

# 2022台灣仿生設計競賽- 「如何透過仿生設計邁向2050 淨零碳排目標」成果報導

撰文/江佳純

為因應氣候變遷，淨零排放已成國際重要趨勢。去 (110) 年蔡總統宣示 2050 淨零轉型為台灣目標，國家發展委員會與各部會研擬「台灣 2050 淨零排放總說明」，作為我國淨零排放的總體指導策略。2050 淨零排放政策將會以「能源轉型」、「產業轉型」、「生活轉型」、「社會轉型」等四大轉型及「科技研發」、「氣候法制」兩大治理基礎，進行推動。這些「轉型」將逐漸影響下個 10 年的生活日常，青壯年世代將肩負更多的淨零任務！2022 台灣仿生設計競賽由台灣仿生科技發展協會與台灣經濟研究院生物科技產業研究中心共同舉辦，以「如何透過仿生設計邁向 2050 淨零碳排目標」為題，藉由激發青壯年、新創企業師法大自然提出永續解方，推動以人為本、兼顧環境友善的淨零創新！2022 年共募集 69 件團隊作品、來自 20 個大專院校（橫跨 38 個系所）、2 家企業，超過 300 位參賽者，形成 22 組跨系所團隊！競賽評選委員會經初選、複選作業，遴選出 20 組團隊進入決賽，並於 2022 年 6 月 22 日舉辦決賽評選與仿生咖啡館專家輔導會議，大會獎項得主最終出爐！團隊作品包含解決海洋污染、都市熱島，提升水資源使用效率、農業生產效率、交通載具與系統效率等，更有團隊回應俄烏戰事，為戰亂中流離失所的難民設計環保避難屋 / 帳棚。

根據聯合國政府間氣候變遷專門委員會 (IPCC) 〈第六次評估報告第二工作組報告：氣候變

遷影響與調適〉指出，全球目前約有 33-36 億人，正生活在極易受到氣候變遷影響的環境中。全球暖化程度益趨嚴重，人類和生態系統等所承擔的氣候風險就越高。淨零排放目標成為當前全球氣候倡議的政策焦點，與全球控制溫度上升、社會經濟發展路徑，以及累積二氧化碳排放量的限制彼此交互連結。淨零碳排 (Net zero CO<sub>2</sub> emission) 之定義指的是在特定的一段時間內，全球由人為造成的二氧化碳排放量，扣除人為移除二氧化碳的量需達到平衡、接近零。碳排來自於所有生活和生產活動過程中，人類文明使用能資源造成的排放對於地球升溫有著關鍵的影響，以自然碳循環為師，或許能為淨零碳排找到解方。碳循環在地球生物與生態系統中持續不斷地運行，仿生學家據此歸納出大自然「碳管理」、「碳利用」的生物策略，而人類的減碳設計可從這 3 個方向來發展負責任的設計，從低碳邁向淨零碳，生物策略包含：

1. 減少能源與物質製造的碳足跡
2. 將碳固定於揮散之處
3. 將碳用於製造創新材料與商品

2022 年仿生設計競賽由國科會「建立以社會需求為核心的技術創新藍圖」跨領域計畫、新北市政府農業局、交通局、環保局、秘書處設立獎項、提供獎金，在 2050 淨零碳排目標的大題下，徵求解決人類社會環境挑戰、永續農漁業創新、優化城市交

通建設或系統的創新、提高社區（民生）廢棄物附加價值的循環經濟創新、具包容、韌性的永續城市方案等。以下介紹獲獎作品。

## 國科會社會需求計畫首獎\_維管束 VasTree

團隊希望設計一款低碳且集水用水有效率的農業灌溉系統。團隊認為，永續農業的焦點常放在廢棄物循環與節約用水，然而造成大量碳排的用電問題卻往往被忽視。團隊指出網路數據中，溫室中的灌溉用電佔整體用電近 20%，而溫室中常配置的滴灌系統，每灌溉 100 畝的農地每年就需耗用 1200 度的電。因此，若以全台灣農地 1 萬多公頃的土地安裝滴灌進行試算，每年將在灌溉上耗用 2.4 億度電，相當於 5 萬 9 千多戶家庭用電量。此外，滴灌系統也產生許多衍伸成本，例如因設計問題導致機械破損的汰換成本，以及外接水流感測器以監測管線是否破裂的用電與建置成本等。



