



# 常識百搭

小學 STEM 探究展覽

## 「膳」愛地球



主編： 李偉展、李凱雯、蘇詠梅、梁致輝

編輯委員會： 方慧晶、王力、黎永隆、殷慧兒、翁慧愷

資料整理： 殷慧兒、翁慧愷、蔡超穎

主辦機構： 香港教育大學環境與可持續發展中心、香港教育大學科學與環境學系、教育局、  
香港科學館、香港教育城、香港數理教育學會、行政長官卓越教學獎教師協會、  
中國教育科學研究院STEM教育研究中心

出版： 第二十四屆「常識百搭」小學STEM探究展覽籌委會

日期： 2023年8月

版權為主辦機構所有，歡迎作教學用途，請列明出處。





# 目錄

## 編者的話


編者的話		1
「膳」愛地球	第二十四屆「常識百搭」小學STEM探究籌委會	2
廚餘再造魚糧	香港教育大學科學與環境學系	4
食物生產與環境污染	香港教育大學科學與環境學系	9
食品科學和可持續飲食	香港高等教育科技學院	12
種種食物點樣揀？	世界自然基金會香港分會	15
有機漁農業發展的目的和抱負	香港有機資源中心	17
「常識百搭」帶隊老師分享	聖公會主恩小學 英華小學	19
	王詩怡女士 施雅茵老師、周陽陽老師、 徐凱盈老師、吳國銘老師	

## 評判大獎

元朗公立中學校友會小學	廚餘環保餐具-可生物降解器具	22
佛教陳榮根紀念學校	「綠」能生巧	29
宣道會陳元喜小學	智·安心餐具俠	38
英華小學	植得食 Plant I <sup>o</sup> T	44
軒尼詩道官立小學	綠色移動城堡計劃	59
培基小學	鈣藻保鮮，分解再植	68
基督教宣道會徐澤林紀念小學	紙の重生術—利用「抹手紙」生產「生質酒精」的可行性及效能探究	73
聖保羅男女中學附屬小學	循環水冷種植屋	80

## 傑出獎

中華基督教會灣仔堂基道小學	探討智慧機械車運輸食物的運作	88
仁濟醫院蔡衍濤小學	現代蔡倫——天然發酵造紙術	94
保良局陳守仁小學	水果保鮮箱	97
保良局陳守仁小學	屋屋有「餘」回收先鋒	104
救恩學校	零碳蔬菜種植器	112
嗇色園主辦可譽中學暨可譽小學	新世代我行我「塑」	118
嗇色園主辦可譽中學暨可譽小學	救救「爛」番茄	124
聖公會青衣主恩小學	綠色智能灌溉系統	129
聖伯多祿天主教小學	Eaternet	135
嘉諾撒小學（新蒲崗）	調校你「溫室」	141
樂善堂梁鋈琚學校（分校）	AI營養櫃	148
優才（楊殷有娣）書院	天然農藥效果測試	153
其他得獎隊伍		163
鳴謝		166



## 編者的話

正所謂「民以食為天」，糧食是人類生存的根本，但可曾有想過不少糧食生產方式往往被指破壞環境？在香港這個富饒的城市，要每天獲得充足的食物似乎是理所當然，但世界上有不少人卻因食物分配不均而飽受飢餓之苦。面對化石資源及礦物資源等非再生資源將枯竭的危機，我們又能否於可再生的生物資源當中找到出路？

為響應聯合國教科文組織（UNESCO）將 2021 年定為「國際創意經濟促進可持續發展年」及「國際果蔬年」，第二十四屆「常識百搭」小學 STEM 探究展覽的主題為「『膳』愛地球」，希望學生以可持續發展和糧食問題作為切入點，利用與 STEM 相關的方法提出新的構思、改善方案或建議解決方法。隊伍可探討現有的農業生產有何值得改善的地方，為可持續發展的農業生產提出新構思；另外，也可就化石燃料等非再生資源將枯竭的危機，開拓運用生物資源的可行性或探究增加其使用效率的方式；糧食分配不均會造成剩食浪費問題，同一時間卻有不少人遭受着飢荒，隊伍可以 STEM 方法探索更公義、更合理的解決之道。

新型冠狀病毒現已肆虐全球數年，相信大家都已逐漸適應疫情下的生活模式。「常識百搭」亦因應學校尚未恢復面授課堂，第二次移師至網上平台舉行講座和展覽。各隊伍亦汲取去年經驗，順應疫情下的新常態進行探究，亦有不少隊伍於探究中加入防疫及衛生方面的考慮。

本屆「常識百搭」吸引了超過 800 名來自本地及大灣區的小學師生參與，展出過百段探究短片。大會亦邀請了不同界別的 STEM 專業人士及資深教育工作者擔任評審，向隊伍提出建議以促進學生的思考與進步。

感謝各參展隊伍能在疫情對課堂學習產生眾多未知數的情況下，依然堅持不懈進行探究。「常識百搭」的其中一個重要目的，是提供一個平台讓來自各個界別的評審、參展師生及公眾作 STEM 學術交流，因此籌委會特意於《「常識百搭」小學 STEM 探究展覽——「膳」愛地球》一書中輯錄 20 份傑出的探究作品，與大眾分享學生們的探究歷程和成果。

最後，「常識百搭」展覽得以順利舉行，實在有賴各界人士的支持與參與。在此衷心感謝各主辦、來自不同界別的評審、參展師生及熱心的家長。希望於不久的將來，「常識百搭」能復辦實體展覽，促進更多師生進行 STEM 學術交流！



## 🧠 引言

今屆 STEM 探究主題響應聯合國教科文組織 (UNESCO) 為 2021 年定為「國際創意經濟促進可持續發展年」及「國際果蔬年」，鼓勵參展隊伍就可持續發展和糧食問題作出探究。

## 🧠 探究主題

探究主題主要包括可持續發展的農業生產、合理獲得食物、減少浪費和善用生物資源四大方向，利用與 STEM 相關的方法，針對主題提出新穎的構思、改善方案或建議解決方法。

### 可持續發展的農業生產

各隊伍分別從國際、本地和個人層面出發，設計多樣化的可持續耕作模式或系統，回應因戰爭、極端天氣、水資源不足、欠缺農地和污染等問題造成的糧食供應和品質安全問題。

糧食短缺危機日趨嚴峻，《循環水冷種植屋》為此設計一間利用太陽能驅動的循環水降溫種植屋，希望在熱帶地區也能種植北方生產的糧食農作物，以緩和糧食短缺危機；香港目前主要從外地入口農作物，《綠色移動城堡計劃》所設計的「可移動式貨櫃」不受地域和氣候影響，為香港的農業生產系統提供一個創新的可能性；《綠色智能灌溉系統》旨在改變農場的結構，建立水循環和農場灌溉及監察系統，提升水資源在農業生產的可持續性；《調校你「溫室」》改變溫室種植的方式，為溫室設計自動補光系統及自動灑水系統，令溫室耕種更能達到可持續發展；《天然農藥效果測試》嘗試製造天然農藥來防治害蟲，避免蔬菜受污染，確保人畜安全；《植得食 PLANT I° T》製作一部自動化而且最能輔助試驗植物生長的食物種植機，從而找出適合在家種植的農作物；《零碳蔬菜種植器》以光能（太陽能板）和動能（單車）轉換成電能供蔬菜種植器使用，減少碳排放之餘，也鼓勵用家多做運動！

### 合理獲得食物

世界上有些地方因食物分配不均造成浪費，使不少人飽受飢餓之苦。各隊伍從物聯網、食物運輸和食物配對方面入手，善用創新思維和已普及的技術，再利用與 STEM 相關的方法探索更公義、更合理的食物分配方法。

香港有不少家庭未能滿足最基本的飲食需求。然而不少餐廳、超市、麵包店等每天丟棄大量食物。《Eaternet》能將餐廳的廚餘量即時上傳到物聯網，讓有需要人士透過網站實時了解各餐廳的廚餘情況繼而前往領取食物；《探討智慧機械車運輸食物的運作》設計點對點收集商店剩餘食物的智慧運輸機械車，再把食物分配給有需要人士；《AI 營養櫃》運用視像偵測和 AI 人臉識別技術，製作一個能為不同年齡人士提供合適營養的智能營養食物櫃。

### 減少浪費

你可曾扔掉只是外觀欠佳但還未變壞的蔬果？《救救「爛」番茄》通過實驗和人工智能產品來分辨醜番茄和爛番茄，避免蔬果因為外觀不吸引而被浪費；《水果保鮮箱》改善水果包裝設計，使包裝更加環保、低成本、減低水果損壞機會之餘，更能延長水果保鮮期！

有時候很想身體力行支持環保，但因為清潔麻煩，或設施設計不善而卻步？《智·安心餐具俠》設

計的智能餐具盒，集自動消毒、遙距追蹤和防水功能於一身，鼓勵市民自備餐具，拒絕即棄塑膠餐具！香港大部分屋苑都沒有廚餘回收箱，或因臭味問題而放在遠離民居的位置，《屋屋有「餘」回收先鋒》重新設計的廚餘收集箱，解決臭味及衛生疑慮，亦能放在各個樓層，方便收集廚餘。

### 善用生物資源

面對化石資源及礦物資源等非再生資源將會枯竭的危機，可再生的生物資源被重視起來，例如生物燃料和可生物降解器具。隊伍各出奇謀，以植物製電、抹手紙化身生物燃料、廚餘變餐具和紙張，還製作可生物分解塑料！

《「綠」能生巧》利用平常拔掉丟棄的雜草，製作成環保電池，成為新能源！《紙の重生術—利用「抹手紙」生產「生質酒精」的可行性及效能探究》讓本來被送往堆填區的抹手紙「重生」，以纖維素生產酒精；《廚餘環保餐具-可生物降解器具》將廚餘加工製成環保餐具；《現代蔡倫——天然發酵造紙術》善用茶葉和廚餘果皮，製作天然發酵的再造紙！塑膠污染影響全球，《新世代我行我「塑」》利用三種植物澱粉來製成生物塑料，探究它們的質素、可行性和成效；《鈣藻保鮮，分解再植》則利用廚餘和食用物料製作一種可以短時間被生物分解的物料，以取代塑膠產品，向即棄塑膠品說不！

### 🧠 結論

學生的探究主題豐富而獨特，能從社會議題和日常生活仔細觀察，從而發掘探究方向和題目，結合課堂所學的知識、技能和態度，並運用在家學習時找到的網上資源對探究作多番嘗試。各隊伍細心觀察現時一些系統、設施和物品在設計上的弊端，嘗試運用已普及的技術改善舊有設計，從而更貼合用家需要，並達致可持續發展的目標。隊伍亦留意到身邊有甚麼生物資源未得以善用，主動搜尋和研習資料，並尋找方法善用資源。本年度活動以可持續發展和糧食問題為題，鼓勵學生將 STEM 知識應用於有關可持續發展的農業生產、合理獲得食物、減少浪費和善用生物資源的主題，探究成果的實用性、可行性和創意都令人矚目。在未來活動中，「常識百搭」會繼續引導學生應用 STEM 知識、技能和態度於不同層面，培養學生對創新探究的興趣和動力！

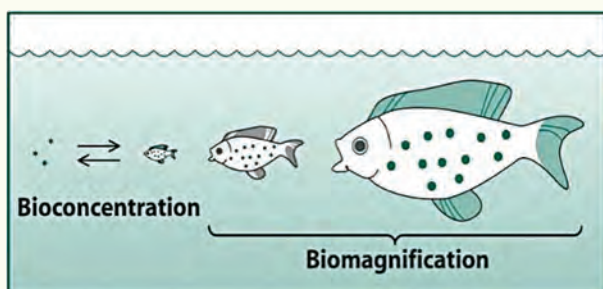
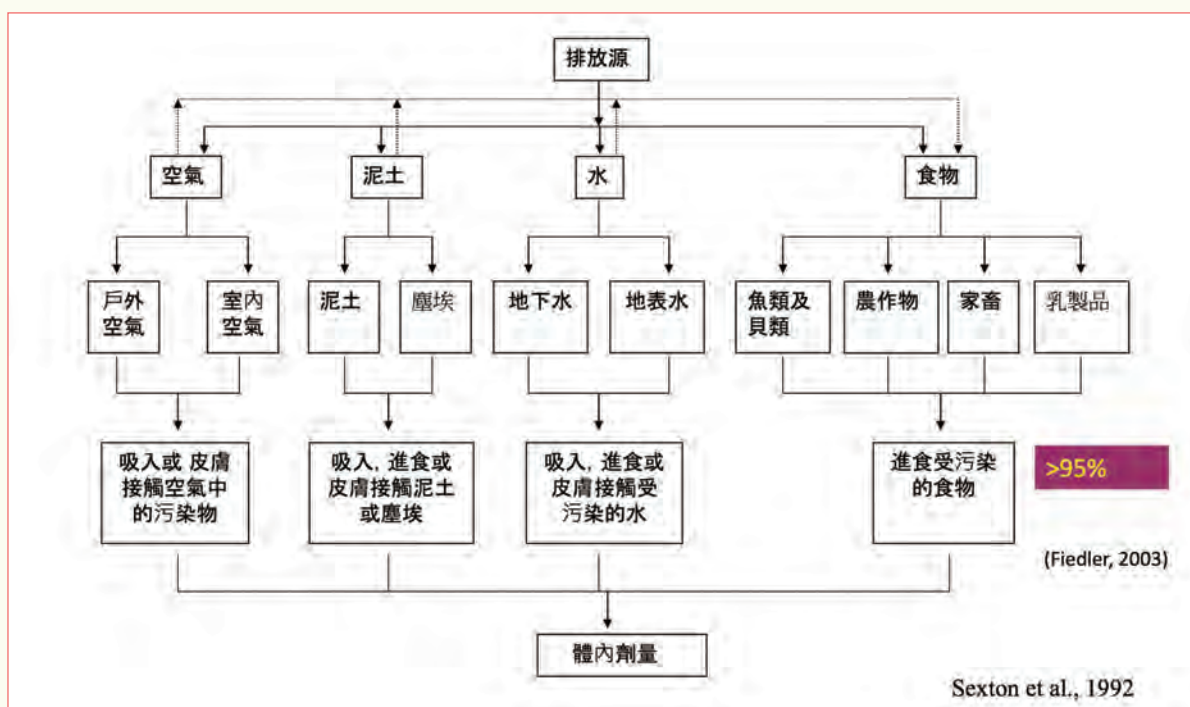


## 食物中的污染物

食物裏有很多的污染物，如食品未經測試便流出市面，污染物有機會累積在生物裏，並經食物鏈進入人體。香港教育大學研究團隊（首席研究員：黃銘洪教授；合作研究者：文裕邦博士及巫永然博士）嘗試以廚餘再造魚糧，以解決食物安全問題，減低養殖魚類的污染物，發展可持續的漁業，讓市民更安心食用魚類。

世界衛生組織提出食品安全旨在確保所有食品都盡可能安全。全球主要食品安全問題包括微生物危害的傳播、化學食品污染物和新食品（基因修改食品），而再造魚糧主要針對化學食品污染物的問題。污染物會透過不同的途徑進入人體，而有研究發現，人體接觸的污染物中有 95% 都是來自食物。污染物會經過食物鏈進入人體，假設一條小型魚體內的水銀單位是 1，一條中型魚要吃 100 條小魚，水銀單位就變成 100，一條大型魚要吃 100 條中型魚，水銀的數量便大幅倍增。最後經食物鏈到人體，就會累積很多水銀。人接觸過量的無機水銀會影響神經系統，以及腸胃和腎臟的健康。而接觸過量的有機水銀，如甲基水銀 (MeHg)，會令人神經系統紊亂、記憶力差、或有皮膚病、自閉症，甚至不育等不良的健康影響。

污染物可透過多種途徑進入人體



圖片來源：Environmental Chemistry

## 👁️ 人類血液中的污染物與海鮮飲食消費的關係

從人類的血液樣本和問卷調查發現，人進食海鮮的次數愈多，體內的有機污染物也愈多。研究團隊與另一位醫生合作，在有濕疹的嬰兒和成人的血液樣本中，發現鉛和水銀超標與進食海鮮有關。大型捕食性魚類如鯊魚，積累的水銀非常高，進食的次數愈多，患濕疹的機會也會提高。

食物安全中心進行香港首個總膳食研究，於有關甲基汞（水銀）的結果發現，魚類的有機污染物中有 94.9 % 是水銀。甲基汞可通過胎盤進入胎兒體內，並在胎兒的腦部和其他組織積聚，影響腦部發育。中心建議孕婦和其他較容易受甲基汞影響的人士，避免進食甲基汞含量較高的魚類，如金目鯛、藍鱸吞拿魚及劍魚。



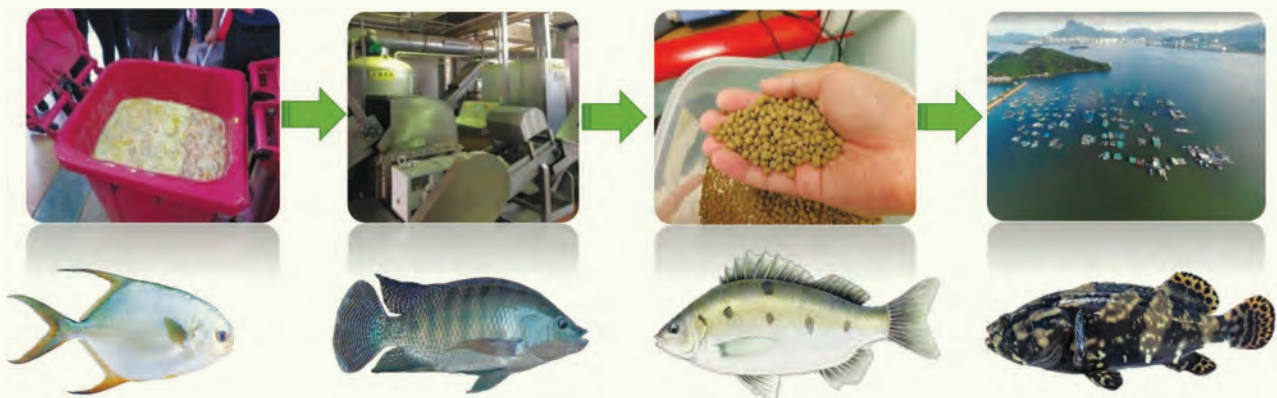
圖片來源：食物安全中心，2021

## 👁️ 食物安全問題的解決方案

由於研究發現食物中含有污染物，特別是大型捕食性的魚類會累積大量水銀，因此教大研究團隊決定從魚糧入手，計劃以廚餘再造魚糧，發展可持續魚類養殖。

### 研究項目 1 背景

魚糧是由雜魚經打磨成魚粉，並加工而成。魚粉可提供蛋白質，但雜魚會使污染物累積。研究團隊嘗試使用廚餘中植物性或動物性的蛋白質代替魚粉，以減低污染物。立法會於 2011 年實施禁止在香港水域拖網捕魚，因此缺少雜魚供製作魚粉及魚飼料，令魚粉的價格不斷上升。團隊希望用廚餘製造魚糧，減低魚糧的價格，讓漁民受惠，最終消費者也可以較便宜的價錢購買魚類。





2018年，香港現有的3個堆填區每日處理約11,428公噸都市固體廢物，其中有3,565公噸(31.2%)為廚餘，而於2017年，廚餘回收量僅為146公噸，只佔廚餘總量的1%，將有機廢物堆填並不符合可持續發展的原則。

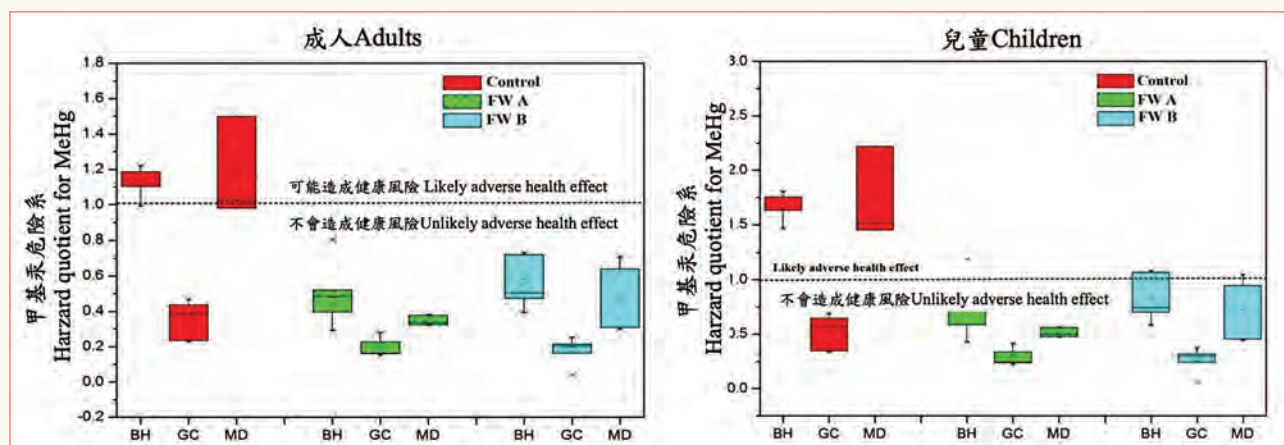
政府近年設置「O·PARK：有機資源回收中心」，小蠔灣中心每日可處理200噸廚餘，而於沙嶺和石崗即將落成的有機資源回收中心每日可處理300噸廚餘，轉化成有用資源，例如可再生能源及堆肥。但比起堆填區每日堆填三千多公噸廚餘仍然微不足道。廚餘用於製造魚飼料，優點在資源循環利用、緩解廚餘堆填壓力、減少飼料中污染物積累、改善養殖環境、降低養殖成本和保證水產品質量。

研究團隊的第一個研究項目利用廚餘進行綜合魚養殖，以解決拋棄廚餘和食物安全問題。目的在於進行實地調研，並結合漁農署的資料了解本港的魚塘狀況；提升漁業產量，通過添加益生菌（如酵母）和酶（如木瓜酶，及或菠蘿酶）至豆渣、麵包、米飯和蔬菜等廚餘殘渣，提高飼料轉化率和廚餘飼料的可消化性；生產安全和優質的魚類產品，通過飼養低營養級的魚類（如鯪魚和烏頭），避免持久性污染物（如農藥和水銀）的生物富集；通過成本效益分析驗證魚塘的生態價值，並考察使用廚餘飼料恢復一些魚塘漁業飼養的可行性。

## 研究項目 1 實驗結果

在沙頭角有機農場戶外混養實驗，發現以穀物為主要成份的廚餘飼料所養殖的魚類，比商業飼料養殖的魚類，污染物在低營養級魚類體內的生物性積累較少。

廚餘養殖的魚中所檢測出的甲基汞濃度，不會對成人和小孩造成健康風險，但街市購買的大頭魚和鯪魚中的汞濃度可能會造成健康風險，由此可見廚餘養殖魚更加安全。



圖為街市魚和廚餘養殖魚的甲基汞非癌症風險評估結果。BH- 大頭魚；GC- 草魚；MD- 鯪魚；FWA：廚餘飼料 A；FWB：廚餘飼料 B；Control：商業飼料；MeHg：甲基汞。

## 研究項目 2 背景

第二個研究項目是關於廚餘再造魚糧及養魚技術提升。目的是以廚餘為主要原材料，開發高效及實用的方法生產高品質魚飼料，以養殖寶石魚和羅非魚；利用更低成本生產比普通商業飼料更安全的魚飼料，例如含有更低的滴滴涕 (DDT) 和汞；通過加入中草藥成分、益生菌、微藻及其他活性成分，將廚餘飼料進行改良升級，從而提高淡水魚的免疫力以及產量。



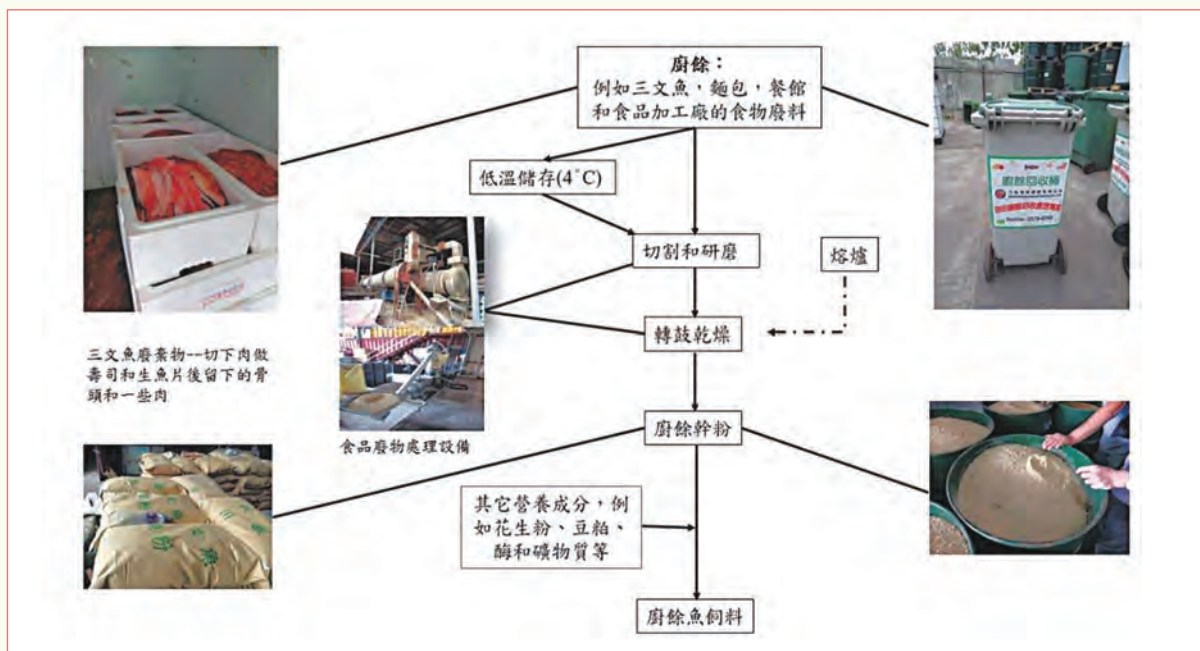
## 研究項目 2 實驗結果

綜合考慮飼料成本，生長和污染物表現，廚餘飼料養殖的羅非魚和寶石魚都不會對成人和小孩造成健康風險，而且比街市上購買的魚更安全食用。

不同飼料餵養的魚及街市魚的重金屬非癌症風險評估		
不同飼料餵養的魚及街市魚	危險指數（成人）	危險指數（小孩）
	95 <sup>th</sup> 百分位數	
<b>羅非魚</b>		
對照飼料	0.365	0.421
廚餘飼料 A	0.343	0.614
街市羅非魚	<b>4.81</b>	<b>8.58</b>
<b>寶石鱸</b>		
對照飼料	0.583	0.673
廚餘飼料 F	0.456	0.814
街市寶石鱸	<b>3.01</b>	<b>5.37</b>

## 研究項目 3 背景

第三個項目是利用高級廚餘飼料生產三種安全和優質海水魚的研究。目的是為沙巴躉，鯧魚和石蚌三種海魚研發合適的飼料配方，主要以食物殘渣和食物加工殘餘製成；研究不同配方的飼料對三種海魚的生長表現；以研究結果為依據，開展大規模實驗，驗證飼料功效；對魚肉中主要的環境污染物進行檢測，開展潛在健康風險評估。



廚餘回收及廚餘飼料再造過程

### 項目研究 3 實驗結果

大規模實驗結果表明，所選擇的廚餘飼料適用於沙巴龍躉養殖。餵食廚餘飼料或商業飼料對沙巴龍躉的生長表現沒有顯著性的差異。但廚餘飼料不太適合鯧魚養殖，換肉率偏低。加上受環境因素影響，石蚌大量死亡，因此未能收集相關生長數據。

廚餘飼料與商業飼料用於不同魚類養殖的生產成本對比

魚類 fish	商業魚飼料			廚餘魚飼料			節省生產成本
	飼料價格 (港幣/噸)	換肉率	每噸魚生產成本 (港幣/噸)	飼料價格 (港幣/噸)	換肉率	每噸魚生產成本 (港幣/噸)	
草魚	8,500*	2.41	20,485	6,000	2.02	12,120	40.8%
羅非魚	9,000**	1.12	10,080	6,800	1.06	7,208	28.5%
寶石魚	9000**	1.28	11,520	7,500	1.16	8,700	24.5%
沙巴龍躉	17,500***	1.96	34,300	12,500	1.96	24,500	28.6%

\*2014 年的價格，30% 蛋白含量；\*\*2017 年的價格，30% 蛋白含量；\*\*\*2019 年的價格，42% 蛋白含量；包含運輸費用。

透過廚餘養殖魚的重金屬濃度測試，發現廚餘飼料或商業飼料養殖魚的重金屬濃度沒有顯著性差異。與廚餘飼料養殖魚和商業飼料養殖魚相比，街市魚含有較高濃度的重金屬，但沒有顯著性差異，廚餘飼料養殖魚中的重金屬含量則不會造成健康風險。

廚餘飼料養殖的沙巴龍躉和鯧魚與商業飼料養殖魚也進行了試食對比。試食結果表明，儘管試食者可以辨別出廚餘飼料養殖的沙巴龍躉，但是整體評分（包括色澤、口感、味道和魚肉質地）沒有顯著性的差異。對於鯧魚而言，試食者則無法辨別出廚餘飼料養殖魚、街市魚和商業飼料養殖魚之間的差異。

### 總結

廚餘可以被利用於魚類養殖，包括常見的淡水魚（草魚、大頭魚、寶石鱸、羅非魚和鯪魚）及海水魚（沙巴龍躉）。其次，高蛋白廚餘可以替代魚飼料中的魚粉，這將節省 25-40% 的生產成本。另外，健康風險評估研究結果表明，廚餘養殖的魚產品可安全食用，而且以廚餘取代魚飼料中的魚肉成分，在某種程度上可降低環境污染物（例如重金屬和有機污染物）。廚餘飼料養殖魚、街市魚和商業飼料養殖魚之間的試食體驗沒有顯著性的差異，彰顯出廚餘飼料養殖魚具有潛在的消費市場。最後，廚餘在水產養殖中具有很大的潛力，不僅可以降低水產品的生產成本，提高經濟效益，而且可以實現資源的循環利用，保護環境，一舉多得。



## 食物生產帶來環境污染？

食物生產可分為四大類，均帶來環境污染。第一類是畜牧業，飼養的動物會排放溫室氣體和廢水，污染水源及加劇全球暖化。第二類是農業，在耕作期間過度施用化肥及農藥會污染水質。第三類養殖漁業，在魚排養魚會引起水質優養化問題。第四類是食物加工工業，產生的污染物沒有妥善處理會危及環境。以下將逐點解說這四類食物生產對環境造成的禍害。

## 畜牧業對環境的影響

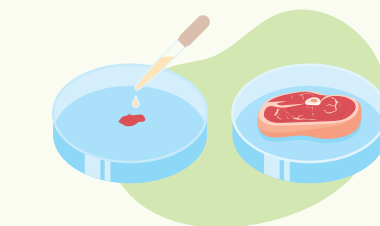
首先，畜牧業加劇溫室氣體的排放，增加全球暖化的危機。聯合國在 2006 年指出，畜牧業每年大約排放 71 億噸的溫室氣體，佔了全球溫室氣體排放量的 18%，僅次於二氧化碳。以養牛的影響最大，每生產的 1 公斤的牛肉，大約會排放 15-25 公斤溫室氣體；而 1 公斤的豬肉，約排放 5 公斤溫室氣體；1 公斤的雞肉，約排放 2 公斤溫室氣體。由於牛是反芻動物，草料穀物在胃裏消化時，會產生大量的甲烷，排放溫室氣體，對環境造成影響。

其次，畜牧業是水污染的其中一個主要來源。畜牧會產生廢水，主要是養豬的排泄物，如未經處理的廢水直接流入河道和海洋，會造成水質優養化，危害水中生物。水質優養化是指湖泊、河流和海域中氮、磷等植物營養物質含量過多所引起的水質污染現象。由於水體中營養物質豐富，引起藻類及其他浮游生物的迅速繁殖，使水體溶解氧含量下降，造成植物、水生物和魚類死亡。另外飼養牛的穀物對於水的需求非常大，生產 1 公斤牛肉需要 6 公斤的穀物來餵飼牛，大約消耗 100 公噸的水，相等於 10 萬枝 1 公升的蒸餾水。

再者，畜牧業需要開闢大片土地，破壞大自然及影響環境。飼養動物需要有牧場，而開闢牧場要先砍伐樹木，鏟平草地。於是很多樹林包括熱帶雨林紛紛被破壞，主要用作牧場，其餘用作農地，如種植大豆等飼料作物。飼料作物與糧食作物之間也有爭地的問題，每 16 公斤的穀物只能產生 1 公斤的牛肉，以肉食為生所需的農地面積，比以穀物為生所需的農地面積高二十倍以上。畜牧業爭奪了大量農地面積，令熱帶雨林更快受到破壞。

## 以培植肉代替畜牧業？

科學家研究了培植肉 (Cultured Meat)，又稱人造肉，透過人工培植來製造牛肉，以減輕畜牧業為環境帶來的禍害。科學家透過生物工程培養動物的肌肉細胞，原理是先從動物體內抽取幹細胞，再放進試管或培養皿上讓其分裂生長，最後產生肌肉組織。



(圖為 Google 聯合創辦人布林有份投資的 MosaMeat 顯示如何製作培植肉)

培植肉不一定只是牛肉，但由於真正的牛肉在各種肉類的生產成本中最高，所以研究都以牛肉為主。初期生產成本極高，但隨着技術日漸成熟，成本也不斷降低。2012 年用試管肉來做漢堡包的成本要 25 萬歐元，而俄羅斯預計在 2023 年投產時可降至每公斤 100 美元。以培植肉代替畜牧業生產牛肉可以減少溫室氣體排放以及農地的使用，因此這解決方法也未嘗不可。

## 🌱 農業生產對環境的影響

在農業生產方面，秸稈是農業生產中常見的廢棄物。農民一般以焚燒處理，但會因此產生二氧化碳和懸浮粒子等廢氣，造成空氣污染，加劇溫室效應，也會影響人類健康。

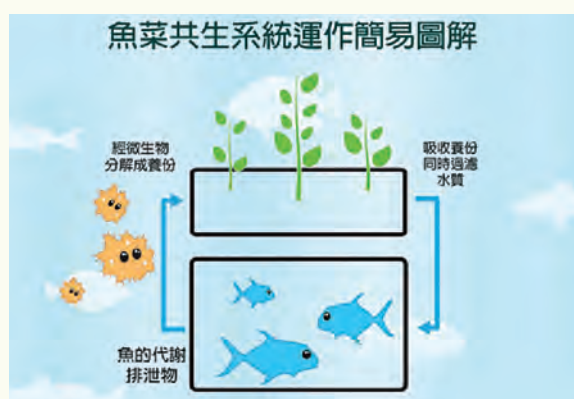


圖片來源：新華網

再者，農民在耕作期間會施用化肥及農藥，當化肥流入水中會造成水質優養化，而農藥過度使用會造成土地污染。農藥被生物和人體吸收，會影響健康，如呼吸道不順暢和頭暈。

有見及此，科學家設計了不少的方法減輕農業生產對環境帶來的影響。例如運用科學研究找出化肥和農藥的合理施放量、次數和時間，以減少多餘的使用。另外也研究以種植香草來驅蟲，及以生物防治蟲害，例如用瓢蟲捕食蚜蟲，這樣可以減少使用農藥，保護環境。

此外，科學家也研發了水耕栽培，又稱無土栽培，是一種不使用土壤種植植物的技術。只透過水攜帶供植物生長所需的營養成分，或是使用支撐植物根部的材質，例如木質纖維、砂粒和泡棉。這種方法不需泥土種植，也可加上防蟲網，不用使用農藥殺蟲。而且可利用循環再用水，減少對環境的破壞，發展可持續的農業。水耕栽培適用於種植蕃茄、茄子、菠菜和高苣等。另一個研發是魚菜共生，結合了水產養殖與水耕栽培的互利共生生態系統。魚的排泄物與水中的有機質，經細菌分解成養分，供植物生長，蔬菜的根把水淨化，供魚使用。目前也有不少工場運用魚菜共生的技術。

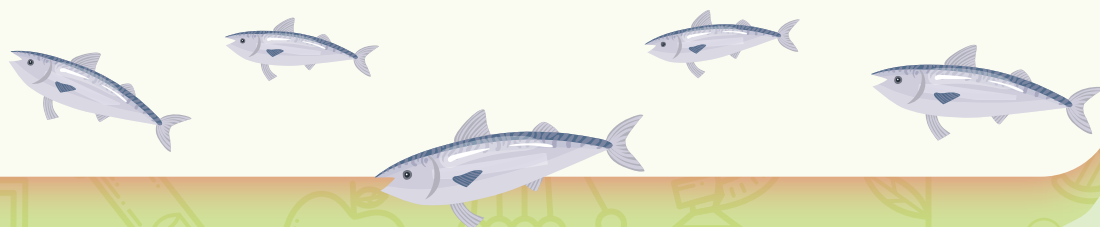


圖片來源：Green Skies Aquaponic Farming

## 🐟 養殖漁業對環境的影響

除了農業，養殖漁業也會對環境造成了一定的影響。部分養殖場在建立時，會大規模夷平沿海生境，例如珊瑚礁，紅樹林和海草床，破壞生態環境。魚排是常見的養殖漁業。在魚排範圍中會聚積魚類排泄物和沉澱的飼料，污染海洋，造成水質優養化。部分養殖戶會捕撈野生魚類用作飼料，通常養成 1 公斤海水魚，需要 4 公斤的其他海水魚當飼料，令早已被過度捕撈的海鮮品數量進一步減少。

為解決養殖漁業對環境造成污染的問題，科學家建議養殖戶應保持合適的養殖密度。由於水中廢物不易被細菌降解，建議養殖戶可使用適量乾式顆粒的浮水性魚糧，防止飼料沉澱，以免造成浪費，也能減少水中有機物含量。其次也應定期監測水質，水溫低和溶氧度低時減少飼料。



目前澳洲 Dr. Dale McClure's lab 正研究科學方法，以減少魚塘使用野生魚類作飼料。包括引入含有 Omega 3 脂肪酸的有益藻類，吸收水中的有機物來生長，並作為飼料。亦有研究在幼魚階段，只給植物性蛋白質以節省成本，到了出貨前的 3 個月左右才給魚粉等精緻的飼料使魚肉變得肥美，稱為「追肥」，飼料魚粉大約只有海水魚所需的 1/3。另外鱧魚類只吃池水中的浮游生物，如果僅少量飼養，根本不需要提供飼料，沒有傷害海洋生態的問題。

## 食物加工工業對環境的影響

食物加工工業在生產食物加工製品的過程中，會產生廢物和污染物，未經處理而排放，會影響環境。例如廢水會引起水質優養化和污染水質，排放的廢氣會影響人體健康。

為減少食物加工工業對環境影響，科學家正研究有效的生產程序，以減少不必要的廢物產生。在食物生產工廠設置廢物處理系統，例如污水處理系統，將廢水淨化為再生水使用。香港的可口可樂汽水廠內設有污水處理系統，經處理的再生水可作清潔和養魚用途。



圖片來源：Coca Cola

## 🔄 可持續發展

可持續發展是指「既能滿足當代的需要，而同時又不損及後代滿足其需要的發展模式」。為實踐可持續發展的目標，我們可建立「可持續的飲食」，例如從飲食方面着手，減少糧食浪費，食用可持續食品等。

可持續發展目標 SDGs：



圖片來源：United Nations

## 🔄 可持續飲食

在日常飲食模式中，我們可以選擇對身體和環境有益的食物，既可以提供營養價值，也有助於生物多樣性和保護環境。這些食品的種植和加工方式，不會損害環境，也不損害滿足子孫後代的需求。改變我們的飲食模式可以減少浪費食物，減少製造廢物垃圾和減少對環境的影響。

可持續飲食為我們提供一些能夠合乎基本營養價值要求的食品，幫助我們攝取身體裏所需要的營養，確保健康。其次，可持續飲食能保障食品安全，例如避免使用對人體有害的農藥。另外，這種飲食模式能夠幫助自然環境維持生態多樣性，令食物鏈可以有系統，及有好的平衡繼續運作。因此我們應在日常生活中改變飲食模式，並且減少製造廚餘，甚至利用廚餘作其他有價值的產品，以達致可持續飲食。

## 🔄 實踐可持續飲食的七項小貼士：

### 1. 選擇本地產品、可持續食品

選擇本地生產的農作物和養殖魚類，能減少因運輸而使用的燃料，以及包裝的過程和使用的物料，有助減少碳足跡，對環境有正面的影響。

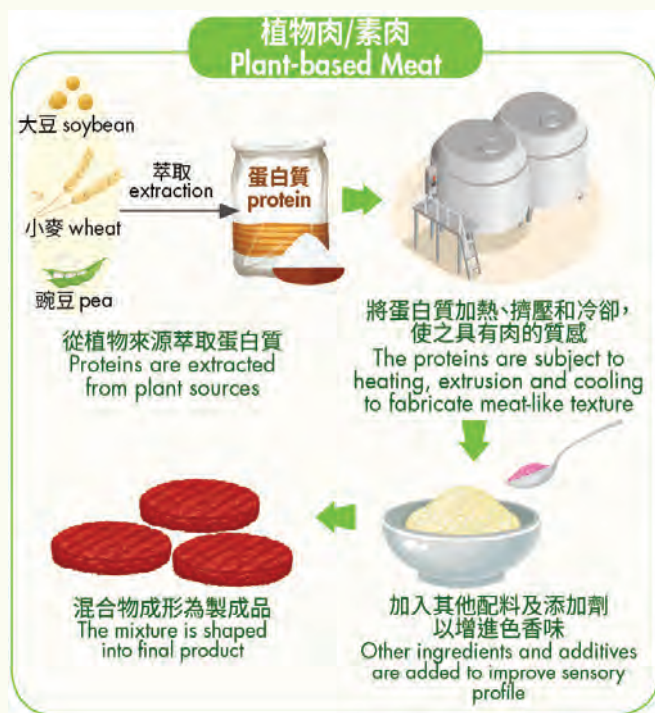
而可持續食品指食用的肉類、農作物、蔬果、海鮮等符合無添加防腐劑、無基因改造、無化學物、無催生激素以增加其生長的速度、無添加荷爾蒙、無抗生素、無使用化學殺蟲藥及無使用化學農藥，有助減少為環境帶來的污染、避免自然資源被破壞，也有助人體健康。

有機食物在種植過程中不會使用化學肥料或化學農藥，以保持產品的天然健康成份，並減低耕作過程對大自然的破壞，保持自然生態規律和生物多樣性。在種植方面，避免使用化學性除草劑，多採用輪作、動植物堆肥、人工除草和以生物方法防治蟲害，保持土壤生產力，為植物供應養分和控制昆蟲、雜草及其他害蟲，減少對影響的破壞。

飼養動物方面，以有機飼料餵飼，避免使用抗生素、生長激素和其他動物飼料添加劑，對人體健康。也控制使用化學物品，不使用來自非有機來源的食物添加劑，以及不使用基因改造和輻照技術（一種用以殺死細菌的輻射技術）。

另一方面，可持續海鮮又稱環保海鮮，即不論養殖或野外捕撈而來的海鮮，其生產或捕撈過程，不會破壞海洋生態，以確保生態系統長遠發展。世界自然基金會提出了《海鮮選擇指引》，將本港常見的海鮮分為三類，讓消費者作出購買選擇。綠色是首選，是可以選購食用、黃色是次選、紅色是避免選購。例如來自俄羅斯（巴倫支海）的帝王蟹為首選的海鮮，但來自俄羅斯（北太平洋）的帝王蟹為避免選購的海鮮，因地理資源的不同，即使是同一品種的海產，也會被分類為不同的組別，可供消費者參考。

而可食用植物性肉類替代品，即是植物肉或素肉，是由植物蛋白質製成的仿肉。例如從大豆、小麥或豌豆等植物來源萃取蛋白質，然後將蛋白質萃取物加熱、擠壓和冷卻，使之具有肉的質感，最後加入其他配料及添加劑（例如調味劑及染色料），以仿製肉的風味、味道及外觀。



圖片來源：食物安全中心

## 2. 均衡飲食、維持生物多樣性

均衡飲食除了對健康有重要的影響，對自然資源也非常重要。避免食用過多紅肉、高糖、高油、高鹽食品，減低患上嚴重疾病的機會，有助改善人體健康。也避免食用單一的食材，有助自然資源於自然環境中復原生長，例如過度捕撈某一類海鮮會減少其數量，影響生態系統中食物鏈的平衡。

## 3. 多吃植物性食物

植物性飲食不僅有益於我們的健康，對地球的健康也有好處。動物性食品比植物性食品使用更多的水和能源來生產，相對於養飼食用動物，植物耕作能減少使用飼料、能源和水資源。選擇植物性產品減少碳足跡和水足跡，對環境造成較低的影響。

## 4. 減少買包裝食品

在購買食物時，應減少購買過度包裝的產品。例如到街市購買新鮮蔬果，以減少塑膠物料包裝和製造廢物。購買外賣時可攜帶環保飯盒，減少使用即棄餐具，在消費上作多一重考慮。塑膠廢物需要長時間才能分解，使用環保餐具或可重用餐具則可減少廢棄一次性的即棄塑膠材料，對自然環境有很大幫助，減少使用和製造塑膠廢物有助推動可持續發展。



## 5. 減少浪費食物

減少浪費食物，珍惜資源。在食品製造業中大多利用科技，如冷凍、脫水、包裝的技術加工食品，延長食物保質期。除了為消費者提供方便，可更容易處理食物外，也讓食物原材料的保質期延長，減少因為食品變質而浪費掉。我們也可精明地運用不同的製作方法處理食物，例如在家利用水果自製果醬，乾果和自家製乳酪等。



近年盛行嶄新廚餘處理技術，使用廚餘處理機監測廚餘量，幫助公司或食肆控制食物分量，減少浪費。如酒店自助餐經常產生廚餘，這些技術可分析哪些食品較不受歡迎，透過人工智慧和機器學習，以電腦視覺為基礎，採用計量技術來追蹤和計算廚餘的情況，由數據分析結果，有效地管理食物生產製作，減少廚餘。嶄新的方法去應對食物浪費，解決其所導致的經濟成本及環境問題。

## 6. 在家培植食物

若家中的天台或露台空間足夠，我們也可嘗試種植簡單的蔬果如生菜，利用有機耕作或水耕法，因水耕所佔用的空間細小，可以好好運用這些簡單的設施作培植。

## 7. 循環利用食物廚餘

最後一個要點是循環利用食物廚餘。廚餘可分為三類，第一類是無法避免，不能食用或不可回收的食物，如骨頭及海鮮殼。第二類是可避免，可重用或再造的食物，例如咖啡渣及果皮。第三類是不應該產生的，可食用但被丟棄的，如吃剩的菜頭菜尾、冷飯、湯渣、超級市場內的過期食品等。

在日常生活中了解什麼是廚餘，可根據這些廚餘的特點作出不同的方式以利用，不是所有廚餘都是廢物，有些廚餘可以經烹飪後變成美味的食物，有些廚餘則可以經加工後變成有用的物品。我們可發揮創意，例如用果皮製作果醬，用豆渣做蛋糕或素肉漢堡包。也可把蔬果的菜頭菜尾和果核，在家重種的蔬菜，以再生植物。

一些不能再食用的廚餘，經過適當的處理和加工，可變成別的用品，如茶葉渣、咖啡渣可除臭吸濕；咖啡渣也可製作成蠟燭、肥皂；果皮作身體磨砂用品、肥料、動物飼料和發電原料，令廢物重新有價值。



## 總結

我們可透過食物科學，科技和創新推動可持續發展，也可透過日常飲食生活的改變，培養「可持續飲食」的習慣，推動「可持續發展」。

## 種種食物點樣揀？

世界自然基金會香港分會

### 🍴 晚餐你點揀？

試想像你現時到餐廳光顧，餐牌上列有三個套餐，A餐是煎雞扒拼牛油粟米 \$49，B餐是肉醬意粉 \$58，C餐是鰻魚壽司（8件）拼日式青瓜沙律 \$54，你會選擇哪一款套餐作為晚餐？你會考慮以上三款食物的味道、營養、價錢、還是其他因素？最後結帳時，單上顯示選擇A餐需付 \$4900，B餐則 \$5800，C餐為 \$5400。為何最後收費與餐牌標明的不一樣？食物背後有甚麼隱藏成本？

**A餐**

煎雞扒  
拼牛油粟米  
**\$49**



**B餐**

肉醬意粉 **\$58**



**C餐**

鰻魚壽司（8件）  
拼日式青瓜沙律  
**\$54**



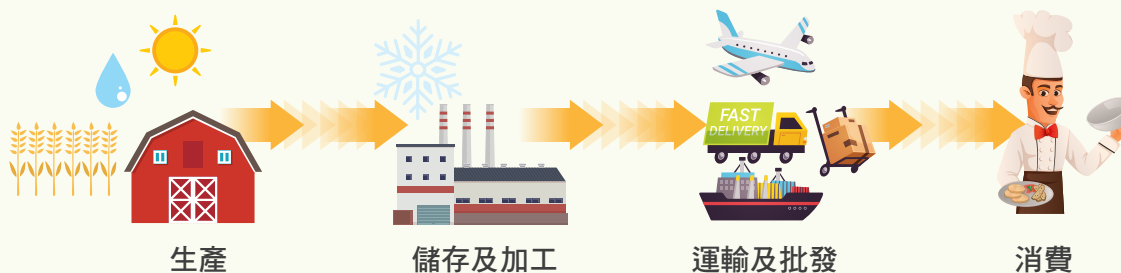
### 🍴 食物的隱藏成本

平日我們吃到的食物，經生產後，需儲存及加工，再到運輸及批發，最後才可作消費及食用。以A餐的主菜為例，在生產雞肉過程中，會用到飼養動物的糧食、土地和水資源。生產1公斤雞肉的耗水量為4325公升，相等於14.4個容量為300公升的標準浴缸。而生產1公斤牛肉的耗水量為15415公升，相等於51.4個標準浴缸，加上牛是反芻動物，會排出甲烷，加劇全球暖化的問題。

#### A餐



#### B餐



### C餐鰻魚

- 來源地：中國
- 魚塘養殖
- 魚苗：野外捕撈
- 保育狀況：

在世界自然保護聯盟 (IUCN) 瀕危物種紅色名錄中被列為：

滅絕  
EX

野外絕種  
CW

極危  
CR

頻危  
EN

易危  
VU

近危  
NT

無危  
LC

- 飼料：肉食性魚類，魚類投入產出比率高

歐洲鰻魚 (*Anguilla anguilla*)



C餐所用的是歐洲鰻魚，由野外捕撈取得，經魚塘養殖。目前歐洲鰻魚在世界自然保護聯盟 (IUCN) 瀕危物種紅色名錄中被列為極危級別，在野外滅絕的風險是相當高。再者鰻魚為肉食性魚類，要生產1公斤鰻魚需投放大量魚類的資源。現時市面上，餐廳售賣的鰻魚佔九成是瀕危和極危級別，因此食物背後其實有很多隱藏成本。

除了套餐的主菜外，配菜同樣有很多成本。首先是 A 餐，在種植粟米期間會使用大量的化學肥料及化學農藥，以及工業化的收割機器，需使用化石燃料。再者粟米大多數長時間在農地單一及大量生產，耗用土地的礦物質，增加被侵蝕的機會，令土地不再適合耕種。

另一樣在配菜中用到的牛油，一般是由牛奶加工而成，但因人造牛油較為便宜和儲存方便，受餐廳廣泛使用。人造牛油由植物油加工而成，主要使用棕櫚油。由於棕櫚油需求愈來愈大，因經濟因素砍伐大面積的熱帶雨林轉作棕櫚樹，造成環境破壞，更令紅毛猩猩喪失棲息地，目前紅毛猩猩亦被列為極危級別。

至於 C 餐的配菜，生產 1 公斤的青瓜耗水量為 353 公升，相等於 1.2 個標準浴缸，可見生產蔬菜比肉類所使用的土地和水資源相對少。然而生產青瓜亦有其他成本，因青瓜只有 4-9 月為當造期，其他月份需由本地的溫室種植，耕作期間會使用化學肥料及化學農藥。

而 B 餐的意大利粉在意大利生產後，需經長時間運輸到香港，消耗大量的包裝和能源，加劇溫室氣體的排放，增加全球暖化的危機。

以上種種生產食物的方法，包括將生物的棲息地改為農地及養殖場，還有過度捕撈等情況，都對土地和水資源的運用有極大的影響，造成環境污染，亦會導至生物多樣性喪失。食物生產的方式加劇全球暖化，令極端天氣的事件發生愈來愈頻密，這些都是食物背後的成本。

## 🍴 糧食損失及浪費

另一半食物的成本是來自糧食損失及浪費。糧食損失指食物供應鏈的糧食供應商的決策和行為而導致的糧食數量或質量受損，例如沒有收割好食物、儲存不當、生產過多、運輸出現問題等等。而糧食浪費指糧食服務供應商和消費者的決策和行為而導致的糧食數量或質量受損，如捨棄「醜食」(ugly food) 和快將過期的食品，製造廚餘造成浪費。廚餘需要額外處理，亦會影響環境。

## 🌱 做個善愛地球的 LOVERS

每年全球約三分之一的糧食遭到損失或是浪費。然而，全球現時有大約十分之一的人口（8.11 億人）正面臨食物不足的困境。要解決種種環境及糧食問題，我們每人也要出一分力，改變我們的飲食模式。

我們可以運用符合可持續生活模式 "LOVERS" 的標準挑選食品，包括本地生產 (Local)，多選擇在本地或鄰近地區生產的食物，如中國內地及亞洲地區。食物運輸的里程較短，可減少能源的消耗和溫室氣體的排放；有機 (Organic)，避免購買使用化學肥料及化學農藥生產的食品；多菜少肉 (Vegetables)，如將生產大量肉類的資源直接投放在種植蔬菜上，就有機會解決糧食供應不足的問題，以及減低二氧化碳的排放；節能 (Energy saving)，選擇新鮮而非加工冷藏的食品；惜物善用 (Reduce, reuse, recycle)，如選擇較少包裝的食物、光顧裸買店、不要捨棄「醜食」、減少剩食、善用廚餘作堆肥、不使用即棄餐具等；當造 (Seasonal)，選擇當造的食物，減少使用更多的資源以營造適合它們生產的環境；可持續的生產及消費模式 (Sustainable production and consumption)，減少在生產，養殖及捕撈的過程對環境造成的影響，避免過度使用天然資源。並減少購買含有棕櫚油成份的產品，或選擇有可持續棕櫚油標誌的食品等。

雖然我們進食肉、菜或飲水都會用到地球資源，是無法避免的事情，但我們可以在個人層面選擇對環境造成較少影響的食物，亦可想想由食物生產到它送到我們的餐桌上，途中有沒有更多的方法可以減少糧食和環境的問題。

# 有機漁農業發展的目的和抱負

香港有機資源中心 王詩怡女士

## 📍 自古以來的自然農業方式 vs 近代常規農業

現時本地養殖及畜牧方式都使用了大量農藥，造成環境污染。但試回想，由盤古初開到古代，以前種植並沒有帶來這麼多污染。其實古人運用了有機的方式進行耕作，並跟隨四季的變化，選擇合適的作物種植，也沒有使用化學肥料和農藥。以前中國有二十四節氣，這年曆可供農民參考耕作活動，種植時令蔬果，是順應自然，天然的種植方式。

為甚麼近代常規農業會令地球受到破壞？主要原因是二次大戰後出現糧食危機，加上當時有大量炸藥生產。炸藥的成份包括硝酸銨，這種化學品也可用作化學肥料，化肥可以快速為農作物提供養份，令農作物在短時間內迅速生長，藉此可以解決糧食短缺的問題，廣泛被農民使用。可是化學肥料會傷害環境，破壞土地結構，令土地貧瘠，水土流失。也會造成水質優養化，令植物養份過多，藻類急速繁殖，使水中的氧氣下降，導致大量魚類死亡。加上化學肥料會損害人體健康，因此有人倡議有機農業。

## 📍 有機耕作的目的

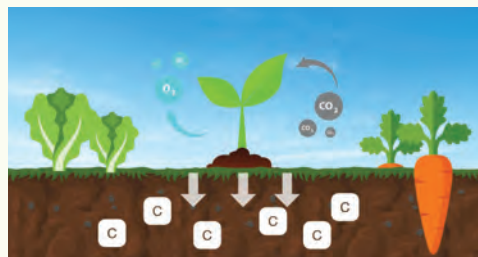
有機耕作可為我們提供糧食之餘，也能做到可持續發展，以順應自然的方式耕作，對環境友好，生產的食物也對人體安全健康。有機耕作講求生物多樣性，使用農藥會殺害農地的微生物、細菌和昆蟲，但昆蟲是部分雀鳥的食物來源，當食物鏈受到破壞，就會影響生態。然而有機耕作不使用農藥，可讓農地回復健康，平衡農地上好與壞的細菌。加上有機植物可吸引不同的昆蟲和動物到農場，整個生態系統也會因此而有所變化，環境便會生生不息，締造可持續的耕作模式。另外有機耕作會善用資源，運用農業生產中的廢棄物作堆肥，例如菜葉、雞蛋殼、水果皮等，令養分得以循環。



另外有機耕作會善用資源，運用農業生產中的廢棄物作堆肥，例如菜葉、雞蛋殼、水果皮等，令養分得以循環。

## 📍 有機耕作的原則

實行有機耕作需注意以下的原則。第一是堆肥，因為堆肥是有機農業的「碳循環」，可以減輕空氣中的碳含量，由於植物在光合作用中吸收二氧化碳，釋放氧氣，吸收的二氧化碳和泥土的養份可以令植物成長。當植物收割後，剩下的營養可透過堆肥重新放於泥土內。泥土是很好的碳儲存倉庫，堆肥可減少空氣中的二氧化碳，減緩全球暖化的問題。



第二，有機耕作講求輪作，即是按季節種植不同的作物。在冬天多數會種植根莖菜類作物，如蘿蔔、紅菜頭，如農地只種植同一種作物，不斷吸取泥土的同一種養分，其養分就會快速被耗盡。相反在同一片農地種植不同科的作物，泥土的養分就不會單一被吸取，可讓泥土恢復自然的土壤肥力，故此，輪作在有機耕作中是非常重要的。



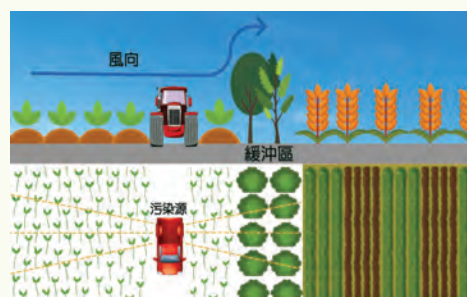
第三，有機耕作的模式是間作，即是在相同的農地上種植兩種以上的作物。種植不同的蔬菜可以互惠互利，有些蔬菜會吸引蟲，有些蔬菜則有防蟲作用。不少農夫會在番茄田中穿插種植萬壽菊，花的氣味可以驅趕害蟲，而番茄可以幫助植物擋風。



第四是休耕，讓農地休養生息，回復養分。鼓勵農夫在休耕過程種以下作物，包括大豆、太陽麻、花生和綠豆。因為豆科植物根部的根瘤菌可以固氮，將空氣中的氮氣轉化為泥土需要的氮元素，氮可以在泥土中幫助植物生長。加上種植高生的作物也可防止雜草再生，保護農地。

第五是實行有機的驅蟲方法。有機耕作不會使用化學農藥，農夫可用生物防治蟲害，例如用瓢蟲捕食蚜蟲，種植香草驅蟲等。也可運用物理防治，如擺放黃色的膠板，運用鮮艷的顏色吸引害蟲，並在膠板上塗上黏液，使害蟲黏附而無法逃脫，因此無需使用農藥，以簡單的方法就可以驅走害蟲。

第六，設立緩衝區。如果有機農地鄰近有工廠用地或常規農場，也有機會受污染，因此需要設立緩衝區，加建有效阻隔污染源的物理屏障，與畜牧業保持距離。

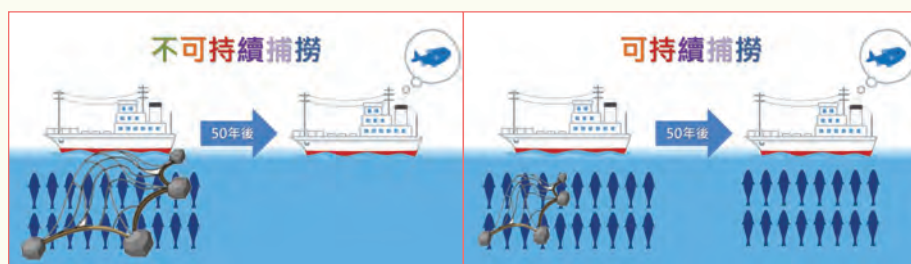


最後是適時適種。非時令蔬果需從其他地方運送到香港，而運輸過程的碳足跡未能做到低碳效益，因此種植時令作物可以減省能源消耗。另外在本地夏天種植冬季的作物，需使用溫室，要消耗額外的資源以製造適合作物生長的环境，按照時節耕種就可減低能源的使用。

## 📍 有機養殖水產

農業為環境帶來不少問題，養殖中過量的養分會令水質污染，有機水產養殖就可舒緩以上問題。有機水產是可持續的生產模式。不可持續捕撈會令漁業造成禍害，例如漁民將所有魚捕撈，50年後就再沒有魚類可以捕撈。而可持續捕撈是只捕撈一部分的魚，剩下一些魚可以繼續繁殖，使50年後仍有魚可捕撈。香港也有建立休漁期，令魚類有片刻休養生息的機會，以長遠維持產量。

