

114年度經濟部中小及新創企業署

新創採購-場域實證·共創解題

提案書

提案單位：國立臺灣大學農藝學系

中華民國 114 年 6 月 06 日

提案單位	國立臺灣大學農藝學系				
提案名稱	智能割草機及草地品質偵測系統				
配合單位	國立臺灣大學生物資源暨農學院附設農業試驗場				
提案概要 (具體並簡要說明實證背景、主題)	草坪，作為休憩空間、運動場地及景觀美化的重要組成部分，其品質直接影響使用者體驗與環境價值。一片維護良好的草坪，不僅提供進行各類運動（如足球、棒球、高爾夫）所需的平整、安全的場地，亦為戶外休憩活動提供舒適的環境。然而，在臺灣的氣候條件下，草坪的維護面臨著諸多挑戰。高溫、高濕、多變的降雨以及病蟲害的快速傳播，使得草坪管理成為一項複雜且需持續投入專業知識與勞力的工作。本新創解題題目期待透過引入創新技術與方法，降低臺灣草坪維護的難度，並系統性地提升草坪的整體品質。我們期待建立更科學、更有效率、更符合環境永續治理準則的草坪管理模式，特別是針對割草等耗時作業尋找更優化的解決方案，並輔以更精準的品質觀察與記錄手段，讓優質的草坪能更普及、更易於維護，進而最大化草坪在運動、休憩、環境改善及美學等方面的價值。				
預計期程	補助合約生效至114 年 11月 30 日				
申請單位聯絡窗口及主管	單位名稱	姓名	職稱	電子信箱	聯絡電話及手機
聯絡窗口	國立臺灣大學農藝學系	劉力瑜	教授	lyliu@ntu.edu.tw	0916-966357
主管	國立臺灣大學農藝學系	黃文達	系主任	wendar@ntu.edu.tw	02-33664762

目錄

壹、問題背景.....	1
貳、解題構想.....	5
參、預期功能或規格.....	7
肆、試作或實證場域及範圍.....	9
伍、提供行政協處內容.....	11
陸、預計期程.....	11
柒、預期效益.....	12

壹、 問題背景

草坪，作為休憩空間、運動場地及景觀美化的重要組成部分，其品質直接影響使用者體驗與環境價值。一片維護良好的草坪，不僅提供進行各類運動（如足球、棒球、高爾夫）所需的平整、安全的場地，亦為戶外休憩活動提供舒適的環境。此外，健康的草坪有助於調節微氣候，減少地表逕流，並能透過維持生態平衡，間接減少蚊蟲等病媒的孳生，提升環境的整體健康度與宜居性。因此，草坪的妥善保養至關重要。

關於草坪保養重要性案例，可參考圖一，中華女足原定於 4/8 在“2025 中華女足國際女子足球邀請賽”迎戰紐西蘭國家女子足球隊，因為紐西蘭隊飛抵臺灣後，認為高雄楠梓足球場有場地安全問題拒絕出賽。這個案例顯示草坪維護重要性在臺灣很容易被忽略。



圖一、高雄楠梓足球場

然而，在臺灣的氣候條件下，草坪的維護面臨著諸多挑戰。高溫、高濕、多變的降雨以及病蟲害的快速傳播，使得草坪管理成為一項複雜且需持續投入專業知識與勞力的工作。精準的施肥、病蟲害防治、雜草控制及適時的修剪與澆灌，都需要針對不同的草種、土壤狀況及季節變化進行細緻的調整，這對維護人員的專業技能要求極高，也大幅增加了維養的難度與成本。

在“適時修剪”方面，如何在追求效率的同時兼顧安全性，一直是草皮維護的一大挑戰。大型除草機具雖然效率驚人，能在短時間內處理廣闊的草坪，但其操作的複雜性與潛在的安全風險，使其難以在人員密集、活動頻繁的實習場域或校園中廣泛應用。相較之下，小型除草機雖然操作相對簡便，安全性也較高，卻是以大量的人力投入為代價。以人工操作的揹負式割草機如圖二，即使熟練的園丁，一小時的除草效率大約也僅有八十坪左右。若要維護一公頃（約三千坪）的草地，便需要一位專職人員持續割草將近一周才能完成。在當前人力普遍短缺的困境下，如此耗費人力的除草作業，往往排擠了其他更為重要的場地維護工作，使得有限的人力捉襟見肘，難以兼顧更精細的草坪景觀塑造與植物養護。



