

# 國立成功大學測量及空間資訊學系 108 學年度 測量總實習需求書

案名：成功大學成功校區 2D/3D 數值地形測繪及 Web-GIS 應用系統之開發

## 一、前言

「測量總實習」為本系頂石(capstone)課程，以實習型式培養同學驗證課程所學，並透過實務操作培養問題解決能力及團隊合作精神之課程。本服務需求書具體規定總實習須執行之工作項目、作業規定及繳交資料，以供修課同學規劃工作計畫書、執行工作及品質檢核之參考。最終實習成果之檢核亦以本需求書之內容為準。

## 二、實習區域

- (1) 區域概述：實習區域為成功大學成功校區，北至小東路、東至長榮路、南至大學路、西至勝利路，包括四周道路與人行道區域。
- (2) 位置圖

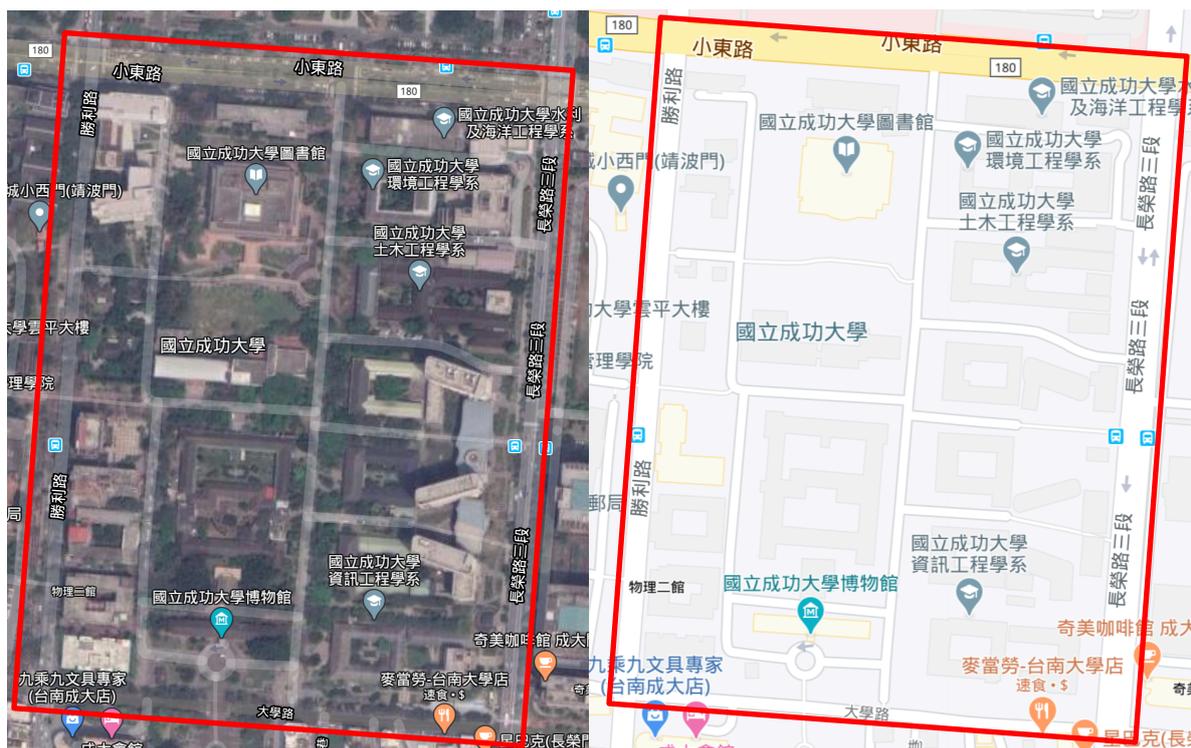


圖 1、實習區域

### 三、工作項目

工作主要包括以下之項目：

- (1) 工作執行計劃書研提
- (2) 儀器檢定
- (3) 控制測量
- (4) 利用航照測製 1/1000 數值地形圖與 GIS 電子地圖
- (5) 利用航照製作真實正射影像與數值地表模型
- (6) 利用空載光達製作數值地形模型與等高線
- (7) 以地面攝影製作雕塑品仿真三維模型
- (8) 整合上述所有資料建置 2D 或 3D Web-GIS 應用系統
- (9) 每日工作紀錄，包含照片與文字說明。

