

摘要

內政部為因應全球定位系統(GPS)所採之 WGS84 系統，已將 GRS67 與 TWD97 兩種坐標格線同時編繪印製於新版之基本像片圖上，為與國內各界用圖整合，本校現有各類地圖資料所依據之坐標系統，實需重新測定。其次本校近年持續多項建設，校園地景改變甚多；設置的控制點都有位移或破壞，亦需要新的參考依據以補足。

以多點同時衛星定位靜態測量方式解算坐標，採用國家公定之 TWD97 坐標系統，連結附近之一、二等衛星控制點，構成參考站網可減少誤差，本研究因此測得校園內分佈均勻的控制點，並連測本校公共行政及企業管理教育中心座落之金華校區、國際關係研究中心與新建完成附屬高中等校區，使學校區域內都有精確可靠之參考坐標，方便未來地理資訊的收集。

關鍵詞：TWD97、WGS84、GPS 靜態測量、最小自乘法。

一、前言

本計畫初始構想於所有校區適當地點，以衛星定位測量方式，採用TWD97 TM2°國家坐標系統，連測綜合院館北棟樓頂之衛星接收站、附近溪子口山、待老坑山、大坪山等一等或二等衛星控制點，俾建立完整、精確、穩固之控制網系。

為與國家坐標系統統一，本研究先以一等衛星控制點N003(大坪山)與參考主站CSRF(新店)、NTPU(北大)、CUA1(政大)，建置4參考網站，並推算各站相對位置。其次檢測九十三年測定之木柵校區的八個衛星點，並於國際關係研究中心、金華校區、附屬高中等校區，衛星收訊良好地區，選取適當地點，標註點位，塗漆對空標誌。解算資料為2006年8月17日，採每0.5秒一筆，共2小時之資料，求解靜態定位；相關資料再利用LGO程式自動解算完成。

利用精密控制點資料，可快速精確糾正航空或衛星影像，因此可測繪校園影像圖，整合不同年份地圖，並確定校址。而依此測繪之校區圖將可與政府機構測製出版的地圖整合，對校界鑑定與校園規劃等必有助益。

本文以下，第二章為基本原理介紹，第三章為GPS的平差計算原理，第四章為作業程序，第五章為測量成果計算，第六章為誤差統計分析與比較，第七章為結論與建議，最後為參考文獻與附錄。

二、基本原理介紹

GPS 衛星測量的參考坐標系化算結果是根據 WGS84 參考橢球體所決定，而台灣地區國家新坐標系統則是以 1997 台灣大地基準(TWD97 坐標系統)為基準，兩者球體大小可說相等；坐標基準間則相差約幾公分至數十公分。又我國在民國 86 年之前紙本地圖採用的參考坐標系統為 TWD67 坐標系統，與 WGS84 坐標系統相比，TWD67 的坐標基準與 WGS84 坐標基準兩者相差約 1 公里。為此，上述三個坐標系和 TWD67 坐標系統與 TWD97 坐標系統之間的轉換說明如下。

2.1 WGS84 參考橢球體

WGS84 參考橢球體是由分佈於全球的一系列 GPS 跟蹤站的坐標所具體展現。當初 GPS 跟蹤站之坐標精度是 1~2m，遠低於 ITRF 坐標精度(10~20mm)。因此為了改善 WGS84 參考橢球體之精度，1994 年 6 月美國國防製圖局(DMA)將之與美國空軍在全球的 10 個 GPS 跟蹤站的數據，加上部分 IGS 站的 ITRF91 數據，並綜合處理。再以 IGS 站在 ITRF91 框架下的站坐標為固定值，重新計算這些全球跟蹤站在 1994.0 歷元的站坐標。並將 WGS84 的地球引力常數 GM 更新為 IERS1992 標準規定的數值： $3986004.418 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{s}^2$ ，從而得到更精確的 WGS84 坐標框架，即 WGS84(G730)參考橢球體，其中 G 表示 GPS, 730 表示 GPS 周第 730 周的第一天對應於 1994 年 1 月 2 日。

WGS84(G730)系統中的站坐標與 ITRF91、ITRF92 框架之差異減少為 0.1 量級，與 1987 年最初的站坐標相比，有了顯著改進，但與 ITRF 站坐標的 10~20mm 的精度還要差一些。

1996 年，WGS84 坐標框架再次進行更新，求得 WGS84(G873)。其坐標參考歷元為 1997.0，更進一步提高 WGS84(G873)框架的站坐標精度，而與 ITRF94 框架的站坐標差異小於 2cm。WGS84(G873)參考橢球體是目前使用的 GPS 廣播星曆和 DMA 精密星曆的坐標參考基準。

而美國國防部(DOD)1984 年所定義之世界大地坐標系，WGS84 坐標系統是一個協議地球坐標系 CTS(Conventional Terrestrial System)。該坐標系的原點為地球質心，Z 軸指向 BIH 1984.0 所定義的協議地極方向參考橢球體 X 軸指向 BIH 1984.0 零度子午面和 CTP 赤道之交點，Y 軸和 Z、X 軸構成右手坐標系，配合在全世界 1500 個地理坐標參考點構成。

WGS84 坐標系統最初是由美國國防部根據 TRANSIT 衛星導航系統的都卜勒觀測數據所建立的，從 1987 年 1 月開始作為 GPS 衛星所發布的廣播星曆之坐標參照基準，採用的基本參數如表 1 所示。

2.2 TWD67 坐標系統

所採用的參考橢球體為 GRS67 國際地球標準(國際間在 1967 年所定義)，再利用橫麥卡脫(TM)法投影。此種投影方法是先將地球分成若干範圍大小不等之分帶進行投影，帶的寬度一般分為 6°、3°與 2°不等。每帶正中央所通過之經線稱為中央經線。台灣地區中央經線位置在東經 121 度，為了考慮將澎湖群島納入，坐標原點西移 250 公里。故 X 軸是赤道，Y 軸是「平移後的 121 度」採 2°

分帶(即假設在此這 2 度經度的帶狀內，地球為平面非橢球體)，此區域坐標系統即為 TWD67 坐標系統。但是任何地圖都必需要有一個「實質」的地理點作為定位標準，埔里的虎子山即為「台灣地理中心」，而在 TWD67 坐標系統中，虎子山的經緯度是：經度 $\lambda=120^{\circ}58'25.975''$ ，緯度 $\varphi=23^{\circ}58'32.340''$ 。從虎子山算起，再建立全台灣之各等三角點、控制點；此即各種地圖常用的控制依據。此外，在台灣本島，TWD67 坐標系統的高程基準面是以基隆平均海水面起算，澎湖則以馬公平均海水面起算。有關 TWD67 坐標系統的各項數據如表 2 所示。

表 1. WGS84 坐標系統基本參數

地球橢球基本參數	
長半徑 a	6378137.0 公尺
地球引力常數(含大氣層) GM	$3986005 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{s}^2$
正常化二階帶諧係數 C2.0	$-484.16685 \times 10^{-6}$
地球自轉角速度 ω	$7292115 \times 10^{-11} \text{ rad/s}$
主要幾何和物理常數	
短半徑 b	6356752.3142
扁率 f	1/298.257223563
第一偏心率平方 e^2	0.00669437999013
第二偏心率平方 e'^2	0.006739496742227
橢球正常重力位 U_0	$62636860.8497 \text{ m}^2/\text{s}^2$
赤道正常重力 r_0	$9.9703267714 \text{ m/s}^2$

表 2. TWD67 坐標系統各項參數

(1)參考橢球體 GRS67	
長半徑 a	6378160.0 公尺
短半徑 b	6356774.7192 公尺
扁率 $f=(a-b)/a$	1/298.25
(2)大地基準點:南投埔里的虎子山起算	
經度 λ	$120^{\circ}58'25.975''$
緯度 Φ	$23^{\circ}58'32.340''$
對頭拒山的方位角 α	$323^{\circ}57'23.135''$
(3)高程基準面	
台灣本島	基隆平均海水面
澎湖	馬公平均海水面
(4)地圖投影	
TM2 度分帶	中央子午線 121°
坐標原點為中央子午線與赤道交點，且橫坐標西移 250,000 公尺	
中央子午線尺度比率為 0.9999	

2.3 TWD97 坐標系統

民國 86 年內政部採用國際地球參考框架，定義更適合於全國大地坐標系統之新基準，並命名這個國家新坐標系統為 1997 台灣大地基準；內政部建立了八個追蹤站，這些追蹤站的坐標值即以 TWD97 坐標系統為基準，TWD97 坐標系統的各项相關數據內容如表 3 所示。

表 3. TWD97 坐標系統各項參數

(1)參考橢球體 GRS80	
長半徑 a	6378137.0 公尺
短半徑 b	6356752.3141 公尺
扁率 $f=(a-b)/a$	1/298.257222101
(2)大地基準點	
採用國際地球參考框架(International Terrestrial Reference Frame,簡稱為 ITRF) ITRF 為利用全球測站網之觀測資料成果推算所得之地心坐標系統，其方位採國際時間局(Bureau Interantional de l'Heure,簡稱 BIH)定義在 1984.0 時刻之方位。	
(3)高程基準面	
內政部已完成台灣一等水準網，計 2065 個一等水準點測量之作業，並於基隆設置水準原點及副點，高程系統以基隆港平均海水面為高程基準面，據此訂定 2001 年台灣高程基準(簡稱 TWVD2001)作為台灣高程測量控制系統之基準。	
(4)地圖投影	
台灣,琉球嶼,綠島,蘭嶼,龜山島	
TM2 度分帶	中央子午線東經 121 度
坐標原點為中央子午線與赤道交點，且橫坐標西移 250,000 公尺	
中央子午線尺度比率為 0.9999	
澎湖、金門、馬祖	
TM2 度分帶	中央子午線東經 119 度
投影原點向西平移 250,000 公尺	
中央子午線尺度比率為 0.9999	