圖二、人力揹負割草機，每小時約割草80坪

此外，對草坪品質進行客觀且系統性的觀察與記錄亦是一大難點，圖三顯示出由左至右不同等級的草坪。傳統的觀察方法多為主觀判斷，難以精確量化草坪的健康狀況、密度、顏色均勻度或病蟲害程度，缺乏標準化的記錄方式，使得長期追蹤草坪的變化趨勢、評估維護措施的成效，或是早期發現潛在問題變得困難。這導致維護工作可能缺乏針對性，未能及時有效應對草坪問題。



圖三、不同等級的草坪狀況，左側最差，右側最好。

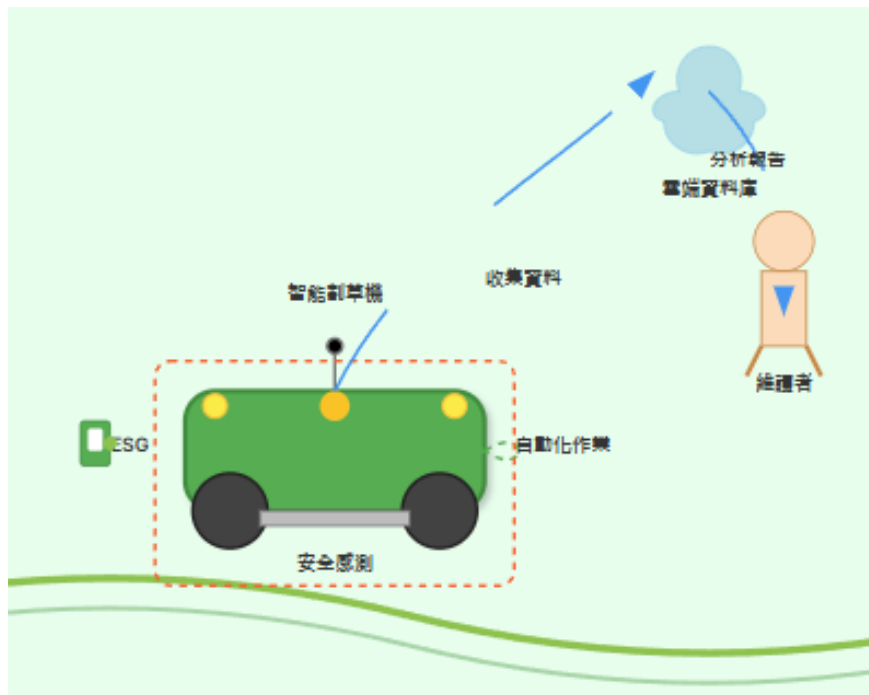
最後，考慮環境永續治理 (ESG) 的要求，目前割草機的動力來源有兩種，燃油與電動。燃油割草機在運作時會直接排放溫室氣體和空氣污染物，產生較大噪音，並存在燃料洩漏和廢棄物產生的風險，明顯與環境保護的趨勢相悖。相較之下，電動割草機具有零直接排放、低噪音、減少燃料風險和廢棄物等優勢，更能符合學校或企業減少環境足跡、保護生態環境的社會責任。

以上說明了草坪養護的重要性、割草方式的考量、草坪品質定期評估難度及 ESG 減碳趨勢等相關待解決問題。本新創解題題目期待透過引入創新技術與方法，降低臺灣草坪維護的難度，並系統性地提升草坪的整體品質。我們期待建立更科學、更有效率、更符合 ESG 規範的草坪管理模式，特別是針對割草等耗時作業尋找更優化的解決方案，並輔以更精準的品質觀察與記錄手段，讓優質的草坪能更普及、更易於維護，進而最大化草坪在運動、休憩、環境改善及美學等方面的價值。

