。
- 函數和獨立變數必須小寫。 $[\sin(x)$ 不是 $\text{SIN}(x)$ 或 $\sin(X)]$
- 表達式中不能超過六個參數。
- 乘法可以是顯式的或隱式皆可。 $[A*x$ 或 $Ax]$
- 表達式中不能重複使用參數。 $[A(x + y)$ 不是 $Ax + Ay]$
- 三角函數以弧度評估，除非水平軸上繪製的欄具有 $^\circ$ 、deg 或 degrees 等單位。

3. 如有需要，為您的擬合增加一個名稱。如果您不增加名稱，則該表達式將用作擬合的名稱。

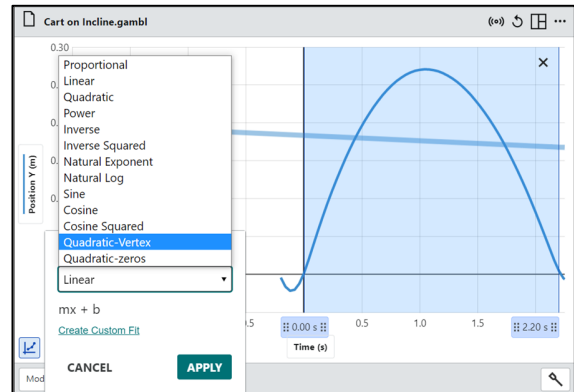


4. 點擊或輕觸 **使用** 以將擬合應用於您的數據。



當您將自訂擬合應用於您的數據後，您可以使用該曲線擬合表達式來擬合當前檔案中收集的其他數據。

自訂曲線擬合表達式將與數據和其他實驗設定一起儲存，當您儲存 Graphical Analysis Pro (.gambl) 檔案時。



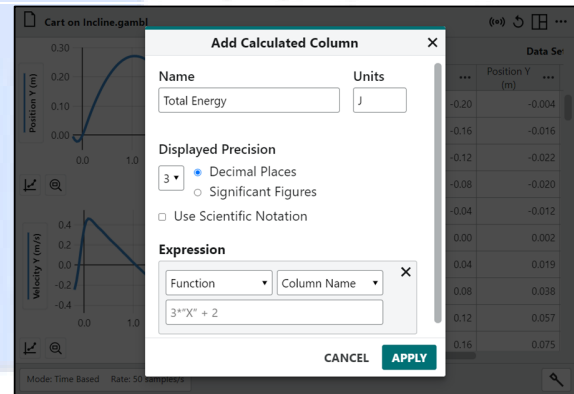
備註： 自訂曲線擬合僅在建立它們的檔案中可開啟。開始新實驗、開啟不同的檔案或重新啟動應用程式將會從 Graphical Analysis Pro 中刪除自訂曲線擬合之設定。

VIII. 自定義表達式的計算欄位

計算欄位是根據其他欄位通過數學公式計算而來的欄位。在 Graphical Analysis Pro 中，當您建立計算欄位時，您可以使用專門的函數定義自定義表達式。這個功能可以延伸您在定義計算欄位表達式時的選擇。

