

110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	No.26 克林
作品中文名稱	<u>低頻驅動氣泡為基礎清洗設備</u>
作品英文名稱	<u>Cleaning Equipment by the Method</u> <u>based on Low-Frequency Drives</u> <u>Bubbles</u>

參賽學校：國立屏東科技大學

指導老師：白貿元

團隊成員：洪楷恩、劉家瑋、汪秉儒



目 錄

壹、作品摘要.....	2
貳、設計構想與運作說明.....	3
參、作品說明.....	6
肆、創作特點.....	7
伍、作品應用範圍與發展潛能.....	8
陸、商業模式.....	12
柒、工作分配.....	16
捌、參考文獻.....	17



壹、作品摘要

(一)、中文

低頻驅動氣泡為基礎清洗設備主要應用於衣物、蔬果、飾品的快速清潔。本產品組成的元件為修理或回收後的喇叭與小型氣泡機，藉由喇叭產生低頻聲波與小型氣泡機所產生氣泡，透過低頻聲波推動氣泡，藉以達到衣物清潔或蔬果清潔之目的。

(二)、英文

The feature of cleaning equipment is to drive bubbles through- frequency. Its' function is to clean clothes, fruits and vegetables quickly.

The product is made from the repaired or recycled speakers, mini air compressor generates bubbles, and then low-frequency sound waves will push the bubbles to cleaning clothes, fruits and vegetables.

貳、設計構想與運作說明

(一)、源起

全球水資源僅有 3.46% 為淡水資源，但是近年由於人類築壩、灌溉、嚴重水汙染等，以及全球暖化所造成的降雨型態改變、蒸發速度加快等影響，中國的黃河、印度的恆河、美國的柯羅拉多河等主要河川水位都呈現下降趨勢。此外，快速的人口成長也是一大隱憂，據統計 2030 年前，人口將突破 80 億大關，屆時淡水需求將大增 30%，**淡水資源的不足，勢必會影響人類的生存發展**(楊志清, 2004)。

(二)、動機

目前世界各國主要河川的水位，在過去50年來，呈現大幅下降的趨勢。追究其因，主要是因為人類的築壩、灌溉等動作，以及全球暖化所造成的降雨型態改變、及蒸發速度加快等因素所造成。有鑒於全球人口預計將在2030年以前，超過83億人，屆時淡水資源的需求也將增加30%左右，因此，未來淡水資源的持續減少，勢必對人類發展造成重大的影響(Dai et al., 2009; McGourty, 2009; McGrath, 2009)。

2019聯合國世界水資源發展報告中說明：自1980年代以來，由於人口增長、社會經濟發展和消費模式不斷變化之共同作用，全世界用水量每年大約以1%的速度增長。預計到2050年，全球用水需求將繼續以類似的速度增長，與目前的用水量相比，將增加20%至30%，主要是工業和家庭用水需求的增長。在一年中至少有一個月的時間，將會有超過20億人生活在缺水的環境之中，約有40億人遭受嚴重缺水之苦。隨著對水的需求增加以及氣候變遷的影響加劇，對水的需求壓力



程度將持續增加(World Water Development Report, 2019)。

臺灣雖然年降雨量 2500 公釐，是世界平均值的 2.6 倍，但因地狹人口密度高、地形因素以及氣候影響，使得臺灣的人均雨量僅世界平均的 1/5，被列為世界的 19 位缺水國，屬於排名前列但相對缺乏水資源的國家(秦綾謙, 2018; TVBS, 2018)。

臺灣每人每日人均用水量與多數國家相比，耗水量相對較高，近 10 年平均用水量為 274 公升，整體走勢大致呈現逐年上升趨勢，逐年用水量呈現增加(如圖 1 所示)，2019 年每人每日用水量達 284 公升(經濟部水利署，2019；經濟部水利署，2020)。



圖 1 臺灣每人用水量趨勢與佔比 (經濟部水利署，2019；2020)

水是生命的起源，無論是植物或動物，都需要仰賴水才能成長。人們的食、衣、住、行樣樣離不開水，食材方面，無論動物或植物都需要攝取水才能順利生長；衣物部分，無論是自然或人造材料，都需要依靠水才有辦法完成；居住方面，人類自古傍水而居，四大古文明如中國(黃河流域)、美索不達米亞(兩河流域)、古印度(印度河流域)及古埃及(尼羅河流域)，都是依靠河川而漸漸發展的；交通部分，從遠古時代先人就懂得水運，如今雖然隨著科技發達，交通工具五花八門，可是水上工具仍有其不可替代性。綜上所述，現今的水資源匱乏與污染是眼下人類最重要的當務之急(羅偉誠、徐國錦，2016)。

目前許多國家或部門都針對水資源問題提出辦法或措施，但這些辦法或措施在應用於現實仍存在一些問題(楊靜雁，2018)。綜上所述，眼下水資源飽受污染與破壞，如果繼續忽視這樣的情況使其惡化，人類的生存與經濟發展都將受限，如何改善當前水資源污染與枯竭的難題，即為本團隊的重要目標。



