

中國文化大學教師教學創新暨教材研發獎勵期末成果報告書

壹、計畫名稱：森林測量與測計實習教材研發

貳、實施課程、授課教師姓名

實施課程：測量與測計學實習(必修)

開課系級：森保系 1 年級

授課教師姓名：許立達

職稱：專任副教授

參、前言

森林測量與測計是森林學基礎知識，也是學生未來從事林業工作之必備之技能，舉凡森林調查、生態調查、林產物利用、林地區劃管理等，都必須仰賴這些技能才能順利進行。「測量與測計學」及「測量與測計學實習」為開設於大一上學期的必修課程，是大學新鮮人自高中畢業進入大學後首先接觸的實務專業課程。「測量與測計學」學習內容結合了國、高中的「數學」、「地理學」以及「地球科學」等，可以說是國、高中基礎課程的統合延伸，「測量與測計學實習」更可謂是這些學科的綜合實務應用。

在國、高中階段，「數學」、「地理學」及「地球科學」等課程多半僅止於課堂講授而缺乏實際應用，國、高中生通常也並不了解這些學習內容未來到底能派上什麼用場，雖然為了考試死背了一大堆的公式，也不知道所為何來，以至於進了大學之後，對於這些所學知識雖有印象，但概念往往仍是懵懵懂懂。

森保系大一的「測量與測計學實習」是一門典型的實務應用實做課程，其內容涵蓋了國、高中所學的地圖投影、比例尺、座標、距離、角度、三角函數、面積及體積計算等知識的實際應用，而且強調動手實做，因此乃是引領大一新鮮人延伸國、高中所學，進入專業學習領域的絕佳課程。本創新暨教材研發計畫之主要目的即是希望透過生動有趣、由淺入深的實習活動設計，循序漸進引領學生體驗國、高中所學知識在實務上的實際應用，逐步引導學生學習專業技能，奠定基礎朝未來之專業學習邁進。

肆、計畫特色及具體內容

本創新暨教材研發計畫之主要特色在於採用「問題導向學習」(Problem-based learning) 方式設計實習活動單元。各單元之實習內容儘量以實務問題為核心，並且與「測量與測計學」正

課授課內容相呼應，期使同學在學習理論知識之後，能立即將所學內容應用於解決實務問題。

實習活動以分組合作討論方式進行，期能培養學生主動學習、解決問題能力，並強調積極參與、團隊合作之精神。實習內容包含靜態單元與動態單元，靜態實習係在實習教室進行，藉由同儕討論方式解答問題，達到相互學習、互助合作的目的。動態實習則在野外進行，強調的是儀器操作之熟習、團隊合作，以及實際體驗在付諸行動時可能遭遇那些困難、如何尋求解決方案克服問題等。

由於各實習單元具有連貫性，因此，本計畫透過「學期專案報告」之方式，縱向統合各單元學習內容，由各組主動策劃提出測繪專案，各組員通力合作執行，並於期末進行專案成果簡報，以期訓練學生之規劃力、執行力以及表達能力。

茲就本計畫「學習單元設計」、「活動進行方式」及「考評方式設計」之具體內容分述如下：

一、學習單元設計

「測量與測計學實習」課程目標在於使學生具有能力測量並展繪一個範圍(如公園、綠地)之正確地圖，從而計算其面積、標示出範圍內之主要地物及樹木植栽位置，並能調查及計算樹木的各項性狀(直徑、樹高、材積、固碳量等)。實習活動依學期週次計分為 17 個單元，其縱向主軸如圖 1：學習活動首先由認識地圖著手，接著學習定位與導線測量、地圖調整展繪方法，以及 GPS 定位、地形測量、三角測量、航空測量等進階知識。再來則進入到樹木測計領域，學習伐倒木、立木以及林分性狀之測計。在統合應用方面，則於期中考週由各組開始策畫「學期專案報告」，選定校園內綠地為對象，實地進行地圖及樹木分布圖測繪，並隨下半學期課程之進行，陸續加入樹木測計與植栽資料統計，最後再於最後一週由各組進行學期專案成果簡報。



圖 1. 測量與測計實習活動縱向主軸

各單元之實習活動設計與「測量與測計學」正課授課內容相互呼應配合，且為吸引學生樂於參與體驗，單元主題名稱以類似「出任務」的方式呈現，儘量讓活動顯得生動有趣。各單元與正課內容之對應，以及實習活動進行方式、學習目的與內容設計如表 1。

