

# 屏東縣第 63 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活與應用科學(二)

組 別：國中組

作品名稱：永齡土的秘密-綠牆首部曲

關 鍵 詞：土壤、毛細現象、綠牆



編號：B7012

摘要:

本研究希望透過觀察植物、研究土壤、找到適合的繩子組合出永續循環的生態箱，選擇蝶豆花爬藤植物、利用蚯蚓土進行土壤改良與肥沃土壤、童軍繩毛細現象進行水與養分的運輸，組合這三個零件，成為節能永續循環爬藤箱，後續進行節能減碳愛地球的行動。

## 壹、前言

### 一、研究動機:

在學校，校園角落常看到一盆盆的土，這盆土是怎麼回事呢？原來是盆栽啊，缺少照顧的盆栽啊！那為什麼會這樣呢？一定是缺少照顧，我們來問問老師們吧！問老師的結果，老師的回答：阿就是看了漂亮、可愛，想說布置一下教室、辦公室，沒想到寒暑假時間太長，忘了澆水，就變成這樣了，還有土越種越沒有養分，土越來越硬，植物就死掉了，當老師太忙，要照顧你們就要花很多時間，沒有時間照顧這些盆栽啦！

空氣、水、土壤是我們最寶貴的資源，土卻是我們最容易忽略的項目，雖然我們每天踏在土地上，但以前以農立國，現在對土地的感覺卻只是每天腳下踩的柏油與水泥，土地越離越遠，對土壤漸漸沒有感覺了。

直到學校實施食農教育，踩在泥土上，看到翻起土裡藏著小昆蟲與蚯蚓，燃起了我們想要研究土壤的動機。也看到了學校角落缺乏照顧的盆栽，是不是我們可以做些什麼？

學校最近新裝冷氣，地球越來越熱，如果能透過多種植物，利用植物降溫，這樣會不會更永續，但是都市沒有那麼多土地可以種樹，是不是可以用少量的土就能種出茂盛的植物。同時解決土地問題、便利問題、沒時間問題、推廣問題，研究土壤的組成和永續的利用，如果成功，用少量的土，就能種出綠色植物，用植物降溫，植物的用途很多，相信可以為地球帶來更多的好處。

### 二、研究目的

研究土壤的特性，改良盆栽裡的土壤，讓盆栽種植也能有益於環境友善。本研究希望達到以下幾項目的：

- (一)找到適合的爬藤植物，以達成本研究的目的。
- (二)研究可取得土壤的相關資訊。
- (三)改良土壤的特性與肥沃度。

- (四)研究最適合爬藤植物的土壤組成。
- (五)將永齡土用在植栽的耕種。
- (六)將永齡土用在綠屋頂和綠牆的種植。
- (七)研發永續生態盆栽的製作。

### 三、文獻回顧

#### (一)好的土壤特性

好的土壤應該具備以下特點：

- 1.適合植物生長：好的土壤應該提供植物所需的養分和生長環境，比如合適的 pH 值和適宜的溫度。不同的植物對土壤的要求不同，需要根據不同植物的需求來進行土壤調理。
- 2.透氣性好：好的土壤應該具備良好的透氣性，這樣根系可以更好地吸收氧氣，促進植物的生長和發展。如果土壤過於密實，根系將受到壓迫，導致植物無法正常生長。
- 3.吸水性強：好的土壤應該具備良好的吸水性，這樣可以保證植物獲得充足的水分。但是過度澆水也會對植物的健康造成負面影響，因此需要合理控制澆水量。

#### (二)如何評估土壤的肥沃度

評估有養分的土壤需要進行以下步驟：

- 1.進行土壤分析：透過土壤分析可以測量土壤中的養分含量，例如氮、磷、鉀、鈣、鎂等元素。這樣可以了解土壤的養分狀況，並確定是否需要添加肥料來改善土壤的養分含量。
- 2.觀察土壤顏色：深色土壤通常表示土壤中有機質含量高，且有利於作物生長。
- 3.按照植物的需求進行評估：不同的作物需要不同的養分，可以通過了解作物所需的養分種類和含量來判斷土壤是否足夠養分。
- 4.觀察植物的生長狀況：觀察植物的生長狀況，如根系的發展、葉片的大小、花果的品質等，可以初步判斷土壤的養分狀況。