(三)、構想來源

➤ 洗衣機的不便

清洗衣物的機器「洗衣機」，省去許多麻煩只要簡單幾步驟，就能讓衣物被清洗乾淨，幾乎每個家庭都具備一台洗衣機，如此常見的產品帶來許多的便利，讓人們可以一次性清洗許多衣物，然而這台機器仍有美中不足的地方，當**用餐時衣服沾到醬料**(如圖2所示)、**孩子吃東西弄髒衣物**(如圖3所示)、**衣領穿久泛黃**(如圖4所示)，此時洗衣機沒有辦法完全去除乾淨，需要先經過漂白與浸泡然後才丟入清洗，**造成時間成本、洗劑、水資源的二次浪費**。



圖2 衣服沾到醬



圖3 小孩弄髒全身



圖4 衣領泛黃

➤ 蔬果清洗需注意

除衣物外，人們也常清洗飾品(如圖5所示)與蔬果(如圖6所示)，不過營養師饒月娟等人(2014)指出市售**蔬果清洗劑多含有介面活性劑**，不只需要額外使用大量清水，如果清洗不慎還會因此把毒素吃下肚，一來造成水資源浪費，二來也**危害身體**，顯示蔬果清洗也是一大生活困擾。



圖5 首飾的清洗



圖6 水果農藥的去除

➤ 設計思考

眼下市面上機器功能單一，洗衣機不能洗眼鏡；超音波洗眼鏡機不能洗衣服，在生活中有很多事物需要平台清洗，思考如何解決洗衣的不便與飾品、蔬果的多功能清洗，便是本團隊的目標及重要理念。

目前人們擁有共同的洗滌需求與無法被滿足，但要如何解決?Rittel 與 Webber(1973)、Archer (1979)等都認為設計思考是解決生活困擾的好工具，設計思考是近年盛行的產品設計方法，強調設計師不應該在做末端，要觀察、體驗人



教育部110年度【氣候變遷創意實作競賽】

們的生活(如圖7所示)，不要再依據「專業」設計，而是要以「同理心」為出發點，發掘使用者的需求，整合設計專業與使用者需求，藉此開發創新產品(吳靜宜、李明芬，2020)。目前設計思考廣泛運用於生活、工業、教學等多項領域(康仕仲，2017；楊朝陽等人，2018；吳清山，2019)，因此研究團隊決定採用設計思考解決人們的問題。



圖7 體驗生活，解決人們的問題

➤ 團隊挑戰

本團隊觀察使用者對衣物清洗的行為，發現傳統使用者對於需漂白衣物的乾淨與否，**浸泡具有強烈的決定因素**。不過根據王寶輝等人(2007)指出強烈清除汗漬效果的**清洗劑**，大多具有傷害衣物色澤或對環境污染的負作用，甚至還會導致人的皮膚紅腫或刺癢，但像無患子天然的洗劑，雖然具環保特性，但效果較慢需要長時間進行浸泡(駱慧雯，2013)，**如何強化洗劑效果與洗滌速度**成為團隊一大挑戰(如圖8所示)。



如何強化洗劑效果與洗滌速度?

圖8 團隊挑戰



教育部110年度【氣候變遷創意實作競賽】

目前市面上已有便攜型的超音波洗衣機，可將超音波微小化，具有方便容易攜帶的特性，也為兩大困擾解套帶來一個可行研發方向。但是機身小功率小，所以一次能洗的物品量並不是很多，實用性不佳。而第二代便攜型超音波洗衣機雖然加了渦輪，加強其清洗的力道，卻也造成運轉分貝數的提高與耐用度下降，陷入改良的泥淖中(如圖9所示)。綜上所述，現在人們需要能夠快速洗滌的產品，同時省水、強效洗淨力、省洗劑也具備其必要性，因此如何開發出這樣的產品，成為團隊重點。



圖9 便攜型超音波洗衣機 實用性不佳

(四)、運作說明

低頻氣泡清洗設備能按照使用者需求，放置大小不同的洗衣盆，在相同時間內一次完成水果和餐具等多項清潔任務。首先放入清水、洗劑、待清潔的物品，選擇貼心的三段式操作，按照強、中、弱對付不同程度的髒汙，不需多久待洗物便煥然一新(如圖10所示)。

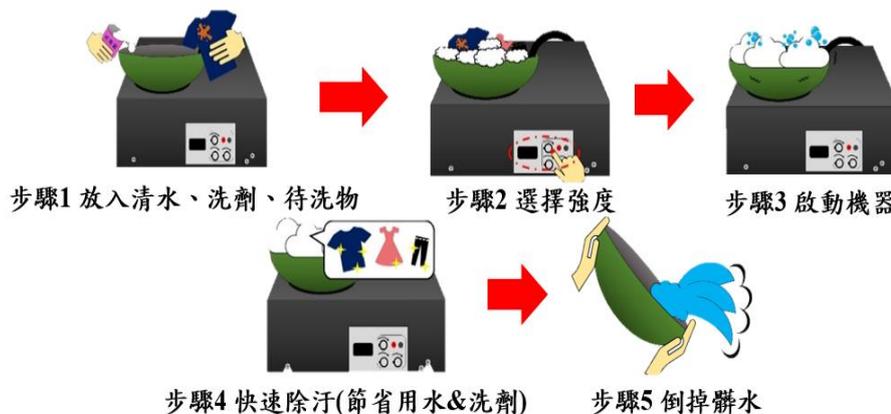


圖10 低頻氣泡清洗設備操作步驟



教育部110年度【氣候變遷創意實作競賽】

參、作品說明

(一)、作品沿革

經過多次改良，低頻氣泡清洗設備日益完善，自慈濟競賽後，團隊持續進行實測與反饋檢討，目前重量已較當時減輕50%，外殼也改用廢棄木材製成的環保外殼，更將訊號機內藏、增加提把，不只縮小體積更便於攜帶(如圖11、12所示)。

