

111年度氣候變遷創意實作競賽

決賽作品說明書

隊伍名稱	13. 我不是流氓我是建竹師
作品中文名稱	竹藝復興—用設計打造 臺灣竹林負碳循環經濟
作品英文名稱	Bamboo Renaissance

參賽學校：國立臺中科技大學

指導老師：張國賓

團隊成員：鄭毅誠、呂澤旻

目錄

第壹章、 界定問題.....	1
(一)、 全球每年製造 90 億噸塑膠產品及 5220 億噸碳排放量.....	1
(二)、 以竹材代替塑膠產品達到淨零碳排的可能性.....	1
(三)、 政府推動新興竹產業發展綱要計畫所面臨問題.....	3
第貳章、 動機與目的.....	4
(一)、 竹籠解決墾丁森林國家公園梅花鹿破壞樹林.....	4
(二)、 透過設計 X 科技提高大眾對竹產業的認識、使用及開拓新市場... ..	5
(三)、 藉由成立臺灣竹推廣平台進而驅動市場推動竹林活化.....	6
第參章、 竹循環產品設計及應用.....	7
(一)、 竹籠.....	7
一、 設計核心.....	7
二、 選擇材質說明.....	8
三、 產品設計細部說明.....	8
四、 產品表板.....	9
(二)、 竹編包裝.....	10
一、 取代一次性包裝.....	10
(三)、 剩餘竹材廢料應用.....	10
一、 生殖發電.....	10
二、 竹質複合 3D 列印線材.....	11
第肆章、 商業模式及分析.....	12
(一)、 商業模式.....	12
(二)、 平台提供設計整合能力驅動臺灣竹產業業者共同創新價值獲利.. ..	13
一、 短期：藉由地方竹設計需求建構初步平台竹產業鏈.....	13
二、 中期：完善平台提供多樣化資源協助.....	15
三、 長期：實踐永續臺灣竹林負碳循環經濟和國內外行銷推廣計畫	16
第伍章、 創意特色與亮點.....	19
(一)、 臺灣第一個負碳數據化呈現竹產品/產業/服務推廣平台.....	19
(二)、 竹林負碳應用循環系統持續更新.....	19
(三)、 竹設計產品取代非再生循環材料的文化經濟產業思維.....	19
第陸章、 可行性與發展潛能.....	20
(一)、 全球竹產業市場規模.....	20
(二)、 國內外實際案例參考.....	20
(三)、 短中長期計畫.....	21
第柒章、 預期成果.....	23
第捌章、 參考資料.....	24

圖目錄

圖 1-1 固碳效果對比 (來源：從竹子到竹房子:給所有人的竹構築指南).....	2
圖 1-2 The negative CO2 footprint of bamboo.....	2
圖 1-3 triple compensation effect of bamboo.....	2
圖 1-4 97-109 年國產竹材生產量趨勢圖.....	3
圖 1-5 竹產業發展規劃綱要圖.....	3
圖 2-1 墾丁森林遊樂區現行保護植物措施.....	4
圖 2-2 梅花鹿行為對樹木造成傷害.....	4
圖 2-3 竹籠模組化設計循環產業鏈.....	4
圖 2-4 竹包裝.....	5
圖 2-5 竹籠產品圖.....	5
圖 2-6 生質燃料.....	5
圖 2-7 竹炭.....	5
圖 2-8 竹設計循環圖.....	6
圖 3-1 全竹利用循環圖.....	7
圖 3-2 竹籠產品理念圖.....	8
圖 3-3 竹籠細部說明圖 01.....	8
圖 3-4 竹籠細部說明圖 02.....	8
圖 3-5 竹籠表板.....	9
圖 3-6 臺南市竹會臉書官方粉絲團-多功能竹提籃.....	10
圖 3-7 竹廢料處理.....	10
圖 3-8 農林業廢棄物轉能源化-生質氣化技術.....	11
圖 3-9 Bamboo-PLA.....	11
圖 3-10 PLA Bamboo Filament.....	11
圖 3-11 The Parametiks Print 001 sneaker.....	11
圖 4-1 竹藝復興平台商業模式.....	12
圖 4-2 竹藝復興平台參與者互動模式.....	12
圖 4-3 短期竹籠 OTOP 建立.....	13
圖 4-4 墾森場域 OTOP 模擬圖.....	14
圖 4-5 平台資訊蒐集互動模式圖.....	14
圖 4-6 屏東落山風藝術季.....	14
圖 4-7 世界首屈竹炭產品碳足跡評估制度與生命週期範圍界定.....	15
圖 4-8 臺灣碳足跡標章/歐盟生態環保標章.....	15
圖 4-9 平台協助參與業者提升整體競爭力.....	16
圖 4-10 竹藝復興平台數據化呈現負碳資訊示意圖.....	16
圖 4-11 短、中、長期計畫.....	17
圖 4-12 2021 年 iF 設計獎：re-ing 菱格盤.....	17

圖 4-13 法國巴黎家具家飾展「亞洲新銳設計師」浪草燈.....	17
圖 4-14 竹產業業者各方合作立場.....	18
圖 6-1 U. S. Bamboos Market.....	20
圖 6-2 實際委託欣林竹藝社製作竹籠.....	22
圖 6-3 欣林竹藝社現有產品.....	22

表目錄

表 3-1 竹籠選用材質說明.....	8
表 7-1 平台短、中、長期計畫預計累積合作夥伴.....	23

第壹章、界定問題

(一)、全球每年製造 90 億噸塑膠產品及 5220 億噸碳排放量

PVC 被廣泛應用於製造各種不同類型的產品，但其材質對於地球所產生的負面影響是非常可觀的，就碳排放量來說，根據歐洲塑料工業協會的數據，**1 公噸 PVC 的生命週期碳排放量為 58 噸公斤二氧化碳。**

這個數據包括了 PVC 原料生產、材料加工、運輸、使用和處理的全部過程。而**全球每年製造出來的塑膠至少有 90 億噸**，而其中只有 9% 有被回收，長時間累積下來，碳排放量的數字已經是天文數字。¹

(二)、以竹材代替塑膠產品達到淨零碳排的可能性

尋找塑料替代品是從**源頭減少塑料使用**、減輕塑料污染的有效途徑，也是全球應對塑料污染危機的重要措施之一。小麥、秸稈等可降解的生物材料都可替代塑料。但在所有代塑材料(硬木、鋼材、複合材料和棉花)，竹子具有得天獨厚的優勢。

竹子是世界上生長最快的植物。研究顯示，竹子的最高生長速度是每 24 小時 1.21 米，2-3 個月即可完成高生長和粗生長。竹子成熟快，3-5 年即可成林，且年年出筍再生，產量高，一次造林，可永續利用。竹子分佈廣泛，資源規模可觀。

竹子特有的自然屬性讓其成為塑料的最佳替代品。竹子是優質的可再生、可循環、可降解的環保材料，並且具備強度高、韌性好、硬度大、可塑性佳等特點。

竹製品在整個生命週期都保持低碳水平甚至負碳足跡。在“雙碳”背景下，竹子的吸碳固碳功能尤為可貴。從碳匯過程來看，**竹產品與塑料產品相比，碳足跡為負值**。竹製品用後可完全自然降解，更好地保護環境，保護人類健康。有數據表明，竹林的固碳能力遠超普通林木，是杉木的 1.46 倍、熱帶雨林的 1.33 倍。**如果全球每年使用 6 億噸竹子替代 PVC 產品，預計將減少 40 億噸二氧化碳排放。**²