表 1.實習活動單元與正課之橫向對應及設計理念

單元	正課授課內容	實習活動設計
1	<p>【課程學習】 「測量」和「測計」做什麼？</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 以公園植栽圖為例，學習做一幅植栽圖需要那些土地測量、樹木測計工作 ● 說明一幅專業地圖必須具備哪些條件(方向基準、比例尺) 	<p>【野外實習初體驗】 我的第一張手繪探勘地圖</p> <p><u>方式</u>：野外實作 <u>目的</u>：體驗在沒有工具的情況下畫一幅地圖 <u>內容</u>：以校園外圍健康步道為例，請同學繞行健康步道一圈，手繪一幅足以表示該範圍位置、大小及紀念植樹位置之地圖</p>
	<p>【地球與地圖】 立體世界的平面呈現</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 學習地圖投影及座標 ● 學習地圖元素：比例尺、北(正北、磁北、方格北)等 ● 學習如何在地圖依比例尺量測座標、距離、面積、方位角、高低角 	<p>【地圖裡的真實世界】 地圖能告訴我什麼？</p> <p><u>方式</u>：室內活動 <u>目的</u>：學會在地圖依比例尺量測座標、距離、面積、方位角、高低角 <u>內容</u>：以一幅翡翠水庫實際地形圖求出比例尺，並量道路長、島嶼面積、三角點座標，以及兩個三角點之間的方位角與高低角</p>
3	<p>【定位原理】 距離、角度與羅盤儀測量</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 認識斜距離與水平距離之關係，以及如何量測 ● 認識平面角(方位角)與垂直角(高低角)，以及如何利用羅盤儀量測 ● 學習如何利用距離及平面角定出未知點位置 	<p>【你在哪兒呀？】 量距離、角度定出目標位置</p> <p><u>方式</u>：戶外實作 <u>目的</u>：練習捲尺及羅盤儀操作，並學會如何由以知點定出未知點位置 <u>內容</u>：與校園內選擬測定位置之樹木，設置一條基線，由兩已知點以羅盤儀觀測樹木，量測記錄方位角、高低角與斜距離</p>

單元	正課授課內容	實習活動設計
4	<p>【準或不準】 測量誤差與正確度、精密度</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 探討距離、角度測量可能產生錯誤或誤差之原因 ● 認識正確度與精密度及其計算 ● 學習羅盤儀導線測量 	<p>【專業上場】 實測我的探勘地圖</p> <p><u>方式</u>：戶外實作 <u>目的</u>：學會以捲尺及羅盤儀測量一範圍 <u>內容</u>：回到健康步道範圍，以捲尺及羅盤儀實測該範圍，並以前週所學定位方法記錄紀念植樹位置</p>
	<p>【地圖展繪】 測量成果展繪與誤差修正</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 學習如何將導線測量記錄繪圖於圖紙上 ● 學習如何計算測量之閉合誤差與閉合比，及以如何圖解法修正誤差 	<p>【我的第一張專業地圖】 導線測量展繪與調整</p> <p><u>方式</u>：室內活動 <u>目的</u>：學習如何將測量記錄展繪為地圖 <u>內容</u>：將上週之實地測量資料，依適當比例尺展繪於圖紙上，量測閉合誤差，計算閉合比，並以圖解法修正誤差</p>
6	<p>【各顯神通】 導線測量方法比較</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 學習比較各種不同的導線測量方法，包括前視前進、複視前進、放射法、隔點前進法、經緯導線法(交角法)及偏角測定法 ● 講解學期專案報告規定 	<p>【好還要更好】 精益求精的羅盤導線複視測量</p> <p><u>方式</u>：戶外實作 <u>目的</u>：以複視前進法測量提高精度 <u>內容</u>：前往步道（或專案報告）範圍以複視前進法測量該範圍，藉由前、後視檢核錯誤、減少誤差，提高測量成果精度</p>
	<p>【數學解算】 導線測量座標及面積計算</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 學習如何以數學公式計算經、緯距，修正誤差，計算座標，並計算面積 	<p>【算準了再畫更精確】 精確計算測量座標</p> <p><u>方式</u>：室內活動 <u>目的</u>：學習以數學方式精確計算測量座標，避免繪圖人為誤差 <u>內容</u>：學習如何將複視測量成果進行平均，以公式計算水平距及經、緯距，應用公式修正誤差、計算座標，並以倍面積法計算面積</p>
7	<p>【數學解算】 導線測量座標及面積計算</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 學習如何以數學公式計算經、緯距，修正誤差，計算座標，並計算面積 	<p>【算準了再畫更精確】 精確計算測量座標</p> <p><u>方式</u>：室內活動 <u>目的</u>：學習以數學方式精確計算測量座標，避免繪圖人為誤差 <u>內容</u>：學習如何將複視測量成果進行平均，以公式計算水平距及經、緯距，應用公式修正誤差、計算座標，並以倍面積法計算面積</p>

