

111年度氣候變遷創意實作競賽

決賽作品說明書

隊伍編號+名稱	02 純正好貨
作品中文名稱	黑膠星球
作品英文名稱	Blastic Planet

參賽學校：國立臺灣大學生工系

團隊成員：許宸瑋、黃衍瑞、魏涓名

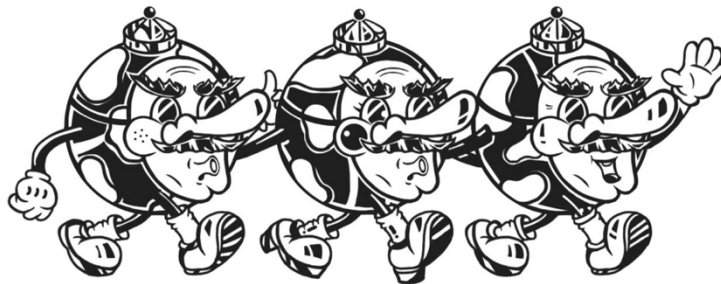
指導老師：潘述元 老師

摘要

「BlasticBag」是一款友善環境之購物袋，其特點包括「農業廢棄物再利用」、「生物基原料使用」、「可生物分解」、「減碳」及「固碳」。本團隊製作 BlasticBag，並進行生命週期評估，結果顯示相較傳統塑膠袋，使用本產品可減少 20% 碳排。

Abstract

BlasticBag is an eco-friendly shopping bag, which is equipped with the following features: agricultural waste reuse, made from biobased materials, biodegradable, carbon reduction, and carbon sequestration. Life cycle assessment shows that comparing to Plastic bag, BlasticBag can reduce 20% of carbon dioxide released.



BLASTIC PLANET

BLASTIC, NO WASTED

目錄

問題界定	- 3 -
設計構想、作品材料說明及運作說明	- 4 -
創意特點與說明	- 7 -
生命週期評估 Life Cycle Analysis (LCA)	- 10 -
作品應用與發展潛能	- 14 -
商業模式	- 17 -
SWOT 分析	- 20 -
工作分配	- 21 -
特別感謝	- 22 -
參考資料	- 23 -

問題界定

全世界估計每年有 800 萬噸的塑膠製品流入海洋，其中多數是塑膠包裝。塑膠包裝佔全球塑膠產業最大比例，約佔整體塑膠產業的 26%^[1]，且絕大多數都為一次性使用。若按照目前塑膠需求趨勢繼續提升，預計至 2050 年塑膠行業之二氧化碳排放量將增加多達 90%^[2]，並對生態系統造成極大負荷與破壞。在臺灣，經濟部統計出塑膠袋銷售量在 2021 年高達 25 萬噸，相較於十年前 2011 年的銷售量 19 萬噸，成長幅度達 30%^[3]，成果顯示出雖然臺灣已實施限塑政策多年，塑膠袋使用量卻不減反增。民眾對於一次性塑膠袋的依賴性相當高，走向完全不使用塑膠袋仍有很長的距離。

稻米為台灣最主要的糧食之一，而農業廢棄物(副資材)當中，稻稈廢棄物佔最大部分。根據我國農委會統計，臺灣 2020 年稻稈生產量約 175 萬噸，其中，約 0.8% 會被焚燒，88% 就地翻耕掩埋^[4]。焚燒稻稈除了會造成空氣污染外，也會將植物體本身固存的碳回到大氣中。就地翻耕雖已被大多數農家採用，但因稻稈碳氮比大於 50，故初期需多增施氮肥以防作物缺氮；若稻稈直接還田量過大，土裡微生物可能與作物爭奪養分，造成減產；此外，稻稈亦帶有幼蟲卵或菌體，農家需施灑殺蟲劑以防病蟲害。

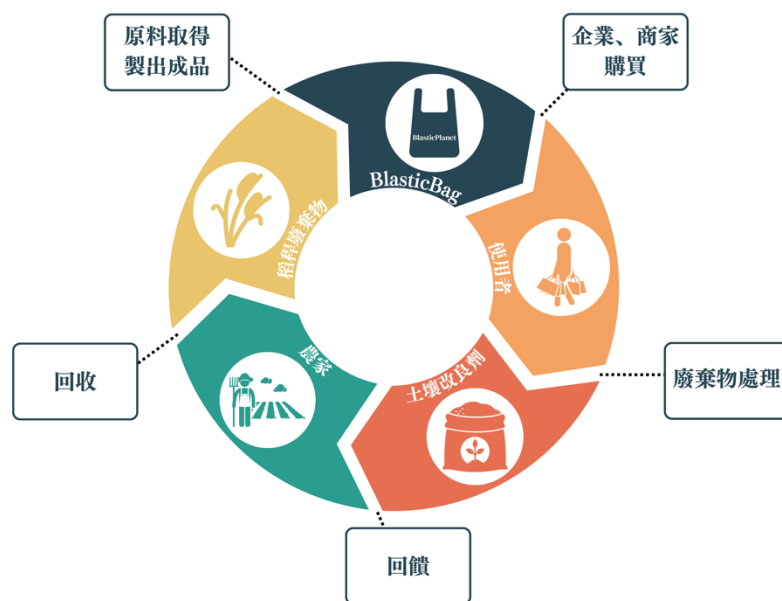
另一方面，二氧化碳議題談論多年，根據國際能源總署預測，若我們繼續依賴化石燃料(石油、天然氣和煤炭)，到 2040 年世界能源需求將增加 37%。若依照此趨勢二氧化碳濃度將在 2100 年達到 570 ppm，可能會導致全球平均氣溫升高 1.9°C^[5]。於此情境底下，將造成更頻繁且更高強度之極端事件，導致廣泛的負面衝擊，因此，短期內將全球升溫控制在 1.5°C 內是需要立刻採取的行動。近幾年，台灣亦紛紛喊出「碳中和」或「淨零碳排」目標，並已積極規劃「碳定價」、「碳權」及「碳交易」等相關減碳機制，可以了解到台灣也正在與氣候變遷抗戰。