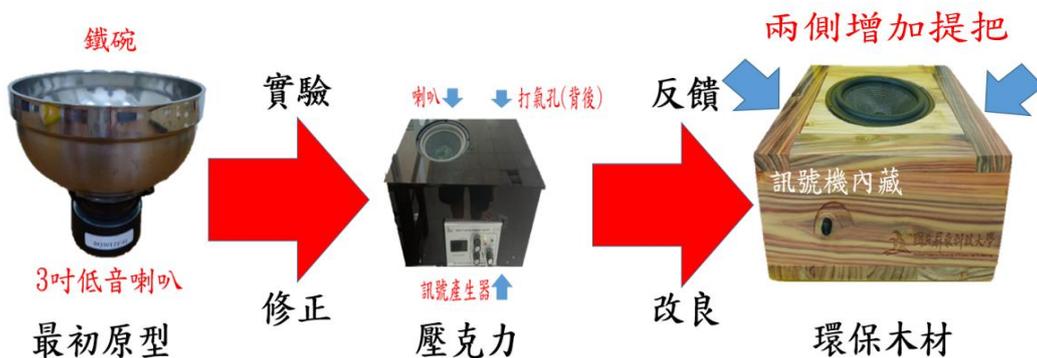
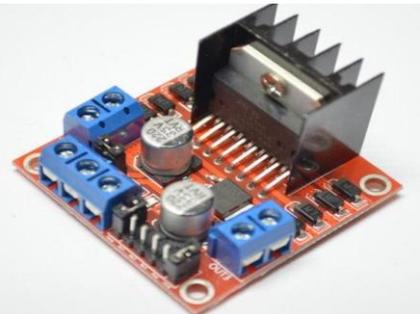


圖 11 低頻氣泡清洗設備 變革圖

(二)、材料說明

<p>1.8吋 低音喇叭</p> 	<p>設備核心結構，尺寸為8吋(功率：8Ω180W)，主要功能為製造脈衝衝擊波與帶動小型氣泡機氣泡產生多重撞擊，經過團隊多次實測發現8吋的喇叭和市售的臉盆底盤大小最為吻合，不會像6吋有過小或是10吋有過大問題。</p>
<p>2. 訊號產生器</p> 	<p>主要功能為控制喇叭的頻率與震幅，經團隊多次實測發現頻率20所產生清潔效果最好。</p>



教育部110年度【氣候變遷創意實作競賽】

<p>3.小型氣泡機</p> 	<p>主要功能為產生氣泡，藉此配合聲波撞擊與加速洗劑效果，達到清潔的效果。</p>
<p>4.氣氣泡條(150CM)</p> 	<p>主要功能是增加氣泡機產生的氣泡，提升洗滌強度。</p>
<p>5.氣泵軟管(45CM)</p> 	<p>主要功能是把讓氣泡機能夠傳輸空氣到水中。</p>
<p>6. 臉盆(36CM*15CM)</p> 	<p>主要功能為置放衣物、飾品、蔬果等待洗物。</p>



<p>7. 環保木材 外殼</p> 	<p>結合屏科大 木材工廠，選用環保的木材邊角料製作，提昇零件回收率，同時達到資源再造與減少浪費的綜效。</p>
---	--



圖 12 低頻氣泡清洗設備 透視圖

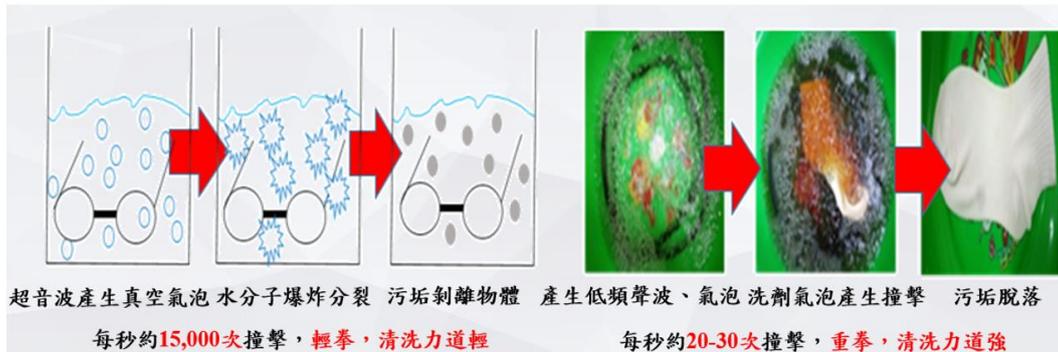
肆、創作特點

(一)、獨樹一格的清洗原理

低頻氣泡清洗設備是透過訊號產生器驅動喇叭產生低頻聲波，小型氣泡機 (Mini Air Compressor) 用於產生氣泡，當氣泡與洗劑經低頻聲波驅動下，會有效形成極大量具有洗劑包覆之氣泡分子，清洗時會碰撞衣物表面，且因為浮力關係氣泡分子會由容器底部向上加運動。同時也因受到低頻聲波的影響，會以特定頻率膨脹與收縮，深入衣物空隙中帶走污垢達到去汙效果(兩者原理如圖13所示)，本作品的清洗原理設計，確實具有極高的新穎性與獨創性。