### 四、執行團隊

修課同學須分為乙方及丙方兩個團隊，乙方以實際執行資料之測製及處理為主，丙方以相關作業程序及成果之品質監驗為主。兩方均須設置主持人一名，並依需求及工作進程進行人員之分組，相關權責及分工須明列於工作計畫書及工作執行計畫書之中。兩方須於執行過程維持密切之聯繫，並與指導老師定期或不定期舉行會議，以確保成果之正確性及完整性。

### 五、工作時程

本案之預計工作時程為 21 個日曆天，由 109 年 7 月 6 日開始執行，至 109 年 7 月 27 日止。除因不可抗力之因素造成期程延宕，經指導老師同意展延外，其餘無法如期完工之情形均須依實際之延誤情形而酌予扣分。

### 六、工作計畫書研提

工作計畫書由乙丙雙方執行團隊依本需求書規定之內容研擬，於 106 年 5 月 20 日前提送指導老師，於 109 年 5 月 21 日（四）15:10-17:00 進行簡報，簡報時間各為 20 分鐘。工作計畫書之製作及內容章節規定如下：

(1) 製作規定：

1. 工作計畫書須以 A4 規格紙張，直式橫書方式製作，封面上端署名「國立成功大學測量及空間資訊學系 108 學年度測量總實習工作計畫書」，下端註明班級之級次、分組編號及提出之日期。
2. 內文以直式橫書方式撰寫，中文（正體字）為標楷體 12 號字、英文字體為 Times New Roman 12 號字，並於封面次頁製作目錄，說明各章、節內容及頁次，各頁均應加註頁次。各章節標題須可與內文區隔，可酌予加大字體或使用粗體字。
3. 工作計畫書以不超過 60 頁為原則。

(2) 內容章節：

工作執行計畫書明列各項工作採用之技術、預計進度及人力規劃，經指導老師同意後實施。工作計畫書至少需包含下列章節。

1. 前言：本案作業內容、作業方式等之整體規劃。
2. 作業項目及程序：就各項工作項目、作業程序與方法等詳細說明。
3. 工作進度：就各項工作項目之時程進度及查核點詳細說明，其中時程進度應以開始執行日起幾日表示（如開始執行日+10日）。除必要之文字說明外，整體進度須另以甘特圖說明。
4. 資料精度檢查及品質管控：就精度檢查及品質管控方法及執行方式詳細說明。
5. 團隊分工：說明執行團隊成員之分工及擔負任務，除專責之組長外，應以成員可於不同階段擔任不同任務為主要之規劃原則。
6. 儀器設備：本案作業擬使用之軟硬體設備、資料存放及保全等說明。
7. 繳交資料說明：說明有關繳交資料之項目及格式。
8. 參考文獻及其他相關資料。

## 七、儀器檢定

凡所有測量作業之初必須對所有儀器進行檢定或率定，以確保儀器為可正確使用狀態，請針對此次總實習所使用儀器進行檢定並撰寫檢定報告書。

## 八、控制測量

在地形圖測製前須完成實習區域之控制測量，作業規定如下：

- (1) 依據控制網網形規劃方式進行控制點(包含主控制點及加密控制點)選點：依實習區域之狀態選取平面及高程控制點位，並進行已知控制點之檢驗。選取之點位應編號，並於現地清楚標示測點及編號，同時製作控制點點之記，點之記格式參考附件一。
- (2) 平面坐標系統採用內政部公告之 TWD97【2010】坐標系統，高程坐標系統採用內政部公告之 TWVD2001 坐標系統。
- (3) 平面測量主要採用衛星定位測量方法實施、亦可視情況需要整合三角、三邊測量以及精密導線測量方式，構成平面控制網形。平面測量觀測網形中應至少包含 1 個內政部公告之一等或二等衛星控制點，且必須符合內政部「基本測量實施規則」所規定之以衛星定位測量方法實施加密控制測量精度規範。平面測量亦可採用 e-GPS 虛擬基準站即時動態定位，惟此時必須遵照國土測繪中心「採用虛擬基準站即時動態定位技術辦理加密控制及圖根測量作業手冊」之規定實施。
- (4) 高程測量採取直接水準測量方法實施，觀測網形中應至少包含 2 個內政部公告之一等水準點，且必須符合內政部「基本測量實施規則」所規定之以水準測量方法實施加密控制測量之精度規範。