單元	正課授課內容	實習活動設計
8	<p>【考前複習】 重點整理</p>	<p>【學期專案報告製作】 說明</p>
	<p>● 複習期中考前課程內容</p>	<p><u>方式</u>：室內小組討論、戶外勘查 <u>目的</u>：講解學期專案報告內容與要求 <u>內容</u>：各組於校園內選定一處綠地為對象，規劃進行綠地範圍測繪及樹木分布位置測繪</p>
9	<p>【期中考試】</p>	<p>【學期專案報告製作】</p>
		<p><u>方式</u>：小組討論、戶外實作 <u>目的</u>：複習整合所學，實際案例運用 <u>內容</u>：分組討論由各組策畫執行「學期專案報告」，選定校園內綠地為對象，根據所學實地測繪綠地範圍地圖及樹木分布圖</p>
10	<p>【眼見為憑】 平板儀測量</p>	<p>【此「平板」非彼「平板」】 What You See Is What You Get (WYSIWYG)</p>
	<p>● 學習平板儀之操作及測量方法</p>	<p><u>方式</u>：戶外實作 <u>目的</u>：練習平板儀操作 <u>內容</u>：各組於曉園（或專案報告）範圍，架設平板儀，依適當比例尺測繪範圍或地物位置</p>
11	<p>【不再迷航】 後視交會求點與 GPS</p>	<p>【我在哪兒呀？】 後視交會法定出自己所在位置</p>
	<p>● 學習後視交會原理與求點方法 ● 學習 GPS 技術及差分處理應用</p>	<p><u>方式</u>：戶外實作、教室活動 <u>目的</u>：學會應用後視交會定出所在位置 <u>內容</u>：立於校園（或專案報告）範圍，觀測 3 處建築物屋角，根據平板儀示誤三角形及羅盤儀測線夾角以圖解法、透明紙法定出所在位置，並以 GPS 座標做比較</p>

單元	正課授課內容	實習活動設計
12	<p>【連綿起伏】 地形測量</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 學習等高線之特性及各種地形等高線呈現之樣貌 ● 學習等高線之測繪方法 ● 學習如何由地形剖面圖及坵塊等高線計算坡度 	<p>【一「坡」未平，一「坡」又起】 等高線繪製與坡度計算</p> <p><u>方式</u>：教室活動 <u>目的</u>：學習等高線之繪製與坡度計算 <u>內容</u>：練習以格點法高程測量數據應用內插法繪出等高線，計算格點所圍坵塊之坡度，以及根據結果繪製剖面圖，計算坡度變化</p>
	<p>【大地測量】 三角、三邊測量與航測</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 學習三角測量、三邊測量之原理與方法 ● 簡介航空立體測繪在測量及森林判釋之應用 	<p>【大視界】 三角、三邊與立體觀測體驗</p> <p><u>方式</u>：教室活動 <u>目的</u>：體驗 3D 立體觀測 <u>內容</u>：練習以紅藍立體鏡觀測 3D 立體像對，以及以袖珍立體鏡觀察 3D 圖對判釋高度及觀察航照立體像對判釋樹木</p>
14	<p>【緣木求「積」】 伐倒木測計</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 學習樹木樹幹形狀之表示方式 ● 學習伐倒木之量測與材積計算公式 	<p>【TIMBER(樹倒了)!】 伐倒木材積及形數計算</p> <p><u>方式</u>：教室活動 <u>目的</u>：練習樹幹材積計算及形數計算 <u>內容</u>：以伐倒木不同材長位置直徑繪製樹幹曲線，根據 Huber 及 Smalian 材積公式區分求積，並計算其胸高形數</p>
	<p>【屹立不搖】 立木測計</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 學習立木胸徑量測方法及不規則樹形直徑點規定 ● 學習樹高量測原理及如何利用測高儀量測樹高 ● 學習樹冠性狀量測、計算方法 	<p>【樹木也有 BMI】 樹木胸徑、樹高量測</p> <p><u>方式</u>：戶外實作 <u>目的</u>：學習如何量測樹木胸徑、樹高及樹冠 <u>內容</u>：以各組於「學期專案報告」範圍內樹木為對象，測量各株樹木之胸高直徑、樹高</p>