2.4 坐標轉換

TWD67 \leftrightarrow TWD97 二度分帶二維坐標轉換公式如下：

$$A= 0.00001549$$

$$B= 0.000006521$$

$$X_{67} = X_{97} - 807.8 - A \times X_{97} - B \times Y_{97}$$

$$Y_{67} = Y_{97} + 248.6 - A \times Y_{97} - B \times X_{97}$$

$$X_{97} = X_{67} + 807.8 + A \times X_{67} + B \times Y_{67}$$

$$Y_{97} = Y_{67} - 248.6 + A \times Y_{67} + B \times X_{67}$$

PS.僅適用於台灣本島，最大誤差約二公尺，精密測量並不適用。

七參數相似轉換法：

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{TWD67}} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + S \begin{bmatrix} 1 & \omega_z & -\omega_y \\ -\omega_z & 1 & \omega_x \\ \omega_y & -\omega_x & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}_{\text{TWD97}} + \mathbf{e}$$

尺度參數 S：0.99998180

平移量 ΔX ：730.160 公尺

ΔY ：346.212 公尺

ΔZ ：472.186 公尺

旋轉量 $\omega_x=0.00003863$ rad

$\omega_y=0.00001721$ rad

$\omega_z=0.00000197$ rad

最小自乘共置法：

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_o \\ Y_o \\ Z_o \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & \Delta\alpha \sin \varphi_o & -\Delta\alpha \cos \varphi_o \sin \lambda_o \\ -\Delta\alpha \sin \varphi_o & 1 & \Delta\alpha \cos \varphi_o \cos \lambda_o \\ \Delta\alpha \cos \varphi_o \sin \lambda_o & -\Delta\alpha \cos \varphi_o \cos \lambda_o & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x - x_o \\ y - y_o \\ z - z_o \end{bmatrix}$$

上式中，TWD67 坐標系統與TWD97 坐標系統的點位坐標分別為(X,Y,Z)與(x,y,z)。虎子山一等三角點於TWD97 系統中之直角坐標為(x_o, y_o, z_o)，經緯度則記為(λ_o, Φ_o)， $\Delta\alpha = -2.13''$ 。上式中之平移參數定義量為：

$$\begin{bmatrix} X_o \\ Y_o \\ Z_o \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -3001203.333 \\ 5000002.495 \\ 2576054.411 \end{bmatrix}$$

三、GPS 的平差計算原理

因為 GPS 網中包含多餘觀測量，故應平差改正所有觀測量，使全部坐標的誤差趨向一致。應用最小自乘法於 GPS 網基線平差時，觀測方程式包含相關點坐標、點與點的坐標差、及觀測殘差，如下式所示，以本計畫的 DLKS-CUA1(待老坑山-綜合院館北棟)基線為例，觀測一條基線，X、Y、Z 坐標之每個分量可各列一個觀測方程式：

$$\begin{aligned} X_{CUA1} &= X_{DLKS} + \Delta X_{DLKS-CUA1} + u_{xDLKS-CUA1} \\ Y_{CUA1} &= Y_{DLKS} + \Delta Y_{DLKS-CUA1} + u_{yDLKS-CUA1} \\ Z_{CUA1} &= Z_{DLKS} + \Delta Z_{DLKS-CUA1} + u_{zDLKS-CUA1} \end{aligned}$$

GPS 的所有測量基線，不論任何幾何圖形，都可寫成類似上述之觀測方程式。對本次計劃而言，有 45 條測量基線，每條基線可構成三個觀察方程式，故有 135 個觀察方程式。此外，因有 6 個待測點為未知，每一個待測點有 3 個未知量 (X, Y, Z)，故有 18 個未知量。多餘觀測量為 $135 - 18 = 117$ 。135 個觀測方程式以矩陣的方式表示如下：

$${}_{135}A^{18} {}_{18}X^l = {}_{135}L^l + {}_{135}V^l$$

A 矩陣為一個只包含 0、1、-1 的矩陣；X 矩陣為未知數的 X、Y、Z 坐標；V 矩陣為各線段的殘差；L 矩陣元素的數值由觀測值求算，如下所示：

$$\begin{aligned} L_x &= X_{DLKS} + \Delta X_{DLKS-CUA1} \\ L_y &= Y_{DLKS} + \Delta Y_{DLKS-CUA1} \\ L_z &= Z_{DLKS} + \Delta Z_{DLKS-CUA1} \end{aligned}$$

L 矩陣的其它元素與 DLKS-CUA1 基線的計算方式相同。

GPS 網中的觀測方程式是線性的，A 矩陣中的元素非零，即為 1 和 -1，這和水準網的最小自乘法平差是非常類似。事實上，除了權矩陣之外，GPS 網和水準網的平差作業方式也非常相似。在 GPS 相對定位中，每條基線中的三個分量是相關的，因此，從載波位觀測的最小自乘法平差所用到的每條基線中，可以求得一個 3×3 的協變方矩陣。這個協變方矩陣的權通常以網平差所得的觀測量表示，如下：

$$W = \begin{bmatrix} \frac{\sigma_0^2}{\sigma_{x1}^2} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \frac{\sigma_0^2}{\sigma_{x2}^2} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\sigma_0^2}{\sigma_{x3}^2} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \frac{\sigma_0^2}{\sigma_{xn}^2} \end{bmatrix} = \sigma_0^2 \Sigma^{-1}$$

權矩陣在所有的 GPS 網中皆為主對角線矩陣，也就是在一個 3×3 矩陣中，每一個量測基線的分量值都在對角線上。若同時使用兩個以上接收器時，增加的 3×3 矩陣會出現在矩陣的非對角線部分，在同時測量的基線之間有關聯性，而矩陣的全部其他元素都為零。

一個 DLKS-CUA1 基線的協變方 3×3 矩陣如下（包含了完整的權資訊）：

$$\Sigma_{\text{DLKS-CUA1}} = \begin{bmatrix} \sigma_x^2 & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{xy} & \sigma_y^2 & \sigma_{yz} \\ \sigma_{xz} & \sigma_{yz} & \sigma_z^2 \end{bmatrix}$$

完整的權矩陣為 135×135 之方陣，將矩陣變為反矩陣，並且乘上先驗估計的參考變方，可算出 W（參考上面的方程式）。觀測方程式系統若以最小自乘法解算如下：

$$\text{參考變方：} S_0^2$$

$$X = (A^T W A)^{-1} A^T W L = N^{-1} A^T W L$$

如此可求算出未知坐標最可能的數值。

四、作業程序

4.1 使用儀器設備

表 4.使用儀器設備

儀器名稱與型號	數量
Leica_GPS 500_SR-530	3
GPS500 充電器	2
GPS500 電池	6
GPS500 天線	3
Leica_GPS 1200_GX1230	2
GPS 1200 充電器	2
GPS 1200 電池	6
GPS 1200 天線	2
Leica_SmartRover_ATX1230_GG	2
SmartRover 充電器	2
SmartRover 電池	8
SmartRover 天線	2
無線電對講機	6

4.2 測點、控制點規劃

4.2.1 控制點規劃

台北縣市地區之衛星控制點資料可於內政部地政司衛星測量中心網站上查詢(<https://www.gps.moi.gov.tw/index.html>)，目前一等衛星控制點有八個，二等衛星控制點有五十五個。

考量地緣因素，本計畫前期選擇溪子口山與大坪山兩個一等衛星控制點，以及二等衛星控制點待老坑山做為控制。經探勘點位，確認上山路線與標石點位無誤後，即開始進行本校木柵校區衛星控制網之測定。

由於計畫前期所選定之溪子口山一等衛星控制點於實地施測時，衛星訊號接收情形不佳，故本期控制點規劃改以台北大學衛星接收站之資料，代替溪子口山一等衛星控制點。

4.2.2 測點規劃

測點選取的基準為：點位分布均勻，對空通視良好，衛星收訊良好，地質穩固、無局部滑動之虞，點位附近可長期保持現狀、不做其他用途，以交通便捷、易為測量、工程及其他各界應用為原則。

基於上述原則，於政大附中、國關中心與金華校區(公企中心)屋頂選取適當地點，埋設鋼標，建立以下點位，並與計畫前期於木柵校區所佈設之點位 CUA1、1031、801 做聯測，如表五所示。

表 5. 點號與位置

點號	位置	點位描述	備註
N003	大坪山	一等衛星控制點	
1095	待老坑山	二等衛星控制點	
NTPU	台北大學	台北大學衛星接收站	
CUA1	綜合院館北棟頂樓	天線下接六樓 GIS 教室衛星接收站	
1031	河堤棒球場花台	本處有塗漆對空標誌	
801	山頂涼亭附近	以測點為中心直徑 30cm 之白圓圈	
gt2	國關中心	圖書館頂樓	新建點
GC3	公企中心	西樓屋頂水塔旁	新建點
GT2	政大附中	圖書館頂樓避雷針旁	新建點
CSRF	名家公司		

4.3 GPS 測量外業規劃與靜態測量程序

4.3.1 外業規劃準備及注意事項

- a. 觀測行程排定，包括每天進行觀測之測站數目及名稱、儀器種類、施測人員分組、車輛配置情形等有關事宜。
- b. 檢查接收儀，記憶體容量是否夠用，已觀測資料是否已安全取出存到磁片。
- c. 檢查接收儀電池是否已充電，並攜帶備用電池。
- d. 檢查外業所必須之裝備，包括基座、腳架、天線、天線轉接器、天線電纜、電池等等，應逐一清點，若有故障或缺少者，應事先修正或採購，並列出衛星定位測量裝備一覽表。
- e. 實際將觀測儀器置於室外，模擬實際狀況，架設起來並操作一次，以確定整組裝備正常與否。
- f. 攜帶點位間移動行程表、點位觀測時段表及三角點調查有關資料。(包括地圖、點之記等)。
- g. 約定車輛接送時間及連絡方式。
- h. 確定足夠安全裝備，如食物、飲水等。