塑膠議題備受關注，全世界為了限塑訂定了許多政策規範，台灣也將要階段性的禁止一次性塑膠製品，在此轉型風險下必定需要有替代產品的出現，最近全球都在積極開發生物可分解塑膠，在這之中許有多新的技術都與循環經濟結合，積極貢獻於氣候變遷的調適。爰此，本團隊針對一次性塑膠污染、農業廢棄物、碳固存及碳定價等議題，透過研發「BlasticBag」產品，設計循環經濟路徑，望能夠解決上述之全球議題，減緩氣候變遷的所帶來之衝擊。

設計構想、作品材料說明及運作說明

(一) 設計構想

我們將生物基之生物可分解塑膠聚丁二酸丁二醇酯 (PBS) 與稻稈廢棄物燒製而成的生物炭 (Biochar) 結合，製作出一個具固碳、減廢、對環境友善的複合材料 Blastic，並將此材料加工為購物袋 (簡稱為 BlasticBag)，成為「行走的碳匯」。此項產品的最終願景為回歸土壤，作為土壤改良劑幫助農民，並同時增加土壤碳匯，達到更積極地碳固存行動。配合我們所規劃之商業模式，願未來可以取代市面上的傳統塑膠袋。



圖一、本專案開發 BlasticBag 與其循環經濟架構圖

(二) 作品材料說明



1. 聚丁二酸丁二醇酯 (PBS) :

選用由生物基原料製成的 PBS，具有優異的生物降解性、熱塑加工性和可堆肥的特性。熔融溫度為 115 °C，耐熱強度大於許多生物可分解塑膠，用途廣泛。試樣的拉伸強度可達 30-35 MPa，與聚丙烯 (PP) 和聚乙烯 (PE) 相當。

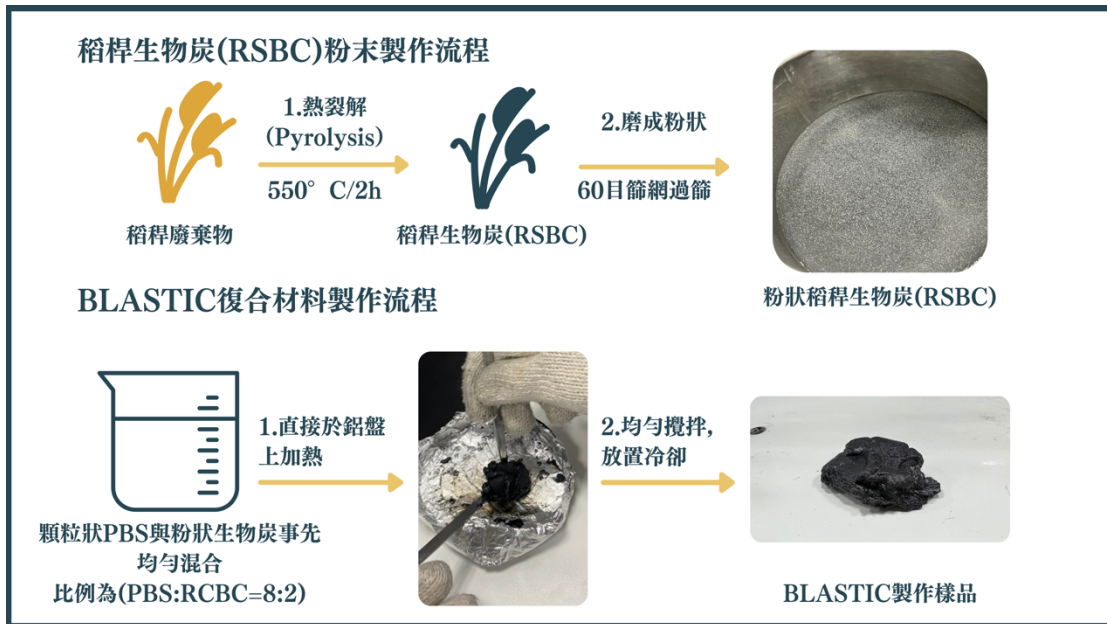


2. 稻稈生物炭 (Rice Straw Biochar)

本團隊選用 550 °C 燒製兩小時的稻稈生物炭，其固存二氧化碳能力是生物炭燒製溫度範圍內最高的；此外，此生物炭酸鹼值及保存下來離子含量，具有很好之土壤適用性，有助於提高作物產量、土壤保水能力並降低溫室氣體排放。