目前香港有16個魚塘經有機驗證，魚塘只可選擇適合本地養殖的水產，養殖密集要低，顧及動物福利，魚類才會健康生長。再者需餵飼有機魚糧。選用可持續和有機物質製造的魚糧，不含化學或其他基因改造成份，用上健康的飼料。另外不可使用人工激素幫助魚類繁殖或防病，要用自然的方式令魚類繁殖或康復。這種養殖模式可令水質污染減至最低。



目前香港有16個魚塘經有機驗證，魚塘只可選擇適合本地養殖的水產，養殖密集要低，顧及動物福利，魚類才會健康生長。再者需餵飼有機魚糧。選用可持續和有機物質製造的魚糧，不含化學或其他基因改造成份，用上健康的飼料。另外不可使用人工激素幫助魚類繁殖或防病，要用自然的方式令魚類繁殖或康復。這種養殖模式可令水質污染減至最低。

## 📍 實踐可持續生活支持有機漁農業

有機耕作和養殖都可解決目前環境污染的問題，幫助土地回復可持續性，增加生物多樣性，減低種植食物所帶來的污染。我們應該多選購貼上有機標誌的產品，實踐可持續生活，支持本地有機漁農業。



有機產品標誌

## 「常識百搭」帶隊老師分享 施雅茵老師、周陽陽老師、徐凱盈老師、吳國銘老師

籌委會主席李凱雯博士（李）與四位獲「評判大獎」隊伍的帶隊老師分享和討論 STEM 教育及帶隊經驗。四位老師分別是聖公會主恩小學的施雅茵老師（施）與周陽陽老師（周），以及英華小學的徐凱盈老師（徐）與吳國銘老師（吳）。

### STEM 教育心得

#### 宜鼓勵學生多留意周遭的人和事

李：STEM 教育需綜合和應用不同領域的特質，老師有何策略引導學生運用已有或新學經驗以思考問題？另外，進行 STEM 教育曾經遇到甚麼困難？你們會如何解決？

施：進行 STEM 探究的過程中，主要希望學生自行發現問題。透過他們的親身探索，就會更加投入於發明和測試。而我感到最大困難的，是如何帶領學生尋找一個有意義的主題進行探究。上屆比賽的題目是「走進各行各業中」，需在不同的行業中找到應用 STEM 的地方。我們有一隊學生在學校生活中尋找，留意疫情下工友如何在清潔層面上加以防疫。另一隊學生則發現家人的工作受到疫情影響，因此希望幫助家人解決問題。

李：施老師用了甚麼策略讓他們有這份觸覺？

施：主要是鼓勵他們多留意家人和社會發生的事，多留意身邊的事物，從而發現問題。在課堂上我會用到不少生活例子，藉以提醒學生多留意世界正發生的事情。

#### 給學生更大的自由度

周：在綜合應用方面，平日在常識科課堂也有不少科學探索活動讓學生參與。不少學生的成品都是美輪美奐，亦具有實際用途，但在紙本功課上的答案往往與我們預期不吻合。由此得知，學生未能夠綜合和應用在課堂的學習；另一方面，亦可能在搜集數據和推論時出現問題。進行「常識百搭」探究時，老師會按照教學內容再進行深化，例如科學部份主要教授高階思維和邏輯。故此，要多讓學生自行選擇方法進行探究，讓學生更有滿足感，促使他們更投入活動。另外，學生可以直接地提出解決問題的方案，但往往未能提出相關證據。因此，老師需要他們想辦法進行測試。整個過程中，老師需要多問學生「為甚麼」，讓他們嘗試解答。

李：進行這些高階的學習自然需要較多時間，過往一年因疫情關係，令學習時間減少，周老師你們是怎樣調節，讓學生可在有限時間內進行高階的學習？

周：首要是配合課堂的教學內容，同時我們希望提升學生的滿足感，因此會多買器材讓學生可在家嘗試使用。我們發現，如果只在課堂做探究，學生的學習也只會框在課堂內，但如果可以把器材帶回家，他們就有較多時間在家嘗試各種方案解決問題，其自主學習的能力和學習的滿足感都得以提升，這才是最重要。

李：認同周老師提出 STEM 教學要超越課室，不只是地方，甚至是時間。

#### 以學生為本的原則

徐：在訂立主題時，我們都同意要根據一個大原則——以學生為本。在探究過程中，老師的角色是學生的同行者。我們會圍繞學生的生活經驗初步構思主題。我們上年的主題是改良學生書桌，

正正是學生自己的主意。因為他們正是書桌的用法，輕易就能列出現存的問題，之後就由老師引導他們整合和分析解決問題的方法。

李：徐老師提及要以學生為本，以他們日常的經驗訂立主題，但學生有不同的生活經驗，在照顧這些背景差異時，有否遇到困難？可以怎樣處理？

徐：學生來自不同的背景，我們正可以就他們不同的經驗加以善用。例如前年跟學生組裝模型屋，其中一位學生的爸爸是建築師，老師鼓勵他詢問爸爸的意見和經驗，再與大家分享，因此可善用學生的背景和他們周遭發生的事情加以整合。

李：加以善用學生的不同背景可以發揮協作精神，相信 STEM 探究亦是非常着重同學之間的協作。

### **大膽假設，小心求證**

吳：我們的策略是「大膽假設，小心求證」。「大膽假設」是一個建構創意的過程，當學生產生許多天馬行空的意念，老師就需引導學生收窄範圍。例如有學生建議在桌上加設腦電波探測器，老師會讚賞學生意念新穎，然而在下次探究中就未必可行——創作的過程也不是全無限制。

另外，「小心求證」是極為重要的科學態度。學生許多時候會以感覺行事，認為可按照他們的想像而行。例如有學生提出桌子的防疫板太高會阻擋視線，老師則邀請學生以實驗求證，例如放多少塊防疫板才會阻擋視線？甚麼角度會被阻擋？老師的策略是要讓同學學習判斷是否需要進行測試，以證明自己的說法是正確。

李：有時學生未必敢於大膽假設，因為怕會出錯。你在平日的教學中是怎樣訓練學生有這份勇氣去嘗試？

吳：我認為老師在學生心中的形象非常重要，如果老師與學生是亦師亦友的關係，學生自然願意分享內心想法。即使是一些未必可行的方案，老師會告訴他們方法未必可行，就算出錯都不會給予懲罰，那麼學生就會暢所欲言地表達。加上如果學生真的有心解決問題，就自然會提出有意義的想法。

### **帶隊經驗**

#### **學習過程比研究結果更重要**

李：指導學生進行 STEM 探究時，老師如何促進學生自主學習？老師又應如何給予學生回饋？在疫情之下，老師用了甚麼方法促進使隊內溝通？

施：要放心讓學生自己進行探索。有時學生提出的想法未必可行，老師就需要給予意見。例如上年隊伍想製作一個能自行分辨硬幣的收銀機，他們首先在網上搜尋不同的資料，分析哪個方案較為可行，跟着試做。第一次嘗試並不成功，其後學生自己尋找解決方法，再測試不同物料的製作。老師在旁是協助者的角色，非直接提議方法或答案，而是讓學生自主解難。

李：相信對老師而言也是一種學習，不要太急進讓學生看到理想的探究結果。



## 善用網上學習資源

周：上年因疫情關係，時間非常緊迫。因此我們隊伍跟學校的慣常做法一樣，讓學生把作品放上雲端，讓學生互相分享。當然老師也需要介入，在網上發佈相關筆記或提議，同學透過互相提點及競爭經歷進步，同時亦建立師生互動的平台和文化，學生因此就會不斷進步。

李：在平日學校的氛圍裏，是否也有這種良性競爭？

周：這些活動都沒有計分，所以反映學生真的想做得更好。因此，應放膽讓他們自行探究，成功與否並不是最重要。

## 學生的自身經歷很重要

徐：在自主學習中，最重要也是學生感興趣，他們自然會投入。另外，經歷失敗過程亦未嘗是壞事。如在上年的活動中，學生在制作桌面板的過程感到吃力和辛苦，之後卻發現成品不理想，為此感到失望，然後再思考改良方法。當學生親身經歷過辛苦卻失敗而回，就會更盡力解決問題。

再者，老師有時可向學生坦認承自己並沒有答案，並跟學生一同思考解決方法。如此，學生就不會完全依賴老師的答案。老師跟學生一樣，在某些範疇也只是初學者，需要一起探索。某程度上這也是一種推動力讓學生自主地追尋答案。

李：這是極為重要的心法，不要讓學生過於依賴老師。

## 敢於發問

吳：有時學生面對的困難也是老師會遇到的，而解決的方法就是不恥下問。我們曾經請教做建築師的學生家長，以及在學校維修的員工。向專業人士尋找答案，以身教讓學生知道遇到困難要承認自己不懂，再去發問。

自主學習並非「自己學習」。想學生自發地學習，正如徐老師所說，興趣是第一步，學生若有需要，老師便去協助。加上進行探究的時間非常緊湊，每次與學生見面前，老師都應要提前準備，幫助學生在探究過程中展示自己的想法。

另外，老師在學生完成一個成品後所給予的回饋同樣重要。我們亦會邀請學校其他老師以用家的角度向學生發問，令學生發現成品有未完善的地方，繼而產生動力不斷改善成品的設計。

## 📖 疫情下的建議

李：本年「常識百搭」的參與隊伍可能也會受疫情影響，四位老師有何建議給予參加者？有甚麼需要注意？

施：學生在校時間並不多，我們會用 Zoom 做課後的訓練，讓學生繼續討論和進行探究。老師也可善用網上平台，如 Google Classroom，讓學生先自行準備，再一起分享各自搜尋的資料。另外，分配工作也很重要，老師可幫助同學分工負責不同的部分，善用時間。

周：今年的主題是「膳」愛地球，應讓學生多留意日常生活。食物是每個人的必需品，學生可以留意自己進食午餐和晚餐時，有甚麼地方值得進行探究。讓學生有更多的思考，大膽讓他們嘗試，學生就自然會產生更多意念。

徐：多看外間的資訊，例如新聞和 YouTube，周遭的環境往往可給予我們不少的意念和想法。

吳：先善用網上平台去分享資料，直到可與學生見面的時候便能直接進行不同的測試。



# 廚餘環保餐具 - 可生物降解器具

影片連結



學校：元朗公立中學校友會小學

組員：李芊虹同學、林心喬同學、鄧蕙茵同學、游立淇同學、鄧穎同學、楊昊藍同學

教師：徐璟昕老師、黃文旭老師

## 探究意念

根據香港環境保護署資料顯示，截至 2021 年 8 月香港每天所生產的固體廢物中有百分之三十是來自廚餘，可見，廚餘佔整體都市固體廢物中最大的比重。為了符合可持續發展的原則，我們需要從速進行源頭減廢，把部分廚餘轉化成有用的工具，以滿足社會的需要。餐具是我們生活上不可或缺的用品，是次研究將以廚餘加工製成環保餐具，一方面既可滿足日常生活的需要，另一方面可減降低廚餘廢物量，舒緩堆填區的壓力。

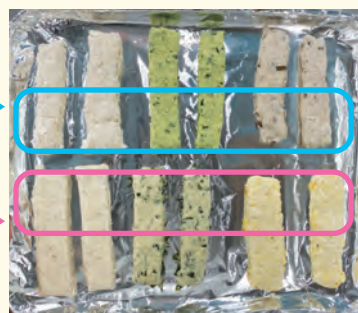


## STEM 原理

我們把廚餘收集再加工，製作成環保餐具。餐具的設計主要分為兩部分（見下圖），筷子的前半部分（一）可以用作餐具，手握的部分（二）可以用作為植物的肥料。這樣便可以達至生物降解，回歸到大自然，亦把廚餘廢物量減至最低，舒緩堆填區的壓力。

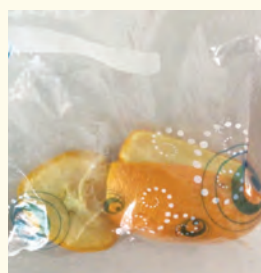
筷子的前半部分（一）可以用作餐具

手握的部分（二）可以用作為植物的肥料



## 器材及材料

我們將收集不同類別的廚餘及作比較，包括咖啡渣、蒜頭皮、果皮、菜葉、蛋殼等，首先把廚餘切成碎屑，再加入麵粉、水及熟石膏粉作黏合物及增強硬度。再把混合物製作成筷子的模樣，最後放入焗爐抽乾其水分以便定型。製作的過程中，我們會持續進行測量和檢視，以比較不同混合物的比例成份，從而製作出效能最好的餐具，以符合可行、實用、衛生及環保的標準。



同學收集廚餘的情況



烘烤廚餘餐具的過程

## 探究過程

### 探究前的準備：

與同學商討探究的過程。

探究前的準備		應對
1.	選擇廚餘的準則	考慮到廚餘的堅硬度、防腐度、耐用度，以及廚餘的收集量
2.	保存廚餘的方法	放進密實袋、加入防潮包、放進雪櫃內存放
3.	製作餐具的方法	參考曲奇製作的方法。為增加餐具的堅硬度，加入熟石膏粉加以定型
4.	測試餐具的方法	試用餐具，浸在水中
5.	保存餐具的方法	存放在乾燥的環境下，減低餐具發霉的情況

### 同學積極參與探究過程，認真商討探究前的準備：

#### 1. 你選擇廚餘的原則

我選擇的廚餘是士多啤梨葉，每次在食用過程中都有大量葉子被棄置。它的好處是非常薄，容易切成碎片。

#### 3. 製作餐具的方法 (\*注意物料/製作過程 可食用)

參考曲奇的制作方法(把熟的石膏粉、麵粉、水、廚餘放在一起)

#### 4. 測試餐具的方法

堅硬度: 利用餐具吃-餐飯

耐用度: 把餐具浸在湯裏, 看會否被溶解

#### 4. 測試餐具的方法

堅硬度: 用力把餐具弄壞

耐用度: 放進沸水中, 計時一分鐘(公平測試)

#### 1. 你選擇廚餘的原則

堅硬度, 防腐度, 耐用度

#### 2. 保存廚餘的方法

放進密實袋放在陰涼處。

#### 5. 保存餐具的方法

用密實袋保存, 加上乾燥劑。

### 廚餘餐具製作過程：



1. 先處理廚餘，切碎廚餘備用



2. 加入熟石膏粉、水、高筋麵粉，混合備用



3. 把麵團搓成形備用



4. 切成長條形(準備2條, 長: 8cm, 闊: 2cm, 厚: 5mm)



5. 調較焗爐至 100 度，焗 20 分鐘



6. 從焗爐取出後進行測試

## 📄 測試紀錄及結果

### 測試：

堅硬度、耐用度、保存情況、可生物降解情況。

### 實驗設計：

我們測試其耐用性、可承受的負重量、可存放日數和可降解生物的情況，這四方面的數據，並進行質性研究。是次實驗的目標是探究哪一種廚餘最能夠符合可行、實用、衛生及環保的標準，所以實驗只有一項變項——廚餘，而實驗的設計是以公平測試為原則。



實驗變項	測試過程	工具輔助
1. 廚餘	不同種類的廚餘加入製作餐具包括： 1. 蒜頭皮 2. 車厘茄葉 3. 橙皮 4. 蛋殼 5. 菜葉 6. 蕉皮 7. 咖啡渣	/
2. 保存廚餘的方法	相同的方法	利用密實袋存放已收集的廚餘
3. 製作餐具的方法	相同的材料份量	利用電子磅、砝碼、量杯等工具以提高其準確度及公平性
4. 測試餐具的方法	相同的測試過程	
5. 保存餐具的方法	相同的環境	利用相同的密實袋及存放在同一環境下

### 實驗前量度各款廚餘餐具的重量：

廚餘	蒜頭皮	車厘茄葉	橙皮	蛋殼	菜葉	蕉皮	咖啡渣
重量(克)	15	15	18	14	18	9	17

### 堅硬度測試：

放一個 200 克的砝碼在廚餘餐具上 1 分鐘。

廚餘	蒜頭皮	車厘茄葉	橙皮	蛋殼	菜葉	蕉皮	咖啡渣
成功	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

### 耐用度測試：

把廚餘餐具浸在 150mL 的清水浸 2 分鐘，放一個 200 克的砝碼在廚餘餐具上 1 分鐘。

廚餘	蒜頭皮	車厘茄葉	橙皮	蛋殼	菜葉	蕉皮	咖啡渣
重量(克)浸水前	15	15	18	14	18	9	17
重量(克)浸水後	16	16	18	14	18	9	17
成功	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗



各款廚餘餐具浸水 2 分鐘



各款廚餘餐具浸水後瀝乾

保存情況：

把廚餘餐具存放在密實袋內，每一星期觀察一次

廚餘	蒜頭皮	車厘茄葉	橙皮	蛋殼	菜葉	蕉皮	咖啡渣
重量(克)	15	15	18	14	18	9	17
1 星期後	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2 星期後	×	✓	×	×	×	×	×
3 星期後	×	✓	×	×	×	×	×



製作天



1 星期後，廚餘餐具的保存情況，除了車厘茄葉外，其餘餐具有明顯的發霉情況。



3 星期後，廚餘餐具的保存情況，車厘茄葉未有出現發霉情況，只有顏色變深，其餘餐具發霉情況持續。

### 可生物降解情況：

把廚餘餐具浸在 150mL 的清水中 1 小時，把已浸透的廚餘餐具埋在同一盆的盆栽中，每一星期觀察一次。

廚餘	蒜頭皮	車厘茄葉	橙皮	蛋殼	菜葉	蕉皮	咖啡渣
標記	1	2	3	4	5	6	7
重量 (克)	15	15	18	14	18	9	17
1 星期後	發現有發霉的現象，仍然可見大部分的固體餐具						
2 星期後	開始有腐爛的跡象						
3 星期後	已成顆粒，與泥土混合						



製作天放在同一盆的盆栽 把每一款的廚餘餐具在埋 1 星期後，發現有發霉的 3 星期後，已成顆粒，與  
在泥土前標記好以便辨認 現象，仍然可見大部分的 泥土混合。  
固體餐具。

實驗設計原以廚餘餐具的重量作量度數據，衡量可生物降解的標準應是重量變輕。但實際情況，因為埋在泥土下的廚餘餐具已分解並混合泥土，不能準確地量度重量，因此重量不能作衡量可生物降解的標準。但根據相片顯示，原本有固定形狀的廚餘餐具部分已變成不能分辨的顆粒。

### 測試結果總結：

堅硬度	各款廚餘符合測試標準
耐用度	浸水後的廚餘餐具以蒜頭皮和橙皮最耐用
保存情況	經過 3 星期後的實驗過程，只有車厘茄葉的保存效果最理想，未有出現發霉的情況
可生物降解情況	大部分的廚餘餐具已變成顆粒，雖然難以估計可生物降解的情況，所有廚餘餐具的體積已變小，亦可證明是明顯的可生物降解情況

### 困難和應對

困難	應對
製作過程難以把混合物成形	增加麵粉的比例
烘焗的過程難以把廚餘餐具烘乾成形	把廚餘餐具拿出，先風乾再放入焗爐，把廚餘餐具反轉再烘烤，把廚餘餐具全面地烘乾。
很多影響實驗結果的因素	為提升實驗的公平性，把所有廚餘餐具放進同一盆盆栽，使實驗可於同一環境因素下進行。



把所有廚餘餐具放進同一盆 製作過程難以把混合物成形  
盆栽

## 建議及改善

實驗不足之處		建議及改善
1.	收集數據的標準： 未有預測到可生解降解的情況比預期快，因此未能收集廚餘餐具的重量數據，部分廚餘餐具已分解並融入於泥土中。	預先把廚餘餐具放進透水透氣的茶袋中，再放進盆栽中進行實驗。當進行中期觀察及評估時可把廚餘餐具完整地抽出，避免與泥土混合的情況。
2.	製作成本較一般即棄餐具高，但可達至可生物降解的效果也是值得的。	
3.	如於製作廚餘餐具時可完全使用天然的物料，避免使用加工的物料，可達更高的食物安全標準，及可達至可生物降解的更佳成效。	
4.	材料的分量可以改良，因為做出的餐具長度較短，用起來不方便。餐具可以弄幼一點，因為筷子是較幼的，而粗幼度會影響堅硬度，改變粗幼度可更貼實際情況。	

## 總結

環保與生活息息相關，每一個小舉動都可以改變現況。在進行實驗的過程中，我們意識到要達至綠色生活需要付出時間和金錢，無疑成本雖不少，但在探究的過程中我們可以不斷改良，以降低成本為目標，藉此希望環保可以融入於我們的生活中。



同學用心進行探究，實踐綠色生活

## 感想

**林心喬同學：**在活動中獲益良多。我非常享受和同學一起製造餐具的時光，也學會了廚餘餐具可以降低廢物量及提倡環保的重要性。

**游立淇同學：**好玩，學到甚麼是可生物降解和環保的重要性。

**鄧蕙茵同學：**活動過程令我發現原來我們日常產生廚餘，但經過實驗發現只要好好利用便為地球帶來小改變，明白可生物降解的重要性。

**李芊虹同學：**很棒也很開心，希望下次可以再親身嘗試做實驗。

## 參考資料

潘道明 (2021 年 10 月 21 日)。〈水耕「菜」回家——傳統土耕與水耕之別〉。《頭條日報》。取自 <https://hd.stheadline.com/news/columns/1360/20211021/952643/%E5%B0%88%E6%AC%84-%E6%B0%B4%E8%80%95-%E8%8F%9C-%E5%9B%9E%E5%AE%B6-%E5%82%B3%E7%B5%B1%E5%9C%9F%E8%80%95%E8%88%87%E6%B0%B4%E8%80%95%E4%B9%8B%E5%88%A5>

香港環境保護署 (2021)。〈處理廚餘的挑戰問題與解決方案〉。取自 [https://www.epd.gov.hk/epd/tc\\_chi/environmentinhk/waste/prob\\_solutions/food\\_waste\\_challenge.html](https://www.epd.gov.hk/epd/tc_chi/environmentinhk/waste/prob_solutions/food_waste_challenge.html)

8world (2021 年 6 月 30 日)。《可用食具環保又營養》。YouTube。取自 <https://www.youtube.com/watch?v=UHHMECN996s>

每日頭條 (2019 年 6 月 25 日)。〈廚餘垃圾也能做餐具?〉。  
 取自 <https://kknews.cc/world/2kr6pnz.html>

港粵餐飲網 (2018 年 2 月 23 日)。〈一次性餐具可食用?〉。  
 取自 <https://read01.com/zh-hk/E8DMoek.html#.YYyQdmBByUk>

蘇小親 (2018)。《零廢棄：不塑、不浪費、不用倒垃圾的美好生活》。台灣：啟示出版社。取自 [https://books.google.com.hk/books?id=u6KXDwAAQBAJ&pg=PA13&lpg=PA13&dq=%E8%87%AA%E8%A3%BD%E5%BB%9A%E9%A4%98%E9%A4%90%E5%85%B7&source=bl&ots=3W2Sq4mWBX&sig=ACfU3U0pkTIRaueQmPIOvikvrjFM11vMPQ&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwiBx\\_aF04\\_0AhU-y4sBHX8ACUk4MhDoAXoECBMQA#wv=onepage&q&f=false](https://books.google.com.hk/books?id=u6KXDwAAQBAJ&pg=PA13&lpg=PA13&dq=%E8%87%AA%E8%A3%BD%E5%BB%9A%E9%A4%98%E9%A4%90%E5%85%B7&source=bl&ots=3W2Sq4mWBX&sig=ACfU3U0pkTIRaueQmPIOvikvrjFM11vMPQ&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwiBx_aF04_0AhU-y4sBHX8ACUk4MhDoAXoECBMQA#wv=onepage&q&f=false)

新華網 (2021 年 1 月 9 日)。〈咖啡渣制托盤 香港學生讓廚餘「巧」變餐具〉。取自 <https://ppfocus.com/0/fobd5cb42.html>

昔日東方 (2021 年 9 月 6 日)。〈植物纖維餐盒 可連廚餘分解〉。取自 [https://orientaldaily.on.cc/content/%E8%A6%81%E8%81%9E%E6%B8%AF%E8%81%9E/odn-20210906-0906\\_00176\\_081/%E6%A4%8D%E7%89%A9%E7%BA%96%E7%B6%AD%E9%A4%90%E7%9B%92--%E5%8F%AF%E9%80%A3%E5%BB%9A%E9%A4%98%E5%88%86%E8%A7%A3](https://orientaldaily.on.cc/content/%E8%A6%81%E8%81%9E%E6%B8%AF%E8%81%9E/odn-20210906-0906_00176_081/%E6%A4%8D%E7%89%A9%E7%BA%96%E7%B6%AD%E9%A4%90%E7%9B%92--%E5%8F%AF%E9%80%A3%E5%BB%9A%E9%A4%98%E5%88%86%E8%A7%A3)

可口雜誌 (2020 年 7 月 8 日)。〈日常環保行動之外，將廚餘變成餐具和器皿〉。取自 <https://cacaomag.co/kosuke-araki/>



小貼士

很好的探究，欣賞同學能結合環保需要，清晰地指出探究目標。而且探究課題實用，實驗過程也解釋得很清楚，記錄詳細，並能應用不同 STEM 元素，得出結果和改善方向。



# 「綠」能生巧

學校：佛教陳榮根紀念學校

組員：曾令泓同學、鍾子朗同學、蕭凱龍同學、江紫瑤同學、萬若曦同學

教師：唐司洛老師

影片連結



## 探究意念

電池是我們日常生活中不可缺少的用品，但電池內含有害物質，亦造成對環境污染的問題。有統計顯示，全球每年消耗電池數量高達 1400 億個，數量驚人。近年來綠色能源正不斷的發展，我們希望透過不同的測試，嘗試利用路邊垂手可得的植物葉子，製作成環保電池。

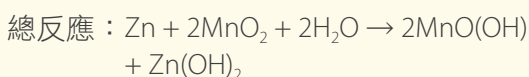
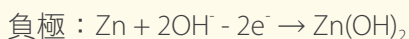
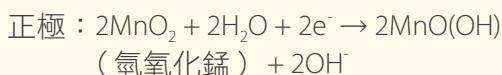


## STEM 原理

碳鋅電池，又稱碳鋅乾電池、碳性電池、乾電池。碳鋅電池有一層由鋅構成的外殼，作為電池的負極。傳統以氯化銨為電解質；電池的正極主要是由粉末狀的二氧化錳和碳構成。電解液是把氯化鋅、氯化銨、碳粉和澱粉溶於水中所形成的糊狀物質。

碳鋅電池正極的碳棒與二氧化錳中所混合的碳只負責引出電流，並不參與反應；正極實際參與還原反應並提供正電的是二氧化錳，因此，又稱為錳鋅電池。

鋅錳電池是生活中常見的乾電池，它的原理是：



## 葉綠素電池：

葉綠素遇水後，會先成為離子態「脫鎂葉綠素」，在這過程中釋放出能量將其轉換成電能。電極為脫鎂葉綠素和葉綠素，電解質為水，中間須有一層半透膜協助離子交換。電池的基本結構包括電解質和導電材質等，若將其中電解質以葉綠素替代，加水形成離子態後，一樣會有發電效果。（廖重賓、楊秉晃，2010）

由於以葉綠素作為電極在製作上有一定困難，所以我們參考水果電池的製作方法，改以各種樹葉的萃取液，作為我們葉綠素電池的電解質。

傳統電池的基本結構包含電解質與導電材質等，現將其中電解質以葉綠素替代，透過作為電解質的葉綠素與電極之間進行氧化還原反應，讓電子可順利從負極流向正極，從而產生電流。葉綠素是存在於植物內的天然物質，當利用葉綠素充當電池內的電解質，能更有效減低棄置電池對環境的污染。

## 器材及材料

材料：鋅片、銅片、鋁片、石墨棒、洋菜粉、乙醇

器材：電磁爐、電磁爐鍋、蒸架、燒杯、電子磅、篩、漏斗、量筒、量杯、電子溫度計、攪拌棒、蜂鳴器、麵包板、LED 燈泡、鱷魚夾電線、不鏽鋼盆、萬用電錶、護目鏡、隔熱手套、小匙、隔熱板、雪條模、時鐘

材料：獼猴桃葉、破布葉、蜆蜞菊葉、狗牙根





## 探究過程

### 探究 (1) 探討不同種類的植物萃取液對發電效率的影響：



獼猴桃葉



破布葉



蜚螞菊葉



狗牙根



用剪刀將葉片剪碎



加入乙醇和水，再用電磁爐隔水加熱



用篩將葉碎隔去，取葉綠素液作為電解質。



取出 50mL 葉綠素液，以鋅片和銅片作為正負極，用萬用電錶測量電壓與電流。

### 測試步驟：

1. 分別秤取 40g 破布葉、獼猴桃葉、蜚螞菊葉、狗牙根；
2. 將葉片剪碎，並分別放入 4 隻燒杯中；
3. 每隻燒杯再加入 150mL 乙醇 (96%)、乙醇 (75%)、乙醇 (50%)、乙醇 (25%) 和 100mL 水；
4. 將燒杯加熱至約 70°C；
5. 用篩將葉碎隔去，取葉綠素液為電解質；
6. 取出 50mL 葉綠素液，以鋅片 (1.2cm x 10cm) 和銅片 (1.2cm x 10cm) 作為正負極，兩極間距離為 1cm，插入葉綠素液深度為 3cm，用萬用電錶測量電壓與電流 3 次，找出平均值，觀察結果。

### 探究 (2) 探討不同乙醇濃度的萃取葉綠素方法對發電效率的影響：

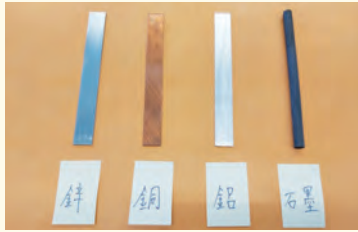
加入不同份量的水，調校出不同濃度的乙醇。



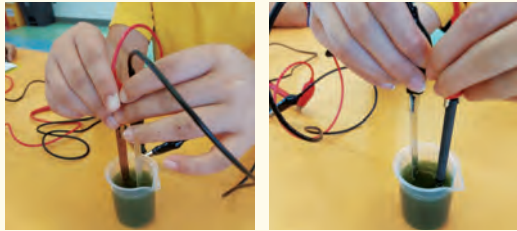
### 測試步驟：

1. 秤取 40g 獼猴桃葉共 4 份；
2. 將葉片剪碎，並分別放入 4 隻燒杯中；
3. 每隻燒杯分別加入 150mL 乙醇 (96%)、乙醇 (75%)、乙醇 (50%)、乙醇 (25%) 和 100mL 水；
4. 將燒杯加熱至約 70°C；
5. 用篩將葉碎隔去，取葉綠素液為電解質；
6. 取出 50mL 葉綠素液，以鋅片 (1.2cm x 10cm) 和銅片 (1.2cm x 10cm) 作為正負極，兩極間距離為 1cm，插入葉綠素液深度為 3cm，用萬用電錶測量電壓與電流 3 次，找出平均值，觀察結果。

### 探究 (3) 探討不同的電極組合對發電效率的影響：



以鋅片、銅片、鋁片、石墨棒，兩組合作為正負極



鋅—銅電極組合

鋅—石墨電極組合

#### 測試步驟：

1. 秤取 40g 獼猴桃葉；
2. 將葉片剪碎，並放入燒杯中；
3. 再加入 150mL 乙醇（50%）和 100mL 水；
4. 將燒杯加熱至約 70°C；
5. 用篩將葉碎隔去，取葉綠素液為電解質；
6. 取出 50mL 葉綠素液，分別以鋅片(1.2cm x 10cm)、銅片(1.2cm x 10cm)、鋁片(1.2cm x 10cm)、石墨棒（直徑 0.5cm），兩兩組合作為正負極，兩極間距離為 1cm，插入葉綠素液深度為 3cm，用萬用電錶測量電壓與電流 3 次，找出平均值，觀察結果。

### 探究 (4) 探討不同濃度的葉綠素液對發電效率的影響：

測試不同葉綠素濃度的發電效率。



#### 測試步驟：

1. 分別秤取 10g、25g、40g 獼猴桃葉共 3 份；
2. 將葉片剪碎，並放入 3 隻燒杯中；
3. 分別加入 150mL 乙醇（50%）和 100mL 水；
4. 將燒杯加熱至約 70°C；
5. 用篩將葉碎隔去，取葉綠素液為電解質；
6. 取出 50mL 葉綠素液，分別以鋅片(1.2cm x 10cm)、石墨棒（直徑 0.5cm），作為正負極，兩極間距離為 1cm，插入葉綠素液深度為 3cm，用萬用電錶測量電壓與電流 3 次，找出平均值，觀察結果。

### 探究 (5) 探討改變葉綠素液的凝固程度對發電效率的影響：

在葉綠素液分別加入 2g、4g、6g、8g 洋菜粉。



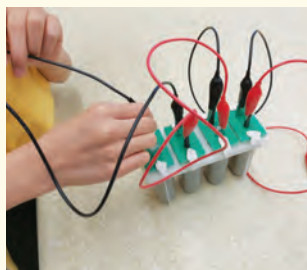
#### 測試步驟：

1. 秤取 40g 獼猴桃葉共 4 份；
2. 將葉片剪碎，並放入 4 隻燒杯中；
3. 分別加入 150mL 乙醇（50%）和 100mL 水；
4. 將燒杯加熱至約 70°C；
5. 用篩將葉碎隔去，取葉綠素液為電解質；
6. 取出 50mL 葉綠素液，分別加入 2g、4g、6g、8g 洋菜粉，加熱攪拌至洋菜粉完全溶解，置於室溫等待凝固；
7. 待葉綠素凝固後，以鋅片（1.2cm x 10cm）、石墨棒（直徑 0.5cm），作為正負極，兩極間距離為 1cm，插入葉綠素深度為 3cm，用萬用電錶測量電壓與電流 3 次，找出平均值，觀察結果。

### 探究 (6) 探討串聯葉綠素電池的數量對發電效率的影響：



葉綠素液倒入雪條模型，置於室溫等待凝固



安裝鱷魚夾電線，將葉綠素電池串聯起來



串聯 4 格葉綠素電池，連接萬用電錶測量電壓與電流

#### 測試步驟：

1. 秤取 40g 獼猴桃葉；
2. 葉片剪碎，並放入燒杯中；
3. 分別加入 150mL 乙醇（50%）和 100mL 水；
4. 將燒杯加熱至約 70°C；
5. 用篩將葉碎隔去，取葉綠素液為電解質；
6. 取出 50mL 葉綠素液，加入洋菜粉 4g，加熱攪拌，洋菜粉溶解後，將葉綠素液倒入雪條模型，置於室溫等待凝固。（重覆以上步驟，製作相應份量的葉綠素液以填滿 4 格雪條模型）；
7. 待葉綠素凝固後，以鋅片（1.2cm x 10cm）、石墨棒（直徑 0.5cm），作為正負極，兩極間距離為 2cm，插入葉綠素深度為 5cm，用萬用電錶測量電壓與電流 3 次，找出平均值，觀察結果；
8. 利用鱷魚夾電線，分別串聯 2 格、3 格、4 格葉綠素電池，用萬用電錶測量電壓與電流 3 次，找出平均值，觀察結果。

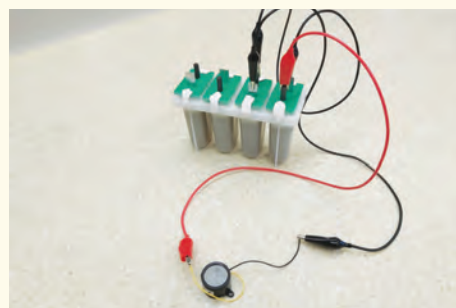
### 探究 (7) 探討串聯 2 格葉綠素電池對 LED 發光時間的影響：

#### 測試步驟：

1. 利用探究 (6) 所製作的葉綠素電池，但只串聯其中 2 格；
2. 接上 LED 燈泡，測試發光時間；
3. 每日 09:00-15:00 將 LED 接通葉綠素電池，並於每日的 09:00、12:00、15:00，進行觀測和記錄。



串聯 2 格葉綠素電池——10 顆 LED 燈發亮



串聯 2 格葉綠素電池——蜂鳴器發出嗶聲

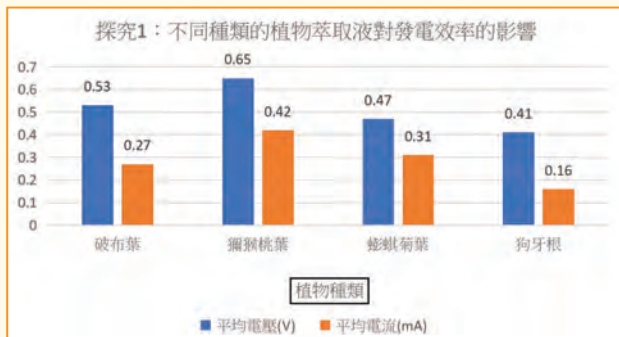


串聯 2 格葉綠素電池——時鐘可運轉

## ☐ 測試紀錄及結果

### 探究 (1) 探討不同種類的植物萃取液對發電效率的影響：

發電效率 / 植物種類	破布葉	獼猴桃葉	蟛蜞菊葉	狗牙根
V (第 1 次)	0.56	0.67	0.49	0.44
V (第 2 次)	0.52	0.65	0.46	0.4
V (第 3 次)	0.52	0.64	0.45	0.39
平均電壓 (V)	0.53 V	0.65 V	0.47 V	0.41 V
mA (第 1 次)	0.3	0.45	0.33	0.2
mA (第 2 次)	0.26	0.42	0.31	0.14
mA (第 3 次)	0.25	0.4	0.29	0.13
平均電流 (mA)	0.27 mA	0.42 mA	0.31 mA	0.16 mA

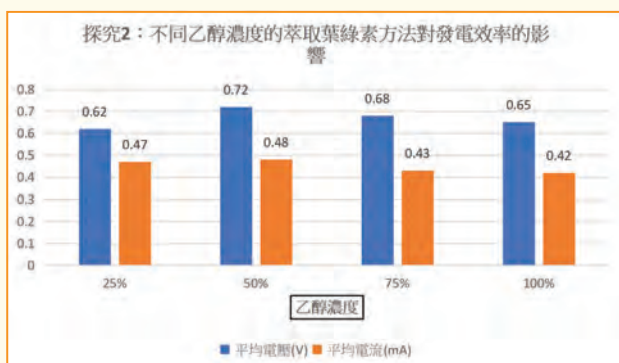


#### 測試結果：

在探究 (1) 裏，測試 4 種不同種類的植物萃取液（葉綠素液），發現獼猴桃葉的葉綠素液為電解質時，所測出的電壓和電流都是最大，分別有 0.65V 和 0.42mA。因此，決定以獼猴桃葉的葉綠素液作為葉綠素電池的電解質。

### 探究 (2) 探討不同乙醇濃度的萃取葉綠素方法對發電效率的影響：

發電效率 / 乙醇濃度	25% 乙醇	50% 乙醇	75% 乙醇	96% 乙醇
V (第 1 次)	0.64	0.74	0.7	0.67
V (第 2 次)	0.62	0.71	0.68	0.65
V (第 3 次)	0.6	0.71	0.67	0.64
平均電壓 (V)	0.62 V	0.72 V	0.68 V	0.65 V
mA (第 1 次)	0.5	0.52	0.46	0.45
mA (第 2 次)	0.46	0.47	0.42	0.42
mA (第 3 次)	0.43	0.45	0.4	0.4
平均電流 (mA)	0.47 mA	0.48 mA	0.43 mA	0.42 mA

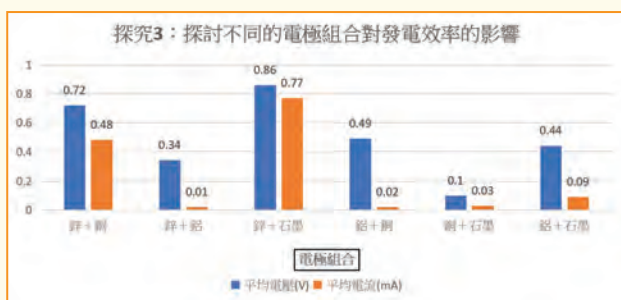


#### 測試結果：

在探究 (2) 裏，測試以 4 種不同的乙醇濃度，所萃取的葉綠素液作為電解質，留意到 4 種不同的乙醇濃度所得出的平均電流都頗接近，但以 50% 乙醇濃度所萃取的葉綠素液，所測出的電壓和電流都是最大，分別有 0.72V 和 0.48mA。

### 探究 (3) 探討不同的電極組合對發電效率的影響：

發電效率 / 電極組合	鋅+銅	鋅+鋁	鋅+石墨	鋁+銅	銅+石墨	鋁+石墨
V (第 1 次)	0.74	0.35	0.88	0.53	0.11	0.46
V (第 2 次)	0.71	0.34	0.85	0.48	0.1	0.43
V (第 3 次)	0.71	0.33	0.85	0.45	0.09	0.42
平均電壓 (V)	0.72 V	0.34 V	0.86 V	0.49 V	0.1 V	0.44 V
mA (第 1 次)	0.52	0.02	0.8	0.02	0.04	0.12
mA (第 2 次)	0.47	0.01	0.76	0.02	0.03	0.08
mA (第 3 次)	0.45	0.01	0.74	0.01	0.03	0.07
平均電流 (mA)	0.48 mA	0.01 mA	0.77 mA	0.02 mA	0.03 mA	0.09 mA

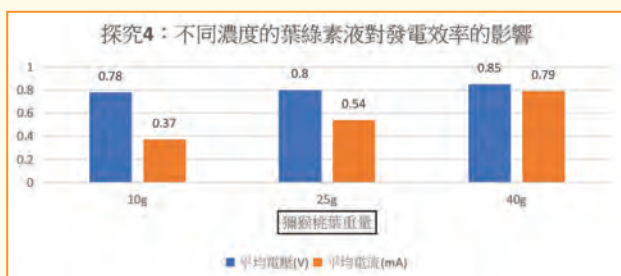


#### 測試結果：

在探究 (3) 裏，測試 6 種不同的電極組合對發電效率的影響，發現以鋅（負極）和石墨（正極）作為電極組合，所得出的平均電壓和電流都明顯較高，分別有 0.86V 和 0.77mA。因此，接着的探究活動也會用這兩種材料作為電極組合。

### 探究 (4) 探討不同濃度的葉綠素液對發電效率的影響：

發電效率 / 植物重量	獼猴桃葉 10g	獼猴桃葉 25g	獼猴桃葉 40g
V (第 1 次)	0.8	0.82	0.86
V (第 2 次)	0.78	0.79	0.85
V (第 3 次)	0.77	0.79	0.84
平均電壓 (V)	0.78 V	0.8 V	0.85 V
mA (第 1 次)	0.35	0.58	0.82
mA (第 2 次)	0.31	0.53	0.78
mA (第 3 次)	0.3	0.51	0.77
平均電流 (mA)	0.32 mA	0.54 mA	0.79 mA

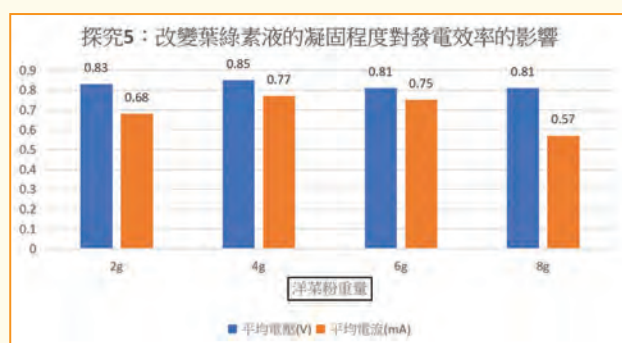


#### 測試結果：

在探究 (4) 裏，測試以 3 種不同的獼猴桃葉份量，所萃取的葉綠素液作為電解質，留意到不同份量的獼猴桃葉所得出的平均電壓都頗接近，但以 40g 獼猴桃葉所萃取的葉綠素液，測出的電壓和電流都是最大，分別有 0.85V 和 0.79mA。而實驗中可發現，當獼猴桃葉的份量愈多時，所測得的電壓和電流量也愈大。

### 探究 (5) 探討改變葉綠素液的凝固程度對發電效率的影響：

發電效率 / 洋菜粉重量	洋菜粉 2g	洋菜粉 4g	洋菜粉 6g	洋菜粉 8g
V (20 秒)	0.84	0.84	0.81	0.8
V (40 秒)	0.83	0.85	0.81	0.81
V (60 秒)	0.83	0.85	0.82	0.81
平均電壓 (V)	0.83 V	0.85 V	0.81 V	0.81 V
mA (20 秒)	0.71	0.81	0.8	0.61
mA (40 秒)	0.67	0.76	0.74	0.55
mA (60 秒)	0.65	0.74	0.72	0.54
平均電流 (mA)	0.68 mA	0.77 mA	0.75 mA	0.57 mA

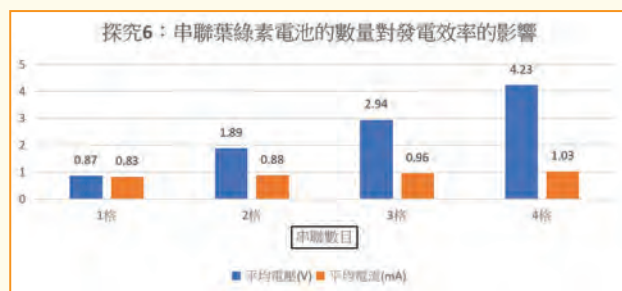


#### 測試結果：

在探究 (5) 裏，測試在 50mL 的葉綠素液，加入 4 種不同份量的洋菜粉後，留意所得出的平均電壓都頗接近，但以加入 4g 洋菜粉的葉綠素液，測出的電壓和電流都是最大，分別有 0.85V 和 0.77mA。此外，50mL 的葉綠素液在加入 4g 洋菜粉，經凝固後亦能穩固在杯內，不會容易傾倒出。

### 探究 (6) 探討串聯葉綠素電池的數量對發電效率的影響：

發電效率 / 串聯數目	1 格	2 格	3 格	4 格
V (20 秒)	0.87	1.88	2.93	4.23
V (40 秒)	0.87	1.89	2.94	4.23
V (60 秒)	0.88	1.9	2.94	4.24
平均電壓 (V)	0.87 V	1.89 V	2.94 V	4.23 V
mA (20 秒)	0.88	0.94	1.01	1.09
mA (40 秒)	0.81	0.86	0.94	1.02
mA (60 秒)	0.8	0.85	0.93	0.98
平均電流 (mA)	0.83 mA	0.88 mA	0.96 mA	1.03 mA



#### 測試結果：

在探究 (6) 裏，我們發現串聯的葉綠素電池格數愈多，電壓也愈大，但電流則未有十分明顯增加。實驗過程中，我們也發現 LED 燈和葉綠素電池連接時間愈長（在最初 1 分鐘裏），電壓有輕微上升，而相反，電流則有輕微下降的情況出現。

## 探究 (7) 探討串聯 2 格葉綠素電池對 LED 發光時間的影響：

發光時間 / 串聯數目	2 格
發光時間 (小時)	約 63 小時

### 測試結果：

我們將葉綠素電池的其中 2 格用鱷魚夾電線串聯，並與 1 顆 LED 燈連接。連接初時，LED 燈光線（紅光）明顯較強，等到約 6 小時後（每天連接電池 6 小時），再觀察時，紅光已略有減弱。等到約 15 小時後，必須要在暗箱中，或將 LED 燈轉到某角度，才能看到紅光。我們發現串聯電池時間愈長，LED 燈的光也愈微弱。約在 10 天後（總連接時間約有 63 小時），LED 燈仍能發出紅光，而葉綠素電池的體積也出現輕微減少。

### 困難及應對

實驗過程中涉及將乙醇加熱，而乙醇屬易燃物品，所以我們透過運用電磁爐、電磁鍋、燒杯將乙醇以隔水形式加熱，並在電磁鍋與燒杯之間加上蒸架分隔，減低燒杯直接受熱的速度。

還有，完全液態的葉綠素液較難保存。為方便攜帶，也考慮到一般電池的內部也是糊狀電解質，於是在葉綠素液中加入洋菜粉，使其變成凝膠狀態，易於攜帶。但同時需注意加入洋菜粉的份量，如果份量過多時，可能會影響葉綠素電池內離子的流動性，令所產生的電壓和電流下降。



### 建議及改善

葉綠素電池的發電效率如能進一步提升，其應用層面也能相應增加。改變電極面積、加熱的溫度、萃取液的酸鹼度，能否改善發電效率，也是將來探究的可考慮因素。

其次，由於時間和設備所限，這次探究中所測試的植物種類不多，建議將來可多嘗試不同種類的植物，或能找出更具經濟效益的葉綠素來源。在探究過程中，狗牙根（雜草）所提供的發電效率雖不及其他探究植物，但其「獲取的容易程度」或「可獲取數量」也可作為選取與否的因素。雖然雜草的發電效率稍遜於其他植物，但可提供的材料數量亦相當可觀，如能配合更有效的儲電裝置，所謂積少成多，其發展潛力也不容忽視。

### 總結

首先，我們在探究過程中，測試 4 種不同種類的植物萃取液，發現獼猴桃葉的葉綠素液為電解質時，所測出的電壓和電流都是最大。而當獼猴桃葉的份量增加時，所產生的電壓和電流亦有所提升。當增加葉片的份量時，需注意葉片能否被乙醇浸過，避免影響萃取效果。

其次，我們亦發現以 50% 乙醇萃取植物的葉綠素液作為電解質，再以鋅和石墨作為電極組合，並以每 50mL 葉綠素液，加入 4g 洋菜粉，所製作出的葉綠素電池的發電效率最佳，平均電壓和電流可達 0.85V 和 0.77mA。

第三，將葉綠素電池的其中 2 格串聯，並與 LED 燈連接，約在 10 天後（每天連接 6 小時，總連接時間約有 63 小時），LED 燈仍能發出紅光。雖然與一般碳鋅電池的使用時間有段差距，但未來若再加以改良，或能將所產生的電力有效地儲存起來，葉綠素電池仍有其使用的價值。

總括而言，我們探究葉綠素電池的目的是希望能發展綠色能源，嘗試利用校園或路邊垂手可得的葉子，或是平常拔掉丟棄的植物、雜草，透過這種方式，廢物利用，成為新一代能源。

## 感想

**江紫瑤同學：**經過這次的探究活動，使我更明白到專注和團結是非常重要的。由於活動中會使用易燃物品，如果不留心老師的指示，很容易會發生意外。過程中，每位同學都負責不同的任務，大家團結一致，互不計較，才可將探究順利完成。這一次探究我覺得很有意義，除了獲得一些課本以外的知識，還能夠和一班同學一起做實驗，真是一個十分難忘的經歷。如果將來再有「常識百搭」，我希望我能有機會再次參加。

**鍾子朗同學：**從探究過程中，我明白到合作和思考的重要性，做事要有耐性和要專注，例如實驗前我們要把葉子用剪刀剪碎，所用時間不少，而且也令手指十分累，但必須保持耐性和專注，才能把實驗完成。此外，我們通過不斷思考和討論，想到利用洋菜粉來將葉綠素液凝固，使電池更方便攜帶，明白到不斷思考和改良，在探究活動中是很重要的一部份。

**曾令泓同學：**經過這次的探究活動，使我學到一些做實驗時要注意事項，如：將乙醇倒入量筒時，必須以水平方向觀看刻度，以免出現偏差。公平測試也十分重要，所以我們每次都必須用相同份量的葉綠素液來進行測試。此外，實驗時亦必須保持專注，保持電極插入葉綠素液的深度是相同，否則會對結果造成影響。

**萬若曦同學：**這次的實驗讓我獲益良多，我們利用葉綠素來製作電池，在過程中難免會遇到困難，幸好我和組員都合作得很好，令整個過程都變得尚算順利，探究過程也相當有趣。這次比賽不但讓我學到不少科學知識，還令我更深體會到組員之間必須要有團隊精神，互相合作，才可獲得成功。

**蕭凱龍同學：**從探究過程中，我學會了要細心。例如秤取葉子或是洋菜粉，量度乙醇份量等工序，都要很細心去完成，否則有機會影響實驗結果。除此之外，我還學會了團隊合作的重要性。例如在做實驗的時候，如果只是選擇自己想做的工作，最後會引致實驗進度拖慢，甚至可能會令實驗不能完成。

## 參考資料

維基教科書（無日期）。〈原電池和電解池〉。取自 <https://zh.wikibooks.org/zhant/%E9%AB%98%E4%B8%AD%E5%8C%96%E5%AD%A6/%E7%9B%AE%E5%BD%95/%E5%8E%9F%E7%94%B5%E6%B1%A0%E5%92%8C%E7%94%B5%E8%A7%A3%E6%B1%A0>

維基百科（無日期）。〈碳鋅電池〉。取自 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%A2%B3%E9%94%8C%E7%94%B5%E6%B1%A0>

科學 X 博士（2015）。〈雜草也能做電池?〉取自 <https://doctorx9000.com/126/>

廖重賓、楊秉晃（2010）。〈網路版：葉綠素電池〉。科學 Easy Learn。取自 [https://sa.ylib.com/MagArticle.aspx?id=1522\\_\\_](https://sa.ylib.com/MagArticle.aspx?id=1522__)



### 小貼士

能利用「科學實證方法」進行探究，幾個科學測試見精心設計，內容層層遞進，具承先知後的邏輯關係。以樹葉的葉綠素作為電解質來源亦具實踐性及原創性。而且分工明細，協作表現理想。主題內容貫通了生物知識、電錶應用及數據處理等多個領域的元素。建議在工程改良部分可就電池設計上存放性及安全性作更深入討論。



# 智·安心餐具俠（盒）

影片連結



學校：宣道會陳元喜小學

組員：許泓澤同學、李昊栩同學、楊溢曦同學、俞樂均同學、楊衍悅同學、岑日雋同學

教師：陳奇恩老師

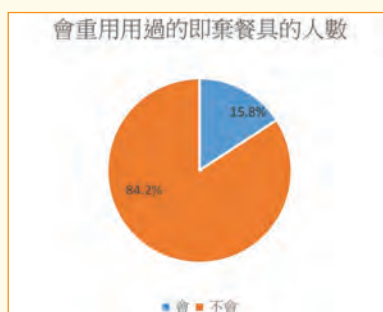
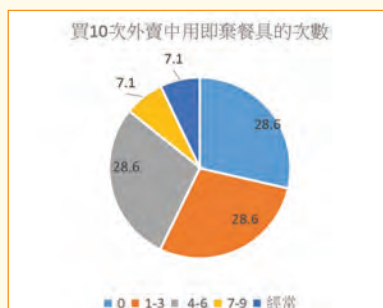
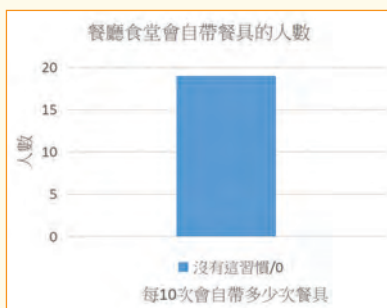
## 探究意念

近年餐飲外賣帶來大量即棄塑膠餐具，製造大量都市固體廢物對實踐可持續發展目標（SDGs）造成負面影響。自備可重用餐具能減輕堆填區的負擔和減輕對生態環境的破壞，但因其清潔麻煩、容易遺失、攜帶不便導致不普及。我們希望發明一個能解決以上問題的智能餐具盒，鼓勵市民自備餐具。



## 校內問卷調查：

我們訪問了約二十位校內的師生，了解大家在用膳時對即棄餐具的使用情況。74% 有訂購外賣習慣，26% 沒有訂購外賣習慣。從數據可見，受訪者有一定程度的環保意識，大都認同需要減少即棄餐具的使用，但是很少會自攜餐具。只有很極少數的受訪者會重用即棄餐具。



## STEM 原理

**自動消毒：**探究不同的編程和機械設計如何幫助消毒餐具（科學原理運用：光的特性）


**遙距追蹤：**利用 Micro:bit 遙距追蹤餐具盒的位置

**外型設計：**利用 3D 打印技術製作原型


## ☞ 測試器材與材料

器材及材料	數量
3D 打印機	一個
Breadboard	一個
Jumper	大量
感應器	一個
Micro:bit	兩個
LED 燈帶	兩條
PLA 3D 打印膠	一卷


程式軟件
Tinkercad
Micro:bit (Makecode)




PLA 3D 打印膠



3D 打印機  
(da Vinci Jr.Pro X)



Breadboard



Jumper

## ☞ 探究過程

### 設計吉祥物及餐具盒外型：

設計一個能夠體現餐具盒原意的吉祥物，讓智安心餐俠帶出可持續發展的重要，並構思及設計可組裝配件的餐具盒。

### 設計吉祥物（智安心餐俠）：



設計版本一



設計版本一



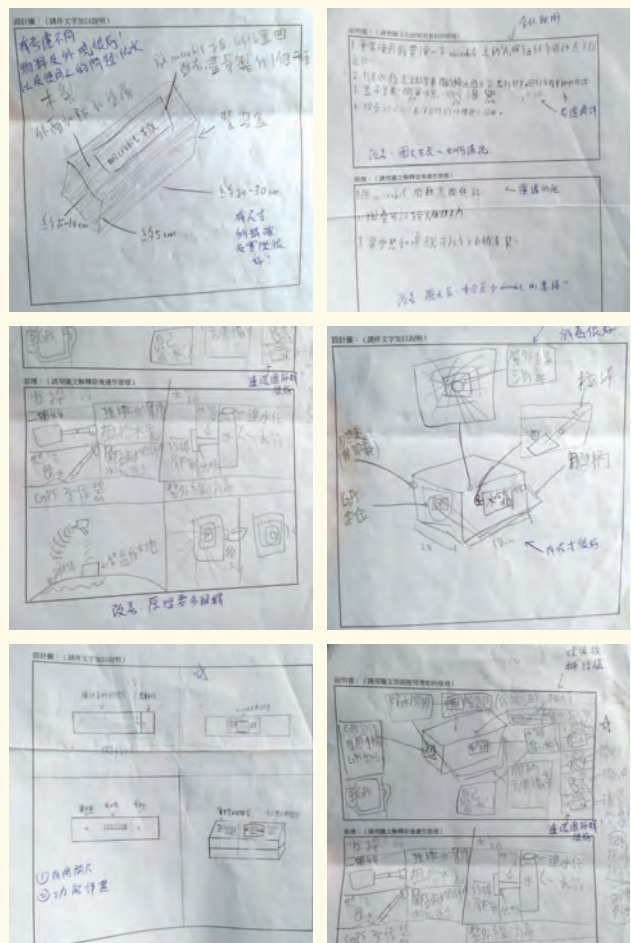
改良版（最終設計）

智安心餐俠的最終設計，他的頭是樹葉，代表生態環境；身穿樹幹河川圖案的制服，意味着他肩負環保任務；手持餐具作為武器，希望能以自備環保餐具保衛地球，實踐可持續發展目標。

### 餐具盒外型設計：

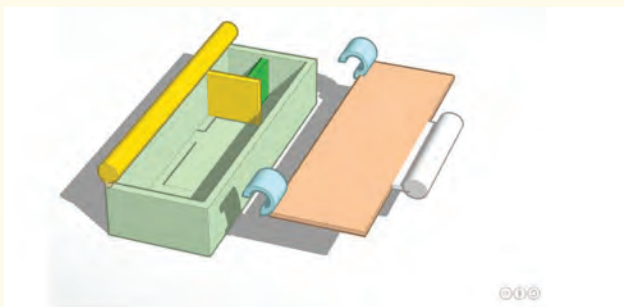
在餐具盒外型的初步設計上，我們每人設計了一款餐具盒，有不同的外型和功能，然後從中挑選比較好的加入最終設計。

我們需要設計及製造一個餐具盒子，去存放餐具，以及安裝消毒用 UV 燈和所需的電子設備。我們選用了 Tinkercad 來設計餐具盒，除了方便

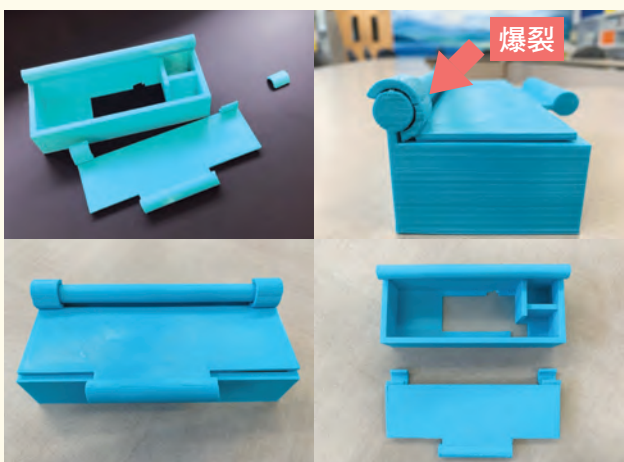


修改，於疫情期間在家上課，亦很方便。我們前後一共設計了三個版本，於過程中不斷改良。

餐具盒外型（版本一）：使用上揭式上蓋。但發現問題，由於初時未有考慮物料的特性，當組裝上蓋的鉸位時（由於材質缺乏彈性）導致破裂；亦沒有預留位置安裝 Micro:bit。

