

## 第二章 文獻探討

### 第一節 GPS 介紹

GPS 是貫穿本研究所設計之教學模組之核心工具，模組之教學活動也是以 GPS 的特性及應用層面而做設計，故對 GPS 的充分瞭解能幫助有興趣之教師更順利進行 GPS 應用於高中地理教學活動，所以本節針對 GPS 發展過程、基本架構、定位原理及使用限制作一詳細分析探討。

#### 一、GPS 的發展

GPS 是透過衛星發射訊號來確認地面位置。美國空軍在 1973 年正式發展出 GPS 系統，1978 年成功發射第一顆測時測距導航衛星(Navstar)，此後陸續把衛星送上太空，直到 1993 年送上第 24 顆衛星時，美國國防部宣布達到基本操作(Initial Operational Capability)，1995 年整個衛星系統達成全面性的操作(Full Operational Capability)，至此整個衛星區域隨時保持著 24 顆衛星在軌道上正常運作(French, 1996)(詳見圖 2-1.1)。

GPS 有兩種等級，一種是 PPS (Precise Positioning System)，屬於高精準度的定位系統，基本上只提供給軍方和授權使用的民眾；另一種是 SPS (Standard Positioning System)，其定位程度不若 PPS 精準(French, 1996)，1984 年美國總統雷根將其開放給民間免費使用。以往美國國防部基於安全考量，所以在一般民眾所能接收的 GPS 衛星訊號中故意加入 SA (Selective Availability) 效應，降低定位精度，來防止未經許可的 GPS 使用者用於軍事方面之用途。但隨著差分式 GPS(DGPS)技術的發展、GPS 衛星局部地區鎖碼技術的開發、以及 GPS 應用的普及化，美國前總統柯林頓於台灣時間 2000 年 5 月 2 日中午 12 點左右，解除干擾民用 GPS 定位服務的 SA 效應 (張淑淨等，2001)。因此目前定位誤差由 100 公尺以上降到 15 公尺以內，如果使用差分定位衛星(DGPS)系統可以校正到 3-5 公尺以內，而在北美洲使用 WAAS(Wide Area Augmentation System)<sup>1</sup>系統更可以精準到 1-3 公尺以內(Garmin 台灣網站，2004)。GPS 由於可以提供使用者全天候、連續、即時的三度空間定位服務，所以已成為導航定位相關應用的主流。

目前世界的衛星導航系統主要有兩大系統，一為美國 Navstar 系統，另一則是俄國在冷戰時期發展的 Glonass 衛星導航系統。目前歐洲與中國大陸正共同發展伽利略(Galileo)定位系統，預估將在 2008 年正式啟動(中央社，2005)。因此衛星定位導航服務將成為日常生活中重要的一部份。

---

<sup>1</sup> WAAS 是美國聯邦航空局 (FAA) 及美國交通部為提升飛行精確度而發展出來的。WAAS 可以校正由電離層干擾、時序控制不正確以及衛星軌道錯誤等因素所造成的 GPS 訊號誤差，也能提供各衛星是否正常運轉之資訊。雖然 WAAS 目前尚未正式通過美國航空局的飛行使用認證，但此系統已開放給一般民眾使用。目前僅限於北美洲境內，台灣地區民眾無法受惠此服務。

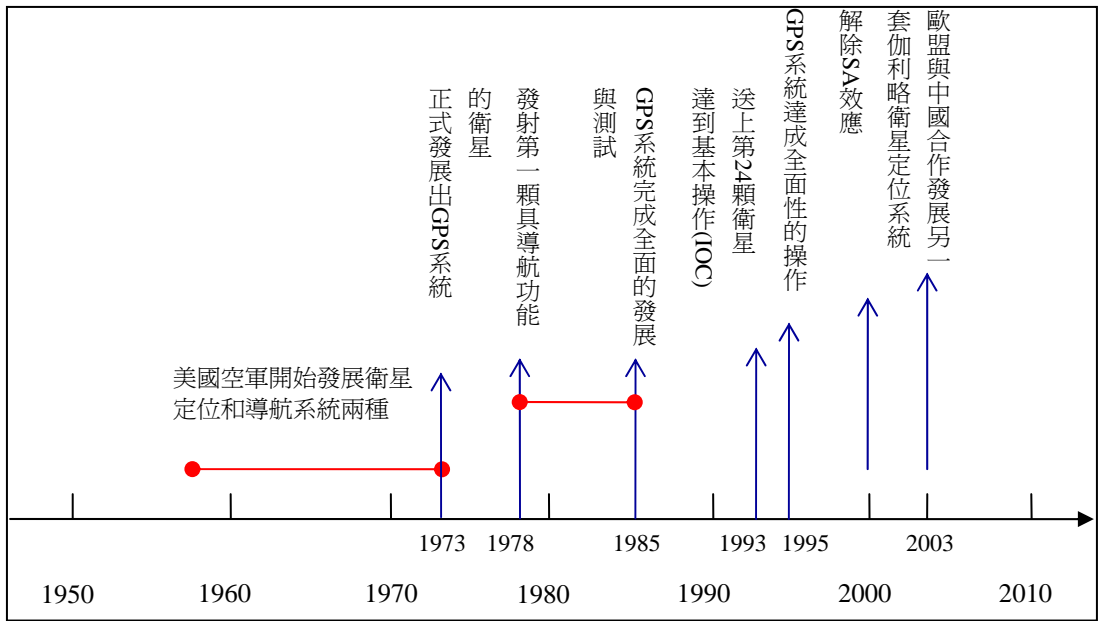


圖 2-1.1 GPS 發展時間圖

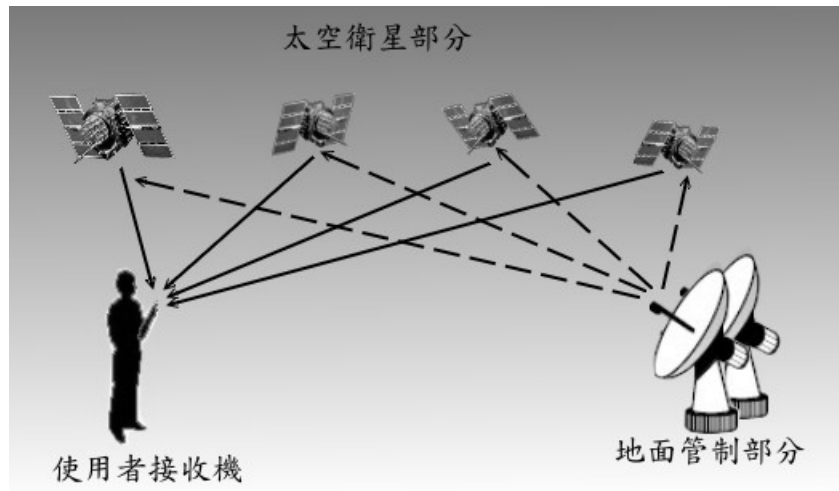


圖 2-1.2 GPS 基本架構圖

二、GPS 系統簡介

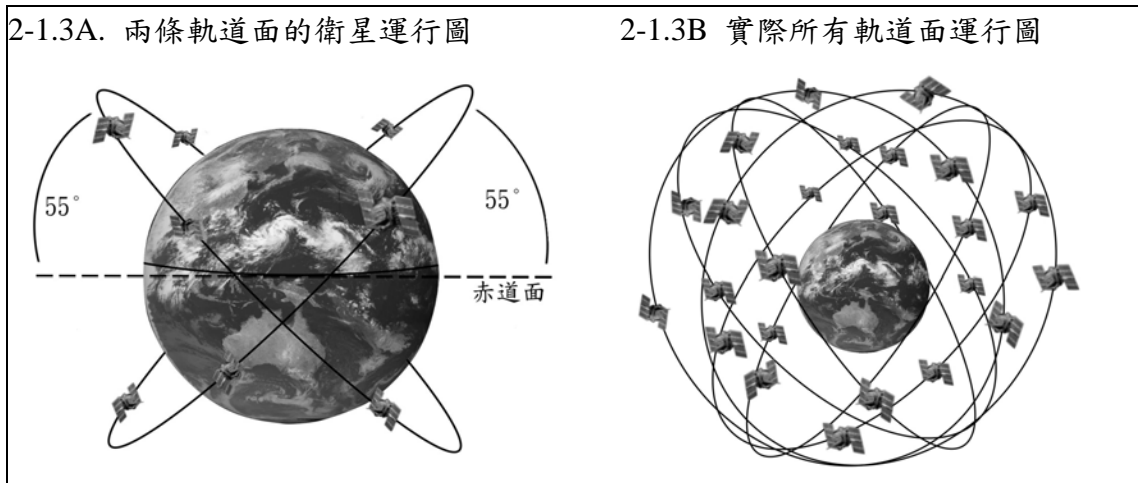


圖 2-1.3 衛星軌道運行圖

GPS 整個架構系統包含三個部分：太空衛星部分、地面管制部分以及使用者接收機(詳見圖 2-1.2)，分別介紹如下：

1. 太空衛星部分：

由 24 顆衛星所組成，距地球高度約 20200 公里，共分成六個軌道，每個軌道上有四顆衛星正常運行(如圖 2-1.3)，衛星繞行地球一周大致 12 小時。衛星在地平線上方出現的數量會隨著時間和地點不同，但最少都在 4 顆以上，以方便使用者接收定位。而每個衛星均持續著發射載有衛星軌道資料及時間的無線電波，提供地球上各種接收機應用。

2. 地面管制部分：

包括一個主控制站，三個地面天線及五個監視站。五個監視站均勻分布在全球各地，主控制站位於美國 Colorado Springs。主要工作為負責修正與維護每個衛星能保持正常運轉的各項參數資料，以確保每個衛星都能提供正確的訊息給使用者接收機來接收。

