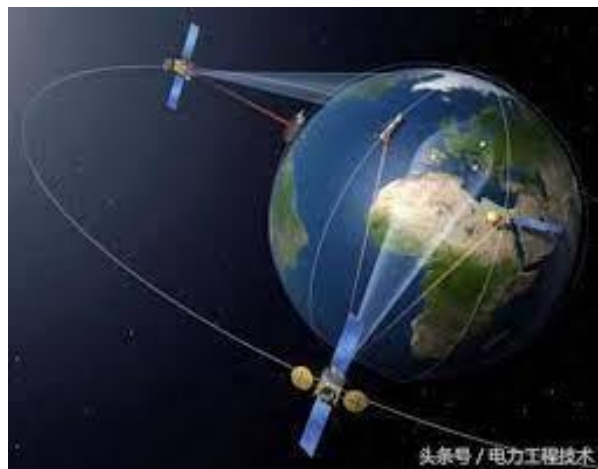


110 年度愛學網系列徵集活動---教師創意教案 教案設計專用表格

教學主題	找出你人生的”定位”	設計者	黃天麟、管偉宏
教學對象	高職三 高職二	教學時數	2 堂課
教學對象分析	<p>學生先備知能分析：</p> <p>1.高職一、二年級數學科，學習過的三角函數與幾何單元之基本能力。</p> <p>2.高職二年級數學科，學習過「圓方程式」、「克拉瑪公式」單元。</p> <p>教材來源：</p> <p>高職一年級數學：兩點的直線距離、直線方程式</p> <p>高職一年級數學：三角函數</p> <p>高職二年級數學：圓方程式、克拉瑪公式</p> <p>使用 Geogebra 繪圖軟體以及 Google map 來教學。</p>		
設計理念	<p>美國率先提出以 STEM 教育，STEAM 代表 S=Science（科學）。T=Technology（科技）。E=Engineering（工程）A=Art（藝術）。M=Mathematics（數學）</p> <p>我們希望藉由衛星定位的問題出發，利用一般最常見的(科技)產品——手機，配合物理上電磁波速度來測出距離，將(科學)知識應用在解決問題上，配合(數學)知識與理論，將圓方程式及克拉瑪公式結合求聯立解，並且將 Excel 及 Geogebra 軟體導入來驗證我們的想法，將(工程)技術融入教學，並完成完美的移動軌跡，達成(藝術)的美觀，試著將 STEAM 的觀念融入教學。</p>		
教學內容分析	<p>1.共學：土木科、數學科老師利用備課時間交流，以彼此的專業來分享測量的經驗與評估此課程。</p> <p>2.協同教學：本教學方案由室設科教師、計概教師、數學科教師協同教學。以手機定位為主軸，讓學生了解數學原理，在科技上的應用，以現有的資源與軟體，模擬手機程式的運作。</p> <p>3.教案推廣：首先從數學科開始，進行科內教案推廣，將 Excel 和 Geogebra 檔案上傳，所有老師都可以在課堂上試教操作，再進一步推廣到其他工科，也可以和其他科開發更快速精簡的程式，甚至推廣到其他學校試用。</p>		

教學目標	十二年國教課綱指標			
	技術型高級中等學校數學 C 教學綱要，課程目標： 1.引導學生瞭解數學概念與函數圖形，增進學生的基本數學知識。 2.學生基本演算與識圖能力，以應用於解決日常實際問題及未來工程專業及資訊應用領域內實務問題。 3.學生運用計算器與電腦軟體，解決日常實際問題及未來工程專業及資訊應用領域內實務問題。			
	單元具體目標			
教學目標	一、橫向連結目標： 以往數學科在教學時，因為擔心學生在學習某個單元時不能夠全心學習，通常我們都會將一個單元重頭到尾都完成後，再教其他單元，以免學生學習發生混亂，但是現實生活中，我們往往需要同時使用好幾種不同的觀念，同時解決同一個問題，例如本次教學，將圓的方程式與解方程組的克拉瑪公式結合，解決尋找目標 GPS 經緯度座標的問題，同時結合物理上電磁波的概念，說明如何能找出一般手機與基地台的位置。			
	二、高職學生： 1.能利用圓的方程式，由克拉瑪公式解聯立方程式求出目標的位置。 2.能了解 Geogebra 軟體繪圖的使用。 3.能使用 Google map 測量距離及記錄 GPS 資料。			
	三、學習評量： 1.教科書例題複習，同時加強學生該單元的印象。 2.Excel 試算表教學與應用，學生練習。 3.學習單。 4. Geogebra 繪圖軟體教學與應用			
節次	教學活動流程	時間	教學資源	教學評量
第一節	準備階段	10 分		
	(一) 輔助全球衛星定位系統（英語：Assisted Global Positioning System，簡稱：AGPS）是一種在一定輔助配合下進行 GPS 定位的運行方式。它可以利用手機基站的信號，配合傳統 GPS 衛星信號，讓定位的速度更快。一般 GPS 使用太空中的 24 顆人造衛星來進行三角定位，以獲得經緯度坐標，通常需要一個可視天空的開放環境和至少 4 顆 GPS 衛星信號才能進行 3D 定位。AGPS 則利用手機基站的信號，輔以連接遠程伺服器的方式下載衛星星曆，可再配合傳統的 GPS 衛星接受器，讓定位的速度更快，AGPS 系統通過手機定位伺服器作為輔助伺服器來協助 GPS 接收		學習單、瀏覽器	投影機