4.3.2 觀測程序應注意事項

- a. 查看測點之點號與計劃觀測點號是否符合。
- b. 架設天線，定心、定平並依指北針調整天線特定標記指向北方，確實接妥天線電纜，量天線高，再確實複查定心、定平。
- c. 確實接妥天線電纜。
- d. 施測時應按衛星定位接收儀器正常操作程序開機，檢查是否正常接收、記憶體空間是否夠，電池是否滿載，並確認點號、取樣間隔(3 秒)，最低仰角(5 度)並輸入天線高，開始觀測，每次觀測一小時。
- e. 定時注意接收儀是否正常接收衛星訊號及訊號品質。
- f. 遇有突發狀況，如地震、下雨、起霧、刮大風或儀器傾倒、斷電等因素，則

記錄之，可恢復者則恢復之，並記錄其時間。

4.3.3 觀測結束時應注意事項

- a. 通訊連絡各站關機時間後關機。
- b. 重量天線高，若有變動則記錄之，並注意光學基座對心是否偏移，有則估計其偏移量及方向。
- c. 收妥各項儀具及裝備。
- d. 臨走前，再查看點位附近是否有物品遺落。

4.3.4 返回計算中心時應注意事項

- a. 將使用過之電池加以充電。
- b. 將接收儀內資料取出，並安全地儲存於硬碟。
- c. 清除已取出之資料檔案。
- d. 報告作業情況。
- e. 以硬碟中資料初算一次，確定硬碟資料沒有問題。
- f. 確實作好下次觀測時段的檢查工作，包括儀器、電池、充電情形等，以便配合地圖及點之記的描述狀況，規劃行程安排。

4.3.5 其他事項

由於 GPS 衛星觀測計劃，端賴整體人員的配合，應保持各組人員的聯繫，以利工作的順利進行，因此通訊設備是不可或缺的重要工具。本期計畫共準備六臺無線電對講機，方便各組人員相互聯絡，於偏遠山區無法以無線電聯繫之地區則以手機聯絡，確保觀測作業之順利。

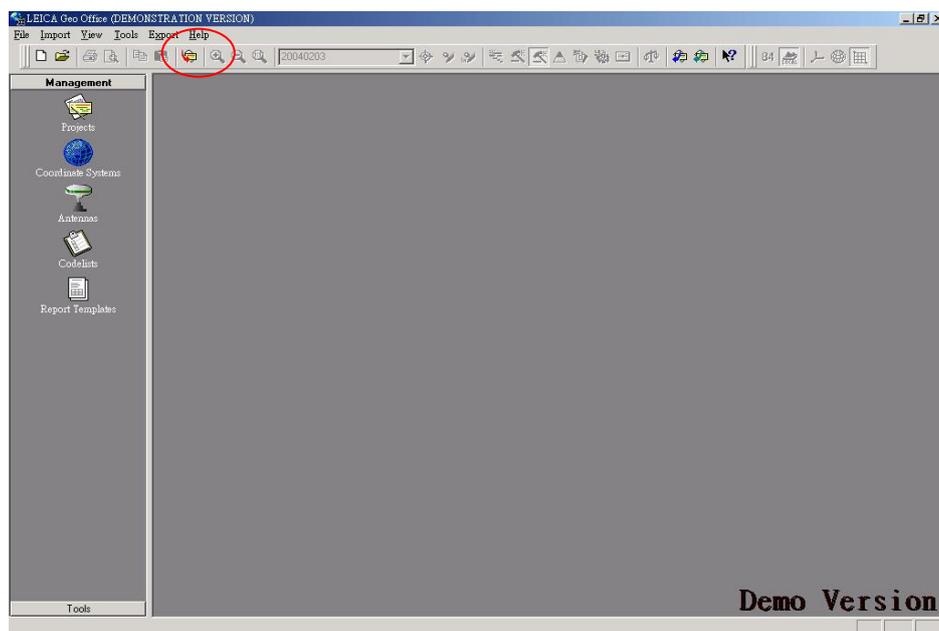
五、測量成果計算

本計畫係以嚴密三邊網平差方式，計算上述各點 TWD97 系統之 TM2°坐標。配合使用之儀器，採用 Leica Geo Office(簡稱 LGO)平差程式來進行基線計算、網形平差，以及坐標轉換。