1. 從資料表或 y 軸繪圖管理器中，點擊或輕觸現有欄位名稱旁邊的欄選項 **...**，選擇新增計算欄位以建立一個新欄位

您可以根據需要修改欄位名稱、增加單位並調整新欄位的顯示精度。

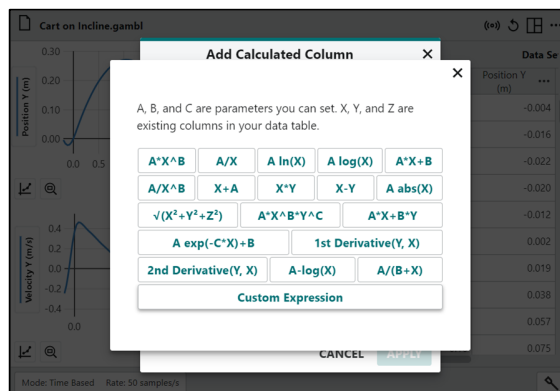


2. 點擊或輕觸 插入敘述選項。

插入敘述

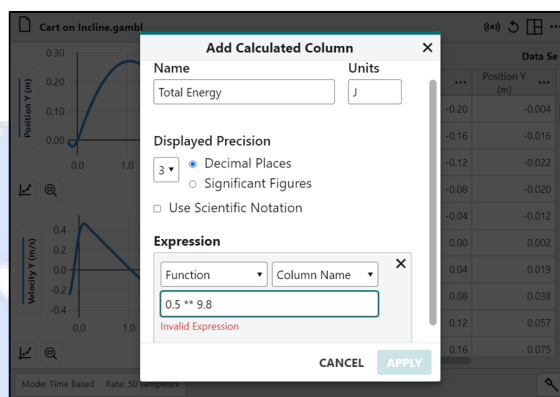
點擊或輕觸 建立自定義表達式。

自定義表達式



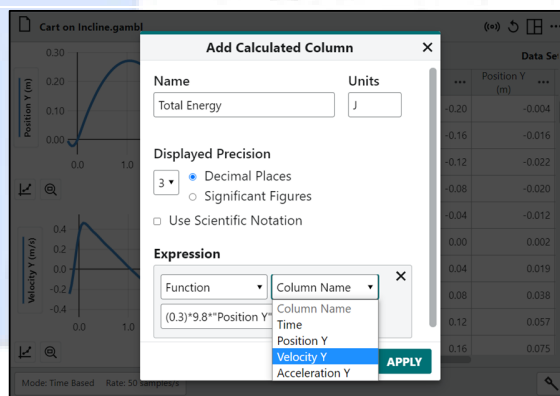
3. 根據需要輸入表達式。

注意： 輸入時將檢查表達式是否有錯誤。您必須在使用表達式之前修正任何錯誤。



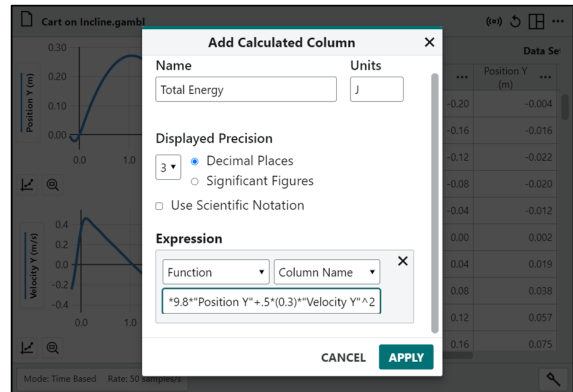
4. 點擊或輕觸 Column Name ▾，以在表達式中引用一個資料欄位。欄位名稱可以手動輸入，但必須用引號括起來，且必須完全與數據表或繪圖管理器中顯示的名稱相符。

提示！ 當存在多個數據集時，欄位名稱僅參考該數據集內的欄位。



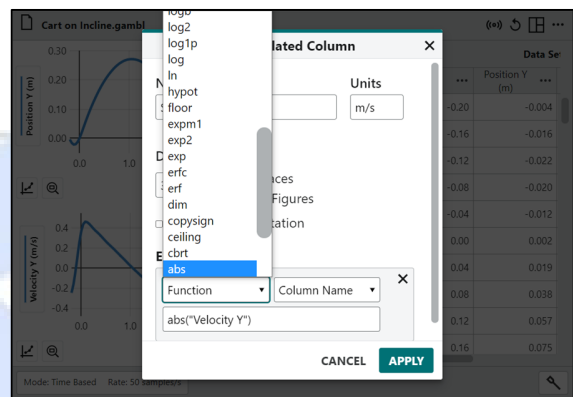
5. 點擊或輕觸 **使用** 來建立計算欄位。

提示！ 一旦建立了計算欄位，若要編輯，請點擊或輕觸數據表或 y 軸繪圖管理器中欄位名稱旁邊的欄位選項，並選擇欄位選項 **...**。



在輸入表達式時，點擊或輕觸 **Function** 以開啟可用於自訂表達式的函數庫。可用的函數包括以下內容：

- 常見的數學函數，包括平方根、立方根、幕次方、指數和對數函數
- 三角函數，包括反三角函數和雙曲三角函數
- 數字處理函數，包括絕對值、四捨五入、無條件進位、無條件捨去、刪除空白資料和餘數



計算欄位自訂表達式詳細資訊

- 表達式必須是數字、資料欄位、適當格式的函數，或這些項目的組合。[5、"X"、sin("X")或5sin("X")]
- 支援的運算符號如下：+、-、*、/、^、(和)。
- 函數必須在括號內包含其參數。[abs("X")或sqrt(2)]
- 乘法可以是顯式和隱式的。[5*X"或5*X"或5("X")]
- 常數必須以數字形式輸入。不支援變量參數（例如 A、B、C）。
- 三角函數以弧度進行評估
- 只要使用正確的格式，函數就可以進行嵌套。[sqrt(abs("X"))]