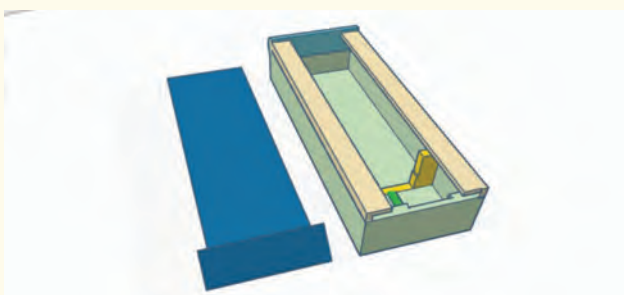


設計圖

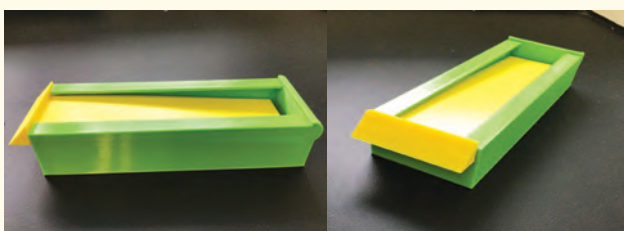


實物圖

餐具盒外型（版本二）：使用了推拉式上蓋，務求改良在版本一發現的問題，亦發現問題，由於尺寸問題，導致上蓋和主體之間的虛位過多；另外，上蓋的手把使用三角柱體，尖角容易導致受傷。

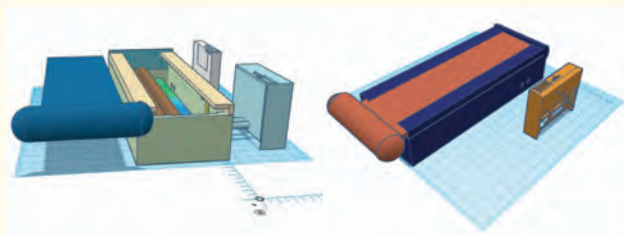


設計圖



實物圖

餐具盒外型（版本三）：使用了圓滑把手，亦增加了安裝 Micro:bit 的盒子，解決在版本二發現的問題。這次考慮到打印機的準確度和材質的特性，上蓋和主體之間預留了 1mm。



設計圖



實物圖

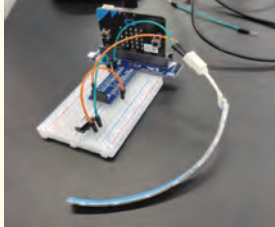
### 程式編寫（自動消毒功能）：

餐具於使用前後都應該消毒以防細菌病毒滋生。消毒方式有很多種，而我們選擇了使用 UV-C（紫外線）。原因是，如果使用消毒酒精噴霧，化學物質有機會殘留在餐具上，吃進肚子裏可能會影響健康；而如果使用熱水，一來無法輕易隨身攜帶，二來使用上亦容易燙傷發生危險。UV（紫外線）消毒方法較容易控制，使用上亦相對安全。但是，UV 亦有其危險，長期照射皮膚會燒傷，甚至致癌，對眼睛亦有害。因此，於測試過程中我們會先使用紫色 LED 燈去代替。

1. 我們把微動掣連接到 Micro:bit 的 P1 接口，LED 連接到 Micro:bit 的 P0 接口。
2. 當微動掣被按下，會點亮 LED，並開始計算 5000ms，即 5 秒，然後關掉 LED。
3. 如果 5 秒內微動掣被放開，LED 亦會立即關掉。



我們利用微動掣去感測餐盒是否關閉：當餐盒蓋關上後，自動點亮 LED 開始消毒 5 秒，然後關閉，如中途蓋被打開，也會立即關閉消毒功能，以防使用者被 UV 光照傷。我們使用了 Micro:bit 去編程控制微動掣和 LED 燈帶，其間用了 Breadboard 和 Jumper 去進行測試。



### 程式編寫 (自動消毒功能) :

為了增加 UV 燈的效能，我們進行了一個反光測試，看看能否增加餐具接觸光的面積。

工具	軟鏡子、(手提電話)光源、Micro:bit
測試	利用 Micro:bit 的測光功能去探測經軟鏡子反射的光，於不同高度量度感光值
結果	如沒有高度，沒有光進入背光面，感光值接近零；1 厘米的高度，軟鏡子成功反射光線去背光面，感光值最高；當高度愈高，感光值愈低

#### 結論：

餐具和軟鏡子應保持約一厘米的距離，以反射最多的光到餐具的背面。

### 程式編寫 (遙距追蹤功能) :

餐具盒經常攜帶在外容易遺失，遙距追蹤功能方便尋回餐具盒。追蹤器和餐具盒各自都內置了一個 Micro:bit，分別下載了不同的程式。我們需要一個追蹤器，利用了 Micro:bit 的無線電廣播功能，去測度與餐具盒之間的距離，從而定位。定位方法有點像蝙蝠定位的方法，追蹤器會發送一個無線電波，餐具盒收到後會傳回一個無線電波，然後透過收到的電波強度去判斷距離。

**餐具盒 Micro:bit 的程式：**當接收到數字，只需發回相同的數字。



**追蹤器 Micro:bit 的程式：**當使用者按下 A 掣，在廣播群組發送一個隨機數字；餐盒收到數字後，會發回相同的數字。如果收到的數字和之前發出的數字一樣，證明是我們想要的訊號。這樣是為了防止收錯其他訊號。最後，把「收到的封包訊號強度」轉化為長條圖顯示出來，圖條愈長代表訊號愈強。

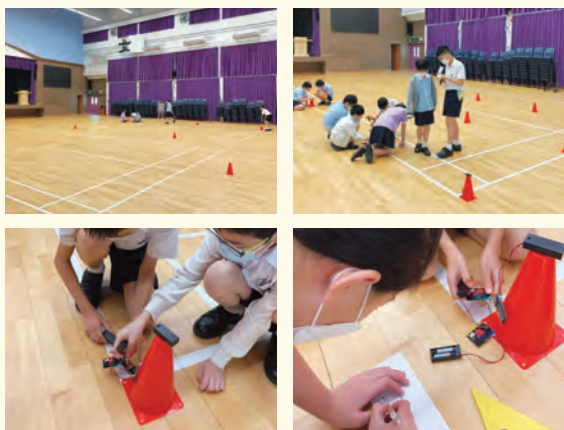


### ☺ 測試過程及結果

#### 程式編寫 (測試遙距追蹤功能) :

為了知道 Micro:bit 的無線電訊和距離的關係，我們於學校禮堂進行了一次測試。選擇禮堂是因為比較空曠，亦沒有電腦或其他電子設備，相信干擾比較少。

工具	米尺、雪糕筒 12 個、Micro:bit x7
設置	我們在一直線上每兩米擺放一個雪糕筒，共放置 4 個
測試	於不同距離量度所收到的無線電訊號強度



一開始我們發現距離和訊號強度沒有反比關係，猜測可能是因為有幾組同學同時間進行測試，不

同的 Micro:bit 互相影響，於是我們便分開進行測試。然後我們發現距離愈遠，訊號愈弱，但是時強時弱，非常不穩定。我們的結論是，很難從訊號強度去推斷出距離。

距離	0m	2m	4m	6m
訊號強度	-54	-74	-73	-79

我們進行了第二個測試，看看能否靠訊號強度去判斷目標物的位置。

設置	我們於大範圍放置若干個相距甚遠的雪糕筒
測試	邀請老師預先於其中一個雪糕筒內放置一塊 Micro:bit (目標物)，並不停發送訊號。同學要依靠手上的 Micro:bit 找出目標物
結論	Micro:bit 較適合用於遠距離的追蹤，而短距離的定位則不太準確

最後大家都成功找到了！

### 完成品：



2021 -22 宜道會陳元喜小學出品

**消毒裝置:**  
幫助消毒餐具

**反光鏡面:**  
加強消毒效能、方便用家飯後照鏡

**圓柱形手柄:**  
更方便用家使用

**自動開關按鈕:**  
當用家關上盒蓋後便開始進行消毒 (5秒)，且加入安全程式

**追蹤功能:**  
用 Micro:bit 追蹤餐盒位置

**防水:**  
外層防水物料，方便清潔

自備餐具 一起走塑

## 智安心餐具俠 (盒)

## 🍷 困難及應對

### 程式編寫（測試遙距追蹤功能）：

一開始我們的餐具盒會不停發送訊號，以便追蹤器追蹤，但這樣很耗電，於是我們改為當追蹤器按 A 掣，餐具盒才回發訊號。另外，亦試過追蹤器收到目標物以外的訊號，例如其他小組發出的訊號，於是我們加入一個隨機數字作為訊號，並判斷發回的是一樣的才接受。

## 🍷 建議及改善

我們討論了將來可以如何改善現有功能，或增加新功能。清潔除油：每次用膳後，清潔餐具；發聲功能：用聲音提示消毒程序和定位；手機應用程式（App）：記錄使用者的用膳習慣，幫助控制飲食。配合地圖和 GPS 增強追蹤定位的功能，亦可以和餐廳合作推優惠；分析食物：辨別三高食物、預防食物過敏和細菌性食物中毒。

## 🍷 感想

今次比賽所需要用到的知識和技術都很廣，最後能把所有東西整合在一起真的不容易，很高興最後大家都能完成。

**俞樂均同學：**我最有印象是很多人一同設計程式。

**許泓澤同學：**我最喜歡的環節是關於 Micro:bit 的編程技術。

**楊溢曦同學：**我很高興學會如何利用 Micro:bit 做不同的工作。而探究過程也十分有趣。亦很感謝我班的同學幫忙做問卷調查。

**李昊栩同學：**我好榮幸可以負責設計餐具盒的立體外型，亦明白到團隊合作的重要性。

**岑日雋同學：**我學會了編程和團隊合作，最深印象的是追蹤編程，因為真的做了很長的時間！

**楊衍悅同學：**我好榮幸可以設計這個吉祥物（餐具俠），老師和同學好像都很滿意。

## 🍷 參考資料

李偉展、李凱雯、蘇詠梅與梁致輝（主編）（2021）。《第二十三屆「常識百搭」小學 STEM 探究——走進各行各業中》。香港：教育局課程發展處資優教育組。

徐葉慧連、鄭雅儀（2020）。《今日常識新領域（五年級、第 2 冊）光、聲、電的世界》。香港：教育出版社有限公司。

消費者委員會（無日期）。〈照一照 殺菌消毒唔傷身？〉。取自 <https://www.consumer.org.hk/tc/shopping-guide/tips/2022-tips-UV-disinfection-devices>



### 小貼士

同學能善用及掌握 STEM 元素，並應用設計循環改良作品，值得欣賞。作品設定紫外光燈照射時間為 5 秒，可進一步研究光照時間對消毒效果的影響。

# 植得食 Plant I<sup>o</sup>T

學校：英華小學

組員：伍仲言同學、冼學賢同學、唐睿謙同學、吳卓藍同學、黃建鏗同學、張雋弘同學

教師：徐凱盈老師、吳國銘老師

影片連結



## 🍷 探究意念

我們相信，如果香港人能在家中種植自己的食物，將合乎食物永續的概念，亦會更環保。

### 原因：

#### 能減少碳排放：

香港 98% 的食物依靠入口，然而食物在通過貨車、火車或船運輸過程用冰箱儲存等，會造成大量溫室氣體排放。如更多港人在家中種植農作物，便能減少食物運輸過程中的碳排放。

#### 能減少食物浪費：

研究顯示全球約有三分之一的食物在儲存、裝卸及運輸過程中被浪費，而水果和蔬菜有近一半被浪費，例如：對溫度敏感的食物腐爛變壞、或外貌醜陋被棄掉等。然而這些被浪費的食物已足夠令全球人民獲得溫飽。如更多港人在家中種植農作物，入口食物的需求減少，便能減少食物在運輸過程中被浪費。

#### 減少製造破壞環境的廢物：

包裝造成大量不可分解廢物，對環境造成破壞。

### 減少因農地開發或過度耕作造成的環境破壞：

如更多港人在家中種植農作物，發展中地區的農地及農作物生產量便能減少，因此能減少過度伐林開墾耕地，以及過度耕作導致荒漠化等情況，增加農業的可持續發展性。

### 食物供應穩定性：

食物供應不會因天氣（例如颱風、寒流等）因素影響。全球暖化、新冠疫情、俄烏戰爭影響糧食供應，導致糧食價格上漲甚至糧食短缺。香港曾因多名跨境運輸司機感染新冠肺炎導致內地供港食品一度出現緊張。

### 其他國家的經驗——新加坡：

2019 年成立的新加坡食品局（Singapore Food Agency）推行「30·30」願景，即目標 2030 年新加坡本地出產的農產品能夠滿足該國 30% 的需求（2020 年只有約 10%），減少食品進口依賴。為了達成該願景，新加坡國家公園局（Nparks）推出了「食用園藝計劃」，鼓勵公眾居家種菜，例如免費派發蔬果的種子（如空心菜、番茄等）及栽種指南予國民，與在 YouTube 和 Facebook 發佈大量影片和直播教導分享園藝知識。

### 在家種植，為何需要種植機：

我們在 10 月進行測試，比較在室外和室內（常識室的窗邊）種植小白菜（泥量、水量等相同），30 天後發現有以下的分別：在室內種植的小白菜，每棵小白菜少於 10 塊葉子，每塊葉子長度不多於 2cm；室外種植的小白菜，每棵小白菜多於 10 塊葉子，部分葉子長度超過 10cm。

測試結果告訴我們，植物如小白菜在室內不能種植成可食用的蔬菜。我們假設主要是因室內光線不足和空氣不流通。所以在室內種植部分蔬菜，必須有其他輔助，例如補光。

然而，香港寸金尺土，並不是每個家庭均有露台或天台種植，因此，一部能輔助蔬菜生長的種植機便有需求了。港人生活忙碌，沒有足夠的時間打理農作物，而且習慣城市生活的港人可能沒有足夠的耕作知識打理農作物。因此，一部能自動令蔬菜健康生長的種植機便有需求了。

### 坊間已有種植機出售，為何還需要進行研發和探究：

我們知道坊間有現成的食物種植機售賣，但機身價錢昂貴，而且種植機需要水耕，特定的種子及營養液價錢昂貴。而且大部分只有調節燈光光譜及強度、自動灌溉兩項和其他監測功能。

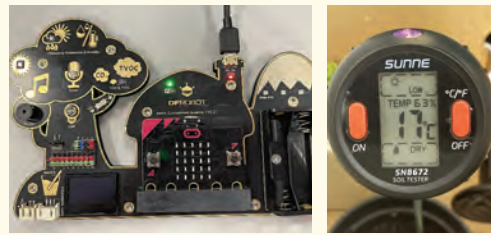
## STEM 原理

### 原理一：影響植物生長的元素及收集植物環境數據的方法（科學探究、科技與數學）：

水	泥土濕度	泥土濕潤度感測器
光	光線強度	光感測器（強度）
空氣	通風程度	二氧化碳含量感測器
土溫	發芽及生長時土溫的影響	土溫感測器
氣溫	發芽及生長時氣溫的影響	氣溫感測器

上表是一些影響植物生長的元素，是我們進行測試的獨立變項。我們將會設計一系列公平測試，找出哪些元素最影響植物的生長。而依變項則是小白菜的高度、葉的數量及葉的面積。為收集植物生長環境的數據（獨立變項）和監測植物的生長情況（依變項），我們需要利用環境感測器以

及 Micro:bit 環境科學擴展板的感測器，從而取得植物生長環境的數據。



### 原理二：種植機的製作及其功能（科技、工程、數學）：

水	智能澆水功能	能根據不同的植物種類，適切地澆水。
光	智能照光功能	能根據不同的植物，調節照射植物的色光和每天照射時間。
空氣	自動通風系統	當空氣不流通時，風扇自動開啟。
土溫	恆溫系統	製作恆溫系統，能調節至最適合該植物發芽的溫度
生長空間	適合大小的盤	根據測試結果，選用最小但不影響植物生長的盤。

## 探究過程

透過實驗，找出最適合在家中種植的農作物，並找出哪些環境因素會影響試驗植物的生長。最後根據實驗數據，製作一部自動化而且最能輔助試驗植物生長的食物種植機。

### 探究過程（一）找出最適合在家中種植的農作物：

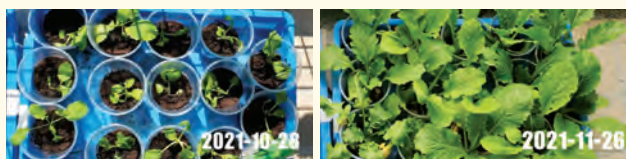
我們向店員查詢，決定嘗試種植以下植物：紫根韭菜、雞毛菜、花紅莧菜、小白菜、本地生菜、四季香蔥、迷你蕃茄、秋葵、綠豆、小麥草。篩選條件為常吃、有營養價值的食物、快收成、能重覆收割。



	收成期	可持續性 (例如：能重覆收割、能利用果實的種子再繁殖)	初步測試中， 超過一半的 種子成功 長成初苗
紫根韭菜	80 天	✓	✗
雞毛菜	30 天	✗	✓
花紅莧菜	45 天	✗	✓
小白菜	30 天	✗	✓
本地生菜	30 天	✗	✓
四季香蔥	30 天	✓	✗
迷你蕃茄	60 天	✓	✗
秋葵	100 天	✓	✗
綠豆	60 天	✓	✓
小麥草	30 天	✓	✓

### 小結：

我們優先考慮收成期短而且在初步測試中成功長成初苗機會較高的植物，因此雞毛菜、小白菜、本地生菜和小麥草都是適合的測試植物。由於小麥草通常只作榨汁用，而且初步看較大部分小白菜的生長比雞毛菜和本地生菜快，因此我們最終選擇了小白菜作為是次探究的植物。



### 探究過程（二）找出影響小白菜生長的因素：

我們較早前已假設以下是會影響植物生長的因素。因此我們進行數個公平測試，找出以下的環境因素如何影響小白菜的生長。由於疫情關係，每位同學把各個實驗裝置搬回家中，進行了為期約 30 天的公平測試。

水	泥土濕度
光	不同顏色的光、光線強度
空氣	通風程度
土溫	發芽及生長時土溫的影響
氣溫	發芽及生長時氣溫的影響
生長空間	盤的大小

測試開始前，先把小白菜種子發芽，再把播種了約 10 天的幼苗，進行各項為期約 30 天的公平測試。播種 10 天後，同學把幼苗移至大小相同的膠杯，進行各項測試。

### 測試（一）不同顏色的光對小白菜生長的影響：

獨立變項：不同顏色的光（白光、植物橙（紅藍光）、綠光）

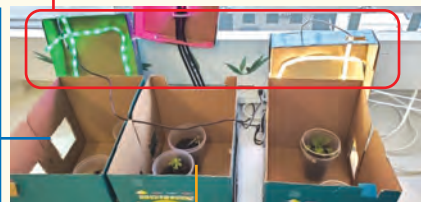
依變項：植物的高度、葉的數量、葉的大小

控制變項：空氣流通度、光的強度、淋水量、生長空間、氣溫及土溫。

### 實驗設計：

2. 紙箱的蓋裝上分別裝上白色、植物橙（紅藍色）、綠色的燈，燈光的量度均調至最亮，而對照實驗則不加任何燈光，每天約 16 小時照射著小白菜。

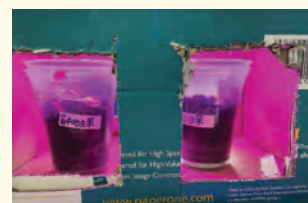
3. 箱的兩旁開了四個洞讓小白菜不會因沒有空氣而枯萎，每天每顆植物均會淋相同分量的水。



1. 每個實驗組有兩棵成長情況相近的小白菜幼苗，幼苗植入在泥量相同的膠杯中，然後放進紙箱內。



對照實驗：沒有任何燈光



紅、藍色燈光



白色燈光



綠色燈光

測試紀錄及結果：

		第 1 天		第 15 天		第 30 天	
		植物一	植物二	植物一	植物二	植物一	植物二
對照實驗	葉的面積						
	植物高度 (mm)	35	8	20	0	枯萎	
	葉的數量 (塊)	7	2	5	0		
(A) 白光	葉的面積						
	植物高度 (mm)	57	44	62	81	106	151
	葉的數量 (塊)	4	3	6	7	9	10
(B) 紅、藍光	葉的面積						
	植物高度 (mm)	35	22	14	33	22	46
	葉的數量 (塊)	3	2	4	8	6	10
(C) 綠光	葉的面積						
	植物高度 (mm)	67	25	58	6	枯萎	
	葉的數量 (塊)	12	2	9	1		

比較第 1 天與第 30 天的小白菜的生長情況：

	對照實驗		白光		紅、藍光		綠光	
	植物一	植物二	植物一	植物二	植物一	植物二	植物一	植物二
葉的面積	減少	減少	增加	增加	增加	增加	減少	減少
植物高度 (mm)	-35	-8	+49	+94	-13	+24	-67	-25
葉的數量 (塊)	減少	減少	+5	+7	+3	+8	減少	減少

結果：不同色光對小白菜的生長有重要的影響。白色的光最能令小白菜生長得愈快，包括令植物生長得最高以及葉片面積最大，其次是紅光加藍光，而綠光對小白菜的生長沒太大的幫助。

## 測試（二）光的強度對小白菜生長的影響：

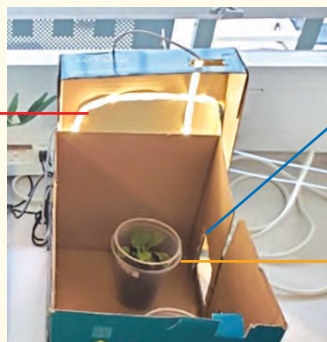
獨立變項：光的強度

依變項：植物的高度、葉的數量、葉的大小

控制變項：空氣流通度、光的顏色、淋水量、生長空間、氣溫及土溫

實驗設計：

2. 實驗 A 組和 B 組的紙箱在蓋裝上白色 LED 燈。實驗 A 組把燈光調至最弱，而實驗 B 組把燈光調至最強，對照實驗則沒有任何燈光。每天約 12 小時照射著小白菜。



3. 箱的兩旁開了四個洞讓小白菜不會因沒有空氣而枯萎，每天每顆植物均會淋相同分量的水。

1. 每個實驗組有兩棵成長情況相近的小白菜幼苗，幼苗植入在泥量相同的膠杯中，然後放進紙箱內。

光的強度對小白菜生長的影響：



對照實驗：沒有任何燈光



實驗 A 組：燈光調至最弱



實驗 B 組：燈光調至最強

測試紀錄及結果：

		第 1 天		第 17 天		第 30 天	
		植物一	植物二	植物一	植物二	植物一	植物二
對照實驗	葉的面積						
	植物高度 (mm)	33	56	45	94	40	88
	葉的數量 (塊)	2	5	2	7	2	7
(A) 最弱白光	葉的面積						
	植物高度 (mm)	26	40	53	70	53	97
	葉的數量 (塊)	3	4	9	6	9	6
(B) 最強白光	葉的面積						
	植物高度 (mm)	45	24	86	90	123	136
	葉的數量 (塊)	3	5	9	7	9	7

比較第 1 天與第 30 天的小白菜的生長情況：

	對照實驗		最弱白光		最強白光	
	植物一	植物二	植物一	植物二	植物一	植物二
葉的面積	不變	不變	增加	增加	增加	增加
植物高度 (mm)	+7	+32	+27	+57	+78	+112
葉的數量 (塊)	不變	+2	+6	+2	+6	+2

結果：光的強度對小白菜生長有重要的影響。光愈強，小白菜的生長會愈快，植物會變高以及葉片的面積會增大。

### 測試（三）空氣流通度對小白菜生長的影響：

獨立變項：  
空氣流通度

依變項：植物的高度、葉的數量、  
葉的大小

控制變項：光的顏色和強度、淋水量、  
生長空間、氣溫及土溫

實驗設計：

2. 所有紙箱頂部開了一個洞，並鋪上透明膠片，確保每棵植物受相同的陽光照射，同時避免小白菜因沒有陽光而死亡。

3. 實驗 A 組的紙箱在兩邊開了四個窗；  
實驗 B 組的紙箱在四邊開了六個窗；  
對照實驗沒開任何窗口。三個箱子均放在陽台，每天每棵植物均會淋相同分量的水。



1. 每個實驗組有兩棵成長情況相近的小白菜幼苗，幼苗植入在泥量相同的膠杯中，然後放進紙箱內。



對照實驗：沒有任何窗口



實驗 A 組：箱子兩旁有四個窗口



實驗 B 組：箱子四邊有六個窗口

測試紀錄及結果：

		第 1 天		第 15 天		第 30 天	
		植物一	植物二	植物一	植物二	植物一	植物二
對照實驗	葉的面積			未能提供照片紀錄			
	植物高度 (mm)	15	70	20	75	37	81
	葉的數量 (塊)	4	4	4	4	5	5
(A) 最弱白光	葉的面積			未能提供照片紀錄			
	植物高度 (mm)	17	20	40	58	55	71
	葉的數量 (塊)	5	4	5	4	5	6
(C) 最強白光	葉的面積			未能提供照片紀錄			
	植物高度 (mm)	70	40	85	50	93	54
	葉的數量 (塊)	6	4	7	4	12	5

比較第 1 天與第 30 天的小白菜的生長情況：

	對照實驗		四個窗口		六個窗口	
	植物一	植物二	植物一	植物二	植物一	植物二
葉的面積	不變	不變	增加	增加	增加	增加
植物高度 (mm)	+22	+11	+38	+51	+23	+14
葉的數量 (塊)	+1	+1	不變	+2	+6	+1

結果：空氣流通度對小白菜生長有明顯的影響。沒有窗口的小白菜即使有充足的水分和陽光也沒有明顯生長。而窗口最多、通風最佳的小白菜平均葉片面積較大。

### 測試（三）的延伸：加裝風扇對小白菜生長的影響：

我們發現，在室內開啟風扇增加空氣流動，對小白菜在室內的生長也很重要。



對照實驗：沒有風扇令空氣流動的兩盆小白菜，在種植 10 天後枯萎。



實驗 A 組：每天開風扇 12 小時增加小白菜附近的空氣流動，小白菜在 20 天後仍繼續生長。

### 測試（四）土壤濕度對小白菜生長的影響：

獨立變項：土壤濕度

依變項：植物的高度、葉的數量、葉的大小

控制變項：空氣流通度、光的顏色、淋水量、生長空間、氣溫及土溫

#### 實驗設計：

1. 每個實驗組有兩棵成長情況相近的小白菜幼苗，幼苗植入在泥量相同的膠杯中。三組實驗的植物均放在窗台，因此採光及溫度大致相同。

3. 同學每天定時為三組實驗的植物加水：實驗 A 的土壤會加水至數 400（最濕）（左）；實驗 B（中）的土壤會加水至數值 550，實驗 C（右）的土壤會加水至數值 700（最乾）。



2. 我們運用 Micro:bit 及泥土濕度感測器，編寫程式後可以把濕土的濕度轉化成數值。數值愈高，土壤愈乾；數值愈低，土壤愈濕。

#### 測試紀錄及結果：

		第 1 天		第 15 天		第 30 天	
		植物一	植物二	植物一	植物二	植物一	植物二
實驗 A（最濕）	植物高度 (mm)	53	49	65	60	69	71
	葉的數量 (塊)	4	2	7	4	11	7
實驗 B	植物高度 (mm)	73	30	92	35	106	75
	葉的數量 (塊)	5	2	7	3	10	5
實驗 C（最乾）	植物高度 (mm)	35	34	52	47	57	81
	葉的數量 (塊)	5	2	7	4	9	6

#### 比較第 1 天與第 30 天的小白菜的生長情況：

	每天加水至土壤濕度計數值為 400（最濕）		每天加水至土壤濕度計數值為 550		每天加水至土壤濕度計數值為 700（最乾）	
	植物一	植物二	植物一	植物二	植物一	植物二
葉的面積	增加	增加	增加	增加	增加	增加
植物高度 (mm)	+16	+22	+33	+45	+22	+47
葉的數量 (塊)	+7	+5	+5	+3	+4	+4

結果：實驗 B 的小白菜生長高度較實驗 A 和實驗 C 的小白菜高，而實驗 A（最濕）的小白菜較實驗 B 和實驗 C 的葉數量多、葉的面積亦較大。然而實驗 A 進行期間，小白菜出現不少蟲子，及後我們重覆實驗亦發現水分過多容易滋生害蟲令植物枯萎，因此我們及後的自動澆水功能，會以實驗 B（加水至土壤濕度計數值 550）作參考。

## 測試（五）氣溫和土溫對小白菜生長的影響：

獨立變項：  
氣溫、土溫

依變項：植物的高度、葉的數量、  
葉的大小

控制變項：光的顏色和強度、澆水量、  
空氣流通度、生長空間

### 實驗設計：

1. 每個實驗組有兩棵成長情況相近的小白菜幼苗，幼苗植入在泥量相同的盆中，並把幼苗放進紙皮箱，並加入發泡膠板保溫。

3. 三組實驗的植物均放在窗邊，因此採光和空氣流通度大致相同。



2. 實驗 A 是用 25W 加熱陶瓷燈令小白菜附近的氣溫和泥土溫度上升；實驗 B 是用 50W 加熱陶瓷燈令小白菜附近的氣溫和泥土溫度進一步上升；對照實驗沒有用任何加熱陶瓷燈。

### 氣溫和土溫對小白菜生長的影響：

	對照實驗		實驗 A 組		實驗 B 組	
	2 月 5 日	2 月 23 日	2 月 5 日	2 月 23 日	2 月 5 日	2 月 23 日
土溫 (°C)	18.2	10	23	17	25.6	20
氣溫 (°C)	16.9	9	21.5	15	23.3	19

我們用溫度計測出加熱陶瓷燈可令小白菜附近的氣溫和土溫增加：（一）25W 加熱陶瓷燈可令氣溫和土溫增加約 5-8 度。（二）50W 加熱陶瓷燈可令氣溫和土溫增加約 7-10 度。

測試五我們在 2022 年 2 月期間進行，實驗期間有數天晚上氣溫低於 10 度，而種子包裝顯示適合小白菜生長的氣溫為 15°C - 38°C，是次實驗我們在 15°C 以下的日子均開啟暖燈，確保小白菜在 15°C 以上的氣溫及土溫中生長。我們假設有暖燈輔助的小白菜生長得更好。

### 測試紀錄及結果：

		第 1 天		第 15 天		第 30 天	
		植物一	植物二	植物一	植物二	植物一	植物二
對照實驗	葉的面積						
	植物高度 (mm)	70	80	70	80	80	90
	葉的數量 (塊)	5	8	6	8	6	10
實驗 A	葉的面積						
	植物高度 (mm)	85	85	85	90	100	90
	葉的數量 (塊)	4	6	5	7	5	7
實驗 B	葉的面積						
	植物高度 (mm)	60	60	70	68	90	80
	葉的數量 (塊)	4	5	4	6	6	8

比較第 1 天與第 30 天的小白菜的生長情況：


	對照實驗		實驗 A 組 (25W 暖燈)		實驗 A 組 (50W 暖燈)	
	植物一	植物二	植物一	植物二	植物一	植物二
葉的面積	增加	增加	增加	增加	增加	增加
植物高度 (mm)	+10	+10	+15	+5	+30	+20
葉的數量 (塊)	+1	+2	+1	+1	+2	+3

結果：除了實驗 A 其中一棵小白菜長得較高和葉片較大，加了暖燈後小白菜的生長情況和對照實驗中的小白菜的生長沒有太大差別，反而對照實驗中其中一棵小白菜的葉數最多，但面積非常細小。所以我們認為即使香港冬天的低溫對小白菜的生長影響不大，設計食物種植機時不需刻意用暖燈加熱輔助小白菜生長，浪費電力。

### 測試 (六) 發芽適溫的探究：

獨立變項： 氣溫、土溫	依變項：發芽的時間和成功率	控制變項：光的顏色和強度、澆水量、空氣流通度、生長空間
----------------	---------------	-----------------------------

在測試五我們發現，即使香港的冬天，氣溫和土溫似乎對小白菜的生長沒有太大的影響。然而我們看到種子包寫上播種適溫為 18-25°C，因此我們假設低溫會影響小白菜種子的發芽率。為此我們進行測試，在 2 月 22 日播種，而 2 月 22 日至 2 月 24 日期間每天凌晨及早上氣溫也低於 10°C，我們便把實驗分成兩組，實驗 A 組：用 50W 暖燈輔助發芽；實驗 B 組：沒有暖燈輔助發芽。實驗 A 組有暖燈的輔助，即使在晚上土溫也維持在 20°C 以上。實驗 B 組沒有暖燈，晚上土溫可低至 10°C。

	2 月 22 日	2 月 25 日	3 月 1 日	測試結果
實驗 A 組： 有暖燈的輔助				4 顆種子中有 3 顆成功發芽，其中兩顆在及後成功長成幼苗。
實驗 B 組： 沒有暖燈				4 顆種子中，只有 1 顆在 2 月 25 日後較暖的日子成功發芽，但最後也無法長成幼苗。

結果：氣溫及土溫對種子發芽有明顯的影響，測試結果顯示在香港最寒冷的日子（整天氣溫在 15°C 以下，晚上氣溫低於 10°C），令大部分種子無法發芽。因此，如果我們的種植機可在寒冷的日子開啟暖燈，便能令種子即使在寒冷的天氣下也能發芽及長成幼苗。

### 測試 (七) 生長空間對小白菜生長的影響：

獨立變項：生長空間	依變項：植物的高度、葉的數量、葉的大小	控制變項：光的顏色和強度、澆水量、空氣流通度、生長空間
-----------	---------------------	-----------------------------



實驗設計：

1. 每個實驗組有兩棵成長情況相近的小白菜幼苗，幼苗植入在泥量相同的膠杯中，然後放進紙箱內。
2. 我們運用 3 組不同大小的盆，實驗 A 組：小盆，直徑 10.5cm；實驗 B 組：中盆，直徑 12cm；實驗 C 組：大盆，直徑 14cm。
3. 三組實驗都放在同一窗邊，確保每棵植物受相同的陽光照射及空氣流通度，每天每棵植物均會淋相同分量的水。



		第 1 天		第 15 天		第 30 天	
		植物一	植物二	植物一	植物二	植物一	植物二
實驗 A 組：小盆	植物高度 (mm)	18	24	17	25	17	24
	葉的數量 (塊)	3	4	2	6	2	5
實驗 B 組：中盆	植物高度 (mm)	24	29	23	35	25	32
	葉的數量 (塊)	3	5	3	8	4	5
實驗 C 組：大盆	植物高度 (mm)	28	33	30	44	29	41
	葉的數量 (塊)	3	6	5	9	5	7

比較第 1 天與第 30 天的小白菜的生長情況：

	實驗 A 組：小盆		實驗 B 組：中盆		實驗 C 組：大盆	
	植物一	植物二	植物一	植物二	植物一	植物二
葉的面積	增加	增加	增加	增加	增加	增加
植物高度 (mm)	-1	不變	+1	+3	+1	+8
葉的數量 (塊)	-1	+1	+1	不變	+2	+1

結果：3 組實驗的生長高度、葉片數量及面積數據相若，表示三個盤的生長空間對小白菜生長的沒有顯著影響。

測試總結及「植得食」功能構想：

我們從測試得知：白光最能令小白菜生長得愈快、光愈強，小白菜的生長愈快、空氣愈流通，小白葉的生長愈快、土壤濕度要適中，太濕會滋生害蟲，太乾會令小白菜的生長非常緩慢。在香港，氣溫和土溫對小白菜生長沒有明顯的影響，但會影響發芽率。因此，我們決定「植得食」的功能將包括增補白光、增加空氣流通度、以及自動澆水。

### 探究過程 (三) 製作「植得食」植物種植機：

#### 「植得食」的支架：

我們用學校活動剩餘的 PVC 水管製作 Plant I°T 的支架，好處是可把電線、膠喉等收藏。

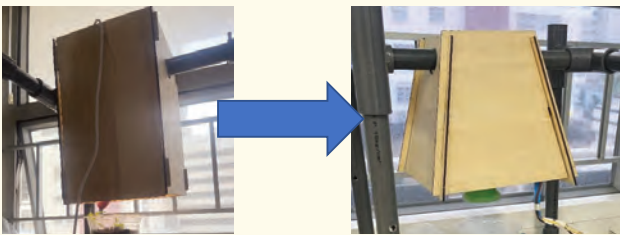
#### 鐳射切割製作木箱：

木箱運用鐳射切割木板加上榫卯原理製作，用來盛載整個系統所需要的電子元件及水箱，令整個設計更簡約和美觀。



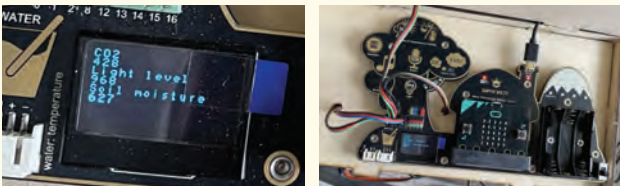
#### 鐳射切割製作燈罩：

為了使光線更集中，我們運用鐳射切割木板加上榫卯原理製作燈罩，內鋪錫紙。比較長方體及梯形結構，我們選擇較美觀的梯形結構。



#### 收集環境數據：

利用 Micro:bit 自然與科學擴展板，收集光線強度、二氧化碳含量、土壤濕度等數據。



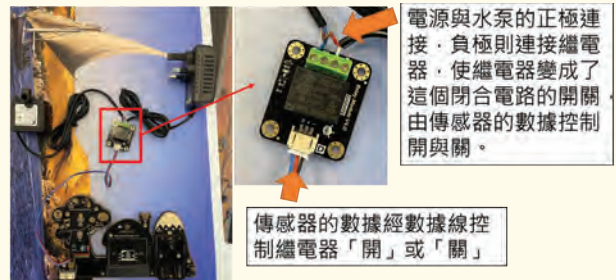
```

forever
  request data
  OLED from column 1 to 16 in row 1 display string "CO2"
  OLED from column 1 to 16 in row 2 display number CO2
  OLED from column 1 to 16 in row 3 display string "Light level"
  OLED from column 1 to 16 in row 4 display number light level
  OLED from column 1 to 16 in row 5 display string "Soil moisture"
  OLED from column 1 to 16 in row 6 display number P2 = Ping get soil moisture
  
```

OLED 顯示屏能展示各傳感器所收集的環境數據

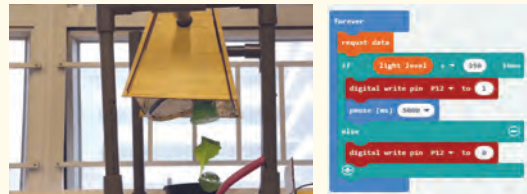
### 利用繼電器 (Relay) 構建自動種植系統：

利用繼電器「以小電流控制大電流」的原理，當傳感器感測的環境數值達至啟動值，該電器便會自動開啟。



#### 自動補光系統：

當環境光線數值低於 350，LED 燈帶會自動開啟。當環境光線數值高於或等於 350，LED 燈帶會關掉，節省能源。



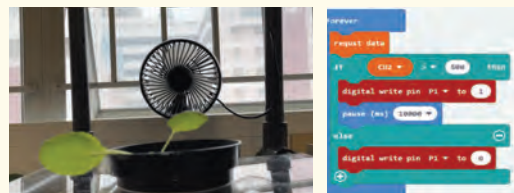
#### 自動澆水系統：

根據早前的實驗結果，當土壤濕度感測器的數據大於 550（數值愈大代表愈乾），水泵便會把水箱的水經水喉加到小白菜上。我們發現把土壤濕度感測器插入盤的底部，得到的數據最為準確。



#### 自動通風系統：

因應通風實驗的數據，我們搜尋資料，發現雖然植物需要二氧化碳進行光合作用，但含量過高會影響植物的生長。因此我們設定當二氧化碳含量大於 500ppm，風扇便會開啟令空氣更流通。



## 物聯網 (IoT) :

由於 Micro:bit 自然與科學擴展板有 Wi-Fi 模組，只要在 Thingspeak 免費開戶，便能將環境數據上傳及製作圖表，除了讓用家可在遠端即時知道小白菜附近的環境數據，更能讓用家研究環境對不同植物生長的影響。

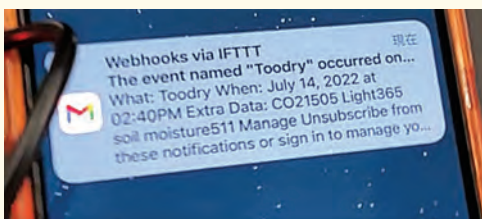


## 澆水系統故障通知 :

Micro:bit 自然與科學擴展板的 Wifi 模組亦支援 IFTTT 網絡服務平台。當 LED 燈、澆水系統和風扇不能正常運作，例如水箱沒水，系統便會以電郵通知種植者。



如 PLANT IT 正常運作，根本沒可能到達這些啟動值。



二氧化碳量超標，風扇沒有開啟時，便以 Email 通知種植者。

## 困難及應對

**困難一：** 實驗期間因疫情嚴峻突然停課。

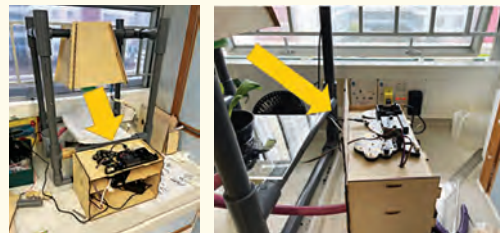
**應對方法：** 同學在停課前一天把實驗所需的物資和幼苗帶回家，大家分工合作，在家中進行各項實驗，並以 Zoom，Google Classroom 聯絡，以及以 Google Spreadsheet 記錄實驗數據。

**困難二：** Micro:bit 自然與科學擴展板輸出的電壓不足以推動 LED 燈帶、水泵及風扇。

**應對方法：** 學會運用繼電器 (Relay)，「以小電流控制大電流」的原理，令 Micro:bit 能推動不同電器。

**困難三：** 在昏暗的環境，LED 燈不能長期開啟，而是不斷開啟及關閉。原因：LED 的燈光照射到光線感測器。

**應對方法：** 用木板阻擋 LED 的光線。

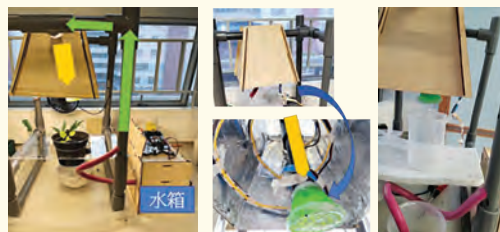


困難三

應對方法

**困難四：** 難以均勻地澆水。

**應對方法：** 把水喉收在 PVC 管內，加上用水樽蓋改製而成的「花灑頭」，水便可由上而下均勻地加在小白菜的泥土上。



困難四

應對方法

**困難五：** 整個裝置浪費電力。

**應對方法：** 學校有新裝置「踏板發電」，同學小息時玩踏板便為行動電源充電，為「植得食」提供電力。

## ☞ 測試 PLANT I° T 的功效

比較室內有使用 Plant I° T 和沒有使用 Plant I° T 種植的小白菜，30 天後，有使用 Plant I° T 的小白菜，會長得較高，長出的葉子會較大。比較在室內使用 Plant I° T 種植以及在室外種植的小白菜，室外種植的小白菜會長得較高，長出的葉子會較大。

## ☞ 總結

PLANT I° T 種植的小白菜的體型雖然不及與室外種植的小白菜，但 PLANT I° T 有自動幫助小白菜在室內生長的功能，效果明顯。



沒用「植得食」在室內種植      用「植得食」在室內種植

## ☞ 建議及改善

實驗中我們發現低於 12°C 會影響種子發芽，因此我們可在「植得食」加入種子發芽箱，在低於 15°C 時開啟陶瓷暖燈，令種子有更溫暖的環境發芽。其次，實驗初期我們未購買 Micro:bit 的擴充板，因此空氣流通量的實驗我們只能測試有風扇和沒有風扇對小白菜生長的影響，但未能知道是否二氧化碳含量達 500ppm 啟動風扇對小白菜有幫助。這需要進一步的科學探究才能確定。

第三，因坊間沒有支援 Micro:bit 的土壤 pH 值感測器和土壤養分（氮、磷、鉀）感測器，因此「植得食 1.0」並未加入相關的功能。我們及後知道有支援 Android 系統的相關感測器，這是日後可以研究和改善的地方。

第四，是次只用小白菜作為探究對象。但因 Micro:bit 環境科學擴展板有大量感測器，以及能把數據上傳至 Thingspeak 並製成圖表作紀錄，因此利用「植得食」研究其他農作物的最佳生長環境將變得簡單方便，並可根據實驗數據調校「植得食」各項功能的啟動值，形成一個「探究—設計」

的循環，令「植得食」有能力培植不同的植物。

第五，環境科學擴展板的功能多於「植得食」的實際需要。如果將 Micro:bit 環境科學擴展板改為其他單獨感測器，「植得食」的製作成本將大大降低。最後，我們做土壤濕度測試時未完成自動澆水系統，因此所用的測試方法是加水至指定數值，和「植得食」感測土壤濕度在達至啟動值後澆水不同，可能令「植得食」的澆水量不是最適合小白菜。由於現在自動澆水系統已完成，因此可用此再進行澆水實驗。

## ☞ 感想

**唐睿謙同學：**對於今年創作的 Plant I° T 植物種植機，我認為實在是一個巨大的挑戰。除了在裝嵌組件時要用不同的技巧拼合外，編寫程式時，都要花很多時間去更改並改進，務求達到目標。我認為最具挑戰的是在接駁不同配件：例如連接電線、燒焊、鑽開喉管、鐳射切割等，因為量度時稍為不準確，就要重新再做。幸好，有一眾科學小精兵的成員、徐老師和吳老師的幫助和鼓勵下，我們才持之以恆地試驗。在這次的創作，我負責處理植物光強弱部份的實驗，每個人都有不同的崗位，例如土壤濕度、光的顏色的實驗等等，我們分工合作，每天堅持照顧正進行實驗的小白菜，才能收集大量數據，令設計有助小白菜生長的 Plant I° T。最後，很多謝徐老師和吳老師用心的栽培令我懂得在不同困難中不斷改進、學習解決不同的困難。我必定在中學參加更多科學的活動，繼續發揮才能。

**吳卓藍同學：**今年創造 Plant I° T 時，我們遇到過很多的挑戰和困難，例如突如其來的停課和特別假期。還有在編程、焊接電線、設計外型時我們都遇到的挫折與失敗。但透過老師和同學們的共同努力後，我們最終成功地創作這部種植機。在這個過程中，我獲益良多。從學習如何使用 Laser cut、Micro:bit，到學習種植和發明的知識，以及和不同專長，性格的人合作完成一件事，都是一些很難得寶貴的經驗。在參加科兵這難忘的一年，我非常慶幸有吳老師和徐老師的教導、栽培與鼓勵。我也十分感謝有同學們的陪伴和協

助，一起努力完成這個 Plant I° T 種植機。未來在中學時，我會運用在這裏學到的知識，參加更多的活動，繼續體驗科學的趣味。

**冼學賢同學：**我能參與這次的常識百搭真是非常榮幸！回想起我們從學期初開始構思這部植物種植機，不久又遇上新一波疫情。計劃雖然被打亂，但謝謝每一位隊員一起努力，每人負責一部分，讓實驗得以繼續。

製作這部植物種植機最有挑戰性是調校那些「啟動值」至最適合植物生長的環境。透過調校灑水器的啟動值，讓我們可以控制泥土的濕度在某一個範圍之內；而調校風扇的啟動值就可以使空氣流通一點等。

我想謝謝吳老師和徐老師，謝謝他們幾年前開始挑選我跟其他隊員一起參加常識百搭，讓我大開眼界，也能讓我動動腦筋想一些平常不會遇到的難題，更讓我對科學這個範疇變得不陌生。

從設計一款產品，到動手去把它做出來，真是一次寶貴的經驗！希望我能在中學參加更多有關科學的活動，也能在中學裏學以致用！

**張雋弘同學：**參加科學小精兵真的令我獲益良多。我除了能在各樣科學實驗中探索植物的生態和合適的生長環境，亦能和組員一起 DIY、利用 Micro:bit 編程和 Laser cut 動手製作培育植物的機器。我在這次經驗中覺得最新奇的便是 IFTTT 傳送訊息的功能，這個發送電郵給用家的設計真的很合適！最後，我當然感謝老師們嘔心瀝血的付出，希望我們的作品能受評審的喜愛！

**黃建鏗同學：**很榮幸能夠參加三屆常識百搭活動，這三年實在獲益良多，尤其能夠在疫情下，完成大量的實驗以及成功完成製作我們的作品一植得食 Plant I° T。從中，我們學會利用不同硬件和程式，例如 Microbit 的環境科學擴展板、繼電器、IFTTT、Thingspeak 等，使我們能接觸更多新科技與創科的程式，讓我們的作品有更多的功能。經過這三年進行不同的科學探究及設計產品，我學會了很多不同未接觸過的東西，多謝關照了我 3 年的吳老師和徐老師，也希望日後有機會可以再參加這類活動。

**伍仲言同學：**在科學小精兵裏，我認識了很多朋友，我更學會了很多科學知識，例如公平測試、榫卯、電工、編程等。

## 📖 參考資料

綠色和平 (2022 年 1 月 19 日)。〈NASA 最新研究指出，2030 年全球主要糧食作物將因氣候變遷減產〉。取自 <https://www.greenpeace.org/taiwan/update/29073/nasa%E6%9C%80%E6%96%B0%E7%A0%94%E7%A9%B6%E6%8C%87%E5%87%BA%EF%BC%8C2030%E5%B9%B4%E5%85%A8%E7%90%83%E4%B8%BB%E8%A6%81%E7%B3%A7%E9%A3%9F%E4%BD%9C%E7%89%A9%E5%B0%87%E5%9B%A0%E6%B0%A3%E5%80%99%E8%AE%8A/#:~:text=>

莊麗存 (2022 年 3 月 18 日)。〈世銀：俄烏戰爭恐引發糧食短缺 且衝擊全球貿易復甦〉。《新唐人亞太電視》。取自 <https://www.ntdtv.com.tw/b5/20220317/video/322275.html?%20%E4%B8%96%E9%8A%80%EF%BC%9A%E4%BF%84%E7%83%8F%E6%88%B0%E7%88%AD%E6%81%90%E5%B4%95%E7%99%BC%E7%B3%A7%E9%A3%9F%E7%9F%AD%E7%BC%BA%20%E4%B8%94%E8%A1%9D%E6%93%8A%E5%85%A8%E7%90%83%E8%B2%BF%E6%98%93%E5%B>

空氣中二氧化碳濃度對植物生長的影響 (2014 年 7 月 31 日)。取自 <https://weibo.com/p/1001603738320831128581>

疫症「引爆」全球糧食危機，饑荒人口 4 個月倍增至 2.65 億人！(2020 年 4 月 22 日)。Business Focus。取自 <https://businessfocus.io/article/136011/%E7%B3%A7%E9%A3%9F%E5%8D%B1%E6%A9%9F-%E7%96%AB%E7%97%87-%E5%BC%95%E7%88%86-%E5%85%A8%E7%90%83%E7%B3%A7%E9%A3%9F%E5%8D%B1%E6%A9%9F-%E9%A5%91%E8%8D%92%E4%BA%BA%E5%8F%A34%E5%80%8B%E6%9C%88%E5%80%8D%E5%A2%9E%E8%87%B32-6>

楊漾 (2019 年 3 月 17 日)。〈新加坡食品局推出 30 · 30 愿景〉。《聯合早報》。取自 <https://www.zaobao.com/realtime/singapore/story20190307-937963>

梁祖饒 (2022 年 2 月 8 日)。〈疑再有司機確診 文錦渡口岸貨車須「吉車」走 99% 蔬菜未能供港〉。《香港 01》。取自 <https://www.hk01.com/sns/article/732964>

樂响社 (無日期)。〈食物浪費〉。取自 <https://feedinghk.org/zh-hant/%E6%95%99%E8%82%B2/%E9%A3%9F%E7%89%A9%E6%B5%AA%E8%B2%BB/0>



### 小貼士

意念非常好，具創意和實用性。探討項目和生活有着密切的關係。在處理一眾不同的變項時，同學仍能應用上公平原則，讓設計更能貼合所需。值得欣賞的是，過程中用上不同的編程，讓裝置自行補上所需變項。這能將設計更能彰顯它的實際用途。

# 綠色移動城堡計劃

影片連結



學校：軒尼詩道官立小學

組員：譚承浩同學、吳荻軒同學、徐念恩同學、周禮曦同學、何朗謙同學

教師：鍾惠嫻主任、蔡苡萁老師

## 探究意念

傳統的耕種方法為我們提供蔬菜，並帶來健康的營養價值。可是，傳統的耕種方式，對環境產生很多不必要的破壞，種植過程也會令蔬菜吸收了對人體有害的污染物。難道人類需要糧食的同時，必須要以破壞環境的代價來交換嗎？我們要不斷把這些污染物進食嗎？如果我們能夠做到可持續發展的農業，既不破壞環境，也能夠把更優質的蔬菜供應給人類，那便可為地球帶來更美好的未來。



傳統的耕種方法需要依賴很多天然環境因素，例如土地問題：城市化令香港耕地不足；化學肥料會染污水源從耕地運輸至市場售賣，產生大量碳排放；大量農民在耕地工作，成本高昂。其次是潔淨的水源：只依賴人工灌溉，水源現受工業污染，淨化水源成本高昂。第三，天氣和氣候：氣候變化，不能全年種植、惡劣和極端天氣減慢破壞農作物生長、氣候轉變導致極端天氣更加頻繁。第四，害蟲影響產量，使用殺蟲劑破壞健康、野草或其他野生植物搶奪農作物及耕地、野生動物破壞農作物。

有見及此，我們希望在城市或城市外圍進行無土種植（例如水耕種植），與外界環境分隔，利用再生能源，配合人工環境和科技。設計一個貨櫃農場把種植高密度在貨櫃內運作，可隨時流動放置在空地，不需要依賴耕地。我們可以做到：減少農業染污環境；全年有穩定農作物產量，不受天氣和氣候變化影響；利用再生能源，減低農業成本，也減低碳排放；由於運輸距離縮短，減少碳排放；以及減少人手需要，降低成本。


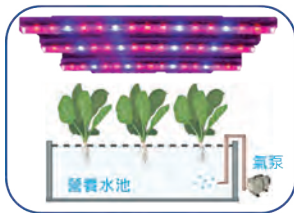
經過不斷思考和討論，我們決定製造「綠色移動城堡」。農場放貨櫃內操作，不受地域影響，任何空地也可以運作。移動到接近銷售點的位置，減少運輸碳排放。不受天氣氣候影響，蔬菜全年供應充足。使用太陽能發電，不需要依賴發電廠製造污染。收集雨水灌溉，不依賴潔淨水源，也不會污染水源。利用科技工具控制種植過程，並有足夠盈利持續運作。

## 科學原理

**「綠色移動城堡計劃」要實行，必須符合以下三個探究目標：**

1. 找出可行的室內（貨櫃）種植方法（水耕種植或氣霧種植）
2. 利用資訊科技將部分耕種程序自動化，更準確控制貨櫃裏耕種條件
3. 利用太陽能為農場提供足夠電力，使農產品可以提供足夠盈利回報

我們希望可以在水耕種植和氣霧種植之中找到最可行的室內種植方法，同一時間進行泥土種植，作比較用途。

		
<p>泥土種植（比較）</p>	<p>水耕種植（候選）</p>	<p>氣霧種植（候選）</p>
<p>利用天然陽光，定時灌溉、施肥，在天然環境下進行光合作用，製造蔬菜各部分成長。</p>	<p>室內種植，使用選擇性的紅藍 LED 燈代替陽光，養分和水從水池直接供應植物根部，進行光合作用製造蔬菜各部分成長。</p>	<p>室內種植，使用選擇性的紅藍 LED 燈代替陽光，養分和水從水池定時噴出氣霧供應植物根部，進行光合作用，製造蔬菜各部分成長。</p>

並且應用 micro:bit 模擬自動化控制，監控種植過程。

	<p><b>操作 LED 燈和自動灌溉：</b> 運用 Micro:bit 設定時間開關 LED 燈和水泵，連接電子時鐘，Micro:bit 可以讀取時間。</p>		<p><b>調節溫度：</b> 設定 Micro:bit 按環境溫度控制電風扇（連接風扇和有關組件），當 Micro:bit 感應到環境高於農作物適宜的生長溫度，開動電風扇，直到溫度降低後關閉電風扇。</p>
	<p><b>自動灌溉：</b> 設定 Micro:bit 按環境的濕度開動水泵灌溉，連接濕度計，Micro:bit 可以讀取環境濕度，裝置應用在空氣霧種植。</p>		<p><b>檢查水位：</b> 應用 Micro:bit 探測水耕種植和氣霧種植儲水池的水量。連接水位感應器，當水量低至設定的水平會發出警報，提醒工作人員加添水分和營養液。</p>

水源、種子、電力、營養液、其他材料和人力資源，以上不同因素都會影響流動農場可否種出蔬菜，礙於實驗時間有限，這次探究主要以「電力」為最關鍵的研究因素。

## ☉ 測試器材與材料

### 水耕種植：

種植盆（可以在同一時間種植 24 棵蔬菜）、溫度濕度計、營養液（需開水）、時間掣控制、pH 測試器

### 泥土種植：

種植盆、泥土、澆水壺、泥耙、園藝工具

### 氣霧種植：

種植盆（可以在同一時間種植 15 棵蔬菜）、溫度濕度計、營養液（需開水）、時間掣控制、pH 測試器、噴霧器、氣泵

### 自動化控制監察組件：

Micro:bit、電子時鐘、水位感應器、馬達（模擬水泵和噴霧器）、濕度感應器、LED 燈（模擬種植用 LED 燈）、馬達驅動放大器

## 探究過程

### 探究是否有可行的室內種植方法：

在選擇農作物方面，我們選擇種植葉類蔬菜類，因為他們較適合水培種植，其他種類（如瓜類）需要較強的介質支撐農作物重量（例如泥土），故不大適合水培種植。我們先比較數十種蔬菜的生長期、適合種植溫度等資料，並製成列表，再查看超級市場和網上商店的售價，哪種在短時間有收成，而且可以在市場以較高價格出售。並在實行前從網上資料探究所選擇的蔬菜水培種植的經驗和可行性。最後我們選擇了紫蘿莎生菜，其發芽期 7 至 10 天，種植期 28 天（泥土種植），在網上商店的售價價大於 \$60/kg。

		發芽適溫	生長適溫	發芽率	Growth Time of Hydroponics	Growth Time of Soil planting
1	紫花椰菜 Violet Cauliflower			75%以上	13 weeks	13 weeks
2	蠶葉小白菜 Pai Tsai/ Baby Leaf	15~25°C	15~35°C	10%以上		7 weeks
3	芝麻菜 Arugula/ Baby Leaf	15~25°C	15~30°C	10%以上	6 weeks	3 weeks
4	小松菜 Komatsuna	15~25°C	15~30°C	10%以上		5 weeks
5	紅葉塌棵菜 Tatsoi / Baby Leaf	15~25°C	15~35°C	10%以上		3 weeks
6	紅橡高苣 Lettuce Red Oakleaf / Baby Leaf	15~25°C	15~30°C	10%以上		3 weeks
7	綠花椰菜 Flocoli	20~30°C	20~30°C	10%以上		4 weeks
8	蓬蓬生菜 Lettuce	15~25°C	15~25°C	10%以上		8 weeks
9	水白菜 Mizuna	15~25°C	15~35°C	10%以上		3 weeks
10	奶油高苣 Lettuce	15~25°C	15~25°C	10%以上		8 weeks
11	黃花芽芥藍 Chinese Kale	20~25°C	20~30°C	10%以上		8 weeks
12	乳酪花椰菜 Cauliflower	20~30°C	15~25°C	10%以上		11 weeks
13	彩柄菠菜 Swiss Chard / Baby Leaf	20~30°C	15~30°C	35%以上		3 weeks
14	菊苣(苦苣) Endive	20~25°C	15~25°C	10%以上		12 weeks
15	野生芝麻菜 Wild Rocket	20~25°C	15~25°C	10%以上		5 weeks
16	娃娃芥菜(多仔菜) Mustard	20~25°C	5~20°C	10%以上		14 weeks
17	牛奶白菜 Pai Tsai	20~30°C	15~35°C	10%以上		7 weeks
18	羽衣甘藍 Kale	20~25°C	15~25°C	10%以上		10 weeks
19	冰花 Ice Plant	20~25°C	15~25°C	10%以上		10 weeks
20	冰花菜 Iceplant	20~25°C	Autumn	10%以上		
21	菠菜 Spinach	15~18°C	15~25°C	10%以上	7 weeks	6 weeks
22	紫蘇 Perilla	20~25°C	15~25°C	10%以上		
23	青花菜 Broccoli	15~30°C	18~22°C	10%以上		13 weeks

### 氣霧種植、水耕種植、泥土種植：

	泥土種植	水耕種植	氣霧種植
開始	將種子放在濕潤的廚紙待發芽，約一周後長幼苗，轉移到泥土。	將種子放在濕潤廚紙待發芽，約一周後長成幼苗，把幼苗放入種植海綿，再把海綿放進種植杯。	
過程	每日淋水，定期施肥	水泵 24 小時運作讓水流動補充空氣，LED 燈有時間掣去控制每日運作 16 小時；每日檢查水位，如水位降低，加水及按比例加營養液。	氣霧泵與時間掣控制每 10 分鐘噴出氣霧 30 秒，LED 燈有時間掣去控制每日運作 16 小時；每日檢查水位，如水位降低，加水及按比例加營養液。