¹ Plastics Europe。 <https://plasticseurope.org/>

² International Bamboo and Rattan Organization, INBAR。 <https://www.inbar.int/>

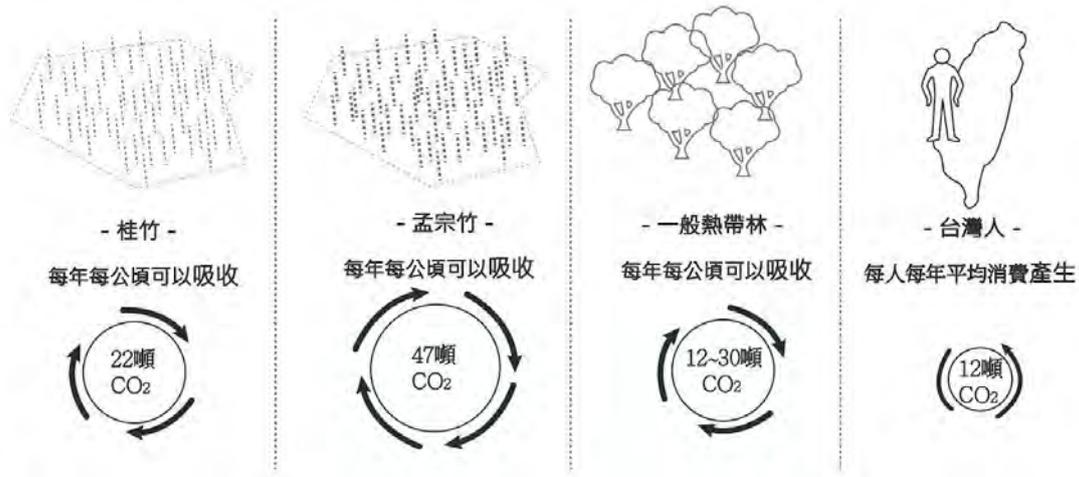
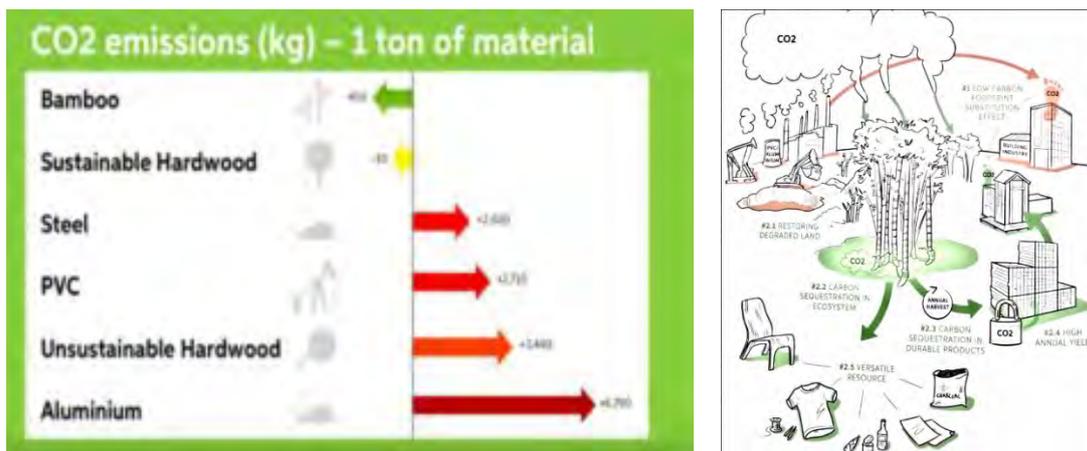


圖 1-1 固碳效果對比 (來源：從竹子到竹房子:給所有人的竹構築指南)

When carbon storage in durable products and compensation through substitution is added, a total compensation of more than 500 tonnes per hectare / per year can be attained. (P. van der Lugt)³



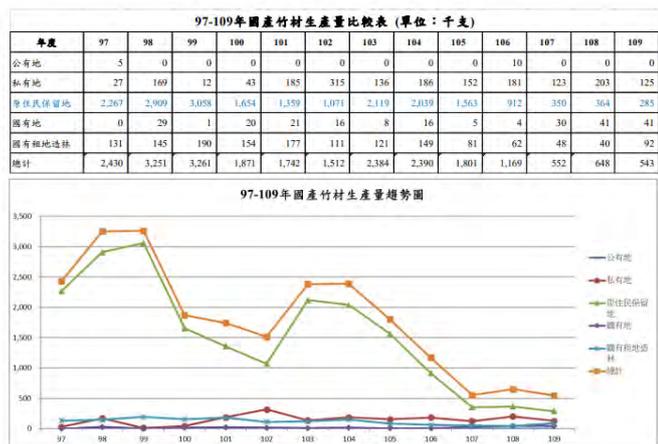
³ 2023 BambuLogic Europe BV ◦ <https://bamboologic.eu/carbon-removal-credits/?fbclid=IwAR3HM9m61-tRE6dNuB3GcbJW1yFP34JUb-h5jRmTJF6vXSn16Vefk6iVKrs>

(三)、政府推動新興竹產業發展綱要計畫所面臨問題

當全球面臨氣候變遷壓力下，各國都面臨資源永續發展的具體挑戰，在經濟成長的同時又要兼顧環境保護與社會發展。2019年12月，聯合國氣候大會公布《歐洲綠色政綱》(European Green Deal)，將在2050年實現「碳中和」、溫室氣體排放歸零的目標，以及將祭出「邊境碳關稅」阻止碳洩漏。而竹子是生長最快速、碳吸存能力比木材強，且用途廣泛的植物，在實現聯合國永續發展目標(SDGs)的過程中，扮演重要角色。⁴

林業試驗所表示，目前臺灣竹林面積估計約有20萬公頃以上。過去竹產業曾在台灣經濟發展中扮演重要角色，然而因塑膠等石化材料的應用與取代日常用品，再者中國與東南亞進口的竹材與竹產品價格低廉之競爭，以及勞工薪資調漲等眾多原因，導致現今的竹產業逐漸沒落。**竹農在經營無法獲利的情況下，不再撫育與更新竹林，造成竹林退化。**

為呼應國際減碳趨勢，重新將竹產業與國際接軌，林務局統籌之「新興竹產業發展綱要計畫」已在2021年底核定，但**產業仍面臨缺乏青年投入、產業傳承中斷、其他國家竹製品廉價競爭、消費者對竹產業認知不足、市場開拓不易等問題**。再加上社會型態改變導致竹製傳統產業沒落，若是想振興可能需要結合傳統與創新，來增加竹產業價值。⁵



⁴ 台灣林業 48 卷 6 期。 <https://www.forest.gov.tw/0000104/0000554>

⁵ 111 年森林資源永續發展研討會口頭發表 - 林產組論文摘要集
<https://www.forestry.org.tw/File/Web13/List/File/3113.pdf>

第貳章、動機與目的

(一)、竹籠解決墾丁森林國家公園梅花鹿破壞樹林

墾丁國家森林遊樂園區由於園區梅花鹿密度過高，其對植物的啃食、磨角及踐踏危害已嚴重影響生態系(圖 2-2)，現行做法以塑膠、尼龍網等材質作為暫緩之計(圖 2-1)，但此類材質對於環境仍會造成一定的傷害以及破壞自然美感。



圖 2-1 墾丁森林遊樂區現行保護植物措施
(來源：林試所)



圖 2-2 梅花鹿行為對樹木造成傷害
(來源：林試所)

本團隊透過與林務局和林試所的 2022 年「**新一代產學合作計畫**」，以「自然共融、生態永續」為設計理念，研發設計出符合美學、動物行為及植物保護功能的實體作品 - 「竹籠」，該作品同時兼具森林育樂、教育、遊憩、自然保育與試驗等功能性，**本設計採用國產竹材，並進一步發現竹材設計對生態系保護、循環綠色經濟及固碳，有著巨大的影響力。**同時，本設計亦考量提振本土林產業、生態共榮、永續地產商業模式、協助在地社區創造就業機會及傳承竹工藝技法，讓消費者看見國產木竹材，逐步提升市場需求，帶動生產量與產業鏈，開啟人工林之造林、利用、再造林的永續循環。