教育部110年度【氣候變遷創意實作競賽】



市售超音波清潔機

低頻氣泡清洗設備

圖13 市售超音波清潔機與低頻氣泡清洗設備 原理比較圖

(二)、快速省時的清潔效果

經過多次實測，低頻氣泡清洗設備還具備縮短時間的功效，以沾到墨汁為例，如果傳統浸泡需要50分鐘才會出現效果，但使用後只要10分鐘就能快速除汙(如圖14所示)。

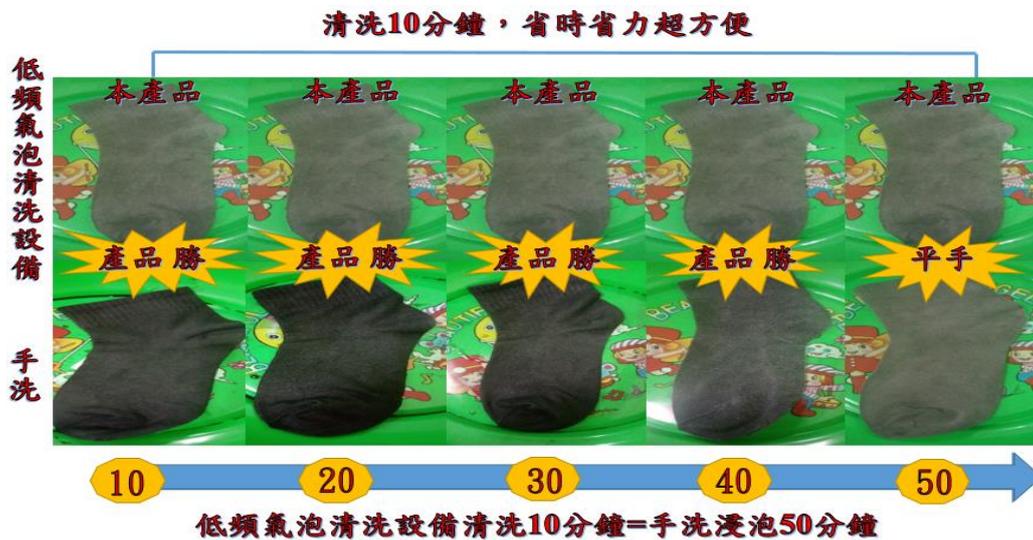


圖14 低頻氣泡清洗設備 快速清潔對比圖

伍、作品應用範圍與發展潛能

(一)環保5R-Reduce(少用)

根據劉潔心等人(2000)對少用(Reduce)的定義為減少不必要的消費並節省資源，低頻氣泡清洗設備係可依使用者需求適當調整清洗劑、漂白劑與清水比例，減少水資源浪費與避免環境汙染(如圖15所示)，減少不必要的浪費與汙染這符合5R中的少用(Reduce)。



教育部110年度【氣候變遷創意實作競賽】

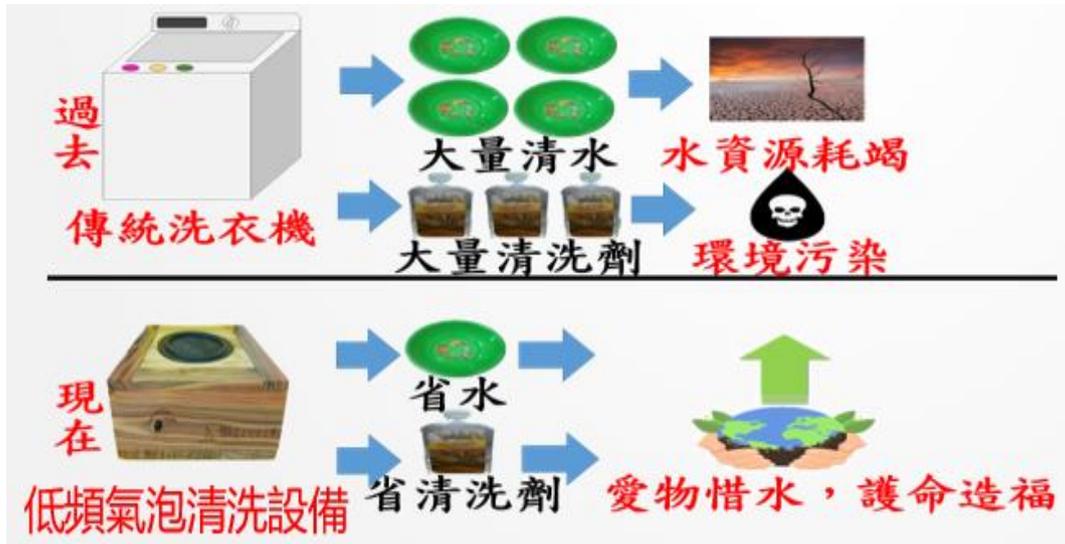


圖 15 環保 5R-Reduce(少用)