單元	正課授課內容	實習活動設計
16	<p>【獨木不林】 林分測計</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 學習測計大面積林分時，如何設置樣區取樣調查 ● 學習測計大量樹木時，如何以樹高曲線、材積表或材積式進行推估 	<p>【不再「見樹不見林」】 樹高曲線及材積表製作</p> <p><u>方式</u>：教室活動 <u>目的</u>：學習製作樹高曲線及材積表 <u>內容</u>：以各組於「學期專案報告」範圍內樹木胸高直徑、樹高資料繪製樹高曲線圖，並以胸高形數法製作直徑階材積表</p>
	<p>【考前複習】 重點整理與搶答比賽</p>	<p>【學期報告成果簡報】</p>
17	<p>複習期末考課程範圍內容，舉辦搶答比賽，成績優勝之小組給予獎勵</p>	<p><u>方式</u>：教室活動 <u>目的</u>：各組「學期專案報告」成果簡報 <u>內容</u>：各組簡報「學期專案報告」成果，包括綠地範圍、樹木定位之測量過程與成果，以及範圍內全部樹木之株數、材積等統計數據</p>
18	【期末考試】	

(二) 活動進行方式

「測量與測計學實習」各單元皆以「學習單」方式引導學生進行活動及記錄結果，已完成之各單元學習單詳見補充資料。實習活動之進行步驟如下：

1. 活動解說：由教師講解實習活動之目的、內容、所需器材儀器與操作流程。
2. 活動進行：教室活動若是以前週實習數據為資料，則各組組員集合討論；若資料數據非為各組獨立，則開放自由討論，藉由同儕學習完成學習單之演練。戶外實作則由各組組員相互推派一人擔任輪流組長，帶領組員進行討論及執行操作。
3. 成果繳交：教室活動完成後繳回個人學習單，由教師批閱。戶外實作完成後，則各組組員同時返回教室，除繳交實習記錄外，並清點及歸還器材至系儀器室。
4. 學習回饋：透過課輔系統發表學習心得或表達實作遭遇到那些困難、改善意見等等，並於 Facebook 課程社團回饋是否已經達到學習成效。

(三) 考評方式設計

「測量與測計學實習」強調實作與參與，因此「個人學習單」及「小組戶外實習記錄」等實作評量佔最大評分比重。其他評分項目尚包括出席參與、學期專案報告、討論與回饋。出席參與成績除參考缺課記錄外，並參酌組員互評，使同組學員中積極參與、貢獻卓越者能得到加分獎勵。學期專案報告評分則依期中、期末報告綜合評估策畫案之難易挑戰性、團隊分工合作之適切性、測量及測計成果之正確性、成果報告之完整性。至於討論與回饋，則是鼓勵同學參與討論、回饋之加分獎勵。各評分項目之比重如表 2。

表 2. 「測量與測計學實習」各評分項目及比重

評分項目	評分內容	比重
學習單、實習記錄	學習單、實習記錄完成情形	40%
出席參與	實習活動之出席情形與參與程度	20%
學期專案報告	專案之策畫、執行、報告等成果	30%
討論與回饋	鼓勵參與討論、回饋之加分獎勵	10%

伍、實施成效及影響（量化及質化）

(一) 各單元學習單完成情形

本學期扣除中秋節放假一次，計進行 15 周次。期中考前完成第 1~6 單元以及第 8、9 單元之【學期專案報告】說明與製作，第 7 單元【算準了再畫更精確】配合正課考試調整至下半學期進行。下半學期因氣候因素戶外實作單元有所順延，提前進行第 12~14 單元之室內實習活動，第 10、11 單元為配合上課周次不足，故而合併進行。第 15~17 單元則依進度順利完成。各單元學習單優良實習記錄成果範例詳見「其他補充資料」。

(二) 質化教學回饋及量化評量

質化教學回饋包括「Facebook 課程社團」各單元重點之自我檢核，以及課輔系統之「即時回饋」與「期中教學意見調查」，各單元進行時，依課輔系統「即時回饋」及 Facebook 課程社團之「自我檢核」調整授課方式並進行複習各項回饋成果詳見附件補充資料。

量化評量部份合併於正課期中考試進行評量，成績等第統計如表 3。其中大多數同學都能充分藉由實習操作了解正課內容，並實際應用，少數成績不佳學生主要是因為缺課過多，或是新生入學後感覺對本系沒有興趣，以致於不願意花費心思於專業課程。