圖 2-3 竹籠模組化設計循環產業鏈

(二)、透過設計 x 科技提高大眾對竹產業的認識、使用及開拓新市場

潘美玲(2021)：一根竹子長十二公尺，從頭段、中段、尾段，每一段都有其最佳功能用途，三個段落也連結了不同的竹產業，例如竹劍業(頭段)、竹籤業(中段)、農業支撐材(尾段)，中間如果有一個行業倒閉不做了，也會連動到其他產業，「因為**不符採收成本，竹農就不會想要生產。**」⁶

本團隊運用設計和科技，**將竹子其價值最大化，進行全竹利用**，竹籠由頭段製成，中段則以編織竹包裝為主，尾段和邊角料則可加工為中密度纖維板、病蟲害有機生物制劑、農產品保鮮材料及製成生質燃料等。



圖 2-4 竹包裝(來源：Pinterest)



圖 2-5 竹籠產品圖

剩餘廢料、報廢的竹製品，可以加工成各種類型的生物質能源，包括竹炭、生質顆粒。經過適當的生產設計規劃，可以在製造目標製品的同時，產生有價值的副產品，將竹材有效增值應用，產生最少量的廢棄物。⁷



圖 2-6 生質燃料

(來源：臺灣製產品 MIT 微笑標章網站)



圖 2-7 竹炭

(來源：璞園藝術坊)

⁶ 經典雜誌第 273 期 2021.04。 <http://www.rhythmsmonthly.com/?p=40758>

⁷ 竹材產業技術諮詢中心。 https://www.bambootw.net/04know_06s05.php

(三)、藉由成立臺灣竹推廣平台進而驅動市場推動竹林活化

要重拾民眾使用竹工藝、竹產品，只能強化民眾的生活文化概念作起，在生活中，使用竹產品所代表的意義或特殊的自然材質美感讓民眾願意使用他們。

本團隊將與林務局、林試所合作場域測試(六個月2023.05-2023.10)，進行小型觀光場域試辦，**建立OTOP⁸**，**藉由大量竹材需求，活化在地私有竹林/荒廢竹林**，配合全竹利用，預計帶動包含在地社區、觀光、竹產業，最少百萬以上經濟效益。

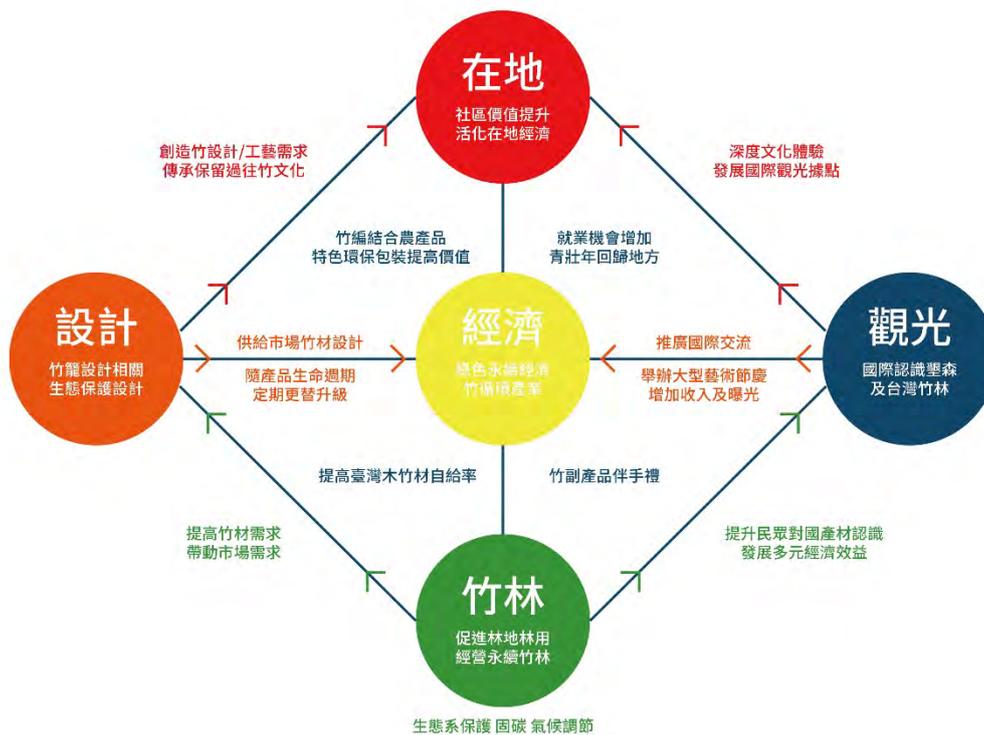


圖 2-8 竹設計循環圖

期待透過建置**竹藝復興-臺灣竹推廣平台**，複製竹籠模式，將臺灣竹產業串連，把竹材價值最大化發揮，以清楚的資訊提高民眾對於竹設計、竹用品的認識，並了解其益處，藉著國際化平台開拓市場推廣到全球，有了經濟收入，才有可能達到臺灣竹林地活化更新，負碳同時創造價值，在生態與經濟間創造雙贏。

⁸ OTOP : One Town One Product

第參章、竹循環產品設計及應用

竹材用途廣泛，隨著科技的進步，竹子的應用領域越來越廣泛。目前已開發的竹產品種類超過1萬種，涉及衣、食、住、行等生產生活的各個方面。

竹材前段：建材、竹劍、農用支架、竹籠等

竹材中段：工藝品、家具、樂器、包裝等

竹材尾段：竹掃把、竹籤、竹蓆等

竹材廢料：生質發電、化妝品、3D 列印線材

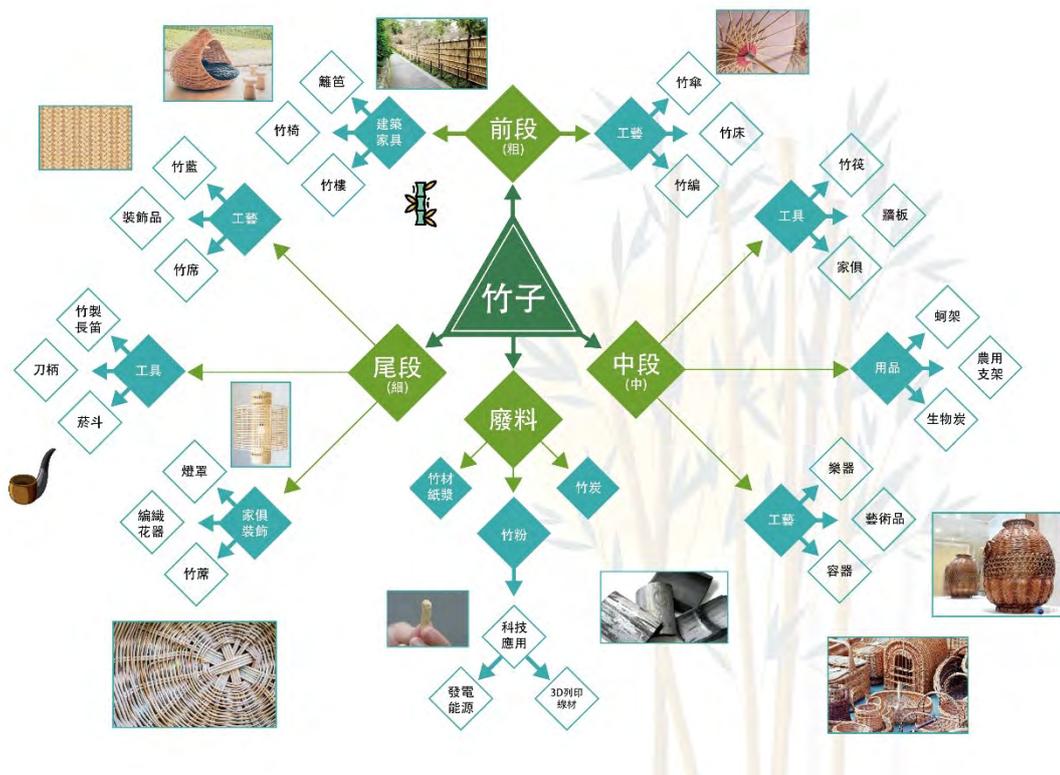


圖 3-1 全竹利用循環圖

以下用幾款竹製產品為例，來分別針對不同部位竹材應用說明：

- (一)、竹籠(前段)
- (二)、竹編包裝(中段)
- (三)、竹材廢料應用(尾段及廢料)