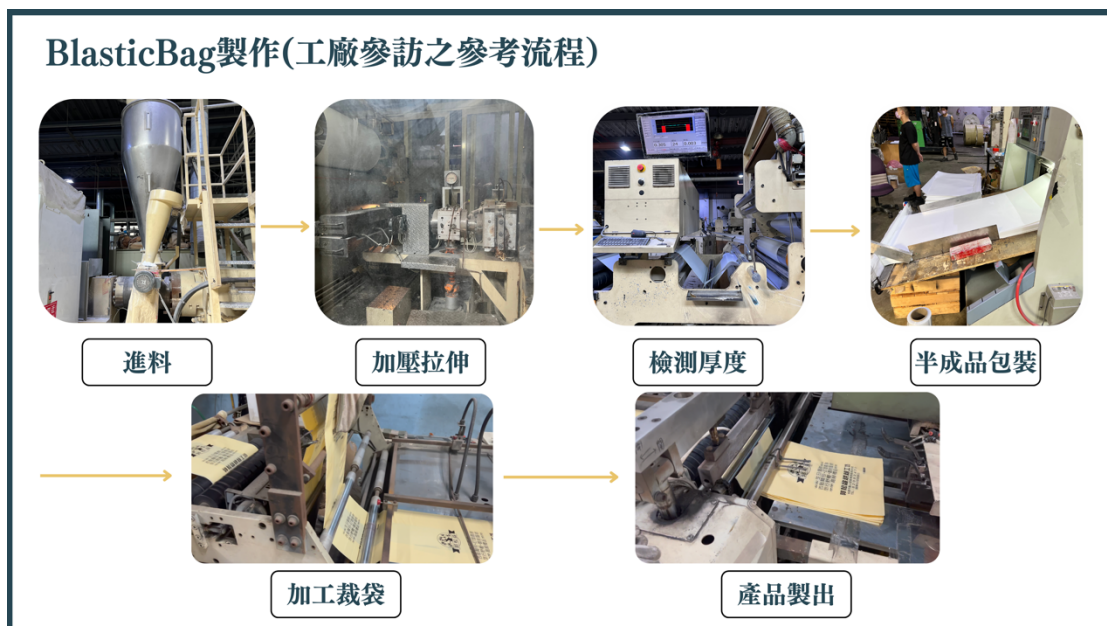
(三) Blastic 樣品製作

- Step1：選用 60 目的篩網，將稻稈生物炭磨成粉末。
- Step2：將 PBS 顆粒與生物炭以 8:2 的比例事先混合。
- Step3：放上加熱器加熱，過程中攪拌至均勻。
- Step4：放置室溫冷卻，即得到 Blastic 複合材料。



(四) BlasticBag 製作

- Step1：將 Blastic 吹膜後得到半成品。
- Step2：送入加工廠裁袋。
- Step3：得到黑膠星球購物袋 Blastic Bag !!!



(五)BlasticBag 產品示意圖



(六) 運作說明

BlasticBag 的目標是取代傳統塑膠袋的使用，本團隊以大型零售商店為主要客群，透過各大零售商店的社會影響力達到宣傳的效果。再來，我們設計在公用垃圾桶旁設置 Blastic 回收站，藉由 Blastic 本身霧黑色的特質，方便與傳統塑膠袋區分並進行回收。最後，將回收後的 BlasticBag 絞碎，提供種植稻米的農家作為土壤改良劑的使用，落實循環經濟。為了強調產品對抗、適應氣候變遷的衝擊，本團隊對此項產品與傳統塑膠袋進行生命週期評估 (LCA)，準確的評估產品在經濟面及環境永續面的優勢。

創意特點與說明

(一) 創意特點



1. 減碳、固碳

每噸 BlasticBag 有 10 公斤固碳量^[6]，賦予生活中人人一手的塑膠袋固碳的特性，猶如「行走的碳匯」。此外，以 BlasticBag 取代傳統塑膠袋，每年可以減少 20% 塑膠袋生產所造成的總碳排量。



2. 生物可分解

BlasticBag 相較於生物可分解塑膠 PLA 有更良好的生物可分解特性，且其分解並不會影響土壤微生物量、多樣性、氮循環^[6]。原料 PBS 在一般使用下不會被分解，但是當使用後並將之掩埋或堆肥，在有足夠的濕度、氧氣與微生物的作用下，容易被降解成二氧化碳與水，對地球環境較友善。依照國際生物可分解標準，須符合以下三原則：應崩解至無法以肉眼辨識、應於 180 天內完全分解、應不具毒性以不影響微生物與植物。



3. 減廢、廢物再利用

BlasticBag 中的生物炭是採用稻稈熱裂解製成，並在產品的生命週期終點回饋於農田，除了可以減少農業廢棄物，還可以強化土壤韌性，讓稻稈有更好的發揮功效。



4. 土壤改良劑

BlasticBag 為結合生物炭之生物可分解的購物袋，生物炭的多孔性性質與增加土壤肥力(氮、磷、鉀、有機碳)的能力，讓 BlasticBag 於生命週期終點，透過團隊設計之回收機制，作為土壤改良劑回歸農田，為農田帶來更多的效益。以 250 °C 熱裂解之生物炭對砂質壤土的改善以及稻米產量，其中土壤有機碳 (Soil Organic Carbon) 能增加 39%，稻米平均產量能增加 12~16%。^[7]



5.耐熱

BlasticBag 耐熱度達 97°C,而市面上常用之聚乳酸(PLA)則僅為 55°C,相較於只適合用於冷飲容器或生鮮包裝等的 PLA, PBS 擁有更廣的應用範圍。

(二) 附加價值：

1.回收機制



BlasticBag 使用生物炭作為原料之一,除了賦予本產品多種效益外,同時也作為染料,將 BlasticBag 染成霧黑色。生物可分解塑膠的回收系統實際上仍不完善,市面上難以區分生物可分解塑膠與傳統塑膠等塑膠材質,故生物可分解塑膠的終端處理可能為放置或焚燒,將失去其生物可分解的意義。本團隊設計之機制如下:首先,在各地公共垃圾桶旁設置回收站,透過產品霧黑色的高度辨識度,落實容易分類的目標;再來,透過後續土壤改良劑的應用,提升 BlasticBag 廢棄物的價值;最後,產品使用至回收機制的一系列行動可以強化的大眾的環境意識,讓社會了解塑膠污染的嚴重性,帶動全民減緩氣候變遷的風氣。