3. 使用者接收機：

也就是一般民眾所能購買使用的 GPS 設備。其功用為追蹤所有的 GPS 衛星，並即時計算出接收機所在位置的坐標、移動速度及時間。

### 三、GPS 定位原理

GPS 的定位是藉由測量地表上的特定位置與至少四顆衛星之間的距離，再利用三邊測量法(Trilateration，與三角測量法相似)來計算出地表位置的坐標(Wikipedia，2005)。因 GPS 是利用單頻接收機接收由 GPS 衛星所傳送而來的訊號，所以表示只要使用者知道他們距離衛星多遠，然後比對接到訊號的時間有多久，就知道位置在哪裡了。每個太空衛星在運行時，任一時刻都有一個坐標值來代表其位置所在(已知值)，接收機所在的位置坐標為未知值，而太空衛星的訊息在傳送過程中，所需耗費的時間，可經由比對衛星時鐘與接收機內的時鐘計算之，將此時間差值乘以電波傳送速度(一般定為光速)，就可計算出太空衛星與使用者接收機間的距離，如此就可依三角向量關係來列出一個相關的方程式。一般我們使用的接收機就是依上述原理來計算出所在位置的坐標資料(Garmin 台灣網站，2004)。

因為地球是球面的，而衛星所發出的訊號是 360 度發散的，因此如果收到一顆衛星，並不能確定其範圍；收到兩顆衛星只能切出一個平面；當收到第三顆衛星之後則可以切出兩個點，其中只有一個離地球最近，可能成為接收器的所在。因此可以解出所在位置的三維坐標：經度、緯度與高度(如圖 2-1.4)所示。但是雖然每顆 GPS 衛星上所帶的原子鐘精準度很高，衛星上的時間幾乎是精確無誤的，可是 GPS 接收器裡所附的時鐘大部分是石英鐘，誤差率較大，造成計時出現誤差，使得最初的三項測距往往無法精確的交會在一起。為了同步軌道與地球上的時鐘，所以必須還要取得第四顆衛星的測量值來作為校正，使最初三個測距值的

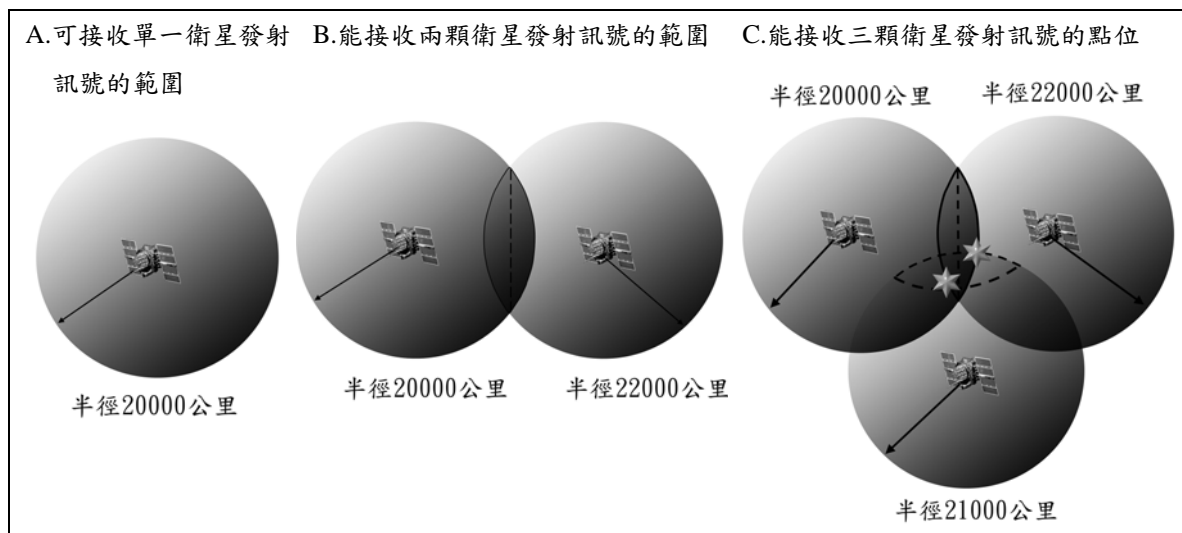


圖 2-1.4 衛星數量決定接收者所在範圍示意圖

端點剛剛好與接收器真正的所在位置交會於一點。因此收到三顆衛星後雖可計算出三維坐標，但精度較低且不穩，垂直誤差較大甚至不會顯示出高程(垂直高度)值，這時我們稱之為 2D 導航(只有平面坐標-經緯度值)；收到四顆之後因經過校正可提供精準的三維坐標服務，我們稱之為 3D 導航(包含經緯度及高程值)；收到五顆以上更可提高準確度，這就是 GPS 的基本定位原理。接收機會自動不斷地接收衛星訊息，並即時地計算其所在位置的坐標資料，使用者接收機每一秒鐘的坐標資料都是最新的 (French, 1996; Wikipedia, 2005)。

#### 四、GPS 誤差來源及使用限制

GPS 訊號從衛星發射到接收機的過程中會受到許多因素之影響，造成定位的誤差，概略說明如下(French, 1996; 張淑淨等, 2001)：

##### 1. 衛星時鐘誤差(Satellite clock errors)：

GPS 衛星為了確定發射時間到接收時間的間隔，所以會在衛星內部放置高精度的銩(Rb)或銫(Cs)的原子鐘，雖仍存在不可避免的小量誤差，但影響不大。

##### 2. 衛星星曆資料誤差(Satellite Ephemeris errors)：

由廣播星曆所得的衛星位置與衛星的實際位置之間的差異所造成的測距誤差，也就是軌道誤差。

##### 3. 對流層延遲誤差(Ionosphere)：

當衛星訊號通過對流層時傳播速度會產生變化，致使觀測結果產生誤差。而對流層延遲的大小取決於氣溫、氣壓、溫度等因素。

##### 4. 電離層延遲誤差(Troposphere delay errors)：

當衛星訊號通過電離層時傳播速度會發生變化，致使觀測結果產生系統

性誤差。而電離層延遲的大小取決於時間、季節、太陽黑子週期地點等因素。通常在溫帶電離層較穩定，靠近地磁赤道或磁極的電離層變動較大。

5. 多重路徑效應誤差(Multi-path errors)：

經某些建築物或物體表面反射後才到達接收機的衛星訊號，和直接來自衛星的訊號一起進入接收機，使觀測值產生誤差。此項誤差取決於接收機周圍環境及天線的性能。

6. 接收機誤差(Receiver errors)：

包括接收機雜訊、軟硬體解析度、通道間的偏差等所造成的誤差。

7. SA 效應誤差(Selective Availability)：

美國國防部為軍事安全考量所做的一項誤差，藉著在衛星時鐘和衛星星曆資料上引進人為誤差，使得定位誤差提高到 100 公尺，大大降低了定位的功能。美國政府於 2000 年五月解除這項誤差。

8. 衛星幾何分布(Dilution Of Precision, DOP)：

決定 GPS 定位精確度的因素，除了距離量測的精度外，最重要的就是用於定位之衛星群的幾何分布。最理想的定位是四個以上的衛星能平均分散在接收機的周圍，如圖 2-1.5。若衛星接近在一起，則 DOP 值將會變大，一般而言，DOP 值為 1 時表示觀測值非常理想，如果值大於 6，則必須要重新觀測(卓大靖系統與工程整合實驗室網頁，2005)。因為衛星彼此之間太靠近的話，定位結果不僅不穩定，且定位誤差也會增大，甚至可達 100 公尺，由此可知 DOP 對 GPS 定位精度有很大影響。

上述誤差有些是衛星訊息本身的誤差：如衛星時鐘誤差、衛星星曆資料，有些是接收機本身精密度靈不靈敏，通常這些誤差非使用者所能控制；而有些則是使用者本身可以控制的因素，如多重路徑效應誤差。所以使用者在利用 GPS 接收機求得所在位置時，因注意所在位置是否高樓林立而影響衛星接收，最好能

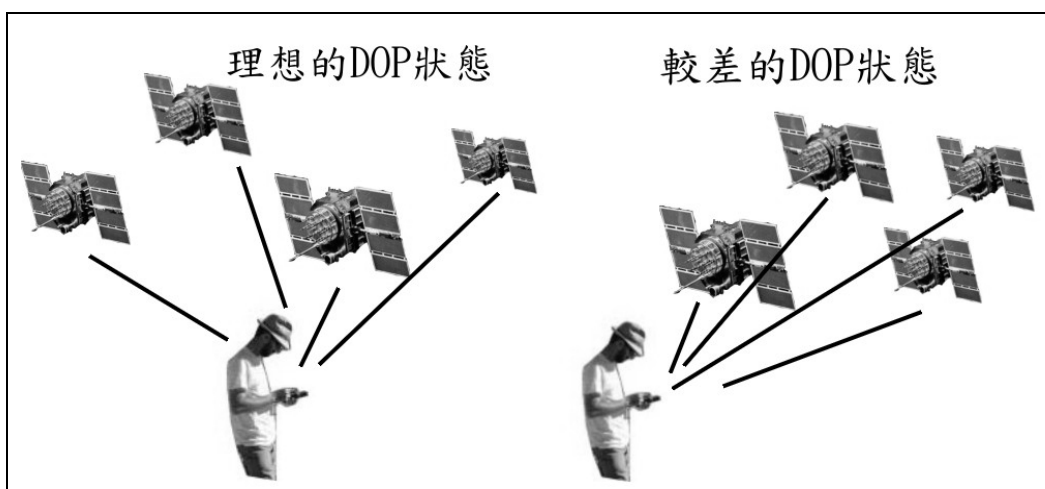


圖 2-1.5：DOP 分布狀態示意圖

在空曠的地方；另外 DOP(衛星幾何分布)也會嚴重影響定位誤差，所以在求得位置時也要注意 DOP 值的大小，如果 DOP 值太大的話可能要多等待，等 DOP 值變小後所得定位結果會較為精準也較穩定。而 GPS 系統除了上述的誤差來源之外，其在接收機在使用上也有一些限制需要注意，限制如下：

