

GPS 與文史田野實察

張智傑

中央研究院人社中心地理資訊科學研究專題中心

本講義主要以介紹全球衛星定位系統（Global Positioning System, GPS）之原理、基礎操作與如何利用 GPS 與 GIS 應用於田野調查、教學為目標。

以下將簡介 GPS 的發展歷史與現況、基本運作原理、基本操作、以及使用 GIS 套疊田野調查、教學之 GPS 資料，進行後續各類空間資訊的分析與應用。期望讀者們透過本文章的研讀，能對 GPS 的概念與應用以及如何與 GIS 整合能有基礎的認識與瞭解。

一、GPS 介紹

（一）發展歷史與現況

1、起源

1970 年代的西方，正值美國與前蘇聯兩大超級軍事強國競爭的年代，為了使中長程核子武器能精準命中目標、海軍艦隊能準確迅速地抵達戰場、陸軍軍隊於不熟悉的戰場上不會迷失方向等軍事考量，使得定位技術受到重視，造就蓬勃的發展。1973 年，美軍國防部研發全新導航系統（NAVigation Satellite Timing And Ranging/Global Positioning System），簡稱 GPS 系統，透過衛星的無線電導航，可以提供全世界全天候陸海空（航空、航海、陸地）導航、定位、定時的服務。隨著時間的發展，美軍亦逐漸開放部分功能給民間使用，直至今日，隨著開放的功能增加以及限制減少、定位技術的顯著進步，可謂 GPS 時代的來臨！

2、衛星定位系統

衛星定位系統歷經幾十年的發展，世界上已發展出不只一套衛星定位系統，大家耳熟能響的 GPS 實際上是指美國的全球定位系統，以下簡單介紹目前全球發展較完整的三套衛星定位系統。

（1）美國 GPS 衛星定位系統

自 1974 成功發射第一顆 GPS 衛星（NavStar）後，陸續發射其餘衛星，到了 1990 年代波灣戰爭時期，共有 21 顆衛星完成佈建並運作。此時期 GPS 在波斯灣戰爭中大放異彩，無論是提昇飛彈的命中率或擔綱美軍的行軍導

航等，均繳出不錯的成績單，在此同時，國人的 GPS 設計與製造能力也嶄露頭角並逐漸為世人所肯定，亦造就日後全世界 GPS 應用市場的高佔有率。

GPS 目前共有 27 顆衛星分佈於太空中，並維持同時 24 顆衛星運作，2005 年 9 月 19 日，美國發射新一代的 IIR-M 定位衛星，並於同年 12 月 19 日正式加入 GPS 衛星群中運作。此外，亦加入新的「民用」頻段 L5，以提供民用更高的定位精確度。

值得一提的是，2000 年美國柯林頓總統宣布解除 GPS 的 SA (Selective Availability) 干擾效應，令 GPS 的定位精確度由原本的 100 公尺左右提升至 10~25 公尺，也為千禧年後 GPS 的蓬勃發展開了一條康莊大道。

(2) 俄羅斯 GLONASS 衛星定位系統

前蘇聯於 1970 年代為與美國在軍事能力上一較高下，因此緊跟在美國發射第一顆 GPS 衛星後，於 1982 年 10 月 12 日發射第一顆定位衛星，稱為全球導航衛星系統 (Global Navigation Satellite System, GLONASS)，並於 1996 年完成衛星的發射與佈建。

GLONASS 衛星定位系統共有 24 顆衛星於太空中，並維持同時 21 顆衛星運作。然隨著前蘇聯解體，軍事預算不足以支撐系統運作，有數年的時間無法進行例行性維護，使得 GLONASS 的運作效能大打折扣。直到 2005 年 12 月 25 日，俄羅斯發射了三顆衛星，加入仍在運行的 14 顆衛星群中，重新成功讓 GLONASS 衛星定位系統擁有「單獨」自主定位的能力，俄羅斯國防部於 2006 年 8 月 30 日亦表示預計於 2010 年前恢復 24 顆衛星運作。

(3) 歐洲伽利略衛星定位系統

無論是美國 GPS 或是俄羅斯 GLONASS，對美國或俄羅斯，乃至於全球的使用者而言，如取瓢飲水般容易與自如。然歐盟成立後，憂心歐洲未來的衛星定位應用會受 GPS 或 GLONASS 所限，因此著手計畫成立歐盟自己所屬的衛星定位系統--伽利略衛星定位系統 (Galileo system)，並於 2005 年 12 月 28 日發射第一枚衛星，預計 2010 年後正式運作。

歐盟伽利略衛星定位計劃預計發射 30 顆衛星，不同於美國與俄羅斯的衛星定位系統由軍方控制，伽利略計劃是由歐盟和歐洲太空總署推動，聯合歐洲不同國家的企業合作開發，並由屬於民間組織的歐洲太空總署主導，預計將開放一套免費的服務，能與美國 GPS 和俄羅斯 GLONASS 系統互容互補。

(二) 運作原理

1、三度空間定位

太空中衛星所傳送的資訊，經由陸海空各式載具（飛機、船、車輛或手持等）的接收器接收，進而解算出載具或使用者的空間位置。GPS 衛星定位系統採三維空間的定位方式，根據一般三角定位原理，二顆不同的衛星資訊，可以解算出二度空間的位置，但為了糾正與修正定位誤差，通常會加入第三顆衛星的資訊。同理，想做較精確的三度空間定位，除需要基本三顆衛星資訊外，通常會加入第四顆衛星資訊以消彌及修正定位可能產生的誤差。

簡單來說，一般使用者，只要確定自己的 GPS 接收器同時接收到四顆衛星以上的訊號（圖 1），通常就能解算出較精確的定位資訊，並做有效的相關定位應用。

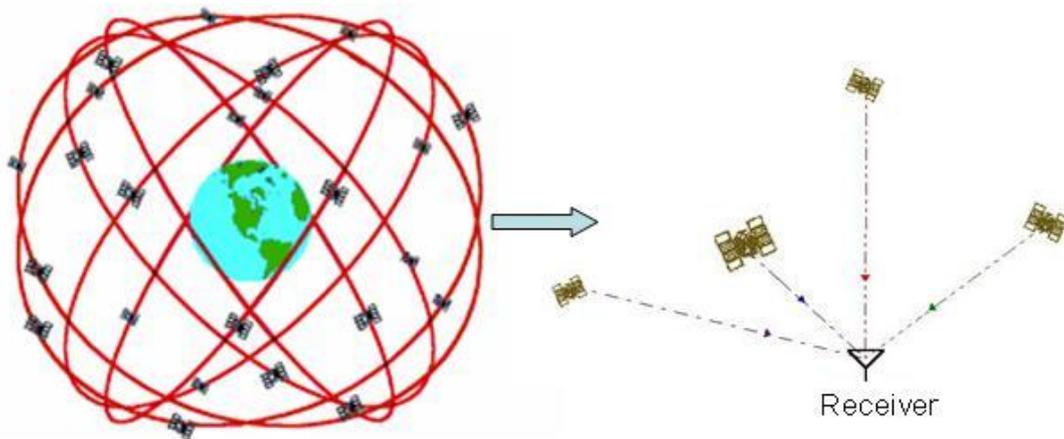


圖 1 GPS 三度空間定位

2、GPS 如何提供定位空間資訊

每顆衛星上都搭載原子鐘，根據實驗的數據，原子鐘的誤差大約每 140 萬年差一秒，可說是目前世界上最準確的計時器。衛星以每秒一筆資料的週期傳送包含衛星編號、衛星星曆資料等資訊，GPS 接受器接收到 GPS 的資訊後，會以時間差（衛星的星曆時間以及地面接收器接受到的時間間隔），依據無線電波的傳送速度換算出距離，再根據四顆不同衛星資訊，即可解算出接收器的三維空間定位資訊。

3、GPS 的時間資訊

在人類的歷史中，隨著區域性不同，而有眾多的時間計時系統。近代全世界選定了格林威治時間（Greenwich Mean Time, GMT）作為標準時間，並將全世界分為 24 個時區。通用時間坐標（Universal Time Coordination, UTC）協調了 GMT 與 GPS 的原子鐘時間，而成為 GPS 的時間標準。因此，所有 GPS 接收器所接收到的時間均是 GMT 時間，必須隨著接收地點 GMT 時區的不同而調整為當地的時間，例如台灣的時區為+8，因此 GPS 所接收到的時間加上 8 小時就是台灣的時間。

4、坐標系統與地圖投影

坐標系統與地圖投影很容易令 GPS 的使用者混淆，以下以簡單的解釋來說明其中的差異。

地球是一個不規則橢球體，為了使測量、描繪地圖時有一個共同的標準可以參照，因此運用數學方式計算出許多不同的標準橢球體，稱之為大地基準（Datum），而利用各種大地基準來表示空間即稱為坐標系統。

世界測量坐標系統（World Geodetic System, WGS84），是目前世界上通用的坐標系統，GPS 亦使用此種坐標系統。而早期台灣則是使用虎子山大地基準（TWD67），目前大多數台灣的各類地圖資料因屬早期製作，所以大多為 TWD67 大地基準。直到近期重新訂定 1997 台灣大地基準（TWD97），新產製的各式地圖資料逐漸改採 TWD97 大地基準。

以下僅針對世界通用的 WGS84 與台灣常使用之 TWD67 與 TWD97 做說明，三種大地基準比較如表 1 所示，其中 TWD97 與 WGS84 的坐標系統較為接近。TWD67 與 WGS84 差異較大，若將以 TWD67 坐標系統為基準製作的空間資料套疊於 WGS84 坐標系統的底圖上，會產生約 800 公尺的誤差。這亦是許多 GPS 使用者在 GIS 上瀏覽或處理空間資訊時，常因混淆兩種坐標系統而碰到的誤差問題。

由於地球是一個橢球體，要將 3D 的球體弧線轉換為 2D 的表現方式，就需要使用地圖投影，常見的投影坐標有世界通用的經緯度投影坐標以及台灣使用的二度分帶投影（Taiwan Grid 或簡稱 TM2）坐標兩種。以台灣中心地理中心碑的位置為例，可知同一空間位置以不同坐標系統與不同投影坐標表示的差異（

表 2）。

表 1 WGS84、TWD67 與 TWD97 大地基準比較表

大地基準	WGS1984 大地基準	1967 台灣大地基準 (TWD67)	1997 台灣大地基準 (TWD97)
參考橢球體	WGS84	GRS67	GRS80
長半徑 (a)	6378137.000	6378160.000	6378137.000
短半徑 (b)	6356752.3142	6356774.7192	6356752.3141
扁率 (f)	1/298.257223563	1/298.25	1/298.257222101
大地基準點	NA	南投埔里之虎子山	NA

表 2 台灣地理中心碑位置之不同坐標系統與不同投影坐標表示法

坐標系統 (大地基準)			
WGS84	120° 58' 55.34848" E	23° 58' 25.9269" N	
TWD67	120° 58' 25.9750" E	23° 58' 32.34" N	
TWD97	120° 58' 55.29994" E	23° 58' 25.9521" N	
投影坐標			
經緯度 (大地基準 WGS84)	120° 58' 55.34848" E	23° 58' 25.9269" N	
二度分帶 (大地基準 WGS84)	(2652130.04151, 248171.10674)		
二度分帶 (大地基準 TWD67)	(2652335.85101, 247342.198)		

在使用 GPS 時，只要把握住一個原則，所有 GPS 所接收的衛星資訊均以 WGS84 坐標系統，與經緯度投影坐標為設定值。一般使用者在 GPS 接收器中手動設定坐標系統 (Map Datum) 為 WGS84、TWD67 (虎子山)、TWD97 或是設定投影坐標 (Position format) 為經緯度或二度分帶 (圖 2)，都只是提供給使用者「看」或「抄寫」，GPS 接收器上這些設定值並不影響原始 GPS 的數據字串的記錄與儲存。

只有後續需要套疊在以不同坐標系統為基準而產製的各類底圖上時，才需進行坐標轉換，相關坐標轉換可參考中央研究院自行開發之「線上坐標轉換程式」 (<http://gis2.sinica.edu.tw/cgi-tran/webtrans.htm>) 或「單機 WGS84_TM2 程式」 (<http://gis.ascc.net/ISTIS/tools.html>)。



圖 2 GPS 坐標系統與投影坐標設定

5、GPS 使用時機與限制

如上述，GPS 訊號乃衛星透過無線電傳送訊號至地面的接收器，因此會影響無線電訊號強度與干擾的因素如電離層干擾、對流層干擾、地形或地景所產生之多重路徑效應或遮蔽（圖 3）、高壓電塔干擾等，均會影響 GPS 訊號的接收，使用上須特別注意。