圖片來源：台灣大學生命科學系、機械工程系、國際企業系、工商管理學系、土木工程學系聯合團隊。

圖一 2022台灣仿生設計競賽-國科會社會需求計畫首獎 概念圖「維管束 VasTree」

因此，團隊從植物葉片下陷型氣孔、竹葉葉片親疏水特性中獲得靈感，模仿植物維管束的水分運輸機制，使用細管搭配纖維，藉由微管內的毛細現

表一 2022台灣仿生設計競賽 獎項獲獎團隊與作品一覽

獎項	學校/科系	作品名稱	生物靈感
國科會社會需求解題高手首獎 (獎金5萬元與獎狀)	台灣大學生命科學系、機械工程系、國際企業系、工商管理學系、土木工程學系(創意創業學程 CoNature 仿生設計團隊)	維管束 VasTree	植物葉片下陷型氣孔、竹葉葉片親疏水特性
國科會社會需求解題高手優等 (獎金2萬元與獎狀)	逢甲大學自動控制系、中正大學心理系、中正大學經濟系雙主資工系、高雄科技大學機電工程系	聞風色蝟，朦面蟀蛤保護你	狐蒙、蟋蟀小腿感知、蝙蝠超音波回聲、血蛤外殼
新北市交通局蛻變交通獎(獎金5萬元與獎狀)	清華大學醫工所、陽明交通大學機械所	綠能減碳多功能仿生自供電自行車系統	王錦蛇鱗片鋸齒狀微結構
新北市環保局永續循環經濟創新獎(獎金5萬元與獎狀)	朝陽科技大學工業設計系	緊急避難帳篷	蠟蝶翅膀收關
新北市農業局永續漁業創新獎(獎金5萬元與獎狀)	朝陽科技大學工業設計系、台灣大學生物環境系統工程所、中興大學生命科學系	可拆式海洋過濾器	鬼蝠魞鰓耙結構
新北市秘書處永續城市獎(獎金5萬元與獎狀)	臺灣科技大學建築系	Wind Digester	貝殼空腔共振

資料來源：台灣仿生科技發展協會、國科會「建立以社會需求為核心的技術創新藍圖:建構我國仿生科技創新推動平台-以循環海洋廢棄物加值運用為例」計畫整理。

象、再搭配水分向上傳輸後的蒸散作用，以低耗能的方式不斷傳遞水分。為了減少水轉變為水蒸氣後可能的散逸，學習植物氣孔，將與空氣接觸的開口設在下方以減少水分散失。最後，為了讓水珠首先容易附著於裝置表面凝結、接著易於滑落以進行澆灌，學習竹葉交錯的親疏水性表面，藉表面的交錯以引導水珠滑動的功用。「維管樹」系統主要的動力來源為太陽能所引發的蒸散作用，再搭配水的內聚力、附著力形成的毛細原理，藉此達到永續低耗能的水分運輸。

## 國科會社會需求計畫優等\_聞風色蝮，膜面蟻蛤保護你

團隊希望設計一款結合感測與安全氣囊的機車安全系統。團隊研究，機車事故發生率最高的年齡層，正好都是在學學生或社會新鮮人，18至24歲年輕人的機車事故，高達其他年齡層的三倍，在108年有272人死亡，109年增加至293人，每年機車事故造成的台灣社會成本更高達四千五百億。台灣的交通結構因地狹人稠，交通載具使用結構與交通規則與美國相差甚遠。台灣機車使用量佔交通的60%，要套用或研發自駕車的難度將大大提高，需要收集更多類型的數據來補足完整度，加速研發台灣電動車達到完全自駕的里程碑。保護機車騎士的

同時，讓台灣的機車數位轉型，最重要的是給騎士一份保障，守護好台灣家庭的幸福。

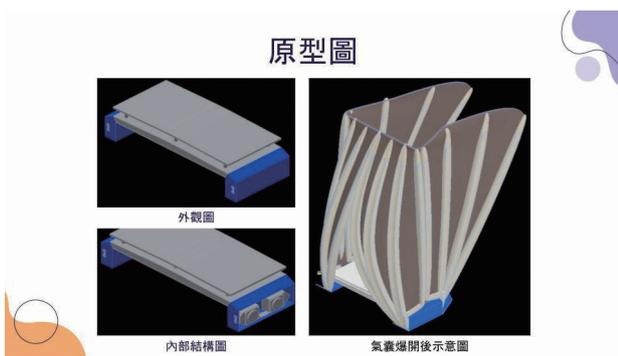
團隊作品的靈感源自於狐蒙、蟋蟀、蝙蝠及血蛤，運用設計取得訊息進行危險程度分析、感測環境、感測器量測前方距離，進一步判斷是否會碰撞到機車，如果機車即將受到碰撞，會在人的極限反應時間0.1秒前提前引爆安全氣囊保護騎士。如果是自摔，裝置會控制安全氣囊在騎士接觸到地面前引爆，形成保護墊避免手腳擦傷。團隊希望能在現有的機車上方便使用，所以選擇將安全氣囊設計成可以保護騎士的腳踏墊，此設計在現有機車框架下，以最小的改動達到最大的保護效益。