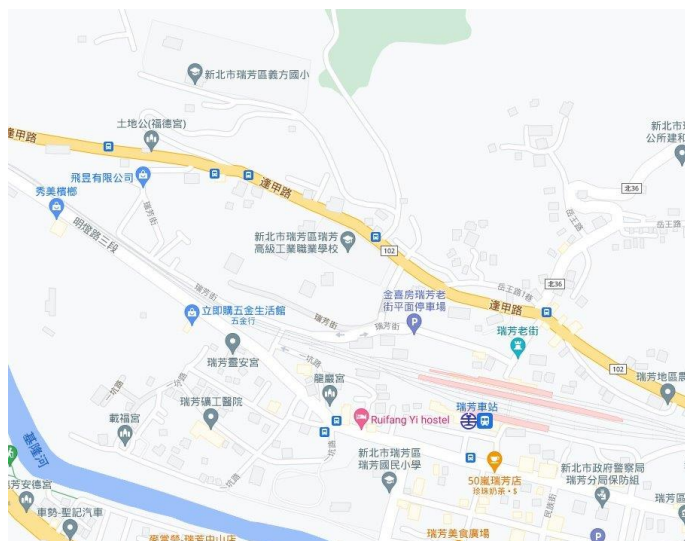
器（通常是手機）完成測距和定位服務，輔助定位伺服器有比 GPS 接收器強大得多的 GPS 信號接收環境和能力，在這種情況下，輔助定位伺服器通過網絡與手機的 GPS 接收器通信而提供定位協助，如圖一。



圖一



(二) 引起動機

現在的人多半使用 Google map 來尋找地點而非傳統地圖，不論成人或是兒童都有使用 Google map 的經驗，尤其是智慧型手機多半內建地圖，我們可以在地圖中，很快找到自己的位置或是要前往的目標，但是這是怎麼做到的呢？



圖二

智慧
型手
機、
ipad 等

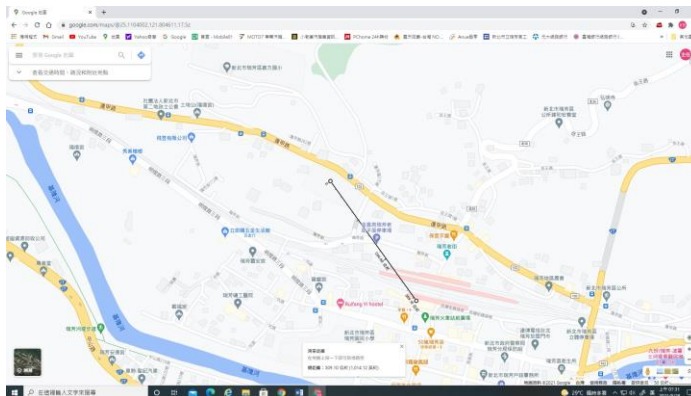
發展階段	30 分	
<p>(一) 達成目標</p> <ol style="list-style-type: none">1. 學生了解圓方程式一般式與參數式的計算。2. 學生了解克拉瑪公式數學計算，並學習用 excel 軟體計算。3. 學生了解 Geogebra 程式的運用。 <p>(二) 主要內容／活動</p> <p>《活動一》</p> <p>(一) 原理：利用已知的三個點座標，求出第四個點的位置</p>  <p>圖三</p> <p>如果我們將三個已知的參考點的 GPS 位置記錄下來，再利用 Google map 的測量出約略距離，並記錄下來，可以找出以這三個參考點為圓心，距離為半徑的三個圓方程式，而圓的交點之處，就是目標的位置，如圖四。</p>  <p>圖四</p>		<p>PC、 Notebook Google map</p> <p>學習 單</p>

《活動二》

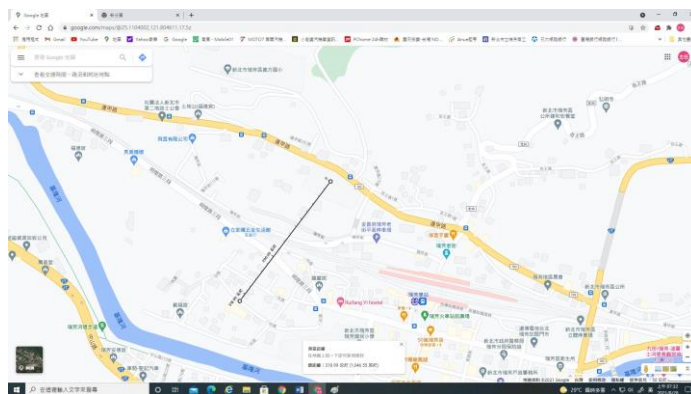
(一)測量



在 Google map 上找到自己的學校位置，以瑞芳高工為例，然後找到三個參考位置，例如：瑞芳火車站、礦工醫院、義方國小，然後分別測量出這三個地點到瑞芳高工的距離，記錄下來，並同時記錄這三個位置的衛星定位 GPS 資料，如圖四、圖五、圖六。