每個上課日記錄生長情況，包括量化數據：每日量度植物高度、溫度、濕度；非量化數據：每個上課日相片記錄、記錄極端天氣、昆蟲、雀鳥對蔬菜的破壞。



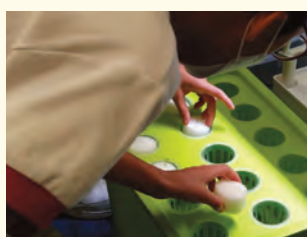
紫蘿莎生菜的生長日誌：

	泥土種植	水耕種植	氣霧種植
6-May-22	種子發芽		
20-May-22	把幼苗移植到培植杯		把幼苗移植到泥土
27-May-22	生長茂盛種子發芽菜苗死亡：(16 棵)。原因：根部未能接觸水份。作出的調整和修改：換上新幼苗留意放在培植杯較低位置令到水份可以接觸根部。	生長茂盛種子發芽菜苗死亡：(9 棵)。原因：根部未能接觸水份。作出的調整和修改：換上新幼苗留意放在培植杯較低位置令到水份可以接觸根部。	/
6-Jun-22	海綿長出了青苔，出現青苔的蔬菜生長速度比較慢，而且有些菜葉枯乾，有部份根部生長茂盛，相信是因為青苔搶走養份。作出的調整和修改：所有水耕種植和氣霧種植的海綿已經更換為陶瓷粒、健康較差的幼苗換上新的幼苗。		/
17-Jun-22	生長茂盛	生長緩慢	生長緩慢
24-Jun-22	收割日	進展緩慢，已經長出成長的葉。水箱有很多青苔，青苔已經把營養水的營養吸收。作出的調整和修改：水箱全部清潔，重新裝水及營養液。	生長緩慢
28-Jun-22	/	水箱再長出大量青苔，幼苗枯萎。作出的調整和修改：種植杯和種植箱徹底清潔青苔，風乾兩日後重新開動；陶瓷粒清洗乾淨，搬上天台在土耕種植盆旁邊曬乾和風乾，確保青苔完全消滅。	生長緩慢
30-Jun-22	/	霧化種植重新啟動	生長緩慢
8-Jul-22	/	水箱再長出大量青苔，幼苗枯萎	生長緩慢

探究過程不斷調整和修訂：



種子萌芽



將幼苗移入培植杯



出現青苔

實驗結果：水耕種植收割日



100g



80g

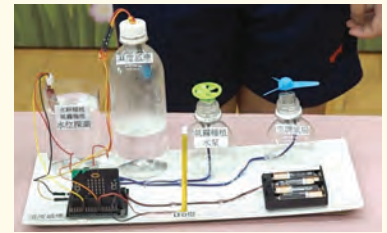


80g

這階段證實水耕種植可行。

### 自動化控制監察組件：

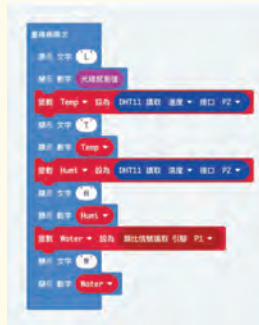
由於時間所限，三種種植方法使用現成的時間掣和定時檢查設備情況並以人手調控。同一時間，我們利用 Micro:bit 作為基礎設計一套監察和控制組件，模擬真實情況來證實這個方法是否可行。



**啟動時：**先顯示數字，再把不同的變數先設定為 0 或較大的數字。



**緩衝：**防止接收到的數據馬上引起動作。



**行動：**根據接收到的數值，作出不同的反應。



自動化控制監察組件證實可行。

### 「可移動式貨櫃農場」：

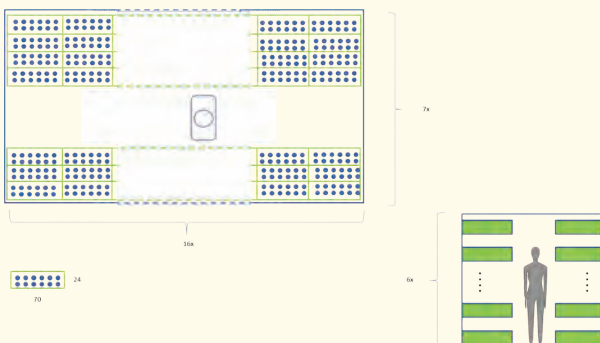
「可移動式貨櫃農場」在香港運作是否可行？我們需要找出以下答案：

1. 使用太陽能可再生能源能否支持貨櫃農場的運作？太陽能電池板的數量和鋪排方法是否合理？
2. 預計一年蔬菜生產量是多少？能否有足夠的毛利？

貨櫃農場所使用的電器的功率：LED 燈（40W）、電水泵（5W）、工業用風扇（800W）。標準貨櫃大小是 40 呎，我們必須留有走廊空間可以讓工作人員進入，粗略估算走廊闊度最少 0.5 米。參考所使用的水耕種植設備設計，可以由現在的 2 層增加至 6 層；闊度可以放置 7 組水耕組合貨櫃；深度可以放置 16 組水耕。我們得出以下答案：

種植杯總數量	$12 \times 6 \times 7 \times 16 = 8064$
電水泵數量	$7 \times 16 = 112$
LED 燈數量	$6 \times 7 \times 16 = 672$ (由於水耕設備密集放置，可使用較少 LED 燈組合，數量： $672 \times 70\% = 470$ )

### 同學建議的貨櫃設計



### 計算每日使用電量

LED 燈電量	$40W \times 16hr \times 470 = 300.8kWh$
電水泵電量	$5W \times 24hr \times 112 = 13.44kWh$
工業用風扇電量 (x2)	$800W \times 24hr \times 2 = 38.4kWh$
總電量	$13.44kWh + 300.8kWh + 38.4kWh = 352.64kWh$

如果使用太陽能可再生能源能否支持貨櫃農場的運作？太陽能電池板的數量和鋪排方法是否合理？我們根據天文台每年平均日照時間和太陽能電池板的功率，計算每塊標準尺寸太陽能電池每日可以生產的電量：

面積	1.6m x 1.0m
功率輸出	300W
日照時間	5 小時
每日平均生產電量	300W x 5 x = 1.5kWh

計算太陽能電池板所需要數量

每日使用總電量 352.64kWh / 太陽能電池每日平均生產電量 1.5kWh = 235	
可安裝太陽能電池板數量	2 x 12 x 2 x 6 = 288

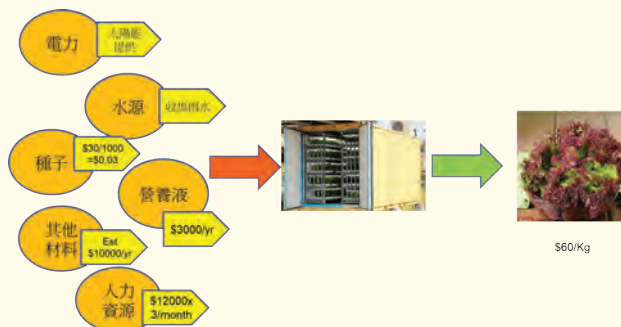
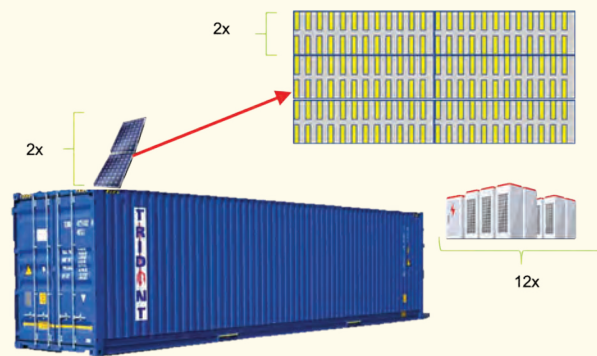
月份	量量 (%)	日照		日太陽輻射 (兆焦耳/平方米)	每日日照		
		時間 (小時)	百分率 (%)		每月平均日數	時間 (小時)	百分率 (%)
一月	61	143	42	10.17	31	4.6	42
二月	74	94.2	29	9.39	28.25	3.3	29
三月	79	90.8	24	9.96	31	2.9	24
四月	81	101.7	27	11.6	30	3.4	27
五月	76	140.4	34	14.19	31	4.5	34
六月	77	146.1	36	14.19	30	4.9	36
七月	69	212	51	17.17	31	6.8	51
八月	69	188.9	47	15.63	31	6.1	47
九月	66	172.3	47	14.61	30	5.7	47
十月	58	193.9	54	14.05	31	6.3	54
十一月	54	180.1	54	12.28	30	6.0	54
十二月	52	172.2	51	10.89	31	5.6	51
年值	68	1835.6	42	12.85	365.25	5.0	42

表 6. 1981-2010 年天文台觀測數據和七月每日日照時間  
日本海邊觀測站的月平均量

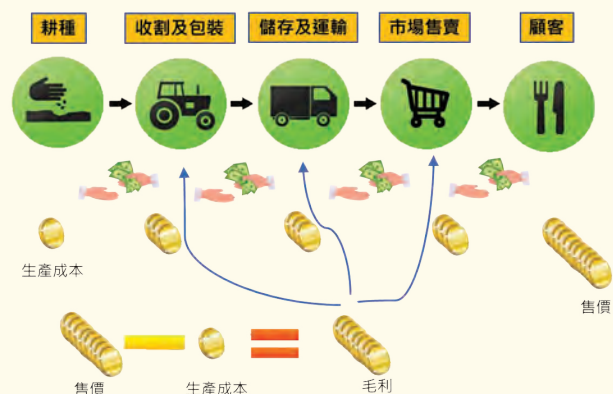
月份	量量 (%)	日照		日太陽輻射 (兆焦耳/平方米)
		時間 (小時)	百分率 (%)	
一月	61	143.0	42	10.17
二月	74	94.2	29	9.39
三月	79	90.8	24	9.96
四月	81	101.7	27	11.60
五月	76	140.4	34	14.19
六月	77	146.1	36	14.19
七月	69	212.0	51	17.17
八月	69	188.9	47	15.63
九月	66	172.3	47	14.61
十月	58	193.9	54	14.05
十一月	54	180.1	54	12.28
十二月	52	172.2	51	10.89
年值	68	1835.6	42	12.85

60 cell panel

使用 6 個 40 呎貨櫃的面積，可以安裝足夠數量太陽能電池板供給流動農場運作，並使用儲電池在日間儲存額外電量提供夜間使用。



我們估計其他需要資源的成本（土地成本不作計算，因為可以利用任何荒廢土地，而且土地成本必然比較狀態良好的耕地便宜），只需計算售價減去生產成本得出的毛利（Gross profit），毛利必須符合以下兩個條件才可以證實可行：（一）毛利必須是正數；（二）毛利足以分配從生產到售賣中間所有過程所需要的成本和盈利。因時間和知識所限，暫不會詳細學習及計算中間所有物流程的成本，只需計算毛利率有多高。以下是一個非常簡化的盈利模型：



### 計算全年銷售點營業額

每棵菜平均重量	120g (探究結果 100g ; 估計生產前可以改良至 120g)
種植至收割所需時間	2 星期 (探究結果 2-3 星期 ; 估計生產前可以改良至 2 星期)
種植杯數量	8064
每年生產週期次數	52 星期 / 2 星期 = 26 次
全年產量	120g x 8064 x 26 = 25160kg
全年銷售點營業額	\$60/kg x 25160kg = \$1,509,600

### 計算全年開支

項目	開支
電力	\$0
水	\$0
種子	\$0.03 x 8064 x 26 = \$6290
營養液	\$3000
其他材料	\$10000
人力資源	\$12000 x 3 x 12 = \$432,000
其他行政會計費用	\$20,000
總開支	\$471,290
毛利 (率)	\$1,509,600 (100%) - \$471,290 (31%) = \$1,038,310 (69%)

## ☞ 測試過程及結果

### 三種種植方法：

	水耕種植	氣霧種植	泥土種植
由發芽至幼苗	1 星期	1 星期	1 星期
由幼苗生長至長出足夠根部及菜葉可以開始光合作用	1 星期	1 星期	因為根部藏於泥土，未能觀察生長情況。
迅速生長至收割	2-3 星期 (重量 80g-100g)	因為青苔生長搶奪營養，未能進入迅速生長階段。	尚待觀察。

### 自動化控制監察組件：

我們製作了一個模型模擬利用 Micro:bit 控制自動化農場各種電器的開關及監控環境狀況，經過測試，成功達到預期目標。自動化控制監察組件證實可行。若要直接操控真實的貨櫃農場需要連接大功率的電力組件才能推動數以百計的 LED 燈和水泵，這階段概念上證實可行。

### 可移動式貨櫃農場：

使用 6 個 40 呎貨櫃的面積，可以安裝足夠數量太陽能電池板供給流動農場運作，所需要空間面積合理。在單一貨櫃農場每年營運的毛利率達到 69%，證實營運可以持續；若果貨櫃農場可以同時有更多貨櫃運作，相信毛利率可以再提升。

## ☞ 困難及應對

### 青苔：

#### 整個種植過程發生不少問題：

1. 當幼苗移到水耕種植和氣霧種植的種植杯時，由於根部太短，未能接觸水分和氣霧，導致大量死亡。解決方法：換上新幼苗，留意放在培植杯較低位置令到水分氣霧可以到達；
2. 海綿長出了青苔，出現青苔的蔬菜生長速度比較慢，而且有些菜葉枯乾，有部分根部生長茂盛，相信明顯因為青苔搶走養份。

#### 解決方法：

1. 所有水耕種植和氣霧種植的海綿已經更換為陶瓷粒；

2. 健康較差的幼苗換上新的幼苗、以陶瓷粒代替海綿後，生長快速兩星期後已經長成，三星期後收割。

水耕種植很容易出現青苔，因為它依賴養份濃縮的營養液，這是吸引青苔的重要元素。青苔會附着營養液，在足夠光線下比較蔬菜本身更有效吸取營養液迅速增長繁殖，部分青苔更會產生毒性傷害農產品，農產品會因為得不到足夠的養分而枯乾死亡。另外，青苔孢子極之細小，可以從空氣和風散播，潮濕的環境有利青苔繁殖。氣霧種植有更大機會溢出營養液到表面，所以有較大機會養青苔孢子附上。

### 有甚麼方法可以減少青苔對水耕種植（例如水耕種植和氣霧種植）的影響：

首先，阻止青苔孢子從戶外進入，例如使用雙重門（我們氣霧種植的設備放在近操場的房間，而且房門經常打開）。其次，減少培養液接觸光線，例如喉管和儲存水箱塗黑或者使用黑色物料。還有，可以定期在收割後清潔設備。

### 泥土種植生長緩慢：

根據天文台六月錄得的氣溫平均氣溫超過 31 度，更有日子超過 33 度，另外也有八天雷暴警告和大雨，天氣不穩定，而我們栽種的紫羅莎生菜生長最佳溫度範圍是 20 度至 25 度；由於天氣和氣候不能配合，所以生長緩慢；傳統在室外耕種的方法未能有效穩定供應蔬菜。

### 建議及改善

首先，室內種植移到和室外更多間隔的地方，例如使用雙重門或簾幕，減少青苔生長機會，可以在比較理想的情況下探究氣霧種植在正常情況下是否可以比一般水耕種植有更好的收成（種植期和收成重量），加上氣霧泵只需要每 10 分鐘開啟 30 秒，在更低耗電情況下使用更少空間、更少太陽能電池板也可能可以運作。其次，水耕種植可以再嘗試再多幾次種植和幾造收成，得出更多數據和再觀察、思考改良的方法。水耕種植其中一個最消耗電力的裝置是 LED 燈，下次探究

是否可以在不影響收成的情況下使用光度較低的 LED 燈減少電力消耗。還有，改善幼苗轉移到種植杯的方法，令到根部更容易接觸水份，期望令到生長速度更快，可以把種植期縮短至兩星期。最後，建議可以探究完全使用雨水作為灌溉（這是今次探究的假設）的可能性，可以從天文台收集降雨量的數據，再計算合理面積可以收集的雨水量可否供應每天貨櫃農場消耗的水分。

### 總結

氣霧種植、水耕種植、泥土種植中成效最好的是水耕種植，能應用 Micro:bit 及有關硬件模擬自動化農場，城市農場以「可移動式貨櫃」在香港運作是可行的，總括而言「綠色移動城堡計劃」是可行的。

### 感想

**譚承浩同學：**「綠色移動城堡計劃」在師生的努力下終於完美結束。在兩個多月的探究中，我們通過分析植物生長的原因而不斷改進設備和種植方法，同時掌握了分析，記錄資料的能力。我們雖付出了許多時間、汗水，但是皇天不負有心人，最終還是成功證明「綠色移動城堡計劃」是可行的。

**吳荻軒同學：**我明白到室內種植蔬菜的技巧、搜集資料能力及數據處理技能。我掌握了基本的數據記錄（例如量度蔬菜的高度）以及計算能力（研究成本效益）等。我在這次研究中感受到我們堅持不懈，持之以恆的決心，不怕失敗，為求成功，也明白了「團結就是力量」的哲理。

**徐念恩同學：**這次探究提升了我的解難能力、理解能力及執行能力。我亦學會編寫程式，利用 Micro:bit 模擬自動化農場和明白蔬菜生長的原理。我也掌握了基本的數據記錄和種植方法。在這次探究中，雖然我們經歷種植失敗，但憑着我們堅持不懈，不斷嘗試的決心，終於成功，讓我明白到只要有恆心，就能達到目標。

**何朗謙同學：**經過這次探究活動，我明白到如何實行「綠色移動城堡計劃」，還增加我對計算和編程的認識。例如，如何將蔬菜賣出去而獲取利潤等。在遇上困難時，不可以輕易放棄，要勇往前進，才可以事半功倍。而且一個團隊要互相合作，一起幫助對方，還要有決心，才能成功。

**周禮曦同學：**我們很少機會接觸室內種植，想不到我們在這幾月中，竟然實踐了「綠色移動城堡計劃」。看着那一棵棵蔬菜的收成，心裏充滿成就感。很高興我在這次活動中成功進行編程，成功證實水耕種植是可行的。過程中，我們遇到不少的困難，正因為我們沒有放棄，才換取成功呢！

## 參考資料

Beth Howell, (2022). Solar Panel Output: How Much Electricity Do They Produce? Retrieved from: <https://www.theecoexperts.co.uk/solar-panels/electricity-power-output>

SF Gate Contributor, (2020). How to Grow Lettuce Using Hydroponics. Retrieved from: <https://homeguides.sfgate.com/grow-lettuce-using-hydroponics-69112.html>

Widyani, R., Iftitah, D., & Nilamcaya, M. (2021). The Effect of Mosses on the Hydraulic Media of Vegetable Plants in Cirebon, West Java, Indonesia. In E. Yildirim, & M. Ekinci (Eds.), Vegetable Crops - Health Benefits and Cultivation. IntechOpen. Retrieved from: <https://doi.org/10.5772/intechopen.100000>

黃錦鏘 (2021 年)。〈漁護署陳兆麟先生：從水耕栽培展望香港農業科技化的發展〉。香港種子技術及教育中心。取自 <https://www.seedtec.hk/%E6%BC%81%E8%AD%B7%E7%BD%B2%E9%99%B3%E5%85%86%E9%BA%9F%E5%85%88%E7%94%9F%EF%BC%9A%E5%BE%9E%E6%B0%B4%E8%80%95%E6%A0%BD%E5%9F%B9%E5%B1%95%E6%9C%9B%E9%A6%99%E6%B8%AF%E8%BE%B2%E6%A5%AD%E7%A7%91%E6%8A%80/>

HKTVMall (無日期)。〈Mix n Fresh – (溫室培植) 紅邊菜 (Lollo Rosso) (共重 250-300G)〉。取自 [https://www.hktvmall.com/hktv/zh/main/Mix-n-Fresh/s/H6769002/%E8%B6%85%E7%B4%9A%E5%B7%BF%E5%A0%B4/%E8%B6%85%E7%B4%9A%E5%B8%82%E5%A0%B4/%E6%B0%B4%E6%9E%9C-%E8%94%AC%E8%8F%9C-%E9%AE%AE%E8%8A%B1/%E8%94%AC%E8%8F%9C/%E6%9C%AC%E5%9C%B0%E6%88%96%E9%80%B2%E5%8F%A3%E8%8F%9C/%E6%BA%AB%E5%AE%A4%E5%9F%B9%E6%A4%8D-%E7%B4%85%E9%82%8A%E8%8F%9C-Lollo-Rosso-%E5%85%B1%E9%87%8D250300G/p/H6769002\\_S\\_888209](https://www.hktvmall.com/hktv/zh/main/Mix-n-Fresh/s/H6769002/%E8%B6%85%E7%B4%9A%E5%B7%BF%E5%A0%B4/%E8%B6%85%E7%B4%9A%E5%B8%82%E5%A0%B4/%E6%B0%B4%E6%9E%9C-%E8%94%AC%E8%8F%9C-%E9%AE%AE%E8%8A%B1/%E8%94%AC%E8%8F%9C/%E6%9C%AC%E5%9C%B0%E6%88%96%E9%80%B2%E5%8F%A3%E8%8F%9C/%E6%BA%AB%E5%AE%A4%E5%9F%B9%E6%A4%8D-%E7%B4%85%E9%82%8A%E8%8F%9C-Lollo-Rosso-%E5%85%B1%E9%87%8D250300G/p/H6769002_S_888209)

林學賢 (2013 年)。〈日照時間是怎樣量度的?〉。香港天文台。取自 <https://www.hko.gov.hk/tc/education/weather/sunshine-and-uv/00118-how-to-measure-sunshine-duration.html>

香港天文台 (無日期)。〈香港氣象要素之月平均值 (1981-2010)〉。取自 [https://www.hko.gov.hk/tc/cis/normal/1981\\_2010/normal.htm](https://www.hko.gov.hk/tc/cis/normal/1981_2010/normal.htm)

繽紛 Brighten-Mall (無日期)。〈有機葉菜類種子〉。取自 [https://www-brighten-hk.translate.goog/Product/PList?brand=423d94df-ee1a-4667-83a0-e209b4f7bc7f&brandName=%E8%82%A5%E6%A4%8D%E6%96%99+%E7%A8%AE%E5%AD%90+%E7%A8%AE%E6%A4%8D%E5%B7%A5%E5%85%B7&main=76a7f444-8345-4f74-836d-33f914dd9678&mainName=%E6%9C%89%E6%A9%9F%E7%A8%AE%E5%AD%90&sub=50f6368d-762d-4915-ae84-b4c73ff451d4&subName=%E6%9C%89%E6%A9%9F%E8%91%89%E8%8F%9C%E9%A1%9E%E7%A8%AE%E5%AD%90&page=1&\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=zh-TW&\\_x\\_tr\\_hl=zh-TW&\\_x\\_tr\\_pto=wapp](https://www-brighten-hk.translate.goog/Product/PList?brand=423d94df-ee1a-4667-83a0-e209b4f7bc7f&brandName=%E8%82%A5%E6%A4%8D%E6%96%99+%E7%A8%AE%E5%AD%90+%E7%A8%AE%E6%A4%8D%E5%B7%A5%E5%85%B7&main=76a7f444-8345-4f74-836d-33f914dd9678&mainName=%E6%9C%89%E6%A9%9F%E7%A8%AE%E5%AD%90&sub=50f6368d-762d-4915-ae84-b4c73ff451d4&subName=%E6%9C%89%E6%A9%9F%E8%91%89%E8%8F%9C%E9%A1%9E%E7%A8%AE%E5%AD%90&page=1&_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=zh-TW&_x_tr_hl=zh-TW&_x_tr_pto=wapp)

## 花絮



### 小貼士

項目計劃全面，具備產品發展性條件。宜提供更多數據證明水耕種植的好處，亦要注意比較不同種植方式時要控制的變數。

# 鈣藻保鮮，分解再植

影片連結



學校：培基小學

組員：鄭懿嘉同學、張喆同學、許爾琛同學、李家萱同學、劉謙同學、黃奕浚同學

教師：馮家輝老師、李志堅老師

## 探究意念

香港每日產生超過一萬噸的都市固體廢物，當中有兩成多是塑膠垃圾，很少塑膠能回收再造，大多可能送到堆填區埋放，塑膠難以分解，而分解週期需要四、五百年，塑膠垃圾對土地和環境造成極大影響。

如果能製作一些生物料取代部分塑膠的產品，而物料可以短期內可以生物分解，而當中希望利用廚餘的物料，從而減少部份塑膠垃圾，以及亦可廚餘再用。除此之外，這物料被生物分解後的泥土可以用作種植農作物的用途。



## STEM 原理

我們希望利用廚餘和食用的物料製作一個可以短時間被生物分解的物料取代其中一種塑膠產品。利用食用醋提取廚餘中的貝殼和蛋殼的鈣與形成鈣酸的物質，再加以親水性的甘油，與從褐藻類提取的海藻酸鈉結合，製作一種透明薄膜的物質，取代日常使用的保鮮紙。當中會測試其不同條件下的耐力、生物分解的程度、重用的可能性以及保存食物的能力等等。最後，很重要的一點，就是希望用作生物分解此物料的泥土可以種植植物，植物甚至是食用植物，可以正常地生長。

## 器材及材料

蛋殼（廚餘）、食用醋、海藻酸鈉、甘油、綠豆、花盤、泥土、蘋果、手套、護目鏡、商業保鮮紙、量杯、電子磅、漏斗、過濾紙、金屬盤、玻璃棒、加熱工具。

## 探究過程

### 製作環保保鮮紙：

1. 先用 4 克海藻酸鈉加入 200 毫升的水中，在電熱板上加熱至完全溶於水中。



2. 將其 80 毫升的海藻酸鈉溶液倒進盤內，直至覆蓋整個盤底，然後將盤放入冰箱冷卻 8-10 分鐘。



3. 學生會將從師生收集回來的蛋殼放入食用醋中，從而提取蛋殼中的鈣直至沒有氣泡出現，用漏斗和過濾紙過濾溶液以作使用。



4. 不同份量的甘油（3 克、6 克、9 克及 12 克）加入鈣酸溶液，將溶液倒進盤裏，製作 4 張環保保鮮紙，找出最高韌度的環保保鮮紙，進行往後能力的測試。

### ☑ 測試紀錄及結果

#### 製作環保保鮮紙：

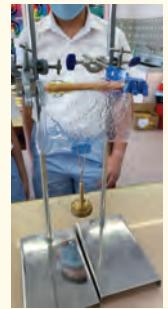
去製作環保保鮮紙的過程相信是我們最深刻的，首先保鮮紙的厚度是需要反覆製作才能達致較佳效果，最初使用過多的海藻酸鈉（約 100 毫升），出來的製成品厚度不容易摺曲，過少的海藻酸鈉（約 50 毫升），出來的製成品厚度較容易撕裂。最後找出用 80 毫升的海藻酸鈉出來的厚度較適中。第二個需要解決的問題是環保保鮮紙的韌度，利用加入甘油增加其韌度，最初起用較多（20 毫升）的甘油，發現保鮮紙較柔軟，韌度不足；較少的又較容易撕裂，我們於是試試 4 個甘油的份量，去尋找最高韌度的環保保鮮紙。

#### 環保保鮮紙的測試：

##### 一、韌度：

將保鮮紙固定在適當的高度，在另一端逐一遞增砝碼的數量，直至保鮮紙出撕裂的狀態。分別測試 4 塊環保保鮮紙，找出最高韌度的環保保鮮紙作往後測試不同的能力。

測試	甘油(克)	韌度(克)
1	3	110
2	6	130
3	9	200
4	12	100



##### 二、保鮮度：

用 3 片蘋果分別放入 3 個相同容量的量杯：(a) 商業保鮮紙、(b) 環保保鮮紙、(c) 沒有任何上蓋。再放入雪櫃存放。三天之後，用了兩種保鮮紙覆蓋的兩片蘋果氧化速度較沒有保鮮紙覆蓋的慢。

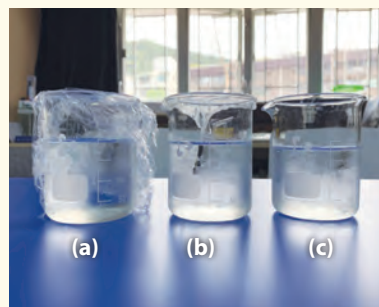


##### 三、保濕度：

用 3 個相同容量的量杯：(a) 商業保鮮紙、(b) 環保保鮮紙、(c) 沒有任何上蓋。同樣注入 200 毫升的水，再放入雪櫃存放，三天之後觀察其保濕能力。三天之後，用了兩種保鮮紙覆蓋的水的容量沒有明顯改變，而沒有覆蓋的水的容量明顯減少。

##### 保鮮紙保濕度：

	放入雪櫃前 水的容量 (毫升)	放入雪櫃 三天後 水的容量 (毫升)	水份的流失 (毫升)
(a) 商業保鮮紙	200	200	0
(b) 環保保鮮紙	200	200	0
(c) 沒有保鮮紙	200	180	20





#### 四、防水度及重用的可能性：

防水度：在環保保鮮紙上加上 5 毫升水，沒有出現滲漏；重用的可能性：使用後隔 24 小時再重用，直至第 4 次開始出現撕裂或出現洞的情況。



#### 五、生物降解性：

將商業保鮮紙和環保保鮮紙分別放進盛載泥土的花盤內，每天進行觀察，第 3 天環保保鮮紙開始出現有被生物降解的跡象，出現了小洞，到第 14 天環保保鮮紙已接近被生物降解了一半的面積，而商業保鮮紙沒有被生物降解的跡象。



#### 六、生物降解後泥土可種植植物的可能性：

用作生物降解的泥土中，每個花盤各放自 5 粒綠豆作測試，另外再用一個沒有放置保鮮紙盛載相同份量泥土的花盤，每天進行觀察，看看綠豆會否發芽及其成長狀況。第 4 天，發現三個花盤泥土裡的綠豆種子都發芽了，發芽率都是 80%，而在環保保鮮紙進行了生物降解的泥土可以種植植物，這是一個令人鼓舞的結果。

生物降解後泥土可種植植物的可能性：

泥土有的成分	發芽率 (%)	綠豆苗的平均高度約 (cm)
(a) 商業保鮮紙	80	9.13
(b) 環保保鮮紙	80	12.00
(c) 沒有保鮮紙	80	5.25

#### 困難和應對

去製作環保保鮮紙的過程中，無論厚度、拉張強度和外觀希望盡量製成品與商業保鮮紙相近，但過程經歷多次的測試、失敗，就住每一次結果，繼而改良環保保鮮紙的製作過程和成分（海藻酸鈉、甘油）比例的調控，最終找到一個合適的黃金比例去製作多張環保保鮮紙，絕對是偉大的工程，用這張環保保鮮紙作測試，及與商業保鮮紙作比較。

初期剛剛製作好的環保保鮮紙好多時候因未印乾，水份較多，會弄破環保保鮮紙需要重新再造。及後同學知道需要等待環保保鮮紙弄乾後，待形態穩定了，才開始使用。

#### 建議及改善

我們希望環保保鮮紙能夠使用以及用作生物降解後的泥土可以作種植食用植物，故以下的建議和優化研究：首先，我們希望日後有方法可以像商業保鮮紙般大量生產。現在的方法每次只能少量生產，我們建議以多層架放入雪櫃，可以一次製作多張保鮮紙，提高效率。其次，因為保鮮紙主要用途是保存食物的新鮮度，環保保鮮紙需要無菌的狀態，希望往後可以為環保保鮮紙消毒，達至安全使用的標準。如果可以，應一併測試用來生物降解泥土前後的變化，如酸鹼值或其他重要元素。此外，可以透過測試評定這些在生物降解泥土種植的植物是否安全食用。

#### 總結

今次在多方測試和改善後，發現可以利用不同的生物資源——廚餘的蛋殼、日常生活用於食用的醋和海藻酸鈉，製造一種環保保鮮紙。測試環保保鮮紙的不同能力後，我們認為它有一定能力代替日用的商業保鮮紙。環保保鮮紙的生物降解的速度快，約用 14 天便可降解了一半的面積，從而減低塑膠垃圾污染的影響。除此之外，經過生物降解的泥土可以種植食用植物，讓泥土可持

續種植。然而仍有值得探討的地方，例如怎樣可以大量生產環保保鮮紙並作保存；如何消毒「經過生物降解的泥土種植的食用植物」達至安全標準，可以安全使用。

## 感想

**李家萱同學：**我十分慶幸我能夠參加這次的常識百搭比賽。在這次活動中，我和同學運用了STEM的原理來製造一張既能模仿商業保鮮紙的用途，又能在短時間內生物降解的環保保鮮紙。我們對環保保鮮紙進行了不同的測試，但過程並不是一帆風順的，例如：我們在製造環保保鮮紙時不小心把它弄破了，把它冷藏得太久引致硬化，沒法使用等等。即使遇到了一次又一次的挫折，我們仍然沒有放棄，繼續研究。最終在堅持不懈的努力後，我們終於能夠成功製造出多塊實用而對環保無害的環保保鮮紙，並透過實驗測試它們的保鮮度、保濕度、所承受的韌度等。我們還發現原來這些環保保鮮紙生物降解後的泥土可以作種植農作物的用途。

經過這次的體驗，令我獲益良多。我發現原來科研與日常生活是息息相關的，並明白到在同一個組別合作需要彼此體諒和發揮團結精神，並明白只要懷着永不放棄、堅持不懈的精神，再困難的事都能迎刃而解喲！

**張喆同學：**能夠參加這次常識百搭展覽，真是我的榮幸。過程中，我能夠體驗要從零開始，發明一件新的物品，的確是一件很複雜的事。過程中，組員都要經過無數的挫折，從失敗中學習，不斷去嘗試和探究。研究前，我們要運用無限的創意，在腦袋中思考到底我們怎樣才能研製一張環保、安全又方便的保鮮膜。在導師的引導下，我們學習運用STEM的原理，以及不同的技巧，進行無數次實驗；完成後，我們為保鮮膜進行了不同項目的測試，如它的伸展程度、保鮮程度、耐用性等。最終我們真的成功了！透過這次經驗，我學會了無論事情多麼艱巨，只要你願意努力實踐，多動腦筋，一定會成功的！

**鄭懿嘉同學：**這次的比賽十分具意義。我這次學到了很多的東西，也克服了很多困難。我不但學懂了跟這次題目有關的科學，也學到了合作的重要性。這個小組由六個人組成，我們是一起齊心合力，才可以成功。我們亦有分工合作，我和另一位女同學就主力負責影片介紹等等。這一次，我們也有遇到一些困難，如材料不足，時間不夠等等。但是靠着導師細心指導，再配合我們六人的合作，最終都可以克服這些困難。希望我們今次的製成品—環保保鮮紙真的可以在大家的日常生活中用得到，令大家的生活更加環保。

**許爾琛同學：**能夠參加這一次常識百搭，可說是千載難逢的機會。因為在製作生物降解保鮮紙的過程中，我學會了很多有關科學和常識的知識。從搜集材料到一步一步完成生物降解保鮮紙的過程中，都充滿困難。我們要結合甘油、海藻酸鈉和鈣酸去製作生物降解保鮮紙。我們弄了數個生物降解保鮮紙後，不但要測試不同的東西（如：它的柔韌度、保鮮的效果……），還要拍攝影片，真不容易。經過這次經歷，我學習了很多知識。

**劉謙同學：**參加今次的常識百搭，真是滿載而歸。因為在參加的過程中，我們堅持努力研究製作能夠生物降解的保鮮紙，但我們不是做一次就成功，我們經過不同的挫折，如：保鮮紙太厚等。我們還用不同方法去製作一個最環保的保鮮紙。我更學會了怎樣減少對環境造成傷害。

**黃奕俊同學：**在參加這次的常識百搭展覽的過程中，我明白了發明是一件困難的事，過程一定會有不同的問題。研究時，我發現了我的材料分量不對，令造出來的環保保鮮紙容易被破爛。這次的經驗，我學會了堅持是成功的關鍵。

## ☐ 參考資料

L.C.B. Fontes, K.K. Ramos, T.C. Sivi and F.P.C. Queiroz (2011). Biodegradable Edible Films from Renewable Sources-potential for their Application in Fried Foods. American Journal of Food Technology, 6:555-567.

譚淑美 (2019年5月23日)。〈製作「凝膠薄膜」〉。《信報》。取自 <https://ds.icampus.hk/kitsam/upload/article/c5930a3ec05c1f1add9b367864edd02b.pdf>



### 小貼士

利用不可避免的廚餘（蛋殼）製作環保保鮮膜，使用後再分解作種植用途，以代替使用一次性塑膠製保鮮紙，符合「善用生物資源」、「資源循環再生」等概念，探究過程進行了不同測試，評估環保保鮮膜的功能及效果，並提出合理的改善建議，構思新穎，方案實用及可行性高，可在日常生活上應用。可思考如何延長鈣藻膜的壽命。



# 紙的重生術——利用「抹手紙」生產「生質酒精」的可行性及效能探究

影片連結



學校：基督教宣道會徐澤林紀念小學

組員：黃予凡同學、孔若素同學、潘悅盈同學、鄭展翹同學、鍾佩晴同學、黃樂心同學

教師：溫家軒老師、蔡詠霞老師、何頌言老師

## 🕒 探究意念

閱讀是次展覽題目時，我們被「生物燃料」這個詞語吸引，因我們從未聽過這東西！經網上資料搜集後，我們發現現時世界各國會利用「植物纖維素」生產「生質酒精」，但開發新農地時有機會破壞生態，而原本用來生產糧食的土地拿來種植能源農作物，亦會減少糧食生產。

我們一位小息剛去完洗手間的組員忽發奇想，認為在洗手間垃圾桶內的大量抹手紙不也是纖維素嗎？為何不廢物利用，反而特意種植植物去生產酒精？由此，我們就正式展開了這趟「抹手紙變酒精」之旅！

我們希望以 STEM 方法進行探究，最終能了解利用抹手紙生產生質酒精的可行性。



## 🕒 背景資料

### 抹手紙——香港的使用情況：

抹手紙是一種不能回收、全被直送堆填區的都市固體廢物。根據 2017 年的統計，香港抹手紙

的每日棄置量達 2532 公噸，而另外一個統計亦顯示香港人於 2019 年共使用了逾 6500 萬張抹手紙。這個耗用情況足以見得抹手紙為環境帶來巨大的負面影響。

### 抹手紙——本校的使用情況：

通過我們實地觀察，我們發現我校耗用抹手紙的情況同樣嚴重，基本上每天的洗手間垃圾桶內都會放滿被棄置的抹手紙。經了解後，同學一般認為使用抹手紙抹手方便，亦能保持環境乾爽，尤其疫情期間較多洗手，抹手紙的耗用因此更多。我們再訪問工友姨姨，知道全校 16 個廁所平均約 3 天就需添置一次抹手紙（一包抹手紙為 250 張）。



### 生質酒精：

又稱為「燃料乙醇」，已被廣泛應用，其中「纖維素乙醇」是我們想針對發展的部分。現今比較普及的有使用粟米的稈、柳枝、芒草和木屑等來生產乙醇。

## 🕒 探究過程

### 開始階段——困難重重：

我們在資料搜集時發現，其實把「纖維素」變為「酒精」的過程，只需進行幾個簡單步驟，包括把抹手紙「液化」、「糖化」及「發酵」。字面上我們似乎都能明白。但再深入了解時，原來「液化」、「糖化」及「發酵」的背後原理均牽

涉到複雜的化學知識及運算，這都並非我們小學階段能掌握的！我們向老師請教，老師亦坦言我們不可能在小學階段深入了解這些內容，而且按老師的了解，「糖化」過程似乎要使用「強酸」進行「水解」，這更不可能是小學生做到的。這樣是否代表我們要輕易放棄？

### 第二階段——重燃希望：

後來我們再上網查閱更多相關資料（雖然大部分我們都不明白），但當中有一份文章，說到植物纖維素的「糖化」除了使用「強酸」進行「水解」外，現實上亦有用「酶」或「微波」的方式的，只要在特定的環境下進行就能夠成功。就這樣，我們決定購買「纖維素（液化）酶」、「糖化酶」及「酵母」，在不知分量的情況下，嘗試是否可以生產酒精。我們自知小學階段是難以尋找出「最」具效能的方案，因此我們的第一步是先嘗試其「可行性」，如發現真的能產生酒精，就會用「公平測試」探索較具效能的組合。



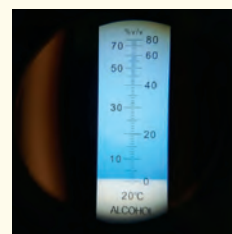
### 第三階段——放手一試：

事實上，我們都做好心理準備，心知失敗的機會更高，但懷着強烈的好奇心及求真的科學精神，我們決意一試。我們把 5 張抹手紙撕成碎片並放進攪拌器攪爛，隨即加入「纖維素酶」，再在攝氏 50 度的熱水中進行「液化」，期望「酶」能把抹手紙中的「纖維素」分子破壞，為「糖化」做準備。我們參考一些酒廠發酵紅酒白酒的過程，在一天後同時加入「糖化酶」及發酵用的「酵母」，讓「糖化」及「發酵」同時進行。我們期望「糖化酶」把「纖維素」轉換成「葡萄糖」後，「酵母」中的微生物會把「葡萄糖」轉換成「酒精」。一天後，我們使用「乙醇檢測儀」檢定「發酵物」內是否具有「乙醇」（酒精）。



### 第四階段——結果驚人：

經過兩天的等待，我們探究的結果終於正式揭曉：我們竟在發酵物中探測出 1.5% 的「乙醇」！我們似乎已能證實到其可行性了！



### 第五階段——再三求證：

雖然我們似乎已能證實到其可行性，惟在一片歡呼和雷動的掌聲過後，我們開始反思及提出質疑：是否真的是「纖維素」導致這個結果，還是那些酶或酵素導致的？而我們又是否能找出產生酒精較具效能的組合？於是我們決定小心求證：訂定新方案，進行三個公平測試（分別改變抹手紙數量、纖維素酶分量及發酵時間）。公平測試結果將於以下部分「測試過程及結果」展示。



## ☉ 測試過程及結果

### 公平測試（一）：

探究問題	酒精的出現，是否真的由纖維素（抹手紙）導致？		
實驗假設	酒精的出現由纖維素（抹手紙）導致，故此抹手紙數量增加，發酵後酒精的分量亦會增加。		
控制因素	唯一變項	抹手紙的數量 (1 張、4 張、7 張、10 張)	
	依變項	酒精的分量	
	不變項	瓶子的樣式、大小及擺放的位置	
		抹手紙的數量	
		水的分量	
		纖維素酶的反應溫度及時間	
糖化酶的分量、反應溫度及時間			
酵素的分量、反應溫度及時間等等			

**實驗設計：** 加入纖維素酶前的情況。



**實驗結果：**

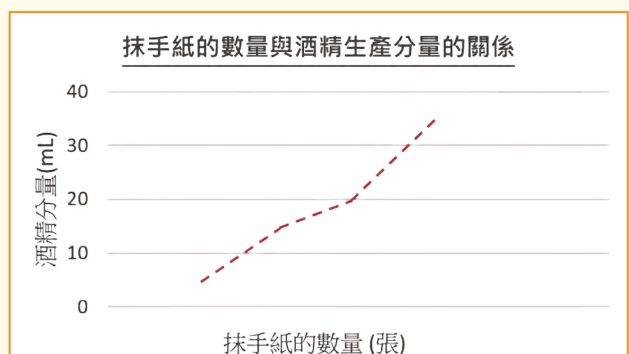
抹手紙的數量	1 張	4 張	7 張	10 張 (18.4 克)
水的分量	500mL	500mL	500mL	500mL
纖維素酶	2 克 / 50°C / 1 天	2 克 / 50°C / 1 天	2 克 / 50°C / 1 天	2 克 / 50°C / 1 天
糖化酶	2 克 / 室溫 / 5 天	2 克 / 室溫 / 5 天	2 克 / 室溫 / 5 天	2 克 / 室溫 / 5 天
酵素	2 克 / 室溫 / 5 天	2 克 / 室溫 / 5 天	2 克 / 室溫 / 5 天	2 克 / 室溫 / 5 天
酒精濃度	1%	3%	4%	7%
換算酒精分量	5mL	15mL	20mL	35mL

當抹手紙的數量增加，所產生的酒精分量亦增加。



**數據分析：**

以上的數據清晰指出酒精的產生是真的由纖維素導致，而非其他因素。因此，我們可以正式結論：「利用抹手紙生產質酒精」是明確可行。



## 公平測試（二）：

探究問題	纖維素酶的分量對酒精的生產有甚麼影響？		
實驗假設	纖維素酶增加，生產的酒精分量亦會相應增加。		
控制因素	唯一變項	纖維素酶的分量（2克、4克、6克、8克）	
	依變項	酒精的分量	
	不變項	瓶子的樣式、大小及擺放的位置	
		抹手紙的數量	
		水的分量	
		纖維素酶的反應溫度及時間	
		糖化酶的分量、反應溫度及時間	
酵素的分量、反應溫度及時間等等			

### 實驗設計：

加入糖化酶酵素後的情況。



### 實驗結果：

抹手紙的數量	10張（18.4克）	10張（18.4克）	10張（18.4克）	10張（18.4克）
水的分量	500mL	500mL	500mL	500mL
纖維素酶	2克 / 50°C / 1天	4克 / 50°C / 1天	6克 / 50°C / 1天	8克 / 50°C / 1天
糖化酶	2克 / 室溫 / 5天	2克 / 室溫 / 5天	2克 / 室溫 / 5天	2克 / 室溫 / 5天
酵素	2克 / 室溫 / 5天	2克 / 室溫 / 5天	2克 / 室溫 / 5天	2克 / 室溫 / 5天
酒精濃度	7%	7%	7%	7%
換算酒精分量	35mL	35mL	35mL	35mL

當纖維素酶由2克增加至8克，生產的酒精分量維持不變。

### 數據分析：

以上的數據說明我們的原有假設不成立。這似乎說明纖維素酶與生產的酒精分量沒有關係。但我們進一步思考及分析後，認為有機會是因纖維素酶的分量過多引致。

假設2克的纖維素酶已多得足夠把所有纖維素「液化」。在再沒有纖維素可被「液化」的情況下，不論我們增加多少纖維素酶，亦不可能增加酒精分量的！因此我們決定做一個「跟進的公平測試」：把測試中的纖維素酶分量改為0.2克、0.5克、0.7克、1克。



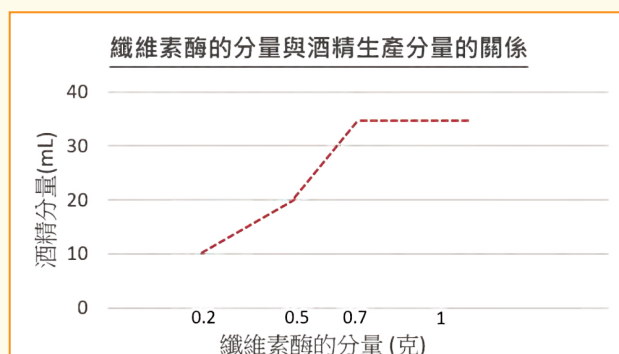
## 公平測試（二）——跟進：

探究問題	纖維素酶的分量對酒精的生產有甚麼影響？		
實驗假設	纖維素酶增加，生產的酒精分量亦會相應增加。		
控制因素	唯一變項	纖維素酶的分量（0.2、0.5、0.7、1 克）	
	依變項	酒精的分量	
	不變項	瓶子的樣式、大小及擺放的位置	
		抹手紙的數量	
		水的分量	
		纖維素酶的反應溫度及時間	
糖化酶的分量、反應溫度及時間			
酵素的分量、反應溫度及時間等等			

### 實驗結果：

抹手紙的數量	10 張（18.4 克）	10 張（18.4 克）	10 張（18.4 克）	10 張（18.4 克）
水的分量	500mL	500mL	500mL	500mL
纖維素酶	0.2 克 / 50°C / 1 天	0.5 克 / 50°C / 1 天	0.7 克 / 50°C / 1 天	1 克 / 50°C / 1 天
糖化酶	2 克 / 室溫 / 5 天	2 克 / 室溫 / 5 天	2 克 / 室溫 / 5 天	2 克 / 室溫 / 5 天
酵素	2 克 / 室溫 / 5 天	2 克 / 室溫 / 5 天	2 克 / 室溫 / 5 天	2 克 / 室溫 / 5 天
酒精濃度	2%	4%	7%	7%
換算酒精分量	10mL	20mL	35mL	35mL

當纖維素酶由 2 克增加至 8 克，生產的酒精分量維持不變。



### 數據分析：

以上的數據說明我們的假設成立。隨着纖維素酶增加，生產的酒精分量亦會相應增加；直至纖維素酶達至 0.7 克，所有纖維素已被液化，生產的酒精分量亦因此固定不變。這樣說明，在處理 10 張抹手紙（18.4 克）的情況下，我們使用的這種纖維素酶需相應使用 0.7 克，將達到最佳效果，換算百分比為：

$$\text{為：} \frac{0.7}{18.4} \times 100\% = 3.8\%$$



### 公平測試（三）：

探究問題	酵素的反應時間對酒精的生產有甚麼影響？	
實驗假設	酵素的反應時間增加，生產的酒精分量亦會相應增加	
控制因素	唯一變項	酵素的反應時間（1、3、5、7天）
	依變項	酒精的分量
	不變項	瓶子的樣式、大小及擺放的位置
		抹手紙的數量
		水的分量
		纖維素酶的反應溫度及時間
糖化酶的分量、反應溫度及時間		
酵素的量、反應溫度及時間等等		

#### 實驗設計：

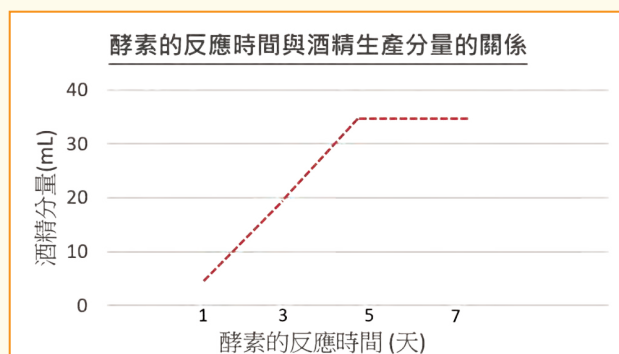
分別於加入酵素後的第1、3、5、7天量度酒精分量。



#### 實驗結果：

抹手紙的數量	10張(18.4克)	10張(18.4克)	10張(18.4克)	10張(18.4克)
水的分量	500mL	500mL	500mL	500mL
纖維素酶	2克/50°C/1天	2克/50°C/1天	2克/50°C/1天	2克/50°C/1天
糖化酶	2克/室溫/5天	2克/室溫/5天	2克/室溫/5天	2克/室溫/5天
酵素	2克/室溫/1天	2克/室溫/3天	2克/室溫/5天	2克/室溫/7天
酒精濃度	1%	4%	7%	7%
換算酒精分量	5mL	20mL	35mL	35mL

酵素的反應時間達到第5天，生產的酒精分量開始維持不變。



#### 數據分析：

跟公平測試（二）的情況相似，以上的數據說明我們的原有假設不成立。酵素的反應時間在一定日子後，生產的酒精分量有機會達到峰值，而不是會無限量增加。這樣說明，在處理10張抹手紙（18.4克）的情況下，我們使用的這種酵素需相應給予5天反應時間，將達到最佳效果。由於疫情導致聚集時間限制，我們暫未能進一步進行實驗。我們建議應改變抹手紙數量並再次進行此測試，以了解當中的關係。

## 總結

通過以上的探究，我們發現利用抹手紙生產生質酒精是確實可行；而利用「酶」的方式在效能上，1張抹手紙大約能生產3.5毫升生質酒精。一包250張的抹手紙，以全校共16個廁所、平均每3天需更換一次抹手紙計算，粗略估計每天耗用的抹手紙約有1333張（ $250 \times 16 \div 3$ ）。若全數回收用作為生產原料，每天將能生產超過4.6公升的生質酒精。根據2019年的統計數字，全港每日耗逾6500萬張抹手紙。若全數回收用作為生產原料，每天將能生產超過227,500公升的生質酒精。

雖然以我們手上的科技，不可能與專業的科研部門比較，但我們認為，我們這次的創新嘗試及實驗成果，已能讓本來被送往堆填區的抹手紙「重生」，亦為「生質能源」的發展編寫了新一篇序章。我們建議科研部門按這個意念進行更專業的測試，以找出能把以上技術普及的條件。我們期望這個測試是讓世界改變的一個微小開始。



## 感想

在疫情下我們受到十分多的限制。由於按規定我們只能上課半天，我們不能長時間留校以進行更多實驗，於是我們只能把握一星期一次的培訓時間（約50分鐘），甚至是在小息僅有的10分鐘去進行一連串的測試及分析。

一開始我們亦走了一些冤枉路，例如我們希望在發酵後利用「蒸餾」把所有純酒精提煉出來，唯

礙於技術限制，我們始終未能成功，只能提煉出酒精與水的混合液。這令我們本已無多的測試時間更為不足，但這些過程對我們來說也是寶貴的經驗。



## 參考資料

纖維乙醇之技術與文獻探討（2007）。《纖維乙醇之製程（Cellulosic ethanol process）》。取自 <http://www.taiwan921.lib.ntu.edu.tw/mypdf/be03>

核能研究所（2013）。《稻稈產製酒精之原料前處理技術回顧與評析》。取自 <http://www.taiwan921.lib.ntu.edu.tw/mypdf/be03>

趙國評、邱喚文（2007）。〈淺談生質酒精〉。《林業研究專訊》，Vol.14 No.3。台北：行政院農業委員會林業試驗所。取自 <https://www.tfri.gov.tw/main/download.aspx?dlfn=%E5%B0%88%E9%A1%8C4-1024825992.pdf>

生質能源趨勢 BioEnergy Today（2012）。〈生質能源的液態利用方式：生質酒精與生質柴油〉。取自 <https://pansci.asia/archives/10985>

台灣經貿網（2009）。〈新生質燃料 -- 纖維素酒精將取代玉米酒精〉。取自 <https://info.taiwantrade.com/biznews/新生質燃料-纖維素酒精將取代玉米酒精-871658.html>

維基百科(2022)。〈生物燃料〉。取自 <https://zh.wikipedia.org/zh-hk/%E7%94%9F%E7%89%A9%E7%87%83%E6%96%99>

維基百科(2022)。〈燃料乙醇〉。取自 <https://zh.wikipedia.org/zh-hk/%E7%87%83%E6%96%99%E4%B9%99%E9%86%87>

世界綠色組織（2019）。〈人日耗逾6,500萬張紙手巾不能回收的「紙」塞爆堆填區 世界綠色組織推「惜紙行動」及「惜『紙』一天」籲各界工商與市民齊惜紙〉。取自 <https://thewgo.org/website/chi/news/papersaving/>



### 小貼士

抹手紙的重用價值往往被人忽略，只視為廢物，同學能從生活發現問題，大膽嘗試一些涉及化學知識的科學探究，十分欣賞實驗過程認真、嚴謹而恰當，反映同學求真精神，能有效運用科學過程技能。

# 循環水冷種植屋

學校：聖保羅男女中學附屬小學

組員：莊子霽同學、藍旼希同學、梁雪澄同學、曹悅山同學、鄧巧澄同學、林在心同學

教師：文奕凱老師、鄺美荃老師、蔡穎欣老師

影片連結



## 探究意念

地球糧食短缺危機日趨嚴峻，加上近期發生的俄烏戰爭進一步限制一些主要糧食如小麥、玉米等供應。此外，溫室效應導致全球氣溫上升，一些生長於溫帶或寒帶地方的糧食農作物因氣溫上升而失收。有見及此，我們設計了一個解決方案，嘗試把一些北方生產的糧食農作物如小麥、大豆等遷移到熱帶地區如非洲、中美洲等沙漠去種植。針對這個目標，我們設計了一間利用太陽能驅動的循環水冷降溫種植屋。在這個探究中，我們會探討如何設計水冷系統才能最有效達致降溫的目標。



## STEM 原理

這間種植屋運用了循環水冷的降溫功能去令植物能在較低溫的環境下生長，整個水冷系統以太陽能驅動，除了能保護環境外，也能提高種植糧食的經濟效益。這個循環水冷系統的運作原理是利用鋪設在種植屋上的水管引進預先儲存在水缸內的水，並以循環流動的方式去吸收陽光的熱能，從而令屋內的溫度降低。由於沙漠地區日夜溫差很大，因此晚上的低溫足以令水缸內的水自然冷卻。我們將會從水管直徑的大小、水管的排列方

式和水的鹽分濃度三方面去進行探究，以找出最有效令種植屋降溫的方案。我們會以模型屋模擬真實的種植屋環境去進行探究和測試。



## 器材及材料

### 器材：

陶瓷加熱燈四支、電子溫度計四支、數據記錄器一部、溫度傳感器四支、大燒杯一個、電子磅一部、實驗室刮匙一支、玻璃棒一支、米尺一把。

### 材料：

輕木條、透明膠片、10mm 水管（5 米）、18mm 水管（5 米）、25mm 水管（5 米）、太陽能板八塊、水泵八個、鹽（約 800 克）、飲管。

## 探究過程

我們的探究分為三部分，包括測試水管粗幼、排列方法和水管內鹽水濃度對種植屋降溫效能的影響。

首先，在進行探究前，我們要先準備實驗用的模型屋。我們用 50cm 長的 1cm x 1cm 輕木條去製作了四間大小相同的模型屋，每間屋的表面都鋪上了透明膠片。製作的過程中，我們要用手工鋸把每條木條鋸成合適的長度，再用超能膠把它們

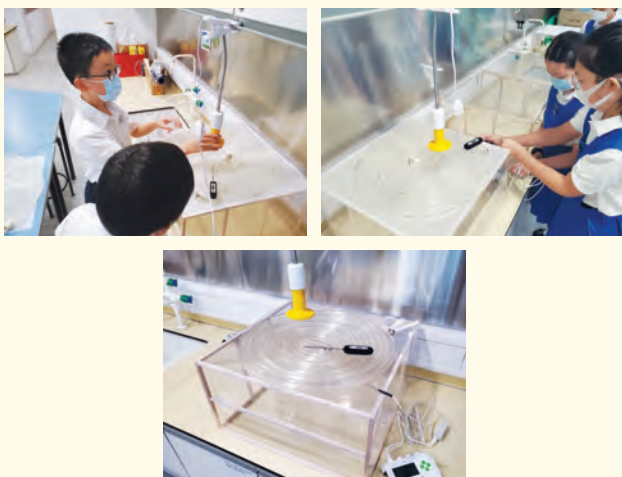
黏合起來。我們亦利用米尺量度膠片，及把膠片剪裁成合適的大小。

另外，考慮到整個實驗需要鋪設的水管的變化很多，為了方便轉換，我們把須測試的水管鋪在硬一點的半透明膠板上，在進行實驗時轉換膠板便可。



器材使用方面，為了能令模型屋外的熱力更均勻，我們使用了陶瓷發熱的加熱燈。根據我們搜集到的資料，非洲沙漠地區日間平均溫度約 30°C 至 35°C，因此我們把加熱燈的溫度也設置在這個範圍內，以盡量模擬真實的沙漠環境溫度。

另外，我們使用了電子溫度計和數據記錄器量度屋內和屋外溫度，所以即使只有微細的溫度變化也能感測得到。



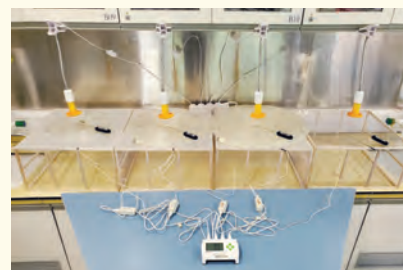
完成三個測試後，我們根據實驗結果歸納出最有利循環水冷系統降溫的條件並進行相關的水管鋪設，最後加上太陽能板及水缸，便完成循環水冷種植屋的製作。由於種植屋的降溫設計有真實實驗數據的支持，因此能肯定它的降溫成效。



### 測試（一）水管粗幼對減低屋內溫度的影響：

#### 過程：

我們利用四間模型屋同時進行這個實驗。每間屋上面均以陶瓷加熱燈把溫度提高到 30°C 以上。我們分別利用直徑 10 mm、18mm 和 25mm 的透明膠水管（管壁厚 2mm）以圓圈形的排列方式鋪在其中三間屋頂上。第四間屋為實驗的對照組，沒有鋪上任何水管。把水管注滿水後，我們先把屋外溫度提高到約 31°C，以電子溫度計先作量度，再以溫度傳感器接駁數據記錄器去量度四間屋的屋內溫度，從而比較是否較粗的水管能吸收較多的熱能。之後我們再以 32°C 和 33°C 進行相同的測試，並記錄數據。



### 測試（二）水管的排列方式對降低屋內溫度成效的影響：

#### 過程：

我們利用模型屋進行這個實驗。屋上面以陶瓷加熱燈把屋外溫度提高到 30°C 以上。我們把直徑 10mm 的透明膠水管（管壁厚 2mm）注滿水，再分別以圓圈形、之字形和 U 字形的排列方式鋪在屋頂上。當中圓形排列的水管最密，其次是之字形，最疏的是 U 字形。我們先把屋外溫度提高到約 31°C，接着分別以兩支溫度傳感器量度屋外和屋內溫度，把數據傳送到數據記錄器，並把讀取得的數據取其平均值及作紀錄，從而比較哪種水管排列的方式能吸收較多的熱能。之後我們再以 32°C 和 33°C 進行相同的測試，並記錄數據。



### 測試（三）水管內鹽水的鹽分濃度高低對吸收熱能的影響：

#### 過程：

我們利用一間模型屋進行這個實驗，以保鮮袋模擬水管。屋上面以陶瓷加熱燈把溫度提高到約 33°C。我們於每次實驗在保鮮袋內加入不同鹽分濃度的鹽水。先用量杯量度水六升，再加入不同份量的鹽。第一次沒有加入鹽，第二次加入 100 克鹽，第三次加入 200 克鹽，第四次加入 300 克鹽。把保鮮袋注滿六升鹽水後，我們先把屋外溫度提升到約 33°C，以兩支溫度傳感器接駁數據記錄器去分別量度並記錄屋外和屋內溫度，從而比較哪種濃度的鹽水能吸收較多的熱能，能最有效為屋內降溫。