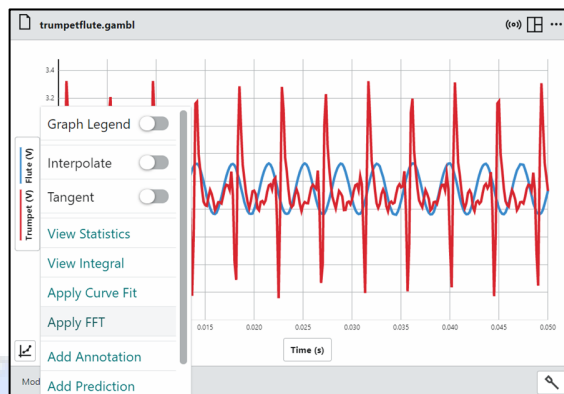
欲查看完整的函數列表及其語法，請參閱 <https://www.vernier.com/til/11314>。

IX. FFT 分析






Graphical Analysis Pro 具有執行快速傅立葉變換（FFT）分析時間數據的選項。FFT 通常用於分析麥克風數據中的頻率，並可用於識別非正弦類比感應器數據中的電子噪音。

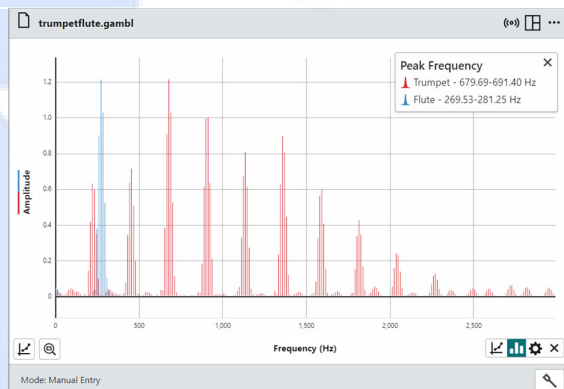
點擊或輕觸  選項，然後選擇應用 FFT 以建立基於您的數據的 FFT 條形圖。