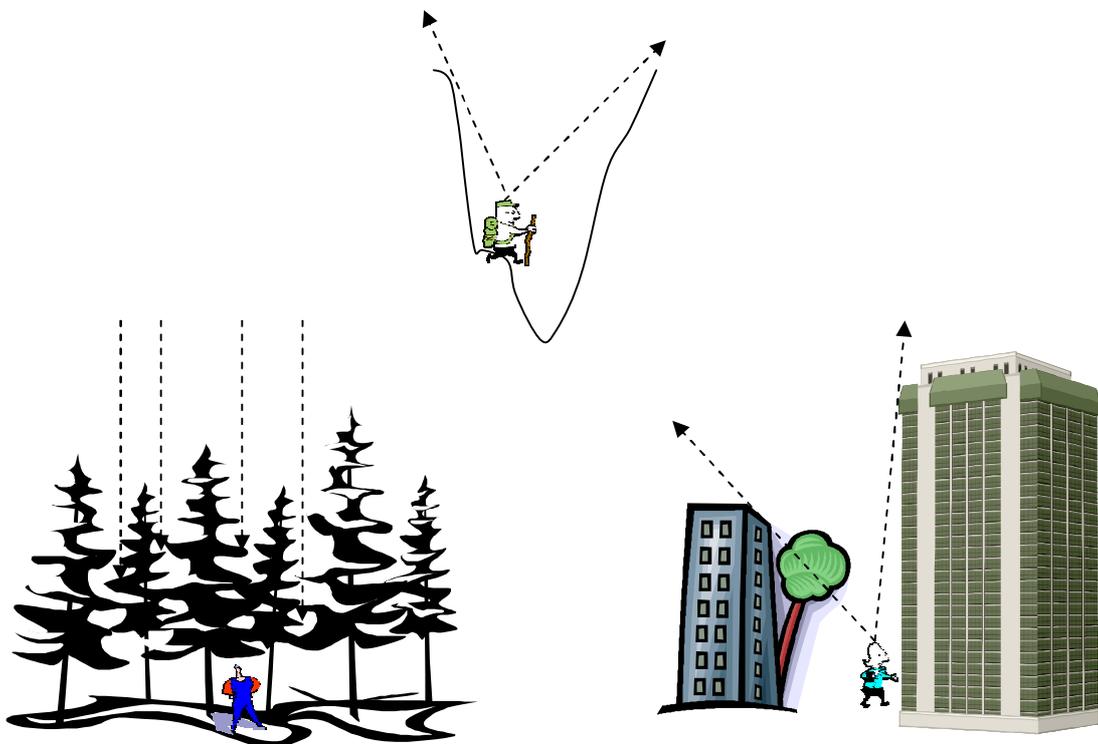


圖 3 地形或地景所產生的 GPS 訊號部分遮蔽

二、GPS 基本操作

以下將介紹 GPS 基本操作，示範使用之 GPS 機種為 Garmin eTrex Vista Hcx，可於 http://download.garmin.com/tw/download/manuals/eTrexHcx_manual.pdf 免費下載完整之操作手冊。

1、基本單位設定

使用 GPS 前，必須先針對基本的單位進行設定，以確保所取得的定位數據於未來使用時，不會因投影坐標與坐標系統而產生誤用的情形。如圖 4 所示，因後續定位數據大多直接透過電腦傳輸處理，因此建議坐標顯示格式為「經緯度」、坐標系統以「WGS84 (TWD97)」為預設值，以免 GPS 螢幕顯示數據與透過 GIS 進行處理時之數據不同，產生使用者混淆的困擾。

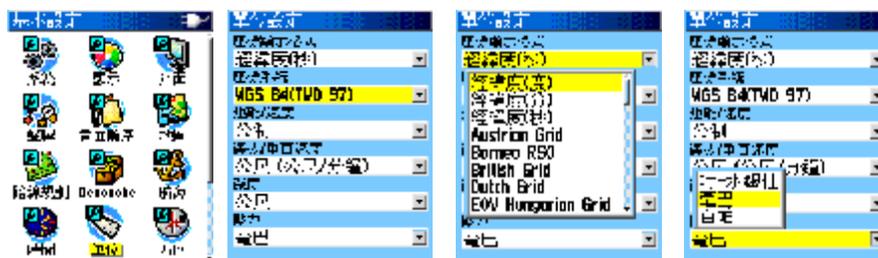


圖 4 GPS 基本單位設定

2、航點新增與管理

當 GPS 於室外完成定位，且使用者抵達有興趣或調查的目標物地點時，即可以新增一航點（waypoint），以記錄該目標物的空間定位資訊。

(1) 航點新增

如圖 5 所示，選擇 GPS【主目錄】→【標定】，確認航點的資訊無誤後，按下「確定」，即完成航點的標定。

若使用者想針對航點的屬性資料，如航點符號、航點名稱進行編輯，亦可於新增航點時，個別選擇屬性資料並進行編輯（圖 6），完成編輯後，按下「確定」，即完成航點的標定。此外，亦可選擇回到室內後，再以軟體進行航點屬性資料的編輯。



切換至「主目錄」, 選擇「標定」 標定航點

圖 5 標定新的航點



更改標記符號

更改航點名稱

更改航點註記

圖 6 編輯航點的屬性資料

(2) 航點管理

若想瀏覽所有已紀錄的航點資訊, 選擇 GPS【主目錄】→【搜尋】→【航點表】, 如圖 7 所示, 可進行清除航點、於地圖上顯示航點、導航至此航點以及修改航點各項資訊等作業。



切換至「主目錄」，選擇「搜尋」

選擇「航點表」



選擇欲處理之航點名稱

圖 7 航點資訊管理

3、航跡紀錄

相對於航點，航跡 (track) 為所有連續性 (以時間為依據) 的航點所構成的線性軌跡，可中時呈現使用者攜帶 GPS 時所行經的路線記錄。

當 GPS 於室外完成定位後，航跡即自動開始記錄於 GPS 的暫存記憶體中，當記錄資訊佔記憶體容量達 99% 時，即不再進行記錄，因此建議要進行航跡的儲存，儲存後即可清空暫存記憶體，並繼續新的航跡記錄。

欲儲存航跡，選擇 GPS【主目錄】→【航跡】，如圖 8 圖 7 所示，按下「儲存」，即完成航跡的儲存，並可選擇「清除」以清空暫存記憶體。



切換至「主目錄」，選擇「航跡」

儲存航跡

圖 8 航跡記錄

三、田野調查資料處理

GPS 於田野調查的應用是多元化的，無論是生物資源（動物、植物）、自然資源（石油、森林、礦產、水資源等）或人文社會研究（寺廟、聚落、遺址、古蹟、歷史建築等），均可透過 GPS 取得空間資訊，以作為後續研究與分析的重要素材。隨著各種調查主題、目標所處環境不同，GPS 調查的模式亦具有高度的調整彈性，大致上可分為單獨 GPS 記錄、GPS+電腦（PDA 或 NB）、GPS+數位相機等三大類。

此次研習營以 GPS+數位相機方式為主，除著重將田野調查或野外教學所拍攝的相片與 GPS 定位資訊結合之外，另一操作重點為將 GPS 記錄之航點與航跡匯入 GIS（轉換為 SHP 格式）或 GoogleEarth（轉換為 kml、kmz 格式）中，以呈現完整的田調空間資訊，並供後續研究分析使用。

圖 9 說明了依 GPS 接收器廠牌、資料處理項目不同，所需使用之商用軟體或免費軟體（註：國際間軟體琳瑯滿目，本文僅介紹常用之軟體），以下就採用商用軟體與免費軟體的不同選擇，詳細說明其操作原理與步驟。



圖 9 GPS 資料處理項目與所需軟體

目前大多數新款 GPS 均以 USB 作為與電腦連接的傳輸方式，eTrex vista HCX 亦是，因此第一次使用前，必須先驅動 Garmin 的 USB，執行 USB 驅動程式，並依序執行安裝步驟（圖 10）。



圖 10 安裝 Garmin GPS USB 驅動程式

(一) 商用軟體

1、軟體安裝

本文以「RoboGeo」軟體為例，下載 GPS 航點與軌跡。

執行 RoboGeo 安裝程式（於 <http://www.robogeo.com/home/rgeo.msi> 下載，目前版本為 5.6.8），並依序操作安裝步驟（圖 31）。

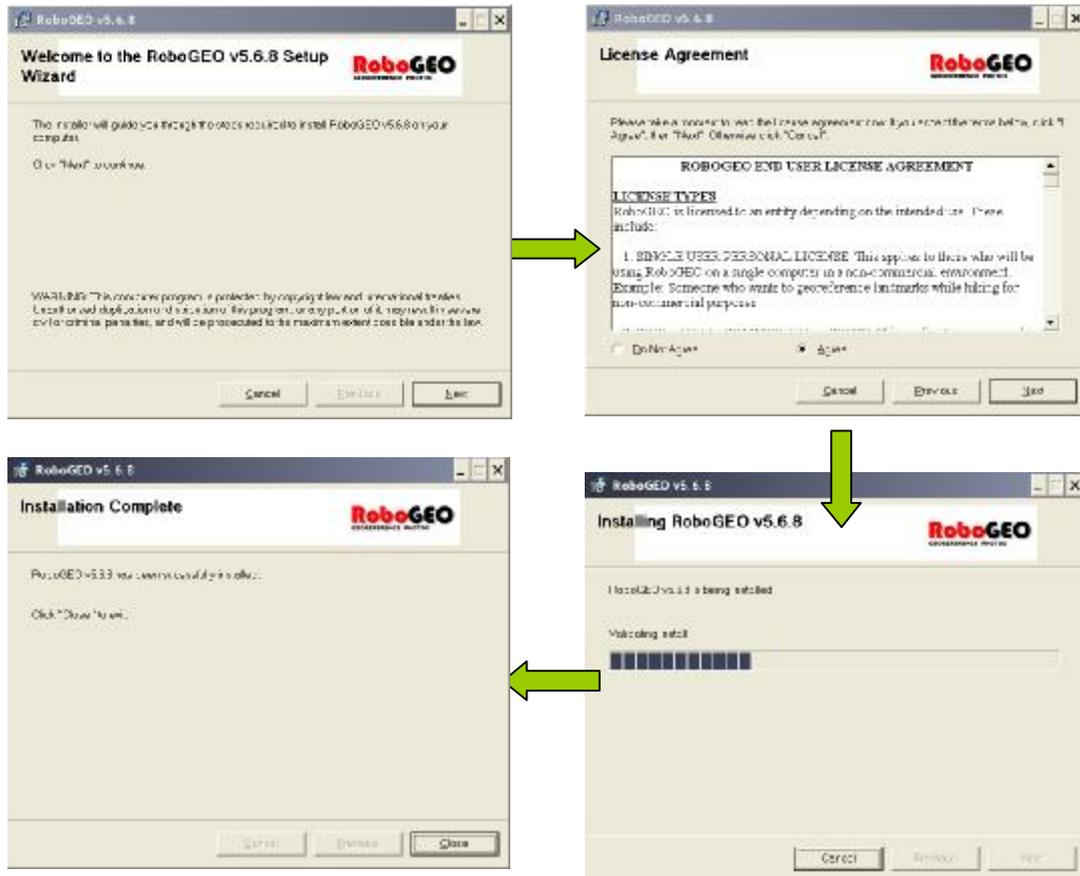


圖 11 RoboGeo 軟體安裝步驟

2、下載 GPS 定位資訊

連接 GPS 至電腦，開啓 RoboGeo，於【File】→【Get Locations】→【Tracklog】中，選擇【Download From GPS】，隨即開始 GPS 定位資訊之下載作業（圖 12）。

除直接由 GPS 接收機下載定位資料外，RoboGeo 亦可處理數種不同 GPS 定位資料的來源，如既有的 GPX 檔案、GoogleEarth 檔案等（圖 13）。

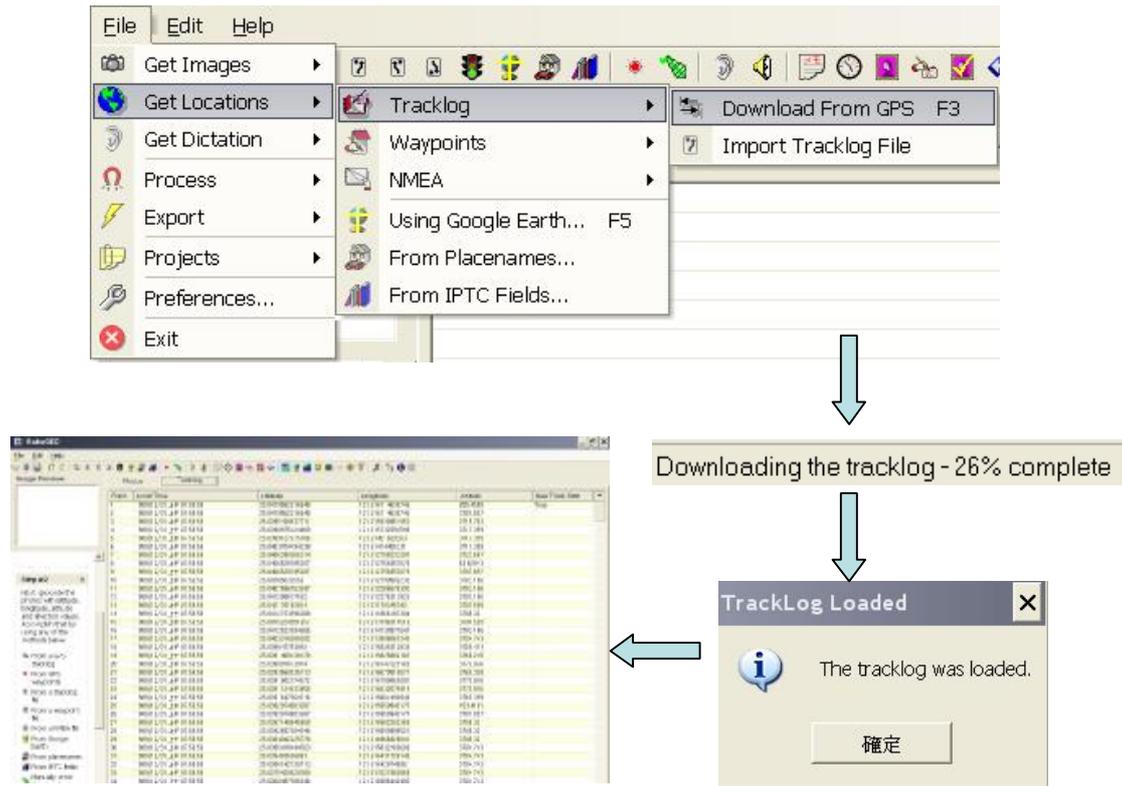


圖 12 RoboGeo 下載 GPS 定位資訊

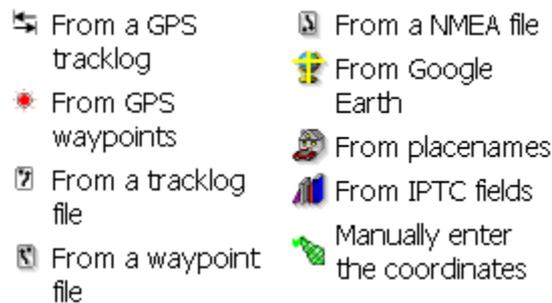


圖 13 不同 GPS 定位資訊來源

3、轉檔為不同格式空間資料

(1) GPX

GPX (GPS Exchange Format) 是一種 XML 格式，用來交換各類 GPS 接收機與網路服務之間的 GPS 資料，包含航點 (waypoints)、航跡 (tracks) 以及航線 (routes)。目前已為全球性通用之 GPS 資料記錄與交換格式。因此，養成將 GPS 接收機資料儲存備份為 GPX 格式資料，是一個很好且重要的習慣。