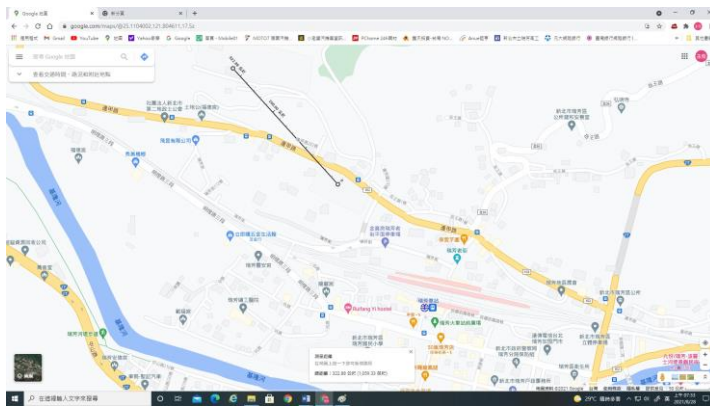
圖四(瑞芳車站到瑞工距離)



圖五(礦工醫院到瑞工距離)

筆電
excel
軟體

筆電
excel
軟體



圖六(義方國小到瑞工距離)

(二)複習圓的方程式和克拉瑪定理

1. 圓的標準式以 $M(h,k)$ 為圓心， r 為半徑的圓方程式為 $(x-h)^2 + (y-k)^2 = r^2$ ，稱此方程式為圓的標準式。

2. 圓的方程式都可表示成二元二次方程式 $x^2 + y^2 + dx + ey + f = 0$ 的形式，我們稱之為圓的一般式。

3.

◆同稱：「二元一次方程組解的討論」、「克拉瑪公式」。

◆設方程組 $L: \begin{cases} a_1x + b_1y = c_1 \\ a_2x + b_2y = c_2 \end{cases}$

令 $\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}$ ， $\Delta_x = \begin{vmatrix} c_1 & b_1 \\ c_2 & b_2 \end{vmatrix}$ ， $\Delta_y = \begin{vmatrix} a_1 & c_1 \\ a_2 & c_2 \end{vmatrix}$

1、若 $\Delta \neq 0$ ，則方程組恰有一組解，其解為 $x = \frac{\Delta_x}{\Delta}$ ， $y = \frac{\Delta_y}{\Delta}$ 。

2、若 $\Delta = 0$ ，但 Δ_x, Δ_y 至少有一個不為 0，則方程組無解。

3、若 $\Delta = \Delta_x = \Delta_y = 0$ 時，方程組無限多組解。

(三)數學原理

我們將瑞芳車站、礦工醫院、義方國小的座標和距離記錄下來

	座標	距離
瑞芳車站	(a, b)	R_1
礦工醫院	(c, d)	R_2
義方國小	(e, f)	R_3

假設有三個圓方程式，圓的方程式分別為

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 = R_1^2 \text{ 展開式}$$

講義
參考
書

圓方
程式
計算
與驗
證

筆電
excel
軟體

$$x^2 + y^2 + 2ax + 2by = R_1^2 - a^2 - b^2 \dots\dots(1)$$

$$(x-c)^2 + (y-d)^2 = R_2^2 \text{ 展開式}$$

$$x^2 + y^2 + 2cx + 2dy = R_2^2 - c^2 - d^2 \dots\dots(2)$$

$$(x-e)^2 + (y-f)^2 = R_3^2 \text{ 展開式}$$

$$x^2 + y^2 + 2ex + 2fy = R_3^2 - e^2 - f^2 \dots\dots(3)$$

$$(2)-(1) \text{ 得 } (2c-2a)x + (2d-2b)y = (a^2 + b^2 - c^2 - d^2 + R_2^2 - R_1^2)$$

$$(3)-(1) \text{ 得 } (2e-2a)x + (2f-2b)y = (a^2 + b^2 - e^2 - f^2 + R_3^2 - R_1^2)$$

克拉瑪公式

$$\Delta = \begin{vmatrix} 2c-2a & 2d-2b \\ 2e-2a & 2f-2b \end{vmatrix}$$

$$\Delta_x = \begin{vmatrix} a^2 + b^2 - c^2 - d^2 + R_2^2 - R_1^2 & 2d-2b \\ a^2 + b^2 - e^2 - f^2 + R_3^2 - R_1^2 & 2f-2b \end{vmatrix}$$

$$\Delta_y = \begin{vmatrix} 2d-2b & a^2 + b^2 - c^2 - d^2 + R_2^2 - R_1^2 \\ 2f-2b & a^2 + b^2 - e^2 - f^2 + R_3^2 - R_1^2 \end{vmatrix}$$