## ☞ 測試紀錄及結果

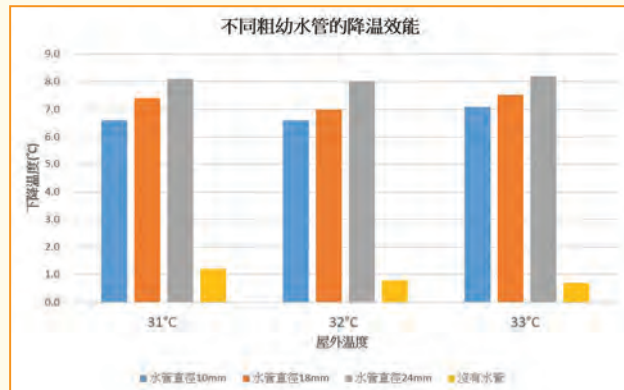
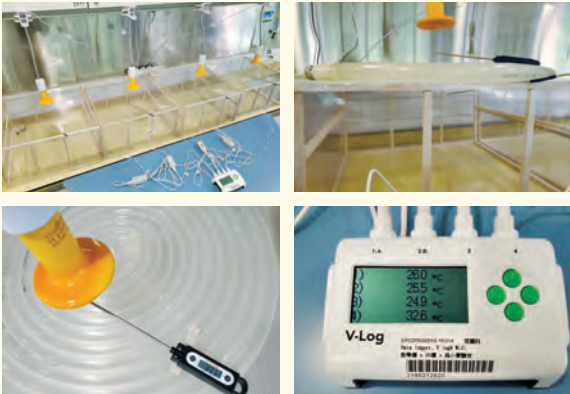
### 測試（一）水管粗幼對減低屋內溫度的影響：

實驗假設：水管愈粗愈能吸收更多熱能，從而更有效降低屋內溫度											
應變項：種植屋內的溫度						獨立變項：水管的直徑					
對照變項：屋外溫度、環境光度、環境濕度、水管的長度、製作水管的物料、水管的壁厚度、水管內的液體（水）											

#### 測試結果：

水管直徑 10mm			水管直徑 18mm			水管直徑 25mm			沒有水管		
屋外溫度	屋內溫度	下降溫度	屋外溫度	屋內溫度	下降溫度	屋外溫度	屋內溫度	下降溫度	屋外溫度	屋內溫度	下降溫度
30.8 °C	24.2 °C	6.6 °C	31.0 °C	23.6 °C	7.4 °C	30.9 °C	22.8 °C	8.1 °C	31.0 °C	29.8 °C	1.2 °C
32.0 °C	25.4 °C	6.6 °C	32.0 °C	25.0 °C	7.0 °C	32.1 °C	24.1 °C	8.0 °C	32.0 °C	31.8 °C	0.8 °C
33.1 °C	26.0 °C	7.1 °C	33.0 °C	25.5 °C	7.5 °C	33.1 °C	24.9 °C	8.2 °C	33.3 °C	32.6 °C	0.7 °C

#### 實驗過程：



#### 實驗結論：

根據實驗結果顯示，在攝氏 31 度、32 度和 33 度的環境下，所鋪設的水管愈粗，溫度的下降幅度就愈大，即表示降溫效能愈高。和對照組（沒有鋪設水管）比較，明顯地看到水管的降溫成效。因此，我們的實驗假設是成立的。

#### 討論：

水冷系統把溫度低的水循環輸送到水管內，利用熱傳導把屋內的熱能帶走，由此推論只要水管的表面面積愈大，所傳導的熱能便愈多，因此能更有效降溫。

此外，水的比熱容量為 4200J/(kg°C)，即要令 1kg 的水上升 1°C 需要 4200J 的能量。因此推論只要水管內水的體積增加，能吸收的能量便會增加。粗的水管能輸送的水體積比幼的水管多，因此能吸收較多的熱能，亦即能減少傳送到屋內的熱能量，所以降溫效能較高。

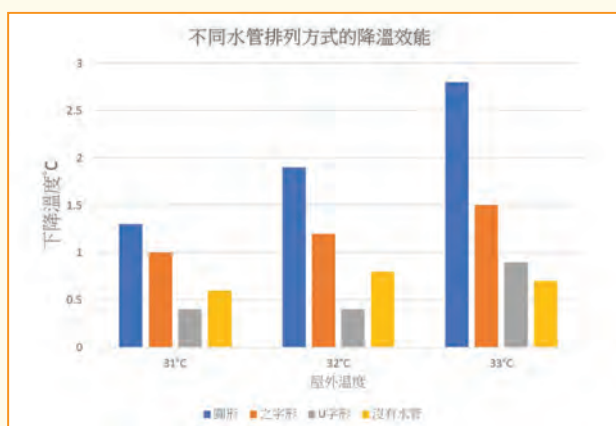
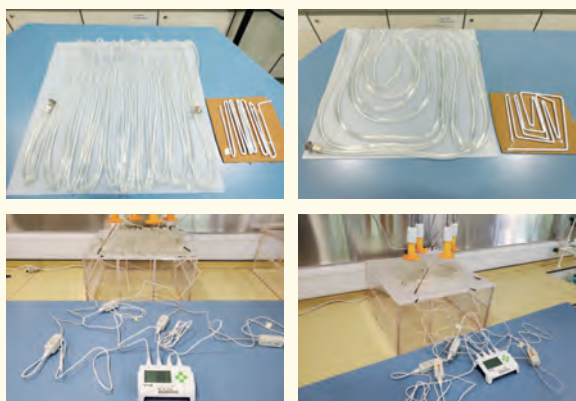
## 測試（二）水管的排列方式對降低屋內溫度成效的影響：

實驗假設：愈緊密地排列的水管愈能吸收較多的熱能，從而更有效降低屋內溫度											
應變項：種植屋內的溫度						獨立變項：水管的排列方式					
對照變項：屋外溫度、環境光度、環境濕度、水管的粗幼、製作水管的物料、水管的壁厚度、水管內的液體（水）											

### 測試結果：

圓圈形排列水管			之字形排列水管			U 字形排列水管			沒有水管		
屋外溫度	屋內溫度	下降溫度	屋外溫度	屋內溫度	下降溫度	屋外溫度	屋內溫度	下降溫度	屋外溫度	屋內溫度	下降溫度
31.5 °C	30.1 °C	1.4 °C	31.2 °C	30.2 °C	1.0 °C	31.8 °C	31.4 °C	0.4 °C	31.0 °C	30.4 °C	1.2 °C
32.2 °C	30.3 °C	1.9 °C	32.7 °C	31.3 °C	1.2 °C	32.4 °C	30.2 °C	0.4 °C	32.0 °C	31.8 °C	0.8 °C
33.4 °C	30.6 °C	2.8 °C	33.1 °C	31.6 °C	1.5 °C	33.9 °C	33.0 °C	0.9 °C	33.3 °C	32.6 °C	0.7 °C

### 實驗過程：



### 實驗結論：

根據實驗結果顯示，在攝氏 31 度、32 度和 33 度的環境下，所排列的水管愈緊密，溫度的下降幅度就愈大，即表示降溫效能愈高。和對照組（沒有鋪設水管）比較，明顯地看到水管的降溫成效。因此，我們的實驗假設是成立的。

### 討論：

水冷系統利用熱傳導的方式把屋內的熱能帶走，水管的表面面積和它的吸溫效能有着密切的關係。當水管的排列愈緊密（圓圈形排列），覆蓋屋頂的面積愈大，水管內水的體積便會愈大。因此，所傳導的熱能便愈多，即能吸收的能量愈多，所以能更有效降溫。

另外，排列時也考慮到水管之間間距，即水管的緊密程度。圓形排列的水管之間能互相緊貼，水管彎曲的弧度較大，水流暢順。之字形和 U 字形排列的水管有較小的弧度，如果緊密排列，彎位會愈多，水阻便會愈大，會做成流水不暢順，影響水路循環。

因此，綜合各方面的考慮，圓形排列的水管最合適。

### 測試（三）水管內鹽水的鹽分濃度高低對吸收熱能的影響：

實驗假設：保鮮袋內鹽水的鹽分濃度愈低愈能吸收更多熱能，從而更有效降低屋內溫度

應變項：種植屋內的溫度

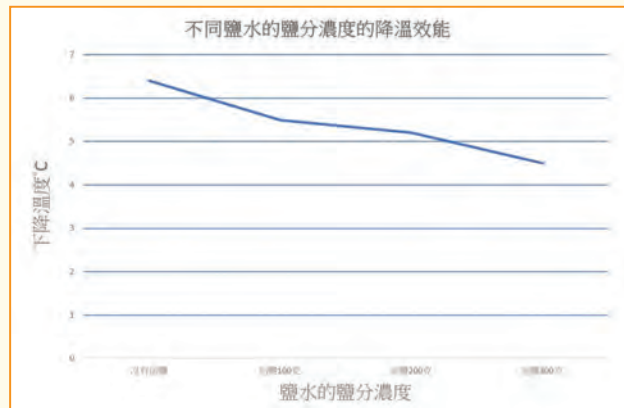
獨立變項：保鮮袋內鹽水的鹽分濃度

對照變項：屋外溫度、環境光度、環境濕度、保鮮袋的大小、製作保鮮袋的物料、保鮮袋的厚度、鹽水容量

#### 測試結果：

沒有加鹽			加入 100 克鹽			加入 200 克鹽			加入 300 克鹽		
屋外溫度	屋內溫度	下降溫度	屋外溫度	屋內溫度	下降溫度	屋外溫度	屋內溫度	下降溫度	屋外溫度	屋內溫度	下降溫度
33.0 °C	26.6 °C	6.4 °C	33.1 °C	27.6 °C	5.5 °C	33.1 °C	27.9 °C	5.2 °C	33.0 °C	28.5 °C	4.5 °C

#### 實驗過程：



#### 實驗結論：

根據實驗結果顯示，在攝氏 33 度的環境下，保鮮袋內鹽水的鹽分濃度愈低，溫度的下降幅度就愈大，即表示降溫效能愈高。實驗結果更加證明了清水的吸溫效能比加了鹽的水高。因此，我們的實驗假設是成立的。

#### 討論：

這個實驗亦應用了液體比熱容量的概念。物理學上已證明了水的比熱容量較其他液體高，因此在水中加鹽後，液體的比熱容量應會降低 (Lucy Qu, 2016)。

由於鹽水的比熱容量比清水低，這意味着同樣將鹽水和清水升高一度，鹽水需要的熱量更少。由此推論只要保鮮袋內鹽水的鹽分濃度愈低，所吸收的熱能便愈多，因此能更有效降溫。

而實驗結果顯示，首加的 100 克鹽令降溫效能下降得最多 (0.9°C)，隨後的每次增加的 100 克鹽只令溫度分別再下降了 0.3°C 及 0.7°C，似乎水和鹽水的吸溫分別最明顯，反而鹽分濃度對吸溫的影響較小。因此，使用完全沒有加鹽的清水作為水冷系統的流動液體最為合適。



## 📦 困難及應對

在整個探究過程中，最大的困難就是我們有一段長時間因疫情的關係不能回到學校，使我們不能夠相聚在一起研究和做實驗。因此，我們各自在家裏用簡單的材料（例如：飲管、水杯等）做了模擬測試，並在能夠回到學校的日子裏，把握時間到實驗室進行我們的探究。在探究過程中，我們覺得鋪設水管部分也很困難。因為我們需要透過彎曲水管來砌出不同的形狀，但又要留意水管轉彎的位置不能太窄，否則就會形成水阻，令水不能順暢地流過。

此外，為直徑大小不同的水管注水時也十分具挑戰性。因氣壓問題，注水時太心急便有機會令管內的水噴灑出來，又或會令管塞鬆脫或爆開。要解決這問題，我們需要幾位同學合作一起完成這過程，部分同學負責把水管拉直，另一部分負責注水，同時亦需要另外的同學幫忙釋放管內的氣壓。即使開始時因未掌握方法而弄濕校服，但我們仍不介意，只想着如何克服這困難。在我們不斷嘗試和堅持下，終於都順利完成任務。



## 📦 建議及改善

在整個探究過程中，我們覺得要處理實驗誤差的部分最需要技巧。我們在進行測試水管粗幼對降溫效能影響的實驗時，由於我們在實驗室裏未能利用到太陽能去令冷水循環流動，因此我們發覺如果實驗時間太長，水管裏的水溫亦會上升，其降溫功效亦會相應減低，形成了誤差。我們相信要減低這誤差對實驗結果影響的最佳方法還是把種植屋放到戶外陽光充足的地方去進行測試，雖然不能調節屋外的溫度，但實驗結果應會因較接近實際環境而更具代表性。

此外，如時間許可，我們建議可真實地在種植屋內種植一些溫帶地方的植物。由於整個探究都是在實驗室內進行，因此我們只是根據實驗數據去推論種植屋的降溫功效。但是有降溫效果是否就代表一定能成功在熱帶地區種植溫帶植物呢？我們相信必須經過長時間的反覆測試和栽種植物並觀察它們的生長情況才能下定論。

## 📦 總結

這個探究的目的是製造一間利用循環水冷原理去降溫的種植屋，令居住在熱帶地區的人民也能種植溫帶糧食農作物，使他們的糧食種類更多元化，糧食供應不再受到限制，並能做到自給自足。

在設計這種植屋時，我們希望能想到最有效降溫的方法，最後選擇了三項因素去測試降溫效能：水管粗幼、水管排列方法，以及水管內鹽水濃度。經過在實驗室進行的測試後，得出的結論是利用粗水管以圓圈形的排列方式鋪設，並以清水作為循環流動的液體便能達到最佳的降溫效能。最後我們以此實驗結果作為藍本去製作我們的循環水冷種植屋。

探究結果令我們相當鼓舞，亦令我們相信在熱帶地區種植北方糧食農作物並非天方夜譚。我們知道要真正在現實環境應用這種植屋將會面對很多困難和挑戰，同時亦需要投入大量時間和人力去研究。但無論如何，我們相信只要努力嘗試和堅毅克服困難，總有一天會達成這個宏願的。



## 感想

**莊子霽同學：**我在探究過程中學到要與人合作和要堅持勇敢去克服困難。探究過程中，我除了學到不同的科學實驗和 STEM 技巧外，還因研發了這間種植屋去幫助別人而感到十分高興和滿足。這間循環水冷種植屋能幫助熱帶地區如非洲的人民解決糧食短缺的問題，希望他們的糧食供應能做到自給自足，不用再飽受飢荒的煎熬。

**藍叟希同學：**在探究過程中我學到凡事都要勇於嘗試，不要還沒嘗試過便認定自己一定不能做到。我一開始知道可以和同學及老師們一起進行科學探究，感到十分興奮，也很期待我們的製成品。我希望將來能有機會把這間種植屋的製作概念運用到現實環境中，幫助非洲人民種植糧食農作物，令他們不會再有饑荒。

**梁雪澄同學：**我在探究過程中學到要有創新的思維，發揮想像力去想出不同的發明品幫助社會。我也學到要有團隊合作的精神，如果一個人進行探究，只會孤掌難鳴，不能造出一件好的產品；相反一起合作可以想出更多的想法，最終產品會更加好。我們也要有不放棄的精神，遇到挫折要勇敢面對和克服。

**曹悅山同學：**我在探究期間學習到與「循環水冷」有關的概念，對利用這方式種植有更深的了解，並令我很有興趣在這方面繼續鑽研下去。此外，透過這個探究，我明白到現在的俄烏戰爭限制了糧食的出口，令各地糧食短缺問題雪上加霜。這令我反省到要更珍惜食物，以及應對我現在的生活環境感到幸福和滿足。我更感慨人類應該和平相處，國家之間應盡量避免引發戰爭，以免令人們生活在戰爭的痛苦中。

**鄧巧澄同學：**我很享受整個科學探究過程。我學到如何使用不同的科學實驗儀器和工具，理論和技巧雖然艱難和複雜，但透過小組形式的研習探究，我不僅能從同學身上學到他們的做事方式，更難得的是我能發現到自己的不足，希望能再努力改善。整個探究大家分工合作去完成，我感到十分滿足。

**林在心同學：**在探究過程中，我學到了科學探究的步驟。首先我們需要從多角度思考，定出探究題目，然後就要設計實驗的設置和流程，並提出改良方案。接着，我們就要動手測試。這程序包括預先做的模擬測試，以及在模型屋上進行的正式實驗。最後，就要記錄探究的結果，並寫成報告。我非常希望我們的探究能夠幫助到一些有需要的人，如非洲的農民，使他們能夠使用我們探究的結果來用最簡單自然的方式為室內降溫，並能種植更多不同種類的糧食農作物，也希望能夠把我們的研究結果與有興趣的人分享。

## 參考資料

Qu, L. (2016). Investigating the Relationship between Salinity and Specific Heat Capacity. Queensland Acad nd. Received from <http://nexusstem.co.uk/wp-content/uploads/2017/01/Queensland-Academies-1.pdf>.

Science Learning Lab (2017). Temperature, salinity and water density. Received from <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/2280-temperature-salinity-and-water-density>

冷河冷媒科技有限公司 (2020)。〈鹽水的製冷原理是甚麼？〉。取自 [www.binghelengmei.com](http://www.binghelengmei.com)

農村資訊 (2019 年 11 月 29 日)。〈種植大小麥，掌握好大小麥的各個生長特點，種植就容易高產〉。《壹讀》。取自 <https://read01.com/zh-hk/2KyeOaA.html#YzGfHi3RbBI>

溫室小百科 (2019 年 8 月 30 日)。〈現在智能溫室花卉培育中心工程方案〉。《每日頭條》。取自 <https://kknews.cc/home/zpbq28q.html>

河南奧衣苑溫室工程有限公司 (2019)。〈文洛式玻璃溫室主體結構拆解〉。取自 [www.aonongyuan.com](http://www.aonongyuan.com)



### 小貼士

探究題目有趣，亦可見同學有加入自己的想法去設計實驗及建議。

# 探討智慧機械車運輸食物的運作

影片連結



傑出獎

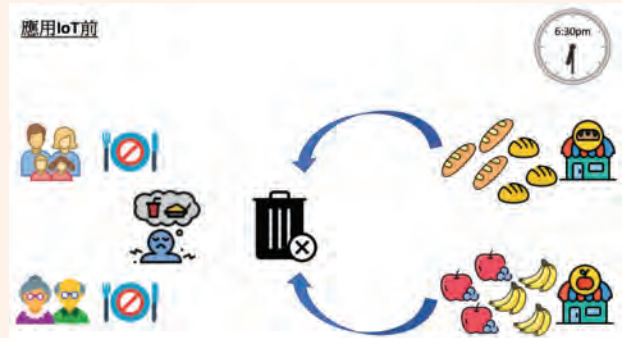
學校：中華基督教會灣仔堂基道小學

組員：陳梓文同學、鍾美思同學、霍稼洛同學、何睿珩同學、莫偉邦同學、謝僑建同學

教師：陳銘思老師、鄧穎嫦老師、李勇堅老師



模擬智慧運輸機械車系統的運作原理：



## 探究意念

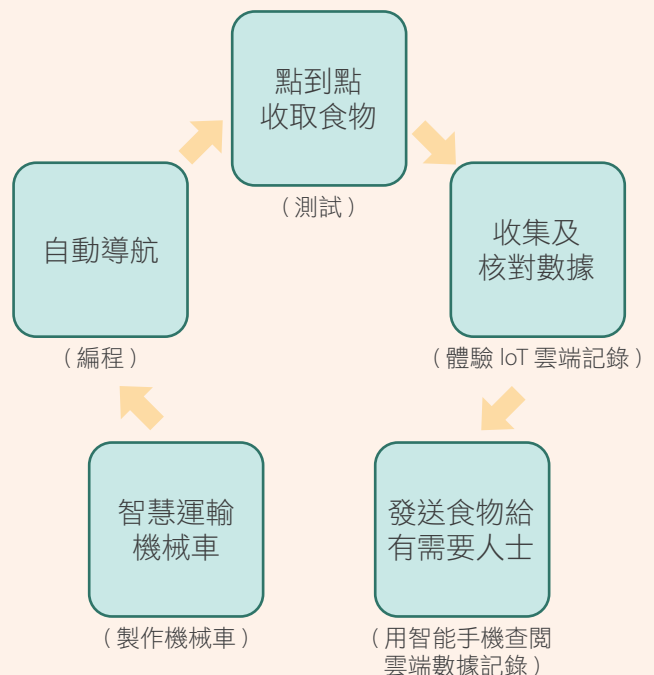
聯合國糧食及農業組織（FAO）數據顯示，全球穀物的產量多於需求量，但全球仍有 8.2 億人沒有足夠的食物或處於飢餓，因此糧食分配不均。

根據我們的觀察，發現傍晚時段麵包店會把沒賣出的麵包全都棄置，果欄會丟棄沒有賣完的水果，例如蘋果、橙、西瓜等。因此，我們希望可以把沒賣出的食物分配給有需要的人士，減少受飢餓之苦的人，以及減少浪費食物。

## 探究目標

首先利用智慧運輸機械車運輸食物，然後收集商店餘剩的食物，再把食物分配給有需要人士。使食物能夠更公義和更合理地分配，以及避免有人飽受飢餓之苦。

探究方向：

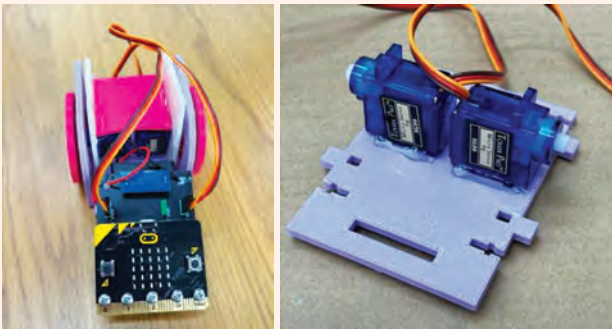


## STEM 原理

Science 科學	Technology 科技	Engineering 工程	Math 數學
N/A	IoT Micro:bit 機械車	編程指定路線 設定雲端記錄數量	量度路線距離 記錄時間 計算速率

## 測試器材及材料

工具	數量	用途
3D 打印車件	8 套	製成小車模擬智慧運輸機械車的運作
伺服馬達	8 對	推動 3D 打印小車
Micro: bit	8 塊	操控 3D 打印小車進行測試和量度
Make Code	-	編寫程式傳送到 Micro: bit
地圖 (2 米 X 2 米)	1 張	測試模擬自動駕駛的路線
Thinkspeak.com 雲端	-	記錄商店食物數量及核對需要人士的數量作配對
Android 智能手機	1 部	收集 IoT 雲端要求收存食物的訊息



### 部件包介紹 (9 個部件) :



一個底板

兩個馬達固定板

兩個側板



兩個車輪

一個支撐板

一個前擋板

## 探究過程

### 製作機械車：

利用 3D 打印科技製作小車組件，配合伺服馬達，組合成雙馬達控制小車。



### 編程直線行走：

通過 Makecode.com 平台，利用編程來調控左右馬達，使小車能行走直線。



## 測試行走直線、量度時間及計算速度：

先調整馬達動力和暫停時間，嘗試讓小車直線行駛 100cm，然後量度小車直線行駛 100cm 所需的時間，接着計算平均車速，以換算不同路線所需的時間應用在編程中。

同學姓名	測試次數	平均時間 (s)	速度 (cm/s)
鍾美思	5	8.21	12.17
何睿珩	5	9.36	10.68
陳梓文	5	9.11	10.97
	平均：	8.89	11.27



## 機械車行走路線編程：

### 模擬食物回收中心路線：

由食物中心（基道小學）前往取食物（果欄）合共有 11 組路線。利用上一部分所得的速度，換算每段距離機械車行走的時間。

路段	距離 (cm)	時間 (ms) (根據速率計算)	備註
1	20	1775	直行
2	-	700	轉左
3	102	9051	直行
4	-	700	轉左
5	34	3017	直行
6	-	700	轉右
7	39	3461	直行
8	-	700	轉右
9	104	9228	直行
10	-	700	轉右
11	22	1952	直行
總數：	321	31984	



## 測試紀錄及結果

同學姓名	估算時間 (s)	實際時間 (s)	人為輔助次數	與食物店的距離 (cm)	與食物中心的距離 (cm)	備註
莫偉邦	31.984	-	-	-	-	壞車
李信恒	31.984	27	4	27	32	
霍稼洛	31.984	33	4	0	26	
鍾美思	31.984	23	4	37	35	
陳梓文	31.984	-	-	-	-	壞車
余懿	31.984	30	4	29	19	
謝僑建	31.984	29	2	0	36	
何睿珩	31.984	31	3	1	0	
導師	31.984	31	1	20	25	

### 成功準則：

小車與食物店距離誤差值 < 10cm 或人為輔助次數 < 4 次。

同學姓名	人為輔助次數	與食物店的距離 (cm)	與食物中心的距離 (cm)	結果
霍稼洛	4	0	26	成功
何睿珩	3	1	0	成功
謝僑建	2	0	36	成功
導師	1	20	25	成功
鍾美思	4	37	35	不成功
李信恒	4	27	32	不成功
余懿	4	29	19	不成功
陳梓文	-	-	-	壞車
莫偉邦	-	-	-	壞車

### 測試結果：

4 架成功、3 架失敗、2 架壞車。

### IoT 雲端數據輸入，並啟動小車到食物店回收食物：

利用 App Inventor 製作剩餘食物收集平台及 IoT 食物收集車操控平台。



### i. 剩餘食物收集平台

商店輸入剩餘食物數量後，上載到雲端  
Thingspeak.com

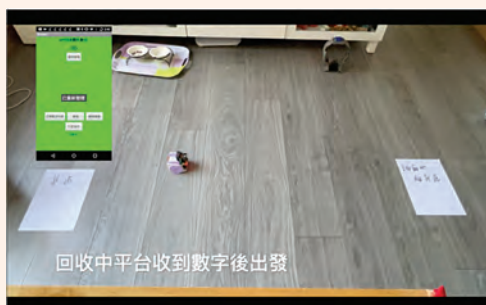
### ii. IoT 收集車操控平台

食物中心從雲端  
Thingspeak.com  
下載數據，指令小車  
到指定地點



### 測試整體流程：

利用以上兩個平台，模擬商店輸入剩餘食物數量後，食物中心指令小車到食物店，並順利回程到食物中心（基道小學）。



### IoT 雲端記錄數據：

利用 Thingspeak.com 從網上查閱食物收集數量，有需要的人可以在圖書館的電腦查詢可以領取食物的地點。



## 困難及應對

困難	應對方法
學期初我們尚未學習速率，難以理解速率的概念。	請教數學老師速率公式及計算方法。
車輪運作時有阻滯，固定車輪的螺絲鬆動。	1. 利用熱熔膠填補車輪表面不平滑的地方以及固定螺絲。 2. 重新打印 3D 組件，拼砌新車。
地面不平滑，以致小車未能直線行走。	在地面鋪設表面平滑的卡紙。
小車未能按預計路線行走。	1. 試車前換新電池，減少電力不足的影響。 2. 觀察小車與目標的距離是偏左/右，再調整左/右輪的動力，以及小車運行的時間。

## 總結

我們了解到香港仍然有人未得溫飽，為了避免浪費食物，我們想到利用科技收集店舖每天賣剩的食物派發給有需要的人。我們透過編寫程式上傳到 Micro:bit，操控小車在地圖上模擬食物收集車行駛。

盼望這項實驗能減少浪費食物，以及堆填區廚餘過多問題，令食物能更合理地分配。雖然在過程中遇到很多困難，例如：零件出錯、編程錯誤……最後，我們團隊齊心面對，在老師指導下順利完成探究。

## 感想

我們覺得最深刻是利用 3D 打印技術製作機械車部件砌成小車，然後可以透過摩打和 Micro:bit 驅動小車在地圖行駛。

我們覺得最有趣是在地圖上做測試。平日只是在手機上觀察地圖和規劃圖線，現能在實體大地圖上量度測試，使我們能更準確地編寫程式。

我們學會了很多編程的知識，例如：左輪和右

輪的動力需一正一負，否則不能直行。而且，在學習過程中轉為網課，唯有在特別假期後才能進行實體測試。雖然測試過程經歷多次調整，但我們也樂在其中，十分投入。即使最後編寫的程式仍不是最完美，但改良程式的過程讓我們滿有成功感。

## 花絮



## 特別鳴謝



導師：

Mr. Henry Lee

Miss Miya Leung

Miss Suki Lee

小小發明家組員：

李信恒、余懿

## 參考資料

中國研究文化院（2020）。〈食物浪費〉。取自 <https://ls.chiculture.org.hk/tc/idea-aspect/575>

每日頭條（2020）。〈麵包店為什麼要丟麵包？店主有苦難言，曹德旺說出了真相〉。取自 <https://kknews.cc/zh-hk/news/yjv4nya.html>

通訊事務管理辦公室（2018）。〈物聯網〉。取自 [https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content\\_928/SIPS\\_Lecture\\_IoT.pdf](https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_928/SIPS_Lecture_IoT.pdf)



### 小貼士

STEM 元素強，是有趣的運輸食物物流，若進一步探索可能會成為現實。



# 現代蔡倫—天然發酵造紙術

影片連結



傑出獎

學校：仁濟醫院蔡衍濤小學

組員：陳既泓同學、陳靄喬同學、鄭衍晴同學、蘇建霖同學、黃儷瑤同學、莊育賓同學

教師：余可珊老師、吳遠豐老師、林戴全老師



## 器材及材料

冰糖、五升的玻璃瓶、七包紅茶茶包、七包綠茶茶包、七包烏龍茶茶包、香蕉皮、橙皮、牛油果皮、1500 毫升菌液、三塊菌膜、白醋(消毒用)、量杯、電子磅(以克為單位)、尺子、pH 試紙。



## 探究目的

香港每日棄置的廢物中，廚餘佔最多，佔都市固體廢物量的三分之一，而香港每日丟棄的包裝廢物則佔兩成。例如，香港人經常使用的獨立零食包裝袋和街頭小食包裝袋，都是一次性的，又不可分解，非常浪費。我們希望造出一種環保的紙張，取代現時的食物包裝袋。其中，一位組員的媽媽經常喝康普茶，發現紅茶液表面有一層膜，大家集思廣益，希望能善用廚餘，利用果皮製作天然發酵的再造紙。

## STEM 原理

茶菌主要為醋酸桿菌、酵母菌與乳酸菌的共生體。酵母菌會將蔗糖轉化為葡萄糖及果糖，有利於醋酸菌的進行代謝作用，酸菌的代謝產物是醋酸和葡萄糖酸素，其中醋酸會刺激酵母生成酒精，而酵母生成的酒精也會驅使醋酸菌將其氧化為醋酸，酒精及醋酸的累積則有效降低其他微生物的污染，顯示共生現象有利於紅茶菌發酵的進行。茶液中所含的咖啡因也有促進醋酸菌生成纖維素的功能。

## 探究過程

### 第一次實驗（測試不同茶包）：



首先將 4500 毫升的水煮沸，倒入 350 克冰糖，分別放 7 包紅茶茶包、7 包綠茶茶包和 7 包烏龍茶茶包。接着倒入已用白醋消毒的玻璃瓶中，並放涼至室溫。然後加入 500 毫升菌液，放入菌膜。最後用粗廚紙覆蓋，並把玻璃瓶放在空氣流通的地方。

## 第二次實驗（測試不同果皮）：

首先將 4500 毫升的水煮沸，倒入 350 克冰糖，放 7 包烏龍茶茶包，放涼至室溫。然後在已用白醋消毒的玻璃瓶中分別放香蕉皮、橙皮和牛油果皮。接着把甜茶液倒入玻璃瓶中，再加入 500 毫升菌液，放入菌膜。最後用粗廚紙覆蓋，並把玻璃瓶放在空氣流通的地方。



## ☀️ 測試紀錄及結果

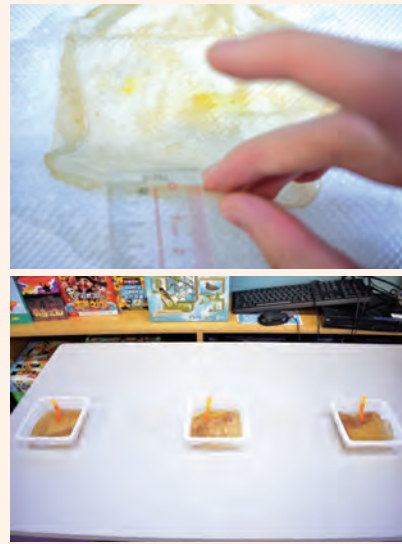
### 第一次實驗（測試不同茶包）：

	紅茶菌膜	綠茶菌膜	烏龍茶菌膜
pH 值	3	3	3
厚度 (mm)	1	1	1
重量 (克)	14	14	26 (兩塊合起來)

### 第二次實驗（測試不同果皮）：

	香蕉皮菌膜	橙皮菌膜	牛油果皮菌膜
pH 值	3	3	3
厚度 (mm)	2	3+2	1
重量 (克)	25	39 (兩塊合起來)	19

結果顯示，烏龍茶和橙皮發酵出來的菌膜較為理想。



## ☀️ 困難及應對

首先，我們發現加入果皮後，果皮會浮上來，阻礙菌膜的形成，後來我們用竹隔隔住果皮。其次，茶菌的主要食糧是糖，必須要有足夠的糖才能發酵出漂亮的菌膜，不然菌膜會變得又薄又透明。最後，我們嘗試用焗爐烘乾菌膜，但變得非常脆，像薯片一樣，輕輕一捏就解體了，所以我們改用曬乾的方式。

## ☀️ 建議及改善

在一次失誤的試驗中，由於我們加的冰糖不夠，發現菌膜變得又薄又透明。有機會的話，可以測驗糖的比例對菌膜有何影響。（由於時間不夠，所以我們沒有測試）除此之外，不同糖，例如蔗糖、冰糖、紅糖又有何影響？這些都是值得探究的方向。再者，環境因素（如溫度、濕度）對結果有很大影響，條件理想的話，應要控制及選擇一個最佳的環境，還可以考慮運用電子儀器監察分解過程。還有茶膜製成的紙有着天然的褐色，可以考慮如何漂白紙張。

## ☀️ 總結

利用茶膜紙帶有香氣的特點，或許可以變成紙類工藝品。菌膜質地堅韌，潛力無窮，如果再加加工，應可取代塑膠製品，製成面膜、口罩、食物包裝袋等等。

## 感想

**陳霸喬同學：**經過數個月漫長的嘗試，我們終於完成了這個實驗。在這次活動中，我學會很多知識，尤其我認識到菌的代謝作用，竟然可以變成再造紙，實在大開眼界！此外，我們幾位同學一起分工合作，見證菌膜的發酵，彷彿看着心愛的寶寶長大，真的很開心。

**黃儷瑤同學：**我十分感謝老師的邀請，我在常識百搭的活動中獲益良多，不但過程好玩有趣，而且學到的知識非常實用，有機會貢獻社會，還促進了我跟同學之間的感情，希望以後有同類活動的時候，老師還可以找我呢！

**鄭衍晴同學：**人們常常說：「防止細菌入侵」，連帶的，我一直對「菌」這個字有負面的印象，但是經過這次實驗後，我親身經歷到菌的妙用，原來菌還能發酵成再造紙。透過發酵，食物持續轉變，分解人類無法處理的物質，例如廚餘和有機物，令地球變得更美好。

**陳既泓同學：**在這次常識百搭的探究活動中，我明白到廚餘不一定要扔掉，可以變廢為寶。人們眼中的垃圾，其實可能有很多作用，只是我們平日習慣了浪費，忽視了無數個可能性，也錯過了發揮創意的機會。

**莊育賓同學：**在實驗過程中，我們學會了如何進行公平的測試。此外，這個實驗很有意義，讓我們學到很多科學知識，也親身感受到團結和集體精神的重要性，還有機會想辦法救救地球，這顆種子已經在我的心田裏種下了。

**蘇建霖同學：**經過這次常識百搭的活動，我深切體會到工作的艱辛，做測試要謹小慎微，粗心大意就會功虧一簣，白費之前花過的時間和心血。我還感受到科學家獲得實驗成果時的快樂，實在很有趣呢！

## 參考資料

漢娜·克魯姆、亞歷克斯·拉格里（2020）。《康普茶聖經：268種調味 X 400份食譜，紅茶菌發酵飲自釀指南》。台北：高寶國際書版集團。

芳氏香（2014）。《茶菇產製康普茶之抗氧化與抑制、澱粉酶活性的研究》。國立虎尾科技大學生物科技研究所：碩士論文。



### 小貼士

用茶葉和廚餘果皮造紙的想法很有創意。

# 水果保鮮箱

學校：保良局陳守仁小學

組員：黃天溢同學、郭皓琳同學、許晉銘同學、劉晏齊同學、洪梓婷同學

教師：張美恩老師、黃凱盈老師

影片連結

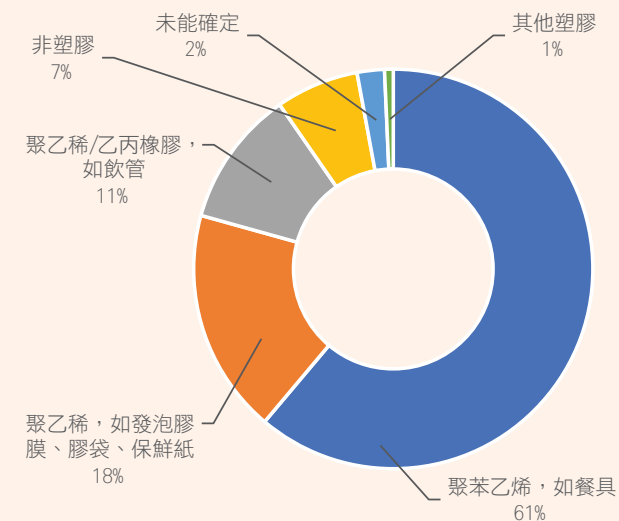


## 探究意念

我們發現學校附近的天橋經常有大量棄置水果及塑膠垃圾。為了保持食物的新鮮狀態，人們經常使用過多的塑料包裝。就油麻地水果批發市場而言，塑料廢物和棄置水果的問題更是十分普遍。我們每天經過該處時都會看到大量的水果、塑料和紙張垃圾散落在道路和街道上，十分影響市容。

「聚乙稀」，即常見於水果包裝的發泡膠膜、膠袋、保鮮紙，佔 18.1%。除了塑膠廢物，每天棄置大量生果亦造成浪費。大量的塑膠垃圾不但造成社區不雅，亦有機會誤入海洋，影響生態系統。據報導，香港水域含有超過 10,000 塊塑料碎片，微塑料濃度三年內更增長 11 倍！環團批評水果過度包裝成常態，一些無需包裝的水果都強行用上三層包裝，最終誤入海洋，再透過食物鏈危害人體健康。

海洋塑膠碎片



資料來源：綠色和平

在油麻地批發市場，壞掉或賣不出去的水果都會被扔掉。每天早上，市場旁的馬路和天橋都會佈滿水果垃圾，造成浪費之餘亦需要大量清潔工人幫忙清理現場。

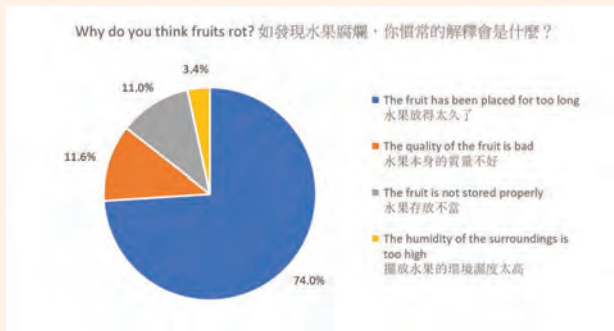


## 探究過程

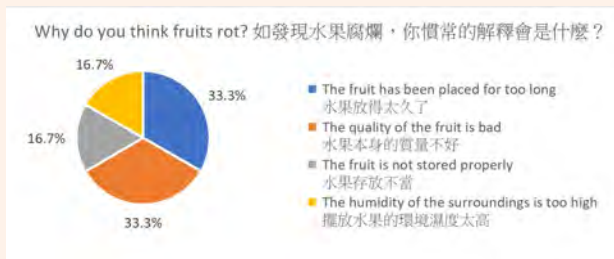
在疫情的影響下，我們無法親自進行街頭調查。不過，我們還是希望透過網上調查來了解更多本地居民對水果保鮮期的看法。問卷共收集約 150 個回應。



在 146 名非水果銷售人員中，我們從調查中可以看出，水果腐爛的主要原因是水果放置時間過長。



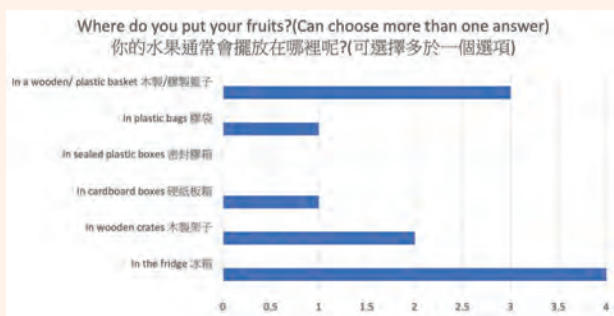
當中有 6 個水果賣家，除了認為是因為放置時間過長外，也會思考是否水果質量不好。



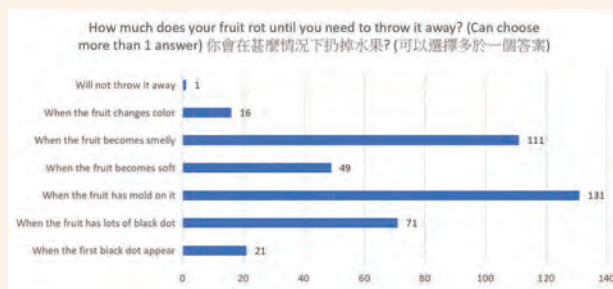
在保存水果方面，我們看到大多數人（106 人）將水果放入冰箱或木製或塑料籃中。



對於水果賣家來說，他們有更多保存水果的經驗，同樣傾向把水果存放至低溫環境。



人們扔水果的主要原因是水果發霉或發臭。



在調查中，我們發現很多人買水果後都會擺放一段時間，但當水果出現臭味或變黑時便會被丟掉。為防止水果變壞，而很多人喜歡把水果放在冰箱內。而店家也會傾向把水果放在方便運輸的木箱或板條箱上，但只要遇上濕漉漉的天氣，水氣容易積存於木箱內，反而增加水果變壞機會。

### 探究題目：

如何透過改善包裝設計，加長水果保鮮期，避免浪費？

### 作品設計：

為了解決食物浪費問題，我們着重於改善包裝設計來達到以下目標。首先，環保（減少製造垃圾）。其次是低成本（提供誘因給店家選用）。第三，讓水果不會損壞，延長水果的保鮮期。

## STEM 原理及製作過程



### 水果腐爛原因：

水果腐爛有兩個主要原因：首先是微生物生長；其次水果所生產的化學物質——乙烯。由於細菌、酵母菌和黴菌等微生物造成的損害，大多數水果和蔬菜很容易腐爛 (Capino & Faruh, 2021)。而乙烯是一種促進果實成熟的水果化學物質。乙烯在水果變熟的過程中不斷產生，縮短了水果的保質期，縮短了保存時限並增加細菌滋生的機會。所以，我們必須為箱子加入開孔設計，以免密封環境積聚水氣及乙烯。

## （二氧化矽）矽膠乾燥劑：

很多人扔掉水果是因為當水果附近或裏面有水分時細菌會生長。為了防止這種情況，我們使用矽膠乾燥劑吸收水分。如果沒有水分，細菌就無法生長，因此二氧化矽在原理上可以減緩水果的腐爛。



矽膠盒



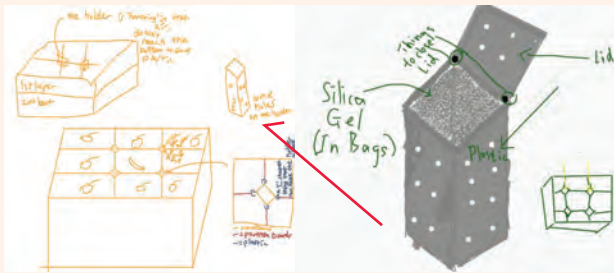
隔板箱

## 作品設計（一）：

### 以吸濕為主的保鮮箱：

這是初稿設計，箱子包含 2 層共 18 個水果格。在 4 個格子的中間，我們放了一個裏面有矽膠的箱（如右圖所示），我們期望矽膠盒內的矽膠會通過小孔吸收箱子內的水氣。

### 箱子概念圖：



通過將支架散佈在盒子周圍，我們可以確保所有部分都有乾燥的效果。



矽膠盒

### 矽膠盒：

矽膠盒主要安裝在箱子隔板旁。材料用到 2 個塑料筆盒。製作過程：從塑料筆盒鑽洞，用熱熔膠把兩個筆盒合併。使用方法：把袋裝矽膠放進兩個盒子裏，以上一個設計圖的方式放進盒子裏。

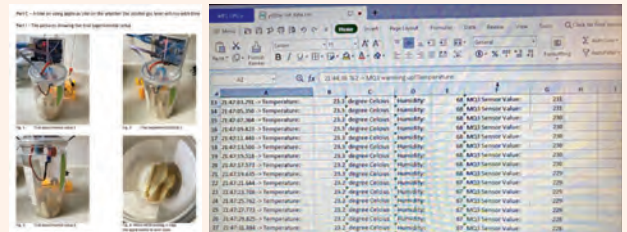


## MQ3 傳感器：

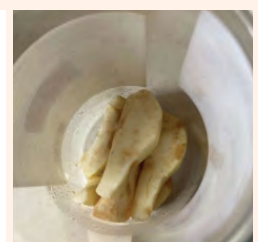
我的設計中使用 Arduino Uno 控制板和 MQ3 傳感器來測試食物保鮮效果的方法。MQ3 傳感器可以檢測水果成熟和腐爛時釋放的乙烯氣體。這部分可以協助測試我們的設計的是否有效。



MQ3 測試：以蘋果作為測試，我們先把切開的蘋果（模仿受撞擊後的水果）放在密封的盒子，然後把 MQ3 放在盒子一段時間，等待 Arduino 板接收數據。



MQ3 測試結果：結果顯示，乙烯氣體的濃度會隨着水果的擺放慢慢提升，當讀數超過 300 時，水果顏色已變成明顯的啡黃色。



**設計過程的困難：**

在使用矽膠乾燥劑的過程中，我們發現設計成效並不理想。雖然矽膠能吸收水分，卻不能將其排出。水氣長期積聚於箱子中，令水果更易變壞。

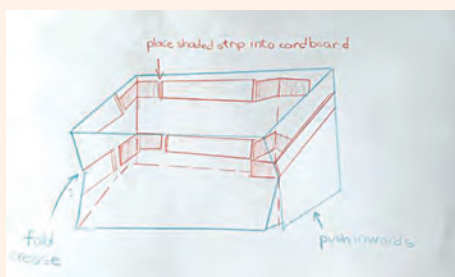


沒有使用矽膠乾燥劑

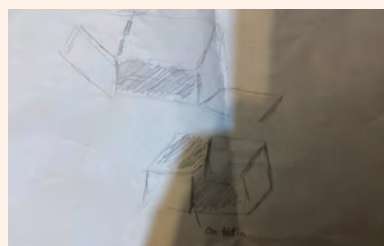
有使用矽膠乾燥劑

**作品設計（二）：****以防撞、方便折疊為主的保鮮箱：**

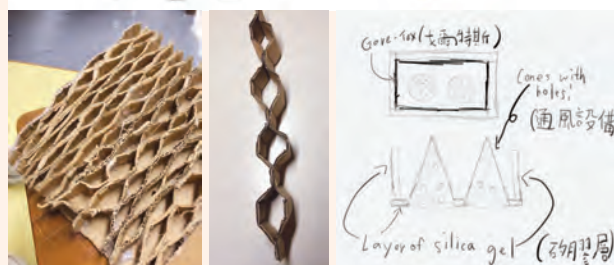
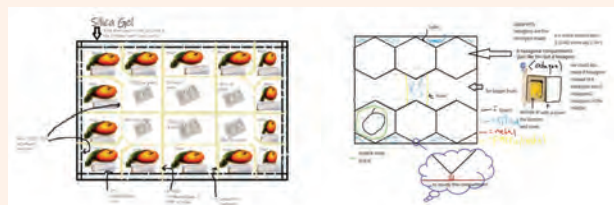
我們從另一角度出發，知道水果有時會在運送過程中被撞壞，店主為避免這種情況，更會用大量膠紙固定地箱子，造成大量膠製廢物。因此，設計（二）針對防撞及方便折疊的效果。為了方便店主使用，箱子設計成可以從兩側是折疊，而同時亦可從另一邊向內折疊。在箱子的內側，我們加入了一些黑色固定條，幫助固定箱子，同時減少使用膠紙的次數。

**最終成品——減震防撞水果箱：****箱子折疊設計：****在家分工****Chloe——折疊設計：**

在暑假期間，Angie 和我負責箱子設計，讓箱子可以折疊起來，同時加入固定箱子的魔術貼，這樣可以減少使用膠紙固定箱子，箱子在運輸過程中亦不會輕易被砸壞。

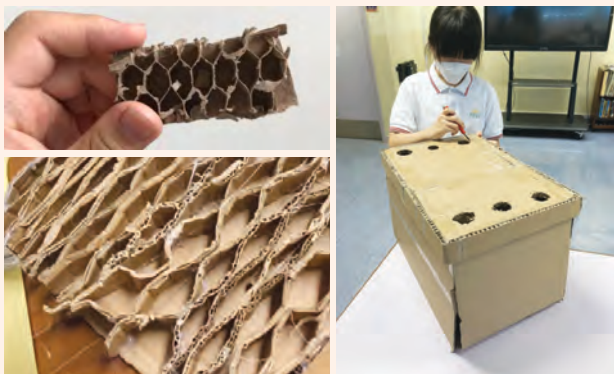
**Tyrl——防撞結構：**

我希望減少水果運輸時在車上所受到的震動，使箱內的水果不易撞壞。我想出了加入蜂窩結構板的設計，蜂窩結構最能均勻分佈受力，從而減少震動，更可以承受一個人的重量。



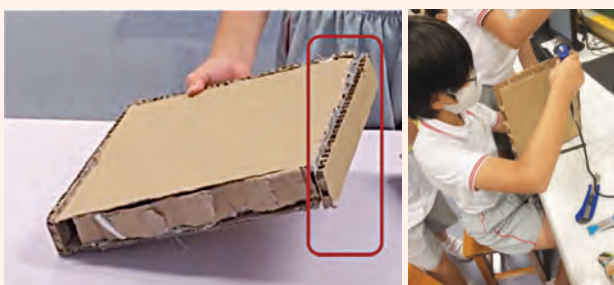
## Angie——蜂巢板：

我們買了一些現成蜂窩紙板作參考，用數張紙板製作了一個類似蜂窩結構的紙板，作為箱子內部的防撞板。



## Patrick——蜂巢板保護邊：

我以蜂窩紙板製成的保護角能吸收盒子邊角受外圍碰撞的震動，減低箱子被撞壞的機會。



## ☀ 測試過程及結果

### 測試（一）蜂巢板受力效果：

#### 目的：

看看蜂巢結構是否比常見的十字結構更能受力。

#### 步驟：

1. 準備蜂巢板和十字形板
2. 在它們上面放上不同的重量（30，50，70kg）
3. 記錄結果（板子是否變形）



30 kg

50 kg

70 kg

#### 測試結果：

我們發現兩塊紙板的受力能力皆不錯，可是當紙板承受約 70kg 的重量時，十字結構的中央有變形及下陷的情況。由於蜂巢結構板能平均受力，因此沒有變形。

重量	蜂巢形狀的板	十字形狀的板
實驗一：30 公斤	沒有變形	沒有變形
實驗二：50 公斤	沒有變形	沒有變形
實驗三：70 公斤	沒有變形	板的中央有 1cm 下陷情況

### 測試（二）防水測試：

#### 用途：

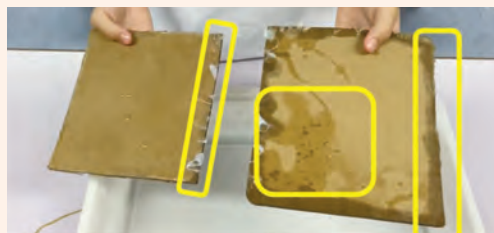
測試塗上光油的紙板是否有防水能力

#### 步驟：

1. 準備兩塊紙板，並把其中一個塗上光油，第二個不塗上光油
2. 把兩塊紙板平放在水面上，等待 5 分鐘
3. 觀察紙板吸水情況



時間	塗上光油（左）	沒有塗上光油（右）
5 分鐘	少許水份深透邊緣 0.5-1cm 位置	水份深透邊緣 2-2.5cm 至中央位置





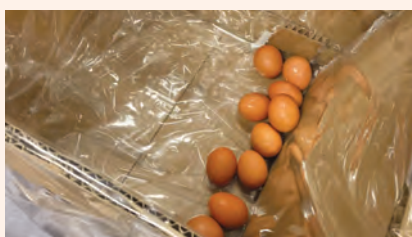
## 測試（三）撞擊測試：

### 用途：

特別設計的箱子是否能分散震盪。

### 步驟：

1. 準備發明品和一樣大小的普通紙箱
2. 把 10 隻雞蛋分別放進每個箱內
3. 將箱子從不同的高度和角度掉落和撞擊，看看雞蛋會不會爛。使用水果做測試，是由於水果受撞擊後有可能帶內瘀傷，並不能透過肉眼觀察果皮，雞蛋則能方便判斷。



把 10 隻雞蛋分別放進每個箱內。

高度	箱子裏有蜂巢形狀的板	普通箱子
實驗一： 從 1 米掉落	有兩隻雞蛋有輕微裂紋	有三隻雞蛋破裂了，其中一隻有蛋黃漏出來
實驗二： 從 1.5 米掉落	全部雞蛋完好無缺	有五隻雞蛋有裂紋
實驗三： 箱子側放後，從 1 米掉落	全部雞蛋完好無缺	有六隻雞蛋有裂紋，其中兩隻有蛋黃漏出來



## 建議及改善

不足	改善方法
紙箱的固定帶容易脫落。	可以把固定帶加入紙箱的設計圖中，直接成為紙箱的一部分。
由於運輸，盒子很容易變形損壞。	改善方法：可以針對紙箱四邊的位置加上保護角，防止變形。

## 總結

我們認為發明的過程雖然一波三折，但在老師的協助和同學的幫助下，以防撞能力為主的發明最終能順利完成。在不足方面，我們還是覺得箱子在材料運用和固定上還有很大的改善空間。最後，我們期望政府能投資在箱子的設計上，令箱子在沒有膠紙的情況下仍能合上，減少使用膠紙。

## 感想

**Patrick 同學：**通過這段設計、尋找資料、製造和測試的過程，我學到了食物保存環境的重要性，和這個問題到底對香港造成了多大的損失。在設計階段，我學到了要思考設計的可行性。例子：在我設計硅膠盒時，沒有考慮到我們可以怎麼做，只是考慮了最好的設計是什麼，結果需要重新設計。



**Angie 同學：**在做這個項目的過程中，我體驗並學到了很多新技能。我們的團隊也遇到了很多困難。但最令人難忘的是，當我們進行第一次測試時，得知我們的設計讓水果腐爛得更快。



我們不得不想出另一個主意，需要改變計劃。雖然這樣做很困難，但整個過程很有挑戰性，也很愉快。

**Julian 同學：**在這次比賽中，我學會了時間管理，因為與大家一同回校測試的機會不多，所以要珍惜難得的機會。我也學會了很多終生受用的技能，例如編程和與團隊合作的能力。當然，也有很多困難。例如，我們找不到防止水果腐爛的材料。但最終我們想到了使用矽膠。總之，製作這個盒子的整個過程非常富有挑戰和有趣，而我還學會了與我的隊友合作。



**Tyrl 同學：**在製作產品的過程中，我學到了很多技能，例如如何與小組成員合作。整個過程非常有趣，而我也學會如何解決問題和獨立做事。當然，在製作盒子的過程中，我遇到了很多困難，比如和組員發生爭執。但是，我通過從過去的錯誤中吸取教訓，更加小心謹慎，並尋求其他組員和老師的幫助。例如，我記得我在測量和切割蜂窩板時遇到了困難，有幸我的組員幫忙提供意見及其切割板子。



**Chloe 同學：**在這次經歷中，我發現我學到了很多技巧。當我們嘗試製作盒子時，我們也遇到了很多困難，例如：我們不知道可以用什麼材料才可以防止水果腐爛。然而，我們所有人都都有不同的看法。雖然我們有一些爭論，但我們的團隊也為這個項目做出了貢獻，最後找到了一些方法來解決。最後，我們成功做了這個盒子。



## 參考資料

Andy carstens. (n.d). Honeycomb Structure Is Space-Efficient and Strong. Biological Strategy. Retrieved from <https://asknature.org/strategy/honeycomb-structure-is-space-efficient-and-strong/>

Capino,A. & Farcuh, M. (2021). Ethylene and the Regulation of Fruit Ripening. Vegetables and Fruits News, 12(1) Retrieved from <https://extension.umd.edu/resource/ethylene-and-regulation-fruit-ripening>

Environment Bureau (EB) (2014). A Food Waste & Yard Waste Plan for Hong Kong. Hong Kong Special Administrative Region. Retrieved from <http://www.enb.gov.hk/>

Sarkar, T., Sal, S., Joshi, V., Sarkar, T., & Sarkar, S. (2017). Effect of modified and active packaging on shelf life and quality of banana cv. Grand nine. Bioscan, 12, 95-100. [https://www.researchgate.net/publication/316747704\\_EFFECT\\_OF\\_MODIFIED\\_AND\\_ACTIVE\\_PACKAGING\\_ON\\_SHELF\\_LIFE\\_AND\\_QUALITY\\_OF\\_BANANA\\_CV\\_GRAND\\_NAINE](https://www.researchgate.net/publication/316747704_EFFECT_OF_MODIFIED_AND_ACTIVE_PACKAGING_ON_SHELF_LIFE_AND_QUALITY_OF_BANANA_CV_GRAND_NAINE)

Times of India. (2019). What makes fruits and vegetables rot? Lifestyle. Retrieved from <https://timesofindia.indiatimes.com/life-style/food-news/what-makes-fruits-and-vegetables-rot/photostory/67735843.cms>

東網(2015年6月24日)。〈果欄垃圾山：都市悲歌 婆婆賣爛生果養活〉。取自 [https://hk.on.cc/hk/bkn/cnt/news/204/bkn-2150620150624220134023-0624\\_00822\\_001.html](https://hk.on.cc/hk/bkn/cnt/news/204/bkn-2150620150624220134023-0624_00822_001.html)

張雅婷(2019年3月14日)。〈過度包裝惹的禍！港水域含逾萬件塑膠碎片 微塑膠濃度三年增11倍〉。《香港01》。取自 <https://www.hk01.com/%E7%A4%BE%E6%9C%83%E6%96%B0%E8%81%9E/305682/%E9%81%8E%E5%BA%A6%E5%8C%85%E8%A3%9D%E6%83%B9%E7%9A%84%E7%A6%8D-%E6%B8%AF%E6%B0%B4%E5%9F%9F%E5%90%AB%E9%80%BE%E8%90%AC%E4%BB%B6%E5%A1%91%E8%86%A0%E7%A2%8E%E7%89%87-%E5%BE%AE%E5%A1%91%E8%86%A0%E6%BF%83%E5%BA%A6%E4%B8%89%E5%B9%B4%E5%A2%9E11%E5%80%8D>

環境保護署統計組(2021)。《香港固體廢物監察報告 2020年的統計數字》。香港：環境保護署統計組。取自 <https://www.wastereduction.gov.hk/sites/default/files/msw2020tc.pdf>



### 小貼士

能從生活層面切入研究主題，測試目標明確，過程貼近科學探究模式：發現問題、總結原因、尋求解決。協作及解難表現理想，簡報製作優異。並透過調查問卷，對研究問題「棄置水果」的真實現況作深入且詳盡的探討。發明品能結合多種工程技術，如蜂巢結構、塗層、拆疊及開孔等。唯水果棄置的主因是腐壞，所以建議將解難方案聚焦於溫度及乙烯的監控及管理。

# 屋屋有「餘」回收先鋒

影片連結



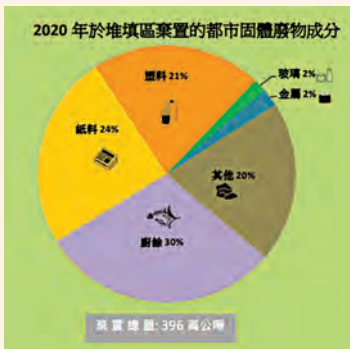
學校：保良局陳守仁小學

組員：黃卓楠同學、陳明心同學、吳彥晉同學、李樂謙同學、歐陽子翹同學、洪梓恩同學

教師：黃凱盈老師、張美恩老師

## 探究意念

香港的廚餘問題十分普遍。根據 2020 年環境保護署的統計，廚餘佔全港都市固體廢物總量的 30%。過去兩、三年因疫情關係，市民多了在家做飯或使用外賣服務，使家庭食物浪費愈來愈多（黃金棋，2020）。我們希望有更多人參與廚餘回收計劃，把廚餘再造成有價值肥料，及好好利用廚餘所產生的甲烷作為燃料。