1. 使用者需要對定位有一定的瞭解：

因為每個國家因所採行的坐標系統不見得一樣，甚至一個地方可能以前跟現在的坐標系統也不相同，像台灣早期是使用 TWD67，民國 86 年內政部採用國際地球參考框架而定義更適合於全國大地坐標系統之新基準，稱為 TWD97，並以此來繪製地圖(內政部地政司衛星測量中心，2005)。因此一樣的区域使用兩個不同的坐標系統所繪製成的地圖一定會有經緯度的誤差，這時就必須轉換成一致的坐標系統。所以使用者對坐標轉換要有一定的認知，目前網站上有提供坐標轉換的服務<sup>2</sup>，另 GIS 軟體如 Arcmap 也可轉換地圖坐標系統。

2. 適合在空曠地區使用：

因 GPS 是靠接收訊號來確認位置，如果有遮蔽物擋住就會影響 GPS 接收機接收訊號，因此在密林以及建築物內部、地下道、四周有高牆的地區(如建築物密佈的都市區)等就難以接收訊號或是受到多重路徑效應影響，定位精度較差且不穩定。

3. 不宜在 1.57GHz 左右之強電波環境下使用：

在電波頻率較強的環境下使用易將衛星訊息遮蓋掉，造成接收機無法獲得足夠的衛星訊號來計算出所在位置之坐標。而我們日常所使用的手機、無線電對講機就屬於此電波頻率範圍，在使用時會干擾電波接收，而在高壓電台下方使用因其一直散發頻率，故會持續干擾，所以要避免在此類地方使用。

4. 單純 GPS 所計算出的高程值誤差遠大於定位誤差：

因為 GPS 定位時所使用的大地基準點與我們一般所說的海拔高度及氣壓計量測的飛行高度所使用的基準點不同，故垂直誤差值也會比水平誤差大，約 3-4 倍左右(陳建良，2005)。

目前美國空軍(the U.S. Air Force) 正計畫考慮一套新的衛星定位系統可以解決上述困難以及衛星本身誤差的因素，使 GPS 的使用能更不受限於環境。但是新一代的衛星定位系統最快也要到 2010 年才可能使用(Frost，2003)。所以目前使用者在使用時 GPS 接收器時要注意 GPS 誤差來源及使用限制，方能求得較精準的定位資訊供作應用。

---

<sup>2</sup>國立成功大學水工試驗所資料庫及地理資訊組有提供大地坐標轉換測試程式網頁，但僅適用於台灣本島，最大誤差約二公尺，精密測量不適用。提供網址為：  
<http://gis.thl.ncku.edu.tw/coordtrans/coordtrans.aspx>。

## 五、GPS 應用

GPS 最主要的功能就是定位、追蹤導航、定時，其應用範圍非常廣泛。根據應用類型基本上可分成軍事太空應用、精確定時、工程施工、勘探測繪、產業應用、安全系統、娛樂休閒，其中又以產業應用、安全系統、娛樂休閒跟大眾日常生活密切相關，故下列有較為詳細介紹(GIS lounge, 2004; Wikipedia, 2005; 翁千庭, 2004; 瞰車大網站, 2005; ):

### 1. 軍事及太空應用：

- (1) 武器導航：精確制導飛彈、巡航飛彈。
- (2) 星際導航：衛星軌道定位。

### 2. 精確定時：廣泛應用在天文台、通信系統基站、電視台中。

### 3. 工程施工：道路、橋樑等的施工中大量採用 GPS 設備進行工程測量。

### 4. 勘探測繪：野外勘探及城區規劃中都有用到，使地圖製作更迅速精準。

### 5. 產業應用：

#### (1) 車輛導航：

透過 GPS 接收機可即時明白目前所在位置，並計算出你所在位置以及目的地的方向，指引你車子路線該如何行進，那個路口需要轉彎。而有些公司則利用 GPS 特性從事衛星派車服務，當有客戶需要用車，可及時知道附近有哪些車輛可運用並馬上服務；也可藉此來監控公司車輛行經路線，瞭解是否迅速有效到達目的地。目前台灣有許多車輛提供衛星導航服務，如 Nissan 的 TOBE 系統；而銳梯科技也設計出瞰車大系統提供企業車隊監控管理系統以及車隊保全服務，可應用於計程車業、貨運租賃管理等，這些都為 GPS 應用的新興產業服務。

#### (2) 船舶導航：

因 GPS 定位不受天候影響，即使海面能見度不佳，也能知道目前所在位置。而 GPS 可自建航點，所以漁船可記錄暗礁、岩石以及漁場所在，提供適宜路徑幫助海上作業。

#### (3) 飛機導航：

透過 GPS 定位系統，未來即使能見度為零，班機依然可安全起飛降落，不受大霧影響。而近來國際民航組織提出要將 GPS 結合數位技術，建立通行全球的飛航管理系統：塔台透過衛星與機長通訊、飛機透過衛星導航和監視，使全球的飛機透過衛星的控管而有效率的管理航班，使飛航更安全、更準時(翁千庭, 2004)。

#### (4) 精準農業：

美國 NASA 噴射推進實驗室與 NavCom Technology Inc. 合作將 GPS 感應器(sensor)裝置在牽引機上，這些感應器會在夜晚或視線不佳的時候協助導航，另外土壤感應器和其它的監控設備會幫助探針得知在農夫的田地中，哪些位置需要澆水、施肥以及除草。

## 6.安全系統：

### (1)車輛防盜系統：

車輛上裝有 GPS 衛星系統，當車子一旦遭竊可利用 GPS 追蹤車子行經路線來尋獲。

### (2)協尋走失：

利用 GPS 來追蹤兒童及特殊人群行經路線以防止走失或遭綁架；另外也有飼主在寵物身上植入可追蹤 GPS 訊號的晶片，一旦寵物走失可迅速尋回，並減少流浪動物的產生。

### (3)救難搜尋：

GPS 能幫助使用者在戶外陌生的地方辨識方位，如登山者在山上迷路、或遇到大雪覆蓋道路時，GPS 可清楚提供方位；而發生急難，如在山區受困時，可利用 GPS 所發射訊號提供目前所在地使救援順利到達，減少搜尋時間。美國聯邦通訊委員會(類似我國電信局)也規定 2005 年每個行動電話都要加入 GPS 功能，使得 911 緊急電話(類似我國 119)能回報位置以便施援(中國時報，2004)，預期其他國家會很快跟進。

### (4)醫療部分

GPS 也可與醫療科技結合。有一種 GPS 配備稱為「數位天使」，它是配戴在手錶上或是綁在身體上，當病人無法使用電話要求醫療診治時，透過數位天使監控病人的體溫、脈搏、呼吸、血壓，可即時幫助病人獲得醫療。

## 7.娛樂休閒：

### (1)追蹤比賽與節慶物件：

在美國新墨西哥州阿布奎基(Albuquerque)年度氣球節的熱氣球和瓦斯氣球競賽大會，就在氣球上配備 GPS 來追蹤熱氣球所在位置，並即時回傳坐標到網站上，網站上的 GIS 會應用所傳回來的座標在地圖上顯示各比賽隊伍一連串的移動點，並標示氣球即時座標。

而台灣 2004 年的大甲媽祖遶境進香活動也首度結合 GPS，與瞰車大及銳梯科技合作，透過 GPS 全球衛星定位系統及 GIS 地理資訊系統，遶境進香隊伍的即時位置可以在瞰車大網站上一目瞭然，而且透過電子地圖，遶境進香隊伍的行經路線也可以輕鬆查詢。不僅可讓媽祖信徒能掌握媽祖行蹤前去膜拜，一般開車族也能避去塞車之苦，減少交通不便之處，今年(2005)年仍繼續提供 GPS 與 GIS 查詢媽祖路線服務(工商時報，2004；中國時報，2005)。

### (2)尋寶探險遊戲

利用 GPS 定位及追蹤導航的功能而設計出一連串有趣且富探險性的活動。如追蹤特定坐標的遊戲：大地尋寶活動(Geocaching、Geodashing)；拜訪並記錄經緯匯合點的獵點計畫(Degree Confluence Project)；以及利用 GPS 的航跡來繪圖創作的 GPS 繪圖(GPS Drawing Project)等活動，都是目前許多 GPS 玩家熱衷參與的活動，且有許多教育人員也將其應用於教學活動中，詳細內容留待下一節探討。



目前全世界有超過 3000 萬人有使用 GPS 的習慣(鍾樹人，2004)，隨著科技的研發，GPS 接收器的成本會逐漸降低，相信到時每個人都負擔的起，一旦可普及安裝於汽車及手機內，使用人數會更快速成長。而手機內建 GPS 因美國政策要求，已逐漸普及，甚至在世界形成一股趨勢，未來 GPS 手機的發展就如同手機內建數位相機一樣，成為手機的基本配備之一。由上述可知 GPS 應用性是如此廣泛，未來可能像自來水、電力等普及於家庭生活中，成為下一個公用服務業，所以其應用潛力是值得我們去探討開發的。

## 第二節 GPS 的教育應用

目前世界各國皆積極發展科技，而地理科技(geotechnology)的發展也是重要項目之一。美國勞工部門(US Department of Labor)指出地理科技逐漸與奈米科技和生物科技一樣，成為美國三大熱門行業，因就業機會的增加和可應用領域的多元多樣，正證明了地理空間資訊科技在各個領域的價值(Gewin, 2004)。GPS 屬於地理空間資訊科技裡面重要的一環，舉凡太空科學的發展、森林管理、觀光旅遊等都可應用；故 GPS 不管是在科學的發展或是日常生活中皆佔有一席之地，故教導學生 GPS 有其實用性與必要性。所以本節探討 GPS 在教育上的功能、國外運用 GPS 從事教學情形以及國內目前應用情況。

### 一、GPS 教育功能

在強調資訊科技融入教學的現代，倡導學生主動學習、親自經驗的教學方式之下，GPS 作為科學研究的蒐集資料工具，是極容易與各科教學結合在一起的。而 GPS 應用的普及性，更落實了教學生活化的目標。國外有許多熱心應用 GPS 於教育的學者及老師就整理出 GPS 在教育上的主要功能(GIS2GPS,2004)：