綜合以上步驟的結果，可以對土壤的養分含量做出初步評估，並制定適當的肥料添加計劃。本研究針對第 2 及 4 進行觀察，並配合儀器進行檢測，選出自行飼養的蚯蚓土進行實驗樣本。

#### (三)蚯蚓糞肥的好處

蚯蚓糞肥是由蚯蚓消化有機物質產生的糞便，其好處如下：

- 1.改善土壤結構：蚯蚓糞肥含有豐富的腐植酸和有機物質，能夠增加土壤的肥力和改善土壤結構，增強土壤通氣性、保水性和保肥性。
- 2.提高作物品質：蚯蚓糞肥中含有豐富的營養物質，如氮、磷、鉀等元素，能夠提高土壤肥力，增加作物的產量和品質，使作物更加茁壯健康。
- 3.環保節能：蚯蚓糞肥是一種天然有機肥料，不含有化學合成的肥料和農藥，對環境和人體健康無害，同時也節約了生產和運輸過程中的能源消耗。

4.減少資源浪費：蚯蚓糞肥可以通過有機廚餘、農作物殘渣等有機資源製成，減少了有機資源的浪費，同時也為有機垃圾的處理提供了一種有效的方式。總之，蚯蚓糞肥是一種天然、環保、節能的有機肥料，能夠改善土壤結構、提高作物品質、減少資源浪費等好處。本研究使用蚯蚓糞肥進行土壤改良與肥沃土壤。

#### 四、預期效益

- (一)減少盆栽夭折的機會。
- (二)提供植物更多的天然養分。
- (三)提供因土壤限制而受限的培育方式。
- (四)達到資源永續利用與節能降溫的效果。

#### 貳、研究設備及器材

- 一、計時器、電子秤。
- 二、容積量相同的容器、量杯、滴管數個。
- 三、紅墨水、水。
- 四、如右圖，土壤檢測儀器，可測土壤 PH 值、肥沃度、濕度。
- 五、實驗用繩子，以易取得為原則。
- 六、實驗用土壤，以本校及易取得為原則。