(一)、竹籠

一、設計核心

以「自然共融、生態永續」為設計理念，採用國產竹材，結合模組化設計方便使用者組裝與更替，主要用途為保護森林樹木、隔擋野生動物啃咬的實用設計，並結合綠色循環經濟及生態教育之商業模式。



圖 3-2 竹籠產品理念圖

二、選擇材質說明

表格 3-1 竹籠選用材質說明

	照片	使用壽命	用途	特點
重竹板		20 年以上	廣泛用於戶外地板及室內高檔家具	具有乾縮濕脹率小、不易變形、防腐、防水及耐候等性能，有很強的穩定性。
孟宗竹片		基礎防腐處理可使用 2-3 年	竹材工藝	可塑性大可做出多樣式的外觀，具有良好的韌性及彈性。

三、產品設計細部說明

透過模組化設計，竹籠每個部件都可以替換，配合產品生命週期，定期做維護更替，結合竹林更新間伐。



圖 3-4 竹籠細部說明圖 02

四、產品表板

竹籠

Bamboo fence

竹籠(Bamboo Fence)以「自然共融、生態永續」為設計理念，採用在地國產竹材具強韌及可彎曲性等特性型形，結合模組化設計方便使用者組裝與更替，主要用途為保護森林樹木、隔離對生動物啃咬的實用設計。



安裝流程



1. 定位支撐腳



2. 安裝下圓環



3. 竹片安裝



4. 上圓環安裝



▲ 墾丁森林遊樂區區域板廠

模組化零件



圓環卡榫樣接

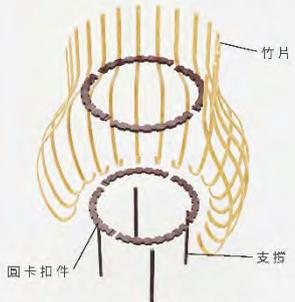


支撐與圓環樣接



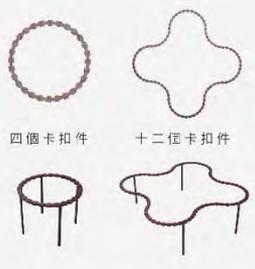
竹片與圓環

零件損壞皆可替換，節省維修成本
現場組裝快速省時，節省時間與人力成本



竹片
圓環卡扣件
支撐

尺寸: 65*65*150cm ϕ 65



四個卡扣件
十二個卡扣件

▲ 圓環填充示意圖

外觀造型以墾丁之花-棋盤腳作為意象，其外部曲線以蓓蕾初綻的型態，頂部則以花朵綻放的花蕾型態，設計竹材為核心的產品生命週期，可循環再利用，讓自然生態永續。



▲ 棋盤腳的花朵



▲ 棋盤腳的種子

圖 3-5 竹籠表板

竹籠組裝步驟影片教學：<https://youtu.be/fDs7wGlcWws>

竹籠強度測試影片：<https://youtu.be/Ujq1-p017Sw>

(二)、竹編包裝

一、取代一次性包裝

本團隊將與欣林竹藝社、臺南市竹會及在地小農合作，客製化設計農產品包裝，透過包裝使內容物的價值提高，傳遞產品的品牌形象和特點，增強產品的知名度和競爭力，**逐步替換塑膠及一次性包裝**。

竹材有良好的透氣性和吸濕性，利於保持產品的新鮮度和品質，符合消費者對健康、綠色、環保的需求和追求，並且具有豐富的文化內涵和歷史積澱，可以為產品賦予更深刻的品牌價值和文化內涵，增強產品的競爭力和市場認知度。



圖 3-6 臺南市竹會臉書官方粉絲團-多功能竹提籃

(三)、剩餘竹材廢料應用

一、生質發電

2014 年台灣原竹生產過程所產生的廢料約 8,997 公噸，約佔原竹總需求量 10%，將竹廢料運用在能源發電上，除了能解決竹廢料問題，還能產生能源，只要透過氣化發電原理⁹，配合台灣現有的農業廢棄物發電的設備 - **生質能氣化爐發電機組**。近年來各縣市焚化爐爆滿，幾乎不再處理農業廢棄物有了這套設備，處理的同時，還能發電，投入 500 到 700 公斤的各式乾木材，每小時可以發電 500 度，經濟部能源局在今年新增，**農業廢棄物再生能源躉購費率，每度電高達 5.1407 元**，許多業者看好這項商機，進行設備廠房投資。



圖 3-7 竹廢料處理(來源：環境資詢中心)

⁹ 氣化發電原理:熱裂解，讓廢料從固態變成氣態，將廢料放入雙層壁體結構的燃燒室內，透過燃燒、高溫裂解後，便會產生可燃性氣體，這些氣體還需要經過冷凝、過濾等階段，去除氣體內含有的雜質，如：水分、焦油等，才能將氣體輸入內燃機中發電。



圖 3-8 農林業廢棄物轉能源化-生質氣化技術(來源：能源教育資源總中心)

二、竹質複合 3D 列印線材

近年 3D 列印技術愈加成熟，美國能源部 (DOE) 科學家們發現，有 10%竹含量的材料比 PLA 有更高的彈性，20%竹含量的材料其模量也會更高。¹⁰

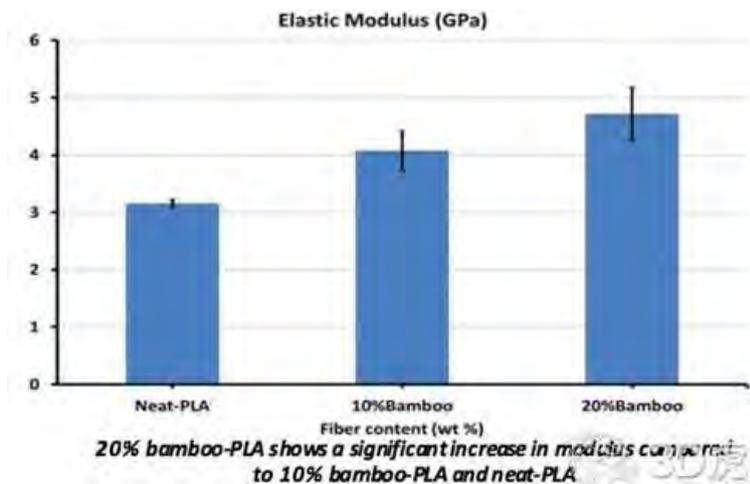


圖 3-9 Bamboo-PLA(來源：DOE)