$$x = \frac{\Delta_x}{\Delta}, \quad y = \frac{\Delta_y}{\Delta}$$



筆電
excel
軟體

圓方
程式
計算
與驗
證

因為瑞芳高工的位置在三個圓的交點上，會同時符合三個圓的方程式，因此方程組的共同解 (x, y) 就是瑞芳高工的經緯度座標。

(三)利用 Excel 來驗證並計算出目標位置的經緯度座標，如圖七。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	瑞芳車站	A點座標	251088.4	12180581		AD距離	301.83					
2												
3	礦工醫院	B點座標	251089.1	12180213		BD距離	320.85					
4												
5	義方國小	C點座標	251132.8	12180197		CD距離	325.37					
6												
7	動點	D點座標	251112.9	12180413								
8	瑞芳高工											
9						2H1=	502176.8	2K1=	24361162	right=	1.4843E+14	
10						2H2=	502178.2	2K2=	24360426		1.48421E+14	
11						2H3=	502265.6	2K3=	24360394		1.4842E+14	
12												
13						2H1-2H2=	-1.4	2K1-2K2=	736		8964432511	
14						2H2-2H3=	-87.4	2K2-2K3=	32		367822383.9	
15												
16						Delta	64281.6					
17						Delta X	1.61E+10		X=		251153.7644	
18						Delta Y	7.83E+11		Y=		12180413.22	
19												
20												

圖七


測量


	座標	距離
瑞芳車站	(251088.4 , 12180581)	301.83m
礦工醫院	(251089.1 , 12180213)	320.85m
義方國小	(251132.8 , 12180197)	325.37m

計算出來的 $(x, y)=(251153.7, 12180413)$

Google map 顯示的瑞芳高工位置(251112.9 , 12180413)位置十分接近。

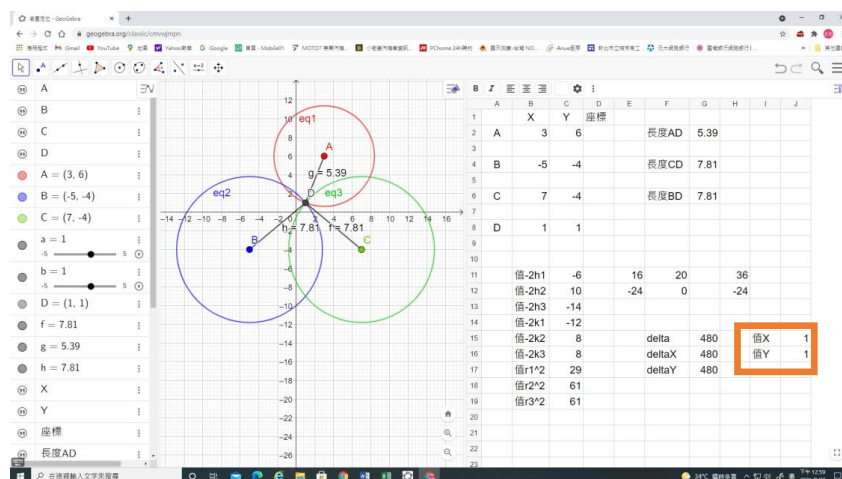


	總結階段	10 分		
	<p>一、在複習數學概念時，可以採用有獎問答方式，一方面可以了解學生熟悉程度，另一方面可以加深印象。</p> <p>二、在操作 Excel 的時候，可以讓學生在 Google map 上自行決定目標及參考建物，但是盡量不要太接近，以免經緯度數據太接近，另外因為距離是以公尺計算，登記經緯度值的時候，例如顯示 25.10884，在使用 Excel 計算時要登記成 251088.4，因為在 Google map 設定上，雖然距離是用公尺為單位顯示，但是經緯度的數值是以 10 公里為單位，相差 10000 倍，所以計算時需校正一下。</p> <p>三、可選擇教科書例題給學生隨堂測驗一下</p> <p>例題 1</p> <p>(1) 試求圓心為 $M(1,-2)$，通過點 $P(3,1)$ 的圓之方程式。</p> <p>(2) 設 $x^2 + y^2 + 4kx - 2ky + 2k - 1 = 0$ 的圖形為半徑 2 的圓，求 k 值及圓心坐標。</p> <p>(3) 試利用克拉瑪公式解</p> $\begin{cases} 3x + 4y = 14 \\ 4x - 3y = 27 \end{cases}$ <p>(4) 已知 $A(1,2)$ 與 $B(5,-2)$ 為圓 C 一直徑的兩端點，試求圓 C 的方程式。</p> 		108 課 網技 術型 高中 數學	隨堂 測驗 卷