表 3. 「測量與測計學」期中評量量化成效

等第	級距	人數百分比
A	80~100	71%
B	70~79	15%
C	60~69	7%
D	50~59	3%
F	<50	4%

另一量化評量則為期末最後一次上課則請同學填寫教學滿意度問卷調查，問卷題目及選項如表 4。回答選項同意度為 1~5 分，非常同意為 5 分；很不同意為 1 分。

表 4. 教學滿意度問卷調查

題號	題 目	非常同意	普 通		很不同意	
		(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1	教師授課重視互動，鼓勵學生發問、討論或表達意見	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	實習教材與實作活動設計，讓我感到滿意	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	實習教材與實作活動之內容，符合本課程學習之需求	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	授課教師樂意於課堂內、外，解答學生的問題	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	實習教材與實作活動有助於提升我的專業技能應用於實務上	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	實習教材與實作活動有助於提升我對該科目的了解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	總體而言，實習教材與實作活動對我的實務學習有正面幫助	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

依教學滿意度問卷調查結果，各問卷題目之選項勾選比率及換算成績如表 5。各問項之滿意度均超過 4 分，其中以「授課教師樂意於課堂內、外，解答學生的問題」、「教師授課重視互動，鼓勵學生發問、討論或表達意見」較高，而「實習教材與實作活動設計，讓我感到滿意」較低，依據學生建議事項顯示，主要是跟實習內容稍微偏難及每周完成實習報告負荷稍重。

表 5. 教學滿意度問卷調查成果

題號	題目	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	平均
1	教師授課重視互動，鼓勵學生發問、討論或表達意見	71%	24%	2%	2%	0%	4.7
2	實習教材與實作活動設計，讓我感到滿意	49%	37%	12%	2%	0%	4.3
3	實習教材與實作活動之內容，符合本課程學習之需求	57%	33%	10%	0%	0%	4.5
4	授課教師樂意於課堂內、外，解答學生的問題	77%	21%	2%	0%	0%	4.8
5	實習教材與實作活動有助於提升我的專業技能應用於實務上	57%	35%	6%	2%	0%	4.5
6	實習教材與實作活動有助於提升我對該科目的了解	61%	29%	10%	0%	0%	4.5
7	總體而言，實習教材與實作活動對我的實務學習有正面幫助	55%	33%	12%	0%	0%	4.4

陸、結論

「測量與測計學實習」一直是本系必修課程，惟之前實施時，各實習單元較缺乏縱向連貫，也未曾以「學期專案報告」方式統合學習內容。本教材研發計畫之用意即在於重新設計各實習單元，期使實習活動具有循序漸進的連貫性，並且能藉由「學期專案報告」使學生完成整學期實習活動後具有更整體的概念及實務的經驗，而不再只是各單元學習完後「見樹」而未能「見林」。而且，透過「學期專案報告」之執行也更能訓練學生的專案策劃能力、團隊合作執行力及成果展現表達能力。

量化預期成效期望全班期中考、期末考量化評量成績至少有 90%達到及格(≥60 分，C 等第以上)，且至少有 50%達到 70 分以上(A、或 B 等第)。期末整體教學滿意度若以滿分 100 分計，達到 93 分以上。在質化預期成效方面，在即時回饋意見、期中及期末教學意見都均能展現對本課程的肯定。

依學生回饋及期中評量量化成果、期中期末教學滿意度問卷調查，對本學期實習課程之實施進行下列檢討改進：

(一) 教材設計方面

1. 部分學生高中時為社會組學生，數理能力稍顯薄弱，未來教材設計將朝向更加淺顯易懂改進。

2. 正課、實習學習單為環保考量，以雙面同時印為一張，部分學生反應雖然實習時方便翻閱正課所教授內容，但實習報告繳交後須等批閱後才會發回，不利於課後複習。因此，未來擬將正課與實習學習單兩者分開印，以期提升學習成效。

(二) 教案執行方面

1. 戶外實作實由於各組分散於校園各處進行實習，如果有問題難以即時取得教師協助，未來將儘量將各組實習範圍集中在附近，並在分組實作前集中進行操作示範。
2. 部分學生表示學習負荷稍大，未來藉由更加淺顯易懂的教材設計，以及適度減少作業份量，應可緩解學習速度較慢同學之壓力。

(三) 成績考評方面

1. 戶外實作實過程仍然難免有部分同學抱持「搭便車」的取巧心態，以至於實習操作往往都是由較認真、肯學習的同學完成。雖然本學期採用「同儕互評加分」方式使認真實習的同學能受到加分肯定，但仍難免有些同學鄉愿地護航投機取巧同學。未來將再設計更公平的團體考評機制鼓勵同學積極合作參與。
2. 室內實習作業同樣也難免有相互抄襲的問題，未來擬每位同學給予不同數據，以杜絕相互抄襲坐享其成的情形。

柒、執行計畫活動照片





捌、附件

(一)實習單元學習單

(二)各單元實習成果佳作

(三)學生學習自我檢核與教學回饋