配合全球環保趨勢，以及近年快速發展的參數化設計¹¹，結合竹材的 PLA 材料在未來可以發揮的用途可說是非常之廣。



圖 3-10 PLA Bamboo Filament



圖 3-11 The Parametriks Print 001 sneaker



¹⁰ Oak Ridge National Laboratory: <https://www.ornl.gov/directorate/estd>

¹¹ 使得設計者可以快速的客製化特定的設計元件，腳本介面的進步使設計師能夠創建自己的設計環境，軟體終端使用者和程式開發人員之間的界線正在降低。

第肆章、商業模式及分析

(一)、商業模式

與相關領域專家、廠商商討本構想之商業模式(如下圖)，將臺灣竹產業透過平台整合，不論是企業、消費者等，對於竹產業資訊更加清楚，**以竹代塑**、使用竹產品對於生態、淨零碳排的益處，進而促進竹林負碳循環經濟產業實現。

Key Partners	Key Activities	Value Propositions	Customer Relationship	Customer Segment
關鍵合作夥伴 林務局屏東林管處 林試所恆春研究中心 竹工藝/設計師 在地社區居民 竹材產業技術中心 世界/臺灣竹會 臺南市竹會 欣林竹藝社	關鍵活動 竹產品/服務外銷 推廣臺灣竹產業 活化臺灣永續竹林 創造在地就業機會 Key Resources 關鍵資源 OTOP場域 臺灣竹產業 產品設計/工藝能力 平台/工廠行銷整合	價值主張 竹設計/工藝能力 全竹循環利用模式 提振臺灣竹材產業 竹林負碳永續循環 替換非再生循環產品 聯合國永續發展目標	顧客關係 認識台灣竹產業 得到環保竹設計 取得臺灣竹工藝品 配合減碳政策 Channels 通路 世界竹會宣傳 政府協助宣傳 竹平台社群媒體經營 進駐國際博物館/競賽	目標客層 政府機關 (台電、林試所) 臺灣碳排大戶企業 (中鋼、台塑) 全球環保意識高族群 網路電商平台 (MOMO、蝦皮) 找尋替換一次性產品 的店家 熱愛竹工藝設計結合 產品的族群
Cost Structure 成本結構 竹林管理及運輸 竹材分級處理工廠 人力成本 平台經營維護		Revenue Streams 收入來源 產品販賣抽成收益 專利授權 企業投資 廣告收益 企業/社區認養 新興竹業發展計畫 竹材販賣		

圖 4-1 竹藝復興平台商業模式

本平台參與者(如圖 4-2)，透過竹藝復興平台串聯整合相關資源，以清楚明瞭的品牌行銷推廣，提高企業、大眾、甚至到國際市場，對於臺灣竹產業的認識與使用、支持與投資，進而驅動臺灣竹林負碳永續循環目標。

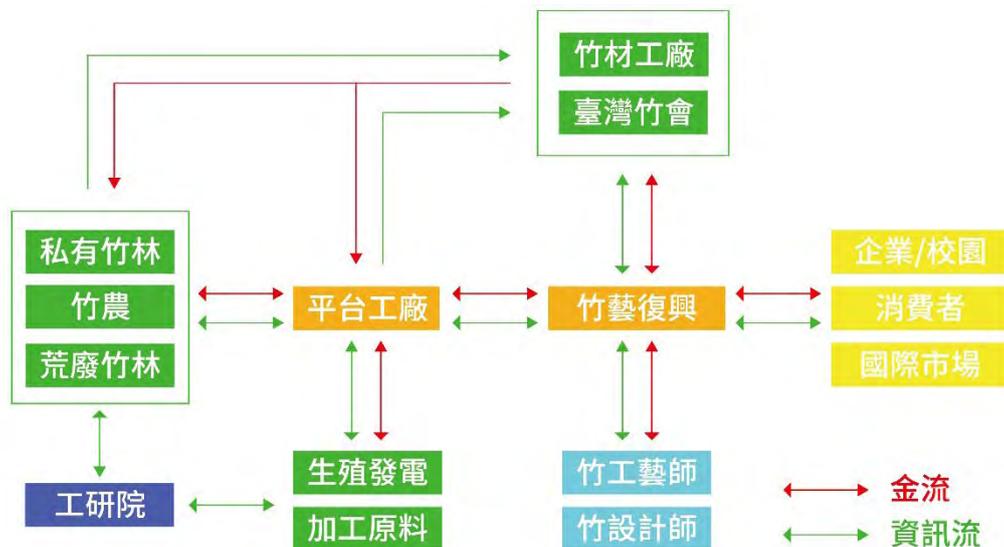


圖 4-2 竹藝復興平台參與者互動模式

總體來說，本團隊將建置竹藝復興-臺灣竹推廣平台，**平台將提供竹設計、科技應用以及推廣行銷服務，主動與竹產業相關業者進行交流服務**；全球淨零碳排趨勢，全球市場對於再生循環產品出現需求，臺灣竹產業必須整合且互相合作，做出一條龍產業鏈，才能**有效獲利，持續經營竹林負碳循環經濟**。

以下將詳細說明本團隊如何解決現有竹產業痛點、提供服務與價值，在獲利同時使竹產業的發展能夠持續支持竹林永續負碳循環。

(二)、平台提供設計整合能力驅動臺灣竹產業業者共同創新價值獲利

一、短期：藉由地方竹設計需求建構初步平台竹產業鏈

(1)、優值竹產品示範區的推動：建立 OTOP

經由墾森保護生態之產品需求-竹籠，透過其應用與行銷示範區的建置，提供產業、投資者與民眾實際體驗與異業結盟機會，形成上下游產業鏈與破除民眾對竹材應用的刻板印象、結合觀光休閒與社區總體營造發展具有地方特色之竹產業或國家競爭力之竹產品，都能具備健全竹產業體質與創新產業應用機會。¹²