(二) 環保5R -修理再利用(Repair)

修理再利用(Repair)與 Recycle 概念相似，係為實施資源回收並使用再生製品。因此，本企劃依劉潔心等人（2000）提出 Recycle 的定義做為修理再利用的定義。低頻氣泡清洗設備選擇修理後的喇叭做為零件，讓它能再續物命並發揮功效(如圖 16 所示)，實施資源回收並再生這符合 5R 中的修理再利用(Repair)。



圖 16 環保 5R -修理再利用(Repair)

(三) 環保5R -重複用(Reuse)

根據劉潔心等人(2000)文獻探討重複用(Reuse)的定義為重複使用生活用品。低頻氣泡清洗設備使用因為觀賞魚熱潮而廢棄的二手水族氣泡機，讓原先的養魚設備不只有打氣功能，同時還兼具洗滌功能(如圖 17 所示)，重複使用物品這點符合 5R 中的重複用(Reuse)。



教育部110年度【氣候變遷創意實作競賽】



圖17 環保5R -重複用(Reuse)

(四) 聯合國 2030 永續發展目標(SDGs)-6.淨水與衛生

低頻氣泡清洗設備，改變人們以往清洗污漬衣物、飾品、蔬果的方式，首先讓以往需要多次用水的情形得到減緩，只需要一個臉盆大小的水(4 公升)，就能夠滿足多種洗滌需求，為水資源匱乏提供一個良好的解套(如圖 18 所示)。

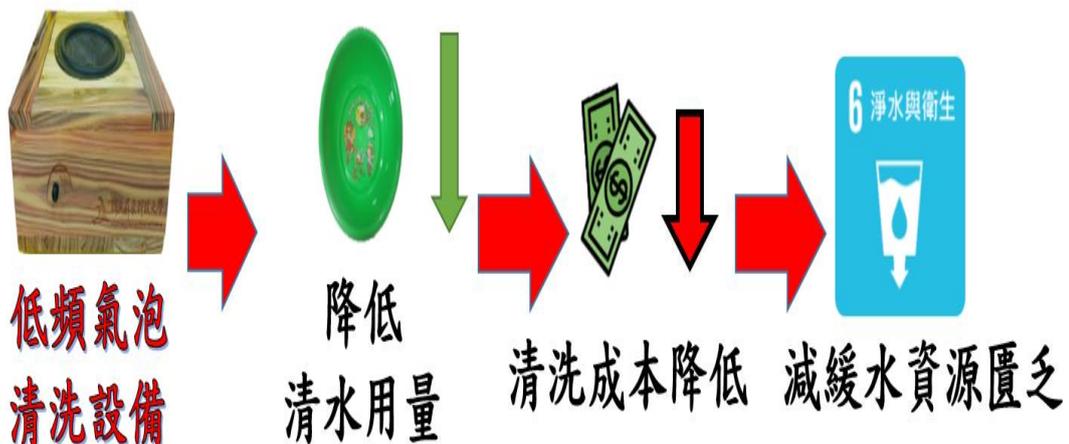


圖18 聯合國 2030 永續發展目標(SDGs)-6.淨水與衛生

(五) 聯合國 2030 永續發展目標(SDGs)-13.氣候行動

低頻氣泡清洗設備耗能極低，每小時用電量僅需13W，平均1小時電費不到一元，不僅能達到節省電費、清潔多項物品的多重綜效，同時進而大大降低用電量達，有助減緩氣候變遷的行動(如圖19所示)。



圖19 聯合國 2030 永續發展目標(SDGs)-13.氣候行動

(六) 聯合國 2030 永續發展目標(SDGs)-14.海洋生態

Okpokwasili 與 Olisa(1991)、黃土忠等人(1994)、謝加林(1998)、張瑩輝等人(2005)、陳玉成(2005)、王寶輝等人(2007)研究顯示介面活性劑會造成環境、水資源、動植物汙染，影響人類、動植物生存，介面活性劑最大的來源來自於衣物清洗，如何降低介面活性劑使用是一大關鍵。

綜合上述，介面活性劑是人們必須使用的化學製品，但它同時會帶來極為嚴重的污染，如何從中取得平衡?這時低頻氣泡清洗設備就能扮演這個角色，因為它具有快速清潔的功能，只要2滴市售洗劑，就能夠輕鬆處理醬油、番茄醬等完強汙漬，大大降低清洗劑的使用，**減緩介面活性劑排放的廢水汙染問題**(如圖 20 所示)。



圖20 聯合國 2030 永續發展目標(SDGs)-14. 海洋生態



教育部110年度【氣候變遷創意實作競賽】

(七) 輕鬆簡單的蔬果清洗

過去清洗蔬果時，我們都要反覆使用清水或是使用蔬果清洗劑，才洗去蔬果上的泥土或是農藥，一來造成水資源浪費與環境汙染(清洗劑中的介面活性劑)；二來洗不乾淨會造成身體的危害，難道想要安心吃蔬果那麼難？不會！使用低頻氣泡清洗設備後，只要 10 分鐘，不用清洗劑、反覆沖水，快速就能享用健康無毒的蔬果(如圖 21 所示)。