## 政府實行廚餘回收計劃的困難：

### （一）市民對廚餘回收計劃的認識不足：

香港民研訪問發現，60% 的受訪者對廚餘議題表示不太認識，只有 3% 表示非常認識、而完全不認識的也有 11%，影響計劃成效。



### （二）廚餘回收計劃 屋苑參與率低：

在肺炎疫情下，因酒樓及食肆生意受影響，收集到的廚餘量不足 100 公噸，可見廚餘回收計劃的參與者主要依賴酒樓與食肆。然而，每天都會產出大量廚餘的屋苑區卻未有足夠政策支援，計劃參與率十分低。



### （三）減臭廚餘機成本過高：

雖然新款機器可減少廚餘臭味，解決現時屋苑或食肆儲存問題，但成本亦隨之增加，令回收計劃難以於屋邨大量推行。

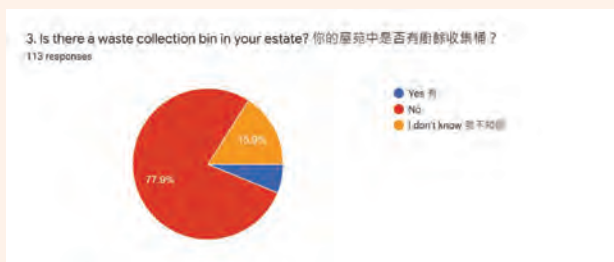


## 問卷調查：

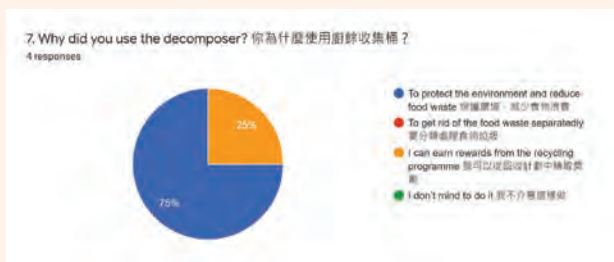
在疫情的影響下，我們無法親自進行街頭調查。不過，我們還是希望以網上調查了解本地居民對屋苑廚餘回收計劃的看法。問卷共收集約 113 個回應。



從調查中，我們得知大部分的屋苑都沒有廚餘回收箱。



大多數用戶會使用廚餘收集箱的原因是保護環境和減少食物浪費。



許多人不會使用廚餘回收箱的原因為將食物殘渣與其他垃圾分開並帶到樓下太浪費時間 (41.2%)，及不認同回收計劃能有效減少食物垃圾 (11.8%)。



如果把廚餘回收箱放在每層樓的垃圾房裏，86.7% 的人表示會因而使用。這說明很多市民關心使用回收箱的便利性。



## 探究題目——為住宅區設計方便又衛生的廚餘回收箱：

我們從調查發現大部分屋苑都沒有廚餘回收箱，或是因臭味問題而把回收箱放在太遠的位置，十分不便，所以廚餘回收計劃難以在屋苑實行。因此，我們希望重新設計的廚餘收集箱，並針對以下改善方向：

1. 能放在各個樓層，方便使用；
2. 收集甲烷、廢水以作燃料或農業用途；
3. 解決臭味及衛生疑慮。

## STEM 原理

### 臭味問題：

#### 活性炭的使用：

放置時間過長的廚餘會開始分解並散發出令人作嘔的氣味。而活性炭是十分有效的氣味吸收劑。它表面滿佈微孔，異味分子穿入微孔後，與活性碳的微細電荷產生相互作用（吸附力），因此活性碳能吸附甲醛及有機物的味道。所以，我們將活性炭應用到發明中，讓它從廚餘中吸收氣味，使其不那麼刺鼻。



### 小梳打粉的使用：

由於小梳打粉屬弱鹼性，能中和廚餘裏的酸性油垢、腐敗肉類的臭味。加上它不含毒性，不會污染環境或對人體造成傷害，我們可以將其應用於智能廚餘回收箱，達到除臭作用。



### 廚餘容器：

#### 高密度聚乙烯 HDPE：

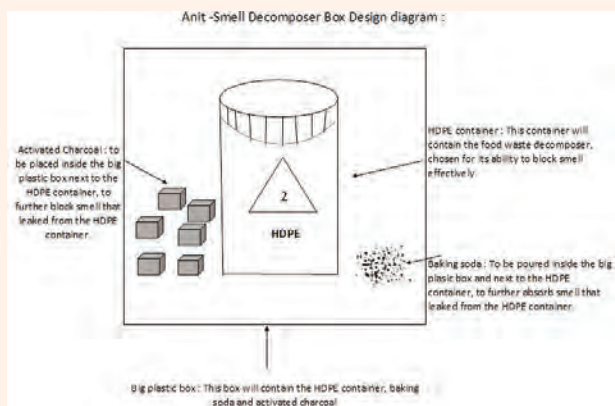
我們選擇了由 HDPE 膠製成的垃圾箱和盒子擺放廚餘。HDPE 膠（高密度聚乙烯）硬度大，物質厚，可以防止臭味外漏。且可耐各種腐蝕性液體的侵蝕，因此十分適合作為廚餘容器的原料。



### 探究過程

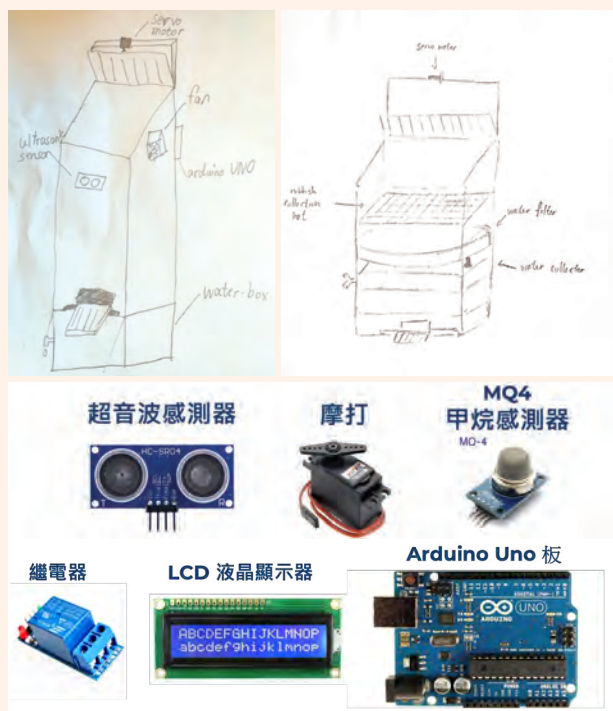
#### 作品設計：

回收箱的初稿設計十分簡單，主要以一個硬塑料箱，裏面放了一個收集廚餘的 HDPE 盒，旁邊放了一些活性炭和梳打粉作除臭。然而，用起來卻十分不便和不衛生。



### 改良設計：

針對舊設計的問題，我們加入不同的電子感測器、摩打和顯示板，讓回收箱更為自動化，並容易監測回收狀況。



### 運作流程：

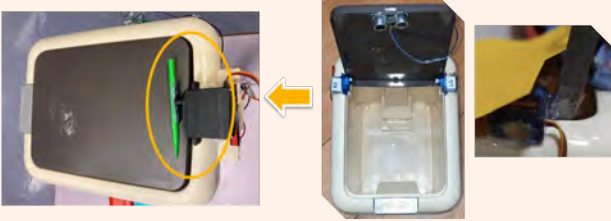
1. 將手靠近超聲波感測器，它會觸發摩打打開箱蓋。
2. 將廚餘倒入回收箱內的廚餘儲存箱。
3. 廚餘的廢水會通過管道流入儲水箱。
4. 20 秒後，如果沒有人觸發超聲波感測器，蓋子會自動關閉。
5. 工作人員將定期更換垃圾袋、儲水箱、甲烷收集箱。

### 感測器如何與編程配合使用：

MQ4 甲烷感測器、LCD 顯示器、風扇是廚餘回收箱的核心裝置。MQ4 把甲烷濃度以數碼方式傳送到 Arduino 板解讀，解碼最後會傳送到 LCD 顯示器，讓 LCD 顯示總甲烷濃度。當甲烷濃度大於測試標準，便會啟動繼電器，把電流傳到風扇，讓風扇排走甲烷至收集箱內。當甲烷濃度降回標準，風扇會自動關閉，節省電力。

### Peace——自動開蓋裝置和編程：

我負責回收箱自動開蓋的組裝和編程，一開始的設計是把 2 個塑膠摩打安裝在蓋的側邊。然而，我們發現它們不夠馬力開蓋，而且設計會令蓋子無法完全關閉，讓氣體洩漏。因此，我們更換了一個大金屬摩打，安裝在較輕的黑色蓋子上，最後加入編程便成功讓蓋子打開。



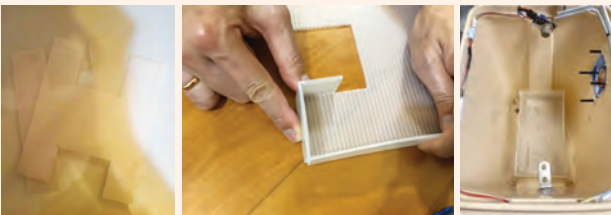
### Insaf——排氣裝置：

我把膠管、漏斗、風扇組裝成一個排氣裝置。測試時，我在風扇前點燃了一根香，檢查風扇是否有足夠馬力把煙霧排進管道。

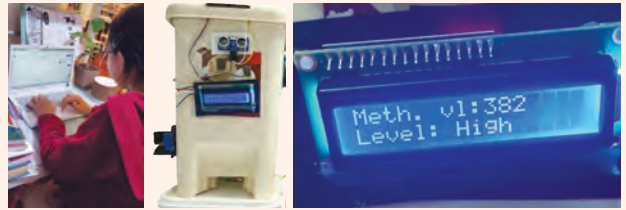


### Carissa——製作活性炭膠盤和顯示器編程：

由於回收箱的內部設計偏小，因此我們需要製作一個剛好大小符合的膠盤，用作放置活性炭和梳打粉。



我也對 LCD 顯示器進行了編碼以顯示甲烷氣體含量。



```
value = analogRead(A0Upin); //reads the analog value from the methane sensor's AOUT pin
limit = digitalRead(D0UTpin); //reads the digital value from the methane sensor's DOUT pin
Serial.print("Methane value: ");
Serial.println(value); //prints the methane value
Serial.print("Limit: ");
Serial.println(limit); //prints the limit reached as either LOW or HIGH (above or underneath)
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Methane value:");
lcd.print(value);
delay(3000); }
```

### Aidan——甲烷感測器編程：

我負責接駁 MQ4 氣體傳感器和 LCD 顯示器編程的部分。當 MQ4 傳感器將感應甲烷水平，LCD I2c 監視器就會打印出甲烷水平。



```
Sketch_Ju09e3
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // set the LCD address to 0x27 for a 16 chars and 2 line display
const int A0Upin = A0; //the AOUT pin of the methane sensor goes into analog pin A0 of the arduino
const int D0UTpin = 8; //the DOUT pin of the methane sensor goes into digital pin D10 of the arduino

int limit;
int value;

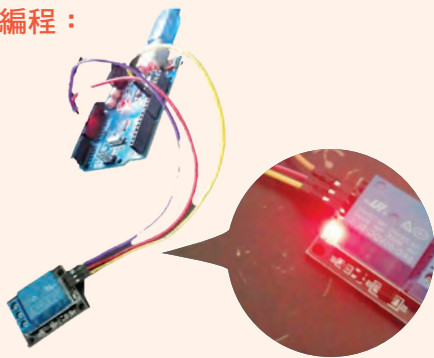
void setup() {
  lcd.begin();
  lcd.backlight();
  Serial.begin(115200); //sets the baud rate
  pinMode(D0UTpin, INPUT); //sets the pin as an input to the arduino
}

void loop()
{
  value = analogRead(A0Upin); //reads the analog value from the methane sensor's AOUT pin
  limit = digitalRead(D0UTpin); //reads the digital value from the methane sensor's DOUT pin
  Serial.print("Methane value: ");
  Serial.println(value); //prints the methane value
  Serial.print("Limit: ");
  Serial.println(limit); //prints the limit reached as either LOW or HIGH (above or underneath)
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Methane value:");
  lcd.print(value);
  delay(3000); }
```

### Conroy——自動化風扇：

我使用繼電器將 9V 風扇連接到 Arduino UNO 板，然後將其編碼讓風扇在甲烷氣體濃度過高時啟動。



**繼電器與風扇編程：**

```
sketch_jul08a $
int relayPin=10;//relay pin is 10
int sensor = 0;//the sensor is connected to 0
int sensorD0 = 8;//the sensor is connected to 8
int sensorValue = 0;//a variable for the sensor

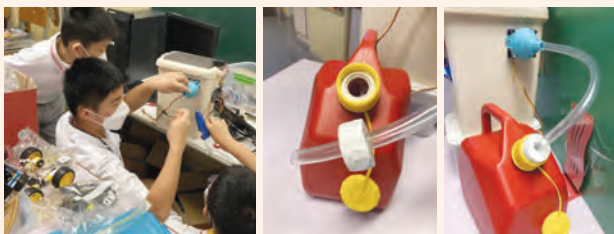
void setup() {
  pinMode(sensorD0, INPUT)
  pinMode (relayPin, OUTPUT);//the relay pin is output
  Serial.begin (9600) // serial monitor's communication speed
}

void loop() {

  sensorValue = analogRead (sensor);
  Serial.println (sensorValue);
  if (sensorValue >1) { //still need to check the average Mq4 value
    digitalWrite(relayPin, HIGH);//the relay is on
    delay(60000);// relay on for 1 min
    digitalWrite(relayPin, LOW);//the relay is off
    delay(200000);// relay off for 20 min
  }
  else {
    digitalWrite(relayPin, LOW);//the relay is off
    delay(200000);//fan and relay off for 20 min
  }
}
```

**Carson——甲烷收集箱活塞：**

我主要負責檢查編程錯誤，同時用厚橡皮為甲烷收集箱製作防洩漏活塞。

**MQ4 + LCD + 風扇合併編程：**

為了避免合併後的編往產生衝突，合併後的編碼名字（pin code）可能與先前的略有不同。

```
sketch_jul09a $
1 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
2 #include <Wire.h>
3 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
4
5 const int sensor = A0; //methane sensor A0 to pin A0
6 const int DOUTpin = 8; //methane sensor D0 to pin 8
7 int relayPin=10;//Relay as pin 10
8
9 int level; //methane sensor's level
10 int value = 0; //a variable for the sensor
11
12 void setup() {
13 lcd.begin();
14 lcd.backlight();
15 Serial.begin(115200);//sets the baud rate
16 pinMode(DOUTpin, INPUT); //methane sensor pin 8 as input
17 pinMode (relayPin, OUTPUT);//the relay pin is output
18 }
```

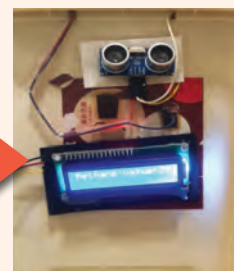
```
19
20 void loop()
21 {
22 value = analogRead(sensor); //read methane sensor pin A0
23 level = digitalRead(DOUTpin); //read methane sensor pin D0 pin 8
24 Serial.print("Methane value: ");
25 Serial.println(value);
26 Serial.println(level);
27 lcd.setCursor(0,0);
28 lcd.print("Meth. vl:");
29 lcd.print(value);
30
31
32 if (value > 20) {
33 lcd.setCursor(0,1);
34 lcd.print("Level: High");
35
36 digitalWrite(relayPin, HIGH);//the relay is on
37 delay(60000);// relay on for 1 min
38 digitalWrite(relayPin, LOW);//the relay is off
39 delay(10000); //methane lv. check every 10 sec.
40 }
41 else {
42 lcd.setCursor(0,1);
43 lcd.print("Level: Low");
44 digitalWrite(relayPin, LOW);//the relay is off
45 delay(10000); //methane lv. check every 10 sec.
46 }
47 }
48 }
```

**測試過程****測試（一）甲烷平均水平：****目的：**

找出廚餘釋放的甲烷平均值，方便制定甲烷含量標準。

**步驟：**

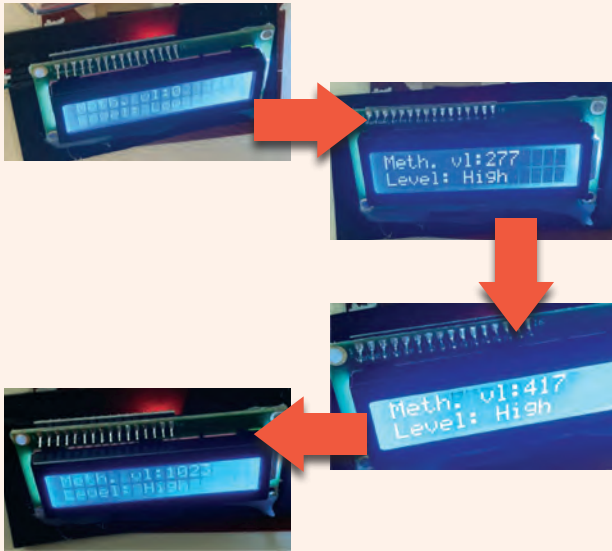
1. 在沒有廚餘下，每一小時查看甲烷數值。
2. 第二次放廚餘，再重做一輪觀察。



我們發現沒有廚餘和有廚餘的讀數相差十分大，有廚餘的讀數最小也有 100。因此，我們最後把甲烷標準設定成 100。

**甲烷平均水平：**

	沒有廚餘的 甲烷流量	有廚餘的 甲烷流量
<1 小時	0	277
1 小時	1	417
2 小時	2	1023

**測試（二）活性炭及梳打粉的吸味效果：****目的：**

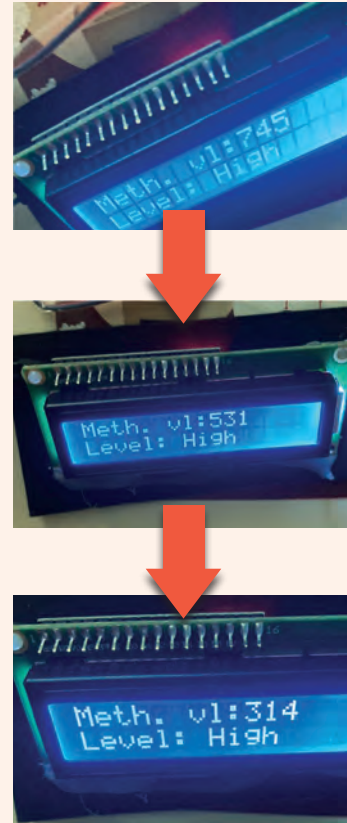
找出活性炭及梳打粉是否有效減低甲烷含量，吸收異味粒子。

**步驟：**

1. 進行測試一（當時最後記錄的甲烷含量是 1023）。
2. 把活性炭及梳打粉加至回收箱內的托盤上。
3. 觀察每小時的讀數。



在沒有風扇的情況下，回收箱最少需要 12 小時才能回到 0-2 的讀數。同時，我們發現加入活性炭及梳打粉後的甲烷含量有明顯下降跡象，而且讀數沒有再上升，可見活性炭及梳打粉在吸收異味粒子的效果相當不錯。

**活性炭及梳打粉的吸味效果：**

	加入活性炭及梳打粉的甲烷流量
<1 小時	1023
1 小時	745
2 小時	531
3 小時	314

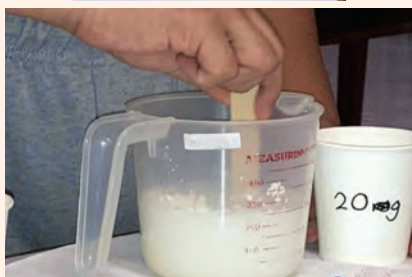
**測試（三）排水測試：****目的：**

找出回收箱是否能從不同濃稠的廚餘液體中排出水份。



**步驟：**

1. 在水中加入不同份量的粟米粉以模仿廚餘湯汁，攪拌 10 秒。
2. 記錄液體從回收箱排至水箱的時間。
3. 觀察管道是否有阻塞情況。

**活性炭及梳打粉的吸味效果：**

	能否成功排水	排出時間 (秒)
水 250 毫升	✓	7.36
水 250 毫升 + 20g 粟米粉	✓	4.98
水 250 毫升 + 40g 粟米粉	✓	20.12

雖然愈濃稠的液體需要的時間愈多，但管道並沒有任何阻塞問題。所以，回收箱的隔水設計能成功把廢水與固體廚餘分離。

**最終成品：****建議與改善**

不足	改善方法
1. MQ4 作為一個普遍且便宜的感測器，能同時檢查甲烷以外的氣體，導致測試讀數未必完全反映真實情況。	市面上有專為甲烷而設的感測器，價錢約 500-700 元一個不等，若資金足夠，可購買專業的甲烷感測器作測試。
2. 由於電線暴露，居民如果不小心將含有水或湯汁的廚餘灑零件上，就可能會短路。	在所有零件上包上一層薄薄的防水膠。
3. 由於廚餘箱和水管是可分拆的關係，水有時候會從空隙流出來。	我們可以嘗試和商戶定做一個底部已經連接水管的膠盒，或者在水管連接處加入防水物料，解決兩者連接口之間有空隙的問題。

## 總結

我們認為這個發明非常成功。它比一般的回收箱更自動化和有更多功能。然而，我們的選用簡單的設計及用料，很難完全阻止甲烷洩漏。

我們希望在科技的幫助下，回收箱的減味設計得以改善，並在屋苑等地方普及，令香港人多培養回收廚餘的習慣和推廣轉廢為能、轉廢為農等綠色概念。

## 感想

**Aidan 同學：**我主要負責做編碼程式，常常遇到編碼錯誤。當時，我就嘗試再上傳編碼一次，但是還是不成功。後來發現編程的要訣並不是龐大的知識量，而是「耐心」。我在發明過程中學到做事應該與人相處，一起合作。我也改善了手作技巧，令我可以做事更有條理。

**Conroy 同學：**我主要負責繼電器和編碼，常常接觸一些未曾見過的零件及編程。通過問有經驗的黃老師和同學，及上網搜尋資料，總會找到答案。我當初也未見過繼電器，一切從零學起，花了一星期才成功將繼電器跟風扇連接，最後成功地完成程式。我很感謝張老師及黃老師給我這次機會、隊友們及黃老師數月的指導及鼓勵。我也在這次比賽中學到不屈不撓的精神。

**Insaf 同學：**由一開始跟同學討論、構思和畫圖，到最後成品成功地完成，經過了很長的時間。剛開始時，設計不完善，遇到很多困難，但是我沒有放棄，不斷上網找資料及不停請教老師及同學。從這次發明中，我學會了做事要有耐性和怎樣跟同學相處。我希望下次可以學好管理時間的技巧，可以善用時間去制作。

**Carson 同學：**我在製作廚餘回收箱的編程時，感到有點氣餒，因為我對編程有點不熟識，幸好我的組員幫助我一起解決問題。在整個過程我與組員解決了不少的問題，讓我意識到與組員互補不足的重要性。

**Carissa 同學：**在製作活性炭托盤時，我遇到了一些問題，例如：無法將塑料片粘在一起，托盤與回收箱底部大小不一，導致我需要重做托盤。

不過，我學會了與組員溝通，嘗試與大家一起思考方法。最後，許多看似困難的情況都一一化解，令我明白到比起一個人思考，主動尋求團隊的幫助也很重要。

## 參考資料

Ross, R. (2019). What is Activated Charcoal. Live Science. Received from <https://www.livescience.com/activated-charcoal.html>

早安健康 (2018 年 8 月 12 日)。〈小蘇打粉除臭：去汙必備！小蘇打粉除濕、去除異味還能這樣用〉。取自 <https://www.edh.tw/article/6050>

區禮城 (2022 年 3 月 4 日)。〈調查指六成港人不認識廚餘分類 團體促設屋苑回收站地區網絡〉。《香港 01》。取自 <https://www.hk01.com/sns/article/743245>

黃金棋 (2021 年 6 月 7 日)。〈環保署擬公共屋邨設減臭廚餘機 每部成本數百萬元〉。《香港 01》。取自 <https://www.hk01.com/sns/article/635148>

黃金棋 (2021 年 6 月 22 日)。〈疫情下廚餘回收不足 100 公噸 政府年底再推收集計劃涵蓋部分屋苑〉。《香港 01》。取自 <https://www.hk01.com/sns/article/489224>

環境保護署 (2020)。《香港都市固體廢物一二零二零年概要》。香港：環境保護署。取自 [https://www.wastereduction.gov.hk/sites/default/files/msw2020tc\\_ataglance.pdf](https://www.wastereduction.gov.hk/sites/default/files/msw2020tc_ataglance.pdf)



### 小貼士

意念非常好，具創意和實用性。設計和生活息息相關，而同學都嘗試盡量解決由廚餘機製造出來的不同問題。

# 零碳蔬菜種植器

學校：救恩學校

組員：藍俊文同學、吳熙桐同學、王佑安同學、莊子鋒同學、黃子峰同學、楊殷瑜同學

教師：邢偉瀚老師、陳學麟老師

影片連結



傑出獎

## 探究意念

### 分析傳統農業殘留農藥的問題：

自 17 世紀，人們就開始使用不少的農藥，用有毒化學物質殺死農作物上的害蟲。長期食用殘留農藥超標的農副產品，雖然不致於導致急性中毒，但都會影響食用者的健康，可能導致不同疾病的發生。

根據世界衛生組織於 2006 年報告指出，全球每年約有 300 萬人農藥中毒，死亡人數超過 25 萬人。造成中毒原因不外乎除草類的巴拉松、除蟲類的有機磷，與除菌類的金屬化合物。另外，農藥會進入河流，湖泊和池塘污染水源，令水質變酸，導致在水中生活的生物生病和死亡，尤其對魚類和兩棲類動物的影響最嚴重。

### 分析科技農業：

我們搜集過市面上有哪些現有的方法以解決殘留農藥的問題。例如有公司利用科技設計了小型蔬菜種植器，讓用家可以在家中種植有機蔬菜供自己食用。另外，上學期我們參觀了本港一個大型水耕溫室。這個溫室利用水耕的方法種植有機蔬菜，農產品不會有任何農藥。不過，我們發現運作這類水耕溫室會耗用不少電力。根據南京農業大學的資料顯示，以每一個月計算，使用蔬菜種植器時每公斤蔬菜的耗電量是 7.78 度。若果需要使用人工光照的設備，每月每公斤的耗電量更多達 9.72 度。這樣做會製造很多二氧化碳和大量用電，造成全球暖化，很不環保。

## 探究目標：研發零碳排放的蔬菜種植器：

為了減少碳排放，我們希望設計一個「零碳排放」的蔬菜種植器，意思是透過可再生的發電設備產生足夠的電力自給自足，給蔬菜種植器各個系統，包括有電路板、燈冷風扇和水泵使用。因此，我們想用光能（太陽能板）、動能（單車）轉換成電能以達至這個目標。這樣做可以鼓勵用家多做運動，用家又可以享受在家種植蔬菜的樂趣，最重要是這個設計非常環保和沒有碳排放，達至「『膳』愛地球」，真是「一舉三得」！

## STEM 原理、器材及材料

設計一部「零碳蔬菜種植器」需要用到以下概念：

- 利用 3D 打印技術製作蔬菜培育器
- 利用編程（mBot 控制板）控制蔬菜種植器各個系統自動化運作
- 利用可再生的能源，例如太陽能板和單車腳踏發電，分別把光能和動能轉換成電能

## 探究過程

### 探究過程（一）選擇適合在蔬菜種植器種植的植物：

#### 利用水耕栽培於蔬菜種植器：

對比傳統方法使用泥土種植，現在很多科技農業都很流行使用水耕栽培法。這是一種不使用土壤種植植物的技術，只透過水攜帶供植物生長所需的營養成分。

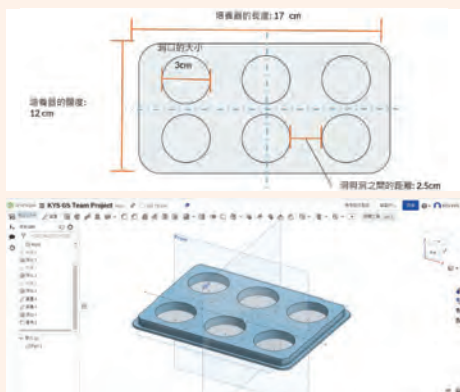
當中，草本植物適合於水中種植，因為只需要少量陽光，而且它們一般體積較小和輕。相反，塊根類的蔬菜，例如馬鈴薯、玉米則不建議。它們一般需要大量及猛烈的陽光，而且體積龐大和厚重，不太適合水中種植。所以，這次的實驗我們選擇了薄荷作為使用蔬菜種植器種植的植物。

薄荷以溫暖的氣候為宜，它最適宜生長的溫度環境是 20-30°C。另外，薄荷的生長溫度、水和養分只要合理，溫度愈高的情況下，薄荷的生長就會愈快。但薄荷的溫度適應能力強，十分耐寒，即使冬季氣溫降低至 2 度左右，薄荷的植株開始枯萎，薄荷會進入休眠，第二年能重新從根莖上萌發新枝重新生長。

## 探究過程（二）利用 3D Printer 技術製作蔬菜培育器：

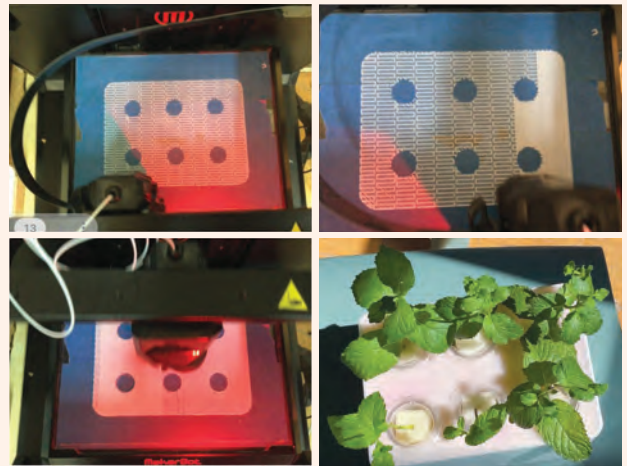
### 利用 Onshape 立體繪圖軟件設計蔬菜培育器：

我們的蔬菜培育器有水箱、水箱蓋和培養皿。過程中，我們使用了 Onshape 這個立體繪圖軟件設計水箱蓋。水箱蓋有六個洞口，可以放入六個培養皿。水箱蓋的洞口按照培養皿的尺寸設計，我們要量度它的長、闊、洞口的大小和中間的距離，讓培育器蓋子能放進水箱蓋。



### 利用 3D Printer 打印蔬菜培育器：

我們設計好水箱蓋後，就決定了用 3D 打印機來製造這個蔬菜培育器。3D 打印機的好處是可以有彈性地製造出我們想要的零件，十分方便。當我們預備了設計圖，便可以把檔案上載到 3D 打印機。經過九個小時的打印，我們就可以見到我們的製成品。



至於材料方面，我們使用了 PLA 膠。這是 3D 打印機常常使用的材料。而且，我們選擇了「紫外光變色」的 PLA 膠。當有足夠的陽光，這種 PLA 膠就會變成粉紅色。用家就可以很容易知道當刻植物和太陽能板能否吸收足夠的陽光。

## 探究過程（三）利用編程（mBot 控制板）控制蔬菜種植器各個系統：

### 燈光系統：

植物需要足夠的陽光才能健康生長。所以我們製作了一個可以自動控制燈光的系統，幫助解決都市人無暇照顧植物的問題。如果種植環境的光線不足，為確保植物有充足的光線，LED 燈帶就會自動亮起。

### 水泵系統：

氧對植物也同樣重要。我們設計的智能種植機有一個水泵，可以補充氧分去維持植物的生命。透過水耕種植系統，我們便能確保所有植物都能吸收到足夠的水分。當 mBot 偵測到板載上的按鈕被按下或每隔 15 分鐘，水泵就會泵水，讓種植器的水流動，增加溶解氧的比例。

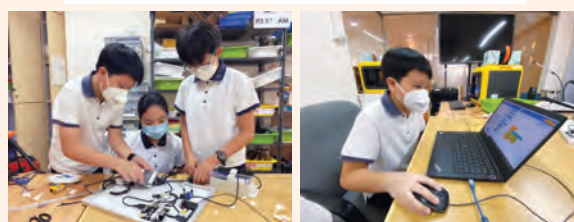


## 溫度控制系統：

不同植物各自都有適合它們生長的溫度。有了智能種植機的幫助便能夠按照環境的溫度，使植物的溫度不會過高。我們設計的「智能種植器」亦有溫度控制系統，包括溫度計、數字板和冷風扇。溫度計會感應當前溫度，而數字板就會顯示溫度計感應到的溫度。用家可因應目前溫度選擇是否需要接駁冷風扇。冷風扇在溫度計偵測到的溫度達到 30 度或以上就會自動啟動，防止氣溫過高和緩慢薄荷葉的枯乾。我們用了 mBot 板來到編寫程式：

### 當 mBot 啟動時：

1. 數字板顯示溫度計的溫度。
2. 如果光線感應器感應到的光度強度少於 200，LED 燈條就會亮燈。
3. 如果溫度計感應到的溫度大於 30 度，冷風扇就會啟動。我們使用了繼電器這種「自動開關」來控制冷風扇轉動。當數位腳位是高電位時，冷風扇通電就可以運作；當數位腳位是低電位，冷風扇不通電，維持靜止狀態。
4. 如果 mBot 板載按鍵被按下或每 15 分鐘，水泵就會泵水，持續 10 秒。我們同樣使用了繼電器這種「自動開關」來控制水泵的開關。當數位腳位是高電位，使水泵通電並且運作；當數位腳位是低電位，水泵不通電，維持靜止狀態。



## 探究過程（四）選擇合適的太陽能板和單車腳踏為種菜機供電：

當設計好種植器各個系統，就需要為種植器找到合適的方法提供可再生的電力，並確保這個發電方法有足夠的發電量供應給 mBot 運作。例如：讓燈帶能在晚上為植物提供光源；讓水泵運作，確保水中有足夠氧氣供給植物；讓溫度計能夠監測環境溫度，在適當時候供應電力給冷風機，在溫度過高時吹送冷風。在此，我們研究了種菜機的運作時所需功率。

$$\text{每個設備所需的功率 (W)} = \text{工作時電壓 (V)} \times \text{工作時電流 (A)}$$

$$\begin{aligned} \text{整部種菜機的所需功率 (W)} &= \text{設備 1 功率 (W)} + \text{設備 2 功率 (W)} + \text{設備 3 功率 (W)} \dots (\text{如此類推}) \\ &= \text{mBot 電路版所需功 (W)} + \text{水泵所需功率 (W)} + \text{冷風扇所需功率 (W)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{mBot 電路版所需功率} &= 5 \text{ (V)} \times 1 \text{ (A)} \\ &= 5 \text{ (W)} \\ \text{水泵所需功率} &= 5 \text{ (V)} \times 1 \text{ (A)} \\ &= 5 \text{ (W)} \\ \text{冷風扇所需功率} &= 5 \text{ (V)} \times 1 \text{ (A)} \\ &= 5 \text{ (W)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{整部種菜機的所需功率} &= \text{mBot 電路版所需功率} \\ &\quad + \text{水泵所需功率} \\ &\quad + \text{冷風扇所需功率} \\ &= 5 + 5 + 5 \\ &= 15 \text{ (W)} \end{aligned}$$

## 探究過程（五）選擇合適的太陽能板和單車腳踏為種菜機供電：

經過計算後，太陽能板成為了我們提供電力的首選。選擇太陽能板應該以它的發電量和儲電性能來作準則。

此太陽能板提供兩個 5V x 1A 的 USB 電線進行供電。第一條 USB 電線：供應 mBot 所需的電，第二條 USB 電線：供應水泵所需的電。由於我們的太陽能板最多只能提供最多 10W 的功率，所以我們需要用單車發電機提供額外的電力。我們的單車發電機提供一個 5V x 1A 的 USB 電線供應電力給行動電源，行動電源就能夠供電給冷風扇。



## ☀️ 測試紀錄及結果

### 測試（一）測試太陽能板受光角度與電壓的關係：

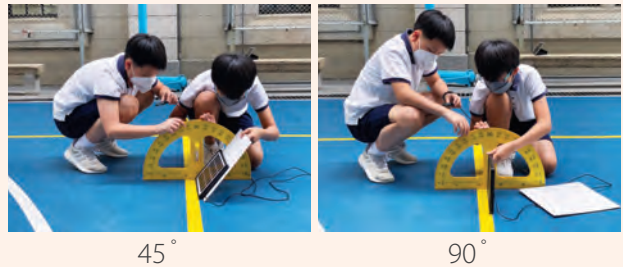
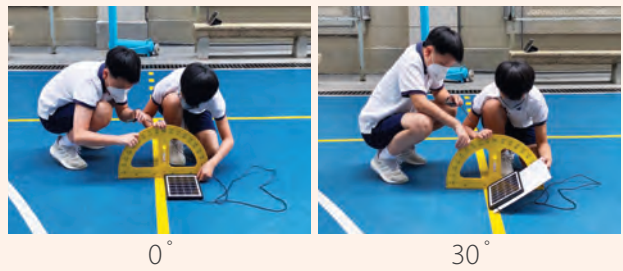
此外，我們做了一個測試，了解在哪一個角度放置太陽能板可以產生最多的電力。

**實驗目的：**測試太陽能板受光角度與電壓的關係。

**實驗材料：**量角器、太陽能板、電壓計。

**實驗方法：**我們會分別把太陽能板與地面的角度調整為 0°、30°、45°、60° 和 90°，而每個角度會錄取三個結果和它們的平均數，這樣就可以令我們的實驗結果更加可靠。

**注意事項：**進行這個實驗時，要確保光源的穩定性，並避免在有遮擋的情況下進行實驗。因為不穩定天氣造成的影子會令光容易變動，這樣就有可能影響到實驗結果的準確性。



(USB 電壓計)

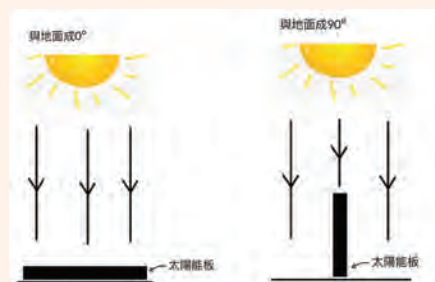
### 實驗結果：

太陽能板受光角度	0	30	45	60	90
第一次量度到的電量 (V)	5.17	4.50	4.1	4.0	3.92
第二次量度到的電量 (V)	5.17	4.51	4.1	4.0	3.91
第三次量度到的電量 (V)	5.17	4.52	4.1	4.0	3.91
平均量度到的電量 (V)	5.17	4.51	4.1	4.0	3.92

### 解釋實驗結果：

當太陽能電池板跟地面成 0° 時，就會產生最多的電力。因為太陽光線垂直照射在太陽能板上，產生的電壓就會最大。

當太陽能電池板跟地面成 90° 時，就會產生最少的電力。因為太陽光線與太陽能板平行，只在很少的光線照到太陽能板上，產生的電力較少。



**結論：**

根據實驗結果，當太陽光線垂直 90° 照射在太陽能板上，光線集中照射在太陽能板，就會產生最多的電力。所以，太陽能電池板最好正面面向光源。

**測試（二）觀察植物在種菜機下生長情況：**

我們定期觀察植物生長的情況，並在下表作記錄。

日期	根部的生長	葉的生長	植物平均高度 (cm)
9/6	未開始長出根部	最大的葉片是 2cm	5.9
16/6	根部正在成長，大概 0.5 cm 左右	最大的是 4cm，最小的是 1cm，而且十分嫩綠	11.5
23/6	根部正在成長，大概 1-2cm 左右	最大的是 4cm，最小的是 1cm，而且十分嫩綠	13
30/6	根部正在成長，大概 1-2cm 左右	最大的是 4cm，最小的是 1cm，而且十分嫩綠	14

**製成品：**

最後我們成功設計了一個零碳蔬菜種植器。這個種植器的體型不算大，在家只需把太陽能板放在陽台便可以吸收到陽光提供電力，而且在家踩動腳踏發電機便可以提供更多電力。這個種植器基本上是全自動的，可方便既要工作，但又想在家種植的人。只要擁有這個種植器，就能坐着等收穫，又能吃到健康有新鮮的蔬菜。

另外，我們的單車發電機十分方便，在家空閒時就可以為電池儲電，同時可以強健身體，一舉兩得。

**建議及改善**

完成這個零碳蔬菜種植器後，我們認為有些方面可以加以改進，並作出了以下建議：

首先，我們都知道植物需要水、氧、陽光和養分才能生存。關於養分的部分，我們可以稍作改善，加入適合的營養液。

另外，我們都可以考慮酸鹼度。進行水耕種植，pH 值適宜圍繞 5.5-7.5，達到微酸或微鹼。所以我們也可以添加一個 pH 計來監測 pH 值，根據情況再加以改善。例如當酸性過高時，我們可以用小蘇打把溶液調成鹼性。因為小蘇打是弱鹼性的，加一點點搖晃一下，就能增加酸鹼度。當鹼性過高時，就可以用食用醋，混合清水澆水或噴灑葉面，降低酸鹼度。

最後，雖然我們這次在研究中使用了薄荷，但我們也可以進一步使用編程設計不同溫度設定，來讓用家選擇偏暖或偏冷的模式，令其他植物都能好好地生長。

## 感想

**藍俊文同學：**在這次研究中，我更深入了解到 3D 打印的技巧，並發現了它可以令人們的生活更加方便。將來我希望使用它解決生活上的困難。

**吳熙桐同學：**在這次研究中，我熟習了 3D 打印的技巧，又明白蔬菜的特性。我希望繼續學習更多 3D 打印的技巧。

**莊子鋒同學：**在這次科學探究中，真讓我獲益良多。我學會要跟組員互相合作，亦加強了編程的技巧。我堅信之後可以利用自己在今次學到的東西幫助人類。

**黃子峰同學：**在這次研究中，我學了很多東西。我學會了不同食物的特性，編程技巧，亦都增加了和隊友之間的信任。我希望這個設計可以幫助好多人方便地去種植蔬菜！

**楊殷瑜同學：**在這次探究，我學了很多東西，包括：不同植物的需要和如何利用編程解決不同問題。我希望我們的設計可以幫助到各位想種植蔬菜，但沒有時間照顧蔬菜的人士。我非常慶幸可以參與本次探究，學到更多 STEM 知識之餘，也明白了團隊合作的重要性，真是令我獲益良多！

**王佑安同學：**在這次探究，我學了很多東西。除了學到不同電子零件的用途外，更學到如何和隊員們溝通和交流意見。今次探究活動真是獲益良多，我希望以後可以運用今次比賽學到的新知識創作更多幫助人類的產品。



## 參考資料

Environmental Health Perspectives. Vol. 115, No.5. National Institute of Environmental Health Sciences, National Institutes of Health, Dept. of Health, Education and Welfare, 2007. Retrieved from <https://ehp.niehs.nih.gov/toc/ehp/2007/115/5#d7556111e27>

BOUTIQUE 社編輯部 (2011)。《盆栽菜園：自己動手種！健康又安心！》。台灣：楓葉社文化。

《農藥對人體健康的影響》(2012年7月5日)。綠色和平。取自 <https://www.greenpeace.org/taiwan/update/1894/%E8%BE%B2%E8%97%A5%E5%B0%8D%E4%BA%BA%E9%AB%94%E5%81%A5%E5%BA%B7%E7%9A%84%E5%BD%B1%E9%9F%BF/>

垂直農場簡介(2012年11月23日)。環保科技研究發展中心。取自 <https://sites.google.com/site/ljc6813/crawford05-01?overridemobile=true>



### 小貼士

探究過程非常認真，能看見同學花了很多心機和時間，方案亦具可行性。改善建議：在太陽能角度測試中，可改進角度變項的選擇（於 0-45 度再細分幾項）。



# 新世代我行我「塑」

影片連結



學校：嗇色園主辦可譽中學暨可譽小學

組員：LAI TIFFANY VILLARUBIA 同學、顏熙翹同學、吳婧兒同學、趙梓彤同學、李易駿同學、夏米妍同學

教師：王樂霖老師、楊家豪老師



日平均棄置量仍沒有改善，亦多達 2320 公噸，佔香港堆填區都市固體廢物棄置量 21%。

亦有研究指出全球的塑料包裝市場，當中超過一半都是食物和飲品的包裝。可見，人們仍十分依賴塑膠包裝和即棄保鮮膜等的塑料用品。

是次研究，我們會利用生物資源（3 種植物澱粉）來製成生物塑料，並探究和比較它們的質素、可行性和成效等。粟粉、蕃薯粉、木薯粉都是常見和煮食常用的材料，價錢並不昂貴。

## 探究意念

塑膠污染影響全球。世界自然基金會在 2022 年 2 月發表的報告指出，塑料污染到達世界海洋各個角落。估計每年約有 1900 到 2300 萬噸的塑料垃圾被衝入海洋，佔海洋污染的 60% 以上。而它們大多數是一次性塑料。

據本港環境保護署統計數字，2016 年香港平均每日有超過 2000 公噸的塑膠垃圾，重量大約相等於 90 架雙層巴士。直至 2019 年，廢塑膠每

## STEM 原理

### 科學概念：

生物資源（如植物澱粉）、生物降解、公平測試。

1. 利用科學方法進行探究。
2. 動手製作不同的生物塑料，製成薄片保鮮膜。
3. 以不同工具進行量度，例如製作材料的份量、不同生物塑料的堅韌程度。
4. 測試、收集和記錄數據，並作計算和分析。

## 器材及材料

製作生物塑料				
粟粉	蕃薯粉	木薯粉	蒸餾水	甘油
白醋	湯匙	茶匙	膠碗（可重用，混合材料用）	
鋁箔紙	不鏽鋼盤	煮食膠刮	平底鍋	電磁爐

進行不同的測試				
培養皿	拉力計	鐵架和夾	夾子	燒杯
玻璃棒	麵包	通粉	雪櫃	水

## 探究過程

### 一、製作生物塑料：

我們搜集了一些關於塑膠廢料和污染的資料，再發現可以利用生物資源來製作可被自然分解的塑料。我們亦找到「甚麼是生物塑料」和其製作方法。我們分別會製作兩種生物塑料，一種是有白醋的；另一種則是沒有白醋，我們會將1茶匙白醋改為1茶匙的蒸餾水，作為對照設定，以達至公平測試。

#### 製作生物塑料的材料和用具

塑料A	塑料B
1湯匙 澱粉	1湯匙 澱粉
4湯匙 蒸餾水	4湯匙 蒸餾水
1茶匙 甘油	1茶匙 甘油
1茶匙 白醋	1茶匙 蒸餾水

平底鍋、電磁爐、煮食膠刮、鋁箔紙、湯匙、茶匙

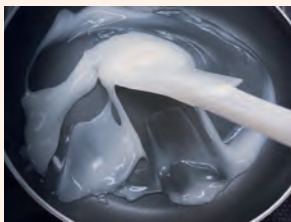
1. 用湯匙和茶匙量度所需材料。



2. 輕輕混合和攪拌。



3. 把混合物倒在平底鍋裏，開火，以細火把混合物煮熟。使混合物由液體煮成糊狀一團，好像髮蠟一樣的質地。





4. 把煮好的混合物倒在鋪好的鋁箔紙上，鋪平，待乾。



煮混合物過程中發現，沒有醋的，會較易結塊，出現了好像是粉團的物體，這會影響生物塑料成品的質地，變得凹凸凸凸，不夠平均。



### 二、黏性：

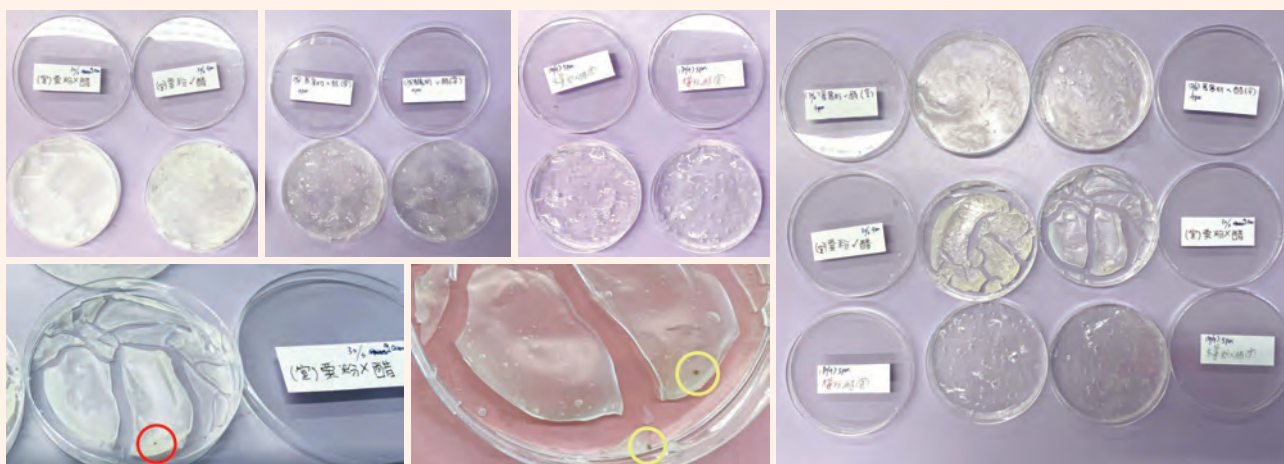
	煮熟的過程中	待了5天風乾後， 形成生物塑料
粟粉	黏性最低，很容易就可以把混合物撥開，沒有「拉絲」的情況出現 	明顯沒有黏性，可以輕易從錫紙上撕出，拿起時完全不黏手
蕃薯粉	有「拉絲」的情況 	仍有些少黏性，有機會黏着自身，要我們用手攤開塑料
木薯粉	「拉絲」情況最為明顯 	仍然有很高的黏性，當觸碰用木薯粉塑料時，手便會被它黏住了，亦無法把木薯粉塑料撕出來。

我們更嘗試把木薯粉塑料風乾到第14日，雖然能從錫紙上撕出，但再觸摸它時，仍有些少黏性。

黏性：木薯粉 > 蕃薯粉 > 粟粉。

### 三、塑料自身的存放日子：

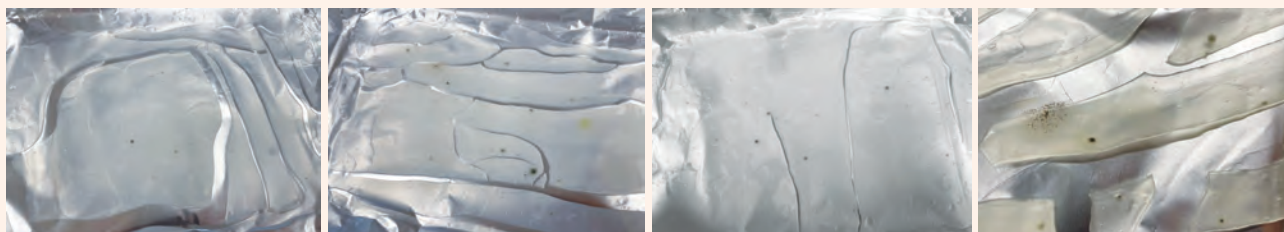
由於生物塑料都是由日常食用材料製成，它們一定會有變壞和滋生細菌的情況出現。因此，我們把有醋和沒有醋的生物塑料作對比，同樣放在室溫下，觀察哪些樣本較快出現變壞或發霉的情況，測試它們自身的存放日子。我們總共製作了 6 個樣本，把生物塑料放在培養皿中。



結果	4 天後	5 天後
「粟粉沒有醋」的塑料	有一點小黑點，有發霉的情況	再多了一點小黑點
「粟粉有醋」的塑料	沒有黑點和發霉（超過兩星期仍未有）	

以蕃薯粉和木薯粉製成的塑料，超過三星期仍未有黑點和發霉。

除了在培養皿的樣本，我們製作來進行其他測試用的「粟粉沒有醋」的塑料，同樣有發霉，而且情況比培養皿中的更為嚴重。我們推斷出，白醋有殺菌的作用，減少或延遲發霉的情況。所以，我們認為以「沒有醋的粟粉」製成的生物塑料不適宜用作包裝或保存食物。



### 四、柔韌性：

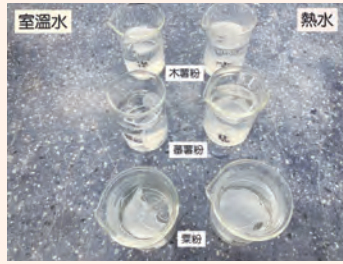
如果塑料太易斷裂和破爛，不適合用來包裝，亦可能會影響食物的保存。因此，我們利用拉力計進行了測試。以達至精準的公平測試，每次測試的樣本大小相若，而每種生物塑料都會進行 3 次的測試，最後計算出一個平均數。可參照以下列表：

	有醋				沒有醋			
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均值	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均值
粟粉	>1000g	>1000g	>1000g	>1000g	>1000g	>1000g	>1000g	>1000g
木薯粉	>1000g	>1000g	>1000g	>1000g	>1000g	900g	>1000g	~967g
蕃薯粉	>1000g	>1000g	>1000g	>1000g	>1000g	>1000g	>1000g	>1000g

除了「木薯粉沒有醋」的塑料外，所有樣本能承受的拉力都大於 1000 克的拉力。而「木薯粉沒有醋」3 次測試得出的平均數是約 966.7 克，柔韌性較其他樣本低，較易破爛和斷裂。

## 五、溶解性：

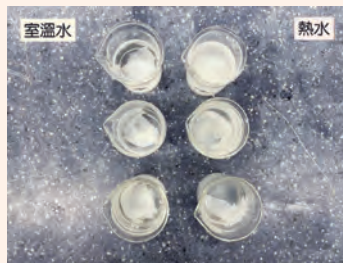
我們把生物塑料分別放進室溫水和煮至沸騰的熱水中。全部塑料都是加了白醋的。



1 天後，生物塑料的轉變不大，只是由透明變成了不透明白色，質地變軟了。



再多待 4 天，我們可以清楚觀察到 3 片放進熱水的塑料，比較放進室溫水的塑料，水都是較為混濁。這代表生物



塑料有明顯溶化，令到水變得濁白。再者，放進熱水中的木薯粉塑料，我們已經不能清楚地看見一片片的塑料，而是看到一杯非常混濁、有沉澱物的液體，塑料幾乎完全溶解了。

在 3 款澱粉中，無論是放進室溫水或是熱水，粟粉樣本的狀態都是最為完整的。我們可以清楚看見挺身的片狀。除了粟粉樣本，當我們用玻璃棒去觸碰不同的樣本，它們都是輕易地裂開和破爛。



## 測試結果：

綜觀生物塑料的黏性、風乾過程、自身的存放日子、拉力和溶解性。我們得出以下推論，蕃薯粉製的生物塑料，雖然或會有些少黏性，但可行性和成效都較粟粉和木薯粉的為高和理想。雖然粟粉製的塑料材質較堅韌，浸過水後仍然完整，較難破爛，但風乾時有着不穩定性，可能會因為溫度的轉變和粉團的厚度而出現破裂的情況，使塑料不完整，甚至碎成一小一小片，難以使用和包裹東西。粟粉塑料亦較易出現發霉的情況。



而木薯粉製的生物塑料黏性太高，會容易黏上灰塵、附上細菌，甚至是包裝內的食物。不適合用來包裝、包裹或保存食物。而且黏性高會難以製作成形，會黏實模具，需要更小心地撕出來，過程中亦很易會撕爛生物塑料。木薯粉塑料亦需較長時間來風乾。因此，這大大降低塑料的可行性、成效和製作的時間效益。



此外，有加入白醋的生物塑料較沒有加入白醋的耐用，白醋可防止或減慢細菌的生長，以免塑料變壞發霉和影響包裝內的食物。我們也可觀察到沒有加入白醋的混合物，在煮熱的過程中，會出現結塊。這影響生物塑料的質感。而且，從木薯粉塑料的拉力測試中，亦可推論出有加入白醋的塑料柔韌性較高，較難破爛。

由此可見，我們認為加入了白醋的蕃薯粉塑料的質量是最穩定的。而它的可行性和成效都比粟粉和木薯粉塑料的高。

針對溶解性方面，生物塑料不適宜用來直接包裹有汁或高水份的食物，例如容易破皮和釋出水份的蔬果，好像是蕃茄和草莓等等。亦不適合包裹一些溫度高、會釋出水蒸氣的熱食，否則生物塑料會直接溶解，黏着食物。而生物塑料就較適宜包裹一些乾糧，如未煮的通粉和麵包等等。生物塑料亦可作為保鮮紙的用途，蓋着食物器皿，而不直接包裹食物。



## 🌞 困難和應對

在探究過程中，我們常常因為生物塑料的黏性而感到煩惱。進行黏力測試時，實驗品的黏力太強，尤其是木薯粉塑料，經常黏着和沾污雙手，不過戴上手套便能解決問題。而且，我們利用排除法，排除了最黏的塑料，不利用它來包裝食物，克服了這個問題。進行拉力測試時，起初大家都不願意嘗試，因為害怕塑料斷裂時會彈飛出來。不過，老師給我們示範後，便勇於嘗試，不害怕了。

## 🌞 建議及改善

我們會把煮好的混合物鋪在鋁箔紙上等待風乾，

製成生物塑料。即使我們會事先在鋁箔紙上塗上薄薄一層的甘油，但有時候生物塑料都會黏住鋁箔紙，很難把它們分開和撕出來，鋁箔紙和塑料都很容易會在過程中破爛。後來，我們有一項測試是把生物塑料放在培養皿中，我們發現很容易便可以把塑料撕出來。建議如果要製作生物塑料，可嘗試把混合物鋪在其他材質和可重用的器皿上，等待風乾，會比鋁箔紙更好。而且，我們無法在無菌空間製作生物塑料，我們未能把生物塑料發揮得最好。

## 🌞 總結

透過是次探究，我們發現生物塑料並不難製成，而且有一定的可行性。生物塑料又能被分解。如果真的能以生物塑料製成食物包裝，在社會上推行和大幅使用，代替一些不可分解的塑膠包裝，相信可以為全球的塑料廢物生產帶來好處。

## 🌞 感想

**LAI TIFFANY VILLARUBIA 同學：** I feel so lucky to be part in this competition because it is fun. When we are doing the experiments, we are so excited to know the results. We store the bioplastic in the petri dishes and observe whether they would go bad. This test and the tension test are scary if we do them in the wrong way. Yet, we did it in the correct way under the guidance of the teacher. Cooperation with schoolmates is good because they will have your back.