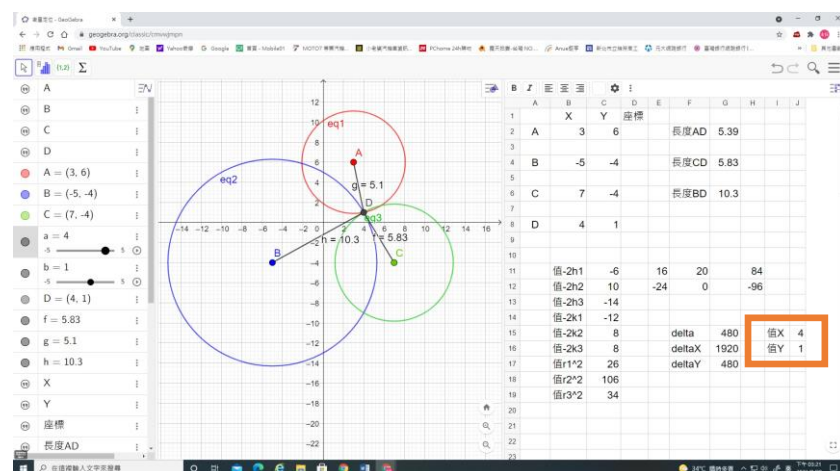
第二節	準備階段	10 分		
	<p>(一) 課堂準備</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Notebook 連結網路。 2.瀏覽器搜尋引擎。 3.預借電腦教室讓學生可以實際操作。  <p>(二) 引起動機</p> <p>智慧型手機已成為現代人生活當中不可或缺的必備工具，而 Google 地圖更成為許多人每天日常生活極重要的引導工具，不論是前往目的地、送貨、甚至上下班、約見面地點、旅遊等都十分依賴這項工具，不過，聰明的手機是如何得知主人目前所在的位置呢？</p> <p>首先我們需先知道<u>無線電波</u>（英語：Radio waves），有時也稱<u>無線電</u>、<u>射頻</u>等，是一種<u>電磁波</u>，其<u>波長</u>在<u>電磁波譜</u>中比<u>紅外線</u>長。無線電波的<u>頻率</u>在 300 <u>GHz</u> 到 3 <u>kHz</u> 之間，但也有定義將任何 1 GHz 或 3 GHz 以上的電波劃為<u>微波</u>。當頻率在 300 GHz 時，無線電波對應的波長為 1 mm（0.039 英寸）；在 3 kHz 時，波長為 100 km（62 mi）。和其他電磁波一樣，無線電波也以光速行進，每秒行進 30 萬公里。</p> <p>手機無時無刻都在和電信公司的基地台做訊號的交換，因此不斷地發送與接收無線電訊號，透過計算訊號的時間差，以每秒 30 外公里的速度，就可以計算出手機與基地台的距離，而且基地台的設置不會輕易移動，基地台位置的 GPS 經緯度資料也是固定的，因此可以使用類似上一節，我們使用三個參考位置，來找出我們學校位置的方法，定位出現的座標，然後顯示在地圖上，這就是 Google map 可以輕易定位手機目前位置的方法。</p>		電腦及投影機	數學科教師指導

預先製作 Geogebra 程式，並放置在網路上，學生開啟瀏覽器連結網址 <https://www.geogebra.org/classic/cmvwjmpn> 就可以使用 Geogebra 程式繪圖找出目標位置及座標，模擬手機程式的運作過程。

Geogebra 軟體的好用之處，可以同時結合繪圖與試算表，並且支援同步計算，也就是當你移動目標位置的時候，同時利用程式重新計算新的位置，看起來就像是我們在移動時，手機也會顯示在地圖上移動的狀態，其實就是不斷更新目標的位置。如圖八、圖九、圖十。

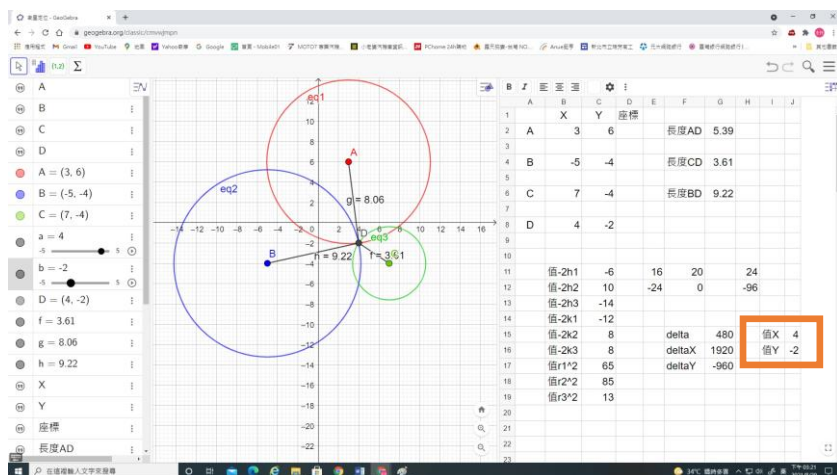


圖八



圖九

電腦
及
投影
機數學
科教
師指
導Geogebra
軟體、
瀏覽
器



圖十

隨著移動圓的交點座標，右方的試算表就會不斷更新位置資料，就好像自動偵測目標的位置一樣，也可以改變 A、B、C 的位置，因為距離會自動計算，所以仍會更新目標的座標用這個程式來模擬手機定位的過程，利用到物理以及數學原理，來發明生活上的便利工具。