## 九、1/1000 數值地形圖與 GIS 電子地圖測製

數值地形圖測製以航空攝影測量為主，並以地面數值測量補測的作業方式進行，本課程須以學生所規劃的測量方式進行實習區域 1/1000 數值地形圖之測製，並將成果 GIS 化，並轉換格式為常用的 Shapefile 格式，包含地物屬性。所需航照資料由本系提供，作業規定依不同的測量方法分述如下：

### (一)、航空攝影測量

- (1) 航測地面控制點之分布：採用衛星定位測量輔助空中三角測量法，測區四角落各布設 2 個全控制點，並於測區首尾(航線端處)布設橫貫測區的高程控制鍊，除測區左右側邊外，鍊上之高程控制點應位於航線重疊區內。如果可取得測區首尾(航線端處)橫貫飛行航帶之影像，則高程控制鍊得以增加橫貫飛行航帶的方式取代，惟此作為高程控制之橫貫航帶內，每片 9 個標準點位中，至少有 5 個必須與原測圖用航帶連結。除布設控制點外，測區中央尚必須均勻測設 5 個以上檢核點，供驗證空中三角測量品質之用。
- (2) 空中三角測量：採用本系之影像工作站 LPS 量測(設有空標之)地控點，並採影像匹配自動化量測空三連結點，像點量測中誤差不得大於 10 微米。以本系空三軟體 ORIMA 實施空三平差計算，須分 2 個過程進行。先以最小約制(或自由網)平差，以進行粗差偵測並得到觀測值精度的估值，觀測值之殘餘誤差均方根值不得大於 10 微米。其次進行強制附合至控制點上之平差，觀測值之殘餘誤差均方根值不得大於 13 微米。
- (3) 地物測繪：使用本系的影像工作站 LPS 以數值立體測圖方式施測，地物、地類、地貌之分層分類請參照「基本地形圖資料分類編碼說明」進行分類編碼，其圖式依內政部頒佈之「基本地形圖資料庫圖式規格表」規定辦理。每個立體模型採用像對基高比(B/H)不小於 0.3 之立體像對，以保障立體測圖精度。主要道路、水系、房屋、地類均須測繪，並依分層分類編碼規則製作向量檔。地類判釋以攝影當時情形為依據，空地免予測繪。
- (4) 調繪補測：立體測圖繪製稿圖，攜赴實地調繪，以修正立體測圖之錯誤、補充立體測圖時無法辨認、遺漏或因影像受遮蔽未能於立測時測繪之地物。調繪補測以確認攝影當時情形為原則，並調查地物、地名、交通系統、水系、人工構造物、地類等名稱，製成調繪稿圖，以供地形圖編輯使用。實地調繪前，應先核對現有之航空影像、前一版地形圖等相關圖籍資料，逐一詳實比對，確認調繪內容。
- (5) 地形圖編纂：調繪補測完成後，按照「基本地形圖資料分類編碼說明」及內政部「基本地形圖資料庫圖式規格表」規定分幅編纂。地物與地貌之繪製遵循「一千分之一數值航測地形圖測製作業規定」第叁.六節及第叁.十節之規定。須分別製作實習區域 1/1000 比例尺數值地形圖之數值檔及紙圖輸出檔，若實習區域之大小超過 800m x 600m 之範圍，須作分幅之規劃與處理。執行團隊內部需建立品質檢核機制，規劃必要之檢核表格，並繳交相關品管記錄。
- (6) 航空相片來源：2016 年拍攝之 23 張 DMC II-230 彩色航照，航高 1670 公尺。