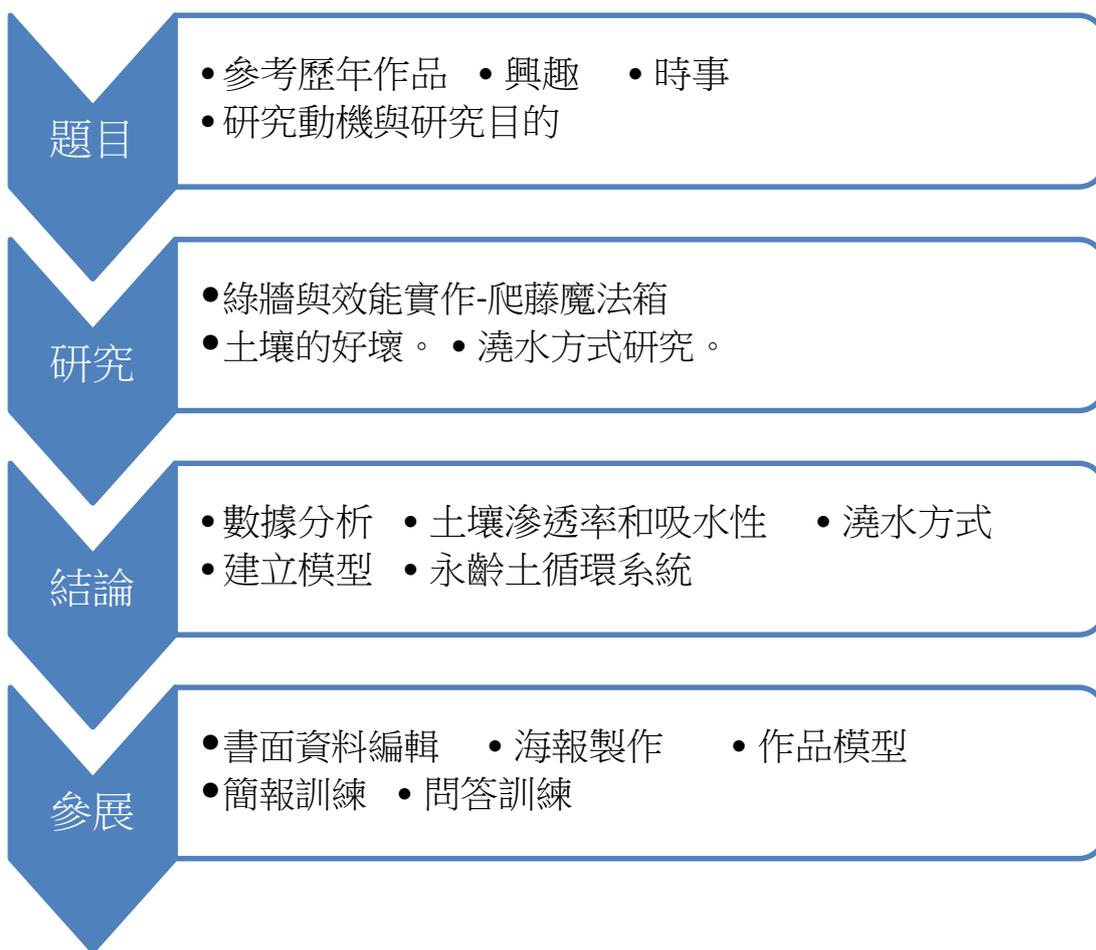


圖一 土壤檢測儀

表一 本研究實驗用土壤取得說明

培養土	五金行購買，一般培養土。	
開心農場土壤		本校開心農場草木茂盛，周圍也有很多蚯蚓糞的痕跡。
自養蚯蚓土		本組自 111.11.1 取得 46 隻蚯蚓，養在木箱，112.2.20 清點邱引數量共 59 隻，取其土，當作本研究蚯蚓土。
操場旁砂土		本校操場旁樹下，土壤呈現砂土樣貌，為本研究對照組土壤。

## 參、研究過程或方法



圖二 本研究研究流程

我們的行動流程如下:

蒐集爬藤植物及土壤的相關資料,如果要種東西,是不是土要有很多的養分、重量是不是比較輕、優質的園藝土壤有什麼特性?我們想要用盆栽的方式種東西,這樣克服土少的情況,如何讓土有養分?我們想用天然的方式讓土持續有養分,看到蚯蚓的相關資料,發現蚯蚓是很偉大的生物,是大自然的清道夫,又可以產生植物需要的養分,我們決定要用蚯蚓改良土壤的成分。

如果盆栽種植物成功,這樣可以推廣到很多地方,也可以讓很多人跟土再拉近距離。找資料→養蚯蚓→利用蚯蚓改良土壤→觀察植物生長情形→設計種植流程→製作作品或模型→推廣研究成果。

表二 自養蚯蚓土過程說明

	
<p>說明:111.11.1 拍攝學校開心農場，草木茂盛。</p>	<p>說明: 111.11.1 兩天輕鬆取得蚯蚓，合計有 46 隻蚯蚓。</p>
	
<p>說明:111.11.3 開始動手養蚯蚓。</p>	<p>說明:112.2.10 拍攝蚯蚓盆栽試種水仙植物，從種子種到長成。</p>
	
<p>說明: 112.2.16 拍攝，蚯蚓土顏色深，也有蚯蚓糞的痕跡。</p>	<p>說明:112.2.16 拍攝，清點盆內蚯蚓數量，共 59 隻蚯蚓，有小蚯蚓與蚯蚓蛋，水仙根系發達，顯見土壤肥沃。</p>