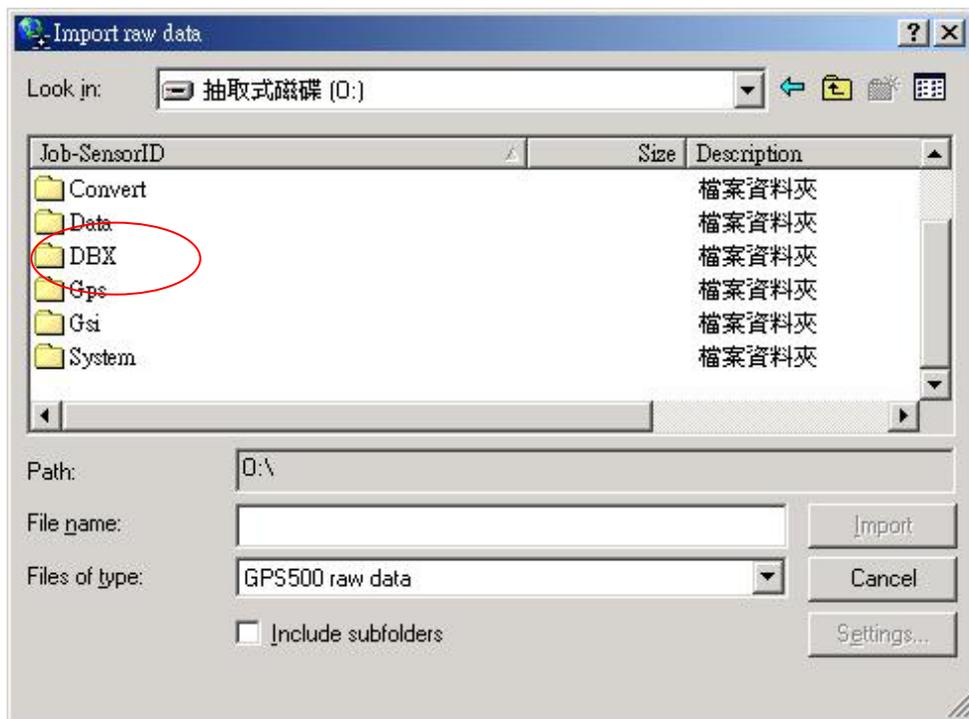
5.1 操作步驟

a. 利用讀卡機，將靜態測量的觀測資料檔從 GPS 接收器上的 CF CARD，下載至電腦並妥善備份保管。

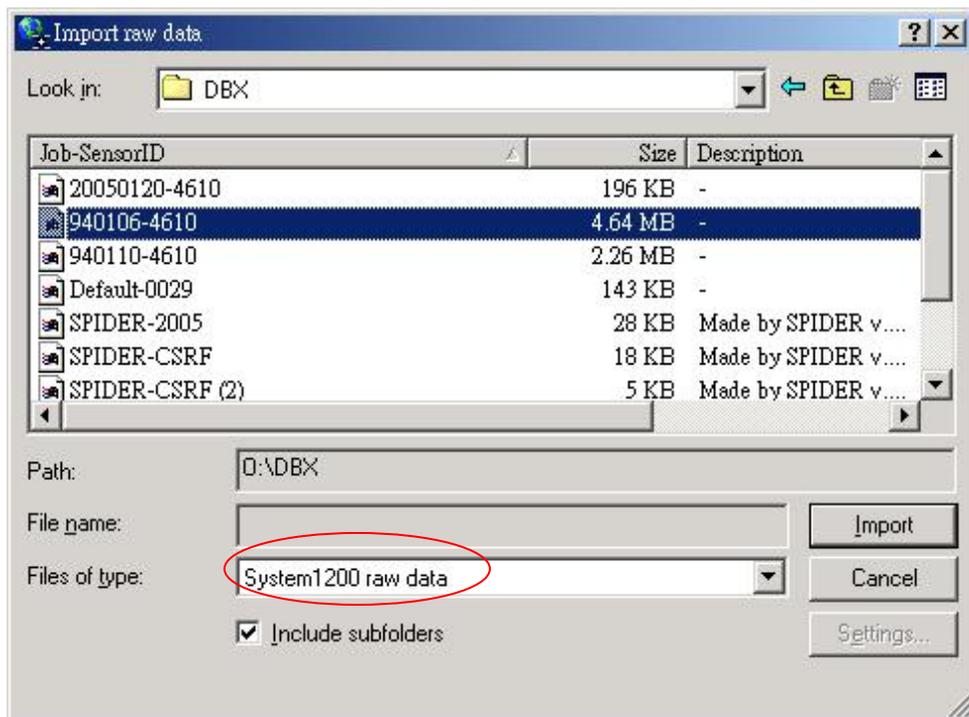
b. 開啟 LGO，按下  匯入觀測資料檔。



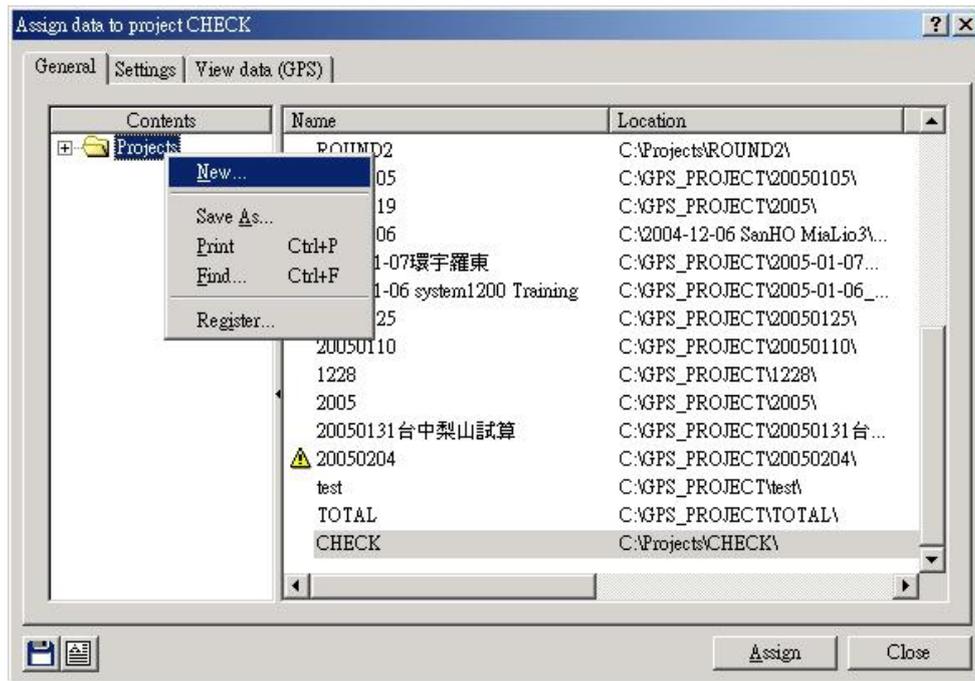
c. 靜態測量的觀測資料檔儲存於 CF CARD 內之 DBX 資料夾中。



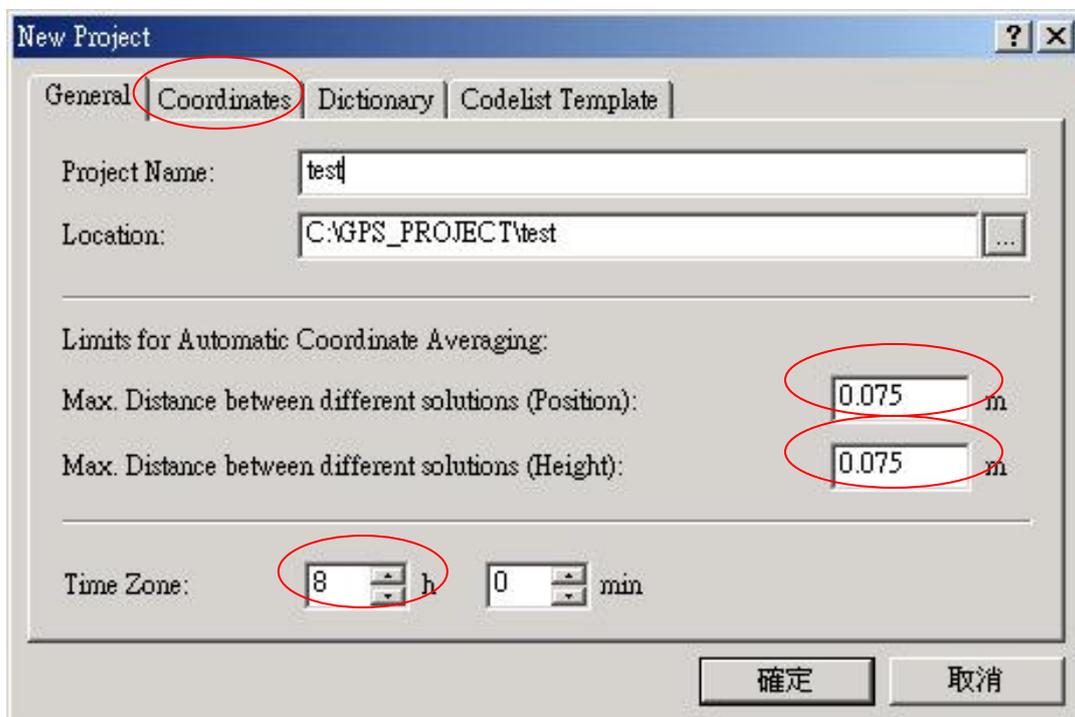
d.注意檔案格式應為 raw data(System1200 表 GPS 型號),選擇欲匯入檔案後按下 Import 完成檔案匯入工作。



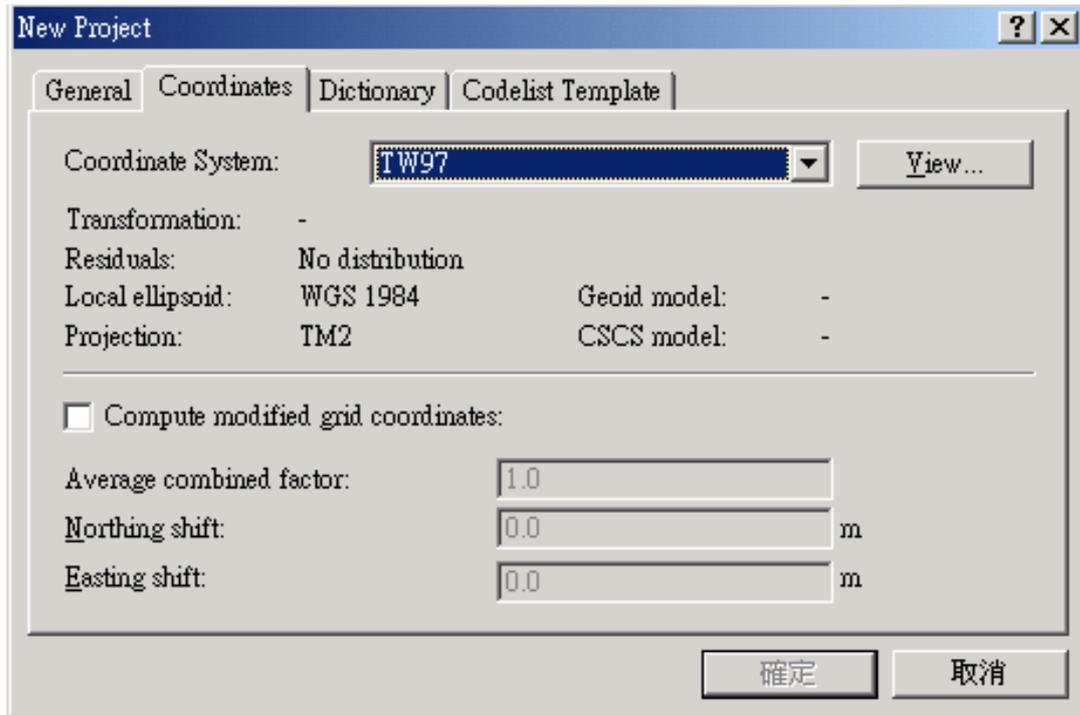
e.此時 LGO 會要求指定檔案是匯入哪個專案(Project)之下，如要建立新專案則於 Projects 資料夾上按右鍵選擇 New 開始建立新專案



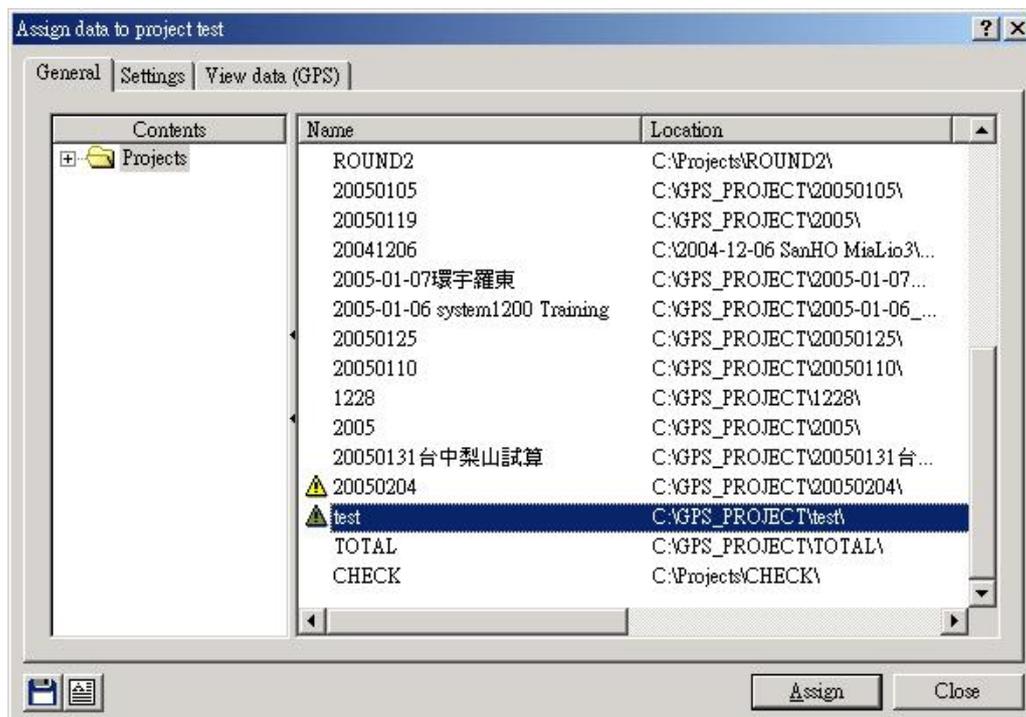
f.輸入專案名稱(假定為 test)，平面與高度最大限制以及時區後進入 Coordinate 分頁中。