## 新北市蛻變交通獎\_綠能減碳多功能仿生自供電自行車系統

團隊希望改良摩擦奈米發電的元件，提升綠色供電的效能。團隊觀察近年來運動風氣盛行，自行車逐漸成為人們代步的替代方案，但相較於其他交通工具，在警示設備與照明設備上，卻尚未完備。同時，因環保意識的抬頭，找尋綠色能源供應電力已成為新的課題，基於摩擦起電與靜電感應的摩擦奈米發電機 (Triboelectric Nanogenerator, TENG) 提供了一項解決方式。但 TENG 元件共同特性是具有磨耗的困擾，容易降低元件使用壽命。受大自然中多樣生物的啟發，發現動物的表皮微結構能有效的對抗磨耗。因此，團隊以 TENG 發電原理和仿生結構作為基礎，研發出仿生自供電自行車系統，此系統不需要電池與電源供應，僅需日常的機械動作來達到高效的電力轉換效率，藉此達到夜間警示效果。

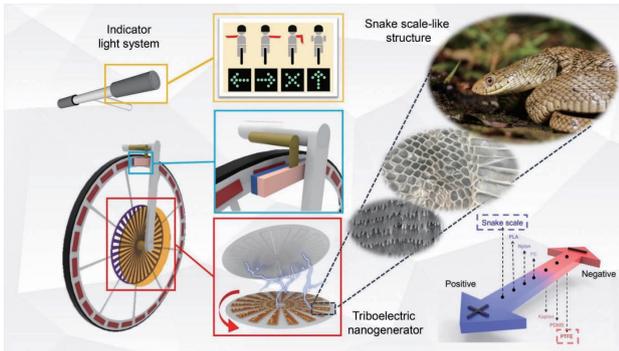
TENG 摩擦材料的組成與表面結構是影響 TENG 輸出大小與穩定性的主要關鍵因素，元件長時間工作下，在表面所產生的磨耗往往造成輸出降低並導致穩定度下降與元件壽命降低，這個問題相當大程度地阻礙了 TENG 實際的應用。為了突破此一技術瓶頸，團隊基於生物特性的啟發，開發一仿生複合薄膜作為摩擦材料，使元件具備著更優異的耐磨耗與良好摩擦起電性能，該材料啟發於王錦蛇

原型圖



圖片來源：逢甲大學自動控制系、中正大學心理系、中正大學經濟系雙主資工系、高雄科技大學機電工程系聯合團隊。

圖二 2022台灣仿生設計競賽-國科會社會需求計畫優等 概念圖「聞風色蝮，膜面蟻蛤保護你」



圖片來源：清華大學醫工所、陽明交通大學機械所聯合團隊。

圖三 2022台灣仿生設計競賽-新北市蛻變交通獎概念圖「綠能減碳多功能仿生自供電自行車系統」

鱗片的鋸齒狀微結構，其腹部鱗片與環境做最直接的接觸，而且在長時間的與地面摩擦後，並不會造成損壞。因此團隊針對蛇皮的微結構和組成進行了研究，並將成果應用於元件製作上。

## 新北市永續循環經濟創新獎\_緊急避難帳篷

團隊從人道關懷角度出發，設計一款避難帳篷。初衷源自於看到敘利亞、委內瑞拉、阿富汗、南蘇丹、緬甸...到近期的烏克蘭，世界上尋求庇護者、移民、難民的問題越來越嚴重。雖然現在有許多國際難民救助組織，但居住和等待分配的問題一直非常的嚴重，大多數的庇護所雖然可以提供居住，但有時緩不濟急，難民遷徙時常會遇到居無定所的問題，在路邊隨意搭起的居住所往往只有塑膠布、垃圾袋、報紙等。隨意的搭建對城市造成環境汙染，也產生人道問題等，因此團隊希望設計出一款可以快速提供難民暫時居住的帳篷，解決等待分配時段的空窗期。