## (二)、地面數值測量

- (1) 圖根測量：圖根點為直接供測圖使用，其布設是在各等級控制下以加密測量方式進行加密，可分為圖根平面控制測量及圖根高程測量。傳統圖根平面控制測量常採用導線測量、三角測量、交會測量等方法，其中導線測量一般不超過兩次附合，且單一導線之導線點個數不得過六個點，所有導線要組成導線網，為增加多餘觀測及點位精度，所有鄰近可通視的點位皆需聯測；圖根高程測量採用直接水準測量及三角高程測量。圖根點的精度，相對於鄰近等級控制點的點位中誤差，不應大於圖面上 0.1mm，高程的中誤差不應大於測圖基本等高距的 1/10。
- (2) 圖根控制點平差計算：以本系現有平差計算軟體實施平差計算，強制附合至控制點上。
- (3) 細部測量：為測定地物細部點在圖面上的平面位置高程及其屬性資料，依此來描繪出各種地物。地物包括主要道路、水系、房屋、地類等均須測繪，並依分層分類編碼規則製作向量檔。
- (4) 製圖整飾：將測量所得之地物資料傳輸入電腦，利用繪圖軟體進行編碼處理、圖形編輯、註記整飾，匯整地物資料庫，按照「基本地形圖資料分類編碼說明」及內政部「基本地形圖資料庫圖式規格表」規定分幅編纂，製作實習區域 1/1000 比例尺數值地形圖之數值檔。

## 十、製作 ALS 數值地形模型與等高線

- (1) 數值覆蓋面模型是地表最上層覆蓋物(含人工建物及植被)的數值表面模型(Digital Surface Model, DSM)，數值地形模型(DTM)則為移除地上覆蓋物後之地形。

- (2) 本課程要求透過空載光達點雲(ALS)，進行地物分類，產製數值地形模型(DTM)與數值地表模型(DSM)，再將 DTM 內插製作 1 公尺間距之等高線，最後整合於數值地形圖中。

\*建議軟體:Lastools、ArcGIS、Cloud Compare 等

## 十一、製作真實正射影像與數值地表模型

- (1) 利用垂直航拍影像產製地面解析度 10 cm 之真實正射影像與數值地表模型(DSM)，資料格式為 Geotif 或 Tiff+tfw 坐標檔頭資料。
- (2) 真實正射影像位於平坦地表面無高差移位的明顯地物點其位置中誤差應小於 0.5 m，最大誤差應小於 1 m。產生之無影像遮蔽區應以鄰影像補足，若無影像可供補足，得以黑色區塊填補。正射影像製作，其每一像元以使用距離像主點最近之像元為原則，另需進行無接縫鑲嵌及調整全區影像之色調、亮度一致，整張正射影像之色調應均勻，8 位元影像的明亮度(intensity, brightness)的直方圖分布在 5~250 之範圍(全反射之地物不計入範圍)。影像的接縫處色調需一致，不應有人眼可辨識之邊緣線。比照國際照明委員會(CIE)定義白色的方式來定義電子檔及出圖色彩的平衡，但僅做相對平衡的定義即可，亦即測區內已知為白色地物(或無顏色的灰色、黑色地物均可)，其在正射影像電子檔中紅、綠、藍三波段的強度值應該相等。

\*建議軟體 Pix4dMapper 或 Agisoft Photoscan Pro、QGIS 或 ArcGIS

## 十二、以地面攝影製作雕塑品仿真三維模型

- (1) 將測試區內所有公共藝術作品，例如雕像，以數位相機進行環拍，再透過軟體自動產製仿真三維模型。若雕塑品具鏡面反光特性則不需製作。
- (2) 須轉換至真實尺寸，但不需轉換到絕對地理座標。
- (3) 調查與建立該雕塑品相關背景資料，例如雕塑品名稱、作者、製作日期、特性、材質等等。
- (4) 將所有成果上傳到任何 Web-3D 模型展示平台，以任何形式透過網路展示本項成果。