於【File】→【Export】中，選擇【GPX File】，於出現的對話窗中按下「Export」，選擇存檔路徑，按下「儲存」，即完成 GPX 轉檔作業（圖 14）。

此外，亦可由左邊快捷列直接選擇「 Export a GPX file」。

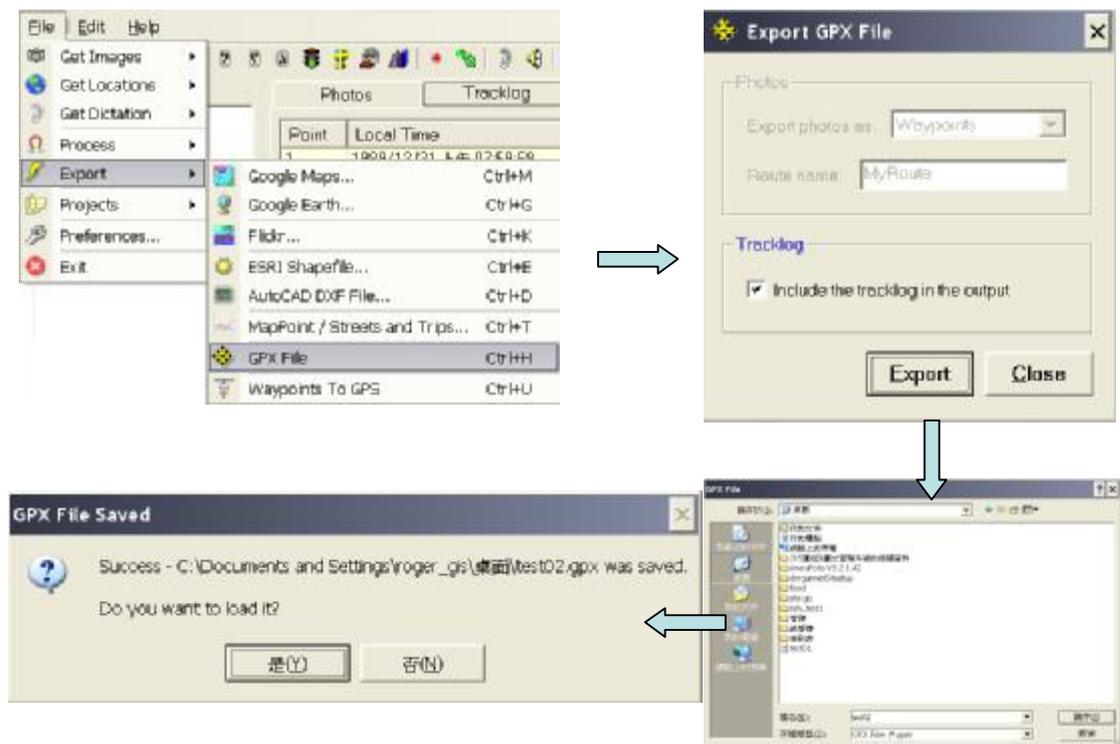


圖 14 於 RoboGeo 中將定位資訊另存為 GPX 格式



圖 15 於左邊快捷列中選擇「Export a GPS file」

(2) SHP

於【File】→【Export】中，選擇【ESRI Shapefile】，於出現的對話窗中按下「Export」，選擇存檔路徑，按下「儲存」，即完成 SHP 轉檔作業，可利用 SuperGIS 等 GIS 軟體直接開啓（圖 16）。此外，亦可由左邊快捷列直接選擇「 ESRI Shapefile。」。

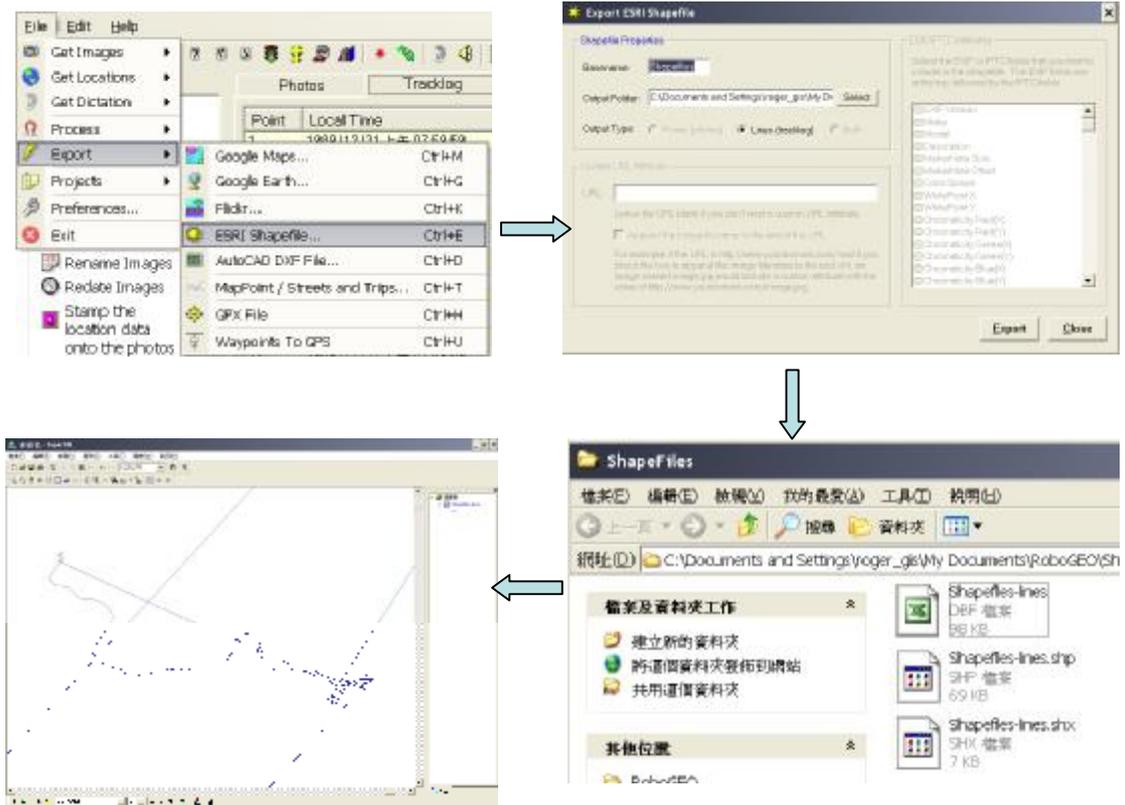


圖 16 於 RoboGeo 中將定位資訊另存為 SHP 格式

(3) KML 或 KMZ

於【File】→【Export】中，選擇【Google Earth】，於出現的對話窗中選擇儲存格式(KML 或 KMZ)以及 KML 或 KMZ 預設檔名，按下「Creat KML File」，即完成轉檔作業，並自動開啓該檔案（圖 17）。此外，亦可由左邊

快捷列直接選擇「 Export to Google Earth」。

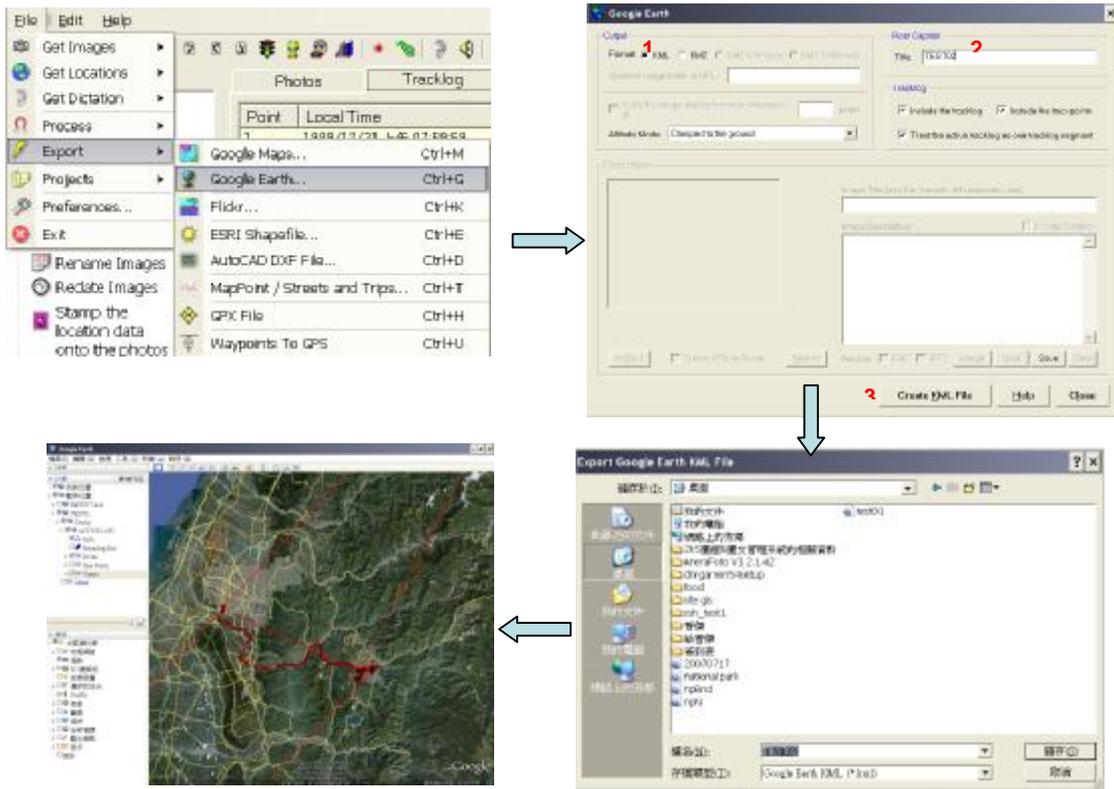


圖 17 於 RoboGeo 中將定位資訊另存為 SHP 格式

4、GPS 定位資訊與相片結合

如前述，航跡為以時間為依據的連續航點所構成，一段航跡即代表一段時間的空間紀錄；透過數位相機拍攝時，會將拍攝的時間記錄於 EXIF（Exchangeable image file format，相片的國際通用記錄格式）中（圖 18）。

GPS 定位資訊與相片結合的原理為透過軟體的處理，在 GPS 記錄的航跡中，找出與相片拍照相同時間（時分秒）的定位資訊（經緯度），以此作為該張相片的定位資訊（如圖 19 所示），並把該筆定位資訊寫入該張相片之 EXIF 中（圖 20）。

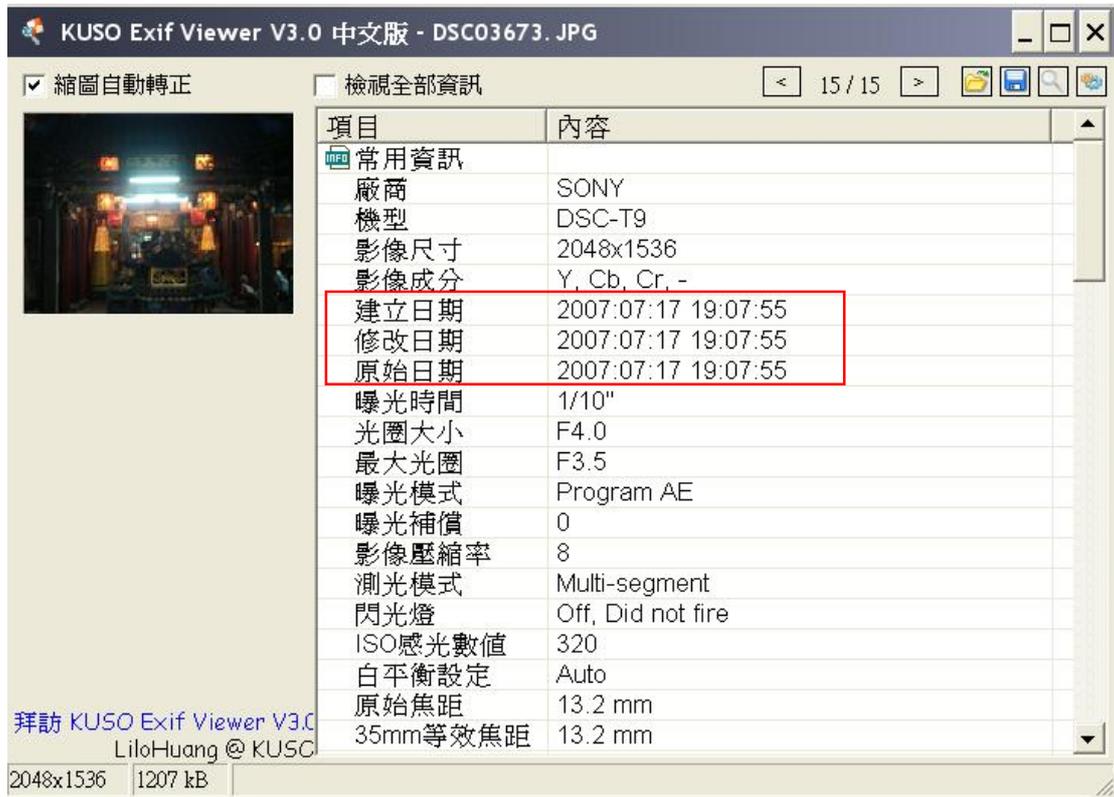


圖 18 相片 EXIF 中的時間記錄

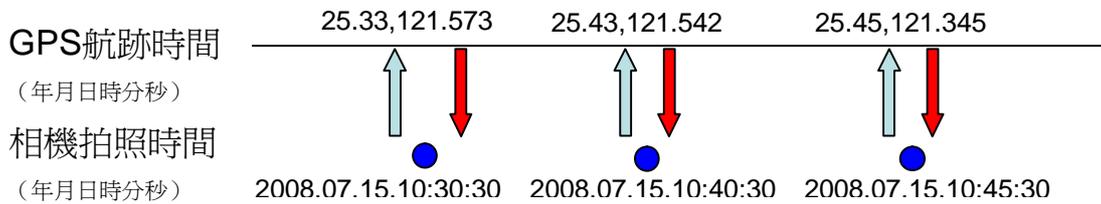


圖 19 GPS 定位資訊與相片結合原理



圖 20 將 GPS 定位資訊寫入相片 EXIF 中

在 RoboGeo 軟體中，完成 GPS 定位資訊與相片的整合有以下三個步驟：

(1) 開啓相片檔案

於【File】→【Get Images】中，選擇【Entire Folder】，於出現的對話窗中選擇相片存放的位置，並按下確定。需特別注意的是，因為該軟體為於英語系電腦環境中開發，無法正確辨識中文，因此相片存放的路徑不能含有中文名稱，例如桌面（其路徑為：C:\Documents and Settings\.....\桌面）。