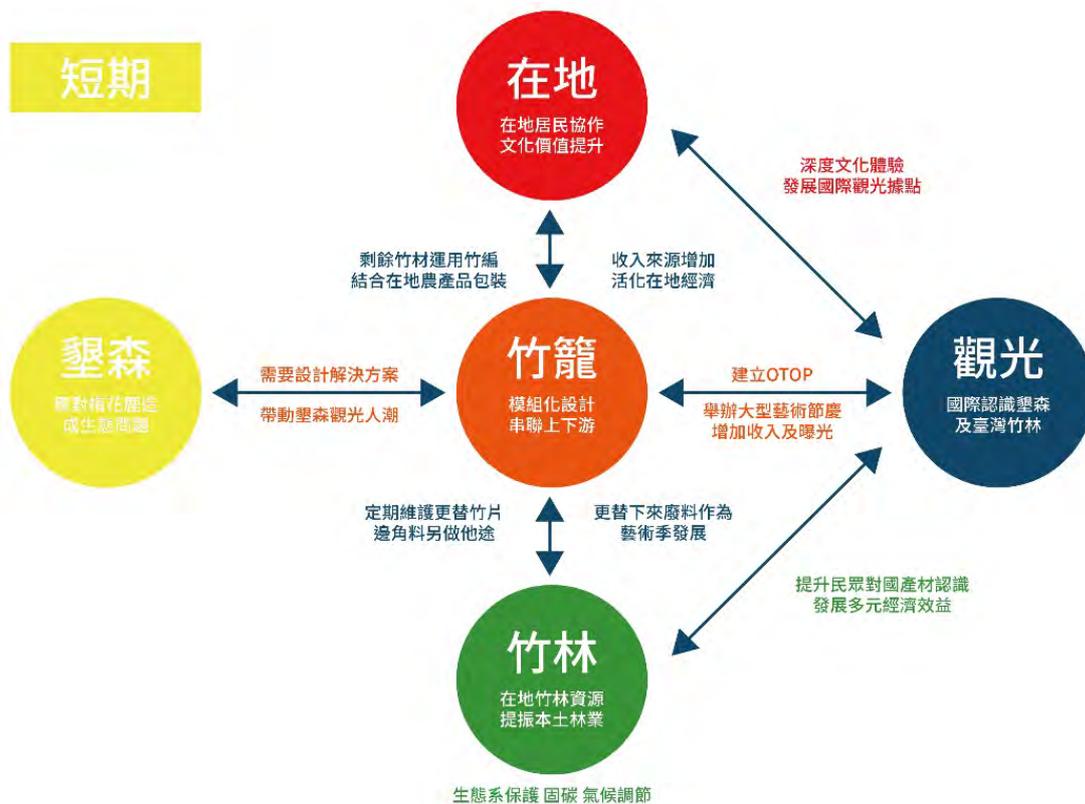


圖 4-3 短期竹籠 OTOP 建立

¹² 新型態竹產品技術研發與產業推動



圖 4-4 墾森場域 OTOP 模擬圖

(2)、平台建置蒐集臺灣現有產業資訊結合

竹籠所建立的 OTOP，透過平台資訊整合呈現閱讀更加簡單，使產業、大眾認識竹材結合設計、科技所創造的價值，並提供多項異質材料(紙漿、3D 列印)結合服務使業者實際運用，進而了解國際未來趨勢與出路，吸引竹產業業者及異業業者加入平台並讓更多人願意投入此產業。

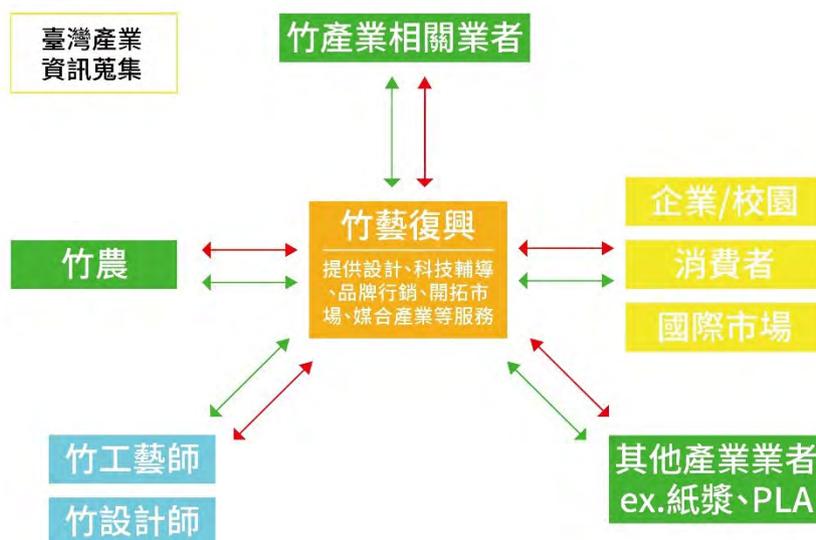


圖 4-5 平台資訊蒐集互動模式圖

(3)、配合竹籠產品生命週期舉辦藝術季

竹籠的模組化設計，配合竹片使用生命週期，2-3 年定期維護更替，屆時將替換下來的竹片，邀請國內外竹材工藝設計相關人才、藝術家，舉辦國際藝術季，促進在地觀光並提高大眾認識竹材對於生態的益處，並推廣國際。



圖 4-6 屏東落山風藝術季

二、中期：完善平台提供多樣化資源協助

(1)、媒合人力創意與產業技術達到互利

當設計師與工藝師的人力創意與竹產業技術能夠相互媒合，就能夠實現雙方的互利。竹產業擁有豐富的竹資源和傳統的竹工藝技術，但有時缺乏現代化的生產技術和市場視野。透過平台的媒合，可以結合先進的生產技術和設計概念，提高竹產品的附加價值和市場競爭力。

(2)、輔導竹產品碳足跡評估及取得標章計算服務

國內外申請環保標章流程繁瑣，平台將透過碳足跡計算服務，輔導國內竹相關業者產品碳足跡進行評估，有助於縮短國內業者未來執行木/竹材品碳足跡評估時程並降低廠商產品碳標籤建置費用，也同時提升產品形象、市場區隔，及滿足綠色消費者需求與國際市場拓展開創契機。¹³

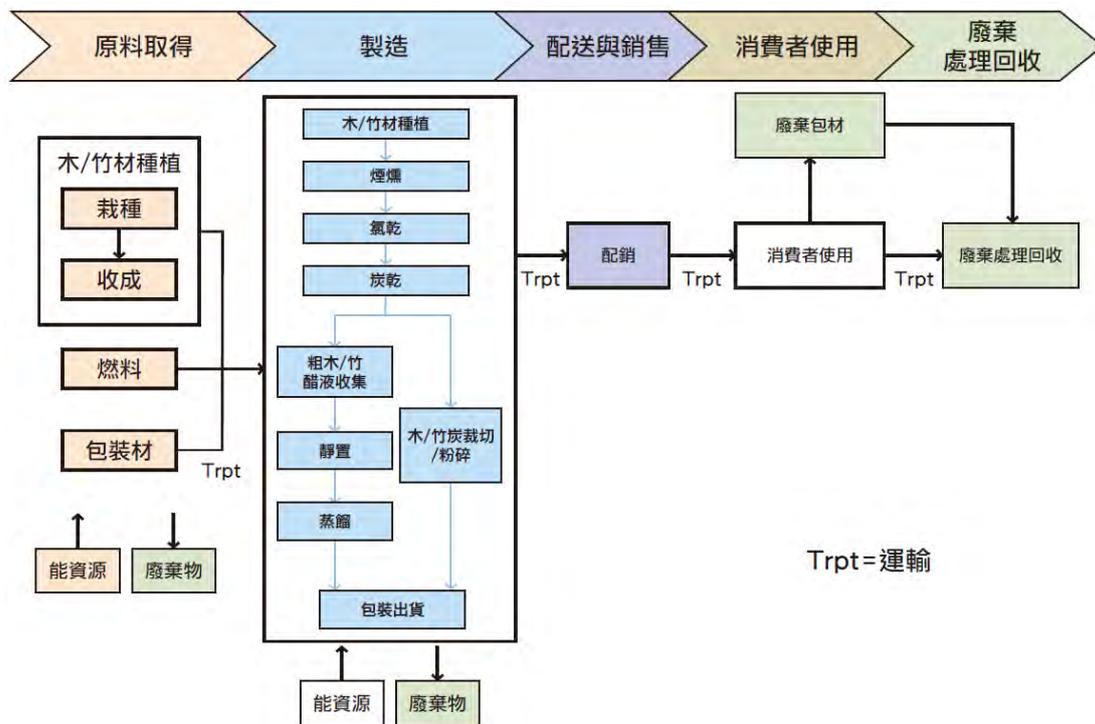


圖 4-7 世界首屆竹炭產品碳足跡評估制度與生命週期範圍界定 (來源：工研院)



圖 4-8 臺灣碳足跡標章/歐盟生態環保標章

¹³ 新型態竹產品技術研發與產業推動

(3)、輔導提升品牌/商品競爭力

臺灣竹產業目前年齡偏向高齡化，以及臺灣竹工藝師較少經營個人網站及店鋪，專心於自身創作，透過平台可以協助經營銷售，為其開啟更大的市場。



圖 4-9 平台協助參與業者提升整體競爭力

(4)、平台數據化呈現產品效益使消費者了解竹產品”越消費，越環保”

透過數據化資料呈現使用竹產品/服務的益處，例如：促進多少林地更新、產品固碳量等，達到與消費者互動，刺激其持續購買並間接推廣的作用。



圖 4-10 竹藝復興平台數據化呈現負碳資訊示意圖

三、長期：實踐永續臺灣竹林負碳循環經濟和國內外行銷推廣計畫

本團隊期待，以**平台整合服務驅動竹產業創新**，配合政府的竹產業振興計畫與企業配合政府的碳費政策¹⁴或是消費者對於竹產業的支持，可以讓整個竹產業獲得穩定收益，帶動永續竹林負碳循環經濟。