上表為本研究自養蚯蚓土的過程，以此土進行土壤研究。

## 一、找尋適合的植物

在牆面以鋼構組立攀爬架，讓爬藤植物可以攀爬到牆壁屋簷上，藉由自然植生綠牆，阻擋室外空污並提升室內空品，保護學童健康。改善室內空氣品質的方法有許多，植生綠牆具自我循環淨化空氣之功能，是不用插電的空氣清淨幫手，為最自然環保之空氣清淨機。環保署指出，依國際研究清淨空氣綠牆改善空氣品質成果顯示，垂直綠牆可降低二氧化氮(NO<sub>2</sub>)及懸浮微粒(PM<sub>10</sub>)濃度約 40%及 60%，另該署委託之研究團隊測試結果亦與國際研究相當，此外，綠牆亦可降低教室內細懸浮微粒(PM<sub>2.5</sub>) 濃度約 10%、臭氧(O<sub>3</sub>) 約 30%，同時可降低室內溫度約 1.8 度，達到降低建築物室內溫度及充滿生機的牆面，緩和都市熱島效應的功效。

表三 本研究考量在地物種及詢問達人老師的五種綠牆植物

爬藤植物種類	敘述	入選條件敘述
珊瑚藤	很受歡迎的觀花植物，被譽為「藤蔓植物之后」。	莖可長達 10 公尺以上，台灣各地都有栽培，而平地至低海拔地區也有逸出的植株，算是已歸化的植物。
朝顏（牽牛花）	籬邊的爬藤植物、植於窗簷當作遮陽架。	牽牛花生性強健，只要搭個支架，不管是在屋前、屋後、籬笆、牆垣、涼亭或花架上，便能很快地攀爬蔓生於整個支架，形成一片壯觀又美麗的花牆，把夏天的清晨裝點的炫麗而優雅。
蝶豆花	蝶豆是陽性植物，日照越充足，生育越旺盛，栽培處力求日照良好，生性強健，栽培土質不拘，	為熱帶性植物，性喜充足陽光，日照越充足，生育越旺盛。多年生纏繞性草本植物，莖蔓性或攀緣性，長可達 1 至 5 公尺。
金銀花	澇死莊稼旱死草，凍死石榴曬傷瓜，不會影響金銀花	適應性很強，喜陽、耐陰，耐寒性強，也耐乾旱和水濕，對土壤要求不嚴。蔓生長量大，管理粗放。
爬牆虎	爬山虎生性隨和，佔地少、生長快，綠化覆蓋面積大。一根莖粗 2 釐米的藤條，種植兩年，牆面綠化覆蓋面、居然可達 30 至 50 平方米。	它對二氧化硫和氧化氫等有害氣體有較強的抗性，對空氣中的灰塵有吸附能力。可用于綠化房屋牆壁、公園山石，既可美化環境，又能降溫，調節空氣，減少噪音。爬山虎在綠化中已得到廣泛套用，尤其在立體綠化中發揮著舉足輕重的作用。

以下為本研究選取爬藤類植物的原則:

(一)研究爬藤植物，適合做綠牆的植物。

- (二)要符合常綠、根系不能破壞牆壁、最好有趣可以吃、生長力強、本土物種。
- (三)走訪鄰近有爬藤的地景。
- (四)可以請負責種植的人或單位種植的技巧。
- (五)可以取得到種子或幼苗。

## 二、土壤的透水性實驗步驟

- (一)取得土壤樣本：從要進行實驗的區域中取得土壤樣本。樣本應該是均勻混合的，並且應該符合該區域的土壤種類，與一些可取得的土進行實驗比較。
- (二)確定實驗條件：確定實驗條件，如水的量、溫度、土壤樣本量等等。這些條件需要標準化，以確保各次實驗的一致性。
- (三)準備容器：使用一個可用來裝載土壤樣本和水的容器，並確保容器是乾淨的。
- (四)準備實驗土壤：將要實驗的土壤放進標準容器中，觀察外觀與稱重。
- (六)在計時器上記錄水位下降的時間和流出的量。可以在 10 秒、30 秒、1 分鐘等不同的時間點記錄水位下降的距離，直到水位下降到一定高度或完全滲透。
- (七)根據測量結果計算土壤的滲透率。