\*建議軟體 Agisoft PhotoscanPro

## 十三、GIS 資料處理及無障礙設施與高齡友善校園導引系統

整合上述所有資料建置高齡友善的校園導引 Web-GIS 應用系統，GIS 相關工作項目包括 GIS 地形圖資料及應用系統開發等工作，作業規定說明如下：

- (1) GIS 地形圖處理：參照「建置都會區一千分之一數值航測地形圖作業工作手冊」中數值地理資訊圖層之規定建立各 GIS 圖層資料，並得視需要規劃額外之屬性，以因應不同之應用需求。圖徵規劃內容須於工作計畫書中逐一說明。相關作業規定如下：
1. 每一主題之 GIS 地形圖徵須建立為個別之檔案。
  2. 轉置 GIS 資料之內容須與 1/1000 地形圖相符，無空間移位或遺失之情形(例如總數改變)。
  3. 道路資料須分別建立面狀與線狀表示兩類情形，可參考道路(面)及路網(線)之相關屬性規定，並視需要增加額外之屬性。路網資料須檢核路段相接之位相條件。
  4. 重要地標(例如無障礙設施、無障礙坡道)可視情形分類，分類可參考「地標(點)」之屬性規定，應以可滿足未來不同應用需求為分類設計之依據。
- (2) 點選建物與相關設施時須顯示其名稱及相關位置，並視情形展示其他內容以滿足使用者需求。
- (3) 針對 WebGIS 平台應用系統之開發，應用主題由學生自行構想，例如無障礙設施分佈狀況查詢系統、校園交通無障礙路線派遣導引或高齡友善校園觀光導覽系統。系統可在 Windows 及

Apple Mac 電腦上使用，也可在 Android, iOS, Windows Phone 等行動裝置上使用，除了一般的查詢功能外，儘量根據資料特性，開發相關空間分析與應用程式。

(4) Web GIS 建議使用免費開源軟體或開發。

#### 十四、品質檢驗

- (1) 乙方於完成各階段成果時，應自行辦理自我檢查並應作成記錄，一併提送丙方審驗，所有檢查記錄均須由分組負責人簽名。
- (2) 乙方將各階段應交付成果併同原始觀測資料送丙方審查，丙方須依監驗規定進行抽樣及成果檢查，並分階段向任課老師報告審查成果，所有檢查記錄均須由分組負責人簽名。
- (3) 各項成果如檢查未通過時，乙方應更正成果後送丙方復查，至通過為止，各項檢查之復查次數以 2 次為限。未通過時，乙方須檢討原因，並提出檢討與說明報告。
- (4) 倘乙方繳交之成果、因產製時間點與檢查時間點不同，致實際其成果無法通過檢查標準，乙方得提出合理佐證，則該處不視為缺點，惟乙方應予以修正後並經丙方復查至合格為止。

#### 十五、繳交項目

本計畫須於執行前繳交執行工作計畫書，並經指導老師同意後，方可開始進行測製之程序。完成所有工作後，須繳交總報告書，具體交代執行之經過及產製之成果，另配合系 IEET 工程認證之所需，繳交總實習紀錄書，以文字配合照片記錄實習過程。各階段之繳交資料規定如下：

(1) 儀器檢定：

1. 測量儀器(含水準儀、全站儀及 GPS 接收儀等) 率定檢校紀錄及檢定報告書

(2) 控制測量：

1. 網形規劃書
2. 測量精度、品質管制規劃書
3. 原始觀測資料
4. 點之記
5. 平差計算成果 (包含書面資料及電腦檔案)
6. 品質管制記錄 (包含已知控制點檢測成果)
7. 控制測量成果報告書