1. 為幼稚園到高中(K-12)的學生創造有意義的學習活動。
2. 將 GPS 與數學、科學、語言藝術和社會學習整合。
3. 提供問題導向學習和真實情況的評估。
4. 讓學生動手操作，完成以探究為基礎的合作主題，訓練學生具備較高層次的思考技能。
5. 培養學生發現問題、分析問題、解決問題以及有效溝通的能力，並充分瞭解影響他們生活的地區和全球性議題並試著改善。
6. 讓學生學習 GPS 和製圖技巧的能力，不僅對未來就業有幫助。也能培養成為積極富創造力的公民。

而伊利諾州教師更是把 GPS 與 GIS 和其州立教育標準結合，將其應用在數學、社會、自然科學、語文、美術科中，訓練他們能將 GPS 和 GIS 實際應用於生活中，期望以地理資訊科技幫助學生整合學科、給予團隊合作機會、培養其問題解決能力以及溝通能力(GIS2GPS,2004)。而 GPS 在各科的教學應用也有許多老師貢獻分享，以下是摘錄陳哲銘(2003)整理自 GPS in Education 網路討論區的應用範例：

- 1.地理：閱讀電子地圖、判釋等高線地形圖和航照圖，學習坐標系統。
- 2.數學：利用幾何代數計算大圓上兩個經緯度坐標間的距離或換算不同單位的坐標。
- 3.製圖：利用 GPS 的航跡繪製校園地圖。
- 4.童軍活動：學習使用 GPS 於野外活動求生。
- 5.搜救訓練：國家公園訓練警察的搜尋和救援能力。

6.環境教育：國家公園吸引遊客前往生態旅遊的各景點

7.在家學習：家長可利用 Geocaching 遊戲統整各個學科的學習(包括地圖、歷史、生物、社會、物理、數學、道德等)，並利用戶外活動增進親子關係。

由上述可知 GPS 在教育上不僅可應用於單門學科，更可統整學科領域，以 GPS 貫穿教學活動，讓學生在活動中加深知識的認知部分，並藉由活動進的進行使學生獲得能發現問題、蒐集資料、解決問題以及團隊合作等技能，也提高其學習興趣，對相關議題能主動樂意的更進一步探索，達到教學上的認知技能情意三大目標。

## 二、GPS 遊戲與教學結合

目前國外有許多老師將 GPS 和現在網路上熱門的 GPS 遊戲結合，設計成有趣且富教學意義的活動帶領學生進行教學，網路上也有專門探討如何將 GPS 運用於教學的網站，其教學設計主要是透過 GPS 這類高科技的工具吸引學生，並結合目前全球熱門的 GPS 遊戲設計有趣且富學習意義的教學活動，激發學生高度的學習興趣來有效達成教學目標，以下介紹網路上熱門的 GPS 遊戲以及在其教育上的應用性：

### (一)、Geocaching<sup>3</sup>-大地尋寶

這是利用 GPS 尋寶的戶外遊戲，也被稱為「GPS Stash Hunt」或「GPS Cache Hunt」。起初是為了慶祝解除 SA 效應，David Ulmer 在 2000 年 5 月 3 日首先在新聞群組提出用 GPS 和網際網路玩全世界尋寶遊戲，結果蔚為風潮，成為全球化的遊戲(陳哲銘，2003)，截至目前為止(2005/3/26)全球共有 111,688 個寶藏，並製作成互動式的電子地圖讓使用者根據區域來檢索。台灣第一個藏寶點是 2001 年 12 月，由外國玩家所提供位於台北市某景點坐標，目前台灣已有 34<sup>4</sup>個藏寶點(截至 2005/3/26)(Buxley's Geocaching Waypoint,2005；Geocaching,2005)。

#### 1.遊戲內容：

這個遊戲運用了 GPS 和網際網路讓全世界的玩家一起遊玩，因此是一個集合高科技的網路合作尋寶遊戲。通常玩家先將寶物與一本小筆記本和鉛筆放在玻璃瓶或塑膠盒中，藏在戶外某一地點後，用 GPS 定位寶藏所在地點的經緯度坐標(WGS，大地坐標系統)，然後把寶藏坐標連同尋寶提示一同上傳到網站，讓其他玩家由網路下載該點坐標到自己的 GPS 中，再藉由 GPS 找到寶物。當寶物被找到之後，玩家可以看看藏寶人和過去尋寶人在小筆記本中所記錄的日誌，順便寫下自己的日誌。玩家可以取走瓶中寶物，並放進自己準備的另一件寶物，將瓶

<sup>3</sup> 詳細情形請參考 Geocaching 網站：<http://www.geocaching.com/>。

<sup>4</sup> 依據 Buxley's Geocaching Waypoint 登記，共有 17 個 geocache 以及 17 個 dashpoint。這兩者皆是以 GPS 尋寶，不過後者是比賽性質，看哪一隊(也可個人單獨參加)在截止日期發現最多 dashpoint 就是贏家。詳情可參考 GPS 遊戲網站：<http://gpsgames.org/>。

子放回原地，以便下一個尋寶人可以繼續玩，回去之後將自己尋寶過程中的心得感想發表在網站上，同時也是證明已尋獲寶物。通常寶物的內容都是一些小東西，或者沒有放置物品，只有一本小筆記本供尋寶者寫心得而已，甚至是什麼都沒有，以藏寶地點的本身做為寶物，這種稱為「虛擬寶物」(virtual cache)。大多數的玩家都會選擇值得造訪的風景優美之處作為藏寶地點，所以美景本身就是最好的寶藏(陳哲銘，2003)。因此可知寶藏類型是很多元化的，藏寶以及尋寶的方式也是可以變化的。另一種特別的尋寶是發現地點尋寶(Locationless /Reverse Cache)，它跟一般的尋寶不同的是並不給予位置尋寶，而是由尋寶者依據藏寶者所設定之條件來找出符合其條件之地點，並上傳該地點照片、經緯度及敘述到網站上確認達到藏寶者的要求。美國教育科技整合訓練員 Ninno, A.<sup>5</sup>(2004)認為其中以虛擬尋寶和發現地點尋寶(Locationless /Reverse Cache)的玩法特性，是未來熱門的趨勢，同時也最適合用在教育上。

## 2.教育上的應用

Geocaching 中有許多寶藏是老師為教學而設計的航點，大部分是屬於傳統尋寶的形式，但現在有許多有趣好玩的教學範例是利用虛擬尋寶或是發現地點尋寶的型態，Ninno 就設計出十幾種跟歷史、原住民文化、生物等的發現地點尋寶遊戲，也就是給予一個主題，讓尋寶者去尋找出跟主題相關的東西並標記點位且記錄下來(Ninno, 2004)。以地理舉例，可以設計一個主題如海岸地形，讓同學去標記海岸地形的蜂窩岩、平衡石、珊瑚礁等位置。而網路上也整理出跟自然科學有關的寶藏點，稱為 earthcache<sup>6</sup>，其寶藏類型是屬於虛擬寶藏，因其藏寶點可能是特殊的地質、地形、史前活動遺跡之地等具有特殊自然或人文價值的方，值得尋寶者探訪一遊，而這些也可提供有興趣從事教育的人利用。

陳哲銘(2003)更提出設計「自導式」的鄉土地理實察：「教師事先將實察區內的地點設計成 GPS 航點，並把要學生觀察、計測和訪談的資料等註記於航點資料中，學生便可自行分組攜帶 GPS 進行鄉土地理實察，教師可在事後利用 GPS 自動記錄的航點資料來檢視學生是否依據指示完成任務相較於傳統的地理老師帶著全班學生實察的方式，這種自導式的實察不僅更符合建構主義教學理念，也降低全班考察的乘車安全顧慮、交通成本以及繁瑣的行政程序」。

因此 Geocaching 不僅是有趣的戶外活動，其多樣的尋寶類型更可應用於學校地理課程中，豐富老師的教學活動、趣味學生的學習經驗，學習空間不僅是校園，更可拉大到日常生活場域，讓學生在活動中主動學習地理知識、地理相關技能，加深地理認知；而在整個教學活動是以學生為主體，老師在旁協助指導，更是符合建構教學理念，所以將 Geocaching 與教學活動結合在教育上有很大的應用潛力，也值得我們繼續探索。

<sup>5</sup> 紐約州 k-12 整合教育科技訓練員，是 NYGPS 網路社群站主，主要討論如何將 GPS 跟各學科結合，設計有意義且符合教學目標的教學活動。

<sup>6</sup> 詳情可參考 earthcache 網站：<http://www.earthcache.org/>。

## (二) Degree Confluence Project-獵點計畫<sup>7</sup>

這個遊戲的主要目的就是去拜訪地球上每一個經緯度交會的地方，等於是幫地球依經緯度做組織性的採樣，逐漸用照片拼出整個世界圖像(如圖 2-4.2)，並且將這些位置隨著時間所產生的變化存檔整理起來。

這個遊戲是由 Alex Jarrett 在 1996 年 2 月發起，起先只是因為每天都經過 72° W，就好奇與這條經線相交的最近緯線在那裡，所以就與朋友拿著 GPS 去尋找 43° N 72° W 這個經緯度交點，並把拍下來的照片和心得張貼在自己的網頁，沒想到引起許多人的注意，開始用電子郵件互傳各交會點的造訪心得和照片，這個活動就像滾雪球般地傳開來，並且成為一種要先下手為強，以便成為各交點第一位成功造訪者的全球競賽(陳哲銘，2004)。

截至目前(2005/3/27)已有 6533 的人一起加入探險，並拍下遍布在 161 個國家的 3,801 個經緯度交點，拍了 42,304 多張相片，讓這幅世界拼圖完成率達到 23.54%。日本土地上的交會點已經全部被征服，而台灣共有 12 個交會點，造訪過的交會點有 3 個，尚有 9 個仍待繼續努力。