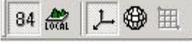


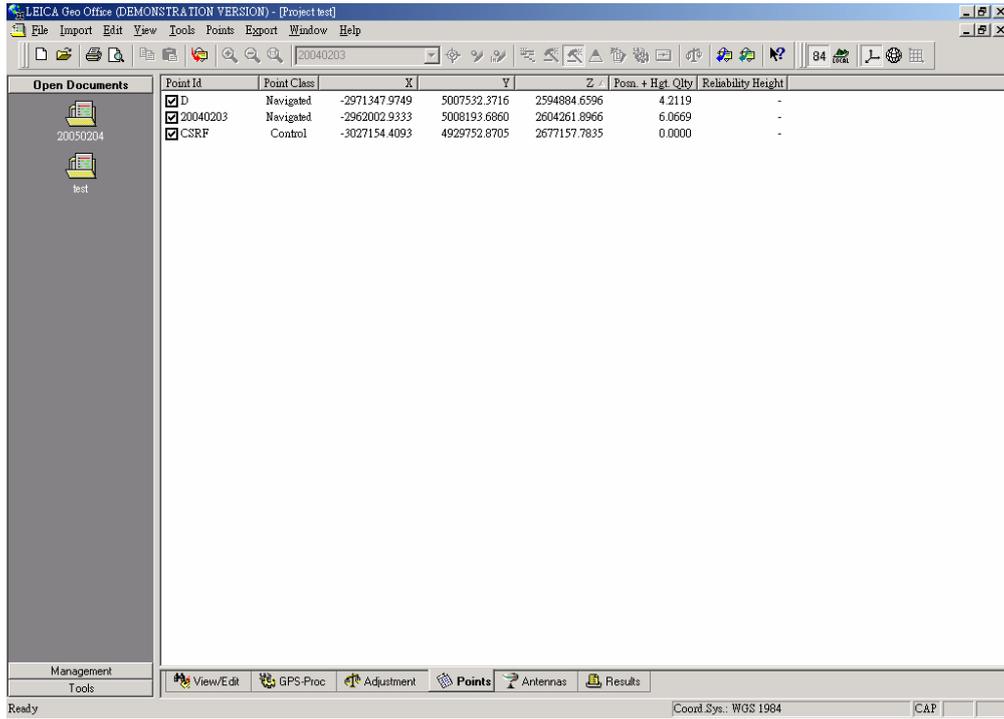
g. 在坐標系統中，下拉選單選擇已預先建立之 TW97 坐標系再按下確定。



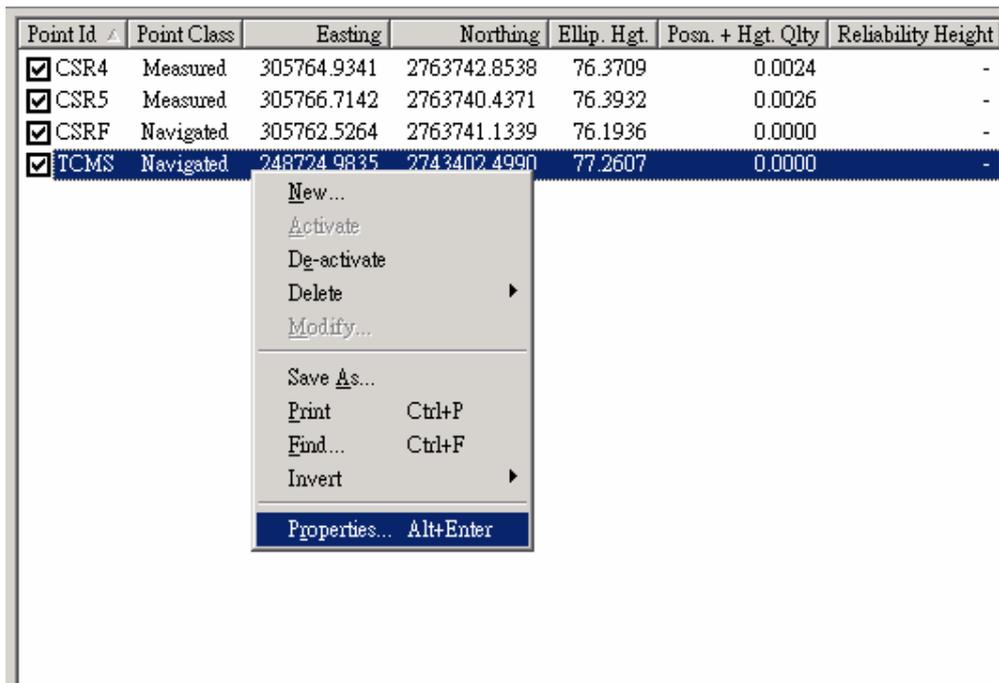
h. 此時即完成專案之新增，按下 Assign 後就會將觀測檔案匯入至新增專案內。



i. 於專案中之 Point 可看到量測的點號與坐標， 則可用來切換不同坐標。



j. 在預定之控制點點號上，按右鍵選擇 Properties... 進入點位內容設定。



k. 在 Point Subclass 下拉選單中選擇 Control 將之設定為控制點。

Point Properties

General | Stochastics | Thematical Data

Point Id: TCMS Activated

Point Class: Control

Point Subclass: Control
Reference
Navigated
Estimated

Coordinate Type: GSS4 Local

Coordinate Format: Latitude, Longitude, Height

Height Mode: Ellipsoidal Orthometric

Latitude: 24°47'52.74990"N Standard deviation: 0.0 m

Longitude: 120°59'14.60080"E Standard deviation: 0.0 m

Height: 77.2607 m Standard deviation: 0.0 m

確定 取消 套用(A)

l. 坐標系統點選 Local，再選擇以網格(Grid)方式表示。

Point Properties

General | Stochastics | Thematical Data

Point Id: TCMS Activated

Point Class: Control

Point Subclass: Fixed in Position and Height

Coordinate Type: Geodetic WGS84 Local

Coordinate Format: Cartesian
Geodetic
Grid

Height Mode: Orthometric

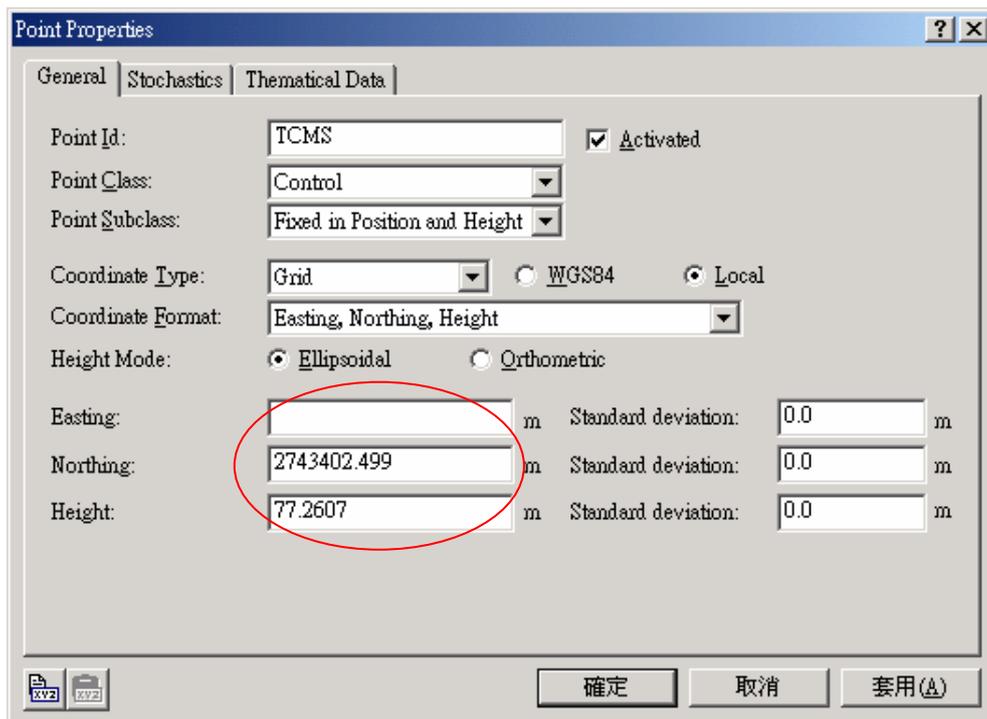
Latitude: 24°47'52.74990"N Standard deviation: 0.0 m

Longitude: 120°59'14.60080"E Standard deviation: 0.0 m

Height: 77.2607 m Standard deviation: 0.0 m

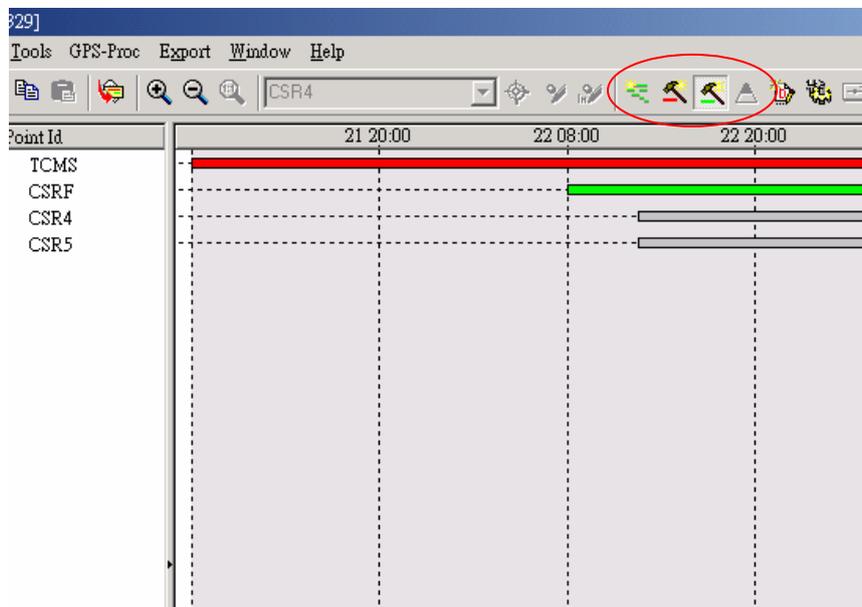
確定 取消 套用(A)