總結階段

10 分

1.首先說明定位的原理與數學的關係，藉由操作 Geogebra 來加深圓的方程式與解方程組的概念，學生也可以改變參考位置座標，感受程式即時更新計算位置，並顯示在圖形上，了解手機定位的方式，科學用來改善們的生活，讓學生更有感覺。

2.限制

地球是圓的，不是平的，但是因為很大，所以平常生活移動時，不會一下子移動太遠，所以假設參考位置在同一平面上是可行的，也不會有太大的誤差，但是如果是大範圍的偵測，或是移

電腦
投影
機、學
習單

數學
科教
師指
導

動速度很快就會產生誤差，這時候可能需要以三維空間來處理，圓方程式改成球方程式，座標二維改成三維，參考衛星需要四顆，雖然概念類似，但是難度自然增加不少。



3.未來

希望能結合資訊科老師及學生，除了利用此概念，可以開發出更簡便的程式之外，也希望能找出顯示在電子地圖上的方法，只要下載地圖圖資，對照目標的 GPS 座標，就能顯示在地圖上，真正完成衛星定位的系統，也可以用來偵測其他目標，或是在測量學上能有所幫助。



資料來源：

1.維基百科，自由的百科全書。

2. 內政部地政司衛星測量中心 衛星定位測量原理(GPS1)

<https://gps.moi.gov.tw/sscenter/introduce/IntroducePage.aspx?Page=GPS1>。

3.張帆人(國立台灣大學電機工程學系教授)招沛宏(國立台灣大學電機工程學系博士生)。淺談衛星導航系統。<https://ee.ntu.edu.tw/upload/hischool/doc/2011.08.pdf>

學習單

班級 科三 座號 09

姓名

輔助全球衛星定位系統（英語：Assisted Global Positioning System，簡稱：AGPS）是一種在一定輔助配合下進行 GPS 定位的運行方式。它可以利用手機基站的信號，配合傳統 GPS 衛星信號，讓定位的速度更快。一般 GPS 使用太空中的 24 顆人造衛星來進行三角定位，以獲得經緯度坐標，通常需要一個可視天空的開放環境和至少 4 顆 GPS 衛星信號才能進行 3D 定位。AGPS 則利用手機基站的信號，輔以連接遠程伺服器的方式下載衛星星曆，可再配合傳統的 GPS 衛星接受器，讓定位的速度更快。

普通的 GPS 系統是由 GPS 衛星和 GPS 接收器組成。與普通的 GPS 不同，AGPS 在系統中還有一個輔助伺服器。在 AGPS 網絡中，接收器可通過與輔助伺服器的通信而獲得定位輔助。在蜂窩移動通信系統中，AGPS 系統通過手機定位伺服器作為輔助伺服器來協助 GPS 接收器（通常是手機）完成測距和定位服務，輔助定位伺服器有比 GPS 接收器強大得多的 GPS 信號接收環境和能力，在這種情況下，輔助定位伺服器通過網絡與手機的 GPS 接收器通信而提供定位協助。

通常情況下，一個標準的 GPS 接收器需要至少 3 顆 GPS 衛星才能進行 2D 定位。另外，還需要有足夠的處理能力來把衛星的數據轉換成坐標，使用 AGPS 定位方式，定位的計算任務都由輔助定位伺服器完成。

	座標	距離
A 地點	(a, b)	R_1
B 地點	(c, d)	R_2
C 地點	(e, f)	R_3

試著仿照上表，在 Google map 中找到目標的三個參考點座標及距離，填入下表

	座標	距離
A 地點	$(2510883.2, 12180598.4)$	322.35
B 地點	$(2510868.1, 12180215.4)$	295.14
C 地點	$(2511319.8, 12180196.4)$	319.48