只要10分鐘 蔬果安心吃



圖21 低頻氣泡清洗設備 蔬果安心吃

陸、商業模式

(一)前期-專利申請

現在已經是專利戰爭的時代，如果沒有專利權的保護，當產品或獨家技術被仿冒時，將無法保障自己的權益與商業利益，因此本團隊目前已送審發明專利，確保技術專利的獨家性(如圖 22 所示)。

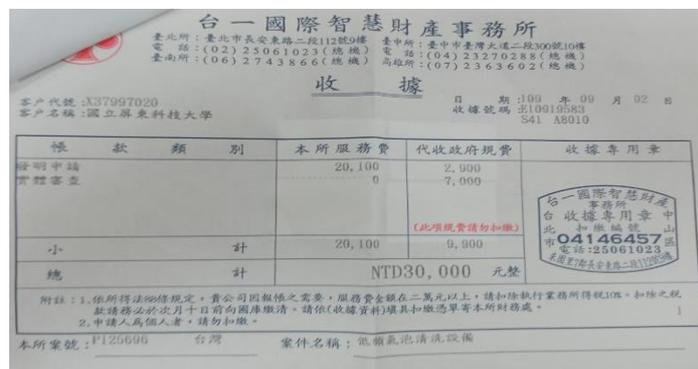


圖 22 低頻氣泡清洗設備 發明專利 審查中



教育部110年度【氣候變遷創意實作競賽】

(二)中期-大眾曝光

由於產品屬於新興產品，因此需要多方會展推廣，讓消費者知道有低頻氣泡清洗設備的存在，本團隊在此階段大量參加多場校內、外競賽，例如：例如：2020 第四屆「全國慈悲科技創新競賽」**佳作**(如圖 23 所示)、2021 全國技專校院學生實務專題製作競賽暨成果展 家政類群 **入圍決賽(ING)**(如圖 24 所示)、109 學年度大專校院創新創業實戰模擬學習平臺 **第五名**(如圖 25 所示)、屏科大 校內專題競賽 **其他類 第一名**(如圖 26 所示)。



圖23 2020第四屆「全國慈悲科技創新競賽」**佳作**

類群	序號	學校名稱	作品名稱
I 家政餐旅食品類群	I01	中華科技大學	「食品同步旋轉進料與混成紡絲裝置」創新研發及應用
	I02	國立高雄科技大學	益生菌雞肉粕發酵物於銀髮友善食品-機能性鹹味抹醬之開發
	I03	國立屏東科技大學	低頻驅動氣泡為基礎清洗設備之研究
	I04	中華醫事科技大學	隨身用固態咖啡棒之研發-易即棒
	I05	國立高雄科技大學	新興式食品—靈芝波霸的密集化培養條件與開發
	I06	朝陽科技大學	銀髮星豆仔，健康飲食好實在餐飲企劃

圖24 教育部 2021全國技專校院學生實務專題家政類群 **入圍決賽(ING)**



圖25 教育部 109學年度大專校院創新創業實戰模擬學習平臺 **第五名**



教育部110年度【氣候變遷創意實作競賽】

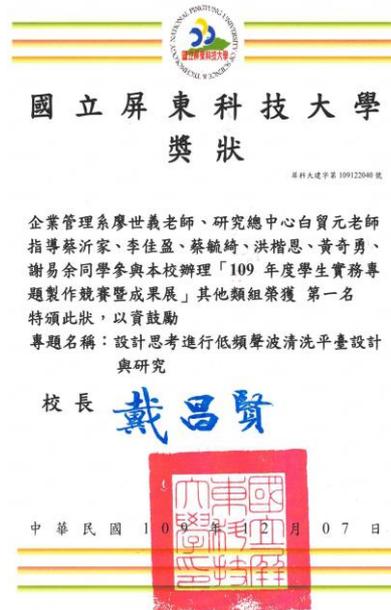


圖26 屏科大 109學年度校內專題競賽 其他類 第一名

(三)後期-洽談授權與量產計畫(視情況變化，自行生產或委託外包)

此階段為現在進行式，目前本團隊現正進行蔬果農藥清洗的檢測(如圖 27 所示)，希望讓產品能夠有更全面的發展，同時團隊也積極參與產業實習計畫與課程，透過與多方業主的接觸，一來學習其創業的成功經驗與商業模式，同時也讓產品接受更多方的檢視，提昇其商業價值與實用性 (如圖 28 所示)。