## 三、土壤的吸水性實驗步驟

- (一)取得土壤樣本：從要進行實驗的區域中取得土壤樣本。樣本應該是均勻混合的，並且應該符合該區域的土壤種類。
- (二)確定實驗條件：確定實驗條件，如水的量、溫度、土壤樣本量等等。這些條件需要標準化，以確保各次實驗的一致性。
- (三)準備容器：使用一個可用來裝載土壤樣本和水的容器，並確保容器是乾淨的。
- (四)加入土壤樣本：在容器中加入一定量的土壤樣本，使其均勻分佈。
- (五)加入水：在容器中加入一定量的水。
- (六)記錄時間：開始記錄時間，以確定水滲透的速度。
- (七)測量透水量：測量透過土壤樣本流出的水量。可以使用一個可量測水量的容器來收集流出的水，並測量收集的水量。

## 四、繩子的吸水性(毛細現象)

- (一)準備材料：取實驗用的繩子，長度虛符合本實驗爬藤箱製作的 20 公分需求，並選擇一個玻璃杯或其他容器，容器的直徑應該比繩子粗細要大。
- (二)準備紅墨水：將紅墨水倒入容器中，水的高度應該高於繩子的高度。
- (三)沾濕繩子：把繩子的一端浸泡在水中，讓繩子充分吸水。
- (四)抬起繩子：抓住繩子的末端，從容器中抬起繩子，直到繩子的另一端觸及容器的邊緣，讓繩子的另一端懸在空中。
- (五)觀察毛細現象：可以觀察到繩子中的水會上升到比容器中水面更高的位置，這種現象稱為毛細現象。
- (六)測量高度：使用尺測量繩子中水的高度，並記錄下來。
- (七)重複實驗：可以重複進行這個實驗，測試不同的繩子的毛細現象的變化。

## 肆、研究結果

### 一、適合綠牆的爬藤植物

透過實地觀察與找尋文獻，適合在地爬藤植物的種類要符合以下項目：

- (一)在地適合物種，才能適合當地的天氣和土壤。
- (二)常綠植物，不會有大量落葉造成無法遮陰的情況。
- (三)不會傷害牆壁，沒有附著根，讓住戶可以喜歡種植。
- (四)如果有美化的花朵或色彩點綴就更好了。

表四 屏東各地爬藤植物綠牆調查

			
說明:泰安國小永續校園學校綠牆-錫葉藤。	說明:丹路國小綠牆-薜荔。	說明:水泉國小綠牆-番茄。	說明:民和國小-日本紫藤、紫羅蘭。
總務主任淳益主任:用架子就不會破壞牆壁，生長緩慢。植物有經過選擇。	佳叡老師:沒有特別去照顧，很漂亮，但好像會傷害結構。	啟禎主任:每一季結完果就死了，所以不是多年生的作物。	當天為假日，問不到負責老師，但觀察的情況為剛種，爬藤效果不佳。

上表為本研究利用時間與順路觀察該地區爬藤植物觀察情況，以豐富本小組爬藤植物相關知識，作為研究與選擇職務之基礎。

### (五)選擇適合的植物進行試種

根據實地訪查、詢問校內達人老師、網路搜尋資料，我們取得三個研究樣本，觀察這三個樣本的生長情況，爬藤延伸情況，如下表紀錄：

表五 三種植物生長情況紀錄表

單位:公分

植物名稱	蝶豆花	爬牆虎	珊瑚藤
實作培育圖片			
12/30	10	4	6
1/6	11	4.5	10.5
1/13	12	5	11
1/20	13	6	13
1/27	15.5	6.5	14
2/3	16.5	6	16.5
2/10	17	7.5	18
2/17	18.5	8.5	20
網路圖片			

本研究選取三種植物進行觀察記錄，紀錄三種植物生長情況，觀察記錄時間約一周一次，因時間較少，觀察約 1 個半月時間，蝶豆花總共生長 8.5 公分、爬牆虎 4.5 公分、珊瑚藤 14 公分，以珊瑚藤生長速度最快。