長期目標，本團隊將依照各方的需求，與平台資源結合，推廣更多竹產品、資訊、服務給潛在消費/投資企業。如：本團隊將林務局、工研院等等管道合作，攜手合作企業認購。又如：以 youtuber、環保 KOL、竹產業領域人士等媒介辦理教育營隊、工作坊，從教育改變大眾，永續竹林負碳循環的知識與理念，並

¹⁴ 台灣現行決定採取碳費制，2024 年開始收取，目前訂定碳費收取標準約略 300 元/噸左右，環保署表示碳費收取對象初步以年碳排放超過 2.5 萬公噸業者，例如電力、鋼鐵、石化、化材、水泥等產業，收入專款用於溫室氣體減量工作、發展低碳與負碳排產業、補助與獎勵投資溫室氣體減量技術等，促進減碳發展。(環保署)

將臺灣竹產業的優異之處及理念行銷到國際市場。

除了提供竹業者設計、科技諮詢服務，也針對現狀分析與改善轉型合作建議，本團隊也將透過平台媒合各項業者共同創造金流，提供業者參考自身在產業中的競爭力及優勢。藉此，本團隊希望帶動各業者的良性競爭，促進整體竹產業的永續發展。



圖 4-11 短、中、長期計畫

(1)、輔導進駐國外博物館/國際競賽提升臺灣竹產品國際市場能見度

任何參與平台的一方，都可從中媒合設計人才與竹產業人才，進而設計創新產品，經由平台輔導參與國際競賽、國際展覽，將各式臺灣創新創意竹產品技術推廣邁向國際市場，提升平台能見度。

以台灣原住民設計品牌 Kamaro' an 為例，最初於台科大工業設計所的一項企劃。當時還是研究生的張雲帆與劉立祥（現為 Kamaro' an 主理者暨設計師），因研究企劃接觸到花蓮港口部落的林易蓉 Tipus Hafay，三人嘗試將阿美族的傳統手工藝、原料揉合當代設計，就此促成 Kamaro' an 的誕生，衍生出浪草燈、編織三角包、編織掛鏡等代表性商品。¹⁵



圖 4-12 2021 年 iF 設計獎：
re-ing 菱格盤(來源：點睛設計)



圖 4-13 法國巴黎家具家飾展「亞洲新銳設計師」浪草燈(來源：Kamaro'an)

¹⁵ Kamaro' an 於法國巴黎家具家飾展獲選為「亞洲新銳設計師」；編織三角包自 2018 迄今為美國紐約當代藝術博物館 (MoMA Design Store)「包袋類最佳銷售產品」

(2)、本團隊提供服務達到臺灣竹產業互利共生

以上所述，對於竹產業業者，本團隊提供的平台服務，輔導其產品取得碳足跡標章，並於平台上銷售，還可以媒合不同產業人才合作，經由輔導取得國際認證標章以及在國際市場上曝光，創造收益；對於竹工藝/設計師，可以找到一條龍的生產鏈，使其產品量產順利並能透過平台直接推廣銷售，並輔導參與國際競賽與進駐國際展覽；而針對企業以及其他產業業者，能夠經由清楚的平台資訊了解竹產業將成為未來趨勢，並且具有龐大的經濟價值及發展空間，能夠吸引企業產業投資；消費者則能夠透過平台數據化呈現使用竹產品/服務對環境的正面影響，得到結合臺灣文化創意的竹設計/工藝品；最後經由以上的竹需求，竹農可以得到豐厚且穩定的收益，使其願意經營永續負碳的竹林。

為了解各個竹產業業者的立場與需求何在，本團隊對一位工研院博士、一位竹設計師、欣林竹藝廠、臺南市竹會、小鎮文創公司創辦人以及環保意識高族群消費者等具代表性的受訪者進行訪談。



圖 4-14 竹產業業者各方合作立場

第五章、創意特色與亮點

本團隊所建置的竹藝復興-臺灣竹推廣平台，提供竹產業業者串聯上下游廠商、外部資源、設計、科技服務及產業轉型，結合國際趨勢、配合政府推廣政策，並以清楚的資訊流程，吸引企業投資合作、消費者認識購買，以達成藉由臺灣竹好平台串聯產業，創造收益，進而達到實踐臺灣竹林負碳循環經濟的目的。本商業模式之創意特色與亮點歸納如下：

(一)、臺灣第一個負碳數據化呈現竹產品/產業/服務推廣平台

對於目前國內缺乏整合竹產業業者、並為其創造收益之平台，導致產業間資訊及消息不靈通，並無法看到產業前景，無法有效串連合作、創造金流，並共同推動成為臺灣未來達到淨零碳排的重要產業。

本團隊將透過平台提供設計、科技、媒合資訊及諮詢服務，協助鼓勵業者加入平台並將產品、服務上架：如竹牙刷、竹籠等，並替其產品服務計算碳足跡，獲取國內外環保標章、競賽大獎，發展更多合作機會，以此為基礎協助業者進入國際市場，促使臺灣竹產業業者得以跟上國際竹產業趨勢，甚至與之競爭，並在創造收益同時達到永續竹林經營。

(二)、竹林負碳應用循環系統持續更新

透過平台數據化呈現消費者對於使用竹產品/服務，為環境帶來的直接影響，讓有意識的消費者族群了解，選擇其對於臺灣竹林負碳循環的正向幫助，進而逐漸影響臺灣市場；對於企業而言能更直接呈現，投資與平台合作不僅能配合政府政策節稅並達到宣傳公司給特定消費者族群，擴大市場。

(三)、竹設計產品取代非再生循環材料的文化經濟產業思維

隨著全球環保意識的抬頭，越來越多的消費者開始關注產品的環保性能，希望能夠選擇更加環保和可持續的產品。這種趨勢也正在影響著文化經濟產業，促使更多的產品開發者尋找更加環保的材料和設計理念。

通過將竹材與現代設計理念結合，可以創造出更加時尚、環保、實用的產品，同時還可以促進竹材的開發和利用，推動竹產業的發展。

隨著消費者對環保產品的需求不斷增加，竹設計產品逐漸成為了一種具有潛力的市場。同時，這種新型材料也為文化經濟產業帶來了新的思維和創新。取代傳統的非再生循環材料，將竹材作為文化經濟產業的新興材料，不僅可以推動文化經濟產業的轉型和升級，同時還能夠促進可持續發展的實現，為未來的可持續發展做出貢獻。

第陸章、可行性與發展潛能

(一)、全球竹產業市場規模

2021 年全球竹子市場規模估計為 593 億美元，預計從 2022 年到 2030 年將以 4.5% 的複合年增長率 (CAGR) 擴大。全球產業的增長預計將由不斷增長的投資推動 基礎設施建設和消費者對可持續、耐用和環保產品的意識不斷提高。