2.對 SDGs 永續目標做出積極貢獻

表一、產品落實永續目標表

SDGs永續目標	
 <p>2 ZERO HUNGER</p>	<p>2.4 "BlasticBag"使用稻桿廢棄物，並在生命週期終點時，回收製成土壤改良劑。除了可以減緩氣候變遷，成為土壤改良劑強化土壤韌性，達到可永續發展的糧食生產系統之目標。</p>
 <p>11 SUSTAINABLE CITIES AND COMMUNITIES</p>	<p>11.6 傳統塑膠製造時會排放大量溫室氣體並造成空氣汙染。因此以"BlasticBag"取代傳統塑膠袋。可以有效地減少溫室氣體排放及塑膠汙染，最終達到減緩都市對於環境負面影響之目標</p>
 <p>12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION</p>	<p>12.2 選用稻桿廢棄物作為生物炭的原料，透過生產"BlasticBag"不僅能有效處理大量的廢棄稻桿，還能將農業廢棄物回收再使用，實現自然資源永續利用。</p>
 <p>12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION</p>	<p>12.5 "BlasticBag"具有可生物降解的特性及稻桿廢棄物的再利用，因此以"BlasticBag"取代傳統塑膠袋，除了能減少塑膠汙染，也能同時實現減少廢棄物的目標。</p>
 <p>13 CLIMATE ACTION</p>	<p>13.1 "BlasticBag"是專門設計於減緩氣候變遷的商品，在商品整個生命週期中都是堅持著對環境友善之理念，並透過品牌的宣傳力帶起社會使用風潮，強化國家的氣候變遷之調適能力。</p>
 <p>14 LIFE BELOW WATER</p>	<p>14.1 "Blastic"具有可被生物降解的特性，因此以"Blastic"取代傳統塑膠袋，可以大幅減少白色塑膠汙染，並最終達到減少海洋汙染之目標。</p>

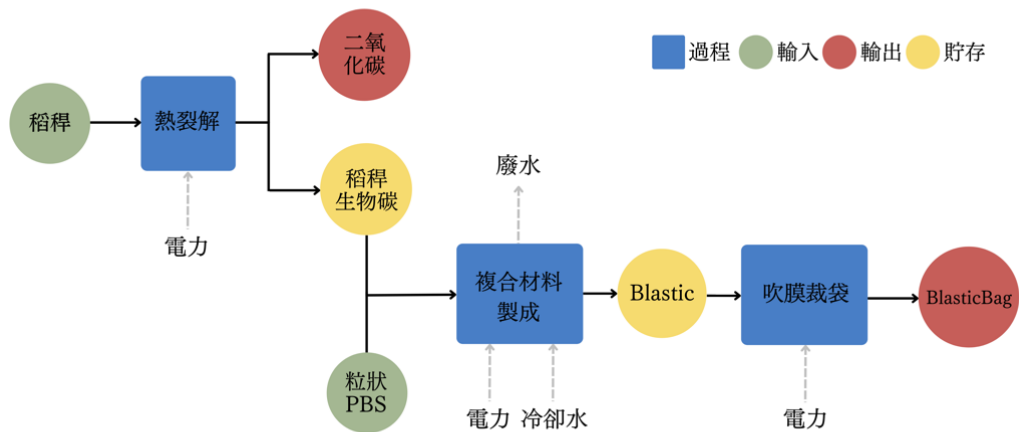
生命週期評估 Life Cycle Analysis (LCA)

生命週期評估(LCA)為分析一項產品從生產、使用到廢棄或回收再利用等不同生命階段對環境造成的衝擊。本次評估針對三大情境進行環境衝擊分析，包括 BlasticBag(本專案產品)、石化塑膠袋(HDPE)、生物可分解塑膠袋(PLA)等，細節說明如下。

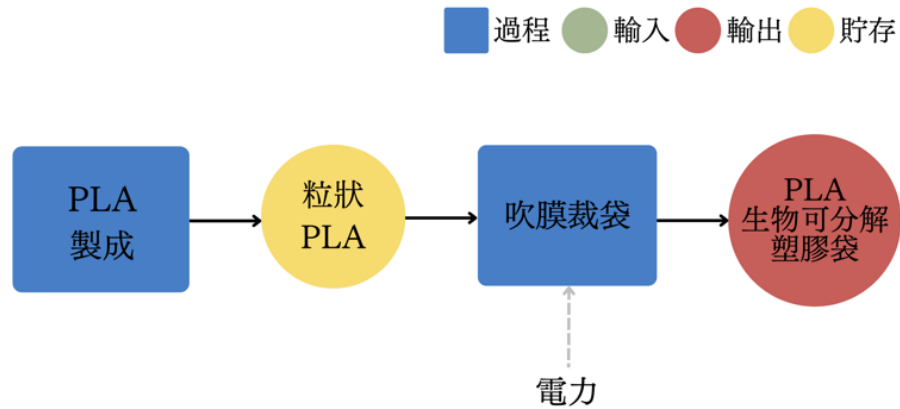
(一) 目的與範疇界定(LCA's goal and scope)

- 功能單位(Functional Unit):此次評估會以將以生產「一公噸」之 BlasticBag 與生物可分解塑膠袋(PLA)及石化塑膠袋(HDPE)對環境造成的衝擊進行比較與評估。
- 系統邊界(System Boundary):系統邊界採用搖籃到大門方法，BlasticBag 與生物可分解塑膠(PLA)及石化塑膠(HDPE)的生命週期會包含原料製程到產品製出。