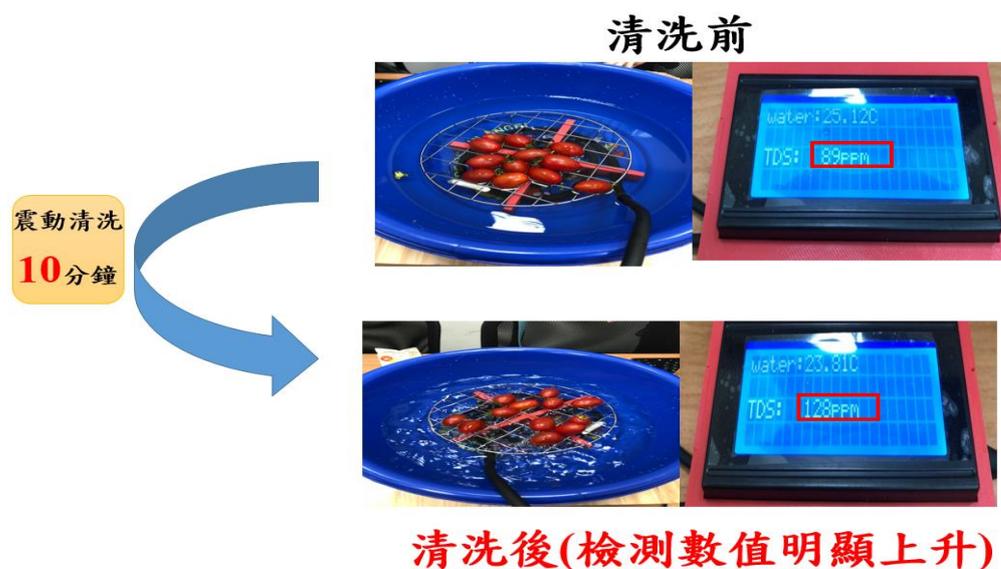


圖 27 蔬果水質檢測(數值變化清洗後有溶出純水外物質，例如：農藥、髒污)



教育部110年度【氣候變遷創意實作競賽】

行銷具體規劃

前期 中期 後期

- 企業見習(學習成功經驗, 加以改良)
- 授權洽談
- 產品量產(視情況改變, 選擇委託製造或是自行生產製造)

本組組員代表參加

企業見習

1.屏東縣 佳冬鄉農會/2.竹林有機農場/3.F64微電影影像視覺 企業
(複製成功經驗, 製作商業價值圖)

圖 28 業界見習與學習成功商業模式(製作商業價值圖)

(三)低頻氣泡清洗設備 商業價值圖

<p>關鍵合作夥伴</p> <ul style="list-style-type: none"> • 專利事務所 • 工業設計師 • 學校機關 • 各地農會 • 教育部 	<p>關鍵活動</p> <ul style="list-style-type: none"> • 清潔測試 • 申請專利 • 大眾展示 • 平台募資 • 產業見習 • 授權洽談 • 量產計畫 <p>關鍵資源</p> <ul style="list-style-type: none"> • 發明專利 • 屏科 企管系(行銷、營運) • 屏科 生機系(工程設計) • 屏科 木材工廠(產品外殼) 	<p>價值主張</p> <ul style="list-style-type: none"> • 污漬剋星 • 水資源救星 • 環保5R理念 • 符合SDG17 指標 	<p>顧客關係</p> <ul style="list-style-type: none"> • 粉絲專頁 • Line群 • 競賽展演 • 會展推廣 <p>通路</p> <ul style="list-style-type: none"> • 電視購物 • 網路購物 • 直播拍賣 • 星販賣場 • 募資平台 	<p>目標客群</p> <ul style="list-style-type: none"> • 一般家庭 • 蔬果業者
<p>成本結構</p> <ul style="list-style-type: none"> • 開辦費用(研發成本、申請專利) • 募資平台抽成 • 設計成本 • 租金成本 • 生產成本(採購、生產、封裝、品管) • 管銷費用(管理與銷售費用) 		<p>收益流</p> <ul style="list-style-type: none"> • 銷貨收入 • 募資平台 • 客製化合作 		



教育部110年度【氣候變遷創意實作競賽】

(四) 低頻氣泡清洗設備 SWOT/TOWS 分析

內部能力 外部影響		優勢(S)		劣勢(W)	
		1.一機多用 2.體積輕便 3.節省洗劑與清水 4.快速大量清潔 5.成本低廉 6.環保材料製作 7.清洗原理具差異性		1.清洗過程中，震幅造成音量較高。	
機會(O)	1.體驗行銷興起，產品容易吸引顧客注意。 2.環保意識抬頭，購買意願增加。 3.透過多重管道，進行募資與推廣。	優勢結合機會 (SO) 1.街頭體驗活動，藉由體驗推廣產品。 2.推廣綠色公益，與公益團體共同舉辦 綠色市集 。 3.進軍募資平台，進行 大眾募資 。 4.透過 網路、活動、社群平台 ，增加知名度。		劣勢掩蓋機會 (WO) 1.產品清洗過程發出較高 震幅聲 ，可能會影響顧客的體驗結果。	
	1.同性質競爭產品(超音波清潔機)的存在，使進入市場障礙提高。	優勢避開威脅 (ST) 1.產品主打多功能、快速大量清潔與清洗原理不同， 成功塑造差異性 。		降低劣勢與威脅 (WT) 1.產品需進行適當的 降噪 ，否則會導致顧客選擇其他競爭者。	

(五)成本計算

● 材料成本(單位：新台幣)

二手 8 吋 低音喇叭	\$300
訊號產生器	\$141
DC6V 小型氣泡機	\$45
氧氣泡條(150CM)	\$150
氣泵軟管(45CM)	\$4
塑膠臉盆(36*15CM)	\$30
環保木材 外殼	\$500
總計	\$1,180