計算出位置 $(2511085.984, 12180376.61)$

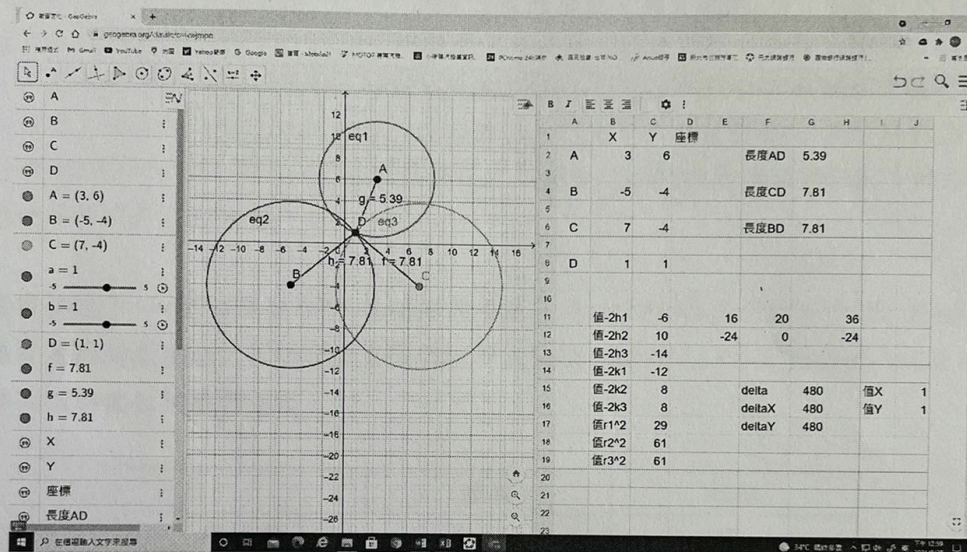
與真實位置比較 $(251088.7, 12180368.3)$

學習單

班級 林三 座號 10 姓名

無線電波（英語：Radio waves），有時也稱無線電、射頻等，是一種電磁波，其波長在電磁波譜中比紅外線長。無線電波的頻率在 300 GHz 到 3 kHz 之間，但也有定義將任何 1 GHz 或 3 GHz 以上的電波劃為微波。當頻率在 300 GHz 時，無線電波對應的波長為 1 mm (0.039 英寸)；在 3 kHz 時，波長為 100 km (62 mi)。和其他電磁波一樣，無線電波也以光速行進，每秒行進 30 萬公里。

請先使用瀏覽器連結網址 <https://www.geogebra.org/classic/cmvwjmpln>



1. 試著改變 D 點位置，利用左方的兩隻操縱滑桿，改變 D 點位置，觀察 X, Y 的變化
2. 也可以在右方試算表位置，改變 A、B、C 的座標，觀察 X, Y 的變化
3. 試著用 Google map 上的座標及位置，數入試算表，試著找出 D 點位置
4. 地球是圓的，不是平的，請問這種方法是否會有問題？

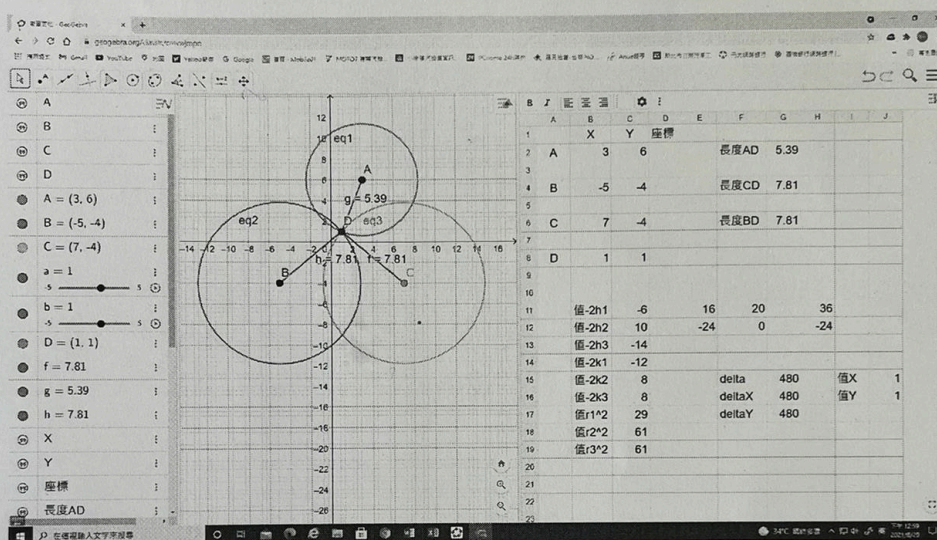
學習心得：今天老師講解了衛星定位的原理，這時的我才知道是運用圓方程式和克拉瑪公式，利用圓和圓的交點在利用基地台傳回手機讓我知道現在的位置。

學習單

班級 林三 座號 09 姓名

無線電波（英語：Radio waves），有時也稱**無線電**、**射頻**等，是一種**電磁波**，其**波長**在**電磁波譜**中比**紅外線**長。無線電波的頻率在 **300 GHz** 到 **3 kHz** 之間，但也有定義將任何 **1 GHz** 或 **3 GHz** 以上的電波劃為**微波**。當頻率在 **300 GHz** 時，無線電波對應的波長為 **1 mm** (**0.039 英寸**)；在 **3 kHz** 時，波長為 **100 km** (**62 mi**)。和其他電磁波一樣，無線電波也以**光速**行進，每秒行進 **30 萬公里**。

請先使用瀏覽器連結網址 <https://www.geogebra.org/classic/cmvwjmpn>



1. 試著改變 D 點位置，利用左方的兩隻操縱滑桿，改變 D 點位置，觀察 X, Y 的變化
2. 也可以在右方試算表位置，改變 A、B、C 的座標，觀察 X, Y 的變化
3. 試著用 Google map 上的座標及位置，數入試算表，試著找出 D 點位置
4. 地球是圓的，不是平的，請問這種方法是否會有問題？

學習心得：今天老師教基地台定位的東西，將圓方程式及克拉瑪公式運用在此，沒想到原來數學也可以活用。在電子設備上，使用三個圓方程式解聯立，得知我們在電子地圖上的位置，衛星定位，使用三個球方程式來解座標位置。
 提快速移動（如交通工具）就用