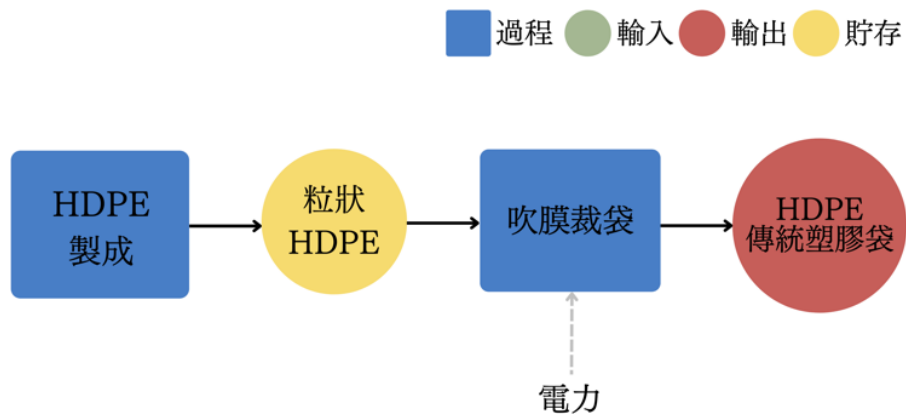
情境 1. BlasticBag



情境 2. PLA Bag



情境 3. HDPE Bag



- 假設與限制 (Assumptions And Limitations)：此次評估不考慮生產過程中的運輸。

(二) 生命週期盤查分析 (LCI)

此次盤查數據以二氧化碳、總用水量及電力為主要分析，數據來源為 Umberto 評估軟體，及其內建資料庫 ecoinvent 3 (v3.6 with aggregated impacts)、企業參訪與文獻回顧^{[16][17]}所整理之盤查清單，作為評估參考依據。

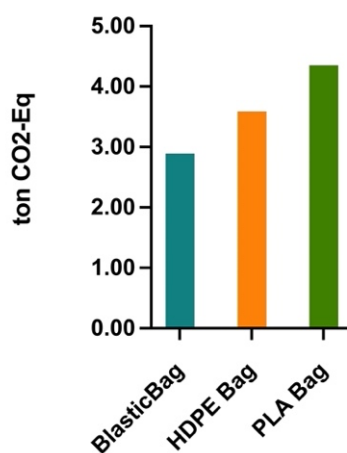
表二、本專案 BlasticBag 盤查清單 (僅摘錄重要投入/產出項目)

熱裂解			複合材料製成			吹膜裁袋		
稻稈	0.6667	公噸	PBS	0.8	公噸	電力	1700.466	kwh
電力	2000	kwh	電力	181.543	kwh			
CO ₂	1.057	公噸	冷卻水	0.78	立方公尺			

(三) 生命週期影響評估 (LCIA)

在 IPCC 2013 圖表中，主要是比較三種產品整趟生命週期二氧化碳排放量，其中 BlasticBag 排放 2.89 噸二氧化碳、HDPEBag 排放 3.59 噸二氧化碳及 PLABag 排放 4.35 噸二氧化碳。BlasticBag 為三種產品中排放二氧化碳最少的，可了解本產品能夠落實減緩二氧化碳排放帶來的衝擊。

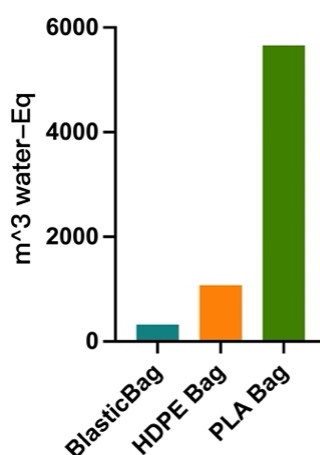
IPCC 2013-climate change,GWP 100a



圖二、三種產品整趟生命週期二氧化碳排放量比較圖

在 ILCD2.0 2018 的圖表中，比較三種產品整趟生命週期用水量，由圖表可以看到其中 BlasticBag 使用 323 立方公尺的水、HD9EBag 使用 1076 立方公尺的水及 PLABag 使用 5663 立方公尺的水，BlasticBag 使用了最少的水，能夠用越少的排水量，就能獲得更大的友善環境的效益。

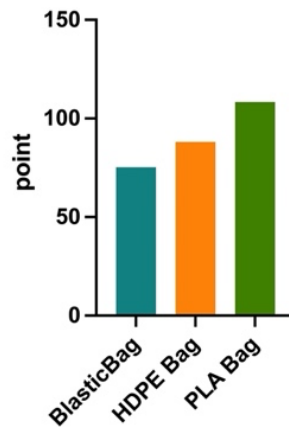
ILCD 2.0 2018 midpoint no LT resources,dissipated water



圖三、三種產品整趟生命週期用水量比較圖

在 ReCiPe 2008 圖表中，主要是分析全生命週期，綜合考量所有會對生態系造成不良影響的因子，所計算出得分數指標。此分數越低，代表對環境越友善，其中 BlasticBag 為 75 分、HDPEBag 為 88 分及 PLABag 為 108 分，可以看到 BlasticBag 的分數低於其他兩種產品，顯示本專案 BlasticBag 之低環境衝擊效益。

**ReCiPe 2008 Endpoint(E,A)
ecosystem quality,climate change,ecosystem**



圖四、三種產品整趟生命週期綜合分數比較圖

(四) 結果闡釋

由以上三種模式中之評估指標，可以發現 BlasticBag 相較於其他兩種產品，擁有最小的環境衝擊，在分析中，被廣泛使用的生物可分解塑膠 PLABag 的環境衝擊是最大的，凸顯出我們產品的競爭力。最後，本產品只考慮到產品製出的階段，如果將邊界設立到後續的回收行為，我們的產品必然能夠減少更多的二氧化碳排放量，並獲得更大的環境效益。