提示！ 如果在開啟圖選項之前選擇了數據區域，則 FFT 僅分析基於所選數據。




FFT 條形圖顯示構成數據的正弦波分量的頻率的幅度。FFT 圖例顯示在數據中找到的峰值頻率。

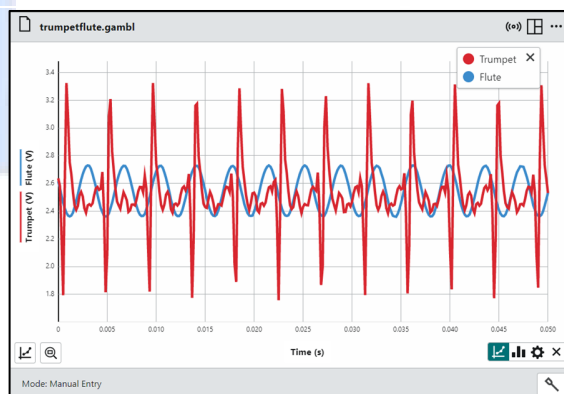
要關閉 FFT 分析，從 FFT 工具     ，點擊或輕觸  。




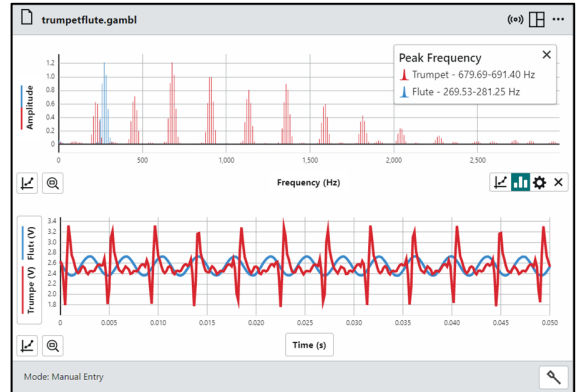
使用 FFT 工具，    ，開啟 FFT 分析可用的選項。


點擊或輕觸 FFT 工具上的  ，從 FFT 工具切換到原始數據視圖，而不移除 FFT 分析。

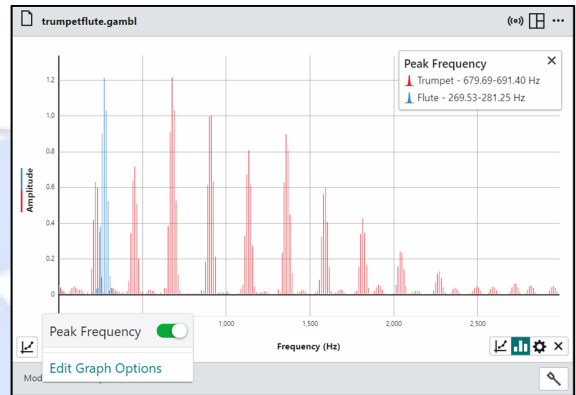
點擊或輕觸  顯示 FFT ，以切換視圖返回到 FFT 條形圖。




要同時查看 FFT 分析圖和基於該分析的數據，請使用「查看選項」 手動設定第二個顯示原始數據的圖表。



在查看 FFT 分析時，從「圖選項」 選單提供的選項僅限於隱藏/顯示圖例和手動調整圖表軸範圍。



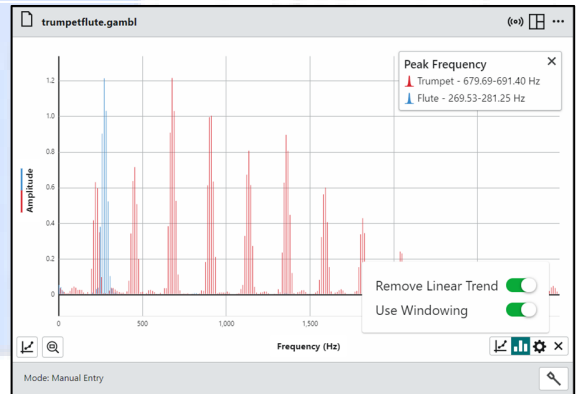
點擊或輕觸「FFT 選項」，調整預設 FFT 選項，預設情況下已選擇。

刪除線性趨勢

當選擇時，「刪除線性趨勢」選項會忽略數據中的任何線性變化偏移。這樣的偏移可能會顯示為 FFT 中的虛假低頻分量。

使用窗函數


窗函數是一種技術，用於最小化 FFT 中的邊緣效應，從而導致頻譜展寬。「使用窗函數」選項在執行 FFT 之前對數據應用漢寧窗函數。



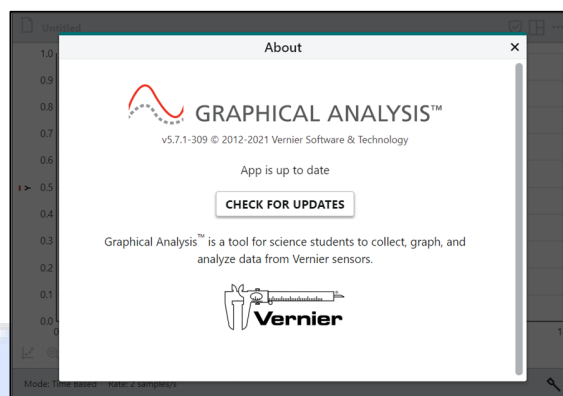
第九章—附錄

I. 更新 Graphical Analysis

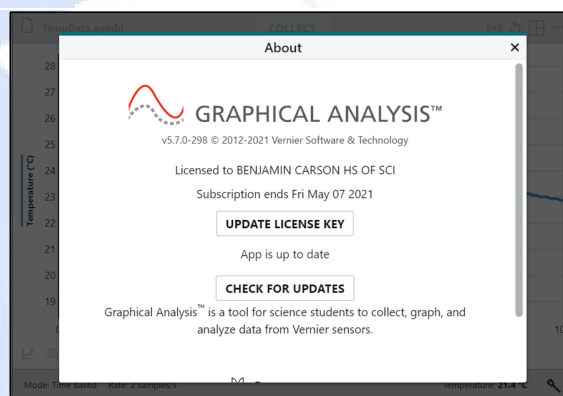
確認軟體版本

從頂部工具列點擊或輕觸「其他選項」，然後選擇「關於」，以查看您正在運行的 Graphical Analysis 版本。


在使用電腦時，「關於」對話框還提供了檢查更新的方法。



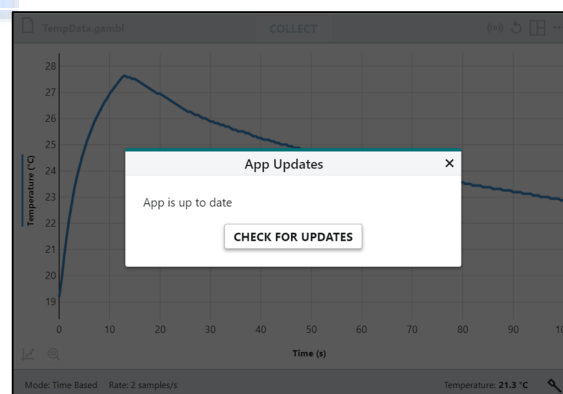
當您解鎖了 Graphical Analysis Pro 功能後，「關於」對話框提供了更新 Graphical Analysis Pro 授權碼的方法。詳細訊息請參閱 [更新 Graphical Analysis Pro 授權碼](#)