圖 21 為開啓後的相片檔案，可於左邊視窗瀏覽每張相片的縮圖，因相片尚未與 GPS 定位資訊結合，所以可看到「Latitude」（緯度）、「Longitude」（經度）、「Altitude」（高度）以及「Direction」（方向）等四個欄位均無

資訊。此外，亦可由左邊快捷列直接選擇「 Select an entire folder」。

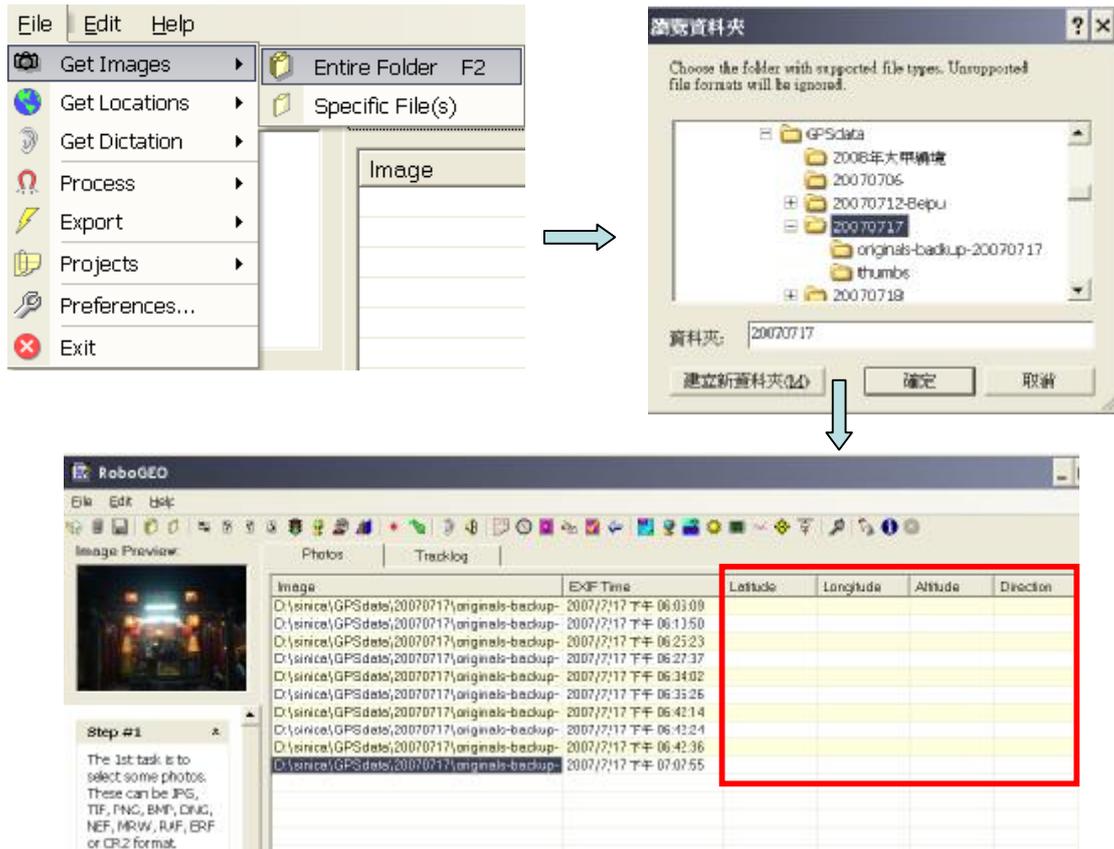


圖 21 開啓欲結合 GPS 定位資訊之相片

(2) 開啓 GPS 定位資訊並與相片整合

如圖 13 所示，GPS 定位資訊來源可為直接連接 GPS 接收器、開啓既有的 GPX 或 Google Earth 檔案，開啓後，RoboGeo 自動將與拍照時間吻合的 GPS 定位資訊與相片結合，如圖 22 所示，可看到「Latitude」（緯度）、「Longitude」（經度）、「Altitude」（高度）等三個欄位已填入相關資訊。若使用的 GPS 接收器具有電子羅盤，則「Direction」（方向）亦會填入方向資訊。

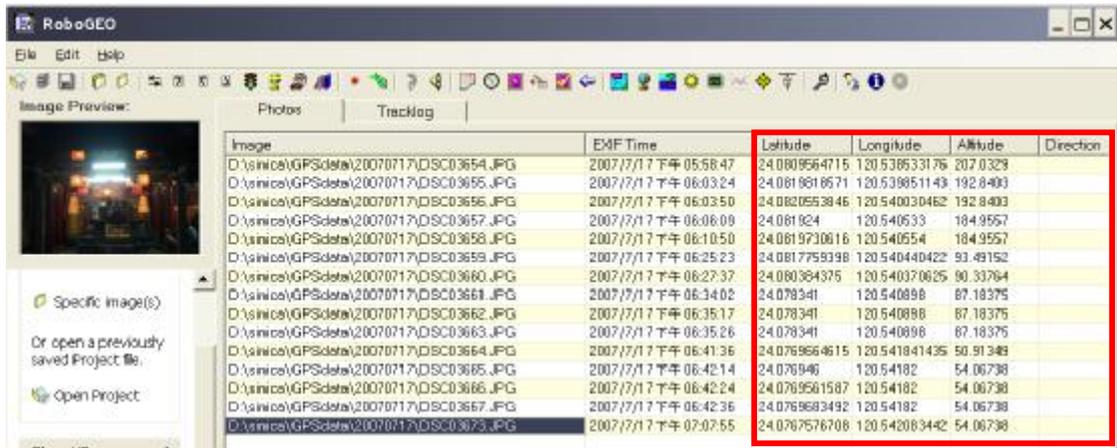


圖 22 GPS 定位資訊與相片結合

當相片與 GPS 定位資訊結合後，有三種儲存 GPS 定位資訊的方式，如圖 23 所示。



圖 23 相片儲存 GPS 定位資訊的方式

第一種為「Stamp Images」。此種方式為將 GPS 定位資訊「貼」在相片的影像上，GPS 定位資訊「看」的到，但卻未寫入相片的 EXIF 中，如圖 24 所示，包含拍照時間、時區、經緯度坐標與坐標系統，文字字體的大小、顏色均可依使用者需求自訂。



圖 24 將 GPS 定位資訊「貼」在相片上

第二種為「Write EXIF Headers」。此種方式為將 GPS 定位資訊「寫」入相片的 EXIF 中，亦即將 GPS 的定位資訊存入相片中，成為相片的屬性資料。

第三種為「Do Both」。顧名思義，此種方式為將 GPS 定位資訊「貼」在相片的影像上，同時也「寫」入相片的 EXIF 中。

(3) 轉換為不同格式

A. 轉檔為 KML 或 KMZ

於【File】→【Export】中，選擇【Google Earth】，如圖 25 所示，可選擇的儲存格式有「KML」、「KMZ」、「KMZ/image」以及「KMZ for the web」四種。需選擇「KMZ/image」或「KMZ for the web」方能產生具有相片連結的 KMZ 檔案，後者為將相片放置網路上的特定位置，例如部落格或網路相簿。

最後，設定 KML 或 KMZ 預設檔名，按下「Creat KML File」，即完成 KMZ 轉檔作業，並自動開啓該檔案（圖 17）。

此外，亦可由左邊快捷列直接選擇「 Export to Google Earth」。透過

Resize the KMZ images to a max dimension of pixels 的選項，可以讓使用者自動轉檔至 KMZ 後之影像展示尺寸。

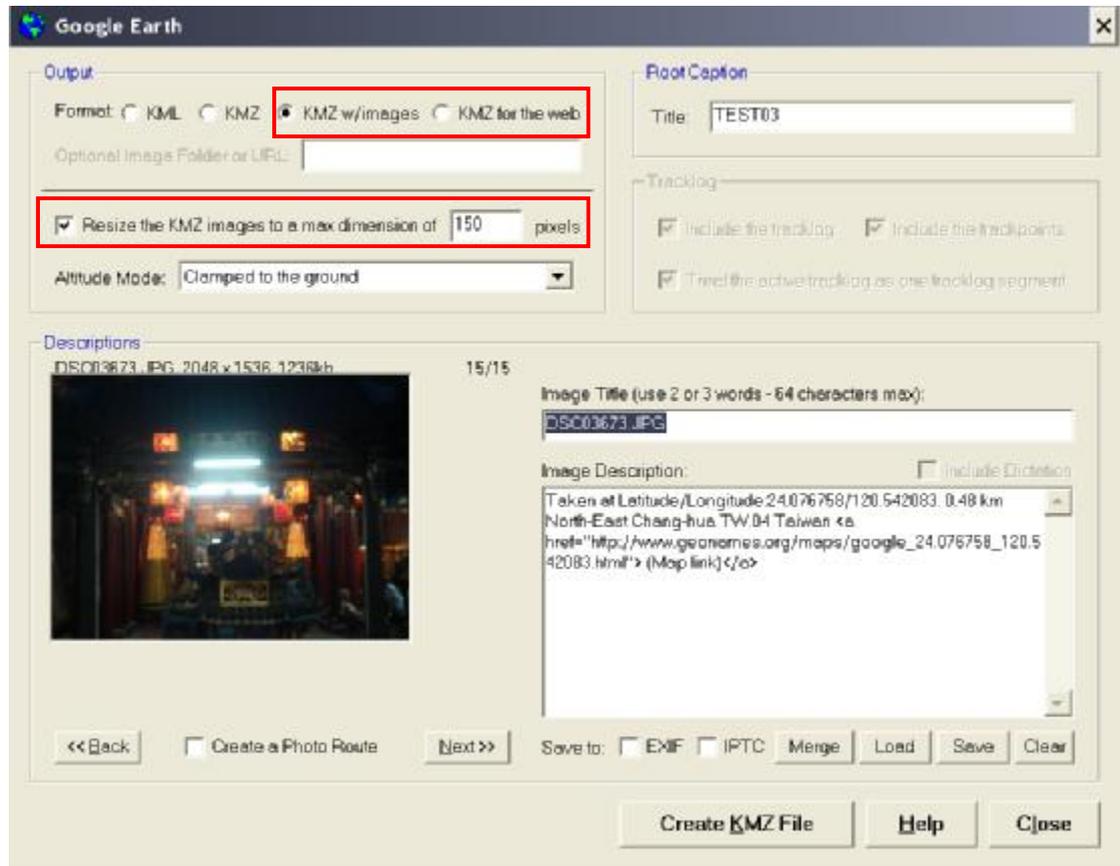


圖 25 結合 GPS 定位資訊之相片轉檔 KML 或 KMZ 之選項

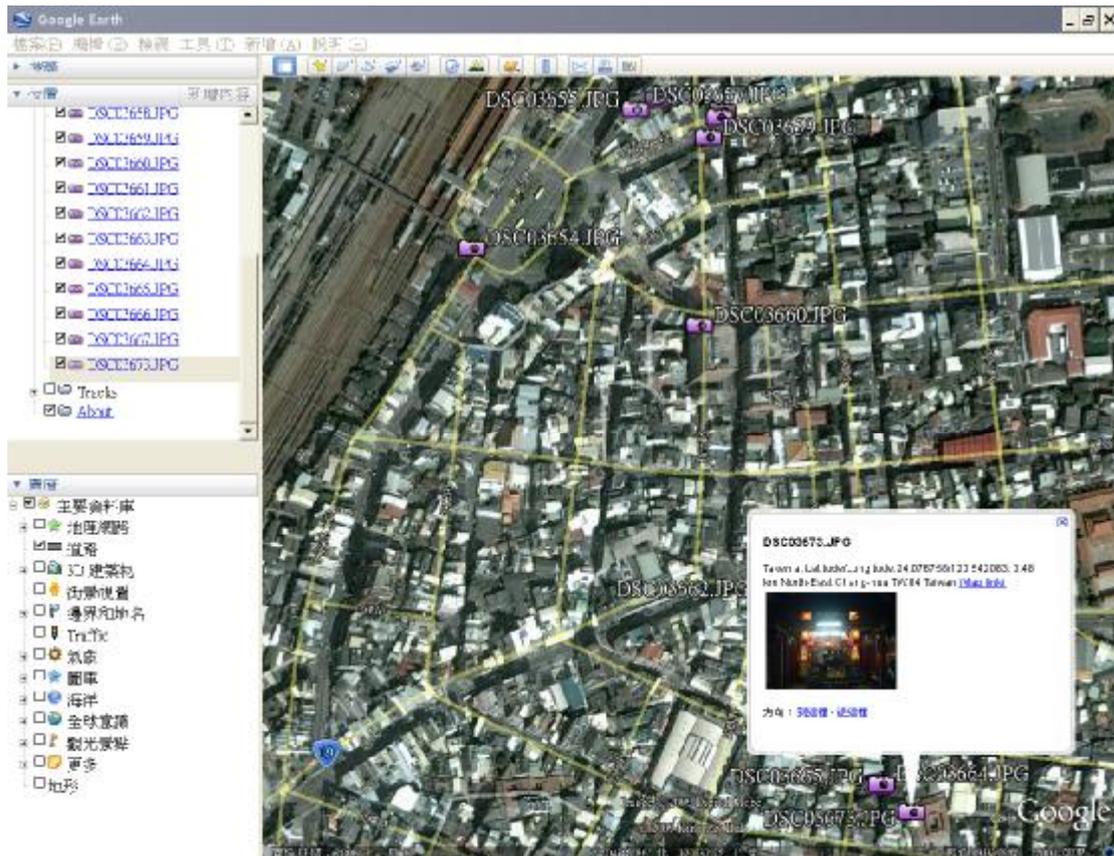


圖 26 結合 GPS 定位資訊與相片之 KMZ 檔案

B. 轉檔為 SHP

上述步驟為將 GPS 的定位資訊，包括航跡、航點轉存為 SHP 檔案，此部分將說明如何將航跡與相片結合後，再轉存為 SHP，讓使用者在 SHP 檔案中即可瀏覽相片與拍攝的點位。