輔助全球衛星定位系統（英語：Assisted Global Positioning System，簡稱：AGPS）是一種在一定輔助配合下進行 GPS 定位的運行方式。它可以利用手機基站的信號，配合傳統 GPS 衛星信號，讓定位的速度更快。一般 GPS 使用太空中的 24 顆人造衛星來進行三角定位，以獲得經緯度坐標，通常需要一個可視天空的開放環境和至少 4 顆 GPS 衛星信號才能進行 3D 定位。AGPS 則利用手機基站的信號，輔以連接遠程伺服器的方式下載衛星星曆，可再配合傳統的 GPS 衛星接受器，讓定位的速度更快。

普通的 GPS 系統是由 GPS 衛星和 GPS 接收器組成。與普通的 GPS 不同，AGPS 在系統中還有一個輔助伺服器。在 AGPS 網絡中，接收器可通過與輔助伺服器的通信而獲得定位輔助。在蜂窩移動通信系統中，AGPS 系統通過手機定位伺服器作為輔助伺服器來協助 GPS 接收器（通常是手機）完成測距和定位服務，輔助定位伺服器有比 GPS 接收器強大得多的 GPS 信號接收環境和能力，在這種情況下，輔助定位伺服器通過網絡與手機的 GPS 接收器通信而提供定位協助。

通常情況下，一個標準的 GPS 接收器需要至少 3 顆 GPS 衛星才能進行 2D 定位。另外，還需要有足夠的處理能力來把衛星的數據轉換成坐標，使用 AGPS 定位方式，定位的計算任務都由輔助定位伺服器完成。

	座標	距離
A 地點	(a, b)	R_1
B 地點	(c, d)	R_2
C 地點	(e, f)	R_3

試著仿照上表，在 Google map 中找到目標的三個參考點座標及距離，填入下表

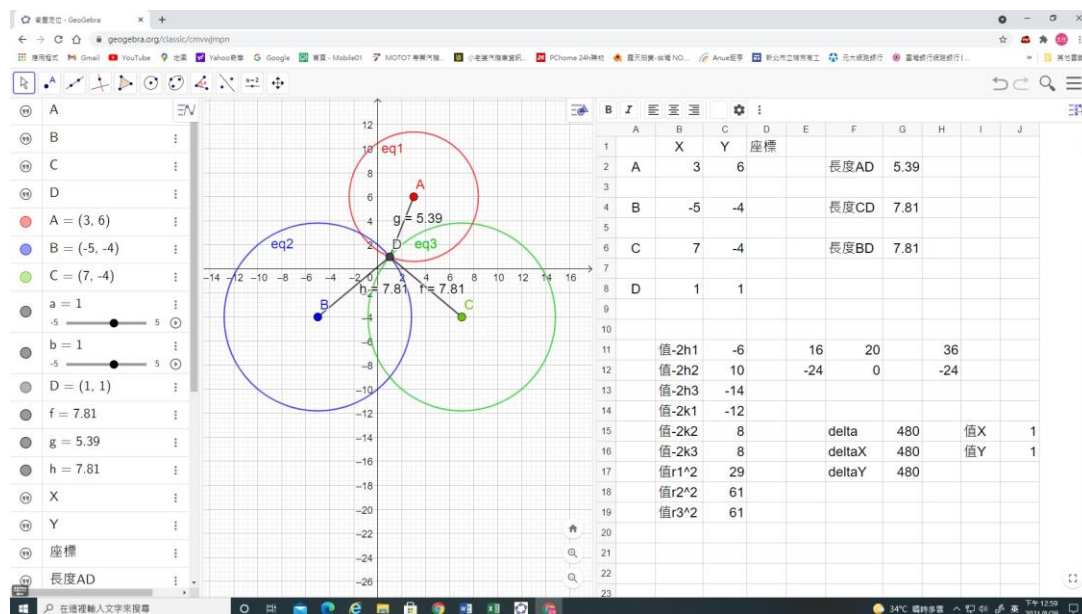
	座標	距離
A 地點	(,)	
B 地點	(,)	
C 地點	(,)	

計算出位置(,)

與真實位置比較(,)

無線電波（英語：Radio waves），有時也稱無線電、射頻等，是一種電磁波，其波長在電磁波譜中比紅外線長。無線電波的頻率在 300 GHz 到 3 kHz 之間，但也有定義將任何 1 GHz 或 3 GHz 以上的電波劃為微波。當頻率在 300 GHz 時，無線電波對應的波長為 1 mm (0.039 英寸)；在 3 kHz 時，波長為 100 km (62 mi)。和其他電磁波一樣，無線電波也以光速行進，每秒行進 30 萬公里。

請先使用瀏覽器連結網址 <https://www.geogebra.org/classic/cmvwjpmn>



1. 試著改變 D 點位置，利用左方的兩隻操縱滑桿，改變 D 點位置，觀察 X，Y 的變化
2. 也可以在右方試算表位置，改變 A、B、C 的座標，觀察 X，Y 的變化
3. 試著用 Google map 上的座標及位置，數入試算表，試著找出 D 點位置
4. 地球是圓的，不是平的，請問這種方法是否會有問題？

學習心得：