確認更新 (僅電腦版)


從頂部工具列點擊或輕觸「其他選項」，然後選擇「檢查更新」，以確保您正在運行 Graphical Analysis 的最新版本。如果有新版本可用，您可以選擇進行更新。此選項需要您的設備保持連接到網際網路。

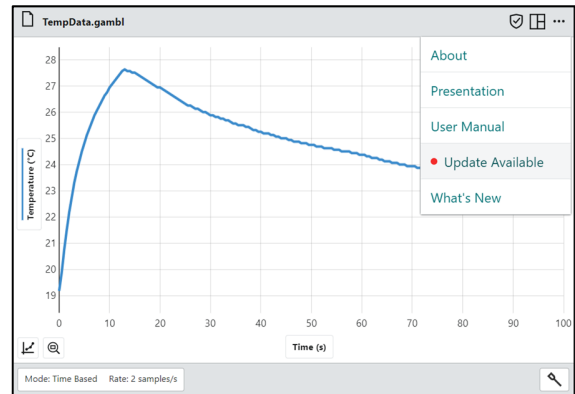
提示！ 此選項僅在電腦上顯示。Chrome OS、iOS、iPadOS 和 Android 版本會自動檢查並應用更新。



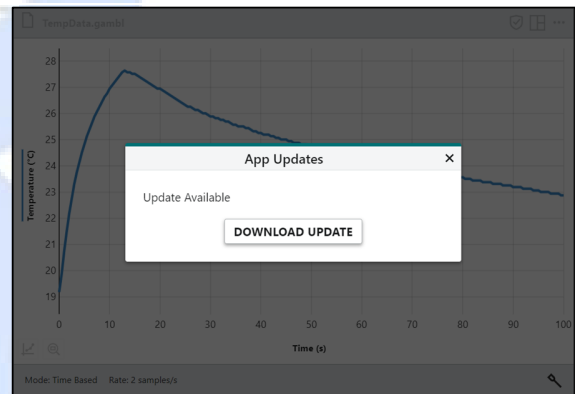
當您的電腦連接到網路時，Graphical Analysis 會自動檢查更新。當有更新可用時，「檢查更新」選項會被替換為「更新可用」。請依照以下步驟更新 Graphical Analysis。