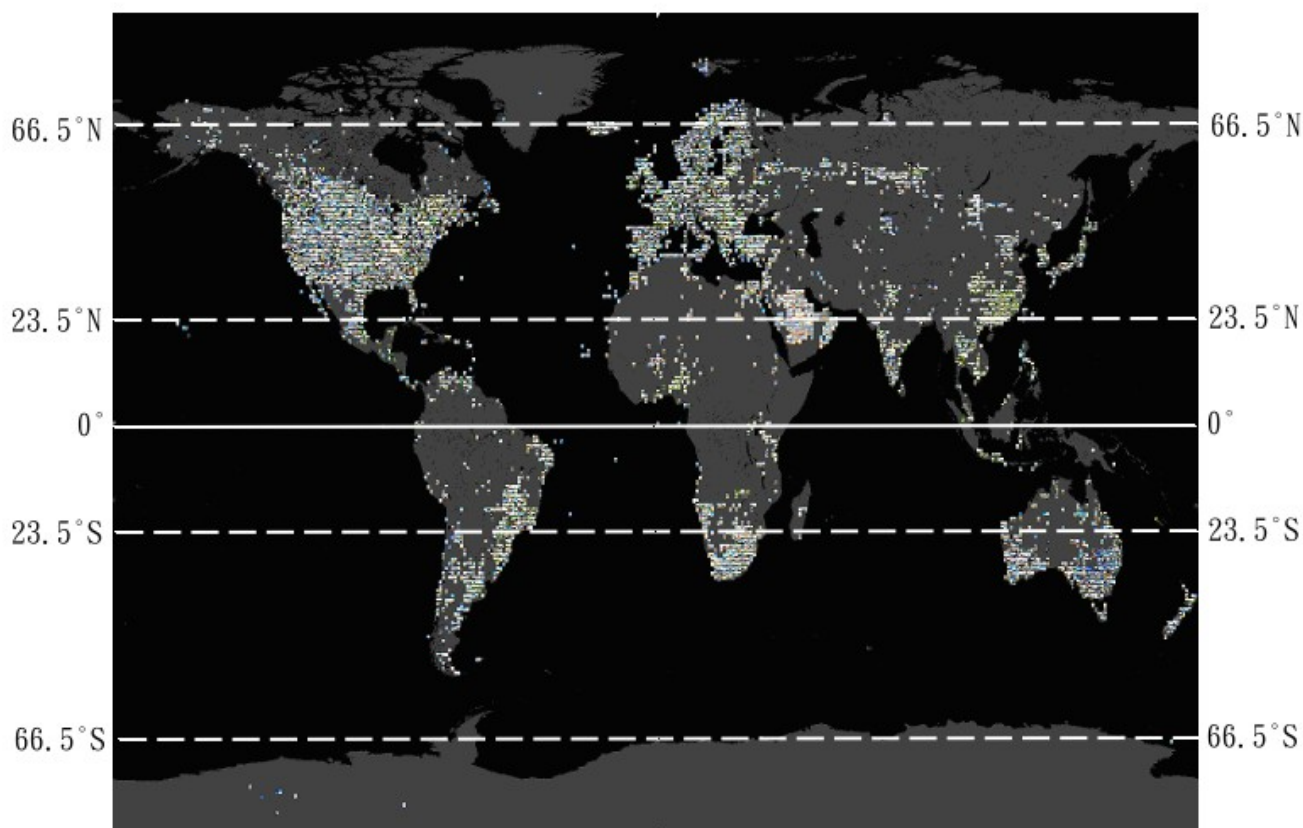


圖 2-2.1 DCP 所拼出的世界地圖

資料取得日期：2005/3/27.

資料來源：改繪自 DCP 網頁：<http://www.orbitals.com/dcp/dcp3a.htm>

<sup>7</sup> 詳情可參考 DCP 網站：<http://www.confluence.org/>

## 1. 遊戲內容

全世界共 64442 個經緯交會點，這些交點又分成一級點(primary)與二級點(secondary)，而一級點要符合下列兩項條件：

(1).扣除位於海洋中的點，但是假使氣候狀況良好，可清楚看到陸地的水域的點，也可算是主要交會點。

(2).符合 Poles Problem 的標準：

隨著緯度越高，兩條經線的緯距會越來越近，到  $90^\circ$  就交會於極點，也就是越靠近極區，交會點彼此就會越近。因此這個計畫設下一個遊戲規則，當經線間距少於赤道經線間距的  $2/3$  時，只有  $2/3$  的交會點才會被指定為「一級點」，其餘  $1/3$  的交點則設為「二級點」。根據此「 $2/3$  法則」，從赤道到南北緯  $48^\circ$ ，每個交會點都是一級點；從南北緯  $49^\circ$  到  $63^\circ$ ，有  $2/3$  的交會點為一級點；到了南北緯  $64^\circ$ ，經線間距只剩原本赤道處長度  $2/3$  的  $2/3$ ，故只有一半的交點成為「一級點」，到南北緯  $89^\circ$  處，360 個交點中只有 10 個是「一級點」，而南北緯  $90^\circ$  各有唯一的一個交點，當然屬於「一級點」。

符合上述規定的共有 16,146 個一級點，其餘則是二級點。雖然一級點才是「DCP」所要造訪的目標，但一樣也可以去造訪那些二級點並記錄上傳到網站。

而要參加 DCP 獵點計畫，除了相機和 GPS 之外，出發前要先到 DCP 官方網頁去看看有哪些經緯交會點是屬於一級點，決定好要去拜訪的地方並在網站上宣告你的計畫，就可以整裝出發了。當找到經緯交會點時(有時因自然因素及人為因素的限制無法直接站在該交點上，所以 100m 是可容許的誤差範圍)，造訪者需拍攝該交會點一張相片，再以該點為中心，往東南西北各拍攝一張相片，然後拍攝 GPS 螢幕上所顯示的「WGS84」經緯度坐標(規定採用的坐標系統)，另外最多可再提供沒有特定內容限制的四張相片，加上造訪時間、對該地點的環境描述以及自己的探險歷程，回程之後把相片及心得上傳到網站，你就成功征服了一個一級點！而假使無法成功達成上述條件，依然可把造訪心得及拍攝照片上傳，供其他有心的人參考。

## 2、教育上的應用

DCP 原本只是基於消遣娛樂所產生的冒險活動，但每次探險所累積下來的照片及心得這些豐富的資料，卻成為在教學上極為有力的工具，成為資訊融入教育的素材。因 DCP 是「以全球為母體的系統抽樣」，所以更能客觀地呈現地球的真實面貌，且每一個相片都同時記錄了坐標、海拔高度、拍攝時間、獵點者的親身經歷和對該交點的景觀描述，等於每一點都有「地理實察紀錄」，對地理教育而言，這無疑是個龐大的素材庫，教師只要將資料按照自訂的主題加以整理，即可成為絕佳的世界地理或區域地理輔助教材(陳哲銘，2004)。教師可以藉著展示相片讓學生判讀該地的自然景觀(地形、氣候、生態...)、人文景觀(人口、建築、土地利用情形)，還有對點位的比較以及透過相片一連串的比對，如同一經線、

不同緯線或是同一緯線不同經線，可具體瞭解地形、氣候變遷，土地景觀變化情形(Kerski, 2004a)。陳哲銘(2004)也指出：「目前 DCP 雖鼓勵獵點者重覆造訪同一交點，但這種定點的觀測畢竟較無新鮮感而成效不彰，若能透過認養、合作或作為學校定期的戶外教學活動來進行重覆觀測，同時維持不同時期統一的相片拍攝的角度和範圍，則更能增添 DCP 的教育意義」。因 DCP 是以經緯度交會點為探險目標，但如果學校附近與經緯交會點很遙遠(如台灣只有 12 個交會點，且有些點是位於不易到達的深山中)，學生並不容易參與此活動；但如果採網格坐標，或是把經緯交會點從度拉到分，甚至精細到秒，學生不僅容易參與此活動，也可幫學校或台灣自建一個地理教學素材庫，將資訊科技與環境教育、鄉土教學結合，使 DCP 的教育應用層面更廣泛。

### (三)、GPS Drawing Project<sup>8</sup>-GPS 繪畫

畫畫一定得拿著畫筆才能畫嗎？那可不一定！GPS 繪畫就告訴我們另類的繪畫創作方式。GPS 繪圖的確是創作出一幅幅畫作，但它最大不同於一般傳統美術作品的創作是：畫圖者不是拿著畫筆而是持著 GPS 接收機在大地上作畫！因為它主要是標記大範圍尺度的 GPS 軌跡，所以是以地面大範圍的空間為畫布。創作者手持著 GPS 沿著地面上的形狀或自行想像出有趣或是潦草抽象的線條行進，GPS 會自動記錄這些航跡，而創作者就把這些有意思的航跡記錄下來，成為一張張具有藝術性與趣味性的作品。

GPS 繪畫是西元 2000 年從英國開始發起這項活動，目前作品不僅在世界巡迴展示，也在網路上架設線上畫廊供全世界有興趣者參觀欣賞。其作品形式有平面作品、模型來呈現，目前發展出一個 GPSOGRAPH 的軟體供平面的 GPS 軌跡做 3D 變化(類似 ArcScene)，使創造者更方便揮灑創意。他們也有工作坊，將這項跟高科技結合的藝術活動在各畫廊、博物館以及學校推動，圖 2-2.2 就是學校工作坊在英國 Holton 地方讓 Wheatley Park school 的學童用 GPS 創作軌跡的成果。其創作作品來自世界各地，不僅有英國作品，還有來自於美國、日本、泰國、中國和南韓的作品，可惜目前台灣並沒有相關作品展示。

## 2.教育上的應用

GPS 繪畫結合了藝術與高科技，在教育上是非常新穎有趣的教學活動。它將美術課帶到戶外去實際操作，不僅是自行發揮創意，也可以讓他們更瞭解周遭環境。這樣的活動不僅只是單純的美術課，更可結合其他科的老師協同教學。地理課時可以介紹 GPS 的操作使用，再與美術老師協同教學，將教室帶到戶外，讓學生分組或是自行去創作有意思的航跡，可以是抽象的圖案，也可以是要求繪出校園範圍等，主題自行發揮。然後再與電腦老師合作，教導學生使用電腦繪圖軟體等，將所記錄到的航跡在電腦上展示，甚至列印下來，或者將這些作品請他們