貳、解題構想

導入智能割草機以實現草坪養護之目標，架構圖可參考圖四。

此割草機具備自動化作業能力、高度安全保障，並符合環境永續治理（ESG）規範。



圖四、智能割草機解題構想架構圖

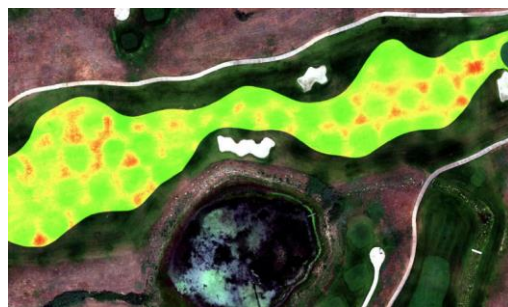
針對評估與紀錄草地現況方面，以下列方向提出解題構想：

- i. 定位方式: GPS 定位誤差為數公尺，RTK 定位誤差為數公分，建議可使用 RTK 來為割草機做定位，以達到割草路徑準確，草地現況照片分析的 heatmap 位置準確。

- ii. 資料擷取方式: 植物健康可以使用各種感測器來獲得資訊，RGB 相機為最普及的感測器，建議可以從 RGB 影像取得草坪影像，做草坪品質監測管理。
- iii. 資料分析方式: 可以粗分為傳統的 rule base 方式及目前發展快速的機器學習方式。傳統的 rule base 方式已經有各種驗證且可靠的植生指數可以應用，例如 EXG, ExGR, GLI 等等，可在其中測試較適合草坪使用的指數。機器學習方式的部分，如果能取得大量的資料來做訓練，效果也會非常好，唯資料取得相當耗費人力物力，對算法初期開發較不友善。

參、預期功能或規格

- 一、 自動化: 以手機 App 完成起始設定以後，智能割草機可以全自動工作，無須人力介入。
- 二、 使用者 UI: 提供手機 App 讓使用者設定及觀察工作狀態。
- 三、 動力系統: 使用電能為動力系統。電池充電時間在四小時內 (20%=>90%)，在電力不足時，可以自動返航，自動充電，無須人力介入。
- 四、 割草覆蓋範圍: 每個裝置可以維護 4000 坪大小草坪。
- 五、 割草效率: 以每週五天每天七小時工時完成每周 4000 坪任務。
- 六、 重量: 30公斤以下，並有把手設計，以利園藝維護者搬運。
- 七、 草地品質監測系統工作流程: 在割草時，及時取得影像資料及分析，並按時上傳結果於雲端。雲端電腦可根據上傳資料產出草地分析報告，此報告內容包含熱區圖，顯示草地地圖及其上的草地品質分數，可參考圖五，DIGITAL AGRO 公司使用空拍機提供的草地品質資訊形式。



圖五、DIGITAL AGRO 提供的草地品質監控系統

八、 草地品質指標: 包含綠草覆蓋度及草地覆蓋度，定義如下:

- i. 綠草覆蓋度: 針對單一張影像的草地區域，計算出

$$\text{綠草覆蓋度} = \text{綠草面積} / \text{總面積}$$

- ii. 草地覆蓋度: 針對單一張影像的草地區域，計算出

$$\text{草地覆蓋度} = (\text{綠草面積} + \text{枯草面積}) / \text{總面積}$$

- iii. 根據以上計算出的綠草覆蓋度及草地覆蓋度，區分出良

與不良區域。不良定義是“需要草坪維護者介入改善”。

九、 草地品質監測系統驗收標準:

- i. 局部: 有能力偵測出 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 大小不良草地區域，並顯