16

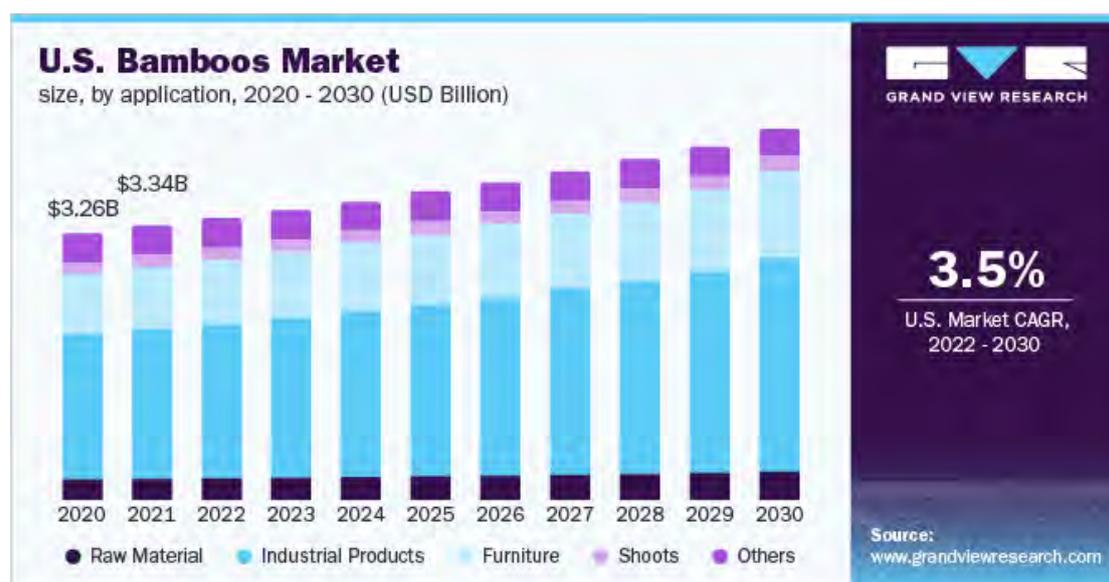


圖 6-1 U.S. Bamboos Market (Bamboos Market Size, Share & Trends Analysis Report By Application (Raw Material, Industrial Products, Furniture, Shoots), By Region (North America, Europe, Asia Pacific, Middle East & Africa, Central & South America), And Segment Forecasts, 2022 - 2030)

(二)、國內外實際案例參考

國外案例：據越南農業與農村發展部的統計數據，目前全國竹林總面積近 160 萬公頃，分佈在全國大部分省市；共有 37 個省市有竹林面積超過 1 萬公頃，年產量約達 250~300 萬噸；年均出口額達 3 億至 4 億美元。歐盟是越南竹產業的最大出口市場（佔 25%）。此外，韓國和日本也是潛在的進口國，每國所佔比例達 15%。行內專家認為，隨著市場的綠色消費趨勢，竹製品在市場上越來越受歡迎。

越南竹子價值鏈可持續與全面發展項目協調員阮氏青玄表示，預計，到 2028 年竹製品的全球市場規模可達 830 億美元左右，年均增長率可達 5.7%。因此，

¹⁶ Grand View Research。 <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/bamboos-market>

這將是越南農業的一個潛在產業。¹⁷

以 Bamboo Vision¹⁸此網站為例，成功將越南竹產業進行整合，從原物料到客製化設計再到科技應用，取得多國認證標章並建立夥伴關係。

國內案例：以欣林竹藝社為例，著重承接客製化訂單、販售竹材為收入基礎，隨著市場需求轉變及競爭加劇，目前遇到的困境，竹製品生產過程中需要大量手工製作，而人工成本高昂，因此成本壓力也隨之加大，對於竹製品的售價與市場競爭力造成挑戰。其次，隨著市場的多元化，消費者對於竹製品的需求也在逐漸改變，進一步增加了品牌在市場上的定位與宣傳困難。

(三)、短中長期計畫



以欣林竹藝社為例：

短期：本團隊建立 OTOP 示範區，委託竹藝社參與製作，並使之與各業者及本團隊交流平台建置後的設計、科技、應用及行銷市場服務，在獲得收益同時，發掘更多市場，進而提高意願參與平台。

¹⁷ 越通社。越南竹產業的綠色消費趨勢。<https://www.vietnamplus.vn/>

¹⁸ BambooVision。<https://www.bamboovision.com/>



圖 6-2 實際委託欣林竹藝社製作竹籠

中期：將竹藝社的各項原有產品及服務，經過碳足跡計算，以數據化呈現其數值，在平台上進行銷售，開拓綠色消費新市場，並媒合各個產業業者，以設計驅動創新，提高竹製品的附加價值、改善生產效率、擴大市場範圍等策略方式。



圖 6-3 欣林竹藝社現有產品

長期：輔導業者參與國際競賽及進駐國際展覽，讓臺灣竹設計／工藝於國際市場上曝光，透過持續創新和開拓新的市場，才能夠提高品牌的競爭力，創造更多向的收入來源，達到長期穩定收益，進一步發展竹產業。

第七章、預期成果

本團隊之**竹藝復興-臺灣竹推廣平台**，發想來自於畢業專題製作-竹籠，在發想、設計、研發過程發現可能的產業運作與商機，並結合所界定的三個問題：

- (1)全球每年製造 90 億噸塑膠產品及 5220 億噸碳排放量；
- (2)以竹材代替塑膠產品達到淨零碳排的可能性；
- (3)政府推動新興竹產業發展綱要計畫所面臨問題。

實踐以竹材代替塑膠產品不無可能，並且已經是世界趨勢，本團隊期望藉由成立竹推廣平台與其商業模式，解決現今臺灣竹產業的痛點：

- 一、「消費者對竹材產品認知不足」：透過竹推廣平台統整臺灣竹產業資訊，並數據化呈現產品益處，使全世界的消費者能夠清楚認識臺灣竹產業；
- 二、「市場及技術資訊不易取得」：臺灣竹產業年齡層多位於高年齡層，對於網路資訊取得不易，本團隊主動前往輔導並協助升級了解市場脈絡；
- 三、「缺乏行銷通路」：輔導業者產品/服務取得國際標章及認證，進駐國際展覽，將市場導向國外。

我們期待能透過實務經驗以及結合數據化平台，配合輔導業者取得國際上的認可與曝光，創造臺灣竹產業的全新價值，進而打造竹林負碳循環經濟。

表 7-1 平台短、中、長期計畫預計累積成果

時間	竹相關業者	合作企業業者	設計師 工藝師	產品 (取得標章)	竹材取代塑膠 產品減少碳排	竹林負碳(根據圖 1-4)
短期： 2 年期	30 家	20 家	20 位	100 種	1 萬噸竹材能 減少 1.5 萬噸	584 公頃=17,535 公噸
中期： 3 年期	45 家	40 家	35 位	500 種	2 萬噸竹材能 減少 3.0 萬噸	900 公頃=27,015 公噸
長期： 5 年期	80 家	60 家	50 位	1000 種	3 萬噸竹材能 減少 4.5 萬噸	1,192 公頃=35,760 公噸

*4.5 萬噸的二氧化碳排放量。大約是 1,700 個家庭每年的碳排放量、5,500 輛汽車每年的碳排放量。

第捌章、參考資料

Plastics Europe。 <https://plasticseurope.org/>

International Bamboo and Rattan Organization, INBAR。 <https://www.inbar.int/>

2023 BambuLogic Europe BV。 <https://bamboologic.eu/carbon-removal-credits/?fbclid=IwAR3HM9m61-tRE6dNuB3GcbJWlyFP34JUbh5jRmTJF6vXSn16Vefk6iVKrs>

台灣林業 48 卷 6 期。 <https://www.forest.gov.tw/0000104/0000554>

111 年森林資源永續發展研討會口頭發表 - 林產組論文摘要集。 <https://www.forestry.org.tw/File/Web13/List/File/3113.pdf>

經典雜誌第 273 期 2021.04。 <http://www.rhythmsmonthly.com/?p=40758>

竹材產業技術諮詢中心。 https://www.bambootw.net/04know_06s05.php

Oak Ridge National Laboratory。 <https://www.ornl.gov/directorate/estd>

Grand View Research。 <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/bamboos-market>

新興竹產業發展中長程計畫。

新興竹產業綱要計畫(核定本)