<sup>8</sup> 詳情可上 GPS Drawing 網站：<http://www.gpsdrawing.com/index.htm>。

自行設計網頁來展示自己的作品。這樣的教學活動在地理方面，可以讓學生瞭解比例尺的大小、經緯度坐標、校園的範圍以及環境的認識；而數學課則可以要求學生計算航跡所圍繞的面積；電腦課可以教導學會繪圖軟體的操作、網頁的設計等等。而 GPS 軌跡忠實記錄了移動距離，如果放在地圖上就可清楚的表現出移動者的路徑圖。目前(2005)GPS 繪畫網站裡最新的主題計畫就是創作旅行地圖(Travel Map)<sup>9</sup>，不僅是在陸地上的航跡，甚至包含了空中移動路徑，將飛行航跡清楚的展示在世界地圖上(如圖 2-2.3)。透過網路上作品的呈現不僅可具體呈現大圓航線的部分，從這些旅行地圖，更可從中探討個人移動範圍，也就是地理的生活圈部分，甚至可讓學生試著繪出自己的生活圈。

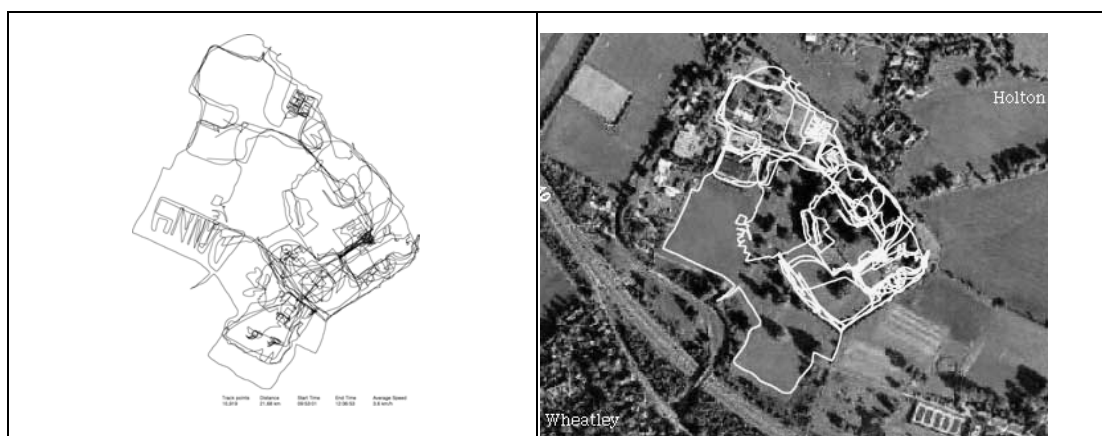


圖 2-2.2 學生在校園內創作的 GPS 繪畫

資料來源：[http://www.gpsdrawing.com/workshops/schools/20kinds/wheatley\\_park.htm](http://www.gpsdrawing.com/workshops/schools/20kinds/wheatley_park.htm)，2004

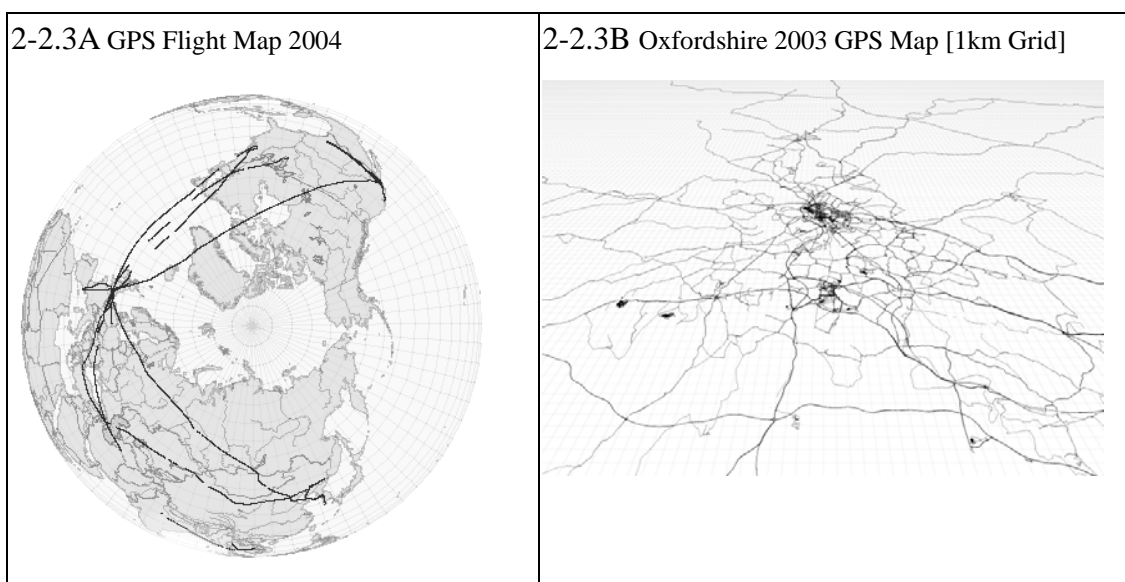


圖 2-2.3 Travel Map

資料來源：<http://www.gpsdrawing.com/maps.htm>，2005

<sup>9</sup>感謝 GPSdrawing 站主 Wood, Jeremy 同意本論文引用圖片 2-2.2 以及 2-2.3。



#### (四)、Corn Maze Geography-玉米田迷宮與 GPS 結合的教學

美國有廣大的農業帶，而在小麥或玉米收割之後把麥草、玉米莖桿割下來或因為犁田所形成的小徑，往往使農地形成獨特的花紋圖案；而小徑彎彎曲曲的，人走在其中就如同走在迷宮一樣，富有趣味性。由於麥草迷宮本身的花紋圖案就如同一張地圖，因此提供了一個獨特且有趣的方法來學習地理，如比例尺、相對位置和絕對位置、土地利用和其他地理主題。而玉米田迷宮更可與 GPS 結合教學，比如與 GPS 繪圖結合：學生使用 GPS 接收器來記錄走過每一條路徑的點位，(或是分組來完成繪製整個迷宮地圖)，將這些點上傳到 GIS，繪製到地形圖或航照圖上。製作出屬於自己的地圖；或是與 Geocaching 結合，在迷宮裡面放置物品讓學生使用 GPS 來尋找(Kerski, 2004b)。雖然台灣沒有所謂的玉米田迷宮，但是瞭解國外運用生活周遭的東西跟地理教學結合，將地理教學生活化趣味化，其靈活的巧思可供我們在設計相關教學活動參考。

### 三、國外 GPS 教學計畫

當各國都在強調資訊能力的重要時，GPS 的普及性與應用性使得它極易與教學內容結合，且其使用方便，不僅能幫助老師教學，減輕教師負擔，也能有效幫助學生在將資訊科技融入教學

#### (一)Globe 全球計畫<sup>10</sup>

Globe 全球計畫是以全世界的小學及中等學校學生為主的教育與科學計畫，讓世界各地的學生都能夠一同參與該網站內的學習活動以及資源。網站裡有豐富的學習資料，包含各種學習活動以及參考資料，不僅可協助老師應用於教學，也提供學生探究關於地球環境等問題。目前參與此項合作計畫的國家有 137 個，該網站不僅鼓勵學生能利用其所提供的資料主動參與研究，也鼓勵跨校合作，一同完成學習任務，並將調查結果公開於 Globe 網站，不但可增加網站資料庫的資源，也算完成其學習任務。因此這個計畫可說是將資訊科技融入教學，並能將資料公開分享給全世界。

這個計畫重視學生能利用各種工具去完成其學習任務，從活動中學會使用資訊科技的能力、並培養其科學素養及人文素養。而 GPS 作為一個空間資訊科技，使用方便又能幫助學生迅速蒐集空間資料，故在全球計畫網站裡提供給老師教學資源的內容中，就專門闢一章節在介紹 GPS，並且提供了如何將 GPS 與教學活動結合的教學活動，從 GPS 原理的介紹到實際應用於調查活動中，引導老師將 GPS 教導給從小學到中學的學生。

#### (二) Harford Glen 環境教育中心<sup>11</sup>教學計畫

在美國馬里蘭州 Harford 郡的戶外教學中心 Harford Glen 可說是該郡公立學校體系中不可或缺的一部份，其提供了一個具統整性、連續性以及讓學生主動參

<sup>10</sup> 詳情可參考 GLOBE Program 網站：<http://www.globe.gov/fsl/welcome.html>。

<sup>11</sup> 詳情可參考 Harford Glen 環境教育中心網站：<http://hcps.org/harfordglen/Main.htm>。

與的教學活動。該中心發展了數個教學計畫提供給學童參與，這些教學計畫與課堂學習結合，並運用 GPS 和 GIS 讓學童親自從事調查活動。計畫內容主要是以 GPS 記錄生態棲地，並用相關軟體如 GIS 去分析。如在 Harford Glen 築巢計畫 (Harford Glen Nest Box Project) 中，因當地有許多動物棲地被破壞，所以就發起築巢計畫，由當地的中學以及小學生幫當地的鳥類以及哺乳動物設置巢穴。學生必須選擇要如何放置巢穴才能夠讓當地多樣的生物所使用，並且用 GPS 記錄巢穴分布點位，並繪製生物蹤跡，瞭解有無生物居住；在來年的春天學生尚要回去收集資料來分析巢穴的使用對當地環境的影響。這樣的一個計畫將環境教育、生物、地理與 GPS 結合。

### (三) 「伊利諾州任務<sup>12</sup>」 (MISSION: Illinois)

在依利諾州的歷史文物保護處 (Illinois Historic Preservation Agency) 為了能讓大眾去記錄並且取得伊利諾州的文物資訊，因此開發了歷史建築及文物資源地理資訊系統 (Historic Architectural and Archaeology Resources Geographic Information System, 簡稱 HAARGIS)，並與學校合作，設計所謂的「伊利諾州任務」。他們在 HAARGIS 裡先建置一些具有歷史文化意義的景點，但這些資料都是 1970 年代以前，因此學生的任務就是要去調查這些景點，負責更新維護資料，甚至是找出沒有列在裡面卻值得列入的景點，以 GPS 去記錄坐標，再上傳到 GIS 中。這個計畫不僅提供當地的老師與學生有機會去學習高科技的 GPS 與 GIS，也讓他們深入瞭解伊利諾州的鄉土文化。