示於熱區上。

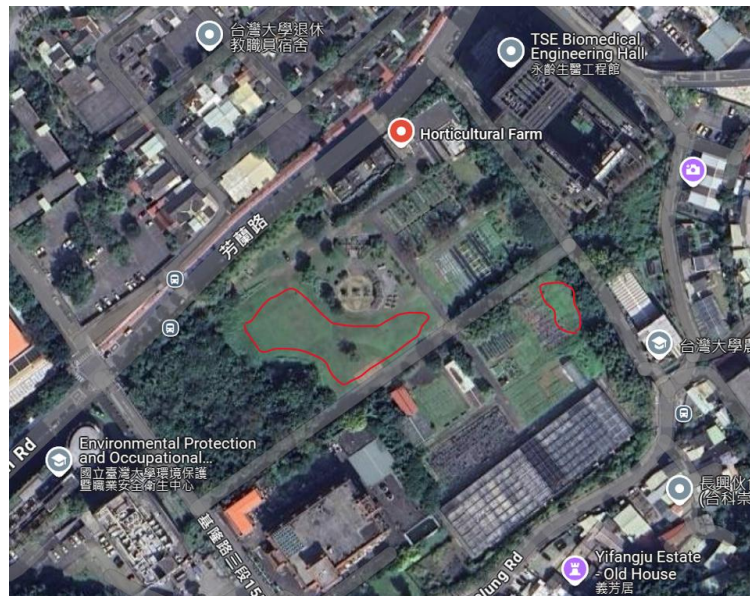
- ii. 整體: 草坪“良”的比例誤差在 15% 內。比較方式: 根據

草坪專家判斷工作區域“良”的比例，解題方使用算法計

算出“良”的比例。此兩個比例相減，誤差在 15% 內。

肆、試作或實證場域及範圍

擬規劃於國立臺灣大學生物資源暨農學院附設農業試驗場 (簡稱臺大農場) 園藝分場或安康分場試做。



圖六、臺大農場園藝分場



圖七、臺大農場安康分場

場域現況與配合度：

- 該場域有草坪，並做不定時的維護，適合進行本案系統之建置與實證。
- 本機關內部已協調完成，可完全配合實證期間所需之場地使用、設備安裝空間及相關測試作業。
- 場域具備基本電力供應。

伍、提供行政協處內容

提供測試場域並回饋割草品質及草地評估報告是否符合現況。

場域條件為需要提供一個 2 m × 2 m 空間放置充電站，並提供 110V 電源。

陸、預計期程

主要里程碑：

1. 114/07/31 前：訪談確認需求，完成規格書。
2. 114/09/30 前：完成裝置製作及初步測試。
3. 114/10/31 前：完成場域裝置布建及實際功能測試。
4. 114/11/20 前：完成系統雲端整合測試與使用者測試
5. 114/11/30 前：依回饋優化系統、完成人員訓練、提交報告並驗收

柒、預期效益

- 一、減少人力依賴，降低營運成本： 取代部分或全部園藝人員的割草作業，降低長期人力成本。
- 二、提升割草作業的規律性與效率： 依照預設排程自動執行割草任務，確保草地維持在理想高度，避免人工不定期作業導致草地參差不齊。
- 三、改善蚊蟲孳生問題： 定期且一致的草坪修剪，縮短草的高度，減少蚊蟲可棲息的環境，有助於抑制蚊蟲數量。
- 四、提升環境友善度： 使用電動割草機，零直接廢氣排放，降低空氣污染和溫室氣體排放，符合環保趨勢。
- 五、降低噪音污染： 電動割草機運作噪音較低，改善周邊環境的寧靜度。
- 六、實現草地品質的長期追蹤與分析： 透過搭載的相機和感測器定期收集草地影像和相關數據，建立草地品質的長期記錄。
- 七、數據驅動的精準養護： 基於長期追蹤數據，分析草地生長狀況，更精準地調整割草頻率、高度及後續養護措施，提升養護效率。
- 八、優化綠地景觀品質： 持續且精確的割草作業，有助於維持草地平整美觀，提升整體綠地景觀品質。

九、提升政府單位及企業的 ESG 形象：採用環保的電動設備和科學化的管理方式，展現企業在環境保護和社會責任方面的積極作為。