種植觀察過程中，我們發現，蝶豆花生長茂密度較佳，也有開紫色漂亮的花，雖然種在盆子裡，但是生長的樣子比另外兩種植物都來的好，本研究是希望找到優質的爬藤植物能遮陽、降溫、美化環境、清新空氣，所以選擇蝶豆花為本小組繼續實驗的爬藤植物。

本研究將蝶豆花移植到窗戶旁，繼續進行種植，觀察其攀爬情況與後續降溫成效研究：

表六 本研究研究蝶豆花綠牆的過程

			
說明:進行網子搭設，讓攀藤類植物攀爬。	說明:移植選用植物種植綠牆，待茂密之後進行資料蒐集與研究。	說明:移植一個禮拜後漸漸茂密，已長滿一片窗戶大小。	說明:經過幾個月的重植，蝶豆花已經爬滿窗戶。

## 二、土壤特性實作

進行吸水性與滲透率實驗前，先將土壤曬乾，以進行吸水性與滲透性實驗，檢視流下水量，進行後續的數據分析，以下為測量結果。

表七 四種土壤實驗

組別	培養土	開心農場土	自養蚯蚓土	操場旁沙土
照片				
取得說明	購買市售培養土	本校開心農場旁挖的土壤	從 111.11.1 養到 112.2.24 裡面共有 59 隻蚯蚓蒐集的蚯蚓土	本校操場旁樹下的沙土
外觀描述	顆粒大小一致，最細小	顆粒大小不一，差異大	顆粒大小一致，結球現象最平均	顆粒大小最平均、像工程用砂子一般
顏色	顏色最深	顏色最淺	顏色次深	顏色深淺程度排第三
重量	400CC 容量重 180 克，最輕。	400CC 容量重 211 克，第三重。	400CC 容量重 187 克，次輕。	400CC 容量重 249 克，最重。

<p>儀器 檢測 土壤 肥沃 度與 PH 值</p>				
<p>PH 值</p>	<p>7.1</p>	<p>6.8</p>	<p>6.8</p>	<p>7.2</p>
<p>肥沃 度</p>	<p>以儀器檢測，肥 沃度第三。</p>	<p>以儀器檢測，肥 沃度第二。</p>	<p>以儀器檢測，肥 沃度第一。</p>	<p>以儀器檢測，肥 沃度第四。</p>
<p>四種 土壤 檢測 吸水 性</p>				
<p>吸水 性</p>	<p>以 400CC 水倒入 裝培養土的容器</p>	<p>以 400CC 水倒入 裝開心農場土的</p>	<p>以 400CC 水倒入 裝蚯蚓土的容器</p>	<p>以 400CC 水倒入 裝校園砂土的容</p>

	中，流出 300CC，吸水 100CC，吸水性 第四。	容器中，流出 180CC，吸水 220CC，吸水性 第二。	中，流出 160CC，吸水 240CC，吸水性 最高。	器中，流出 200CC，吸水 200CC，吸水性 第三。
				
透水性	以 20CC 的水倒入裝有培養土的量筒中，經過 51 秒到達量筒的底端，透水性第四。	以 20CC 的水倒入裝有開心農場土的量筒中，經過 32 秒到達量筒的底端，透水性第三。	以 20CC 的水倒入裝有校園砂土的量筒中，經過 24 秒到達量筒的底端，透水性第一。	以 20CC 的水倒入裝有校園砂土的量筒中，經過 28 秒到達量筒的底端，透水性第二。