在 RoboGeo 中，當相片與 GPS 定位資訊結合後，於【File】→【Export】→【ESRI Shapfile】，選擇 SHP 輸出之資料夾，按下「export」，即完成 SHP 轉檔。

在 SuperGIS 中開啓轉檔後的 SHP，如圖 28 所示，完成轉檔的 SHP 屬性資料中，記錄了連結相片的完整路徑資訊。在圖層名稱按右鍵，選擇【內容】→【表格】，在下方的「超連結」對話框中的超連結欄位，選擇已記錄完整連結相片的完整路徑的欄位（圖 29），即可在 SuperGIS 中，點選



「超連結」，即可瀏覽連結的田野調查相片。

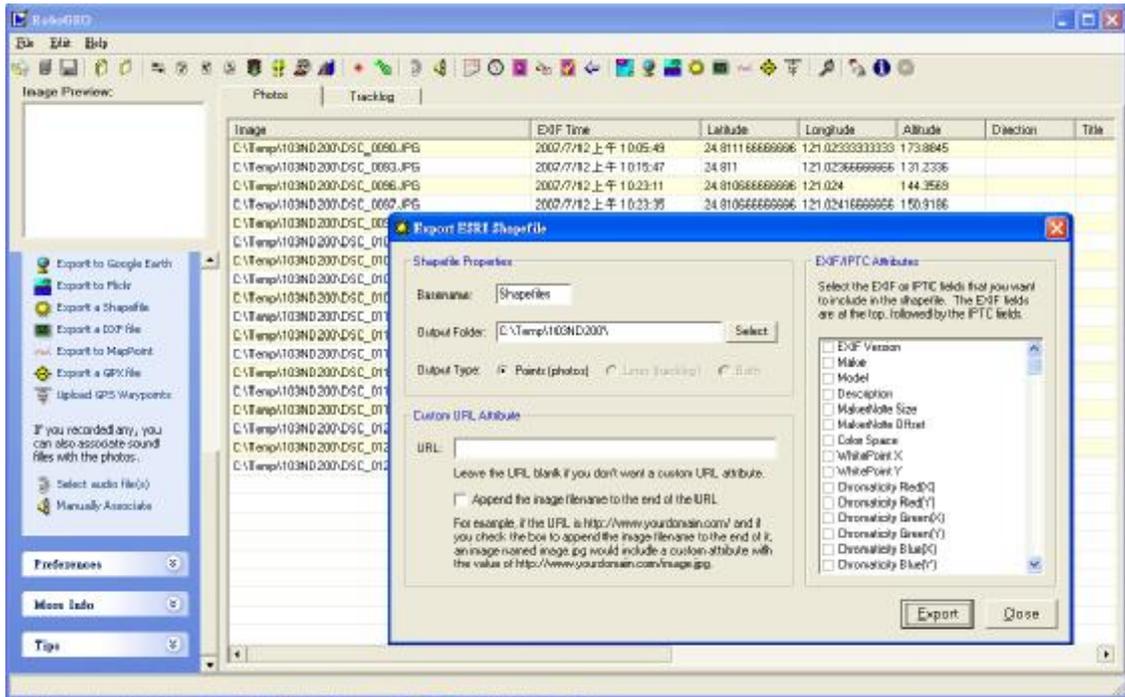


圖 27 將相片與 GPS 定位資訊整合後，轉檔為 SHP 格式

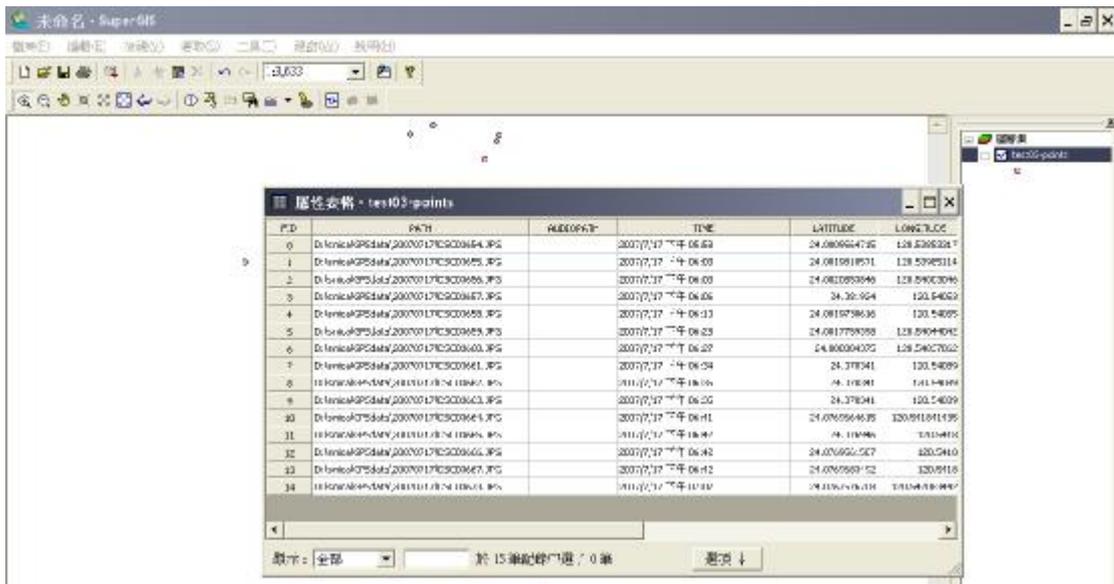


圖 28 轉檔後的 SHP 屬性資料記錄相片完整路徑



圖 29 於 SHP 屬性表中設定圖片超連結欄位

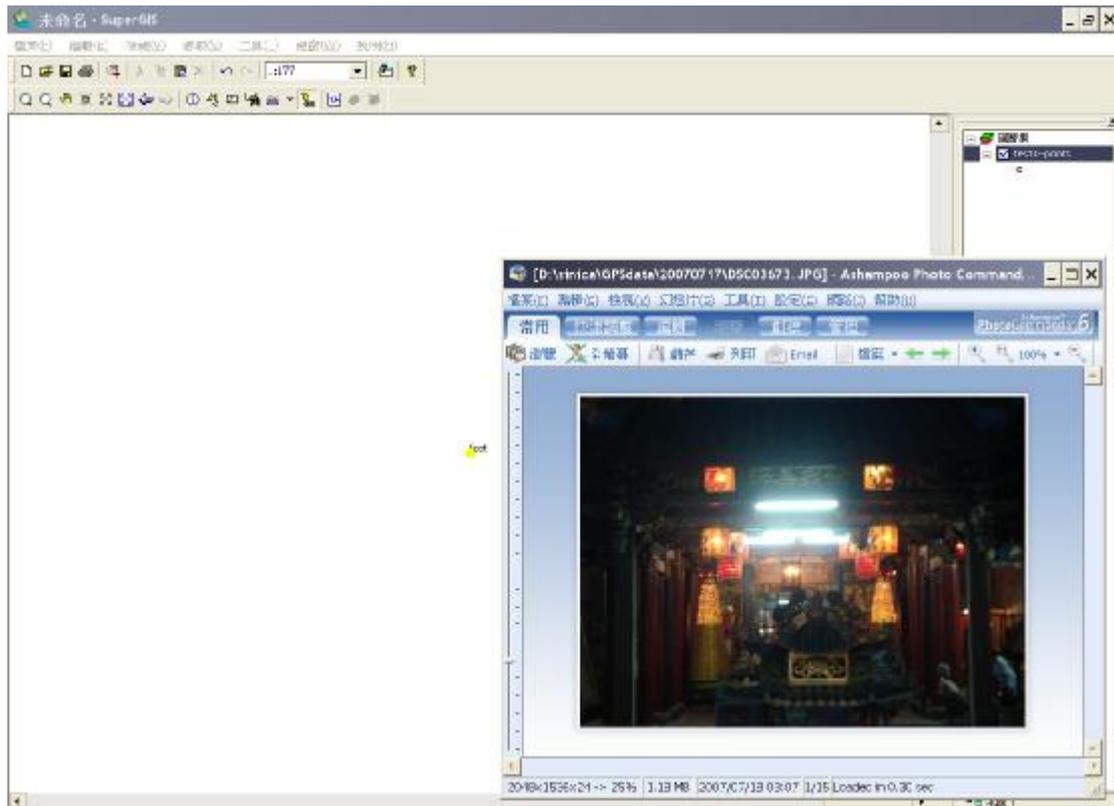


圖 30 於 SHP 中瀏覽具 GPS 定位資訊之相片

(二) 免費軟體

1、軟體安裝與基本設定

本文以「DNR Garmin」軟體為例，下載 GPS 航點與軌跡。

(1) 安裝 DNR Garmin

執行 DNR Garmin 安裝程式（於 <http://files.dnr.state.mn.us/aboutdnr/bureaus/mis/gis/tools/arcview/extensions/dnrgarmin/dnrgarmin54setup.zip> 下載，目前版本為 5.4.1），並依序執行安裝步驟（圖 31）。

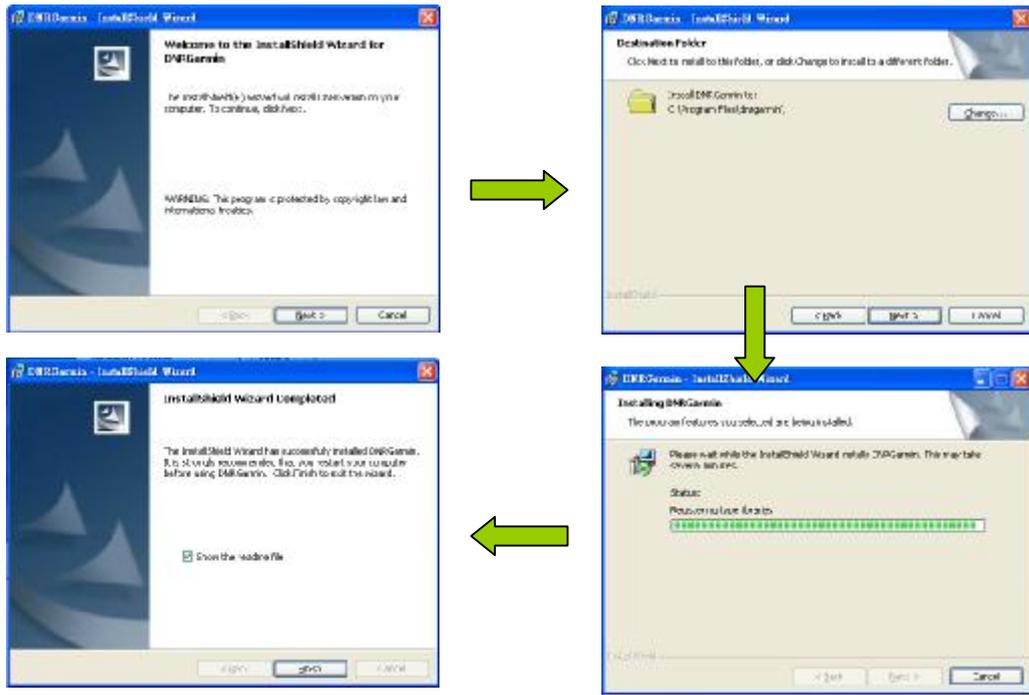


圖 31 DNR Garmin 軟體安裝步驟

(2) 與 GPS 接收器連接

開啟 DNR Garmin 軟體，由【GPS】→【Set Port】確認是否選擇「USB」連結埠。

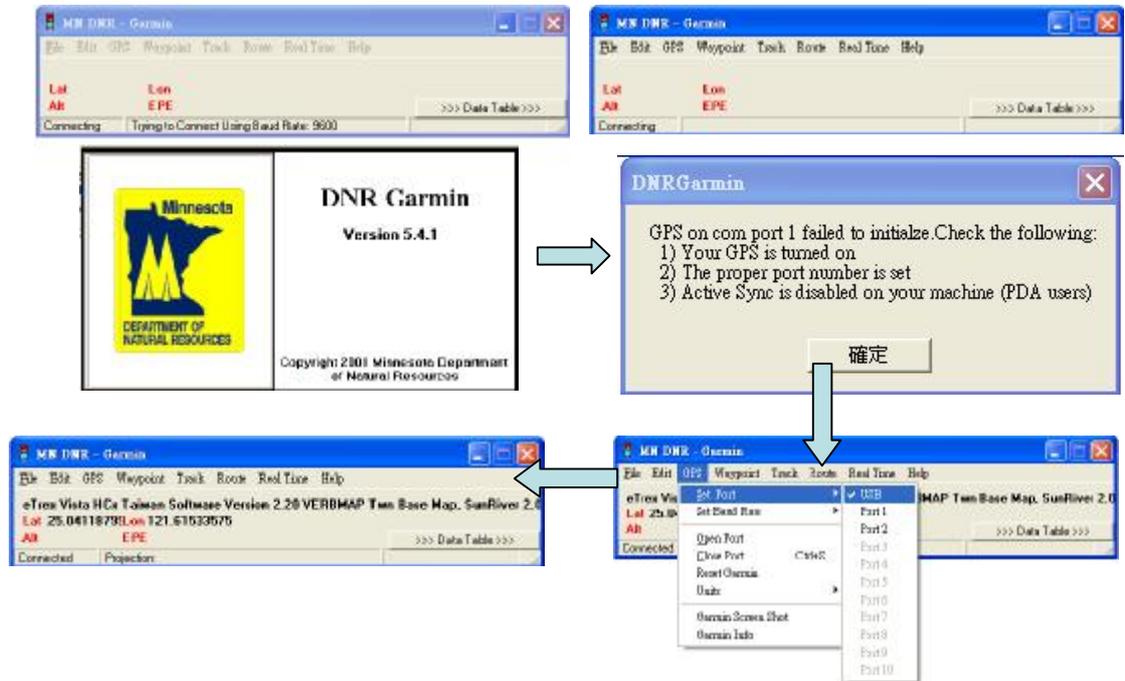


圖 32 執行 DNR Garmin 程式，並確認連接埠是否設定正確

(3) 坐標系統設定

GPS 接收機所記錄之 NMEA (National Marine Electronics Association) 資訊，均採世界通用之 WGS84 做為坐標系統，因此，需在軟體中先進行坐標系統的設定，以求後續轉換 GIS 之 SHP 格式時，能正確以 WGS84 坐標系統呈現空間資訊。選擇【File】→【Set Projection】(圖 33)，坐標系統的設定有三種方式：「EPSG」、「ESRI」與「ArcMap」，以下介紹兩種方式：