1. 從頂部工具列點擊或輕觸「其他選項」

，然後選擇 ●更新可用。

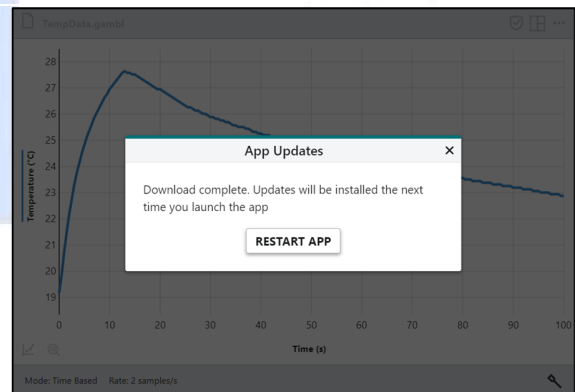


2. 點擊或輕觸 **DOWNLOAD UPDATE** 下載更新。




3. 應用程式必須重新啟動以完成更新安裝。

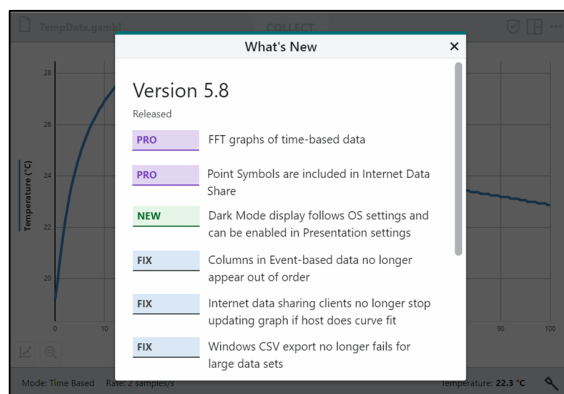
點擊或輕觸 **RESTART APP** 完成更新。



新功能

從頂部工具列點擊或點按「其他選項」，然後選擇「新功能」，即可查看 Graphical Analysis 最新版本的新功能和修復摘要。

點擊或點按 **SHOW ALL RELEASES** 以查看先前版本中所做的更改。



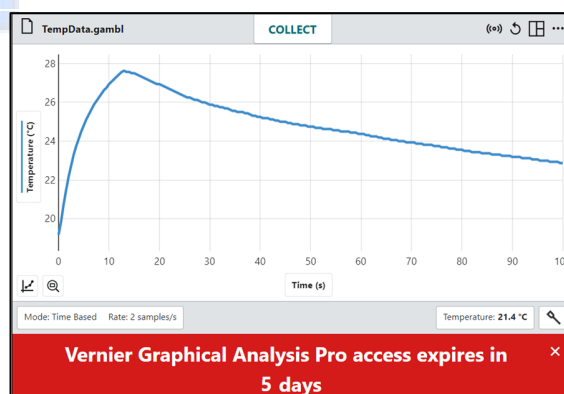
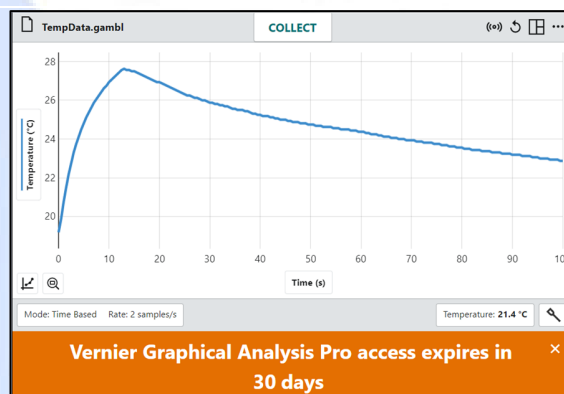
II. 更新 Graphical Analysis Pro 授權碼

Graphical Analysis Pro 功能是以訂閱方式提供的。當訂閱到期時，必須更新許可授權碼才能繼續使用軟體。


在當前授權碼到期前的 30 天，每次啟動 Graphical Analysis 時都會顯示到期提醒。

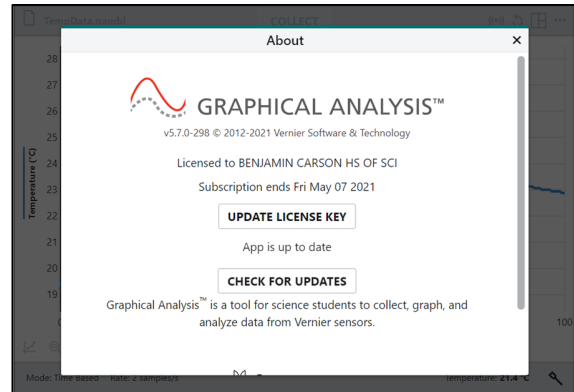
提示！ 使用 Graphical Analysis Pro 的 30 天免費試用期時，始終會顯示此警告。

當距離到期日期還有 15 天時，警告將以紅色顯示。



依循以下步驟，將你的 Graphical Analysis 授權碼從免費使用轉換為付費訂閱，或更新即將到期的訂閱至新的訂閱方案。

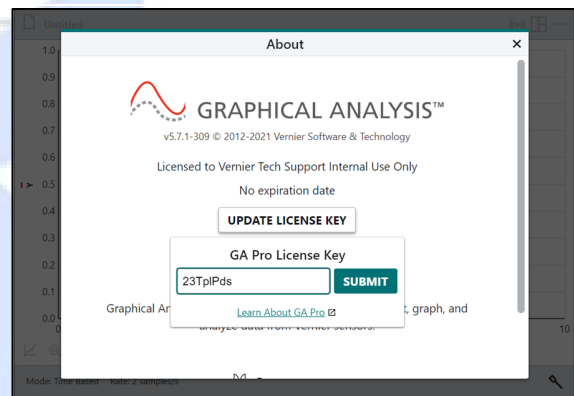
1. 從頂部工具列點擊或輕觸「其他選項」
，並選擇「關於」。



2. 點擊或輕觸 **UPDATE LICENSE KEY**，輸入新的金鑰，然後點擊或輕觸 **SUBMIT**。

你就可以繼續使用 Graphical Analysis Pro 的功能。

注意！如果輸入無效的授權碼，你的 Graphical Analysis Pro 功能將再次被鎖定。請輸入有效的授權碼，或重新啟動應用程式以繼續使用原始授權碼的 Graphical Analysis Pro 功能。