### 三、繩子吸水性實驗

表八 四種繩子的吸水性實驗

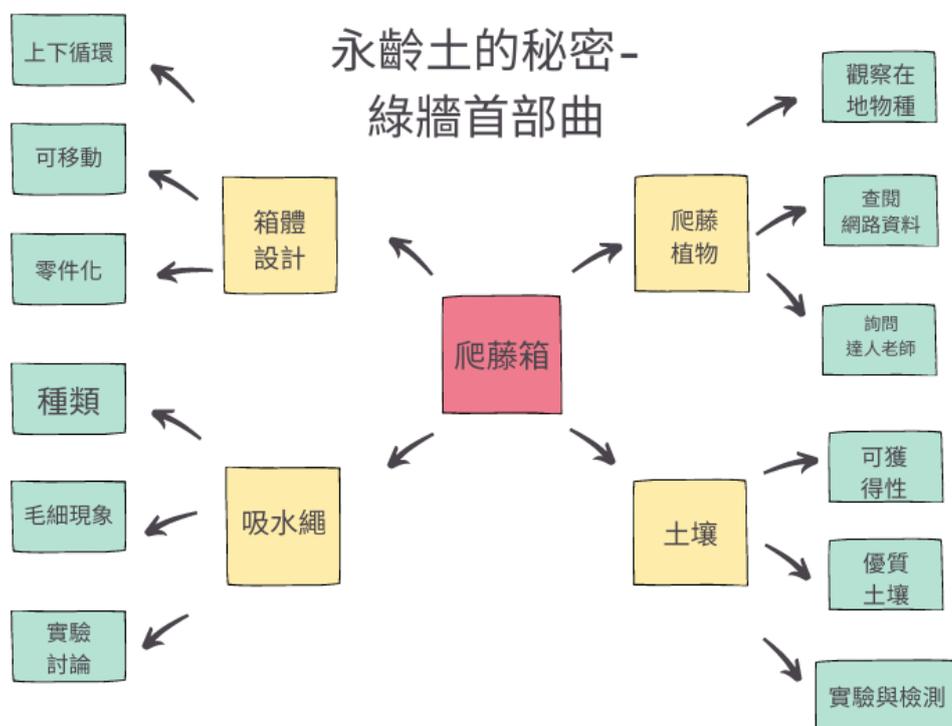
樣式	吸水帶	童軍繩	鞋帶	麻繩
照片				
外觀描述	向專業廠商購買，宣稱製作衛生棉材料，德國進口。	學生用童軍繩，損壞作為實驗材料。	全新沒有用過的鞋帶。	學校手工藝課剩下的麻繩。
重量	7 克	14 克	2 克	5 克

四種不同繩子的毛細現象實驗



<p>吸水性</p>	<p>在 30CC 的紅墨水筒中，吸水 45 公分，吸水量 10CC。吸水量及吸水性皆為第二名。</p>	<p>在 30CC 的紅墨水筒中，吸水 65 公分，吸水量 26CC。吸水量及吸水性皆為第一名。</p>	<p>在 30CC 的紅墨水筒中，吸水 42 公分，吸水量 9CC。吸水量及吸水性皆為第三名。</p>	<p>在 30CC 的紅墨水筒中，吸水 15 公分，吸水量 8CC。吸水量及吸水性皆為第四名。</p>
------------	--	--	---	---

## 伍、討論



圖三 本研究心智圖

### 一、選擇爬藤類植物

本研究希望可種綠牆進行隔熱降溫，也希望為地球節能減碳盡一份心力，透過先找尋適合的爬藤類植物，經過實地訪查、網路資料、專家達人老師，符合本研究設定的原則，本地適合物種、常綠、爬藤不傷害牆壁、美觀等原則下，選擇蝶豆花為種植對象。

### 二、選擇土壤

本研究以可取得性為原則，檢視優質土壤的特性，肥沃、合適的 PH 值、透水性、吸水性等，從四個研究樣本中發現，自製蚯蚓土的吸水性與透水性皆是四個土壤中的第一名，其 PH 值經由儀器檢測為 6.8，肥沃度也屬理想的程度。

### 三、選擇吸水繩

本研究希望以毛細現象取代須定時澆水，用適合的繩子來供應水分和蚯蚓水(養分)，以達循環永續的做法，以可取得性的四個材料進行毛細現象，四種材質分別為不易取得的吸水繩、容易取得且毛細現象最佳且吸收量最大的童軍繩、鞋帶吸水性尚可、麻繩吸水性不佳，本組以童軍繩進行後續實作運用。