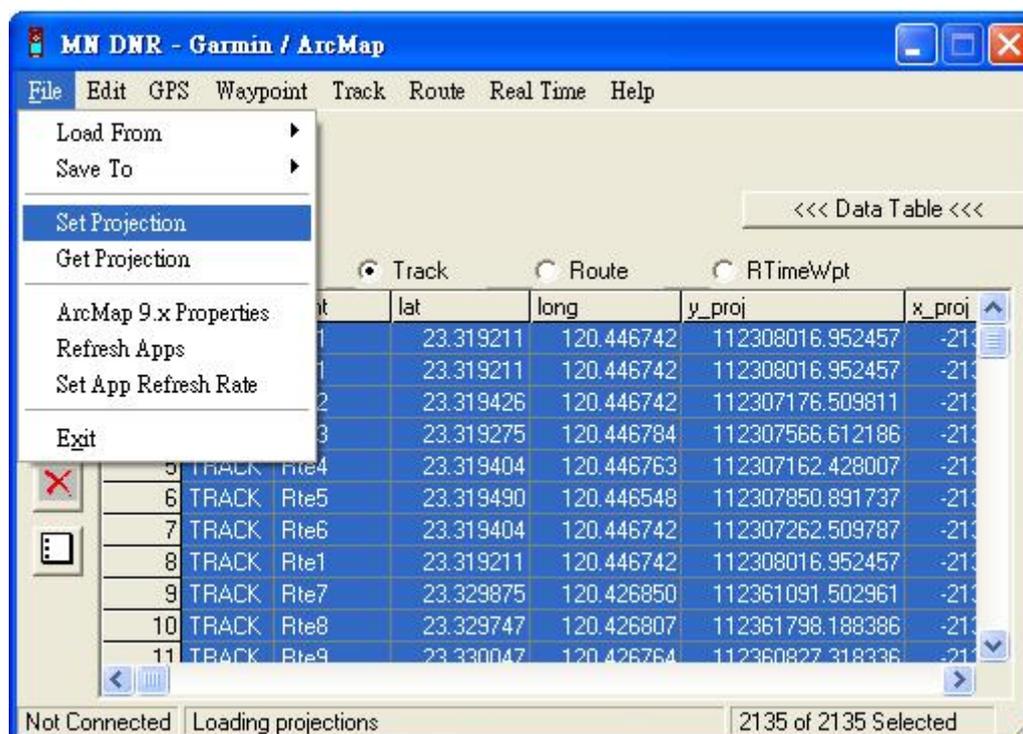


圖 33 設定投影坐標

A. EPSG

EPSG(European Petroleum Survey Group,<http://www.epsg.org>) 資料庫由 OGP(探勘及定位委員會)所制訂，包含世界各國不同坐標系統與投影坐標參數。2008 年財團法人台灣地理資訊中心已向 OGP 申請、註冊 TWD67 及 TWD97 二度分帶坐標的定義，自 6.18 版本之後(目前 EPSG 版本為 7.1)均內建台灣的坐標系統。因 GPS 接收機均採用 WGS84 坐標系統，因此建議選擇此坐標系統為預設值。於「Datums」中直接選擇「WGS84」，其對應至 POSC 的 code 為 4326。

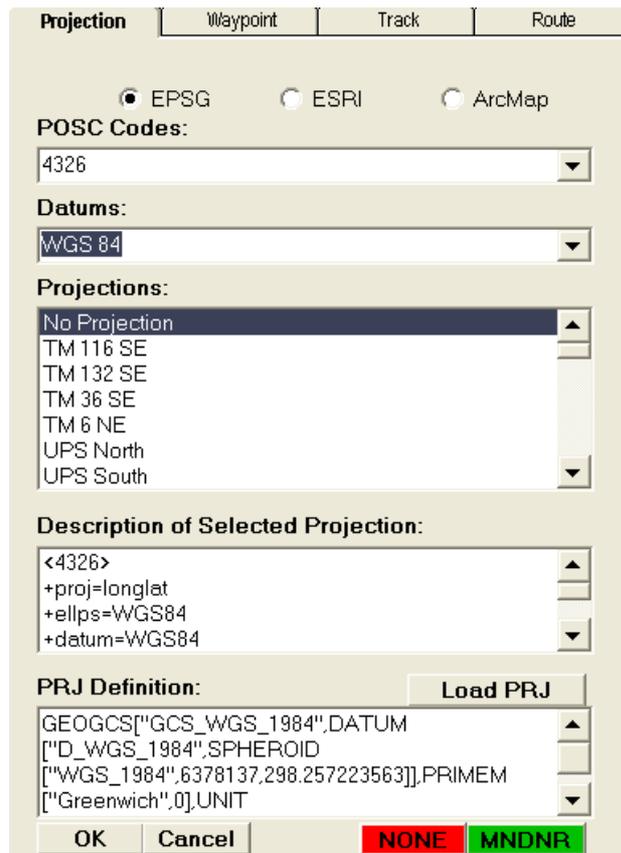


圖 34 於 EPSG 模式設定大地基準與投影坐標

B. ArcMap 模式

點選【Load PRJ】，並選擇 WGS84 為投影坐標定義檔 (PRJ) (圖 35)，完成設定後，可於視窗下列看到投影坐標資訊 (圖 36)，投影坐標定義檔可於中研院計算中心 GIS 小組網站下載 (圖 37)。

(<http://gis.ascc.net/ISTIS/program/prj/Taiwan Prj Files.zip>)



圖 35 選擇 WGS84 坐標系統定義檔

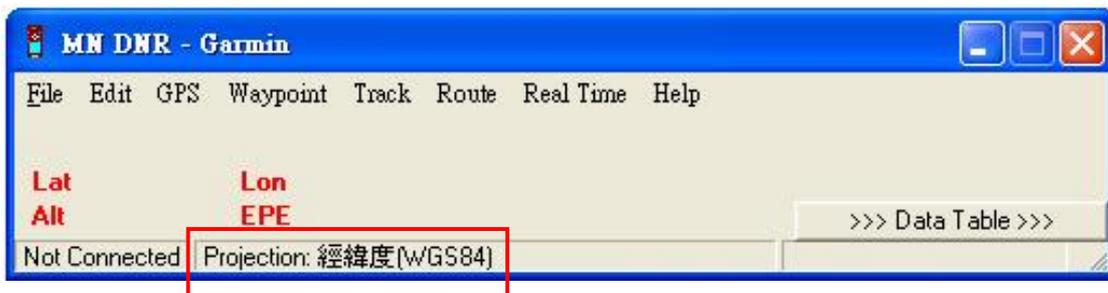


圖 36 完成坐標系統設定

26 名稱：	臺灣地區常用的投影坐標定義PRJ檔 (程式下載)	V1.0
用途：	適用於ESRI, ArcGIS 8.X版以上,用來定義GIS資料 (Shape File檔) 之投影格式,如此不同投影坐標的GIS資料,得以在ArcMap上相互套疊對位。	2005.09.20

圖 37 於中研院計算中心 GIS 小組網站下載投影坐標定義檔

2、下載 GPS 定位資料

完成基本設定後，即可選擇【Track】→【Download】，下載航跡資訊（圖 38）；同理，欲下載航點則選擇【Waypoint】→【Download】。

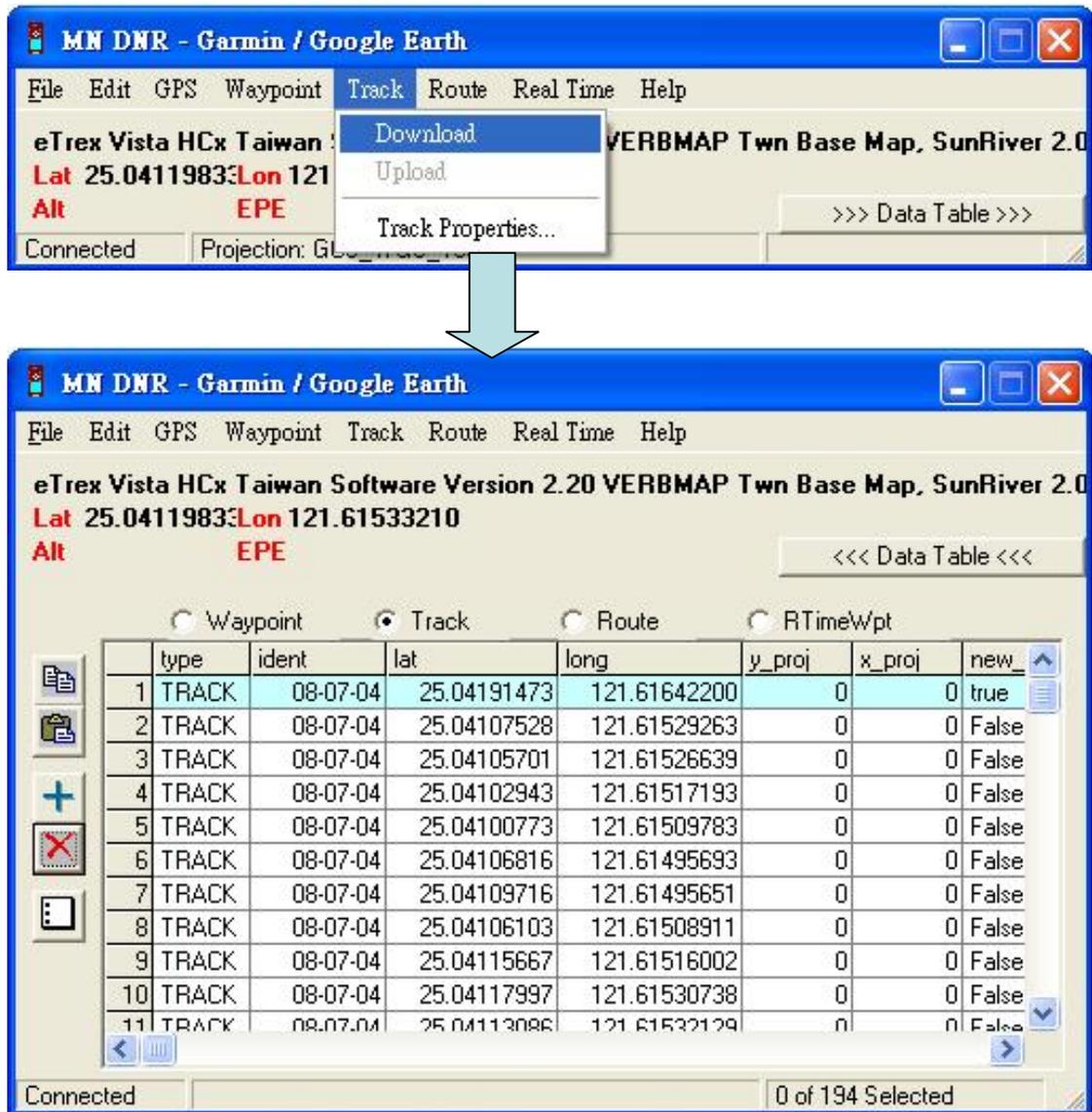


圖 38 下載 GPS 航跡資訊

3、轉檔為不同格式空間資料

完成 GPS 資訊下載後，選擇【File】→【Save To】→【File】，並選擇欲存放的資料夾、儲存的檔名以及存檔類型。

(1) GPX

請確認存檔類型為「GPS eXchange(*.gpx)」，再按「儲存」（圖 39）。

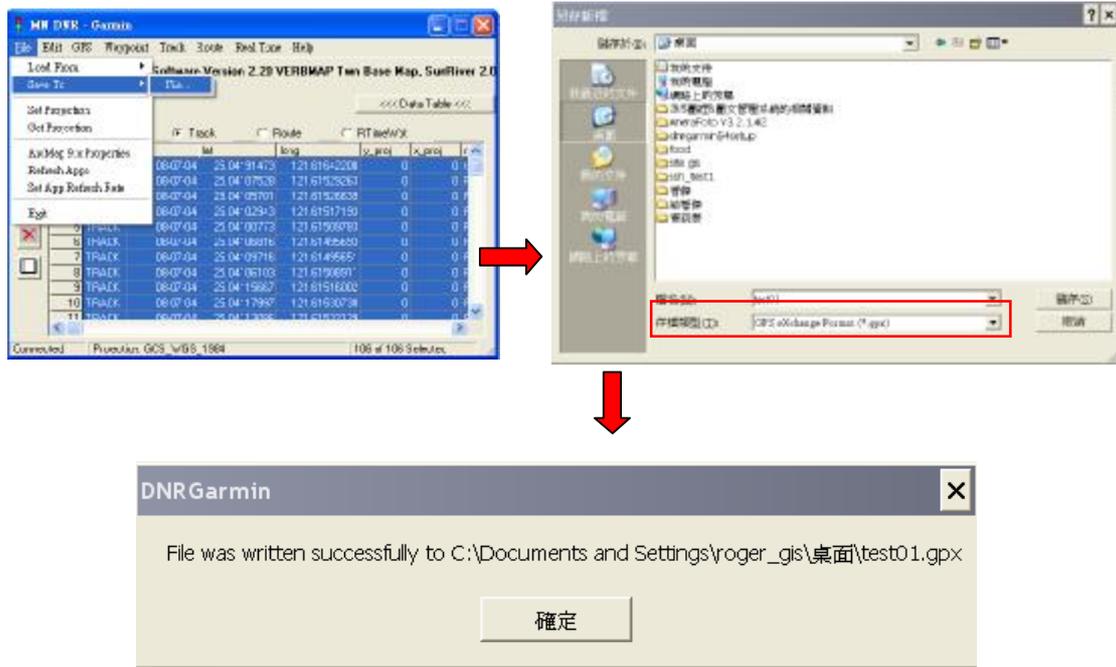


圖 39 於 DNR Garmin 中將定位資訊另存為 GPX 格式

(2) SHP

請確認存檔類型為「ArcView Shapfile(Projected)(*.shp)」，再按「儲存」(圖 40)。此時系統會以對話視窗詢問欲儲存的 SHP 資料型態(圖 41)，共分 Point (點)、Line (線) 以及 Polygon (面) 三種。儲存航跡 (track) 請選擇 Line (線) 資料型態，儲存航點 (waypoint) 請選擇 Point (點) 資料型態。