m.此時坐標系統以 E、N、H 表示後，即可手動輸入控制點坐標，輸入完成後按下確定完成控制點設定。

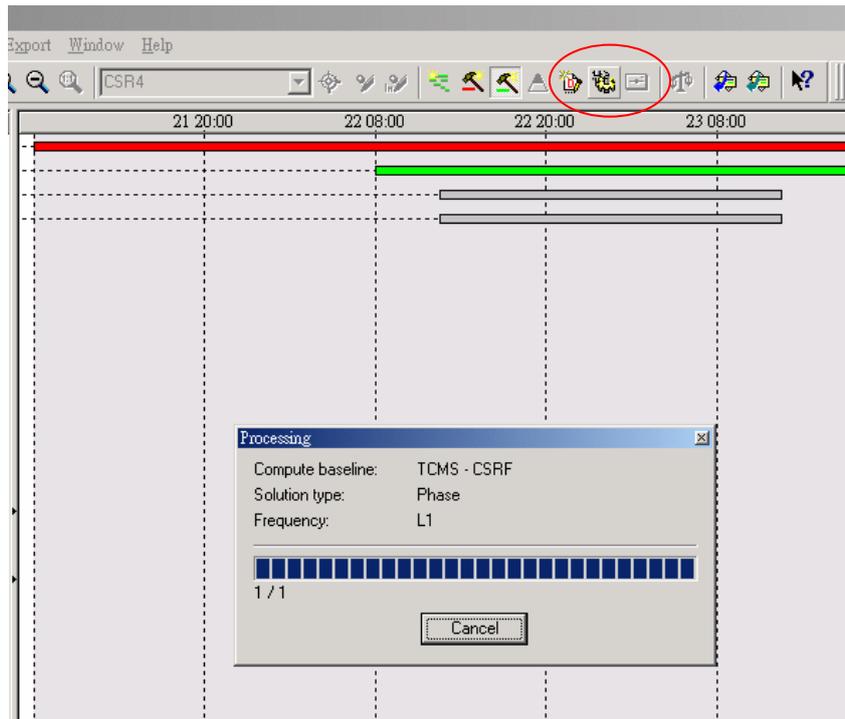


n.進入 GPS-Proc，按下  點選控制點觀測量(點選後觀測量會顯示為紅色)，

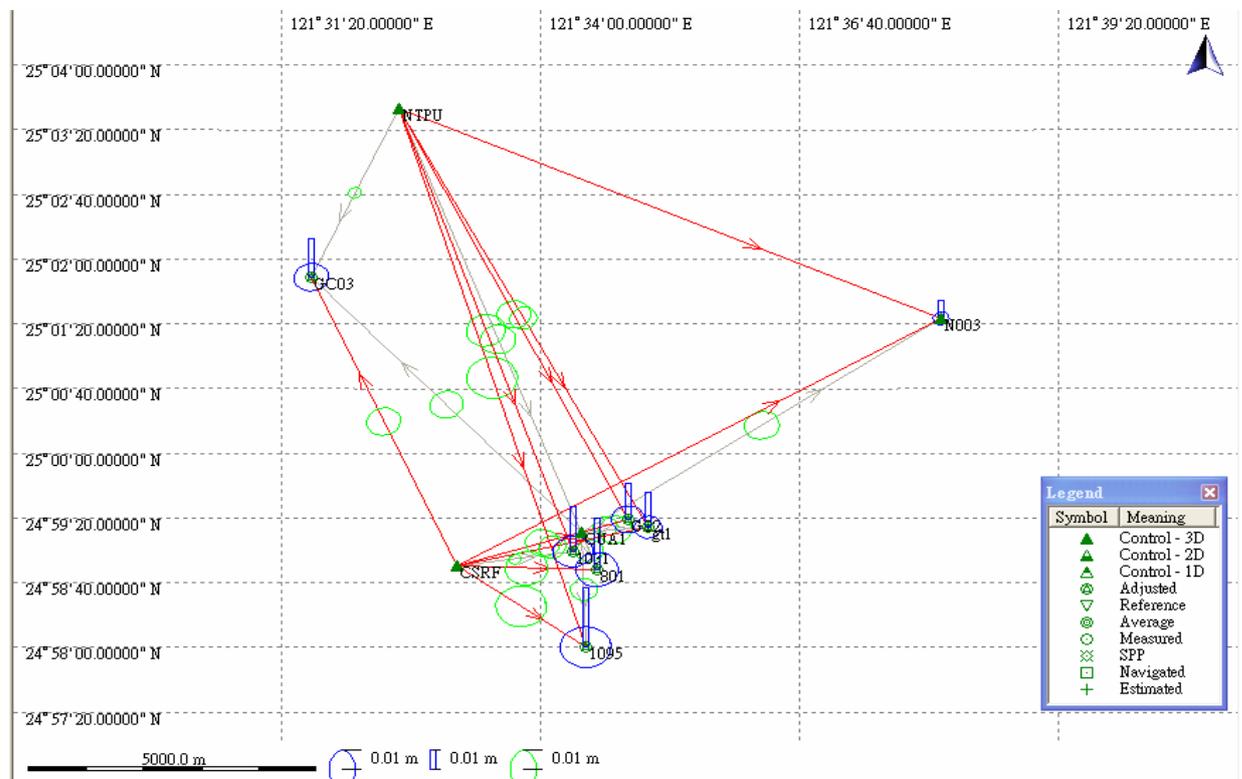
再以  點選欲求解點之觀測量(點選後觀測量會顯示為綠色)。



0.之後按下  即可開始進行平差解算。



5.2 網形平差成果圖



5.3 解算成果

5.3.1 TWD97 國家縱橫坐標系統

National Grid Coordinates					
Point	Point class	East[m]	North[m]	Ellips. Height[m]	Position sd
NTPU	Control	304723.968	2772437.52	60.7793	0.0000
N003	Control	314138.592	2768490.83	409.5221	0.0105
CUA1	Control	307932.611	2764399.03	105.2870	0.0000
CSRF	Control	305762.321	2763741.22	76.2283	0.0000
gt2	Adjusted	309078.001	2764501.03	114.3339	0.0199
GT2	Adjusted	308737.232	2764640.45	71.2621	0.0217
GC03	Adjusted	303215.884	2769237.29	40.5574	0.0226
801	Adjusted	308197.836	2763682.17	134.8579	0.0298
1095	Adjusted	308004.410	2762227.78	402.5639	0.0345
1031	Adjusted	307780.665	2764025.24	36.9718	0.0262

5.3.2 TWD97 大地坐標系統

TWD97 - Geographical Coordinates					
Point	Point class	North[m]	East[m]	Ellips. Height[m]	Position sd
NTPU	Control	25° 03' 32.89631" N	121° 32' 32.63363" E	60.7793	0.0000
N003	Control	25° 01' 23.29634" N	121° 38' 07.88535" E	409.5221	0.0105
CUA1	Control	24° 59' 11.21138" N	121° 34' 25.90333" E	105.287	0.0000
CSRF	Control	24° 58' 50.12511" N	121° 33' 08.41717" E	76.2283	0.0000
gt2	Adjusted	24° 59' 14.36758" N	121° 35' 06.76250" E	114.3339	0.0199
GT2	Adjusted	24° 59' 18.94647" N	121° 34' 54.63225" E	71.2621	0.0217
GC03	Adjusted	25° 01' 49.08080" N	121° 31' 38.37985" E	40.5574	0.0226
801	Adjusted	24° 58' 47.87643" N	121° 34' 35.25236" E	134.8579	0.0298
1095	Adjusted	24° 58' 00.63469" N	121° 34' 28.13582" E	402.5639	0.0345
1031	Adjusted	24° 58' 59.08379" N	121° 34' 20.42886" E	36.9718	0.0262

六、誤差統計分析與比較

下列說明上述結果與跟 93 年施測之控制網成果之比較

國家坐標系的平差統計分析	
坐標系統: TWD97	
基線個數	11
地面觀測個數.....	7
國家坐標系的控制點個數.....	4
平差後的點個數.....	10
信心水準.....	95%
Tau Test 的顯著水準.....	5%
單位權標準誤差.....	1.965
迭代次數.....	1

平差後各點對控制點的標準差

	CSRF			CUA1			NTPU		
	sE	sN	sH	sE	sN	sH	sE	sN	sH
gt1	0.003	0.006	0.003	0.004	0.006	0.004	0.004	0.008	0.004
GC03	0.003	0.005	0.003	0.003	0.006	0.003	0.003	0.005	0.003
1095	0.007	0.011	0.006	0.0007	0.0011	0.0007	0.0007	0.0011	0.0007
N003	0.0004	0.0007	0.0004	0.0004	0.0007	0.0004	0.0004	0.0007	0.0004
801	0.0004	0.0007	0.0004	0.0004	0.0007	0.0004	0.0005	0.0008	0.0005
1031	0.0002	0.0004	0.0002	0.0002	0.0003	0.0002	0.0004	0.0006	0.0004
GT2	0.0004	0.0006	0.0004	0.0004	0.0007	0.0004	0.0005	0.0008	0.0005

誤差橢圓(2D-39.4%1D-68.3%)					
Station	長半徑 A[m]	短半徑 B[m]	A/B	Phi	Sd Hgt[m]
1031	0.0093	0.0081	1.1	78°	0.0231
1095	0.0120	0.0106	1.1	89°	0.0306
801	0.0101	0.0089	1.1	85°	0.0266
CSRF	0.0000	0.0000	1.0	81°	0.0000
GC03	0.0082	0.0071	1.2	76°	0.0199
GT2	0.0082	0.0070	1.2	-86°	0.0189
N003	0.0000	0.0000	1.0	75°	0.0000
NTPU	0.0000	0.0000	1.0	81°	0.0000
gt2	0.0066	0.0058	1.1	74°	0.0179
CUA1	0.0000	0.0000	1.0	81°	0.0000

共同點的比較

93 年

Point	E [m]	N [m]	H[m]
CUA1	307932.604	2764399.028	105.287
1031	307780.629	2764025.233	36.965
801	308197.805	2763682.172	134.822
DLKS	308004.390	2762227.788	402.502
DAPS	314138.595	2768490.825	409.523

95 年

Point	E [m]	N [m]	H[m]
CUA1*	307932.611	2764399.03	105.2870
1031	307780.665	2764025.24	36.9718
801	308197.836	2763682.17	134.8579
1095	308004.410	2762227.78	402.5639
N003	314138.592	2768490.83	409.5221