(3) 1/1000 數值地形圖測製：

(i) 航空攝影測量

1. 航測地面控制點、照片與航線涵蓋圖
2. 攝影站 GPS 初始位置或姿態資料(GPS 輔助空三需檢附)
3. 影像檢查記錄表
4. 空中三角測量：
  - (1) 控制點、連結點及檢核點展點網路圖
  - (2) 控制點號及像片編號對照表
  - (3) 像坐標原始量測檔
  - (4) 控制點檔
  - (5) 檢核點檔
  - (6) GPS/IMU 資料 (GPS/IMU 輔助空三需檢附)
  - (7) 空中三角測量平差報表(含最小約制與強制附合)
  - (8) 空三成果自我檢核記錄(至少有均勻分布的 5 個控制點與 5 個檢核點)
  - (9) 可靠度檢查表

8. 地物測繪：

- 立體測圖原始三維稿圖檔(DWG 或 DGN 格式)
- 數化圖層:永久性房屋、主要道路、人行道、地面停車場、道路中線、牆、路燈、草地。

9. 調繪補測：調繪稿圖(需有作業人員簽名及標註日期，可繳交紙圖或 200dpi 掃瞄檔)

10. 地形圖編纂：

- 數值地形圖檔(含 DXF、DWG 及 DGN 格式)，需有(1)包含完整圖幅框、(2)去圖幅框及(3)去等高線與圖幅框之數值地形圖檔(單幅地形圖 800 公尺 X 600 公尺)

(ii)地面數值測量：

1. 圖根點點位分佈圖
2. 測量精度、品質管制規劃書
3. 原始觀測資料
4. 點之記 (附件一)
5. 平差計算成果 (包含書面資料及電腦檔案)
6. 圖根測量成果報告書
7. 地形圖編纂：數值地形圖檔(含 DXF、DWG 及 DGN 格式)，需有(1)包含完整圖幅框、(2)去圖幅框及(3)去等高線與圖幅框之數值地形圖檔(單幅地形圖 800 公尺 X 600 公尺)

(5) 空載光達產製之數值地形模型與等高線

1. 地面取樣間距 1m 之 DSM 與 DTM，資料格式為 TIFF+TFW 或 GeoTIFF 檔，於報告中以假色及 Hill shade 兩種方式展現。
2. 高程(DSM)精度分析報告，須以誤差向量圖展現，同時統計誤差之平均值、標準偏差與最大最小誤差。
3. 1 公尺間距等高線為 Shapefile 檔案格式，報告中須與上述 DTM 套疊展現，並說明等高線之合理性，可以現場照片搭配說明。

(6) 真實正射影像與數值地表模型

1. 地面取樣間距 10 cm 之真實正射影像與數值地表模型
2. 精度分析報告分平面(真實正射影像)與高程(DSM)兩部分，需以誤差向量圖展現，同時統計誤差之平均值、標準偏差與最大最小誤差。
3. 檢核點必須包括平坦地區與建物屋角，數量至少各 20 點，真值來自航照立體測圖。

(7) 雕塑品仿真三維模型

1. 原始地面攝影之照片
2. 三維模型 OBJ 檔案，須含紋理貼圖。
3. 報告中需提供成果展示之網頁與補份截圖說明。

(8) GIS 資料成果

1. GIS 地上物檔案 (shp，不分圖幅)。
2. GIS 道路檔案 (shp，分線狀與面狀表示，不分圖幅)。
3. GIS 重要地標資料。(shp，不分圖幅)。
4. CAD 轉置 GIS 資料品管記錄。
5. 控制點之 KML 檔案。
6. 2D 或 3D Web-GIS 系統 (包含總實習所有建置之資料與測量成果)

(9) 額外資料

1. 分項工作點工表及總點名表。
2. 總實習過程紀錄。

## **十六、工作會議及總報告**

乙方完成所有資料之產製及丙方完成相關之監驗後，須繳交總報告書及舉行期末簡報。簡報由指導老師召開及主持，乙方及丙方之主持人須負責進行總報告，得指定特定同學為分項工作之報告人，報告後由指導老師及修課同學提問及討論。所有修課同學均須參加期末簡報。乙方與丙方於執行期間須固定或機動召開工作會議，協助主持人掌控執行進度及儘快發現可能之問題，工作會議之記錄須附於總報告書中。