圖 40 於 DNR Garmin 中將定位資訊另存為 SHP 格式

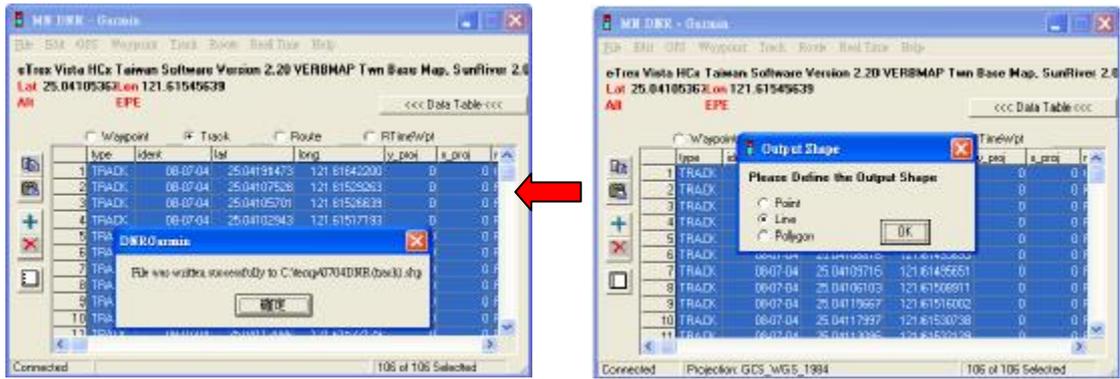


圖 41 選擇 SHP 資料型態

完成轉檔後的 SHP，即可於 SuperGIS 中，以加入圖層的方式開啓。在轉檔之前，可於 DNR Garmin 中，將不正確的 GPS 定位數據(如受地形遮蔽、高壓電塔等外在因素造成 GPS 定位誤差大者)先行剔除，以提高轉檔後 SHP 的正確性。

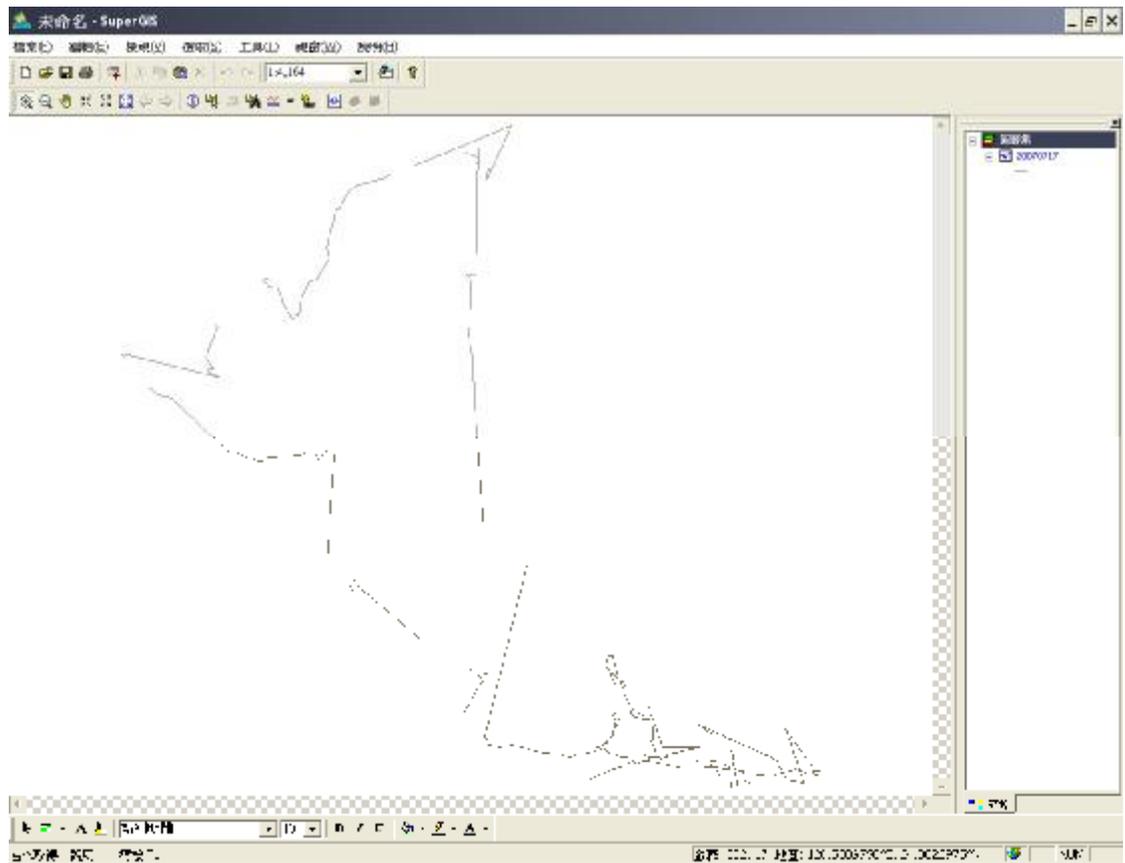


圖 42 開啓轉檔後之 SHP 檔案

(3) KML

請確認存檔類型為「Google Earth Format(*.kml)」，再按「儲存」(圖 43)。

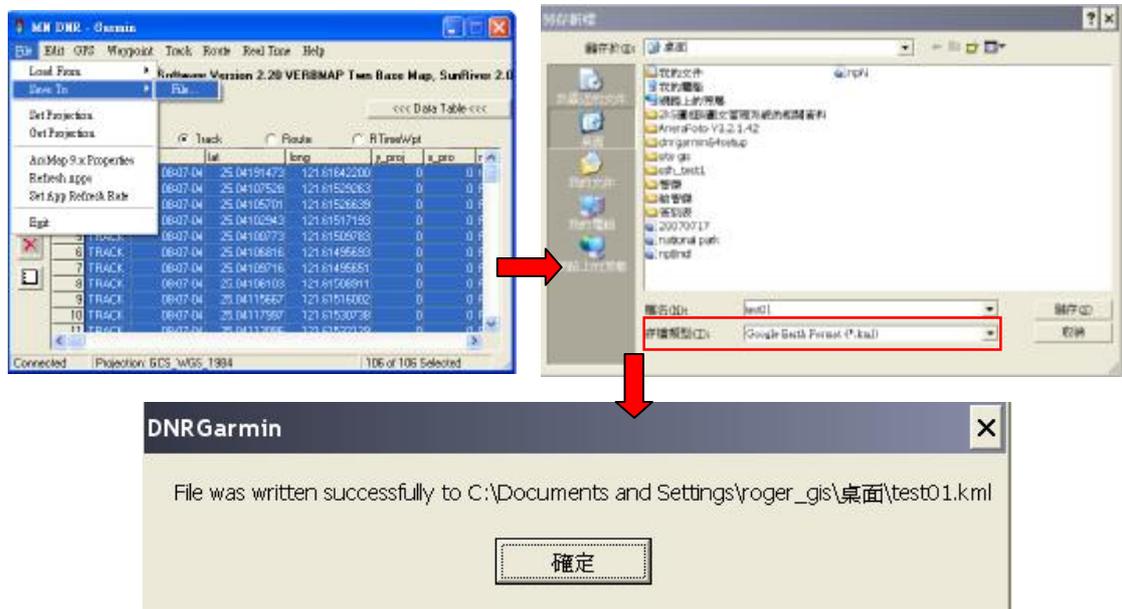


圖 43 於 DNR Garmin 中將定位資訊另存為 kml 格式

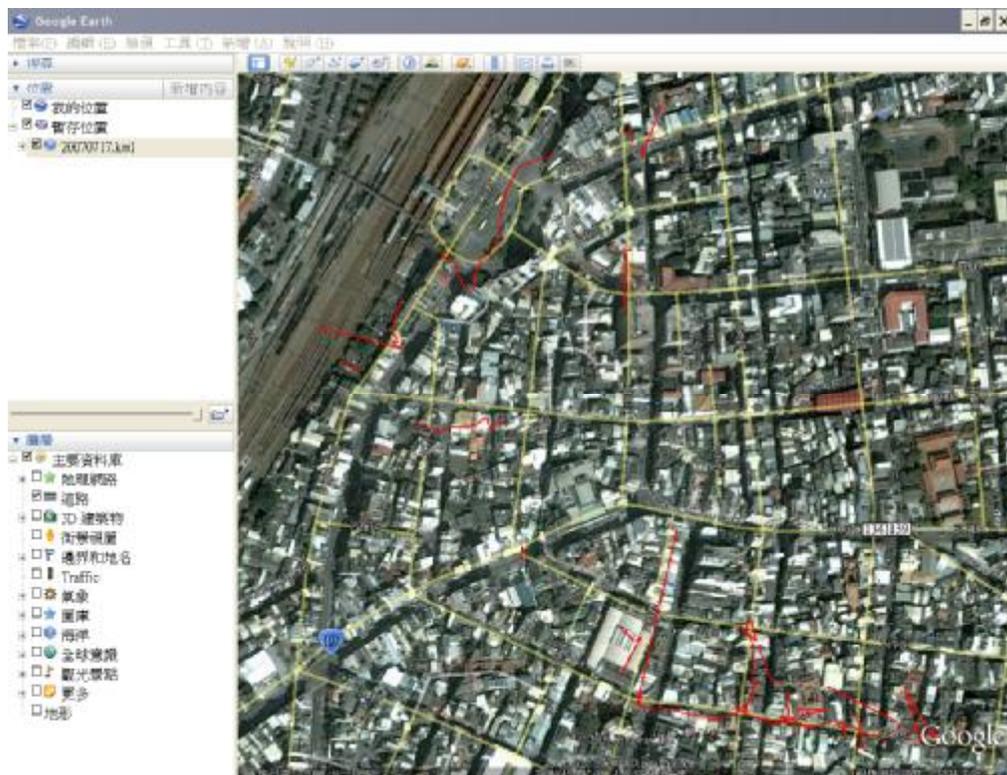


圖 44 開啓轉檔後之 KML 檔案

4、GPS 定位資訊與相片結合

以免費軟體 GPicSync 為示範軟體（下載網址：<http://sourceforge.net/projects/gpicsync/files/GPicSync/GPicSync1-28.exe>，目前版本 V1.2.8），操作步驟如下：

(1) 設定時區與資料夾命名原則

如前述，GPS 接收器所接收到的時間均是格林威治（GMT）時間，因為台灣地區位於+8 時區，因此在「UTC 時差」中需設定為 +8（圖 45）。為方便日後管理相片方便，建議依定位的時間做為相片重新命名的原則（圖 46）。