### (四) 繪出安全的社區：通往學校的安全路徑 (Mapping Out A Safer Community: Safe Routes to School)<sup>13</sup>

由底特律市區的中學結合社區警察局，以 GPS 調查上學途中的可能危險處所，如流浪狗出沒地、不良少年集結地等，除通報警局之外並以 GIS 製作犯罪地圖，加以處理。這個計畫是該區都市安全計畫的一部份，由 Wayne 州立大學、當地社區與行政機關共同合作，不僅可提高社區安全，訓練學童使用 GIS 與 GPS 工具之外，更可鼓勵學童參與社區活動，並培養其分析規劃技能、增進學童問題解決能力。

### (五) 與行動學習結合的定位系統

行動學習是近年來教育科技發展的重點，有別於傳統教室上課難以讓學生實際應用於生活空間之中，以及一般戶外教學時學生雖然可實際在真實生活空間學習，但老師卻難有系統的授課且學生遇到問題時無法自己馬上查詢資料，需要老師的協助或是事後再回去查詢相關資料。行動學習兼具傳統上課與戶外教學的優點，將教室搬到戶外 (林俊佑，2004；韓世翔，2004)。老師事先設計好學生戶外

<sup>12</sup> 詳情請參考伊利諾州任務網站：<http://www.state.il.us/hpa/PS/missionillinois.htm>。

<sup>13</sup> 細節內容可參考都市安全計畫網站：<http://maps.culma.wayne.edu/community.htm>。

學習的空間路線，並將該區的資料存在PDA或工作站電腦，學生在戶外學習時可利用PDA儲存的相關資訊、或是連線到工作站電腦查詢相關資料，並將戶外學習所得資料上傳到工作站電腦。所以學生遇到問題時能立即主動學習，加深學生學習印象。而目前行動學習平台的開發逐漸走向與定位系統結合的趨勢，也就是能瞭解學生所在位置，並引導學生走到學習點位去蒐集記錄學習資料，引導他們主動學習。而國外更積極開發研究將行動學習與行動遊戲結合在一起，這些行動遊戲包含了尋寶、定向遊戲等等，並強調互動的及時性，且定位系統不侷限於戶外的使用，在建築內部也可以清楚的定位。Schwabe 和 Göth(2005)就設計了行動學習與行動遊戲結合的教學系統，並分析學生學習效果。這個教學是以大學生作為學習者，讓學生分組競賽，他們必須從電腦中得知所要尋找地點坐標及任務，用定位系統找出該點並解出該點任務之後回傳到工作站電腦，再獲得如何下一點位的資訊，看誰最先完成任務等。而其開發的定位系統不侷限於戶外，室內也可使用，且定位精度也比GPS高，誤差值介在1-3公尺間(因為歐洲沒有WAAS系統)。故在未來應用上，定位導航系統的使用將不受室內室外空間的限制，而將定位與行動學習工具結合在教學上不僅讓學習能立即獲得回饋，增強學生的學習動機，也讓學習充滿樂趣。

#### 四、國內目前 GPS 教學應用

陳彥文等(2002)就發展「結合 GPS 定位之學習導覽資訊系統」，利用電子地圖結合 GPS，將地理位置與相關資料結合，利用 PDA 結合無線網路卡，藉由無線網路將課程的相關內容下載到 PDA。學生將觀察到的人地事物以文字表現出來，或是外接數位相機將觀察到的景象拍攝下來並存入 PDA，再上傳至網站。其開發重點放在系統整合、軟體程式開發及提供完善人機介面為目標。將 GPS 導覽、短程無線資料傳輸及主題式學習加以整合，建構特定主題的導覽式虛擬教室。這樣不僅可以讓學生主動探索學習，也可以激勵學生學習的興趣與成就感。可看出 GPS 結合教學的設計在國內已開始起步，且計畫開發成為更適合教學使用的教育科技。

而教育部因應挑戰二 00 八 E 世代人才培育計畫<sup>14</sup>，獎勵高級中等學校學生參與開發網路學習內容計畫，應用資訊科技工具發展各科網路學習教材，讓學生利用地理資訊系統來蒐集、分析、處理及繪圖功能，共同充實地理科網路學習內涵(教育部，2004)，故教育部目前正建置 E 世代地理資訊管理系統十大調查主題的 WEBGIS 網站<sup>15</sup>。十大主題分別是學校校園、老樹調查、歷史建築、土地公伯公廟、教堂調查、廟宇調查、老店調查、網咖調查、醫院診所以及速食店連鎖等跟學生以及教學相關的主題。所有調查主題的點位都由負責學校學生在 WEBGIS 定好位，每一個點都有其坐標位置，當一般學生想要知道台北有哪些老樹時，鍵

<sup>14</sup> 詳細情形請參考下列網址：

[http://www.edu.tw/EDU\\_WEB/EDU\\_MGT/SECRETARY/EDU9082001/e2008/2008-e2.htm](http://www.edu.tw/EDU_WEB/EDU_MGT/SECRETARY/EDU9082001/e2008/2008-e2.htm)。

<sup>15</sup> E 世代資訊管理系統十大調查主題 WEBGIS 網址為：<http://www.gisedu.geog.ntu.edu.tw/egis/>。

入台北市某某區，網路上就會自動展示台北市某某區的老樹分布圖，且可更進一步用滑鼠指出老樹所在位置的坐標(這裡的坐標是使用橫麥卡托二度分帶坐標)，以及顯示其相關資料如樹種樹齡等，學生就可按圖索驥拿著 GPS 或其他有關定位工具去尋找老樹所在地，甚至可設計讓學生以 GPS 去尋找台北市尚未登入在此系統的老樹，或尋找其他對學生有意義的點位讓學生在網路上創作屬於自己的主題地圖。當然目前因為網路管理的問題，並未開放可在網路上自由創作屬於自己的地圖這樣的權限，但可知道 GPS 與 GIS 的結合，不僅能更豐富地理資訊教育的教學，也是必然的趨勢。

#### 五、適合國內教學環境的 GPS 接收儀器分析比較

GPS 接收器的類型有很多種，有適用於旅遊、裝置於車輛內部、內建於手錶等不同的 GPS 接收器樣式，而目前最常見的 GPS 接收器類型大致可分成手持式 GPS 以及與 PDA 結合的 GPS 兩大種(詳見圖 2-2.4)。基本而言，這兩種 GPS 接收器類型在價錢差不多，也都具備基本的定位、追蹤導航、自建點位等功能，而依使用特性而言則是各有長處(詳見表 2-2.1)。

因 GPS 接收器一定要在戶外操作，因此在選擇使用 GPS 接收器種類時可從使用者特性及目前高中教學課程所能應用到的功能作為選擇標準。以同價位的接收器類型相比，手持式 GPS 在定位表現較搭配 PDA 的 GPS 較為精準，且具備防水功能，也較耐摔，與 PDA 型的 GPS 接收器相比，比較不怕因學生的粗心而造成儀器的損壞。而 PDA 型的 GPS 其使用功能主要是依據搭配軟體而加強發揮，可搭配簡易的汽車導航系統讓學生操作，也可進階到應用 GIS 軟體搭配 GPS 接收器來蒐集分析資料，老師也可在 PDA 上儲存學生任務單，讓學生可馬上將任務單及所蒐集資料和成果等馬上儲存在 PDA 中，其應用可將 GPS 功能與其他軟體功能結合，未來也可在擴充其他功能的軟體，固應用性及擴充功能是比手持式 GPS 較大的。而目前高中教學授課內容及學生上課時數，較難有充分時間讓班級學生將 GPS 接收器和其他電腦軟體功能結合，所使用功能也是以定位、追蹤導航為主，加上手持式 GPS 接收器待機時間也較 PDA 型的 GPS 來得長，所以若以學校課程內容、授課時數及學生使用儀器狀況考慮，以手持式 GPS 接收器是較為實用的選擇。而本研究因為探討 GPS 在高中地理教學的應用性，故在教學活動上是採用 PDA 型的 GPS 接收器。

2-2.4a 手持式 GPS 接收器	2-2.4b 與 PDA 結合的 GPS 接收器
--------------------	--------------------------



表 2-2圖 2GPS 接收器比較分析表

	手持式 GPS	與 PDA 結合的 GPS
價錢	彩色地圖：約 20000 台幣。 黑白地圖：5500 到 10000 塊台幣。	約 18000(軟體為汽車導航系統，彩色底圖)。
定位精準度	較精準(在沒有 WAAS 及 DGPS 狀況下，誤差值約 3-15M)。	較粗略(在沒有 WAAS 及 DGPS 狀況下，誤差值約 5-25M)。
功能	定位、導航、自建點位、路徑規劃、軌跡輸出、Geocaching 點位等，大部分尚內建電子羅盤及氣壓式高度計。	主要依軟體功能而定，多具有定位、導航、自建點位、路徑規劃、軌跡輸出等基本功能。
待機時間	約 12 小時	約 4 小時
防水性	具有防水功能。	防水功能不佳。
耐摔性	較堅固。	較脆弱。
搭配其他電腦軟體應用性	較小。	較大。
未來擴充性	少。	大。

## 六、小結

GPS 在科學研究的應用雖是以基礎的蒐集資料為主，但其本身蘊含的坐標系統、地理網線等概念及在日常生活中廣泛的應用層面，皆可應用於教學中。而 GPS 遊戲更是結合了高科技、挑戰性、趣味性於戶外活動中，而學生在參與活動過程中，必須要認識坐標系統、在戶外實際操作 GPS，並且互助合作、彼此分享經驗。因此由上述可歸納出 GPS 應用在教學中具有四個特性：