#### 四、自製永續爬藤循環箱

本研究依據上述的實驗結果進行自製永續降溫爬藤箱的製作，首先決定適合的植物、適合的土壤、如何取得蚯蚓土、如何克服循環永續的問題，設計下表概念圖進行實作與組裝工程。

表九 永續爬藤循環箱概念說明表

	
說明:蝶豆花綠牆	說明:廢棄課桌椅
	
說明:結合綠牆爬藤、自養蚯蚓土、吸水繩毛細現象的永續節能爬藤箱。	

如上概念表，本研究希望透過研究土壤，以輕量化土壤為基底，加上肥沃的蚯蚓土與蚯蚓水，透過繩子的毛細現象，達到永續循環與節能減碳的目的。

## 陸、結論

### 一、結論

(一)綠藤植物:本組根據文獻、實地訪查、請教達人老師，也著手種看看，選擇蝶豆花為本研究綠牆的植物，因其具有以下特性:

- 1.一年四季常綠，沒有明顯的枯葉期，適合遮陽。
- 2.爬藤不會定根傷害牆壁，有攀爬的功能，不會造成建築物牆壁受損而產生漏水與壁癌。
- 3.會開花可以吸引昆蟲，增加生物多樣性。
- 4.綠美化，增加色彩與美感。

(二)永齡土的祕密:根據日日豐收的混植蔬菜盆栽一書作者，敘述其在陽台種菜的經驗，其採用蚯蚓土作為土壤改良與肥料替代品的作法，只需要少量的土，就能種出茂盛的菜園，經本組自養蚯蚓土，使用儀器與經過實驗發現，蚯蚓土 PH 值約 7、肥沃度經由儀器檢測為理想、透水性與吸水性皆為四種土壤最佳，很適合本研究找尋的綠牆種植最佳土壤，也適合蝶豆花的種植的土壤。

(三)不耗能的循環-毛細現象:根據研究動機，在學校發現很多乾掉的盆栽，問了老師，發現澆水是一個很容易被疏忽的情況，本組利用液體的毛細現象，找尋隨手可得的繩子，進行改良與利用，希望解決澆水疏忽造成盆栽死亡的問題。

(四)兼具節能、空氣淨化、綠美化的魔法箱:本組希望研發一個永續循環的系統，透過植物、土壤、水與養分、蚯蚓間循環利用，讓生態循環不息。

### 二、後續推廣規劃

如蚯蚓土研究成功將利用在:

- (一)學校盆栽救援行動。
- (二)學校開心農場土壤改良。
- (三)推廣盆栽種植樂趣。
- (四)學校或家裡綠牆隔熱降溫利用。

## 柒、參考資料及其他

一、蚯蚓農法-治土壤酸化【台灣真善美】[https://youtu.be/yNe9\\_hhXExc](https://youtu.be/yNe9_hhXExc)

二、日日豐收的混植蔬菜盆栽：一盆混栽、四季共生！零農藥化肥、遠離病蟲害！一坪小陽台也能打造多元豐盛的菜園。作者：田中寧子。出版社：蘋果屋。出版日期：2020/05/07。

三、持續推動清淨空氣綠牆 守護學童與長者健康。行政院環保署-環保新聞專區 <https://enews.epa.gov.tw/Page/3B3C62C78849F32F/706820b8-154e-4f0d-9597-17df44f88640>，檢索日期:111年11月3日。

四、生態牆對環境帶來哪些好處?台灣肥料股份有限公司網站

<https://www.taifer.com.tw/PublicationArticleDetailC004000.aspx?Cond=a120efc9-5e44-49d5-881d-e5e65a7cee49>，檢索日期:111 年 11 月 3 日。

- 五、土壤 PK BAR，中華民國第 52 屆中小學科學展覽會作品說明書，國小組地球科學科，臺中市私立葳格國民中小學小六陳逸雲、小六王妤晴、小五蔣承璋、小五左莫野、小四林煒智。
- 六、「蚓」出生機－探討蚯蚓習性與其植物生長的關係，中華民國第 58 屆中小學科學展覽會作品說明書，國中組生物科，彰化縣立陽明國民中學國二楊燿嘉、國二蔡一全。