七、結論與建議

- 1.本期計畫延續前期計畫，擴大於政大附中、國關中心、金華街公企中心等校區之佈設點位，並進行聯測，求取點位資料。本校各校區得以 TWD97 國家坐標系統確定校址。
- 2.本次計畫使用政治大學地政學系現有兩台 Leica GPS 1200 接收儀及兩台 Leica GPS，另借用台灣大學森林系、台北大學不動產及城鄉規劃學系及名家公司另三台 Leica GPS 500 接收儀，及一台 GPS 1200 接收儀。各類儀器資料格式不同，需經轉換，再一併解算，可達成最大效益。
- 3.測區範圍加大，包括政大校本部及其他校區，但採用的網型平差成果不如前年的精準，可參考誤差橢圓，主因在網形幾何條件不理想，爾後將持續定期觀測探討並改進。
- 4.初次解算時有加入 N003 作為控制點,但因解算成果不佳,故僅選擇衛星追蹤站 CSRF, CUA1 及 NTPU 作為控制點。

參考文獻

http://flickr.tw/2006/01/my_flickr_projects.html

<http://gis.thl.ncku.edu.tw/coordtrans/coordtrans.aspx>

<https://www.moidlassc.gov.tw/satellite/cpQuery/cpQuery.jsp>

孔祥元、郭際明、劉宗泉，2001，大地測量學，武漢大學，武漢是，第 166-167 頁。

楊名、曾清涼、史天元、張順隆，1999，TWD67 與 TWD97 大地基準轉換方法之研究，測量工程，第 41 卷，第三期，第 28-34 頁。

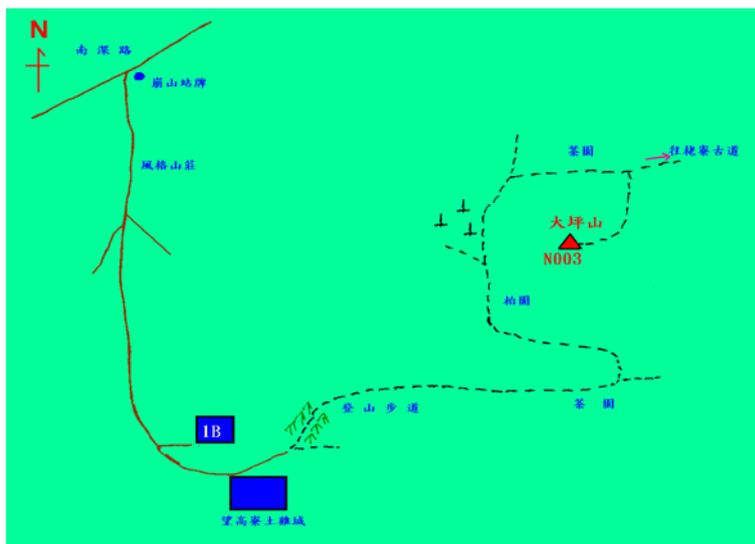
Wolf, P.R., C.D.Ghilani, 2006, Elementary Surveying, 11th ed. Pearson Prentice Hall, pp.373-390.

Wolf, P.R., C.D.Ghilani, 1997, Adjustment Computation, 3rd ed. John Wiley & Sons, Ins., New York, pp.314-318.

附錄 - 點之記

大坪山 DAPS			
TWD97 大地坐標	121°38'07.90912" E	25°01'23.30951" N	408.0925 m
TWD97 縱橫坐標	2768490.806 m	314138.5995 m	409.5001 m
點位編號	N003	施測時間	95 年 8 月
標石號碼	無資料	標石種類	花崗石
點位來源	原一等三角點	所在地	台北縣深坑鄉

路線圖



現場照片



點位說明：由 106 道路(台北往石碇)至 109 道路左轉(南深公路)行至 109 號道路 6 公里前方一岔路(有往大坪山標示牌)右轉途經風格山莊，再往前行至叉路，由有大坪山標示牌小路前行至下一路口，往右行至廢棄之養雞場下車，由小木橋步行往上走約 30 分鐘即可到達點位。註：沿路均有登山布條。

二等衛星控制點-待老坑山 DLKS

TWD97 大地坐標	121°34'28.15280" E	24°58'00.65137" N	400.8415 m
TWD97 縱橫坐標	308004.3699 m	2762227.774 m	402.5562 m
點位編號	N395	施測時間	95 年 8 月
標石號碼	1095	標石種類	花崗石
點位來源	原三等三角點	所在地	台北市文山區

路線圖



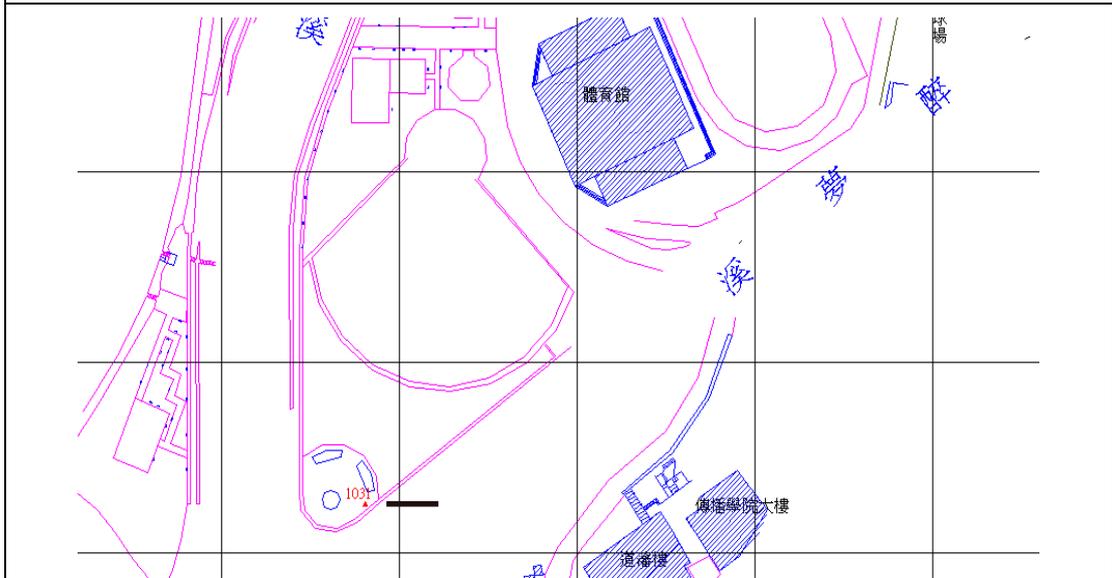
現場照片



點位說明：由興隆路四段左轉木新路，再右轉過恆光橋到國立政治大學校門口，有路標指往杏花林共 4 公里，在杏花林下車後，可循台階而上再轉入右側前方小路徑，點位在杏花林後山頂，步行時間約二十分鐘。

政治大學木柵校區控制點：河堤棒球場之花台			
TWD97 大地坐標	121°34'20.43209" E	24°58'59.10029" N	34.9392m
TWD97 縱橫坐標	307780.6194 m	2764025.222 m	36.9717 m
點位編號	1031	施測時間	95 年 8 月
標記種類	中型鋼釘	所在地	台北市文山區
點位來源	自選	備註	對空標誌

路線圖

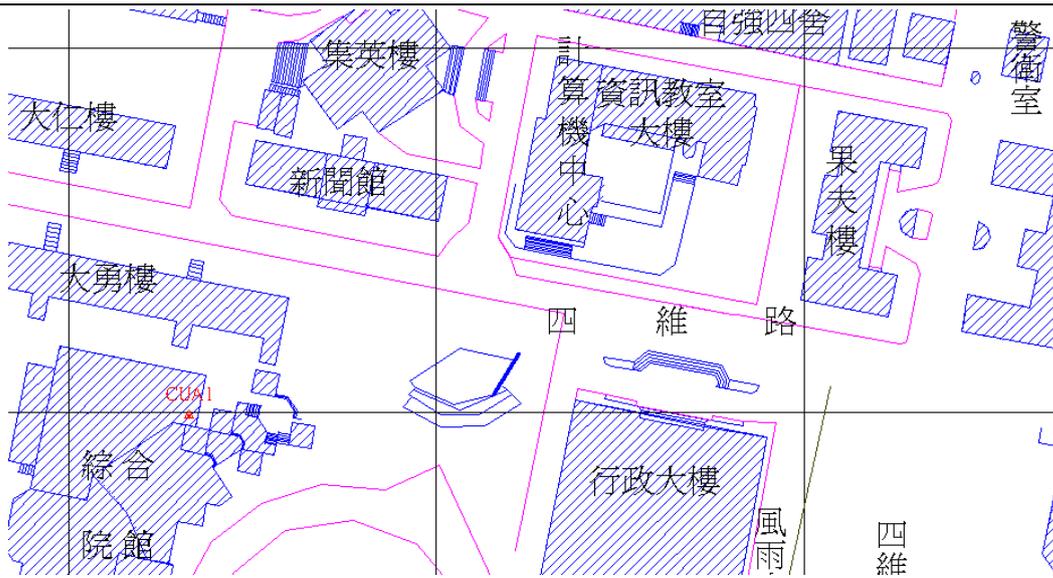


現場照片



政治大學木柵校區控制點：綜合院館北棟樓頂			
TWD97 大地坐標	121°34'25.90309" E	24°59'11.21138" N	105.2870 m
TWD97 縱橫坐標	307932.604 m	2764399.028 m	105.287 m
點位編號	CUA1	施測時間	95 年 8 月
標記種類		所在地	台北市文山區
點位來源		備註	天線下接北棟 GIS 教室