團隊作品之靈感來自蠅的翅膀，透過蠅的翅膀比例、紋理及蠅翅脈長度比例漸縮，設計出一款依比例延伸的帳篷外型，並沿著翅脈比例漸縮，因此在開合帳篷時可以更省力並且有支撐度。

蠅因為翅脈比例大小的關係，可以將翅膀收闔在一個較小且省空間的背部中，因此依造此特性，設計出一款可以方便進行開闔的帳篷，主體是以翅膀形做延伸，中間有凹陷摺痕模仿翅壁，可以更輕鬆開闔、更省去空間且又具有一定的支撐度，另外硬質底板上方備有一塊彈性布料當作睡墊，需要使用时，可以使用吹嘴進行充氣，達到更舒適的居住效果。這項設計使用 100% 回收塑料再生布，相較於一般布料製作減碳 25%。此外，團隊特別結合台灣紅白藍的國旗色進行配色，希望對國外進行救援時，也能同步提升台灣的國際知名度。



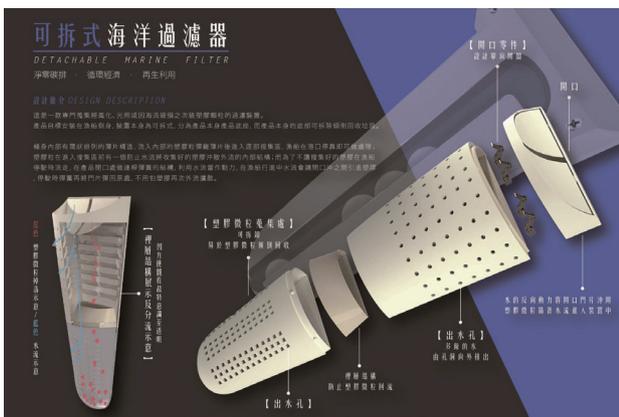
圖片來源：朝陽科技大學工業設計系團隊。

圖四 2022台灣仿生設計競賽-新北市永續循環經濟創新獎概念圖「緊急避難帳篷」

## 新北市永續漁業創新獎\_可拆式海洋過濾器

團隊希望設計一款過濾海洋塑膠微粒的裝置。環境污染問題日益嚴重，海洋中遍佈著許多海洋垃圾，經風化、光照或因海流破損的次級塑膠顆粒對環境產生汙染。團隊希望在近海 / 沿海漁業船底加裝海洋塑膠微粒過濾器，使其能一邊行駛也能一邊將海洋中的塑膠微粒打撈過濾至船內以便回收再使用，以此達到淨化海洋的目標。

團隊作品靈感來自於鬼蝠魞特殊的鰓耙結構，其呈現長而平行的葉狀排列，以此作為過濾塑膠微粒的主體，此抗堵塞過濾系統應用至船隻上改善海洋垃圾汙染的問題。當海水湧入鰓的間隙會產生小漩渦，使水流減慢，從間隙之間流走，但沒減速的浮游生物則會撞上陣列的葉狀裂片的鰓耙邊緣，水流中的食物顆粒會撞擊裂狀葉片並流走，運用具彈離加上過濾之特性打造過濾系統。產品為安裝在漁船側身的過濾裝置，裝置本身為可拆式，分為產品本身及產品底座，產品本身的底部為塑膠微粒蒐集處，也設計為可拆式、清理收集的塑膠微粒。



圖片來源：朝陽科技大學工業設計系、台灣大學生物環境系統工程所、中興大學生命科學系聯合團隊。

圖五 2022台灣仿生設計競賽-新北市永續漁業創新獎 概念圖「可拆式海洋過濾器」

## 新北市市永續城市獎\_Wind Digester

隨著世界城市化，城市面臨更大的空間壓力。因此，建築物的型式更趨向於高樓能使用的土地也越來越少，在未來的世界，可能只剩下一幢幢的大樓。團隊希望因應世界的變化，利用高樓的優勢與劣勢，來發展新的永續能源。高層建築的問題主要是風力，為結構帶來很大的壓力，Wind Digester 的設計是一種可轉移和降低高層建築表面的風壓，將劣勢轉為優勢同時解決結構問題並提供發電，利用產生的自然風能發電提供室內使用。

團隊靈感來自貝殼的空腔。發電原理採空腔共振，在風力經過裝置時會有類似機翼的導流作用，由裝置外的導風板導入裝置後作動風導入壓電發電機，之後仿生曲面板模仿仿殼體的空腔放大和統一湍流頻率，使壓電發電機產生更多的電力。由於有導風板的設計，團隊考慮到室內遮蔽與光線的分析，並將四季春夏秋冬設定不同的開闔角度，來讓室內光達到標準。