- 1. 統整性：**以 GPS 作為基礎蒐集資料的工具，統合各個地理概念，不僅豐富老師教學內容、加強學生學習動機，透過親自動手操作的過程也能強化學生的認知概念。
- 2. 實用性：**GPS 接收機價格日漸平民化，且在日常生活中的應用層面廣泛，GPS 在學生未來生活中可能就如同手機一樣普及且重要，因此教導學生使用 GPS 並應用於課程學習是具有實用性且與日常生活密切相關。
- 3. 方便性：**GPS 使用操作介面簡單易學，比 GIS 或是其他科技來說相對方便容易。在現今地理教學時數緊湊情況之下，是最容易應用於教學活動中的資訊科技。
- 4. 趣味性：**將教學活動與遊戲結合，在趣味中學習相關概念技能，使學生享受學習，並且能主動繼續探索學問。

所以應用 GPS 於教學，不僅是將資訊科技融入教學，也帶領學生從電腦螢幕走向戶外，親身體驗生活環境，成功的連結虛擬世界與真實世界，透過虛擬世界的資料蒐集以及經驗分享，讓學生對真實地表有更深刻的瞭解。故如何將 GPS 與本國地理教育結合是值得我們推廣努力的。

### 第三節 建構主義教學

本研究應用 GPS 輔助教學所設計出的教學模組，讓學生親自以 GPS 來蒐集地理空間資料，並能組織地理資料、分析並回答地理問題。因此整個活動過程中強調學生親自動手操作以獲得學習經驗，學生是作為學習的主體，老師則是退居為引導者並在旁協助。因此本研究的教學模組設計是以建構主義教學的理念為出發點，以建構主義作為教學活動設計的核心理念。故本節旨在探討建構主義內涵、教學理念及建構式學習觀-情境學習的教學策略。

#### 一、建構主義內涵

建構主義(constructivism)是知識的理論(Bodner, 1986; 林生傳, 1998), 也是一種認知學習的理論(Cobb, 1988; von Glaserfeld, 1989)。建構主義者認為知識主要是由學習者主動建構而來，而非被動接受已結構好的知識；知識不是分離，而是親密地與學習者的行為和經驗有關，也就是說知識是由過去經驗所建構而成，從現有知識為基礎與架構來建構新的知識與資訊(Fosnot, 1989)。所以其所主張的意涵是把教學過程的核心由知識傳授者轉移到知識學習者本身，在教與學過程中，強調學生與學生、學生與老師、學生與情境的互動關係，主張教學活動以學生為主，讓學生能主動學習及參與，藉著學習歷程獲得新事物的經驗，並透過同化(assimilation)和調適(accommodation)來解決新舊知識衝突的部分以獲得新知識的建構(Fosnot, 1989)，故建構式教學是非常重視學習的過程。(張世忠, 2000)。

建構主義基本上可分成三種：強調學習者個人主動求知或探索的動機的一般個人建構主義(trivial constructivism)；強調個人主觀經驗去建構個人知識的急進建構主義(radical constructivism)以及強調個人建構知識是在社會文化的環境下所建構的社會建構主義(social constructivism)。這三種建構主義在教學上互有關連，而形成了建構教學三元論，如圖 2-1.1 所示。因為個人主動建構並非憑空所想，需要一些具體經驗，如教學活動之操作或實驗；要從經驗中建構知識就必須

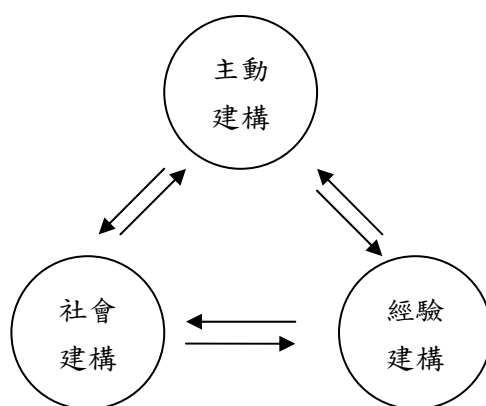


圖 2-3.1 建構教學三元論(引自張世忠, 2000)

要有主動求知的精神，主動的關鍵就在於認知主體對各種出現的知識現象會依據自己的先前知識、經驗來衡量並賦予意義，從而轉化了他人提供的知識並以自己觀點詮釋現象；而社會建構則提供了個人間之互動經驗，個人必須主動加以建構，並從社會互動中調整自己的認知和經驗(張世忠，2000b)。

## 二、建構主義教學理念

建構主義認為知識是認知的主体主動建構而成，將學習者經驗合理化及實用化，而將其應用在教學理念則可分析如下(林生傳，1998；林素卿，2003；張世忠，2000)：

### (一)、強調知識的主觀性、認知的主動性：

建構主義認為教學是激發學生建構知識的過程，使學習者利用先前的知識與已有的經驗來進行目前的認知，所以在教學上採用互動學習方式，讓學生解釋主題或問題，引導其主動參與知識的建構。學生學習的結果不必也不可能相同，因此在評量時宜過程與結果並重，採多元化的評量方式，如紙筆測驗、檔案、日誌、觀察與討論記錄、實作結果等。

### (二)、強調啟發性的教學情境：

教學設計旨在安排具有啟發性的情境，喚起先前經驗以及提示學生心智模式，去面對新事象處理新經驗，所以要鼓勵學生具有「多元思考」的態度。

### (三)、強調合作的學習環境：

合作學習被許多學者視為讓每位學生透過分組、小組成員互動過程中達到共同目標的教學方法。社會建構學者的觀點非常支持合作學習過程，透過與別人的溝通互動從而建立起自身概念，所以教師宜建立適合發展合作關係的學習環境，製造小組討論、合作解題、表演或展示等活動，使學習者透過同學間的討論，澄清價值，得到知識的真正意義。

### (四)、強調教師是教學的輔助者、詮釋者，不是知識的傳授者：

鼓勵學生自發性的試探和建構，而不急於給予正確答案，並激發學生主動求知的慾望，採用互動學習方式，重視學生學習過程，讓學生去體驗學習的樂趣。

### (五)、重視不同的學習模式：

基於教育實際的需要，學習活動必須具有彈性，才能適應學習者的需求，兼顧各種不同的學習模式，所以要提供學生各種學習經驗的機會，並採用具體代替抽象教學方式，如觀摩、示範、模型與圖片等，並提供角色扮演、小組活動等，讓學生有思考、創意或回饋的機會。

### 三、情境學習

情境學習(situated learning)或情境認知(situated cognition) 是一種建構式的學習觀，認為知識是學習者與環境互動的產物，且本質上受活動與文化脈絡的影響(Brow,Collins, & Dugid,1989)；其強調學習是處於它所被建構的情境脈絡之中，學習所關注的重心，不再是單一的學習者，還加上了周遭環境，包括了學習環境、學習活動以及學習同儕等。而學習者是主動的知識建構者，學習者會主動與學習環境進行互動與協調，以建構所需的知識(陳品華，1997)。也就是個體必須置身於知識所在的活情境、活動或社群之中，透過觀察、模仿及一連串的實際活動，經過不斷的試驗、探索、操弄、反思及修正的歷程，才能逐漸掌握住知識或技能的意義(Brow,Collins, & Dugid,1989)。因此情境認知強調教學活動的真實性，認為知識如同生活中的工具，必須透過使用才能瞭解，故學習應強調主動操作探究，教學內容宜取材於現實生活中，並提供完備的範例，以及在真實情境中使用該專業知識的機會，以滿足學生深入瞭解的需求，使其所學知識能活用於真實情境之中，而非成為僵化知識<sup>16</sup>。其在教學法上面主要有錨式情境教學法及認知學徒制：

#### (一)、錨式情境教學法(anchored instruction)：

錨式情境教學法是由美國 Vanderbit 大學的認知科技群(Cognition and Technology Group at Vanderbit，簡稱 CTGV)在情境認知的理論基礎下，結合電腦科技及多媒體的應用所提出的教學法。其將教學錨定於一個豐富且巨觀的學習情境中，情境內容豐富，可設計讓學生有機會找出問題、定義問題並利用相關的資料及運用已有的知識和技能來解決問題以產出知識(徐新逸，2002)。

#### (二)、認知學徒制(cognitive apprenticeship)：

將學習者放入問題解決的情境中，剛開始時教師會為學生定下問題，並示範解決方法，逐漸地，越來越多問題解決的責任會被轉給學習者。故認知學徒制主要是以示範-教學-反覆的練習，讓學生說出所學事物，以及能舉一反三的探究學習方法(田耐青，1996)。

上述兩種教學法均包含合作學習及問題解決學習的方法，老師則是訓練者、引導者、諮詢者的身份，在學生需要協助的時候適時的引導。因此情境學習強調的是學習的情境，重視學生的主動探索與經驗學習，學生的互動參與和分享。

---

<sup>16</sup> Whitehead 認為僵化知識是指曾經學過，但卻又無法應用到日後問題解決的知識，即所謂的死知識(徐新逸，2002)。



#### 四、小結

本研究欲運用 GPS 特性與地理科教學目標結合，以問題導向及合作學習方式設計出生活化且趣味化的 GPS 教學模組，使學生在學習過程中能激發其學習動機，透過團隊合作的方式達成學習目標。問題導向的學習設計讓學生在學習的過程當中親自動手操作、發現問題、解決並完成任務，不僅能加深學生的學習記憶，透過具體的經驗也能更迅速有效建構知識。而教學模組在活動設計上是盡量融入真實生活當中，鼓勵學生透過日趨普及於日常生活中的高科技來整合學習地理相關知識，使地理教學生活化，讓學生學到的不再只是僵硬的死知識，而是能活用於日常生活當中。而老師在教學活動當中扮演的不僅是訓練者、也是引導者、諮詢者的身份，帶領學生主動學習，並適時提供幫助。老師在教學活動中要示範如何利用 GPS 解決問題，並設計學習情境將問題拋給學生，使其能逐漸熟練如何應用 GPS 去蒐集資料、分析資料來解決問題，故本研究的 GPS 教學模組不僅符合建構主義的教學精神，在教學方法上也與情境教學理念以及認知學徒制相契合。