**顏熙翹同學：** 我親身進行實驗的心情既興奮又緊張。我認識了很多做實驗的工具，明白到做實驗是需要跟着步驟，一步一步地進行。當實驗結果成功的時候，我心裏感到很滿足。

**吳婧兒同學：** 我們的探究過程困難重重，但最終大功告成。我在這次經歷後，感到有滿滿的成就感，我也領悟到「即使跌倒一百次，也要一百零一次地站起來」。

**趙梓彤同學：**參與這次探究，我非常開心。每次看到製成品，我都十分興奮。我還體驗到合作精神的重要性。自己一個人是做不好的，要和大家一起探究和研究才行。

**李易駿同學：**參與探究的收獲有很多，例如可以知道生物塑料是甚麼、它的用途是甚麼。還有很多有趣的測試。我覺得這次的探究很好玩，很開心。感謝老師讓我參加這個活動。

**夏米妍同學：**完成活動影片的那一瞬間，感到十分感動。因為我們這麼多天的努力終於有了回報。還有，感謝老師給我這個機會去製作和完成這個生物塑料探究。

## 花絮



## 參考資料

Grand View Research. (March, 2021). Plastic Packaging Market Trends & Growth Report, 2021-2028. Retrieved from <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/plastic-packaging-market/methodology>

Green Plastics. (2008, November 18) . Make your own bioplastic [Video]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=5M\\_eDLyfp8](https://www.youtube.com/watch?v=5M_eDLyfp8)

Giestas. (2021, November 14). BIOPLASTIC DIY: potato vs. corn [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Uaz9Qvadyio>

Makemoret Collective. (2018, April 28) How to Make Tapioca Bioplastic. Makemoret Collective [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=TR9zl1s8Bc>

香港地球之友（無日期）。〈塑膠〉。取自 <https://www.foe.org.hk/tc/%E7%B6%A0%E8%89%B2%E8%B3%87%E8%A8%8A/%E5%A1%91%E8%86%A0>

林奧莉（2021年9月23日）。〈政府最快2025年禁即棄膠餐具 港人每年棄置幾多塑膠垃圾？〉。《香港01》。取自 <https://www.hk01.com/sns/article/654235>

羅拉（2022年8月2日）。〈世界自然基金會：全球海洋面臨嚴重塑料污染〉。法國國際廣播電台。取自 <https://www.rfi.fr/tw/%E6%B3%95%E5%9C%8B/20220208-%E4%B8%96%E7%95%8C%E8%87%AA%E7%84%B6%E5%9F%BA%E9%87%91%E6%9C%83-%E5%85%A8%E7%90%83%E6%B5%B7%E6%B4%8B%E9%9D%A2%E8%87%A8%E5%9A%B4%E9%87%8D%E5%A1%91%E6%96%99%E6%B1%A1%E6%9F%93>

蕭徐行（2022年3月4日）。〈蕭徐行觀點：全球環保新協議 聚焦終結塑料污染〉。Newtalk 新聞。取自 <https://tw.news.yahoo.com/%E8%95%AD%E5%BE%90%E8%A1%8C%E8%A7%80%E9%BB%9E-%E5%85%A8%E7%90%83%E7%92%B0%E4%BF%9D%E6%96%B0%E5%8D%94%E8%AD%B0-%E8%81%9A%E7%84%A6%E7%B5%82%E7%B5%90%E5%A1%91%E6%96%99%E6%B1%99%E6%9F%93-120738485.html>



### 小點士

報告列出非常清晰的目標以及探究的各項細節，而且在探究過程中有效運用相關STEM元素，體現出對STEM各個範疇的理解。

# 救救「爛」番茄

影片連結



學校：嗇色園主辦可譽中學暨可譽小學

組員：成舒雯同學、陳紫悠同學、周芊懿同學、陳梓軒同學、謝穎瀧同學、葉炳豪同學

教師：方志強老師、黃子健老師

## 探究意念

2013 年聯合國糧農組織指出，每年全球在生產和消費過程中浪費的糧食高達 13 億噸，佔總生產量三分之一，可養活 20 億人，當中根莖類作物（如薯仔）、水果、蔬菜更有一半被浪費。而且在我們設計的 MS Forms 訪問中，我們發現很多受訪者都對「爛」番茄（即醜番茄）有誤解，他們經常會覺得醜番茄就等於爛番茄，我們便想通過實驗和人工智能（AI）產品來幫助他們分辨醜番茄和爛番茄。

## STEM 原理

### S (Science) :

利用 DCPIP 實驗試劑找出醜番茄和正常番茄的營養素的差異。分辨番茄爛或壞的程度，以決定該番茄能否食用。

### T (Technology) :

設計 AI 辨識壞番茄 / 爛番茄 / 正常番茄的程式。

### E (Engineering) :

設計和製作將番茄分類的裝置。

### M (Mathematics) :

學習計算 AI 辨識番茄的成功率。



## 探究過程

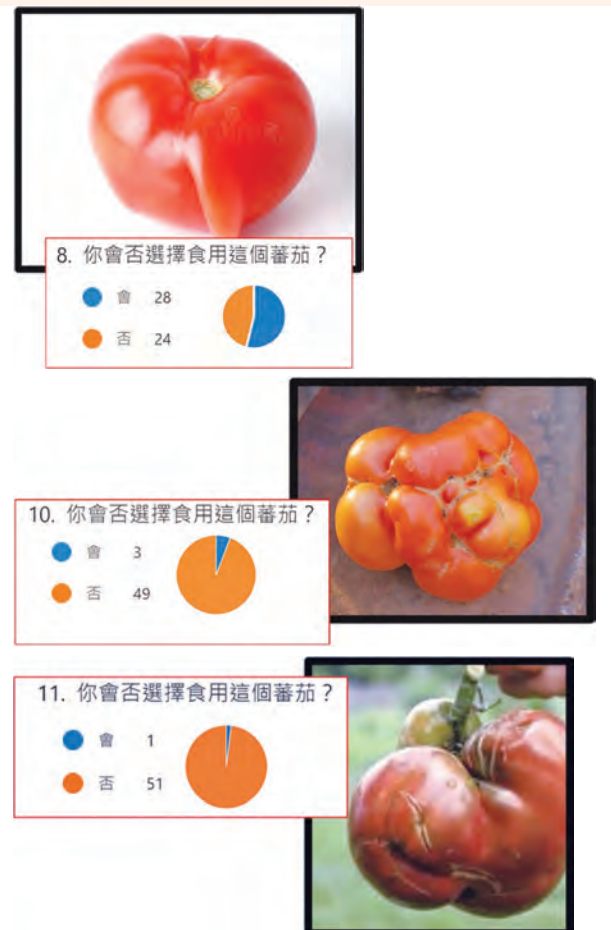
### 問卷調查結果分析：

#### （一）對醜番茄的選擇：

在我們小組設計的 MS Form 中，52 人當中平均只有 11 人，即 100 人中只有 21 人會選擇購買醜番茄。

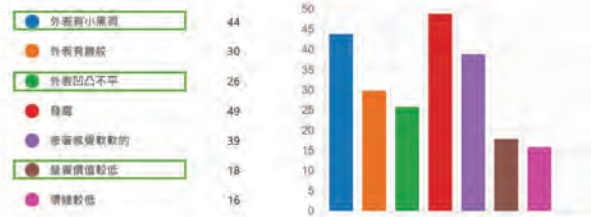
#### （二）對醜番茄的誤解：

很多人都會認為醜番茄營養不良，維他命 C 值較低，他們去街市或超級市場時大多寧願不吃番茄也不想買醜番茄，可見番茄的外表對人們選擇番茄有很大影響。



## 他們不懂得分辨醜和壞番茄

14. 你認為以下是關於品質較差的番茄的描述是正確的？(可選多於一項)



但問卷中顯示若醜番茄的營養價值與好番茄相若，他們大多都願意食用醜番茄。

若果研究指出品質較差與正常品質的番茄中營養價值沒有分別，你會多大程度選擇食用品質較差的番茄？



因此，我們打算進行實驗以證明醜番茄的營養價值與好番茄相若。

## 器材及材料

番茄（正常和醜番茄各 2 個）、離心機及離心管、DCPIP 試劑、燒杯、密實袋、滴管、電子磅、滴定管、量杯、水壺。

因番茄含大量維他命 C，而維他命是不穩定的營養素，因此若能證明醜番茄內的維他命含量與好番茄相若，便能證明其營養價值與好番茄相近。而這次實驗我們使用了 DCPIP 試劑測試維他命 C 的含量。

## 探究過程

### 測定外觀完美的番茄中維他命 C 含量：

實驗項目	用 DCPIP 滴定法測定番茄中維他命 C 含量			
實驗日期	5/7/2022			
樣本	外觀完美的番茄			
	1	2	3	4
起始讀數 (cm <sup>3</sup> )	0.2	4.5	8.9	
最終讀數 (cm <sup>3</sup> )	4.5	8.9	13.3	
使用分量 (cm <sup>3</sup> )	4.3	4.4	4.4	
	平均值			4.36667

實驗項目	用 DCPIP 滴定法測定番茄中維他命 C 含量			
實驗日期	6/7/2022			
樣本	外觀完美的番茄			
	1	2	3	4
起始讀數 (cm <sup>3</sup> )	24	29.5	35	
最終讀數 (cm <sup>3</sup> )	29.5	35	40.5	
使用分量 (cm <sup>3</sup> )	5.5	5.5	5.5	
	平均值			5.5

實驗項目	用 DCPIP 滴定法測定番茄中維他命 C 含量			
實驗日期	6/7/2022			
樣本	外觀完美的番茄			
	1	2	3	4
起始讀數 (cm <sup>3</sup> )	1	6.4	12.3	
最終讀數 (cm <sup>3</sup> )	6.4	12.3	18.1	
使用分量 (cm <sup>3</sup> )	5.4	5.9	5.8	
	平均值			5.7

三份正常番茄實驗中得到的中位數：5.5

### 測定外觀不完美的番茄中維他命 C 含量：

實驗項目	用 DCPIP 滴定法測定番茄中維他命 C 含量			
實驗日期	6/7/2022			
樣本	外觀不完美的番茄			
	1	2	3	4
起始讀數 (cm <sup>3</sup> )	28.5	33.4	40	35.3
最終讀數 (cm <sup>3</sup> )	33.4	40	45.8	40.8
使用分量 (cm <sup>3</sup> )	4.9	6.6	5.8	5.5
	平均值			5.7

實驗項目	用 DCPIP 滴定法測定番茄中維他命 C 含量			
實驗日期	6/7/2022			
樣本	外觀不完美的番茄			
	1	2	3	4
起始讀數 (cm <sup>3</sup> )	1.8	7.5	13.3	
最終讀數 (cm <sup>3</sup> )	7.5	13.3	19.2	
使用分量 (cm <sup>3</sup> )	5.7	5.8	5.9	0
	平均值			5.8



實驗項目	用 DCPIP 滴定法測定番茄中維他命 C 含量			
實驗日期	6/7/2022			
樣本	外觀不完美的番茄			
	1	2	3	4
起始讀數 (cm <sup>3</sup> )	22.1	28.5	35.1	
最終讀數 (cm <sup>3</sup> )	28.5	35.1	41.9	
使用分量 (cm <sup>3</sup> )	6.4	6.6	6.8	0
	平均值			6.6

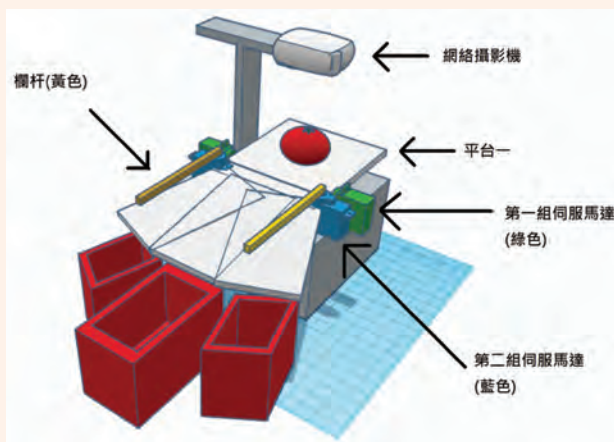
三份醜番茄實驗中得到的中位數：5.8

### 實驗結果分析：

我們使用 DCPIP 實驗試劑和番茄澄清液檢驗了正常番茄和醜番茄的維他命 C 含量分別。正常番茄的指數是 5.5，醜番茄的指數是 5.8，兩者相差不多。因此，我們可得知兩者的營養價值相若。

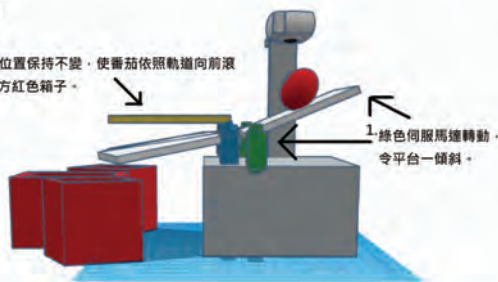
### STEM 程式及裝置：

設計 AI 辨識爛番茄 / 正常番茄的程式及製作裝置。



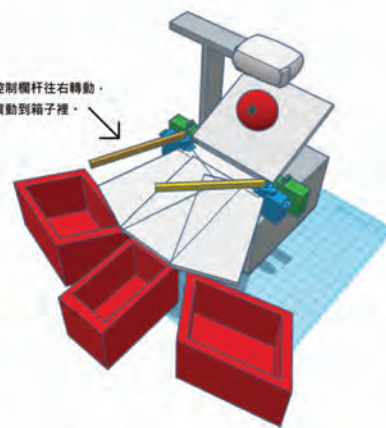
#### 情況一： 正常番茄

2. 檯杆位置保持不變，使番茄依照軌道向前滾動到前方紅色箱子。



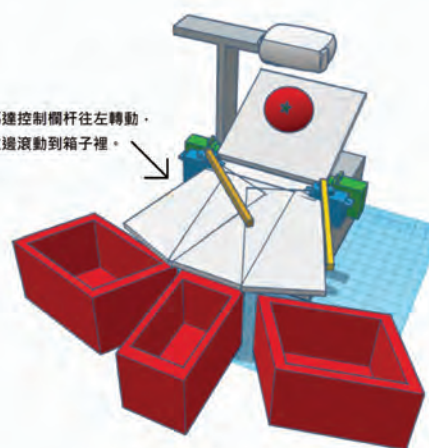
#### 情況二： 醜番茄

藍色伺服馬達控制檯杆往右轉動，使番茄向右邊滾動到箱子裡。



#### 情況三： 爛番茄

藍色伺服馬達控制檯杆往左轉動，使番茄向左邊滾動到箱子裡。

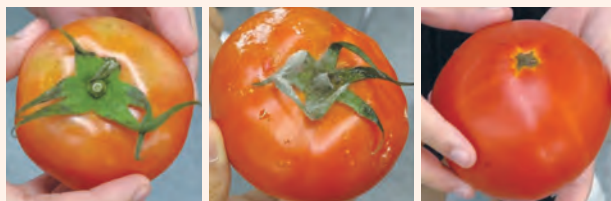


#### 裝置測試樣本：

001：醜番茄    002：醜番茄    003：爛番茄



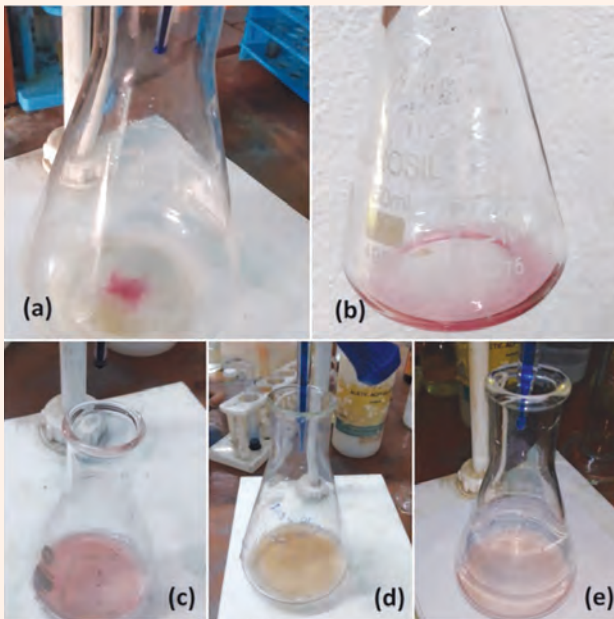
004：醜番茄    005：爛番茄    006：好番茄



番茄編號	醜番茄	好番茄	爛番茄	裝置成功辨認	裝置辨認失敗
001	○			✓	
002	○			✓	
003			○	✓	
004	○			✓	
005			○	✓	
006		○		✓	

## 🔍 困難及應對

製作問卷時想不到問題，需要很長時間才可以想出有用的問題。而進行實驗方面，因為 DCPIP 實驗是高中同學才會做的實驗，因此某些步驟例如將澄清液倒進 DCPIP 指示劑時的控制技巧，對於我們小學生是較難掌握的。



## 🔍 建議及改善

本研究有不少可以改善的位置。在硬件方面，有時候醜番茄某些位置未必可以讓攝影機影到，因此有機會被誤認為是好番茄，造成誤差。所以我們建議可以使平台旋轉，讓攝影機可以 360 度影到整個番茄，並在上下兩方多加一部攝影機，只要拍攝到某些醜番茄的特徵，都被認定為是醜番茄，增加成功率。

而在軟件方面，這次匯入至 AI 平台的相片數量太少，因此可以讓 AI 學習的內容過少，不夠完

整，可能會導致 AI 未必辨認到醜番茄的特質誤認為是好番茄，繼而增加誤差。

因此我們可以多拍不同種類番茄的相片以匯入至 AI 平台中，讓 AI 學習內容更豐富，提高 AI 辨認醜番茄的準確度。

## 🔍 總結

這次研究希望可以幫助農夫在收割後立即將醜番茄與好番茄分開，避免醜番茄送到供應商手中時因為賣不出而被棄掉。而收集到的醜番茄可以平價賣給茄汁製造商，或者派給低收入人士等等。

其實除了番茄外，其他蔬果也有這些因為醜而被棄掉的問題，我們希望這個研究除了能分辨番茄之外，還可以分辨其他蔬果，救救他們，避免造成食物浪費！

## 🔍 感想

**陳梓軒同學：**今次的活動令我感到非常榮幸，因為我可以學習到一些關於 STEM 的研究，亦可以學習到如何找出番茄中維他命 C 的平均值。整體而說，我感到非常榮幸和花費的時間非常值得。而本人最喜歡的環節是擠番茄汁，因為我覺得非常好玩。

**成舒雯同學：**我經過這次的 STEM 項目後，學會了很多東西。例如使用 DCPIP 實驗試劑做實驗、製作 STEM 模型等等。我也想到了我經常會因為不喜歡吃、不想吃而把食物扔掉，我現在開始再也不會做這些浪費糧食的事情了！我最喜歡其中的實驗部份，因為老師誇我很專業呢！我非常

的開心，如果下次還有這種活動，我還想再參加！

**謝穎瀧同學：**我覺得很刺激，也覺得很好玩，因為我一向對科學實驗有非常大的興趣，所以我有這樣的感受。希望下次有更好玩的科學活動我還能參加。

**陳紫悠同學：**在這次活動中，我覺得體驗新奇。因為能學會更多知識，也做了實驗，過程很有趣。因為從未接觸過那些器材，所以我覺得很開心和有趣。

**葉炳豪同學：**這次活動真是難忘啊！在我們去中學實驗室時，老師說我們去做的實驗是中三中四才會做的呢！所以這次機會十分難得啊！



#### 小貼士

十分欣賞同學發現在日常生活中蔬果因為外觀不吸引而被浪費的情況，繼而去想辦法解決。同學在探究的過程中充分利用 STEM 元素去解決問題，包括一開始利用問卷去收集一般人對醜番茄同及其營養價值的認知、用化學實驗去分析維他命 C 含量，最後用 AI 將不同外觀情況的番茄分類。探究成果創意及能用於現實的情況，亦希望可以用在別的蔬果上以減少浪費。該項目主題新穎，與現實問題解決緊密聯繫。項目設計嚴謹而科學，細節展示到位。短片製作非常用心和精緻。建議在「困難與應對」之前，添加一頁「探究結論」，以具體梳理最終結論和解決的問題。

# 綠色智能灌溉系統

學校：聖公會青衣主恩小學

組員：陳嘉希同學、江家蕎同學、梁家浚同學、梁傲滋同學、林俊其同學

教師：葉明亮老師、周啟傑老師、岑琳達老師

影片連結



## 探究意念

### 傳統農業需要的資源及其造成的破壞：

農業生產的過程中除了需要開墾土地，還需要投入不同資源以完成生產。這些農業投入品可以分為「自然環境投入」及「人文環境投入」。自然環境投入包括土地和土壤、農作物的種子、陽光、降雨等；人文環境投入則包括勞動力（農民）、資金、技術（器械、除蟲劑、肥料）等（雅集出版社，2017）。

在傳統的農業生產的過程中，會使用化學肥料及農藥等以提高產量及減少蟲害，但過度使用這些化學肥料及農藥會使環境受嚴重污染，導致土壤酸化、鹽化及地力衰退等問題，同時破壞農地的水資源及生態環境（許嘉恩，2011）。可見農業生產除了產出各種我們所需要的農產品，亦會產出污水、廢氣和廢物等，造成污染，使我們的日常生活品質也受到影響。

### 可持續發展：

「現代社會的需求得以被滿足的同時，不會損害後代滿足其需要的發展模式。」（環境及生態局環境科，2022）要達致「可持續發展」，我們應該盡量減少在發展過程中對環境及生態

造成的破壞，確保資源所消耗的速度低於資源再生的速度。

《香港二十一世紀可持續發展研究計劃》訂立了「可持續發展」的8個指導性準則：

經濟：推動經濟發展及增強競爭力；健康與衛生：提供適意的居所及工作環境；自然資源：改善資源消耗的效益、減少使不可再生資源、善用可循環再造的廢物、從廢物中回收資源；社會及基礎設施：提供合適的教育機會和社會基建；生物多樣化：避免在耗用資源時對生物多樣化構成的威脅；消閒及文化活動：維持多元文化，保存文化財產並促進其價值；環境質素：減低發展計劃的不必要副作用或影響發展效益的題（例如污染）；交通運輸：提供安全、方便、高效率及低污染的運輸網。

「清潔飲水和衛生設施」是聯合國（2015）「17個可持續發展目標」之一，我們應該避免浪費水，提升水資源的可持續性和公平分配性。

### 探究問題：

1. 我們能否透過改變農場的結構，以收集雨水及多餘的灌溉用水，建立水循環以提升水資在農業生產過程中的可持續性？
2. 我們能否為農夫建立利用綠色能源推動的農場灌溉及監察系統，使農場實踐自動化灌溉，農夫亦能更有效地監察農場的環境變化？

## STEM 原理

### 確保水資源在農場系統中得以循環使用：

我們首先要從農場的構造着手，在農場的模型

中設法收集多餘的灌溉用水，使於農田下滲的水得以收集並循環再用。為了確保有足夠的儲水量及所儲存的水質合宜，我們會利用水位感應器及酸鹼度探測器來進行探測，並透過物聯網為農夫提供實時的儲水資訊。

### 利用綠色能源建立農場灌溉及監察系統：

在農田附近善用空間架設太陽能板，便能把太陽能轉化為電能來儲存及運用，使農場的灌溉及監察系統能運用綠色能源來推動。我們亦會透過土壤濕度探測器來探測土壤濕度，濕度過低時便會實行自動化灌溉；利用光度感應器探測環境光強度，在光度低時自動化啟動成長燈；最後利用溫濕度探測器，透過物聯網為農夫提供實時的天氣資訊。

## ☀️ 測試器材與材料

### 模型主體：

雙層亞加力膠箱（以穿孔膠板分隔上下兩層）

### 電路系統：

Micro:bit、IoT 擴展板、感應器（光度感應器、水位感應器、土壤濕度探測器、酸鹼度探測器、溫濕度探測器）、LED 燈泡、潛水泵、透明塑膠水管、電線、電池盒、電池、太陽能板

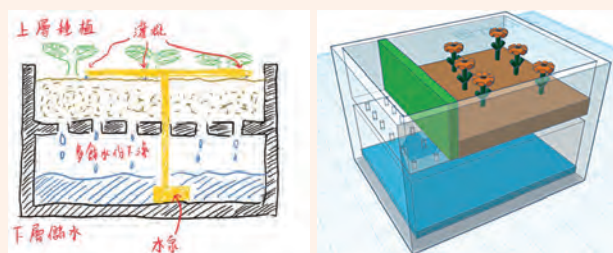
### 實驗材料：

種植土壤、植物幼苗、檸檬、小蘇打粉、水

## ☀️ 探究過程

### 建構農場模型：

無封頂設計	模擬農場開放的農田環境，讓植物可以充分吸收自然光
上層	種植區（農田）與電路系統（Micro:bit）存放空間
中間分隔板	有大量孔洞，當泥土水份過多時，便可以下滲到下層空間
下層	儲水空間



### 編寫感應器的測試程式：

#### 光度感應器：

1. 感應農場環境的光線是否充足
2. 如環境光度太低，便會啟動成長燈
3. 以簡易的 LED 燈泡模擬成長燈



#### 水位感應器：

感應儲水箱內的儲水量是否足夠。



**土壤濕度探測器：**

感應土壤的濕潤度。

**酸鹼度探測器：**

感應儲水箱所儲存的水的酸鹼度。(DFRobot, 2019)

**溫濕度探測器：**

用以提供農場的溫度和濕度實時數據。

**物聯網：**

把探測器所獲得的數據經 IoT 擴展板傳送至互聯網。

**測試紀錄及結果****光度感應器：**

在不同光度的環境中進行觀察度及確定自動啟動成長燈的條件：「光度相對值低於 50」。

測光環境	是否需要開燈 (環境觀察)	Micro:bit 所得的讀數
黑暗的房间	是	35
室內燈光	否	100
室外環境(日間)	否	100

**水位感應器：**

記錄感應器於不同狀態下的讀數，確定出現警示的條件：「讀數數值大於 800」。

測試環境	Micro:bit 所得的讀數
放置於空氣中	1023
浸泡於水體中	523
從水體中抽離表面 仍有水滴時	804

**土壤濕度探測器：**

記錄感應器於不同灌溉量下土壤的濕潤度（土壤於實驗前已曬乾），確定自動化灌溉條件：「讀數數值小於 900」。選用的灌溉方式是滴灌，能節省灌溉用水量和減少鹽害。（臺灣行政院農業委員會農田水利署，2022）

累積加水份量 (mL)	Micro:bit 所得的讀數
0 (曬乾的土壤)	583
10	604
20	621
30	870
40	960
50	970

**酸鹼度探測器：**

記錄感應器於不同溶液中的讀數。灌溉用水的酸鹼值應處於 5.5 至 7 之間。能保持養分平衡，及防止灌溉水在灌溉設備中形成水垢。（澳洲新南威爾斯州政府初級生產部，2011）並確定出現警示的條件：「儲水酸鹼值低於 5.5 或高於 7」。

測試溶液	預期結果	Micro:bit 所得的讀數
檸檬原汁	酸性 (pH < 7)	2.74
蒸餾水	中性 (pH = 7)	6.98
蘇打粉溶液	鹼性 (pH > 7)	8.32

## 水位感應器：

測試日期	Micro:bit 所得的讀數 (攝氏度)	氣溫計的讀數 (攝氏度)	Micro:bit 所得的濕度 (百分比)	濕度計的讀數
6月17日	27	28	90	89
6月22日	30	29	90	83
6月24日	29	29	78	80

## 最終程式設計：



## 實作測試及物聯網：

把各個感應器和探測器安裝於模型中，農夫可以透過互聯網取得各個感應器和探測器的實時數據。如有異常情況，例如：（一）儲水箱的水位過低或（二）儲水箱內的水酸鹼值異常；網頁上會出現警示，提醒農夫盡快前往農田處理問題。



## 困難及應對

### 「農業」對於我們相對陌生的行業：

透過大量的資料搜集，了解農業發展中的需要、所製造的污染、何謂「可持續發展」，實踐了資料搜集和整理的能力。

### 從未接觸過 Micro:bit、物聯網技術：

老師指導我們對比 Micro:bit 編程與我們學習過的編程方法的相似之處，並透過網上自學資源學習。程式出現錯誤時，作自我檢查及請老師們幫忙檢視。

## 建議及改善

是次的模型從根本上改造了農田的結構，大大提升了開墾農田所需的時間和資源成本，難以應用在佔地面積較大的農田上，同時改變農地結構對於部分土地而言，亦有可能造成水土流失等危機，長遠可能造成土地貧瘠，甚至引發山泥傾瀉的危機（臺灣行政院農業委員會，2014）。

我們的設計相對而言更適用於社區農圃、家居種植等種植面積較小的地方，這些種植點在設計時可以參照我們的模型結構，使水資源得以在種植範圍內更有效地循環使用，並不會改變土地構造，避免地質危害。對於大型的農田，

我們從這次研究的資料搜集中發現採用滴灌較傳統的灌溉方式更能節省水資源，從而實踐可持續發展的目標。

## 總結

是次的模型能夠使種植範圍內建立水循環，減少種植過程中所消耗的水資源。同時，亦能透過太陽能推動電路系統，實踐自動化灌溉，並使農夫能透過互聯網實時監察農田環境。不過，礙於改造農田的成本及可能造成的地質危害，我們建議這個模型的設計運用於社區園圃或家居種植等面積較小的地方，對於香港的社會環境而言亦非常合適。

## 感想

**陳嘉希同學：**我認為在這次活動中，我最大的得着學會了 Micro:bit 編程。而在構思的過程和製作模型的階段，也有效訓練我們團隊合作精神，同時讓我們發揮各自的所長。在過程中，我最有成功感的地方是能夠成功拼砌出模型，令我覺得之前的努力都沒有白費。當然，我們在過程中也遇到不少困難，例如：程式出現錯誤、水泵無法關閉、Micro:bit 的感應器沒有反應等，但每一次的失敗和挫折，都該我們下次更容易接受，並更快重新振作，想出辦法來解決問題。我們的模型當然不是最完美的，在外觀上我們可以把它製作得更加美觀；在使用的過程中也要更多地考慮如何提升農夫使用時的方便性，例如增加遠端控制，讓農夫在發現警示時無需親自到農田解決問題等。如果之後還有機會，我相信我們一定能做得更好。



**江家蕎同學：**經過這次的活動，我認識了有趣的 Micro:bit，也得到活用 STEM 知識的機會。我發現 STEM 的知識能啟發大家的設計思維，只要我們加以善用，便能為我們的生活加添許多的助力，讓我們的生活變得更方便！在製作模型時，我們特意在當中加入水泵，目的是當偵測

到泥土的水份不足時，可以把之前儲存的水份泵回種植區作灌溉用途，避免泥土過分乾燥。我認為這個設計對減輕農夫的工作負擔而言有非常大的幫助。因此當這個水泵能夠按照土壤濕度偵測的結果運行時，讓我有非常大的成功感！當然，我們在製作的過程中亦經歷了多次失敗，例如我們測得的水份酸鹼度非常不穩定，最後我們搜集更多資料，並善用網絡資源來改良程式，終於把問題解決了。最後，我覺得我們的模型的種植空間較有限，如果我們能夠透過這樣的模型種植更多糧食，或許能夠解決全球的糧食危機問題。希望我們的模型能夠得到推廣，讓人們了解農業生產過程也能夠符合可持續發展的原則，也希望大家能夠欣賞和喜歡這個作品。



**梁傲滋同學：**這次活動讓我學習到很多知識：我能夠透過搜集資料，增進自己在 STEM 各方面的了解；也能在創作模型的過程中，增加自己與隊友溝通的機會，提升自己在團隊中合作的能力。在過程中，我最有成功感的地方是在設置酸鹼度探測器的過程：在模型中設置酸鹼度探測器時，老師提醒我們它不可以觸碰到模型箱的底部，因此我和隊友發現我們本來打算用萬用膠固定探測器的方法並不可行。最後，我們想到用魔術貼索帶的方式固定探測器的電線，使探測器能夠固定浸於儲水箱的水中，同時又不會觸碰到模型箱的底部。當我成功固定它的時候，我得到莫大的成功感。

而這次研究過程中最大的困難，我認為是在搜集資料方面。由於大家一開始都不熟悉「可持續發展的農業生產」這個題目，因此我們都不知道應該如何就此題目搜集資料。幸好，老師慢慢引導我們，帶領大家一起去探索題目，最後問題也得到解決。

我認為我們的模型可以加上防止害蟲的設計，我建議可以在外圍用煙葉和除蟲菊等植物驅除來防治害蟲，避免模型中所種植的農作品受到牠們的傷害。





**梁家浚同學：**在這次活動中，我對 Micro:bit 編程有更深入的了解，也認識了物聯網的概念和實踐方法。製作模型時，我需要和隊友們充分溝通，除了個人的溝通技巧得以提升，也讓我們建立了良好的團隊精神。參與研究的過程中，讓我最有成功感的，便是能夠成功組裝模型。在決定不同感測器所在的位置的時候，我們要視乎感測器的功能，為它們尋找適當的安裝位置，讓它們能夠在模型中順利運作，避免發生錯誤。每當看到感測器達到我們預期的效果時，我也感到萬分喜悅。當然，我們也無法避免遇到挫折。在最初安裝水泵時，它並沒有按照我們編寫的程序運行，即使土壤濕度探測器顯示土壤已非常濕潤，水泵依然繼續運作、無法停止灌溉。在老師的引導下，我們嘗試找出程序的錯誤之處，了解當中運算思維邏輯出錯的地方，問題才得以解決。我認為我們的模型並不應該把儲水箱完全封閉。在現時的設計中，如果儲水箱內的水泵或感測器出現問題，我們都難以修正；如果儲水箱保留對外開放的空間，我們就能定期檢查儀器，及時修正出現的問題。



**林俊其同學：**這次活動除了讓我體驗到團隊合作帶來的快樂和成功感，還可以學到關於 Micro:bit 的編程技巧，更明白了原來在農業生產的過程中，可以調節的變數有如此多，包括灌溉用水的酸鹼度、天氣的濕度等，原來也對農作物的生長有顯著的影響。當中最讓我有成功感的地方，是我們成功克服在編程過程中所遇到的障礙，因為有很多個感測器的數值並不能可以直接取用，要是透過實驗來了解相對數值所表達的意思，或是需要換算，才可以得到對我們有用的數據或結果。最後，我們的灌溉系統能夠正常運作，讓我感到非常自豪。而我覺得過程中最困難的地方，是我們要決定把 Micro:bit 所連接的不同組件放置在模型中的哪些位置。每個感測器放置的位置不同，對整個編程所得出的結果也有極大的影響。我們的團隊通力合作，經過多番的嘗試，最終也能為各個感應器合適的擺放位置。我認為如果這個模型的系統如能在自動和手動之間作出切換會比較好，因為有時農夫可能未

有足夠的知識去理解系統不同數據背後的含意，或未必能及時就系統所作的警示調整農田內的突發情形；手動化處理能讓農夫有更多時間和空間處理問題，也能排除一些我們在編程過程中沒有預期出現的情形。我希望這個系統能夠變得更完善，最終能真實應用在我們的日常生活中。



## 參考資料

DFRobot (2019, March 1). Calibrating an Analog pH Sensor (with Linear Algebra) [Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=ZsOevE0qAno>

Horticulture Australia (譯) (2012)。〈灌溉水質〉(原作者: Department of Primary Industries, a part of the Department of Trade and Investment, Regional Infrastructure and Services)。取自 [https://www.dpi.nsw.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0007/433645/Irrigation-water-quality-chinese.pdf](https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0007/433645/Irrigation-water-quality-chinese.pdf)。

環境及生態局環境科 (2022)。〈可持續發展的定義〉。取自 <https://www.eeb.gov.hk/tc/susdev/sd/index.htm>

聯合國 (無日期)。〈可持續發展目標〉。取自 <https://www.un.org/sustainabledevelopment/zh/sustainable-development-goals/>

普力關懷協會 (2021 年 9 月 2 日)。〈永續發展定義〉。取自 <https://www.pulicare.com/>

臺灣行政院農業委員會 (2014)。〈水土流失知多少〉。《農業知識入口網》。取自 <https://kmweb.coa.gov.tw/>

臺灣行政院農業委員會農田水利署 (2022)。《灌溉方法分類》。取自 <https://www.ia.gov.tw/>

許嘉恩 (2011)。《台灣的自然保育》。臺灣: 國立臺灣師範大學地理學系。

周玉蓮、麥家斌、蕭偉樂、謝萃輝 (2017)。〈農業系統及農業模型〉。《互動地理 C3 冊 - 糧食問題》。香港: 雅集出版社。

張妮 (編譯) (2021 年 8 月 25 日)。〈研究: 全自動化小型農場 未來最佳農業模式〉。《大紀元時報》。取自 <https://hk.epochtimes.com/news/2021-08-25/28661401>

香港特別行政區規劃署 (2001)。〈可持續發展系統〉。《香港二十一世紀可持續發展研究行政摘要》。取自 [https://www.pland.gov.hk/pland\\_en/p\\_study/comp\\_s/susdev/ex\\_summary/final\\_chi/ch5.htm](https://www.pland.gov.hk/pland_en/p_study/comp_s/susdev/ex_summary/final_chi/ch5.htm)



### 小貼士

方案概念完整，測試認真細緻。欣賞同學運用了 IoT 的功能，連繫了不同的感應器，讓農夫能夠簡單地透過電腦系統了解植物生長所需條件的狀況，促進了生產力。

# Eaternet

學校：聖伯多祿天主教小學

組員：李倩晴同學、李心渝同學、陳巧兒同學、郭泓希同學、姜卓楠同學、梁子俊同學

教師：盧盈老師、林曉彤老師

影片連結



## 探究意念

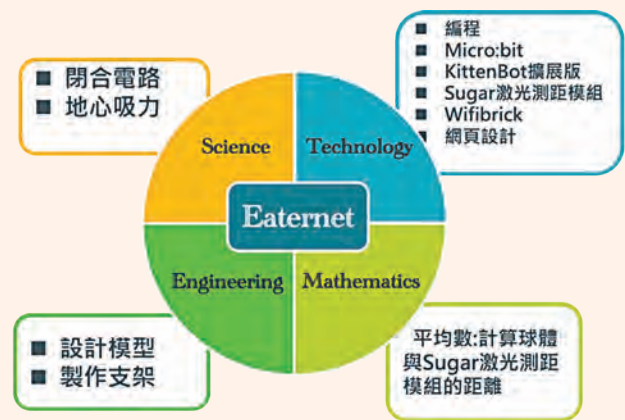
香港的貧富懸殊問題嚴重，據《2020年香港貧窮情況報告》，香港貧窮人口高達165.3萬，貧窮率達23.6%。香港不少人生活在貧窮線下，除了面對惡劣的居住環境，有不少家庭甚至未能滿足最基本的飲食需求，追求三餐溫飽也是十分奢侈。然而，香港不少餐廳每天丟棄大量的食物，浪費了許多食物。未必每一間餐廳能精準地預算食物的數量，導致每日有大量食物未能出售，結果送往堆填區。

有見及此，是次活動希望以STEM的方法在缺乏糧食和浪費糧食之間取得平衡，找出方法能更有效分配食物，幫助貧窮人士解決溫飽，也減少浪費，支持環保。

## STEM 原理

是次活動，我們會先製作一個模型，利用 Sugar 激光測距模組、Micro:bit 及 Wifibrick，記錄餐廳剩餘的食物數量，然後把即時的數據上傳到

物聯網 MakerCloud，物聯網的即時數據上載至 Google Sites，讓需要食物的人能通過網站實時了解各餐廳的廚餘數量並領取食物，減少當日浪費食物的情況。



## 探究過程

首先，討論怎樣記錄餐廳剩餘的食物數量。我們會模擬餐廳把剩餘的食物放在食物儲存箱內，將 Sugar 激光測距模組放置在儲存食物箱的邊緣，量度距離從而得知食物的數量，並以 Micro:bit 顯示食物儲存器的食物數量。

接着，我們要想想怎樣把即時廚餘數據上傳及公開給需要獲取食物的人。我們利用編程將 Sugar 激光測距模組記錄的數據即時上傳到 MakerCloud（物聯網平台），以地圖和折線圖的形式顯示數據，再以 Google Sites 創建網頁，令獲取食物的人能即時了解各地方的廚餘數量，從而以低成本，高效能的方式，讓餐廳或商店不用浪費食物，而有需要的人也能獲得食物。

## 測試器材與材料

材料	數量
Micro:bit	3 個
Kittenbot 擴展板	3 個
Sugar 激光測距模組	3 個
Wifbrick	3 個
封箱膠紙	1 卷
Blu Tack	1 排
畫筆	6 枝
膠樽	3 個

軟件 / 硬件	用途
Sugar 激光測距模組	測試物件與感應器的距離，精準度比超聲波感應器更佳。
Wifbrick	Wifbrick 提供了一個渠道，把 Micro:bit 作為核心的系統，通過 Wi-Fi 連接到各物聯網平台。
Micro:bit	它是一個微型可寫入程式的電腦，電路板大小為 4 cm x 5 cm，擁有不同的傳感器、藍牙通訊和 USB 連接編程能力、LED 螢幕，按鈕等。
Kittenbot 擴展板	可安裝 Micro:bit 主控板，控制積木塊在 KittenBot 原裝電池狀態下工作，支持 4 路直流電機。
MakerCloud 物聯網	可以把數據連線至網際網路或智慧裝置。它能結合了感測器，傳輸和接收其他設備資料。
Google Sites	通過 Google Sites 將所有類型的文件包括文字、數據、短片、相片、日曆及附件等與整個網絡分享。

## 探究過程

### 第一步——製作食物儲存箱模型：

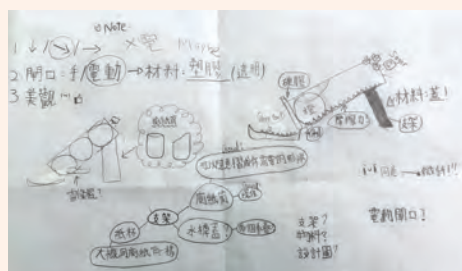
利用長條型的膠樽來製作食物儲存箱，但由於以真實食物作測量工具不可取，所以是次探究會以一個球體代表一份食物。將 Wifbrick、Sugar 激光測距模組、Kittenbot 擴展板連同 Micro:bit 固定在樽身不同位置。設計支架，選定食物儲

存箱的擺放方式，令支架固定食物儲存箱，不會倒下。我們決定製作三個食物儲存器，代表三間餐廳，以顯示數據有所不同。



### 分組：

	第一組	第二組	第三組
餐廳名稱	很好味餐廳 (Yummy Restaurant) 	超好吃餐廳 (Delicious Restaurant) 	太好吃餐廳 (Tasty Restaurant) 
組員	李倩晴、 郭泓希	姜卓楠、 梁子俊	李心渝、 陳巧兒



組員運用圖片及腦圖構思支架結構



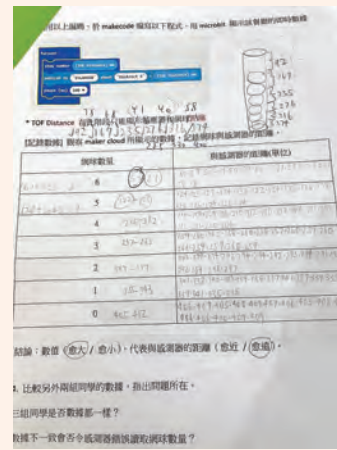
動手製作支架



將 Sugar 激光測距模組和 Wifbrick 電線連接到 Kittenbot 擴展板上

## 第二步——連接各個系統：

利用 MakeCode 網頁編寫 Wifibrick 的程序，嘗試接通 Wi-Fi 網絡，將數據傳送到互聯網。利用 MakeCode 網頁為 Sugar 激光測距模組編程，並接通 Wi-Fi，將即時數據傳送到 MakerCloud 物聯網平台，為之後的量度活動做準備。



為確保有穩定數據，學生記錄不少於十次的數值

## 第三步——量度距離：

通過 MakerCloud 物聯網的即時數字，找出 Sugar 激光測距模組與球體之間的距離，兩者距離愈大，代表球體數量愈少，即食物數量少。收集數據後，計算球體與球體之間的距離差異，計算平均值，取球體最闊的圓周位置，減少誤差帶來的影響（如：因 Sugar 激光測距模組只感測到球體頂位，以致錯誤讀取網球數量）。

時間	數據類型	物聯網設備	值
2022-06-27 16:24:49	test	1053467319	71
2022-06-27 16:24:45	test	1053467319	71
2022-06-27 16:24:49	test	1053467319	71
2022-06-27 16:24:57	test	1053467319	137
2022-06-27 16:24:57	test	1053467319	137
2022-06-27 16:24:57	test	1053467319	137
2022-06-27 16:25:07	test	1053467319	137
2022-06-27 16:25:07	test	1053467319	137
2022-06-27 16:25:51	test	1053467319	207
2022-06-27 16:25:51	test	1053467319	207
2022-06-27 16:25:51	test	1053467319	207

數值代表球體與 Sugar 激光測距模組的距離

組員分別觀察數值變化或記錄數據，完成後開始計算平均值。

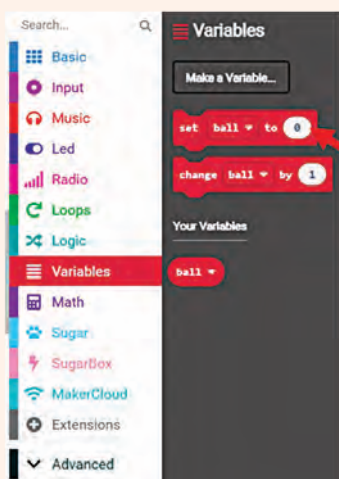


各組的數據紀錄，並運用數據編程：

第一組			第二組			第三組		
球體	最大值及最小值	平均值	球體	最大值及最小值	平均值	球體	最大值及最小值	平均值
6	69, 62	$(69+139) \div 2=104$	6	61, 53	$(61+122) \div 2=92$	6	58, 53	$(58+122) \div 2=90$
5	144, 139	$(144+205) \div 2=175$	5	128, 122	$(128+206) \div 2=167$	5	127, 122	$(128+206) \div 2=167$
4	212, 205	$(212+259) \div 2=236$	4	212, 206	$(212+257) \div 2=235$	4	200, 196	$(200+241) \div 2=221$
3	263, 259	$(263+296) \div 2=280$	3	262, 257	$(262+289) \div 2=276$	3	247, 241	$(247+281) \div 2=264$
2	301, 296	$(301+334) \div 2=318$	2	297, 289	$(297+335) \div 2=316$	2	286, 281	$(286+326) \div 2=306$
1	340, 334	$(340+394) \div 2=367$	1	343, 335	$(343+405) \div 2=374$	1	329, 326	$(329+404) \div 2=367$
0	403, 394	/	0	412, 405	/	0	408, 404	/

## 第四步——編程：

運用以上數值，開始編程，運用條件關係表達 Sugar 激光測距模組的距離與球體數量的關係。例如：六個球體與 Sugar 激光測距模組的距離在 91mm 以內，就是代表食物儲存箱內有六個球體，如此類推。



運用變項  
設定ball可隨偵測數  
值而改變顯示數值



上載數據後，MakerCloud 物聯網亦會即時更新數字編寫程式後，學生需要反覆測試，確保食物儲存箱的食物數量與 Micro:bit 顯示器是一致的，如果不一致，先嘗試除錯，否則回到第三步，重新記錄數據，找出問題所在。

時間	數據類型	物聯網設備	信息
2022-06-10 16:18:33	Delicious	-72386472	6
2022-06-10 16:18:30	Delicious	-72386472	6
2022-06-10 16:18:27	Delicious	-72386472	6
2022-06-10 16:18:24	Delicious	-72386472	6
2022-06-10 16:18:21	Delicious	-72386472	6

## 第五步——製作網頁：

運用 Google Sites 設計 Eaternet 專屬網頁，我們需要將 MakerCloud 物聯網的即時數字上載至 Google Sites，讓公眾即時取得各餐廳的食物數量。網頁除了有即時的食物數字，更有活動計劃的概念與 Eaternet 的運作介紹，令公眾或餐廳店主更了解活動的內容。



我們先商討網頁的內容，利用 Google Sites 製作網頁，介紹更多有關 Eaternet 的內容。



-活動目的♡  
 -參與商店(地址:) (personaly)  
 -成員回+感想♡+難題  
 -使用方法:) + Link video :))  
 -即時數據: :P  
 -特別鳴謝:)♡  
 -聯絡方式 (Line) 電話&email

### 關於 Eaternet 網頁：

<https://sites.google.com/spcps.edu.hk/eater-net/%E9%A6%96%E9%A0%81>



### Eaternet 的組成部分：

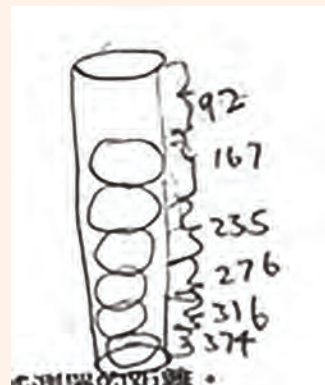
食物儲存箱（牽涉編程及數據紀錄）、Eaternet 專屬網頁（牽涉公佈即時數據）。



### 困難及應對

#### 偵測出錯：

所有組員在進行第三部分數據紀錄後，開展編程部分，惟測試發現數據時有不準。為減少感測時出現的誤差，我們計算球體的最闊部分（中間），以防止 Sugar 激光測距模組只感測到球體頂位或邊界，以致錯誤讀取網球數量。



#### 數據出錯：

其中兩位組員在第三部分量度距離中，記錄十次讀數，並將數據輸入至 Mirco:bit，可惜在 MakerCloud 顯示數值與實際球體數量不相符，令食物儲存器未能發揮效果。有見及此，我們重新記錄十次球體與 Sugar 激光測距模組的讀數，發現第一次記下的讀數有誤，並運用第二次的數據再次進行第四部分的編程，反覆測試，終於顯示數值與實際球體數量是一致的！

### 感想

**李倩晴同學：**我很榮幸可以參加這次活動！除了學會編程的原理和製作支架的方法，還學會了使用 Makercloud 製作物聯網和使用 Google Sites 來製作網址。我的編程、電腦、製作物聯網和網址的技巧也不夠純熟，幸好有老師和組員的幫助，讓我明白到團隊合作的重要性！

**李心渝同學：**經過這次的活動，我學到如何運用 Google Site 來製作網址，還有利用 MakerCloud 來上傳數據。在製作支架的過程，雖然遇到不同的困難，但我們並沒有放棄，而用積極的態度來面對問題和解決問題。還有感謝組員和老師的協助！

**陳巧兒同學：**這次是我第一次參加這個活動，這次活動令我學到編程，偵測和如何使用 MakerCloud。在途中，我和組員遇到非常多難題，例如在編程和製作支架。所以大家都盡力幫忙解決，當然也有盧老師和林老師的幫助呢！也因為這次，讓我知道溝通和交流真的很重要！我衷心覺得常識百搭這個活動非常有意義！

**姜卓楠同學：**我很感謝老師讓我參加這個常識百搭活動，我還認識新朋友，學會了結識新朋友。謝謝老師教導我怎樣編程，我和子俊遇到很多難題，例如在製造支架，大家都提出不同的設計方案，經過一番努力，但大家都互相幫助，結果很快完成，我很希望能夠這次取得佳績。

**郭泓希同學：**我很榮幸可以代表學校參加活動。在過程中我學會了編程和團隊合作，也結交了新的朋友，但當中也遇到了不少困難。例如 Sugar 激光的距離感測數據會不穩定，要經過很多次試驗才能成功。此外各隊員的想法會有不同，有時甚至會有爭論，所以大家要多討論和互相包容。最後我想多謝林老師和盧老師，感謝他們的指導。

**梁子俊同學：**我今次是首次參加這個活動，我學會了製作編程、如何使用 Google Sites 和 MakerCloud，我要感謝我的老師（林老師和盧老師），她們令我學會了更加深奧的編程。我的困難是記錄的數據不夠準確，但最終我和隊員一起同心協力，也能解決了問題，還有要感謝的幫助。

## 參考資料

香港特別行政區政府（2020）。《2020年香港貧窮情況報告》。取自 [https://www.censtatd.gov.hk/en/data/stat\\_report/product/B9XX0005/att/B9XX0005C2020AN20C0100.pdf](https://www.censtatd.gov.hk/en/data/stat_report/product/B9XX0005/att/B9XX0005C2020AN20C0100.pdf)

Kittenbot.hk（2018）。〈Kitten bot 介紹〉。取自 <http://www.kittenbot.hk/product/microbit/%E6%93%B4%E5%B1%95%E6%9D%BF-detail/>



### 小貼士

理念新穎有創意，可行，並且結合 STEM 元素，利用先進科技及編寫程式，製作創意模型，不住改進，實用性頗高，達致善用資源，有效地分配食物而不致造成浪費。

# 調教你「溫室」

學校：嘉諾撒小學（新蒲崗）

組員：黎家月同學、洪日楠同學、郭泳霆同學、蔡逸峰同學、林汝蔚同學、梁柏翹同學

教師：張宇航老師、鄧潔怡老師、李麗虹老師

影片連結



## 探究意念

面對人口日益膨脹，全球各國關注糧食短缺問題。為了提升植物生產量以解決需求，不少農民大量使用農藥，導致土壤受到破壞，甚至成為荒地，不能再種植。有見及此，我們希望可以設計一個可持續的耕作模式或系統，它既能增加糧食供應，也對環境造成最少的破壞。我們比較不同的耕作模式後，發現溫室種植更符合可持續發展的原則，但溫室種植存在兩個問題：首先，當天氣陰沉時，植物不能吸收足夠陽光。其次，未必有足夠人手為植物澆水。利用 STEM 原理，我們設計一些裝置解決以上問題。

## STEM 原理

**當天氣陰沉時，植物不能吸收足夠陽光：**

**解決方法：**

設計自動補光系統。利用 Micro:bit 的光線感應器來測量光線是否充足。當光線不足時，連接着 Micro:bit 的 LED 燈就會亮起；當光線充足時，LED 燈就會關閉。

**未必有足夠人手為植物澆水：**

**解決方法：**

設計自動灑水系統，利用 Micro:bit 連接濕度感應器來測量土壤濕度。當濕度感應器測量到水分不足時，連接着 Micro:bit 的水泵就會轉動，水泵泵水，灌溉植物；當濕度感應器測量到水分充足時，水泵就會停止轉動，令水不再流出。

## 器材及材料

**最初模型：**

測試	器材／材料
自動補光系統	Micro:bit、一盞外置的 LED 燈、溫室模型
自動灑水系統	土壤濕度感測器、伺服馬達、溫室模型

**最終模型：**

測試	器材／材料
自動補光系統	Micro:bit、外置的 LED 燈帶（含 30 個 LED 燈）、溫室模型
自動灑水系統	水泵、水管、土壤濕度感測器、溫室模型



最初模型



最終模型



## 探究過程

探究將分為三個階段：初步探究、設計及製作、改良及優化。在初步探究，我們透過資料蒐集探究不同種植能否達致可持續發展，考慮探究可能性、經濟效益等方面後，確立一種種植方式。

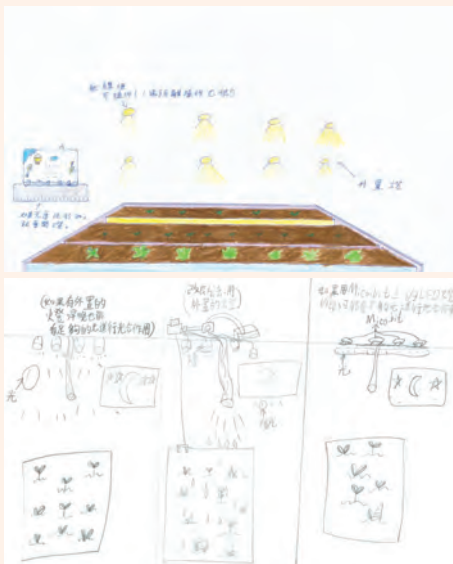
水耕種植：	水耕種植	土壤種植	垂直種植	溫室種植
<b>經濟效益：</b> 1. 農作物在封閉的人工系統內和潔淨的設施中成長，因而杜絕了病蟲害的問題，無須使用農藥，從而降低農藥成本。(資料來源於綠色力量) 2. 與土耕比較，水耕種植的用水量效益甚高，因為水可以停留在系統中重複使用，因此降低水的成本，所以水耕種植所採用的深水灌溉法比起土耕種植的用水量少80%，(資料來源於香港特別行政區立法會) 3. 在可控制鹽種生長的營養等級，因此相對於傳統的種植方式，其單位營養成本較低。(資料來源於維基百科) 4. 有著高經濟的價值。	<b>優點方面</b> 水耕種植與傳統的種植方法利用自動化技術，減輕對人力的需求，對於處在遙遠的邊境農場，設置水耕種植場可減少運輸、行業等對社會造成的負擔。此外水耕種植場還具備低成本、易於搬運的特點，用於建設城市、水耕種植場可減少傳統種植所需的水、肥料等成本。 <b>種植成效</b> 水耕種植不受陽光和土壤限制，可在室內或地下進行，可在任何地方進行。此外，水耕種植可減少病蟲害的發生，從而提高產量。 <b>農法</b> 水耕種植不受陽光和土壤限制，可在室內或地下進行。此外，水耕種植可減少病蟲害的發生，從而提高產量。	<b>優點方面</b> 種植的農作物種植於土壤中，一般的土壤肥力比水耕種植高，且可避免種植場在邊境地區中運輸的困難。此外，水耕種植場還具備低成本、易於搬運的特點，用於建設城市、水耕種植場可減少傳統種植所需的水、肥料等成本。 <b>種植成效</b> 水耕種植不受陽光和土壤限制，可在室內或地下進行。此外，水耕種植可減少病蟲害的發生，從而提高產量。 <b>農法</b> 水耕種植不受陽光和土壤限制，可在室內或地下進行。此外，水耕種植可減少病蟲害的發生，從而提高產量。	<b>優點方面</b> 一些種植場在室內或溫室中，因為有燈光且生長環境穩定，所以種植場可減少運輸的困難。此外，水耕種植場還具備低成本、易於搬運的特點，用於建設城市、水耕種植場可減少傳統種植所需的水、肥料等成本。 <b>種植成效</b> 水耕種植不受陽光和土壤限制，可在室內或地下進行。此外，水耕種植可減少病蟲害的發生，從而提高產量。 <b>農法</b> 水耕種植不受陽光和土壤限制，可在室內或地下進行。此外，水耕種植可減少病蟲害的發生，從而提高產量。	<b>優點方面</b> 溫室種植場在室內或溫室中，因為有燈光且生長環境穩定，所以種植場可減少運輸的困難。此外，水耕種植場還具備低成本、易於搬運的特點，用於建設城市、水耕種植場可減少傳統種植所需的水、肥料等成本。 <b>種植成效</b> 水耕種植不受陽光和土壤限制，可在室內或地下進行。此外，水耕種植可減少病蟲害的發生，從而提高產量。 <b>農法</b> 水耕種植不受陽光和土壤限制，可在室內或地下進行。此外，水耕種植可減少病蟲害的發生，從而提高產量。

	土壤種植	水耕種植	溫室
經濟效益 (成本)	傳統而言，播種、施肥、灑水均需人手完成，成本較高。	不受惡劣天氣影響，可全年無休止出產農作物。	產量較高、質量佳、回報高；但搭建投資較大，溫室的維護及使用也需成本。
農作物收益	播種的份量應按作物的種植密度而定，產量則視乎播種密度。	生長快速，無激素添加，營養價值比起一般蔬菜較高，更健康。	溫室內環境適宜，所以農作物的生長週期短，全年均可生產。
環境影響	可能需要額外施肥，化學肥料會造成土壤污染、水營養過剩、水土流失等環境問題。	種植環境乾淨，無農藥，無污染，無需添加化學肥料。	害蟲、疾病、熱量、濕度等完全受到控制，無需使用防止蟲害的化學物質、或化學肥料。
探究可行性	可行，但植物生長週期較長，需時較長。	可行，但器皿及種植系統製作成本較高。	可行，且較容易製作模型。

其次是設計及製作。確定探究溫室種植後，蒐集資料探索改良方法，提升其生產效能。我們從以下兩方面進行探究及改良。首先是增加農作物生長速度，增加產量。以自動補光系統令農作物較長時間進行光合作用；其次，添加自動化裝置，減少人力需求，降低成本，以自動灑水系統令保持土壤濕度。最後是改良及優化，增加廚餘回收裝置，利用廚餘施肥。

## 自動補光系統：

### 設計圖：

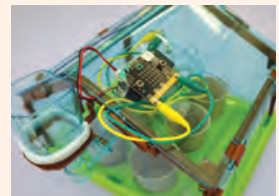


### 最初模型：

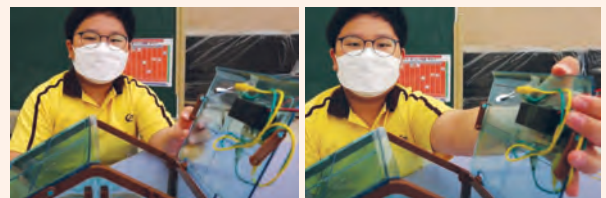
#### 1. 編寫程式



#### 2. 安裝

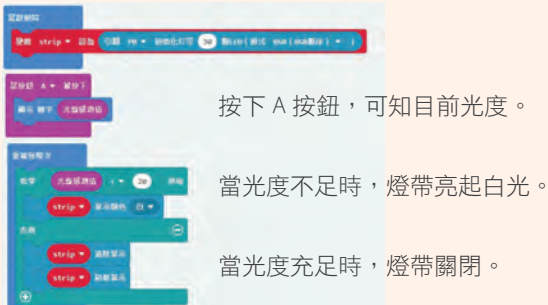


#### 3. 測試：當受到陽光照射，LED 關閉；當手遮擋光度感測器，LED 亮起。

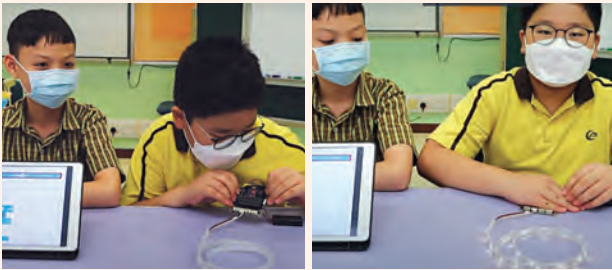


**改良後：**

1. 編寫程式：由於最初模型 LED 燈不足，故改用 LED 燈帶，含有 30 顆 LED 燈；令溫室內所有植物都受到燈光照射。



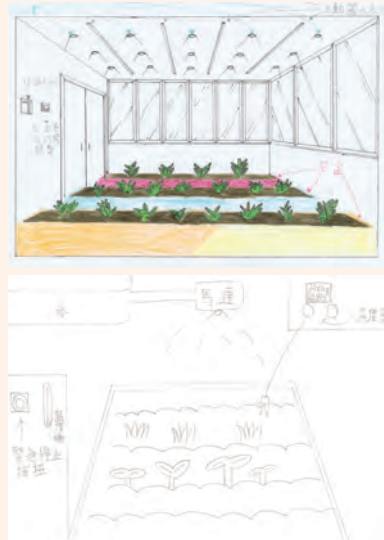
2. 測試：光線充足，光度顯示為 161；當手遮蓋感應器，LED 燈帶亮起。



3. 安裝：LED 燈帶向內，對着植物；Micro:bit 光度感應器向天，感測光度。



4. 安裝後測試：光線充足，LED 燈帶熄滅；手遮蓋感應器，LED 燈帶亮起。

**自動灑水系統：****設計圖：****最初模型：**

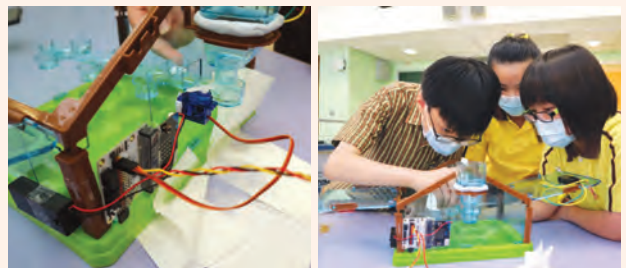
1. 編寫程式：按下 A 按鈕，可知土壤濕度。當濕度不足時，伺服馬達轉動。



2. 安裝：安裝伺服馬達在水槽出水處；在馬達上加膠片，令水槽閉合。



設計失敗，因大氣壓力，膠片和伺服馬達無法承托水槽中的水；水直接流出。不斷嘗試及改良設計。



**第一次改良：**

1. 編寫程式：用水泵取代伺服馬達。

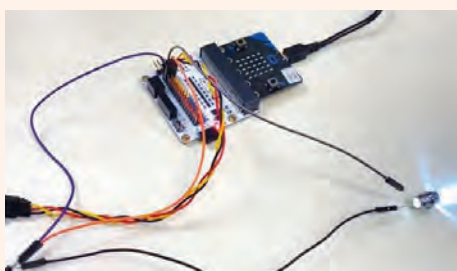


按下 A 按鈕，可知土壤濕度。

當濕度充足時，  
沒有電流通過。

當濕度不足時，  
電流通過水泵。

2. 改用水泵，但無法正常運作。使用相同程式及接駁方式，能使 LED 運作正常。我們估計是 Micro:bit 電壓不足。

**第二次改良：**

在技術人員協助下，更換零件。水泵最終能正常運作。

**測試紀錄****自動補光系統：****控制變量：**

	自動補光 (A)	日照陽光 (B)
種子數目——薄荷	6	6
種子數目——四季豆	4	4
種子數目——櫻桃蘿蔔	6	6
土壤高度 (第一次注水後)	5 cm	5 cm
每日注入水分	30 mL	30 mL