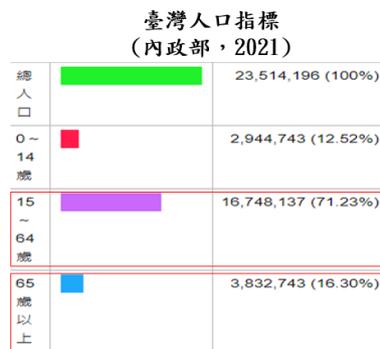


教育部110年度【氣候變遷創意實作競賽】

(六)收益預估

產品主要收益來源有銷貨收入、募資平台、客製化合作。

首先，銷貨收入與募資平台部分，團隊預計每臺售價\$1880，平均利潤\$700(毛利率約60%)，臺灣截至今年4月底人口數為23,514,196人，其中扣除幼年人口(0~14歲)2,944,743人，共有20,569,453人，如果成功推廣，就能擁有**143億**的龐大商機(如圖29所示)。



客群 超過2,000萬人，143億 大商機

圖29 低頻氣泡清洗設備 潛在商機 (內政部，2021)

最後，針對客製化部分，團隊規劃推出特殊規格的蚊香式氣泡管，透過蚊香式氣泡管不易發散氣泡的特性，主打強效的清潔度與必備配件，每條販售\$250，扣除氣泡條，平均利潤\$100(約67%)。

柒、工作分配

工作項目	洪楷恩	劉家瑋	汪秉儒
創意發想	☑	☑	☑
材料蒐集	☑	☑	☑
測試模型製作	*	*	☑
產品上色、美化	*	☑	*
實驗測試	☑	*	*
創意企劃書 撰寫	☑	*	*
作品說明書 撰寫	☑	*	*
展示模型製作	*	*	☑
拍攝腳本撰寫	*	☑	*
介紹影片拍攝	*	*	☑
海報設計	*	☑	*
備註	☑代表主要負責人，*代表輔助		



捌、參考文獻

1. Archer, L.B. (1979), Whatever became of design methodology? *Design Studies*, 1(1), 17-20.
2. Boretti, A. & Rosa, L. (2019). Reassessing the projections of the world water development report. *NPJ Clean Water*, 2(1), 1-6.
3. Dai et al (2009), Changes in continental freshwater discharge from 1948 to 2004, *American Meteorological Society*, May 15, 2009.
4. McGourty, C. (2009), Global crisis "to strike by 2030". *BBC News*. March 19, 2009 GMT.
5. McGrath, M. (2009), World's major rivers "drying up". *BBC News*. April 21, 2009 GMT.
6. Rittel, H. W. J. & Webber, M. M. (1973), Dilemmas in a general theory of planning, *Policy Sciences*, 4(2), 155-169.
7. TVBS (2018), 台灣降雨量比全球多2.6倍卻是缺水國家 TVBS 新聞網, <http://news.tvbs.com.tw/life/880223>
8. 內政統計年報. 內政部戶政司. [2021-04-30].
9. 王寶輝、張學佳、紀巍、匡麗、韓會君. (2007) 表面活性劑環境危害性分析, 化工進展, 9。
10. 吳清山 (2019), 設計思考, 教育研究月刊, 297期, 159-160。
11. 吳靜宜、李明芬 (2020), 連結內在深層意義的設計思考—整合 U 型理論視域的探究, 設計學報 (*Journal of Design*), 25(1)。
12. 秦綾謙 (2018). 河川污染浩劫 台灣缺水國全球排第19。取自 <https://csrone.com/news/4794>。
13. 康仕仲 (2017), Scribd, 【T 苗圃-教師實務工作坊】, 設計思考五步驟。取自 <https://www.slideshare.net/ssusera4b443/2-72124991>。
14. 楊志清 (2004), 21世紀水資源展望, 水資源保護, 20(4), 66-68。
15. 楊朝陽、康仕仲、陳彥甫、林喬茵、王嫻凌、林怡萱 (2018), 以 [設計導向學習] 模式初探智齡設計課程, 科學教育學刊, 26(S), 399-418。
16. 楊靜雁 (2018), 關於水污染處理問題的若干思考, 資源節約與環保, (2018年 09), 68-68。
17. 經濟部水利署 (2019), 自來水生活用水量統計, 經濟部水利署。取自 <https://www.wra.gov.tw/6950/7169/7316/7318/11043/>。
18. 經濟部水利署 (2020), 珍惜水資源, 節約用水資訊網。取自 https://www.wcis.org.tw/Home/Reuse_2。
19. 劉潔心、晏涵文、劉貴雲、邱詩揚、李佳容 (2000), 社區居民綠色消費行為及相關之訊息傳播調查研究, 衛生教育學報。
20. 駱慧雯 (民國102年12月5日)。洗衣精天然好? 小蘇打無患子別亂用。華人健康



教育部110年度【氣候變遷創意實作競賽】

- 網。民102年12月5日。取自 <https://www.top1health.com/Article/172/16819>。
21. 羅偉誠、徐國錦 (2016)，水與生活安全，科學發展期刊，520期(2016年10月)，10-15。
 22. 饒月娟、黃雅慧、邱芳瑜、張瑄筠(2014)，打造不過敏體質！6色天然食材：提升免疫力的50道安心飲食全圖解，台灣廣廈出版事業公司。