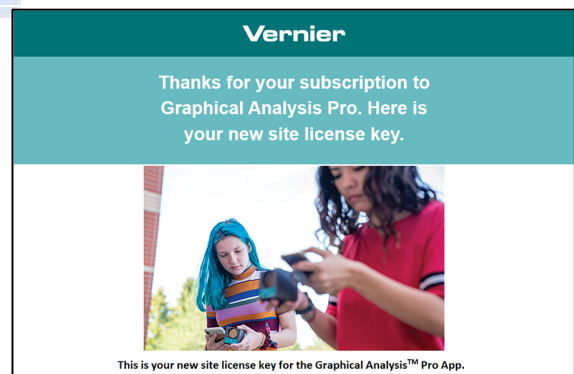


III. 分享 Graphical Analysis Pro 授權碼

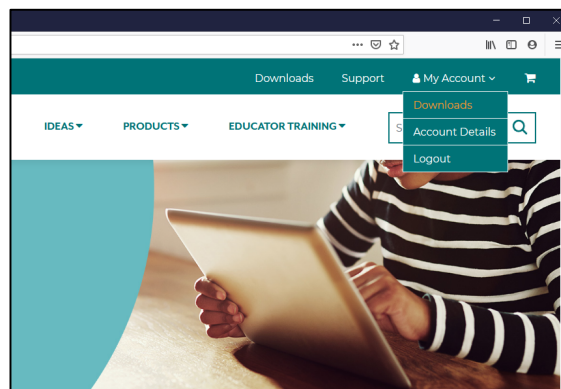
有幾種方式可以分享 Graphical Analysis Pro 的授權碼。

- 與同事分享您從 Vernier 收到的包含授權碼的電子郵件。

Graphical Analysis Pro 的授權碼適用於國小、國中和高中職學校或大學系所中的所有教職員和學生設備。

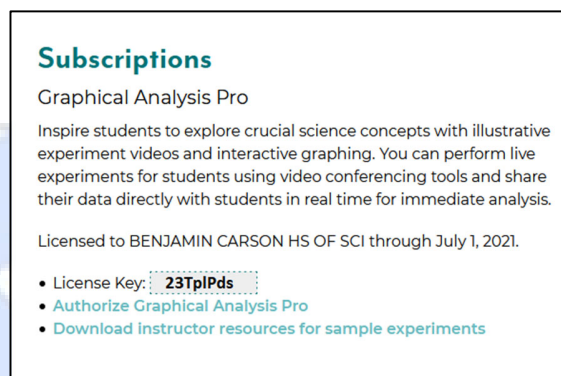


- 從授權所有者的 Vernier 網路帳戶中存取授權碼。授權所有者是購買軟體並從 Vernier 收到原始電子郵件的人。



- 將授權碼發送給您的學生，或將其張貼在只有您的學生和同事能夠打開的安全網站上。

提示！ 複製「授權 *Graphical Analysis Pro*」的連結並將該連結分享給已在其設備上安裝了 *Graphical Analysis* 的學生。開啟連結時即會自動解鎖 *Graphical Analysis* 的專業功能。