此外，為鼓勵更多大專青年在面對淨零碳未來的時候，能有更多的破框思考與行動力，評審團也遴選出 4 組佳作獎項團隊，10 組進入決賽的入選獎，頒發獎狀。團隊作品從撒哈拉銀蟻毛髮、土撥



圖片來源：臺灣科技大學建築系團隊。

圖六 2022台灣仿生設計競賽-新北市永續城市獎 概念圖「Wind Digester」

鼠窩構造、松果開闔機制等創作解決隔熱問題，降低耗電；從人厭槐葉萍、河狸巢穴獲得靈感，嘗試解決海洋油污汙染、家庭汗水汙染問題。至於面對水資源危機，則有團隊從鱷魚的鹽腺獲得海水淡化的啟發、從澳洲魔蜥與藤壺獲得汲水靈感。表二為佳作與入選作品。

2050 淨零轉型並非僅侷限於能源的想像。「生活轉型」中，食、衣、住、行等生活的每個面向，都要開始改變，建築與運輸工具都要走向低碳。「產業轉型」迫在眉睫，出口導向的台灣產業需全力展開製程改善、能源轉換及循環經濟。「能源轉型」方

面，除了推動再生能源、電力系統也需整合為韌性電網。「社會轉型」則要公正，因為 2050 淨零轉型，對每個人的生活都會帶來變化，在這個過程中，做好社會溝通，確保公民參與，同樣是國家重要的目標。台灣仿生設計競賽自 2015 年起至今已舉辦 8 年，透過每一年的累積，推動受大自然啟發的設計概念，也促成越來越多元跨系的團隊組合。面對地球健康越趨嚴峻的挑戰，期盼匯聚更多有志企業的支持，師法自然智慧，在資源有限下，以最省力的方式確保能資源更有效地利用，在永續價值下，共同達到 2050 淨零轉型的目標。

AgBIO

江佳純 台灣仿生科技發展協會 秘書長

表二 2022台灣仿生設計競賽 佳作/入選團隊與作品一覽

獎項	學校/科系	作品名稱	生物靈感
2022台灣海選佳作	朝陽科技大學工業設計系、清華大學工科所、成功大學化學所	Mulching Film	植物葉片下陷型氣孔、竹葉葉片親疏水特性
2022台灣海選佳作	中興大學物理系、行銷系、國農企學程	We are cool	狐蒙、蟋蟀小腿感知、蝙蝠超音波回聲、血蛤外殼
2022台灣海選佳作	中興大學夜外文、國農企學程、生命科學系、會計系	Groundhouse	王錦蛇鱗片鋸齒狀微結構
2022台灣海選佳作	朝陽科技大學工業設計系、台灣大學生物環境系統工程所、中興大學生命科學系	海上集油裝置	蠟螋翅膀收關
2022台灣海選入選	朝陽科技大學:工業設計系、台北科技大學電子工程系	松果遮陽板	鬼蝠魛紅耙結構
2022台灣海選入選	中興大學生命科學系、動物科學系、國際農業企業學士學位學程	Bigudate	貝殼空腔共振
2022台灣海選入選	聯合大學資管系	銀蟻貼膜	非洲銀蟻毛髮結構
2022台灣海選入選	逢甲大學自動控制系、中正大學心理系、經濟系	蟻lectriCITY	南美洲切葉蟻分工合作的社會結構
2022台灣海選入選	朝陽科技大學工業設計系、東海大學畜產與生物科技學系	天然冷氣	人類呼氣哈氣「節流降溫」作用、火烈鳥頷骨結構
2022台灣海選入選	朝陽科技大學工業設計系	船用海水淡化器	鱷魚鹽腺、魚吸盤構造
2022台灣海選入選	聯合大學資訊管理學系	魔吸溫室	澳洲魔蜥之凹槽皮膚
2022台灣海選入選	臺北教育大學藝術與造形設計學系	AT 組合型拱棚	南美割草蟻、俄羅斯薊風滾草
2022台灣海選入選	屏東科技大學木材科學與設計系	Eager Beaver	河狸巢穴
2022台灣海選入選	聯合大學資管系	雨鱗共舞-仿生集水鱗壺	藤壺開闔、魚鱗交叉排列

資料來源：台灣仿生科技發展協會、國科會「建立以社會需求為核心的技術創新藍圖:建構我國仿生科技創新推動平台-以循環海洋廢棄物加值運用為例」計畫整理。