作品應用與發展潛能

(一) 作品應用範圍：

1.使用端-企業與傳統商家



企業如速食店、量販店、便利超商、生鮮超市等；傳統商家如傳統攤販、小吃攤等。使用 BlasticBag 可以大幅減少的傳統塑膠(PP、PE 等)使用量與二氧化碳排放量，並幫助企業達成減塑、碳中和等目標。此外，BlasticBag 能做出相應的客製化調整，因應企業或傳統商家的多樣化需求。

2.回收端-農家



BlasticBag 主要原料包含：生物炭、PBS (生物可降解塑膠)。在 BlasticBag 生命週期的終點，經過絞碎可作為土壤改良劑，增加土壤肥沃力(包括有機碳、氮、磷、鉀)與作物產量，實現「取之於農田、用之於農田」。

(二) 發展潛能：

1. 減緩衝擊

依據環保署在限塑政策實施前之統計，我國每年消費型塑膠袋使用量約 10.5 萬噸，其中購物用塑膠袋每年約 6.5 萬噸^[8]。大量被棄置的塑膠袋流入環境，對臺灣造成了不可忽視的環境衝擊。相較於傳統塑膠袋，BlasticBag 採用生物可分解的材料 PBS 及生物炭製成，以 BlasticBag 取代傳統塑膠袋，能在不影響人民便利性的情況下，消費型塑膠袋所造成的環境衝擊。

2. 環境永續

在 BlasticBag 循環架構中，原料取自農業廢棄物，回收後製成土壤改良劑回工農田，即能很好的達成循環經濟的宗旨「資源永續利用與廢棄物再生」。為了達成環境、永續資源等目標，傳統的線性經濟顯然已走到盡頭，取而代之的是強調「資源持續利用」的循環經濟。對於購物袋也是如此，線性經濟下的傳統塑膠袋應被循環經濟下的 BlasticBag 取代。

3. 農業廢棄物再利用

台灣每年約有 300 萬公噸的廢棄稻稈及稻殼^[9]，由稻稈燒製生物炭作為 BlasticBag 的原料，能使農業生產過程中的剩餘廢棄物再利用，並可以減少因燃燒稻稈所釋放的碳排放；此外，透過 BlasticBag 的回收機制，將 BlasticBag 廢棄物作為土壤改良劑施用，可以增加土壤中的碳匯，呼應 COP21 巴黎氣候峰會中千分之四倡議提出之增加農業固碳能力的行動^[10]。

4. 環境效益

我國每年消費型塑膠袋生產量約 25.5 萬噸，也就是每年生產消費型的塑膠袋將會造成「92 萬噸的碳排」，若以 BlasticBag 取代傳統塑膠袋，每年則可減少 20% 消費型塑膠袋生產所造成的總碳排放量，幫助台灣於 2050 達成碳中和的目標，減緩溫室效應。

(三) 發展空間：

1. 固碳效益

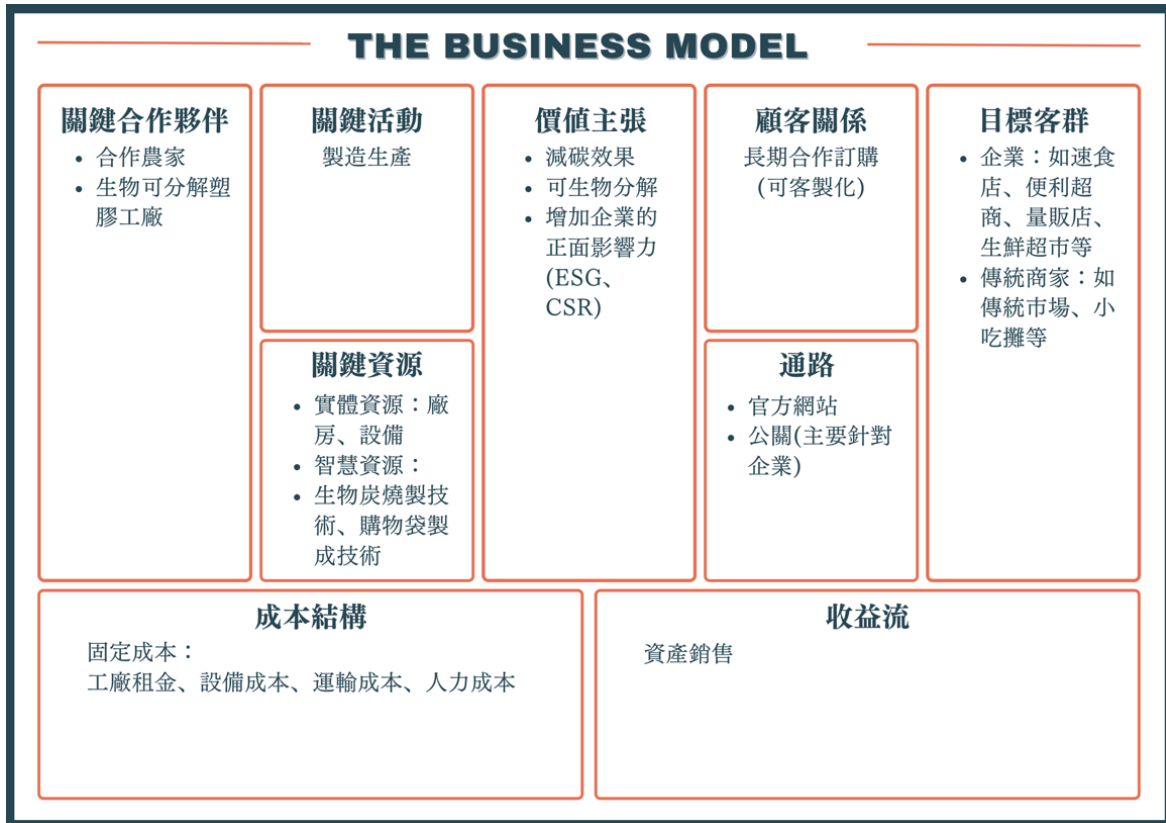
透過實地參訪及文獻回顧取得數據，經過計算得每公噸的 BlasticBag 將可固下 10 公斤的二氧化碳。然而，目前燒製生物炭仍不成熟，未來有望提升生物炭的產率、減少燒製時的排碳量，增加生物炭固碳量，並大幅提升 BlasticBag 的固碳效益。此外，目前製造 BlasticBag 僅加入 20% 的生物炭，未來隨著生物炭與 PBS 融合技術的提升，將可提升 BlasticBag 中的生物炭含量，以增加 BlasticBag 的固碳能力。