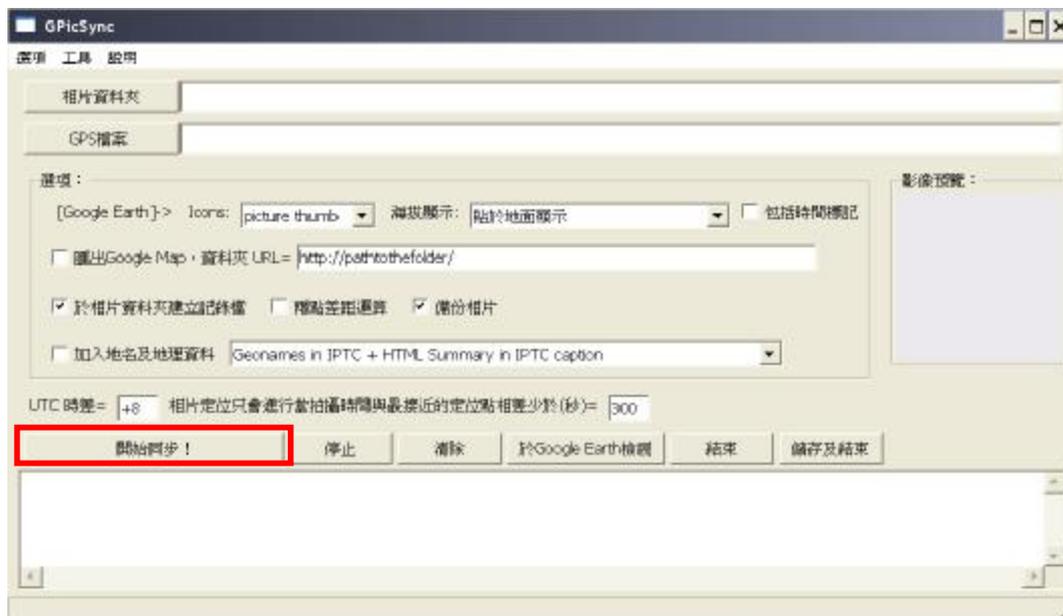


圖 45 於 GPicSync 軟體中，設定時區

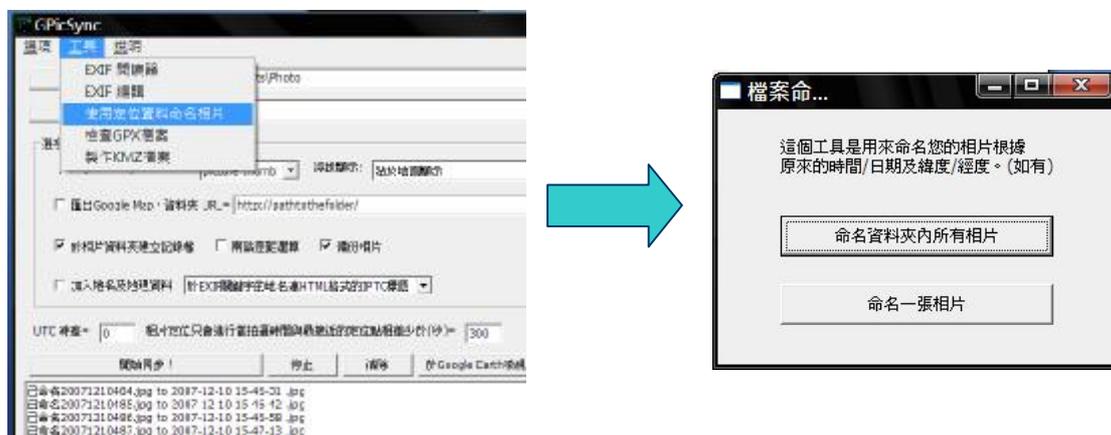


圖 46 於 GPicSync 軟體中，設定資料夾命名原則

(2) GPS 定位資訊與相片之結合

完成時區與資料夾命名設定後，依序於「相片資料夾」中選擇相片存放處→於「GPS 檔案」中選擇上述另存的 gpx 檔案→勾選「建立 GoogleEarth 檔」→勾選「包括時間標記」→按下「開始同步！」（圖 47）。

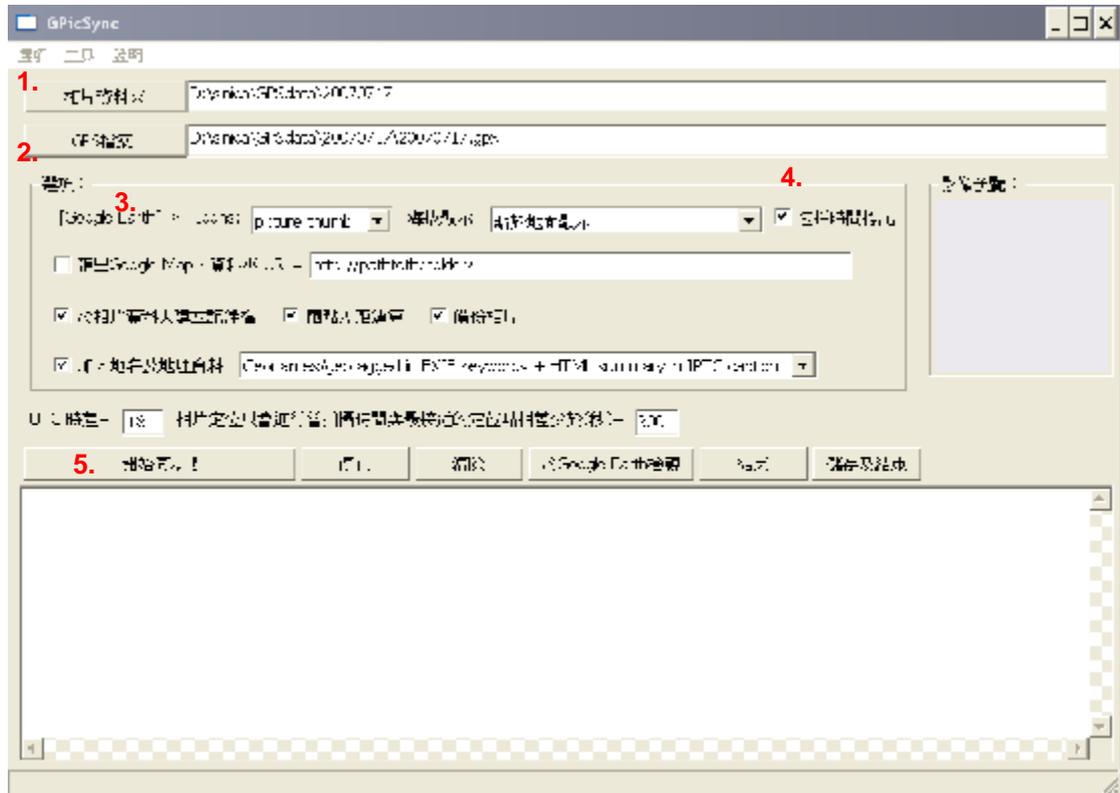


圖 47 於 GPicSync 軟體中，GPS 定位資訊與相片之結合之操作步驟

2、以 Google Earth 瀏覽

完成同步後，於下列的對話窗會顯示「***完成相片定位***」的訊息，此時選擇「於 Google Earth 檢視」功能（圖 48），即可於 Google Earth 檢視成果（圖 49）。

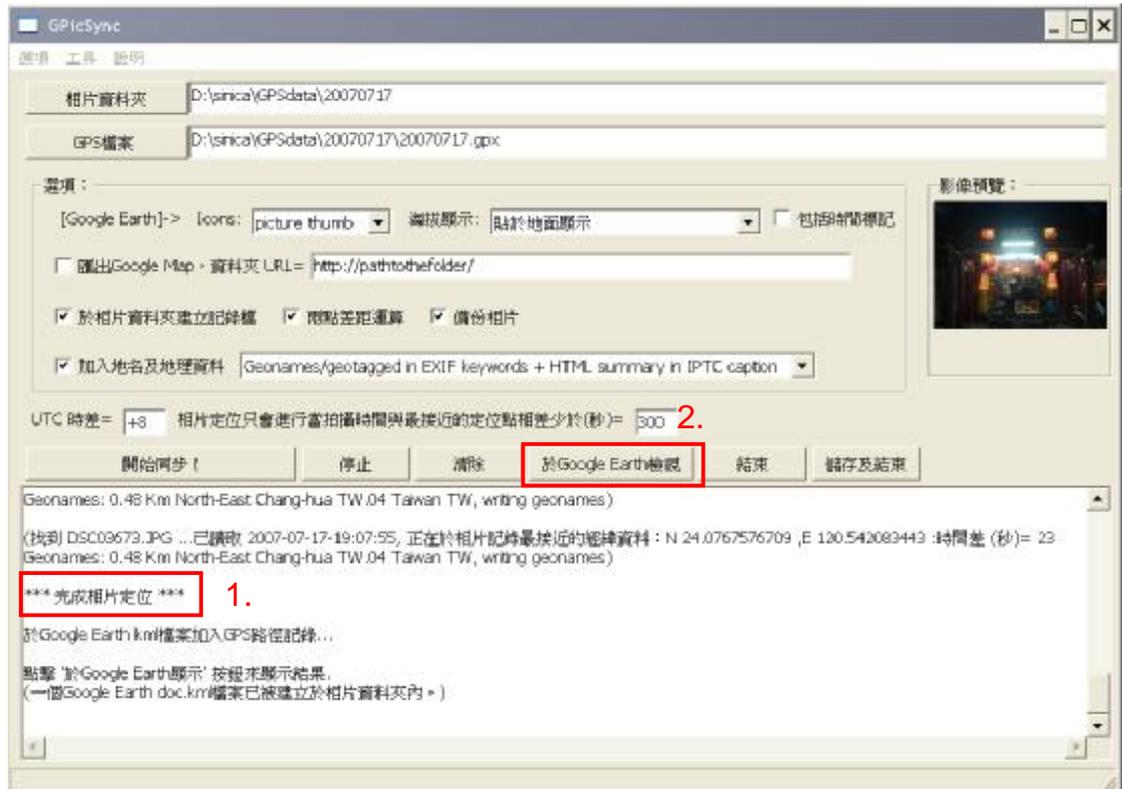


圖 48 完成相片定位後，選擇「於 Google Earth 檢視」功能

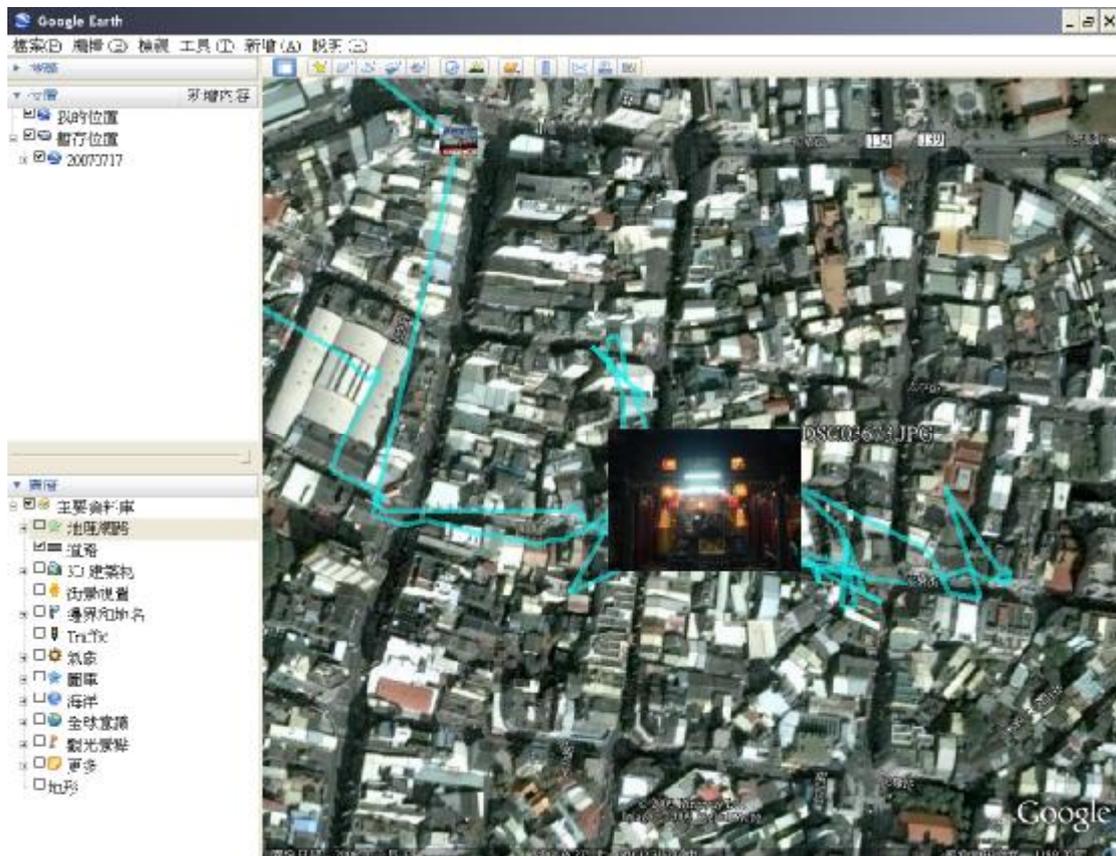


圖 49 於 Google Earth 檢視相片定位成果

四、結語

本文僅針對一般田野調查之共同需求，即記錄目標物空間位置（航點）與調查行徑路線（航跡）、將田野調查中所拍攝的相片結合空間資訊之方法與流程以及如何匯入 GIS 中做一完整介紹。

此外，為兼顧不同使用者的需求與操作環境，本文提供了使用商業性軟體與免費軟體等兩種不同的作法以及所需的軟體，無論使用付費或免費軟體，均能達成目標，惟操作過程與程序上有所不同，繁瑣程度亦不相同，使用者可視自己的需求與接受度作選擇。

期許透過本文的介紹，讀者們除能熟悉 GPS 基礎操作外，亦可學習如何於 GIS 中應用分析田野調查資訊。

五、參考文獻：

- 1、 台灣國際航電，<http://www.garmin.com.tw>。
- 2、 安守中，GPS 全球定位系統入門，全華科技圖書股份有限公司。
- 3、 范成棟，應用 Google Earth 實現三維房屋模型之空間資料套合，2005，中央研究院計算中心通訊第 21 卷 21 期。
- 4、 簡良益、蔡長欣等，PaPaGO!SDK Mobile 行動 GIS 系統開發實務，2005，研勤科技股份有限公司。
- 5、 張智傑，淺談 GPS 與生活應用，2006，中央研究院計算中心通訊 2006 年第 8 期，http://newsletter.ascc.sinica.edu.tw/news/read_news.php?nid=1136。Petmobile, <http://www.petsmobility.com/>。
- 6、 Cooke, Donald, Fun With GPS,2005.
- 7、 DNR Garmin
(<http://www.dnr.state.mn.us/mis/gis/tools/arcview/extensions/DNRGarmin/DNRGarmin.html>)
- 8、 DW、Haily 等，GPS 選購、導航、旅遊、應用 快易通，2005，旗標出版股份有限公司。GPS Support, <http://www.ascc.sinica.edu.tw/gis/gps/>。
- 9、 Geotagging Photo Test WebSite，<http://gis.ascc.net/GeotaggingPhoto/>。
- 10、 Google Earth, <http://earth.google.com/>。
- 11、 GPS 活用術@Sinica (<http://gis.rchss.sinica.edu.tw/gps/>)
- 12、 GPicSync (<http://code.google.com/p/gpicsync/>)
- 13、 KUSO EXIF Viewer (<http://www.kuso.cc/exifviewer/>)
- 14、 Robogeo(<http://www.robogeo.com/home/>)