## **十七、雲端硬碟**

所有報告與資料，請上傳到 Google 共用雲端硬碟，請負責人私下跟饒老師申請。

## **十八、本年度指導老師**

本年度任課老師為郭重言、饒見有及郭佩茶三位老師，分別負責控制測量、攝影測量與 GIS 三部分對應工作之督導與指導，以及學生分組之成績評量（附件二、三）與個人成績之評量。

附件一:點之記範例

導線點 G08 點之記

			點號	G08	
點名	成功校區後門		所在地	成大成功校區後門 (鄰小東路)	
經緯度	經度	度 分 秒	TWD97	E	170108.103 m
	緯度	度 分 秒		N	2544566.411 m
高程	正高		高程	正高	20.722 m
	橢球高			橢球高	M
地圖：			空照影像：		
					
鄰近特徵照片：			點位照片：		
					
記錄者	劉家彰		專案名稱	98 級測量總實習	
埋設日期	2008 年 8 月 31 日		埋設方式	圓頭鋼標	
通視點位	G07, G09				
說明與備註：					

## 課程核心能力達成指標

課程名稱	測量總實習(Surveying Camp)			授課老師	楊名、饒見有、朱宏杰
學分數	2 學分	必/選修	必修	開課年級	大四上學期
先修課程	大一、大二、大三必修課				
上課用書	無				
單元主題 (國立成功大學自強校區數值航測地形圖及 Web-GIS 應用系統開發)					
<b>對應之學生核心能力</b>		<b>核心能力達成指標</b>			
能力一：具備運用基礎數學和基礎科學之基本能力		具備將所修讀的工程數學、工程統計與測量平差應用於總實習課程上之能力			
能力二：具備測量工程相關科技之專業知識及技術		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 具備測量工程專業知識</li> <li>2. 了解其應用範疇與儀器操作</li> </ol>			
能力三：具備空間資訊相關科技之專業知識及技術		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 具備空間資訊專業知識</li> <li>2. 了解其應用範疇與實作能力</li> </ol>			
能力四：具備測量工程及空間資訊之規劃及設計能力		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 具備控制測量規劃及品質評估之能力</li> <li>2. 具備攝影測量規劃及品質評估之能力</li> <li>3. 具備地形圖徵、詮釋資料及空間資料庫規劃之能力</li> <li>4. 具備自我品質分析與管理建立之能力</li> <li>5. 具備測量與空間資訊服務建議書擬定及撰寫之能力</li> </ol>			
能力五：計畫管理、有效溝通與團隊合作的能力		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 具備總實習計畫管理和工作進度管控之能力</li> <li>2. 具有團體合作之精神</li> <li>3. 具備分組協調與溝通之能力</li> <li>4. 具備總實習進度掌控之能力</li> </ol>			
能力六：具備發掘、分析及解決問題之能力		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 總實習過程，具備發掘計畫執行、量測數據與空間資料庫建置的問題</li> <li>2. 具備分析及解決問題之能力</li> </ol>			
能力九：具備持續學習之習慣與能力		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 瞭解持續學習之重要性</li> <li>2. 具備測量工程及空間資訊相關專業知識持續學習所需之基礎</li> </ol>			
評量方式：1. 口頭報告 2. 書面報告 3. 工作會議表現 4. 驗收查核結果 5. 總實習成果					

## 學生成績評量表

課程名稱	測量總實習(Surveying Camp)			授課老師	楊名、饒見有、朱宏杰	
學分數	2 學分	必/選修	必修	開課年級	大四上學期	
小組成員：(xxx 組)						
成績：						
核心能力				權重	得分	權重得分
能力一：具備運用基礎數學和基礎科學之基本能力				40%		
能力二：具備測量工程相關科技之專業知識及技術						
能力三：具備空間資訊相關科技之專業知識及技術						
能力四：具備測量工程及空間資訊之規劃及設計能力				20%		
能力五：計畫管理、有效溝通與團隊合作的能力				20%		
能力六：具備發掘、分析及解決問題之能力				10%		
能力九：具備持續學習之習慣與能力				10%		
					<b>總分</b>	