2. 其他塑膠製品領域

本報告書中主要討論 Blastic 複合材料用於生產購物袋，並考量此購物袋能帶來的效益；然而，Blastic 除能製成購物袋，亦可取代餐具、寶特瓶、一次性外帶杯、吸管等市面上高塑膠汙染的產品，甚至是循環杯的使用，進一步減少塑膠製品的環境衝擊，並放大 Blastic 複合材料的環境效益。

商業模式

(一) 商業模式圖



(二) 價值主張

1. 幫助企業達成碳中和目標

近年來眾多跨國企業紛紛宣示於 2050 達成「碳中和」的目標，因應全球碳中和的浪潮，國內環保署也於 110 年 10 月 21 日辦理修正「溫室氣體減量及管理法」為「氣候變遷因應法」之預告作業，除納入 2050 年淨零排放目標外，並規劃徵收碳費，專款專用於減碳工作之推動^[11]。

BlasticBag 得力於自身的固碳與減碳效益，碳排放量僅為傳統塑膠袋的 80%，是生物可分解塑膠 PLA 塑膠袋的 34%，因此企業選用 BlasticBag 除了能有效減少繳納的碳費，亦能幫助自身企業於 2050 年達成碳中和的目標。

2. 提升企業於永續方面的表現

企業在永續方面的表現，不僅影響該企業績效，更左右投資人的投資意願。以 Blastic Bag 取代傳統塑膠袋，能藉由廢棄物再利用、減緩溫室效應、減少白色汙染、自然資源永續利用，幫助企業達成下列永續發展目標，並提升企業於 CSR、ESG 方面的表現。



3. 成為企業因應限塑政策的最佳選擇

台灣階段性限塑政策時程表



在未來企業受到限塑政策的挑戰，在不能使用一次性塑膠製品的條件下，以 BlasticBag 作為傳統塑膠袋的替代方案，成為企業的最佳選擇。

(三)、成本分析

在成本分析中，將生產 BlasticBag 與傳統塑膠袋的成本進行比較，塑膠袋會因厚度、大小、功能等因素，有不同的售價與製造成本，本團隊進一步對兩者原料進行比較。在成本比較的過程中，除考慮生產成本，同時也將碳定價及碳稅納入考量。由於目前台灣尚未有明確的碳稅金額，因此在計算成本時，利用國際上各國的碳定價與碳稅，進行碳成本的估算。各國目前的訂價大致落在每公噸 40 至 80 美金，於 2030 年各國定價將落在每公噸 50 至 100 美金^[12]。

- Blastic 生產成本：生物炭一公噸為 NTD 2,610^[13]、PBS 一公噸為 NTD 22,000^[14]。一公噸 Blastic 含有 0.2 公噸的生物炭與 0.8 公噸的 PBS，一公噸 Blastic 生產成本為 NTD 18,122。
- 高密度聚乙烯 HDPE 生產成本：一公噸 HDPE 平均落在 NTD 10,000^[15]。
- 碳排放量：參照前文製造一公噸的 BlasticBag 排 2.89 公噸二氧化碳

- 一公噸碳的成本：參照上文各國碳定價約落在一公噸 50 至 100 美金，依照 1 美金=29 NTD 換算後，可得一公噸的碳成本約為 NTD 1,450 至 NTD 2,900。

表三、BlasticBag 及傳統塑膠袋成本表

	生產成本 (\$/ton)	碳排放量 (ton/ton)	碳成本 (\$/ton)	總成本 (\$/ton)
BlasticBag	1.81萬	2.88	4176~8352	2.23~2.65萬
HDPE 傳統塑膠袋	1萬	3.59	5205.5~10411	1.5~2萬

SWOT 分析

(一) Strength

- 將農業廢棄物再利用，並於產品生命週期終點回歸農田，有利於「實現循環經濟」。
- 相較於傳統塑膠袋，於製造過程中大幅「減少二氧化碳排放」。
- 將稻稈生物炭中的多種特性鎖入於 BlasticBag 中，並回收製成土壤改良劑，除了強化土壤肥沃度，鎖住的二氧化碳及增加的土壤碳匯，創造「固碳效益」。
- 原料均選用生物基製造，減少生產塑膠所造成的環境衝擊。
- 生物可分解的特性可以減少白色污染。
- 在具備環境效益的前提下，兼具耐熱性與便利性。