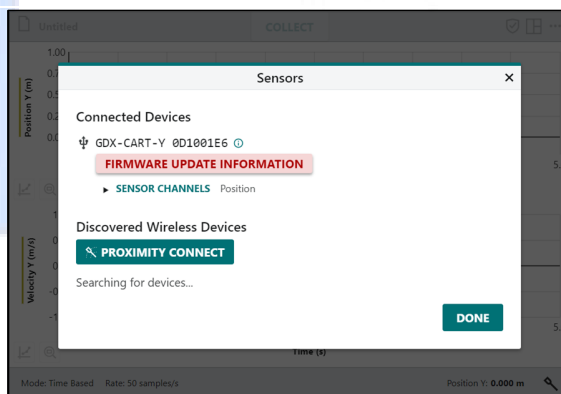
IV. 更新Go Direct 感應器的韌體

Graphical Analysis 在連接感應器時會自動檢查感應器的韌體版本。

有可用韌體更新的感應器會顯示以下按鈕。

FIRMWARE UPDATE INFORMATION

韌體更新僅能在感應器通過 USB 連接至電腦或 Chromebook 時進行。韌體無法透過無線連接進行更新。



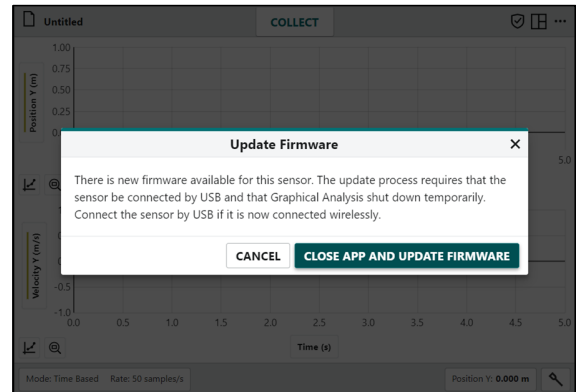
點擊或輕觸

FIRMWARE UPDATE INFORMATION 開始

對該感應器進行韌體更新。

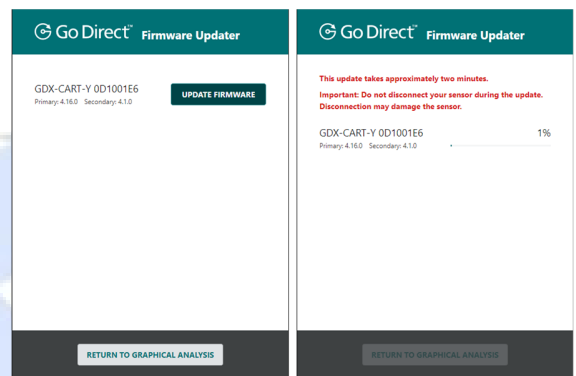
因為在感應器更新韌體時無法執行 Graphical Analysis，點擊或輕觸

CLOSE APP AND UPDATE FIRMWARE 繼續使用 Go Direct 韌體更新應用程式。

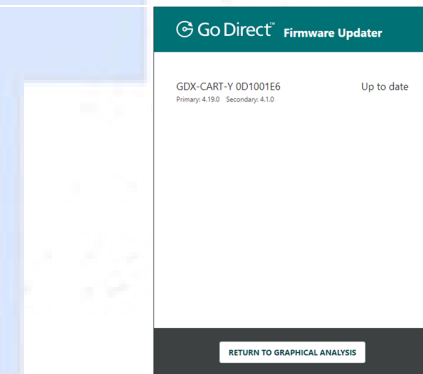


點擊或輕觸 **UPDATE FIRMWARE** 更新感應器。

韌體更新大約需要兩分鐘完成。進度將通過每個正在更新的感應器旁的進度條指示。

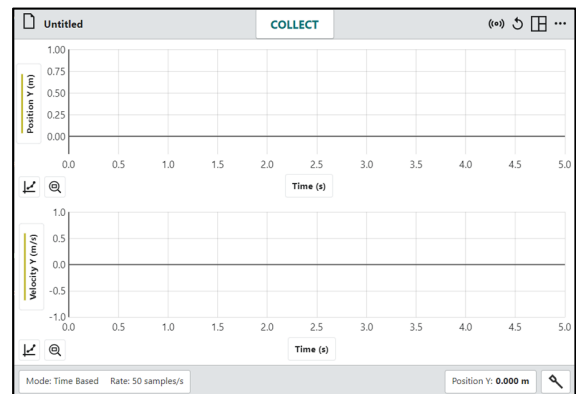


韌體更新完成後，更新後的韌體版本將顯示在對話方塊中。




一旦所有感應器都完成更新，點擊或輕觸

RETURN TO GRAPHICAL ANALYSIS，然後繼續進行您的實驗。



V. 獲得額外幫助

開啟使用者手冊

點擊或輕觸頂部工具列的 其他選項 ，並選擇使用手冊，以存取使用手冊以及一些 Graphical Analysis 功能的線上影片教學。此選項需要您的裝置保持網路連線。、。

如需存取其他使用手冊、我們的科技資訊圖書館和即時聊天，請訪問我們的網站：

<https://www.vernier.com.tw/>

您也可以直接通過電話或電子郵件聯繫 Vernier：

電話：(02)23822027

Email: support@vernier.com.tw

從 Vernier Software & Technology 獲得課程綱要

Vernier 提供了從小學到大學的完整實驗手冊系列。更多資訊，請參閱

<https://www.calculator.com.tw/product5dc8cac5d7857-product5e1dde6e2d335-1.htm>



Vernier Software & Technology

13979 S.W. Millikan Way • Beaverton, OR 97005-2886
Toll Free (888) 837-6437 • (503) 277-2299 • FAX (503) 277-2440
support@vernier.com • www.vernier.com

台灣總代理

廣天國際有限公司

地址：110 台北市信義區基隆路二段115號7樓之3

電話：02-23822027 傳真：02-23820206

Email：support@calculator.com.tw

網站：www.vernier.com.tw

版本 5.8

最後修訂 2021年6月

Vernier Graphical Analysis、Vernier Graphical Analysis Pro、Go Direct、Go Wireless、Go!、Go!Link、Go!Temp、Go! Motion、Logger Pro、LabQuest、LabQuest Stream等標誌為我們在美國的商標或註冊商標。

在此顯示的所有其他標誌，均非我們擁有，而是其各自擁有者的財產，可能與我們聯繫、關聯或贊助，也可能沒有。

Bluetooth®字樣和標誌是Bluetooth SIG, Inc.的註冊商標，Vernier Software & Technology對這些標誌的使用是在許可下進行的。其他商標和貿易名稱屬於其各自擁有者。