**因變量：植物的生長狀況：**

植物生長狀況	薄荷		四季豆		櫻桃蘿蔔	
	自動補光 (A)	日照陽光 (B)	自動補光 (A)	日照陽光 (B)	自動補光 (A)	日照陽光 (B)
3 日後	沒有改變	沒有改變	沒有改變	沒有改變	沒有改變	沒有改變
5 日後	開始發芽	沒有改變	開始發芽	沒有改變	發芽， 長出幼苗	開始發芽
2 周後	長出嫩葉 (約 2cm)	長出嫩葉 (部分枯萎)	生長迅速 (約 10cm)	開始長出	幼苗長出 (部分枯萎)	幼苗長出 (部分枯萎)

## 5日後：

A：自動補光

B：日照補光



## 2周後：

A：自動補光

B：日照補光



## 自動灑水系統：

## 控制變量：

	自動灑水 (A)	手動灑水 (B)
種子數目——向日葵	6	6
種子數目——牽牛花	6	6
種子數目——櫻桃蕃茄	6	6
土壤高度 (第一次注水後)	5 cm	5 cm
光度	日照陽光	日照陽光

## 因變量：植物的生長狀況：

植物生長狀況	向日葵		牽牛花		櫻桃蕃茄	
	自動灑水 (A)	手動灑水 (B)	自動灑水 (A)	手動灑水 (B)	自動灑水 (A)	手動灑水 (B)
3日後	沒有改變	沒有改變	沒有改變	沒有改變	沒有改變	沒有改變
5日後	發芽，長出幼苗	沒有改變	開始發芽	沒有改變	發芽，長出幼苗	沒有改變
1周後	生長迅速 (約 10cm)	沒有改變	發芽，長出幼苗	沒有改變	幼苗長出 (約 6cm)	沒有改變

## 1周後：

A：自動灑水

B：手動灑水



## ☀️ 測試結果

## 自動補光系統：

由觀察得出，植物透過自動補光系統在夜間也進行光合作用，植物生長速度較快。但部分植物枯萎，可能與水分不足有關。

## 自動灑水系統：

觀察得出，植物在濕度不足時，自動補充水分，植物生長較佳。但觀察時間較短，難以比較植物的長遠變化。

## 🌞 困難和應對

自動灑水系統一開始使用伺服馬達，但空氣壓力把水從水槽逼出，無法正常運作。改用水泵後，涉及零件接駁、電壓處理；我們需要請教老師、專業人士才能完成。其次是種植時間較短，難以觀察到長遠的改變，所以使用生長週期較短的植物。

## 🌞 建議及改善

### 自動補光系統：

LED 燈帶雖然有 30 顆 LED 燈，但在光線不足的時候，亮度可能仍不足，建議可改用更光的 LED 燈。

### 自動灑水系統：

濕度感應器只有一個，放置於中間的盆栽中，無法準確測量其餘兩個盆栽的濕度，建議可分別使用三個自動灑水裝置，令三種植物均能按需要補水。

### 廚餘回收裝置：

增設廚餘回收裝置，直接減少廚餘、垃圾製造，減低對環境造成的壓力；利用廚餘製造肥料，不必額外購買肥料施肥；不用化學肥料，也能減少對環境造成的影響。

### 種子的選擇：

選購了生長週期較短的植物，如薄荷、四季豆，應嘗試種植農作物。應搜集不同植物最適宜的光照時間、濕度，調節補光系統和灑水系統的數值，製作最切合植物需要的裝置。

## 🌞 總結

期望能透過我們的設計，能改變溫室種植的方式，令溫室耕種更能達到可持續發展。能透過自動補光系統，增加植物受光照射的時間，令植物進行光合作用，持續生長。透過自動灑水系統，減少人手使用，減低生產成本。最後期望廚餘回收裝置，使用廚餘施肥，能減少廚餘製造，也能減低對環境的壓力。

## 🌞 感想

**黎家月同學：**在製作溫室中，常常有困難阻礙我們，令到實驗不能繼續進行。例如，水泵需要的電壓比較高，而 Micro:bit 供應不足，導致自動灑水系統不能完成。老師看見我們都愁眉苦臉，了解困難後，老師就循循善誘地教導我們，讓我們想到了解決問題的方法。探究過程時，老師的關懷、關心和幫助成了我們研究下去最大的動力。從這個實驗中，我知道「可持續發展的農業生產」是多麼的重要。因為它是安全、營養、無公害、無污染、持續的。另外，化學農藥對環境的污染很嚴重。例如，水源質量下降、水土流失……然而「可持續發展的農業生產」是不會耗盡資源和損害環境的農業生產體系。它既可以滿足到人類的食用需求，又能環保，真是一舉兩得！如果「可持續發展的農業生產」能推行全球，將會造福人群！

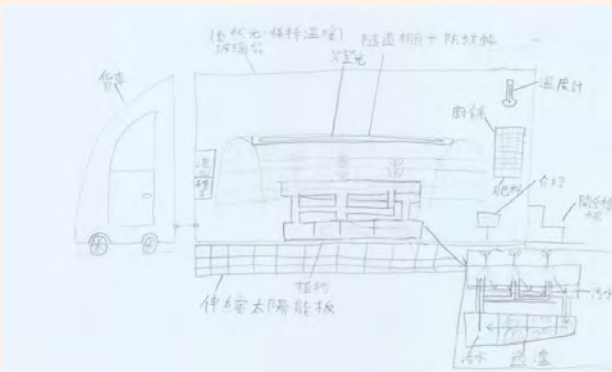
**蔡逸峰同學：**一開始，知道要製作一個溫室時，把我嚇了一跳，因為我們從來沒有試過做這樣的項目，甚至對溫室也毫不了解，但在老師孜孜不倦的教導下，我們逐漸開始拼砌出一個溫室的雛形。當中我們遇到很多困難，舉一個例子，我們在設計自動灑水系統時，Micro:bit 電壓不足支撐水泵，使我們的灑水系統不能完成，一開始我感到很挫敗。但老師鼓勵我們，最後我們在市面上找到了能使 Micro:bit 讓水泵運作的電阻器，才解決問題。這個活動也讓我獲益良多，令我明白到，當遇上挫折時，不要退縮，才能解決問題。

**郭泳霆同學：**在研究溫室中，我們加了自動補光系統和自動灑水系統。過程中，最大的困難就是水泵的處理。一開始，水泵不能運作，讓我們懊惱不已。最後，通過外來技術人員的支援下，我們成功解決了問題。令我明白到堅持才能夠成功的道理。我以後遇到困難會堅持下去，直到成功。當然，如果自己能力並不能解決時，就需要尋求他人協助，千萬不要只靠自己，因為別人的幫助也十分重要。

**洪日楠同學：**當我們製作溫室時，我們遇上許多困難，除了水泵運作問題之外，還有燈帶燈光問題，我們發現 Micro:bit 接駁 LED 燈帶後，長時間開啟的情況下，LED 燈帶會發出其他顏色的光，例如發出橙光、紅光；我們探究了一段時間後，老師建議我們更換電池。最後發現的確是沒有電的原因。幸好有老師從旁指導，我們才可以順利完成自動補光系統。製作完成後，令我明白到遇到挫折不要放棄，要堅持到底，才有機會成功。

**林汝蔚同學：**在研究過程中我們遇到不少困難，但我們都會不斷想方法去解決問題。例如：設計模型的灑水系統時，我們在決定用甚麼儀器執着了很久。在老師的教導下，最終我們決定用水泵輸送水到泥土裏。在探究的過程中，我最大的得着是學會了編程，以及製作時需要不斷努力、永不放棄的精神。我希望我們的產品可以應用在真的溫室裏，做到可持續發展，方便農夫和幫助解決糧食問題。

**梁柏翹同學：**今次的設計令我獲益良多。這個設計的難題訓練了我解難及應變能力。在設計自動補光系統時，我和同學發現一顆 LED 燈只能足夠為一棵植物提供光線。於是，我們想到使用 LED 燈帶為所有植物提供光線。這些得着是十分寶貴的。我也認為我們可以作出一些改善。第一，我們可以製作濾水系統，再連接到自動灑水系統。這樣就能潔淨水分，而且可以減少使用水分。第二，我們也可以在貨櫃車上安裝溫室，變成流動溫室。這樣就能到各區進行教育，讓大眾了解環境保育的方法，達到可持續發展的目標，我建議改良濾水系統和流動溫室：



## 參考資料

潘道明 (2021 年 10 月 21 日)。〈水耕「菜」回家——傳統土耕與水耕之別〉。《頭條日報》。取自 <https://hd.stheadline.com/news/columns/1360/20211021/952643/%E5%B0%88%E6%AC%84-%E6%B0%B4%E8%80%95-%E8%8F%9C-%E5%9B%9E%E5%AE%B6-%E5%82%B3%E7%B5%B1%E5%9C%9F%E8%80%95%E8%88%87%E6%B0%B4%E8%80%95%E4%B9%8B%E5%88%A5>

愛食有限公司 (2021)。〈水耕菜成健康飲食新指南〉。取自 [https://ieat.hk/index.php?route=journal2/blog/post&journal\\_blog\\_post\\_id=23](https://ieat.hk/index.php?route=journal2/blog/post&journal_blog_post_id=23)

香港特別行政區立法會 (2015)。〈水耕種植〉。取自 <https://www.legco.gov.hk/research-publications/chinese/essentials-1516ise02-hydroponic-farming.htm>

嘉道理農場暨植物園 (2022)。〈有機種植〉。取自 <https://www.lowcarbonliving.hk/chi/Organic.aspx>

行政院農業委員會 (無日期)。〈農業知識入口網，溫室栽培〉。取自 [https://kmweb.coa.gov.tw/theme\\_list.php?theme=subject\\_list\\_view](https://kmweb.coa.gov.tw/theme_list.php?theme=subject_list_view)

綠田園基金 (2014)。〈有機耕種〉。取自 [http://www.producegreen.org.hk/agronomy\\_15.htm](http://www.producegreen.org.hk/agronomy_15.htm)

綠色力量 (2015)。〈更切合本地需要 以水耕取代傳統農業〉。取自 [https://www.greenpower.org.hk/html5/chi/fe\\_116.shtml](https://www.greenpower.org.hk/html5/chi/fe_116.shtml)

譚淑美 (2019 年 5 月 23 日)。〈製作「凝膠薄膜」〉。《信報》。取自 <https://ds.icampus.hk/kitsam/upload/article/c5930a3ec05c1f1add9b367864edd02b.pdf>



### 小貼士

學生解釋清楚，探究成果能解決現實生活中的難題，具有很強的可行性。

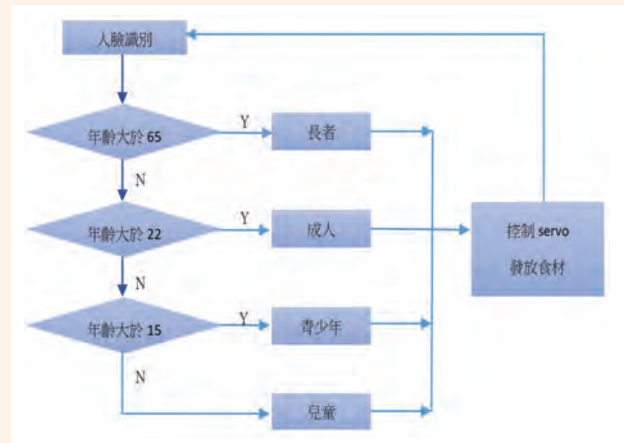
# AI 營養櫃

學校：樂善堂梁銻琚學校（分校）

組員：陳新慧同學、麥涵智同學、陳哲曦同學、陳灝宏同學、王樂仁同學

教師：張雪梅老師、羅悅爾老師

影片連結



## 探究意念

我們知道世界上有些地方因食物分配不均造成浪費，同一時間有不少人飽受飢餓之苦。香港是一個發達的社會，有需要的市民能從各類機構中得到基本食物保障，例如：食物銀行、藍雪櫃等。但是良好的營養是任何健康生活方式的支柱僅僅有基本食物不足以為有需要的人士提供適切的幫助。人的身體從嬰兒期到老年期，以及之間的一切變化，都需要略微不同的營養來優化生長、發育和功能。因此，我們便構思設計一個能為不同年齡段的人士提供合適的營養食物的智能營養食物櫃。

## 科學原理

我們運用了視像偵測和 AI 人臉識別技術。透過人臉識別功能，可以偵測到人臉的年齡。根據年齡的大小不同，可以把使用者分類到兒童、青少年、成人及長者類別中，再控制舵機提供相應的食材。

## 探究過程

### 資料搜集：

現在各類慈善機構會在不同地方設立食物銀行、食物提取機和藍雪櫃等，供有需要的市民取用。

### 實物觀察：

我們在水圍 T town 商場看到「自在食」速凍餐自助提取機。這部機器主要為會員提供速凍餐食物援助服務，所提供的餐食內容相同。



「自在食」速凍餐自助提取機



**網上資料搜集：**

我們在網上搜集資料，使用 Padlet 進行資料匯總。經過分析，我們發現不同年齡段對營養素的需求是不同的。兒童和青少年需要大量蛋白質、礦物質、微量元素和維他命等，成人需要礦物質、脂類、維他命和微量元素等，而長者需要碳水化合物、脂類、蛋白質、鈣、鐵、鋅、硒和維他命等。我們經過討論，決定提供四個年齡段的食材選擇，例如兒童需要 2 份奶，長者需要 5 份魚、肉、蛋，成年人對穀物的需求相比兒童的較多，兒童對蔬菜的需求相比長者的較少，青少年和成人對水果的需求相同（詳細見下表）。

年齡段 / 食材	穀物	蔬菜	水果	肉、魚、蛋	奶
兒童（3-11 歲）	2 份	2 份	2 份	4 兩	2 份
青少年（12-22 歲）	5 份	3 份	2 份	5 兩	2 份
成人（23-65 歲）	6 份	3 份	2 份	7 兩	1 份
長者（65 歲以上）	4 份	3 份	2 份	5 兩	2 份

根據不同年齡段的人士對營養的需求，我們設計的營養櫃需要能辨析使用者的年齡，準確地為他們提供合適的食材。

**探究問題：**

如何利用 AI 技術，辨析使用者的年齡？如何控制舵機，準確地發放食材？

**測試器材與材料**

Micro:bit V2、Kittenbot 擴展板、Kittenblock 軟件、電腦（含攝像頭）、舵機、LEGO、膠杯。

**探究過程****年齡偵測——測試紀錄及結果：**

我們在網上搜索了人臉識別的資源，發現免費可用的資源不多，如果選擇自行訓練 AI 模型，樣本數量無法做到可以涵蓋所有年齡段。這時，我們發現 Kittenblock 軟件中的 FaceAI 插件提供了相應的功能，配合視訊偵測功能可以方便地檢測人臉，並判斷該人士的年齡。我們編寫了以下程式，反覆進行了上百次實驗，得到以下測試結果。

年齡測試	人臉偵測	年齡判斷正確度
3-11	成功	✓✓✓✓
12-22	成功	✓✓✓
23-65	成功	✓✓✓✓✓
>65	成功	✓✓✓✓



測試結果顯示，FaceAI 插件可以檢測到人臉，並判斷該人士的年齡，但準確率按不同年齡段有差異，有時未能正確反映使用者的年齡段。但是考慮到 Kittenblock 軟件是免費軟件，且使用方便程度高，檢測正確度尚在可接受範圍，我們仍然決定使用 FaceAI 插件進行實驗。

**製作營養櫃：**

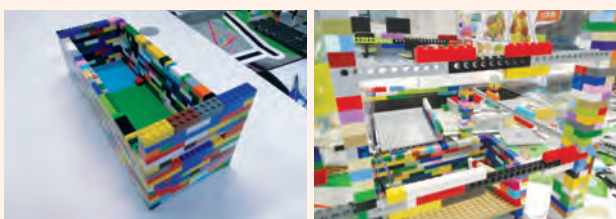
最初，我們打算用環保紙箱製作營養櫃，但後來考慮到製作過程中需要不斷地改動櫃身的高低寬窄以及內部間隔，紙箱難以一次成形，我們選擇了用 LEGO 積木搭建。從第一塊 LEGO 積



木開始，我們經過幾周時間，無數次的調整、改動、重建，終於搭建出一個心目中的理想模型，具效能的組合。

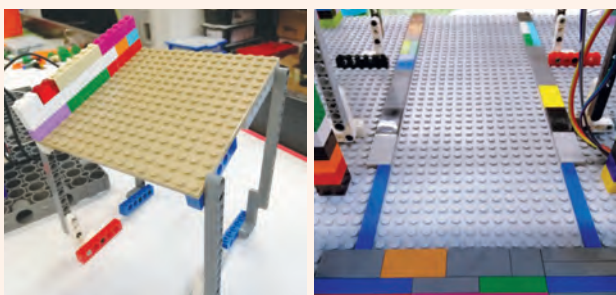


製作營養櫃模型



取扭蛋抽屜

支撐結構的橫樑



方便扭蛋滾落的斜台

減少摩擦力的抽屜滑道

### 控制舵機——測試過程及結果：

我們使用 Kittenblock 軟件編程控制 Kittenbot 擴展板上的 Micro:bit V2。Kittenbot 擴展板最多可以連接 8 個舵機，能滿足我們一次控制 4 個舵機的需求。我們選用了 SG90 ANALOG 舵機，可以通過編程控制順時針或逆時針旋轉  $180^\circ$ 。而為了方便發出食材，我們選擇了可以用滾動的扭蛋模擬食材的承載器。



#### 第一輪測試：

我們最初的設想是：舵機放置在扭蛋前方，在程式中設定當滿足年齡條件時，相應舵機順時

針旋轉  $90^\circ$ ，將最底層的扭蛋擊出，暫停 1 秒後，舵機逆時針旋轉  $90^\circ$ ，回到初始位置。第二層扭蛋會落下成為最底層，準備下一次被選中。但是，在實際測試中，我們發現由於慣性的作用，最底層的扭蛋被擊出後，第二個扭蛋經常會被帶動掉落，無法保證可以停留在備選位置。經過修改旋轉角度、修改暫停時間、改變舵機上的橫桿的長度等多次測試後，我們確認這個方法行不通，決定放棄，重新思考更可行的方法。



失敗的測試

#### 第二輪測試：

這一次，我們用膠杯取代橫桿，將膠杯的底部粘貼在舵機上，在膠杯中剪出一個足夠一個扭蛋進入的缺口。開始時，缺口向上，最底層的扭蛋進入膠杯。當舵機順時針轉動  $180^\circ$  時，膠杯就會反轉，內裏的扭蛋就會向下掉出，而第二層的扭蛋會被阻隔在膠杯之上；隨後，當舵機逆時針轉動  $180^\circ$  時，膠杯缺口轉向上方，第二層的扭蛋就會掉落在膠杯裏。經過多次測試，這個方法能確保扭蛋有序地一個跟一個按需要掉落，實驗成功。



製成品

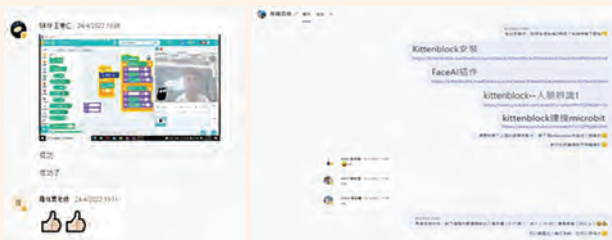


程式及介面

## 困難及應對

在整個探究過程中，我們面對過無數困難，也嘗試了很多方法。今年的常識百搭探究開始時，正值疫情爆發，我們不得不改為在家上網課。為了不影響進度，老師利用 Teams 發放了一些影片和網頁給我們，要求我們自學 Kittenblock 編程，並嘗試利用 FaceAI 插件進行人臉識別。雖然利用網絡資源學習有難度，但我們都很用心嘗試，並很開心能夠成功。

製作營養櫃模型時，每一個空間的寬窄、高度與傾斜度都會影響整個模型的承重及扭蛋最後掉落的情況，我們耗費了大量的時間進行不斷的測試與調整。而在控制舵機發放扭蛋時，我們更遇到了與設想完全不同的狀況，不得不推倒原先的設想，改變思維，從頭再來。最後，我們每一位組員都很努力共同解決問題，終於成功把設計意念塑造成一個實體的模型。



## 建議及改善

本次人臉識別實驗選用了 Kittenblock 軟件中的 FaceAI 插件。但因為現時人們普遍戴口罩，FaceAI 識別年齡的準確度不夠，會出現誤判。要提高實效，需選擇更準確的人臉識別系統，或增加更多的訓練模型。本設計適用於非會員的特定人群使用，為防止濫用，需要加強宣傳和指引。

## 總結

我們運用了視像偵測和 AI 人臉識別技術，編程控制舵機，利用 LEGO 積木製作了一個能為不同年齡段的人士提供合適的營養食物的智能營養食物櫃。希望通過這個設計，能為有需要人士提供度身訂造的營養配比，為他們的身體健康加油的同時，也減少不必要的食物錯配與浪費。經過這次探究，不但讓我們認識了更多新科技，更體會到 STEM 各個元素在製作模型中的綜合應用。

## 感想

**陳新慧同學：**我從這個活動中獲益良多，從蒐集資料的過程當中，知道了各個年齡層的營養分配；我學會了使用 Kittenblock 編寫程式，認識到更多新科技。雖然在製作過程中，我們遇到了很多困難，不過我們都會共同努力解決問題，讓我更加明白團隊合作的重要性。

**麥涵智同學：**在參加這個活動中，我學會了更多關於 STEM 的知識。整個設計不是由老師們一手完成，而是我們整個團隊一起去做，這種體驗非常棒。雖然在編程和疊 LEGO 的過程中遇過很多問題，可是我們都一一克服了這些困難，同時也提升了我們的凝聚力。

**陳哲曦同學：**在這個過程中，我學會了如何聽取隊友的意見，也經歷過很多次失敗。但我明白到不要放棄，在哪裏跌倒就在哪裏站起來，從失敗之中探究到科技的奧妙，也體會了團隊精神的重要性。這次活動，增進了我對 STEM 的認識。

**陳灝宏同學：**我覺得這次活動非常有意義，既能幫助市民，又能培養我們的團隊合作精神、動手能力、思考能力、耐性等等。在培養能力之餘，也能令我們學到常識、科學、營養、編程等知識。通過這次活動，我感到非常開心，同時也多謝各位老師和隊員的幫助和鼓勵。

**王樂仁同學：**經過這次的活動，我獲益良多。除了學會更多 STEM 相關的知識，我更學會了團隊合作精神的重要性。因為在製作途中，我們都不斷遇到問題，需要我們和老師一起想辦法解決，令我明白到辦法總比因難多。另外，我也學習到了更多關於電腦編程和營養的知識，更加學習到了搜集資料、分析、測試的方法和不要放棄的態度。我亦明白到這些就是發明家的精神。

## 參考資料

詢問科學家（無日期）。〈依年齡區分的營養需求：滿足生命中每個年齡層的營養需求以保持健康〉。取自 <https://askthescientists.com/zh-hant/nutrition-by-age/>

FaceMe（2022）。〈人臉辨識的原理及邊緣運算應用【2022 最新版】〉。取自 <https://tw.cyberlink.com/faceme/insights/articles/208/Facial-Recognition-at-the-Edge-The-Ultimate-Guide>

香港衛生署衛生防護中心（無日期）。〈健康飲食金字塔 均衡營養好體格〉。取自 <https://www.chp.gov.hk/tc/static/90017.html>

小曲育兒（無日期）。〈不同年齡段營養的需求〉。取自 <https://zhuanlan.zhihu.com/p/95849578>

Kittenbot HK Sharing Hub（無日期）。〈Kittenblock 安裝〉。取自 <https://kittenbothk.readthedocs.io/en/latest/KittenBlock/kittenblockGreen.html#kittenblock>

Kittenbot HK Sharing Hub（無日期）。〈FaceAI 插件〉。取自 <https://kittenbothk.readthedocs.io/en/latest/KittenBlock/extensions/AI/faceAI.html>

阿堯老師教學頻道（2019年8月21日）。《kittenblock--人臉辨識1》。取自 <https://www.youtube.com/watch?v=phwYPhYG2NQ>

阿堯老師教學頻道（2019年5月7日）。《kittenblock 連接 microbit》。取自 <https://www.youtube.com/watch?v=l2Plhj86QhM>



### 小貼士

理念新穎，設計很有創意。懂得運用 STEM 科學知識，先進科技和程式來製作 AI 營養櫃，而且不住改進，是可行和實用性頗高的機器。如能在人臉辨識加入體重、年齡和性別一併考慮，或會令營養的需要判斷更加可靠。

# 天然農藥效果測試

學校：優才（楊殷有娣）書院

組員：梁芷穎同學、李煦月同學、林嘉晴同學、何樂行同學

教師：鄧兆華老師

影片連結



## 探究目的

現今許多國家的農業仍沿用化學農藥去驅蟲，但這些化學物質會對整個環境領域造成污染及破壞生態系統。要是植物不用化學農藥驅蟲，就很容易被蟲咬，但是，化學農藥除了對昆蟲有害，還有可能對人體有害，例如：神經系統損傷，甚至有致癌風險。

若然人類繼續用傳統化學農藥去除蟲，長久下去必然影響食物鏈及生態的可持續發展，所以我們希望製造天然農藥來防治害蟲，就可以避免蔬菜受污染，確保人畜安全，達至可持續發展。

## STEM 原理

利用天然物質防治害蟲，除了觸殺與胃毒的毒殺作用外，對害蟲行為上的干擾而達到防除的效果也是另一種方式，例如取食、發育、交配、產卵及棲息等行為的干擾、忌避或抑制等。

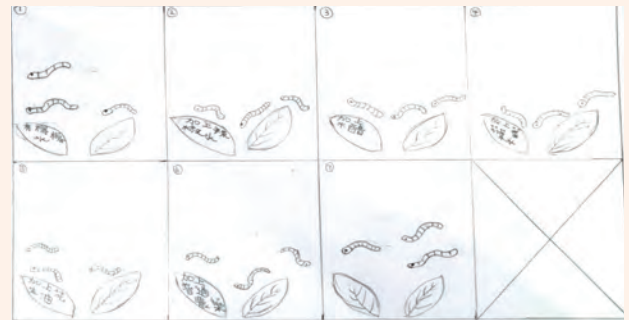
植物所含的除蟲活性成份類別很多，如：生物鹼、毒蛋白、有機酸、單寧、樹脂、酯類、酚類、糖類、油類等。我們計劃從中選取對人畜無害的天然物質製作農藥，包括含除蟲菊素的乾菊花、含辣椒素的辣椒等，從而取代化學農藥，減低對環境的影響。

## 實驗材料

昆蟲箱、麵包蟲（黃粉蟲）、培養皿、生菜葉、各種自製的天然農藥（菊花水、辣椒水、米醋、大蒜水及花生油）、化學農藥、電子磅。

## 探究過程

利用七個大小相同的透明昆蟲箱，每個膠箱放入相同品種和大小相約的麵包蟲。第一格把葉噴上菊花水，第二格把葉噴上辣椒水，第三格把葉噴上米醋，第四格噴上大蒜水，第五格噴上食用油，第六格噴上普通農藥，最後一格不用噴任何農藥作對照組。隔幾天再把葉拿出量重量，及觀察葉被啃食的情況。



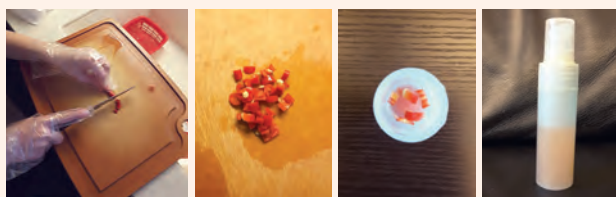
## 各款天然農藥製作過程

### 菊花水：

準備 500 毫升清水，加上約 50 克的乾菊花，利用 50 至 60 度的溫水煮 20 分鐘，冷卻後倒進瓶子裏並把乾菊花過濾。

**菊花水之準備過程：****辣椒水：**

利用鮮辣椒，先把辣椒切碎，然後放入清水中，浸泡在水裏約 5 至 6 小時，或者在 50 至 60 度的溫水裏煮 20 分鐘，最後倒進瓶子裏並把辣椒過濾。

**辣椒水之準備過程：****大蒜水：**

準備一些已切碎的大蒜，把它們放在溫水中，大約浸泡 12 小時，或者在 50 至 60 度的溫水裏煮 20 分鐘，最後倒進瓶子裏並把大蒜粒過濾。

**大蒜水之準備過程：****食用油及米醋：**

直接使用超市購買的原裝商品，不作自製。

**實驗結果****傳統農藥：**

樣本	記錄次數	蟲之數目	菜葉最初面積 (cm <sup>2</sup> )	菜葉最後面積 (cm <sup>2</sup> )	面積改變百分比 (%) (菜葉最初面積 - 菜葉最後面積) ÷ 菜葉最初面積 × 100 %	面積改變百分比 平均值 (%)	蟲蛀程度之描述 (0 洞：沒有蟲蛀 / 1-5 洞：輕微蟲蛀 / 6-9 洞：中度蟲蛀 / 10 洞以上 / 大洞：大面積蟲蛀)
傳統農藥	1st	20	32	31.4	1.9%	2.66%	3 (輕微蟲蛀)
	2nd	20	31	30.1	2.9%		2 (輕微蟲蛀)
	3rd	20	34	32.5	4.4%		2 (輕微蟲蛀)
	4th	20	36	35.2	2.2%		3 (輕微蟲蛀)
	5th	20	32	31.4	1.9%		2 (輕微蟲蛀)
對照組 (1)	1st	20	31	18.3	41%	43.92%	大面積蟲蛀 (2 大, 4 小)
	2nd	20	33	12.5	62.1%		大面積蟲蛀 (3 大洞, 3 小)
	3rd	20	32	19.8	38.1%		大面積蟲蛀 (1 大洞, 12 小)
	4th	20	34	22.4	34.1%		中度蟲蛀 (9 小)
	5th	20	30	16.7	44.3%		大面積蟲蛀 (2 大洞, 5 小)

**結論：**傳統農藥能有效減低麵包蟲啃咬菜葉。

傳統農藥 第 1 次實驗 (12/2)



傳統農藥 第 2 次實驗 (13/2)



傳統農藥 第 3 次實驗 (14/2)



傳統農藥 第 4 次實驗 (15/2)

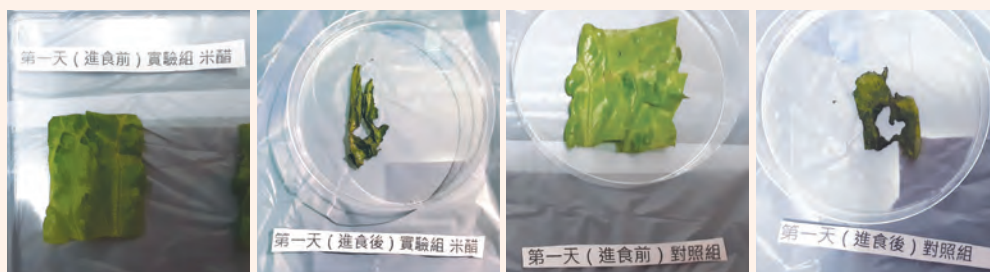


## 米醋：

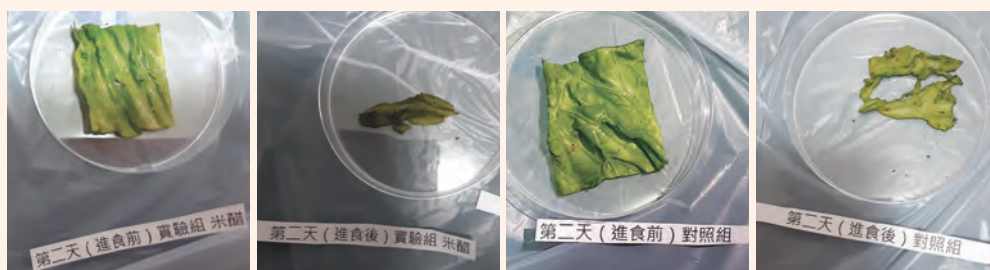
樣本	記錄次數	蟲之數目	菜葉最初面積 (cm <sup>2</sup> )	菜葉最後面積 (cm <sup>2</sup> )	面積改變百分比 (%) (菜葉最初面積 - 菜葉最後面積) ÷ 菜葉最初面積 × 100 %	面積改變百分比 (平均值 %)	蟲蛀程度之描述 (0 洞：沒有蟲蛀 / 1-5 洞：輕微蟲蛀 / 6-9 洞：中度蟲蛀 / 10 洞以上 / 大洞：大面積蟲蛀)
米醋	1st	20	20	4	80%	48.4%	大面積蟲蛀
	2nd	20	20	4	80%		大面積蟲蛀
	3rd	20	20	19.8	27%		輕微蟲蛀 (2)
	4th	20	20	14	30%		中度蟲蛀
	5th	20	20	15	25%		中度蟲蛀
對照組 (2)	1st	20	20	4	80%	56.5%	大面積蟲蛀
	2nd	20	20	10	50%		中度蟲蛀 (2 大)
	3rd	20	20	7.5	62.5%		中度蟲蛀 (6)
	4th	20	20	12	40%		中度蟲蛀
	5th	20	20	10	50%		大面積蟲蛀

**結論：**米醋有輕微驅蟲功效，但是不太顯著。

米醋 第 1 次實驗



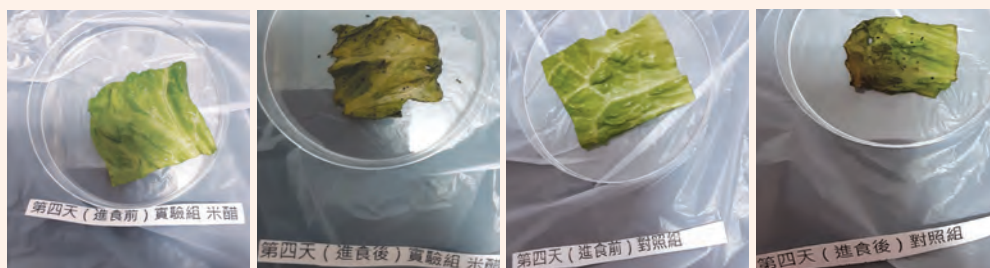
米醋 第 2 次實驗



## 米醋 第 3 次實驗



## 米醋 第 4 次實驗



## 米醋 第 5 次實驗



## 菊花水：

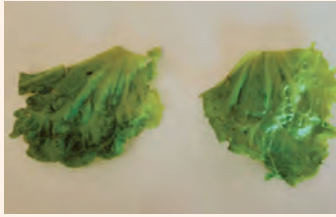
樣本	記錄次數	蟲之數目	菜葉最初面積 (cm <sup>2</sup> )	菜葉最後面積 (cm <sup>2</sup> )	面積改變百分比 (%) (菜葉最初面積 - 菜葉最後面積) ÷ 菜葉最初面積 × 100 %	面積改變百分比 平均值 (%)	蟲蛀程度之描述 (0 洞：沒有蟲蛀 / 1-5 洞：輕微蟲蛀 / 6-9 洞：中度蟲蛀 / 10 洞以上 / 大洞：大面積蟲蛀)
菊花水	1st	20	56	54	3.5%	4.7%	1-5
	2nd	20	42	41	2.3%		1-5
	3rd	20	35	35	0%		0
	4th	20	30	28	6.6%		5
	5th	20	36	32	11.1%		6
對照組 (3)	1st	20	56	38	32.1%	23.06%	10
	2nd	20	35	28	20%		6-9
	3rd	20	42	32	23.8%		6-9
	4th	20	36	29	19.4%		6-9
	5th	20	35	28	20%		6-9

**結論：**菊花水能有效驅蟲。

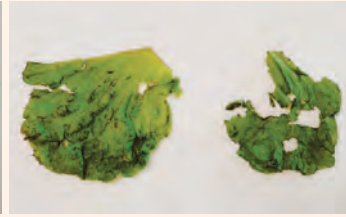
菊花水 第 1 次實驗 (12/2)



實驗前



實驗後



左邊有菊花水，右邊無菊花水

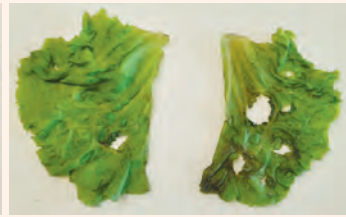
菊花水 第 2 次實驗 (14/2)



實驗前



實驗後



左邊有菊花水，右邊無菊花水

菊花水 第 3 次實驗 (15/2)



實驗前



實驗後

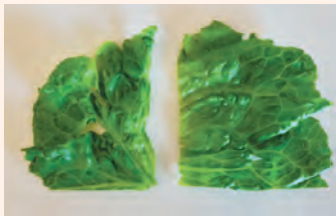


左邊有菊花水，右邊無菊花水

菊花水 第 4 次實驗 (16/2)



實驗前



實驗後



左邊有菊花水，右邊無菊花水

菊花水 第 5 次實驗 (17/2)



實驗前



實驗後



左邊有菊花水，右邊無菊花水

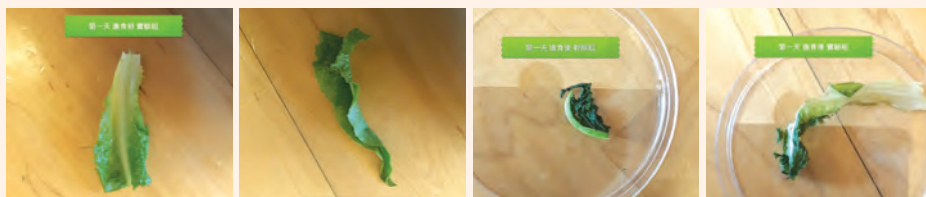


## 辣椒水：

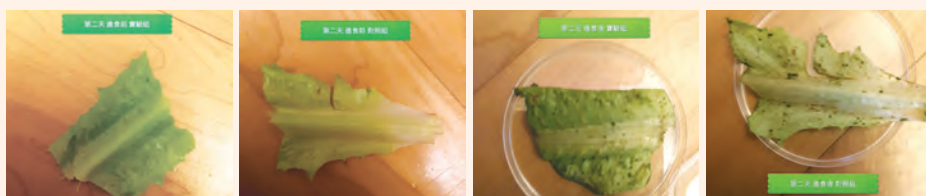
樣本	記錄次數	蟲之數目	菜葉最初面積 (cm <sup>2</sup> )	菜葉最後面積 (cm <sup>2</sup> )	面積改變百分比 (%) (菜葉最初面積 - 菜葉最後面積) ÷ 菜葉最初面積 × 100 %	面積改變百分比 平均值 (%)	蟲蛀程度之描述 (0 洞：沒有蟲蛀 / 1-5 洞：輕微蟲蛀 / 6-9 洞：中度蟲蛀 / 10 洞以上 / 大洞：大面積蟲蛀)
辣椒水	1st	20	28.5	8	71.92%	38.85%	大面積蟲蛀 (1 大洞)
	2nd	20	35	33	5.71%		輕微蟲蛀 (2 小洞)
	3rd	20	40	30	25%		大面積蟲蛀 (2 大洞)
	4th	20	36	6	83.33%		大面積蟲蛀 (2 大洞)
	5th	20	36	33	8.33%		中度蟲蛀 (9 小洞)
對照組 (4)	1st	20	25	2	92%	50.73%	大面積蟲蛀 (1 大洞)
	2nd	20	40	35	12.5%		輕微蟲蛀 (3 小洞)
	3rd	20	44	23	47.72%		大面積蟲蛀 (2 大洞 1 小洞)
	4th	20	28	2	92.85%		大面積蟲蛀 (2 大洞)
	5th	20	35	32	8.57%		輕微蟲蛀 (5 小洞)

**結論：**辣椒水有中等的驅蟲效果。

## 辣椒水 第 1 次實驗



## 辣椒水 第 2 次實驗



## 辣椒水 第 3 次實驗



## 辣椒水 第 4 次實驗



## 辣椒水 第 5 次實驗



## 食用油：

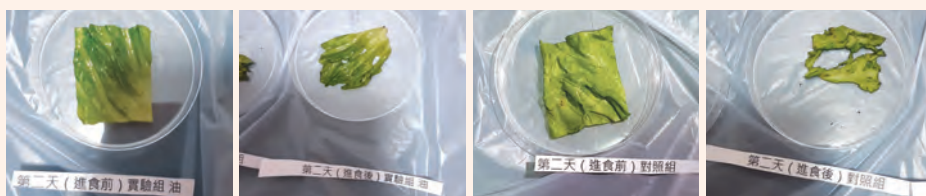
樣本	記錄次數	蟲之數目	菜葉最初面積 (cm <sup>2</sup> )	菜葉最後面積 (cm <sup>2</sup> )	面積改變百分比 (%) (菜葉最初面積 - 菜葉最後面積) ÷ 菜葉最初面積 × 100 %	面積改變百分比 平均值 (%)	蟲蛀程度之描述 (0 洞：沒有蟲蛀 / 1-5 洞：輕微蟲蛀 / 6-9 洞：中度蟲蛀 / 10 洞以上 / 大洞：大面積蟲蛀)
辣椒水	1st	20	20	19.8	1%	0.3%	輕微蟲蛀 (1)
	2nd	20	20	19.9	0.5%		輕微蟲蛀 (2)
	3rd	20	20	20	0%		輕微蟲蛀 (1)
	4th	20	20	20	0%		輕微蟲蛀 (1)
	5th	20	20	20	0%		沒有蟲蛀
對照組 (5)	1st	20	20	4	80%	56.5%	大面積蟲蛀
	2nd	20	20	10	50%		中度蟲蛀 (2 大)
	3rd	20	20	7.5	62.5%		中度蟲蛀 (6)
	4th	20	20	12	40%		中度蟲蛀
	5th	20	20	10	50%		大面積蟲蛀

**結論：**食用油能有效防止蟲蛀。

## 食用油 第 1 次實驗



## 食用油 第 2 次實驗



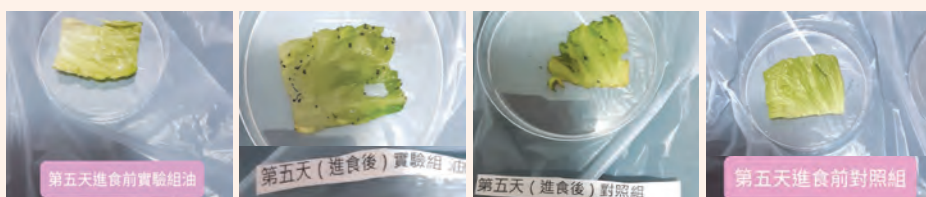
## 食用油 第 3 次實驗



## 食用油 第 4 次實驗



## 食用油 第 5 次實驗



## 大蒜水：

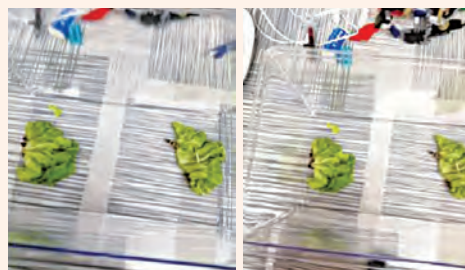
樣本	記錄次數	蟲之數目	菜葉最初面積 (cm <sup>2</sup> )	菜葉最後面積 (cm <sup>2</sup> )	面積改變百分比 (%) (菜葉最初面積 - 菜葉最後面積) ÷ 菜葉最初面積 × 100 %	面積改變百分比平均值 (%)	蟲蛀程度之描述 (0 洞：沒有蟲蛀 / 1-5 洞：輕微蟲蛀 / 6-9 洞：中度蟲蛀 / 10 洞以上 / 大洞：大面積蟲蛀)
辣椒水	1st	8	8x5	5x5	9.375%	48.75%	輕微蟲蛀
	2nd	8	8x5.5	6x4	13.75%		輕微蟲蛀
	3rd	8	8x5.5	7x4	11%		輕微蟲蛀
	4th	8	8x5	7x3	59%		輕微蟲蛀
對照組 (6)	1st	8	8x5	4x4	15%	68.5%	輕微蟲蛀
	2nd	8	8x5.5	3x5	19.9375%		輕微蟲蛀
	3rd	8	5.5x8	3.5x6	15.8125%		輕微蟲蛀
	4th	8	8x5	3x3	71%		中度蟲蛀

**結論：**大蒜水有輕微防蟲功效。

大蒜水 第 1 次實驗



大蒜水 第 2 次實驗



大蒜水 第 3 次實驗



大蒜水 第 4 次實驗



## 所有對照組面積改變百分比平均值：

樣本	菜葉面積改變百分比平均值 (%)	總平均值
對照組 (1)	43.92%	51.2583%
對照組 (2)	64.1%	
對照組 (3)	23.8%	
對照組 (4)	50.73%	
對照組 (5)	56.5%	
對照組 (6)	68.5%	

## 各種實驗組效果比較：

樣本	菜葉面積改變百分比平均值 (%) (數值愈低，驅蟲效果愈高)	能減少菜葉被啃咬的百分比 (%)	驅蟲效果之排名	效能
傳統農藥	2.66%	48.60%	2	非常有效
米醋	48.4%	2.86%	5	極輕微效果
菊花水	3.1%	48.16%	3	非常有效
辣椒水	38.85%	12.41%	4	中等效果
食用油	0.5%	50.76%	1	非常有效
大蒜水	48.75	2.51%	6	極輕微效果
對照組 (平均值)	51.26%	/	/	/

### 🔍 結論

經多次的實驗證實，食用油和菊花水的驅蟲效率分別為 50.76% 及 48.16%，其減少菜葉被麵包蟲啃咬之效果與普通農藥的 48.60% 相若。證明食用油和菊花水都能作為有效的天然驅蟲劑的成份。

而辣椒水能減少菜葉被啃咬的百分比為 12.41%，證明有中等的驅蟲效果。

至於米醋及大蒜水的驅蟲效率分別為 2.86% 及 2.51%，其驅蟲效果可謂非常微弱，故不建議作為天然驅蟲劑的成份。

### 🔍 困難及應對

#### 在探究過程中遇到的困難以及應對辦法：

開始時，我們打算量度菜葉的重量，但我們發現菜葉風乾了，所以量不出重量。最後，我們決定量度面積。

### 🔍 建議及改善

#### 為了在將來優化本探究提出建議及改善之處：

麵包蟲不喜歡每天吃相同的食物，建議隔天才餵食和給予不同種類的食物來做探究。

### 🔍 總結

使用化學農藥來管理害蟲問題已成為全世界的農民普遍做法，因為農民認為這能提高農作物收成的產量以增加收入。但這些化學農藥不但對環境造成嚴重影響，例如：污染水源和土壤、破壞自然生態平衡、使土壤中的養分失調。而傳統化學農藥還會殘留在農作物上，人類食用後會中毒而影響身體健康而引致其他嚴重疾病。化學農藥的毒性更會影響其他生物，例如鳥類，魚類及其他益蟲，如蜜蜂。全球有三分之一的農作生產需依賴蜜蜂授粉，這些化學農藥會影響昆蟲的中樞神經系統而令牠們不能進行授粉，甚至死亡，結果會令全球農作物數量大減，人類將會陷入缺糧危機，對人類生存造成巨大的威脅。

在近年來，人們開始意識到化學農藥對環境所造成的影響，為了避免化學農藥對環境產生更大的影響，所以逐漸開始以天然農藥取代化學農藥。天然農藥是無毒的，不會污染環境，是安全性非常高的農藥。

我們今次的實驗證明了使用天然農藥來驅蟲是有效的，希望這份研習的報告能有助啟發農藥生產商。使日後農業機構會進行更多天然農藥的開發，因此大家可選擇多元化的天然農藥來防止害蟲以減輕對各種生物和環境的影響，達至更長遠的可持續發展，令食物安全及短缺問題不再成為各國的煩惱！

## 感想

**梁芷穎同學：**我這次有趣實驗需要利用到麵包蟲，雖然它們有點恐怖，所以我起初覺得有點害怕，但是後來就克服了。透過做實驗，利用不同的實驗元素，去找出結果，十分有趣。在實驗過程中，我們遇到一些問題，發現第一次實驗失敗了，例如會有天氣乾燥問題，影響結果，所以重新調整測試方法，從而得到實驗結果。我也發現食用油能最有效地驅蟲，其次就是傳統農藥和菊花水，而辣椒水有輕微的驅蟲效果，最後米醋沒有驅蟲效果。

**李煦月同學：**在經過這次實驗，我知道了化學農藥對大自然和人體造成巨大的影響，例如：污染土壤與環境、對人體造成傷害，如：頭痛、嘔心、癌症等。也令我懂得如何照顧小動物，一開始，我認為麵包蟲的樣子很醜，但之後我每天準時餵它們，令我覺得它們食菜的樣子很可愛。除此之外，我也了解了它們進食的習慣：先吃很多食物，接下來的幾天，它們只會吃很少的菜葉，甚至完全不吃。

**林嘉晴同學：**今次是我第一次用昆蟲來做實驗，我覺得很有趣。從今次實驗中，我觀察到麵包蟲是不喜歡吃灑有菊花水的菜，所以用天然農藥 - 菊花水來驅蟲是有效的。

在實驗過程中，我還發現麵包蟲是不喜歡每天吃相同的食物，因這樣會減低牠們的食欲。而最有趣的是我看到麵包蟲的脫皮過程。

我覺得今次實驗最困難的地方是清理昆蟲箱，因為每次我要用夾子把麵包蟲一條一條夾出箱外才能進行清潔，很害怕會弄傷牠們。總括來說今次的農藥實驗是成功和有趣的。

**何樂行同學：**這個實驗讓我學到很多新知識。我學到不同防治害蟲的方法，例如觸殺，毒殺，造害蟲行為上的干擾也是一種方法。我也學識了很多天然的除蟲植物，例如有巴豆、川楝、百部等等，只不過現在的合成化學農藥太廣效，速效與強效，我們才不知道有這類天然物質。在剛剛開始實驗時，一直都很順利，直到我們

發現菜的重量太輕電子磅會顯示沒有重量，所以我們就採用了另外一個方法，量度菜的面積。這個實驗令我知道了更多除蟲的知識，我真的很高興可以參加這次活動。

## 參考資料

李偉展、李凱雯、蘇詠梅與梁致輝（主編）（2021）。《第二十三屆「常識百搭」小學STEM探究——走進各行各業中》。香港：教育局課程發展處資優教育組。



### 小貼士

欣賞探究過程嚴謹，實驗設計和數據收集十分詳細。同學使用麵包蟲作實驗，結果有一定的參考性。特別值得嘉許的是探究過程短片生動有趣，對講解課題有一定的幫助。建議同學進一步解釋選擇天然害蟲防治材料的基本原理是什麼，則令判斷更加可靠。

# 其他得獎隊伍

作品重溫



## 公眾投票「我最喜愛的作品獎」

現代蔡倫——天然發酵造紙術

仁濟醫院蔡衍濤小學

## 「優異獎」得獎隊伍

智能種植箱

廣州市實驗外語學校

「元」頭減廢食物分類車

元朗公立中學校友會小學

免「廢」雪櫃

天佑小學

驅蚊吸濕包

北角官立小學

智能雪櫃小幫手

北角衛理小學

救救地球餐盒

協恩中學附屬小學

智能農作物箱

東莞同鄉會方樹泉學校

保護地球—種植園

東華三院李賜豪小學

環保「海」鮮布

東華三院姚達之紀念小學(元朗)

糶葉具有防腐能力嗎?

東華三院高可寧紀念小學

吃生果也會醉嗎?

保良局世德小學

校內減少浪費食物機

宣道會台山陳元喜小學

新一代環保食物多功能貨車

宣道會葉紹蔭紀念小學

BYOB 素食販賣機

香海正覺蓮社佛教正覺蓮社學校

STEM 種植

香港扶幼會則仁中心學校(小學部)

可食用健康警示餐具

香港浸信會聯會小學

智能蔬菜成長加速器

香港浸信會聯會小學

可降解餐具

香港普通話研習社科技創意小學

菜採不盡

旅港開平商會學校

智能水耕機

海壩街官立小學

乜都食得乜都得!

國民學校

綠色環保水果包裝

救恩學校

自耕自足 智能種植裝置

深井天主教小學

「環」我本「色」

陳瑞祺(喇沙)小學

水耕系統 - 自食其力

港九街坊婦女會孫方中小學

Micro 溫室: bit 出未來

慈航學校

精耕細種

筲箕灣崇真學校

「自營」水耕

聖公會主恩小學

智 fresh 保鮮袋  
食物「過期」拯救機  
全食  
以 BOKASHI 堆肥創造有機生活  
土壤酸化提示器  
自動施放 DIY 有機鹼性肥  
以 AI 方式減少五年級學生浪費食物  
萬能植物空間  
果皮有用  
研究使用納豆菌進行灌溉水源消毒  
人工智能電腦視覺智能土地檢測系統  
「菜」學兼「蚯」  
超市過期食物分配程式

聖公會主恩小學  
聖公會呂明才紀念小學  
聖公會油塘基顯小學  
聖母無玷聖心學校  
僑港伍氏宗親會伍時暢紀念學校  
僑港伍氏宗親會伍時暢紀念學校  
嘉諾撒聖家學校(九龍塘)  
滬江小學  
鳳溪第一小學  
鳳溪創新小學  
鳳溪創新小學  
澳門陳瑞祺永援中學(小學部)  
優才(楊殷有娣)書院

## 「嘉許獎」得獎隊伍

四合一自家水耕農場 - 比較水耕種植及土壤種植的生長及產量和智能耕作是否能提升農作物的收成

發電鞋

廚餘處理裝置

運用生物資源解決食物保存問題 - 智能環保食物盒

比較水耕和土耕的農業生產方式

多功能食用碗

AI FOOD Radar Box：智能食物監測箱

連個盒都唔放過！？

環保酵素大破解

水循環魚菜共生

菜尾綠渡輪回

轉廢為寶－惜食有出路

食物包裝紙的天然塗層

蟲蟲危「機」

保鮮地球 環保蜂蠟布

吸引你嗎

人工智能農作物醫生

飲料小水球

魚菜共生

可食用環保餐具

環保澆水器

上水惠州公立學校

广州市实验外语学校

中華基督教會基全小學

中華基督教會基全小學

中華基督教會灣仔堂基道小學

元朗朗屏邨東莞學校

天主教明德學校

天主教領島學校

民生書院小學

佛教黃焯菴小學

沙田循道衛理小學

東華三院李東海小學

東華三院高可寧紀念小學

東華三院黃士心小學

東華三院鄧肇堅小學

長沙灣天主教小學

南元朗官立小學

宣道會葉紹蔭紀念小學

胡素貞博士紀念學校

胡素貞博士紀念學校

香港九龍塘基督教中華宣道會台山陳元喜小學

不同光質(不同波長的光與輻射)組成的比例  
對植物生長速度的影響

轉「廢」為「肥」—天然有機肥料大比拼

去去害蟲走

自動水耕收割機

超級泥寶寶

智·夾

西·檸爽

一分耕耘,「培」你收穫

人工智能回收蔬果檢測系統

超級市場香蕉成熟度檢測系統

自動食品回收機

農業智能監察裝置

越洗越有機

「肉」罷不能!?

豆豆「究」地球

蒸蒸日上動力船

蔬菜大翻身

「自肥企劃」廚餘化肥計劃

「油」「機」送餸

如何應用粉末延長蘋果保存的時間

魚菜共生

生物電流智能城市

「膳」愛地球

分析由廚餘製造的有機肥料對植物生長的效用

慳力環保小農莊

哪種食用形式使蔬果的維他命C含量較高?  
且最能減低碳排放?

妙用絕世好「皮」

人體發電機

善用IoT讓本地農業作可持續發展

廚餘收集車

<餐·蛋·面> 餐具·蛋殼·面面觀

CSK-greenhouse-PHC: 改造學校天台種植計劃

石屎森林糧食配給系統

惜德食,任你食

自動環保酵素清潔劑製造機

香港培正小學

旅港開平商會學校

粉嶺公立學校

荔枝角天主教小學

荔枝角天主教小學

馬頭涌官立小學(紅磡灣)

馬頭涌官立小學(紅磡灣)

培基小學

崇真小學暨幼稚園

崇真小學暨幼稚園

救世軍韋理夫人紀念學校

深井天主教小學

陳瑞祺(喇沙)小學

順德聯誼總會李金小學

黃埔宣道小學

新界婦孺福利會梁省德學校

聖公會李兆強小學

聖公會奉基千禧小學

聖公會油塘基顯小學

聖公會青衣邨何澤芸小學

聖公會聖提摩太小學

聖公會靈愛小學

聖母無玷聖心學校

聖保羅書院小學

嘉諾撒聖心學校私立部

嘉諾撒聖方濟各學校

嘉諾撒聖方濟各學校

滬江小學

漢華中學(小學部)

福建中學附屬學校

樂善堂梁黃蕙芳紀念學校

澳門陳瑞祺永援中學(小學部)

澳門聖若瑟教區中學第五校

靈糧堂秀德小學

靈糧堂秀德小學



# 鳴謝

## 第二十四屆籌委會成員

---

李偉展博士	香港教育大學
李凱雯博士	香港教育大學
蘇詠梅教授	香港教育大學
梁致輝博士	香港教育大學
殷慧兒小姐	香港教育大學
翁慧愷小姐	香港教育大學
蕭杜峰先生	香港科學館
方慧晶小姐	香港科學館
李嘉傑先生	教育局資優教育組
黎永隆先生	香港教育城

## 展覽評判

---

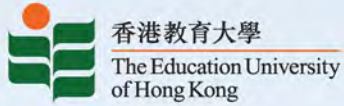
李文樂先生	教育局 小學校本課程發展組
鄭均杰博士	教育局 小學校本課程發展組
王芯賢女士	教育局 課程發展處 幼稚園及小學組
楊君婷博士	香港科學館
陳榮洲先生	水務署
李淑冰女士	環境保護署
黃棟才博士	香港教育大學 科學與環境學系
陳志強博士	香港教育大學 科學與環境學系
張予菱博士	香港教育大學 科學與環境學系
宋燕捷博士	香港教育大學 數學與資訊科技學系
孫丹兒博士	香港教育大學 數學與資訊科技學系
江雪儀博士	香港教育大學 課程與教學學系
余英傑博士	香港浸會大學 生物系
蔡少薇博士	香港高等教育科技學院
林偉恩博士	香港高等教育科技學院
黃建新助理校長	萬鈞匯知中學
劉伯豪老師	神託會培基書院
李朗維老師	明愛陳震夏郊野學園
楊宏亮老師	陳瑞祺(喇沙)書院
劉祉鋒先生, MH	綠惜地球

蘇隽彥先生	世界自然基金會香港分會
岑健偉先生	香港工業總會
黃志剛先生	香港數理教育學會
邱榮光博士 太平紳士	環保協進會
洪婉玲女士	香港教育城
黎永隆先生	香港教育城

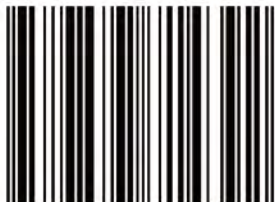
## 甄選入圍評判

葉偉強先生	九龍工業學校
陳穎姿女士	九龍工業學校
伍漢興先生	元朗公立中學校友會鄧兆棠中學
曾繼業先生	元朗商會中學
吳華彪先生	天主教新民書院
黃振賢先生	可立中學(晉色園主辦)
何家儀女士	何文田官立中學
蘇志峰先生	沙田蘇浙公學
李朗維先生	明愛陳震夏郊野學園
屈凱添先生	長沙灣天主教英文中學
梁俊傑先生	青年會書院
區紹聰博士	青年會書院
呂朗言先生	保良局馬錦明中學
梁永焯先生	保良局馬錦明夫人章馥仙中學
王子揚博士	迦密柏雨中學
蕭杜峰先生	香港科學館
扶浩鏘先生	香港華人基督教聯會真道書院
黃志剛先生	香港數理教育學會
張澤民先生	香港數理教育學會
何尚峰先生	荃灣公立何傳耀紀念中學
文顯淇女士	基督教崇真中學
譚麗明女士	基督教聖約教會堅樂中學
郭展崇先生	崇真書院
湯靈磐先生	張祝珊英文中學
李如茵女士	港島民生書院
陳健敏先生	聖公會白約翰會督中學
方子政先生	葵涌循道中學
黃穎心女士	瑪利諾修院學校(中學部)

# 主辦



ISBN 978-968-77143-9-2



9 789887 714392