(二) Weakness

- 相比於傳統塑膠袋，製造成本過高。
- 回收機制需要政策上的調整，才能落實土壤改良劑的應用。

(三) Opportunities

- 隨著環境保護、企業社會責任日漸受到重視，BlasticBag 所帶來的固碳、減少環境衝擊、促進循環經濟、落實永續行動等效益，能使其具備獨一無二的競爭力。
- 在限塑或禁塑政策制定下，BlasticBag 成為企業與商家可行的替代方案。
- 隨著生物炭燒製、BlasticBag 生產等技術逐漸成熟，可增加 BlasticBag 的固碳效益。
- 依據未來各國對於碳定價的金額提升或未來 BlasticBag 固碳效益提升，有望將 BlasticBag 的生產成本降至低於傳統塑膠袋。

(四) Threats

- 技術要求低，具備大規模生產能力的企業能快速習得此項技術，並以較低的生產成本製造 BlasticBag。
- 客戶對於環境保護認知不同，對於 BlasticBag 帶來的環境效益不一定買單，仍傾向於購買環境衝擊高但成本較低的購物袋。

工作分配



許宸瑋

問題界定
設計構想
實驗操作
作品材料說明
運作說明
生命週期評估(LCA)
視覺設計
影片拍攝



魏涓名

問題界定
實驗操作
創意特點
生命週期評估(LCA)
視覺設計
影片拍攝



黃衍瑞

問題界定
實驗操作
生命週期評估(LCA)
作品應用
發展潛能
商業模式
SWOT分析
影片拍攝

特別感謝

筑科科技股份有限公司，提供工廠參訪與技術評估。



參考資料

- [1] 綠色和平塑膠專案小組. (2020, January 10). 回收不能解決塑膠問題！企業、政府、個人可以做的減塑方法. GREENPEACE 綠色和平.
<https://reurl.cc/x90yQ5>
- [2] Ioannidou, S. M., Ladakisa, D., Moutousidib, E., Dheskalib, E., K.kookosb, I., Câmara-salimc, I., Moreirac, M. T., & Koutinasa, A. (2022). Techno-Economic Risk Assessment, Life Cycle Analysis and Life Cycle Costing for Poly(Butylene Succinate) and Poly(Lactic Acid) Production Using Renewable Resources. *Science of The Total Environment*, 806.
<https://doi.org/j.scitotenv.2021.150594>
- [3] 經濟部統計處，工業產銷存動態調查，產品統計。
<https://dmz26.moea.gov.tw/GMWeb/investigate/InvestigateDA.aspx>
- [4] 農委會，農業廢棄物排放統計。
<https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/common/Download.aspx>
- [5] Kashkoolia, S. B., Gandomkara, A., Riazib, M., & Tavallaliac, M. sadegh. (2022). Coupled Optimization of Carbon Dioxide Sequestration and CO₂ Enhanced Oil Recovery. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 208(Part E). <https://doi.org/j.petrol.2021.109257>
- [6] Adhikari, D., Mukai, M., Kubota, K., Kai, T., Kaneko, N., Araki, K. s., & Kubo, M. (2016). Degradation of Bioplastics in Soil and Their Degradation Effects on Environmental Microorganisms. *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, 5, 23–34. <https://doi.org/10.4236/JACEN.2016.51003>
- [7] Gupta, R. K., Hussain, A., Yadvinder-singh, sooch, S. S., Kang, J. S., Sharma, S., & Dheri, G. S. (2019). Rice Straw Biochar Improves Soil Fertility, Growth, and Yield of Rice–Wheat System on a Sandy Loam Soil. *Experimental Agriculture*, 56(1). <https://doi.org/10.1017/S0014479719000218>
- [8] 一次用產品. (2021, January 12). 行政院環境保護署 生活廢棄物管理資訊系統。
<https://hwms.epa.gov.tw/dispPageBox/pubweb/pubwebCP.aspx?ddsPageID=ONE&dbid=3593711977>
- [9] 稻殼、稻稈再利用，農業廢棄物展生機. (2011, November 12). 農業知識入口網。
https://kmweb.coa.gov.tw/theme_data.php?theme=news&sub_theme=agri_life&id=53496
- [10] 游昇俯. (2020, October 12). 用農業鎖住二氧化碳 陳吉仲受邀「千分之四」分享固碳經驗. 農傳媒. <https://www.agriharvest.tw/archives/49819>
- [11] 行政院環境保護署氣候變遷辦公室. (2021, November 20). 環保署說明碳費徵收規劃. 行政院環境保護署 環保新聞專區。
<https://enews.epa.gov.tw/Page/3B3C62C78849F32F/eda88f0a-b3d0-4b10-a25b-1b2eddf935d>
- [12] 呂威逸. (2021, June 7). 2021 世界銀行碳價趨勢報告 (上)：全球碳定價進度為何？. 愛地球學院. <https://theworldshouldbe.org/2021/06/07/2021-world-bank-carbon-pricing-1/>
- [13] 台灣農業科技資源運籌管理學會.(2017, July 1). 生物炭產業國際趨勢報告

- [14] 東莞市金甲塑膠有限公司，PBS 日本昭和電工 1020MD，
https://www.plasway.com/trading/more2016_491494_1.html
- [15] HDPE 高密度聚乙烯價格走勢圖(定期更新). (n.d.). 野天鵝.
http://yte1.com/datas/hdpe-pri?fbclid=IwAR3un_W1UgFI8WP6KXtXd32T4HHILJJjXcdqFcB_z4ZASATPcN15NMsU0U
- [16] Huang, Y., Chiueh, P., Shih, C., Lo, S., Sun, L., Zhong, Y., & Qiu, C. (2015). Microwave Pyrolysis of Rice Straw to Produce Biochar as an Adsorbent for CO₂ Capture. *Energy*, 84, 75–82. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.02.026>
- [17] 楊智凱. (2005). 生命週期評估方法之分析比較－以 HDPE 塑膠製品為例.
<https://hdl.handle.net/11296/bnfsn6>