路線圖



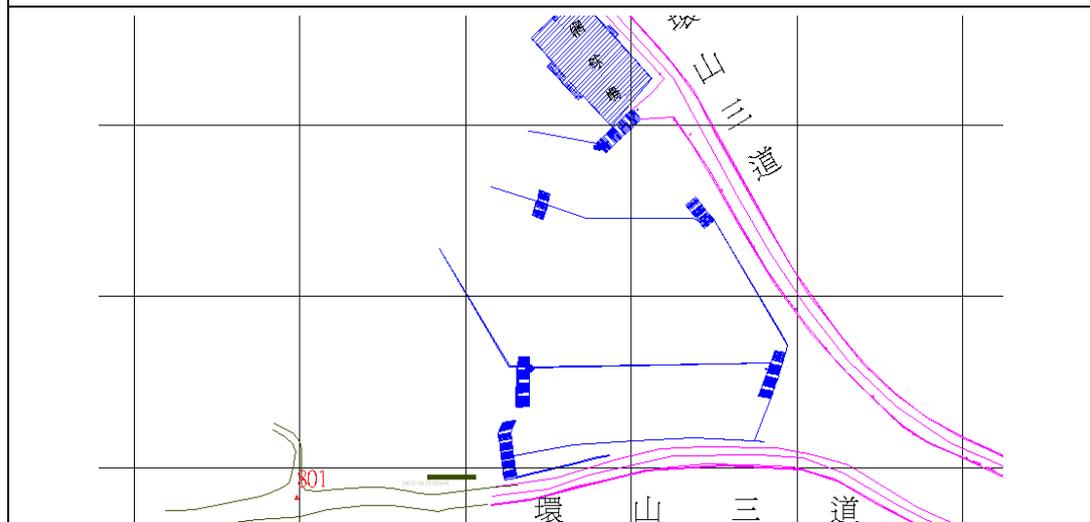
現場照片



點位說明：政治大學綜合院館北棟頂樓水塔旁

山頂涼亭			
TWD97 大地坐標	121°34'35.25927" E	24°58'47.87675" N	132.0070 m
TWD97 縱橫坐標	308197.7993 m	2763682.162 m	134.8484 m
點位編號	801	施測時間	95 年 8 月
標記種類	中型鋼釘	所在地	台北市文山區
點位來源	自選	備註	

路線圖



現場照片



點位說明：政治大學環山道山頂涼亭下坡處

台北大學			
TWD97 大地坐標	121°32'32.63363" E	25°03'32.89631" N	60.7793 m
TWD97 縱橫坐標	304723.9264 m	2772437.499 m	60.7798 m
點位編號	NTPU	施測時間	95 年 8 月
標記種類	中型鋼釘	所在地	台北市松山區
點位來源		備註	

路線圖

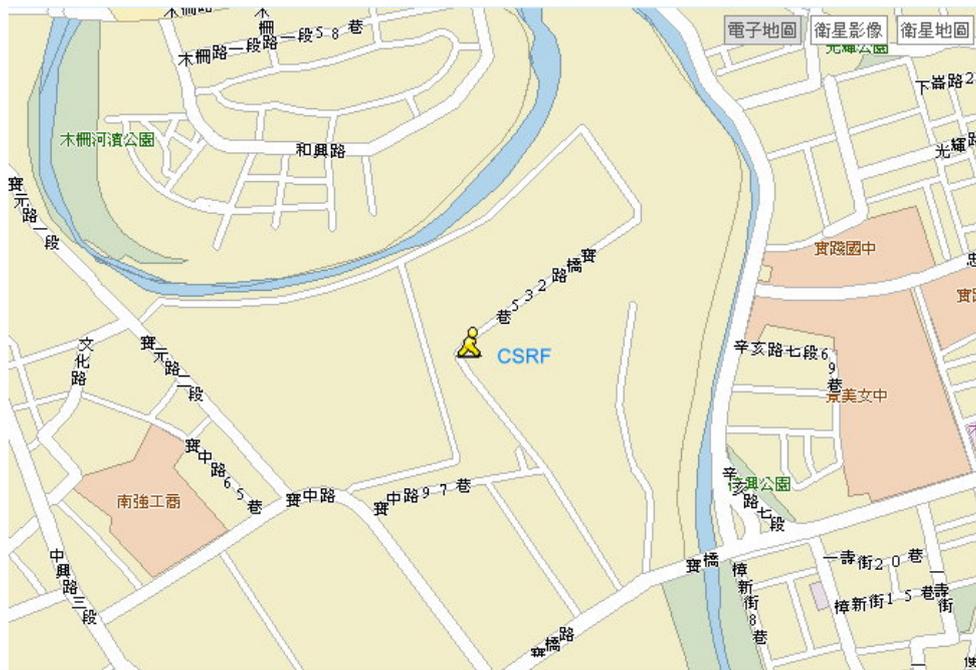


現場照片：缺

點位說明

名家公司			
TWD97 大地坐標	121°33'08.41717" E	24 58'50.12511" N	76.2283 m
TWD97 縱橫坐標	305762.2865 m	2763741.219 m	76.2137 m
點位編號	CSRF	施測時間	95 年 8 月
標記種類	中型鋼釘	所在地	台北縣新店市
點位來源		備註	

路線圖

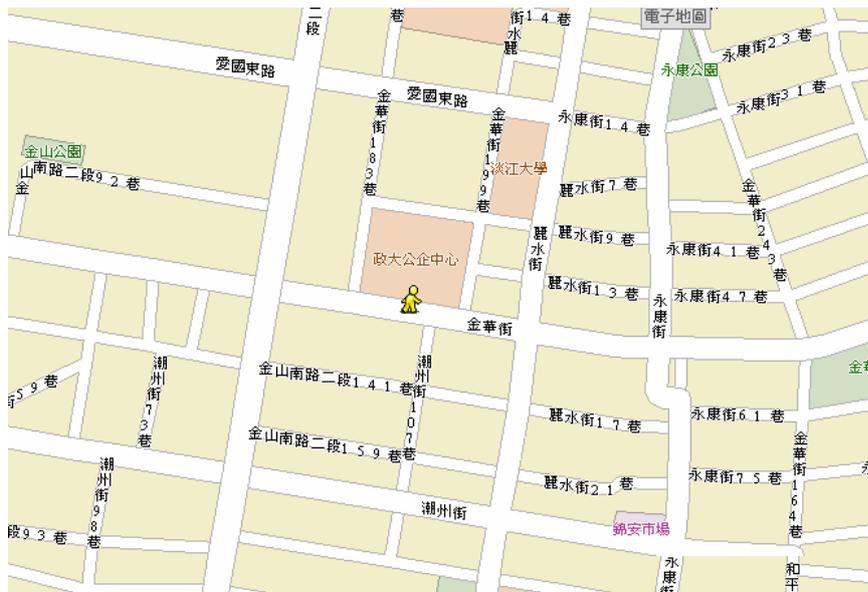


現場照片



公企中心			
TWD97 大地坐標	121°31'38.38206" E	25°01'49.11099" N	38.7145 m
TWD97 縱橫坐標	303215.847 m	2769237.286 m	40.5435 m
點位編號	GC03	施測時間	95 年 8 月
標記種類	中型鋼釘	所在地	大安區
點位來源		備註	

路線圖



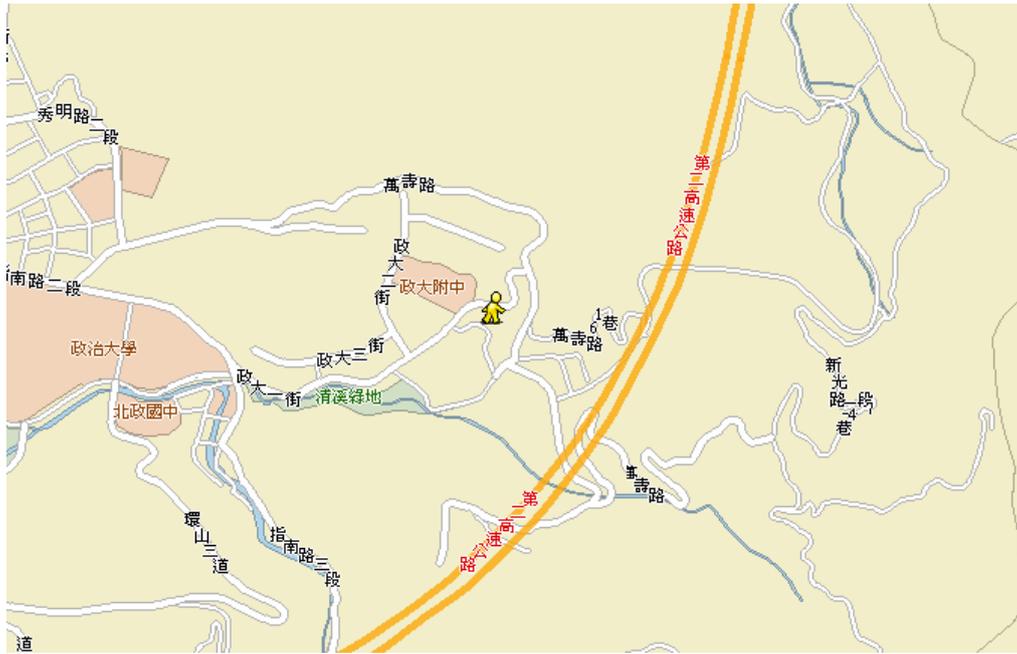
現場照片



點位說明：台北市金華街 187 號屋頂綠色地板上

政大附中			
TWD97 大地坐標	121 34'54.64228" E	24°59'18.96140" N	68.3127 m
TWD97 縱橫坐標	308737.1924 m	2764640.443 m	71.2526 m
點位編號	GT2	施測時間	95 年 8 月
標記種類	中型鋼釘	所在地	台北市文山區
點位來源		備註	

路線圖



現場照片



點位說明：北市文山區政大一街 353 號圖書館頂樓金字塔旁

國關中心			
TWD97 大地坐標	121°35'06.76107" E	24°59'14.36731" N	114.3256 m
TWD97 縱橫坐標	309077.9612 m	2764501.026 m	114.3256 m
點位編號	gt2	施測時間	95 年 8 月
標記種類	中型鋼釘	所在地	文山區
點位來源		備註	

路線圖



現場照片



點位說明：台北市文山區萬壽路 64 號圖書館樓頂